इलेक्ट्रॉनिक्स मैकेनिक
ELECTRONICS MECHANIC

NSQF स्तर - 4

1st वर्ष / Year

व्यवसाय सिद्धांत
(TRADE THEORY)

सेक्टर : इलेक्ट्रॉनिक्स & हार्डवेयर

Sector : ELECTRONICS & HARDWARE

(संशोधित पाठ्यक्रम जुलाई , 2022 - 1200 घंटों के अनुसार)

(As per revised syllabus July 2022 - 1200 hrs)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Directorate General of Training

प्रशिक्षण महानिदेशालय
कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय
भारत सरकार

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

पो.बा. सं. 3142, CTI कैम्पस, गिण्डी, चेन्नई - 600 032

सेक्टर : इलेक्ट्रॉनिक्स & हार्डवेयर

अवधि : 2 - वर्ष

व्यवसाय : इलेक्ट्रॉनिक्स मैकेनिक - प्रथम वर्ष - व्यवसाय सिद्धांत - NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022)

प्रकाशक एवं मुद्रण :

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान

पो. बा. सं. 3142,
गिण्डी, चेन्नई - 600 032.
भारत.
ई-मेल : chennai-nimi@nic.in
वेब-साइट : www.nimi.gov.in

प्रकाशनाधिकार © 2022 राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

प्रथम संस्करण : अप्रैल 2023 प्रतियाँ : 1500

Rs.330/-

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

सर्वाधिकार सुरक्षित

इस प्रकाशन का कोई भी भाग किसी भी रूप में या किसी भी साधन के माध्यम से इलैक्ट्रानिक या यांत्रिक फोटो कापी सहित, रिकार्डिंग या किसी सूचना भण्डारण और पुनःप्राप्ति द्वारा प्रकाशक की लिखित पूर्वानुमति के बिना न तो उपयुक्त किया जा सकता है और ना ही प्रसारित किया जा सकता है ।

प्राक्कथन

भारत सरकार ने राष्ट्रीय कौशल विकास नीति के हिस्से के रूप में 2022 तक 30 करोड़ लोगों को कौशल प्रदान करने का एक महत्वाकांक्षी लक्ष्य निर्धारित किया है, जो हर चार भारतीयों में से एक है। औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITI) विशेष रूप से कुशल जनशक्ति प्रदान करने के मामले में इस प्रक्रिया में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसे ध्यान में रखते हुए, और प्रशिक्षुओं को वर्तमान उद्योग प्रासंगिक कौशल प्रशिक्षण प्रदान करने के लिए, आईटीआई पाठ्यक्रम को हाल ही में उद्योगों, उद्यमियों, शिक्षाविदों और आईटीआई के प्रतिनिधियों जैसे विभिन्न हितधारकों और मीडिया विकास समिति के सदस्यों की मदद से अद्यतन किया गया है।

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI), चेन्नई अब वार्षिक पैटर्न के तहत **इलेक्ट्रॉनिक्स & हार्डवेयर** सेक्टर में **इलेक्ट्रॉनिक्स मैकेनिक - प्रथम वर्ष - व्यवसाय सिद्धांत - NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022)** के लिए संशोधित पाठ्यक्रम के अनुरूप अनुदेशात्मक सामग्री लेकर आया है। NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022) व्यवसाय सिद्धांत प्रशिक्षुओं को एक अंतर्राष्ट्रीय समकक्षता मानक प्राप्त करने में मदद करेगा जहां उनकी कौशल दक्षता और योग्यता को दुनिया भर में विधिवत मान्यता दी जाएगी और इससे पूर्व शिक्षा की मान्यता का दायरा भी बढ़ेगा । NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022) प्रशिक्षुओं को जीवन भर सीखने और कौशल विकास को बढ़ावा देने के अवसर भी मिलेंगे। मुझे कोई संदेह नहीं है कि NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022) के साथ ITI के प्रशिक्षक और प्रशिक्षु, और सभी हितधारक इस अनुदेशात्मक मीडिया पैकेज (IMP) से अधिकतम लाभ प्राप्त करेंगे और यह NIMI का प्रयास देश में व्यावसायिक प्रशिक्षण की गुणवत्ता में सुधार लाने के लिए एक लंबा रास्ता तय करेगा।

NIMI के निदेशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास समिति के सदस्य इस प्रकाशन में प्रदत्त अपने योगदान हेतु अभिनंदन के पात्र है।

जय हिन्द !

अतुल कुमार तिवारी,*IAS*
अपर सचिव/महानिदेशक (प्रशिक्षण)
कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय,
भारत सरकार

नई दिल्ली - 110 001

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

भूमिका

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) की स्थापना 1986 में चेन्नई में तत्कालीन रोजगार एवं प्रशिक्षण (DGE&T) श्रम एवं रोजगार मंत्रालय (अब प्रशिक्षण महानिदेशालय, कौशल विकास और उद्यमिता मंत्रालय के तहत), भारत सरकार, तकनीकी सहायता फेडरल रिपब्लिक ऑफ जर्मनी सरकार के साथ की। इस संस्थान का मुख्य उद्देश्य शिल्पकार और शिक्षुता प्रशिक्षण योजनाओं के तहत निर्धारित पाठ्यक्रम NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022) के अनुसार विभिन्न ट्रेडों के लिए शिक्षण सामग्री विकसित करना और प्रदान करना है।

भारत में NCVT/NAC के तहत शिल्पकार प्रशिक्षण का मुख्य उद्देश्य ध्यान में रखते हुए अनुदेशात्मक सामग्री तैयार की जाती है, जिससे व्यक्ति एक रोजगार हेतु कौशल प्राप्त कर सके । अनुदेशात्मक सामग्री को अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज्स (IMP) के रूप में विकसित किया जाता है। एक IMP में, थ्योरी बुक, प्रैक्टिकल बुक, टेस्ट और असाइनमेंट बुक, इंस्ट्रक्टर गाइड, ऑडियो विजुअल (वॉल चार्ट और पारदर्शी चित्र) और अन्य सहायक सामग्री शामिल हैं।

प्रस्तुत व्यावसायिक सिद्धान्त पुस्तक प्रशिक्षु को सम्बन्धित ज्ञान देगी जिससे वह अपना कार्य कर सकेंगे। परीक्षण एवं नियत कार्य के माध्यम से अनुदेशक प्रशिक्षुओं को नियत कार्य दे सकेंगे । वॉल चार्ट और पारदर्शी चित्र अद्वितीय होती हैं, क्योंकि वे न केवल प्रशिक्षक को किसी विषय को प्रभावी ढंग से प्रस्तुत करने में मदद करते हैं बल्कि प्रशिक्षु की समझ का आकलन करने में भी उसकी मदद करते हैं। अनुदेशक निर्देशिका (इंस्ट्रक्टर गाइड), अनुदेशक को अपने अनुदेश कार्यक्रम की योजना बनाने, अनुदेशात्मक सामग्री की आवश्यकताओं की योजना बनाने, दिन-प्रतिदिन के पाठों और प्रदर्शनों की योजना बनाने में सक्षम बनाता है।

IMP प्रभावी टीम वर्क के लिए विकसित किए जाने वाले आवश्यक जटिल कौशल से भी संबंधित है। पाठ्यक्रम में निर्धारित संबद्ध ट्रेडों के महत्वपूर्ण कौशल क्षेत्रों को शामिल करने के लिए भी आवश्यक सावधानी बरती गई है।

एक संस्थान में एक पूर्ण अनुदेशात्मक मीडिया पैकेज (IMF) की उपलब्धता प्रशिक्षक और प्रबंधन दोनों को प्रभावी प्रशिक्षण प्रदान करने में मदद करती है।

अनुदेशात्मक मीडिया पैकेज (IMP), NIMI के स्टाफ सदस्यों और विशेष रूप से सार्वजनिक और निजी क्षेत्र के उद्योगों, प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT), सरकारी और निजी ITI के तहत विभिन्न प्रशिक्षण संस्थानों से लिए गए मीडिया विकास समिति के सदस्यों के सामूहिक प्रयासों का परिणाम हैं।

NIMI इस अवसर पर विभिन्न राज्य सरकारों के रोजगार और प्रशिक्षण निदेशकों, सार्वजनिक और निजी दोनों क्षेत्रों के उद्योगों के प्रशिक्षण विभागों, DGT और DGT फील्ड संस्थानों के अधिकारियों, प्रूफ रीडरों, व्यक्तिगत मीडिया डेवलपर्स और समन्वयक को धन्यवाद देता हैं, जिनके सक्रिय समर्थन के के बिना NIMI इस सामग्री को प्रकाशित करने में सक्षम नहीं होता।

चेन्नई - 600 032 **कार्यकारी निदेशक**

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

आभार

नेशनल इंस्ट्रक्शनल मीडिया इंस्टीट्यूट (NIMI) **प्रथम वर्ष- NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022)** आईटीआई के लिए **इइलेक्ट्रॉनिक्स & हार्डवेयर** सेक्टर के तहत **इलेक्ट्रॉनिक्स मैकेनिक** के व्यवसाय के लिए इस IMP (व्यवसाय सिद्धांत) को लाने के लिए निम्नलिखित मीडिया डेवलपर्स और उनके प्रायोजक संगठन द्वारा विस्तारित सहयोग और योगदान के लिए ईमानदारी से हार्दिक धन्यवाद देता है ।

मीडिया विकास समिति के सदस्य

श्री. स. आनंद	-	व्यवसायिक अनुदेशक, Govt. I.T.I. महिला पुडुचेरी
श्री. ए.जयरामन	-	प्रशिक्षण अधिकारी (सेवानिवृत्त),, Govt. C.T.I गिंडी चेन्नई - 32
श्री. आर.एन. कृष्णासामी	-	व्यावसायिक प्रशिक्षक (सेवानिवृत्त) MDC सदस्य, NIMI, चेन्नई - 32
श्रीमती एस, गौरी	-	J.T.O, Govt,I.T.I. तिरुवन्मियूर
श्री. ई. कृष्णराज	-	J.T.O, Govt,I.T.I. होसुर
श्री. प्रकाश एम	-	वरिष्ठ अनुदेशक, एरिया कोड, Govt,I.T.I. केरल

NIMI समन्वयक

श्री निर्माल्य नाथ	-	उप निदेशक NIMI - चेन्नई - 32
श्री शुभंकर भौमिक	-	सहायक प्रबंधक NIMI, चेन्नई - 32
श्री वी. वीरकुमार	-	जूनियर तकनीकी सहायक NIMI, चेन्नई - 32

NIMI ने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास की प्रक्रिया में सराहनीय एवं समर्पित सेवा देने के लिए DATA ENTRY, CAD, DTP आपरेटरों की पूरी-पूरी प्रशंसा करता है ।

NIMI उन सभी कर्मचारियों के प्रति धन्यवाद व्यक्त करता है जिन्होंने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास के लिए सहयोग दिया है।

NIMI उन सभी का आभार करता है जिन्होंने परोक्ष या अपरोक्ष रूप से अनुदेशात्मक सामग्री के विकास में सहायता की है ।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

परिचय

व्यवसाय अभ्यास

व्यवसाय अभ्यास मैनुअल को प्रैक्टिकल वर्कशॉप में इस्तेमाल करने के लिए तैयार किया गया है। इसमें **इलेक्ट्रॉनिक्स मैकेनिक** व्यवसाय के दौरान प्रशिक्षुओं द्वारा पूरा किए जाने वाले व्यवसाय अभ्यासों की एक श्रृंखला शामिल है, जो अभ्यास करने में सहायता के लिए निर्देशों/सूचनाओं द्वारा पूरक और समर्थित हैं। इन अभ्यासों को यह सुनिश्चित करने के लिए डिज़ाइन किया गया है कि NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022) पाठ्यक्रम के अनुपालन में सभी कौशल शामिल हैं।

यह मैनुअल 14 मॉड्यूल्स में विभाजित है। नीचे जो निम्न प्रकार है :-

मॉड्यूल - 1 बेसिक कार्यशाला अभ्यास

मॉड्यूल - 2 AC और इलेक्ट्रिकल केबल की मूल बातें, सिंगल रेंज मीटर

मॉड्यूल - 3 सेल और बैटरी

मॉड्यूल - 4 AC और DC मापन यंत्र बेसिक वर्कशॉप अभ्यास

मॉड्यूल - 5 डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप

मॉड्यूल - 6 सोल्डरिंग / डिसोल्डरिंग और विभिन्न स्विच

मॉड्यूल - 7 सक्रिय और निष्क्रिय अवयव

मॉड्यूल - 8 विद्त आपूर्ति परिपथ

मॉड्यूल - 9 ट्रांजिस्टर

मॉड्यूल - 10 पावर इलेक्ट्रॉनिक घटक

मॉड्यूल - 11 ऑप्टो इलेक्ट्रॉनिक्स

मॉड्यूल - 12 बेसिक गेट्स कॉम्बिनेशनल परिपथ फ्लिप फ्लॉप

मॉड्यूल - 13 इलेक्ट्रॉनिक (अनुकरण) सिम्युलेटर

मॉड्यूल - 14 Op amp और टाइमअनुप्रयोग

शॉप फ्लोर में कौशल प्रशिक्षण की योजना किसी व्यावहारिक वस्तु के आसपास केंद्रित व्यावहारिक अभ्यासों की एक श्रृंखला के माध्यम से की जाती है। हालांकि, ऐसे कुछ उदाहरण हैं जहां व्यक्तिगत अभ्यास परियोजना का हिस्सा नहीं बनता है।

व्यावहारिक मैनुअल विकसित करते समय प्रत्येक अभ्यास को तैयार करने के लिए एक ईमानदार प्रयास किया गया है जिसे समझना आसान होगा और औसत से कम प्रशिक्षु द्वारा भी किया जा सकता है। हालांकि डेवलपमेंट टीम स्वीकार करती है कि इसमें और सुधार की गुंजाइश है। NIMI मैनुअल में सुधार के लिए अनुभवी प्रशिक्षण संकाय के सुझावों की प्रतीक्षा करता है।

व्यवसाय सिद्धान्त

व्यवसाय सिद्धान्त के मैनुअल में **इलेक्ट्रॉनिक्स & हार्डवेयर** सेक्टर में **इलेक्ट्रॉनिक्स मैकेनिक** - व्यवसाय सिद्धान्त NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022) के पाठ्यक्रम के लिए सैद्धांतिक जानकारी शामिल है। सामग्री को NSQF स्तर - 4 (संशोधित 2022) में निहित व्यवसाय अभ्यास के अनुसार अनुक्रमित किया गया है। व्यवसाय सिद्धान्त पर पाठ्यक्रम प्रत्येक अभ्यास में शामिल कौशल के साथ सैद्धांतिक पहलुओं को यथासंभव हद तक जोड़ने का प्रयास किया गया है। कौशल प्रदर्शन के लिए अवधारणात्मक क्षमताओं को विकसित करने में प्रशिक्षुओं की मदद करने के लिए यह सहसंबंध बनाए रखा गया है।

व्यवसाय सिद्धान्त को व्यवसाय अभ्यास पर मैनुअल में निहित संबंधित अभ्यास के साथ पढ़ाया और सीखा जाना है। संबंधित व्यवसाय अभ्यास के बारे में संकेत इस मैनुअल की प्रत्येक शीट में दिए गए हैं।

शॉप फ्लोर में संबंधित कौशल का प्रदर्शन करने से पहले प्रत्येक अभ्यास से जुड़े व्यवसाय सिद्धान्त को कम से कम एक कक्षा में पढ़ाना / सीखना बेहतर होगा। व्यवसाय सिद्धान्त को प्रत्येक अभ्यास के एक एकीकृत भाग के रूप में माना जाना चाहिए।

सामग्री स्वयं सीखने के उद्देश्य के लिए नहीं है और इसे कक्षा के निर्देश के पूरक के रूप में माना जाना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

विषय-क्रम

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	अध्ययन के परिणाम	पृष्ठ सं.
	माड्यूल 1 : बेसिक कार्यशाला अभ्यास		
1.1.01	औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान का परिचय (Familiarization of the Industrial Training Institute)		1
1.1.02	उद्योग/कार्यशाला में की जाने वाली सुरक्षा और सावधानियों का महत्व (Importance of safety and precautions to be taken in the industry/shop floor)	1	2
1.1.03	व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE) (Personal Protective Equipment) (PPE)		5
1.1.04 & 05	प्राथमिक चिकित्सा (First Aid)		8
1.1.06	अग्निशामक (Fire extinguishers)		15
1.1.07 & 09	मूलभूत हस्त उपकरण (Basic hand tools)		20
1.1.10 & 12	फिटिंग और शीट मेटल वर्क (Fitting and sheet metal work)		27
	माड्यूल 2 : AC और इलेक्ट्रिकल केबल की मूल बातें, सिंगल रेंज (Basics of AC and Electrical Cables, Single range meters)		
1.2.13 - 21	इलेक्ट्रिकल टर्म (Electrical terms)	2	30
1.2.22 - 27	मापक यंत्र मीटर (Measuring Instrument Meters)		39
	माड्यूल 3 : सेल और बैटरी (Cells and Batteries)		
1.3.28	सेल और बैटरी (Cells and Batteries)		46
1.3.29 - 34	द्वितीयक बैटरी - चार्ज डिस्चार्ज और मेंटेनेंस के प्रकार (Secondary batteries - types of charge, discharge and maintenance)	3	50
	माड्यूल 4 : AC और DC मापन यंत्र बेसिक वर्कशॉप अभ्यास (AC & DC Measuring Instruments, Basic Workshop Practice)		
1.4.35 & 36	मापन यंत्रों, उपकरणों के प्रकार उपयोग और विशेषताएं (Types of measuring instruments, equipments, uses and features)	4	57
1.4.37 - 39	ऑसिलोस्कोप के नियंत्रण और कार्य (Controls and functions of Oscilloscope)		69
	माड्यूल 5 : डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप		
1.5.40 & 41	डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप के फ्रंट पैनल नियंत्रणों को संचालित करना (Operate the front panel controls of a digital storage oscilloscope)		78
1.5.42	सिंगल शॉट सिग्नल कैप्चर करना (Capturing a single shot signal)	5	85
1.5.43	IC 8038 का उपयोग कर फंक्शन जनरेटर (Function generator using IC 8038)		88

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	अध्ययन के परिणाम	पृष्ठ सं.
	मॉड्यूल 6 : सोल्डरिंग / डिसोल्डरिंग और विभिन्न स्विच (Soldering/Desoldering and various switches)		
1.6.44 - 47	तारों की सोल्डरिंग (Soldering of wires)	6	90
1.6.48 & 49	स्विच (Switches)		98
	मॉड्यूल 7 : सक्रिय और निष्क्रिय अवयव (Active and Passive components)		
1.7.50	सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक घटक और निष्क्रिय घटक (Active electronic components passive and active components)		101
1.7.51 - 53	सक्रिय अवयव – प्रतिरोध (Passive components - Resistors)		102
1.7.54	ओम का नियम (Ohm's Law)		107
1.7.56 & 57	DC श्रेणी परिपथ (DC series circuit)		111
1.7.58	निष्क्रिय अवयव - प्रेरक (Passive components - Inductors)	7	117
1.7.59 & 60	निष्क्रिय अवयव - संधारित्र (Passive components - Capacitors)		124
1.7.61 - 63	चुंबकत्व, रिले (Magnetism, Relays)		133
1.7.64	RC परिपथ के लिए समय स्थिरांक (Time constant for RC circuit)		140
1.7.65	RC डिफ़रेंशियेटर (R.C. Differentiator)		143
1.7.66	R.L.C सीरीज और समानांतर परिपथ (R.L.C. Series and parallel circuit)		145
	मॉड्यूल 8 : विद्युत आपूर्ति परिपथ (Power supply circuits)		
1.8.67 - 69	अर्धचालक डायोड (Semiconductor diodes)		155
1.8.70 & 71	ट्रांसफार्मर (transformer)		162
1.8.72 & 73	रेक्टिफायर (Rectifiiers)	8	171
1.8.74 & 75	जेनर डायोड का कार्य सिद्धांत (Working principle of zener diodes)		183
1.8.76	विनियमित बिजली आपूर्ति (Regulated power supply)		188
1.8.77 - 80	इंटीग्रेटेड परिपथ वोल्टेज नियामक (integrated circuit voltage regulators)		190
	मॉड्यूल 9 : ट्रांजिस्टर (Transistor)		
1.9.81 - 83	ट्रांजिस्टर और वर्गीकरण (Transistors and Classification)		199
1.9.84 - 87	ट्रांजिस्टर की बायसिंग (Biasing of Transistors)		212
1.9.88 - 89	दोलक (Oscillators)	9	239
1.9.90	RC फेज़ शिफ्ट ऑसिलेटर (RC Phase Shift Oscillator)		246
1.9.91	बहुकंपित्र और परिपथ आरेखों का अध्ययन (Multivibrators and Study of Circuit Diagrams)		249
1.9.92 & 93	क्लिपर सर्किट (Clipper Circuit)		253
1.9.94 & 95	क्लैम्पर सर्किट (Clamper circuits)		258

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	अध्ययन के परिणाम	पृष्ठ सं.
	मॉड्यूल 10 : पावर इलेक्ट्रॉनिक घटक (Power Electronic Components)		
1.10.96 - 97	क्षेत्र प्रभाव ट्रांजिस्टर (Field Effect Transistors)		262
1.10.98 - 100	TRIAC और DIAC का उपयोग करते हुए लैम्प डिमर/फैन मोटर स्पीड रेगुलेटर (Lamp dimmer/fan motor speed regulator using TRIAC and DIAC)	10	275
1.10.101 - 104	मॉस्फेट (MOSFET)		281
	मॉड्यूल 11 : ऑप्टो इलेक्ट्रॉनिक्स (Opto Electronics)		
1.11.105 - 108	प्रकाश उत्सर्जक डायोड (Light Emitting Diodes (LEDs)	11	286
	मॉड्यूल 12 : बेसिक गेट्स कॉम्बिनेशनल परिपथ फ्लिप फ्लॉप (Basic Gates, Combinational circuits, Flip flops)		
1.12.109 - 111	डिजिटल आईसी परिवार और उनकी परिचालन विशेषताएं (Digital IC families and their operational characteristics)		303
1.12.112 - 114	बाइनरी अंकगणित (Binary arithmetic)		319
1.12.115 & 116	एन्कोडर और डिकोडर की अवधारणां (Concept of encoder and decoder)	12	328
1.12.117 & 118	मल्टीप्लेक्सर्स और डेमल्टीप्लेक्सर्सणां (Multiplexers & Demultiplexers)		331
1.12.119 & 122	लैच परिपथ और अनुप्रयोग (Latch circuits and applications)		333
	मॉड्यूल 13 : इलेक्ट्रॉनिक (अनुकरण) सिम्युलेटर (Electronic Circuit Simulator)		
1.13.123 - 126	इलेक्ट्रॉनिक(अनुकरण) सिमुलेशन सॉफ्टवेयर (Electronic Simulation Software)	13	339
	मॉड्यूल 14 : Op amp और टाइमर अनुप्रयोग (Op Amp and Timer applications)		
1.14..127 & 128	परिचालन प्रवर्धक और उनके अनुप्रयोग (Operational amplifiers and their applications)		344
1.14..129 & 130	Op-Amp अनुप्रयोग - तुलनित्र विभेदक (Op-Amp applications - comparators, differentiator	14	351
1.14..131 & 132	Op-Amp अनुप्रयोग - विभेदक और इंस्ट्रुमेंटेशन एम्पलीफायर (Op-Amp Applications - Differential & Instrumentation Amplifiers)		354
1.14..133 & 136	टाइमर IC और इसके अनुप्रयोगर (Timer IC and its applications)		358

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सीखने / मूल्यांकन योग्य परिणाम

इस पुस्तक के अन्त में आप यह जान सकेंगे

क्र.सं.	अध्ययन के परिणाम	अभ्यास सं
1	Perform basic workshop operations using suitable tools for fitting, riveting, drilling etc. observing suitable care & safety following safety precautions. **(NOS: ELE/N1002)**	1.1.01 - 1.1.12
2	Select and perform electrical/ electronic measurement of single range meters and calibrate the instrument. **(NOS: N/A)**	1.2.13 - 1.1.27
3	Test &service differentbatteries used in electronic applications and record the data to estimate repair cost. **(NOS: ELE/N7001)**	1.3.28 - 1.3.34
4	Measure AC/DC using proper measuring instruments and compare the data using standard parameter. **(NOS:)**	1.4.35 - 1.4.39
5	Measure the various parameters by DSO and execute the result with standard one. **(NOS: N/A)**	1.5.40 - 1.5.43
6	Plan and execute soldering & de-soldering of various electrical components like Switches, PCB & Transformers for electronic circuits. **(NOS:ELE/N7812)**	1.6.44 - 1.5.49
7	Test various electronic components using proper measuring instruments and compare the data using standard parameter. **(NOS:ELE/N5804)**	1.7.50 - 1.7.65
8	Assemble simple electronic power supply circuit and test for functioning. **(NOS:ELE/N5804)**	1.8.66 - 1.8.79
9	Construct, test and verify the input/ output characteristics of various analog circuits. **(NOS: N/A)**	1.9.80 - 1.9.94
10	Plan and construct different power electronic circuits and analyse the circuit functioning. **(NOS: N/A)**	1.10.95-1.10.103
11	Select the appropriate opto electronics components and verify the characteristics in different circuit. **(NOS: N/A)**	1.11.104-1.11.109
12	Assemble, test and troubleshoot various digital circuits. **(NOS:ELE/N1201)**	1.12.110-1.12.123
13	Simulate and analyze the analog and digital circuits using Electronic simulator software. **(NOS:ELE/N6102)**	1.13.124-1.12.127
14	Construct and test different circuits using ICs 741operational amplifiers & ICs 555 linear integrated circuits and execute the result. **(NOS: N/A)**	1.14.128-1.14.136

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

SYLLABUS

Duration	Reference Learning Outcome	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
Professional Skill 65 Hrs; Professional knowledge 10 Hrs	Perform basic workshop operations using suitable tools for fitting, riveting, drilling etc. observing suitable care & safety following safety precautions. **NOS: ELE/N1002**	Trade and Orientation 1. Visit to various sections of the institute and identify location of various installations. (05 Hrs.) 2. Identify safety signs for danger, warning, caution & personal safety message. (03 Hrs.) 3. Use of personal protective equipment (PPE). (05 Hrs.) 4. Practice elementary first aid. (05 Hrs.) 5. Preventive measures for electrical accidents & steps to be taken in such accidents. (02 Hrs.) 6. Use of Fire extinguishers. (05 Hrs.)	Familiarization with the working of Industrial Training Institute system. Importance of safety and precautions to be taken in the industry/shop floor. Introduction to PPEs. Introduction to First Aid. Response to emergencies e.g. power failure, fire, and system failure. Importance of housekeeping & good shop floor practices. Occupational Safety & Health: Health, Safety and Environment guidelines, legislations & regulations as applicable. (05 Hrs.)
		Hand tools and their uses 7. Identify the different hand tools. (05 Hrs.) 8. Selection of proper tools for operation and precautions in operation. (05 Hrs.) 9. Care & maintenance of trade tools. (05 Hrs.) 10. Practice safety precautions while working in fitting jobs. 1. (10 Hrs.) 11. Workshop practice on filing and hacks awing. (05 Hrs.) 12. Practice simple fitting and drilling. (10 Hrs.)	Identification, specifications, uses and maintenance of commonly used hand tools. State the correct shape of files for filing different profiles. Riveting of tags and lugs, cutting and bending of sheet metals, chassis and cabinets. (05 Hrs.)
Professional Skill 45 Hrs; Professional Knowledge 15 Hrs	Select and perform electrical/ electronic measurement of single range meters and calibratethe instrument. **NOS: N/A**	**Basics of AC and Electrical Cables** 13. Identify the Phase, Neutral and Earth on power socket, use a testers to monitor AC power. (02 Hrs.) 14. Construct a test lamp and use it to check mains healthiness. (02 Hrs.) 15. Measure the voltage between phase and ground and rectify earthing. (03 Hrs.) 16. Identify and test different AC mains cables. (03 Hrs.)	Basic terms such as electric charges, Potential difference, Voltage, Current, Resistance. Basics of AC & DC. Various terms such as +ve cycle, -ve cycle, Frequency, Time period, RMS, Peak, Instantaneous value. Single phase and Three phase supply. Terms like Line and Phase voltage/ currents. Insulators, conductors and semiconductor properties. Different type of electrical cables and their Specifications.

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

		17. Prepare terminations, skin the electrical wires /cables using wire stripper and cutter. (03 Hrs.) 18. Measure the gauge of the wire using SWG and outside micrometer. (03 Hrs.) 19. Refer table and find current carrying capacity of wires. (01 Hr.) 20. Crimp the lugs to wire end. (03 Hrs.) 21. Measure AC and DC voltages using multi meter. (03 Hrs.)	Types of wires & cables, standard wire gauge (SWG). Classification of cables according to gauge (core size), number of conductors, material, insulation strength, flexibility etc. (08 Hrs.)
		22. Identify the type of meters by dial and scale marking/ symbols. (03 Hrs.) 23. Demonstrate various analog measuring Instruments. (03 Hrs.) 24 Find the minimum and maximum measurable range of the meter. (02 Hrs.) 25. Carryout mechanical zero setting of a meter. (04 Hrs.) 26. Check the continuity of wires, meter probes and fuse etc. (05 Hrs.) 27. Measure voltage and current using clamp meter. (05 Hrs.)	**Single range meters** Introduction to electrical and electronic measuring instruments. Basic principle and parts of simple meters. Specifications, symbols used in dial and their meaning. (07 Hrs.)
Professional Skill 25 Hrs; Professional Knowledge 06 Hrs	Test &service different batteries used in electronic applications and record the data to estimate repair cost. **NOS: ELE/N7001** Measure AC/DC using proper measuring instruments and compare the data using standard parameter.	**Cells & Batteries** 28. Identify the +ve and -ve terminals of the battery. (02 Hrs.) 29. Identify the rated output voltage and Ah capacity of given battery. (01 Hrs.) 30. Measure the voltages of the given cells/battery using analog/ digital multimeter. (03 Hrs.) 31. Charge and discharge the battery through load resistor. (05 Hrs.) 32. Maintain the secondary Battery. (05 Hrs.) 33. Measure the specific gravity of the electrolyte using hydrometer. (03 Hrs.) 34. Test a battery and verify whether the battery is ready for use or needs recharging. (06 Hrs.)	**Cells & Batteries** Construction, types of primary and secondary cells/battery. Materials used, Specification of cells and batteries. Charging process, efficiency, life of cell/battery. Selection of cells / Batteries etc. Use of Hydrometer. Types of electrolytes used in cells and batteries. Series/ parallel connection of batteries and purpose of such connections. (06 Hrs.)
Professional Skill 60 Hrs; Professional Knowledge 20 Hrs	Measure AC/DC using proper measuring instruments and compare the data using standard parameter.	**AC & DC measurements** 35. Use the multi meter to measure the various functions (AC V, DC V, DC I, AC I, R). (10 Hrs.) 36. Identify the different types of meter for measuring AC & 1. DC parameters. (10 Hrs.) 37. Identify the different controls on the CRO/DSO front panel and observe the function of each control. (14 Hrs.)	Introduction to electrical measuring instruments. Importance and classification of meters. MC and MI meters. Characteristics of meters and errors in meters. Multi meter, use of meters in different circuits. Care and maintenance of meters. Use of CRO/DSO, Function generator, LCR meter (20 Hrs.)

NOT TO BE REPUBLISHED

		38. Measure DC voltage, AC voltage, time periodusing CRO/DSO sine wave parameters. (12 Hrs.) 39. Identify the different controls on the function generator front panel and observe the function of each control. (14 Hrs.)	
Professional Skill 25 Hrs; Professional Knowledge 09 Hrs	Measure the various parameters by DSO and execute the result with standard one. **NOS: N/A**	**Digital Storage Oscilloscope** 40.Identify the different front panel control of a DSO. (05 Hrs.) 41.Measure the Amplitude, Frequency and time period of typical electronic signals using DSO. (06 Hrs.) 42.Take a print of a signal from DSO by connecting it to a printer and tally with applied signal. (07 Hrs.) 43. Construct and test function generator using IC 8038. (07 Hrs.)	Advantages and features of DSO. Block diagram of Digital storage oscilloscope (DSO)/ CRO and applications. Applications of digital CRO. Block diagram of function generator. Differentiate a CRO with DSO. (09 Hrs.)
Professional Skill 25 Hrs; Professional Knowledge 05 Hrs	Plan and execute soldering & de-soldering of various electrical components like Switches, PCB & Transformers for electronic circuits. **NOS:ELE/N7812**	**Soldering/ De-soldering and Various Switches** 44. Practice soldering on different electronic components, small transformer and lugs. (04 Hrs.) 45. Practice soldering on IC bases and PCBs. (04 Hrs.) 46. Practice de-soldering using pump and wick. (04 Hrs.) 47. Join the broken PCB track and test. (04 Hrs.) 48. Identify and use SPST, SPDT, DPST, DPDT, tumbler, push button, toggle, piano switches used in electronic industries. (04 Hrs.) 49. Make a panel board using different types of switches for a given application. (05 Hrs.)	Different types of soldering guns, related to Temperature and wattages, types of tips. Solder materials and their grading. Use of flux and other materials. Selection of soldering gun for specific requirement. Soldering and De-soldering stations and their specifications. Different switches, their specification and usage. (05 Hrs.)
Professional Skill 85 Hrs; Professional Knowledge 25 Hrs	Test various electronic components using proper measuring instruments and compare the data using standard parameter. **NOS:ELE/N5804**	**Active and Passive Components** 50. Identify the different types of active electronic components. (05 Hrs.) 51. Measure the resistor value by colour code and verify the same by measuring with multimeter. (05 Hrs.) 52.Identify resistors by their appearance and check physical defects. (05 Hrs.) 53. Identify the power rating of carbon resistors by their size. (05 Hrs.) 54. Practice on measurement of parameters in combinational electrical circuit by applying Ohm's Law for different resistor values and voltage sources. (05 Hrs.)	Ohm's law and Kirchhoff's Law. Resistors; types of resistors, their construction & specific use, color-coding, power rating. Equivalent Resistance of series parallel circuits. Distribution of V & I in series parallel circuits. Principles of induction, inductive reactance. Types of inductors, construction, specifications, applications andenergy storage concept. Self and Mutual induction. Behaviour of inductor at low and high frequencies. Series and parallel combination, Q factor.

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

		55. Measurement of current and voltage in electrical circuits to verify Kirchhoff's Law. (05 Hrs.) 56. Verify laws of series and parallel circuits with voltage source in different combinations. (05 Hrs.) 57. Measure the resistance, Voltage, Current through series and parallel connected networks using multi meter. (05 Hrs.) 58. Identify different inductors and measure the values using LCR meter. (05 Hrs.) 59. Identify the different capacitors and measure capacitance of various capacitors using LCR meter. (05 Hrs.) 60. Identify and test the circuit breaker and other protecting devices. (05 Hrs.) 61.Dismantle and identify the different parts of a relay. (05 Hrs.) 62.Connect a timer relay in a circuit and test for its working. (05 Hrs.) 63.Connect a contactor in a circuit and test for its working. (05 Hrs.) 64.Construct and test RC time constant circuit. (05 Hrs.) 65.Construct a RC differentiator circuit and convert triangular wave into square wave. (05 Hrs.) 66. Construct and test series and parallel resonance circuit. (05 Hrs.)	Capacitance and Capacitive Reactance, Impedance. Types of capacitors, construction, specifications and applications. Dielectric constant. Significance of Series parallel connection of capacitors. Capacitor behaviour with AC and DC. Concept of Time constant of a RC circuit. Concept of Resonance and its application in series and parallel circuit. Properties of magnets and their materials, preparation of artificial magnets, significance of electromagnetism, types of cores. Relays, types, construction and specifications etc (25 Hrs.)
Professional Skill 60 Hrs; Professional Knowledge	Assemble simple ectronic power supply circuit and test for functioning. **NOS:ELE/N5804**	**Power Supply Circuits** 67.Identify different types of diodes, diode modules and their specifications. (04 Hrs.) 68.Test the given diode using multi meter and determine forward to reverse resistance ratio. (04 Hrs.) 69.Measure the voltage and current through a diode in a circuit and verify its forward characteristic. (05 Hrs.) 70.Identify different types of transformers and test. (04 Hrs.) 71.Identify the primary and secondary transformer windings and test the polarity. (04 Hrs.) 72.Construct and test a half wave, full wave and Bridge rectifier circuit. (05 Hrs.) 73.Measure ripple voltage, ripple frequency and ripple factor of rectifiers for different load and filter capacitors. (04 Hrs.) 74.Identify and test Zener diode. (04 Hrs.)	Semiconductor materials, components, number coding for different electronic components such as Diodes Semiconductor materials, components, number coding for different electronic components such as Diodes and Zeners etc.PN Junction, Forward and Reverse biasing of diodes.Interpretation of diode specifications.Forward current and Reverse voltage.Packing styles of diodes. Different diodes, Rectifier configurations, their efficiencies, Filter components and their role in reducing ripple. Working principles of Zener diode, varactor diode, their specifications and applications. Working principle of a Transformer, construction, Specifications and types of cores used. Step-up, Step down and isolation transformers with applications. Losses in Transformers.

© NIOS NOT TO BE REPUBLISHED

		75. Construct and test Zener based voltage regulator circuit. (04 Hrs.) 76. Calculate the percentage regulation of regulated power supply. (04 Hrs.)	Phase angle, phase relations, active and reactive power, power factor and its importance.(10 Hrs.)
		IC Regulators 77. Construct and test a +12V fixed voltage regulator. (05 Hrs.) 78. Identify the different types of fixed +ve and –veregulator ICs and the different current ratings (78/79 series). (04 Hrs.) 79. Observe the output 1. voltage of different IC 723 metal/ plastic type. (04 Hrs.) 80.Construct and test a 1.2V – 30V variable output regulated power supply using IC LM317T. (05 Hrs.)	Regulated Power supply using 78XX series, 79XX series. Op-amp regulator, 723 regulator, (Transistorized & IC based). Voltage regulation, error correction and amplification etc. (05 Hrs.)
Professional Skill 90 Hrs; Professional Knowledge 30 Hrs	Construct, test and verify the input/ output characteristics of various analog circuits. **NOS: N/A**	**Transistor** 81. Identify different transistors with respect to different package type, B-E-C pins, power, switching transistor, heat sinks etc. (06 Hrs.) 82.Test the condition of a given transistor using ohm-meter. (06 Hrs.) 83. Construct and test a transistor based switching circuit to control a relay (use Relays of different coil voltages and Transistors of different β) (06hrs)	Construction, working of a PNP and NPN Transistors, purpose of E, B & C Terminals. Significance of á, â and relationship of a Transistor. Need for Biasing of Transistor. VBE, VCB, VCE, IC, IB, Junction Temperature, junction capacitance, frequency of operation. Transistor applications as switch and amplifier. Transistor input and output characteristics. Transistor power ratings & packaging styles and use of different heat sinks. (09 Hrs.)
		Amplifier 84. Construct and test fixed-bias, emitter-bias and voltage devider-bias transistor amplifier. (06 Hrs.) 85. Construct and Test a common emitter amplifier with and without bypass capacitors. (06 Hrs.) 86. Construct and Test common collector/emitter follower amplifier. (06 Hrs.) 87. Construct and test a two stage RC Coupled amplifier. (06 Hrs.)	Different types of biasing, various configurations of transistor (C-B, C-E & C-C), their characteristics and applications. Transistor biasing circuits and stabilization Techniques. Classification of amplifiers according to frequency, mode of operation and methods of coupling. Voltage amplifiers - voltage gain, loading effect. Single stage CE amplifier and CC amplifier. Emitter follower circuit and its advantages. RC coupled amplifier, Distinguish between voltage and power amplifier, Alpha, beta, voltage gain, Concept of dB dBm. Feedback and its types. (09 Hrs.)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

		Oscillators 88.Demonstrate Colpitts oscillator, Hartley oscillator circuits and compare the output frequency of the oscillator by CRO. (06 Hrs.) 89.Construct and test a RC phase shift oscillator circuits. (06 Hrs.) 90.Construct and test a crystal oscillator circuits. (06 Hrs.) 91.Demonstrate Astable, monostable, bistable circuits using transistors. (06 Hrs.)	Introduction to positive feedback and requisites of an oscillator. Study of Colpitts, Hartley, Crystal and RC oscillators. Types of multi vibrators and study of circuit diagrams. (06 Hrs.)
		Wave shaping circuits 92. Construct and test shunt clipper. (06 Hrs.) 93. Construct and test series and dual clipper circuit using diodes. (06 Hrs.) 94. Construct and test clamper circuit using diodes. (06 Hrs.) 95. Construct and test Zener diode as a peak clipper. (06 Hrs.)	Diode shunt clipper circuits, Clamping / limiting circuits and Zener diode as peak clipper, uses their applications. (06 Hrs.)
Professional Skill 75 Hrs; Professional Knowledge	Plan and construct different power electronic circuits and analyse the circuit functioning. **NOS: N/A**	**Power Electronic Components** 96. Identify different power electronic components, their specification and terminals. (05 Hrs) 97.Construct and test a FET Amplifier. (10 Hrs) 98.Construct a test circuit of SCR using UJT triggering. (10 Hrs) 99.Construct a simple dimmer circuit using TRIAC. (10 Hrs) 100.Construct UJT based free running oscillator and change its frequency. (10 Hrs)	Construction of FET & JFET, difference with BJT. Purpose of Gate, Drain and source terminals and voltage / current relations between them and Impedances between various terminals. Heat Sink- Uses & purpose. Suitability of FET amplifiers in measuring device applications. Working of different power electronic components such as SCR, TRIAC, DIAC and UJT. (12 Hrs.)
		MOSFET & IGBT 101.Identify various Power MOSFET by its number and test by using multimeter. (05 Hrs) 102.Construct MOSFET test circuit with a small load. (05 Hrs) 103. Identify IGBTs by their numbers and test by using multimeter. (05 Hrs) 104.Construct IGBT test circuit with a small load. (05 Hrs)	MOSFET, Power MOSFET and IGBT, their types, characteristics, switching speed, power ratings and protection. Differentiate FET with MOSFET. Differentiate Transistor with IGBT. (08 Hrs.)
	Select the appropriate opto electronics components and verify the characteristics in different circuit. **NOS: N/A**	**Opto Electronics** 105.Test LEDs with DC supply and measure voltage drop and current using multimeter. (11 Hrs.) 106.Construct a circuit to test photo voltaic cell. (12 Hrs.) 107.Construct a circuit to switch a lamp load using photo diode. (12 Hrs.) 108.Construct a circuit to switch a lamp load using photo transistor. (12 Hrs.)	Working and application of LED, IR LEDs, Photo diode, photo transistor, their characteristics and applications. Optical sensor, opto-couplers, circuits with opto isolators. Characteristics of LASER diodes. (06 Hrs.)

NOT TO BE REPUBLISHED © SCVT

Professional Skill 75 Hrs; Professional Knowledge 20 Hrs	Assemble, test and troubleshoot various digital circuits. **NOS:ELE/N1201**	**Basic Gates** 109.Verify the truth tables of all Logic Gate ICs by connecting switches and LEDs. (05 Hrs.) 110.Construct and verify the truth table of all the gates using NAND and NOR gates. (05 Hrs.)	Introduction to Digital Electronics. Difference between analog and digital signals. Number systems (Decimal, binary, octal, Hexadecimal). BCD code, ASCII code and code conversions. Various Logic Gates and their truth tables. (05 Hrs.)
		111.Use digital IC tester to test the various digital ICs (TTL and CMOS). (05 Hrs.) **Combinational Circuits** 112.Construct Half Adder circuit using ICs and verify the truth table. (06 Hrs.) 113.Construct Full adder with two Half adder circuit using ICs and verify the truth table. (06 Hrs.) 114.Construct the adder cum subtractor circuit and verify the result. (06 Hrs.) 115.Construct and Test a 2 to 4 Decoder. (06 Hrs.) 116.Construct and Test a 4 to 2 Encoder. (06 Hrs.)	Combinational logic circuits such as Half Adder, Full adder, Parallel Binary adders, 2-bit and four bit full adders. Magnitude comparators. Half adder, full adder ICs and their applications for implementing arithmetic operations. Concept of encoder and decoder. Basic Binary Decoder and four bit binary decoders. Need for multiplexing of data. 1:4 line Multiplexer / De-multiplexer. (10 Hrs.)
		117.Construct and Test a 4 to 1 Multiplexer. (05 Hrs.) 118.Construct and Test a 1 to 4 De Multiplexer. (05 Hrs.) **Flip Flops** 119.Identify different Flip-Flop (ICs) by the number printed on them. (05 Hrs.) 120.Construct and test four bit latch using 7475. (05 Hrs.) 121.Construct and test R-S flip-flop using IC7400 with clock and without clock pulse. (05 Hrs.)	Introduction to Flip-Flop. S-R Latch, Gated S-R Latch, D-Latch. Flip-Flop: Basic RS Flip Flop, edge triggered D Flip Flop, JK Flip Flop, T Flip Flop. Master-Slave flip flops and Timing diagrams. Basic flip flop applications like data storage, data transfer and frequency division. (05 Hrs.)
Professional Skill 48 Hrs; Professional Knowledge 04 Hrs	Simulate and analyze the analog and digital circuits using Electronic simulator software. **NOS:ELE/N6102**	122.Verify the truth tables of Flip-Flop ICs (RS, D, T, JK, MSJK) by connecting switches and LEDs. (05 Hrs.) **Electronic circuit simulator** 123.Prepare simple digital and electronic circuits using the software. (12 Hrs.) 124.Simulate and test the prepared digital and analog circuits. (12 Hrs.) 125.Convert the prepared circuit into a layout diagram. (12 Hrs.) 126.Prepare simple, power electronic and domestic electronic circuit using simulation software. (12 Hrs.)	Study the library components available in the circuit simulation software. Various resources of the software. (04 Hrs.)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Professional Skill 75 Hrs; Professional Knowledge 20 Hrs	Construct and test different circuits using ICs 741operational amplifiers & ICs 555 linear integrated circuits and execute the result. **NOS: N/A**	**Op - Amp & Timer 555 Applications** 127.Use analog IC tester to test the various analog ICs. (07 Hrs.) 128.Construct and test various Op-Amp circuits Inverting, Non-inverting and Summing Amplifiers. (07 Hrs.) 129.Construct and test Differentiator and Integrator. (07 Hrs.) 130.Construct and test a zero crossing detector. (07 Hrs.) 131.Construct and test Instrumentation amplifier. (07 Hrs.) 132.Construct and test a Binary weighted and R-2R Ladder type Digital-to-Analog Converters. (08 Hrs.) 133.Construct and test Astable timer circuit using IC 555. (08 Hrs.) 134.Construct and test mono stable timer circuit using IC 555. (08 Hrs.) 135.Construct and test VCO (V to F Converter) using IC 555. (08 Hrs.) 136.Construct and test 555 timers as pulse width modulator. (08 Hrs.)	Block diagram and Working of Op-Amp, importance, Ideal characteristics, advantages and applications. Schematic diagram of 741, symbol. Non-inverting voltage amplifier, inverting voltage amplifier, summing amplifier, Comparator, zero cross detector, differentiator, integrator and instrumentation amplifier, other popular Op-Amps. Block diagram of 555, functional description w.r.t. different configurations of 555 such as monostable, astable and VCO operations for various application. (20 Hrs.)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान का परिचय (Familiarization of the Industrial Training Institute)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:

- **संस्थान के कर्मचारियों की संरचना की पहचान करें**
- **संस्थान में उपलब्ध ट्रेडों और उनके कार्यों की सूची बनाएं**
- **भारत में ITI प्रशिक्षण प्रणाली का वर्णन करें।**

औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITI) देश के आर्थिक विकास में विशेष रूप से सक्षम गुणवत्ता वाले कारीगरों को प्रशिक्षित करके कुशल जनशक्ति आवश्यकताओं को प्रदान करने के मामले में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT)कौशल विकास और उद्यमिता मंत्रालय (MSDE)के अंतर्गत आता है जो राष्ट्रीय व्यावसायिक प्रशिक्षण परिषद (NCVT) नई दिल्ली से संबद्ध इंजीनियरिंग और गैर इंजीनियरिंग ट्रेडों के तहत व्यावसायिक प्रशिक्षण की एक श्रृंखला प्रदान करता है।

NCVT भारत सरकार का निकाय है जो नीतियों को तैयार करने शिल्पकार प्रशिक्षण प्रणाली (CTS) के लिए पाठ¬क्रम को मंजूरी देने अखिल भारतीय व्यावसायिक परीक्षण करने और सफल उम्मीदवारों को राष्ट्रीय व्यावसाय प्रमाण पत्र (NTC) जारी करने के लिए जिम्मेदार है।

भारत सरकार श्रम मंत्रालय की 2016-2017 की वार्षिक रिपोर्ट के आधारा पर भारत में लगभग 2293 सरकारी ITI और 10872 निजी ITI हैं। प्रत्येक राज्य में सरकारी ITI राज्य सरकार के अधीन निदेशालय रोजगार और प्रशिक्षण विभाग (DET) के तहत संचालित की जाती हैं ।

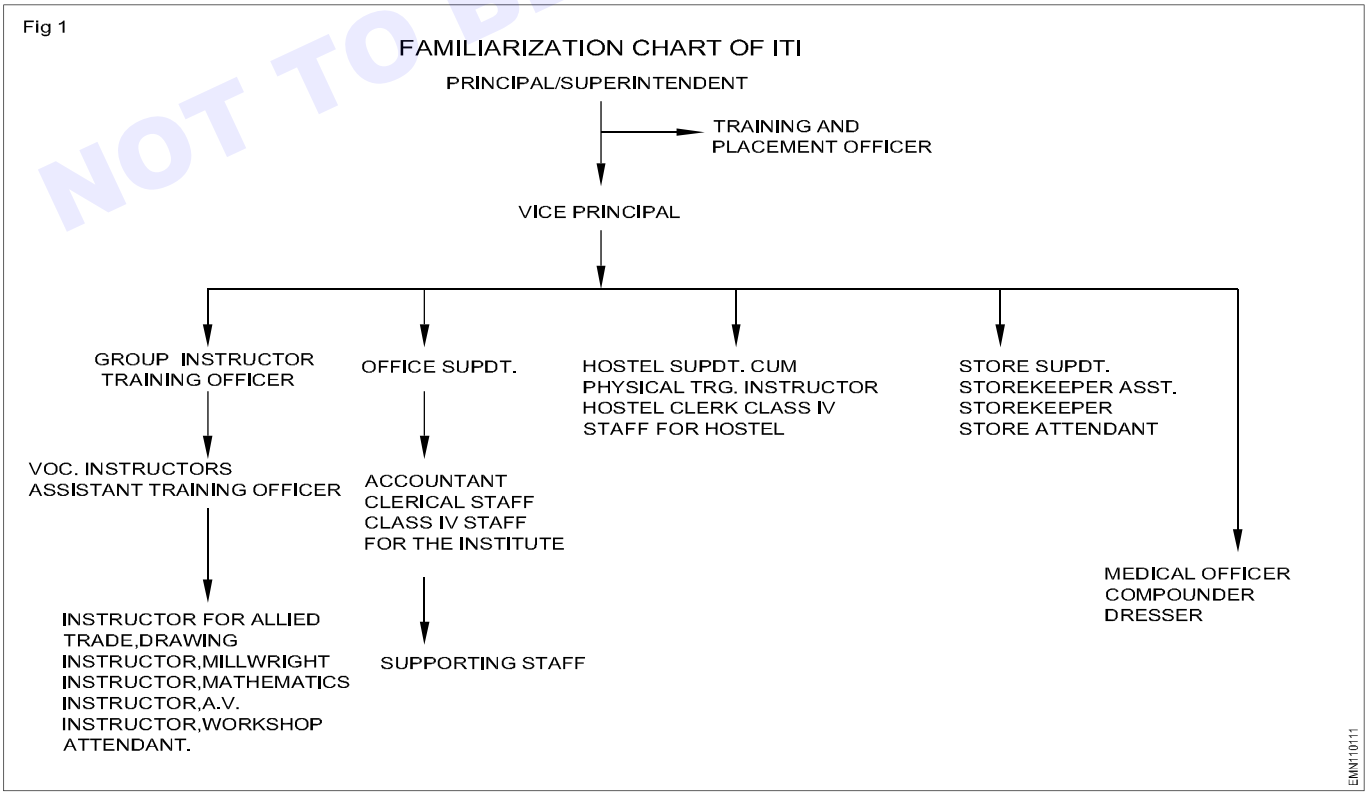
ITI का प्रधान प्रधानाचार्य होता है जिसके अधीन एक उप-प्रधानाचार्य समूह प्रशिक्षक/प्रशिक्षण अधिकारी/A.T.O. तथा अनेक व्यवसाय (ट्रेड) अनुदेशक होते हैं जैसा कि I.T.I. के संगठन चार्ट में दर्शाया गया है।

औद्योगिक आवश्यकताओं की मांग के अनुसार व्यावसायिक प्रशिक्षण के लिए 133 ट्रेडों और अपरेंटिस प्रशिक्षण के लिए 261 ट्रेडों का चयन किया गया है और प्रशिक्षण की अवधि 1 वर्ष से 2 वर्ष तक है।

वर्तमान में इलेक्ट्रॉनिक मैकेनिक ट्रेड को राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क (NSQF) स्तर - 4 योग्यता के तहत शामिल किया गया है। प्रशिक्षुओं को सलाह दी जाती है कि वे अपने ITI में उपलब्ध अन्य ट्रेडों की एक सूची बनाएं प्रशिक्षण का प्रकार और ग्रामीण और शहरी क्षेत्रों में स्वरोजगार या नौकरी के अवसर प्राप्त करने में इन ट्रेडों का दायरा और ITI की लोकेशन नजदीकी अस्पताल फायर स्टेशन और पुलिस स्टेशन आदि के स्थान की भी पहचान करें।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 1



उद्योग/कार्यशाला में की जाने वाली सुरक्षा और सावधानियों का महत्व (Importance of safety and precautions to be taken in the industry/shop floor)

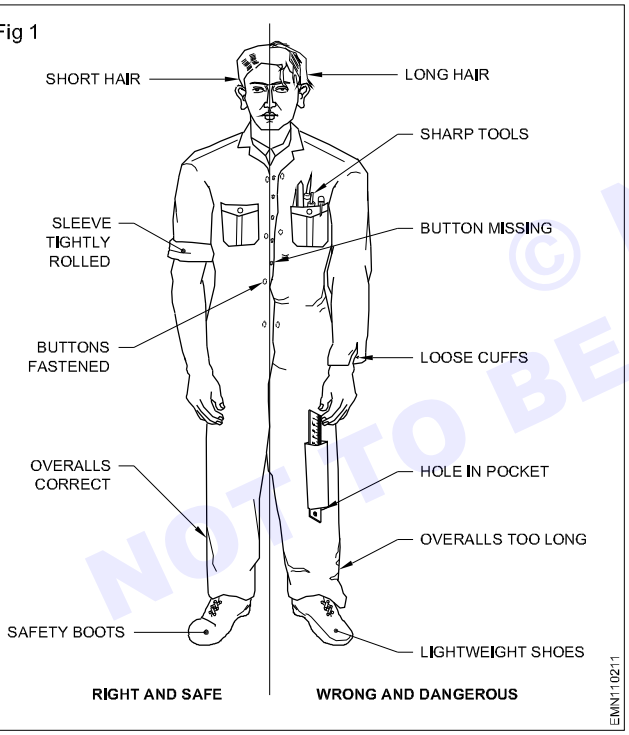
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **सुरक्षा का महत्व बताएं**
- **पालन की जाने वाली व्यक्तिगत सुरक्षा सावधानियों के बारे में बताएं**
- **मशीनों पर कार्य करते समय बरती जाने वाली सुरक्षा सावधानियों की सूची बनाएं।**

सुरक्षा का महत्व (Importance of safety):

समान्यतः दुर्घटनाएं घटित नहीं होती; बल्कि कई कारणों से होती हैं। अधिकांश दुर्घटनाएं टाली जा सकती हैं। विभिन्न सुरक्षा सावधानियों का ज्ञान रखने वाला एक अच्छा शिल्पकार अपने और अपने साथी श्रमिकों को दुर्घटनाओं से बचा सकता है और उपकरण को किसी भी क्षति से बचा सकता है। इसे प्राप्त करने के लिए यह आवश्यक है कि प्रत्येक व्यक्ति सुरक्षा प्रक्रिया का पालन करे। (fig 1)

Fig 1



एक कार्यशाला में सुरक्षा को आम तौर पर 3 वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

- सामान्य सुरक्षा
- व्यक्तिगत सुरक्षा
- मशीन सुरक्षा

सामान्य सुरक्षा (General safety):

फर्श और गैंगवे को साफ और स्पष्ट रखें।
वर्कशॉप में सावधानी से चलें दौड़ें नहीं।
जो मशीन चल रही है उसे मत छोड़ो।
जब तक किसी भी उपकरण/मशीन को ऑपरेट करने के लिए अधिकृत न हो न छुएं और न ही ऑपरेट करें।
लटकते हुए भार के नीचे न चलें।
कार्य के दौरान शरारत न करें।
जॉब के लिए सही उपकरण का प्रयोग करें।
औजारों को उनके उचित स्थान पर रखें।
गिरे हुए तेल को तुरंत साफ करें।
घिसे पिटे या खराब हो चुके औजारों को तुरंत बदलें।
कभी भी संपीड़ित हवा को अपने आप पर या अपने सहकर्मियों पर निर्देशित न करें।

कार्यशाला में पर्याप्त रोशनी सुनिश्चित करें।
मशीन को तभी साफ करें जब वह गति में न हो।
धातु की कटिंग को साफ करें।
मशीन शुरू करने से पहले उसके बारे में सब कुछ जान लें।

व्यक्तिगत सुरक्षा (Personal safety):

ओवरऑल वन पीस या बॉयलर सूट पहनें।
सभी बटन्स को बंद रखें।
टाई और स्कार्फ का प्रयोग न करें।
आस्तीन को कोहनी के ऊपर कसकर रोल करें।
सुरक्षा जूते पहनें।
बालों को छोटा रखें।
अंगूठी घड़ी या जंजीर न पहनें।
मशीन पर कभी झुकें नहीं।
शीतलक द्रव में हाथ साफ न करें।
जब मशीन चल रही हो तो गार्ड को न हटाएं।
फटे या किनारे से टूटे हुए औजारों का उपयोग न करें।
मशीन को तब तक चालू न करें जब तक कि
- वर्कपीस सुरक्षित रूप से फ्रेम में लगाया हुआ ना हो।
- फ़ीड मशीनरी न्यूट्रल में है।
- कार्य क्षेत्र साफ़-सुथरा ना हो।

जब मशीन चल रही हो तो क्लैंप या होल्डिग डिवाइस को एडजस्ट न करें।
बिजली के उपकरणों को कभी भी गीले हाथों से न छुएं।
किसी भी दोषपूर्ण विद्त उपकरण का उपयोग न करें।
सुनिश्चित करें कि विद्त कनेक्शन केवल अधिकृत इलेक्ट्रीशियन द्वारा किए गए हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अपने कार्यपर ध्यान दो।
शांत मुद्रा मे रहें।
चीजों को व्यवस्थित तरीके से रखें।
कार्यकरते समय दूसरों के साथ बातचीत में खुद को शामिल न करे।
दूसरों का ध्यान भंग न करें।
चलती मशीन को हाथों से रोकने की कोशिश न करें।

मशीन सुरक्षा (Machine safety):

कुछ गलत होने पर तुरंत मशीन को बंद कर दें।
मशीन को साफ रखें।
जितनी जल्दी हो सके किसी भी खराब या क्षतिग्रस्त सामान होल्डिंग डिवाइस नट बोल्ट आदि को बदलें।
मशीन को तब तक संचालित करने का प्रयास न करें जब तक आप इसे ठीक से संचालित करना नहीं जानते।
उपकरण या वर्कपीस को तब तक समायोजित न करें जब तक कि पॉवर बंद न हो।
गति बदलने से पहले मशीन को रोक दें।
स्विच ऑफ करने से पहले स्वचालित फ़ीड को बंद कर दें।
मशीन शुरू करने से पहले तेल के स्तर की जाँच करें।
मशीन को कभी भी चालू न करें जब तक कि सभी सुरक्षा गार्ड स्थिति में न हों।
मशीन को रोकने के बाद ही माप लें।
भारी कार्योंको लोड और अनलोड करते समय तल के ऊपर लकड़ी के तख्तों का प्रयोग करें।
सुरक्षा एक अवधारणा है इसे समझें।
सुरक्षा एक आदत है इसे विकसित करें।

सुरक्षा साइन बोर्ड (Safety Sign Boards):

रोडवेज रेलवे अस्पताल कार्यालय संस्थान औद्योगिक इकाइयों आदि जैसे लगभग सभी स्थानों पर साइनबोर्ड एक आम दृश्य है।
साइनबोर्ड दृश्य संकेतक हैं। साइनबोर्ड पर संकेत सिर्फ एक प्रतीक एक छोटा पाठ एक आकृति या इनमें से एक संयोजन हो सकता है।
साइनबोर्ड में एक ही स्पष्ट संदेश होता है। ये संदेश सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए हैं।
साइनबोर्ड को चार बुनियादी श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

a निषेध संकेत (Prohibition signs):

किसी ऐसे व्यवहार का संकेत देना जो उस स्थिति या वातावरण में निषिद्ध (अनुमति नहीं) है। उदाहरण के लिए चार्ट 1 देखें।

b अनिवार्य संकेत (Mandatory signs):

एक ऐसे व्यवहार का संकेत देना जो जरूरी है जिसे न मानने पर दुर्घटनाएं हो सकती हैं। उदाहरण के लिए चार्ट 1 देखें।

c चेतावनी संकेत (Warning signs):

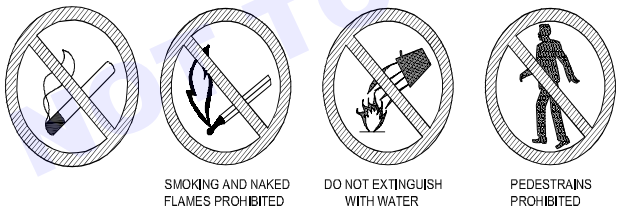
एक ऐसी चेतावनी की ओर संकेत करता है जिससे उपयुक्त सावधानी बरती जाती है। उदाहरण के लिए चार्ट 1 देखें।

d सूचना संकेत (Information signs):

ऐसी जानकारी देना जो बहुत उपयोगी हो और समय की बर्बादी को कम करती हो। उदाहरण के लिए चार्ट 1 देखें

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

a) निषेध संकेत



आकार	वृत्ताकार
रंग	श्वेत पृष्ठभूमि पर लाल बॉर्डर और काला क्रासवार' का चिन्ह
अर्थ	नही करना है उसे द'र्शाता है।"
उदाहरण	धूम्रपान और नग्न लपटें नहीं

b) अनिवार्य संकेत



आकार	वृत्ताकार
रंग	नीले रंग की पृष्ठभूमि पर सफेद प्रतीक।
अर्थ	जो अनिवार्य रूप से करना है उसे द'र्शाता है।"
उदाहरण	हैंड प्रोटेक्शन पहनें

a) चेतावनी के संकेत



RISK OF FIRE



RISK OF ELECTRIC SHOCK



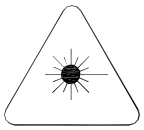
TOXIC HAZARD



CORROSIVE SUBSTANCES



RISK OF IONIZING RADIATION



LASER BEAM



RISK OF EXPLOSION



OVERHEAD (FIXED) HAZARD



GENERAL WARNING RISK OF DANGER



OVERHEAD LOAD



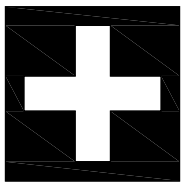
FRAGILE ROOF



FORK LIFT TRUCK

आकार	त्रिभुजाकार
रंग	पीली पृष्ठभूमि पर काला बॉर्डर और चिन्ह
अर्थ	खतरे या खतरे की चेतावनी देता है
उदाहरण	सावधानी, बिजली के झटके का खतरा।

b) सूचना संकेत



FIRST AID POINT

आकार	चौकोर या तिरछा
रंग	हरी पृष्ठभूमि पर श्वेत चिन्ह
अर्थ	सुरक्षा /प्राथमिक चिकित्सा सहायता प्रदर्शित करता है।
उदाहरण	सावधान विद्त झटके का खतरा।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE) (Personal Protective Equipment) (PPE)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण और उसके उद्देश्य बताएं**
- **सामान्य प्रकार के व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरणों की सूची बनाएं**
- **व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण के चयन के लिए शर्तों की सूची बनाएं।**

व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE) (Personal protective equipment (PPE)

यंत्रों उपकरणों या कपड़ों का उपयोग या पहनना कर्मचारियों को कार्यस्थल में खतरों से बचाने के लिए अंतिम उपाय के रूप में किया जाता है। किसी भी सुरक्षा प्रयास में प्राथमिक दृष्टिकोण यह है कि व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE) के उपयोग के माध्यम से कामगारों के लिए खतरे को समाप्त या नियंत्रित करने की अपेक्षा इंजीनियरिंग विधियों से किया जाना चाहिए। इंजीनियरिंग विधियों में डिजाइन परिवर्तन प्रतिस्थापन वेंटिलेशन मैकेनिकल हैंडलिंग ऑटोमेशन आदि शामिल हो सकते हैं। ऐसी स्थितियों में जहां खतरों को नियंत्रित करने के लिए किसी भी प्रभावी इंजीनियरिंग विधियों को लागू करना संभव नहीं है वहां काम करने वाला उपयुक्त प्रकार के PPE का उपयोग करेगा।

जैसे-जैसे बदलते समय ने कार्यस्थल को आधुनिक बनाया हैसरकार और समर्थन समूहों ने सभी प्रकार के कार्य वातावरणों में अधिक सुरक्षा मानक लाए हैं। कारखाना अधिनियम 1948 और कई अन्य श्रम कानून 1996 में उपयुक्त प्रकार के PPE के प्रभावी उपयोग के प्रावधान हैं। PPE का प्रयोग बहुत जरूरी है।

कार्यस्थल की सुरक्षा सुनिश्चित करने और सुरक्षात्मक उपकरण (PPE) का प्रभावी ढंग से व्यक्तिगत उपयोग करने के तरीके (Ways to ensure workplace safety and use personal protective equipment (PPE) effectively):

श्रमिकों को कार्यस्थल सुरक्षा की देखरेख करने वाली नियामक एजेंसियों से जो उनकी कार्यशाला क्षेत्र की विशिष्ट सुरक्षा जानकारी रखती हैं से अप-टू-डेट (अद्यतन) रहना चाहिए।

PPE का सर्वोत्तम उपयोग कैसे करें इस पर कार्यक्षेत्र में लागू सुरक्षा जानकारी जो हो सकते हैं के लिए सभी उपलब्ध टेक्स्ट संसाधनों का उपयोग करना

जब सर्वाधिक सामान्य प्रकार के व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरणों जैसे कि काले चश्मे दस्ताने या बॉडीसूट की बात आती है यदि उन्हें हर समय नहीं पहना जाता है अथवा जब भी किसी कार्य प्रक्रिया में कोई विशिष्ट खतरा होता है तो ये आइटम बहुत कम प्रभावी होते हैं PPE का लगातार उपयोग करने से कुछ सामान्य प्रकार की औद्योगिक दुर्घटनाओं से बचने में मदद मिलेगी।

श्रमिक को कार्यस्थल के खतरों से बचाने के लिए व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण हमेशा पर्याप्त नहीं होते हैं। अपनी कार्य गतिविधि के समग्र संदर्भ के बारे में अधिक जानकारी से जॉब पर स्वास्थ्य और सुरक्षा को खतरा उत्पन्न करने वाली किसी भी समस्या से पूरी तरह से रक्षा करने में मदद मिल सकती है

गुणवत्ता के मानकों को सुनिश्चित करने के लिए तथा उपयोगकर्ता को पर्याप्त रूप से सुरक्षित रखने के लिए उपकरण का अच्छी तरह से निरीक्षण लगातार किया जाना चाहिए।

PPE का वर्गीकरण (Categories of PPEs):

खतरे की प्रकृति के आधारा पर PPE को मोटे तौर पर निम्नलिखित दो श्रेणियों में बांटा गया है:

1 **गैर-श्वसन (Non-respiratory)**: जिनका उपयोग शरीर के बाहर से चोट से बचाव के लिए किया जाता है यानी सिर, आंख, चेहरे, हाथ, हाथ, पैर, पैर और शरीर के अन्य अंगों की सुरक्षा के लिए

2 **श्वसन (Respiratory):** जिनका उपयोग दूषित हवा के अंदर लेने से होने वाले नुकसान से सुरक्षा के लिए किया जाता है।

उन्हें विभिन्न प्रकार के PPE के लिए लागू BIS (भारतीय मानक ब्यूरो) मानकों को पूरा करना है।

'व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण' पर दिशानिर्देश संयंत्र प्रबंधन को खतरों से व्यक्तियों की सुरक्षा के संबंध में एक प्रभावी कार्यक्रम बनाए रखने में सुविधा प्रदान करने के लिए जारी किए जाते हैं जिन्हें टेबल 1 में सूचीबद्ध इंजीनियरिंग विधियों द्वारा समाप्त या नियंत्रित नहीं किया जा सकता है।

टेबल'-1

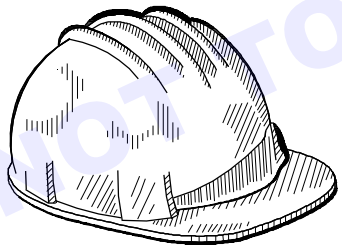
क्रमांक	विवरण
PPE1	हेलमेट
PPE2	सुरक्षा जूते
PPE3	श्वसन सुरक्षा उपकरण
PPE4	भुजाओं और हाथों की सुरक्षा
PPE5	आंखों और चेहरे की सुरक्षा
PPE6	सुरक्षात्मक कपड़े और सभी को कवर करें
PPE7	कान की सुरक्षा
PPE8	सुरक्षा बेल्ट और हार्नेस

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सुरक्षा का प्रकार	खतरा	उपयुक्त PPE
सिर की सुरक्षा (Fig 1)	1 गिरने वाली वस्तुएं 2 वस्तुओं पर प्रहार करना 3 छींटे पड़ना	हेलमेट
पैर की सुरक्षा (Fig 2)	1 गर्म छींटे 2 गिरने वाली वस्तुएं 3 शुष्क क्षेत्र में कार्य करना	लेदर लेग गाड्र्स सेफ्टी शूज़ गम बूट्स
नाक की सुरक्षा (Fig 3)	1 धूल के कण 2 धुएं/गैस/वाष्प	नोज मास्क
हाथ की सुरक्षा (Fig 4)	1 स्थे संपर्क के कारण हीट बर्न 2 मध्यम गर्मी की चिंगारी 3 विद्त का झटका	हाथ के दस्ताने
नेत्र सुरक्षा (Fig 5, Fig6)	1 उड़ते धूल के कण 2 पराबैगनी किरणें अवरक्त किरणें गर्मी और उच्च मात्रा में दृश्य विकिरण	गूगल्स फेस शील्ड हैंड शील्ड हेड शील्ड
चेहरा की सुरक्षा (Fig 6, Fig 7) कान की सुरक्षा (	1 वेल्डिंग ग्राइंडिंग के दौरान उत्पन्न चिंगारी 2 वेल्डिंग स्पैटर स्ट्राइकिंग 3 यूवी किरणों से चेहरे की सुरक्षा फेस शील्ड	ईयर मफ के साथ या बिना हेड शील्ड वेल्डर के लिए वेल्डर स्क्रीन के साथ हेलमेट
कान की सुरक्षा (Fig 7)	उच्च शोर स्तर	ईयर प्लग ईयर मफ
शरीर की सुरक्षा (Fig 8 Fig 9)	गर्म कण	लेदर एप्रन

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

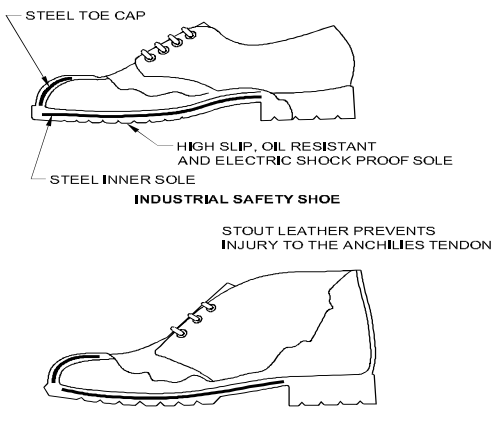
Fig 1



HELMET

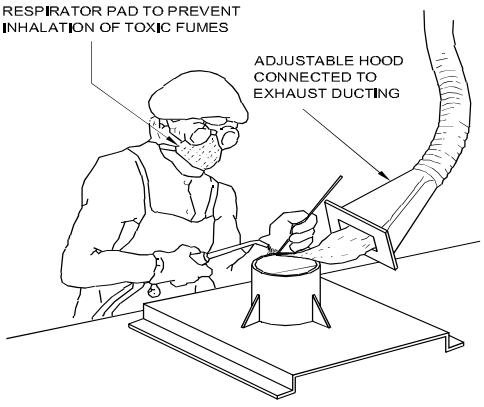
EMN110311

Fig 2



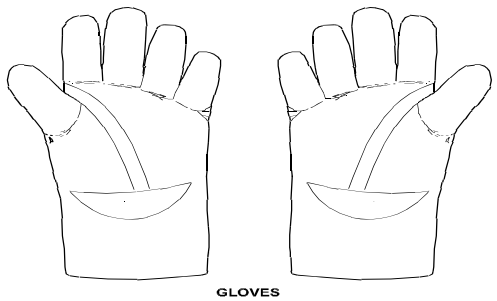
EMN110312

Fig 3



EMN110313

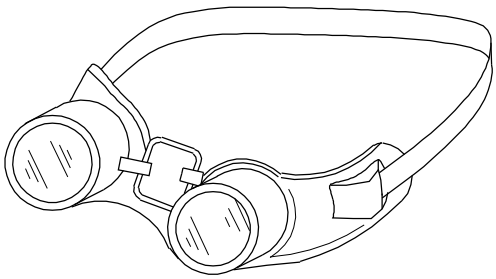
Fig 4



GLOVES

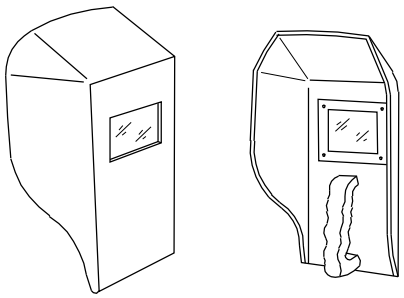
EMN110314

Fig 5



EMN110315

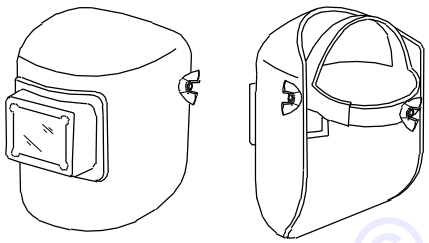
Fig 6



HAND SCREEN

EMN110316

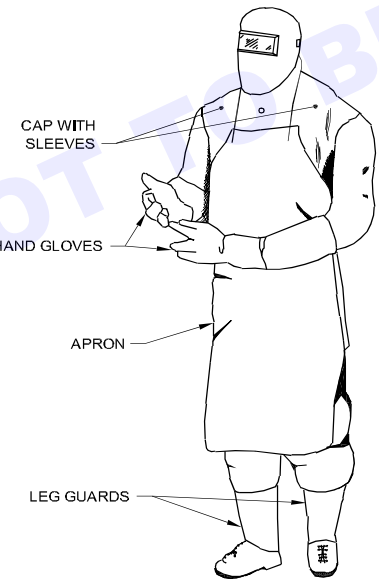
Fig 7



WELDING HELMET

EMN110317

Fig 9



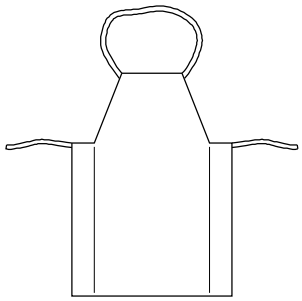
LEG GUARDS

EMN110319

PPE के गुण (Quality of PPE's):

PPE को इसकी गुणवत्ता के संबंध में निम्नलिखित मानदंडों को पूरा करना चाहिए-संभावित खतरों के विपरीत पूर्णतया सुरक्षा प्रदान करना और PPE को इस तरह से डिज़ाइन और निर्मित किया जाना चाहिए कि यह उन खतरों का सामना कर सके जिनके विपरीत इसका उपयोग करने का इरादा हो

Fig 8



APRON

EMN110318

PPE के चयन के लिए कुछ शर्तों की आवश्यकता (Selection of PPE's requires certain conditions):

- खतरे की प्रकृति और गंभीरता
- संदूषक का प्रकार उसकी सघनता और सांस लेने योग्य हवा के रुोत के संबंध में दूषित क्षेत्र का स्थान
- PPE का उपयोग करते समय श्रमिक की अपेक्षित गतिविधि और काम की अवधि श्रमिक का आराम
- PPE की परिचालन विशेषताएँ और सीमाएँ
- रखरखाव और सफाई में आसानी।
- भारतीय/अंतर्राष्ट्रीय मानकों के अनुरूप औरपरीक्षण प्रमाण पत्र की उपलब्धता।

PPE का उचित उपयोग (Proper use of PPEs):

उचित प्रकार के PPE का चयन करने के बाद यह आवश्यक है कि श्रमिक इसे पहने। अक्सर श्रमिक PPE के इस्तेमाल से बचते हैं। निम्नलिखित कारक इस समस्या के समाधान को प्रभावित करते हैं।

- PPE का उपयोग करने की आवश्यकता श्रमिक किस हद तक समझता है
- सामान्य कार्य प्रक्रियाओं में कम से कम हस्तक्षेप के साथ PPE को आसानी और आराम से पहना जा सकता है
- उपलब्ध आर्थिक सामाजिक और अनुशासनात्मक प्रतिबंध जिनका उपयोग श्रमिक के रवैये को प्रभावित करने के लिए किया जा सकता है
- इस समस्या का सबसे अच्छा समाधान यह है कि प्रत्येक कर्मचारी के लिए 'PPE पहनना' अनिवार्य कर दिया जाए।
- अन्य जगहों पर शिक्षा और पर्यवेक्षण को तेज करने की जरूरत है। जब श्रमिक के समूह को पहली बार PPE जारी किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्राथमिक चिकित्सा (First Aid)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **प्राथमिक उपचार बताएं**
- **प्राथमिक चिकित्सा के ABC की व्याख्या करें**
- **पीड़ित के लिए प्राथमिक चिकित्सा उपचार की व्याख्या करें**
- **हाउस कीपिंग का महत्व बताएं**
- **पर्यावरण, स्वास्थ्य और सुरक्षा की व्याख्या करें**
- **सुरक्षा और संरक्षा चिह्नों के महत्व को बताएं।**

प्राथमिक उपचार (First aid): प्राथमिक उपचार को प्राथमिक रूप से अथवा गंभीर रूप से घायल या बीमार व्यक्ति को दी जाने वाली तत्काल देखभाल और सहायता के रूप में परिभाषित किया जाता है मुख्य रूप से जीवन को बचाने के लिए आगे की गिरावट या चोट को रोकने के लिए पीड़ित को सुरक्षित स्थान पर स्थानांतरित करने की योजना सर्वोत्तम संभव आराम प्रदान करने और अंत में उन्हें सभी उपलब्ध साधनों के माध्यम से चिकित्सा केंद्र/अस्पताल पहुंचने में मदद करने के लिए यह पहुंच के भीतर उपलब्ध सभी संसाधनों का उपयोग करते हुए एक तत्काल जीवन रक्षक प्रक्रिया है।

स्कूलों कॉलेजों में कम उम्र में संस्थागत शिक्षण के माध्यम से ज्ञान और कौशल प्रदान करना उद्योग स्तर पर प्रवेश बिंदु को अब बहुत महत्व दिया जाता है। कम उम्र में इस तरह की आदतों को अपनाने से लोगों में स्वास्थ्य संबंधी अच्छी आदतें बनाने में सहायता मिलती है। प्राथमिक चिकित्सा प्रक्रिया में अक्सर सरल और बुनियादी जीवन रक्षक तकनीकें शामिल होती हैं जो एक व्यक्ति उचित प्रशिक्षण और ज्ञान के साथ करता है।

प्राथमिक चिकित्सा के प्रमुख उद्देश्यों को तीन प्रमुख बिंदुओं में संक्षेपित किया जा सकता है:

जीवन बचाना (Preserve life): यदि रोगी सांस ले रहा है तो प्राथमिक उपचारकर्ता सामान्य रूप से उन्हें स्वास्थ्य लाभ की स्थिति में रख देगा रोगी अपनी तरफ झुक जाएगा जिसका ग्रसनी से जीभ को साफ करने का भी प्रभाव पड़ता है। यह अचेतन रोगियों की मृत्यु के एक सामान्य कारण से भी बचता है जो कि पेट में जमा पदार्थका दम घोंट रहा है। ग्रसनी या स्वर यंत्र में एक बाहरी वस्तु के फंसने से वायुमार्ग भी अवरुद्ध हो सकता है जिसे आमतौर पर घुट कहा जाता है।

आगे के नुकसान को रोकना (Prevent further harm) : इसे कभी-कभी स्थिति को बिगड़ने से रोकना या आगे चोट लगने का खतरा भी कहा जाता है इसमें बाहरी कारक शामिल होते हैं जैसे कि रोगी को नुकसान के किसी भी कारण से दूर ले जाना और स्थिति को बिगड़ने से रोकने के लिए प्राथमिक चिकित्सा तकनीकों को लागू करना जैसे रक्तस्राव को खतरनाक बनने से रोकने के लिए दबाव डालना।

स्वास्थ्य लाभ को बढ़ावा देना (Promote recovery): प्राथमिक चिकित्सा में बीमारी या चोट से ठीक होने की प्रक्रिया शुरू करने की कोशिश करना भी शामिल है और कुछ मामलों में उपचार पूरा करना शामिल हो सकता है जैसे कि एक छोटे से घाव पर प्लास्टर लगाना।

प्रशिक्षण (Training): बुनियादी सिद्धांत जैसे चिपकने वाली पट्टी का उपयोग करना या ब्लीड (रक्त निकलना) पर सीधा दबाव डालना अक्सर जीवन के अनुभवों के माध्यम से निष्क्रिय रूप से प्राप्त किया जाता है। हालांकि प्रभावी जीवन रक्षक प्राथमिक चिकित्सा प्रदान करने के लिए निर्देश और व्यावहारिक प्रशिक्षण की आवश्यकता होती है। यह विशेष रूप से सत्य है जहां यह संभावित घातक बीमारियों और चोटों से सम्बंधित जहाँ ह्रदय फुप्फुसीय चिकित्सा (कार्डियोपल्मोनरी रिससिटेशन CPR) की आवश्यकता होती है; ये प्रक्रियाएं आक्रामक हो सकती हैं और रोगी और प्रदाता (CPR) को और अधिक चोट पहुंचाने का जोखिम उठाती हैं। किसी भी प्रशिक्षण के साथ यह अधिक उपयोगी होता है यदि यह वास्तविक आपात स्थिति से पहले होता है और कई देशों में जब एम्बुलेंस रास्ते में है आपातकालीन एम्बुलेंस डिस्पैचर फोन पर बुनियादी प्राथमिक चिकित्सा निर्देश दे सकते हैं। प्रशिक्षण आम तौर पर एक पाठ¬क्रम में भाग लेने के दौरान प्रदान किया जाता है जो आमतौर पर प्रमाणन के लिए अग्रणी होता है। आधुनिकतम रोग-विषयकज्ञान के आधारा पर प्रक्रियाओं और प्रोटोकॉल में नियमित परिवर्तन के कारण और कौशल बनाए रखने के लिए नियमित पुनश्चर्या (रिफ्रेशर) पाठक्रमों में उपस्थिति या पुन: प्रमाणन अक्सर आवश्यक होता है। प्राथमिक चिकित्सा प्रशिक्षण अक्सर सामुदायिक संगठन जैसे रेड क्रॉस और सेंट जॉन एम्बुलेंस के माध्यम से उपलब्ध होता है।

प्राथमिक चिकित्सा की ABC (ABC of first aid):

ABC का मतलब एयरवे ब्रीदिंग और सर्कुलेशन है।

- **वायुमार्ग (Airway):** यह सुनिश्चित करने के लिए कि वायुमार्ग अवरुद्ध नही है सबसे पहले पर ध्यान दिया जाना चाहिए। रुकावट (घुटन) जीवन के लिए एक खतरा/आपातकाल स्थिति है।
- **साँस लेना (Breathing):** अगर साँस रुक जाती है तो पीड़ित की जल्द ही मृत्यु हो सकती है। इसलिए सांस लेने के लिए सहायता प्रदान करना एक महत्वपूर्ण अगला चरण है। प्राथमिक चिकित्सा में कई विधियों का अभ्यास किया जाता है।

NOT TO BE REPUBLISHED

- **परिसंचरण (Circulation):** व्यक्ति को जीवित रखने के लिए रक्त परिसंचरण महत्वपूर्ण है। प्राथमिक उपचारकर्ताओं को अब CPR विधियों के माध्यम से सीधे छाती के संकुचन किये जाने के लिए प्रशिक्षित किया जाता है।

प्राथमिक चिकित्सा प्रदान करते समय किसी को कुछ नियमों का पालन करने की आवश्यकता होती है। बीमार और घायलों के लिए प्राथमिक उपचार के दृष्टिकोण और प्रशासन में छात्रों को पढ़ाने और प्रशिक्षण देने में कुछ बुनियादी मानदंड हैं।

घबराएं नहीं (Not to get panic):

घबड़ाहट एक ऐसी भावना है जो स्थिति को और भी बुरा कर सकती है। लोग अक्सर गलती करते हैं क्योंकि उन्हें घबराहट होती है। घबराहट के समय सोचने से गलतियाँ हो सकती हैं। प्राथमिक उपचार के लिए शांत और सामूहिक दृष्टिकोण की आवश्यकता होती है। यदि प्राथमिक उपचारकर्ता स्वयं भय और दहशत की स्थिति में है तो गंभीर गलतियाँ हो सकती हैं।

पीड़ितों की मदद करना कहीं अधिक आसान है जब वे जानते हैं कि वे क्या कर रहे हैं भले ही वे किसी स्थिति का सामना करने के लिए तैयार न हों। भावनात्मक दृष्टिकोण और प्रतिक्रिया हमेशा गलत काम करने की ओर ले जाती है और गलत प्रक्रिया करने के लिए प्रेरित कर सकती है। इसलिए शांत रहें और दिए गए संस्थापन पर ध्यान दें। त्वरित और आत्मविश्वासी दृष्टिकोण चोट के प्रभाव को कम कर सकता है।

चिकित्सा आपात स्थिति में कॉल करना (Call medical emergencies):

यदि स्थिति की मांग है तो जल्दी से चिकित्सा सहायता के लिए कॉल करें। शीघ्र दृष्टिकोण जीवन को बचा सकता है।

परिवेश महत्वपूर्ण भूमिका निभाना (Surroundings play vital role):

अलग-अलग परिवेश के लिए अलग-अलग दृष्टिकोण की आवश्यकता होती है। इसलिए प्राथमिक उपचारकर्ता को अपने आस-पास के वातावरण का ध्यानपूर्वक अध्ययन करना चाहिए।दूसरे शब्दों में यह सुनिश्चित करने की आवश्यकता है कि वे सुरक्षित हैं और किसी खतरे में नहीं हैं क्योंकि इससे कोई मदद नहीं होगी कि प्राथमिक उपचारकर्ता स्वयं घायल हो जाए।

नुकसान न करना (Do no harm):

अक्सर अति उत्साह से प्राथमिक उपचार का अभ्यास जैसे पीड़ित के बेहोश होने पर पानी पिलाना जमे हुए खून को पोंछना (जो रक्तस्राव को कम करने के लिए प्लग का काम करता है) फ्रैक्चर को ठीक करना घायल हिस्सों को ठीक करना आदि अधिक जटिलता की ओर ले जाएगा। प्राथमिक उपचार के गलत तरीकों के कारण अक्सर मरीजों की मौत हो जाती है जो अन्यथा आसानी से जीवित रह सकते हैं। घायल व्यक्ति को तब तक न हिलाएं जब तक स्थिति की मांग न हो। वह जहां कहीं भी हो उसे वहीं लेटे रहने देना सबसे अच्छा है क्योंकि अगर रोगी की पीठ सिर या गर्दन में चोट होती है।

इसका मतलब यह नहीं है कि कुछ न करें। इसका मतलब यह सुनिश्चित करना है कि कुछ करने के लिए प्रशिक्षण के माध्यम से देखभाल आत्मविश्वास महसूस करती है जिससे मामले सुरक्षित हो जाएंगे। यदि प्राथमिक उपचारकर्ता को सही संचालन के बारे में विश्वास नहीं है तो बेहतर है कि ऐसा करने में हस्तक्षेप न किया जाए। इसलिए एक आघात (Like a knife, nail) पीड़ित विशेष रूप से एक बेहोश व्यक्ति को स्थानांतरित करने में बहुत सावधानीपूर्वक मूल्यांकन की आवश्यकता है। घाव से एम्बेडेड वस्तुओं (जैसे चाकू कील) को हटाने से अधिक नुकसान हो सकता है (उदाहरण के लिए रक्तस्राव में वृद्धि)। मदद के लिए कॉल करना हमेशा बेहतर होता है।

आश्वासन (Reassurance):

उसके साथ उत्साह जनक बात करके पीड़ित को आश्वस्त करें।

रक्तस्राव बंद करना (Stop the bleeding):

यदि पीड़ित को खून बह रहा है तो घायल हिस्से पर दबाव डालकर रक्तस्राव को रोकने की कोशिश करें।

सुनहरे घंटे (Golden hours):

भारत के पास हानिकारक चिकित्सा समस्या के इलाज के लिए अस्पतालों में सर्वोत्तम तकनीक उपलब्ध है जैसे सिर की चोट कई आघात दिल का दौरा स्ट्रोक आदि लेकिन रोगी अक्सर खराब प्रदर्शन करते हैं क्योंकि वे समय पर उस तकनीक तक पहुंच प्राप्त नहीं करते हैं। इन स्थितियों से अक्सर तुरंत मरने का जोखिम पहले 30 मिनट में सबसे बड़ा होता है । इस काल को स्वर्ण कालकहा जाता है। जब तक मरीज अस्पताल पहुंचता तब तक वे उस नाजुक दौर से गुजर चुके होते हैं।

स्वच्छता बनाए रखना (Maintain the hygiene):

सबसे महत्वपूर्ण प्राथमिक उपचारकर्ता को रोगी को कोई भी प्राथमिक उपचार देने से पहले हाथ धोना और सुखाना चाहिए या संक्रमण को रोकने के लिए दस्ताने पहनना चाहिए।

सफाई और ड्रेसिंग (Cleaning and dressing):

पट्टी लगाने से पहले घाव को हमेशा अच्छी तरह से साफ करें और घाव को साफ पानी से धो लें।

कट या खुले घावों पर स्थानीय दवाओं का उपयोग न करना (Not to use local medications on cuts or open wounds)

वे मददगार होने की तुलना में ऊतक को अधिक परेशान करते हैं। साधारा ण ड्राई क्लीनिंग या पानी के साथ और किसी प्रकार की पट्टी सबसे अच्छी होती है।

CPR (कार्डियो-पल्मोनरी रिससिटेशन) जीवनदायी हो सकता है(CPR (Cardio-Pulmonary Resuscitation) (can be life sustaining) :

CPR जीवन को बनाए रखने वाला हो सकता है। यदि कोई CPR में प्रशिक्षित है और व्यक्ति को घुटन हो रही है या उसे सांस लेने में कठिनाई हो रही है तो तुरंत CPR शुरू करें। हालांकि यदि कोई CPR में प्रशिक्षित नहीं है तो प्रयास न करें क्योंकि आप आगे चोट का कारण बन सकते हैं। लेकिन कुछ लोग इसे गलत करते हैं। भीड़-भाड़ वाले क्षेत्र में ऐसा करना एक कठिन प्रक्रिया है।

इसके अलावा ऐसे कई अध्ययन हैं जो यह सुझाव देते हैं कि जब वे केवल छाती को संकुचित करते हैं तो पीड़ितों को सांस लेने की तुलना में कोई लाभ

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

नहीं होता है। दूसरा गलत जगहों पर सही तरीके से ले जाना बहुत मुश्किल है। लेकिन CPR अगर अत्यधिक कुशल प्राथमिक उपचारकर्ताओं द्वारा सावधानी से किया जाए तो यह एक ऐसा पुल है जो महत्वपूर्ण अंगों को तब तक ऑक्सीजन युक्त रखता है जब तक कि चिकित्सा दल नहीं आ जाता।

मौत की घोषणा (Declaring death):

दुर्घटनास्थल पर पीड़िता की मौत की घोषणा करना सही नहीं है। यह योग्य चिकित्सा डॉक्टरों द्वारा किया जाना है।

आपात स्थिति की रिपोर्ट कैसे करें? (How to report an emergency?):

किसी आपात स्थिति की रिपोर्ट करना उन चीजों में से एक है जो काफी सरल लगती है जब तक कि वास्तव में आपातकालीन स्थितियों में इसका उपयोग नहीं किया जाता है। दुर्घटनास्थल पर सदमे की भावना व्याप्त है। बड़ी भीड़ जिज्ञासु प्रकृति के साथ ही इकट्ठा होती है लेकिन पीड़ितों की मदद के लिए हाथ नहीं बढ़ाती। यह सड़क किनारे चोटों में आम है। कोई भी राहगीर पीड़ितों की सहायता के लिए शामिल नहीं होना चाहेगा। इसलिए प्राथमिक चिकित्सा प्रबंधन में अक्सर घायल व्यक्तियों की देखभाल करना बहुत मुश्किल होता है।

प्राथमिक उपचारकर्ताओं को आसपास की भीड़ को नियंत्रित करने बचाव दल से संवाद करने एम्बुलेंस आदि को कॉल करने आदि के लिए बहु-कार्य रणनीति को अपनाने की आवश्यकता है यह सब एक साथ किया जाना चाहिए। ऐसी आपात स्थितियों के लिए मोबाइल फोन काफी हद तक मदद करते हैं। समस्याओं से संपर्क करने के लिए कुछ दिशानिर्देश नीचे दिए गए हैं।

स्थिति की तात्कालिकता का आकलन करें। इससे पहले कि आप किसी आपात स्थिति की रिपोर्ट करें सुनिश्चित करें कि स्थिति वास्तव में अत्यावश्यक है। आपातकालीन सेवाओं के लिए कॉल करें यदि आपको लगता है कि स्थिति जीवन के लिए खतरा है अन्यथा अत्यंत गंभीर है।

अपराध विशेष रूप से वह जो वर्तमान में चल रहा है। यदि आप किसी अपराध की रिपोर्ट कर रहे हैं तो अपराध करने वाले व्यक्ति का भौतिक विवरण दें।

- आग - अगर आप आग की सूचना दे रहे हैं तो वर्णन करें कि आग कैसे लगी और यह वास्तव में कहां स्थित है। अगर कोई पहले ही घायल हो चुका है या लापता है तो उसकी भी रिपोर्ट करें।
- एक जीवन के लिए खतरा वाली चिकित्सा आपात स्थिति में बताएं कि घटना कैसे हुई और व्यक्ति वर्तमान में कौन से लक्षण प्रदर्शित कर रहा है।
- एक कार दुर्घटना - स्थान घायलों की गंभीर प्रकृति वाहन का विवरण और पंजीकरण शामिल लोगों की संख्या आदि।

आपातकालीन नंबर पर कॉल करना (Call emergency number):

आपातकालीन नंबर बदलता रहता है - पुलिस और फायर के लिए 100 एम्बुलेंस के लिए 108।

अपने स्थान की रिपोर्ट करना (Report your location):

आपातकालीन डिस्पैचर सबसे पहले पूछेगा कि आप कहां स्थित हैं इसलिए आपातकालीन सेवाएं जल्द से जल्द वहां पहुंच सकती हैं। सटीक सड़क का पता दें यदि आप सटीक पते के बारे में सुनिश्चित नहीं हैं तो अनुमानित जानकारी दें।

प्रेषक को अपना फ़ोन नंबर देंना (Give the dispatcher your phone number):

डिस्पैचर के पास यह जानकारी होना भी जरूरी है ताकि जरूरत पड़ने पर वह कॉल बैक कर सके।

आपातकाल की प्रकृति का वर्णन करना (Describe the nature of the emergency):

शांत स्पष्ट आवाज में बोलें और डिस्पैचर को बताएं कि आप कॉल क्यों कर रहे हैं। सबसे पहले महत्वपूर्ण विवरण दें फिर प्रेषक के अनुवर्ती प्रश्न का यथासंभव सर्वोत्तम उत्तर दें।

जब तक आपको ऐसा करने का निर्देश न दिया जाए तब तक फोन न रखें। फिर आपके द्वारा दिए गए निर्देशों का पालन करें।

प्राथमिक उपचार कैसे करें? (How to do basic first aid?) :

बुनियादी प्राथमिक चिकित्सा से तात्पर्य किसी ऐसे व्यक्ति की जरूरतों का आकलन करने और उन्हें संबोधित करने की प्रारंभिक प्रक्रिया से है जो घुटन दिल का दौरा एलर्जी दवाओं या अन्य चिकित्सा आपात स्थितियों के कारण शारीरिक संकट में है। बुनियादी प्राथमिक चिकित्सा व्यक्ति को किसी व्यक्ति की शारीरिक स्थिति और उपचार के सही तरीके को शीघ्रता से निर्धारित करने की अनुमति देती है।

प्राथमिक उपचारकर्ताओं के लिए महत्वपूर्ण दिशानिर्देश (Important guideline for first aiders):

स्थिति का मूल्यांकन करना (Evaluate the situation):

क्या ऐसी चीजें हैं जो प्राथमिक उपचारकर्ता को जोखिम में डाल सकती हैं। आग जहरीले धुएं गैसें एक अस्थिर इमारत बिजली के तारों या अन्य खतरनाक परिदृश्य जैसी दुर्घटनाओं का सामना करते समय प्राथमिक उपचारकर्ता को बहुत सावधान रहना चाहिए कि ऐसी स्थिति में जल्दबाजी न करें जो घातक साबित हो सकती है।

A-B-C याद रखना (Remember A-B-Cs):

प्राथमिक चिकित्सा के ABC तीन महत्वपूर्ण चीजों को संदर्भित करते हैं जिन्हें प्राथमिक चिकित्साकर्ताओं को देखने की आवश्यकता होती है।

- वायुमार्ग - क्या व्यक्ति का वायुमार्गअबाधित है?
- श्वास - क्या व्यक्ति श्वास ले रहा है?
- परिसंचरण - क्या व्यक्ति प्रमुख नाड़ी बिंदुओं (कलाई कैरोटिड धमनी कमर) पर नाड़ी दिखाता है

पीड़ित को हिलाने से बचना (Avoid moving the victim):

© NSDC NOT TO BE REPUBLISHED

पीड़ित को तब तक हिलाने से बचें जब तक कि उन्हें तत्काल खतरा न हो। पीड़ित को स्थानांतरित करने से अक्सर चोट लग सकती है खासकर रीढ़ की हड्डी की चोटों के मामले में।

आपातकालीन सेवाओं को कॉल करना (Call emergency services):

मदद के लिए कॉल करें या किसी और को जल्द से जल्द मदद के लिए कॉल करने के लिए कहें। यदि दुर्घटना स्थल पर अकेले हैं तो मदद के लिए कॉल करने से पहले श्वास को स्थापित करने का प्रयास करें और पीड़ित को अकेला न छोड़ें।

जवाबदेही निर्धारित करना (Determine responsiveness):

अगर कोई व्यक्ति बेहोश है तो उसे धीरे से हिलाकर और उससे बात करके उसे जगाने की कोशिश करें।

यदि व्यक्ति अनुत्तरदायी (recovery position) रहता है तो ध्यान से उन्हें साइड (रिकवरी पोजीशन) पर रोल करें और अपने वायुमार्ग को खोलें।

- सिर और गर्दन को एक सीध में रखें।
- उनका सिर पकड़कर उनकी पीठ पर सावधानी से रोल करें।
- ठुड्डी को ऊपर उठाकर वायुमार्ग खोलें।

सांस लेने के संकेतों को देखना सुनना और महसूस करना (Look, listen and feel for signs of breathing):

देखें कि पीड़ित की छाती को ऊपर उठ और गिर रही है सांस लेने की आवाजें सुनें।

यदि पीड़ित सांस नहीं ले रहा है तो नीचे दिया गया भाग देखें

- अगर पीड़ित सांस ले रहा है लेकिन बेहोश है तो सिर और गर्दन को शरीर के साथ जोड़कर रखते हुए उन्हें अपनी तरफ घुमाएं। यहमुंह में उपस्थित व्सतुओं को बाहर निकालने में मदद करेगा और जीभ या उल्टी को वायुमार्ग को अवरुद्ध करने से रोकेगा।

पीड़ित के सर्कुलेशन की जाँच करना (Check the victim's circulation):

पीड़ित के रंग को देखें और उनकी नाड़ी की जांच करें (कैरोटीड धमनी एक अच्छा विकल्प है; यह गर्दन के दोनों ओर जबड़े की हड्डी के नीचे स्थित होती है)। यदि पीड़ित को पल्स नहीं है तो CPR शुरू करें।

आवश्यकतानुसार रक्तस्राव आघात और अन्य समस्याओं का उपचार करना (Treat bleeding, shock and other problems as needed):

यह प्रमाणित करने के बाद कि पीड़ित सांस ले रहा है और उसकी नाड़ी है अगली प्राथमिकता किसी भी रक्तस्राव को नियंत्रित करने की होनी चाहिए। विशेष रूप से आघात के मामले में सदमे को रोकना प्राथमिकता है।

- **रक्तस्राव बंद करना (Stop bleeding):** आघात के पीड़ित को बचाने के लिए रक्तस्राव पर नियंत्रण सबसे महत्वपूर्ण चीजों में से एक है। रक्तस्राव के प्रबंधन के किसी अन्य तरीके को आजमाने से पहले घाव पर सीधे दबाव डालें।
- **सदमे का इलाज (Treat shock):** सदमे से शरीर से रक्त के प्रवाह में कमी हो सकती है अक्सर शारीरिक और कभी-कभी मनोवैज्ञानिक आघात होता है। सदमे में व्यक्ति की त्वचा अक्सर ठंडी होती है उत्तेजित हो जाती है या उसकी मानसिक स्थिति बदल जाती है और चेहरे और होंठों के आसपास की त्वचा का रंग पीला हो जाता है। अनुपचारित झटका घातक हो सकता है। जिस किसी को भी गंभीर चोट या जीवन-भयसूचक की स्थिति का सामना करना पड़ा है उसे सदमे का खतरा है।
- **घुटन का पीड़ित (Choking victim):** घुटन मिनटों में मौत या स्थायी मस्तिष्क क्षति का कारण बन सकती है।
- **जले का इलाज करना (Treat a burn:):** पहले और दूसरे डिग्री के जले को ठंडे पानी में डुबोकर या फ्लश करके इलाज करें। क्रीम मक्खन या अन्य मलहम का प्रयोग न करें और फफोले न फूटें। थर्ड डिग्री बर्न को एक नम कपड़े से ढंकना चाहिए। जलने

  से कपड़े और आभूषण हटा दें लेकिन जले हुए कपड़ों को हटाने की कोशिश न करें।
- **मस्तिष्काघात का इलाज करना (Treat a concussion):** यदि पीड़ित को सिर पर चोट लगी है तो आघात के लक्षण देखें। सामान्य लक्षण हैं: चोट के बाद चेतना का नुकसान भटकाव या स्मृति हानि चक्कर मतली और सुस्ती।
- **रीढ़ की हड्डी में चोट के पीड़ित का इलाज करना (reat a spinal injury victim):** यदि रीढ़ की हड्डी में चोट का संदेह है तो यह विशेष रूप से महत्वपूर्ण है पीड़ित के सिर गर्दन या पीठ को तब तक न हिलाएं जब तक वे तत्काल खतरे में नहीं हैं।

सहायता आने तक पीड़ित के साथ रहना (Stay with the victim until help arrives):

सहायता आने तक पीड़ित के लिए एक शांत उपस्थिति बनने का प्रयास करें।

बेहोशी (कोमा) (Unconsciousness (COMA)):

बेहोशी जिसे कोमा भी कहा जाता है एक गंभीर जीवन की धमकी देने वाली स्थिति है जब कोई व्यक्ति पूरी तरह से बेहोश हो जाता है और कॉल बाहरी उत्तेजना का जवाब नहीं देता है। लेकिन मूल ह्रदय श्वास रक्त परिसंचरण अभी भी बरकरार हो सकता है या दुर्बल हो सकते हैं। अगर इस पर ध्यान नहीं दिया गया तो यह मौत का कारण बन सकता है।

मस्तिष्क की सामान्य गतिविधि में रुकावट के कारण स्थिति उत्पन्न होती है। कारण बहुत अधिक हैं।

किसी व्यक्ति के बेहोश होने के बाद निम्नलिखित लक्षण हो सकते हैं:

- भ्रम की स्थिति (Confusion)
- तंद्रा (Drowsiness)
- सिरदर्द (Headache)
- अपने शरीर के कुछ हिस्सों को बोलने या हिलाने में असमर्थता (स्ट्रोक के लक्षण देखें) (Inability to speak or move parts of his or her body (see stroke symptoms))

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- हल्का सिरदर्द (Light headedness)
- आंत्र या मूत्राशय पर नियंत्रण का नुकसान (असंयम) (Loss of bowel or bladder control (incontinence))
- तेज़ दिल की धड़कन (धड़कन) (Rapid heartbeat (palpitation))
- सुन्नपन (Stupor)

प्राथमिक चिकित्सा (First Aid):

- आपातकालीन नंबर पर कॉल करें।
- व्यक्ति के वायुमार्ग श्वास और नाड़ी की बार-बार जाँच करें। यदि आवश्यक हो बचाव श्वास और CPR शुरू करें।
- अगर व्यक्ति सांस ले रहा है और पीठ के बल लेटा हुआ है और रीढ़ की हड्डी की चोट से बचाते हुए व्यक्ति को सावधानी से बगल की तरफ अधिमानतः बाईं ओर घुमाएँ। शीर्ष पैर को मोड़ें ताकि कूल्हे और घुटने दोनों समकोण पर हों। वायुमार्ग को खुला रखने के लिए सिर को धीरे से पीछे की ओर झुकाएं। यदि किसी भी समय श्वास या नाड़ी रुक जाती है तो व्यक्ति को उसकी पीठ के बल लिटाएं और CPR शुरू करें।
- यदि रीढ़ की हड्डी में चोट है तो पीड़ित की स्थिति का सावधानीपूर्वक मूल्यांकन करना पड़ सकता है। अगर व्यक्ति उल्टी करता है तो पूरे शरीर को एक बार में एक तरफ घुमाएं। रोल करते समय सिर और शरीर को एक ही स्थिति में रखने के लिए गर्दन और पीठ को सहारा दें।
- चिकित्सा सहायता आने तक व्यक्ति को जोशपूर्ण रखें।
- यदि आप किसी व्यक्ति को बेहोश होते देखते हैं तो गिरने से रोकने की कोशिश करें। व्यक्ति को फर्श पर सपाट लेटाएं और पैरों के स्तर को ऊपर उठाएं और सहारा दें।
- यदि लो ब्लड शुगर के कारण बेहोशी होने की संभावना है तो होश में आने पर व्यक्ति को खाने या पीने के लिए कुछ मीठा दें।

न करो (Do not):

- बेहोश व्यक्ति को कुछ भी खाना-पीना न दें।
- व्यक्ति को अकेला न छोड़ें।
- बेहोश व्यक्ति के सिर के नीचे तकिया न लगाएं।
- बेहोश व्यक्ति के चेहरे पर थप्पड़ या पानी के छींटे मारकर उसे पुर्नचेतना में लाने का प्रयास न करें।

चेतना के नुकसान से जान को खतरा हो सकता है यदि व्यक्ति अपनी पीठ पर है और जीभ गले के पीछे गिर गई है जिससे वायुमार्ग अवरुद्ध हो गया है। बेहोशी का कारण खोजने से पहले यह सुनिश्चित कर लें कि व्यक्ति सांस ले रहा है। यदि चोटें अनुमति देती हैं तो गर्दन को प्रसारित करके हताहत को ठीक करने की स्थिति में रखें (Fig 2)। अचेतन हताहत को कभी भी मुंह से कोई चीज न दें।

बेहोश घायल व्यक्ति का निदान कैसे करना (How to diagnose an unconscious injured person):

- **शराब पर विचार करना(Consider alcohol):** पीने के लक्षण देखें जैसे खाली बोतलें या शराब की गंध।
- **मिर्गी पर विचार करना(Consider epilepsy):** क्या मुंह के चारों ओर लार या आम तौर पर अव्यवस्थित दृश्य जैसे हिंसक दौरे के संकेत हैं?
- **इंसुलिन के बारे में सोचना(Think insulin):** क्या वह व्यक्ति इंसुलिन शॉक से पीड़ित हो सकता है (देखें 'इंसुलिन शॉक का निदान और उपचार कैसे करें')?
- **ड्रग्स के बारे में सोचना(Think about drugs):** क्या कोई ओवरडोज़ था? या हो सकता है कि व्यक्ति ने कम खुराक ली हो - जो कि निर्धारित दवा के लिए पर्याप्त नहीं है?
- **आघात पर विचार करना(Consider trauma):** क्या व्यक्ति शारीरिक रूप से घायल है?
- **संक्रमण के लक्षण देखना(Look for signs of infection):** घाव के चारों ओर लालिमा और/या लाल धारियाँ।
- **ज़हर के संकेतों के लिए चारों ओर देखना(Look around for signs of Poison):** गोलियों की एक खाली बोतल या सर्पदंश का घाव।
- **मनोवैज्ञानिक आघात की संभावना पर विचार करें(Consider the possibility of psychological trauma):** क्या व्यक्ति को किसी प्रकार का मनोवैज्ञानिक विकार हो सकता है?
- विशेष रूप से बुजुर्ग लोगों के लिए चोट पर विचार करें।
- आप जो निदान करते हैं उसके अनुसार इलाज करें।

झटका (Shock):

शरीर के तरल पदार्थ की गंभीर कमी से रक्तचाप में गिरावट आएगी। अंततः रक्त का संचार बिगड़ जाएगा और शेष रक्त प्रवाह मस्तिष्क जैसे महत्वपूर्ण अंगों को निर्देशित किया जाएगा। इसलिए रक्त को शरीर के बाहरी क्षेत्र से दूर निर्देशित किया जाएगा जिससे पीड़ित पीला दिखाई देगा और त्वचा बर्फीली ठंडक महसूस करेगी।

जैसे-जैसे रक्त प्रवाह धीमा होता है वैसे ही मस्तिष्क तक ऑक्सीजन की मात्रा भी पहुंचती है। पीड़ित को भ्रमित कमजोर और चक्कर आ सकता है और अंततः बेहोशी में पड़ सकता है। ऑक्सीजन की इस कमी की भरपाई करने की कोशिश करें हृदय और सांस लेने की दर दोनों तेज हो जाती हैं धीरे-धीरे कमजोर हो जाती हैं और अंततः समाप्त हो सकती हैं।

सदमे के संभावित कारणों में शामिल हैं: आंतरिक या बाहरी रक्तस्राव; जलने की चोट; गंभीर उल्टी और दस्त खासकर बच्चों और बुजुर्गों में; दिल के साथ समस्याएं।

बिजली की विफलता (Power Failure):

कभी-कभी मामूली बिजली का झटका आग या उत्पाद की विफलता हो सकती है। उत्पाद को अलग न करें संशोधित या मरम्मत न करें या उत्पाद के आंतरिक भाग को स्पर्श न करें।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

कभी-कभी बिजली के झटके से मामूली चोट लग सकती है। पावर सप्लाई करते समय टर्मिनलों को न छुएं। कभी-कभी मामूली जलन हो सकती है। पावर सप्लाई के दौरान या बिजली बंद होने के तुरंत बाद उत्पाद को न छुएं। कभी-कभी आग लग सकती है। निर्दिष्ट टार्क के साथ टर्मिनल स्क्रू को कस लें।कभी-कभी मामूली बिजली का झटका आग या उत्पाद की विफलता हो सकती है। धातु या कंडक्टर के किसी भी टुकड़े या इंस्टालेशन कार्य के परिणामस्वरूप किसी भी कतरन या कटिंग को उत्पाद में प्रवेश करने की अनुमति न दें।

सुरक्षित उपयोग के लिए सावधानियां (Precautions for Safe Use)

इनपुट वोल्टेज (Input Voltage):

AC इनपुट वाले मॉडल के लिए पावर सप्लाई वोल्टेज इनपुट के लिए एक वाणिज्यिक पावर सप्लाई का उपयोग करें। 50/60 हट्र्ज की आउटपुट आवृत्ति वाले इनवर्टर उपलब्ध हैं लेकिन पावर सप्लाई के आंतरिक तापमान में वृद्धि के परिणामस्वरूप आग लग सकती है। उत्पाद की पावर सप्लाई के लिए इन्वर्टर आउटपुट का उपयोग न करें।

ग्राउंडिंग (Grounding):

ग्राउंड को पूरी तरह से जोड़ दें। अगर ग्राउंड पूरी तरह से नहीं जुड़ा है तो बिजली का झटका लगता है।

ऑपरेटिंग वातावरण (Operating Environment):

प्रत्येक उत्पाद का उपयोग उस उत्पाद के लिए निर्दिष्ट परिवेश परिचालन तापमान परिवेश परिचालन आद्रता और भंडारणतापमान के अंदर करें।

कंपन और आघातप्रतिबन्ध के लिए निर्दिष्ट सीमाओं के भीतर पावर सप्लाई का उपयोग करें।

उन स्थानों पर पावर सप्लाई का उपयोग न करें जहां अत्यधिक मात्रा में धूल हो या जहां तरल पदार्थ बाह्य पदार्थ या संक्षारक गैसें उत्पाद के आंतरिक भाग में प्रवेश कर सकती हैं।

पावर सप्लाई को उन उपकरणों से दूर स्थापित करें जो मजबूत उच्च आवृत्ति शोर और सर्ज उत्पन्न करते हैं।

सीधे धूप के अधीन स्थानों में पावर सप्लाई का उपयोग न करें।

माउंटिंग (Mounting):

अधिष्ठापन (इंस्टालेशन) स्क्रूज़ को केवल सीमित गहराई तक पावर सप्लाई में कसा जा सकता है। सुनिश्चित करें कि पावर सप्लाई में निकलने वाले स्क्रूज़ की लंबाई निर्दिष्ट आयामों के भीतर है।

वायरिंग (Wiring):

इनपुट केबल को पावर सप्लाई से कनेक्ट करते समय सावधानी बरतें।

यदि इनपुट केबल गलत टर्मिनलों से जुड़ा है तो पावर सप्लाई यूनिट नष्ट हो सकती है। क़्क् इनपुट वाले मॉडल का उपयोग करते समय सावधानी बरतें। अगर ध्रुवता उलट जाती है तो पावर सप्लाई यूनिट नष्ट हो सकती है।

टर्मिनलों को कसते समय टर्मिनल ब्लॉक पर 75- N force से अधिक बल न लगाएं।

वायरिंग सामग्री (Wiring materials):

एक तार के आकार का उपयोग करें जो असामान्य भार के कारण होने वाले धूम्रपान या प्रज्वलन को रोकने के लिए उपयोग की जाने वाली पावर सप्लाई के रेटेड आउटपुट करंट के अनुरूप हो।

यदि एक पावर सप्लाई से आउटपुट करंट को कई भारों में वितरित किया जाता है तो सावधानी विशेष रूप से आवश्यक है । यदि ब्रांच वायरिंग के लिए पतली तारों का उपयोग किया जाता है तो पावर सप्लाई का ओवरलोड प्रोटेक्शन परिपथ लोड वायरिंग की बाधा जैसे कारकों के आधार पर संचालित करने में विफल हो सकता है यहां तककि लोड शॉर्ट-सर्किट भी होता है।

इसलिए लाइन में फ्यूज लगाने या अन्य सुरक्षात्मक उपायों पर विचार किया जाना चाहिए।

धातु के टुकड़ों के प्रवेश के प्रति सावधानियां (Precautions against ingress of metal fragments (Fillings))

एक स्थापित पावर सप्लाई के ऊपरी भाग पर ड्रिलिंग से PCB पर ड्रिलिंग टुकड़े गिर सकते हैं जिससे शॉर्ट परिपथ हो सकता है और आंतरिक परिपथ नष्ट हो सकता है। पावर सप्लाई कवर संबद्ध है या नहीं पावर सप्लाई के ऊपरी क्षेत्र पर काम करते समय टुकड़ों के प्रवेश को रोकने के लिए पावर सप्लाई को एक शीट के साथ कवर करें।

पावर-ऑन से पहले मशीनिंग के लिए पावर सप्लाई को कवर करने वाली शीट को हटाना सुनिश्चित करें ताकि यह हीट डिसीपेशन के साथ इंटरफेस न करे।

लोड (Load):

यदि ऑपरेशन के दौरान शॉर्ट सर्किट या ओवर करंट स्थिति जारी रहती है तो आंतरिक हिस्से संभवतः खराब हो सकते हैं या क्षतिग्रस्त हो सकते हैं।

बैटरी चार्ज करना (Charging a battery):

लोड पर बैटरी कनेक्ट करते समय एक ओवर करंट लिमिटिंग परिपथ और ओवर वॉल्टेज प्रोटेक्शन परिपथ कनेक्ट करें।

आउटपुट और ग्राउंड कनेक्शन (Output and Ground connections):

पावर सप्लाई आउटपुट एक फ्लोटिंग आउटपुट है (यानी प्राथमिक साइड और द्वितीयक साइड अलग हो जाते हैं)। इसलिए आउटपुट लाइन (यानी +V या -V) को बाहरी रूप से सीधे ग्राउंड से जोड़ा जा सकता है। हालांकि ग्राउंड के माध्यम से प्राथमिक पक्ष और द्वितीयक पक्ष के बीच का इन्सुलेशन खो जाएगा। पुष्टि करें कि कोई भी लूप नहीं बनाया गया है जिसमें लोड के आंतरिक परिपथ के माध्यम से पावर सप्लाई आउटपुट शॉर्ट-सर्किट है।

उदाहरण(Example): जब पावर सप्लाई का धनात्मक सिरा सीधे ग्राउंड से जुड़ा होता है और लोड का उपयोग किया जाता है जिसके लिए आंतरिक 0-V लाइन उसी ग्राउंड का उपयोग करती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अग्नि सुरक्षा (Fire safety):

आग से पहले तैयारी करना (Prepare before a fire):

हमेशा अपने आप को "आप कहाँ हैं" से परिचित कराएं और यह जानना सुनिश्चित करें कि दो निकटतम निकासों तक कैसे पहुंचा जाए।

याद रखें कि आग की स्थिति में धुआं अंधा कर रहा है और कमरों और हॉलवे में जमा हो जाएगा। यह स्थिति आपको सुरक्षा से बचने के लिए झुकने या रेंगने के लिए मजबूर कर सकती है। अपने आस-पास के बारे में हमेशा जागरूक रहने से निकटतम निकास के बारे में आपका ज्ञान और एक योजना होने से अचानक से निपटने की आपकी क्षमता में काफी वृद्धि होगी।

- अगर आपको इसकी सूचना दी जाती है या आग का पता चलता है:
- जल्दी से निकटतम सुलभ निकास पर जाएं।
- ्रास्ते में अन्य लोगों को निकलने के लिए सूचित करें और उनकी सहायता करें।
- अगर इमारत में आग अलार्म अभी तक नहीं बज रहा है तो बाहर निकास के पास स्थित अलार्म पुल स्टेशन को मैन्युअल रूप से सक्रिय करें।
- इमारत से बाहर निकलें और "भीड़ के क्षेत्र" की ओर बढ़ें।

गतिशीलता के मुद्दों वाले व्यक्तियों के लिए निकासी प्रक्रियाए (Evacuation procedures for persons with mobility issues):

- एक वास्तविक आपातकालीन घटना की स्थिति में गतिशीलता के मुद्दों वाले व्यक्ति या जो सुरक्षित रूप से स्वयं को निकालने में असमर्थ हैं उन्हें इस प्रक्रिया का पालन करना चाहिए:
- एक निकासी सीढ़ी के प्रवेश के लिए स्थानांतरित करें जिसे लाल निकास चिह्न द्वारा चिह्नित किया गया है।
- यदि आपकी सुरक्षा को कोई धुआं या अन्य से खतरा नहीं है तो संलग्न निकास सीढ़ी के पास प्रतीक्षा करें। अधिकांश फायर अलार्म सक्रियण संक्षिप्त होते हैं जिससे रहने वालों को कुछ ही मिनटों में वापस जाने की अनुमति मिलती है।

यदि धुआँ आग या करीब अन्य खतरा है तो सीढ़ी से जाएँ:

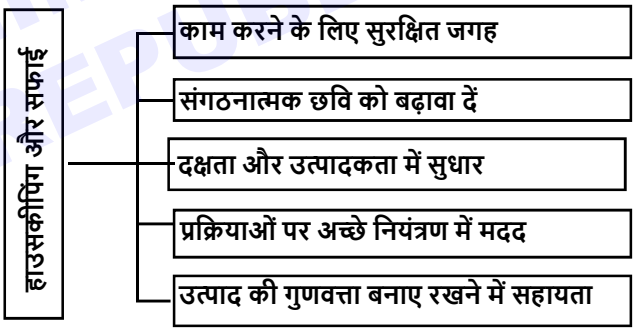
- सीढ़ी की भीड़ आपके फ्लोर लेवल से नीचे जाने के बाद सहायक के साथ सीढ़ी में प्रवेश करें और सीढ़ी के उतरने की प्रतीक्षा करें। सुनिश्चित करें कि दरवाजा सुरक्षित रूप से बंद है।

हाउसकीपिंग और कार्यस्थल पर साफ-सफाई (Housekeeping and cleanliness at workplace):

कार्यस्थल पर हाउसकीपिंग और सफाई का औद्योगिक सुरक्षा से गहरा संबंध है। जिस हद तक इन गतिविधियों को प्रभावी ढंग से प्रबंधित किया जाता है वह संस्था की सुरक्षा पालन का सूचक है। हाउसकीपिंग और साफ-सफाई न केवल संस्था में काम करने के लिए एक सुरक्षित स्थान बनाती है बल्कि संस्था की छवि को भी बड़ा बढ़ावा देती है। ये गतिविधियाँ भी (i) दक्षता और उत्पादकता में सुधारा करती हैं

(ii) प्रक्रियाओं पर अच्छा नियंत्रण बनाए रखने में मदद करता है और (iii) उत्पाद की गुणवत्ता बनाए रखने में सहायता करता है। हाउसकीपिंग और सफाई के इन महत्वपूर्ण पहलुओं को नीचे प्रस्तुत किया गया है।

ऐसे कई संकेत हैं जो संगठन में कार्यस्थल पर खराब हाउसकीपिंग और साफ-सफाई को दर्शाते हैं। इनमें से कुछ संकेत हैं (i) अव्यवस्थित और खराब ढंग से व्यवस्थित कार्य क्षेत्र (ii) पदार्थ का गन्दा या खतरनाक भंडारण (जैसे कि कोनों में भरी हुई पदार्थ और भीड़भाड़ वाली अलमारियों आदि) (iii) धूल भरे और गंदे फर्श और काम की सतह (iv) दुकान के फर्श पर पड़ी वस्तुएँ जो अधिक हैं या जिनकी अब आवश्यकता नहीं है (v) अवरुद्ध या अव्यवस्थित गलियारे और निकास (vi) उपकरण और उपकरण उचित भंडारण (स्टोरेज) स्थानों पर वापस करने के बजाय कार्य क्षेत्रों में छोड़े गए (vii) टूटे हुए कंटेनर और क्षतिग्रस्त सामग्री (viii) ओवरफ्लोविंग अपशिष्ट डिब्बे और कंटेनर और (xi) फैलाव और लीक आदि।



एक सुरक्षित कार्यस्थल के लिए हाउसकीपिंग और साफ-सफाई महत्वपूर्ण है। यह चोटों को रोकने और उत्पादकता और मनोबल में सुधारा करने में मदद कर सकता है साथ ही कार्यस्थल पर आने वाले लोगों पर अच्छी छाप छोड़ता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अग्निशामक (Fire extinguishers)

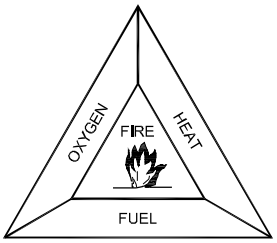
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **आग लगने के प्रभावों को बताएं**
- **आग की रोकथाम के लिए प्रासंगिक दहन के लिए आवश्यक शर्तें बताएं**
- **आग से बचाव के लिए उठाए जाने वाले सामान्य एहतियाती उपायों का उल्लेख करें।**
- **किसी विशेष कार्य के लिए आवश्यक अग्निशामक का सही प्रकार निर्धारित करें**
- **पर्यावरण, स्वास्थ्य और सुरक्षा बताएं।**

आग (Fire):

ज्वलनशील पदार्थ का जलना ही आग है। दहन के लिए तीन मुख्य आवश्यकताओं को fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



ईंधन (Fuel):

ईंधन ठोस तरल या गैस के रूप में कोई भी ज्वलनशील पदार्थ हो सकता है। उदाहरण; लकड़ी कागज पेट्रोल मिट्टी का तेल LPG आदि पर्याप्त उच्च तापमान (ऊष्मा) और ऑक्सीजन की निरंतर आपूर्ति देने पर ईंधन आग पकड़ लेगा और जल जाएगा। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि ईंधन के बिना दहन नहीं हो सकता।

उष्मा (Heat):

एक निश्चित तापमान पर ईंधन जलने लगेगा। विभिन्न प्रकार के ईंधनों को आग पकड़ने और जलाने के लिए अलग-अलग तापमान की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए लकड़ी को आग पकड़ने और जलाने के लिए कागज की तुलना में अधिक तापमान की आवश्यकता होती है। कागज की तुलना में पेट्रोल को आग पकड़ने और जलाने के लिए बहुत कम तापमान की आवश्यकता होती है। आमतौर पर तरल ईंधन गर्म होने पर वाष्प छोड़ते हैं। यह वाष्प ही प्रज्वलित होती है। कुछ तरल पदार्थ जैसे पेट्रोल को गर्म करने की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि वे कमरे के तापमान (15°c - 25°c) पर ही वाष्प छोड़ते हैं। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि ऊष्मा के बिना ईंधन प्रज्वलित नहीं हो सकता (आग पकड़ना) और इसलिए दहन नहीं हो सकता।

ऑक्सीजन (Oxygen):

हवा में ऑक्सीजन मौजूद है। हवा में ऑक्सीजन की मात्रादहन जारी रखने के लिए पर्याप्त है। इसलिए आग को जलते रहने के लिए ऑक्सीजन जरूरी है। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि ऑक्सीजन के बिना दहन जारी नहीं रह सकता है।

नियंत्रित और अनियंत्रित आग (Controlled and uncontrolled fire):

अग्नि मानव के लिए वरदान है। आग के बिना पका हुआ भोजन या जब हम चाहें तब स्नान के लिए गर्म पानी नहीं होगा। साथ ही अगर आग आवश्यकता के स्थान पर नियंत्रित नहीं होती है तो आग मानव जाति के लिए अभिशाप (शाप) बन सकती है। एक अनियंत्रित आग ऐसी आपदा का कारण बन सकती है जिससे न केवल पदार्थ का विनाश होता है बल्कि व्यक्तियों के जीवन को भी खतरा होता है। इसलिए आग पर नियंत्रण रखें इस सबक को कभी नहीं भूलना चाहिए। अनियंत्रित आग को रोकने के लिए हर संभव प्रयास किया जाना चाहिए। जब आग का प्रकोप होता है तो उसे बिना किसी देरी के तुरंत नियंत्रित और बुझाना चाहिए।

आग रोकना (Preventing fire):

अधिकांश आग छोटे प्रकोपों से शुरू होती हैं। यदि इस पर ध्यान नहीं दिया गया तो आग नियंत्रण से बाहर हो जाएगी और विनाश के रास्ते पर होगी। इसलिए अधिकांश आग को रोका जा सकता है यदि नीचे दिए गए कुछ सरल सामान्य ज्ञात नियमों का पालन करके उपयुक्त देखभाल की जाए।

- ज्वलनशील कूड़ाकरकट जैसे कॉटन वेस्ट या तेल से लथपथ कपड़ा स्क्रैप लकड़ी कागज आदि को ख़ाली कोनों में जमा न करें। ये कूड़ा-करकट उनके कलेक्शन बिन्स या पॉइंट्स में होना चाहिए।
- बिजली के उपकरणों या बिजली के तारों का दुरुपयोग या उपेक्षा न करें क्योंकि इससे बिजली में आग लग सकती है। ढीले कनेक्शन कम रेटेड फ़्यूज़ ओवरलोडेड परिपथ अधिक ताप का कारण बनते हैं जो बदले में आग का कारण बन सकते हैं। केबलों में कंडक्टरों के बीच क्षतिग्रस्त इन्सुलेशन विद्त शॉर्ट परिपथ का कारण बनता है और आग का कारण बनता है
- कपड़ों और अन्य सामग्रियों को दूर रखें जो हीटिंग उपकरणों से आग पकड़ सकते हैं। सुनिश्चित करें कि सोल्डरिंग आयरन पावर सप्लाई से अलग कर दिया गया है और कार्य दिवस के अंत में अपने स्टैंड में सुरक्षित रखें।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- अत्यधिक ज्वलनशील तरल पदार्थ और पेट्रोलियम मिश्रण जैसे पतले चिपकने वाले घोल सॉल्वैंट्स मिट्टी के तेल स्प्रिट LPG गैस आदि को विशेष रूप से ज्वलनशील पदार्थों के भंडारण के लिए भंडारण (स्टोरेज) क्षेत्र में स्टोर करें।
- ब्लोलैंप और टॉर्च जब इस्तेमाल में न हों तो उन्हें बंद कर दें।

आग को नियंत्रित करना और बुझाना (Controlling and Extinguishing fire):

fig 1 में दर्शाए गए तीन कारकों में से किसी एक को अलग करने या हटाने से आग पर नियंत्रण और बुझ जाएगा। इसे प्राप्त करने के तीन बेसिक तरीके हैं।

1 ईंधन को आग से अलग करना (Starving the fire of fuel):

जलने वाले ईंधन को हटाने के लिए या आग में ईंधन की आपूर्ति में कटौती करना।

2 स्मूथरिंग (Smothering):

झाग बालू आदि से आग को ढककर आग से ऑक्सीजन सप्लाई रोकना।

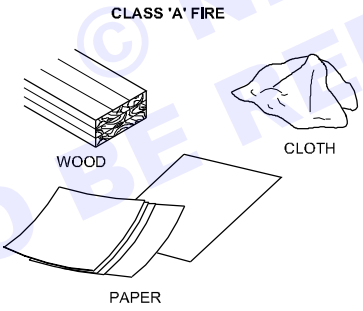
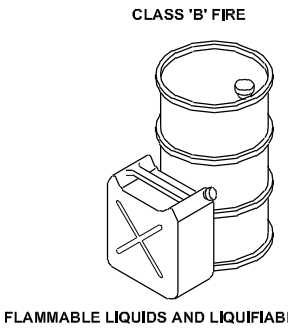
3 शीतलक (Cooling):

पानी का छिड़काव करके आग के तापमान को कम करना और इस प्रकार आग को ठंडा करना।

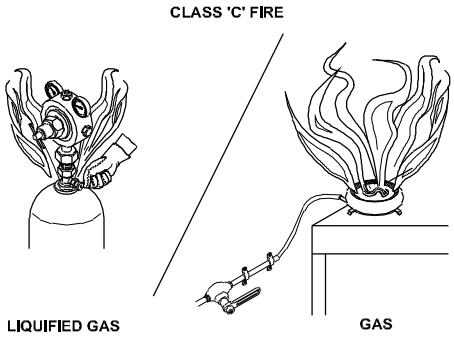
उपरोक्त तीन विधियों में से किसी एक द्वारा आग को पहले नियंत्रित किया जा सकता है और फिर बुझाया जा सकता है।

विभिन्न प्रकार की आग बुझाने की सर्वोत्तम विधि निर्धारित करने के उद्देश्य से आग को चार मुख्य वर्गों में वर्गीकृत किया गया है जो कि टेबल 1 में दिए गए ईंधन के प्रकार के आधार पर है।

टेबल'-1

आग का वर्गीकरण	सम्मिलित ईंधन	सावधानियाँ और शमन
वर्ग A आग (Class A Fire)	लकड़ी, कागज, कपड़ा आदि ठोस सामग्री 	सबसे प्रभावी तरीका पानी से ठंडा करना है। आधार पर पानी के जेट का छिड़काव करना चाहिए
वर्ग B आग (Class A Fire)	ज्वलनशील तरल पदार्थ और द्रवीभूत ठोस 	पूरी तरह ढकना चाहिए। इसका उद्देश्य जलते हुए तरल की पूरी सतह को ढंकना है। इससे आगको ऑक्सीजन सप्लाई में कटौती होती है। जलते हुए द्रव्यों पर कभी भी जल का प्रयोग नहीं करना चाहिए। इस प्रकार की आग पर फोम, सूखा पाउडर, या CO_2 का उपयोग किया जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

वर्ग C आग (Class C Fire)	गैस और तरलीकृत गैस  	तरलीकृत गैसों से निपटने में अत्यधिक सावधानी आवश्यक है। पूरे आसपास के क्षेत्र में विस्फोट और लगने का खतरा है। यदि सिलेंडर से लगाए गए उपकरण में आग लग जाती है - गैस की आपूर्ति बंकर दें। सबसे सुरक्षित तरीकाहै अलार्म बजाना और आग को प्रशिक्षित कर्मियों द्वारा कार्यवाही करने के लिए छोड़ देना। इस प्रकार की आग पर ड्राई पाउडर्ड अग्निशामक का उपयोग किया जाता है।
वर्ग D आग (Class D Fire)	सम्मिलित धातु  	धातु की आग से निपटने के दौरान आग बुझाने वाले एजेंटों की मानक सीमा अपर्याप्त या खतरनाक होती है। **बिजली के उपकरणों में लगी आग :** बिजली के उपकरणों में आग से निपटने के लिए CO_2 सूखा पाउडर और वाष्पशील तरल (CTC) बुझाने वाले यंत्रों का उपयोग किया जा सकता है बिजली के उपकरणों पर फोम या तरल (जैसे पानी) बुझाने वाले यंत्रों का उपयोग बिल्कुल नहीं किया जाना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अग्नि शामक (Fire extinguishers):

टेबल 1 में सूचीबद्ध विभिन्न प्रकार की आग के लिए अलग-अलग अग्निशामक एजेंटों का उपयोग किया जाना चाहिए। गलत प्रकार के एजेंट का उपयोग करने से स्तिथि बदतर हो सकती हैं।

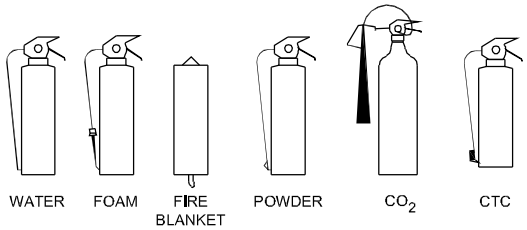
अग्नि शामक एजेंट आग बुझाने के लिए इस्तेमाल की जाने वाली पदार्थ या पदार्थ है। ये बुझाने वाली सामग्रियां आमतौर पर जरूरत पड़ने पर आग में छिड़काव के लिए एक तंत्र के साथ (लेकिन हमेशा नहीं) एक कंटेनर में समाहित होती हैं जिसे 'अग्निशामक' कहा जाता है।

बिजली की आग के लिए कोई वर्गीकरण नहीं है क्योंकि ये केवल उन सामग्रियों में लगी आग हैं जहां बिजली मौजूद है। भवन में बिजली की आग को नियंत्रित करने के लिए सबसे पहले पावर सप्लाई को काट देना चाहिए।

अग्निशामक के प्रकार (Types of fire extinguishers):

आग के विभिन्न वर्गों से निपटने के लिए विभिन्न प्रकार के अग्निशामक एजेंटों के साथ कई प्रकार के अग्निशामक उपलब्ध हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। हमेशा उपयोग करने से पहले बुझाने वाले पर ऑपरेटिंग निर्देशों की जांच करें।

Fig 2



(i) पानी से भरे अग्निशामक (Water-filled extinguishers):

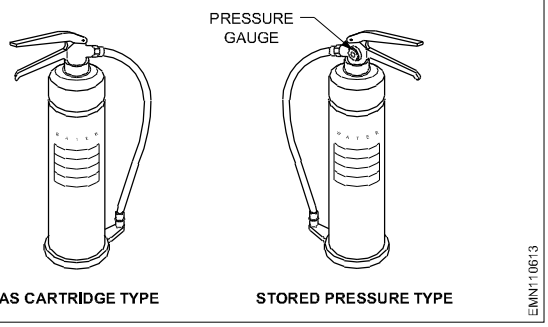
पानी से भरे अग्निशामकों में जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है अग्निशामक के संचालन की विधि के आधारा पर दो प्रकार के होते हैं।

a कार्ट्रिज प्रकार

b संग्रहित दबाव प्रकार

ऑपरेशन के दोनों तरीकों में आवश्यकतानुसार डिस्चार्ज को बाधित किया जा सकता है। यह संपर्क क्षेत्र को संरक्षित करने और पानी के कारण पदार्थ को अनावश्यक क्षति को रोकने के लिए है।

Fig 3



ii फोम शामक (Foam extinguishers):

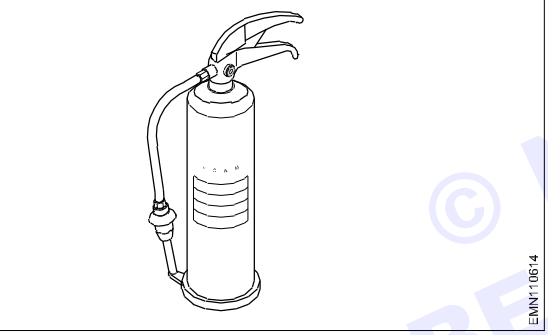
जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है इन्हें दबाव या गैस कार्ट्रिज प्रकारों में संग्रहित किया जा सकता है।

इसके लिए सबसे उपयुक्त:

- ज्वलनशील तरल आग
- रनिंग तरल आग

आग में इस्तेमाल नहीं किया जाना चाहिए जहां बिजली के उपकरण शामिल हैं।

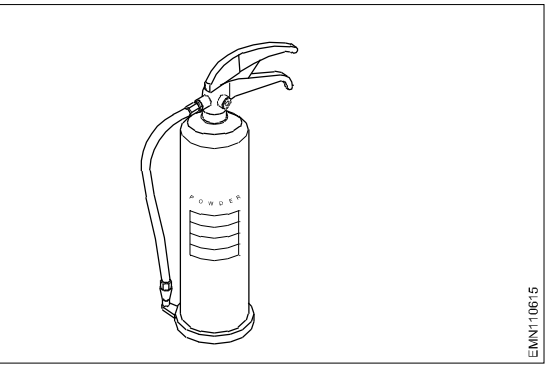
Fig 4



iii ड्राई पाउडर 'शामक(Dry powder extinguishers):

सूखे पाउडर से युक्त शामक गैस कार्ट्रिज या स्टोर्ड प्रेशर टाइप के हो सकते हैं जैसा कि fig 5 में दिखाया गया है। आकार और संचालन की विधि वाटर फीलड शामक के समान है। मुख्य विशिष्ट विशेषता कांटा के आकार का नोजल है। क्लास D की आग से निपटने के लिए पाउडर को विशेष रूप से विकसित किया गया है।

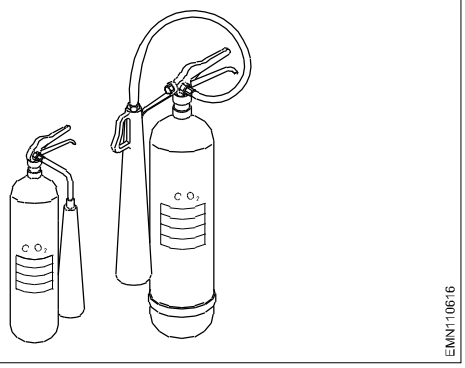
Fig 5



(iv) कार्बन-डाई-ऑक्साइड (Carbon-di-oxide (CO2):

इस प्रकार को आसानी से विशिष्ट आकार के डिस्चार्ज हॉर्न द्वारा पहचाना जाता है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है। ये अग्निशामक ज्वलनशील तरल पदार्थ और द्रवीभूत ठोस पदार्थों पर आग के लिए उपयुक्त हैं। सबसे उपयुक्त जहां जमा संदूषण से बचा जाना है। खुली हवा में आम तौर पर प्रभावी नहीं है।

Fig 6

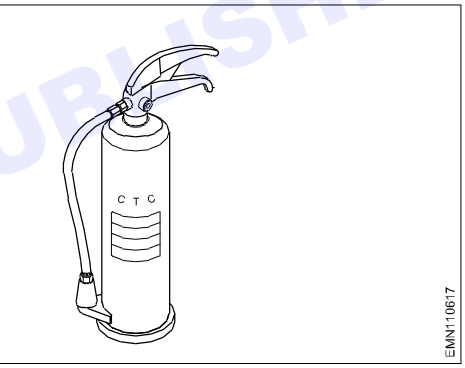


v हेलोन 'शामक (Halon Extinguishers) (Fig 7)

कार्बनटेट्राक्लोराइड (CTC) और ब्रोमोक्लोरोडिफ्लोरो मीथेन (BCF)। वे या तो गैस कार्ट्रिज या गैर-प्रवाहकीय (nonconductive) हो सकते हैं

इन अग्निशामकों से निकलने वाला धुंआ विशेष रूप से बद्ध स्थान में खतरनाक होता है।

Fig 7



आग लगने की स्थिति में अपनाई जाने वाली सामान्य प्रक्रिया (General procedure to be adopted in the event of a fire):

1 निम्न में से किसी एक का उपयोग करके ज़ोर से अलार्म बजाएँ।

- अपने संस्थान/कार्यशाला में आग बुझाने के लिए अलार्म सिग्नल देने का कोई एक तरीका अपनाएं।
- दूसरों का ध्यान आकर्षित करने के लिए अपनी आवाज में आग आग! आग! चिल्लाएं।
- आग! आग! चिल्लाते हुए आग की ओर दौड़ना और फायर अलार्म घंटी/सायरन चालू करें। यह अलार्म/घंटी/सायरन केवल आग लगने की स्थिति में ही चालू किया जाना चाहिए।कोई अन्य साधन जिससे दूसरों का ध्यान आकर्षित किया जा सके और समझाया जा सके कि आग लगी है।

2 फायर अलार्म सिग्नल मिलने पर निम्न कार्य करें:

- आप जो सामान्य काम कर रहे हैं उसे रोक दें

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- सभी मशीनरी और उपकरणों के लिए पावर बंद करें
- पंखे/एयर सक्रयुलेटर्स /एग्जॉस्ट पंखे बंद कर दें
- सुलभ होने पर मेन स्विच ऑफ कर दें।

3 यदि आप अग्निशमन दल में शामिल नहीं हैं तो

- कार्य परिसर खाली करें
- दरवाजे और खिड़कियां बंद करें लेकिन ताला या बोल्ट न लगाएं
- दूसरों के साथ सुरक्षित खुली जगह पर इकट्ठा हों
- अगर आप उस कमरे/स्थान में हैं जहां आग लगी है तो आपातकालीन निकास से शांति से जगह छोड़ दें।

4 यदि आप अग्निशमन दल में शामिल हैं

- आग से लड़ने के लिए संगठित तरीके से निर्देश लेना/निर्देश देना। यदि आप निर्देश ले रहे हैं
- निर्देशों का व्यवस्थित रूप से पालन करें। नाराजमतहोना। जल्दबाजी में आग या धुएं में न फंसें।

यदि आप निर्देश दे रहे हैं

- आग की श्रेणी का आकलन करें (क्लास A,B,C or D)
- पर्याप्त सहायता के लिए फायर ब्रिगेड भेजें
- आग की भयावहता को आंकें। आग बुझाने के लिए स्थानीय रूप से उपलब्ध उपयुक्त साधनों का पता लगाएँ।
- सुनिश्चित करें कि आपातकालीन निकास मार्ग अवरोधों से मुक्त हैं। लोगों और विस्फोटक सामग्री पदार्थों को निकालने का प्रयास करें जो आग के आसपास के क्षेत्र में आग के लिए और ईंधन के रूप में काम कर सकते हैं।
- भ्रम से बचने के लिए अग्निशमन में शामिल व्यक्तियों को नाम से स्पष्ट गतिविधि आवंटित करें।

5 सही प्रकार के अग्निशामक यंत्र का उपयोग करके आग पर नियंत्रण और बुझाना और उपलब्ध सहायता का प्रभावी ढंग से उपयोग करना।

सभी प्रकार की आग की रिपोर्ट करना चाहे वह कितनी भी छोटी क्यों न हो यह आग के कारणों की जांच में मदद करती है या फिर से होने वाली उसी तरह की दुर्घटना को रोकने में मदद करती है।

पर्यावरण स्वास्थ्य और सुरक्षा (EHS) (Environment, health and safety) (EHS): एक अनुशासन और विशेषता है जो काम पर पर्यावरण संरक्षण और सुरक्षा के व्यावहारिक पहलुओं का अध्ययन और कार्यान्वयन करती है। सरल शब्दों में यह सुनिश्चित करने के लिए संगठनों को क्या करना चाहिए कि उनकी गतिविधियों से किसी को नुकसान न पहुंचे।

नियामक आवश्यकताएं EHS अनुशासन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं और EHS प्रबंधकों को प्रासंगिक EHS नियमों को पहचानना और समझना चाहिए जिसके निहितार्थ कार्यकारी प्रबंधन को सूचित किए जाने चाहिए ताकि कंपनी उपयुक्त उपायों को लागू कर सके। संयुक्त राज्य में स्थित संगठन संघीय विनियमों की संहिता में विशेष रूप से CFR 2940 और 49 में EHS नियमों के अधीन हैं। फिर भी EHS प्रबंधन कानूनी अनुपालन तक सीमित नहीं है और कंपनियों को कानून द्वारा आवश्यक से अधिक करने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए यदि उपयुक्त हो।

स्वास्थ्य और सुरक्षा के दृष्टिकोण से इसमें कार्यस्थल के खतरों की पहचान करने और दुर्घटनाओं को कम करने और हानिकारक स्थितियों और पदार्थों के संपर्क में आने के लिए संगठित प्रयास और प्रक्रियाएं शामिल हैं। इसमें दुर्घटना की रोकथाम दुर्घटना प्रतिक्रिया आपातकालीन तैयारी और सुरक्षात्मक कपड़ों और उपकरणों के उपयोग में कर्मियों का प्रशिक्षण भी शामिल है।

पर्यावरणीय दृष्टिकोण से इसमें पर्यावरणीय नियमों का पालन करने के लिए एक व्यवस्थित दृष्टिकोण बनाना शामिल है जैसे कि कंपनी के कार्बन पदचिह्न को कम करने में साइट की मदद करने के लिए कचरे या वायु उत्सर्जन का प्रबंधन करना। सफल HSE कार्यक्रमों में एर्गोनॉमिक्स (कर्मचारी परिस्थिति विज्ञान) वायु गुणवत्ता और कार्यस्थल सुरक्षा के अन्य पहलुओं को संबोधित करने के उपाय भी शामिल हैं जो कर्मचारियों और समग्र समुदाय के स्वास्थ्य और भलाई को प्रभावित कर सकते हैं।

सफल HSE कार्यक्रमों में एर्गोनॉमिक्स (कर्मचारी परिस्थिति विज्ञान) वायु गुणवत्ता और कार्यस्थल सुरक्षा के अन्य पहलुओं को संबोधित करने के उपाय भी शामिल हैं जो कर्मचारियों और समग्र समुदाय के स्वास्थ्य और भलाई को प्रभावित कर सकते हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

मूलभूत हस्त उपकरण (Basic hand tools)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **पेंचकस के प्रकार बताइये**
- **कॉम्बिनेशन प्लायर के भागों और उनके उपयोगों की व्याख्या करें**
- **डायगोनल कटर के उपयोग बताएं**
- **नोज प्लायर के उपयोग और उनके प्रकार बताएं।**
- **ट्वीज़र्स के उपयोग और उनके प्रकारों का उल्लेख करें**

बेसिक हस्त उपकरण (Basic Hand tools):

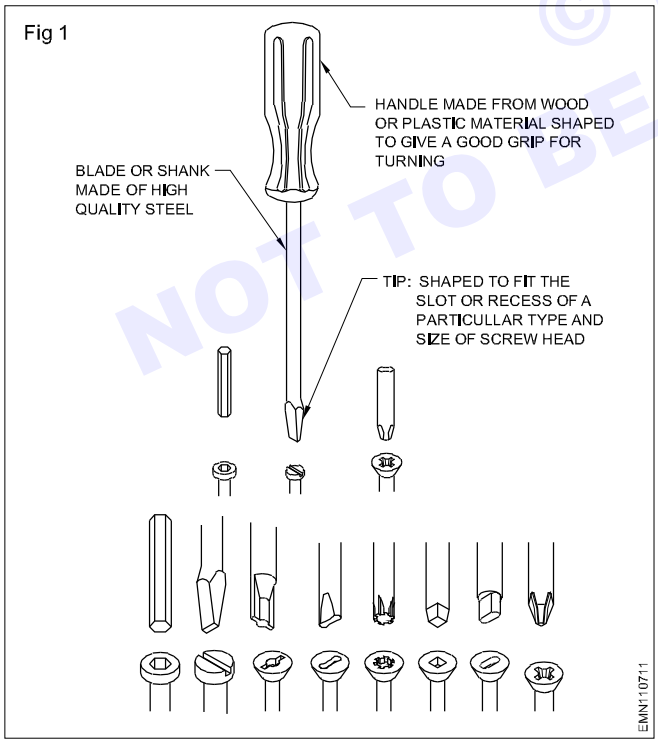
विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिए असंख्य प्रकार के हस्त औजारों का उपयोग किया जाता है। कुछ बुनियादी उपकरण जो मैकेनिक इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए जरूरी हैं वे हैं:

- स्क्रूड्राइवर्स
- प्लायर्स और
- ट्वीज़र्स।

पेंचकस (Screwdrivers):

स्क्रूड्राइवर एक उपकरण है जिसका उपयोग स्क्रू को कसने या ढीला करने के लिए किया जाता है। एक साधाराण स्क्रूड्राइवर और उसके पार्ट्स Fig 1 में दिखाए गए हैं।

Fig 1



जब स्क्रूड्राइवर का उपयोग स्क्रू को कसने या ढीला करने के लिए किया जाता है। एक स्क्रूड्राइवर के ब्लेड अक्ष को स्क्रू अक्ष के साथ लिंक किया जाना चाहिए यदि इस पर ध्यान नहीं दिया जाता है तो ड्राइवर टिप/स्क्रू हेड/ थ्रेड कोटर (होल) क्षतिग्रस्त हो जाएंगे।

स्लॉट और/या स्क्रूड्राइवर की नोक को नुकसान नहीं पहुंचाने के लिए यह बहुत महत्वपूर्ण है कि टिप सही आकार की हो और स्लॉट के आकार से मेल खाती हो जिसे स्लॉट से बाहर निकाला जाना है। स्क्रू को मोड़ते समय स्क्रूड्राइवर पर नीचे की ओर दबाव डालना पड़ता है ताकि टिप को स्लॉट में रखा जा सके।

एक सपाट (फ्लैट) टिप जो बहुत चौड़ी है वर्कपीस को नुकसान पहुंचा सकती है।

फ्लैट टिप वाले स्क्रूड्राइवर आकार में उनके ब्लेड की लंबाई और नोक की चौड़ाई का व्यौरा निर्दिष्ट होता है। ये आयाम मिलीमीटर (mm) में दिए गए हैं।

स्क्रूड्राइवर कई आकारों में उपलब्ध हैं जिनमें टिप की लंबाई 25 mm से 300 mm और चौड़ाई 0.5 mm से 18 mm तक होती है।

एक पेचकश का उपयोग करना (Using a screwdriver):

स्क्रूड्राइवर का उपयोग करने की सामान्य प्रक्रिया नीचे दी गई है।

- एक उपयुक्त स्क्रूड्राइवर चुनें जिसमें आवश्यक ब्लेड लंबाई टिप की चौड़ाई और टिप की मोटाई हो।
- जांचें कि स्क्रूड्राइवर की नोक सपाट और चौकोर है।

प्लायर्स (Pliers):

प्लायर्स ऐसे उपकरण हैं जिनका उपयोग निम्न के लिए किया जाता है:

- छोटे भागों और घटकों को पकड़ना ग्रिपिंग करना खींचना और मोड़ना
- हल्के शीट धातु भागों को आकार देना और झुकना
- छोटे व्यास के तारों को बनाना मोड़ना घुमाना और काटना।

प्लायर्स मूल रूप से पैरों की एक जोड़ी से बना होता है जो एक धुरी से जुड़ते हैं। प्रत्येक पैर में एक लंबा हैंडल और एक छोटा जबड़ा होता है।

यदि प्लायर्स के पैरों को धुरी पर क्रॉस किया जाता है तो हैंडल पर दबाव डालने पर जबड़े बंद हो जाएंगे। कुछ प्लायर्स में जब हैंडल पर दबाव डाला जाता है तो जबड़े बंद हो जाते हैं।

प्लायर्स में दाँतेदार या सादे जबड़े होते हैं। सरोगेट जबड़े वर्कपीस पर बेहतर पकड़ प्रदान करते हैं। हालांकि दाँतेदार जबड़े वर्कपीस की सतह

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

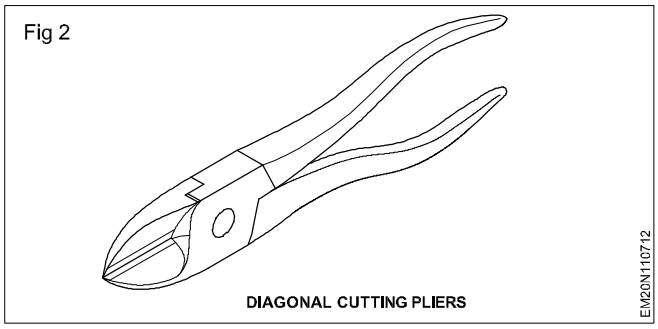
को नुकसान पहुंचा सकते हैं। इस मामले में गैर-दाँतेदार जबड़े के साथ सुरक्षा स्लीव्स या प्लायर्स का उपयोग किया जाना चाहिए।

प्लायर्स उच्च गुणवत्ता वाले स्टील से बने होते हैं। कई मामलों में प्लायर्स को जंग से बचाने के लिए क्रोमियम प्लेटेड किया जाता है। उच्च स्तर की आद्रता वाले जलवायु में ऐसे प्लायर्स का उपयोग करने की सलाह दी जाती है क्योंकि वे अधिक समय तक चलेंगे और कम रखरखाव की आवश्यकता होगी।

प्लायर्स को अच्छी स्थिति में रखने के लिए उन्हें साफ रखा जाना चाहिए धातु के हिस्सों को तेल के कपड़े से पोंछना चाहिए और समय-समय पर तेल की एक बूंद को धुरी और जोड़ों पर लगाना चाहिए।

डायगोनल कटर प्लायर्स (Diagonal cutter plier):

Fig 2 में डायगोनल कटर प्लायर्स या साइड कटिंग प्लायर्स प्रदर्शित है।



इनका उपयोग छोटे व्यास के तारों और केबलों को काटने के लिए किया जाता है खासकर जब वे टर्मिनलों के करीब होते हैं।

उनका उपयोग केबल और डोरियों से म्यान और इन्सुलेशन को हटाने के लिए भी किया जाता है।

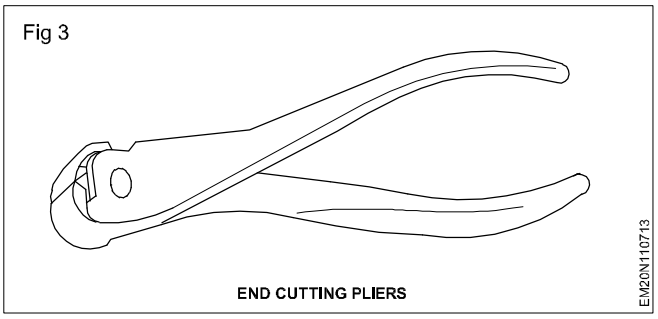
उनका उपयोग अन्य कार्यों के लिए भी किया जा सकता है जैसे कोटर पिन को विभाजित करना और निकालना।

डायगोनल कटर प्लायर्स निम्नलिखित समग्र लंबाई में बनाए जाते हैं:

100 125 140 160 180 और 200 mm।

एंड कटिंग प्लायर (End cutting plier):

Fig 3 में एंड-कटिंग प्लायर्स या एंड निपर्स और उनके अनुप्रयोगों को दर्शाया गया है।



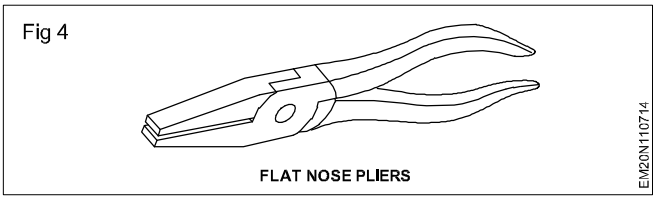
इनका उपयोग छोटे व्यास के तारों पिनों कीलों को काटने और लकड़ी से कीलों को हटाने के लिए किया जाता है।

एंड कटिंग प्लायर निम्नलिखित समग्र लंबाई में बनाए जाते हैं:

130 160 180 200 210 और 240 mm

फ्लैट नोज प्लायर्स (Flat nose pliers):

Fig 4 में एक फ्लैट नोज प्लायर्स और उसके अनुप्रयोगों को दर्शाया गया है।



इनका उपयोग तारों और धातु के छोटे टुकड़ों को बनाने और आकार देने के लिए किया जाता है।

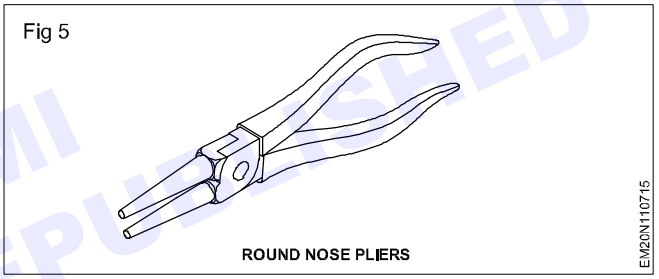
उनका उपयोग अन्य कार्यों के लिए भी किया जाता है जैसे कि केबल से धातु की शीट को हटाना या छोटे भागों को ग्रिपिंग करना और पकड़ना।

फ्लैट नोज प्लायर्स निम्नलिखित लंबाई में बने होते हैं:

100 120 140 160 180 और 200 mm।

राउंड नोज प्लायर्स (Round nose pliers):

Fig 5 में राउंड नोज प्लायर्स और इसके अनुप्रयोगों को दर्शाया गया है।



इनका उपयोग तारों और हल्की धातु की पट्टियों में वक्र बनाने के लिए किया जाता है। जबड़ों का शंकाकार आकार विभिन्न आयामों के वक्र और वृत्त बनाना संभव बनाता है।

टर्मिनल स्क्रू फिट करने के लिए और छोटे भागों को पकड़ने के लिए इनका उपयोग तारों में सुराख़ बनाने के लिए भी किया जाता है।

राउंड नोज प्लायर्स निम्नलिखित समग्र लंबाई के बने होते हैं:

100 120 140 160 180 और 200 mm।

लॉन्ग नोज प्लायर्स (Long nose pliers):

लॉन्ग नोज प्लायर्स और इसके अनुप्रयोग। ये प्लायर्स सीधे और घुमावदार जबड़ों से बनाए जाते हैं।

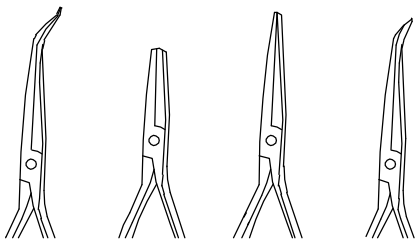
इनका उपयोग खासकर सीमित क्षेत्रों में छोटे अवयव को पकड़ने के लिए किया जाता है ।

इनका उपयोग महीन तारों संपर्कों और अन्य भागों को समायोजित करने के लिए भी किया जाता है।

लॉन्ग नोज प्लायर्स कई अलग-अलग आकार के जबड़े के साथ बनाए जाते हैं जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है। लॉन्ग नोज प्लायर्स निम्नलिखित समग्र लंबाई में उपलब्ध हैं: 160 180 200 और 220 mm।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 6



EM20N110716

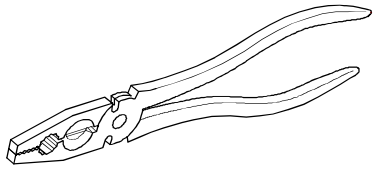
कॉम्बिनेशन प्लायर्स (Combination pliers):

Fig 7 एक कॉम्बिनेशन प्लायर्स और उसके अनुप्रयोग को दर्शाता है। इन प्लायर्स के साथ कई ऑपरेशन किए जा सकते हैं।

FLAT GRIP का उपयोग भागों और घटकों को ग्रिप करने और पकड़ने और तारों को मोड़ने के लिए किया जा सकता है।

कई कॉम्बिनेशन प्लायर्स में एक SIDE CUTTERS भी होता है जिसका उपयोग बेलनाकार वस्तुओं को ग्रिप करने और पकड़ने के लिए किया जाता है।

Fig 7



COMBINATION PLIERS

EM20N110717

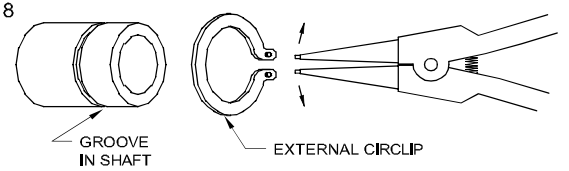
उनके पास साइड कटर की एक जोड़ी भी होती है जो छोटे व्यास के तारों और केबलों को काटने के लिए उपयोग की जाती है।

स्टील के तारों को काटने के लिए जॉइंट कटर की एक जोड़ी प्रदान की जाती है। कॉम्बिनेशन प्लायर्स निम्नलिखित समग्र लंबाई में उपलब्ध हैं: 140 160 190 210 और 250 mm।

बाह्य सरक्लिप के लिए सरक्लिप प्लायर्स (Circlip pliers for external circlip):

Fig 8 बाह्य सरक्लिप के लिए एक सरक्लिप प्लायर प्रदर्शित है। जबड़े के प्रोंग्स को सर्किल के छिद्रों में डाला जाता है। प्लायर के हैंडल पर दबाव डालने से जबड़े सर्किल का विस्तार करेंगे जिसे बाद में हटाया जा सकता है या वर्कपीस पर ले जाया जा सकता है।

Fig 8



EM20N110718

ये प्लायर निम्नलिखित आयामों में सीधे और घुमावदार जबड़े के साथ उपलब्ध हैं।

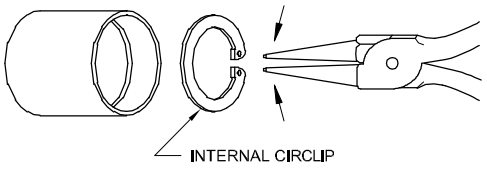
आंतरिक सरक्लिप के लिए सरक्लिप प्लायर्स (Circlip pliers for internal circlips):

Fig 9 में आंतरिक सरक्लिप के लिए सरक्लिप प्लायर्स दिखाया गया है। प्लायर्स के हैंडल पर दबाव डालने से जबड़े सर्किल को संकुचित कर देंगे जिसे बाद में वर्कपीस से हटाया जा सकता है।

आकार	सम्पूर्ण लंबाई	प्रयुक्त सर्किल शाफ्ट का व्यास
0	130 mm	3 - 10 mm
1	130 mm	8 - 25 mm
2	170 mm	19 - 60 mm
3	230 mm	40 - 100 mm
4	320 mm	85 - 165 mm

ये प्लायर्स निम्नलिखित आयामों में सीधे और घुमावदार जबड़े के साथ भी उपलब्ध हैं।

Fig 9



EM20N110719

आकार	सम्पूर्ण लंबाई	प्रयुक्त सर्किल शाफ्ट का व्यास
0	130 mm	3 - 10 mm
1	130 mm	8 - 25 mm
2	170 mm	19 - 60 mm
3	230 mm	40 - 100 mm
4	320 mm	85 - 165 mm

इलेक्ट्रीशियन द्वारा उपयोग किए जाने वाले प्लायर्स (Pliers used by electrician):

कई प्लायर्स विशेष रूप से डायगोनल कटिंग प्लायर्स कॉम्बिनेशन प्लायर्स फ्लैट नोज प्लायर्स लॉन्ग नोज प्लायर्स और राउंड नोज प्लायर्स अक्सर इलेक्ट्रीशियन द्वारा उपयोग किए जाते हैं।

बिजली के झटके के विपरीत एक अतिरिक्त सुरक्षा के रूप में ये प्लायर्स उच्च गुणवत्ता वाले रबर या प्लास्टिक से बने इंसुलेटेड हैंडल के साथ उपलब्ध हैं जैसा कि Fig 10 में दिखाया गया है।

ट्वीज़र (Tweezers):

ट्वीज़र का उपयोग हल्के वजन और बहुत छोटे घटकों और बहुत पतले तारों / धागों को पकड़ने के लिए किया जाता है। ट्वीज़र को टिप के आकार के अनुसार वर्गीकृत किया जाता है और उनकी लंबाई और आकार द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है। Fig11 में विभिन्न प्रकार के ट्वीज़र दिखाया गया है।

ट्वीज़र की पतली संरचना उन जगहों तक आसान पहुंच की अनुमति देती है जहां उंगलियां नहीं पहुंच सकतीं। तारों घटकों की सोल्डरिंग और आंतरिक स्थानों में छोटे स्क्रू लगाने के दौरान ट्वीज़र बहुत उपयोगी होती है।

इंजीनियर स्टील मापनी (Engineer's steel rule):

एक इंजीनियर के लिए स्टील मापनी बुनियादी और सबसे सामान्य उपकरण है जिसका उपयोग सीधी रेखाओं की लंबाई को मापने और सीधी रेखाओं को खींचने के लिए किया जाता है। एक विशिष्ट इंजीनियर स्टील मापनी का Fig 12 में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 10

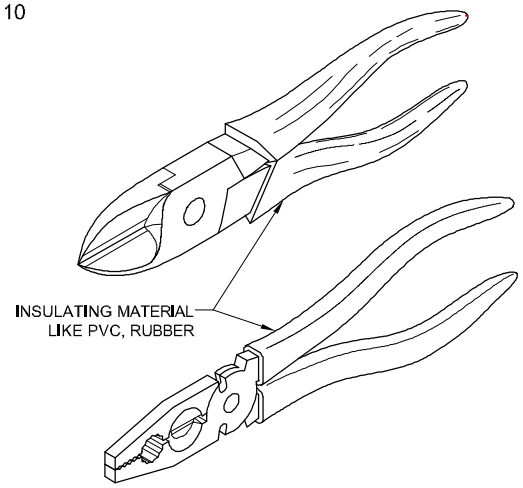


Fig 11

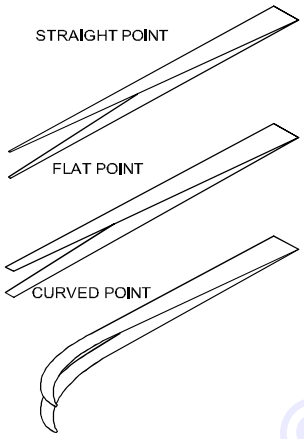
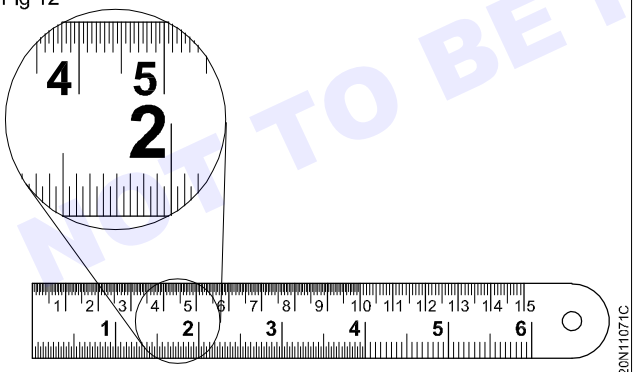


Fig 12



स्टील मापनी स्प्रिंग स्टील या स्टेनलेस स्टील से बने होते हैं। एक सीधी रेखा बनाने के लिए किनारों को सटीक रूप से स्थिर रखा गया है। स्टील मापनी में सतहों को पढ़ते समय चमकदार प्रभाव को कम करने के लिए और जंग को रोकने के लिए भी साटन-क्रोम होता है।

इंजीनियर स्टील मापनी पर अंशांकन (Graduation on engineer's steel rule):

इंजीनियर स्टील मापनी को आम तौर पर सेंटीमीटर और इंच दोनों में अंशांकन किया जाता है जैसा कि Fig 13 में देखा जा सकता है। सेंटीमीटर अंशांकन में सबसे छोटे अंशांकन 0.5 mm के अंतराल पर होते हैं। इंच अंशांकन में सबसे छोटा अंशांकन एक इंच के 1/16 का होता है। इस प्रकार स्टील मापनी की अधिकतम पढ़ने की सटीकता या तो 0.5 mm या इंच का 1/16 है।

मानक आकार (Standard sizes):

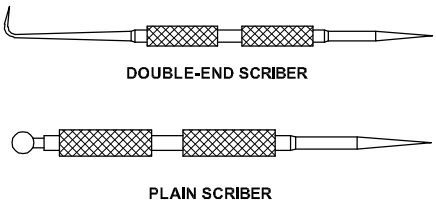
स्टील मापनी अलग-अलग लंबाई में उपलब्ध हैं। सामान्य आकार 150 mm/6इंच 300 mm/12इंच और 600 mm/24इंच हैं।

स्क्राइबर (Scriber):

स्क्राइबर स्टील या कार्बन स्टील से बना एक तीक्ष्ण नोंकदार उपकरण होता है जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है। दो प्रकार के स्क्राइबर हैं अर्थात्

- प्लेन स्क्राइबर
- डबल एंड स्क्राइबर

Fig 13



स्क्राइबर का उपयोग (Uses of scribers):

काटने से पहले सतहों पर रेखाओं को लिखने (चिह्नित करने) के लिए स्क्राइबर का उपयोग किया जाता है। स्क्राइबर का उपयोग आमतौर पर ऐसी सतहों पर अंकन (मार्किंग) के लिए किया जाता है जिन पर पेंसिल की मार्किंग नहीं की जा सकती है या पेंसिल मार्किंग स्पष्ट रूप से दिखाई नहीं देती है या पेंसिल मार्किंग कार्य करते समय मिट जाती है या पेंसिल मार्किंग बहुत मोटी होती है। उदाहरण के लिए हिलम या बैकेलाइट शीट पर पेंसिल मार्किंग उपयुक्त नहीं है। इसलिए इन बोर्डों पर स्क्राइबर्स का उपयोग करके लाइन मार्किंग की जाती है।

हैकसॉ फ्रेम और ब्लेड (Hacksaw frame and blade):

Fig 14 में ब्लेड से सज्जित एक विशिष्ट हैकसॉ फ्रेम दिखाया गया है। धातु की चादरों या खंडो को काटने के लिए हैकसॉ का उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग स्लॉट्स और परिरेखा को काटने के लिए भी किया जाता है।

हैकसॉ फ्रेम के प्रकार (Types of hacksaw frames):

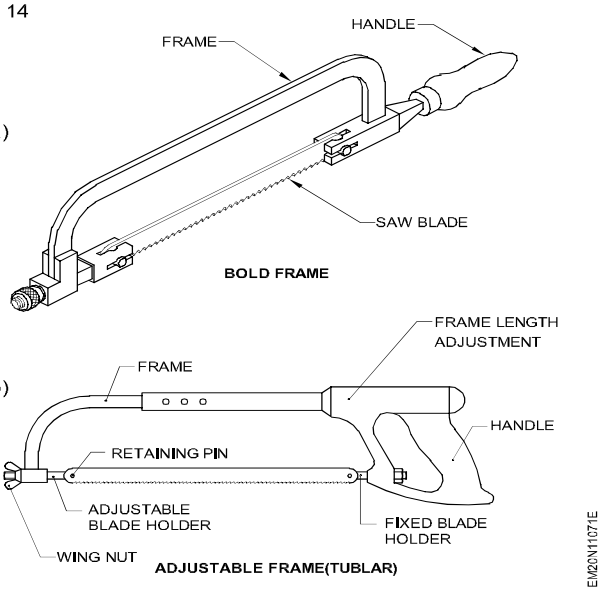
बोल्ड फ्रेम (Bold frame): इसमें फ्रेम की चौड़ाई तय होती है और इसे बदला नहीं जा सकता है। इस वजह से इन फ्रेमों के साथ केवल एक विशेष मानक लंबाई के हैकसॉ ब्लेड को ही फिट किया जा सकता है।

एडजस्टेबल फ्रेम (फ्लैट) (Adjustable frame) (Flat): इसमें फ्रेम की चौड़ाई को एडजस्ट करने के प्रावधान के साथ फ्रेम फ्लैट मेटल से बना होता है। इसलिए इस फ्रेम के साथ विभिन्न मानक लंबाई के ब्लेड फिट किए जा सकते हैं।

एडजस्टेबल फ्रेम टबलर टाइप (Adjustable frame tubular type): इसमें फ्रेम की चौड़ाई को एडजस्ट करने के प्रावधान के साथ फ्रेम टूबलर मेटल से बना होता है। इसलिए इस फ्रेम के साथ विभिन्न मानक लंबाई के ब्लेड फिट किए जा सकते हैं। इस हैकसॉ फ्रेम का सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला प्रकार है क्योंकि यह फ्रेम काटने के दौरान बेहतर पकड़ और नियंत्रण देता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 14



हैक्सॉब्लेड (Hacksaw blades):

हैक्सॉब्लेड दांतों के साथ एक पतली संकरी स्टील की पट्टी होती है और सिरों पर दो पिन होल्स होते हैं। ये ब्लेड या तो कम मिश्र धातु स्टील (la) या उच्च गति स्टील (hs) से बने होते हैं। हैक्सॉ ब्लेड 250 mm और 300 mm की मानक लंबाई में उपलब्ध हैं।

पंच (Punch):

पंच एक उपकरण है जिसकी सहायता से ड्रिल किए जाने वाले स्थानों पर या डिवाइडर की स्थिति या स्थायी डायमेंशनल मुखाकृति को बनाने के लिए पंच मार्क या हल्के गड्ढे बनाएं जाते हैं। एक विशिष्ट पंच Fig 15 में दिखाया गया है। पंच हार्ड स्टील से बने होते हैं जिसके एक सिरे पर एक संकरा सिरा होता है।

सेन्टर पंच(Centre punch): इन पंचों में पंच बिंदु पर 90 अंश का कोण होता है। इस एंगल से बना पंच मार्क चौड़ा होगा लेकिन ज्यादा गहरा नहीं। ये पंच निशान ड्रिलिंग की शुरुआत में ड्रिल बिट के लिए एक अच्छी सीटिंग देते हैं। यदि कोई पंच चिह्न के बिना किसी बिंदु पर ड्रिल करने का प्रयास करता है तो ड्रिल बिट ड्रिल किए जाने वाले बिंदु से खिसक जाएगा और अवांछित बिंदुओं पर एक कोटर (होल) ड्रिल कर सकता है जिससे जॉब बेकार हो जाएगा।

प्रिक पंच (Prick punch): प्रिक पंच का कोण 30 डिग्री या 60 डिग्री है। 30 डिग्री पॉइंट प्रिक पंच का उपयोग डिवाइडर की स्थिति के लिए आवश्यक हल्के पंच चिह्नों को चिह्नित करने के लिए किया जाता है। इस पंच मार्क में डिवाइडर लेग को उचित सीटिंग की सुविधा मिलेगी। विटनेस मार्क के लिए 60 डिग्री पंच का उपयोग किया जाता है।

हथौड़ा (Hammer):

इंजीनियर हथौड़ा एक हस्त उपकरण होता है जिसका उपयोग स्ट्राइकिंग उद्देश्यों जैसे छिद्रण बेंन्डग स्ट्रैटिंग छिलना, फोर्जिंग रिवेटिंग आदि के लिए किया जाता है।

हथौड़े के भाग (Parts of a hammer):

विभिन्न भागों के साथ एक विशिष्ट हथौड़ा Fig 16 में प्रदर्शित है।

हेड ड्रॉप-फोर्जड कार्बन स्टील से बना है। हैंडल आम तौर पर ऐसी सामग्रियों से बना होता है जो प्रहार करते समय झटके को सह सके। लकड़ी को सबसे ज्यादा हैंडल के लिए पदार्थ के रूप में उपयोग किया जाता है।

Fig 15



फेस (Face): हथौड़े का फेस वह होता है जो वस्तुओं से टकराता है। इसलिए इस हिस्से को सख्त किया जाता है। फेस के किनारों को उखड़ने से बचाने के लिए फेस को थोड़ा उत्तल आकार दिया जाता है।

पीन (Pein): पीन हेड का दूसरा सिरा होता है। इसका उपयोग रिवेटिंग और बेन्डिंग जैसे जॉब को आकार देने और बनाने के लिए किया जाता है। पीन विभिन्न आकार का हो सकता है जैसे बॉल पीन, क्रॉस पीन और स्ट्रेट पीन। हथौड़े की पीन भी कठोर होती है ।

चीक (Cheek): चीक हथौड़े के हेड का मध्य भाग है। यहां हथौड़े के वजन की मुहर लगाई जाती है। हथौड़े के हेड का यह हिस्सा नर्म होगा।

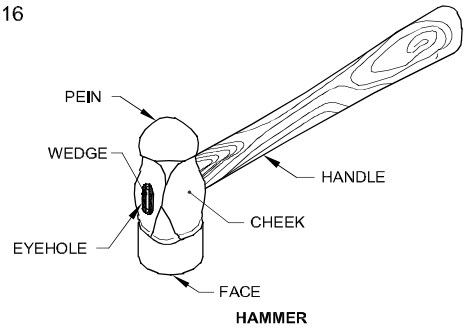
आईकोटर (Eyehole): आईकोटर हैंडल को फिक्स करने के लिए होता है। इसे हैंडल को मजबूती से फिट करने के लिए बनाया गया है। आईकोटर में हैंडल को फिक्स करने के लिए वेजेज (कील) का इस्तेमाल किया जाता है।

हथौड़ों का प्रयोग (Using hammers):

हथौड़े का प्रयोग करने से पहले

- काम के लिए उपयुक्त सही वजन के हथौड़े का चयन करें।
- सुनिश्चित करें कि हैंडल ठीक से फिट है।
- किसी भी दरार के लिए सिर और हैंडल की जाँच करें
- सुनिश्चित करें कि हथौड़े का फेस तेल या ग्रीस से मुक्त है।

Fig 16



ड्रिलिंग और ड्रिलिंग मशीन (Drilling and drilling machines):

ड्रिलिंग पदार्थ में सीधे कोटर बनाने की एक प्रक्रिया है। कोटर ड्रिल करने के लिए ड्रिलिंग मशीन के रूप में जाना जाने वाला एक मशीन टूल का

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

उपयोग किया जाता है। ड्रिलिंग मशीनों का उपयोग ट्विस्ट ड्रिल बिट्स के साथ किया जाता है।

ये ड्रिल बिट घूमते हैं और पदार्थ में बनाने वाले छिद्रों में प्रवेश करते हैं। ड्रिलिंग मशीनों को मैन्युअल रूप से या विद्त रूप से संचालित किया जा सकता है। एक ड्रिलिंग मशीन पोर्टेबल/हैंड हेल्ड या स्टैंड पर लगाई जा सकती है।

हैंड ड्रिल का उपयोग 6.5 mm व्यास तक के कोटरों की ड्रिलिंग के लिए किया जाता है।

इलेक्ट्रिक ड्रिलिंग मशीनों का उपयोग वहां किया जाता है जहां उच्च ड्रिलिंग और काफी स्थिर गति की आवश्यकता होती है। इलेक्ट्रिक ड्रिलिंग मशीनों का उपयोग करके छिद्रों को तेजी से और उच्च सटीकता के साथ ड्रिल किया जा सकता है पोर्टेबल इलेक्ट्रिक ड्रिलिंग मशीन 6 mm और 12 mm क्षमता में उपलब्ध हैं। ये ड्रिलिंग मशीनें आम तौर पर 230V, 50 Hz AC मेन सप्लाई पर काम करती हैं।

ट्विस्ट ड्रिल/ड्रिल बिट (Twist drill/drill bit):

ठोस पदार्थ में गोल कोटर बनाने के लिए ड्रिलिंग प्रक्रियाओं में ट्विस्ट ड्रिल का उपयोग किया जाता है। जब एक ड्रिल को घुमाया जाता है और घूर्णन ड्रिल को पदार्थ के विपरीत दबाया जाता है तो ड्रिल पदार्थ में प्रवेश करती है और पदार्थ को काट देती है। जिस दर से ड्रिल को पदार्थ के माध्यम से दबाया जाता है उसे 'फीड' कहा जाता है।

ड्रिल की गति (Speeds of drills):

ड्रिल बिट का बाहरी (बाह्र) कोना कटिंग लिप का सबसे मेहनती हिस्सा होता है। उदाहरण के लिए एक चक्कर में बाहरी कोना काटने वाले होंठ के मध्य-बिंदु से दोगुनी धातु को काटता है।

किसी विशेष पदार्थ के लिए काटने की गति फीट प्रति मिनट या मीटर प्रति मिनट में व्यक्त की जाती है।

एक ड्रिल के लिए अनुशंसित गति उसके लिपके बाहरी कोनों के लिए काटने की आदर्श गति है। ड्रिलिंग मशीन के प्रति मिनट चक्कर का चयन करें जो ड्रिल की परिधि पर इसे काटने की गति देगी।

रेती (Files):

रेती एक कई कटिंग एज वाली एक कटिंग उपकरण है जिसका उपयोग सामग्रियों को रेतने के लिए किया जाता है। रेतना थोड़ी मात्रा में पदार्थ को काटने/निकालने के लिए उपयोग की जाने वाली प्रक्रियाओं में से एक है।

फ़ाइल के भाग (Parts of a file):

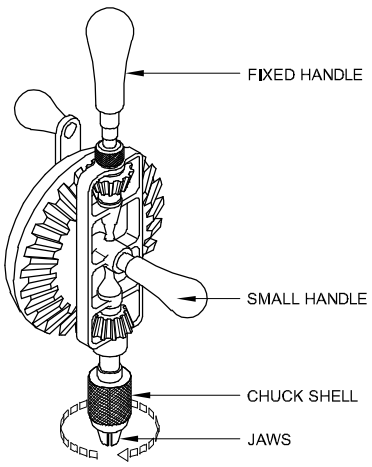
Fig 19 में एक विशिष्ट रेती के मुख्य भागों को दिखाया गया है।

रेती के विशिष्ट लक्षण (File specification):

रेती (फ़ाइल) के विशिष्ट लक्षण निम्न हैं:

- लंबाई
- ग्रेड
- कट

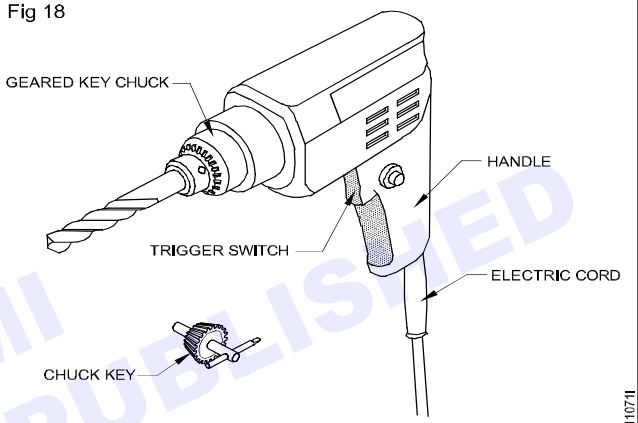
Fig 17



HAND DRILLING MACHINE

EM20N11071H

Fig 18



ELECTRIC DRILLING MACHINE

EM20N11071I

- आकृति

लंबाई टिप से हील तक की दूरी है। यह 100 mm से 300 mm के तक होती है।

ग्रेड (Grade): विभिन्न ग्रेड की रेती रफ बास्टर्ड सेकेंड कट स्मूद और डेड स्मूद हैं। धातु की अधिक मात्रा को शीघ्रता से हटाने के लिए रफ फाइल का उपयोग किया जाता है।

बास्टर्ड फ़ाइल का उपयोग साधाराण फाइलिंग उद्देश्यों के लिए किया जाता है।

दूसरी कट फ़ाइल का उपयोग अच्छे परिष्करण उद्देश्यों के लिए किया जाता है।

स्मूथ फाइल का उपयोग कम धातु को हटाने और अच्छी सतह फिनिश देने के लिए किया जाता है।

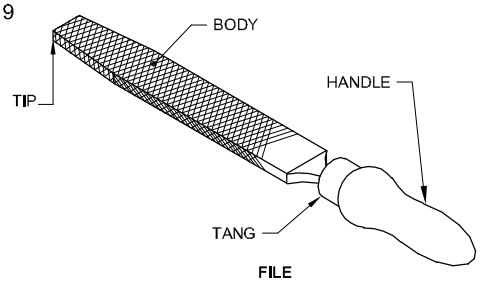
डेड स्मूथ फाइल का इस्तेमाल हाई डिग्री फिनिशिंग के लिए किया जाता है।

रेती का कट (Cut of file):

रेती (फ़ाइल) की सतह पर दांतों की पंक्तियाँ रेती के कट का संकेत देती हैं। उदाहरण के लिए यदि फ़ाइल की सतह पर दांतों की एक पंक्ति है जैसा कि Fig 20 में दिखाया गया है इसे 'एकल कट फ़ाइल' कहा जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 19



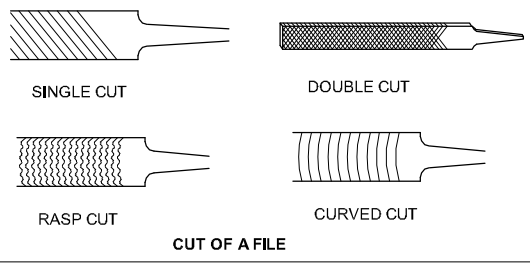
कट के प्रकार (Types of cut):

फाइलों के कट के विभिन्न प्रकार हैं: -

- सिंगल कट
- डबल कट
- रास्प कट और
- घुमावदार कट।

सिंगल कट (Single cut): एक सिंगल कट फाइल में 60 डिग्री के कोण पर फाइल के फेस पर एक दिशा में दांतों की एक पंक्ति होती है। इन फाइलों का उपयोग नरम पदार्थ जैसे सीसा टिन एल्यूमीनियम आदि को रेतने के लिए किया जाता है।

Fig 20



डबल कट (Double cut): एक डबल कट फ़ाइल में दांतों की पंक्तियाँ दो दिशाओं में एक दूसरे के आर-पार 50 डिग्री से 60 डिग्री के कोण पर होती हैं दूसरी पंक्ति 75 डिग्री पर होती है। इन फाइलों का उपयोग स्टील पीतल कांस्य आदि जैसी कठोर पदार्थ को फाइल करने के लिए किया जाता है।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

फिटिंग और शीट मेटल वर्क (Fitting and sheet metal work)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **शीट्स के प्रकार बताएं**
- **कटिंग औजारों के नाम बताइए**
- **रिवेटिंग को परिभाषित करें और रिवेट्स के प्रकारों को नाम दें।**

शीट मेटल को काटना और बेंड करना (Cutting and bending of sheet metal):

लगभग सभी शीट धातु उद्योग विभिन्न मोटाई की चादरों में लिपटे हुए स्टील का बड़ी मात्रा में उपयोग करते हैं। इन चादरों को कभी-कभी विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए जस्ता टिन या अन्य धातुओं के साथ लेपित किया जाता है। स्टील की चादरों के अलावा उद्योगों में जस्ता तांबा एल्यूमीनियम स्टेनलेस स्टील आदि से बनी चादरों का भी उपयोग करते हैं।

शीट मेटल शब्द आम तौर पर धातुओं और मिश्र धातुओं पर लागू होता है जो 5 mm से कम की विभिन्न मोटाई की चादरों में लिपटा हुआ होता है। 5 mm से अधिक मोटाई की चादरें प्लेट कहलाती हैं।

पहले चादरें मानक तार गेज (SWG) संख्याओं द्वारा निर्दिष्ट की जाती थीं। प्रत्येक गेज को एक निश्चित मोटाई के साथ नामित किया गया है। गेज संख्या जितनी बड़ी होगी शीट की मोटाई उतनी ही कम होगी। आजकल शीट की मोटाई सीधे मिलीमीटर (mm) में निर्दिष्ट की जाती है जैसे 0.40 mm 0.50 mm 0.63 mm 0.80 mm 0.90 mm 1.00 mm 1.12 mm 1.25 mm आदि।

शीट के प्रकार (Types of sheets):

स्टील शीट (Steel sheet): यह हल्के स्टील की एक बिना परत वाली शीट होती है जिसमें नीले-काले रंग की उपस्थिति होती है। इस धातु का उपयोग केवल उन वस्तुओं तक ही सीमित है जिन पर पेंट या इनेमल किया जाना है।

गैल्वनाइज़्ड आयरन की चादर (Galvanized iron sheet): जस्ता-लेपित लोहे की चादरें गैल्वनाइज़्ड आयरन की चादरों के रूप में जानी जाती हैं जिन्हें लोकप्रिय रूप से जीआई शीट के रूप में जाना जाता है। जस्ता कोटिंग जंग का प्रतिरोध करती है। इनका उपयोग आमतौर पर पानी के पाइप बनाने में किया जाता है। जीआई शीट का उपयोग करके पैन बाल्टी भट्टियां कैबिनेट जैसी वस्तुएं भी बनाई जाती हैं।

कॉपर शीट (Copper sheets): कॉपर शीट या तो कोल्ड रोल्ड या हॉट रोल्ड शीट के रूप में उपलब्ध हैं। कोल्ड रोल्ड शीट पर आसानी से काम किया जाता है और शीट मेटल की दुकानों में उपयोग किया जाता है। गटर रूफ फ्लैशिंग और हुड सामान्य उदाहरण हैं जहां तांबे की शीट का उपयोग किया जाता है।

एल्युमिनियम शीट (Aluminium sheets): एल्युमिनियम शीट जंग के लिए अत्यधिक प्रतिरोधी रंग में सफेद और वजन में हल्की होती हैं। चूँकि एल्युमिनियम एक तन्य पदार्थ है इसे आसानी से किसी भी आकार में मोड़ा जा सकता है। घरेलू बर्तन लाइट फिक्स्चर खिड़कियां इत्यादि जैसे कई वस्तुओं के निर्माण में एल्यूमिनियम शीट का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

टिन शीट (Tin sheets): टिन की चादर लोहे की चादर को जंग से बचाने के लिए टिन से ढकी होती है। टिन की चादरों के आकार और मोटाई को विशेष चिह्नों द्वारा दर्शाया जाता है न कि गेज संख्याओं से।

टिन्ड शीट का उपयोग खाद्य कंटेनर डेयरी उपकरण फर्नेस फिटिंग आदि के लिए किया जाता है।

पीतल की चादर (Brass sheet): पीतल विभिन्न अनुपातों में तांबे और जस्ता का मिश्र धातु है। यह खराब नहीं होगा और शिल्प में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

स्निप्स - शीट मेटल कटिंग टूल्स (Snips - Sheet metal cutting tools):

स्निप एक कटिंग उपकरण है जिसका उपयोग धातु की पतली शीट को काटने के लिए किया जाता है। Fig 1 और 3 में दिखाए गए अनुसार एक विशिष्ट स्निप प्रदर्शित है।

स्निप तीन प्रकार के होते हैं।

1 सीधे स्निप (Straight snips)

2 मुड़े हुए स्निप/घुमावदार स्निप (Bent snips/curved snips)

3 यूनिवर्सल स्निप (Universal snips)

सीधे स्निप (Straight snip):

एक विशिष्ट सीधे स्निप और उसके हिस्से fig 1 में दिखाए गए हैं।

1 हैंडल 2 ब्लेड 3 स्टॉपर

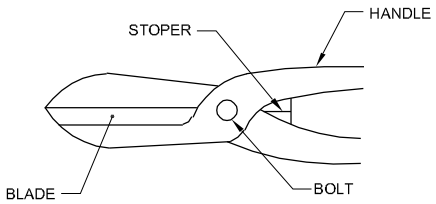
स्ट्रेट स्निप्स में एक सीधी रेखा के साथ पतली शीट काटने के लिए सीधे ब्लेड होते हैं

जैसा कि Fig 2a में दिखाया गया है। इसका उपयोग बाहरी घुमावदार कटों के लिए भी किया जा सकता है जैसा कि Fig 2b में दिखाया गया है।

मुड़े हुए स्निप/घुमावदार स्निप (Bent snips/curved snips):
बेंट स्निप में घुमावदार ब्लेड होते हैं जैसा कि fig 3a में दिखाया गया है। इन टुकड़ों का उपयोग आंतरिक वक्रों को काटने के लिए और कट के बाहर एक सिलेंडर को ट्रिम करने के लिए किया जाता है जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है।

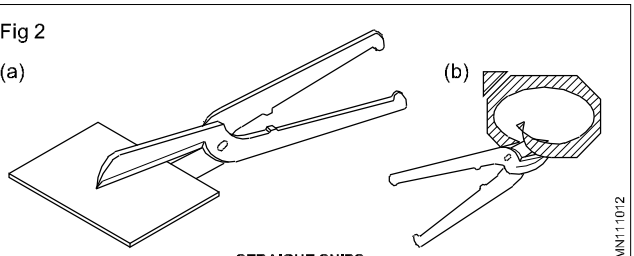
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 1



SNIPS

Fig 2



STRAIGHT SNIPS

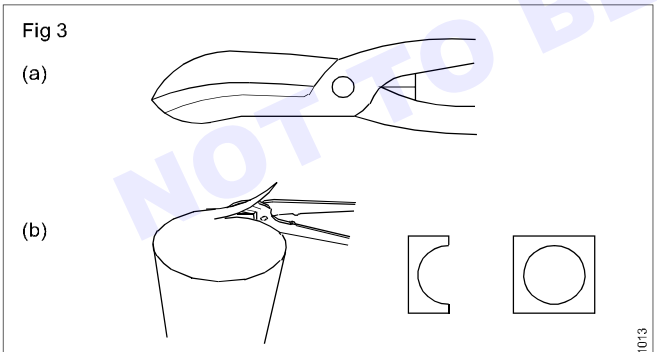
Fig 4 में एक यूनिवर्सल स्निप दिखाया गया है। अधिकांश सामान्य प्रयोजन कार्यों के लिए यूनिवर्सल स्निप का उपयोग किया जाता है। सामान्य उपयोग के लिए स्निप का सबसे अच्छा आकार 300 mm लम्बी एक जोड़ी है।

फोल्डिंग टूल्स (FOLDING TOOLS):

आमतौर पर शीट मेटल को फोल्ड करने में इस्तेमाल होने वाले उपकरण हैं:

- एंगल स्टील
- फोल्डिंग बार
- C क्लैंप
- स्टेक्स
- मैलेट

Fig 3

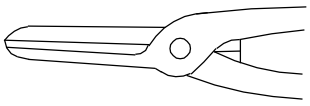


CURVED SNIPS

कोण स्टील (Angle steel): शीट धातु को 90° के कोण पर मोड़ने के लिए कोणों के दो टुकड़ों का उपयोग किया जाता है। इन कोणों को कोणों के बीच सैंडविच मोड़ने के लिए शीट धातु के साथ एक वाइस पर लगाया जाता है। अधिक लंबी चादरों के लिए क्लैंप या हैंड वाइस के साथ लंबे कोणों का उपयोग किया जाएगा।

फोल्डिंग बार (Folding bars): शीट मेटल को मोड़ने के लिए फोल्डिंग बार में क्लैंप किया जाता है। शीट मेटल को मैलेट (लकड़ी के हथौड़े) का उपयोग करके आवश्यक आकार में मोड़ा जाता है।

Fig 4



UNIVERSAL SNIPS

C - क्लैंप (C - clamp): एक विशिष्ट C-क्लैंप का उपयोग होल्डिंग डिवाइस के रूप में किया जाता है। इस क्लैंप का उपयोग तब किया जाता है जब दो टुकड़ों को सुरक्षित रूप से पकड़ना होता है या एक दूसरे से जुड़ा होना होता है। यह जबड़ों की शुरुआती चौड़ाई के हिसाब से अलग-अलग साइज में उपलब्ध है।

स्टेक्स (Stakes): स्टेक धातु को बेंन्डग सीमिंग करने और फॉर्मिंग के लिए उपयोग किए जाने वाले उपकरण हैं जो किसी भी नियमित मशीन पर नहीं किए जा सकते हैं। उपरोक्त उद्देश्यों के लिए विभिन्न आकार के स्टेक्स नीचे सूचीबद्ध हैं । स्टेक्स सॉफ्ट या कास्ट स्टील से बने होते हैं।

- हैचेट स्टेक
- स्क्वायर स्टेक
- ब्लो-हॉर्न स्क्वायर स्टेक
- बेवल-एज स्क्वायर स्टेक

हैचेट स्टेक (Hatchet stake): इसका उपयोग तेज मोड़ बनाने किनारों को मोड़ने और शीट धातु को मोड़ने के लिए किया जाता है।

वर्गाकार स्टेक (Square stake): इसका उपयोग सामान्य प्रयोजन के बैंडिंग वाले कार्यों के लिए किया जाता है।

ब्लो-हॉर्न स्टेक (Blow-horn stake): इसका उपयोग टेपर्ड शंकु के आकार की वस्तुएं जैसे कीप आदि बनाने रिवेटिंग या सिलाई में किया जाता है।

बेवल-एज स्क्वायर स्टेक(Bevel-edged square stake): इसका उपयोग कोनों और किनारों को बनाने के लिए किया जाता है।

मैलेट (Mallet):

Fig 5 में एक मैलेट प्रदर्शित है। शीट धातुओं को मोड़ते समय प्रहार करने के लिए मैलेट का उपयोग किया जाता है। मैलेट लकड़ी रबर तांबे आदि से बने होते हैं। चूंकि ये नरम पदार्थहैं इसलिए ये काम करते समय शीट की सतह को नुकसान नहीं पहुंचाएंगे।

नॉच (NOTCHES)

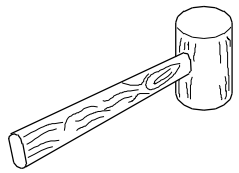
नॉच कोणीय रिक्त स्थान होते हैं जिसमें शीट धातु को हटा दिया जाता है। नॉच बनाने का उद्देश्य कार्य को आवश्यक आकृति और आकार में बनने देना है। नॉच अतिरिक्त पदार्थ को अतिव्यापी होने से रोकते हैं और चिह्न और किनारों पर एक उभार पैदा करते हैं।

रिवेटिंग (Riveting): रिवेटिंग दो टुकड़ों - धातु के टुकड़ों के स्थायी जोड़ बनाने के संतोषजनक तरीकों में से एक है।

यह उसी धातु के रिवेट्स का उपयोग करने के लिए प्रथागत है जिसमें शामिल होने वाले भागों का उपयोग किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 5



MALLET

EMN111015

उपयोग (Uses): रिवेट्स का उपयोग धातु की चादरों और प्लेटों को निर्माण जैसे कि पुल जहाज क्रेन संरचनात्मक स्टील जॉब बॉयलर प्लेन और कई अन्य कार्यों में किया जाता है।

पदार्थ (Material): रिवेटिंग में सिर बनाने के लिए टांग को विकृत करके रिवेट्स को सुरक्षित किया जाता है। ये लो कार्बन स्टील पीतल तांबा और एल्यूमीनियम जैसी तन्य पदार्थ से बने होते हैं।

रिवेट्स के प्रकार (Types of rivets)

चार सबसे आम प्रकार के रिवेट्स हैं:

- टिनमेन रिवेट
- फ्लैट हेड रिवेट
- राउंड हेड रिवेट
- काउंटरसंक हेड रिवेट।

रिवेटिंग की विधि (Method of riveting): रिवेटिंग हाथ से या मशीन द्वारा की जा सकती है।

हाथ से रिवेट करते समय इसे हथौड़े और रिवेट सेट से किया जा सकता है।

रिवेट सेट (Rivet set): उथले कप के आकार के कोटर (Hole) का उपयोग शीट और कीलक को एक साथ खींचने के लिए किया जाता है। किनारे पर आउटलेट स्लग को बाहर निकलने की अनुमति

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

इलेक्ट्रिकल टर्म (Electrical terms)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **विद्त आवेश, विभवान्तर, वोल्टता, धारा, प्रतिरोध का वर्णन करें**
- **DC और AC सर्किट की व्याख्या करें**
- **सिंगल फेज और थ्री फेज AC सिस्टम की व्याख्या करें**

विद्त आवेश (Electric charge):

आवेश पदार्थ के प्राथमिक कणों का मूल गुण है। अन्य विद्त मात्रको जैसे वोल्टेज धारा आदि को परिभाषित करने के लिए आवेश को मूल विद्त मात्रक के रूप में लिया जाता है।

आधुनिक परमाणु सिद्धांत के अनुसार परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन के कारण धनावेश होता है। सामान्यतः जब विद्त में आवेश शब्द का प्रयोग किया जाता है तो इसका अर्थ इलेक्ट्रॉनों की अधिकता या न्यूनता से होता है।

आवेश स्थिर या गतिमान हो सकते हैं। स्थिर आवेशों को स्थैतिक आवेश कहते हैं। स्थैतिक आवेशों और उनके बलों के विश्लेषण को इलेक्ट्रोस्टैटिक्स कहा जाता है।

उदाहरण(Example): यदि एक कठोर रबर पेन या कंघी को कागज की शीट पर रगड़ा जाता है, तो रबर कागज के टुकड़ों को आकर्षित करेगा। रगड़ने के कार्य के परिणामस्वरूप रबर की सतह पर अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनों का आवेश और कागज पर अतिरिक्त प्रोटॉनों का आवेश उत्पन्न करने के लिए इलेक्ट्रॉनों और प्रोटॉन को अलग करना पड़ा। कागज और रबर एक स्थिर विद्त आवेश का प्रमाण देते हैं जिसमें स्थिर अवस्था में इलेक्ट्रॉन या प्रोटॉन होते हैं अर्थात गति या स्थिर आवेश में नहीं।

किसी भी माध्यम में आवेशित कणों की गति को धारा कहते हैं। प्रति यूनिट समय में आवेश के शुद्ध हस्तांतरण को एम्पीयर में मापी गई धारा कहा जाता है।

विद्त आवेश का प्रतीक Q या q है। 6.25×10^{18} इलेक्ट्रॉनों के आवेश को Q = 1 कूलाम्ब = 1C कहा जाता है। इस इकाई का नाम एक फ्रांसीसी भौतिक विज्ञानी चार्ल्स A कूलाम्ब (1736-1806) के नाम पर रखा गया है जिन्होंने आवेशों के बीच बल को मापा।

धनात्मक और ऋणात्मक ध्रुवीयता(Negative and positive polarities): ऋणात्मक ध्रुवता को सामान्य रूप से रबर एम्बर और रेज़नस पदार्थ पर उत्पादित स्थिर चार्ज को नियत किया गया है। धनात्मक ध्रुवता कांच और अन्य कांच के पदार्थों पर उत्पादित स्थिर चार्ज को संदर्भित करती है। इस आधार पर सभी परमाणुओं में इलेक्ट्रॉन ऋणात्मक आवेश के मूल कण होते हैं क्योंकि उनकी ध्रुवता रबर पर आवेश के समान होती है। प्रोटॉन का धनात्मक आवेश होता है क्योंकि ध्रुवता कांच पर आवेश के समान होती है।

धनात्मक आवेश को +Q (इलेक्ट्रॉनों की कमी) से और ऋणात्मक आवेश को -Q (इलेक्ट्रॉनों की अधिकता) द्वारा निरूपित किया जाता है। एक न्यूट्रल स्थिति को शून्य आवेश माना जाता है।

विपरीत ध्रुवता/आवेश एक दूसरे को आकर्षित करना (Opposite polarity/charges attract each other):

यदि हल्के वजन के दो छोटे आवेशित पिंडों को इस तरह से लगाया जाता है कि वे आसानी से चलने के लिए स्वतंत्र हों और एक दूसरे के करीब रखे गए हों तो दोनों आवेशों में विपरीत ध्रुवता होने पर वे एक-दूसरे की ओर आकर्षित हो जाते हैं। इलेक्ट्रॉनों और प्रोटॉन के संदर्भ में वे विपरीत आवेशों के बीच आकर्षण बल द्वारा एक-दूसरे की ओर आकर्षित होते हैं। इसके अलावा एक इलेक्ट्रॉन का वजन एक प्रोटॉन के वजन का केवल 1/1840 होता है। परिणामस्वरूप आकर्षण बल इलेक्ट्रॉनों को प्रोटॉन की ओर ले जाने के लिए प्रेरित करता है।

समान ध्रुवता/आवेश एक दूसरे को प्रतिकर्षित करना (Same polarity/charges repel each other):

जब दो निकायों में समान ध्रुवता के साथ समान मात्रा में आवेश होता है तो वे एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं। दो ऋणात्मक आवेश प्रतिकर्षित करते हैं जबकि समान मान के दो धनात्मक आवेश भी एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।

चार्ज को उदासीन करना (Neutralising a charge):

कांच और रेशम को आपस में रगड़ने के बाद वे बिजली से चार्ज हो जाते हैं। लेकिन यदि कांच की छड़ और रेशम को फिर से एक साथ लाया जाता है तो छड़ में धनात्मक आवेशों का आकर्षण इलेक्ट्रॉनों को रेशम से वापस खींच लेता है जब तक कि दोनों पदार्थविद्त रूप से उदासीन न हो जाए।

डिस्चार्ज करने के लिए आवेशित निकायों के बीच एक तार भी जोड़ा जा सकता है। यदि दोनों सामग्रियों पर चार्ज काफी मजबूत हैं तो वे आकाशीय विद्त की तरह एक चिंगारी के माध्यम से निर्वहन (डिस्चार्ज) कर सकते हैं।

इलेक्ट्रोस्टैटिक क्षेत्र (Electrostatic fields):

आवेशित पदार्थों पर आकर्षित और प्रतिकर्षित करने वाले बल आवेशित पदार्थों के चारों ओर मौजूद स्थिरविद्त (इलेक्ट्रोस्टैटिक) बल रेखाओं के कारण होते हैं।

एक ऋणात्मक रूप से आवेशित वस्तु में अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनों के बल की रेखाएँ एक इलेक्ट्रोस्टैटिक क्षेत्र का निर्माण करने के लिए जुड़ती हैं जिसमें सभी दिशाओं से वस्तु में आने वाली बल की रेखाएँ होती हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

एक धनात्मक रूप से आवेशित वस्तु में इलेक्ट्रॉनों की कमी के कारण अतिरिक्त प्रोटॉन पर बल की रेखाएँ जुड़ती हैं जिससे एक इलेक्ट्रोस्टैटिक क्षेत्र उत्पन्न होता है जिसमें सभी दिशाओं में वस्तु से बाहर जाने वाली बल की रेखाएँ होती हैं।

ये इलेक्ट्रोस्टैटिक क्षेत्र या तो एक दूसरे की सपोर्ट करते हैं या विरोध करते हैं।

आकर्षण बल या प्रतिकर्षण बल दो कारकों पर निर्भर करता है

1 प्रत्येक वस्तु पर आवेश की मात्रा और

2 वस्तुओं के बीच की दूरी।

वस्तुओं पर विद्त आवेश जितना अधिक होगा वैद्त स्थैतिक बल उतना ही अधिक होगा। आवेशित वस्तुएं एक-दूसरे के जितने करीब होती हैं इलेक्ट्रोस्टैटिक बल उतना ही अधिक होता है।

स्थैतिक विद्त आवेश आमतौर पर कोई उपयोगी कार्य नहीं कर सकता है। किसी प्रकार का कार्य करने के लिए विद्त आवेशों का उपयोग करने के लिए मान लीजिए एक विद्त बल्ब को जलाने के लिए आवेशों को गति में सेट किया जाना चाहिए। इस प्रकार विद्त धारा प्रवाहित होती है जब ऋणात्मक आवेश/मुक्त इलेक्ट्रॉनों को एक माध्यम में एक ही दिशा में ले जाया जाता है उदाहरण के लिए एक तांबे का तार।

इलेक्ट्रॉन गति (Electron movement):

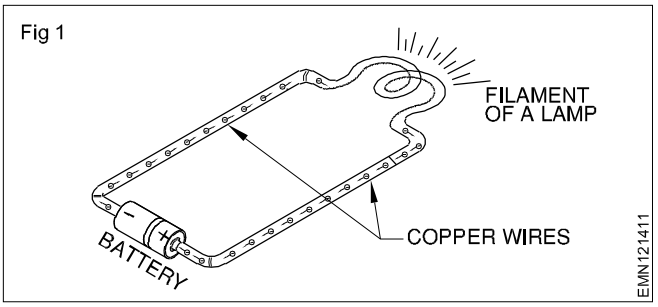
विद्त धारा उत्पन्न करने के लिए तांबे के तार में मुक्त इलेक्ट्रॉनों को एक ही दिशा में स्थानांतरित करने के लिए बनाया जाना चाहिए। यह तांबे के तार के सिरों पर विद्त आवेशों को अधिक सटीक रूप से एक सिरे पर ऋणात्मक आवेश और तांबे के तार के दूसरे सिरे पर धनात्मक आवेश लगाकर किया जा सकता है।
चूँकि तांबे में मुक्त इलेक्ट्रॉनों पर ऋणात्मक आवेश होता है इसलिए वे तार के एक सिरे पर लगाए गए ऋणात्मक आवेश द्वारा प्रतिकर्षित होते हैं। उसी समय ये मुक्त इलेक्ट्रॉन तार के दूसरे छोर पर रखे धनात्मक आवेश से आकर्षित होते हैं। इसलिए तांबे में मुक्त इलेक्ट्रॉन धनात्मक आवेश की ओर बहते हैं जिससे विद्त धारा का प्रवाह होता है।

एक पूर्ण या बंद सर्किट (A complete or closed circuit):

निरंतर विद्त धारा होने के लिए पूर्ण या बंद परिपथ में मुक्त इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह जारी रहना चाहिए। ऐसा होने के लिए तार के सिरों पर विपरीत चार्ज लगाने के लिए विद्त ऊर्जा स्रोत का उपयोग किया जाना चाहिए। फिर ऋणात्मक आवेश तार के माध्यम से इलेक्ट्रॉनों को प्रतिकर्षित करेगा। धनात्मक पक्ष में इलेक्ट्रॉनों को स्रोत में आकर्षित किया जाएगा; लेकिन स्रोत की ओर आकर्षित होने वाले प्रत्येक इलेक्ट्रॉन के लिए तार में ऋणात्मक पक्ष द्वारा एक इलेक्ट्रॉन की आपूर्ति की जाएगी इसलिए, जब तक ऊर्जा स्रोत अपने विद्त आवेशों को लागू करना जारी रखता है, तब तक तार के माध्यम से धारा प्रवाहित होती रहेगी इसे बंद सर्किट कहा जाता है। बैटरी विद्त आवेशों का एक विशिष्ट स्रोत है।

एक पूर्ण या बंद परिपथ जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है धारा के प्रवाह के लिए आवश्यक है।

Fig 1



मापन की विद्त इकाइयाँ (Electrical Units of Measurements):

विद्त वाहक बल (वोल्टेज) (Electromotive force)(voltage):

विद्त वाहक बल (EMF) विद्त ऊर्जा के स्रोत की तीव्रता की माप है। EMF सामान्य यांत्रिक अर्थों में एक बल नहीं है लेकिन यह ऊर्जा के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला एक सुविधाजनक शब्द है जो विद्त परिपथ के माध्यम से विद्त प्रवाहित करता है।

जब दो आवेशों के विभव में अंतर होता है तो उनके बीच मौजूद विद्त बल को विद्त वाहक बल (EMF) कहा जा सकता है। EMF की तीव्रता को इंगित करने के लिए प्रयोग की जाने वाली माप की इकाई वोल्ट (V) है।

वोल्ट की परिभाषा (Definition of Volt):

जब विभवांतर के कारण 1 कूलॉम आवेश द्वारा 1 जूल कार्य किया जाता है तो विद्त वाहक बल 1 वोल्ट होता है।

शब्द वोल्टेज, विद्त वाहक बल (EMF), और वोल्टेज अक्सर एक दूसरे के लिए उपयोग किए जाते हैं।

धारा की मात्रा (Quantity of current):

एक तार या एक परिपथ के माध्यम से बहने वाली धारा की मात्रा एक सेकंड में दिए गए बिंदु से गुजरने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या से निर्धारित होती है। किसी तार या परिपथ से प्रवाहित धारा की मात्रा को मापने की इकाई एम्पीयर (A) है।

धारा की मात्रा (Definition of ampere):

यदि 1 कूलॉम आवेश एक बिंदु को 1 सेकंड में पार करता है तो प्रवाहित धारा 1 एम्पियर कहलाती है।

नोट: एक कूलम्ब 6.28×10^{18} इलेक्ट्रॉन होता है।

एम्पीयर शब्द एक वैज्ञानिक A.M एम्पीयर (18वीं शताब्दी) के नाम से आया है। एक एम्पीयर से निम्न धारा की मात्रा मिलीएम्पियर और माइक्रोएम्पियर में मापी जाती है।

1 मिलीएम्पीयर = 1/1000 एम्पीयर ।

1 माइक्रोएम्पीयर = 1/1000000 एम्पीयर।

विद्त के प्रकार (Types of electricity):

विद्त कैसे उत्पन्न या उत्पादित की जाती है इस आधार पर विद्त को दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है

1 प्रत्यावर्ती धारा आपूर्ति, जिसे आम तौर पर AC आपूर्ति के रूप में जाना जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

2 दिष्ट धारा आपूर्ति जिसे आमतौर पर DC आपूर्ति के रूप में जाना जाता है।

AC सप्लाई (AC supply):

प्रत्यावर्ती धारा आपूर्ति शब्द एक आपूर्ति स्रोत को दिया जाता है जो एक ऐसे परिपथ के माध्यम से प्रवाहित होने के लिए धारा बनाता है जो प्रवाह के रूप में लगातार दिशा बदलती रहती है। एक सेकंड की अवधि में धारा की संख्या जितनी बार बदलती है उसे प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति कहा जाता है। आवृत्ति की इकाई हर्ट्ज है जिसे हर्ट्ज के रूप में दर्शाया गया है। भारत और यूरोप में आवृत्ति 50 हर्ट्ज के रूप में मानकीकृत है।

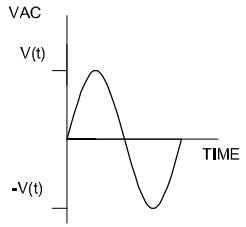
भारत में हाइड्रो/थर्मल/न्यूक्लियर पावर स्टेशनों में उत्पन्न बिजली AC होती है। Fig 2 में आपूर्ति को दिखाया गया है।

DC आपूर्ति (DC supply):

डायरेक्ट करंट सप्लाई शब्द एक आपूर्ति स्रोत को दिया जाता है जो एक सर्किट के माध्यम से करंट को केवल एक दिशा में प्रवाहित करता है।

बैटरी निरंतर वोल्टेज की DC आपूर्ति देती हैं

Fig 2



AC VOLTAGE

EM20N121312

विद्त विभवान्तर (Electric potential difference):

विद्त विभवान्तर को दो आवेशित निकायों के विद्त क्षेत्र में एक इकाई आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में किए गए कार्य की मात्रा के रूप में परिभाषित किया जाता है। दूसरे शब्दों में विभवान्तर को विद्त विभवान्तर के रूप में परिभाषित किया जाता है।

इकाई (Unit): विभवान्तर का मात्रक वोल्ट होता है।

प्रतिरोध (Resistance):

किसी पदार्थ द्वारा अपने माध्यम से विद्त धारा प्रवाहित करने के विरोध को प्रतिरोध कहा जाता है Fig 3 में DC आपूर्ति को दिखाया गया है।

AC परिपथ (A.C. Circuits):

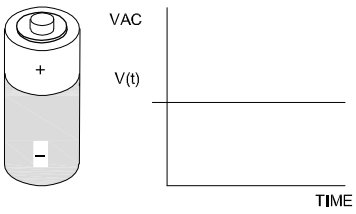
चक्र (Cycle): प्रत्यावर्ती मात्रा के मान और दिशा में पूर्ण परिवर्तन को एक चक्र कहा जाता है।

अवधि (Period): एक चक्र पूरा करने में लगने वाले समय को आवर्त कहते हैं।

आयाम (Amplitude): यह आधे चक्र में वोल्टेज की धारा द्वारा प्राप्त उच्चतम मान है।

तात्क्षणिक मान (Instantaneous value): किसी भी क्षण का मान तात्क्षणिक मान कहलाता है। Fig 4 में इस मान को i_1, i_2.... द्वारा दिखाया गया है।

Fig 3



DC VOLTAGE

EM20N121313

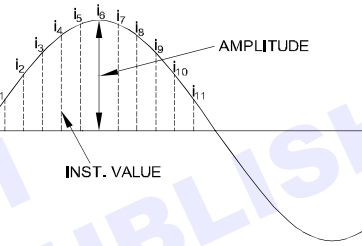
आवृत्ति (Frequency): इसे प्रति सेकंड चक्रों की संख्या के रूप में परिभाषित किया गया है। भारत में 50 c/s आवृत्ति सामान्य है।

आवृत्ति = NF /120

जहाँ N, r p.m में गति है और P मशीन के ध्रुवों की संख्या है।

R.M.S मान (R.M.S Value): किसी प्रत्यावर्ती धारा का मूल माध्य वर्ग मान उस स्थिर d.c द्वारा दिया जाता है जो एक निश्चित समय और दिए गए प्रतिरोध में उतनी ही ऊष्मा उत्पन्न करती है जितनी की प्रत्यावर्ती धारा द्वारा की जाती है। इसे A.C का आभासी या प्रभावी मान भी कहते हैं।

Fig 4



EM20N121314

Ir.m.s. = 0.707 Imax

Vr.m.s = 0.707 Vmax

सभी AC वोल्टमीटर और एम्पीयर मीटर वोल्टेज और धारा का मान rms में पढ़ते हैं।

शिखर मान (Peak value): किसी दिए गए अंतराल के दौरान राशि के मानों का अधिकतम मान।

सिंगल फेज AC पावर सिस्टम में वोल्टेज 90° और 270° पर 360° पर एक पूर्ण चक्र के साथ पीक पर होता है। (Fig 5)

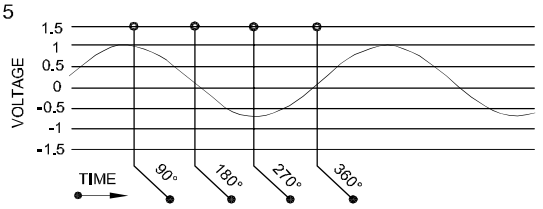
सिंगल फेज (सिंगल फेज) AC पावर सप्लाई के लाभ और उपयोग (Benefits and uses of a single phase AC power supply):

सिंगल फेज पावर सप्लाई इकाइयों में अनुप्रयोगों की एक विस्तृत श्रृंखला होती है। 1000 वाट तक सीमित बिजली की आवश्यकता वाली इकाइयां आमतौर पर सिंगल फेज AC पावर सप्लाई का सबसे कुशल उपयोग करती हैं। आम तौर पर सिंगल फेज प्रणाली के चयन के लाभों में शामिल हैं:

- विस्तृत अनुप्रयोग
- 1000 वाट तक के लिए सबसे कुशल AC पावर सप्लाई
- न्यूनतम डिजाइन लागत
- कम जटिल डिजाइन

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 5



थ्री फेज सिस्टम में प्रत्येक एक दूसरे से 120 डिग्री के अंतर पर तीन बिजली के तार होते हैं। डेल्टा और वाई दो प्रकार के परिपथ हैं जिनका उपयोग थ्री फेज सिस्टम में समान भार बनाए रखने के लिए किया जाता है प्रत्येक के परिणामस्वरूप अलग-अलग तार विन्यास होते हैं। डेल्टा विन्यास में किसी भी न्यूट्रल वायर का उपयोग नहीं किया जाता है। वाई विन्यास एक न्यूट्रल वायर और एक ग्राउंड वायर दोनों का उपयोग करता है। (नोट: उच्च वोल्टेज प्रणाली में न्यूट्रल वायर आमतौर पर थ्री फेज सिस्टम के लिए मौजूद नहीं होता है।) शक्ति के सभी थ्री फेजों के चक्र में 120° के अंतर पर प्रवेश करते हैं जब तक 360° का एक पूरा चक्र पूरा हो जाता है तब तक बिजली के थ्री फेज वोल्टेज में दो बार पीक पर पहुंच जाते हैं जैसा कि Fig में दिखाया गया है। थ्री फेज पावर सप्लाई के साथ बिजली की एक स्थिर धारा एक स्थिर दर पर वितरित की जाती है जिससे अधिक भार उठाना संभव हो जाता है।

थ्री फेज AC विद्‌त् आपूर्ति के लाभ और उपयोग (Benefits and uses of a three phase AC power supply):

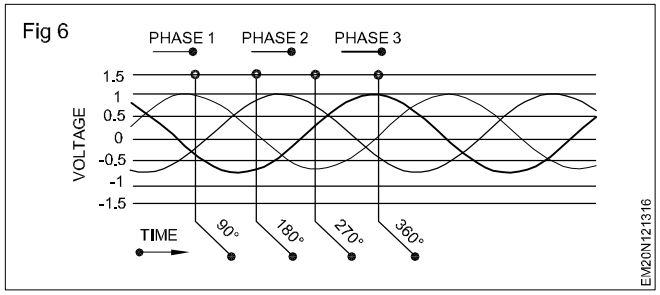
थ्री फेज प्रणालियों के लिए विशिष्ट अनुप्रयोगों में डेटा केंद्र मोबाइल टावर पावर ग्रिड शिपबोर्ड और विमान मानव रहित सिस्टम और 1000 वाट से अधिक भार वाले किसी भी अन्य इलेक्ट्रॉनिक शामिल हैं। थ्री फेज विद्‌त् आपूर्ति उच्च भार प्रणालियों के लिए बेहतर वहन क्षमता प्रदान करती है। कुछ लाभों में शामिल हैं:

- तांबे की खपत में कमी
- श्रमिकों के लिए कम सुरक्षा जोखिम
- कम श्रम प्रबंधन लागत
- उच्च चालन दक्षता
- उच्च शक्ति भार चलाने की क्षमता

इसके अतिरिक्त, 208 वोल्ट लोड के साथ डेल्टा कॉन्फ़िगरेशन में थ्री फेज प्रणालियों को वाई कॉन्फ़िगरेशन की तुलना में कम परिपथ ब्रोकर पोल पोजीशन की आवश्यकता होती है। इन स्तिथियों में थ्री फेज सिस्टम अपेक्षित तारों की कटौती के कारण इंस्टालेशन रखरखाव और उत्पादन पदार्थ की लागत में बचत होती है। हालांकि ज्यादातर मामलों में Y कॉन्फ़िगरेशन बेहतर है। जब उपकरणों को 3 फेज 2 फेज या 1 फेज शक्ति की आवश्यकता होती है सबसे अधिक लचीला है। उदाहरण के लिए सर्वर के डेटा सेंटर के गोदाम को केवल थ्री फेज सप्लाई की आवश्यकता होती है हालांकि तकनीशियन मॉनिटरी श्रृंखला को संचालित करने के लिए सिंगल फेज सप्लाई की आवश्यकता होगी।

लाइन वोल्टेज और फेज वोल्टेज (Line voltage and phase voltage):लाइन वोल्टेज थ्री फेज परिपथ में किन्हीं दो लाइनों के बीच मापा जाने वाला वोल्टेज है। फेज वोल्टेज थ्री-फेज स्रोत या लोड में एक घटक में मापा जाने वाला वोल्टेज है।

Fig 6

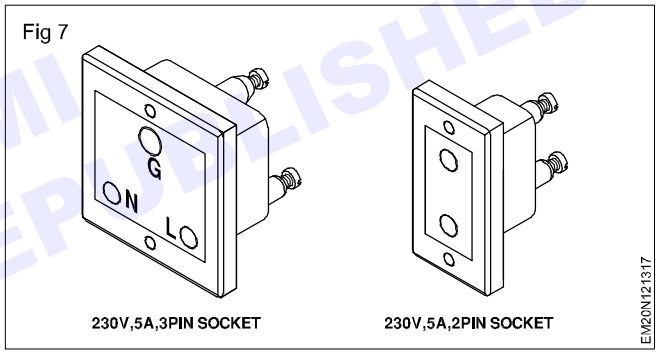


लाइन करंट और फेज करंट (Line current and Phase current):

लाइन धारा थ्री-फेज (त्रिकला) स्रोत और लोड के बीच किसी एक लाइन के मध्य धारा है। फेज करंट किसी एक घटक के माध्यम से धारा होता है जिसमें थ्री फेज सोर्स या लोड होता है। संतुलित 'Y' परिपथ में लाइन वोल्टेज फेज वोल्टेज गुणा 3 के वर्गमूल के बराबर होता है जबकि लाइन धारा फेज करंट के बराबर होता है।

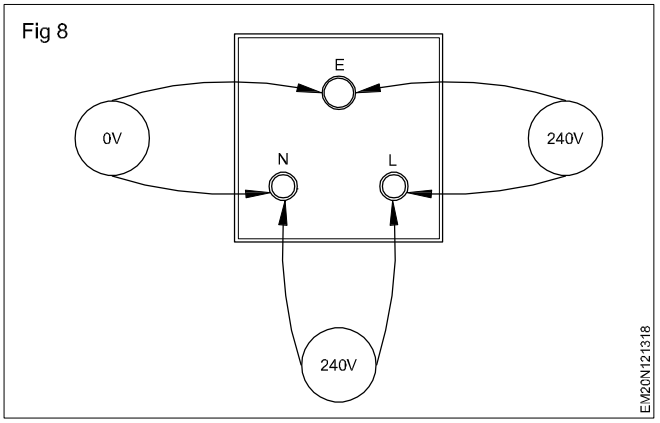
इस 230 वोल्ट का उपयोग घरों में लाइट पंखे आदि को जलाने के लिए किया जाता है। घर पर बिजली के उपकरणों को जोड़ने के लिए 230वोल्ट AC दो-पिन या तीन-पिन सॉकेट में उपलब्ध है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है।

Fig 7



सभी 3 पिन आउटलेट आम तौर पर एक सिंगल पोल ऑन / ऑफ स्विच के माध्यम से जुड़े होते हैं जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है। 3 पिन सॉकेट को वायरिंग करते समय निम्नलिखित दो महत्वपूर्ण बिंदुओं पर ध्यान दिया जाना चाहिए।

Fig 8



1 फेज हमेशा सॉकेट के दायीं ओर होना चाहिए।

2 फेज को हमेशा ON/OFF स्विच के माध्यम से संयोजित किया जाना चाहिए

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

मुख्य आपूर्ति में या सॉकेट की वायरिंग में या उसी भवन में किसी अन्य 3 पिन सॉकेट से जुड़े उपकरणों में किसी भी दोष के परिणामस्वरूप Fig दिखाए गए वोल्टेज के अलावा अन्य वोल्टेज हो सकते हैं।

3 पिन सॉकेट आउटलेट का परीक्षण (Testing a 3 pin socker outlet):

एक नए 15 पिन सॉकेट की वायरिंग पर या यदि मौजूदा 3 पिन सॉकेट से जुड़ा उपकरण काम नहीं कर रहा है या झटका दे रहा है तो फेज न्यूट्रल और ग्राउंड पर वोल्टेज के लिए सॉकेट का परीक्षण करना आवश्यक है।

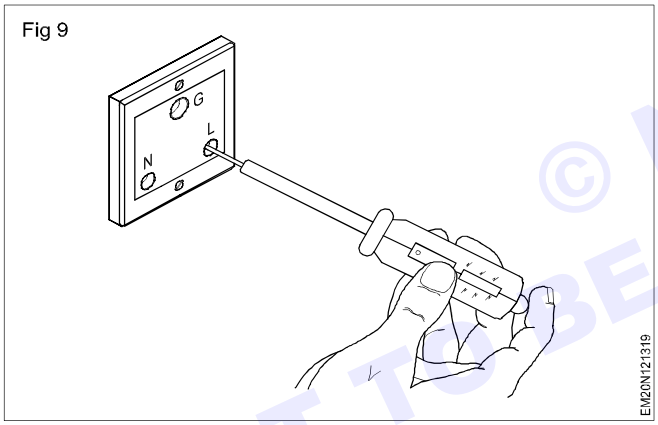
मुख्य आउटलेट का परीक्षण निम्नलिखित में से किसी एक या अधिक परीक्षण उपकरणों का उपयोग करके किया जा सकता है;

1 नियॉन टेस्टर (Neon tester):

एक नियॉन टेस्टर या नियॉन टेस्ट लैंप एक सस्ता उपकरण है जो आमतौर पर वोल्टेज की उपस्थिति को इंगित करने के लिए इंसुलेटेड शैंक स्क्रू ड्राइवर के रूप में उपयोग किया जाता है।

जब एक 3 पिन सॉकेट के फेज बिंदु पर एक नियॉन टेस्टर रखा जाता है और टेस्टर के दूसरे छोर को उंगली से छुआ जाता है जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है यदि वोल्टेज सॉकेट के फेज बिंदु पर मौजूद है तो टेस्टर के अंदर नियॉन लैंप की चमक वोल्टेज की उपस्थिति का संकेत है।

Fig 9



जब न्यूट्रल और ग्राउंड बिंदुओं का परीक्षण किया जाता है तो एक सही आउटलेट में लैंप नहीं चमकना चाहिए।

2 टेस्ट लैंप (Test lamp):

यह एक सस्ता परीक्षण परिपथ है जिसमें एक इंकंडेसेंट लैंप होता है जिसमें लैंप के टर्मिनलों से जुड़े दो लंबे तार होते हैं। जब लैंप के दो मुक्त सिरों को सॉकेट के फेज-न्यूट्रल बिंदुओं से जोड़ा जाता है यदि सभी बिंदुओं पर वोल्टेज मौजूद है तो लैंप वोल्टेज की उपस्थिति का संकेत देता है। आउटलेट की स्थिति की पुष्टि करने के लिए Fig 11 में दिखाए गए अनुसार टेस्ट लैंप को सॉकेट के तीन आउटलेट से जोड़ा जा सकता है।

3 AC वोल्टमीटर/मल्टीमीटर (AC voltmeter/multimeter):

AC 300V रेंज में लगाए गए वोल्टमीटर या मल्टीमीटर का उपयोग करके सॉकेट के सभी 3 टर्मिनलों में वोल्टेज को Fig 8 में वोल्टेज की मौजूदगी और आउटलेट बिंदुओं पर उनके सही स्तरों की पुष्टि करने के लिए मापा जाता है।

थ्री पिन सॉकेट को GOOD या SAFE के रूप में प्रमाणित करने की शर्तें (Conditions for certifying a 3 pin socket as good or safe):

1 फेज-न्यूट्रल में वोल्टेज 230/240 वोल्ट की मेन सप्लाई के बराबर होना चाहिए। वोल्टेज उतार-चढ़ाव के कारण फेज-न्यूट्रल वोल्टेज कभी-कभी 210 V तक कम हो सकता है और 250 V तक ऊंचा हो सकता है इन वोल्टेज स्तरों को "सहनशील" के रूप में भी स्वीकार किया जा सकता है।

2 फेज - ग्राउंड के मध्य वोल्टेज 230/240 V की मुख्य आपूर्ति के बराबर होना चाहिए। यह इंगित करता है कि सॉकेट के लिए ग्राउंड वायर और स्थानीय ग्राउंडिंग उचित है।

3 न्यूट्रल-ग्राउंड में वोल्टेज शून्य वोल्ट या सबसे खराब स्थिति में 10 V से कम होना चाहिए। यह इंगित करता है कि न्यूट्रल लाइन सुरक्षित है और एक ही इमारत में अन्य 3 पिन सॉकेट से जुड़े उपकरण में कोई अत्यधिक लीकेज नहीं है।

यदि न्यूट्रल-ग्राउंड में वोल्टेज 10 वोल्ट या बहुत अधिक (सैकड़ों वोल्ट के क्रम में) से अधिक है तो सॉकेट उपयोग के लिए सुरक्षित नहीं है खासकर जब आप संवेदनशील और नाजुक उपकरणों / उपकरणों जैसे कंप्यूटर CRO आदि को चालू करना चाहते हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

चालक और अचालक (Conductor and Insulator)

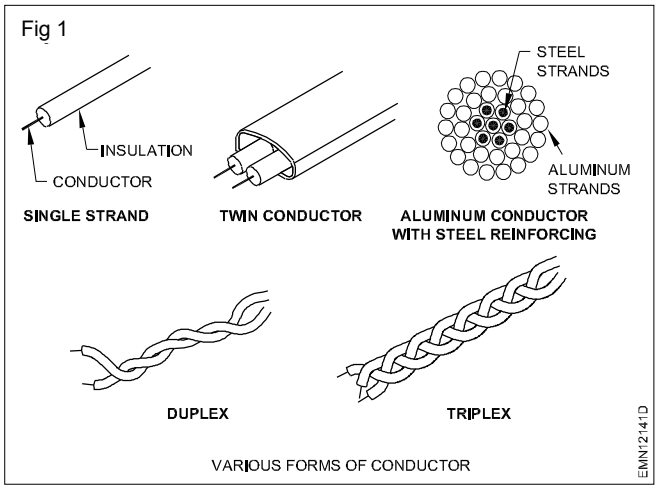
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:-

- **कंडक्टर और इन्सुलेटर को परिभाषित करें**
- **विद्त केबलों की व्याख्या करें**
- **इन्सुलेट सामग्री के गुणों की व्याख्या करें।**

चालक (Conductors): ऐसे पदार्थ जिनमें बहुत से मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं और जो विद्त धारा ले जाने में सक्षम होते हैं, चालक कहलाते हैं।

चांदी, तांबा, एल्यूमीनियम और अधिकांश अन्य धातुएं अच्छे संवाहक हैं। तार और केबल चालक के सबसे सामान्य रूप हैं। वे सभी प्रकार के परिपथों और प्रणालियों के माध्यम से विद्त धारा प्रवाहित करते हैं। तारों और केबलों को कई अलग-अलग अनुप्रयोगों के आधारा परविभिन्न रूपों में बनाया जाता है। (Fig1)

Fig 1



VARIOUS FORMS OF CONDUCTOR

चालक बिजली उत्पन्न करने वाले संयंत्र से उस बिंदु तक ले जाने वाली एक अखंड रेखा बनाते हैं जहां इसका उपयोग किया जाता है। चालक आमतौर पर तांबे और एल्यूमीनियम से बने होते हैं।

चालक एक तार या केबल या धातु का अन्य रूप है जो धारा ले जाने के लिए उपयुक्त है।

सभी तार चालक हैं लेकिन सभी चालक तार नहीं हैं। उदाहरण के लिए कॉपर बस बार चालक हैं लेकिन तार नहीं। वे कठोर आयताकार छड़ें हैं।

किसी चालक से गुजरने वाली धारा से ऊष्मा उत्पन्न होती है। ऊष्मा की मात्रा धारा के मान और उसके सिरों के बीच विभवान्तर पर निर्भर करती है।

चालक में ऊष्माउत्पादन की दर चालक से गुजरने में विद्त द्वारा लुप्त शक्ति की मात्रा के बराबर होती है।

चालक के क्रॉस-सेक्शनल (अनुप्रस्थ कॉट) में न्यूनतम प्रतिरोध के लिए पर्याप्त बड़ा क्षेत्रफल होना चाहिए। लेकिन लागत और वजन को यथासंभव कम रखने के लिए क्रॉस सेक्शन का क्षेत्र भी काफी छोटा होना चाहिए।

सबसे अच्छा क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल इस बात पर निर्भर करता है कि चालक को कितना धारा ले जाना है।

किसी चालक में ऊष्मा उत्पादन की दर धारा के वर्ग के साथ बढ़ती जाती है। जैसे ही ऊष्मा उत्पन्न होती है चालक गर्म हो जाता है और तापमान तब तक बढ़ता जाता है जब तक कि जिस दर पर चालक अपने परिवेश में ऊष्मा छोड़ता है वह उस दर के बराबर हो जाता है जिस पर ऊष्मा उत्पन्न होती है। तब चालक का तापमान स्थिर रहता है। इस स्थिर तापमान को संतुलन तापमान कहा जाता है।

तापमान की एक सीमा होती है जिसे प्रत्येक प्रकार का इन्सुलेशन सुरक्षित रूप से सहन कर सकता है। परिवेश जिस तापमान को सहन कर सकता है उसकी भी एक सीमा होती है।

I.E. विनियम विभिन्न आकारों के कंडक्टरों के लिए सुरक्षित माने जाने वाले अधिकतम धारा को निर्दिष्ट करते हैं जिसमें अलग-अलग इन्सुलेशन होते हैं और विभिन्न परिवेशों में स्थापित होते हैं।

चालक का आकार (Size of conductors): आकार व्यास या अनुप्रस्थ कॉट के क्षेत्रफल '(क्रॉस सेक्शनल एरिया) द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है। विशिष्ट आकार 1.5 वर्ग मिमी 2.5 वर्ग मिमी 6 वर्ग मिमी आदि हैं।

तार व्यास का एक सामान्य मापन मानक तार गेज (SWG) है जो आमतौर पर हमारे देश में उपयोग किया जाता है। कंडक्टर की लंबाई बढ़ने पर पदार्थ का प्रतिरोध बढ़ता है और कंडक्टर के क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र में वृद्धि के साथ प्रतिरोध कम हो जाता है। हम प्रतिदर्श के प्रतिरोध को मापकर एक पदार्थ की दूसरे से तुलना कर सकते हैं।

चालक का वर्गीकरण (Classification of Conductors):

तारों और केबलों को उनके कवर के प्रकार के आधारा पर वर्गीकृत किया जा सकता है।

अनावृत चालक (Bare conductors): जिनके पास कोई आवरण नहीं है। अनावृत चालक का सबसे सामान्य उपयोग ओवरहेड विद्त संचरण और वितरण लाइनों में होता है।

इन्सुलेटेड चालक (Insulated conductors): उनके पास धातुओं पर इन्सुलेशन का लेप होता है। इन्सुलेशन चालक को अन्य चालकों से और आसपास से विद्त रूप से अलग करता है। यह चालकों को खतरे के बिना समूहीकृत करने की अनुमति देता है। यह कंडक्टरों को खतरे के बिना समूहीकृत करने की अनुमति देता है। इन्सुलेशन पर अतिरिक्त आवरण यांत्रिक शक्ति और मौसम नमी और घर्षण के खिलाफ सुरक्षा देता है।

स्ट्रेन्डेड चालक (Stranded conductors): इनमें महीन तारों की कई रेशा होती हैं। लिपटे हुए चालकों में तारों को आमतौर पर एक साथ घुमाया जाता है। स्ट्रेन्डेड चालक अधिक लचीले होते हैं और इनमें बेहतर यांत्रिक शक्ति होती है।

केबल (Cable): इन्सुलेटेड कंडक्टर की लंबाई, यह एक ही आवरण के अंदर दो या दो से अधिक चालकों का भी हो सकता है। एक केबल में चालक या तो इंसुलेटेड या अनलंकृत हो सकते हैं। केबल विभिन्न प्रकारों में उपलब्ध हैं। सिंगल कोर ट्विन कोर थ्री कोर फोर कोर और मल्टी-कोर केबल हैं।

इन्सुलेशन पदार्थ के गुण (Properties of insulation materials):

इन्सुलेशन पदार्थ के दो मूलभूत गुण इन्सुलेशन प्रतिरोध और परावैद्त सामथ्र्य (डाइइलेक्ट्रिक स्ट्रैन्थ) हैं। ये एक दूसरे से पूरी तरह से अलग हैं और अलग-अलग तरीकों से मापा जाता है।

इन्सुलेशन प्रतिरोध (Insulation resistance): यह धारा के प्रवाह के विपरीत इन्सुलेशन का विद्त प्रतिरोध है। मेगा-ओममीटर (मेगर) इन्सुलेशन प्रतिरोध को मापने के लिए उपयोग किया जाने वाला उपकरण है। यह इन्सुलेशन को नुकसान पहुंचाए बिना मेगाहोम में उच्च प्रतिरोध मानों को मापता है। माप इन्सुलेशन की स्थिति का मूल्यांकन करने के लिए एक गाइड के रूप में कार्य करता है।

परावैद्त सामथ्र्य (Dielectric strength): यह माप है कि इन्सुलेशन परत बिना टूटे कितने विभवांतर का सामना कर सकती है। विभवांतर जो ब्रोकडाउन का कारण बनता है उसे इन्सुलेशन का ब्रोकडाउन वोल्टेज कहा जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्रत्येक विद्त उपकरण किसी न किसी प्रकार के इन्सुलेशन द्वारा संरक्षित होता है। इन्सुलेशन की वांछनीय विशेषताएं हैं:

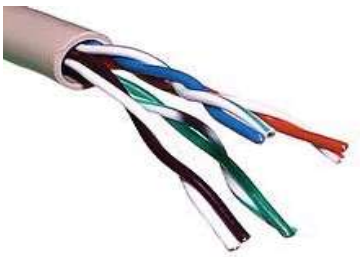
- उच्च परावैद्त सामथ्र्य
- तापमान का प्रतिरोध
- लचीलापन
- यांत्रिक शक्ति
- नॉन हाइड्रोस्कोपिक।

किसी भी पदार्थ में प्रत्येक अनुप्रयोग के लिए आवश्यक सभी विशेषताएं नहीं होती हैं। इसलिए कई प्रकार की इन्सुलेट पदार्थ विकसित की गई है।

अर्धचालक (Semiconductors): अर्धचालक एक ऐसी पदार्थ है जिसमें चालक और अचालक दोनों की कुछ विशेषताएं होती हैं। अर्धचालक में चार इलेक्ट्रॉनों वाले वैलेंस शेल होते हैं।

शुद्ध अर्धचालक पदार्थों के सामान्य उदाहरण सिलिकॉन और जर्मेनियम हैं। विशेष रूप से उपचारित अर्धचालकों का उपयोग आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक घटकों जैसे डायोड ट्रांजिस्टर और एकीकृत परिपथ चिप्स के उत्पादन के लिए किया जाता है।

Fig 2



Twisted pair cable

तारों में कंडक्टर के रूप में सबसे अधिक इस्तेमाल की जाने वाली धातुओं की तुलना नीचे दी गई है:

गुण	चालक के रूप में प्रयुक्त धातुओं के प्रकार			
	सिल्वर	**कॉपर**	**गोल्ड**	**एल्युमिनियम**
पतले तारों में खींचे जाने की क्षमता	उत्तम	उत्तम	उत्तम	खराब
लचीलापन (बिना टूटे घुमाव की क्षमता)	उत्तम	अच्छा	उत्तम	खराब
चालकता (100%)	उत्तम (94%)	उत्तम (67%)	अच्छा (56%)	अच्छा
चालकता 20 डिग्री सेल्सियस पर प्रतिरोधकता	$1.6x10^{-8}$	$1.7x10^{-8}$	$2.4x10^{-8}$	$2.85x10^{-8}$
सहन करने की क्षमता	अच्छा	अच्छा	उत्तम	
लागत	महंगा	सस्ताबहुत	महंगा	बहुत सस्ता

सामान्य प्रकार के तारों में प्रयुक्त कंडक्टर हमेशा पतले गोलाकार रूपों (अनलंकृत तारों) के लिए खींचे जाते हैं। तारों को वृत्ताकार रूप में क्यों खींचा जाता है इसके कुछ कारण नीचे दिए गए हैं।

1 किसी कंडक्टर को वृत्ताकार आकार में खींचना किसी भी अन्य रूप में आरेखण की तुलना में सस्ता और आसान है।

2 कंडक्टर का गोल आकार कंडक्टर के माध्यम से एक समान प्रवाह सुनिश्चित करता है।

3 तार के समान व्यास को बनाए रखा जा सकता है।

4 इन्सुलेशन समान रूप से कवर किया जा सकता है।

तारों के कंडक्टर को इन्सुलेट पदार्थ या एक इन्सुलेट कोटिंग (इनेमल) के साथ कवर किया जाता है। तारों के कंडक्टर को इंसुलेटर से ढकने के कुछ कारण नीचे दिए गए हैं:

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अचालकों के प्रकार (TYPES OF INSULATORS)

गुण	पॉलीविनाइल क्लोराइड (PCB)	वल्केनाइज्ड इंसुलेटेड रबर (VIR)	टेफ्लान
पदार्थ संबंधी तनाव सहने की क्षमता	अच्छा (कठोर और खुरदरा)	अच्छा (कठोर और खुरदरा)	अच्छा (कठोर और खुरदरा)
रसायनिक क्रियाओं को सहने की क्षमता	अच्छा	अच्छा	अच्छा
वायुमंडलीय परिवर्तनों को सहने की क्षमता	अच्छा	अच्छा	अच्छा
लचीलापन	बहुत अच्छा	अच्छा नहीं	बुरा
स्किनिंग में आसानी	आसान	मुश्किल	मुश्किल
उच्च तापमान (ऊष्मा) कोसहन करने की क्षमता	अच्छा	नहीं अच्छा	बहुत अच्छा
कीमत	सस्ता	महंगा	बहुत महंगा

तारों की धारा वहन क्षमता (Current carrying capacity of wires):

विद्त प्रवाह को ले जाने के लिए एक तार का उपयोग किया जाता है। एक तार के माध्यम से प्रवाहित होने वाली धारा की मात्रा इस बात पर निर्भर करती है कि कंडक्टर की चालकता (चांदी तांबा एल्यूमीनियम आदि) कंडक्टर की भौतिक आयाम (व्यास) कितनी अच्छी है।

कंडक्टर का व्यास जितना बड़ा होगा उसमें से प्रवाहित होने वाली धारा भी उतनी ही अधिक होगी।

तार को गर्म किए बिना किसी विशेष व्यास के तार के माध्यम से बहने वाली अधिकतम धारा को अधिकतम धारा वहन क्षमता या आम तौर पर तार की धारा वहन क्षमता कहा जाता है। अतः किसी तार की धारा वहन क्षमता चालक के व्यास के समानुपाती होती है।

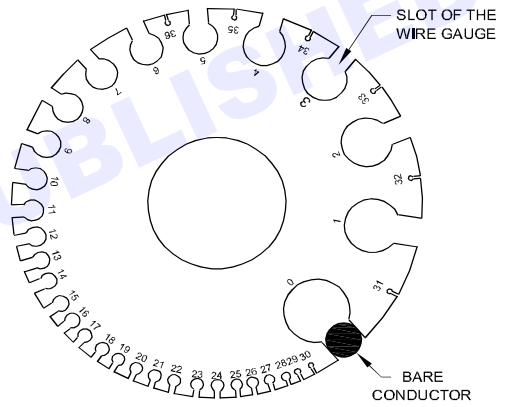
मानक तार गेज (STANDARD WIRE GAUGE)

एक तार के आकार का मतलब उस तार में प्रयुक्त कंडक्टर के व्यास से है। एक तार के आकार को मापने के लिए मानक तार गेज (SWG) नामक एक उपकरण का उपयोग किया जाता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

स्टैंडर्ड वायर गेज एक गोलाकार धातु डिस्क है जिसकी परिधि पर अलग-अलग स्लॉट आकार होते हैं। प्रत्येक स्लॉट आकार एक गेज संख्या से मेल खाता है जो कोटर के ठीक नीचे लिखा जाता है। गेज संख्याएं एक गोल तार के आकार को उसके व्यास और क्रॉस-अनुभागीय क्षेत्र के संदर्भ में निर्दिष्ट करती हैं।

- जैसे-जैसे गेज संख्या 0 से बढ़कर 36 हो जाती है व्यास और गोलाकार क्षेत्र कम हो जाता है। उच्च गेज संख्याएं पतले तार के आकार को दर्शाती हैं।

Fig 3



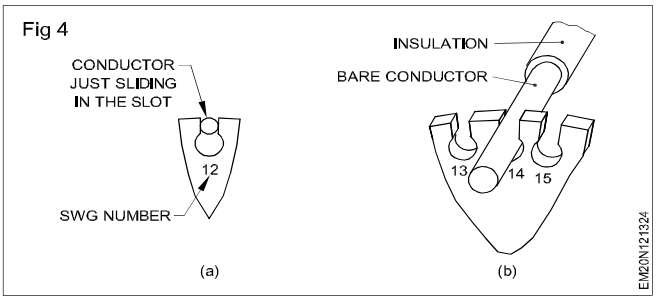
- वृत्ताकार क्षेत्र हर तीन गेज आकार के लिए दोगुना हो जाता है। उदाहरण के लिए नंबर 10 SWG का क्षेत्रफल नंबर 13 SWG से लगभग दोगुना है। (Fig 4)

बाहरी माइक्रोमीटर द्वारा तार के आकार का मापन (Measurement of wire size by Outside micrometers):

माइक्रोमीटर एक सटीक उपकरण है जिसका उपयोग आमतौर पर 0.01 mm की सटीकता के भीतर किसी कार्य को मापने के लिए किया जाता है। (A micrometer is a precision instrument used to measure a job, generally within an accuracy of 0.01 mm)

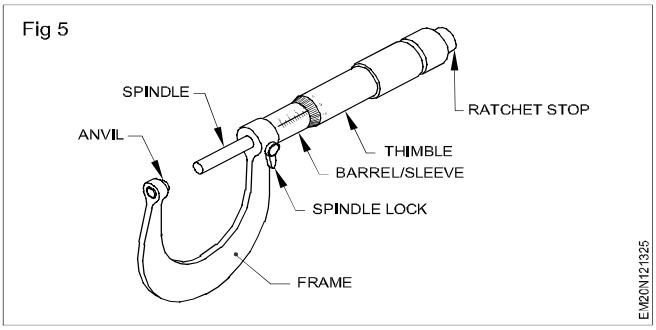
बाहरी माप लेने के लिए उपयोग किए जाने वाले माइक्रोमीटर को बाहरी माइक्रोमीटर के रूप में जाना जाता है। (Fig 5)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



माइक्रोमीटर का सिद्धांत (Principle of the micrometer):

माइक्रोमीटर स्क्रू और नट के सिद्धांत पर कार्य करता है।एक घुमाव के दौरान धुरी की अनुदैर्ध्य गति पेंच की पिच के बराबर होती है। पिच या उस के अंशों की दूरी तक धुरी की गति को बैरल और थिम्बल पर सटीक रूप से मापा जाता है।

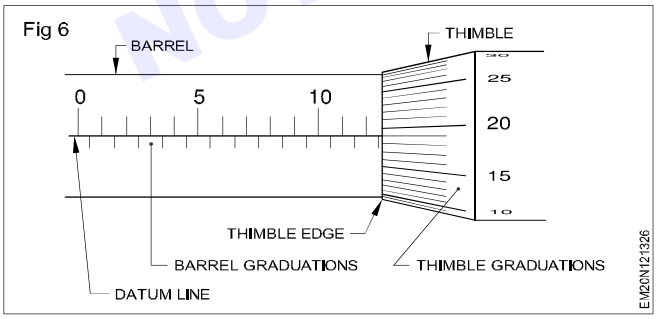


अंशांकन (Graduations):

मीट्रिक माइक्रोमीटर में स्पिंडल थ्रेड की पिच 0.5 mm होती है। जिससे थिम्बल के एक घुमाव में स्पिंडल 0.5 mm आगे बढ़ता है।

माइक्रोमीटर के बाहर 0-25 mm में बैरल पर 25 mm लंबी डेटम लाइन अंकित होती है। Fig 6 इस रेखा को आगे मिलीमीटर और आधा मिलीमीटर (यानी 1 mm और 0.5 mm) में अंशांकित किया गयाहै। ग्रेजुएशन को बैरल पर 0, 5, 10, 15, 20, & 25 mm के रूप में गिना जाता है।

थिम्बल के बेवल किनारे की परिधि को 50 डिवीजनों में विभाजित किया गया है और 0-5-10-15... 45-50 को दक्षिणावर्त दिशा में चिह्नित किया गया है।



थिम्बल के एक घुमाव के दौरान धुरी द्वारा चली गई दूरी 0.5 mm होती है।

थिम्बल के एक भाग का मूवमेंट

= 0.5 x 1/50 = 0.01 mm

इस मान को माइक्रोमीटर का अल्पतमांक कहते हैं।

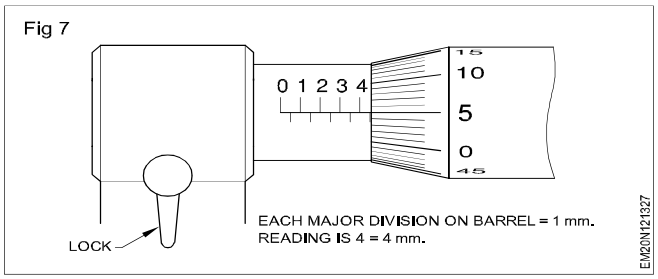
माइक्रोमीटर के बाहर एक मीट्रिक की सटीकता या न्यूनतम गणना 0.01 mm होतीहै।

बाहरी माइक्रोमीटर 0 से 25 mm 25 से 50 mm और इसी तरह की श्रेणियों में उपलब्ध हैं। इलेक्ट्रीशियन के लिए तार के आकार को 0 से 25 mm पढ़ने के लिए ही उपयुक्त होते है

माइक्रोमीटर माप पढ़ना (Reading micrometer measurements):

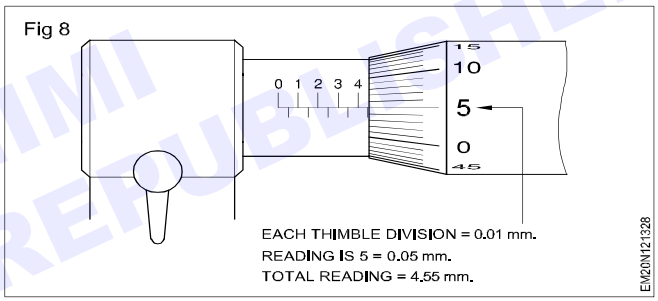
बाहरी माइक्रोमीटर से माप कैसे पढ़ा जाए?

a बैरल स्केल पर पूरे मिलीमीटर की संख्या पढ़ें जो थिम्बल के बेवल किनारे से पूरी तरह से दिखाई दे रहे हैं। यह 4 mm पढ़ता है। (Fig 7)



b इसमें कोई भी आधा मिलीमीटर जोड़ें जो थिम्बल के बेवल किनारे से पूरी तरह से दिखाई दे और पूरे मिलीमीटर रीडिंग से दूर हो।

fig 4 mm चिह्न के बाद एक भाग Fig 8 mm पढ़ती है। इसलिए पिछले पढ़ने में 0.5 mm जोड़ा जाना है।



c पहले की दो रीडिंग में थिम्बल रीडिंग जोड़ें।

यह आंकड़ा दिखाता है कि थिम्बल का 5वां भाग बैरल की डेटम लाइन के साथ मेल खा रहा है।इसलिए थिम्बल का पठन 5 x 0.01 mm = 0.05 mm है। (Fig 9)

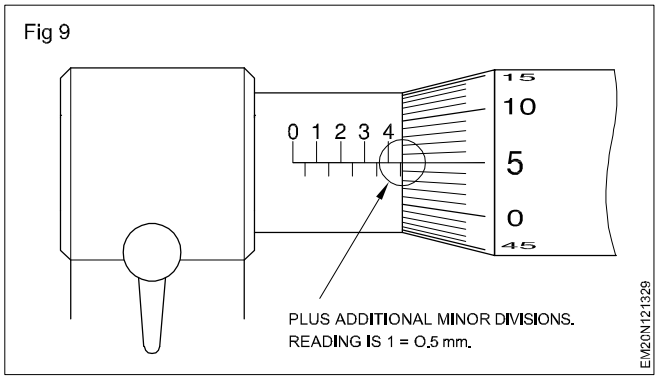
माइक्रोमीटर की कुल रीडिंग।

a 4.00 mm

b 0.50 mm

c 0.05 mm.

कुल रीडिंग = 4.55 mm (Fig 9)



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

मापक यंत्र मीटर (Measuring Instrument Meters)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **मीटर का उपयोग बताएं**
- **साधारण मीटर के मूल भागों की सूची बनाएं**
- **किसी भी मीटर के न्यूनतम विनिर्देशों की सूची बनाएं**
- **मीटर डायल पर प्रयुक्त प्रतीकों की सूची बनाएं और उनके अर्थ की व्याख्या करें।**

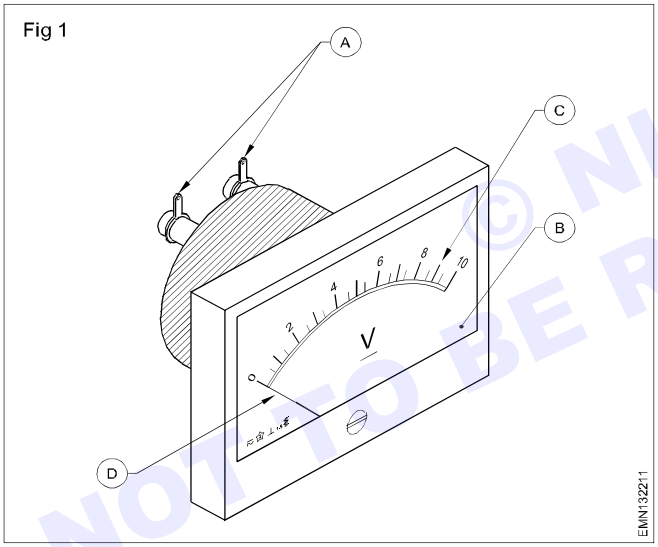
मीटर (Meters):

मीटर विद्त मात्रा जैसे वोल्टेज, करंट, प्रतिरोध आदि को मापने के लिए उपयोग किए जाने वाले यंत्र हैं।

विद्त और इलेक्ट्रॉनिक उपकरण और परिपथ को इनस्टॉल संचालन परीक्षण और मरम्मत करते समय विद्त मात्रा का मापन आवश्यक है।

एक साधाराण मीटर Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



मापी जाने वाली विद्त मात्रा मीटर के इनपुट टर्मिनलों (A) को दी जाती है। आंतरिक मीटर मूवमेंट या तंत्र सूचक (D) को डायल प्लेट(B) नामक प्लेट पर चिह्नित अंशांकित पैमाने (C) पर ले जाता है। सूचक पैमाने पर एक बिंदु पर रुकता है जो इनपुट टर्मिनलों (ऋ) पर दिए गए इनपुट के परिमाण के संगत होता है।

किसी भी साधाराण मीटर में निम्नलिखित न्यूनतम विनिर्देश (स्पेसिफिकेशन्स) होने चाहिए।

1 विद्त पैरामीटर जिसे माप सकता है।

उदाहरण: DC वोल्टेज, AC वोल्टेज, DC धारा, AC धारा, प्रतिरोध इत्यादि।

2 अधिकतम मात्रा जिसे वह माप सकता है।

उदाहरण: 10 वोल्ट, 100 वोल्ट, 1 एम्पीयर, इत्यादि।

Fig 1 में दिखाया गया साधाराण मीटर DC वोल्टेज को माप सकता है। इसका पता मीटर की डायल प्लेट पर अंकित V चिन्ह से लगाया जा सकता है। सभी मीटरों में ऐसे प्रतीक होंगे जिनसे उपयोगकर्ता उस विद्त पैरामीटर की पहचान कर सकता है जिसे मीटर माप सकता है। इस पाठ के अंत में प्रयुक्त विभिन्न प्रतीकों और उनके अर्थों को चार्ट 1 में दर्शाया गया है।

उदाहरण 1: मीटर डायल पर एक प्रतीक V इंगित करता है,है

V वोल्टेज मापने के लिए

~ AC मापने के लिए।

इसका मतलब है V प्रतीक वाला मीटर AC वोल्टेज को मापने के लिए है।

उदाहरण 2: मीटर डायल पर एक प्रतीक V इंगित करता है

V वोल्टेज मापने के लिए

~ AC मापने के लिए

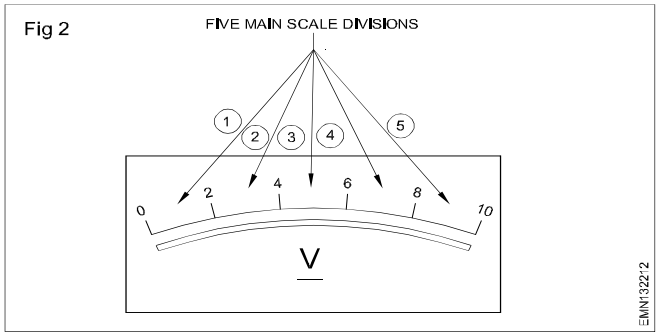
⎓ DC मापने के लिए।

इसका मतलब है V प्रतीक वाला एक मीटर AC और DC वोल्टेज को मापने के लिए है।

Fig 2 में दिखाया गया मीटर स्केल 0 से 10 तक अंशांकित/चिह्नित है। इसका मतलब है कि यह मीटर अधिकतम 10 वोल्ट तक माप सकता है। इसे उस मीटर में अधिकतम मापने योग्य मान के रूप में संदर्भित किया जाता है।

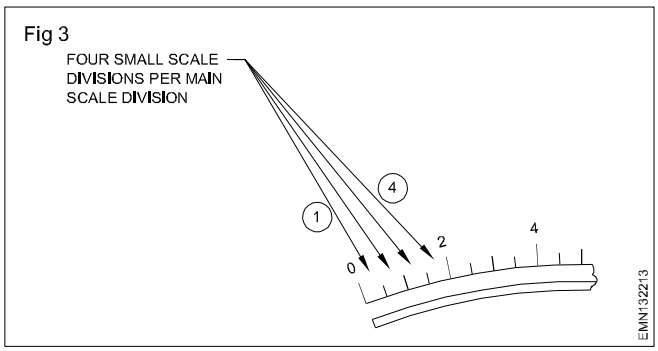
0 से 10 के मीटर स्केल को 2 वोल्ट के चरणों में 5 भागों में विभाजित किया गया है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। प्रत्येक डिवीजन को मीटर स्केल का मेन स्केल डिवीजन (MSD) कहा जाता है।

Fig 2



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3 में प्रत्येक मुख्य पैमाने का विभाजन 2 वोल्ट से मेल खाता है। इसके अलावा प्रत्येक मुख्य पैमाने के विभाजन (0 से 2 के रूप में) को आगे 4 और डिवीजनों में विभाजित किया गया है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। इन डिवीजनों को स्मॉल स्केल डिवीजन (SSD) कहा जाता है।



मेन स्केल डिवीजन (Main scale division):

- प्रत्येक मेन स्केल डिवीजन (MSD) निम्न के बराबर है;

$$\frac{\text{Full Scale Deflection}}{\text{Number of Main Scale Division}} = \frac{5}{5} = 1 \text{ Volts}$$

- प्रत्येक मेन स्केल डिवीजन 2 वोल्ट के अनुरूप होता है। इसके अलावा प्रत्येक मुख्य पैमाने के विभाजन (0 से 2 कहते हैं) को आगे 4 और डिवीजनों में विभाजित किया गया है। इन डिवीजनों को स्मॉल स्केल डिवीजन (SSD) कहा जाता है।

- इसलिए प्रत्येक स्मॉल स्केल डिवीजन (SSD) निम्न से मेल खाता है,

$$\frac{\text{Value of one Main Scale Division}}{\text{Number of Small Scale Division per Main Scale Division}} = \frac{1}{4}$$

इसलिए सबसे छोटा वोल्टेज जिसे इस मीटर का उपयोग करके सटीक रूप से मापा जा सकता है यह 0.5 वोल्ट है। यह और कुछ नहीं बल्कि मीटर के एक स्मॉल स्केल डिवीजन का मान है।

उदाहरण: अधिकतम और न्यूनतम मान ज्ञात करना जिसे एक अंशाकित स्केल वाले मीटर का उपयोग करके मापा जा सकता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

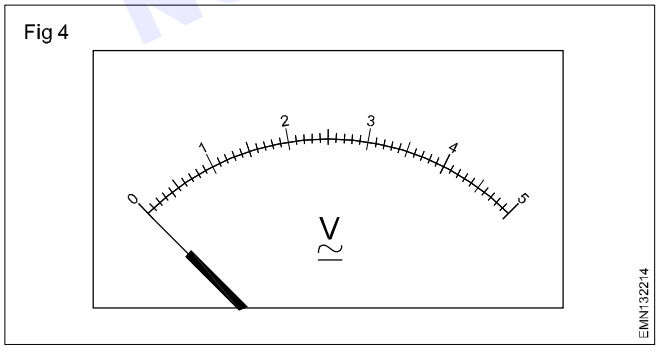


Fig 4 में दिखाया गया मीटर अधिकतम मान माप सकता है जो पूर्ण पैमाने के विक्षेपण मान के बराबर है या स्केल के दाहिने किनारे पर उच्चतम संख्यात्मक = 5 वोल्ट है।

मीटर द्वारा मापित न्यूनतम माना एक स्मॉल स्केल डिवीजन के मान के बराबर है

$$= \frac{\text{value of one main scale}}{\text{No. of small scale div/main div}}$$

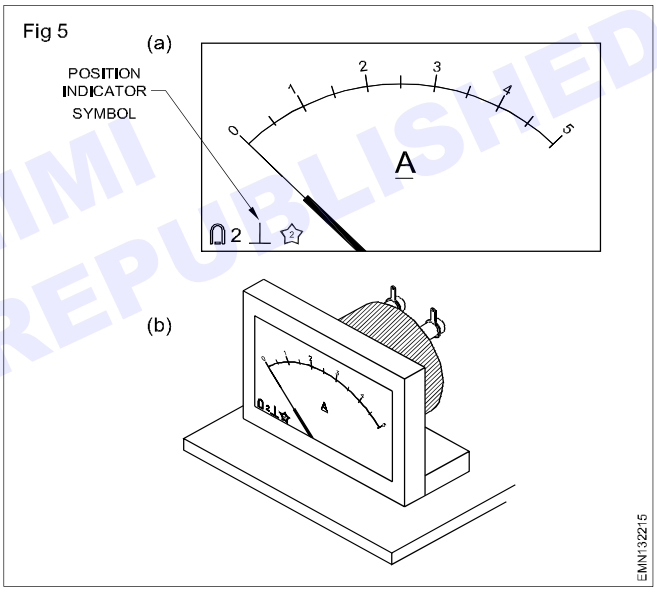
$$\frac{1 \text{ Volt}}{10 \text{ div}} = 0.1 \text{ volts.}$$

Fig 4 में मीटर का उपयोग करके मापा जा सकने वाला न्यूनतम मान 0.1 वोल्ट है और अधिकतम मान जिसे मापा जा सकता है वह 5 वोल्ट है।

किसी भी मीटर के डायल स्केल पर इंगित करने वाले प्रतीकों के अलावा यह विद्त पैरामीटर (वोल्टेज, करंट आदि) माप सकता है और पैरामीटर का प्रकार (AC, DC, AC / DC) कई अन्य प्रतीक हैं। मीटर का उपयोग करने से पहले पहचाने जाने वाले महत्वपूर्ण प्रतीकों में से एक स्थिति प्रतीक है।

Fig 5(a) में मीटर की डायल प्लेट पर एक विशिष्ट स्थिति प्रतीक को दर्शाया गया है।

डायल प्लेट पर प्रतीक '⊥' दर्शाया गया है कि मीटर को लंबवत (टेबल के समकोण पर) रखा जाना चाहिए जैसा कि Fig 5(b) में दिखाया गया है।यदि माप लेते समय इस मीटर को क्षैतिज रूप में रखा जाए तो मीटर द्वारा दर्शाई गई रीडिंग सही नहीं होगी।



रीडिंग लेते समय मीटर को किस स्थिति में रखना है यह दर्शाने वाले अन्य चिन्ह इस पाठ के चार्ट 1 में दिए गए हैं।

[H.I चार्ट 1 का उपयोग करें और कक्षा में प्रतीकों के अर्थ को विस्तारपूर्वक प्रस्तुत करें।]

मीटर में सबसे सामान्य त्रुटियों में से एक यांत्रिक शून्य त्रुटि है। यह त्रुटि मीटर में शामिल यांत्रिक गति के कारण होती है। मीटर में यह त्रुटि सुधारी जा सकती है। इस त्रुटि को ठीक करने के लिए शामिल चरणों को मीटर की यांत्रिक शून्य सेटिंग कहा जाता है।

जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है सभी मीटरों पर एक स्क्रू होगा। मीटर के टर्मिनलों को खुला रखते हुए स्क्रू को धीरे-धीरे घुमाया जाता है ताकि पॉइंटर को मीटर स्केल पर बिल्कुल 0 स्थिति में लाया जा सके। इसका मतलब है बिना वोल्टेज के मीटर को बिल्कुल शून्य वोल्ट दिखाने के लिए सेट किया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इस स्क्रू को घुमाते समय सावधानी बरतनी चाहिए क्योंकि यह स्क्रू सीधे संवेदनशील और मृदु मीटर(delicate meter) मूवमेंट से जुड़ा होता है। स्क्रू को बड़ी मात्रा में या झटके में घुमाने से मीटर की गति स्थायी रूप से खराब हो सकती है जिससे मीटर अनुपयोगी हो सकता है।

माप के लिए मीटर का उपयोग करने से पहले यह जांचना आवश्यक है कि मीटर नीडल अंशांकित डिस्प्ले पर स्वतंत्र रूप से चल रही है या नहीं। ऐसी संभावना है कि मीटर गति पर धूल जमा होने के कारण या मुड़ी हुई सूचक सुई के कारण मीटर की गति अस्थिर हो सकती है।

स्टिकी पॉइंटर/मीटर मूवमेंट को जांचने का एक आसान तरीका है कि मीटर को हाथ में पकड़कर मीटर को धीरे से आगे-पीछे झुकाएं पॉइंटर की फ्री मूवमेंट की जांच करें। यदि सूचक स्वतंत्र रूप से नहीं चल रहा है तो यह सलाह दी जाती है कि मापन के लिए उस मीटर का उपयोग न करें।

मापन यंत्र के प्रकार(Types of measuring Instruments):

- सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले इलेक्ट्रॉनिक उपकरण निम्नलिखित हैं।

i वोल्टमीटर

ii एमीटर

iii ओह्ममीटर

iv मल्टी-मीटर

v क्लैंप मीटर

i एमीटर (Ammeter):

- एमीटर एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जिसका उपयोग परिपथ के माध्यम से बहने वाले विद्त धारा को निर्धारित करने के लिए किया जाता है। मिली-एम्पीयर रेंज में धारा मापने वाले एमीटर को मिली-एमीटर के रूप में जाना जाता है।
- एमीटर उस परिपथ से श्रेणीक्रम में जुड़े होते हैं जिसकी धारा मापी जानी है। इसलिए इस इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को यथासंभव बहुत कम प्रतिरोध/ लोडिंग के लिए डिज़ाइन किया गया है।



- एमीटर दो प्रकार के होते हैं: DC एमीटर और AC एमीटर।
- DC एमीटर किसी विद्त परिपथ के किन्हीं दो बिंदुओं से प्रवाहित होने वाली DC धारा को मापता है। जबकि AC एमीटर एक विद्त परिपथ के किन्हीं दो बिंदुओं से बहने वाले AC धारा को मापता है।

ii वोल्टमीटर (Voltmeter):

- वोल्टमीटर दो अलग-अलग बिंदुओं के बीच विभवांतर या वोल्टेज को निर्धारित करने के लिए विद्त परिपथ में उपयोग किया जाने वाला एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है।
- वोल्टमीटर आमतौर पर परिपथ के समानांतर (शंट) में जुड़े होते हैं। इसलिए उन्हें लोडिंग प्रभाव को कम करने के लिए यथासंभव उच्च प्रतिरोध के लिए डिज़ाइन किया गया है।
- वोल्टमीटर दो प्रकार के होते हैं: DC वोल्टमीटर और AC वोल्टमीटर जैसे वोल्ट का RMS मान।



- DC वोल्टमीटर विद्त परिपथ के किन्हीं दो बिंदुओं पर DC वोल्टेज को मापता है जबकि AC वोल्टमीटर विद्त परिपथ के किन्हीं दो बिंदुओं पर AC वोल्टेज को मापता है।

iii ओह्ममीटर (Ohmmeter):

- ओह्ममीटर का उपयोग विद्त परिपथ के किन्हीं दो बिंदुओं के बीच प्रतिरोध के मान को मापने के लिए किया जाता है। इसका उपयोग किसी अज्ञात प्रतिरोधक का मान ज्ञात करने के लिए भी किया जा सकता है।
- ओममीटर दो प्रकार के होते हैं: श्रंखला ओममीटर और शंट ओममीटर।
- श्रृंखला प्रकार के ओममीटर में जिस प्रतिरोधक का मान अज्ञात है और जिसे मापना है उसे ओममीटर के साथ श्रेणी क्रम में जोड़ा जाना चाहिए। यह प्रतिरोधों के उच्च मानों को मापने के लिए उपयोगी है।
- शंट प्रकार के ओममीटर में जिस प्रतिरोधक का मान अज्ञात है और जिसे मापा जाना है उसे ओममीटर के साथ समानांतर (शंट) में जोड़ा जाना चाहिए। यह प्रतिरोधों के निम्न मानों को मापने के लिए उपयोगी है।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

iv मल्टीमीटर (Multimeter):

- मल्टी-मीटर एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जिसका उपयोग एक बार में वोल्टेज, धारा और प्रतिरोध जैसी मात्राओं को मापने के लिए किया जाता है।
- इस मल्टी-मीटर को वोल्ट-ओम-मिलीएमीटर (VOM) के नाम से भी जाना जाता है।
- इसका उपयोग DC और AC वोल्टेज DC और AC धाराओं और कई श्रेणियों के प्रतिरोधों को मापने के लिए किया जा सकता है।
- fig में एक व्यावहारिक मल्टीमीटर दिखाया गया है जिसका उपयोग विभिन्न उच्च प्रतिरोधों कम प्रतिरोधों DC वोल्टेज AC वोल्टेज DC धाराओं और AC धाराओं को मापने के लिए किया जा सकता है। इन राशियों में से प्रत्येक के लिए विभिन्न पैमानों और मानों के परिसर को Fig में अंकित किया गया है।



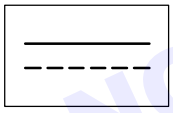
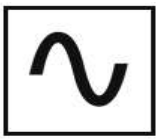
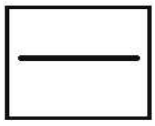
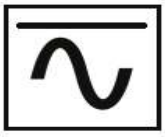
v क्लैंप मीटर (Clamp meter):

- क्लैंप मीटर एक विद्त परीक्षण उपकरण है जो एक बेसिक डिजिटल मल्टीमीटर को करंट सेंसर के साथ जोड़ता है। इसे टोंग टेस्टर भी कहा जाता है।
- क्लैंप धारा को मापते हैं। प्रोब्स वोल्टेज को मापती है। एक विद्त मीटर में एक क्लैंप जबड़े को समाकलित करने से तकनीशियनों को विद्त प्रणाली में किसी भी बिंदु पर तार केबल या अन्य चालक के चारों ओर जबड़े को जकड़ने की अनुमति मिलती है फिर उस परिपथ में धारा को बिना डिस्कनेक्ट / डी-एनर्जेट किए मापें।
- उनके प्लास्टिक मोल्डिंग के नीचे कठोर जबड़े में फेराइट आयरन होता है और यह एक कंडक्टर के माध्यम से प्रवाहित होने वाले धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र को पता लगाने और मापने के लिए डिज़ाइन होता है।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

AC/DC के रीडिंग के संकेत (Indicating the reading of AC/DC)

चिन्ह	चिन्ह का अर्थ	चिन्ह	चिन्ह का अर्थ
	DC वोल्टेज अथवा धारा		AC वोल्टेज अथवा धारा
	DC वोल्टेज अथवा धारा		AC/DC वोल्टेज अथवा धारा

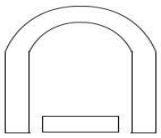
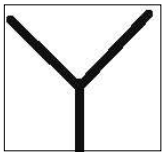
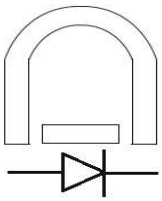
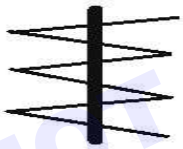
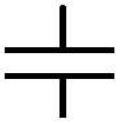
- निम्नलिखित प्रतीक मीटर के प्रकार को दर्शाते हैं:

मीटर के प्रकार को दर्शाना (Indicates type of meter)

चिन्ह	चिन्ह का अर्थ	चिन्ह	चिन्ह का अर्थ
V	वोल्टमीटर	A	ओममीटर
mv	मिलीवोल्टमीटर	mA	मिलीओममीटर
µv	माइक्रोवोल्टमीटर	µA	माइक्रोओममीटर
Ω	ओममीटर	ohms	ओममीटर

- निम्नलिखित प्रतीक मीटर से जुड़े मीटर पॉइंटर मूवमेंट के तंत्र के प्रकार / सिद्धांत को दर्शाते हैं:

मीटर पॉइंटर मूवमेंट के तंत्र / सिद्धांत का प्रकार(Type of mechanism/principle of the meter pointer movement)

चिन्ह	चिन्ह का अर्थ	चिन्ह	चिन्ह का अर्थ
	स्थायी चुंबक के साथ मूविंग कॉइल		हॉट वायर
	रेक्टिफॉयर के साथ मूविंग कॉइल		द्विधात्वीय(बाइमेटैलिक)
	मूविंग ऑयरन		इलेक्ट्रो स्टेटिक

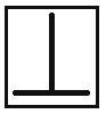
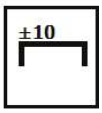
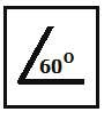
- निम्नलिखित प्रतीक संकेतित मीटर रीडिंग में प्रतिशत त्रुटि दर्शाते हैं:

त्रुटि का प्रतिशत (Percentage of Error)

चिन्ह	चिन्ह का अर्थ	चिन्ह	चिन्ह का अर्थ
	± 1% मापने की सीमा के अंतिम मान के प्रतिशत के रूप में व्यक्त की गई त्रुटि व्यक्त की गई त्रुटि		±1.5 % मापने क सीमा के अंतिम मान के प्रतिशत के रूप में
	±2.5% मापने की सीमा के अंतिम मान के प्रतिशत के रूप में व्यक्त की गई त्रुटि		±1.5 % सत्य मान के प्रतिशत के रूप में व्यक्त की गई त्रुटि

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- निम्नलिखित प्रतीक मीटर की स्थिति को इंगित करते हैं:

मीटरकीप्लेसमेंटस्थिति			
	लंबवत स्थिति		क्षैतिज स्थिति
	अनुमेय ± 10 त्रुटि के साथ क्षैतिज स्थिति		झुकाव की स्थिति

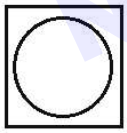
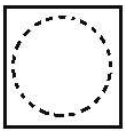
- निम्नलिखित प्रतीक विशेष निर्देशों को इंगित करते हैं जो मीटर के साथ जाते हैं:

विशेष निर्देश इंगित करता है जो मीटर के साथ जाता है (Indicates special instructions that go with the meter)

चिन्ह	चिन्ह का अर्थ	चिन्ह	चिन्ह का अर्थ
	कोई परीक्षण वोल्टेज नहीं		टेस्ट वोल्टेज 1 किलो वोल्ट
	टेस्ट वोल्टेज 2 किलो वोल्ट		टेस्ट वोल्टेज 500 वोल्ट

- निम्नलिखित प्रतीक विशेष निर्देशों को इंगित करते हैं जो मीटर के साथ जाते हैं:

विशेष निर्देश इंगित करता है जो मीटर के साथ जाते हैं (Indicates special instructions that go with meter)

चिन्ह	चिन्ह का अर्थ	चिन्ह	चिन्ह का अर्थ
	चुंबकीय शील्ड		इलेक्ट्रोस्टैटिक शील्ड
	ध्यान उपयोग करने से पहले निर्देश पढ़ें		

- विशेष निर्देश इंगित करता है जो मीटर के साथ जाते हैं

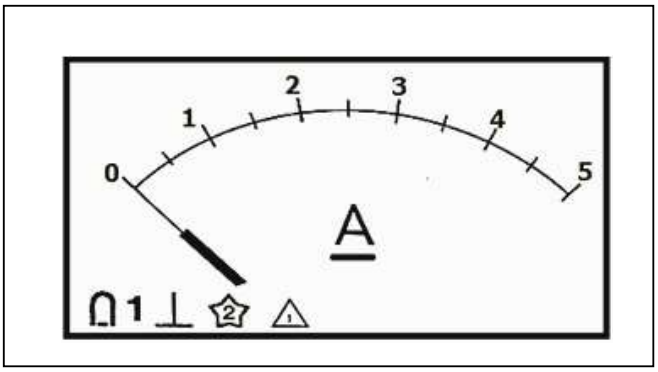
सरल उदाहरण (Simple Example):

डायल प्लेट मार्किंग वाले मीटर के लिए जैसा कि Fig में दिखाया गया है निम्नलिखित विशिष्टताओं की पहचान की जा सकती है:

- विद्त पैरामीटर की प्रकृति और प्रकार यह DC करंट, 0 - 5 एम्पीयर को माप सकता है।
- वर्टिकल पोजीशन का उपयोग करते समय जिस स्थिति में मीटर को रखना है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- स्थायी चुंबक के साथ मूविंग कॉइल को पॉइंटर मूवमेंट के लिए प्रयुक्त तंत्र का प्रकार।
- मीटर रीडिंग में इंगित त्रुटि का प्रतिशत - ±1% त्रुटि मापने की सीमा के अंतिम मान के प्रतिशत के रूप में व्यक्त की गई।
- अधिकतम टेस्टिंग वोल्टेज जो लागू किया जा सकता है परीक्षण वोल्टेज 2 किलोवोल्ट।
- मीटर के विशेष निर्देश - उपयोग से पहले निर्देशों को ध्यान से पढ़ें।
- न्यूनतम और अधिकतम मात्रा मीटर न्यूनतम मात्रा (SSD) - 0.5 A, अधिकतम मात्रा (FSD) - 5 A को सटीक रूप से माप सकता है।



© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

सेल और बैटरी (Cells and Batteries)

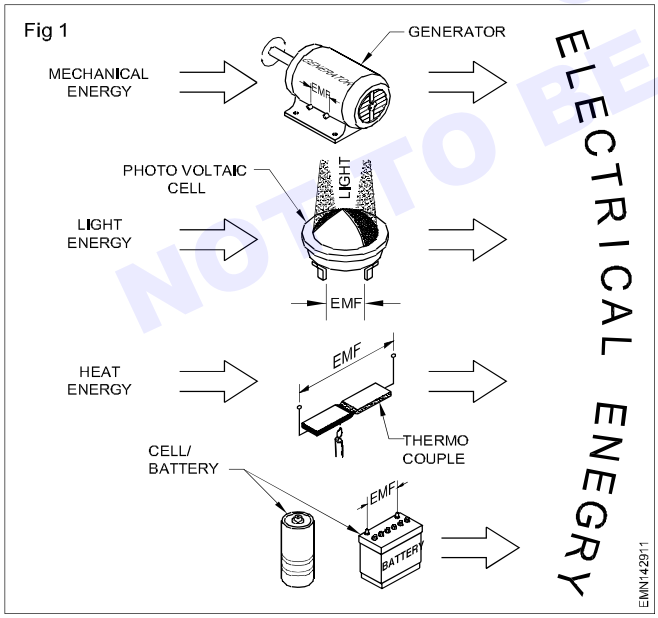
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **पावर सोर्स बताइए।**
- **बैटरियों के दो मुख्य वर्गीकरणों की सूची बनाएं।**
- **ड्राई और वेट सेल के बारे में बताएं।**
- **प्राथमिक और द्वितीयक सेल बताएं।**

पावर सोर्स (Power sources):

ऐसी युक्तियाँ जो विद्त का उत्पादन करती हैं प्राय: पावर सोर्स कहलाती हैं। ये पावर सोर्स किसी अन्य प्रकार की ऊर्जा को विद्त ऊर्जा में परिवर्तित करके विद्त् का उत्पादन करते हैं। जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है अपवाद स्वरुप सेल / बैटरी को छोड़कर सभी विद्त् सोर्सों को पहले बाह्र ऊर्जा जैसे कि ऊष्मा प्रकाश या यांत्रिक ऊर्जा केमाध्यम से आपूर्ति की जाती है जिससे की वे विद्त् का उत्पादन कर सकें। बैटरी अन्य प्रकार के ऊर्जा सोर्सों से अलग हैं क्योंकि बैटरी में रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा ऊर्जा प्राप्त की जाती है। इसलिए बैटरी को विद्त् उत्पन्न करने के लिए वाह्र ऊर्जा की आपूर्ति करने की आवश्यकता नहीं है। इसलिए बैटरी सबसे महत्वपूर्ण पावर स्रोतों में से एक है। बैटरी में बैटरी के अंदर उपस्थित रसायनों द्वारा विद्त ऊर्जा का उत्पादन किया जाता है। सेल एक बैटरी की मूल इकाई है। कई सेलों से मिलकर बैटरी का निर्माण होता है । बैटरियों को मुख्य रूप से दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है।

Fig 1

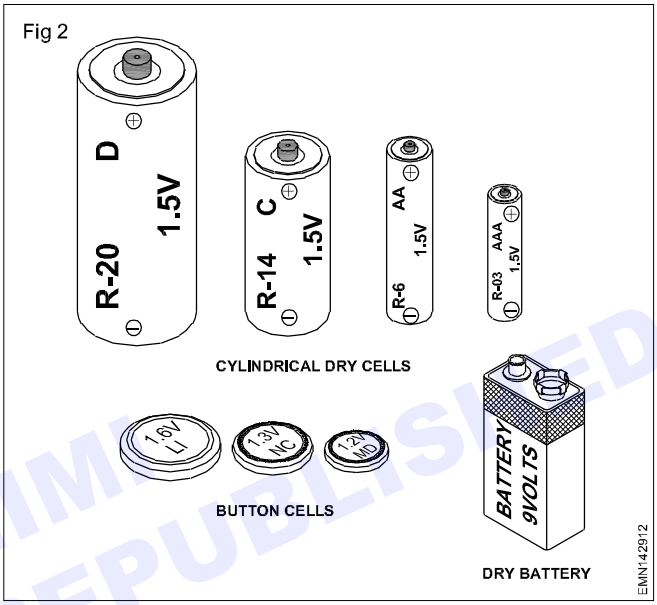


a प्राथमिक बैटरी

b द्वितीयक बैटरी

प्राथमिक बैटरी (Primary Batteries) - रासायनिक ऊर्जा को विद्त ऊर्जा में परिवर्तित करती है। यह ऊर्जा रूपांतरण की क्रिया शुरू करने के लिए अपने अंदर के रसायनों का उपयोग करता है। सामान्य प्रकार की प्राथमिक सेल और बैटरी को Fig 2 में दिखाया गया है।

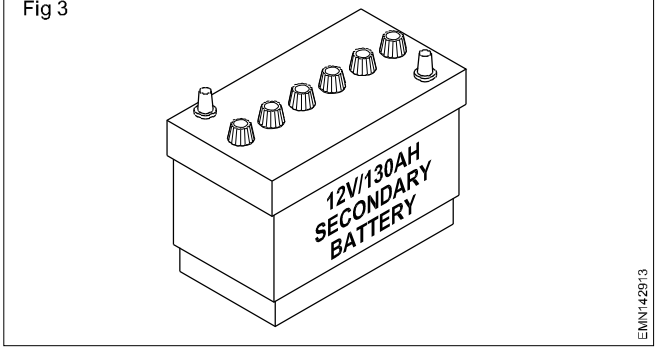
Fig 2



द्वितीयक बैटरी (Secondary batteries) - इन बैटरियों को पहले विद्त ऊर्जा से चार्ज किया जाता है । एक बार बैटरी पूर्ण रूप से आवेशित (चार्ज) हो जाने के बाद यह रासायनिक ऊर्जा को विद्त ऊर्जा में परिवर्तित करती है। सेकेंडरी बैटरियां पहले इसे आपूर्ति की गई विद्त ऊर्जा को संग्रहीत करती हैं और फिर आवश्यकता पड़ने पर विद्त ऊर्जा की आपूर्ति करती हैं। इसलिए सेकेंडरी बैटरी को प्रायः स्टोरेज बैटरी कहा जाता है।

एक विशिष्ट सेकेंडरी स्टोरेज बैटरी को Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



एक बैटरी में दो या दो से अधिक संख्या में सेल हो सकते हैं। चित्र 3 में दिखाई गई बैटरी में प्रत्येक 2V के छह सेल हैं। बैटरी टर्मिनलों पर 12V देने के लिए इन सेलों को श्रृंखला में जोड़ा जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

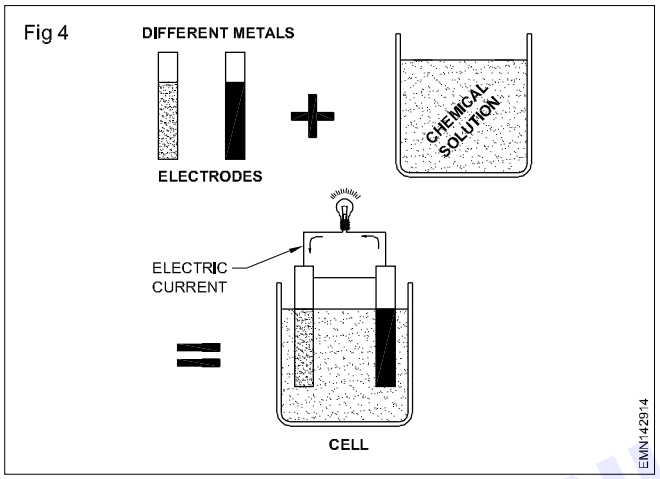
सेल (The Cell):

सेल में धातु की पट्टियों की एक जोड़ी होती है जिसे इलेक्ट्रोड कहा जाता है और इसे इलेक्ट्रोलाइट नामकरासायनिक घोल में डुबोया जाता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

प्राथमिक और द्वितीयक सेल (Primary and Secondary cells):

प्राथमिक सेल वे होती हैं जिनका एक बार पूरी तरह से उपयोग हो जाने के बाद उन्हें बाहर फेंकना या नष्ट करना पड़ता है। इसलिए है क्योंकि इस प्रकार की सेलों में प्रयुक्त इलेक्ट्रोड और इलेक्ट्रोलाइट का पुन: उपयोग नहीं किया जा सकता है प्राथमिक सेल नॉन-रिचार्जेबल सेल होते हैं। समान्यत: प्राथमिक सेलों में प्रयुक्त इलेक्ट्रोलाइट पेस्ट के रूप में होता है।

Fig 4



द्वितीयक सेल वे होते हैं जिन्हें एक बार उपयोग करने के बाद चार्ज करके पुन: उपयोग में लाया जा सकता है। इसलिए द्वितीयक सेल रिचार्जेबल होते हैं। सामान्यतः द्वितीयक सेलों में प्रयुक्त इलेक्ट्रोलाइट तरल रूप में होता है। यद्यपि पेस्ट रूप में भी इलेक्ट्रोलाइट के साथ रिचार्जेबल सेल होते हैं।

इस पाठ में प्राथमिक सेलों के व्यावसायिक पहलुओं पर चर्चा की गई है। द्वितीयक सेलों पर आगे के अध्याय में चर्चा की गई है।

शुष्क और वेंट सेल (Dry and Wet cells):

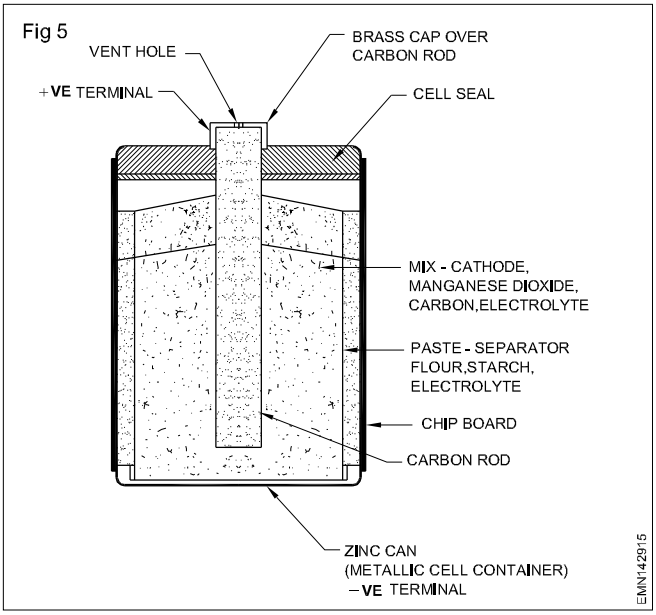
इलेक्ट्रोलाइट तरल रूप में या पेस्ट के रूप में हो सकता है। पेस्ट रूप में इलेक्ट्रोलाइट वाली सेलों को शुष्क सेलों के नाम से जाना जाता है। जबकि तरल रूप में इलेक्ट्रोलाइट वाली सेलों को वेंट सेल कहा जाता है।

शुष्क सेल और बैटरी (Dry cells and batteries):

चूंकि शुष्क सेलों में प्रयुक्त इलेक्ट्रोलाइट पेस्ट के रूप में होता है यह फैलाव या रिसाव नहीं करता है। इसलिए पोर्टेबल इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक गैजेट्स में शुष्क सेलों का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। जिंक-कार्बन सेल का विशिष्ट संरचनात्मक विवरण Fig 5 में दिखाया गया है।

शुष्क सेलों के दो इलेक्ट्रोड बाहर रहते हैं और सेल के +ve और -ve टर्मिनलों के रूप में उपलब्ध होते हैं। आमतौर पर धात्विक सेल कंटेनर सेल के -ve के रूप में कार्य करता है जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है। टर्मिनलों पर प्राप्त ऑउटपुट वोल्टेज सेल में प्रयुक्त इलेक्ट्रोड और रसायनों पर निर्भर करता है। एक सेल का वोल्टेज इस प्रकार निर्मित किया जाता है कि वह व्यावसायिक आवश्यकता के अनुरूप हो। समान्यत: शुष्क सेल का टर्मिनल वोल्टेज1.2 से 1.5 वोल्ट के बीच होता है।

Fig 5



व्यावसायिक आवश्यकताओं के अनुरूप शुष्क सेल और बैटरियां कई आकृति और आकारों में उपलब्ध हैं। शुष्क सेलों की कुछ प्रचलित आकृतियों को Fig 2 में दिखाया गया है।

तकनीकी रूप से किसी विशेष प्रकार के सेल को उस सेल में प्रयुक्त इलेक्ट्रोड और इलेक्ट्रोलाइट्स पदार्थ द्वारा परिभाषित किया जाता है। -ve इलेक्ट्रोड के रूप में जिंक तथा +ve इलेक्ट्रोड के रूप में कार्बन का उपयोग कर निर्मित शुष्क सेल को जिंक-कार्बन सेल या जिंक क्लोराइड सेल के रूप में जाना जाता है।

इसी प्रकार एक शुष्क सेल जो इलेक्ट्रोलाइट के रूप में एक क्षारीय इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग करती है उसे क्षारीय सेल कहा जाता है।

चार्ट सेल/बैटरियों के प्रकार में कुछ प्रचलित शुष्क सेलों को +ve, -ve इलेक्ट्रोड के लिए प्रयुक्त सामाग्री का नाम उपयोग किए गए इलेक्ट्रोलाइट उपलब्ध आकार रेटेड आउटपुट वोल्टेज और उनके अनुप्रयोगों के साथ सूचीबद्ध किया गया है।

सेल में इलेक्ट्रोड और इलेक्ट्रोलाइट्स के लिए प्रयुक्त सामाग्रियों के आधार पर वोल्टेज धारा रेटिंग डिस्चार्ज विशेषताएँ और शेल्फ जीवन (यदि अप्रयुक्त रखा जाता है तो बैटरी का जीवन) भिन्न-भिन्न होता है।

नोट: सभी प्रकार के सेल सभी अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त नहीं हैं। इसका कारण यह है कि कुछ उपकरण प्रारंभिक धारा या स्पंदो में उच्च धारा लेते हैं जो सेल की निर्वहन '(डिस्चार्ज) विशेषताओं के अनुरूप नहीं हो सकता है।

दुर्बल मृत सेल: (Weak, dead cell)

'शुष्क सेल का उपयोग विभिन्न गैजेट्स जैसे फ्लैश लाइट टेप रिकॉर्डर आदि में किया जाता है सेल उनमें निर्मित रासायनिक ऊर्जा को विद्त ऊर्जा में परिवर्तित करती हैं। ऐसा करने पर शुष्क सेल का धीरे-धीरे उपभोग हो जाता है। इसका अर्थ है सेल टर्मिनलों पर वोल्टेज कम हो जाता है और इससे जुड़े लोड को आपूर्ति की जा सकने वाली धारा कम और कम हो जाती है। एक ऐसी स्थिति जिसमें शुष्क सेल संयोजित भार (लोड) को पर्याप्त

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

वोल्टेज/धारा की आपूर्ति करने में सक्षम नहीं होगा। तब कहा जाता है कि सेल दुर्बल या मृत हो गई है ।

एक नियम के रूप में शुष्क सेल के टर्मिनलों पर वोल्टेज इसके रेटेड आउटपुट वोल्टेज के 75% से कम होने पर इसे उपयोग के लिए अनुपयुक्त घोषित किया जा सकता है।

उदाहरण: (Example) 1.5 वोल्ट के रेटेड वोल्टेज वाले जिंक क्लोराइड ड्राई सेल में इसके टर्मिनलों पर 1.1 वोल्ट है। पता लगाएं कि सेल प्रयोग करने योग्य है या नहीं।

सेल का रेटेड आउटपुट वोल्टेज 1.5V है।

सेल का मापित आउटपुट 1.1V है।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

रेटेड आउटपुट के संबंध में प्रतिशत मापित आउटपुट(TYPES OF CELLS AND THEIR APPLICATIONS)

सामान्य नाम/प्रकार	वर्गीकरण	ऋणात्मक इलेक्ट्रोड (एनोड)	धनात्मक इलेक्ट्रोड (कैथोड)	इलेक्ट्रो लाइट	रेटेड आउटपुट वोल्टेज	उपलब्ध आकार	अनुप्रयोग
कार्बन-जिंक (आमतौर पर लेक्लांश सेल कहा जाता है)	प्राथमिक	जिंक	MnO_2/C	NH_4Cl और $ZnCl_2$ का मिश्रण	1.5 V	D, C, B, A, AA, AAA	फ्लैश लाइट, रेडियो, टेप बैटरी और सामान्य उद्देश्य के लिए।
कार्बन-जिंक (जिंक क्लोराइड सेल)	प्राथमिक	जिंक	MnO_2/C	जिंक क्लोराइड	1.5 V	D, C, B, A, AA, AAA	इलेक्ट्रिक शावर, इलेक्ट्रिक चाकू, ट्रांसमीटर, कॉर्डलेस ड्रिल टूल्स इत्यादि।
क्षारीय मैग्नींज डाइ ऑक्साइड सेल	प्राथमिक और रिचार्जेबल	जिंक	मैगनींज डाई ऑक्साइड	पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड का जलीय घोल	1.5 V	D, C, AA और बटन सेल	कैमरा क्रैंकिंग, रेडियो नियंत्रित खिलौने रेडियो और टेप रिकॉर्डर।
मरक्यूरिक ऑक्साइड सेल	प्राथमिक	जिंक	मरक्यूरिक ऑक्साइड	पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड, हाइड्रॉक्साइड का जलीय घोल	1.35 V	C, B, AA और बटन सेल	कैमरा, घड़ियां, श्रवण यंत्र, कैलकुलेटर, आदि
सिल्वर ऑक्साइड सेल	प्राथमिक	जिंक	Ag_2O	पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड या सोडियम हाइड्रॉक्साइड का जलीय घोल	1.5 V	बटन सेल	श्रवण यंत्र, डिजिटल कलाई घड़ी, माइक्रो-लैंप, लाइट मीटर आदि।
निकल कैडमियम	रिचार्जेबल (द्वितीयक)	कैडमियम	निकल हॉइड्राक्साइड	पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड का जलीय घोल	1.2V	सभी आकार के बेलनाकार, आयताकार और बटन सेल	पोर्टेबल उपकरण जैसे रेडियो, टेप, आदि रिचार्जेबल, फ्लैश लाइट, आपातकालीन लाइट आदि
लीथियम मैगनींज	प्राथमिक	लीथियम	आयोडीन/धात्विक ऑक्साइड सल्फाइड बटन सेल	कार्बनिक अकार्बनिक जल	3 V to 6 V	मध्यम से बड़ा	इलेक्ट्रॉनिक घड़ियाँ कैलकुलेटर, हार्ट पेसमेकर, जीवन रक्षक, उपकरण और संचार उपकरण

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

द्वितीयक बैटरी - चार्ज डिस्चार्ज और मेंटेनेंस के प्रकार (Secondary batteries - types of charge, discharge and maintenance)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **लेड-एसिड बैटरियों के अनुप्रयोगों का उल्लेख कीजिए**
- **लेड एसिड बैटरी के निर्माण का वर्णन करें**
- **द्वितीयक सेलों के प्रकारों, उनके नॉमिनल सेल वोल्टेज, क्षमता और अनुप्रयोगों की व्याख्या करें**
- **AH क्षमता पर तापमान के प्रभाव की व्याख्या करें**
- **लेड एसिड बैटरियों की देखभाल और रखरखाव के बारे में बताएं**
- **हाइड्रोमीटर का वर्णन करें**
- **सेल को श्रृंखला, समानांतर और श्रृंखला-समानांतर में कनेक्ट करें।**

द्वितीयक बैटरी: (Secondary batteries)

द्वितीयक बैटरियां छोटी इकाइयों से बनी होती हैं जिन्हें सेल कहा जाता है। प्राइमरी और द्वितीयक सेल के मध्य मुख्य अंतर यह है कि द्वितीयक सेल को रिचार्ज किया जा सकता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि द्वितीयक सेल में प्रयुक्त रसायनों में उत्क्रमणीय रासायनिक प्रतिक्रिया होती है।

जब एक द्वितीयक सेल लोड को करंट की आपूर्ति कर रहा होता है, तो सेल को डिस्चार्जिंग कहा जाता है। यह डिस्चार्जिंग करंट धीरे-धीरे इलेक्ट्रोड (एनोड और कैथोड) पर अलग-अलग धनात्मक और ऋणात्मक आवेशों को बेअसर करता है।

दूसरी ओर जब एक सेल को धारा की आपूर्ति प्रदान की जाती है तो विपरीत रासायनिक प्रतिक्रिया के कारण इलेक्ट्रोड पर आवेश फिर से संग्रहीत हो जाते हैं। इस क्रिया को सेल चार्ज करने के रूप में जाना जाता है। एक सेल को चार्ज करने के लिए चार्जिंग धारा की आपूर्ति बाह्य DC वोल्टेज सोर्स द्वारा की जाती है जिसमें सेल लोड के रूप में व्यवहार करता है।

डिस्चार्ज और रिचार्जिंग की प्रक्रिया को सेल का चक्रण (साइकिलिंग) कहा जाता है। जब तक सेल अच्छी स्थिति में है डिस्चार्ज और चार्ज चक्र कई सौ बार दोहराया जा सकता है।

चूंकि एक द्वितीयक सेल को रिचार्ज किया जा सकता है दूसरे शब्दों में चार्ज को पुर्नस्थापित किया जा सकता है इन सेल को स्टोरेज सेल कहा जाता है ।

सबसे सामान्य प्रकार की द्वितीयक सेल लेड-एसिड सेल है । ऐसी सेलों के संयोजन से बनी बैटरी को लेड-एसिड बैटरी कहा जाता है । लेड-एसिड बैटरी आमतौर पर कारों बसों और लॉरी आदि जैसे ऑटोमोबाइल में उपयोग की जाती हैं।

लेड-एसिड वेट टाइप सेल (Lead-acid, wet type cells):

इंजन स्टार्ट करने के लिए लगभग हर ऑटोमोबाइल में लीड-एसिड से बनी लेड-एसिड द्वितीयक बैटरी का उपयोग किया जाता है। ये बैटरियां ऑटोमोबाइल के स्टार्टर मोटर को 100 से 400A के लोड करंट सप्लाई करती हैं।

लेड-एसिड सेल का नामांकित वोल्टेज 2.2 V है। श्रृंखला में तीन या छह सेलों को जोड़ने से 6V या 12V की बैटरी प्राप्त होती है।

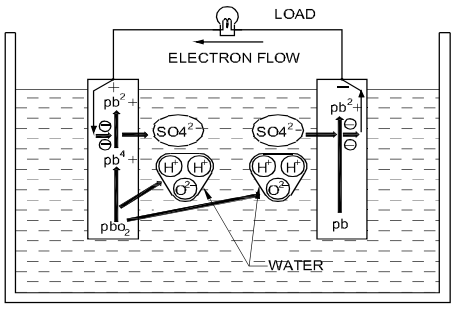
रासायनिक क्रिया का सिद्धांत (Principle of chemical action)

पूरी तरह से चार्ज किए गए लेड-एसिड सेल में एक लेड पेरोक्साइड (PbO_2) पॉजिटिव इलेक्ट्रोड होता है जो कि लाल भूरे रंग का होगा और एक ग्रे स्पंजी लेड (Pb) नेगेटिव इलेक्ट्रोड के रूप में होगा। इन दो इलेक्ट्रोडों को एक इलेक्ट्रोलाइट में डुबोया जाता है जो सल्फ्यूरिक एसिड (27% सल्फ्यूरिक एसिड) का पतला घोल होता है जिसका विशिष्ट गुरुत्व 1.3 होता है। ऐसी सेल 2.2 V का आउटपुट देती है।

लेड-एसिड सेलों का निर्वहन (Discharging of lead-acid cells):

लेड-एसिड सेल के निर्वहन के दौरान होने वाली रासायनिक क्रिया को Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



डिस्चार्ज के दौरान दोनों इलेक्ट्रोड में लेड (Pb) सल्फ्यूरिक एसिड (H_2So_4) के साथ हाइड्रोजन को विस्थापित करने के लिए प्रतिक्रिया करता है और लेड सल्फेट ($PbSo_4$) बनाता है। यह लेड सल्फेट एक सफेद पदार्थ कुछ अघुलनशील है और इसलिए धनात्मक और ऋणात्मक दोनों प्लेटों पर आंशिक रूप से लेपित हो जाता है। चूंकि दोनों प्लेट रासायनिक रूप से एक ही पदार्थ ($PbSo_4$) के समीप आती हैं इसलिए इन प्लेटों के बीच विभवांतर कम होने लगता है। उसी समय लेड परॉक्साइड (PbO_2) में ऑक्सीजन के इलेक्ट्रोलाइट के हाइड्रोजन परमाणुओं के साथ संयोजन से पानी (H_2O) बनता है जैसा कि नीचे दिए गए समीकरण में दिखाया गया है

© NIMI Not to be republished

$Pb + PbO_2 + 2H_2So_4$ Discharge $2PbSo_4 + 2H_2O$

डिस्चार्जिंग (निर्वहन) समीकरण से यह देखा जा सकता है कि जैसे ही बैटरी डिस्चार्ज होती है (एक लोड को ऊर्जा प्रदान करती है) सल्फ्यूरिक एसिड का घोल कमजोर (अधिक से अधिक पतला) हो जाता है जिसका विशिष्ट गुरुत्व 1.0 के करीब पहुंच जाता है।

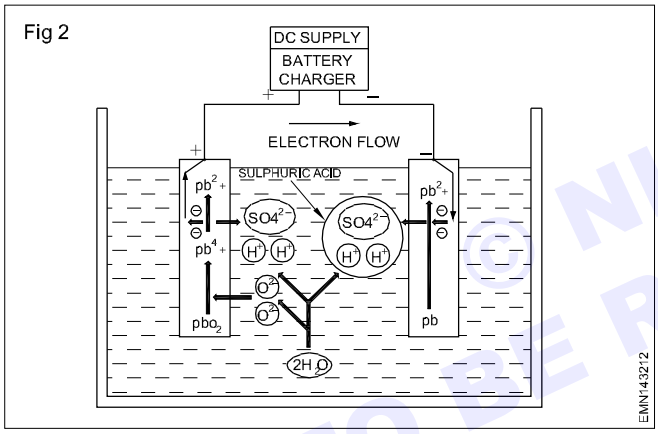
इलेक्ट्रोड पर सफेद लेड सल्फेट का लेप और इलेक्ट्रोलाइट के विशिष्ट गुरुत्व में कमी से सेल का वोल्टेज ड्रॉप हो जाता है। साथ ही प्लेटों पर सल्फेट कोटिंग के कारण सेल का आंतरिक प्रतिरोध बढ़ जाता है।

लेड-एसिड सेलों की चार्जिंग (Charging of lead-acid cells):

लेड-एसिड सेल को चार्ज करने के दौरान होने वाली रासायनिक क्रिया को Fig 2 में दिखाया गया है।

जब एक बैटरी चार्जर जिसमें आउटपुट वोल्टेज (2.5V) होता है जो सेल (2.2V) के नामांकित वोल्टेज से थोड़ा अधिक होता है को Fig 2 में दिखाया गया है आयनिक प्रवाह की दिशा रिवर्स हो जाती है (डिस्चार्जिंग दिशा के लिए चित्र 1 देखें)। चार्जर द्वारा आपूर्ति की गई विद्त ऊर्जा इलेक्ट्रोलाइट में हाइड्रोजन आयनों के साथ लेड सल्फेट ($PbSO_4$) के

Fig 2



पुनर्संयोजन का कारण बनती है। इसलिए, अतिरिक्त पानी को इलेक्ट्रोलाइट समाधान से हटा दिया जाता है। जैसे ही इलेक्ट्रोलाइट सल्फ्यूरिक एसिड (27%) अपनी सामान्य तीव्रता प्राप्त कर लेती है प्लेटें लेड परॉक्साइड और स्पंजी लेड के अपने मूल रूप में लौट आती हैं इलेक्ट्रोड में वोल्टेज 2.2 V के अपने नामांकित मान पर वापस आ जाता है। चार्जिंग के दौरान शामिल रासायनिकक्रिया को निम्नलिखित समीकरण द्वारा दर्शाया जा सकता है;

ऋणात्मक ध्रुव पर

$PbSO_4 + 2$ electrons $\longrightarrow Pb + SO_4$

धनात्मक ध्रुव पर

$PbSO_4 - 2$ electrons $+ 2H_2O \longrightarrow PbO2 + So_4^{2-} - 4H^+$

जैसा कि उपरोक्त रासायनिक क्रियाएं एक साथ होती हैं समीकरण को इस प्रकार लिखा जा सकता है

$2PbSO_4 + 2H_2O +$ Electrical energy $\longrightarrow 2H_2So_4 + Pb + PbO_2.$

यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि 12 V (2.2 V x 6 सेल) की लेड-एसिड बैटरी चार्ज करने के लिए चार्जिंग के लिए उपयोग किए जाने वाले बैटरी चार्जर का आउटपुट वोल्टेज 14.1V से 15V के बीच होना चाहिए और इसकी धारा रेटिंग 30A से अधिक नहीं होनी चाहिए। अत्यधिक उच्च धाराओं पर बैटरी चार्ज करने से इलेक्ट्रोलाइट उबल सकता है। यह बैटरी में तरल स्तर को कम करता है और इलेक्ट्रोड के बकलिंग और टुकड़े टुकड़े का कारण बनता है इस प्रकार सेलों और बैटरी के जीवन को कम करता है ।

लेड सल्फेट ($PbSo_4$) जो +ve और - ve प्लेटों पर लेपित होता है समय के साथ अघुलनशील क्षार में परिवर्तित हो जाता है। इसलिए बैटरी को पूरी तरह से रिचार्ज करने की सिफारिश की जाती है भले ही इसे काफी समय तक उपयोग न किया गया हो।

लीड-एसिड बैटरी का निर्माण (Construction of lead-acid batteries):

Fig 3 में वाणिज्यिक लेड एसिड बैटरी के निर्माण के पीछे के सिद्धांत को दर्शाया गया है।

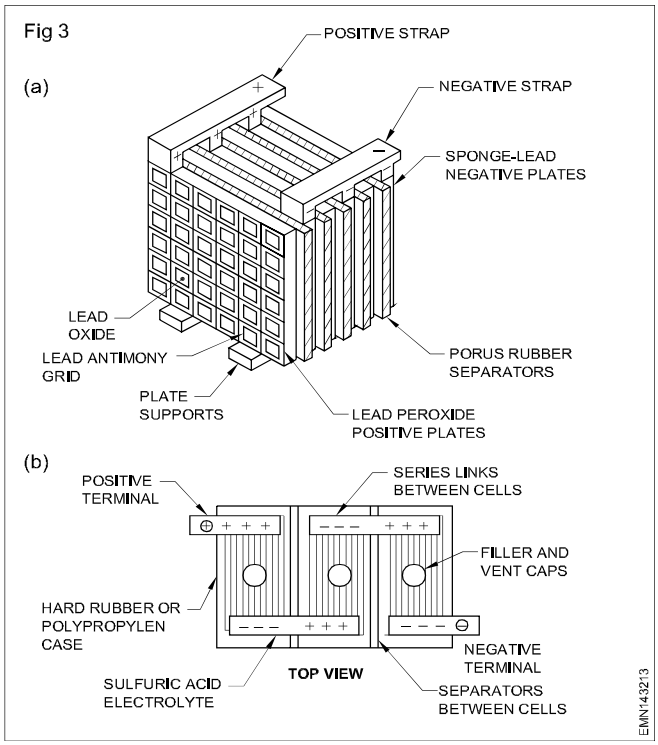
यद्यपि fig 1 और 2 में लेड-एसिड सेल इलेक्ट्रोड को एकल प्लेटों के रूप में दिखाया गया था एक व्यावहारिक सेल में ऐसा नहीं होगा। सतह क्षेत्र और धारा क्षमता को बढ़ाने के लिए कई धनामक और ऋणात्मक प्लेटों को आपस में जोड़ा जाता है और छिद्रयुक्त रबर शीट द्वारा अलग किया जाता है जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है। सभी धनामक और ऋणात्मक प्लेटें विद्तीय रूप से जुड़ी हुई हैं। ये समानांतर कनेक्शन 2.2V के समग्र सेल आउटपुट वोल्टेज के साथ सेल की उच्च धारा क्षमता उत्पन्न करते हैं। आवश्यक बैटरी वोल्टेज प्राप्त करने के लिए ऐसी कई सेलों को श्रृंखला में जोड़ा जा सकता है। उदाहरण के लिए Fig 3b श्रृंखला में तीन सेलों को संयोजित कर प्राप्त 6 वोल्ट की लेड एसिड बैटरी को प्रदर्शित करता है।

लेड-एसिड बैटरियों में चूंकि रिचार्जिंग के दौरान हाइड्रोजन गैस का उत्पादन होता है इसलिए बैटरी के बॉक्स में वेंट (holes) दिए जाते हैं ताकि हाइड्रोजन और जल वाष्प मुक्त हवा में निकल सकें। वेंट इलेक्ट्रोलाइट से वाष्पित पानी की पूर्ति के लिए सेलों में आसुत जल जोड़ने में भी मदद करते हैं।

लेड एसिड बैटरी की धारा रेटिंग (Current rating Of Lead acid batteries):

लेड एसिड बैटरी की धारा रेटिंग समान्यत: 8 घंटे की डिस्चार्ज अवधि के आधार पर एम्पीयर-घंटे (AH) इकाई में दी जाती है। दूसरे शब्दों में बैटरियों का मूल्यांकन इस आधार पर किया जाता है कि वे एक निर्दिष्ट अवधि (अक्सर 8 घंटे) के लिए कितने डिस्चार्ज करंट सप्लाई कर सकता है। इस समय के दौरान सेल का आउटपुट वोल्टेज 1.7 वोल्ट से कम नही होना चाहिए। ऑटोमोबाइल बैटरी का विशिष्ट AH मान 60 - 300 AH तक होता हैं।

NOT TO BE REPUBLISHED © NIMI



उदाहरण के लिए एक 60 AH बैटरी छोटे ऑटोमोबाइल में उपयोग की जाती है सेल वोल्टेज 1.7 वोल्ट से नीचे आए बिना 8 घंटे के लिए 60/8 या 7.5 एम्पीयर के लोड करंट सप्लाई कर सकती है। यद्यपि यह बैटरी अधिक समय के लिए कम धारा (12 घंटे के लिए 5 एम्पीयर) या कम समय के लिए अधिक धारा (1 घंटे के लिए 60 एम्पीयर) की आपूर्ति कर सकती है।

लेड-एसिड बैटरियों की AH क्षमता पर तापमान का प्रभाव (Effect of temperature on AH capacity of Lead-acid batteries):

प्राथमिक सेलों की तरह तापमान के साथ लेड-एसिड सेलों की क्षमता भी काफी कम हो जाती है। प्रत्येक 1°F तापमान में कमी पर ये सेल अपनी रेटेड एम्पीयर-घंटे (Ah) क्षमता का लगभग 0.75% खो देते हैं।0°F (-18°) पर इसकी क्षमता 60° (15.6°) के मान का केवल 60% है। इसलिए ठंड के मौसम में ऑटोमोबाइल बैटरी को हमेशा पूर्ण चार्ज करना बहुत महत्वपूर्ण है। इसके अलावा बहुत ठंडे तापमान पर इलेक्ट्रोलाइट अधिक आसानी से जम जाता है क्योंकि डिस्चार्ज की स्थिति में यहपानी से पतला हो जाता है।

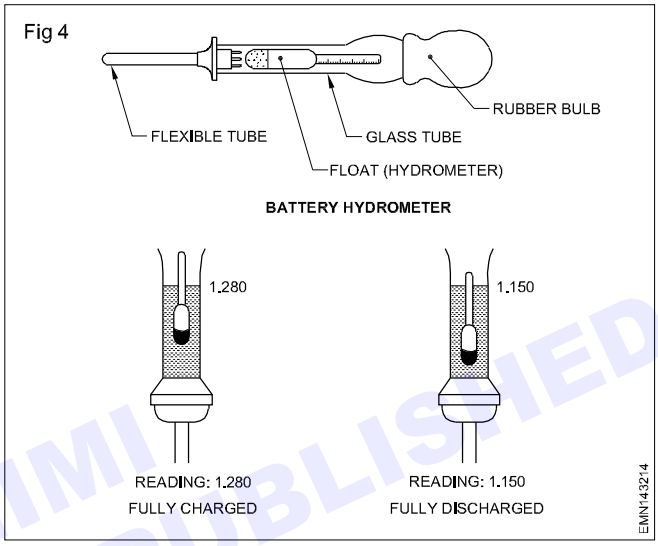
विशेषकर ठंड के मौसम में बैटरी को हमेशा पूर्ण चार्ज रखें।

इलेक्ट्रोलाइट का विशिष्ट गुरुत्व (Specific gravity of electrolyte):

किसी पदार्थ काविशिष्ट गुरुत्व पदार्थ के भार और जल के भार के मध्य एक अनुपात है। पानी के विशिष्ट गुरुत्व को संदर्भ के रूप में लिया जाता है। उदाहरण के लिए सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल का विशिष्ट गुरुत्व 1.835 है। इसका अर्थ है सल्फ्यूरिक एसिड की समान मात्रा जल से 1.835 गुना भारी है।

पूर्ण रुप से चार्ज लेड-एसिड सेल में इलेक्ट्रोलाइट का विशिष्ट गुरुत्व जो सल्फ्यूरिक एसिड और पानी का मिश्रण है कमरे के तापमान 70-80 पर 1.28 होना चाहिए। जैसे-जैसे सेल डिस्चार्ज होता है अधिक से अधिक पानी इलेक्ट्रोलाइट में छोड़ा जाता है जिससे विशिष्ट गुरुत्व कम होता है। जब इलेक्ट्रोलाइट का विशिष्ट गुरुत्व का मान लगभग 1.150 तक आ जाता है तो सेल पूर्ण रुप से डिस्चार्ज हो जाता है। इस प्रकार एक लेड-एसिड सेल के डिस्चार्ज की स्थिति को उसके इलेक्ट्रोलाइट के विशिष्ट गुरुत्व को मापकर पता लगाया जा सकता है।

इलेक्ट्रोलाइट के विशिष्ट गुरुत्व का मान बैटरी हाइड्रोमीटर नामक उपकरण का उपयोग करके मापा जाता है जो Fig 4 में प्रदर्शित है।



हाइड्रोमीटर (Hydrometer):

इस मीटर का उपयोग तरल के विशिष्ट गुरुत्व का परीक्षण करने के लिए किया जाता है। इसमें बल्ब के साथ कांच से निर्मित ट्यूब होती है। कांच की नली में सीसे के छोटे-छोटे टुकड़े भरे जाते हैं और उस पर स्केल लगाया जाता है जिस पर विशिष्ट गुरुत्व लिखा होता है और साथ ही सेल की चार्ज से डिस्चार्ज अवस्था का संकेत भी लिखा होता है। इस हाइड्रोमीटर को कांच की बनी एक और ट्यूब में रखा जाता है। इस ट्यूब के एक तरफ रबर की गेंद लगाई जाती है और दूसरी तरफ नोजल लगाया जाता है। जब इस मीटर की गेंद को सेल के इलेक्ट्रोलाइट में रखते हुए दबाकर छोड़ा जाता है तो इलेक्ट्रोलाइट बाह्र ग्लास ट्यूब में आ जाता है जिसमें हाइड्रोमीटर बल्ब तैरता है और तनु H_2SO_4 के साथ रीडिंग देता है । बल्ब इलेक्ट्रोलाइट में डूब जाएगा जबकि गाढ़ा H_2SO_4 के साथ बल्ब ऊपर आ जाएगा इस प्रकार यह रीडिंग देता है। इलेक्ट्रोलाइट इतना भरना चाहिए कि यह हाइड्रोमीटर के ऊपरी सिरे या बाह्र ट्यूब के नीचे न चिपके।

हाइड्रोमीटर पर पाठ्यांक	1280
पूर्ण चार्ज (आवेशित)	1260
अर्ध चार्ज	1200
पूर्ण डिस्चार्ज (निर्वहन)	1200
या मृत	1180

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

विशिष्ट गुरुत्व के महत्व को इस तथ्य से देखा जा सकता है कि लेड-एसिड बैटरी का ओपन परिपथ वोल्टेज (V) का लगभग मान इसके परिप्रेक्ष्य में दिया जाता है

V = विशिष्ट गुरुत्व + 0.84

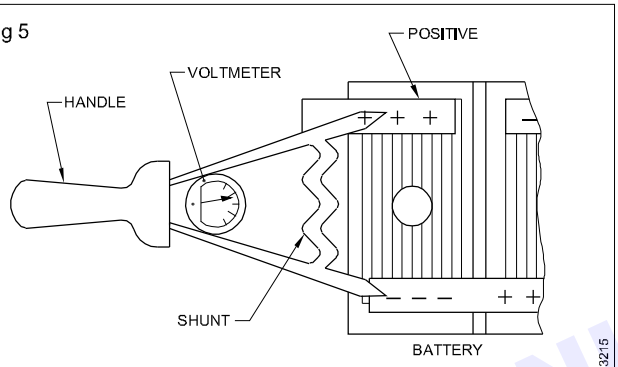
उदाहरण के लिए, यदि विशिष्ट गुरुत्व 1.280 है तब,

V=1.280 + 0.84 = 2.12 V

सेलों की स्थिति के परीक्षण के लिए उपकरण - उच्च दर डिस्चार्ज (निर्वहन) टेस्टर (Instrument for testing condition of cells - High rate discharge tester):

लेड-एसिड बैटरी सेल की आंतरिक स्थिति इस परीक्षण द्वारा निर्धारित की जाती है। एक निम्न श्रेणी (0-3V) वोल्टमीटर को निम्न प्रतिरोध द्वारा शंट किया जाता है जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

Fig 5



HIGH - RATE DISCHARGE TESTER

दो टर्मिनल पोट्रस को परीक्षण के लिए एक सेल के टर्मिनलों पर दबाया जाता है। फुल चार्ज सेल के लिए मीटर पॉइंटर मीटर स्केल पर फुल चार्ज की रेंज में पॉइंट करता है। एक सल्फेट पुरानी सेल डिस्चार्ज रीडिंग दिखाएगी। मीटर में तीन रंग लाल पीला और हरा है; लाल पूरी तरह से डिस्चार्ज के लिए, पीला आधा चार्ज होने के लिए और हरा पूरी तरह से चार्ज स्थिति के लिए होता है।

लेड-एसिड बैटरी सेल का टॉप अप करना (Topping up of lead-acid battery cells):

लेड-एसिड बैटरी की सामान्य प्रचालन दशा में इलेक्ट्रोलाइट विलयन का स्तर ऐसा होना चाहिए कि सेलों की सभी प्लेटें पूरी तरह से डूब जाएं। यदि इलेक्ट्रोलाइट का स्तर कम पाया जाता है तो आसुत जल को वेंट प्लग के माध्यम से सेल के संकेतित स्तर तक जोड़ा जाना चाहिए। लेड-एसिड बैटरी सेल में इलेक्ट्रोलाइट के स्तर को बनाए रखने की इस प्रक्रिया को टॉपिंग अप कहा जाता है।

टॉपिंग के लिए नल का पानी या कुएं का पानी न डालें। इससे सेल का जीवनकाल कम हो जाएगा।

जब एक लेड एसिड बैटरी चार्ज की जा रही हो तो उत्पादित गैस को हवा में मुक्त रूप से निकलने के लिए के लिए वेंट प्लग को खुला रखा जाना चाहिए।

निर्बाध पावर सप्लाई (UPS) में बैक-अप DC आपूर्ति के रूप में उपयोग की जाने वाली लेड-एसिड बैटरियों के सन्दर्भ में चूंकि बैटरी को चार्ज करना और डिस्चार्ज करना एक सतत प्रक्रिया है अत: चार्जिंग के दौरान उत्पन्न गैसों को निर्मुक्त करने के लिए बैटरी के वेंट प्लग में कई कोटर होंगे।

लेड-एसिड बैटरियों की देखभाल और नियमित रखरखाव (Care and routine maintenance of lead-acid batteries):

- यदि बैटरी 1.7V प्रति सेल के न्यूनतम मान से अधिक डिस्चार्ज हो जाती है तो बैटरी का उपयोग न करें।
- डिस्चार्ज की गई बैटरी को लंबे समय तक उस स्थिति में न छोड़ें। उपयोग में न होने पर भी बैटरी को हमेशा फुल चार्ज रखें।
- उपयुक्त मात्रा में आसुत जल (NOT tap water) डालकर प्लेटों के शीर्ष से इलेक्ट्रोलाइट का स्तर हमेशा 10 से 15 mm ऊपर बनाए रखें।
- विशिष्ट गुरुत्व बनाए रखने के लिए सल्फ्यूरिक एसिड न डालें।
- गैसों के कारण उच्च दबाव के निर्माण को रोकने के लिए फिलिंग प्लग में वेंट ओपनिंग को हमेशा खुला रखें। कम से कम वेंट प्लग में कोटर तो होना ही चाहिए।
- नम कपड़े बेकिंग सोडा और पानी का उपयोग करके बैटरी के ऊपर के एसिड और जंग को धोएँ।
- बैटरी टर्मिनलों और मेटल सपोर्ट को अनलंकृत धातु तक साफ करें और इसकी सतह पर वैसलीन या पेट्रोलियम जेली लगाएं।
- हाई रेट डिस्चार्ज टेस्टर' का उपयोग करके डिस्चार्ज की गई बैटरी का परीक्षण न करें।

लेड-एसिड बैटरी के कुछ अनुप्रयोग (Some applications of lead-acid batteries):

लेड-एसिड स्टोरेज बैटरी वाणिज्यिक बाजार में मिलने वाली सबसे सामान्य प्रकार की बैटरी है। लेड-एसिड बैटरियां अनुप्रयोगों की एक विस्तृत और विविध रेंज उपलब्ध है। कुछ सामान्य अनुप्रयोग नीचे सूचीबद्ध हैं;

- पेट्रोल चालित वाहन जैसे स्कूटर कार आदि में।
- छोटे घरेलू और औद्योगिक निजी उत्पादन संयंत्रों और खादानों में।
- बैटरी से चलने वाले इंजन।
- छोटी क्षमता के प्रकाश के लिए आपातकालीन लैंप में।
- मेन्स फेल होने की स्थिति में आरक्षित आपूर्ति प्रदान करने के लिए निर्बाध विद्त आपूर्ति (UPS) में।

यद्यपि वेंट इलेक्ट्रोलाइट लेड-एसिड द्वितीयक सेल सबसे प्रचलित प्रकार हैं परन्तु कुछ अन्य प्रकार के द्वितीयक सेल हैं जिनका विशिष्ट विशेषताओं के कारण कुछ क्षेत्रों में अनुप्रयोग हैं। अन्य प्रकार की द्वितीयक बैटरियों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है;

अनुरक्षण (रखरखाव) मुक्त लेड-एसिड बैटरी (Maintenance free lead-acid batteries): लेड-एसिड सेलों में नवीन प्रगति के परिणामस्वरूप कम रखरखाव और रखरखाव मुक्त बैटरी निर्मित हुई है। सामान्य लेड-एसिड बैटरी में बैटरी प्लेट्स में एंटीमनी (4%) होती है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

क्योंकि प्लेट्स लेड एंटीमनी से बनी होती हैं। यह पाया गया है कि सेल चार्ज करते समय गैसिंग की मात्रा यानी हाइड्रोजन के उत्पादन को लेड प्लेटों में एंटीमनी की मात्रा को कम करके कम किया जा सकता है । प्लेटों में एंटीमनी को 2% तक कम करके कम रखरखाव वाले सेल बनाए जा सकते हैं। इन सेलों को बहुत कम जल की आवश्यकता होती है क्योंकि चार्जिंग के दौरान बहुत कम जल उबलता है। पूरी तरह से रखरखाव मुक्त सेल एंटीमनी-मुक्त प्लेटों का उपयोग करते हैं जिससे बैटरी पूरी तरह से सील हो जाती है क्योंकि कोई वेंट आवश्यक नहीं है क्योंकि गैस का निर्माण बिल्कुल नहीं होता है। एक बार सील करने के बाद कोई भी इलेक्ट्रोलाइट सेल से वाष्पित नहीं हो सकता है। हालांकि कुछ बैटरियों में ऊंचाई में बदलाव से उत्पन्न दाब को कम करने के लिए एक छोटा सा वेंट प्रदान किया जाता है।

ऐसा ही एक रखरखाव मुक्त लेड-एसिड सेल है गेल्ड इलेक्ट्रोलाइट लेड-एसिड सेल। यह सेल वेंट लेड-एसिड सेल के सभी लाभों की सुविधाओं के साथ तरल इलेक्ट्रोलाइट के कारण होने वाली समस्याओं से मुक्त होता है क्योंकि यह गेल्ड इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग करता है। ये सेल लेड-कैल्शियम ग्रिड का उपयोग करती हैं। ये सेल पूरी तरह से सील हैं और इन्हें किसी भी स्थिति में लगाया जा सकता है। यदि चार्जिंग के दौरान सेल का आंतरिक दबाव बहुत अधिक बढ़ जाता है तो अतिरिक्त दबाव छोड़ने के लिए एक मार्ग निर्गमन वाल्व प्रदान किया जाता है और यह स्वचालित रूप से बंद हो जाता है।

गेल्ड-इलेक्ट्रोलाइट लेड एसिड बैटरी 20 घंटे की डिस्चार्ज दर के आधार पर 0.9 से 20 Ah तक की क्षमता के साथ 2V से 12V तक उपलब्ध हैं। इन बैटरियों के लिए अधिकतम धारा 40 से 200 A तक होता है। इन बैटरियों का उपयोग घरेलू आपातकालीन लैंप पोर्टेबल टेलीविजन सेट पोर्टेबल उपकरण और विभिन्न प्रकार के औद्योगिक अनुप्रयोगों में किया जाता है।

- **निकल-कैडमियम (NiCd) सेल (Nickel-cadmium (NiCd) cell)**

लेड-एसिड सेल के बाद ये सेलउच्च धारा देने की क्षमता और कई बार पुर्नचक्रण के कारण लोकप्रिय हैं। साथ ही सेल को बिना किसी नुकसान के डिस्चार्ज होने पर भी लंबे समय तक स्टोर किया जा सकता है। NiCd सेल सीलबंद और गैर-सीलबंद दोनों डिज़ाइनों में उपलब्ध है लेकिन सीलबंद निर्माण अधिक सामान्य है। निकल-कैडमियम सेल का नामांकित आउटपुट वोल्टेज 1.25 V प्रति सेल है।

NiCd सेल के लिए रासायनिक समीकरण को इस प्रकार लिखा जा सकता है

$$2Ni(OH)_3 + Cd \underset{\text{discharge}}{\overset{\leftarrow \text{Charge}}{\rightleftharpoons}} 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2.$$

इलेक्ट्रोलाइट पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड (JOH) है लेकिन यह रासायनिक समीकरण में प्रकट नहीं होता है। इसका कारण यह है कि इस इलेक्ट्रोलाइट का कार्य केवल हाइड्रॉक्सिल (OH) आयनों के स्थानांतरण के लिए चालक के रूप में कार्य करना है। इसलिए लेड-एसिड सेल के विपरीत NiCd सेल में इलेक्ट्रोलाइट का विशिष्ट गुरुत्व आवेश की स्थिति के साथ नहीं बदलता है।

NiCd सेल एक वास्तविक भंडारण सेल है जिसमें रिचार्जिंग की प्रतिवर्ती रासायनिक प्रतिक्रिया होती है जिसे 1000 बार तक साइकिल किया जा सकता है। अधिकतम चार्जिंग करंट 10-h डिस्चार्ज रेट के बराबर है यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि एक नई NiCd बैटरी को उपयोग करने से पहले चार्ज करने की आवश्यकता हो सकती है।

इनका उपयोग पोर्टेबल बिजली उपकरण अलार्म सिस्टम और पोर्टेबल रेडियो या टेलीविजन में किया जाता है।

निकल आयरन या एडिसन सेल (Nickel-iron or Edison cell) :

इस सेल का कभी औद्योगिक ट्रक और रेलवे अनुप्रयोगों में बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाता था। यद्यपि इसे लगभग पूरी तरह से लेड-एसिड बैटरी से बदल दिया गया है। कम वजन के निर्माण की नई विधियों के अंतर्गत इस सेल को कुछ अनुप्रयोगों में एक संभावित विकल्प के रुप में उपयोग किया जाता है।

एडिसन सेल में निकल ऑक्साइड की एक धनात्मक प्लेट लोहे की एक ऋणात्मक प्लेट और जल में पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड का एक इलेक्ट्रोलाइट होता है जिसमें थोड़ी मात्रा में लिथियम हाइड्रॉक्साइड मिलाया जाता है। रिचार्जिंग के लिए रासायनिक प्रतिक्रिया प्रतिवर्ती है। नामांकित उत्पादन 1.2V प्रिति सेल है।

निकल-जिंक सेल (Nickel-zinc cell)

इस प्रकार का उपयोग परिमित रेलवे अनुप्रयोगों में किया गया है। इसकी उच्च ऊर्जा घनत्व की कारण से इलेक्ट्रिक कारों में उपयोग के लिए इसमें रुचि बढ़ी है। यद्यपि रिचार्जिंग के लिए इसका सीमित जीवन चक्र एक दोष है। नामांकित उत्पादन 1.6 V प्रिति सेल है।

क्षारीय मैंगनीज द्वितीयक सेल (Alkaline manganese secondary cells)

क्षारीय - मैंगनीज द्वितीयक बैटरी रखरखाव मुक्त वायुरूद्ध करके सील की गई हैं और किसी भी स्थिति में काम करेंगी। व्यक्तिगत सेल पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड के एक क्षारीय इलेक्ट्रोलाइट के साथ जस्ता और मैंगनीज डाइऑक्साइड के इलेक्ट्रोड का उपयोग करती हैं। प्रत्येक सेल में 1.5V का नामांकित वोल्टेज होता है। क्षारीय मैंगनीज बैटरी 1 से 4 Ah की रेटेड Ah क्षमता में उपलब्ध हैं। इन बैटरियों का आंतरिक प्रतिरोध NiCd बैटरियों की तुलना में काफी अधिक है। इसलिए क्षारीय मैंगनीज बैटरी उच्च धारा आपूर्ति के लिए उपयुक्त नहीं हैं।

क्षारीय मैंगनीज बैटरियों को इलेक्ट्रॉनिक और विद्त उपकरणों के लिए डिज़ाइन किया गया है जहाँ प्रारंभिक लागत और कम परिचालन लागत सर्वोपरि है। क्षारीय मैंगनीज सेकेंडरी बैटरियों को जितनी बार रिचार्ज किया जा सकता है वह NiCd बैटरियों की तुलना में बहुत कम है लेकिन प्रारंभिक लागत कम होती है।

क्षारीय मैंगनीज बैटरी चार्ज करना NiCd बैटरी से अलग है। निर्माता के आंकड़ों के अनुसार चार्जिंग स्थिर धारा लेकिन स्थिर वोल्टेज पर की जानी

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

चाहिए। एक और अंतर जब अन्य द्वितीयक बैटरियों के साथ तुलना की जाती है तो क्षारीय मैंगनीज बैटरी को बहुत अधिक डिस्चार्ज नहीं किया जाना चाहिए; अन्यथा रासायनिक प्रक्रिया को अब प्रतिवर्ती नहीं किया जा सकता है जिसका अर्थ है कि उन्हें रिचार्ज नहीं किया जा सकता है। निर्माता द्वारा यह अनुशंसा की जाती है कि 1 वोल्ट से नीचे सेल को डिस्चार्ज न करें।

जिंक-क्लोरीन (हाइड्रेट) सेल (Zinc-chlorine (hydrate) cell)

इलेक्ट्रिक वाहनों में उपयोग के लिए इस सेल का विकास किया जा रहा है। इसे कभी-कभी जिंक-क्लोराइड सेल के रूप में जाना जाता है। इस प्रकार में उत्तम जीवनचक्र के साथ उच्च ऊर्जा घनत्व होता है। नामांकित उत्पादन 2.1 V प्रिति सेल है।

लीथियम-आयरन सल्फाइड सेल (Lithium-iron sulphide cell)

यह सेल वाणिज्यिक ऊर्जा अनुप्रयोगों के लिए विकास के अधीन है। नामांकित उत्पादन 1.6 V प्रति सेल है। सामान्य ऑपरेटिंग तापमान 800 से 900 डिग्री फ़ारेनहाइट है जो अधिक लोकप्रिय प्रकार की सेलों की सामान्य ऑपरेटिंग तापमान की तुलना में अधिक है।

सोडियम-सल्फर सेल (Sodium-sulphur Cell)

यह एक अन्य प्रकार का सेल है जिसे इलेक्ट्रिक वाहन अनुप्रयोगों के लिए विकसित किया जा रहा है। इसमें उच्च दक्षता के साथ कम लागत पर लंबे जीवन की क्षमता है। सेल को 550 और 650 डिग्री फ़ारेनहाइट के बीच के तापमान पर संचालित करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इसकी सबसे रोचक विशेषता सिरेमिक इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग है।

इंजन शुरू करने के लिए लगभग हर ऑटोमोबाइल में लीड-एसिड से बने लीड-एसिड द्वितीयक बैटरी का उपयोग किया जाता है। ये बैटरियां ऑटोमोबाइल के स्टार्टर मोटर को 100 से 400F के लोड धारा की आपूर्ति करती हैं।

एक लेड-एसिड सेल का नामांकित वोल्टेज 2.2 V है। श्रृंखला में तीन या छह सेलों को संयोजित करने से 6V या 12V की बैटरी प्राप्त होती है।

प्लास्टिक सेल (Plastic Cells)

बैटरी प्रौद्योगिकी में एक नवीनतम विकास एक सुचालक बहुलक से बना रिचार्जेबल प्लास्टिक सेल है जो कार्बनिक रासायनिक यौगिकों का एक संयोजन है। इन सेलों में दस गुना वजन और एक तिहाई मात्रा के साथ लेड-एसिड प्रकार की पावर हो सकती है। इसके अलावा प्लास्टिक सेल को रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है। एक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग इलेक्ट्रिक वाहनों के लिए हो सकता है।

एक प्लास्टिक सेल में दो पॉलिमर इलेक्ट्रोड के बीच एक इलेक्ट्रोलाइट होता है। ऑपरेशन संधारित्र के समान है। चार्ज के दौरान एक DC सोर्स द्वारा इलेक्ट्रॉनों को धनात्मक इलेक्ट्रोड से ऋणात्मक इलेक्ट्रोड में स्थानांतरित किया जाता है। डिस्चार्ज होने पर संग्रहीत इलेक्ट्रॉनों को लोड में धारा प्रदान करने के लिए बाह्य परिपथ के माध्यम से संचालित किया जाता है।

रखरखाव मुक्त गेल्ड इलेक्ट्रोलाइट लेड-एसिड बैटरी के अनुप्रयोग (Application of maintenance free Gelled Electrolyte Lead-acid batteries) चूंकि गेल्ड इलेक्ट्रोलाइट लेड-एसिड बैटरी रखरखाव मुक्त हैं और इन्हें किसी भी स्थिति में रखा जा सकता है इसलिए इन बैटरियों का व्यापक रूप से लगभग सभी प्रकार के पोर्टेबल उपकरणों में उपयोग किया जाता है। जेल-बैटरियों का सबसे आम अनुप्रयोग आपातकालीन लैंप में पाया जा सकता है। आपातकालीन लैंप कुछ और नहीं बल्कि स्टैंड-बाय प्रकाश सोर्स हैं जिनका उपयोग मेन की विफलता की स्थिति में किया जाता है। उपयोग किए जाने वाले लैंप का प्रकार एक लघु ट्यूब लाइट या एक साधाराण फिलामेंट लैंप हो सकता है। लघु ट्यूबलाइट का उपयोग करने वाले आपातकालीन लैंप को एक विशेष परिपथ की आवश्यकता होती है जिसे इन्वर्टर कहा जाता है । इन्वर्टर परिपथ का कार्य न्यून DC वोल्टेज को उच्च AC वोल्टेज में बदलना है।

लीड-एसिड बैटरी को रीचार्ज करना (Recharging lead-acid batteries)

याद रखें कि लेड-एसिड बैटरी रिचार्जेबल होती हैं। एक बार जब लेड-एसिड बैटरी का सेल वोल्टेज 1.8 V से कम हो जाता है तो बैटरी को रिचार्ज करने की आवश्यकता होती है। बैटरी की इस डिस्चार्ज अवस्था को इलेक्ट्रोलाइट (1.150) के विशिष्ट गुरुत्व को मापकर या बैटरी की सेलों में वोल्टेज को मापकर पता किया जा सकता है।

लेड-एसिड बैटरी को चार्ज करने के लिए बैटरी चार्जर नामक उपकरण का उपयोग किया जाता है। एक बैटरी चार्जर एक DC वोल्टेज सोर्स के अलावा और कुछ नहीं है जो बैटरी को आवश्यक वोल्टेज और चार्जिंग धारा की आपूर्ति करता है।

बैटरी चार्ज करने के दो मुख्य तरीके हैं। वे हैं;

1 नियत धारा बैटरी चार्जिंग।

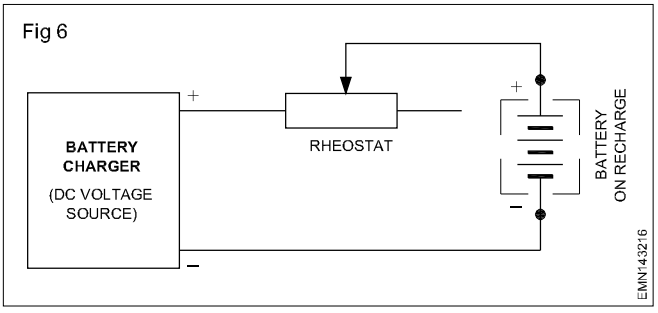
2 नियत वोल्टेज बैटरी चार्जिंग।

1 नियत धारा बैटरी चार्जिंग (Constant current battery charging)

बैटरियों को चार्ज करने की इस पद्धति में बैटरी को आपूर्ति की जाने वाली चार्जिंग धारा को एक निर्धारित (बैटरी निर्माता द्वारा) स्थिर मान पर रखा जाता है। इस स्थिर धारा की मात्रा बैटरी की AH क्षमता के आधार पर भिन्न होती है। नियत चार्जिंग धारा का मान अत्यधिक नहीं होना चाहिए क्योंकि इससे अत्यधिक गैसिंग हो सकती है। अत्यधिक मान धारा सेल तापमान को सुरक्षित सीमा (आमतौर पर 40 डिग्री सेल्सियस) से ऊपर बढ़ा देती है जिससे बैटरी का जीवन कम हो जाएगा।

Fig 6 में निरंतर करंट चार्जिंग सिस्टम की एक बहुत ही सरल विधि दिखाया गया है।

Fig 6



स्थिर करंट चार्जिंग में चार्जर का आउटपुट DC वोल्टेज आमतौर पर चार्ज की जाने वाली बैटरी के नॉमिनल वोल्टेज से दोगुना होगा। लेकिन बैटरी

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

के साथ श्रृंखला में जुड़े रिओस्टेट का मान परिवर्तित कर चार्जिंग धारा को नियंत्रित किया जाता है। उदाहरण के लिए 12 V बैटरी चार्ज करने के लिए DC वोल्टेज सोर्स 24 V हो सकता है लेकिन चार्जिंग धारा को 1 एम्पीयर रिओस्टेट की मदद से नियंत्रित किया जाएगा

LM317 जैसे वोल्टेज रेगुलेटर इंटीग्रेटेड परिपथ की सहायता से स्थिर धारा बैटरी चार्जर बनाना बहुत सरल और कम खर्चीला हो गया है। Fig 7 में LM317 का उपयोग करके बनाये गए स्थिर धारा बैटरी चार्जर का Fig प्रदर्शित है। चार्जिंग धारा का मान 1.5 एम्पीयर से कम होने पर इस चार्जर का उपयोग किसी भी प्रकार की बैटरी चार्जिंग के लिए किया जा सकता है।

Fig 7

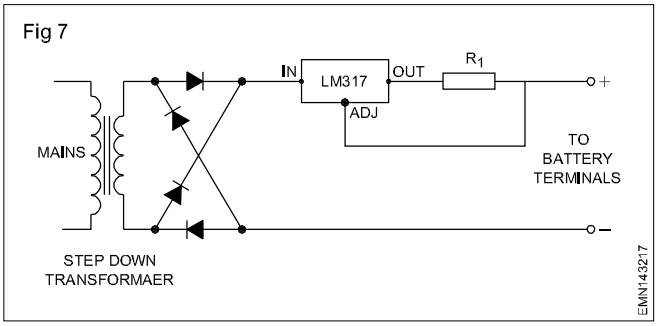


Fig 7 में परिपथ में 10 mA और 1.5 mA के बीच किसी भी मान पर धारा सेट किया जा सकता है। उच्च धाराएं होने पर उपयुक्त पावर ट्रांजिस्टर का उपयोग किया जा सकता है। Fig 7 में, रेगुलेटर IC (LM317) का इनपुट वोल्टेज बैटरी वोल्टेज का 1.5 गुना (चार्ज किया जाना है) प्लस 3 V होना चाहिए। और Fig 7 में उपयोग किया गया LM317 आउटपुट शॉर्ट्स या रिवर्स बैटरी कनेक्शन के लिए प्रतिरक्षा है। इसलिए चार्जर हमेशा सुरक्षित रहेगा।

स्थिर धारा बैटरी चार्जिंग का नुकसान यह है कि बैटरी को पूरी तरह चार्ज करने में तुलनात्मक रूप से लंबा समय लगता है। लेकिन चार्ज दक्षता जिसे परिभाषित किया गया है निरंतर वोल्टेज बैटरी चार्जिंग की तुलना में अधिक है।

$$\text{Charge efficiency} = \frac{\text{Charge stored by the battery}}{\text{Charge suppliedto the battery}}$$

2 स्थिर वोल्टेज बैटरी चार्जिंग (Constant voltage battery charging)

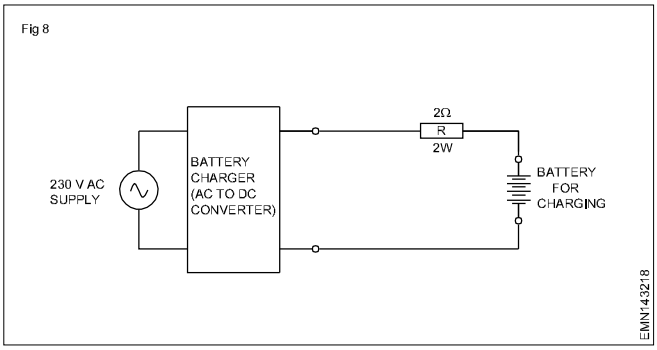
इस पद्धति में बैटरी टर्मिनलों पर लगाए गए वोल्टेज को स्थिर रखा जाता है लेकिन चार्जिंग धारा पर कोई नियंत्रण नहीं किया जाता है। इसलिए बैटरी शुरुआत में अत्यधिक चार्जिंग धारा लेती है और जैसे-जैसे सेल चार्ज होती जाती है चार्जिंग धारा कम और कम हो जाता है

इस पद्धति में निरंतर धारा चार्जिंग की तुलना में चार्जिंग के लिए आवश्यक समय आधा हो जाता है। लेकिन चार्ज दक्षता लगभग 10% कम हो जाती है।

निरंतर वोल्टेज चार्जिंग में चार्ज करने के लिए सेल पर आरोपित वोल्टेज लगभग 2.3 से 2.5 वोल्ट प्रति सेल पर स्थिर किया जाना चाहिए और अधिक नहीं। उदाहरण के लिए 12 वोल्ट की कार बैटरी के लिए चार्जर का DC वोल्टेज आउटपुट 14V से 15 V के बीच होना चाहिए।

Fig 8 में समान्य स्थिर वोल्टेज बैटरी चार्जिंग का चित्र प्रदर्शित है। समान्यत: AC को DC रेक्टिफायर परिपथ में बदलने के लिए उपयोग किया जाता है। यथार्थ ऑपरेशन के लिए थाइरिस्टर आधारित रेक्टिफायर्स का भी उपयोग किया जाता है।

Fig 8



प्रारंभिक चार्जिंग सर्ज धारा को अत्यधिक उच्च होने से रोकने के लिए प्रतिरोध R का उपयोग किया जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि अत्यधिक धारा बैटरी चार्जर यूनिट के डायोड और ट्रांसफॉर्मर को नुकसान पहुंचा सकता है।

ट्रिकल चार्जिंग (TRICKLE Charging)

जब भी एक स्टोरेज बैटरी को आपातकालीन रिजर्व के रूप में उपयोग किया जाता है जैसे कि निर्बाध पावर सप्लाई (UPS) के मामले में बैटरी को पूरी तरह चार्ज और किसी भी समय उपयोग के लिए तैयार रखना आवश्यक है यदि मुख्य आपूर्ति विफल हो जाती है।

एक पूरी तरह से चार्ज की गई बैटरी जो किसी भी लोड से जुड़ी नहीं है से इसके टर्मिनल वोल्टेज को बनाये रखने की उम्मीद की जाती है। लेकिन बैटरी में आंतरिक रिसाव और अन्य ओपन परिपथ नुकसान के कारण बैटरी वोल्टेज धीरे-धीरे निष्क्रिय या खुले परिपथ की स्थिति में भी कम हो जाता है। इसलिए इसे पूरी तरह से चार्ज की स्थिति में रखने के लिए बैटरी को एक चार्जिंग करंट सप्लाई की जानी चाहिए जो कि शॉर्ट हो और निष्क्रिय स्थिति या ओपन परिपथ के नुकसान की भरपाई के लिए पर्याप्त हो। इस छोटी धारा चार्जिंग को ट्रिकल चार्जिंग के नाम से जाना जाता है। ट्रिकल चार्जिंग बैटरी को हमेशा पूरी तरह चार्ज और उपयोग के लिए तैयार स्थिति में रखती है ताकि आपातकालीन परिस्थितियों में बैटरी का पूरी तरह से उपयोग किया जा सके।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

मापन यंत्रों, उपकरणों के प्रकार उपयोग और विशेषताएं (Types of measuring instruments, equipments, uses and features)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **PMMC प्रकार मूवमेंट के संचालन सिद्धांत की व्याख्या करें।**
- **डी'आर्सोनवल मूविंग कॉइल मीटर मूवमेंट की व्याख्या करें।**
- **उपकरणों के अंशांकन की व्याख्या करें।**
- **मल्टीमीटर के पाट्र्स और कार्यों की व्याख्या करें।**

विद्त के साथ काम करने और विद्त उपकरणों की सर्विस के लिए यर्थाथ मापन की आवश्यकता होती है। विद्त मापन करने के लिए उपयोग किए जाने वाले सबसे प्रचलित उपकरणों को मीटर कहा जाता है। मीटर एक उपकरण है जिसका उपयोग मूल विद्त मात्रा जैसे धारा विभवांतर (वोल्ट) और प्रतिरोध को मापने के लिए किया जाता है। मीटर का सही चयन और उचित उपयोग ही शुद्ध पाठ्यांक दे सकता है।

सभी मीटरों में एक बात समान होती है। उनमें एक आंतरिक मानक होता है जिससे सभी मापित मानों की तुलना की जाती है। इस संबंध में एक विद्त मीटर एक यांत्रिक तराजू की तरह है जो एक अज्ञात द्रव्यमान की तुलना एक मानक द्रव्यमान से करता है।

इस पाठ में चर्चा किए गए मीटर एक चुंबकीय बल उत्पन्न करने के लिए विद्त धारा/वोल्टेज का उपयोग करते हैं फिर यह इस बल की तुलना स्प्रिंग द्वारा लगाए गए काउंटर बल (प्रतिबल) से करता है। इन बलों का परिणाम एक सूचक को चलाता है जो मीटर के डायल पर अंशांकित स्केल पर मीटर पर लागू विद्त वोल्टेज/धारा के मान को प्रदर्शित करता है।

डी'आर्सोनवल मूवमेंट (The D'Arsonval Movement):

सभी मीटरों में किसी न किसी प्रकार का संकेतक यंत्र होगा। जिनके पास एक सूचक या सुई होती है जो एक निश्चित स्केल पर चलती है वे डी 'आर्सोनवल मूवमेंट क्रियाविधि पर आधारित होते हैं। इसका नाम D'Arsonval Deprez द्वारा इसके आविष्कार के नाम पर रखा गया है। डी 'आर्सोनवल मूवमेंट का सिद्धांत एक मोटर के समान है यह एक धारा वाहक चालक में आरोपित चुंबकीय क्षेत्र के बल का उपयोग करता है। इस मूवमेंट का सिद्धांत एक स्थायी चुंबक प्रकार की इलेक्ट्रिक मोटर के समान है।

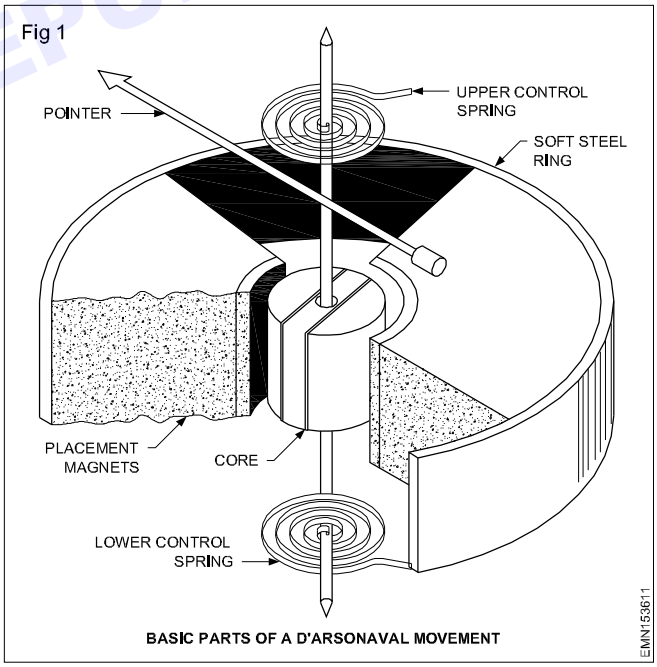
सभी डी'आर्सोनवलमीटर मूवमेंट में संकेतक की गति के लिए धारा और एक चुंबकीय क्षेत्र की आवश्यकता होती है। कुछ मीटरों में स्थायी चुम्बक होते हैं जो पॉइंटर मूवमेंट के लिए धारा के साथ कार्य करते हैं। इस तरह के प्रकार को स्थायी चुंबक मूविंग कॉइल प्रकार (PMMC) मीटर के रूप में जाना जाता है। अन्य प्रकार में कोई स्थायी चुम्बक नहीं होता है इसके बजाय उनके पास चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करने के लिए धारा वाहक कुंडलियाँ होती हैं। इन्हें मूविंग आयरन टाइप (MI) मीटर कहा जाता है।

डी'आर्सोनवलमीटर मूवमेंट में एक स्थायी चुंबक और एक मूविंग कॉइल होता है जिसे परमानेंट मैग्नेट मूविंग कॉइल गैल्वेनो मीटर संक्षिप्त रूप में PMMC भी कहा जाता है। गैल्वेनोमीटर शब्द एक संवेदनशीलकरंट डिटेक्शन डिवाइस को संदर्भित करता है।

Fig 1 में ऐसे गैल्वोनोमीटर के आवश्यक भागों को दर्शाया गया है।

Fig 1 में कुंडली एक शाफ्ट पर रखी गयी है जो ज्वेल बीयरिंगों के बीच घूमता है (Fig में नहीं दिखाया गया है)। सॉफ्ट स्टील कोर एक स्थायी चुंबक के चुंबकीय ध्रुवों के बीच कुल एयर गैप को कम करता है। कुण्डली ऊपरी और निचले नियंत्रण स्प्रिंग की यर्थाथता से विचलन के लिए अवस्थित है। कुण्डली से और उससे धारा प्रवाहित करने के लिए स्प्रिंग चालक के रूप में भी कार्य करते हैं। कुंडल से संयोजित एक हल्का वजन सूचक/संकेतक इंगित करता है कि कुंडली कितनी दूर घूम गयी है। स्केल पर संकेतक की स्थिति कुंडली के माध्यम से प्रवाहित होने वाली धारा की मात्रा बताती है।

Fig 1



BASIC PARTS OF A D'ARSONAVAL MOVEMENT

PMMC टाइप मीटर मूवमेंट के संचालन का सिद्धांत (Principle of operation of a PMMC type meter movement)

जब कॉइल में कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है तो कंट्रोल स्प्रिंग का टेंशन कॉइल को पोल फेस के बीच की स्थिति में रखता है। इस स्थिति को "शून्य स्थिति" के रूप में परिभाषित किया गया है।

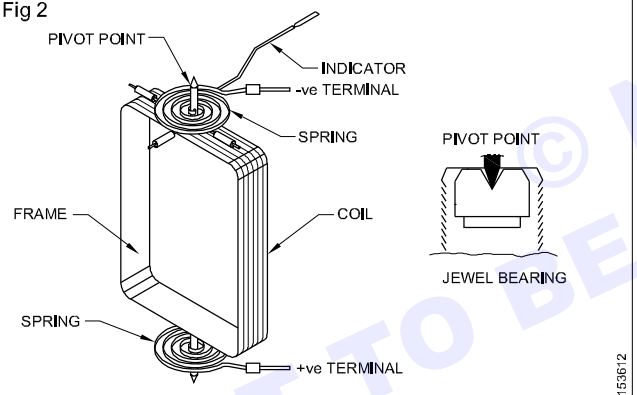
© WINTAC NOT TO BE REPUBLISHED

जब कुण्डली में धारा प्रवाहित होती है (जिसका मान मापा जाना है) स्थायी चुम्बक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र से बल धारा वाही कुण्डली पर बल आघूर्ण लगाता है और उसे घुमाता है (मोटर सिद्धांत जैसे) संकेतक दक्षिणावर्त दिशा में चलता है और स्प्रिंग इस गति को नियंत्रित/विरोध करते हैं। चुंबकीय क्षेत्र चल कुंडली पर एक टॉर्क लगाता है जिससे वह घूमता है। संकेतक तब उस स्केल पर एक गैर-शून्य मान पर स्थिर हो जाता है जहां धारा द्वारा उत्पन्न टॉर्क और स्प्रिंग का प्रतिरोध बल बराबर हो जाते हैं।

स्थायी चुम्बक के कारण कुण्डली के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र की प्रबलता स्थिर रहती है। इसलिए विक्षेपक बल गतिमान कुंडली के माध्यम से धारा के सीधे आनुपातिक होता है। ये स्थितियां माप मान को सीधे पढ़ने के लिए उपकरण के स्केल को कैलिब्रेट करना संभव करती हैं।

गतिमान कुंडली न्यूनतम घर्षण के साथ विक्षेपित हो नियत करने के लिए गतिमान कुंडल के शाफ्ट को दोनों सिरों पर एक बिंदु पर टेप किया जाता है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है नुकीले सिरे एक अत्यधिक पॉलिश किए गए ज्वेल बेयरिंग्स में स्थित रहते हैं। पतला (टैपर्ड) सिरा उपकरण की सटीकता को बनाए रखने के लिए शाफ्ट को ठीक स्थिति में रखता है। बेयरिंग घिसाव को कम करता है। इसके अलावा संपर्क का छोटा क्षेत्र घर्षण के कारण होने वाले टॉर्क को बहुत कम रखता है जिससे मीटर धारा में किसी भी बदलाव के लिए तेजी से प्रतिक्रिया करता है।

Fig 2



BEARING OF A D'ARSONVAL MOVEMENT

मूविंग कॉइल टाइप मीटर में डैम्पिंग (Damping in Moving coil type meters)

डैम्पिंग का अर्थ है कॉइल के स्विंग को नियंत्रित करना ताकि पॉइंटर अपनी अंतिम स्थिति में जल्दी से स्थिर हो सके। अवमंदन के बिना कुण्डली से जुड़ा हुआ सूचक विरामावस्था में आने से पहले आगे-पीछे घूमता है। ऐसे में सही मीटर पाठ्यांक लेने के लिए स्विंग बंद होने तक इंतजार करना पड़ता है।

स्थायी चुंबक मूविंग कॉइल मीटर में मूविंग कॉइल एक एल्यूमीनियम फ्रेम पर लिपटा होता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। यह फ्रेम कॉइल वाइंडिंग को सपोर्ट करने के अलावा बोबिन उपकरण की डैम्पिंग का महत्वपूर्ण कार्य भी करती है।

उपकरणों का अंशांकन (Calibration of Instruments)

यद्यपि सहिष्णुता के आंकड़े समान्यत: निर्दिष्ट होते हैं परन्तु शुद्ध नहीं होगा यदि उपकरण काफी समय तक उपयोग में है। इसका मुख्य कारण यंत्र का पुराना होना हो सकता है। इसलिए माप के लिए उपयोग किए जाने वाले उपकरण में पूर्ण विश्वास रखने के लिए उपकरण को नियमित रूप से "कैलिब्रेट" करना आवश्यक है। यदि किसी उपकरण को बिना कैलिब्रेटेड छोड़ दिया जाता है तो कुछ समय पहले ली गई समान रीडिंग निर्माता के विनिर्देश में किसी भी गलती के कारण भिन्न नहीं होगी बल्कि इसलिए कि इसके अंशांकन को अनुशंसित अवधि के भीतर जांचा नहीं किए जाने के कारण होगी।

कैलिब्रेशन निर्दिष्ट अंतराल पर एक नियमित प्रक्रिया है और इसे संरक्षित और विश्वसनीय मानकों के आधार पर किया जाता है। अंशांकन के लिए अंतराल कई कारकों जैसे कि उपकरण का प्रकार उपयोग की जगह सटीकता आदि पर निर्भर करता है । इसलिए अधिकांश उपकरण निर्माता अंशांकन अंतराल निर्दिष्ट करते हैं और प्रक्रिया का सुझाव देते हैं।

वोल्टमीटर और एमीटर का अंशांकन (Calibration of Voltmeters and Ammeters)

वोल्ट मीटर और धारामीटर के लिए अंशांकन के विभिन्न विधियों में से दो सरल और प्रचलित विधियाँ हैं;

- पोटेंशियोमीटर विधि द्वारा अंशांकन
- तुलना विधि द्वारा अंशांकन।

पोटेंशियोमीटर विधि अंशांकन की मूलभूत विधि है और अनिवार्य रूप से बेसिक मानक उपकरण के लिए उपयोग की जाती है। लेकिन यह विधि सामान्य अंशांकन के लिए बहुत सुस्त है और आवश्यकता से अधिक परिशुद्ध है। इसलिए सामान्य पोर्टेबल उपकरणों को उपयुक्त श्रेणी के उच्च ग्रेड मानक उपकरण के साथ तुलना करके अंशांकित किया जाता है। वर्तमान परिदृश्य में उच्च परिशुद्ध डिजिटल उपकरणों को एनालॉग वोल्ट/धारा/ओम मीटर को कैलिब्रेट करते समय मानक उपकरण के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

लाभ : PMMC यंत्र (Advantages : The P.M.M.C. instrument)

- कम ऊर्जा की खपत
- एकसमान मापक तथा 270° तक के आर्क को कवर कर सकता है।
- उच्च टॉर्क/वजन अनुपात (torque/weight ratio)।
- उपयुक्त प्रतिरोधों के साथ वोल्टमीटर या एमीटर के रूप में परिवर्तित किया जा सकता है
- डैम्पिंग (अवमंदन) दक्षतापूर्ण है।
- स्ट्रे चुंबकीय क्षेत्र से प्रभावित नहीं है और हिस्टैरिसीस के कारण कोई हानि नहीं होती है।

हानि : PMMC यंत्र (Disadvantages : The P.M.M.C. instrument)

- केवल DC में उपयोग किया जा सकता है
- अधिक संवेदनशील है
- मूविंग आयरन उपकरण की अपेक्षा महंगा है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- स्थायी चुंबक का चुंबकत्व क्षीण हो जाने के कारण त्रुटियां दिखा सकता है।

मूविंग आयरन उपकरण (Moving iron instruments)

इस उपकरण का नाम इस तथ्य से प्राप्त हुआ है कि सॉफ्ट आयरन का एक टुकड़ा जो धुरी और सुई से जुड़ा होता है एक चुंबकीय क्षेत्र में प्रवाहित होता है जो धारा द्वारा उत्पादित या विद्त की मात्रा के अनुपात में होता है जिसे मापा जा रहा है।

इस उपकरण के दो प्रकार होते हैं जिनका उपयोग या तो वोल्टमीटर या एमीटर के रूप में किया जाता है।

- आकर्षण प्रकार
- प्रतिकर्षण प्रकार।

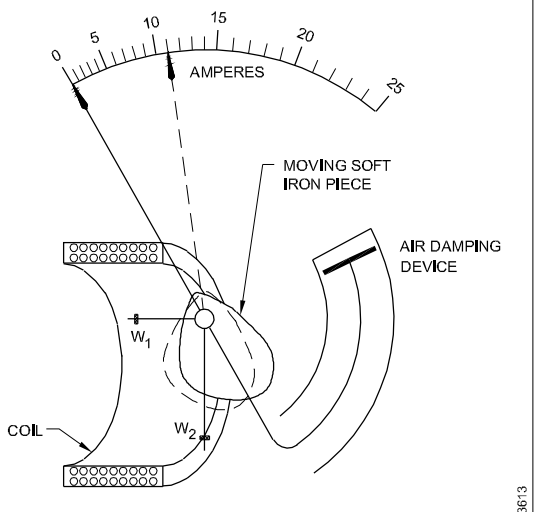
संचालन का सिद्धांत (Principle of operation):

आकर्षण प्रकार का चुंबकीय आकर्षण के सिद्धांत पर कार्य करता है और प्रतिकर्षण प्रकार का यंत्र एक ही चुंबकीय क्षेत्र द्वारा चुम्बकित सॉफ्ट आयरन के दो आसन्न टुकड़ों के बीच चुंबकीय प्रतिकर्षण के सिद्धांत पर कार्य करता है।

आकर्षण टाइप मूविंग आयरन उपकरण की संरचना और कार्य सिद्धान्त (Construction and working of attraction type moving iron instrument):

इस उपकरण में एक विद्त चुम्बकीय कुण्डली (इलेक्ट्रोमैग्नेटिक कॉइल) होती है जिसमें एयर गैप होता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। एयर गैप के ठीक सामने एक अंडाकार आकार का सॉफ्ट आयरन का टुकड़ा एक धुरी में कीलित रहता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। स्पिंडल चलने के लिए स्वतंत्र है। ज्वेलरी बियरिंग्स की मदद से और पॉइंटर जो स्पिंडल से जुड़ा होता है अंशांकित स्केल पर चल सकता है। जब विद्त चुम्बकीय कुण्डली को परिपथ से नहीं जोड़ा जाता है तो सॉफ्ट आयरन का टुकड़ा गुरुत्वाकर्षण बल के कारण लंबवत नीचे लटक जाता है और सूचक शून्य पाठ्यांक प्रदर्शित करता है।

Fig 3



MOVING IRON INSTRUMENT - ATTRACTION TYPE

जब विद्त चुम्बकीय कुंडली आपूर्ति से जुड़ा होता है तो कुंडली में निर्मित चुंबकीय क्षेत्र सॉफ्ट आयरन के टुकड़े को आकर्षित करता है। Fig 3 कीलित आयरन के टुकड़े की धुरी की उत्केन्द्रता के कारण लोहे के टुकड़े का बढ़ा हुआ भाग कुण्डली की ओर खिंच जाता है। यह बदले में धुरी को घुमाता है और सूचक को विक्षेपित करता है। जब चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करने वाली धारा अधिक होगी तो सूचक के विक्षेपण की मात्रा अधिक होगी। इसके अलावा सॉफ्ट आयरन के टुकड़े का आकर्षण कुंडल में धारा दिशा से स्वतंत्र होती है। यह विशेषता उपकरण को DC और AC दोनों में उपयोग करने में सक्षम बनाती है।

प्रतिकर्षण टाइप आयरन उपकरण की संरचना और कार्यविधि (Construction and working of repulsion type moving iron instrument):

इस उपकरण में पीतल के बोबिन B पर एक कॉइल W लिपटी होती है जिसके अंदर सॉफ्ट आयरन के दो स्ट्रिप्स M और F अक्षीय रूप से सेट होते हैं जैसा कि Fig 4a और 4b में प्रदर्शित है। पट्टी F स्थिर होती है जबकि लोहे की पट्टी M धुरी S से संयोजित होती है जो सूचक P को भी वहन करती है।

स्प्रिंग कंट्रोल का उपयोग किया जाता है और उपकरण को इस तरह डिज़ाइन किया गया है कि जब कोई धारा, W से नहीं बह रहा हो तो पॉइंटर शून्य स्थिति पर हो और सॉफ्ट आयरन की स्ट्रिप्स M और F लगभग स्पर्श कर रहे हों। (Figs 4a & 4b)

जब यन्त्र को आपूर्ति से जोड़ा जाता है तो कुंडल W में धारा प्रवाहित होती है जिसके परिणामस्वरुप चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। यह क्षेत्र सिरों में समान ध्रुवों का उत्पादन करने के लिए क्रमशः स्थिर और मूविंग आयरन F और M को बनाता है।

क्रमशः सिरों में समान ध्रुवों का उत्पादन करने के लिए। अत: दोनों पट्टियां एक दूसरे को प्रतिकर्षित करती हैं। टॉर्क के कारण चल प्रणाली में एक विक्षेपण उत्पन्न होता है और इस प्रकार तनाव के कारण एक नियंत्रित टॉर्क प्रकाश में आता है। विक्षेपण और नियंत्रित टॉर्क बराबर होने की दशा में चल प्रणाली स्थिर हो जाती है।

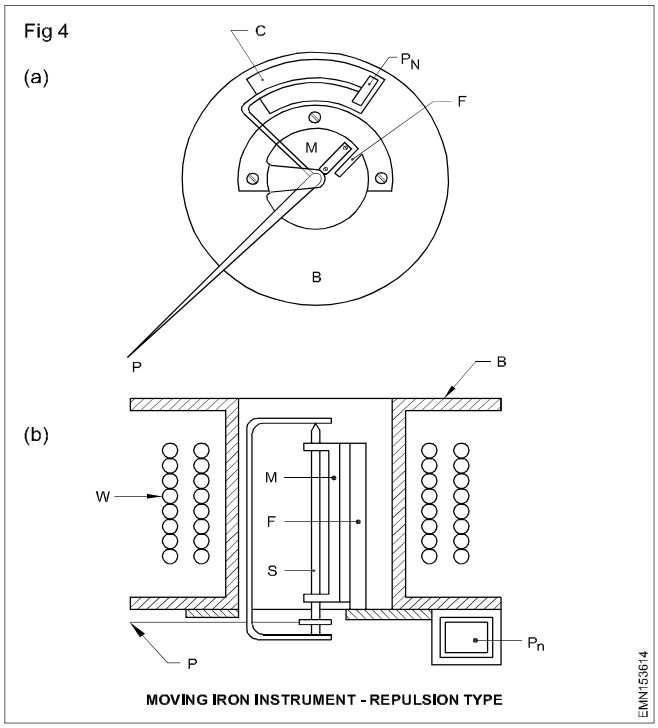
इस प्रकार के यंत्र में एयर डैम्पिंग (वायु अवमंदन) प्रयुक्त होता है जो बेलनाकार वायु चेम्बर C में पिस्टन P_N की गति द्वारा प्रदान किया जाता है जैसा कि Fig 4a में दिखाया गया है।

स्केल का डिफ्लेक्टिंग टॉर्क और अंशाकंन (Deflecting torque and graduation of scale)

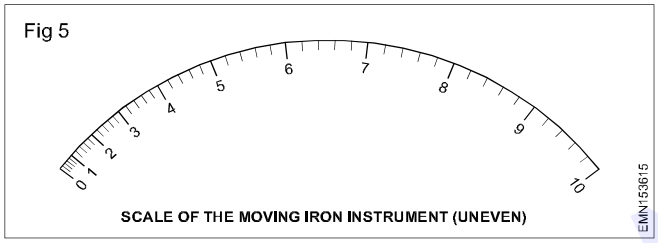
यद्यपि मूविंग आयरन के उपकरणों में विक्षेपक बल चुंबकीय बल के वर्ग के समानुपाती होता है जो परिणामस्वरूप कुंडली से गुजरने वाली धारा के वर्ग के समानुपाती होता है। ऐसे में इस यंत्र का स्केल असमान होगा। अर्थात् शुरुआत में टाइट और अंत में खुला जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

स्केल में एकरूपता प्राप्त करने के लिए कुछ निर्माताओं ने जीभ के आकार की पट्टियों को चलती और स्थिर सॉफ्ट आयरन के रूप में डिज़ाइन किया है जैसा कि Fig 6a में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



MOVING IRON INSTRUMENT - REPULSION TYPE



SCALE OF THE MOVING IRON INSTRUMENT (UNEVEN)

स्थिर लोहे में जीभ के आकार की सॉफ्ट आयरन की शीट होती है जो बेलनाकार रूप में मुड़ी हुई होती है जबकि मूविंग आयरन भी एक अन्य सॉफ्ट आयरन की शीट से बना होता है और इसे इस तरह से लगाया जाता है कि स्थिर लोहे के समानांतर और इसके संकरे सिरे की ओर चलता है जैसा कि दिखाया गया है Fig 6b लाघूर्ण जो चुंबकीय बल/धारा के वर्ग के समानुपाती होता है स्थिर लोहे के संकीर्ण भाग द्वारा आनुपातिक रूप से कम किया जाता है जिसके परिणामस्वरूप कम या ज्यादा समान आघूर्ण होता है और इस प्रकार एक समान स्केल प्राप्त होता है।

ये उपकरण या तो गुरुत्वाकर्षण या स्प्रिंग नियंत्रित होते हैं और अवमंदन को वायु घर्षण विधि द्वारा प्राप्त किया जाता है जैसा कि Fig 6a में दिखाया गया है।

उपयोग लाभ और हानि

उपयोग (Uses):

इनका उपयोग वोल्टमीटर और एमीटर के रूप में किया जाता है।

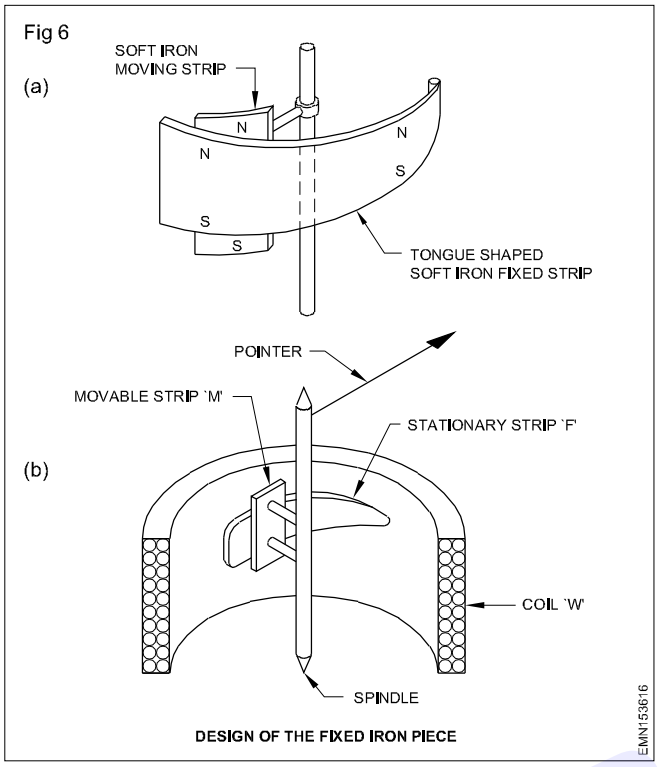
इनका उपयोग AC और DC दोनों पर किया जा सकता है और इसलिए इन्हें अध्रुवीकृत उपकरण कहा जाता है।

लाभ (Advantages):

टॉर्क/भार अनुपात अधिक होने पर घर्षण त्रुटियाँ न्यूनतम है।

मूविंग कॉइल इंस्ट्रूमेंट्स की तुलना में ये कम खर्चीले होते हैं।

वे अपने सरल निर्माण के कारण मजबूत हैं।



DESIGN OF THE FIXED IRON PIECE

उनके पास सटीक और औद्योगिक ग्रेड दोनों की सीमाओं के भीतर संतोषजनक सटीकता स्तर हैं।

240° को कवर करने वाले स्केल हैं।

हानि (Disadvantages):

उनमें हिस्टैरिसीस आवृत्ति परिवर्तन तरंग-रूप और स्ट्रे चुंबकीय क्षेत्र के कारण त्रुटियां हैं।

समान्यत: असमान स्केल होते हैं। यद्यपि कम या ज्यादा एक समान स्केल प्राप्त करने के लिए विशिष्ट निर्माण डिजाइनों का उपयोग किया जाता है।

एमीटर के रूप में उपयोग एक मूविंग आयरन (Moving iron Instrument as an ammeter):

इसका निर्माण शंट या करंट ट्रांसफॉर्मर के उपयोग के बिना 1 से 30A के पूर्ण स्केल पर विक्षेपण के लिए किया जा सकता है। 0.1A से कम धाराओं के साथ पूर्ण स्केल पर विक्षेपण प्राप्त करने के लिए इसे बड़ी संख्या में महीन तार के घुमाव वाले कॉइल की आवश्यकता होती है जिसके परिणामस्वरूप एक उच्च प्रतिबाधा एमीटर प्राप्त होता है।

यन्त्रों को जब एमीटर के रूप में उपयोग किया जाता है तो इसकी सीमा इसके टर्मिनलों में उपयुक्त शंट का उपयोग करके बढ़ाया जा सकता है। DC के साथ संचालन के दौरान कोई समस्या नहीं आती है लेकिन AC का उपयोग करते समय प्रयुक्त आवृत्ति में परिवर्तन के साथ उपकरण और शंट के बीच धारा का विभाजन बदल जाता है।

मल्टीमीटर (Multimeter):

तीन सबसे अधिक मापी जाने वाली विद्त मात्राएँ धारा वोल्टेज और प्रतिरोध हैं। धारा को एमीटर से वोल्टेज को वोल्टमीटर से और प्रतिरोध को ओममीटर से मापा जाता है।

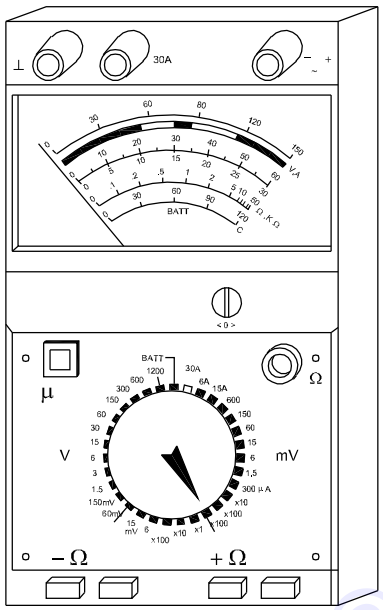
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

उपरोक्त तीनों मात्राओं को मापने के लिए उपयोग किए जाने वाले एकल उपकरण को मल्टीमीटर के रूप में जाना जाता है। यह एक पोर्टेबल मल्टी रेंज इंस्ट्रूमेंट है।

इसमें ±1.5 % की पूर्ण स्केल पर विक्षेपण परिशुद्धता है। AC वोल्टेज रेंज के लिए मल्टीमीटर की सबसे कम संवेदनशीलता 5 jΩ/ /वोल्ट है और DC वोल्टेज रेंज के लिए यह 20 jΩ/वोल्ट है। DC की सबसे निम्नतम रेंज अन्य श्रेणियों की तुलना में अधिक संवेदनशील होती है।

Fig 7 विशिष्ट मल्टीमीटर का चित्र प्रदर्शित है।

Fig 7b



मल्टीमीटर की संरचना (Construction of a multimeter):

मल्टीमीटर वोल्ट ओम और मिलीएम्पियर में अंशांकित स्केल (कैलिब्रेटेड स्केल) के साथ सिंगल मीटर मूवमेंट का उपयोग करता है। आवश्यक गुणक प्रतिरोधक और शंट प्रतिरोधक सभी केस में भीतरी भाग में निहित हैं। किसी विशेष मीटर फ़ंक्शन और उस फ़ंक्शन के लिए एक विशेष श्रेणी का चयन करने के लिए फ्रंट पैनल सेलेक्टर स्विच प्रदान किए जाते हैं।

कुछ मल्टीमीटर पर, दो स्विच का उपयोग किया जाता है, एक फ़ंक्शन का चयन करने के लिए और दूसरा रेंज के लिए। कुछ मल्टीमीटर में इस उद्देश्य के लिए स्विच नहीं होते हैं; इसकी जगह उनके पास प्रत्येक फ़ंक्शन और रेंज के लिए अलग-अलग जैक हैं।

मीटर केस के अंदर लगी बैटरियां/सेल प्रतिरोध माप के लिए 'पावर सप्लाई प्रदान करती हैं।

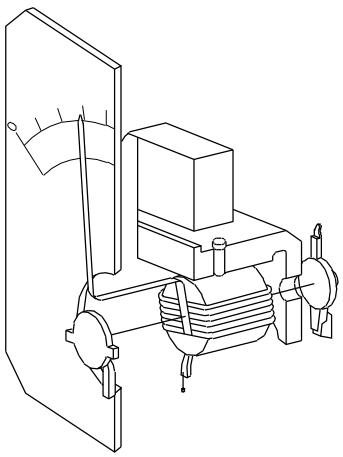
मीटर की गति DC एमीटर और वोल्टमीटर में उपयोग की जाने वाली चल कॉइल प्रणाली की होती है। (Fig 8)

AC माप परिपथ में AC को DC में बदलने के लिए मीटर के अंदर दिष्टकारी '(रेक्टिफायर) दिए गए हैं।

मल्टीमीटर के भाग (Parts of a multimeter):

एक मानक मल्टीमीटर में मुख्य भाग और नियंत्रण होते हैं जैसा कि Fig 9 में प्रदर्शित है।

Fig 8



नियंत्रण (Controls):

फ़ंक्शन स्विच के माध्यम से धारा, वोल्टेज (AC और DC) या प्रतिरोध को मापने के लिए मीटर सेट किया जाता है।

रेंज स्विच के माध्यम से मीटर को आवश्यक धारा, वोल्टेज या प्रतिरोध सीमा पर सेट किया जाता है

Fig 10 में उदाहरण एक मीटर के 25V DC पर सेट किए गए स्विच को दिखाया गया है जिसमें फ़ंक्शन और एकल स्विच द्वारा चुनी गई सीमा होती है।

मल्टीमीटर का स्केल (Scale of multimeter):

इसके लिए अलग स्केल दिए गए हैं:

- प्रतिरोध
- वोल्टेज और धारा (Fig 11)

धारा और वोल्टेज का स्केल समान रूप से अंशाकित किया जाता है।

ओममीटर का स्केल अरैखिक होता है। अर्थात् शून्य और अनंत (∞) के बीच के विभाजन समान रूप से दूरी पर नहीं हैं। जैसे-जैसे आप स्केल पर शून्य से बाईं ओर बढ़ते हैं विभाजन नजदीक होते जाते हैं।

स्केल आमतौर पर 'बैकवर्ड' होता है, जिसके दाईं ओर शून्य होता है।

कार्य सिद्धांत (Principle of working):

एमीटर के रूप में कार्यान्वित परिपथ Fig 12 में दिखाया गया है।

मीटर मूवमेंट के एक्रास शंट प्रतिरोधक FSD पर 0.05 mA से अधिक धारा को बाईपास करते हैं। धारा मापन की आवश्यक सीमा के लिए रेंज स्विच के माध्यम से शंट प्रतिरोध का एक उपयुक्त मान चुना जाता है।

वोल्टमीटर के रूप में कार्य करते समय एक परिपथ Fig 13 में दिखाया गया है।

मीटर कॉइल में वोल्टेज ड्रॉप करंट और कॉइल रेजिस्टेंस पर निर्भर करता है। परिपथ के अनुसार FSD पर 50mV अधिक वोल्टेज प्रदर्शित करने के लिए माप की आवश्यक सीमा के लिए रेंज स्विच के माध्यम से मीटर मूवमेंट के साथ विभिन्न मानों के गुणक प्रतिरोध श्रृंखला में जुड़े होते हैं।

एक ओममीटर के रूप में कार्यान्वित परिपथ Fig14 में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 9

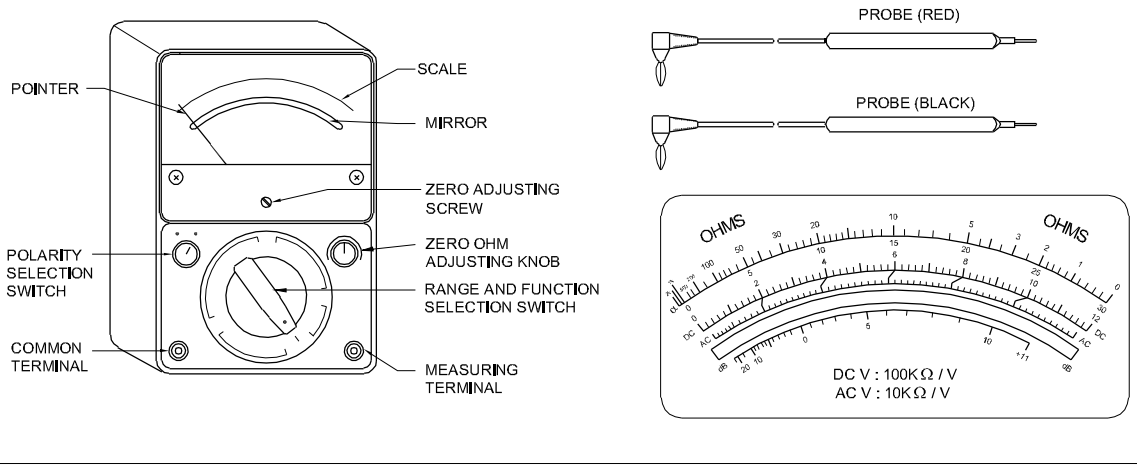


Fig 10

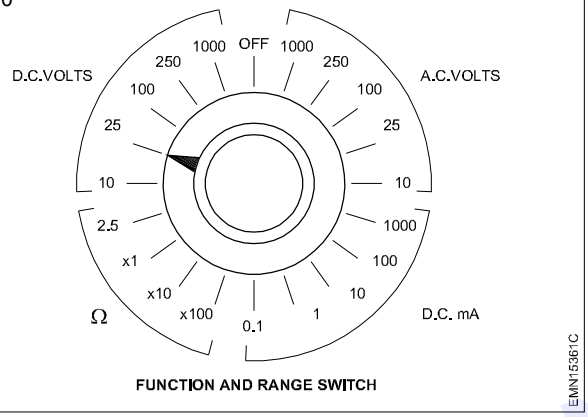


Fig 11

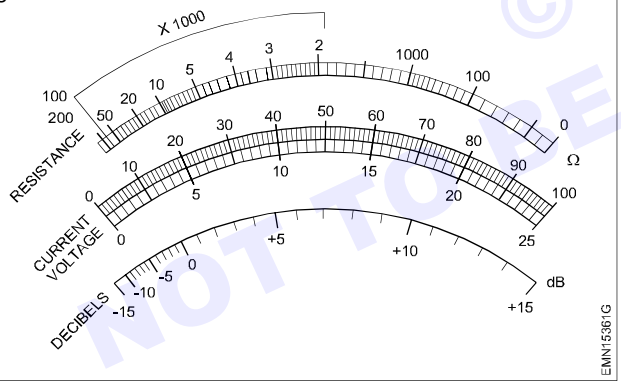


Fig 12

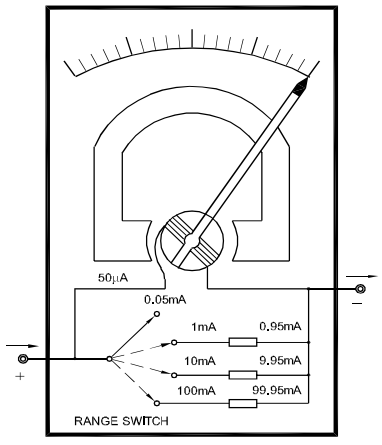


Fig 13

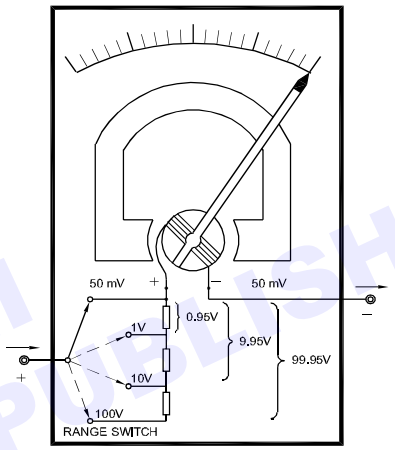
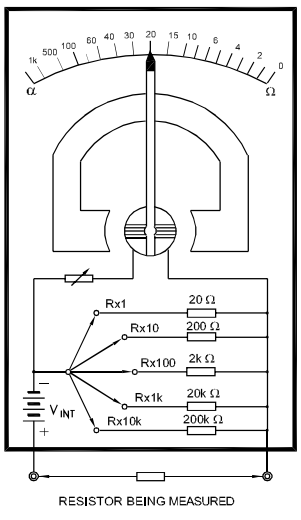


Fig 14



प्रतिरोध को मापने के लिए लीड को बाह्य प्रतिरोधक से संयोजित किया जाता है जैसा कि Fig 14 में दिखाया गया है। यह संयोजन परिपथ को पूर्ण करता है जिससे आंतरिक बैटरी मीटर कॉइल के माध्यम से धारा उत्पन्न करती है जिससे पॉइंटर में उत्पन्न विक्षेपण मापे जाने वाले बाह्य प्रतिरोधक के मान के समानुपाती होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

शून्य समायोजन (Zero adjustment)

जब ओममीटर लीड्स खुले होते हैं, तो पॉइंटर पूर्ण बाएं स्केल पर होता है, जो अनंत ¥ प्रतिरोध (ओपन सर्किट) को दर्शाता है। जब लीड को शॉर्ट किया जाता है तो पॉइंटर पूर्ण दाएं स्केल पर होता है जो शून्य प्रतिरोध का संकेत देता है।

परिवर्ती प्रतिरोध का उद्देश्य धारा को एडजस्ट करना है ताकि लीड्स को शॉर्ट करने पर पॉइंटर बिल्कुल शून्य पर हो। इसका उपयोग उम्र बढ़ने के कारण आंतरिक बैटरी वोल्टेज में परिवर्तन को नियन्त्रित करने के लिए किया जाता है।

एकाधिक रेंज (Multiple range):

शंट (समानांतर) प्रतिरोधों का उपयोग कई रेंज प्रदान करने के लिए किया जाता है ताकि मीटर प्रतिरोध मानों को बहुत छोटे से लेकर बहुत बड़े तक माप सके। प्रत्येक रेंज (श्रेणी) के लिए शंट प्रतिरोध का एक भिन्न मान 'Switch ON' किया जाता है। उच्च ओम श्रेणियों के लिए शंट प्रतिरोध बढ़ता है और हमेशा किसी भी रेंज पर केंद्र स्केल पर पाठ्यांक के बराबर होता है।

डिजिटल मल्टीमीटर (Digital Multimeter):

डिजिटल मल्टीमीटर उच्च इनपुट प्रतिबाधा और उत्तम परिशुद्धता और विभेदन हैं। यह एक इनपुट एनालॉग सिग्नल को अपने डिजिटल समतुल्य में परिवर्तित करता है और इसे प्रदर्शित करता है। एनालॉग इनपुट सिग्नल डिजिटल वोल्टेज AC वोल्टेज प्रतिरोध या AC/DC धारा हो सकता है

मल्टीमीटर का उपयोग करके प्रतिरोध का मापन (Measurement of resistance using multimeter):

सर्किट कॉन्फ़िगरेशन का उपयोग करके अज्ञात प्रतिरोध को मापने के लिए एक मूविंग कॉइल मीटर का उपयोग किया जा सकता है। लघुपथित परीक्षण प्रॉब से, ओम एडजस्ट कंट्रोल को ऑन कर दिया जाता है ताकि कुल परिपथ प्रतिरोध के माध्यम से धारा मीटर को पूर्ण स्केल पर विक्षेपित कर दे। अब अज्ञात प्रतिरोध में परीक्षण प्रॉब को संयोजित करने से धारा कम हो जाती है और स्केल पर विक्षेपण आपको प्रतिरोध मान देता है। ओम के नियम के अनुसार आउटपुट धारा आरोपित वोल्टेज के समानुपाती होती है। प्रतिरोध की इकाई ओम है।

वोल्टेज का मापन (Measurement of voltage):

मूविंग कॉइल मीटर में स्थिर प्रतिरोध होता है ताकि मीटर के माध्यम से धारा उस पर वोल्टेज के समानुपाती हो इसलिए धारा मीटर का उपयोग वोल्टेज को मापने के लिए किया जा सकता है। मीटर की वोल्टेज रेंज विस्तार के लिए मीटर परिपथ के साथ श्रृंखला में प्रतिरोध संयोजित करना आवश्यक है। AC वोल्टेज को मापने के लिए शोधनकी आवश्यकता होती है। विद्त चुम्बकीय प्रेरण द्वारा AC उत्पन्न करने का सिद्धांत उच्च होता है। मल्टीमीटर से अज्ञात वोल्टेज स्तरों को मापते समय हमेशा रेंज स्विच को उच्चतम उपलब्ध सीमा पर सेट किया जाना चाहिए और वहां से कार्य करना चाहिए वोल्टेज की इकाई वोल्ट है।

धारा का मापन (Measurement of current):

मूविंग कॉइल मीटर धाराके प्रति संवेदनशील होता है और इसलिए एक एमीटर होता है। DC माप के लिए मीटर को परिपथ के साथ श्रृंखला में रखा जाता है। इसलिए एमीटर संयोजन के लिए परिपथ ब्रोक किया जाना चाहिए और यह परिपथ का हिस्सा बन जाता है। AC माप के लिए रेक्टिफायर टाइप मीटर का उपयोग किया जाता है जो रेक्टिफाइड अल्टरनेटिंग धारा के औसत का मान बताता है। धारा की इकाई एम्पीयर है।

विद्त उपकरणों को निम्नलिखित के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है।

- निर्माण मानक (Manufacturing standards)
- कार्य (Function)
- उपकरणों पर विद्त धारा का प्रभाव (Effects of electric current on the instruments)

विनिर्माण मानक (manufacturing standards):विद्त उपकरणों को, व्यापक अर्थों में विनिर्माण मानकों के अनुसार, निरपेक्ष उपकरण और द्वितीयक उपकरण में वर्गीकृत किया जा सकता है।

निरपेक्ष उपकरण (Absolute instruments): ये उपकरण विक्षेपण और उपकरण स्थिरांक की स्थिति में मापी जाने वाली मात्रा का मान देते हैं। एक निरपेक्ष उपकरण का एक अच्छा उदाहरण स्पर्शी गैल्वेनोमीटर है। इस यंत्र में धारा के मान की गणना धारा द्वारा उत्पन्न विक्षेप की स्पर्शरेखा प्रयुक्त तार की त्रिज्या और फेरों की संख्या और अर्थ के चुंबकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक से की जा सकती है। इस प्रकार के उपकरणों में कोई पूर्व अंशांकन या तुलना आवश्यक नहीं है। इन उपकरणों का उपयोग केवल मानक प्रयोगशालाओं में किया जाता है।

द्वितीयक उपकरण (Secondary instruments):

इन उपकरणों में मापी जाने वाली विद्त मात्रा (वोल्टेज, धारा, पावर आदि) का मान कैलिब्रेटेड डायल पर उपकरणों के विक्षेपण से निर्धारित किया जा सकता है। इन उपकरणों को पहले से ही कैलिब्रेट किए निरपेक्ष उपकरण के साथ कैलिब्रेट किया जाना चाहिए। व्यावसायिक रूप से उपयोग किए जाने वाले सभी उपकरण द्वितीयक उपकरण हैं।

कार्य (Functions):

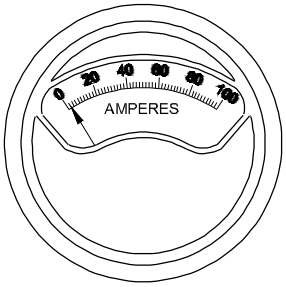
द्वितीयक उपकरणों को उनके कार्यों के अनुसार आगे वर्गीकृत किया जाता है अर्थात क्या उपकरण मापी जाने वाली मात्रा को इंगित करता है या रिकॉर्ड करता है। तदनुसार हमारे पास संकेतक एकीकरण और रिकॉर्डिंग उपकरण हैं।

संकेतक यंत्र (Indicating instruments):

ये उपकरण जैसा कि Fig15 में दिखाया गया है एक ग्रेजुएशन डायल पर सीधे वोल्टेज, धारा, पावर आदि के मान को प्रदर्शित करता है। एमीटर वोल्टमीटर और वाटमीटर इसी वर्ग के हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 15



EMN15361L

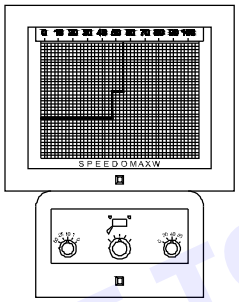
एकीकृत यंत्र (Integrating instruments):

ये उपकरण कुल मात्रा को मापते हैं या तो विद्त मात्रा या विद्त ऊर्जा जो एक समय में एक परिपथ को आपूर्ति दी जाती है। एम्पीयर आवर मीटर और ऊर्जा मीटर इसी वर्ग के हैं।

रिकॉर्डिंग उपकरण (Recording instruments):

ये उपकरण एक निश्चित समय में मापी जाने वाली मात्रा की गणना करते हैं और एक पेन के साथ प्रदान किया जाता है जो एक ग्राफ पेपर पर चलता है। इस उपकरण से किसी विशेष तिथि और समय के लिए मात्रा की जाँच की जा सकती है। रिकॉर्डिंग वोल्टमीटर, एमीटर और पावर फैक्टर मीटर इसी वर्ग के हैं। Fig 16 में इस तरह के एक रिकॉर्डिंग उपकरण को दर्शाया गया है।

Fig 16



EMN15361M

विद्त उपकरणों पर प्रयुक्त विद्त धारा का प्रभाव (Effects of electric current used on electrical instruments): द्वितीयक यंत्र को बिद्त के विभिन्न प्रभावों के अनुसार वर्गीकृत किया जाता है जिस पर उनका संचालन निर्भर करता है। प्रयुक्त प्रभाव इस प्रकार हैं।

- चुंबकीय प्रभाव (Magnetic effect)
- ऊष्मीय प्रभाव (Heating effect)
- रासायनिक प्रभाव (Chemical effect)
- स्थिर वैद्त प्रभाव (Electrostatic effect)
- विद्त चुम्बकीय प्रेरण प्रभाव (Electromagnetic induction effect)

संकेतक उपकरण के लिए आवश्यक बल की आवश्यकता (Essential forces required for an indicating instrument):

निम्नलिखित तीन बल एक संकेतक उपकरण के संतोषजनक संचालन के लिए आवश्यक आवश्यकताएं हैं। वे हैं,

- विक्षेपक बल (deflecting force)
- नियंत्रण बल (controlling force)
- अवमन्दक बल (damping force)

विक्षेपक बल या संचालन बल (Deflecting force or operating force): यह उपकरण की गतिमान प्रणाली को अपनी 'शून्य' स्थिति से स्थानांतरित करने का कारण बनता है जब उपकरण आपूर्ति से संयोजित होता है। किसी यंत्र में इस बल को प्राप्त करने के लिए विद्त धारा के विभिन्न प्रभाव जैसे चुंबकीय प्रभाव ताप प्रभाव रासायनिक प्रभाव आदि का प्रयोग किया जाता है।

नियंत्रण बल (Controlling force): यह बल चल प्रणाली की गति को नियंत्रित करने के लिए आवश्यक है और यह सुनिश्चित करने के लिए कि मापी जाने वाली मात्रा के दिए गए मान के लिए सूचक के विक्षेपण का परिमाण हमेशा समान होता है। जैसे नियंत्रण बल हमेशा विक्षेपक बल के विपरीत कार्य करता है और जब उपकरण आपूर्ति से डिस्कनेक्ट हो जाता है तो सूचक को शून्य स्थिति में भी लाता है।

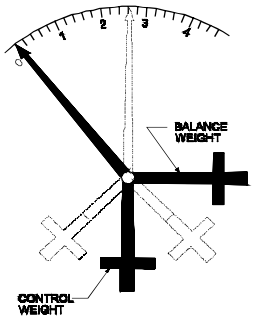
निम्नलिखित में से किसी एक तरीके से नियंत्रण बल का उत्पादन किया जा सकता है।

- गुरुत्वाकर्षण नियंत्रण (Gravity control)
- स्प्रिंग नियंत्रण (Spring control)

गुरुत्वाकर्षण नियंत्रण (Gravity control): इस विधि में छोटे समायोज्य भार सूचक के विपरीत विस्तार से जुड़े होते हैं जैसा कि Fig 17 में दिखाया गया है। ये भार पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव से आकर्षित होते हैं और इस प्रकार आवश्यक नियंत्रण बल (टॉर्क) उत्पन्न करते हैं। गुरुत्वाकर्षण नियंत्रण वाले उपकरणों का उपयोग केवल ऊध्वाधर स्थिति में किया जाना है।

जब उपकरण आपूर्ति से जुड़ा नहीं होता है तो नियंत्रण भार और सूचक के विपरीत छोर से जुड़ा संतुलन भार सूचक को शून्य स्थिति में लाता है जैसा कि Fig 17 में दिखाया गया है। जब उपकरण आपूर्ति से संयोजित होता है तो सूचक एक दक्षिणावर्त दिशा में चलता है जिससे भार विस्थापित हो जाता है जैसा कि Fig में डॉटड रेखाओं में दिखाया गया है। गुरुत्वाकर्षण खिंचाव के कारण भार अपनी मूल ऊध्वाधर स्थिति में आने की कोशिश करेंगे जिससे चल प्रणाली की गति पर एक नियंत्रण बल लागू होगा।

Fig 17

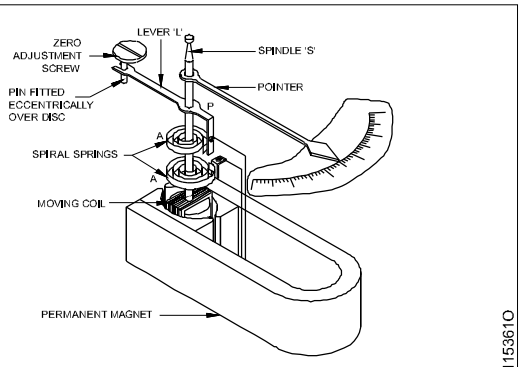


EMN15361N

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

स्प्रिंग कंट्रोल (Spring control): स्प्रिंग कंट्रोल की सबसे सामान्य व्यवस्था में दो फॉस्फोर-कांस्य या बेरिलियम-कॉपर स्पाइरल हेयर-स्प्रिंग A और B का उपयोग किया जाता है जिसके अंदरूनी सिरे स्पिंडल S से जुड़े होते हैं जैसा कि Fig 18 में दिखाया गया है। स्प्रिंग का बाहरी सिरा B फिक्स है जबकि A का लीवर 'L' के सिरे से जुड़ा है जो P पर स्थित है जिससे आवश्यकता पड़ने पर शून्य समायोजन आसानी से किया जा सकता है।

Fig 18



SPRING CONTROL MOVING COIL INSTRUMENT

दो स्प्रिंग A और B विपरीत दिशाओं में लिपटे हुए हैं ताकि जब चल प्रणाली को विक्षेपित किया जाता है तो एक स्प्रिंग लिपट जाती है जबकि दूसरी खुल जाता है और नियंत्रण बल स्प्रिंग के कॉम्बिनेशन टर्न के कारण होता है।

ये स्प्रिंग मिश्र धातुओं से बने हैं जिनमें:

- क़्लांति के लिए उच्च प्रतिरोध (तनाव खोए बिना कई बार लपेटा और खोला जा सकता है)
- अचुंबकीय गुण (बाह्य चुंबकत्व से प्रभावित नहीं होना चाहिए)
- न्यून तापमान गुणांक (तापमान के कारण लंबा न हो)
- न्यून विशिष्ट प्रतिरोध (मूविंग प्रणाली के 'इन' और 'आउट' में अग्र धारा के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है)।

गुरुत्वाकर्षण नियंत्रित उपकरणों की तुलना में स्प्रिंग नियंत्रित उपकरणों के निम्नलिखित लाभ हैं।

ओम मीटर (Ohm meter):

प्रतिरोधों को मुख्य प्रकार से उनके मानों के अनुसार निम्न मध्यम और उच्च प्रतिरोधों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

निम्न प्रतिरोध (Low resistance): 1 ओम और उससे नीचे के क्रम के सभी प्रतिरोधों को निम्न प्रतिरोधों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

उदाहरण : बड़ी DC मशीनों के आर्मेचर और श्रृंखला क्षेत्र प्रतिरोध एमीटर शंट केबल प्रतिरोध संपर्क प्रतिरोध आदि।

मध्यम प्रतिरोध (Medium resistances): 1ओम से ऊपर और 100,000 ओम तक के प्रतिरोधों को मध्यम प्रतिरोध के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

उदाहरण : हीटर प्रतिरोध शंट क्षेत्र प्रतिरोध रिले कॉइल प्रतिरोध आदि।

उच्च प्रतिरोध (High resistances): 100,000 ओम से ऊपर के प्रतिरोधों को उच्च प्रतिरोध के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

उदाहरण : उपकरण केबल आदि का इन्सुलेशन प्रतिरोध।

मध्यम प्रतिरोधों को केल्विन ब्रिज व्हीटस्टोन ब्रिज स्लाइड वायर ब्रिज पोस्ट ऑफिस बॉक्स और ओममीटर जैसे उपकरणों द्वारा मापा जा सकता है। इसके अतिरिक्त उपरोक्त उपकरणों के विशेष डिजाइन न्यून प्रतिरोधों को यर्थाथ रूप से मापने की अनुमति देते हैं।

यद्यपि उच्च प्रतिरोधों को मापने के लिए मेगा ओममीटर या मेगर जैसे उपकरणों का उपयोग किया जाता है।

ओममीटर (Ohmmeter): ओममीटर एक ऐसा उपकरण है जो प्रतिरोध को मापता है। ओममीटर दो प्रकार के होते हैं श्रृंखला ओममीटर जिसका उपयोग मध्यम प्रतिरोधों को मापने के लिए किया जाता है और शंट प्रकार का ओममीटर जिसका उपयोग न्यून प्रतिरोधों को मापने के लिए किया जाता है। ओममीटर इसके मूल रूप में एक आंतरिक शुष्क सेल एक PMMC मीटर मूवमेंट और एक धारा नियंत्रण प्रतिरोध होता है।

प्रतिरोध माप के लिए एक परिपथ में ओममीटर का उपयोग करने से पहले परिपथ में धारा को बंद कर देना चाहिए और परिपथ में किसी भी इलेक्ट्रोलाइट संधारित्र को भी डिस्चार्ज किया जाना चाहिए क्योंकि ओममीटर के पास आपूर्ति का अपना स्रोत होता है।

सीरीज प्रकार ओममीटर (Series type ohmmeter)

संरचना (Construction): एक श्रृंखला प्रकार के ओममीटर में अनिवार्य रूप से एक PMMC ("डी' आर्सनवल) मूवमेंट' एक लिमिटिंग प्रतिरोध R_1 और एक बैटरी 'E' और A और B के टर्मिनलों का एक युग्म होता है जिससे अज्ञात प्रतिरोध 'R_x' को संयोजित किया जाना है और शंट प्रतिरोध R_2 को मीटर 'M' के समानांतर जोड़ा जाता है जिसका उपयोग सूचक की शून्य स्थिति को समायोजित करने के लिए किया जाता है।

कार्यविधि (Working): जब टर्मिनलों A और B को लघुपथित कर दिया जाता है (अज्ञात प्रतिरोधक R_x = शून्य) तो परिपथ में अधिकतम धारा प्रवाहित होती है। शंट प्रतिरोध R_2 को समायोजित करके मीटर को फुल स्केल करंट (I_{fsd}) पाठ्यांक के लिए बनाया गया है। सूचक की पूर्ण स्केल पर धारा स्थिति को स्केल पर शून्य (0) ओम अंकित किया गया है। जब ओममीटर लीड (A और B टर्मिनल) खुले होते हैं तो मीटर मूवमेंट से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है। जिससे मीटर विक्षेपित नहीं होता है और सूचक डायल के बाईं ओर रहता है। इसलिए डायल के बाईं ओर अनंत (∞) अंकित है जिसका अर्थ है कि परीक्षण लीड के बीच अनंत प्रतिरोध (ओपन परिपथ) है।

R_x के विभिन्न ज्ञात मानों को इंस्ट्रूमेंट टर्मिनलों A और B से संयोजित कर डायल (स्केल) के मध्य में चिन्हित किया जाता है।

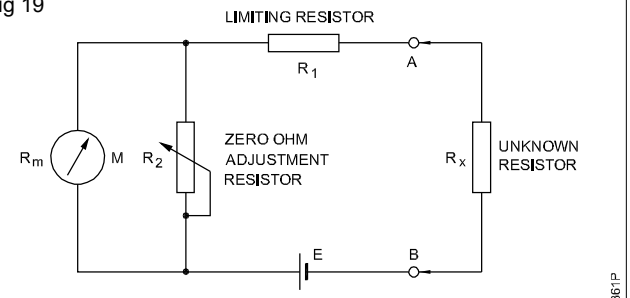
ओममीटर की परिशुद्धता मुख्यत: बैटरी की स्थिति पर निर्भर करती है। आंतरिक बैटरी का वोल्टेज उपयोग या भंडारण समय के कारण धीरे-धीरे कम हो सकता है। जैसे कि पूर्ण स्केल पर करंट ड्रॉप होता है और जब टर्मिनल A और B को लघुपथित किया जाता है तो मीटर शून्य नहीं पढ़ता है। Fig 19 में चर शंट प्रतिरोध R_2 कुछ सीमाओं के भीतर न्यून बैटरी वोल्टेज के प्रभाव को निरस्त करने के लिए एक समायोजन प्रदान करता है। यदि बैटरी वोल्टेज एक निश्चित मान से अधिक न्यून हो जाता है तो शून्य समायोजन प्रतिरोध R_2 को समायोजित करने से पॉइंटर को शून्य स्थिति में

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

नहीं लाया जा सकता है और इसलिए बैटरी को परिवर्तित कर दिया जाना चाहिए।

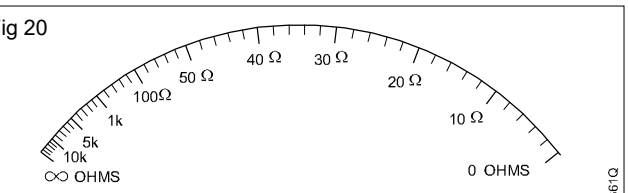
जैसा कि Fig 20 में दिखाया गया है मीटर स्केल को दाएं छोर पर शून्य ओम और बाएं छोर पर अनंत ओम के रूप में चिह्नित किया जाएगा।

Fig 19



SERIES TYPE OHMMETER

Fig 20



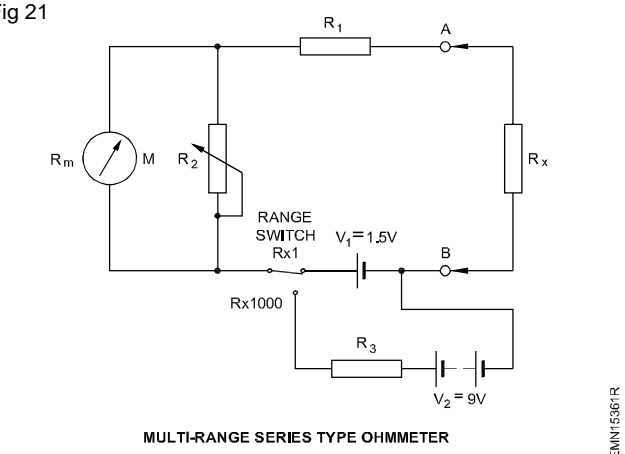
SERIES TYPE OHMMETER SCALE

प्रतिरोध और धारा के बीच व्युत्क्रम संबंध के कारण इस ओममीटर का एक अरेखीय स्केल है। इसका परिणाम शून्य छोर के पास एक विस्तारित स्केल और अनंत छोर पर संकरा स्केल होता है।

मल्टीपल ओममीटर रेंज (Multiple ohmmeter range): अधिकांश ओममीटर में प्रतिरोधों की एक विस्तृत श्रृंखला के मापन की सुविधा के लिए एक रेंज स्विच होता है जैसे 1 ओम से लेकर100,000 ओम तक। रेंज स्विच ओम स्केल के लिए गुणन कारक के रूप में कार्य करता है। माप का वास्तविक मान प्राप्त करने के लिए स्केल रीडिंग को रेंज स्विच के R_x फ़ैक्टर से गुणा करने की आवश्यकता होती है ।

रेंज स्विच व्यवस्था या तो 1.5V के सेल के माध्यम से या 9 या 22.5 वोल्ट की बैटरी के माध्यम से संचालित प्रतिरोधों के नेटवर्क के माध्यम से प्रदान की जाती है। बाद की व्यवस्था को Fig 21 में दिखाया गया है। R_3 का प्रतिरोध मान इतना चुना गया है कि पूर्ण स्केल पर धारा को मीटर के माध्यम से विस्तारित स्रोत वोल्टेज को गुजारा जाता है।

Fig 21

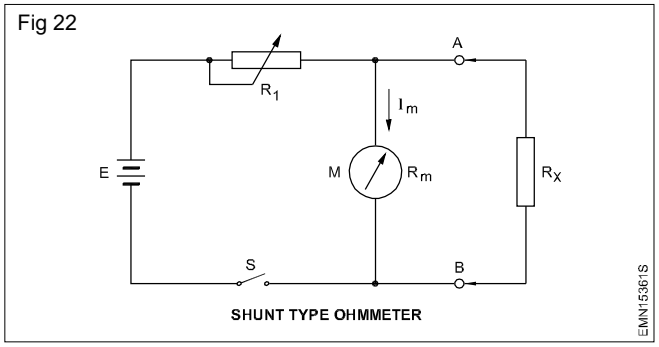


MULTI-RANGE SERIES TYPE OHMMETER

उपयोग (Use): इस प्रकार के ओममीटर का उपयोग केवल मध्यम प्रतिरोधों को मापने के लिए किया जाता है और न्यूनतम और अधिकतम प्रतिरोध माप के मामले में परिशुद्धता अपर्याप्त होगी।

शंट प्रकार ओममीटर (Shunt type ohmmeter): Fig 22 शंट प्रकार के ओममीटर का परिपथ आरेख प्रदर्शित है। इस मीटर में बैटरी 'E' समंजनीय जीरो ओम समायोज्य प्रतिरोध R_1 और PMMC मीटर मूवमेंट के साथ श्रृंखला में है। अज्ञात प्रतिरोध R_x जो टर्मिनलों A और B से संयोजित है मीटर के साथ समानांतर परिपथ बनाता है। भंडारण के दौरान बैटरी की कमी से बचने के लिए स्विच S स्प्रिंग-लोडेड पुश बटन प्रकार का है।

Fig 22

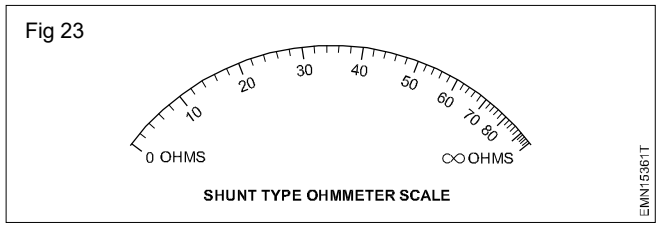


SHUNT TYPE OHMMETER

कार्यविधि (Working): जब टर्मिनलों A और B को लघुपथित कर दिया जाता है (अज्ञात प्रतिरोध R_x = शून्य ओम) तो मीटर धारा शून्य होती है। दूसरी ओर यदि अज्ञात प्रतिरोध R_x = μ (A और B खुला) केवल मीटर के माध्यम से प्रवाहित होता है और मान R_1 के उचित चयन द्वारा सूचक को इसके पूर्ण स्केल को पढ़ने के लिए बनाया जा सकता है।

इसलिए शंट प्रकार के ओममीटर में स्केल के बाईं ओर शून्य चिह्न (कोई धारा नहीं) और स्केल के दांयी ओर अनंत चिह्न (पूर्ण स्केल पर विक्षेपण) धारा होता है जैसा कि Fig 23 दिखाया गया है। मध्यवर्ती मानों के प्रतिरोध को मापते समय धारा प्रवाह मीटर प्रतिरोध और अज्ञात प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती अनुपात में विभाजित होता है। तदनुसार सूचक एक मध्यवर्ती स्थिति लेता है।

Fig 23



SHUNT TYPE OHMMETER SCALE

ऊर्जा मीटर (Energy meter)

ऊर्जा मीटर की आवश्यकता (Necessity of energy meter): विद्त बोर्ड द्वारा आपूर्ति की जाने वाली विद्त ऊर्जा का बिल खपत की गई ऊर्जा की वास्तविक मात्रा के आधार पर किया जाना चाहिए। उपभोक्ता को आपूर्ति की जाने वाली ऊर्जा को मापने के लिए हमें एक उपकरण की आवश्यकता होती है। प्रचलन में विद्त ऊर्जा को किलोवाट घंटे में मापा जाता है। इसके लिए उपयोग किया जाने वाला मीटर एक ऊर्जा मीटर है।

AC में घरेलू और औद्योगिक परिपथ ऊर्जा के मापन के लिए एक इंडक्शन प्रकार का ऊर्जा मीटर सार्वभौमिक रूप से उपयोग किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

एकल प्रेरण प्रकार ऊर्जा मीटर का सिद्धांत (Principle of a single induction type energy meter):

इस मीटर का संचालन प्रेरण सिद्धांत पर निर्भर करता है। डिस्क में दो कुण्डली द्वारा उत्पन्न दो वैकल्पिक चुंबकीय क्षेत्र एक डिस्क में धारा को प्रेरित करते हैं और इसे (डिस्क) घुमाने के लिए एक टॉर्क उत्पन्न करते हैं। एक कॉइल (पोटेंशियल कॉइल) आपूर्ति के वोल्टेज के अनुपातिक धारा को वहन करती है और दूसरी (करंट कॉइल) लोड धारा को वहन करती है। टॉर्क वाटमीटर की तरह पावर के समानुपाती होता है। वाट-घंटे मीटर को पावर और समय दोनों को ध्यान में रखना चाहिए। तात्कालिक गति इससे गुजरने वाली पावर के समानुपाती होती है। किसी दिए गए समय में चक्करों की कुल संख्या उस अवधि के दौरान मीटर से गुजरने वाली कुल ऊर्जा के समानुपाती होती है।

आयरन कोर (Iron core): इसे विशेष रूप से वांछित पथ में चुंबकीय फलक्स को निर्देशित करने के लिए आकार दिया गया है। यह बल की चुंबकीय रेखाओं को निर्देशित करता है क्षरण प्रवाह को कम करता है और चुंबकीय रिलक्टेंस को भी कम करता है।

पोटेंशियल कुण्डली (वोल्टेज कॉइल) (Potential coil) (voltage coil): वोल्टेज कुण्डली लोड से संयोजित होता है और महीन तार के कई घुमावों से लिपटा होता है। यह एल्युमिनियम डिस्क में भंवर धारा को प्रेरित करता है।

करंट कॉइल (Current coil): लोड के साथ श्रृंखला में संयोजित करंट कॉइल मोटे तार के कुछ टर्न के साथ लिपटा होता हैं क्योंकि उन्हें पूर्ण लोड धारा ले जाना चाहिए।

डिस्क (Disc): डिस्क मीटर में घूर्णी तत्व है और एक ऊध्वाधर स्पिंडल पर लगाया जाता है जिसके एक सिरे पर वार्म गियर होता है। डिस्क एल्यूमीनियम से बना है और विभवान्तर और करंट कॉइल चुम्बक के बीच वायु अंतराल में स्थित है।

स्पिंडल (Spindle): स्पिंडल सिरों में कठोर स्टील धुरी होते हैं। धुरी एक ज्वेल वेयरिंग द्वारा समर्थित होता है। स्पिंडल के एक सिरे पर वार्म गियर होता है। जैसे ही गियर डायल को घुमाता है वे मीटर से गुजरने वाली ऊर्जा की मात्रा को इंगित करते हैं।

स्थायी चुंबक/ब्रेक चुंबक (Permanent magnet / brake magnet): स्थायी चुंबक एल्यूमीनियम डिस्क को तेज गति चक्कर लगाने से रोकता है। यह एक विरोधी टॉर्क उत्पन्न करता है जो एल्युमिनियम डिस्क के टर्निंग टॉर्क के विरुद्ध कार्य करता है।

ऊर्जा मीटर की कार्यप्रणाली (Functioning of energy meters): एल्युमीनियम डिस्क का घूर्णन एक विद्त चुंबक द्वारा पूर्ण किया जाता है जिसमें एक पोटेंशियल कॉइल और करंट कॉइल होते हैं। ओम के नियम के अनुसार वोल्टेज ड्रॉप (E) कुण्डली प्रतिरोध R ((E = IR) के माध्यम से बहने वाली धारा के समानुपाती होगी। उदाहरण के लिए आपके पास 1000 ओम के कुंडल प्रतिरोध के साथ 0-1 मिलीमीटर मीटर मूवमेंट है। जब 1 मिलीएम्पियर मीटर कुण्डली के माध्यम से प्रवाहित हो रहा है और पूर्ण स्केल विक्षेपण उत्पन्न कर रहा है तो कॉइल प्रतिरोध में विकसित वोल्टेज होगा:

$E = I_M R_M = 0.001 \times 1000 = 1$ वोल्ट।

यदि कुण्डली से केवल आधी धारा (0.5 मिलीएम्पियर) प्रवाहित हो रही थी तो कुण्डली के अक्रॉस वोल्टता होगी:

$E = I_M R_M = 0.0005 \times 1000 = 0.5$ वोल्ट।

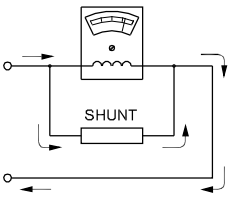
यह देखा जा सकता है कि कुण्डली के अक्रॉस विकसित वोल्टता कुण्डली में प्रवाहित धारा के समानुपाती होती है। साथ ही कुण्डली से प्रवाहित होने वाली करंट कॉइलपर आरोपित वोल्टेज के समानुपाती होती है। इसलिए मीटर स्केल को धारा इकाइयों के स्थान पर वोल्टेज की इकाइयों में कैलिब्रेट करके परिपथ के विभिन्न भागों में वोल्टेज को मापा जा सकता है।

यद्यपि करंट मीटर मूवमेंट स्वाभाविक रूप से वोल्टेज को माप सकता है इसकी उपयोगिता सीमित है क्योंकि धारा जिसका प्रबन्धन मीटर कुण्डली कर सकता है साथ ही साथ इसका कुण्डली प्रतिरोध बहुत कम है। उदाहरण के लिए आप ऊपर दिए गए उदाहरण में 1 मिलीएम्पियर मीटर मूवमेंट से माप सकते हैं अधिकतम वोल्टेज 1 वोल्ट है। वास्तविक अभ्यास में 1 वोल्ट से अधिक वोल्टेज माप की आवश्यकता होती है।

MC एमीटर की रेंज का विस्तार (Extension of range of MC ammeters):

शंट (Shunts): मूल मीटरों की गतिक कुंडलियां स्वयं बड़ी धाराएं नहीं ले जा सकतीं क्योंकि वे महीन तार से बनी होती हैं। उस से अधिक धारा को मापने के लिए जिसे गतिमान कुंडली ले जा सकता है एक कम प्रतिरोध जिसे SHUNT, कहा जाता है को उपकरण टर्मिनलों में जोड़ा जाता है जैसा कि Fig 24 में दिखाया गया है।

Fig 24



इसलिए शंट केवल मूल मीटर द्वारा मापी जा सकने वाली धाराओं की तुलना में बहुत अधिक धाराओं का मापन संभव बनाता है।

यह समझने के लिए कि शंट का उपयोग धारा मीटर की सीमा को बढ़ाने के लिए कैसे किया जा सकता है समानांतर में जुड़े दो प्रतिरोधों के माध्यम से धारा प्रवाह के व्यवहार को समझना महत्वपूर्ण है। पूर्व में ही स्पष्ट किया जा चुका है कि धारा दो प्रतिरोधों के बीच समानांतर में विभाजित होगा।

यह भी स्पष्ट किया गया था कि प्रत्येक प्रतिरोधक के माध्यम से धारा उसके प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती होती है; अर्थात् यदि एक प्रतिरोधक का प्रतिरोध दूसरे प्रतिरोध से दोगुना है तो बड़े प्रतिरोधक से बहने वाली धारा छोटे से होकर जाने वाली धारा की आधी होगी।

धारा प्रवाह दो प्रतिरोधों के बीच समानांतर अनुपात में उनके प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती अनुपात में विभाजित होता है।

रेसिस्टर R_2 रेसिस्टर R_1 से दोगुना बड़ा है। इसलिए R_2 के माध्यम से धारा R_1 के माध्यम से आधी होगी।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्रत्येक मीटर कॉइल में निश्चित DC प्रतिरोध होता है। जब एक शंट को कॉइल के समानांतर में जोड़ा जाता है तो धारा कॉइल और शंट के बीच विभाजित हो जाएगा जैसे कि यह समानांतर में किन्हीं दो प्रतिरोधों के बीच होता है। उचित प्रतिरोध के एक शंट का उपयोग करके मीटर कॉइल के माध्यम से धारा उस मान तक सीमित होगा जिसे वह सुरक्षित रूप से संभाल सकता है और शेष धारा शंट के माध्यम से प्रवाहित होगा।

मीटरों की देखभाल और रखरखाव (Care and Maintenance of meters)

सदैव रेंज स्विच को उस मान से अधिक मान पर मापन प्रारम्भ करें जिसे आप उचित रूप से मापने की अपेक्षा करते हैं। यदि नहीं तो आप उपकरण को नुकसान पहुंचा सकते हैं।

सुनिश्चित करें कि आपका मल्टी-टेस्टर सही मोड में सेट है। "AMPS" पर सेट मोड के साथ वोल्टेज को मापने का प्रयास मीटर को नष्ट कर सकता है और संभवतः ऑपरेटर को नुकसान पहुंचा सकता है। इसके अतिरिक्त यदि प्रतिरोध को मापने के लिए मीटर सेट किया जाता है तो वोल्टेज को मापन करने पर कुछ मीटर नष्ट हो जाते हैं।

यदि आपके पास वोल्टेज का परीक्षण या प्रतिरोध को मापन द्वारा उच्च वोल्टेज वाले परिपथ में फाल्ट खोजने का विकल्प है तो आपूर्ति बंद करके उपयोग करें।

टेस्ट लीड को अच्छी स्थिति में रखें- कोई टूटा हुआ इन्सुलेशन नहीं प्रोब को शार्प रखें कनेक्टर को टाइट रखें।

उपकरण को ऐसी जगह पर न रखें जहां से इसे खींचा जा सके और फर्श पर या अन्य परिपथ पर रखा जा सके।

यदि एक ऐसे एमीटर का उपयोग कर रहे हैं जिसके लिए यह आवश्यक है कि इसे मापित परिपथ के साथ श्रृंखला में संयोजित किया जाए तो आपूर्ति बंद कर संयोजन करेंआपूर्ति चालू करें और मापें। मीटर को डिस्कनेक्ट करते समय प्रक्रिया को दोहराएं।

क्लैंप-ऑन प्रकार के एमीटर उपयोग करने के लिए सुरक्षित और तेज हैं जिन्हें लगाने के लिए परिपथ को खोलने की आवश्यकता नहीं होती है।

HI-POT टेस्टर का उपयोग करते समय जो परीक्षण का भाग नहीं हैं ऐसे वस्तुओं से क्षेत्र साफ़ रखें।

सदैव शून्य पर आउटपुट नियंत्रण के साथ परीक्षण शुरू करें और "बंद" स्थिति में स्विच करें। सुनिश्चित करें कि सभी उपकरण ग्राउन्ड टाइट हैं और यह कि उपकरण संयोजित है और निर्माता के निर्देशों के अनुसार उपयोग किया जाता है।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

ऑसिलोस्कोप के नियंत्रण और कार्य (Controls and functions of Oscilloscope)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **विभिन्न नियंत्रणों के उपयोग बताएं।**
- **दो इनपुट के लिए वैकल्पिक और चोप्ड मोड के उपयोग बताएं।**
- **स्वीप मोड और उपयुक्त नियंत्रण की व्याख्या करें।**
- **विभिन्न स्वीप डिस्प्ले मोड के उपयोग बताएं।**
- **ऑपरेशन X-Y मोड के उपयोग बताएं।**
- **Z-अक्ष इनपुट के उपयोग की व्याख्या करें।**

परिचय (Introduction):

एक सामान्य प्रयोजन के ऑसिलोस्कोप के मानक फ्रंट पैनल नियंत्रणों के अतिरिक्त कई नियंत्रण और कार्य जो माप को प्रदर्शित करते समय आवश्यक हैं इस पाठ में स्पष्ट रूप से चर्चा की गई है। साथ ही इस पाठ में ऑसिलोस्कोप का उपयोग करते समय कुछ सूचना पर भी चर्चा की गई है।

फोकस और तीव्रता (Focus and Intensity):

जब पावर स्विच ऑन कर ऑसिलोस्कोप को चालू किया जाता है तो सबसे पहले ऑसिलोस्कोप स्क्रीन पर बीम ट्रेस प्राप्त करना होता है। फोकस और तीव्रता नियंत्रण एक साथ तीक्ष्ण कम तीव्रता वाले ट्रेस प्राप्त करने में मदद करते हैं। कम तीव्रता न केवल डिस्प्ले को बहुत महीन ट्रेस पर केंद्रित करने की अनुमति देती है बल्कि ऑसिलोस्कोप के CRT के जीवन को भी बढ़ाती है। ट्रेस की तीव्रता कभी भी इतनी तेज नहीं होनी चाहिए कि यह CRT स्क्रीन पर फॉस्फर कोटिंग में होल को जला दे।

अतिरिक्त उज्ज्वल ट्रेस CRT के लिए अत्यधिक नुकसानदायक है विशेष रूप से जब आप धीमी स्वीप गति पर कार्य कर रहे हों।

दृष्टिवैषम्य (Astigmatism):

कुछ ऑसिलोस्कोप में दृष्टिवैषम्य नियंत्रण होता है जिसे इतना समायोजित किया जाना चाहिए कि फ़ोकस नियंत्रण ट्रेस के क्षैतिज और ऊध्वाधर भागों पर प्रभावी हो। साथ ही दृष्टिवैषम्य नियंत्रण को स्क्रीन पर प्रदर्शित स्पंदित तरंग के साथ समायोजित किया जाना चाहिए।

ट्रेस रोटेशन (Trace rotation):

इसका उपयोग किसी भी इनपुट सिग्नल की अनुपस्थिति में बीम ट्रेस को पूरी तरह से क्षैतिज बनाने के लिए किया जा सकता है। यह समान्यत: एक ट्रिमर होता है जिसका समायोजन पेंच ऑसिलोस्कोप के फ्रंट पैनल या रियर पैनल पर देखा जा सकता है।

बीम खोजना (Beam find):

प्रायः हम एक ऐसी स्थिति में आते हैं जहां हमने ऑसिलोस्कोप को ऑन कर दिया है तीव्रता के स्तर को बढ़ा दिया है ऑटो स्वीप मोड का चयन किया है और क्षैतिज और ऊध्वाधर स्थिति नियंत्रणों को समायोजित करने का प्रयास किया लेकिन फिर भी बीम ट्रेस को देखने में सक्षम नहीं हैं। बीम फाइंड कंट्रोल का उपयोग बीम का पता लगाने के लिए किया जाता है चाहे वह कहीं भी हो। इस बटन को दबाने से क्षैतिज और ऊध्वाधर स्थिति नियंत्रण की सीमा संकुचित हो जाती है और परिणाम स्क्रीन पर कहीं एक बिंदु होता है। बटन को दबाए रखते हुए बिंदु को अपने ऑसिलोस्कोप स्क्रीन के केंद्र में लाने के लिए दो स्थिति नियंत्रणों को समायोजित करें। बटन को छोड़ दें और आपको स्क्रीन के ठीक मध्य में एक ट्रेस दिखाई देगा।

क्षैतिज और लंबवत स्थिति (Horizontal and Vertical position):

क्षैतिज स्थिति (कुछ स्कोप स पर <---> के रूप में इंगित किया गया है) और लंबवत स्थिति (कुछ स्कोपस पर इंगित) का उपयोग क्रमशः क्षैतिज और लंबवत रूप से ट्रेस को स्थानांतरित करने के लिए किया जाता है।

समान्यत: डुअल ट्रेस ऑसिलोस्कोप में समान्यत: एक सामान्य क्षैतिज स्थिति नियंत्रण होता है। स्थिति नियंत्रण दोनों ट्रेस को एक साथ क्षैतिज दिशा में स्थानांतरित करता है। यद्यपि दो चैनलों के लिए दो अलग-अलग लंबवत स्थिति नियंत्रण हैं।

अंशाकन (Calibration):

सभी ऑसिलोस्कोप में CAL आउटपुट होता है। अंशांकन संकेतों का आयाम और आवृत्ति आउटपुट के किनारे फ्रंट पैनल पर प्रदर्शित की जाती है। अंशांकन संकेत का उपयोग ऑसिलोस्कोप के आयाम और समय आधार अंशांकन की जांच के लिए किया जा सकता है।

कुछ ऑसिलोस्कोप दो अंशांकन संकेत प्रदान करते हैं दोनों की आवृत्ति समान होती है लेकिन आयाम भिन्न-भिन्न होते हैं। ऑसिलोस्कोप में दो कैलिब्रेशन सिग्नल आउटपुट हो सकते हैं जैसे 1 jHz पर 2Vp-p और 1 jHz पर 200mvp-p दोनों सिग्नल के साथ चेक किया जाना चाहिए। स्कोप के अंशांकन को नियमित अंतराल पर समायोजित किया जाना चाहिए।

कुछ ऑसिलोस्कोप में कैलिब्रेशन का आउटपुट एक चमकदार LED द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। आपको टाइम बेस सेटिंग के पास एक LED और वर्टिकल इनपुट चैनलों के वर्टिकल डिफ्लेक्शन फैक्टर सेलेक्टर स्विच के पास LED मिलेगी। प्रोब को समायोजित करने के लिए अंशांकन संकेत भी नियोजित किया जाता है। एक मानक के रूप में उपयोग किए जाने वाले अंशांकन संकेत के साथ कम समकृत या अधिक समकृत प्रोब की स्थितियों को आसानी से देखा जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

बैंडविड्थ सीमा (Bandwidth limit):

कई उच्च संवेदनशीलता उच्च बैंडविड्थ ऑसिलोस्कोप में बैंडविड्थ सीमा नियंत्रण होता है। यद्यपि उच्च बैंडविड्थ क्षमता आपको उच्च आवृत्ति संकेतों को ग्रहण करने और अवांछित उच्च आवृत्ति शोर को भी क्रीप करने की सुविधा देती है। यह विशेष रूप से पहचानना दुष्कर होता है जब हम मध्यम आवृत्ति के बहुत निम्न स्तर के सिग्नल (कुछ मिलीवोल्ट) देख रहे होते हैं। स्कोप की उच्च बैंडविड्थ क्षमता के कारण वांछित सिग्नल को अक्सर बहुत सारे हैश के साथ देखा जाता है।

वोल्ट/डिव और समय/डिव नियंत्रण (Volts/div and time/div controls):

वोल्ट/डिव और टाइम/डिव ऐसे नियंत्रण हैं जिन्हें संकेतों को देखने और उनका विश्लेषण करते समय लगातार समायोजन की आवश्यकता होती है। जबकि पहले वाला ऊध्वाधर संवेदनशीलता का चयन करता है और देखे जाने वाले सिग्नल के आयाम के अनुसार सेट किया जाता है बाद वाला स्वीप गति सेट करता है और इसकी सेटिंग सिग्नल आवृत्ति द्वारा नियंत्रित होती है। इन दोनों नियंत्रणों में एक चयनकर्ता स्विच सेटिंग और एक फाइन नियंत्रण है। दोनों ही स्थितियों में फाइन एडजस्टमेंट कंट्रोल को कैलिब्रेटेड स्थिति में रखा जाना चाहिए। इन नियंत्रणों के मामले में चयन योग्य पद 1- 2-5 के दशकों में हैं।

अधिकांश ऑसिलोस्कोप में ऊध्वाधर विक्षेपण कारक नियंत्रण में X5 प्रवर्धन के लिए प्रावधान होता है जो ऑसिलोस्कोप को 5 के गुणक से अधिक संवेदनशील बनाता है अर्थात 5 mV/div से 5V/div रेंज 1mV/div से 1V/div हो जाती है। लेकिन फिर हमें हमेशा याद रखना चाहिए कि ऊध्वाधर संवेदनशीलता में यह वृद्धि कम परिशुद्धता की कीमत पर है। प्राय: ±3 प्रतिशत की शुद्धता विनिर्देश ±5 प्रतिशत तक विकृत हो सकती है। यह आवर्धन प्राय: ऊध्वाधर विक्षेपण कारक चयनकर्ता स्विच में फाइन समायोजन नियंत्रण नॉब को खींचकर प्राप्त किया जाता है।

इसी तरह X10 का आवर्धन आमतौर पर समय आधार सेटिंग में उपलब्ध होता है जिसका अर्थ है कि इस सुविधा का उपयोग करके किसी भी सेटिंग में स्वीप गति को 10 के कारक से बढ़ाया जा सकता है। यह वृद्धि स्वीप गति सटीकता में गिरावट की कीमत पर भी है। सटीकता में परिवर्तन फिर से ±3 प्रतिशत से ±5 प्रतिशत तक हो सकता है। आधार चयनकर्ता स्विच में फाइन नियंत्रण समायोजन नॉबखींचकर X10 आवर्धन भी प्राप्त किया जाता है।

कुछ ऑसिलोस्कोप में समय आधार चयनकर्ता के पास दो स्विच और फाइन समायोजन होता है। मुख्य स्वीप गति का चयन करने के लिए दो स्विचों में से एक का उपयोग किया जाता है, जो दो नॉब्स में से बड़े द्वारा चयन किया जा सकता है। जो एक छोटे नॉब के साथ संकेन्द्रित हैं। इसका उपयोग विलंबित स्वीप गति को चुनने के लिए किया जाता है। यह दूसरा रोटरी स्विच केवल विलंबित स्वीप सुविधा वाले ऑसिलोस्कोप में मौजूद है। इसके अलावा दो स्विच इतने आंतरिक रूप से व्यवस्थित हैं कि विलंबित स्वीप गति को कभी भी मुख्य स्वीप गति से धीमी गति पर सेट नहीं किया जा सकता है।

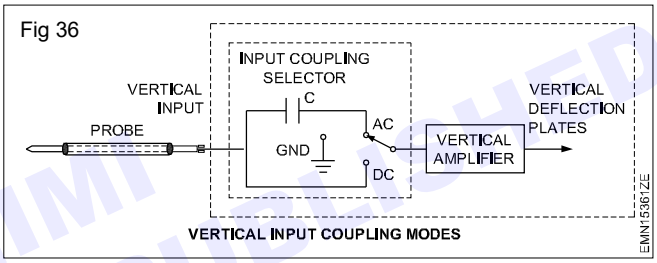
इनपुट युग्मन (Input coupling):

युग्मन चयनकर्ता DC या AC युग्मन और ग्राउन्ड का चयन करने के लिए थ्री-वे स्विच है। DC कपलिंग में इनपुट सिग्नल को सीधे प्रवर्धक (एम्पलीफायर) में फीड किया जाता है जबकि AC कपलिंग इनपुट सिग्नल के DC घटक को ब्लॉक करने में सक्षम बनाता है और सिग्नल के केवल AC घटक को Y प्रवर्धक को पास करता है। ग्राउंड पोजीशन में ज़ एम्पलीफायर का इनपुट ग्राउंडेड होता है। इसलिए यह सुनिश्चित करने के लिए ध्यान रखा जाना चाहिए कि इनपुट सिग्नल ग्राउन्ड की स्थिति में नहीं है और ऑसिलोस्कोप में केवल Y एम्पलीफायर का इनपुट बिंदु ग्राउंड होता है।

लंबवत इनपुट युग्मन मोड (Vertical input coupling modes)

सभी ऑसिलोस्कोप में दो ऊध्वाधर इनपुट कपलिंग मोड होते हैं अर्थात् AC कपलिंग और DC कपलिंग जैसा कि Fig1 दिखाया गया है। DC कपलिंग चयन में ऊध्वाधर इनपुट BNC रिसेप्टकल के लिए सिग्नल सीधे संबंधित ऊध्वाधर एम्पलीफायर के इनपुट पर भेजा जाता है जैसा कि Fig 36 में दिखाया गया है। परिणामस्वरूप आप ऑसिलोस्कोप वही देखते हैं जो आप उसमें फीड कराते हैं।

Fig 36



DC कपलिंग मोड का उपयोग बहुधा(majority) ऑसिलोस्कोप माप में किया जाता है चाहे वह DC एम्पलीट्यूड को माप रहा हो या ऑसिलोस्कोप के निर्दिष्ट बैंडविड्थ पर क्षणिक और परिवर्ती AC तरंगों का विश्लेषण करते समय लॉजिक लो और लॉजिक हाई देख रहा हो। यद्यपि जब केवल DC का आयाम बिना गुणवत्ता विश्लेषण की परवाह किए या किसी शोर स्पाइक्स की उपस्थिति की तलाश करने के इरादे से केवल एक निश्चित DC वोल्टेज के आयाम को मापने की बात आती है तो DC युग्मन मोड में ऑसिलोस्कोप कार्य करता है।

AC कपलिंग मोड में एप्लाइड सिग्नल को संधारित्र Fig1 के माध्यम से वर्टिकल एम्पलीफायर इनपुट में भेजा जाता है जिसके परिणामस्वरूप DC यदि कोई हो सिग्नल में ब्लॉक हो जाता है और केवल AC या समय के साथ परिवर्ती भाग ही पहुँच पाता है और वर्टिकल एम्पलीफायर इनपुट तक पहुंचते हैं। इसलिए प्रदर्शित तरंग वह नहीं है जो आप वास्तव में फीड कराते हैं। उदाहरण के लिए यदि आप DC पर चलने वाले शोर स्पाइक्स या रिपल का विश्लेषण करना चाहते हैं तो आपके पास AC कपलिंग मोड में जाने के अतिरिक्त कोई विकल्प नहीं होगा।

DC कपलिंग मोड में तुलनात्मक रूप से बहुत छोटे तरंग आयाम का एक विस्तारित प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए आप लंबवत संवेदनशीलता को बढ़ाने पर बीम स्क्रीन से बाहर निकल जाएगी। AC कपलिंग मोड में आप डिस्प्ले का विस्तार कर सकते हैं और विस्तृत विश्लेषण के लिए रिपल वाले हिस्से को पूरी स्क्रीन पर प्रदर्शित करा सकते हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

युग्मन चयनकर्ता पर एक ग्राउन्ड स्थिति (designated GND) उपलब्ध है। इस स्थिति में ऊध्वाधर एम्पलीफायर के इनपुट को ग्राउंड किया जाता है और इस स्थिति का उपयोग शून्य इनपुट के लिए बीम की स्थिति जानने के लिए किया जा सकता है।

इनपुट प्रतिबाधा (Input impedance):

यह Y इनपुट बिंदु पर प्रतिबाधा है और आम तौर पर 25 pF से शंट 1 M ओम के रूप में निर्दिष्ट किया जाता है। यह वास्तव में Y इनपुट में प्रभावी प्रतिरोध और धारिता है। सभी ऑसिलोस्कोप में 1 M ओम का एक मानक इनपुट प्रतिबाधा होता है जो लगभग 25 pF के समानांतर होता है।

अधिकतम इनपुट वोल्टेज (Maximum input voltage):

यह अधिकतम वोल्टेज है जिसे ऑसिलोस्कोप के Y इनपुट पर सुरक्षित रूप से आरोपित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए अधिकतम इनपुट वोल्टेज को 400V (DC + पीक AC) निर्दिष्ट करने वाले मॉडल का अर्थ है कि इनपुट के लिए सिग्नल का वोल्टेज 400V से अधिक नहीं हो सकता है जिसमें DC वोल्टेज और सिग्नल के पीक AC वोल्टेज दोनों शामिल हैं।

ऊध्वाधर ऑपरेटिंग मोड और प्रासंगिक नियंत्रण (Vertical operating modes and relevant controls):

ड्यूल ट्रेस ऑसिलोस्कोप में, यदि दो ऊर्ध्वाधर इनपुट चैनल CH1 और CH2 नामित हैं, तो उपलब्ध ऊध्वाधर ऑपरेटिंग मोड प्राय: CH1, CH2, ALT (वैकल्पिक), CHOP (चोप्ड) और CH1 + CH2 हैं। CH1 मोड चयन का तात्पर्य है कि बीम चैनल -1 ऊध्वाधर इनपुट पर आरोपित तरंग को प्रत्येक समय स्क्रीन पर प्रदर्शित करते हैं।

चयनित CH1 + CH2 मोड के साथ, स्क्रीन पर प्रत्येक स्वीप चैनल 2 वर्टिकल इनपुट वेवफॉर्म को ट्रेस करता है। जब CH1 + CH2 मोड (जिसे ADD मोड भी कहा जाता है) का चयन किया जाता है तो हम स्क्रीन पर जो देखते हैं वह समय के एक फ़ंक्शन के रूप में CH1 और CH2 सिग्नल का योग होता है। वैकल्पिक (ALT) या चोप्ड (CHOP) मोड तब चुने जाते हैं जब हम एक साथ दो अलग-अलग सिग्नल को स्क्रीन पर प्रदर्शित कराना चाहते हैं।

वैकल्पिक या चोप्ड (Alternate or chopped):

ALT और CHOP मोड दो अलग-अलग स्थितियों में उपयोग किए जाते हैं। ALT मोड में CH1 और CH2 सिग्नल को एकान्तर स्वीप पर ट्रेस किया जाता है अर्थात यदि n th स्वीप CH1 सिग्नल को ट्रेस करता है तो (n+1) th स्वीप CH2 सिग्नल को ट्रेस करेगा (n+2)th CH1 सिग्नल को फिर से ट्रेस करेगा और प्रक्रिया जारी रहेगी।

यदि स्वीप की गति कम है मान लीजिए कि 10 ms/div या इससे भी कम है तो हम दो स्वीपों का एक ब्लिंकिंग डिस्प्ले देखेंगे। तेज स्वीप गति के लिए दो डिस्प्ले एक ही समय में मौजूद प्रतीत होते हैं। इस प्रकार दो चैनलों का ALT मोड डिस्प्ले सिग्नल की आवृत्ति कम होने पर एक असुविधाजनक प्रदर्शन देता है। उच्च आवृत्ति संकेतों को देखने के लिए इस मोड का उपयोग अधिमानतः किया जाना चाहिए।

CHOP मोड में स्क्रीन पर प्रत्येक स्वीप बीम को CH1 और CH2 के बीच बहुत तेज दर से स्विच करता है (चॉपिंग आवृत्ति आमतौर पर 50 jHz से 100 jHz है)। वास्तव में हम इस चॉपिंग प्रभाव को CHOP मोड का चयन करके और चॉपिंग आवृत्ति की तुलना में तेजी से समय आधार सेटिंग चुनकर देख सकते हैं। CHOP मोड बहुत उच्च आवृत्ति संकेतों को देखने के लिए उपयुक्त नहीं है क्योंकि जब स्वीप दूसरे सिग्नल को ट्रेस कर रहा होता है तो समय अवधि के दौरान आपको महत्वपूर्ण सिग्नल जानकारी छूटने की संभावना होती है। यद्यपि CHOP मोड कुछ किलोहर्ट्ज या उससे अधिक की आवृत्ति वाले सिग्नल देखने के लिए चयन करने के लिए सही मोड है।

कुछ ऑसिलोस्कोप (आमतौर पर कम बैंडविड्थ वाले) में हमारे पास CHOP और ALT मोड के लिए अलग सेलेक्ट बटन नहीं होता है। इसके स्थान पर हमारे पास ड्यूल मोड है जिसमें ऑसिलोस्कोप में कम आवृत्ति संकेतों (या धीमी समय आधार सेटिंग्स) के लिए चोप्ड स्वीप ऑपरेशन देने के लिए अन्त: परिपथ निर्मित है और उच्च आवृत्ति सिग्नल (या तेज़ समय आधार सेटिंग्स) प्रदर्शन के लिए ALT मोड है। समय आधार सेटिंग की सीमा जिसके लिए ऑसिलोस्कोप एक CHOP मोड या ALT मोड प्रदान करता है समान्यत: समय आधार चयनकर्ता स्विच पर इंगित किया जाता है।

ऑसिलोस्कोप के फ्रन्ट पैनल में आप 0.5 s/div सेटिंग से 1 ms/div सेटिंग तक एक हल्के रंग का अर्ध-गोलाकार बैंड देखेंगे जो CHOP मोड को दर्शाता है और दूसरा गहरा अर्ध-वृत्ताकार बैंड 1 ms/div से ALT मोड को दर्शाता करता है।

LF अस्वीकृति (LF Rejection):

यह ट्रिगर सिग्नल को ट्रिगर परिपथ के साथ युग्मित करने की एक विधि है। ट्रिगर सिग्नल को हाई-पास फिल्टर के माध्यम से ट्रिगर परिपथ को फीड किया जाता है जहां कम आवृत्ति घटक (10 jHz से कम) समाप्त हो जाता है। इस प्रकार ट्रिगरिंग केवल उच्च आवृत्ति घटक द्वारा ही प्रभावित होता है। जब ट्रिगर सिग्नल में कम आवृत्ति शोर (विशेष रूप से hum) होता है तो इसे समाप्त कर दिया जाता है ताकि ट्रिगरिंग को स्थापित किया जा सके।

LF अस्वीकृति (HF Rejection):

इस पद्धति में ट्रिगर सिग्नल को लो-पास फिल्टर के माध्यम से फीड किया जाता है जहां उच्च आवृत्ति घटक (30 jHz) से अधिक) समाप्त हो जाता है। ट्रिगरिंग केवल कम आवृत्ति वाले घटक द्वारा ही प्रभावित होती है।

ट्रिगरिंग मोड और प्रासंगिक नियंत्रण (Triggering modes and relevant controls):

सभी आधुनिक ऑसिलोस्कोप स्वीप ऑसिलोस्कोप ट्रिगर होते हैं यानी स्क्रीन पर प्रत्येक स्वीप ट्रिगर सिग्नल द्वारा प्रारम्भ किया जाता है या तो ऑसिलोस्कोप के अंदर उत्पन्न होता है या बाह्य रूप से आपूर्ति की जाती है। ट्रिगर सिग्नल का स्रोत जिस तरह से इसे संयोजित किया जाता है और 'ट्रिगर स्लोप' 'ट्रिगर लेवल' और 'ट्रिगर होल्ड ऑफ' जैसे नियंत्रण आपको उपकरण का पूर्ण उपयोग करने में सक्षम बनाते हैं और कई जटिल तरंगों का एक स्थिर प्रदर्शन प्राप्त करते हैं या सबसे दुर्ग्राह्य क्षणिक (elusive transient) घटनाओं पर ट्रिगर करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

ट्रिगर सिग्नल का स्रोत (Source of trigger signal):

यह पहला प्रासंगिक नियंत्रण वह है जो ट्रिगर सिग्नल के स्रोत का चयन करता है। अधिकांश ऑसिलोस्कोप में उपलब्ध विकल्प आंतरिक (INT) लाइन बाहरी (EXT) हैं।

जब हमने ट्रिगर के INT स्रोत का चयन किया है, तो देखे जाने वाले सिग्नल से ट्रिगर सिग्नल उत्पन्न होता है। लंबवत इनपुट सिग्नल का एक छोटा सा हिस्सा हटा दिया जाता है, बढ़ाया जाता है, आकार दिया जाता है और फिर ट्रिगर सिग्नल के रूप में माना जाता है। एक ड्यूल चैनल ऑसिलोस्कोप में जहां हमारे पास दो ऊध्वाधर इनपुट होते हैं एक अलग नियंत्रण यह तय करता है कि यह CH1 सिग्नल या CH2 सिग्नल का हिस्सा है या नहीं जिसका उपयोग ट्रिगर सिग्नल उत्पन्न करने के लिए किया जाना है। यहां यदि हम ALT, का चयन करते हैं तो ट्रिगर सिग्नल स्रोत वर्टिकल मोड के अनुसार प्रदर्शित होता है। हमें यह भी याद रखना चाहिए कि CH1 सिग्नल या CH2 सिग्नल या ALT ट्रिगर का चयन तभी होता है जब ट्रिगर स्रोत चयन INT पर होता है।

जब ट्रिगर स्रोत लाइन होता है तो ऑसिलोस्कोप अपने पावर ट्रांसफॉर्मर से 50 हर्ट्ज सिग्नल लेता है और ट्रिगर सिग्नल के उत्पादन के लिए इसका उपयोग करता है। यह पावर सप्लाई पर तरंग की तरह पावर लाइन आवृत्ति वाले संकेतों का एक स्थिर प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए उपयुक्त है।

EXT मोड में ट्रिगर सिग्नल बाह्र स्रोत से लगाया जाता है। ट्रिगर सिग्नल आयाम आवश्यकताओं को निर्माता द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है। कुछ क्षेत्रों में EXT/5 या EXT/10 ट्रिगर इनपुट भी होते हैं। इस इनपुट पर लागू ट्रिगर सिग्नल को ट्रिगर परिपथ पर लागू होने से पहले दिए गए कारक द्वारा वैकल्पिक किया जाता है। इस मोड का उपयोग तब किया जाता है जब बाहरी ट्रिगर सिग्नल का स्तर बहुत अधिक होता है।

ट्रिगर स्रोत युग्मन मोड (Trigger source coupling mode):

युग्मन मोड चयनकर्ता यह निर्धारित करता है कि ट्रिगर सिग्नल को ट्रिगर प्रवर्धक से कैसे संयोजित किया जाता है। अधिकांश 100 MHz ऑसिलोस्कोप पर उपलब्ध विकल्प DC, AC, लो फ्रीक्वेंसी रिजेक्ट (लो फ्रीक्वेंसी रिजेक्ट) हाई फ्रिक्वेंसी रिजेक्ट (हाई फ्रिक्वेंसी रिजेक्ट) और TV हैं। लो फ्रीक्वेंसी रिजेक्ट कपलिंग मोड प्राय: कम बैंड-चौड़ाई वाले ऑसिलोस्कोप (50 MHz बैंडविड्थ तक) में मौजूद नहीं होता है।

ट्रिगर स्रोत के DC युग्मन में ट्रिगर सिग्नल सीधे ट्रिगर परिपथ से संयोजित होता है। इस मोड का उपयोग तब किया जाता है जब ट्रिगर सिग्नल के DC घटक सहित ट्रिगरिंग को प्रभावित करने की आवश्यकता होती है। यह DC और कम आवृत्ति संकेतों को देखने के लिए उपयुक्त है।

AC कपलिंग में, ट्रिगर सिग्नल AC को ट्रिगर परिपथ से जोड़ा जाता है। यह सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला ट्रिगर सोर्स कपलिंग मोड है क्योंकि इनपुट सिग्नल के DC घटक से प्रभावित हुए बिना स्थिर ट्रिगरिंग प्राप्त की जा सकती है।

लो फ्रीक्वेंसी रिजेक्ट (लो फ्रीक्वेंसी रिजेक्ट) मोड में ट्रिगर सिग्नल में मौजूद कुछ किलो-हर्ट्ज से नीचे का कोई भी फ्रीक्वेंसी घटक क्षीण हो जाता है। इस मोड का उपयोग तब किया जाना चाहिए जब कम आवृत्ति वाले घटक उदाहरण के लिए 50 Hz, hum ट्रिगर सिग्नल में मौजूद हों। हाई फ्रीक्वेंसी रिजेक्ट मोड का उपयोग तब किया जाता है जब ट्रिगरिंग सिग्नल में मौजूद कोई भी उच्च आवृत्ति घटक एक स्थिर डिस्प्ले प्राप्त करने में समस्या उत्पन्न कर रहा हो। इस मोड में ट्रिगर सिग्नल में मौजूद 50 Hz से अधिक उच्च आवृत्ति वाले घटकों को क्षीण किया जाता है।

TV कपलिंग मोड का उपयोग विशेष रूप से TV वीडियो सिग्नल देखने के लिए किया जाता है। सिग्नल AC को TV सिंक सेपरेटर परिपथ से संयोजित किया जाता है। सिंक सेपरेटर सिंक सिग्नल को उठाता है जिसे तब ट्रिगर सिग्नल के रूप में उपयोग किया जाता है। इस मोड से हम TV वीडियो सिग्नल का एक स्थिर डिस्प्ले प्राप्त कर सकते हैं।

ट्रिगर स्लोप और स्तर (Trigger slope and level):

ट्रिगर स्लोप चयन ट्रिगर सिग्नल के स्लोप को निर्धारित करता है जो स्वीप को ट्रिगर करता है। जब हम एक (+) स्लोप का चयन करते हैं तो सिग्नल के धनाात्मक या निम्न से उच्च ट्रांजीशन पर कहीं भी स्वीप प्रारम्भ हो जाता है। (-) स्लोप के मामले में सिग्नल के ऋणात्मक या उच्च से निम्न ट्रांजीशन पर कहीं भी स्वीप चालू हो जाता है।

ट्रिगर स्तर सिग्नल स्तर (धनात्मक या ऋणात्मक) तय करता है जहां ट्रिगरिंग होती है। यदि सिग्नल में धनात्मक और ऋणात्मक दोनों आयाम हैं तो हम धनात्मक स्लोप और ऋणात्मक स्लोप या ऋणात्मक स्लोप और धनात्मक स्लोप पर भी ट्रिगर कर सकते हैं। जब हम एक धनात्मक स्लोप का चयन करते हैं, तो तरंग को इस तरंग के धनात्मक स्लोप यानी ऋणात्मक शिखर से धनात्मक शिखर की ओर कहीं भी ट्रिगर किया जा सकता है। स्तर या तो ऋणात्मक या धनात्मक हो सकता है। इसी तरह, जब हम एक (-Ve) स्लोप का चयन करते हैं, तो तरंग को नकारात्मक स्लोप यानी धनात्मक शिखर से ऋणात्मक शिखर की ओर कहीं भी ट्रिगर किया जा सकता है।

ट्रिगर होल्ड-ऑफ नियंत्रण (Trigger hold-off control):

इस नियंत्रण का उपयोग दो क्रमिक स्वीपों की शुरुआत के बीच विराम को समायोजित करने के लिए किया जा सकता है और विशेष रूप से उन संकेतों को देखने के लिए उपयोगी है जो सममित रूप से दोहराते नहीं हैं। ट्रिगर होल्ड-ऑफ़ सुविधा के अभाव में इस प्रकार की तरंग का स्थिर प्रदर्शन प्राप्त करना मुश्किल हो सकता है। सही समय पर स्वीप को ट्रिगर करने के लिए ट्रिगर होल्ड-ऑफ कंट्रोल का उपयोग किया जा सकता है।

स्वीप मोड और प्रासंगिक नियंत्रण (Sweep modes and relevant controls):

प्रथम चयन जो हमें करना है वह स्वीप ट्रिगरिंग मोड है। प्राय: लगभग सभी ऑसिलोस्कोप में तीन मोड उपलब्ध होते हैं। वे ऑटो (स्वचालित) नार्मल और सिंगल स्वीप मोड हैं।

ऑटो स्वीप मोड में स्वीप जनरेटर एक फ्री रनिंग ऑसिलेटर है यदि आंतरिक या बाह्र कोई ट्रिगरिंग सिग्नल नहीं है। यदि ट्रिगर स्रोत को INT चुना गया है तो हम किसी भी लंबवत इनपुट की अनुपस्थिति में भी बीम ट्रेस देखेंगे। जब एक ट्रिगरिंग सिग्नल आरोपित किया जाता है तो स्कोप एक ट्रिगर स्वीप बन जाता है और ट्रिगर सिग्नल स्लोप और लेवल सेटिंग्स के अनुसार स्वीप शुरू करता है। जब हम DC वोल्टेज या साधारण तरंगों को देखने में रुचि रखते हैं तो ऑटो मोड काफी सुविधाजनक होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सामान्य स्वीप मोड में ट्रिगरिंग सिग्नल केवल स्वीप को आरंभ करता है। किसी भी ट्रिगर की अनुपस्थिति में हमें ऑसिलोस्कोप स्क्रीन पर कोई संकेत नहीं दिखता है। सामान्य मोड में हमें सावधानी से स्लोप का चयन करना होगा और सिग्नल का प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए लेवल को समायोजित करना होगा। यह मोड जटिल तरंगों और सिंगल शॉट घटनाओं को देखने के लिए उपयुक्त है।

सिंगल स्वीप मोड में जब एक ट्रिगरिंग सिग्नल लगाया जाता है तो पहला वास्तविक ट्रिगर स्वीप शुरू करता है और उसके बाद सभी बाद के ट्रिगर्स को इग्नोर कर दिया जाता है। इसलिए केवल एक ही स्वीप है। जब एकल स्वीप मोड का चयन किया जाता है तो ऑसिलोस्कोप ट्रिगर प्राप्त करने के लिए तैयार हो जाता है। सिंगल-शॉट इवेंट देखने के लिए यह मोड बहुत उपयोगी है।

स्वीप प्रदर्शन मोड (Sweep display modes):

द्वितीय चयन जिसे करने की आवश्यकता है वह स्वीप डिस्प्ले मोड है। उपलब्ध विकल्प मेन स्वीप डिलेड (विलंबित) स्वीप इंटेनसिफाइड (तीव्र) स्वीप ट्रिगर डिलेड स्वीप हैं। इन्हें A-स्वीप (मेन स्वीप) B- डिलेड स्वीप (विलंबित स्वीप) A-इंटेंसिफाइड (इंटेंसिफाइड स्वीप) के रूप में नामित किया जा सकता है जहां दो इनपुट चैनलों को A और B के रूप में संदर्भित किया जाता है।

मुख्य स्वीप वह है जिसका अब तक चर्चा कर रहे हैं। इसकी गति मुख्य time/div चयनकर्ता स्विच द्वारा निर्धारित की जाती है। यह अधिकांश मापों के लिए उपयुक्त है। लेकिन क्या होता है जब हम तुलनात्मक रूप से कम आवृत्ति सिग्नल के एक छोटे से हिस्से को विस्तारित स्केल पर शोर को देखने के लिए देखना चाहते हैं? यदि हम टाइम बेस का विस्तार करने का प्रयास करते हैं तो तरंग पर वांछित भाग स्क्रीन से बाहर जाने की संभावना है और क्षैतिज स्थिति नियंत्रण के साथ इसे ऑसिलोस्कोप स्क्रीन के केंद्र में लाने के हमारे सभी प्रयास तब तक प्रस्तुत नहीं किए जाते हैं। इसे दूर करने का एक तरीका मुख्य स्वीप के साथ उपलब्ध X10 आवर्धक का उपयोग करना है। मैग्निफायर लगाने से टाइम बेस स्क्रीन के केंद्र के चारों ओर 10 गुना बढ़ जाता है जिसके परिणामस्वरूप वांछित भाग स्क्रीन पर रहता है। इस प्रक्रिया को आवर्धित स्वीप के रूप में जाना जाता है।

मैग्निफाइड स्वीप की भी अपनी समस्याएं हैं। सबसे पहले, स्वीप की तीव्रता विस्तार पर काफी कम हो जाती है और दूसरा, यह विस्तार बहुत तेज ग्लिट्स को देखने की अनुमति देने के लिए पर्याप्त नहीं हो सकता है, उदाहरण के लिए, कुछ नैनोसेकंड चौड़ी ग्लिच कुछ मिलीसेकंड की समय अवधि में हैं।

ऐसी स्थितियों में डिलेड स्वीप निस्तारण करने के काम आता है। जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है हमारे पास दो स्वतंत्र टाइम बेस सेटिंग्स हैं एक मुख्य स्वीप के लिए और दूसरी डिलेड स्वीप के लिए। डिलेड स्वीप सुविधा का उपयोग करने के लिए डिलेड टाइम बेस को मुख्य टाइम बेस की तुलना में बहुत तेज़ गति से सेट करें। पैनल पर डिलेड समय गुणक (एक मल्टीटर्न पोटेंशियोमीटर) नियंत्रण भी है। इसे इसकी सीमा के केंद्र में सेट करें। तीव्र स्वीप बटन संलग्न करें। हम देखेंगे कि तरंग के एक छोटे से हिस्से को मुख्य स्वीप के तेज होने पर देखा जा रहा है। इसका तात्पर्य है कि हमने डिलेड स्वीप को शामिल किया है। इस सघन भाग की चौड़ाई डिलेड स्वीप की टाइम बेस सेटिंग पर निर्भर करती है।

फोटोग्राफ 5ms/div के डिलेड स्वीप के लिए है। जैसे-जैसे हम स्वीप को तेज करते हैं चौड़ाई संकरी होती जाती है। इस प्रकार तेजी से डिलेड स्वीप संकरा तीव्र भाग होता है और बड़ा आवर्धन होता है जो हमें मिलता है। इस तीव्र भाग की स्थिति तरंग के उस भाग के अनुसार होती है जिसका हम विस्तार करना चाहते हैं।

दो चीजों को समायोजित करने के बाद डिलेड स्वीप मोड को संलग्न करें। तीव्र भाग पूरी स्क्रीन को भर देता है। इस मोड में हम तीव्रता का त्याग किए बिना बहुत अधिक आवर्धन प्राप्त कर सकते हैं। कुछ क्षेत्रों में मुख्य स्वीप सिग्नल और तीव्र डिलेड सिग्नल को एक साथ देखने का प्रावधान है। अधिकांश 100 MHZ ऑसिलोस्कोप में यह सुविधा है। इस सुविधा की उपलब्धता ALT स्वीप डिस्प्ले मोड द्वारा इंगित की गई है। इस सुविधा का उपयोग करने के लिए मेन स्वीप के अतिरिक्त ALT स्वीप डिस्प्ले को दबाएं।

B एंड A मोड (B Ends A mode):

कभी-कभी यह देखा गया है कि जब डिलेड स्वीप से मुख्य स्वीप गति अनुपात बहुत अधिक होता है तो डिलेड स्वीप मोड में विस्तारित प्रदर्शन की तीव्रता कुछ कम हो जाती है। B एंड A मोड का उपयोग मुख्य स्वीप को न्यूनतम आवश्यक बिंदु पर समाप्त करके और डिलेड स्वीप के लिए प्रदर्शन समय को बढ़ाकर डिलेड स्वीप डिस्प्ले की तीव्रता को बढ़ाने के लिए किया जा सकता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि धीमी मुख्य स्वीप पूर्ण स्क्रीन के लिए चलती है और बहुत तेज़ डिलेड स्वीप के लिए बहुत कम समय होता है।

कुछ ऑसिलोस्कोप ने भी देरी से स्वीप सुविधा प्रदान की है। परिचालन रूप से यह विलंबित स्वीप के समान है। डिलेड स्वीप मोड में स्क्रीन पर तीव्र भाग को सुचारू रूप से स्थानांतरित करने के लिए डिलेड समय गुणक को समायोजित किया जा सकता है। ट्रिगर डिलेड स्वीप में, तीव्र भाग एक स्तर के ट्रांजीशन से दूसरे स्तर पर समायोजन के रूप में जंप कर जाता है वांछित ट्रांजीशन स्तर का चयन करने के बाद जहां आप डिलेड स्वीप को ट्रिगर करना चाहते हैं और धनात्मक जाने के लिए एक उचित स्लोप (+) का चयन करने के बाद और ऋणात्मक जाने वाले ट्रांजीशन के लिए (-) का चयन करने के बाद - डिलेड स्वीप लगा हुआ है। यह मोड अत्यधिक कम डिस्प्ले जिटर देता है क्योंकि स्वीप एक निश्चित ट्रिगर सिग्नल स्तर द्वारा ट्रिगर होता है।

X-Yऑपरेशन (X-Y operation):

X-Y मोड में ऑसिलोस्कोप का क्षैतिज अक्ष भी समय के अतिरिक्त वोल्टेज का प्रतिनिधित्व करता है जैसा कि सामान्य ऑसिलोस्कोप ऑपरेशन में होता है। टाइम बेस परिपथबायपास हो जाती है। क्षैतिज या X-अक्ष पर दर्शाए जाने वाले संकेत को X-Y मोड सुविधा वाले ऑसिलोस्कोप के सामने के पैनल पर उपलब्ध क्षैतिज विक्षेपण इनपुट पर आरोपित किया जाता है।

CH3 इनपुट क्षैतिज इनपुट है। इसमें 100mV/div और 1V/div के दो चयन योग्य क्षैतिज विक्षेपण कारक हैं। अर्थात् 100mV सिग्नल (100mV/div चयन के मामले में) और 1V सिग्नल (1V/div चयन के मामले में) बीम

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

को एक डिवीजन द्वारा क्षैतिज रूप से स्वीप करेगा। दूसरा सिग्नल ऊध्वाधर इनपुट (डुअल चैनल ऑसिलोस्कोप में दो ऊध्वाधर इनपुट में से एक) पर आरोपित होता है। परिणाम वांछित X-Y डिस्प्ले है।

इस तरह के X-Y मोड के संचालन के साथ बड़ी समस्या यह है कि यह एक अनियंत्रित निश्चित स्वीप गति प्रदान करता है। यद्यपि इस समस्या को X-Y मोड में क्षैतिज इनपुट के रूप में उपयोग किए जाने वाले दो ऊध्वाधर इनपुट में से एक को आधुनिक डुअल चैनल स्कोप में अभिभूत किया जाता है। इस प्रावधान वाले ऑसिलोस्कोप में दो चैनलों के इनपुट कनेक्टर के पास 'X' और 'Y' अक्षर लिखे होंगे जब हम X-Y मोड का चयन करते हैं तो X और Y इनपुट इंगित करते हैं। इस प्रकार क्षैतिज और ऊध्वाधर दोनों अक्षों में परिवर्तनशील अंशांकित विक्षेपण कारक होते हैं।

कोई यह भी देख सकता है कि X-Y मोड में X-इनपुट के लिए उपयोग किए जा रहे ऊध्वाधर चैनल के अनुरूप ऊध्वाधर स्थिति नियंत्रण का उपयोग X-Y डिस्प्ले को क्षैतिज रूप से विक्षेपित करने के लिए किया जा सकता है। X-Y ऑपरेशनल मोड में कई अनुप्रयोग हैं जैसे उपकरणों और परिपथों की स्थानांतरण विशेषताओं को प्लॉट करना समान आवृत्ति वाले दो दिए गए संकेतों के बीच कलांतर को मापना अज्ञात आवृत्ति को मापना आदि।

Z-अक्ष इनपुट (Z-axis input):

ऑसिलोस्कोप डिस्प्ले में तीन घटक होते हैं: क्षैतिज घटक (X-अक्ष घटक) ऊध्वाधर घटक (Y-अक्ष घटक) और बीम तीव्रता (Z-अक्ष घटक)। सामान्य ऑपरेशन के दौरान तीव्रता नियंत्रण की एक विशेष सेटिंग के लिए तीव्रता स्थिर रहती है। अधिकांश स्कोप में एक बाहरी Z अक्ष इनपुट होता है जो रियर पैनल पर स्थित होता है। इस इनपुट को दिए गए सिग्नल का उपयोग डिस्प्ले की तीव्रता को नियंत्रित करने के लिए किया जा सकता है। ऊध्वाधर इनपुट के संयोजन में इस इनपुट के उपयोग में कई रुचिकर अनुप्रयोग हैं।

यह कक्षा सत्र अत्यधिक संवादात्मक और विचार-मंथन (brainstorming) करने वाला होने की उम्मीद है। इस सत्र में अनुदेशक को ऊपर सूचीबद्ध प्रत्येक उद्देश्य को अलग से लेना चाहिए और प्रशिक्षुओं को कार्य को पूरा करने के लिए एक प्रक्रिया विकसित करने के लिए मार्गदर्शन करना चाहिए। उदाहरण के लिए इस कक्षा सत्र में अनुदेशक को पहले पहले उद्देश्य **"आंतरिक अंशांकन संकेतों का उपयोग करके दिए गए CRO को कैलिब्रेट करने की प्रक्रिया"** को लेना चाहिए और प्रशिक्षुओं को कार्य प्रकृति (CRO अंशांकन) के बारे में जानकारी देनी चाहिए।

अनुदेशक को तब कक्षा को 4 समूहों में विभाजित करना चाहिए और उन्हें हस्तकार्य के लिए प्रक्रिया का मसौदा (draft) तैयार करने का निर्देश देना चाहिए ("आंतरिक अंशांकन संकेतों का उपयोग करके दिए गए CRO को कैलिब्रेट करने के लिए")। प्रशिक्षुओं को कार्य करने में सहायता के लिए उन्हें ऑसिलोस्कोप मैनुअल संबंधित संदर्भ पुस्तकें (पुस्तकालय में उपलब्ध) की प्रतियां प्रदान की जानी चाहिए और ऑसिलोस्कोप पर पिछले पाठों को संदर्भित करने की सलाह दी जानी चाहिए। हाथ में इन संदर्भ सामाग्री और पिछले अभ्यासों में उनके द्वारा अवलोकित प्रदर्शन के साथ प्रशिक्षु समूहों को कार्य को हस्तकार्य प्रक्रिया का मसौदा तैयार करना चाहिए (प्रत्येक समूह को एक मसौदा विकसित करना चाहिए)।

प्रत्येक समूह द्वारा विकसित मसौदे पर पूरी कक्षा के साथ चर्चा की जानी चाहिए। चर्चा के दौरान प्रशिक्षुओं को ड्राफ्ट में प्रक्रियात्मक त्रुटियों को इंगित करने और उसमें उपयुक्त सुधार करने के लिए प्रेरित किया जाना चाहिए। सभी ड्राफ्ट (16 प्रशिक्षुओं की कक्षा में 4 ड्राफ्ट) पर चर्चा करने के बाद अनुदेशक को ड्राफ्ट से सभी महत्वपूर्ण बिंदुओं को लेकर एक प्रक्रिया तैयार करनी चाहिए। इसे प्रयोगशाला में कार्य करने के लिए अंतिम प्रक्रिया के रूप में उपयोग किया जाएगा।

L.C.R. मीटर (L.C.R. Meter):

L.C.R मीटर एक इलेक्ट्रॉनिक परीक्षण उपकरण है जिसका उपयोग अन्य प्रचालों के मध्य एक घटक के प्रतिबाधा को मापने के लिए किया जाता है (Fig 37 & 38)

Fig 37



समान्यत: परीक्षण के तहत डिवाइस (DUT) एक AC वोल्टेज स्रोत के अधीन होता है फिर परीक्षण के तहत डिवाइस के माध्यम से वोल्टेज ओवर और धारा को मापा जाता है। मापी गई प्रतिबाधा में वास्तविक और कॉम्बिनेशन घटक होते हैं। कला कोण भी एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है।

Fig 38



L.C.R. METER

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सिग्नल जनरेटर (Signal Generator): सिग्नल जनरेटर मल्टीमीटर और ऑसिलोस्कोप के साथ मिलकर इलेक्ट्रॉनिक मैकेनिक के अति उपयोगी कार्यशाला उपकरण बनाते हैं। सिग्नल जनरेटर व्यापक संकेतों को कवर करने वाले सिग्नल तरंगों की एक विस्तृत विविधता उत्पादित करता है। इसलिए सिग्नल जेनरेटर को दो मुख्य उपखंडों में वर्गीकृत किया जाता है जो उत्पादित तरंगों और आवृत्ति श्रेणियों को कवर करते हैं। उत्पादित सिग्नल तरंगों के आधार पर निम्नलिखित मुख्य प्रकार लोकप्रिय हैं;

1 साइन-वेव जेनरेटर (The sine-wave generator):

यह सामान्य-उद्देश्य परीक्षण के लिए सबसे आम है। यह व्यापक रूप से निरंतर-तरंग (CW) और एम्प्लीट्यूड मॉड्यूलेटेड (AM) दोनों रूपों में उपयोग किया जाता है।

2 वर्ग-तरंग जनरेटर (The square-wave generator):

यह मुख्यत: प्रयोगशालाओं में पाया जाता है और इसका उपयोग एम्पलीफायर प्रतिक्रिया परीक्षण और अन्य वेवशेपिंग कार्यों को करने में किया जाता है।

3 पल्स जनरेटर (Pulse generator):

पल्स अवधि और पुनरावृत्ति दरों के व्यापक चयन की सुविधा के साथ इन्हें एनालॉग और डिजिटल दोनों इलेक्ट्रॉनिक परिपथों के समय अवधि परीक्षण के लिए प्रयुक्त किया जाता है।

वर्ग-तरंग जनरेटर (Square-wave generators):

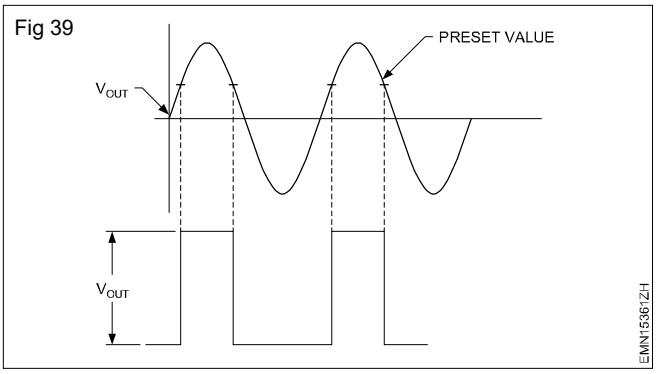
इस प्रकार के तरंग के उत्पादन के लिए जेनरेटर दो मुख्य समूहों संयोजन साइन और स्क्वायर-वेव जेनरेटर और स्क्वायर-वेव जेनरेटर में आते हैं।

प्रथम वर्ग किसी भी तरंग का विकल्प प्रदान करता है लेकिन दूसरे समूह के वर्ग-तरंग आउटपुट की भांति यर्थाथ नहीं है। स्क्वायर-वेव जनरेटर उच्च परिशुद्धता के साथ केवल स्क्वायर-वेव प्रदान करते हैं। अपेक्षाकृत सस्ते संयोजन जनरेटर में एक आभासी स्क्वायर-वेव अक्सर मूल ज्या (साइन) तरंग को या तो डायोड क्लिपिंग या ओवरड्रिवेन एम्पलीफायर एक्शन द्वारा क्लिप करके उत्पादित होती है। परिणामस्वरूप इस तरह की कार्यवाही के परिणामस्वरुप ज्या (साइन) तरंग के वृद्धि और कमी वाले हिस्से को बरकरार रखते हैं। ऐसी स्थिति में केवल एक अनुमानित स्क्वायर-वेव उत्पन्न होती है जो केवल सीमित तरंग-आकार के अवलोकनों के लिए उपयुक्त होती है।

कॉम्बिनेशन जनरेटर (Combination generator):

एक विशिष्ट प्रयोगशाला संयोजन जनरेटर श्मिट-ट्रिगर परिपथ के साथ Fig 39 में दिखाए गए अनुसार, वास्तविक स्क्वायर-वेव उत्पन्न करता है। यह समान्यत: स्क्वायर-वेव खंड के लिए 10 हर्ट्ज से 100 किलोहर्ट्ज की आवृत्ति रेंज प्रदान करता है। पूर्ण स्केल विक्षेपण पर स्क्वायर-वेव का राइज समय समान्यत: 750 नैनोसेकंड से कम होगा और झुकाव 20 हर्ट्ज पर लगभग 5 प्रतिशत होगा। पीक-टू-पीक स्क्वायर-वेव आउटपुट प्राय: 6 वोल्ट होगा जिसमें प्रत्येक 10 डेसिबल के चरणों में क्षीणन का प्रावधान होगा। एटेन्यूएटर सेक्शन को पास करके 73 वोल्ट (p-p) तक का डायरेक्ट आउटपुट भी दिया जाता है।

Fig 39



स्क्वायर-वेव जनरेटर (Square wave generator)

एक विशिष्ट प्रयोगशाला वर्ग-तरंग जनरेटर किसी भी ध्यान देने योग्य ओवरशूट और रिंगिंग से मुक्त सपाट क्षैतिज भागों के साथ स्क्वायर-वेव उत्पन्न करता है। स्क्वायर-वेव में आमतौर पर 25 हर्ट्ज से 1 मेगाहर्ट्ज की आवृत्ति रेंज पर 0.02 माइक्रोसेकंड (20 नैनोसेकंड) से कम का राइज समय होगा। एक स्टेप स्विच और एक निरंतर परिवर्तनशील फाइन-फ्रीक्वेंसी नियंत्रण की सेटिंग द्वारा प्राप्त आवृत्ति को सीधे उपकरण पर दिए गए मीटर से पढ़ा जा सकता है।

आवृत्ति कवरेज के आधार पर सिग्नल जनरेटर (Signal generators based on its frequency coverage):

सिग्नल जनरेटर में आवृत्ति रेंज इसकी परिचालन विशेषताओं को स्पष्ट रूप से प्रभावित कर सकती है। ऑडियो फ्रीक्वेंसी (AF 20 से 20000 हर्ट्ज तक) से लेकर रेडियो फ्रीक्वेंसी तक रेंज अलग-अलग होती हैं। अकेले दूरसंचार में R-F रेंज गीगाहर्ट्ज क्षेत्र में अच्छी तरह से विस्तारित है जिसमें उन श्रेणियों को शामिल किया गया है जहां उच्च आवृत्तियां निम्न R-F आवृत्तियों की तुलना में लाखों गुना अधिक हैं जैसा कि नीचे दी गई टेबल में दिया गया है।

अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार बैंड संख्या (International Tele communication Band Number):

अधिक सामान्य नाम माइक्रोवेव आवृत्तियों का उपयोग आमतौर पर SHF और EHF के क्षेत्र परास के लिए किया जाता है। इन क्षेत्रों में रडार बैंड के विशिष्ट नाम हैं जैसे कि लगभग 10 गीगाहर्ट्ज पर X-बैंड।

Fig 40 में ग्राफिक रूप से दिखाए गए विद्त चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के निचले और ऊपरी दोनों किनारों पर उपयोगी आवृत्ति क्षेत्रों का पता लगाया जाता है।

ऑडियो आवृत्ति जनरेटर (Audio frequency generators):

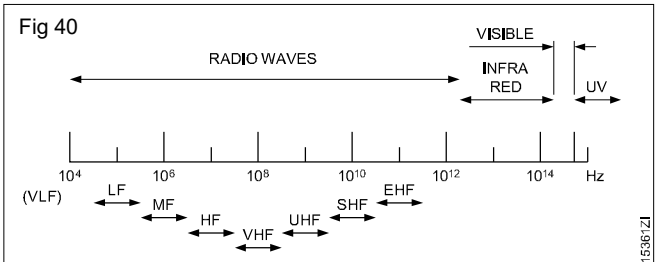
सिग्नल उत्पादन दोलक पर आधारित है। LC अनुनाद परिपथ के साथ सामान्य पुन: उत्पादक फ़ीड-बैक प्रवर्धक के अतिरिक्त विभिन्न RC संयोजनों का उपयोग सिग्नल जनरेटर के दोलन (ऑसिलेटिंग) परिपथ के लिए किया जा सकता है। व्यावहारिक AF जनरेटर में लगभग सार्वभौमिक रूप से वीन-ब्रिज परिपथ है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

टेबल : फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम के क्षेत्र (Regions of the frequency spectrum)

क्षेत्र	फ्रीक्वेंसी बैंड	ITU बैंड* No.
(VLF) Very low frequencies	3×10^3 to 3×10^4 (30 kHz)	4
(LF)Low frequencies	3×10^4 to 3×10^5 (300 kHz)	5
(MF) Medium frequencies	3×10^5 to 3×10^6 (3 MHz)	6
(HF) High frequencies	3×10^6 to 3×10^7 (30 MHz)	7
(VHF) Very high frequencies	3×10^7 to 3×10^8 (300 MHz)	8
(UHF) Ultrahigh frequencies	3×10^8 to 3×10^9 (3 GHz)	9
(SHF) Super high frequencies	3×10^9 to 3×10^{10} (30 GHz)	10 (or 1cm)
(EHF) Extremely high frequencies	3×10^{10} to 3×10^{11} (300 GHz)	11 (or 1cm)

Fig 40



GRAPHIC VIEW OF ELECTROMAGNETIC SPECTRUM

LC परिपथ को कम आवृत्तियों पर आवृत्ति रेंज में बदलने के लिए उच्च मान अरेखीय (नॉनलीनियर) इंडक्टर्स की आवश्यकता होगी। यर्थाथ प्रतिरोधों के उपयोग से RC परिपथ में रेंज परिवर्तन होता है। इसके अतिरिक्त लोड में परिवर्तन के विरुद्ध RC परिपथ की स्थिरता LC परिपथ की स्थिरता से काफी बेहतर है जो आउटपुट की आवृत्ति और आयाम दोनों में बदलाव के साथ लोड परिवर्तनों को करने के लिए प्रतिक्रिया करता है। इस प्रकार भले ही RC परिपथ को LC परिपथ में आवश्यक प्रवर्धन के अधिक चरणों की आवश्यकता होती है परिणामी परिपथ प्रयोगशाला उद्देश्यों के लिए और व्यावहारिक उपकरणों में उपयोग के लिए अधिक उपयुक्त है।

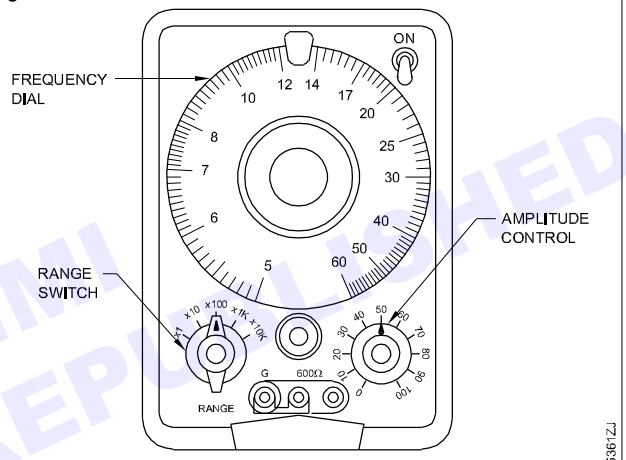
Fig 40 में दिखाया गया AF दोलक 5 हर्ट्ज से 600 किलोहर्ट्ज की सीमा में व्यावहारिक रूप से शुद्ध ज्यावक्रीय तरंग(sinusoidal waveforms) उत्पन्न करता है। इस श्रेणी में अनुध्वनि (subsonic) ऑडियो और पराध्वनि (ultrasonic) बैंड सिग्नल शामिल हैं। पांच अतिव्यापी(overlapping) दशक बैंड हैं। प्रथम 5 से 60 हर्ट्ज और अंतिम 50 से 600 किलोहर्ट्ज को कवर करता है। सभी आवृत्तियों पर आउटपुट उतना ही अच्छा हो सकता है जितना कि खुले परिपथ पर 20 वोल्ट तक हो सकता है; 600 ओम लोड के लिए एक संकेत देते समय लोड के पार वोल्टेज ओपन-परिपथ वोल्टेज का आधा या 10 वोल्ट होता है। इस मिलान लोड में पावर इस प्रकार E^2/R या

10 x 10 वोल्ट / 600 ओम = 1/6 वाट या 167 मिलीवाट है

यद्यपि 167 मिलीवाट बड़े मान के नहीं लगते हैं

फ्रीक्वेंसी कवरेज (Frequency coverage): 5 हर्ट्ज से 600 किलोहर्ट्ज (या वैकल्पिक मॉडल में 1 हर्ट्ज से 100 किलोहर्ट्ज)

Fig 41



AUDIO FREQUENCY GENERATOR

अंशांकन परिशुद्धता (Calibration accuracy): सामान्य परिस्थितियों में ±2 प्रतिशत होती है

आवृत्ति अनुक्रिया (Frequency response): संपूर्ण आवृत्ति रेंज में ±1 डेसिबल (1000 हर्ट्ज संदर्भ) के भीतर।

आवृत्ति स्थिरता (Frequency stability): ±10 प्रतिशत लाइन-वोल्टेज भिन्नताओं के लिए आउटपुट आवृत्ति में नगण्य बदलाव।

विरूपण (Distortion): 500 किलोहर्ट्ज से नीचे 1/2 प्रतिशत कम (500 किलोहर्ट्ज से ऊपर 1 प्रतिशत से कम) लोड प्रतिबाधा से स्वतंत्र।

संतुलित उत्पादन (Balanced output): 1 प्रतिशत से बेहतर संतुलन के साथ (अधिकतम उत्पादन पर) प्राप्त किया जा सकता है; या आउटपुट एटेन्यूएटर के किसी भी हिस्से के लिए 600 ओम के आंतरिक प्रतिबाधा पर सिंगल-एंडेड (लो साइड ग्राउंडेड के साथ) संचालित किया जा सकता है।

जब वांछित हो केवल उच्च और निम्न आउटपुट टर्मिनलों का उपयोग करके और ग्राउंड टर्मिनल को असंबद्ध छोड़कर अनग्राउन्डेड आउटपुट को प्राप्त किया जा सकता है। परिपथ विभिन्न AF और यहां तक कि RF परीक्षण स्थितियों में अपनी वांछनीय विशेषताओं को बरकरार रखता है जहां प्रयोगशाला में व्यापक आवृत्ति रेंज पर निरंतर आयाम के शुद्ध साइन-वेव सिग्नल की आवश्यकता होती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

वीनब्रिज व्यवस्था का उपयोग करते हुए AF सिग्नल जनरेटर का अन्य संस्करण कुछ रुचिकर अतिरिक्त सुविधाएँ प्रदान करता है। ऐसा ही एक यह है कि इसे बाह्य स्रोत से और 2 हर्ट्ज से 2 मेगाहर्ट्ज तक विस्तारित आवृत्ति रेंज में सिंक्रनाइज़ किया जा सकता है।

जब एक्स्ट सिंक जैक में कम से कम 1 वोल्ट का बाहरी सिग्नल लगाया जाता है तो ऑसिलेटर तब लॉक हो जाता है जब यह आरोपित सिग्नल की आवृत्ति के ±3 प्रतिशत के भीतर होता है। इस लॉक-इन रेंज को आनुपातिक रूप से बढ़ाया जा सकता है क्योंकि बाह्य सिंक सिग्नल बड़ा हो जाता है। यदि यह 10 वोल्ट की साइन वेव है तो दोलित्र की आवृत्ति इनपुट सिग्नल के दोनों ओर 30 प्रतिशत के भीतर लॉक हो सकती है। ऑसिलेटर आउटपुट की क्रिस्टल-फ़्रीक्वेंसी मानक पर लॉक करने के स्पष्ट सिंक्रोनाइज़िंग एप्लिकेशन के अलावा अन्य अनुप्रयोगों में एक आयाम मॉडूलेशन स्रोत और एक स्वचालित फेज-नियंत्रित दोलित्र में एक फेज शिफ्टर के रूप में सर्विस शामिल है।

रेडियो फ्रीक्वेंसी जनरेटर (Radio frequency generator):

प्रयोगशाला अनुप्रयोगों के लिए प्रयुक्त "मानक सिग्नल जनरेटर" में रेडियो-आवृत्ति जनरेटर को लगभग 100 किलोहर्ट्ज से लेकर लगभग 30 मेगाहर्ट्ज तक की आवृत्तियाँ उत्पन्न करने में सक्षम होना चाहिए। इसके अतिरिक्त इसमें आवृत्ति और आयाम दोनों में स्थिर आउटपुट सिग्नल होना चाहिए। इस श्रेणी में दोलन करने के लिए एक दोलित्र (oscillate) प्राप्त करना आसान है; लेकिन सामान्य परिचालन स्थितियों में अल्प परिवर्तनों के कारण आवृत्ति और आयाम को स्थिर रखना मुश्किल है।

±1 सिग्नल के लिए 1000 हर्ट्ज (या ±10 हर्ट्ज) की नामांकित आउटपुट आवृत्ति में ±1 प्रतिशत परिवर्तन आसानी से सहन किया जा सकता है; 10 मेगाहर्ट्ज सिग्नल में समान परिवर्तन 100000 हर्ट्ज की आवृत्ति को स्थानांतरित कर देगा और आसानी से एक उच्च-Q ट्यून परिपथ को अलग कर सकता है। क्रिस्टल ऑसिलेटर और क्रिस्टल कैलिब्रेशन परिपथ के उपयोग से उच्च आवृत्ति परिपथ की आवृत्ति स्थिरता को बनाए रखना और जांचना बहुत सरल है। क्रिस्टल दोलित्र स्वाभाविक रूप से बहुत स्थिर है और 0.01 प्रतिशत (या 1 भाग / 10000) के अंदर अधिक परिशुद्ध स्थिर आवृत्तियों को प्रदान कर सकता है। जब एक क्रिस्टल ओवन में उपयोग किया जाता है तो यह 1 भाग / 1000000 (± 0.0001 प्रतिशत) की सटीकता प्रस्तुत करेगा। अधिकांश प्रयोगशाला अनुप्रयोगों के लिए चर-आवृत्ति डायल की लगभग 1 प्रतिशत का प्रत्यक्ष पाठ्यांक पर्याप्त है यदि इस डायल आवृत्ति को क्रिस्टल कैलिब्रेटर के विपरीत जांचा जा सकता है जब भी अधिक परिशुद्धता प्राय: ± 0.01 प्रतिशत तक वांछित होती है।

एक विश्वसनीय रूप से ज्ञात आवृत्ति उत्पन्न करने में सक्षम होने के अलावा मानक सिग्नल जनरेटर को यह भी प्रदान करना चाहिए कि सिग्नल को आयाम के माइक्रोवोल्ट में यर्थाथ रूप से कैलिब्रेट किया जाए और ज्ञात प्रतिशत में माडुलेटेड होने में सक्षम हो। माइक्रोवोल्ट में कैलिब्रेटेड ज्ञात आयाम कम प्रतिबाधा द्वारा प्रदान किया जाता है चर एटेन्यूएटर एक मीटर द्वारा निगरानी की जाती है जिसे आमतौर पर वाहक माइक्रोवोल्ट लेबल किया जाता है। निरंतर उत्पादन बनाए रखने के लिए कम प्रतिबाधा आवश्यक है क्योंकि जनरेटर को विभिन्न भारों में फेड किया जाता है। जनरेटर का आउटपुट आम तौर पर 50 ओम के कम प्रतिरोध में समाक्षीय केबल द्वारा प्रदान किया जाता है। भार द्वारा देखा जाने वाला प्रतिबाधा जो कि एटेन्यूएटर के समानांतर यह प्रितिरोध है आमतौर पर बहुत कम होता है। इस कम आउटपुट प्रतिबाधा को एटेन्यूएटर की सभी सेटिंग्स पर बनाए रखा जाता है जो आउटपुट को कुछ माइक्रोवोल्ट से 100000 माइक्रोवोल्ट के कैलिब्रेटेड मानों तक और 1 या 2 वोल्ट तक अनकैलिब्रेटेड तक भिन्न कर सकता है।

RF जनरेटर के विशिष्ट विनिर्देश (Typical specifications of a RF generator):

आवृत्ति रेंज (Frequency range): विभिन्न रेंज में 75 किलोहर्ट्ज से 30 मेगाहर्ट्ज तक, प्रत्येक रेंज का चयन पुश-बटन द्वारा किया जाता है और आवृत्ति डायल एक प्रतिवर्ती मोटर द्वारा उस रेंज के अंतर्गत किसी भी आवृत्ति के लिए सेट किया जाता है जो परिवर्ती संधारित्र को परिवर्तित कर देता है।

मॉडुलन (Modulation): किसी बाह्य स्रोत से 400 या 1000 हर्ट्ज पर या 0 से 100 प्रतिशत तक लगातार परिवर्तनशील।

आउटपुट (Output): 5 ओम (2 मेगाहर्ट्ज तक) से 25 ओम (30 मेगाहर्ट्ज पर) के आउटपुट प्रतिबाधा पर 0.1 माइक्रोवोल्ट से 2.2 वोल्ट तक लगातार परिवर्तित होता है। आकस्मिक आवृत्ति मॉडुलन 30 प्रतिशत आयाम मॉडुलन पर 0.01 प्रतिशत से कम है। जिसे AF सिग्नल के लिए आसानी से सहन किया जा सकता है; 10 मेगाहर्ट्ज़ सिग्नल में समान परिवर्तन 100000 हर्ट्ज़ की आवृत्ति को स्थानांतरित कर देगा और एक उच्च-Q ट्यून सर्किट को आसानी से कम कर सकता है। क्रिस्टल ऑसिलेटर और क्रिस्टल कैलिब्रेशन सर्किट के उपयोग से उच्च आवृत्ति सर्किट की आवृत्ति स्थिरता को बनाए रखना और जांचना बहुत सरल है। क्रिस्टल ऑसिलेटर स्वाभाविक रूप से बहुत स्थिर है और 0.01 प्रतिशत (या 1 भाग / 10000) से बहुत बेहतर के भीतर निरंतर आवृत्ति प्रदान कर सकता है। जब एक क्रिस्टल ओवन में उपयोग किया जाता है तो यह 1 भाग/1000000 (± 0.0001 प्रतिशत) की सटीकता प्रस्तुत करेगा। अधिकांश प्रयोगशाला अनुप्रयोगों के लिए वैरिएबल-आवृत्ति डायल का लगभग 1 प्रतिशत तक सीधा पठन पर्याप्त है यदि इस डायल आवृत्ति को क्रिस्टल कैलिब्रेटर के विपरीत जांचा जा सकता है जब भी अधिक सटीकता आमतौर पर ± 0.01 प्रतिशत तक वांछित होती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप के फ्रंट पैनल नियंत्रणों को संचालित करना (Operate the front panel controls of a digital storage oscilloscope)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप को परिभाषित करना ।**
- **ब्लॉक आरेख बनाना और प्रत्येक ब्लॉक के कार्यों की व्याख्या करना**
- **फ्रंट पैनल पर प्रत्येक नियंत्रण के कार्यों की सूची बनाना**

इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को दो प्रकारों में विभाजित किया जा सकता है: एनालॉग और डिजिटल एनालॉग। उपकरण निरंतर परिवर्तनशील वोल्टेज के साथ कार्य करते हैं जबकि डिजिटल उपकरण बाइनरी नंबरों (1 और 0) के साथ कार्य करते हैं जो वोल्टेज सैम्पल्स को रिप्रेजेंट कर सकते हैं। उदाहरण के लिए एक पारंपरिक कैसेट प्लेयर एक एनालॉग डिवाइस है; एक कॉम्पैक्ट डिस्क प्लेयर एक डिजिटल डिवाइस है।

ऑसिलोस्कोप भी एनालॉग और डिजिटल प्रकार में आते हैं। एक एनालॉग ऑसिलोस्कोप, ऑसिलोस्कोप स्क्रीन पर चलने वाले इलेक्ट्रॉन बीम को वोल्टेज सीधे लागू कर के मापा जाता है। वोल्टेज स्क्रीन परत रंग का पता लगाने के लिए बीम को आनुपातिक रूप से ऊपर और नीचे विक्षेपित करता है।यह तरंग की तत्काल इमेज देता है। इसके विपरीत एक डिजिटल ऑसिलोस्कोप तरंग का सैम्पल लेता है और वोल्टेज को डिजिटल सूचना में बदलने के लिए एनालॉग-टू-डिजिटल कनवर्टर (ADC) का उपयोग करता है। फिर स्क्रीन पर तरंग के पुनर्निर्माण के लिए इस डिजिटल सूचना का उपयोग करता है। एनालॉग ऑसिलोस्कोप की तुलना में डिजिटल ऑसिलोस्कोप के कुछ लाभों में डिजिटल डेटा को स्टोर करने की स्कोप की क्षमता शामिल है जिसे बाद में कंप्यूटर पर अपलोड करने के लिए डिस्क पर हार्डकॉपी या स्टोर करना और डिजिटल डेटा पर तुरंत माप करने की क्षमता शामिल है।

एक डिजिटल ऑसिलोस्कोप में इस की मेमोरी में संग्रहीत डिजीटल सूचना की जांच करने और उपयोगकर्ता के चयनित मापदंडों जैसे वोल्टेज भ्रमण (voltage excursion), आवृत्ति और वृद्धि के समय के आधार पर स्वचालित माप करने की क्षमता होती है।

डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप (Digital Storage Oscilloscopes) (DSO):

डिजिटल ऑसिलोस्कोप को अक्सर डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप (DSO) या डिजिटल सैंपलिंग ऑसिलोस्कोप (DSO) के रूप में जाना जाता है।

डिजिटल ऑसिलोस्कोप के पीछे की अवधारणा एनालॉग स्कोप से कुछ अलग है।

एनालॉग फैशन में संकेतों को संसाधित करने के बजाय DSO उन्हें डिजिटल कनवर्टर (ADC) के एनालॉग का उपयोग करके डिजिटल प्रारूप में परिवर्तित करता है फिर यह मेमोरी में डिजिटल डेटा संग्रहीत करता है और फिर डिजिटल रूप से संकेतों को संसाधित करता है अंत में यह परिणामी को स्कोप की स्क्रीन पर प्रदर्शित होने के लिए चित्र प्रारूप संकेत में परिवर्तित करता है

चूंकि तरंग को एक डिजिटल प्रारूप में संग्रहीत किया जाता है इसलिए डेटा को या तो ऑसिलोस्कोप के भीतर या यहां तक कि इस से जुड़े एक PC द्वारा संसाधित किया जा सकता है। DSO का उपयोग करने का एक लाभ यह है कि संग्रहीत डेटा का उपयोग किसी भी समय सिग्नल को देखने या संसाधित करने के लिए किया जा सकता है।एनालॉग स्कोप में मेमोरी नहीं होती है इसलिए सिग्नल को केवल तुरंत प्रदर्शित करता है। सिग्नल के क्षणिक भाग (जो मिलीसेकंड या माइक्रोसेकंड में भी हो सकते हैं) को एनालॉग ऑसिलोस्कोप का उपयोग करके नहीं देखा जा सकता है। DSO का व्यापक रूप से उनके फ्लेक्सिबिलिटी और प्रदर्शन को देखते हुए कई अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है।

Fig 1 में DSO का ब्लॉक आरेख दिखाया गया है जिसमें निम्न शामिल हैं

1 डाटा अधिग्रहण

2 स्टोरेज

3 डेटा डिस्प्ले

डेटा अधिग्रहण को एनालॉग से डिजिटल और डिजिटल से एनालॉग कन्वर्टर्स दोनों की मदद से अर्जित किया जाता है जिसका उपयोग एनालॉग तरंगों को डिजिटाइज़ करने संग्रहीत करने और प्रदर्शित करने के लिए किया जाता है। समग्र संचालन को नियंत्रण सर्किट द्वारा नियंत्रित किया जाता है जिसमें आमतौर पर एक माइक्रोप्रोसेसर होता है

सिस्टम के डेटा अधिग्रहण भाग में एक सैंपल और होल्ड (S / H) सर्किट और डिजिटल कनवर्टर (ADC) के अनुरूप होता है जो सैम्पल्स क्लॉक द्वारा निर्धारित दर पर इनपुट सिग्नल को लगातार सैंपल और डिजिटाइज करता है और डिजीटल डेटा को स्टोरेज के लिए मेमोरी में प्रेषित करता है। कंट्रोल सर्किट यह निर्धारित करता है कि लगातार डेटा पॉइंट लगातार मेमोरी लोकेशन में स्टोर किए जाते हैं या नहीं जो कि मेमोरी को लगातार अपडेट करके किया जाता है।

जब मेमोरी भर जाती है तो ADC से अगला डेटा पॉइंट पुराने डेटा पर लिखने वाले पहले मेमोरी लोकेशन में स्टोर हो जाता है। डेटा अधिग्रहण और भंडारण प्रक्रिया तब तक जारी रहती है जब तक कि नियंत्रण सर्किट

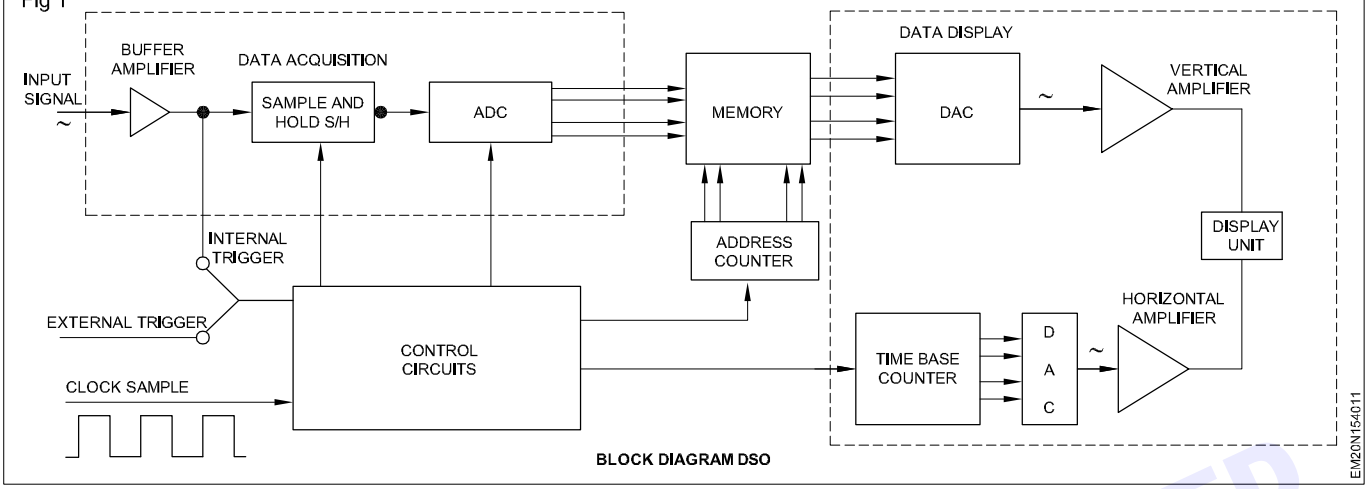
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

को इनपुट तरंग या बाहरी ट्रिगर स्रोत से ट्रिगर सिग्नल प्राप्त नहीं होता है। जब ट्रिगर होता है तो सिस्टम रुक जाता है और ऑपरेशन के डिस्प्ले मोड में प्रवेश करता है जिसमें कैथोड रे ट्यूब पर मेमोरी डेटा केस भी या कुछ हिस्से को बार-बार प्रदर्शित किया जाता है।

डिस्प्ले ऑपरेशन में दो DAC का उपयोग किया जाता है जो मेमोरी से CRT डेटा के लिए क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर विक्षेपण वोल्टेज देता है जो इलेक्ट्रॉन बीम का ऊर्ध्वाधर विक्षेपण देता है जबकि टाइम बेस काउंटर ईस्टरकेस स्वीप सिग्नल के रूप में क्षैतिज विक्षेपण देता है।

स्क्रीन डिस्प्ले में असतत बिंदु होते हैं जो विभिन्न डेटा बिंदुओं का प्रतिनिधित्व करते हैं लेकिन डॉट की संख्या 1000 या उससे अधिक के रूप में बहुत बड़ी है कि वे एक साथ मिश्रित होते हैं और एक स्मूथ निरंतर तरंग प्रतीत होते हैं।

Fig 1



BLOCK DIAGRAM DSO

डिस्प्ले ऑपरेशन तब समाप्त होता है जब ऑपरेटर फ्रंट-पैनल बटन दबाया जाता है और डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप को एक नया डेटा अधिग्रहण चक्र शुरू करने का आदेश दिया जाता है।

इस अध्याय में प्रत्येक फ्रंट-पैनल मेनू बटन या नियंत्रण से जुड़े मेनू और संचालन विवरण का वर्णन किया गया है।

डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप छोटे हल्के बेंच टॉप पैकेज होते हैं जिनका उपयोग आप ग्राउंड-संदर्भित माप लेने के लिए कर सकते हैं।

ऑसिलोस्कोप कार्यों को समझना (Understanding Oscilloscope Functions):

इस अध्याय में ऑसिलोस्कोप का उपयोग करने से पहले आपको आप को निम्नलिखित ऑसिलोस्कोप कार्यों के बारे में जानने की आवश्यकता होती है

- ऑसिलोस्कोप की स्थापना
- ट्रिगरिंग
- सिग्नल प्राप्त करना (तरंगें)
- स्केलिंग और पोजिशनिंग वेवफॉर्म
- तरंगों को मापना

ऑसिलोस्कोप की स्थापना (Setting Up the Oscilloscope):

आपको तीन कार्यों से परिचित होना चाहिए जिनका आप अपने ऑसिलोस्कोप को संचालित करते समय अक्सर उपयोग कर सकते हैं: ऑटोसेट एक सेटअप को सेव करना और एक सेटअप को याद करना। ऑटोसेट का उपयोग करके फ़ंक्शन आपके लिए एक स्थिर तरंग डिस्प्ले प्राप्त कराता है। यह स्वचालित रूप से लंबवत पैमाने, क्षैतिज पैमाने और ट्रिगर सेटिंग्स को समायोजित करता है। ऑटोसेट सिग्नल प्रकार के आधार पर ग्रैच्युल क्षेत्र में कई स्वचालित माप भी प्रदर्शित करता है।

सेटअप सेव करना (Saving a Setup):

यदि आप ऑसिलोस्कोप को बंद करने से पहले अंतिम परिवर्तन के पांच सेकंड बाद प्रतीक्षा करते हैं तो ऑसिलोस्कोप करंट सेटअप को सेव करता है। अगली बार जब आप पावर कनेक्ट करते हैं तो ऑसिलोस्कोप इस सेटअप को रिकॉल करता है। आप दस अलग-अलग सेटअप तक स्थायी रूप से सेव करने के लिए SAVE/RECALL मेनू का उपयोग कर सकते हैं।

सेटअप को रिकॉल करना (Recalling a Setup):

ऑसिलोस्कोप आपके किसी भी सेव किए गए सेटअप या डिफ़ॉल्ट सेटअप को बंद करने से पहले पिछले सेटअप को रिकॉल कर सकता है।

डिफ़ॉल्ट सेटअप (Default Setup):

कारखाने से भेजे जाने पर ऑसिलोस्कोप को सामान्य संचालन के लिए स्थापित किया जाता है। यह डिफ़ॉल्ट सेटअप है। इससेट अपको रिकॉल करने के लिए DEFAULT SETUP बटन को पुश करें।

ट्रिगरिंग (Triggering):

ट्रिगर निर्धारित करता है कि ऑसिलोस्कोप को कब डेटा प्राप्त कर के शुरू करना है और एक तरंग को डिस्प्ले करना है।जब एक ट्रिगर ठीक से सेट किया जाता है तो ऑसिलोस्कोप अस्थिर डिस्प्ले या रिक्त स्क्रीन को सार्थक तरंगों में परिवर्तित करता है।

जब आप अधिग्रहण शुरू करने के लिए RUN/STOP या SINGLE SEQ बटन दबाते हैं तो ऑसिलोस्कोप निम्नलिखित चरणों से गुजरता है:

- वेवफ़ॉर्म रेड फ़्रीक्वेंसी के हिस्से को भरने के लिए पर्याप्त डेटा प्राप्त करता है और स्क्रीन के निचले दाएं कोने में फ़्रीक्वेंसी प्रदर्शित करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- ट्रिगर स्थिति होने की प्रतीक्षा करते हुए डेटा प्राप्त करना जारी रखता है
- ट्रिगर की स्थिति का पता लगाता है
- तरंग रिकॉर्ड पूर्ण होने तक डेटा प्राप्त करना जारी रखता है
- नए अधिग्रहीत तरंग को प्रदर्शित करता है

एज और प्यूज़ ट्रिगर के लिए ऑसिलोस्कोप ट्रिगर आवृत्ति निर्धारित करने के लिए ट्रिगर ईवेंट होने की दर को गिनता है और स्क्रीन के निचले दाएं कोने में फ़्रीक्वेंसी प्रदर्शित करता है।

स्रोत (Source):

ऑसिलोस्कोप ट्रिगर के रूप में उपयोग किए जाने वाले सिग्नल का चयन करने के लिए आप ट्रिगर स्रोत विकल्पों का उपयोग कर सकते हैं। स्रोत किसी चैनल BNC, से EXT TRIG BNC या AC पावर लाइन (केवल एज ट्रिगर के साथ उपलब्ध) से जुड़ा कोई भी सिग्नल हो सकता है।

प्रकार (Types):

ऑसिलोस्कोप तीन प्रकार के ट्रिगर प्रदान करता है: एज, वीडियो और पल्स चौड़ाई।

मोड (Modes):

जब ऑसिलोस्कोप ट्रिगर स्थिति का पता नहीं लगाता है तो ऑसिलोस्कोप डेटा कैसे प्राप्त करता है इसे परिभाषित करने के लिए आप एक ट्रिगर मोड का चयन कर सकते हैं। मोड ऑटो और नॉर्मल हैं। एकल अनुक्रम प्राप्ति करने के लिए SINGLE SEQ बटन को पुश करें।

युग्मन (Coupling):

आप ट्रिगर कपलिंग विकल्प का उपयोग यह निर्धारित करने के लिए कर सकते हैं कि सिग्नल का कौनसा हिस्सा ट्रिगर सर्किट में जाएगा। यह आपको तरंग के स्थिर प्रदर्शन को प्राप्त करने में मदद करता है।

ट्रिगर कपलिंग का उपयोग करने के लिए TRIG MENU बटन को पुश करें एक एज या पल्स ट्रिगर चुनें और एक कपलिंग विकल्प चुनें।

ट्रिगर कपलिंग केवल ट्रिगर सिस्टम को दिए गए सिग्नल को प्रभावित करता है। यह स्क्रीन पर प्रदर्शित सिग्नल की बैंडविड्थ या कपलिंग को प्रभावित नहीं करता है।

ट्रिगर सर्किट को दिए जा रहे कंडिशन्ड सिग्नल को देखने के लिए TRIG VIEW बटन को दबाकर रखें। ट्रिगर कपलिंग केवल ट्रिगर सिस्टम को दिए गए सिग्नल को प्रभावित करता है। यह स्क्रीन पर प्रदर्शित सिग्नल की बैंडविड्थ या कपलिंग को प्रभावित नहीं करता है।

स्थान (Position):

क्षैतिज स्थिति नियंत्रण ट्रिगर और स्क्रीन केंद्र के बीच का समय स्थापित करता है।

स्लोप और स्तर (Slope and Level):

स्लोप विकल्प (केवल एज ट्रिगर प्रकार) यह निर्धारित करता है कि ऑसिलोस्कोप सिग्नल के बढ़ते या ड्रॉप एज पर ट्रिगर पॉइंट ढूंढता है या नहीं। TRIGGER LEVEL नॉब नियंत्रित करती है जहाँ किनारे पर ट्रिगर बिंदु होता है।

अधिग्रहण सिग्नल (Acquiring Signals):

जब आप एक संकेत प्राप्त करते हैं तो ऑसिलोस्कोप इसे एक डिजिटल रूप में परिवर्तित करता है और एक तरंग प्रदर्शित करता है। अधिग्रहण मोड परिभाषित करता है कि सिग्नल को कैसे डिजीटल किया जाता है और समय आधार सेटिंग अधिग्रहण में समय अवधि और विस्तार के स्तर को प्रभावित करती है।

अधिग्रहण मोड (Acquisition Modes):

तीन प्राप्ति मोड होते हैं: सैंपल, पीक डिटेक्ट, और औसत।

सैंपल (Sample):

इस अधिग्रहण मोड में ऑसिलोस्कोप तरंग के निर्माण के लिए सिग्नल समान रूप से अंतराल का सैंपल देता है। यह मोड ज्यादातर समय संकेतों का सटीक रूप से प्रतिनिधित्व करता है। हालांकि यह मोड सिग्नल में तेजी से बदलाव नहीं करता है जो सैंपल के बीच हो सकता है। इसका परिणाम अलायजिंग हो सकता है और संकीर्ण पल्से मिस्ड का कारण हो सकता है। इन मामलों में आपको डेटा प्राप्त करने के लिए पीक डिटेक्ट मोड का उपयोग करना चाहिए।

पीक डिटेक्ट (Peak Detect):

इस अधिग्रहण मोड में ऑसिलोस्कोप प्रत्येक सैंपल अंतराल पर इनपुट सिग्नल के उच्चतम और निम्नतम मानों को ढूंढता है औरत रंग को प्रदर्शित करने के लिए इन मानों का उपयोग करता है। इस तरह ऑसिलोस्कोप संकीर्ण पल्स को प्राप्त और प्रदर्शित करता है जो सैंपल मोड में बच गए जायेंगे। इस मोड में शोर अधिक दिखाई देगा।

औसत (Average):

इस अधिग्रहण मोड में ऑसिलोस्कोप कई तरंगों का औसत प्राप्त करता है और परिणामी तरंग प्रदर्शित करता है। यादृच्छिक शोर को कम करने के लिए आप इस मोड का उपयोग कर सकते हैं।

टाइम बेस (Time Base):

ऑसिलोस्कोप असतत बिंदुओं पर एक इनपुट सिग्नल के मान को प्राप्त करके तरंगों को डिजिटाइज़ करता है। समय आधार आप को यह नियंत्रित करने की अनुमति देता है कि मानों को कितनी बार डिजिटाइज़ किया जाता है टाइम बेस को क्षैतिज पैमाने पर समायोजित करने के लिए जो आपके उद्देश्य के अनुरूप है SEC/DIV नॉब का उपयोग करें।

स्केलिंग और पोजिशनिंग वेवफॉर्म (Scaling and Positioning Waveforms):

आप तरंगों के पैमाने और स्थिति को समायोजित करके उनके प्रदर्शन को बदल सकते हैं। जब आप पैमाना बदलते हैं तो तरंग प्रदर्शन आकार में वृद्धि या कमी करेगा। जब आप स्थिति बदलते हैं तो तरंग ऊपर नीचे दाएं या बाएं घूमेगी। चैनल रेफरेंस इंडिकेटर (ग्रैटिक्यूल के बाईं ओर स्थित) डिस्प्ले पर प्रत्येक तरंग की पहचान करता है। सूचक तरंग रिकॉर्ड के ग्राउंड लेवल को इंगित करता है।

लंबवत स्केल और स्थिति (Vertical Scale and Position):

आप तरंगों की ऊर्ध्वाधर स्थिति को डिस्प्ले में ऊपर या नीचे ले जाकर बदल सकते हैं डेटा की तुलना करने के लिए आप एक तरंग को दूसरे के ऊपर संरेखित कर सकते हैं या आप तरंगों को एक दूसरे के ऊपर संरेखित कर सकते हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

आप एक तरंग के ऊर्ध्वाधर पैमाने को बदल सकते हैं। वेवफॉर्म डिस्प्ले ग्राउंड लेवल के बारे में अनुबंध या विस्तार करेगा।

क्षैतिज पैमाना और स्थिति (Horizontal Scale and Position):

प्रीट्रिगर सूचना ट्रिगर से पहले ट्रिगर के बाद या प्रत्येक में से कुछ को तरंग डेटा देखने के लिए आप HORIZONTAL POSITION नियंत्रण समायोजित कर सकते हैं। जब आप किसी तरंग की क्षैतिज स्थिति बदलते हैं तो आप वास्तव में ट्रिगर और प्रदर्शन के केंद्र के बीच का समय बदल रहे होते हैं। (ऐसा लगता है कि वेवफॉर्म को डिस्प्ले पर दाएं या बाएं ले जाया जाता है) उदाहरण के लिए यदि आप अपने टेस्ट सर्किट में गड़बड़(glitch) का कारण खोजना चाहते हैं तो आप गड़बड़(glitch) पर ट्रिगर कर सकते हैं और ग्लीच से पहले डेटा को कैप्चर करने के लिए प्रीट्रिगर अवधि को काफी बड़ा कर सकते हैं। फिर आप प्रीट्रिगर डेटा का विश्लेषण करते हैं और शायद ग्लीच के कारण का पता लगा सकते हैं। आप SEC/DIV नॉब को घुमाकर सभी तरंगों के क्षैतिज पैमाने को बदलते हैं। उदाहरण के लिए हो सकता है कि आप किसी तरंग के बढ़ते हुए किनारे पर ओवरशूट को मापने के लिए उसके केवल एक चक्र को देखना चाहें।

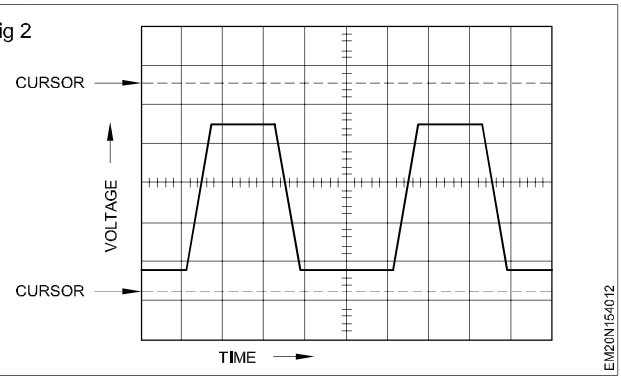
ऑसिलोस्कोप पैमाने के रीडआउट में समय के अनुसार क्षैतिज पैमाने को दिखाता है। चूंकि सभी सक्रिय तरंग एक ही समय आधार का उपयोग करते हैं ऑसिलोस्कोप केवल सभी सक्रिय चैनलों के लिए एक मान प्रदर्शित करता है सिवाय जब आप विंडो ज़ोन का उपयोग करते हैं।

माप लेना (Taking Measurements):

ऑसिलोस्कोप वोल्टेज समय के साथ रेखांकन प्रदर्शित करता है जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है। और प्रदर्शित तरंग को मापने में आपकी मदद कर सकता है। माप लेने के कई तरीके हैं। आप ग्रैच्युल कर्सर या स्वचालित माप का उपयोग कर सकते हैं।

ग्राटिकल (Graticule): यह विधि आपको एक त्वरित दृश्य अनुमान लगाने की अनुमति देती है। उदाहरण के लिए आप एक तरंग आयाम को देख सकते हैं और यह निर्धारित कर सकते हैं कि यह 100 mV से थोड़ा अधिक है। आप इसमें शामिल बड़े और छोटे ग्रैच्युल डिवीजनों को गिनकर और स्केल फैक्टरसे गुणा कर के सरल माप ले सकते हैं। उदाहरण के लिए यदि आपने तरंग केन्यूनतम और अधिकतम मानों के बीच पांच प्रमुख

Fig 2



ऊर्ध्वाधर ग्रैच्युल डिवीजनों की गणना की है और जानते हैं कि आपके पास 100 mV/डिवीजन का स्केल फैक्टर है तो आप आसानी से अपने पीक-टू-पीक वोल्टेज की गणना निम्नानुसार कर सकते हैं जैसे 5 डिवीजन x 100 mV/डिवीजन = 500 mV

कर्सर (Cursors):

यह विधि आपको कर्सर को ले जाकर माप लेने की अनुमति देती है जो हमेशा जोड़े में दिखाई देते हैं और प्रदर्शन रीडआउट से उनके संख्यात्मक मानों को पढ़ते हैं। कर्सर दो प्रकार के होते हैं:

वोल्टेज और समय (Voltage and Time):

जब आप कर्सर का उपयोग करते हैं तो स्रोत को उस डिस्प्ले पर तरंग परसेट करना सुनिश्चित करें जिसे आप मापना चाहते हैं। कर्सर का उपयोग करने के लिए कर्सर बटन दबाएं।

वोल्टेज कर्सर (Voltage Cursors):

वोल्टेज कर्सर डिस्प्ले पर क्षैतिज रेखाओं के रूप में दिखाई देते हैं और ऊर्ध्वाधर मापदंडों को मापते हैं।

समय कर्सर (Time Cursors):

टाइम कर्सर डिस्प्ले पर वर्टिकल लाइन्स के रूप में दिखाई देते हैं और हॉरिजॉन्टल पैरामीटर्स को मापते हैं।

स्वचालित (Automatic):

MEASURE मेनू पांच स्वचालित माप तक ले सकता है। जब आप स्वचालित माप लेते हैं तो ऑसिलोस्कोप आपके लिए सभी गणना करता है। क्योंकिमाप तरंग रिकॉर्ड बिंदुओं का उपयोग करते हैं वे ग्रैच्युल या कर्सर माप से अधिक सटीक होते हैं। स्वचालित माप, माप परिणाम दिखाने के लिए रीडआउट का उपयोग करते हैं। ये रीडआउट समय-समय पर अपडेट किए जाते हैं क्योंकि ऑसिलोस्कोप नया डेटा प्राप्त करता है।

अधिग्रहण करना (Acquire): अधिग्रहण पैरामीटर सेट करने के लिए एक्वायर बटन दबाएं

विकल्प	सेटिंग्स	टिप्पणियाँ
सैंपल		अधिकांश तरंगों को प्राप्त करने और सटीक रूप से प्रदर्शित करने के लिए उपयोग करें; यह डिफ़ॉल्ट मोड है
पीक डिटेक्ट		ग्लीच (glitches) का पता लगाने और अलायसिंग की संभावना को कम करने के लिए उपयोग करें
औसत		सिग्नल डिस्प्ले में यादृच्छिक या असंबद्ध शोर को कम करने के लिए उपयोग करें औसत की संख्या चयन योग्य है
औसत	4 16 64 128	औसत की संख्या चुनें

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

RUN/STOP बटन (RUN/STOP Button):

जब आप चाहते हैं कि ऑसिलोस्कोप लगातार तरंगों को प्राप्त करे तो RUN/STOP बटन दबाएं। एक्वीजीशन को रोकने के लिए फिर से बटन दबाएं।

SINGLE SEQ बटन (SINGLE SEQ Button):

जब आप ऑसिलोस्कोप से एक तरंग प्राप्त करना चाहते हैं तो SINGLE SEQ बटन दबाएं और फिर रुक जाएं। हर बार जब आप SINGLE SEQ बटन दबाते हैं तो ऑसिलोस्कोप एक औरत रंग प्राप्त करना शुरू कर देता है। ऑसिलोस्कोप एक ट्रिगर का पता लगाने के बाद यह एक्वीजीशन पूरा करता है और रुक जाता है

एक्वीजीशन मोड	SINGLE SEQ बटन
सैंपल पीक डिटेक्ट	एक स्क्वीज़ीशन प्राप्त होने पर अनुक्रम पूरा होता है
औसत	एक्वीजीशन की निर्धारित संख्या तक पहुंचने पर अनुक्रम पूरा हो जाता है

स्कैन मोड डिस्प्ले (Scan Mode Display):

धीरे-धीरे बदलने वाले संकेतों की निरंतर निगरानी के लिए आप क्षैतिज स्कैन एक्वीजीशन मोड (जिसे रोल मोड भी कहा जाता है) का उपयोग कर सकते हैं। ऑसिलोस्कोप स्क्रीन के बाएं से दाएं तरंग अपडेट प्रदर्शित करता है और पुराने बिंदुओं को मिटा देता है क्योंकि यह नए बिंदु प्रदर्शित करता है

स्क्रीन के एक-डिवीजन-चौड़े रिक्त खंड में चलने वाला एक नया तरंग बिंदु पुराने से अलग करता है। जब आप SEC/DIV नॉब को 100 ms/div या धीमे पर घुमाते हैं और TRIGGER मेनू में ऑटो मोड विकल्प का चयन करते हैं तो ऑसिलोस्कोप स्कैन एक्वीजीशन मोड में बदल जाता है।

स्कैन मोड को अक्षम करने के लिए TRIG MENU बटन दबाएं और मोड विकल्प को सामान्य पर सेट करें

एक्वीजीशन को रोकना जबकि एक्वीजीशन चल रहा है तरंग प्रदर्शन लाइव है। एक्वीजीशन (जब आप RUN/STOP बटन दबाते हैं) प्रदर्शन फ्रीज हो जाता है। किसी भी मोड में तरंग प्रदर्शन को लंबवत और क्षैतिज नियंत्रणों के साथ बढ़ाया या रखा जा सकता है।

ऑटोसेट (Auto set):

जब आप AUTO SET बटन दबाते हैं तो ऑसिलोस्कोप तरंग के प्रकार की पहचान करता है और इनपुट सिग्नल के प्रयोग योग्य प्रदर्शन का उत्पादन करने के लिए नियंत्रणों को समायोजित करता है।

कार्य	सेटिंग
अधिग्रहण मोड	पीक का पता लगाने के लिए सैम्पल समायोजित किया गया
डिस्प्ले फॉर्मेट	YT पर सेट करें
डिस्प्ले प्रकार	वीडियो सिग्नल के लिए बिंदुओं पर सेट करें, FFT स्पेक्ट्रम के लिए वेक्टर पर सेट करें, अन्यथा अपरिवर्तित
क्षैतिज स्थिति	समायोजित
ट्रिगर युग्मन के लिए समायोजित	DC, शोर अस्वीकार या HF अस्वीकार करने
ट्रिगर होल्ड ऑफ़	न्यूनतम
ट्रिगर स्तर	50% सेट करने के लिए
ट्रिगर मोड	ऑटो
ट्रिगर स्रोत	समायोजित; EXT TRIG सिग्नल पर ऑटोसेट का उपयोग नहीं किया जा सकता है
ट्रिगर स्लोप	समायोजित
ट्रिगर टाइप	एज या वीडियो
ट्रिगर वीडियो सिंक	समायोजित
ट्रिगर वीडियो मानक	समायोजित
लंबवत बैंडविड्थ	पूर्ण
कार्य क्षेत्र युग्मन वीडियो सिग्नल के लिए; अन्यथा अपरिवर्तित	DC (यदि GND पहले चुना गया था); AC

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

ऑटो सेट फ़ंक्शन संकेतों के लिए सभी चैनलों की जांच करता है और संबंधित तरंगों को प्रदर्शित करता है। ऑटो सेटनिम्नलिखित स्थितियों के आधार पर ट्रिगर स्रोत निर्धारित करता है:

- यदि एक से अधिक चैनलों में सबसे कम आवृत्ति सिग्नल वाला सिग्नल चैनल है
- ऑटो सेट लागू होने पर प्रदर्शित होने वाले सबसे कम संख्या वाले चैनल को कोई संकेत नहीं मिला
- कोई संकेत नहीं मिला और कोई चैनल ऑसिलोस्कोप प्रदर्शित नहीं करता है और चैनल 1 का उपयोग करता है

कर्सर (Cursor):

माप कर्सर और कर्सर मेनू प्रदर्शित करने के लिए CURSOR बटन दबाएं।

विकल्प	सेटिंग्स	टिप्पणियाँ
टाइप	वोल्टेज टाइम ऑफ	माप कर्सर का चयन करें और प्रदर्शित करें; वोल्टेज माप समय आयाम और समय समय और आवृत्ति मापता है
स्रोत	CH1 CH2 CH3** CH4** MATH REFA REFB REFC** REFD**	वह तरंग चुनें जिस पर कर्सर मापन लेना है रीड आउट इस माप को प्रदर्शित करते हैं
डेल्टा		कर्सर के बीच अंतर (डेल्टा) प्रदर्शित करता है
कर्सर 1		कर्सर 1 स्थान प्रदर्शित करता है (समय ट्रिगर स्थिति को संदर्भित करता है वोल्टेज ग्राउंड को संदर्भित करता है)
कर्सर 2		कर्सर 2 स्थान प्रदर्शित करता है (समय ट्रिगर स्थिति को संदर्भित करता है वोल्टेज ग्राउंड को संदर्भित करता है)

गणित FFT स्रोत के लिए परिमाण और आवृत्ति को मापता है।

डिस्प्ले (Display):

तरंगों को कैसे प्रस्तुत किया जाये और संपूर्ण प्रदर्शन की उपस्थिति को बदलने के लिए प्रदर्शन बटन दबाएं

विकल्प	सेटिंग्स	टिप्पणियाँ
टाइप	वैक्टर	वेक्टर डिस्प्ले में आसन्न सैम्पल बिंदुओं के बीच की जगह को भरते हैं। डॉट्स केवल सैम्पल बिंदु प्रदर्शित करता है
दृढ़र हना (Persist)	ऑफ 1 सेकंड 2 सेकेंड 5 सेकंड अनंत	 प्रत्येक प्रदर्शित नमूना बिंदु प्रदर्शित होने की अवधि निर्धारित करता है
प्रारूप	YT	YT प्रारूप समय के संबंध में लंबवत वोल्टेज प्रदर्शित करता है (क्षैतिज पैमाने) चैनल 1 और चैनल 2 पर हर बार सैम्पल प्राप्त करने पर XY प्रारूप एक बिंदु प्रदर्शित करता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

	चैनल 1 वोल्टेज डॉट के एक्स समन्वय को निर्धारित करता है (क्षैतिज और चैनल 2 वोल्टेज Y समन्वय (ऊर्ध्वाधर) निर्धारित करता है
कंट्रास्ट वृद्धि	डिस्प्ले डार्क नेस; चैनल तरंग को दृढ़ता से अलग करना आसान बनाता है।
कंट्रास्ट कमी	डिस्प्ले को लाइट करें

गणित के लिए FFT स्रोत परिमाण और आवृत्ति को मापता है

उपयोगिता (Utility): UTILITY मेनू प्रदर्शित करने के लिए UTILITY बटन दबाएं।

विकल्प	**सेटिंग्स**	**टिप्पणियाँ**
सिस्टम की स्थिति		ऑसिलोस्कोप सेटिंग्स का सारांश प्रदर्शित करता है
विकल्प	डिस्प्ले शैली	स्क्रीन डेटा को सफेद पर काले या काले पर सफेद के रूप में प्रदर्शित करता है
	प्रिंटर सेटअप	प्रिंटर के लिए सेटअप प्रदर्शित करता है; पेज 131 देखें
	RS232 सेटअप	RS-232 पोर्ट के लिए सेटअप प्रदर्शित करता है; पेज 134 देखें
	GPIB सेटअप	GPIB पोर्ट के लिए सेटअप प्रदर्शित करता है; पेज 143 देखें
सेल्फ कॉल करना		एक सेल्फ कैलिब्रेशन करता है
त्रुटि संग्रह		लॉग की गई किसी भी त्रुटि की सूची प्रदर्शित करता है यह सूची मदद के लिए टेक्ट्रोनिक्स सर्विस केंद्र से संपर्क करते समय उपयोगी होती है मदद के लिए टेक्ट्रोनिक्स सर्विस सेंटर से संपर्क करते समय यह सूची उपयोगी होती है
भाषा	अंग्रेज़ी फ्रेंच जर्मन इटेलियन स्पैनिश पुर्तगाली जापानी कोरियाई सरल चीनी पारंपरिक चीनी	ऑपरेटिंग सिस्टम की प्रदर्शन भाषा का चयन करता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सिंगल शॉट सिग्नल कैप्चर करना (Capturing a single shot signal)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **सिंगल शॉट सिग्नल कैप्चर करना**
- **USB पोर्ट को बाहरी डिवाइस से इंटरफ़ेस करना**
- **तरंग को प्रिंट करने से पहले प्रिंटर सेटअप को समझना**

कैप्चर करना (Capturing):

कुछ घटनाएं जो अक्सर नहीं होती हैं या बहुत कम समय के लिए बहुत कम होती हैं उन्हें डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप की मदद से देखा जा सकता है। दूसरे शब्दों में सिग्नल का क्षणिक हिस्सा जो कुछ मिलीसेकंड या माइक्रोसेकंड में भी गायब हो सकता है एक डिजिटल ऑसिलोस्कोप का उपयोग करके देखा जा सकता है।

उदाहरण के लिए (For example): माइक्रोप्रोसेसर में Rl, Rc सर्किट, A और E सिग्नल की क्षणिक प्रतिक्रिया, स्विच बाउंसिंग सिग्नल आदि

DSO द्वारा कैप्चर किए गए डेटा को विभिन्न प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है।

सिंगल-शॉट सिग्नल कैप्चर करना (Capturing a Single-Shot Signal): उपकरण के एक टुकड़े में रीड रिले की विश्वसनीयता खराब हो रही है और आपको समस्या की जांच करने की आवश्यकता है। आपको संदेह है कि रिले संपर्क आर्क जब रिले खुलता है तो सबसे तेज़ आप रिले को खोल और बंद कर सकें लगभग एक सेकेंड में कई बार इसलिए आपको एकल-शॉट एक्वीजीशन के रूप में रिले में वोल्टेज को कैप्चर करने की आवश्यकता होती है।

एक्वीजीशन का अनुकूलन (Optimizing the Acquisition):

प्रारंभिक एक्वीजीशन से पता चलता है कि रिले संपर्क ट्रिगर बिंदु पर खुलने लगा है। इसके बाद एक बड़ा स्पाइक आता है जो सर्किट में कॉन्टैक्ट बाउंस और इंडक्शन को इंगित करता है। प्रेरकत्व संपर्क उत्पन्न होने और समय से पहले रिले विफलता का कारण बन सकता है। अगले सिंगल-शॉट इवेंट के कैप्चर होने से पहले आपसेटिंग्स को ऑप्टिमाइज़ करने के लिए लंबवत क्षैतिज और ट्रिगर नियंत्रणों का उपयोग कर सकते हैं। जब अगली प्राप्ति नई सेटिंग्स के साथ कैप्चर की जाती है (जब आप SINGLE SEQ बटन को फिर से दबाते हैं) तो आप रिले संपर्क खोलने के बारे में अधिक विवरण मापन करके देख सकते हैं

प्रसार विलंब का मापन (Measuring Propagation Delay):

आपको संदेह है कि माइक्रोप्रोसेसर सर्किट में मेमोरी टाइमिंग सीमांत है। तो चिप-चयन सिग्नल और मेमोरी डिवाइस के डेटा आउटपुट के बीच प्रसार विलंब को मापने के लिए ऑसिलोस्कोप सेट करें।

DSO को बाहरी उपकरणों से इंटरफ़ेस करना (Interface the DSO to external devices)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **USB पोर्ट को बाहरी डिवाइस से इंटरफ़ेस करना**
- **तरंगों को प्रिंट करने से पहले प्रिंटर सेटअप को समझना**
- **DSO और CTO के बीच अंतर समझाना**

एक विशिष्ट DSO दो USB पोर्ट के साथ आ सकता है जो कई उपकरणों के साथ फ्लेक्सिबल संचार की अनुमति देता है।

ऑसिलोस्कोप के सामने USB होस्ट पोर्ट स्थानांतरित कर सकता है

- USB फ्लैश ड्राइव में और से वेव फॉर्म और सेटअप डेटा
- USB फ्लैश ड्राइव पर स्क्रीन इमेज

ऑसिलोस्कोप के पिछले हिस्से पर USB डिवाइस पोर्ट स्थानांतरित हो सकता है

- कंप्यूटर से और उसके लिए वेवफ़ॉर्म और सेटअप डेटा
- कंप्यूटर पर इमेजों को स्क्रीन करना
- इमेज को सीधे PictBridge कम्पेटिबल प्रिंटर पर स्क्रीन करें

ऑसिलोस्कोप के सामने USB पोर्ट होस्ट पोर्ट को एक USB फ्लैश ड्राइव का सपोर्ट करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। USB हब के उपयोग से पोर्ट एकाधिक USB फ्लैश ड्राइव को सपोर्ट नहीं करेगा।

ऑसिलोस्कोप के पीछे USB डिवाइस पोर्ट को या तो कंप्यूटर से जोड़ा जा सकता है या PictBridge संगत प्रिंटर से जोड़ा जा सकता है लेकिन दोनों एक साथ नहीं जोड़े जा सकते है

तरंगों को SAVE/RECALL करना (SAVE/RECALL waveforms):

आप डेटा बिंदुओं और एक्वीजीशन पैरामीटर जानकारी से तरंग को USB फ्लैश ड्राइव में सेव करने के लिए सेव/रिकॉल मेनू सेव वेवफॉर्म विकल्प का उपयोग कर सकते हैं। सेव किये गए तरंगों को प्रदर्शित करने के लिए आप रिकॉल वेवफॉर्म मेनू विकल्प का उपयोग कर सकते हैं। इसे संदर्भ तरंग भी कहते हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

संदर्भ तरंगों को लाइव तरंगों की तुलना में कम तीव्रता के साथ प्रदर्शित किया जाता है आप USB फ्लैश ड्राइव पर एक फ़ाइल में धारा स्क्रीन इमेज को सेव करने के लिए प्रिंट बटन या सेव / रिकॉल मेनू सेव विकल्प का उपयोग कर सकते हैं।

USB फ्लैश ड्राइव में सेटअप को सेव करने से आंतरिक मेमोरी में बचत सेटअप पर कई फायदे हैं;

- USB फ्लैश ड्राइव में आंतरिक मेमोरी की तुलना में बहुत अधिक क्षमता होती है
- आप सेटअप को कंप्यूटर पर वर्ड प्रोसेसिंग या स्प्रैड शीट प्रोग्राम में कॉपी कर सकते हैं
- आप सेटअप फ़ाइल को एक अर्थ पूर्ण नाम दे सकते हैं।
- सेट अपको किसी भिन्न ऑसिलोस्कोप में कॉपी करने के लिए USB फ्लैश ड्राइव का उपयोग कर सकते हैं

प्रिंट बटन सेट करने के लिए निम्न कार्य करना (You can set the print button to do the following)

- धारा स्क्रीन को पिक्टब्रिज कम्पेटिबल प्रिंटर या कंप्यूटर को पिछले USB पोर्ट पर भेजें
- कई प्रारूपों में से चुनकर धारा स्क्रीन को USB फ्लैश ड्राइव में सेव करें।
- एक पुश बटन के साथ धारा स्क्रीन प्रत्येक प्रदर्शित तरंग के तरंग डेटा बिंदु और धारा सेटअप पैरामीटर को USB फ्लैश ड्राइव में सेव करें

प्रिंट करने से पहले आप निम्न विकल्प भी सेट कर सकते हैं (You can also set the following options before printing)

इंक सेवर (Ink saver): ON एक सफेद बैकग्राउंड पर रंग तरंगों को प्रिंट करता है। OFF रंगीन तरंगों को एक काली बैकग्राउंड पर प्रिंट करता है जैसे वे स्क्रीन पर दिखाई देते हैं

प्रिंटिंग बंद करना (Abort printing): प्रिंटर को डेटा भेजना बंद करने और प्रिंटिंग समाप्त करने के लिए चयन करें

लेआउट (Layout): पोर्ट्रेट और लैंड स्केप मुद्रित करने के लिए स्क्रीन इमेज के अभिविन्यास का चयन करें।

पेपर आकार (Pape size): (अपने प्रिंटर द्वारा समर्थित कागज़ के आकार के लिए एक लॉट चुनें।) डिफ़ॉल्ट विकल्प प्रिंटर को अपने डिफ़ॉल्ट पेपर आकार का चयन करने की अनुमति देता है।

इमेज का आकार (Image size): अपने प्रिंटर द्वारा समर्थित इमेज आकारों की सूची में से चुनें। डिफ़ॉल्ट विकल्प आमतौर पर सबसे बड़ा इमेज आकार होता है जो प्रिंटर के पेपर प्रकार को नियंत्रित करने की अनुमति देने के लिए डिफ़ॉल्ट पर फिट होगा।

प्रिंट की गुणवत्ता (Print quality): अपने प्रिंटर द्वारा समर्थित प्रिंट गुणों की सूची से चयन करें प्रिंटर के प्रिंट गुणवत्ता को नियंत्रित करने की अनुमति देने के लिए डिफ़ॉल्ट का चयन करें

डेटा प्रिंट (Data print): हार्ड कॉपी पर दिनांक और समय प्रिंट करने के लिए चालू करें। कुछ प्रिंटर इस विकल्प का समर्थन नहीं करते हैं।

जब भी आप प्रिंट शुरू करते हैं तो ऑसिलोस्कोप पावर बंद करने पर चयनित प्रिंटर विकल्प सेव हो जाएंगे ऑसिलोस्कोप आपकी चयनित प्रिंटर सेटिंग्स की तुलना करता है और यह उन्हें डिफ़ॉल्ट में बदल देता है।

- एनलॉग स्टोरेज ऑसिलोस्कोप (CRO) का लाभ यह है कि इसमें डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप की तुलना में उच्च बैंडविड्थ और लेखन गति है जो लगभग 15 गीगाहर्ट्ज़ की गति को संचालित करने में सक्षम है।
- डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप मुख्य रूप से एनालॉग से डिजिटल कनवर्टर की डिजिटाइज़िंग क्षमता द्वारा गति में सीमित है। अलायजिंग प्रभाव ऑसिलोस्कोप के उपयोगी स्टोरेज बैंडविथ (USB) को अनुपात द्वारा दिए गए मान तक सीमित कर देता है।
- निरंतर C का मान डॉट्स के बीच उपयोग की जाने वाली इंटरपोलेशन विधि पर निर्भर करता है। एक डॉट डिस्प्ले के लिए C लगभग 25 होना चाहिए, एक योग्य डिस्प्ले देने के लिए: सीधी रेखा इंटरपोलेशन के लिए यह लगभग 10 होना चाहिए, और साइनसॉइडल इंटरपोलेशन C के लिए लगभग 2.5 होना चाहिए।
- डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप में एक क्ङच्र् होती है जो एक एनालॉग स्टोरेज ऑसिलोस्कोप की तुलना में काफी सस्ता है जो प्रतिस्थापन को और अधिक किफायती बनाता है डिजिटल भंडारण समय में यह डिजिटल मेमोरी का उपयोग करता है।
- इसके अलावा यह निरंतर क्ङच्र् रिफ्रेश टाइम के साथ कार्य कर सकता है इसलिए बहुत तेज़ सिग्नल गति पर भी एक उज्ज्वल इमेज देता है। डिजिटल भंडारण ऑसिलोस्कोप एक वेरिएबल पर्सिस्टंस स्टोरेज मोड में कार्य करने में सक्षम नहीं है।
- डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप में समय आधार एक क्रिस्टल क्लॉक द्वारा उत्पन्न होता है ताकि यह CRO, की तुलना में अधिक सटीक और स्थिर हो जहां रैंप सर्किट द्वारा समय आधार उत्पन्न होता है।
- डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप में इस्तेमाल किया जाने वाला एनालॉग से डिजिटल कन्वर्टर भी इसे एनलॉग ऑसिलोस्कोप (CRO) की तुलना में उच्च रिज़ॉल्यूशन देता है। उदाहरण के लिए एक बारह बिट डिजिटाइज़र 4096 में एक भाग को हल कर सकता है।एक पारंपरिक एनालॉग ऑसिलोस्कोप आमतौर पर 50 में लगभग एक भाग का समाधान करता है, जो 6 बिट रिज़ॉल्यूशन के बराबर होता है।
- डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप भी वेवफॉर्म रिकॉर्डर के लिए वर्णित लुक बैक मोड में कार्य करने में सक्षम हैं। एनलॉग ऑसिलोस्कोप (CRO) ट्रिगर होने के बाद डेटा एकत्र करता है।
- एक डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप (DSO) हमेशा डेटा एकत्र कर रहा है और ट्रिगर बताता है कि कब रुकना है। ऑसिलोस्कोप ट्रिगर पर तुरंत बंद हो सकता है ताकि सभी संग्रहीत जानकारी प्रीट्रिगर हो यदि विलंब ऑसिलोस्कोप की भंडारण क्षमता से अधिक लंबा है तो सभी संग्रहीत जानकारी एनालॉग ऑसिलोस्कोप के लिए पोस्ट ट्रिगर है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप बेबीसिटिंग मोड में भी कार्य करने में सक्षम होता है। जब स्कोप को ट्रिगर किया जाता है तो यह संग्रहीत परिणामों को एक हार्डकॉपी रिकॉर्डर (या डिस्क स्टोरेज) पर प्रिंट करता है और फिर खुद को फिर से रीडिंग के लिए तैयार करता है

डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप के उपयोग(Uses of Digital Stotage Oscilloscope):

- सर्किट डिबगिंग में सिग्नल वोल्टेज के परीक्षण के लिए उपयोग किया जाता है।
- मैन्युफैक्चरिंग परीक्षण में
- डिज़ाइन में
- रेडियो प्रसारण उपकरण में सिग्नल वोल्टेज का परीक्षण करने में
- अनुसंधान के क्षेत्र में
- ऑडियो और वीडियो रिकॉर्डिंग उपकरण में

एनालॉग ऑसिलोस्कोप और डिजिटल ऑसिलोस्कोप के बीच अंतर

एनालॉग ऑसिलोस्कोप	डिजिटल ऑसिलोस्कोप
वोल्टेज को सीधे पढ़ता है और स्क्रीन पर प्रदर्शित करता है।	यह एनलॉग को पढ़ता है और स्क्रीन पर डिस्प्ले होने से पहले इसे डिजिटल रूप में परिवर्तित करता है
ADC माइक्रोप्रोसेसर और अधिग्रहण मेमोरी की आवश्यकता नहीं है	ADC माइक्रोप्रोसेसर और अधिग्रहण मेमोरी की आवश्यकता होती है
केवल वास्तविक समय में सिग्नल का विश्लेषण कर सकते हैं क्योंकि कोई स्टोरेज मेमोरी उपलब्ध नहीं होती है। प्राप्त बड़े नमूने का विश्लेषण कर सकते हैं।	वास्तविक समय में सिग्नल का विश्लेषण कर सकते हैं और साथ ही उपलब्ध भंडारण की सुविधा के साथ डेटा के पहले से
उच्च आवृत्ति शार्प राइज टाइम का विश्लेषण नहीं कर सकते	उपलब्ध उन्नत DSP एल्गोरिदम के कारण उच्च आवृत्ति ट्रांजिस्टर का विश्लेषण नहीं कर सकता है और माइक्रोप्रोसेसर के पोर्ट पर इनपुट ट्रांज़िएंट वोल्टेज के संग्रहीत नमूनों पर कार्य कर सकता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

IC 8038 का उपयोग कर फंक्शन जनरेटर (Function generator using IC 8038)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **IC 8038 की विशेषताओं को परिभाषित करना**
- **IC 8038 के फंक्शन जनरेटर के रूप में कार्य करने की व्याख्या करना**
- **IC 8038 का उपयोग करके फंक्शन जनरेटर और वेवफॉर्म का सर्किट बनाना**
- **दोलन की आवृत्ति की गणना करना**
- **किसी विशेष आवृत्ति के लिए T और C के मान का चयन करना**

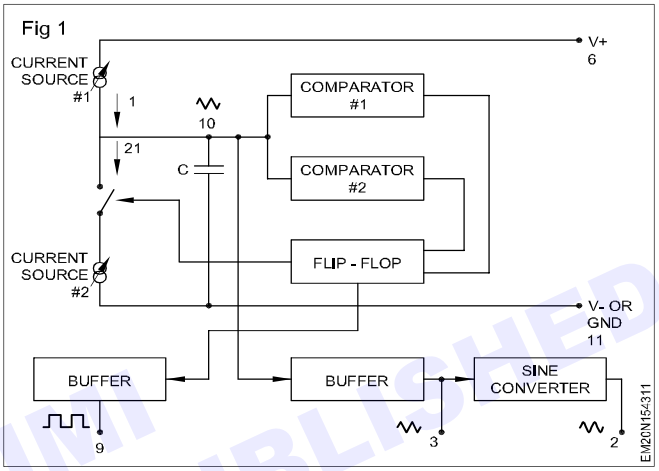
IC 8038 तरंग जनरेटर एक अखंड एकीकृत सर्किट(monolithic integrated circuit) है जो कम से कम बाहरी घटकों के साथ उच्च सटीकता साइन वर्ग त्रिकोणीय साटूथ और पल्स तरंगों का उत्पादन करने में सक्षम है। आवृत्ति (या पुनरावृत्ति दर) को बाहरी रूप से 0.001 हर्ट्ज से 300 हर्ट्ज से अधिक प्रतिरोधों या कैपेसिटर्स आवृत्ति मॉड्यूलेशन का उपयोग करके चुना जा सकता है और व्यापक बाहरी वोल्टेज के साथ पूरा किया जा सकता है। IC 8038 को शोट्की बैरियर डायोड और पतली फिल्म प्रतिरोधों का उपयोग करके उन्नत मोनोलिथिक तकनीक के साथ बनाया गया है और आउटपुट तापमान और आपूर्ति विविधताओं की एक विस्तृत श्रृंखला पर स्थिर है।

जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है एक बाहरी संधारित्र C को दो धारा स्रोतों द्वारा चार्ज और डिस्चार्ज किया जाता है। करंट सोर्स #2 को फ्लिप-फ्लॉप द्वारा चालू और बंद किया जाता है जबकि करंट सोर्स #1 लगातार ऑन रहता है। यह मानते हुए कि फ्लिप-फ्लॉप ऐसी स्थिति में है कि धारा स्रोत #2 बंद है और संधारित्र को धारा I, से चार्ज किया जाता है संधारित्र में वोल्टेज समय के साथ रैखिक रूप से बढ़ता है। जब यह वोल्टेज तुलनित्र #1 (आपूर्ति वोल्टेज के 2/3 पर सेट) के स्तर तक पहुँच जाता है तो फ्लिप-फ्लॉप चालू हो जाता है, स्थिति बदलता, है और धारा स्रोत #2 जारी करता है। यह धारा स्रोत सामान्य रूप से धारा 2I को वहन करता है इस प्रकार संधारित्र एक शुद्ध धारा I के साथ डिस्चार्ज हो जाता है और यह वोल्टेज के अक्रॉस समय के साथ रैखिक रूप से कम होता है। जब यह तुलनित्र #2 (आपूर्ति वोल्टेज के 1/3 पर सेट) के स्तर पर पहुंच जाता है तो फ्लिप-फ्लॉप अपनी मूल स्थिति में चालू हो जाता है और चक्र फिर से शुरू हो जाता है। इस मूल जनरेटर सर्किट से चार तरंग आसानी से उपलब्ध हैं। धारा स्रोतों के साथ क्रमशः I और 2I पर सेट चार्ज और डिस्चार्ज समय समान होता हैं। इस प्रकार संधारित्र के अक्रॉस एक त्रिभुज तरंग निर्मित होती है और फ्लिप-फ्लॉप एक वर्गाकार तरंग उत्पन्न करता है। दोनों तरंगों को बफर चरणों में फेड किया जाता है और पिन 3 और 9 पर उपलब्ध किया जाता हैं।

IC 8038 फ़ंक्शन जनरेटर (IC 8038 function generator) (Fig 2):

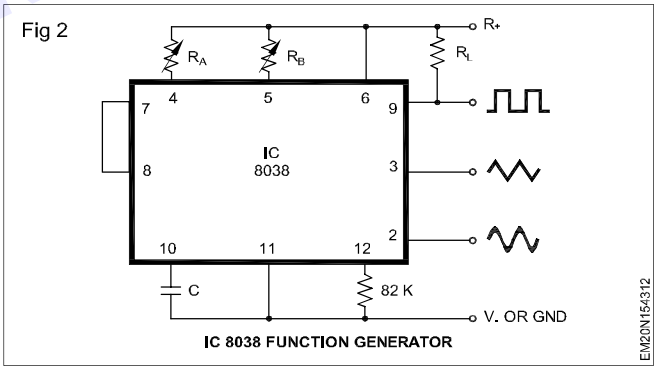
हालाँकि धारा स्रोतों के स्तरों को दो बाहरी प्रतिरोधों के साथ एक विस्तृत श्रृंखला में चुना जा सकता है। इसलिए I और 2I से भिन्न मानों पर सेट की गई दो धाराओं के साथ टर्मिनल 3 पर एक विषम साटूथ दिखाई देता है और पल्स 1% से कम से 99% से अधिक के ड्यूटी साइकिल के साथ टर्मिनल

Fig 1



9 पर उपलब्ध होता हैं। साइनवेव फेडिंग द्वारा तथा एक गैर-रेखीय नेटवर्क (साइनकनवर्टर) से त्रिभुज तरंग बनाई जाती है। यह नेटवर्क की क्षमता के रूप में घटते शंट प्रतिबाधा प्रदान करता है

Fig 2



IC 8038 FUNCTION GENERATOR

Fig 2 में फ़ंक्शन जनरेटर का सर्किट आरेख दिखाया गया है। Fig 3 और 4 क्रमशः 50% और 80% ड्यूटी साइकल्स के लिए तरंगों को दर्शाता है।

तरंग समय (Waveform Timing):

सभी तरंगों की समरूपता को बाहरी समय प्रतिरोधों के साथ समायोजित किया जा सकता है। इसे पूरा करने के दो संभावित तरीके Fig 3 और 4 में दिखाए गए है। समय प्रतिरोधों R_A और R_B को अलग (A) रखने से सर्वोत्तम परिणाम प्राप्त होते हैं R_A त्रिभुज और साइनवेव के बढ़ते हिस्से और स्क्वायरवेव की 1 अवस्था को नियंत्रित करता है। त्रिभुज तरंग का परिमाण 1/3 वोल्टेज आपूर्ति पर सेट किया गया है; अत: त्रिभुज का आरोही भाग है

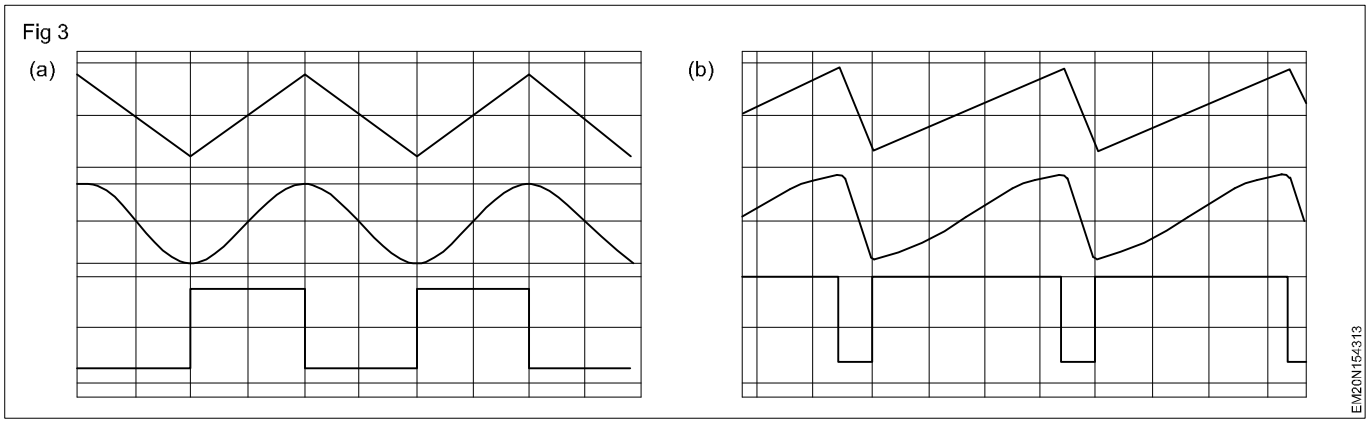
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$$t_1 = \frac{C \times V}{I} = \frac{C \times 1/3 \times V_{supply} \times R_A}{0.22 \times V_{supply}} = \frac{R_A \times C}{0.66}$$

$$t_2 = \frac{C \times V}{I} = \frac{C \times 1/3 \times V_{supply} \times R_A}{2(0.22)\frac{V_{supply}}{R_B} - 022\frac{V_{supply}}{R_A}} = \frac{R_A \times R_B C}{0.66(2R_A - R_B)}$$

त्रिभुज का गिरता हुआ भाग और ज्या तरंग तथा वर्गतरंग की 0 अवस्था है।

Fig 3



इस प्रकार $R_A = R_B$ होने पर 50% ड्यूटी साइकिल प्राप्त होता है

दो अलग-अलग समय प्रतिरोधों के साथ आवृत्ति द्वारा दी जाती है

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{\frac{R_A C}{0.66}\left(1 + \frac{R_B}{2R_A - R_B}\right)}$$

या, If $R_A = R_B = R$

$$f = \frac{0.33}{RC}$$

T_A, T_B और C का चयन करना (Selecting R_A, R_B and C):

किसी भी आउटपुट आवृत्ति के लिए RC संयोजनों की एक विस्तृत श्रृंखला है जो कार्य करेगी हालांकि इष्टतम प्रदर्शन के लिए चार्जिंग करंट के परिमाण पर कुछ बाधाएं होती हैं। निचले सिरे पर 1μA से कम की धाराएं अवांछनीय हैं क्योंकि सर्किट रिसाव उच्चता पमान पर अधिक त्रुटियों होती है। उच्च धाराओं (I > 5mA), पर ट्रांजिस्टर बीटा और संतृप्ति वोल्टेज तेजी से बड़ी त्रुटियों में योगदान देते हैं। इसलिए इष्टतम प्रदर्शन 10μA से 1mA की चार्जिंग धाराओं के साथ प्राप्त किया जाएगा। यदि पिन 7 और 8 को एक साथ शॉर्ट किया जाता है तो R_A के कारण चार्जिंग करंट के परिमाण की गणना निम्न से की जा सकती है:

$$I = \frac{R_1 \times (V_+ - V_-)}{R_1 + R_2} \times \frac{1}{R_A} = \frac{0.22(V_+ - V_-)}{R_A}$$

R_1 और R_2 को 11J और 39JΩ के रूप में दिखाया गया है
इसी तरह की गणना R_B के लिए है ।

संधारित्र के मान को इसकी संभावित सीमा के ऊपरी शिखर पर चुना जाना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

तारों की सोल्डरिंग (Soldering of wires)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **सोल्डर और फ्लक्स के उद्देश्य और उनके प्रकार।**
- **सोल्डरिंग तकनीक।**
- **सोल्डरिंग आयरन की विशेषताएं।**
- **डीसोल्डरिंग और डीसोल्डरिंग टूल्स।**
- **सोल्डरिंग और डीसोल्डरिंग स्टेशन और उनके विनिर्देश।**
- **पम्प और विक का उपयोग करके डीसोल्डरिंग विधियाँ।**

सोल्डरिंग की आवश्यकता (Need for soldering):

एक विद्त जॉइन्ट की आवश्यकताएं (Requirements of an electrical joint)

(1) विद्त जॉइन्ट को धारा के प्रवाह के लिए आदर्श रूप से शून्य प्रतिरोध या न्यूनतम प्रतिरोध पथ प्रदान करना चाहिए।

(2) टनिर्मित विद्त जॉइन्ट इतना मजबूत होना चाहिए कि वह कंपन, शारीरिक आघात, धक्कों, आदि का सामना कर सके, बिना जॉइन्ट की गुणवत्ता और मजबूती को कोई नुकसान पहुंचाए।

(3) विद्त जॉइन्ट प्रतिकूल वायुमंडलीय परिस्थितियों के कारण जंग और ऑक्सीकरण का सामना करने में सक्षम होना चाहिए।

एक विद्त जॉइन्ट की उपरोक्त सभी आवश्यकताओं को सोल्डर जोड़ बनाकर प्राप्त किया जा सकता है।

सोल्डर (Solder):

सोल्डर जॉइन्ट में सोल्डर समान्यत: टिन और लेड धातुओं का मिश्रण होता है। इसे एक निश्चित तापमान पर पिघलाने के लिए बनाया जाता है। यह विद्त चालन के लिए एक सतत न्यूनतम प्रतिरोध धातु पथ बनाने के लिए कनेक्शन/संयोजन के हिस्सों के बीच पूरक (भराव) के रूप में कार्य करता है।

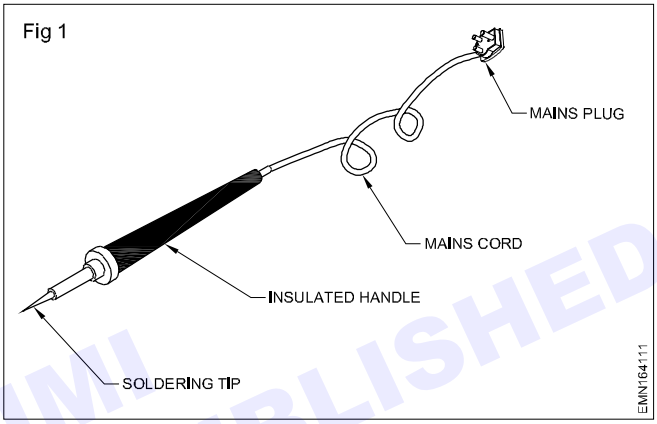
सोल्डरिंग में चूंकि सोल्डर द्वारा धातु की सतह को गीला किया जाता है (सतह पर तरल सोल्डर का मुक्त प्रवाह) एक जटिल रासायनिक अभिक्रिया सोल्डर को धातु की सतह से जोड़ती है।

सोल्डर में निहित टिन पदार्थपूर्ण रुप से नए मिश्र धातु की एक परत बनाने के लिए धातु की सतह के साथ फैलती है। इस प्रकार बनी मिश्रधातु की संरचना संघटक धातुओं के समान ही होगी और उनके धात्विक गुण और मजबूती बने रहेंगे।

सोल्डरिंग और सोल्डरिंग आयरन (Soldering and soldering irons):

सोल्डरिंग करते समय, सोल्डरिंग आयरन का उपयोग करके जोड़ की धातु की सतहों के बीच सोल्डर को पिघलाया जाता है जैसा कि Fig 1 में

Fig 1



दिखाया गया है। सोल्डरिंग आयरन एक ऐसा उपकरण है जिसका उपयोग सोल्डरिंग करने के लिए आवश्यक हीट उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

विभिन्न वाट क्षमता रेटिंग के सोल्डरिंग आयरन 10 वाट से शुरू होकर 150 वाट से अधिक तक व्यावसायिक रूप से उपलब्ध हैं। सोल्डरिंग घटकों के प्रकार आकार और ऊष्मा संवेदनशीलता के आधार पर सबसे उपयुक्त वाट क्षमता वाले सोल्डरिंग आयरन का चुनाव करना चाहिए। इनमें से अधिकांश सोल्डरिंग आयरन 240V, 50Hz AC मेन सप्लाई पर कार्य करते हैं। विशेष प्रकार के आयरन जो DC आपूर्ति पर भी कार्य करते हैं। सोल्डरिंग संवेदनशील अवयवों (घटकों) सोल्डरिंग करने के लिए तापमान नियंत्रण सुविधा वाली सोल्डरिंग आयरन का उपयोग किया जाता है। इन्हें सोल्डरिंग स्टेशन के रूप में जाना जाता है।

सोल्डरिंग आयरन टिप (Soldering iron tips):

सोल्डरिंग आयरन विभिन्न प्रकार के टिप आकार और आकृति में डिज़ाइन किया गया है जैसा कि Fig 2 में प्रदर्शित है। सोल्डरिंग आयरन और उपयोग करने के लिए टिप सोल्डरिंग के लिए जोड़ की प्रकृति पर निर्भर करता है। अच्छी गुणवत्ता वाले टांका सोल्डरड जॉइन्ट प्राप्त करने के लिए सोल्डरिंग आयरन और टिप का उचित चयन महत्वपूर्ण है। प्रभावी ढंग से सोल्डर करने के लिए सोल्डरिंग आयरन की टिप (नोंक) हर समय साफ रखना चाहिए।

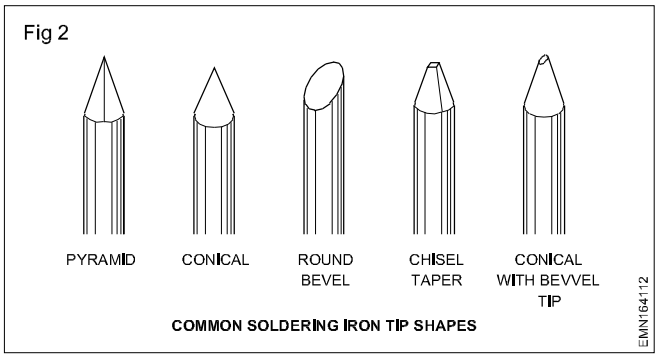
सोल्डर के प्रकार (Types of solders):

सोल्डर कई रूपों में उपलब्ध हैं। चुनाव सोल्डरिंग के प्रकार पर निर्भर करता है। वायर टाइप सोल्डर कम वाट क्षमता वाले सोल्डरिंग आयरन

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

का उपयोग करते हुए हैंड सोल्डरिंग कार्य के लिए सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला सोल्डर है।

बाजार में उपलब्ध सोल्डरों में टिन-लेड का अनुपात अलग-अलग हो सकता है। सामान्य इलेक्ट्रॉनिक परिपथ सोल्डरिंग कार्य के लिए 60% टिन और 40% लेड वाला सोल्डर सबसे उपयुक्त होता है। इस सोल्डर को



आमतौर पर 60/40 सोल्डर कहा जाता है। इस सोल्डर को विशेष रूप से इलेक्ट्रॉनिक सर्किट कार्य के लिए आवश्यक उच्च गुणों के लिए विकसित किया गया है।

सोल्डरिंग फ्लक्स (Soldering FLUX):

अधिकांश धातुओं की सतह पर एक सुरक्षात्मक ऑक्साइड परत बन जाती है। जिस दर पर ऑक्साइड परत बनने की दर विभिन्न धातुओं में भिन्न – भिन्न होती है। नई अनावृत धातु पर परत जल्दी बनती है और समय के साथ परत धीरे-धीरे काफी मोटी हो जाती है।

धातुओं पर ऑक्साइड की यह परत सोल्डरिंग में बाधा डालती है। इसलिए सोल्डर जोड़ को बनाने से पहले इसे हटा दिया जाना चाहिए।

फ्लक्स का उद्देश्य जोड़े जाने वाली धातुओं की सतह से ऑक्साइड की पतली परत को समाप्त करना है और फिर उनके ऊपर एक सुरक्षात्मक परत बनाना है जब तक कि सोल्डर सतहों पर जोड़ बनाने के लिए प्रवाहित नहीं हो सकता।

यद्यपि ऑक्साइड की मोटी परतों को एक अपघर्षक (रगड़कर) विधि का उपयोग करके हटाया जाना चाहिए क्योंकि फ्लक्स सभी प्रकार केऑक्साइड परतों को समाप्त करने में सक्षम नहीं हैं।

फ्लक्स के प्रकार (Types of flux):

विभिन्न प्रकार के सोल्डरिंग में कई प्रकार के फ्लक्स का उपयोग किया जाता है। इलेक्ट्रॉनिक घटकों को सोल्डर करने के लिए प्रयुक्त फ्लक्स प्रकार को रोसिन कहा जाता है । रोसिन पेड़ों के रस से प्राप्त रेजिन से बनता है।

रोसिन फ्लक्स इलेक्ट्रॉनिक घटकों को सोल्डर करने के लिए आदर्श है क्योंकि यह सोल्डरिंग तापमान पर सक्रिय हो जाता है लेकिन फिर से ठंडा होने पर निष्क्रिय अवस्था में वापस आ जाता है। एक अतिरिक्त लाभ यह है कि यह गैर-प्रवाहकीय (non-conductive) है।

रोसिन में उत्प्रेरक या हैलाइड मिलाए जाते हैं। रोसिन में उपयोग किए जाने वाले उत्प्रेरक हल्के एसिड होते हैं जो सोल्डरिंग तापमान पर बहुत सक्रिय हो जाते हैं। ये अम्ल सोल्डरिंग वाली धातुओं पर ऑक्साइड की परत को समाप्त करते हैं।

कार्बनिक और अकार्बनिक एसिड फ्लक्स उपलब्ध हैं। ये फ्लक्स इलेक्ट्रॉनिक परिपथ को सोल्डर करने के लिए उपयुक्त नहीं हैं।

फ्लक्स के सामान्य रूप (Common forms of flux):

विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों के अनुरूप फ्लक्स विभिन्न रूपों में उपलब्ध है। फ्लक्स एक तरल पेस्ट या एक ठोस ब्लॉक के रूप में उपलब्ध है। अधिकांश अनुप्रयोगों के लिए फ्लक्स को प्राय: निर्माण के दौरान सोल्डर में ही डाल दिया जाता है।

सभी प्रकार के फ्लक्स सभी रूपों में उपलब्ध नहीं होते हैं। इलेक्ट्रॉनिक परिपथ पर हैण्ड सोल्डरिंग कार्य के लिए फ्लक्स के लिए सबसे अच्छा रूप या तो तरल या पेस्ट के रूप में होता है।

रोसिन कोर्ड सोल्डर (Rosin cored solder):

कई निर्माता पहले से ही इसकी लंबाई के समानांतर एक या अधिक कोर में शामिल फ्लक्स के साथ सोल्डर तार का उत्पादन करते हैं। इसे कोर्ड सोल्डर के रूप में जाना जाता है ।

इलेक्ट्रॉनिक हैंड सोल्डरिंग के लिए सबसे प्रचलित प्रकार के कोर्ड सोल्डर में रोसिन टाइप फ्लक्स होता है। इस तरह के सोल्डर को रोसिन कोर्ड सोल्डर के रूप में जाना जाता है ।

जब सोल्डर को गर्म किया जाता है तो रोसिन फ्लक्स सोल्डर से पहले पिघल जाता है। सोल्डरिंग से पहले रोसिन सतह पर प्रवाहित होता है जिससे सोल्डर किया जा सके।

कोर में निहित फ्लक्स की मात्रा निर्माता द्वारा सावधानीपूर्वक नियंत्रित की जाती है और अधिकांश अनुप्रयोगों के लिए यह पर्याप्त रहता है। यद्यपि जोड़ बनाने से ठीक पहले जोड़ पर अतिरिक्त लिक्विड फ्लक्स या फ्लक्स पेस्ट लगाना सामान्य है। यह अतिरिक्त फ्लक्स सुनिश्चित करता है कि जोड़ बनाते समय पर्याप्त फ्लक्स उपलब्ध हो। जब सोल्डरिंग का काम पूर्ण हो जाता है तो अतिरिक्त फ्लक्स को हटा देते हैं।

रोसिन-कोरेड सोल्डर विभिन्न गेजों में उपलब्ध है। नीचे दिए गए अनुसार काम के लिए उपयुक्त आकार चुनना महत्वपूर्ण है;

- छोटे जोड़ों के लिए 22 गेज का प्रयोग करें।
- मध्यम जोड़ों के लिए 18 गेज का प्रयोग करें।
- बड़े जोड़ों के लिए 16 गेज का प्रयोग करें।

सोल्डरिंग तकनीक (Soldering Technique)

जॉइन्ट को सोल्डरिंग लगाना (Soldering a joint):

सोल्डरिंग पदार्थ का चयन और तैयारी सोल्डर जोड़ बनाने का सबसे अधिक समय लेने वाला चरण है। जोड़ को गर्म करने और सोल्डर लगाने में कम से कम समय लगता है लेकिन यह सोल्डरिंग प्रक्रिया का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सोल्डरिंग के दौरान महत्वपूर्ण कारक (Critical factors during soldering):

1 वर्कपीस के तापमान को नियंत्रित करना

2 सोल्डरिंग तापमान पर एक वर्कपीस को रखने के समय को सीमित करना। ये कारक विशेष रूप से महत्वपूर्ण हैं जब इलेक्ट्रॉनिक घटकों जैसे रेसिस्टर्स कैपेसिटर ट्रांजिस्टर IC आदि को सोल्डर करते समय जोड़ के हीटिंग में सटीक समय समन्वयन और सोल्डर जोड़े में विफलता से परिणाम स्वरुप खराब गुणवत्ता वाले जोड़ तथा अवयवों का नुकसान भी हो सकता है।

सोल्डरिंग में चरण (Stages in soldering):

सोल्डरिंग प्रक्रिया को नीचे दिए गए अनुसार कई विभिन्न चरणों में विभाजित किया जा सकता है:

1 पदार्थ का चयन और तैयारी।

2 जोड़ को गर्म करना और सोल्डरजोड़ना।

3 जोड़ को ठंडा करना।

4 जोड़ की सफाई।

5 जोड़ का निरीक्षण।

सामाग्री का चयन और तैयारी (SELECTION AND PREPARATION OF MATERIALS)

सोल्डरिंग आयरन वाट क्षमता का चयन (Selection of soldering iron wattage):

सोल्डरिंग आयरन 10 वाट से लेकर कई 100 वाट तक विभिन्न वाट क्षमता रेटिंग में उपलब्ध हैं। सोल्डरिंग आयरन की वाट क्षमता उस ऊष्मा की मात्रा को निर्दिष्ट करती है जो वह उत्पन्न कर सकता है। एक नियम के रूप में वर्कपीस का भौतिक आयाम जितना अधिक होगा सोल्डरिंग आयरन की वाट क्षमता रेटिंग उतनी ही अधिक होनी चाहिए। सुझाए गए कुछ वाट क्षमता विकल्प नीचे दिए गए हैं:

i कम तापमान संवेदनशील घटकों जैसे लग बोर्डों टैग बोर्डों पर प्रतिरोधकों को सोल्डरिंग के लिए 25 से 60W आयरन का उपयोग करें। मुद्रित परिपथ बोर्डों पर सोल्डरिंग के लिए से 25 वाट के आयरन का उपयोग करें।

ii अत्यधिक तापमान संवेदनशील घटकों जैसे डायोड ट्रांजिस्टर और एकीकृत परिपथों पर सोल्डरिंग के लिए 10 से 25 वाट के आयरन का उपयोग करें।

सोल्डरिंग आयरन टिप का चयन (Selection of soldering iron tip):

यह सुनिश्चित करने के लिए जोड़ को आवश्यक तापमान पर आदर्श रूप से गर्म किया जाता है

- टिप फेस का क्षेत्रफल लगभग सोल्डर जॉइन्ट के क्षेत्रफल के बराबर होना चाहिए
- जोड़ तक आसान पहुंच की अनुमति देने के लिए टिप की पर्याप्त लंबाई होनी चाहिए।
- टिप बहुत लंबी नहीं होनी चाहिए क्योंकि इससे वर्किंग फेस पर तापमान बहुत कम हो सकता है।

अधिकांश सोल्डरिंग आयरनों में टिप को आसानी से हटाया और बदला जा सकता है।

टिप तापमान का चयन (Selection of tip temperature):

अच्छी गुणवत्ता वाले सोल्डरिंग आयरन टिप पर अंक अंकित होते हैं। ये संख्याएं उस तापमान को इंगित करती हैं जिस पर टिप को गर्म किया जा सकता है।

टिप नंबर	तापमान डिग्री सेल्सियस	तापमान डिग्री फारेनहाइट
5	260	500
6	316	600
7	371	700
8	427	800

टिप आकार का चयन (Selection of tip shape):

सुझाए गए सोल्डरिंग टिप आकार चयन टेबल नीचे दी गई है;

सोल्डरिंग कार्य का प्रकार	सोल्डरिंग टिप चुनने के लिए आकार
तारों प्रतिरोधकों और अन्य निष्क्रिय घटकों को लग/टैग बोर्डों पर लगाना	CHISEL TIP
IC को छोड़कर सभी लघु इलेक्ट्रॉनिक घटक लग बोर्ड और मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCBs) पर लगाना	BEVEL TIP
प्रिंटड परिपथ बोर्ड (PCBs) पर इंटीग्रेटेड परिपथ (ICs)	CONICAL TIP

सोल्डर और फ्लक्स का चयन (Selection of solder and flux):

कोर्ड सोल्डर कई आकार के होते हैं जिनका चयन सोल्डर जॉइन्ट के आकार पर निर्भर करता है। सोल्डर का उपयोग करने से पहले सोल्डर के टिन और लेड प्रतिशत की भी जांच की जानी चाहिए। सोल्डर के विभिन्न टिन और लेड संयोजनों को पिघलने और तरल अवस्था तक पहुंचने के लिए अलग-अलग तापमान की आवश्यकता होती है।

इलेक्ट्रॉनिक सोल्डरिंग अनुप्रयोगों के लिए 60/40 अनुपात के टिन-लेड सोल्डर का उपयोग किया जाता है। इस सोल्डर अनुपात में 200°C का गलनांक होता है जो सामान्य प्रयोजन के सोल्डरिंग आयरन के लिए आवश्यक तापमान होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

एक मजबूत सोल्डर जोड़ बनाने के लिए सोल्डरिंग करते समय पहले फ्लक्स पिघलना चाहिए और फिर सोल्डर करें। इसलिए रोसिन कोर्ड सोल्डर का उपयोग करते समय साइड कटर का उपयोग करके सोल्डर के पहले 5 से 10 mm को काट लें ताकि रोसिन कोर को अवरुद्ध करने वाले सोल्डर के पहले के पिघले हुए हिस्से को हटाया जा सके।

अनुप्रयोग में सुविधा के लिए सोल्डर में कोर्ड फ्लक्स के अतिरिक्त प्रयुक्त फ्लक्स पेस्ट के रूप में होना चाहिए।

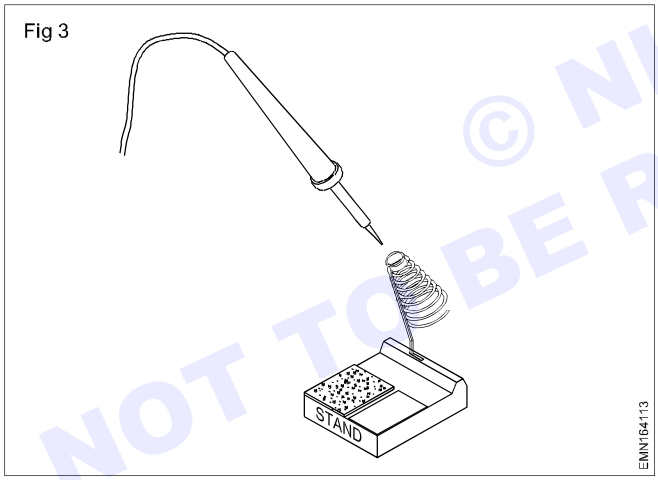
फ्लक्स एक रासायनिक पदार्थ है जिसमें अम्लीय गुण होते हैं। इसलिए यह विचारपूर्ण है कि फ्लक्स को हाथ से न छुएं। वर्कपीस पर फ्लक्स लगाने के लिए स्टिक या पतले कड़े ब्राश का उपयोग करें। सोल्डरिंग का कार्य करने के बाद हाथ धोना चाहिए।

सोल्डरिंग स्टैंड (Soldering stand):

सोल्डरिंग स्टैंड आवश्यक सोल्डरिंग तापमान के आसपास सोल्डरिंग आयरन टिप तापमान को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सोल्डरिंग स्टैंड बाह्र तापमान बिट को ठंडा करने की अनुमति नही देता। साथ ही उत्पन्न समस्त ऊष्मा स्टैंड को धारण नही करना चाहिए।

उपरोक्त आवश्यकताओं को पूर्ण करने के लिए सोल्डरिंग स्टैंड को विशेष रूप से Fig 3 में दिखाया गया है। ऐसा डिज़ाइन सोल्डरिंग आयरन के उपयोगकर्ता को आकस्मिक जलने की चोटों को भी रोकता है।

Fig 3



सोल्डरिंग स्टैंड की एक अन्य महत्वपूर्ण आवश्यकता इसकी यांत्रिक स्थिरता है। जब आयरन को बार-बार बाहर निकाला जाता है या स्टैंड में रखा जाता है तो स्टैंड गिरना नहीं चाहिए। एक अस्थिर स्टैंड से महत्वपूर्ण टांका लगाते समय जलने की चोट का कारण बन सकता है।

सोल्डरिंग आयरन का निरीक्षण (Inspection of soldering iron):

अधिकांश सोल्डरिंग AC मेन वोल्टेज द्वारा संचालित होते हैं। यह वोल्टेज का उच्चतम स्तर होता है और अगर कोई लापरवाही करता है तो झटका दे सकता है। सोल्डरिंग आयरन में आमतौर पर लंबी मेन केबल होती है। आयरन का उपयोग करते समय मुख्य केबल मुड़ जाती है और उसे शारीरिक तनाव झेलना पड़ता है। इस स्ट्रेन के कारण केबल का इंसुलेशन कट सकता है। इससे लाइव तार बाहर निकल सकते हैं। लाइव तार उपयोगकर्ता को स्पर्श करने पर गंभीर बिजली के झटके देते हैं।

इस प्रकार इसके माध्यम से उपयोग करने से पहले सोल्डरिंग आयरन का गहन निरीक्षण आवश्यक है।

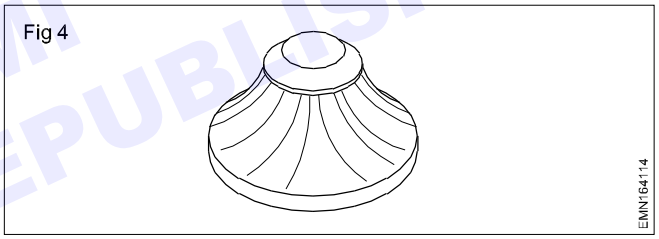
सोल्डरिंग के लिए सोल्डरिंग आयरन की तैयारी (Preparation of soldering iron for soldering)

जोड़ को गर्म करना और सोल्डर जोड़ना (Heating the joint and adding solder):

सोल्डरिंग के लिए एक जोड़ में सोल्डर को गर्म करने और लगाने की युक्तियाँ नीचे दी गई हैं:

- जोड़ के लिए आवश्यक अतिरिक्त फ्लक्स एक ही स्थान पर लागू न करें। जोड़ के चारों ओर थोड़ी मात्रा में फ्लक्स लगाएं। सोल्डरिंग के लिए फ्लक्स को क्षेत्र के बाहर प्रवाहित न होने दें।
- आयरन टिप को कनेक्शन पर इस तरह रखें कि टिप को जुड़ने वाले हिस्सों के साथ अधिकतम संपर्क मिले।
- सोल्डर को धीरे-धीरे जॉइंट में फीड करें सोल्डरिंग टिप के करीब से शुरू करें और जॉइंट के किनारे की ओर बढ़ें।
- जोड़ को तब तक लगाना जारी रखें जब तक कि जोड़ पूरी तरह से मेल्ट न हो जाए और जोड़ अवतल फिलेट जैसा हो जैसा कि Fig 4 में प्रदर्शित है।

Fig 4



- पर्याप्त सोल्डर लगाने और सोल्डर हटाने के बाद सोल्डर आयरन की नोक को एक पल के लिए जोड़ पर रखें ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि जोड़ पर सभी प्रवाह सोल्डरिंग के तापमान तक पहुंच गया है। यह जोड़के भीतर अधिकांश एसिड को विफल कर देगा अन्यथा कुछ समय की अवधि के बाद जोड़ को खराब कर देगा।

एक अच्छा सोल्डर जॉइंट बनाने में लगने वाला समय सोल्डर आयरन को लगाने से 3 से 7 सेकंड के बीच होता है।

जोड़ को ठंडा करना (Cooling the joint):

सोल्डर जॉइंट को ठंडा करने के टिप्स नीचे दिए गए हैं:

- जोड़ को बिना सहायता के ठंडा होने दें। जोड़ को ठंडा करने के लिए अपने मुंह से या किसी अन्य स्रोत से वायु की फूंक न मारें। बलपूर्वक शीतलन जोड़ को पहले की तुलना में बहुत पहले ठंडा करता है जिसके परिणामस्वरूप एक शुष्क या भंगुर सोल्डर जोड़ होता है जो जोड़ के यांत्रिक और विद्त दोषों को जन्म देगा।
- ठंडा होने पर जोड़ के किसी भी हिस्से को न हिलाएं। यह होने वाले रासायनिक बंधन को अस्तवयस्त करता है। ठंडा होने के दौरान जोड़ के हिलने से जोड़ शुष्क हो जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जोड़ की सफाई (Cleaning the joint):

जब एक सोल्डर जोड़ बनाया जाता है तो एक अच्छा जोड़ बनाने के लिए लागू फ्लक्स की मात्रा पर्याप्त होनी चाहिए। लेकिन अक्सर जोड़ पर एक भूरे रंग का मोमी पदार्थ बचा रहेगा। यह प्रवाह अवशेष के अलावा और कुछ नहीं है। अपनी मूल अवस्था में यह अवशेष संक्षारक होता है। अत: सोल्डरिंग को पूर्ण समझने से पहले फ्लक्स अवशेष या अतिरिक्त फ्लक्स को जोड़ से हटा दिया जाना चाहिए।

यदि फ्लक्स अवशेष और अतिरिक्त फ्लक्स को ठीक से नहीं हटाया जाता है तो फ्लक्स की उनकी संक्षारक प्रकृति धीरे-धीरे घटक लीड और परिपथ बोर्ड को नष्ट कर देगी। फ्लक्स अवशेष भी चिपचिपा होता है और यदि इसे हटाया नहीं जाता है तो यह धूल और मलबे को इकट्ठा कर लेगा जो अक्सर परिपथ विफलता का कारण बनता है।

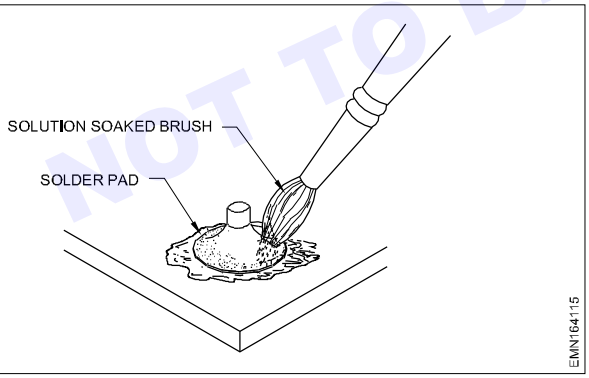
फ्लक्स अवशेषों को हटाने के लिए विलायक के उपयोग की आवश्यकता होती है। विलायक का प्रकार प्रयुक्त फ्लक्स पर निर्भर करता है।

आइसोप्रोपिल अल्कोहल (IPA) अवशिष्ट प्रवाह को हटाने के लिए उपयोग किए जाने वाले विलायक में से एक है। यह या तो बिना तनुकृत या पानी के साथ पूर्व-मिश्रित उपलब्ध है और उपयोग की मात्रा और शैली के आधारा पर पंप स्प्रे एरोसोल बॉक्स और ड्रम में प्राप्त किया जा सकता है।

जल/IPA विलायक का उपयोग कर सफाई (Cleaning using water/IPA solution):

अनुप्रयोग की सही विधि (स्प्रे या तरल) निर्धारित करें। सॉल्वेंट को सोल्डर वाले जोड़ पर लगाएं। एक साफ एसिड ब्राश या किसी अन्य प्रकार के कड़े ब्रश का प्रयोग करें जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है जोड़ को धीरे से साफ़ करने के लिए अवशेषों की समाप्ति करने में मदद करने के लिए मिश्रण को छिड़कते समय सावधानी बरतें।

Fig 5



जब अवशेषों को समाप्त कर दिया गया है तो जितना संभव हो उतना भंग अवशेषों को हटाने के लिए जोड़ को एक लिंट-फ्री कपड़े से सुखाएं।

सोल्डरिंग करते समय न करें

- **खराब टिन वाले सोल्डरिंग टिप का उपयोग न करें।**
- **नम स्पंज पर आयरन बिट को अधिक पोंछकर ठंडा न करें।**
- **सोल्डरिंग आयरन बिट पर सोल्डर को जोड़ तक न ले जाने दें।**
- **जोड़ पर फूंक मारकर उसकी ठंडक को तेज करने की कोशिश नकरें।**
- **सोल्डर वाले जोड़ को तब तक न हिलाएं जब तक कि सोल्डर ठोस अवस्था तक ठंडा न हो जाए।**
- **खराब सोल्डर जोड़ को दोबारा गर्म करके सुधार ने की कोशिश न करें। सभी मूल सोल्डर को हटा दिया जाना चाहिए और जोड़ तैयारी और सोल्डरिंग को फिर से किया जाना चाहिए।**

सोल्डरिंग आयरन की विशेषताएं (Features of soldering iron):

एक विशेष सोल्डरिंग आयरन का चुनाव करने से पहले टांका सोल्डरिंग आयरन की कई विशेषताओं की जांच की जानी चाहिए। इनमें आकार, वाट क्षमता या बिजली की खपत तापमान नियंत्रण की वोल्टेज विधि विरोधी स्थैतिक सुरक्षा उपलब्ध स्टैंड का प्रकार और सामान्य रखरखाव और देखभाल के मुद्दे शामिल हैं।

आकार (Size): सोल्डरिंग आयरन के आकारों की एक विस्तृत रेंज उपलब्ध है। स्पष्ट है कि जो छोटे हैं वे अच्छे काम के लिए अधिक उपयुक्त होंगे और जो बड़े हैं वे कम संवेदनशील वस्तुओं के सोल्डर के लिए अधिक उपयुक्त होंगे। भौतिक आकार भी आयरन की वाट क्षमता या शक्ति क्षय के समानांतर होगा।

वाट क्षमता या शक्ति क्षय (Wattage or power consumption): सोल्डरिंग आयरन शक्ति क्षय या वाट क्षमता को समान्यत: उद्त किया जाता है। वाट क्षमता भिन्न हो सकती है। आधारभूत गैर-तापमान नियंत्रित आयरन सामान्य कार्य के लिए 40 वाट की वाट क्षमता अच्छी हो सकती है और यदि भारी सोल्डरिंग की परिकल्पना की जाती है तो अधिक हो सकती है। छोटे PCB कार्य के लिए 15 या 25 वाट अच्छा मान है। तापमान नियंत्रित आयरन के लिए थोड़ा अधिक वाट क्षमता सामान्य है क्योंकि तापमान नियंत्रण अधिक तेज़ी से कार्य करता है यदि कार्य आइटम के माध्यम से ऊष्मा उत्सर्जन क्षतिपूर्ति के लिए अधिक ऊष्मा को और अधिक तेज़ी से निर्देशित किया जा सकता है।

वोल्टेज (Voltage): यद्यपि किसी विशेष देश में बिक्री पर अधिकांश सोल्डरिंग आयरन में सही मेन वोल्टेज 230V AC अंकित होता है कुछ सोल्डरिंग आयरन 12 V से भी संचालित होते हैं। कुछ आयरन विशेष अनुप्रयोगों के लिए बनाए जाते हैं जहां उन्हें न्यून वोल्टेज से चलाने की आवश्यकता होती है।

तापमान नियंत्रण (Temperature control): सोल्डरिंग आयरन तापमान नियंत्रण की दो मुख्य प्रकारों का उपयोग करते हैं। न्यूनतम मान आयरन को इस तथ्य से नियंत्रित किया जाता है कि जब वे तापमान पर आते हैं तो ऊष्मा क्षय उसी प्रकार होता है जैसे ऊष्मा उत्पन्न होती है। दूसरे शब्दों में वे किसी भी प्रकार के इलेक्ट्रॉनिक विनियमन का उपयोग नहीं करते हैं। अन्य अधिकतम कीमत प्रकारों में थर्मोस्टेटिक नियंत्रण होता है। यह स्वाभाविक रूप से तापमान को बेहतर तरीके से नियंत्रित करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

समान्यत: तापमान को आवश्यक मान पर समायोजित किया जा सकता है। ये आयरन अपने आप से आते हैं क्योंकि जब एक बड़ी वस्तु को सोल्डर करके ऊष्मा क्षय करते हैं तो वे अपने तापमान को बेहतर बनाए रखेंगे। बिना किसी विनियमन वाले लोग आयरन वस्तु को सोल्डर करते समय अपने तापमान को पर्याप्त रूप से बनाए रखने में सक्षम नहीं हो सकते हैं जिसके परिणामस्वरूप इन परिस्थितियों में सोल्डर को पिघलाना अधिक कठिन होता है।

विरोधी स्थैतिक सुरक्षा (Anti-static protection): कई इलेक्ट्रॉनिक अवयवों की बढ़ती संवेदनशीलता के साथ विशेष रूप से बहुत उन्नत एकीकृत परिपथ चिप्स में स्थैतिक सुरक्षा एक मुद्दा बनता जा रहा है। जबकि घरेलू उपयोग के अधिकांश घटक अक्सर स्टैटिक द्वारा क्षतिग्रस्त नहीं होते हैं कुछ हैं। इसलिए कम से कम यह विचार करने के लिए एक बुद्धिमान सावधानी है कि खरीदा गया सोल्डरिंग आयरन स्टैटिक सुरक्षा वाला है या नहीं।

रखरखाव (Maintenance): किसी भी सोल्डरिंग आयरन का उपयोग करते समय यह आवश्यक है कि स्पेयर पार्ट्स प्राप्त किए जा सकें। सत्य है कि सोल्डरिंग के लिए उपयोग किए जाने वाले सोल्डरिंग आयरन "बिट्स" का जीवन सीमित होता है और भले ही बाकी आयरन कई वर्षों तक काम कर सकता है लेकिन बिट्स को नियमित अंतराल पर बदलना आवश्यक होगा। इसके अतिरिक्त यह अधिक महंगे सोल्डरिंग आयरन के लिए सुनिश्चित करने योग्य है जैसे कि तापमान नियंत्रण वाले आयरन मरम्मत के समय आवश्यक स्पेयर पार्ट्स उपलब्ध होने चाहिए।

डीसोल्डरिंग और डीसोल्डरिंग टूल्स (Desoldering and desoldering tools)

डीसोल्डरिंग (Desoldering):

निम्नलिखित कारणों से कई बार सोल्डर या वायर्ड परिपथ अवयवों और तारों को डिस्कनेक्ट/निकालना आवश्यक हो सकता है;

- घटक विफलता (ओपन, शॉर्ट आदि)।
- गलत घटक इंस्टालेशन (ध्रुवीयता, स्थिति आदि)।
- दोषपूर्ण या दोषपूर्ण सोल्डर कनेक्शन (शुष्क सोल्डर आदि)।
- परिपथ संशोधन (घटकों को बदलना हटाना आदि)।

किसी भी सोल्डरिंग परिपथ से एक घटक या तार को डिस्कनेक्ट करने में दो अलग-अलग क्रियाएं शामिल हैं। ये हैं:

1 **कनेक्शन को हटाना Desoldering the connection** - इस क्रिया में एक जोड़ से सोल्डर को हटाना शामिल है

2 **कंपोनेंट को हटाना Removal of the component** - इस क्रिया में कंपोनेंट लेड को जोड़ से हटाना शामिल है।

कनेक्शन को डी-सोल्डर करना (De-soldering the connection):

डी-सोल्डरिंग एक सोल्डर जॉइन्ट को गर्म करने मौजूदा सोल्डर को पिघलाने और जोड़ से पिघला हुआ सोल्डर निकालने की एक प्रक्रिया है।

डी-सोल्डरिंग घटकों और तारों को अनावश्यक क्षति के बिना जोड़ से घटकों तारों को अलग करना या बाहर निकालना आसान बनाता है।

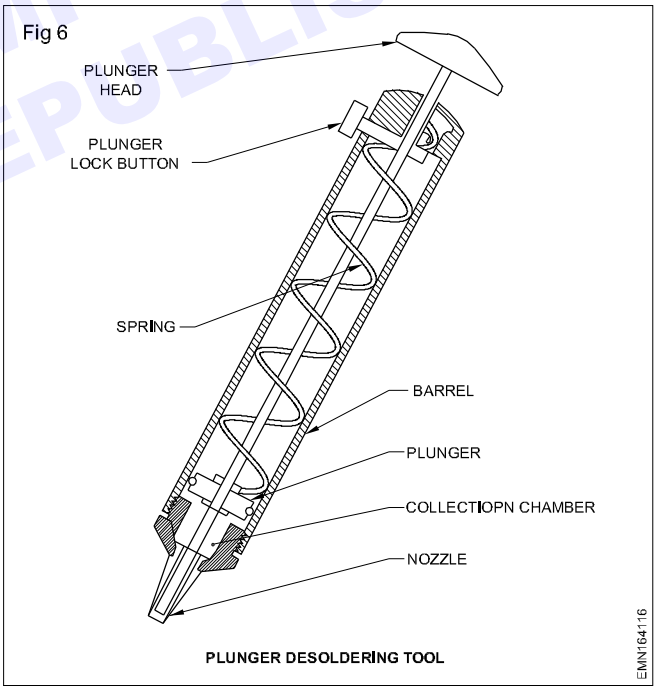
सोल्डर को पिघलाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की आपूर्ति सोल्डरिंग आयरन द्वारा की जाती है। लेकिन जोड़ से पिघला हुआ सोल्डर हटाने के लिए निम्नलिखित में से किसी एक के उपयोग की आवश्यकता होती है;

- प्लंजर डी-सोल्डरिंग टूल या डीसोल्डरिंग पंप
- विकिंग ब्रेड

लेकिन, कई स्थितियों में नोज प्लायर और सोल्डरिंग आयरन का उपयोग करके डीसोल्डरिंग की जाती है। सबसे पहले डिस्कनेक्ट किए जाने वाले जोड़ को सोल्डरिंग आयरन का उपयोग करके गर्म किया जाता है। एक बार जब जोड़ पर सोल्डर पिघल जाता है तो घटक लीड को नोज प्लायर का उपयोग करके दूर खींच लिया जाता है। डीसोल्डरिंग की इस पद्धति का उपयोग मजबूत लीड वाले भारी घटकों के लिए किया जा सकता है। लेकिन इस विधि का उपयोग ट्रांजिस्टर इंटीग्रेटेड परिपथ आदि जैसे पतले लेड वाले संवेदनशील घटकों को हटाने के लिए नहीं किया जाना चाहिए ऐसा इसलिए है क्योंकि इस विधि में घटक के गर्म होने या लीड के कटने या अवयव बॉडी से अलग होने की संभावना होती है।

प्लंजर डी-सोल्डरिंग टूल (Plunger de-soldering tool):

एक विशिष्ट प्लंजर डी-सोल्डरिंग उपकरण Fig 6 में दिखाया गया है।



प्लंजर टाइप डिसोल्डरिंग टूल सबसे अधिक उपयोग किया जाने वाला डिसोल्डरिंग टूल है। यह उपकरण वायु चूषण (air suction)के सिद्धांत पर कार्य करता है। जब प्लंजर हेड को पूर्ण रुप से अंदर धकेला जाता है तो प्लंजर बटन की मदद से लॉक हो जाता है। इसे कॉकिंग टूल के रूप में जाना जाता है।

इस स्थिति में डीसोल्डरिंग टूल के नोजल को जॉइंट को डीसोल्डर करने के लिए लगभग स्पर्श करते हुए रखा जाता है। यदि जोड़ को गर्म किया जाता है तो जोड़ पर सोल्डर पिघल जाता है। यदि डीसोल्डरिंग पंप का प्लंजर बटन

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

दबाया जाता है तो यह स्प्रिंग तनाव को मुक्त करता है और प्लंजर को झटके के साथ ऊपर ले जाता है। यह वायु चूषण को नोजल के माध्यम से होता है। चूंकि नोजल अब पिघले हुए सोल्डर के संपर्क में है पिघले हुए सोल्डर का चूषण भी नोजल के माध्यम से होता है और संग्रह कक्ष में एकत्र हो जाता है।

जब एक प्लंजर डी-सोल्डरिंग टूल का उपयोग करके सोल्डर को हटा दिया जाता है तो पहले प्रयास में डी-सोल्डरिंग टूल द्वारा जोड़ के सभी पिघला हुआ सोल्डर का चूषण नही हो सकता है जोड़को फिर से गरम किया जाना चाहिए और सोल्डर को दो या तीन प्रयासों में हटा दिया जाना चाहिए।

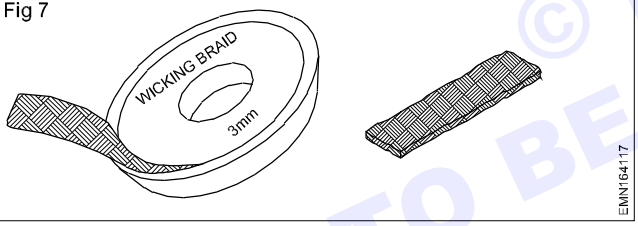
पिघले हुए सोल्डर का एक बार चूषण करने के बाद दूसरे सक्शन के लिए टूल को कॉक करते समय नोजल को डस्ट कलेक्टर में डालें। इसका कारण यह है कि हर बार जब उपकरण को कॉक किया जाता है तो नोजल की नोक पर एकत्र किया गया सोल्डर बाहर धकेल दिया जाता है।

कई ऑपरेशनों के बाद उपकरण के भीतर एकत्रित अपशिष्ट सोल्डर इसके संचालन में बाधक होगा। नोजल को बंद होने से बचाने के लिए इस सोल्डर को समय-समय पर हटा देना चाहिए और उपकरण को साफ और लुब्रिकेशन देना चाहिए।

विकिंग ब्रेड (Wicking Braid):

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है विकिंग ब्रेड एक और सरल डी-सोल्डरिंग सामाग्री है। यह तांबे का बना होता है और फ्लक्स में भिगोया जाता है। ब्रेड और कुछ नहीं बल्कि तांबे की पतली धागों से बना एक टेप है जो जाली बनाने के लिए बुना हुआ है। Fig 7

Fig 7



एक विकिंग ब्रेड गर्म सोल्डर की ऊष्मा स्रोत की ओर बहने की प्रवृत्ति पर निर्भर करता है। जब एक सोल्डर जॉइन्ट को एक विकिंग टेप के माध्यम से ऊष्मा दी जाती है जैसा कि Fig 23a में दिखाया गया है पिघला हुआ सोल्डर Fig 23b में दिखाए गए अनुसार विकिंग ब्रेड में खींचा जाता है। इस प्रकार जोड़अब सोल्डर से मुक्त है और अवयव को आसानी से हटाया जा सकता है।

विकिंग ब्रेड की फ्लक्स सामाग्री एक ब्रेड से दूसरे ब्रेड में भिन्न-भिन्न होती है। समान्यत: ब्रेड में फ्लक्स का स्तर जितना अधिक होगा जोड़ से सोल्डर चूषण में यह उतना ही अधिक कुशल होगा।

विकिंग ब्रेड्स छोटे हाथ से पकड़े जाने वाले रोल में उपलब्ध होते हैं और 0.8 से 6 mm चौड़े आकार में आपूर्ति की जाती है ताकि जोड़ को डी-सोल्डर करने के लिए वाइकिंग ब्रेड की सही चौड़ाई का चयन किया जा सके।

विकिंग ब्रेड का उपयोग करके डी-सोल्डरिंग का उपयोग आमतौर पर मुद्रित परिपथ बोर्डों (PCB) पर सोल्डर किए गए लघु अवयवों को हटाने के लिए किया जाता है।

अवयव को हटाना (Removal of component):

जब सोल्डर को जोड़ से हटा दिया जाता है तब घटक को परिपथ बोर्ड से हटाया जा सकता है। यदि किसी घटक को क्लिंच लेड विधि का उपयोग करके सोल्डर किया गया था। लेड होल्डर करने वाले सोल्डर बिग्र को हटाना आवश्यक है।

सोल्डर ब्रिाज को हटाने के लिए चरणों का पालन करें।

डी-सोल्डरिंग के लिए अन्य विशेष उपकरण जैसे डी-सोल्डरिंग आयरन और मल्टी-कॉन्टैक्ट डी-सोल्डरिंग ब्लॉक का उपयोग किया जाता है।

सोल्डरिंग और डीसोल्डरिंग स्टेशन (Soldering and desoldering station):

प्रिंटड परिपथ बोर्ड ने इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योग का स्वरुप बदल दिया है। आज के PCB की तुलना पुराने हार्ड वायर्ड स्टील चेसिस उपकरणों से करते हैं उनमें दृढ़ता की कमी होती है जिससे वे दरारों और संबंधित दोषों के प्रति संवेदनशील हो जाते हैं। टूटे हुए PCB की मरम्मत करना कभी-कभी संभव हो सकता है लेकिन यह बहुत कठिन प्रक्रिया है। PCB पर टूटे तांबे के निशान का पता लगाना मरम्मत का सबसे कठिन हिस्सा है PCB बहुत आसानी से क्षतिग्रस्त हो जाता है। स्थापना या समस्या निवारण के दौरान अपरिष्कृत (उग्र) ट्रेस में एक दरार को आमंत्रित करेगा। PCB को उनकी सॉकेट से लगाते या हटाते समय थोड़ा अतिरिक्त बल लगाने की आवश्यकता होती है। यह स्वयं ट्रेस में दरार का कारण बन सकता है। इसी तरह जब एक PCB पर एक घटक हटा दिया जाता है या थोड़ी लंबी अवधि के लिए थोड़ी अधिक ऊष्मा दी जाती है तो बोर्ड के सब्सट्रेट से तांबे का निशान निकल जाएगा। ट्रेस में एक सूक्ष्म दरार का परिणाम हो सकता है।

सोल्डरिंग और डीसोल्डरिंग स्टेशन (Soldering and Desoldering Stations):

डिजाइन द्वारा सुरक्षित ESD के साथ एक विशिष्ट प्रतिस्पर्धी सोल्डरिंग स्टेशन में हॉट एयर स्टेशन सोल्डरिंग LED डबल डिजिटल डिस्प्ले शामिल होगा। इस तरह के स्टेशन सेंसर के PID नियंत्रित क्लोज्ड लूप के साथ आते हैं। डीसोल्डर स्टेशन तेजी से हीटिंग सटीक और स्थिर तापमान दे सकता है जो सोल्डरिंग और डी-सोल्डरिंग सतह के लिए उपयुक्त है। जैसे QFPM PLCC, SOP, BGA आदि ICs का पैकेज। हॉट एयर स्टेशन और कुशल शीतलन प्रणाली लंबे जीवन के लिए आयातित हीटिंग तार को होल्ड करती है। समान्यत: हल्के पोर्टेबल हैंडल होते हैं और लंबे समय तक हाथ से SMD घटक को माउंट करने और फिर से कार्य करने के लिए उपयुक्त होते हैं।

सोल्डर और डीसोल्डर स्टेशनों के विशिष्ट विनिर्देश (Typical specifications of a Solder and Desolder stations):

हॉट सोल्डरिंग स्टेशन (Hot Soldering Station):

वायु प्रवाह	: 0.16 - 1.2 Nm^3/h
पंप की खपत	: 45W
ताप नियंत्रण	: 150-450

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डिग्री	: 250W धातु
रेटेड वोल्टेज	: 110V/220V 50/60Hz AC
शक्ति क्षय	: 270W
वायु पंप	: झिल्लीदार (Membranous)

सोल्डर उपकरण (Solder Equipment)

बिजली की खपत	: 60W
आउटपुट वोल्टेज	: 24 V AC
ताप नियंत्रण	: 200-480
ग्राउन्ड प्रतिरोध	: 20 ohms

हीटर: सिरेमिक ताप तत्व

एक विशिष्ट हॉट सोल्डरिंग स्टेशन को Fig 8 में दिखाया गया है।

Fig 8



पंप और विक का उपयोग करके डीसोल्डर करना (Desoldering by using pump and wick)

डिसोल्डरिंग PCB पर बने परिपथ से सोल्डर किए गए घटकों को अलग करने की प्रक्रिया है। इस उद्देश्य के लिए सोल्डरिंग आयरन के साथ डीसोल्डरिंग पंप का उपयोग किया जाता है। एक डिसोल्डरिंग पंप जिसे सोल्डर सकर के रूप में भी जाना जाता है एक छोटा यांत्रिक उपकरण है जो उस जोड़ से तरल/पिघला हुआ सोल्डर चूषण करता है जहां घटक लगे होते हैं। PCB से एक घटक को हटाने के लिए हम पहले सोल्डर जॉइंट को सोल्डरिंग आयरन के साथ तब तक गर्म करते हैं जब तक कि सोल्डर द्रवीभूत/पिघल न जाए। उसी क्षण हम ट्रिगर लीवर को दबाकर सोल्डरिंग पंप को सक्रिय करते हैं और टिप को पिघली हुई धातु के ऊपर लाते हैं और एक बटन दबाकर ट्रिगर को वापस खींचते हैं। इस पल में लीवर को वापस खींच लिया जाता है और पंप की नोक पिघले हुए सोल्डर का चूषण कर लेती है। इस प्रक्रिया को तब तक दोहराया जाता है जब तक कि सभी अवशेष सोल्डर पंप द्वारा चूषण नहीं किया जाता है और PCB पर कोटर एक नए अवयव को ज्वाइन्ट करने के लिए स्पष्ट है।

पंप को चालू करने के लिए लीवर को तब तक दबाया जाता है जब तक कि एक क्लिक की आवाज न आ जाए जो इंगित करता है कि लीवर उसी स्थिति में बंद रहेगा।

डीसोल्डरिंग पंप के नीचे हेड में एक कोटर होता है जिसके माध्यम से पंप चालू होने पर पिघला हुआ सोल्डर खींचा जाता है। शीर्ष को इस तरह से डिज़ाइन किया गया है कि निकाला गया सोल्डर जमता नहीं है और इसे अवरुद्ध नहीं करता है फलस्वरूप खींचा हुआ धातु आसानी से हटाया और अलग किया जा सकता है।

डीसोल्डरिंग विक / ब्रेड (Desoldering Wick/ braid)

एक कनेक्शन पर ब्रेड रखें और आयरन से विपरीत दिशा को गर्म करें कभी-कभी आयरन बिट पर थोड़ी मात्रा में सोल्डर जोड़ने से वास्तव में प्रक्रिया तेज हो सकती है क्योंकि वह सोल्डर आयरन को तेजी से ऊष्मा स्थानांतरित करने में मदद करेगा। पुरानी विक को काट कर फेंक दें। डीसोल्डरिंग विक/ब्रेड का उपयोग करने के साथ एकमात्र चिंता यह है कि घटक और पैड आसानी से गर्म हो सकते हैं खासकर सतह माउंट पैड में हमेशा की तरह भागों के गर्म होने के समय को कम करने का प्रयास करें। यह विक 1″ चौड़ी और 5 फीट लंबी है जो अधिकांश थ्रू-कोटर और कई सतह माउंट कनेक्शनों के लिए संतोषजनक होनी चाहिए। चौड़ाई महत्वपूर्ण है क्योंकि यह तय करती है कि एक निश्चित लंबाई की चोटी कितनी सोल्डर पकड़ सकती है। अत्यधिक पतला और सोल्डर जल्दी से ब्रेड को भर देगा और इसे अवशोषित होने से रोक देगा। अत्यधिक मोटा ब्रेड दृढ़ होगा और पड़ोसी जोड़ों को छूना मुश्किल होगा। यह विशेष ब्रेड शुद्ध राल-आधारित फ्लक्स में लेपित है जो एक गैर-संक्षारक अप्रवाहकीय और पर्यावरण के अनुकूल अवशेष छोड़ देगा कॉस्मेटिक कारणों के लिए वांछित होने पर अवशेषों को अल्कोहल से साफ किया जा सकता है लेकिन जब तक आप सैन्य युक्ति उपकरण नहीं बना रहे हैं सफाई आवश्यक नहीं होनी चाहिए। आवरण ESD सुरक्षित है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

स्विच (Switches)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **विभिन्न प्रकार के स्विच और उसके अनुप्रयोग को समझना**

स्विच (Switches)

इलेक्ट्रिकल एक्सेसरीज (Electrical accessories):

इलेक्ट्रिकल एक्सेसरी (विद्त सहायक सामाग्री) एक आधारभूत भाग है जिसका उपयोग वायरिंग में या तो सुरक्षा और समायोजन के लिए या विद्तपरिपथ के नियंत्रण के लिए या इन कार्यों के संयोजन के लिए किया जाता है।

कंट्रोलिंग एक्सेसरीज (Controlling accessories):

वे एक्सेसरीज जिनका इस्तेमाल परिपथ या स्विच जैसे इलेक्ट्रिकल पॉइंट को कंट्रोल करने के लिए किया जाता है 'कंट्रोलिंग एक्सेसरीज' कहलाते हैं। सभी स्विच उनके कार्य उपयोग के स्थान माउंटिंग के प्रकार धारा क्षमता और कार्यशील वोल्टेज के अनुसार निर्दिष्ट किए जाते हैं। उदाहरण के लिए - S.P.T (सिंगल पोल टम्बलर) फ्लश-माउंटेड स्विच 6 एम्प्स 240 वोल्ट।

उनके कार्य और उपयोग के स्थान के अनुसार स्विच के प्रकार (Types of switches according to their function and place of use):

1 सिंगल पोल टम्बलर स्विच

2 सिंगल पोल टू-वे स्विच

3 इंटरमीडिएट स्विच

4 बेल-पुश या पुश-बटन स्विच

5 पुल या सीलिंग स्विच

6 सिंगल पोल सिंगल थ्रो स्विच (SPST)

7 सिंगल पोल डबल थ्रो स्विच (SPDT)

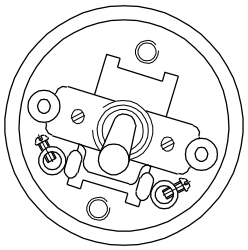
8 डबल पोल सिंगल थ्रो स्विच (DPST)

9 डबल पोल डबल थ्रो स्विच (DPDT)

उपरोक्त में से 1234 और 6 या तो सरफेस माउंटिंग टाइप या फ्लश (सपाट)-माउंटिंग टाइप हो सकते हैं।

सिंगल पोल, टम्बलर स्विच (Single pole, tumbler switch): यह एक दो टर्मिनल डिवाइस है जो केवल परिपथ की स्थापना और भंजन में सक्षम है। परिपथ की स्थापना या भंजन के लिए एक नॉब दिया गया है। इसका उपयोग प्रकाश या पंखे या 6 एम्प्स सॉकेट परिपथ को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। वन-वे स्विच जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है।

Fig 9

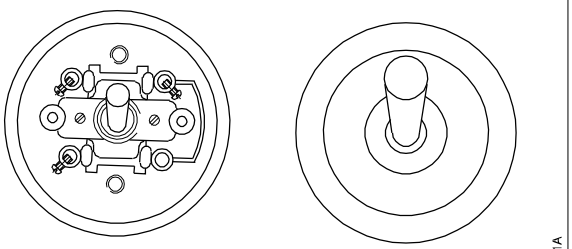


6 AMP SINGLE-WAY SURFACE MOUNTING SWITCH (COVER REMOVED)

EMN164119

सिंगल पोल, टू-वे स्विच (Single pole, two-way switch): यह एक तीन टर्मिनल डिवाइस है जो एक ही स्थिति से दो कनेक्शन कीस्थापना और भंजन में सक्षम है जैसा कि Fig 10 में दिखाया गया है। इन स्विच का उपयोग सीढ़ी की रोशनी में किया जाता है जहां एक लैंप को दो स्थानों से नियंत्रित किया जाता है। यद्यपि चार टर्मिनल देखे जा सकते हैं दो लघुपथित हैं और कनेक्शन के लिए केवल तीन टर्मिनल उपलब्ध हैं। यद्यपि सिंगल वे और टू-वे स्विच सामने से एक जैसे दिखते हैं जैसा कि Fig 2b में दिखाया गया है लेकिन नीचे की ओर देखकर उन्हें वर्गीकृत किया जा सकता है। सिंगल वे स्विच में दो टर्मिनल पोस्ट होंगे जबकि टू-वे स्विच में चार टर्मिनल पोस्ट होंगे।

Fig 10



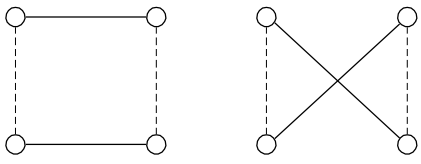
(a) 6 AMP 2-WAY SURFACE MOUNTING SWITCH (COVER REMOVED)

(b) A 2-WAY SWITCH WITH A METAL CAP

EMN16411A

इंटरमीडिएट स्विच (Intermediate switch): यह एक चार-टर्मिनल उपकरण है जो दो स्थितियों से दो कनेक्शन की स्थापना और भंजन में सक्षमहै जैसा कि Fig11 में दिखाया गया है। इस स्विच का उपयोग दो तरह के स्विच के साथ तीन या अधिक स्थितियों से लैंप को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।

Fig 11



INTERMEDIATE SWITCH CONNECTIONS

EMN16411B

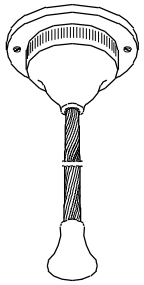
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

बेल-पुश या पुश-बटन स्विच (Bell-push or push-button switch): यह एक दो-टर्मिनल उपकरण है जिसमें स्प्रिंग-लोडेड बटन होता है। जब धक्का दिया जाता है तो यह अस्थायी रूप से 'परिपथ' बनाता है और रिलीज होने पर 'ब्रेक' स्थिति प्राप्त करता है।

पुल या सीलिंग स्विच (पेंडेंट स्विच) (Pull or ceiling switch) (Pendent switch): Fig12 में दिखाया गया यह स्विच प्राय: एक दो-टर्मिनल डिवाइस है जो परिपथ की स्थापना और भंजन के लिए वन वे स्विच के रूप में कार्य करता है।

यह स्विच छत पर लगा होता है। चूंकि उपयोगकर्ता इंसुलेटेड कॉर्ड के माध्यम से स्विच को दूर से संचालित कर सकता है इसका उपयोग बाथरूम में वॉटर हीटर या बेडरूम में पंखे या लाइट के संचालन के लिए सुरक्षित रूप से किया जा सकता है।

Fig 12



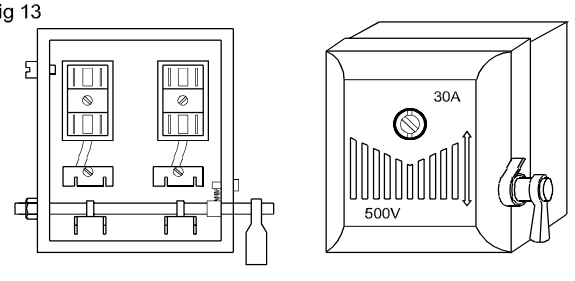
PULL SWITCH

EMN16411C

डबल पोल स्विच (D.P. स्विच) (Double pole switch (D.P. switch): यह एक स्विच है जिसमें दो पोल होते हैं दो पोल यांत्रिक रूप से एक साथ जोड़े जाते हैं। यह एक नॉब से संचालित होता है। इसमें फ्यूज और न्यूट्रल लिंक भी दिया गया है। घरेलू कार्यों में मुख्य या शाखा परिपथ को नियंत्रित करने के लिए इन स्विचों का उपयोग मुख्य स्विच के रूप में किया जाता है।

डबल पोल आयरन-क्लैड मेन स्विच (Double pole iron-clad main switch): Fig 13 में दिखाए गए इस स्विच को D.P.I.C स्विच के रूप में भी जाना जाता है और मुख्य आपूर्ति को नियंत्रित करने के लिए मुख्य रूप से सिंगल फेज घरेलू प्रतिष्ठानों के लिए उपयोग किया जाता है। यह आपूर्ति के लाइन और न्यूट्रल को एक साथ नियंत्रित करता है। इस स्विच में दो फ्यूज-वाहक होते हैं। फेज परिपथ में एक को फ्यूज के साथ और दूसरे को न्यूट्रल में पीतल की प्लेट या मोटे तांबे के तार से जोड़ा जाता है। उपयोगकर्ता की सुरक्षा के लिए इन स्विचों को सही प्रकार से ग्राउन्ड किया जाना चाहिए। स्विच की धारा रेटिंग 16 एम्पीयर से 200 एम्पीयर तक भिन्न होती है।

Fig 13



DPIC MAIN SWITCH

EMN16411D

इन स्विचों की विशिष्टता होनी चाहिए:

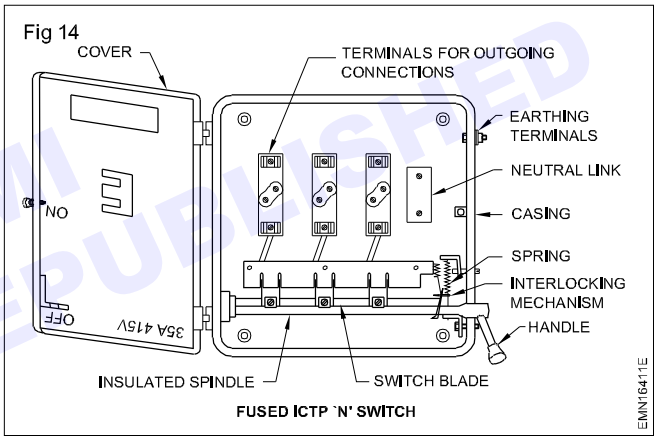
- धारा रेटिंग
- वोल्टेज रेटिंग
- अनुलग्नक का प्रकार (शीट स्टील या कास्ट आयरन)।

ट्रिपल (तीन) पोल आयरन-क्लैड मेन स्विच (Triple (three) pole iron-clad main switch): यह Fig 14 में दिखाया गया है और इसे TPIC स्विच के रूप में भी जाना जाता है और इसका उपयोग बड़े घरेलू इंस्टॉलेशन में और 3-फेज पावर परिपथ में भी किया जाता है प्रत्येक फेज के लिए स्विच में 3 फ्यूज कैरियर होते हैं न्यूट्रल कनेक्शन भी संभव है क्योंकि कुछ स्विच आवरण के अंदर एक न्यूट्रल लिंक के साथ प्रदान किए जाते हैं।

इन स्विचों को बाह्य आवरण में दिए गए एक टर्मिनल या स्क्रू के माध्यम से अर्थ किया जाना चाहिए।

स्विच की धारा रेटिंग 16 से 400 amps तक भिन्न-भिन्न होती है। इन स्विचों की विशिष्टता होनी चाहिए।

Fig 14



FUSED ICTP 'N' SWITCH

EMN16411E

- धारा रेटिंग
- वोल्टेज रेटिंग
- अनुलग्नक का प्रकार (शीट स्टील या कास्ट आयरन)।
- न्यूट्रल लिंक के साथ हो भी सकता है नही भी
- रीवायरेबल टाइप फ्यूज कैरियर या HRC टाइप फ्यूज कैरियर।

विद्त उद्योग में उपयोग किए जाने वाले स्विच (Switches used in electric industry):

स्विचिंग इलेक्ट्रॉनिक्स में सबसे आधारभूत कार्य है और प्रत्येक प्रणाली में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है

आज उद्योग में सबसे व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले स्विच कॉन्फ़िगरेशन हैं:

1 सिंगल पोल सिंगल थ्रो (SPST)

2 सिंगल पोल डबल थ्रो (SPST)

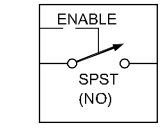
3 डबल पोल डबल थ्रो (DPDT)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सिंगल पोल सिंगल थ्रो (SPST) (Single Pole Single Throw) (SPST): एक एनालॉग स्विच है जिसका उपयोग कई औद्योगिक उपकरणों और उपभोक्ता उपकरणों में परीक्षण इंटरफेस आदि को लागू करने के लिए किया जाता है। यह 690 nA की सीमा में अधिकतम धारा के साथ न्यूनतम शक्ति क्षय करता है।

सामान्यत: खुला **SPST** स्विच स्रोत से कई बाह्य उपकरणों को अलग कर सकता है और आवश्यक एक का चयन कर सकता है। (Fig 15)

Fig 15

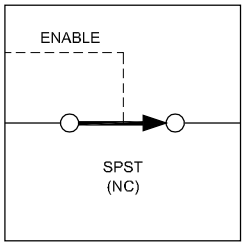


SINGLE POLE SINGLE THROW
NORMALLY

EMN16411F

सामान्य रूप से बंद **SPST** विच हर समय बाह्य उपकरण से संयोजित रहता है और जब वांछित नहीं होता है तो स्विच के प्रेस द्वारा आउटपुट को पूर्ण रुप से बाधित किया जा सकता है। (Fig 16)

Fig 16

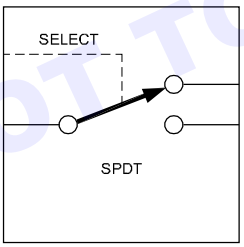


SINGLE POLE SINGLE THROW

EMN16411G

कुछ **SPDT** स्विच में एक चयन (SPDT) पिन होता है और अन्य में एक सक्षम पिन होता है। डिजिटल नियंत्रण के लिए डिज़ाइन में मास्टर आवश्यक ट्रिगर एक्शन चुनता है। (Fig17)

Fig 17



SINGLE POLE DOUBLE THROW

EMN16411H

चयन पर श्मिट ट्रिगर कार्रवाई और नियंत्रण पिन को सक्षम करने से उच्च विश्वसनीयता प्राप्त होती है।

डिजिटल बस स्विच व्यापक रूप से कई बाह्य उपकरण और समूह चयनित कार्यों बिद्त और घड़ी प्रबंधन सैम्पल और होल्ड परिपथ परीक्षण और डीबग इंटरफेस आदि का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

एक **ड्यूल (SPDT)** स्विच इन (Fig 18) का उपयोग किया जा सकता है

1 ऑडियो सिग्नल को बेस बैंड प्रोसेसर से स्पीकर तक रूट करने के लिए

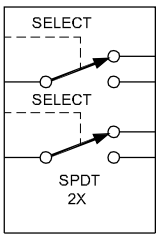
2 सेल फोन और बाहरी हैंड्स-फ्री डिवाइस के बीच ऑडियो सिग्नल को वायरलेस तरीके से रूट करने के लिए।

ड्यूल SPDT और दोहरी ड्यूल SPST स्विच या तो एक साथ चयन के लिए या एक साथ एनेबल करने के लिए उपलब्ध हैं।

दो सिग्नल बिंदुओं या बाह्य उपकरणों में से एक को संयोजित करने के लिए एक साथ चयन करना है।

एक साथ एनेबल सामान्य रूप से खुला है और मास्टर द्वारा नियंत्रण एनेबल होने पर डिसेबल होने तक एनेबल रहता है।

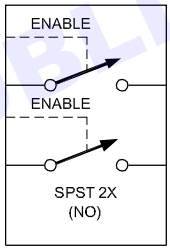
Fig 18



EMN16411I

दोहरे SPST स्विच का प्रतीक (Fig 19) में दिखाया गया है

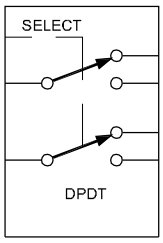
Fig 19



EMN16411J

A DPDT स्विच एक एकल चयन पिन में एक दोहरी एसपीडीटी स्विच है जैसा कि (Fig 20) में दिखाया गया है।

Fig 20



DOUBLE POLE DOUBLE THROW

EMN16411K

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक घटक और निष्क्रिय घटक (Active electronic components passive and active components)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **निष्क्रिय घटकों को बतना**
- **सक्रिय घटकों की व्याख्या करना**

निष्क्रिय घटक (Passive components): इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में प्रयुक्त होने वाले प्रतिरोधक संधारित्र तथा प्रेरक जैसे अवयव निष्क्रिय अवयव कहलाते हैं। ये अवयव स्वयं विद्त संकेत को प्रवर्धित या संसाधित करने में सक्षम नहीं हैं। यद्यपि ये अवयव इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में सक्रिय घटकों के समान ही महत्वपूर्ण हैं। निष्क्रिय अवयवों की सहायता के बिना विद्त संकेत को प्रवर्धित करने के लिए एक ट्रांजिस्टर (सक्रिय अवयव) नहीं बनाया जा सकता है।

निष्क्रिय अवयवों के साथ बनने वाले परिपथ विद्त परिपथ नियमों का पालन करते हैं जैसे ओम का नियम किरचॉफ का नियम आदि।

सक्रिय अवयव (Active components): इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में प्रतिरोधकों संधारित्रों तथा प्रेरकों के अतिरिक्त अन्य अवयवों का भी प्रयोग किया जाता है। अर्थात् ट्रांजिस्टर, डायोड, वैक्यूम ट्यूब, SCR, डायक, जेनर-डायोड इत्यादि उपरोक्त अवयवों वाले परिपथ में विद्त परिपथ नियमों (ओम का नियम आदि) का अनुप्रयोग सही परिणाम नहीं देगा। यानी ये अवयव ओम के नियम किरचॉफ के नियम आदि का पालन नहीं करते हैं। इन घटकों को सक्रिय अवयव कहा जाता है।

विभिन्न सक्रिय अवयवों और प्रतीकों द्वारा उनका निरुपण करने की विधि Fig 1 में दी गई है।

Fig 1

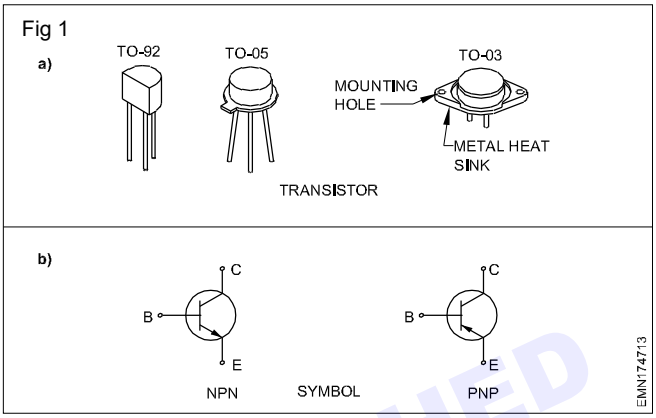
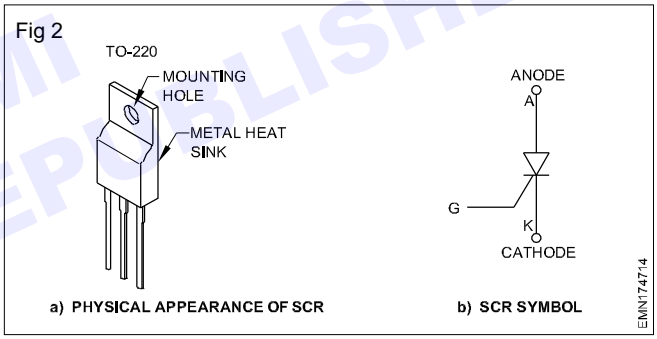


Fig 2



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

निष्क्रिय अवयव – प्रतिरोध (Passive components - Resistors)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत मेंआप यह जान सकेंगे

- **परिपथ में प्रतिरोध के कार्य।**
- **प्रतिरोधों का वर्गीकरण।**
- **स्थिर मान प्रतिरोधों का वर्गीकरण।**
- **प्रतिरोधों की पावर रेटिंग।**
- **कलर कोड का उपयोग कर प्रतिरोध का मान।**
- **स्थिर और परिवर्ती प्रतिरोध का संरचनात्मक विवरण।**

प्रतिरोध (Resistors):

प्रतिरोध इलेक्ट्रॉनिक अवयव होते हैं जिनका उपयोग किसी विद्त या इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में धाराके प्रवाह को कम करने या सीमित करने या विरोध करने के लिए किया जाता है। इस पाठ के अंत में चार्ट 1 में विभिन्न प्रकार के प्रतिरोधों को दर्शाया गया है।

Fig 1 में एक परिपथ दिखाया गया है जिसमें बल्ब तेज चमकता है। Fig 2 में समान परिपथ को एक प्रतिरोध के साथ दिखाया गया है और बल्ब मंद चमकता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि परिपथ में धारा को 1000 ओम प्रतिरोध के माध्यम से कम कर दिया जाता है। यदि इस प्रतिरोध का मान बढ़ा दिया जाता है तो परिपथ में धारा और कम हो जाएगी और प्रकाश और भी मंद हो जाएगा।

Fig 1

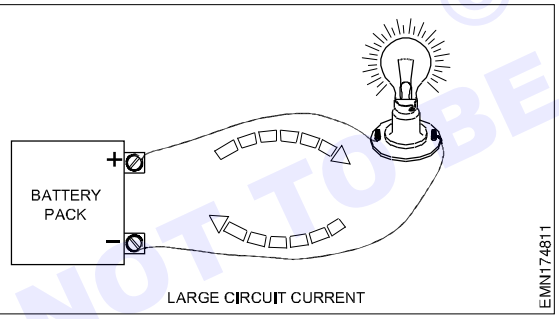
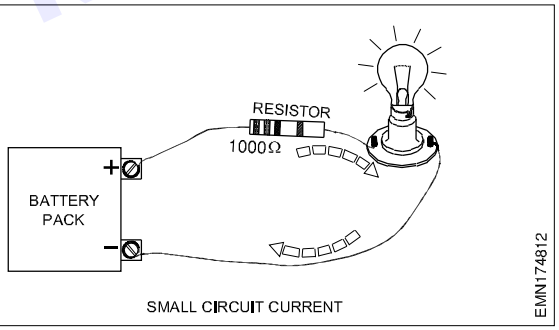


Fig 2



प्रतिरोध उन सामाग्रियों से बने होते हैं जिनकी चालकता चालक और अचालक के बीच होती है। इसका अर्थ है कि प्रतिरोध बनाने के लिए इस्तेमाल की जाने वाली पदार्थ में मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं लेकिन उतने नहीं होते जितने कि चालक में होते हैं। कार्बन एक ऐसा पदार्थ है जिसका उपयोग समान्यत: प्रतिरोधक बनाने के लिए किया जाता है।

जब एक प्रतिरोध के माध्यम से बड़ी संख्या में इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह होता है तो इलेक्ट्रॉनों के मुक्त प्रवाह का विरोध होता है। इस विरोध के परिणामस्वरूप ऊष्मा उत्पन्न होती है।

प्रतिरोध की इकाई (Unit of resistance):

प्रतिरोधक के धारा प्रवाह को सीमित करने के गुण को प्रतिरोध के रूप में जाना जाता है । प्रतिरोध का मान या मात्रा ओम नामक इकाई में मापी जाती है जिसे प्रतीक Ω द्वारा निरूपित किया जाता है।

प्रतिरोधों को निष्क्रिय उपकरण कहा जाता है क्योंकि उनका प्रतिरोध मान तब भी नहीं बदलता है जब आरोपित वोल्टेज या धारा का स्तर बदल जाता है। साथ ही आरोपित वोल्टेज AC या DC होने पर प्रतिरोध मान समान रहता है।

प्रतिरोध न्यूनतम से अधिकतम मान तक हो सकते हैं। प्रतिरोधों के बहुत बड़े मानों को निम्नलिखित प्रकार से दर्शाया जा सकता है;

1000 Ω = 1 x 1000 Ω = 1 x kiloΩ = 1 K Ω

10000 Ω = 10 x 1000 Ω = 10 x kiloΩ = 10 K Ω

100000 Ω = 100 x 1000 Ω = 100 x kiloΩ = 100 K Ω

1000000 Ω = 1000 x 1000Ω = 1000 x kiloΩ = 1000 KΩ
= Mega Ω =1MΩ

प्रतिरोधों का वर्गीकरण (Classification of Resistors):

प्रतिरोधों को दो मुख्य श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है।

1 फिक्स 2 वेरिएबल

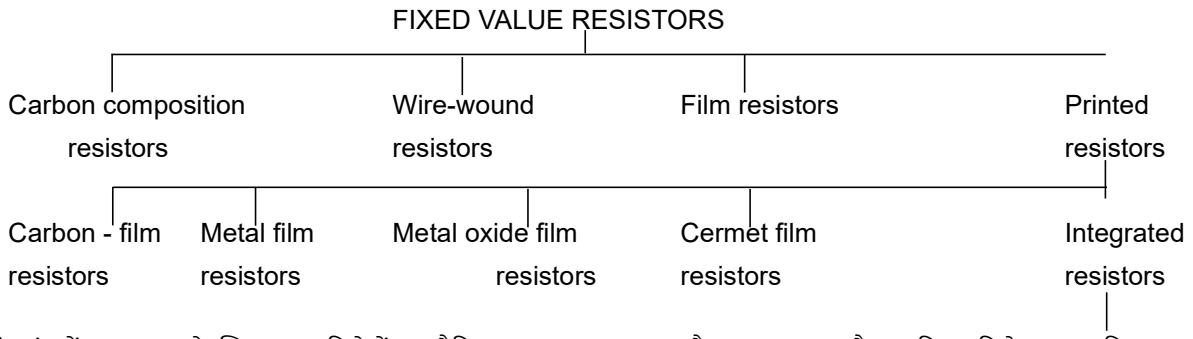
स्थिर मान प्रतिरोध (Fixed value resistors):

इसका ओमिक मान निश्चित होता है। यह मान उपयोगकर्ता द्वारा बदला नहीं जा सकता है। अधिकांश अनुप्रयोगों में उपयोग के लिए मानक निश्चित मानों के प्रतिरोधों का निर्माण किया जाता है।

स्थिर प्रतिरोध विभिन्न सामग्रियों का उपयोग करके और विभिन्न तरीकों से निर्मित होते हैं। प्रयुक्त पदार्थ और उनकी निर्माण विधि/प्रक्रिया के आधार पर प्रतिरोधों के विभिन्न नाम होते हैं।

स्थिर मान प्रतिरोधों को प्रयुक्त पदार्थ के प्रकार और बनाने की प्रक्रिया के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

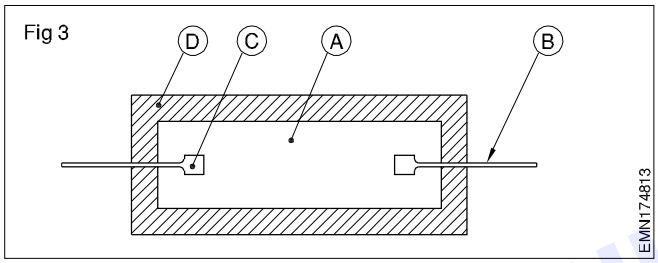


इस पाठ के अंत में कुछ प्रकार के स्थिर मान प्रतिरोधों का भौतिक स्वरूप चार्ट 1 में दिखाया गया है।

कार्बन संघटक प्रतिरोध (Carbon Composition Resistors)

संरचना (Construction):

ये अन्य सभी प्रकारों में सबसे सामान्य और किफायती हैं। सबसे सरल प्रकार के कार्बन संरचना प्रतिरोधों का संक्षिप्त निर्माण विवरण जिसे समान्यत: कार्बन प्रतिरोध कहा जाता है Fig 3 में दिखाया गया है।



बारीक पाउडर कार्बन या ग्रेफाइट (A) फिलर और बाइंडर का मिश्रण छड़ में बनाया जाता है या वांछित आकार में निकाला जाता है। टिन किए गए तांबे से बने लेड (B) को बॉडी में या तो सोल्डरिंग या एम्बेडिंग (C) द्वारा बॉडी से जोड़ा जाता है। असेंबली के चारों ओर फेनोलिक या बैकेलाइट की एक सुरक्षात्मक परत/ट्यूब (D) ढाला जाता है। अंत में इसका प्रतिरोध मान बॉडी पर अंकित होता है।

पावर रेटिंग (Power rating):

जैसा कि पहले ही चर्चा की जा चुकी है जब किसी प्रतिरोधक से धारा प्रवाहित होती है तो ऊष्मा उत्पन्न होती है। प्रतिरोधक में उत्पन्न ऊष्मा प्रतिरोधक के अक्रॉस आरोपित वोल्टेज (V) और प्रतिरोधक के माध्यम से परिणामी धारा (I) के गुणनफल के समानुपाती होगी। इसके गुणनफल VI को पावर के रूप में जाना जाता है । पावर मापने की इकाई वाट है।

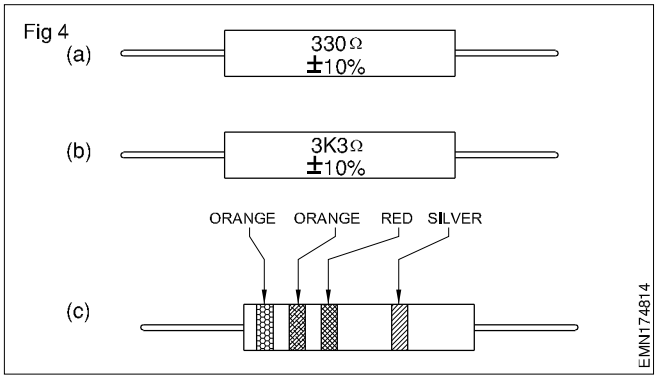
एक प्रतिरोधक का भौतिक आकार ऊष्मा क्षय को नष्ट करने के लिए पर्याप्त रूप से बड़ा होना चाहिए। भौतिक आकार जितना अधिक होगा प्रतिरोध उतनी ही अधिक ऊष्मा उत्सर्जन करेगा। इसे प्रतिरोधों की पावर रेटिंग या वाट क्षमता के रूप में जाना जाता है। विभिन्न पावर रेटिंग का सामना करने के लिए प्रतिरोधों का निर्माण किया जाता है। यदि V और I का गुणनफल उस अधिकतम वाट क्षमता से अधिक हो जाता है तो प्रतिरोधक नष्ट हो सकता है जलने के परिणामस्वरुप समस्त प्रतिरोधक अभिलक्षण नष्ट हो जाते हैं। उदाहरण के लिए यदि 1 वॉट के प्रतिरोध पर लगाया गया वोल्टेज 10 वोल्ट है जिसके परिणामस्वरूप प्रतिरोध के माध्यम से 0.5 एम्पीयर धारा प्रवाहित होती है तो प्रतिरोध द्वारा निकाली गई पावर (VI) 5 वाट होगी। लेकिन अधिकतम पावर जिसे 1 W प्रतिरोधक द्वारा नष्ट किया जा सकता है वह बहुत कम है। इसलिए प्रतिरोधक अत्यधिक गरम होने के कारण जल जाएगा।

इसलिए प्रतिरोधक का उपयोग करने से पहले इसके ओमिक मान के अतिरिक्त सही वाट क्षमता रेटिंग चुनना महत्वपूर्ण है।

यदि संदेह है तो उच्च वाट क्षमता वाला प्रतिरोध चुनें लेकिन निचले हिस्से में कभी नहीं। प्रतिरोध की पावर रेटिंग समान्यत: प्रतिरोधक के बॉडी पर मुद्रित होती है।

प्रतिरोध का मान - कोडिंग योजना (Resistor values - coding schemes):

परिपथ में प्रतिरोधों का उपयोग करने के लिए परिपथ के प्रकार के आधार पर जिसमें इसका उपयोग किया जाना है एक विशेष प्रकार मान और प्रतिरोधक की वाट क्षमता का चयन करना है। इसलिए किसी भी परिपथ में का उपयोग करने से पहले प्रतिरोध के प्रकार मान और पावर रेटिंग की पहचान करना नितांत आवश्यक है। किसी विशेष प्रकार के प्रतिरोधक का चयन उसके भौतिक स्वरूप के आधारपर संभव है। इस पाठ के अंत में टेबल 4 में सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले निश्चित मान प्रतिरोधों के भौतिक स्वरूप को दर्शाया गया है। एक प्रतिरोधक का प्रतिरोध मान समान्यत: या तो सीधे ओम में या तो Fig 4a में दिखाए गए अनुसार या Fig 4b में दिखाए गए टाइपोग्राफिक कोड का उपयोग करके या Fig 4c में दिखाए गए कलर कोड का उपयोग करके प्रिंटड किया जाएगा।



प्रतिरोध कलर बैंड कोडिंग (Colour band coding of resistors):

कलर बैंड कोडिंग जैसा कि Fig 6c में दिखाया गया है कार्बन संघटक प्रतिरोधों के लिए सबसे अधिक उपयोग किया जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि कार्बन संघटक प्रतिरोध का भौतिक आकार समान्यत: लघु होता है और इसलिए प्रतिरोध मान को सीधे प्रतिरोध बॉडी पर मुद्रित करना मुश्किल होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सहनशीलता (Tolerance):

प्रतिरोधों के थोक उत्पादन/निर्माण में विशिष्ट मानों के प्रतिरोधों का निर्माण करना कठिन और महंगा है। इसलिए निर्माता उस मानक मान से संभावित भिन्नता को इंगित करता है जिसके लिए इसे निर्मित किया जाता है। यह भिन्नता प्रतिशत सहिष्णुता में निर्दिष्ट की जाएगी। सहिष्णुता वह सीमा (अधिकतम-से-न्यूनतम) है जिसके भीतर प्रतिरोधक का प्रतिरोध मान होगा।

पॉकेट टेबल बुक की टेबल संख्या 4 प्रतिरोधों के व्यावसायिक रूप से उपलब्ध मानक पसंदीदा मूल्य की एक सूची देती है।

3 बैंड, 4 बैंड, और 5 बैंड रंग कोडिंग योजनाओं का उपयोग करके प्रतिरोधों के मान और प्रतिरोधों के लिए उनकी सहनशीलता को पढ़ने के तरीकों के लिए पॉकेट टेबल बुक टेबल संख्या 1, 2 और 3 देखें।

अनुप्रयोग (Applications)

कार्बन संरचना स्थिर मान प्रतिरोध सामान्य प्रयोजन के इलेक्ट्रॉनिक परिपथ जैसे रेडियो, टेप रिकॉर्डर, टेलीविजन आदि में सबसे व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले प्रतिरोध हैं। इलेक्ट्रॉनिक उद्योग में उपयोग किए जाने वाले 50% से अधिक प्रतिरोधक कार्बन प्रतिरोधक हैं।

प्रतिरोधों का ओमिक मान मापना (Measuring ohmic value of resistors):

प्रतिरोधों में निर्मित सहनशीलता के कारण रंग/अन्य कोडिंग योजनाओं से किसी प्रतिरोधक के सटीक ओमिक मान को पढ़ना संभव नहीं है। प्रतिरोधों का सटीक ओमिक मान ज्ञात करने के लिए ओममीटर का उपयोग किया जाता है। जब एक ओममीटर के परीक्षण प्रॉब के मध्य प्रतिरोधक को संयोजित किया जाता है जैसा कि Fig 5a में दिखाया गया है तो मीटर सीधे अंशांकित किए गए मीटर पैमाने पर प्रतिरोध के यर्थाथ मान के निकटतम दिखाता है। मल्टीमीटर का उपयोग प्रतिरोधों के मान को मापने के लिए भी किया जाता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है।

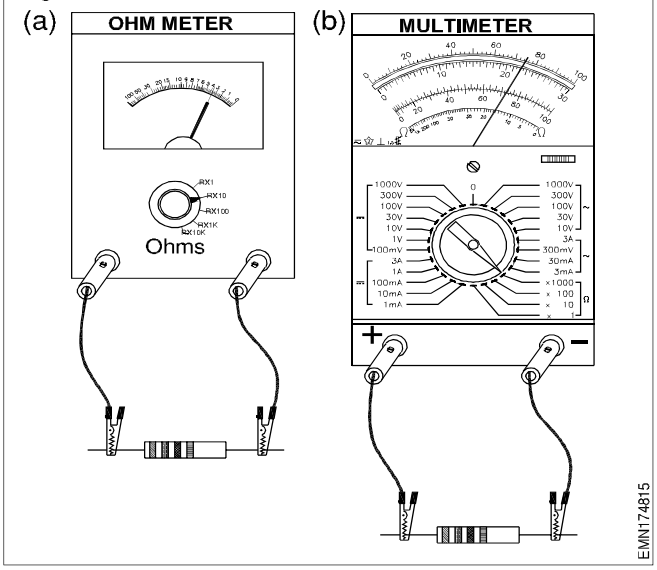
जब प्रतिरोध माप के लिए एक मल्टीमीटर का उपयोग किया जाता है तो मीटर पर प्रतिरोध रेंज स्विच को मापे जाने वाले प्रतिरोध के मान के आधार पर सबसे उपयुक्त प्रतिरोध रेंज में रखा जाना चाहिए।

पॉकेट टेबल बुक की टेबल संख्या 11 विभिन्न प्रतिरोध मानों को यर्थाथ रूप से मापने के लिए मीटर रेंज का सुझाव देती है।

वायर-वाउण्ड प्रतिरोध (Wire-wound Resistors):

प्रतिरोध आवश्यक ओमिक मान के अतिरिक्त उत्पादित ऊष्मा को क्षय करने में भी सक्षम होना चाहिए। अपनी प्रकृति से कार्बन की अधिकतम ऊष्मा उत्सर्जन कीं एक सीमा होती है जिसे उत्सर्जित कर सकती है। जब उच्च धारा प्रवाहित होती है तो कार्बन प्रतिरोधक बहुत गर्म हो जाते हैं। कार्बन प्रतिरोधों में यह बढ़ी हुई ऊष्मा प्रतिरोधों के ओमिक मान को परिवर्तित देती है। कभी-कभी अत्यधिक ऊष्मा के कारण प्रतिरोधक खुले में भी जल सकते हैं। इसलिए कार्बन प्रतिरोधक केवल 2 वाट तक सुरक्षित रूप से कम पावर परिपथ में उपयुक्त हैं।

Fig 5



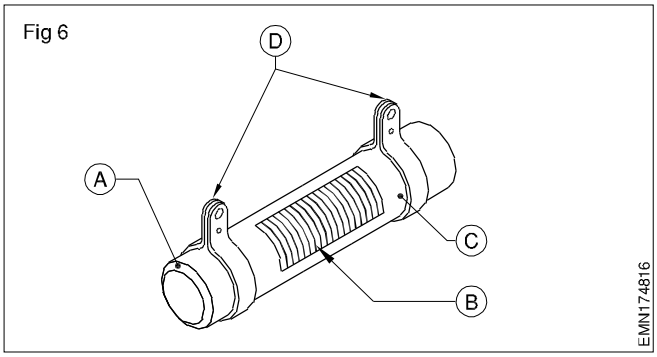
कार्बन प्रतिरोधों में इस सीमा को कार्बन के अतिरिक्त निक्रोम, मैंगनीन आदि जैसे प्रतिरोधक पदार्थों के तारों का उपयोग करके दूर किया जा सकता है। प्रतिरोधक पदार्थ के तारों का उपयोग करके बनाए गए प्रतिरोधों को वायर वाउण्ड प्रतिरोधक के रूप में जाना जाता है। ये प्रतिरोधक उच्च तापमान का सामना कर सकते हैं और फिर भी यर्थाथ ओमिक मान बनाए रख सकते हैं। इसके अतिरिक्त वायर वाउण्ड प्रतिरोधों में भिन्नात्मक ओमिक मान भी हो सकता है जो कार्बन संरचना प्रतिरोधों में संभव नहीं है।

संरचना (Construction)

एक निश्चित मान के वायर वाउण्ड प्रतिरोध का विशिष्ट निर्माण Fig 6 में दिखाया गया है। पोर्सलिन कोर(A)के ऊपर प्रतिरोधी तार (B) जैसे निक्रोम मैंगनीन या यूरेका लिपटा होता है। घुमावों की संख्या आवश्यक प्रतिरोध मान पर निर्भर करती है। तार के सिरे टर्मिनलों (D) से जुड़े होते हैं।

टर्मिनलों को छोड़कर पूरे निर्माण को इंसुलेटिंग बाइंडर (C) जैसे शेलैक/ सिरेमिक पेस्ट का उपयोग करके लेपित किया जाता है ताकि वायर वाउण्ड प्रतिरोध को जंग आदि से बचाया जा सके। बहुत अधिक वोल्टेज/ धारा अनुप्रयोग में प्रतिरोधी तारों को कांच के शेलैक/सिरेमिक के स्थान पर कांच के इनेमल का लेप किया जाता है। कांच के इनेमल कोटिंग वायर वाउण्ड प्रतिरोध को अत्यधिक ऊष्मा और इंटर-वाइंडिंग फायरिंग / डिस्चार्ज से बचाता है।

Fig 6



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्रतिरोध मान (Resistor values):

वायर-वाउंड प्रतिरोध 1ओम से 100 किलो ओम के विभिन्न मानों में उपलब्ध हैं जिनकी पावर रेटिंग 1 वॉट से लेकर कई 100 वाट तक है। पावर रेटिंग जितनी अधिक होगी प्रयुक्त प्रतिरोधक तार उतने ही मोटे होंगे और वायर वाउण्ड प्रतिरोध का भौतिक आकार बड़ा होगा।

अनुप्रयोग (Applications):

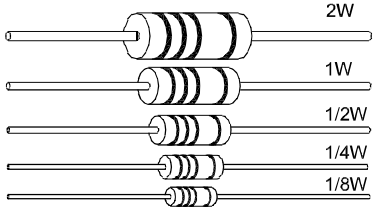
वायर-वाउंड प्रतिरोध समान्यत: इलेक्ट्रॉनिक में उपयोग किए जाते हैं जहां न्यूनतम मान यर्थाथ मान उच्च वाट क्षमता रेटिंग की आवश्यकता होती है। कुछ अनुप्रयोग हैं: विनियमित पावर सप्लाई, प्रवर्धक, मोटर नियंत्रण, सर्वो नियंत्रण परिपथ, TV, रिसीवर आदि।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

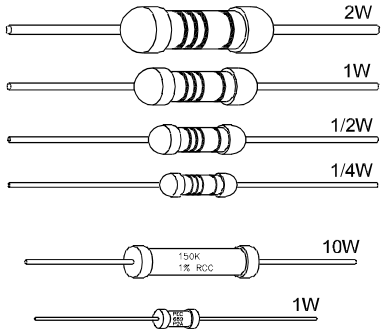
FIXED VALUE RESISTORS

CARBON TYPES

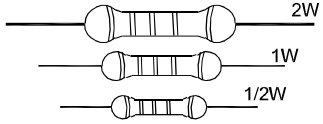
CARBON COMPOSITION



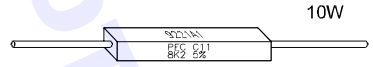
METAL FILM

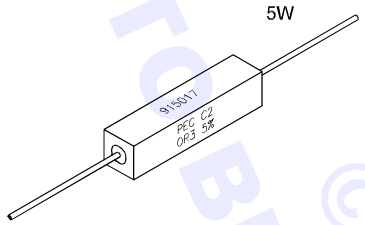


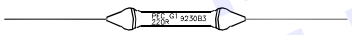
METAL OXIDE



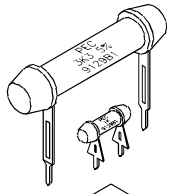
CERAMIC TYPES

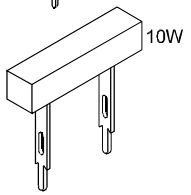




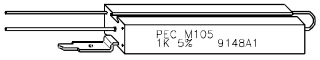


RADIAL LEADS

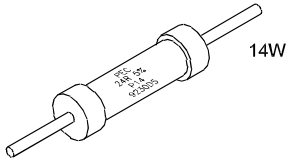




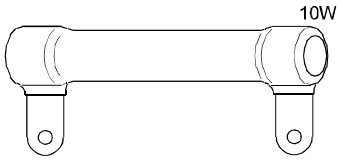
VERTICAL MOUNT

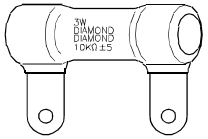


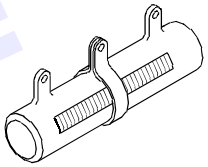
WIRE WOUND TYPES

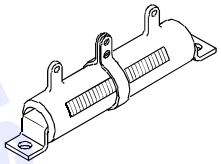


RADIAL LEADS

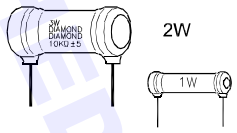




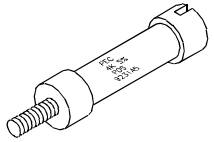




RADIAL LEADS



SPECIAL TYPES



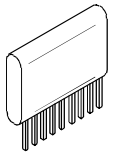
PRECISON RESISTOR



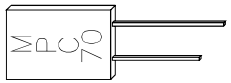
METAL FILM RESISTOR



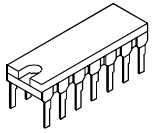
NETWORK RESISTOR



LOW OHM METAL FILM RESISTOR



INTEGRATED RESISTOR (DIL)



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

ओम का नियम (Ohm's Law)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **ओम का नियम**
- **सीरीज प्रतिरोध परिपथ के कुल प्रतिरोध की गणना**
- **समानांतर प्रतिरोध परिपथ के कुल प्रतिरोध की गणना**
- **समानांतर प्रतिरोधक परिपथ में 'पावर अपव्यय**

ओम का नियम (OHM'S LAW)

प्रतिरोध के माध्यम से प्रवाहित धारा की मात्रा दो कारकों पर निर्भर करती है:

1 प्रतिरोधक का ओमिक मान(ohmic value)

2 प्रतिरोधक में आरोपित वोल्टता(voltage applied)

यदि किसी प्रतिरोधक पर लगाया गया वोल्टेज स्थिर रखा जाता है तो प्रतिरोधक का प्रतिरोध जितना अधिक होगा उसमें से प्रवाहित धारा न्यून होगी। दूसरे शब्दों में किसी प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा (I), प्रतिरोधक के प्रतिरोध (R) मान के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

दूसरी ओर यदि एक स्थिर प्रतिरोध पर आरोपित वोल्टेज (V) के मान में वृद्धि हो जाती है तो प्रतिरोध के माध्यम से प्रवाहित धारा भी बढ़ जाती है। दूसरे शब्दों में प्रतिरोध के माध्यम से धारा (I) प्रतिरोध में आरोपित वोल्टेज (V) के सीधे अनुपातिक है।

उपरोक्त दो संबंधों को मिलाकर प्रतिरोध (R) धारा (I) और आरोपित वोल्टेज (V) के बीच सम्बन्ध इस प्रकार लिखा जा सकता है

$$I = \frac{V}{R}$$

I = V/R का यह संबंध वैज्ञानिक जॉर्ज साइमन ओम द्वारा खोजा गया था और इसलिए इसे ओम नियम के रूप में जाना जाता है।

I = V/R के संबंध को गणितीय रूप से विभिन्न रूपों में व्यक्त किया जा सकता है:

$$I = \frac{V}{R} \text{ or } V = I \times R \text{ or } R = \frac{V}{I}$$

इलेक्ट्रिकल/इलेक्ट्रॉनिक परिपथ को डिजाइन या परीक्षण करते समय इन सूत्रों का हमेशा उपयोग किया जाता है।

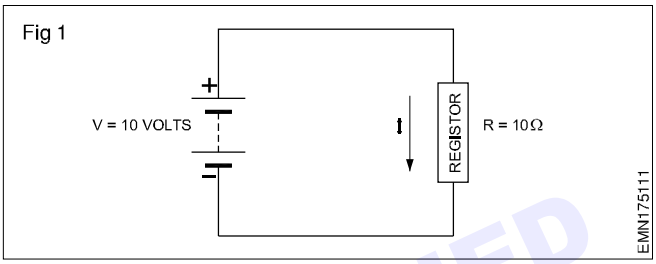
सामान्यता ओम के नियम को इस प्रकार कहा जा सकता है:

किसी दिए गए स्थिर तापमान के अंतर्गत, प्रतिरोधक के माध्यम से बहने वाली धारा, प्रतिरोध के एक्रास वोल्टेज के समानुपातिक होती है और प्रतिरोध के मान के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

यह कथन न केवल प्रतिरोधक के लिए अच्छा है बल्कि सभी प्रतिरोधक परिपथों के लिए सामान्य है।

उदाहरण 1 (Example 1): ओम के नियम का प्रयोग करते हुए Fig 1 में प्रतिरोधक से प्रवाहित धारा ज्ञात कीजिए।

Fig 1



हल : (Solution)

प्रतिरोधक में आरोपित वोल्टता : 10 वोल्ट

प्रतिरोधक का प्रतिरोध मान 10 ओम दिया गया है।

इसलिए ओम के नियम द्वारा प्रतिरोध के माध्यम से धारा(I) है;

$$I = \frac{V}{R} \text{ Amps.} = \frac{10 \text{ volts}}{10 \text{ ohms}} = 1 \text{ amp.}$$

प्रतिरोध के माध्यम से धारा 1 एम्पीयर है।

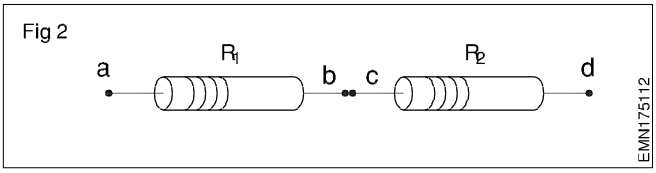
सीरीज में प्रतिरोध (Resistors in series)

जब प्रतिरोधों को एक सिरे से दूसरे छोर तक जोड़ा जाता है, जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है प्रतिरोधों को एक दूसरे के साथ सीरीज में कहा जाता है।

सीरीज में प्रतिरोधों का कुल प्रतिरोध (Total resistance of resistors in series)

जब प्रतिरोधों को सीरीज में जोड़ा जाता है तो सीरीज संयोजन का कुल प्रतिरोध, अलग-अलग प्रतिरोध मानों के योग के बराबर होगा। Fig 2 में बिन्द a-b के एक्रास कुल प्रतिरोध $R_1 + R_2$ के बराबर होगा।

Fig 2



उदाहरण (Example): Fig 2 में यदि R_1, 1J है और R_2, 2.2j है। टर्मिनलों R_1 और R_2 के बीच कुल या प्रभावी प्रतिरोध होगा

(R_1 और R_2 श्रेणीक्रम में जुड़े हुए हैं).

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$= R_1 + R_2$

$= 1.0\ k\Omega + 2.2\ k\Omega = 3.2\ k\Omega$

एक सीरीज परिपथ के माध्यम से धारा

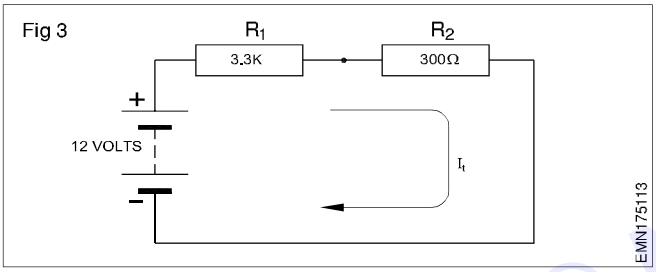
जब प्रतिरोधक श्रृंखला में जुड़े होते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है, तो R_1 के माध्यम से बहने वाली धारा केवल R_2 के माध्यम से प्रवाहित हो सकती है। यह है क्योंकि

- R_2 से किसी अतिरिक्त धारा प्रवाह के लिए अन्य मार्ग नहीं है।
- R_1के माध्यम से R_2 में धारा प्रवाहित होने के लिए कोई अन्य मार्ग नहीं है ।

इसलिए सीरीज परिपथ में परिपथ के सभी बिंदुओं (a,b,c,d) पर धारा की मात्रा समान होगी ।

सीरीज पथ से बहने वाली धारा की मात्रा दोनों प्रतिरोधों को एक साथ रखने या परिपथ के प्रभावी प्रतिरोध द्वारा तय की जाती है।

उदाहरण: (Example) Fig 3 में परिपथ में कुल परिपथ धारा (I_t) ज्ञात कीजिए।



हल (Solution):

प्रतिरोधक R_1 & R_2 सीरीज में हैं। अतः परिपथ का प्रभावी प्रतिरोध = $R_1 + R_2$

$= 3.3k\Omega + 330\Omega$

$= 3300 + 330 = 3630$ ohms.

$$= \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{3630\ \Omega} = 0.0033\ amps = 3.3\ mA.$$

उदाहरण: (Example) Fig 3 में परिपथ के लिए R_1 और R_2 में वोल्टेज ड्रॉप की गणना करें।

हल (Solution):

परिपथ में (Fig 3) R_1 & R_2 सीरीज में हैं। अतः दोनों प्रतिरोधकों में प्रवाहित धारा समान होती है। यह धारा 3.3 mA है जैसा कि पिछले उदाहरण में परिकलित किया गया है।

ओम के नियम से,

इसलिए R_1 के एक्रास वोल्टतापात

$= I \times R_1$ volts

$= 3.3\ mA \times 3.3\ k\Omega$

$= (3.3 \times 10^{-3}) \times (3.3 \times 10^{3})$

$= 3.3 \times 3.3 = 10.89$ volts

इसी प्रकार R_2 के एक्रास वोल्टतापात

$= (3.3 \times 10^{-3}) \times 330$ ohms

= 1089 milli-volts

= 1.089 volts.

समाधान का सत्यापन (Verification of solution)

चूंकि R_1 और R_2सीरीज में हैं इसलिए R_1और R_2 के मध्य वोल्टतापात का योग 12V के आरोपित बैटरी वोल्टेज के बराबर होना चाहिए। अर्थात् 10.89 + 1.089 = 11.979 »12 वोल्ट = लागू बैटरी वोल्टेज।

प्रतिरोधों में पावर अपव्यय (Power dissipation in resistors)

जब प्रतिरोधक से धारा प्रवाहित होता है तो ऊष्मा उत्पन्न होती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि प्रतिरोध के माध्यम से धारा ड्राइव वोल्टेज इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह के विरोध पर नियन्त्रित करने के लिए कुछ मात्रा में कार्य कर रहा है। प्रयोगों और विश्लेषण के माध्यम से यह पाया जाता है कि वोल्टेज द्वारा किए गए कार्य की मात्रा प्रतिरोधी के ओमिक मान (R) और प्रतिरोधी के माध्यम से प्रवाहित धारा (I^2) के वर्ग के सीधे आनुपातिक है । किया गया यह कार्य प्रतिरोधक द्वारा उत्पन्न ऊष्मा के रूप में नष्ट हो जाता है। इस ऊष्मा क्षय की क्षमता को प्रतिरोधक की पावर या वाट क्षमता के रूप में जाना जाता है। पावर की इकाई वाट है ।

प्रतिरोधक द्वारा क्षय पावर = $I^2 \times R$ वाट।

जहां,

प्रतिरोधक के माध्यम से धारा I और R प्रतिरोधक का प्रतिरोध है।

उदाहरण (Example): यदि 10 mA ओम के प्रतिरोधक से 10 J ओम प्रवाहित होता है तो प्रतिरोधक द्वारा कितनी पावर का क्षय होता है?

प्रतिरोधक द्वारा क्षय पावर $= I^2 \times R = (I \times I) \times R$

$= (10 \times 10^{-3}) \times (10 \times 10^{-3}) \times (10 \times 10^{3})$

$= 1000 \times 10^{-3} = 1000$ मिली - वाट = 1 वाट

प्रतिरोधक द्वारा क्षय की गई पावर 1 वाट है।

उदाहरण: (Example) Fig 4 में दिए गए परिपथ द्वारा व्यय की गई कुल पावर कितनी है?

हल: (Solution)

परिपथ के माध्यम से धारा $I_t = V/R$

$= 12V/\ 2\ kW = 6\ mA$

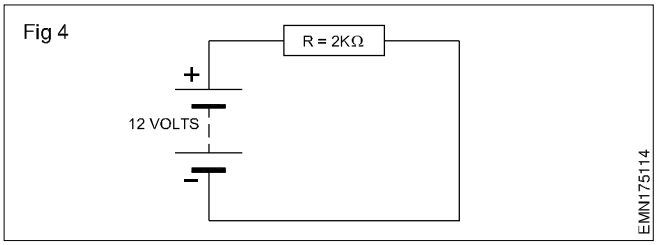
परिपथ द्वारा अपव्यय पावर,

= (परिपथ धारा)^2 x परिपथ प्रतिरोध

$= (36 \times 10^{-6}) \times (2 \times 10^{3})$

$= 72 \times 10^{-3}$ वाट

= 72 मिली-वाट = 0.072 वाट।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

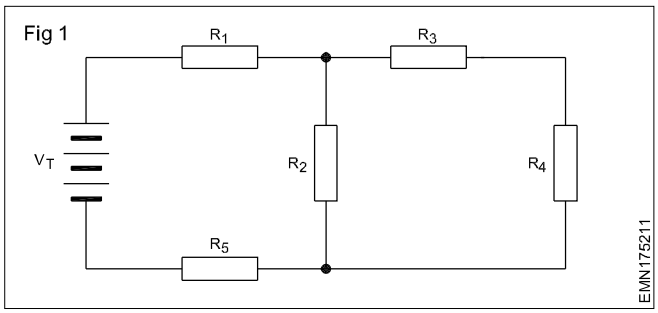
किरचॉफ का नियम (Kirchhoff's Laws)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **किरचॉफ का धारा नियम बताना**
- **किरचॉफ का वोल्टेज नियम बताना**

जब एक सर्किट में एक जटिल सीरीज-समानांतर व्यवस्था में कई प्रतिरोधक होते हैं, जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है, ओम के नियम का उपयोग करके सर्किट में धाराओं और वोल्टेज की गणना करना मुश्किल है।

Fig 1



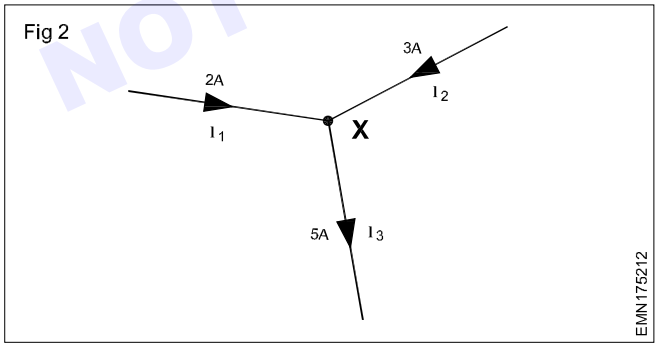
एक जटिल सीरीज - समानांतर सर्किट में करंट और वोल्टेज ड्रॉप का पता लगाने के लिए, एक आसान तरीका जर्मन भौतिक विज्ञानी GUSTAV R. KIRCHHOFF द्वारा खोजा गया था। उन्होंने दो आधारभूत नियम दिए, जिन्हें,

1. किरचॉफ का धारा नियम
2. किरचॉफ का वोल्टेज नियम कहा जाता है।

1. किरचॉफ का धारा नियम (KIRCHHOFF's CURRENT LAW)

यह नियम Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



किरचॉफ का धारा नियम बताता है कि परिपथ में किसी भी बिंदु पर प्रवेश करने वाली धाराओं का योग उस बिन्द से निर्गत धाराओं के योग के बराबर होता है

Fig 2 में धारा I_1 और I_2 एक बिंदु X में अंदर आ रही हैं। धारा I_3 बिंदु X बाहर जा रही है।

किरचॉफ के धारा नियम से $I_1 + I_2 = I_3$ ....[1]

इस समीकरण को इस प्रकार भी लिखा जा सकता है

$I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ....[2]

समीकरण 2 से किरचॉफ की धारा को इस रूप में भी लिखा सकता है कि परिपथ में किसी भी बिंदु पर प्रवेश करने वाली धारा और निर्गत धाराओं का बीजगणितीय योग शून्य के बराबर होना चाहिए।

धाराओं के बीजगणितीय चिह्न को निर्धारित करने के लिए,

- एक बिंदु में आने वाली सभी धाराओं को धनात्मक और उस बिंदु से दूर जाने वाली सभी धाराओं को ऋणात्मक मानें।

Fig 2 में, I_1 और I_2 में धनात्मक चिह्न होगा क्योंकि वे बिंदु की ओर जा रहे हैं जबकि I_3 में ऋणात्मक चिह्न होगा क्योंकि यह बिंदु X से बाहर की ओर जा रहा है।

इसलिए हम किरचॉफ के धारा समीकरण को इस प्रकार भी लिख सकते हैं

बिंदु X पर,

$(+I_1) + (+I_2) + (-I_3) = 0$

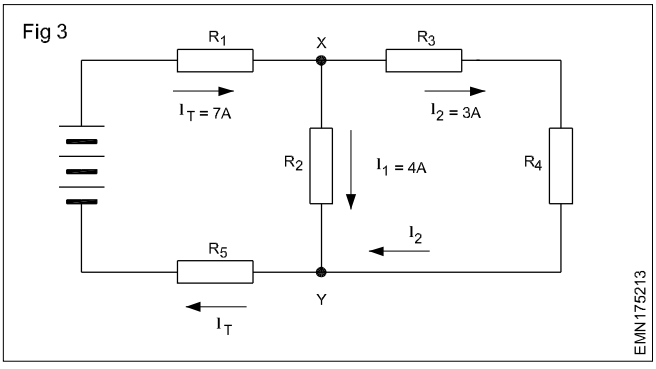
सरलीकरण $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

Fig 2 में दिए गए धारा मानों को प्रतिस्थापित करते हुए,

2Amps + 3Amps - 5Amps = 0

Fig 3 में दिखाए गए परिपथ के लिए किरचॉफ के धारा समीकरण को नोड्स X और Y पर निम्नानुसार लिखा जा सकता है:

Fig 3



नोड X पर $I_T - I_1 - I_2 = 0$

$7_A - 4_A - 3_A = 0$

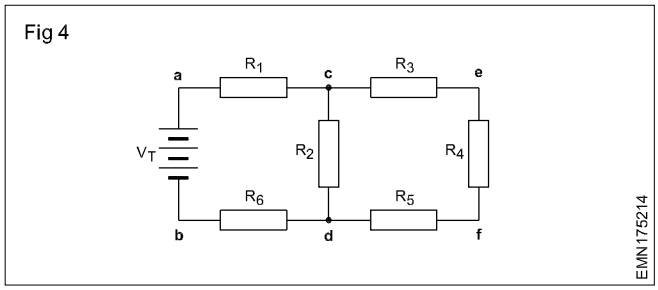
नोड Y पर $I_1 + I_2 - I_T = 0$

4A + 3A - 7A = 0

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

किरचॉफ का वोल्टेज नियम (Kirchhoff's voltage law):

Fig 4 में दिखाए गए परिपथ में दो बंद पथों a-c-d-b-a & a-e-f-b-a पर विचार करें। इन बंद पथों को लूप कहा जाता है। प्रत्येक बंद पथ में कई प्रतिरोधक होते हैं और प्रत्येक प्रतिरोधक में वोल्टता ड्रॉप होगा। किरचॉफ वोल्टेज नियम में कहा गया है कि किसी भी बंद पथ के चारो ओर वोल्टेज का बीजगणितीय योग शून्य होता है।



बंद पथ के चारों ओर वोल्टेज का बीजगणितीय योग ज्ञात करने के लिए,

- किसी भी बिंदु से शुरू करें रास्ते के चारों ओर घूमें और वापस उसी बिंदु पर आ जाएं जहां से आपने शुरुआत की थी।

उदाहरण(Example): Fig 5 का संदर्भ लेकर बंद पथ में वोल्टापातों का योग करने की विधि,

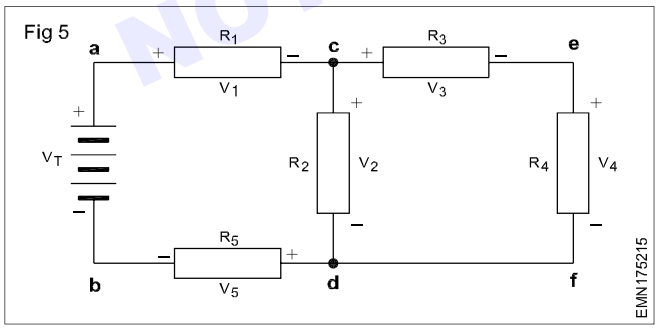
- बिंदु a से शुरू करें, बिंदु c,d,b से होकर जाएं और बिंदु a पर लौटें।

Fig 5 में प्रतिरोधों में वोल्टता ड्रॉप के संकेतों को निर्धारित करने के लिए,

- स्रोत वोल्टेज की ध्रुवता के आधार पर प्रत्येक वोल्टेज की ध्रुवीयता को चिह्नित करें जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है
- पथ के चारों ओर जाएं और वोल्टेज के लिए +ve साइन दें जिसका +ve टर्मिनल पहले पहुंचा है या वोल्टेज के लिए -ve साइन दें जिसका -ve टर्मिनल पहले पहुंचा है।

वोल्टेज स्रोतों पर भी विचार करते हुए लूप समीकरण लिखें।

Fig 5 के बंद पथ a-c-d-b-a-के लिए लूप समीकरण लिखने के लिए निम्नानुसार आगे बढ़ें:



लूप से पास करने के लिए दक्षिणावर्त दिशा लेते हुए Fig 5 के बिंदु a से शुरू करें। चुने हुए लूप a-c-d-b-से पास करें और प्रतिरोधों के बीच वोल्टतापातों को उनके संकेतों सहित लिखें और इसे नीचे दिए गए अनुसार शून्य के बराबर करें;

$+ V_1 + V_2 + V_5 - V_T = 0$ .....[1]

समीकरण को इस प्रकार फिर से लिखें

$+ V_1 + V_2 + V_5 = V_T$

इसी प्रकार बंद पथ a-e-f-b-a के लिए,

दक्षिणावर्त दिशा पर विचार करते हुए Fig 6 के बिंदु a से शुरू करें। चुने हुए लूप a-e-f-b-a के माध्यम से जाएं और प्रतिरोधों में उनके संकेतों सहित वोल्टेज ड्रॉप को लिखें और इसे नीचे दिए गए अनुसार शून्य के बराबर करें;

$+ V_1 + V_3 + V_4 + V_5 - V_T = 0$ .....[2]

समीकरण को दोबारा व्यवस्थित करने पर,

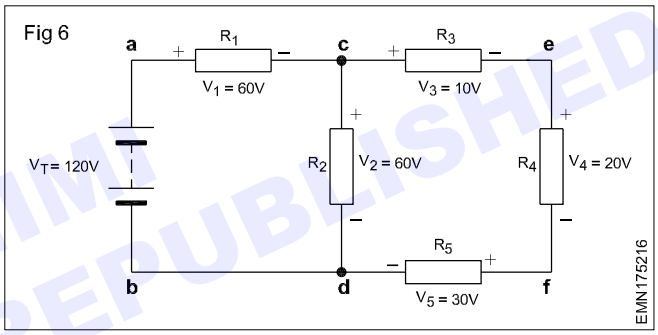
$+ V_1 + V_3 + V_4 + V_5 = V_T$

उपरोक्त समीकरण [1] और [2] बताते हैं कि; किसी भी बंद लूप में प्रतिरोधों पर वोल्टापातों का योग आरोपित वोल्टेज के बराबर होता है। इसे इस प्रकार लिखा जा सकता है:

$S V_d = V_T$

जहां SV_d प्रतिरोधों में आरोपित वोल्टेज वोल्टापातों का योग है। V_T लागू वोल्टेज है

उदाहरण (Example): Fig 6 में दिए गए परिपथ के लिए लूप समीकरण लिखिए।



लूप a-c-d-b-a के लिए, $+V_1 + V_2 - V_T = 0$

या $V_1 + V_2 = V_T$

सत्यापन (Verification):

60 + 10 + 20 + 30 = 120

लूप a-e-f-b-a के लिए, +V1 + V3 + V4 + V5 - VT = 0

या $V_1 + V_3 + V_4 + V_5 = V_T$

सत्यापन (Verification)

60 + 10 + 20 + 30 = 120

लूप c-e-f-d-c के लिए,

$+V_3 + V_4 + V_5 - V_2 = 0$

या $V_3 + V_4 + V_5 = V_2$

सत्यापन (Verification)

10 + 20 + 30 = 60

एक से अधिक वोल्टेज स्रोत के साथ परिपथ (Circuit with more than one voltage source):

परिपथ में एक से अधिक वोल्टेज स्रोत होने पर भी किरचॉफ का वोल्टेज नियम लागू होता है। लूप समीकरण लिखने की विधि समान रहती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

DC श्रेणी परिपथ (DC series circuit)

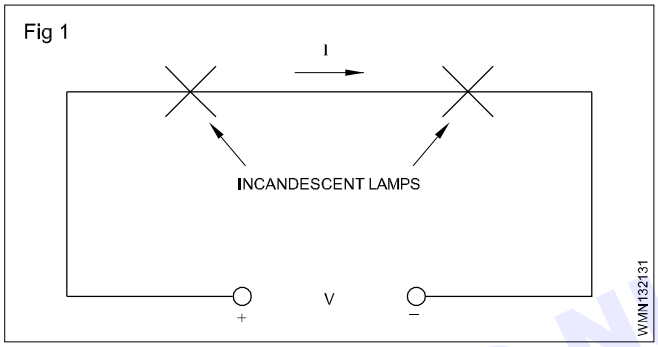
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **श्रेणी परिपथ की विशेषताओं को बताना और प्रत्येक प्रतिरोधक में धारा और वोल्टेज निर्धारित करना**
- **EMF विभान्तर और टर्मिनल वोल्टेज के बीच संबंध बताना**

श्रेणी परिपथ (The series circuit):

यदि एक से अधिक प्रतिरोधों को एक-एक करके एक सीरीज में जोड़ा जाता है और यदि एक पथ में केवल एक समान धारा प्रवाहित होती है तो इसे सीरीज परिपथ कहा जाता है। Fig 1 में दिखाए गए तरीके से दो इंडक्टेंस लैंप को जोड़ना संभव है। इस कनेक्शन को एक सीरीज कनेक्शन कहा जाता है जिसमें दो लैंप में समान धारा प्रवाहित होती है

Fig 1



श्रेणी परिपथ में धारा (Current in series circuits):

सीरीज परिपथ के किसी भी बिंदु पर धारा समान होगी। इसे दिए गए सर्किट के किन्हीं दो बिंदुओं में करंट को मापकर सत्यापित किया जा सकता है जैसा कि Figs 2(a) Figs 2(b) में दिखाया गया है। एमीटर वही रीडिंग दिखाएंगे।

सीरीज परिपथ में धारा संबंध है

$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3}$ (संदर्भ Fig 4a & 4b देखें)

हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि सीरीज परिपथ में धारा के प्रवाह के लिए केवल एक ही मार्ग होता है। इसलिए पूरे सर्किट में करंट समान रहता है।

श्रेणी परिपथ में कुल प्रतिरोध (Total resistance in series circuit):

सीरीज सर्किट में कुल प्रतिरोध सीरीज सर्किट के चारों ओर अलग-अलग प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है। इस कथन को इस प्रकार लिखा जा सकता है

$R = R_1 + R_2 + R_3 + ...R_n$

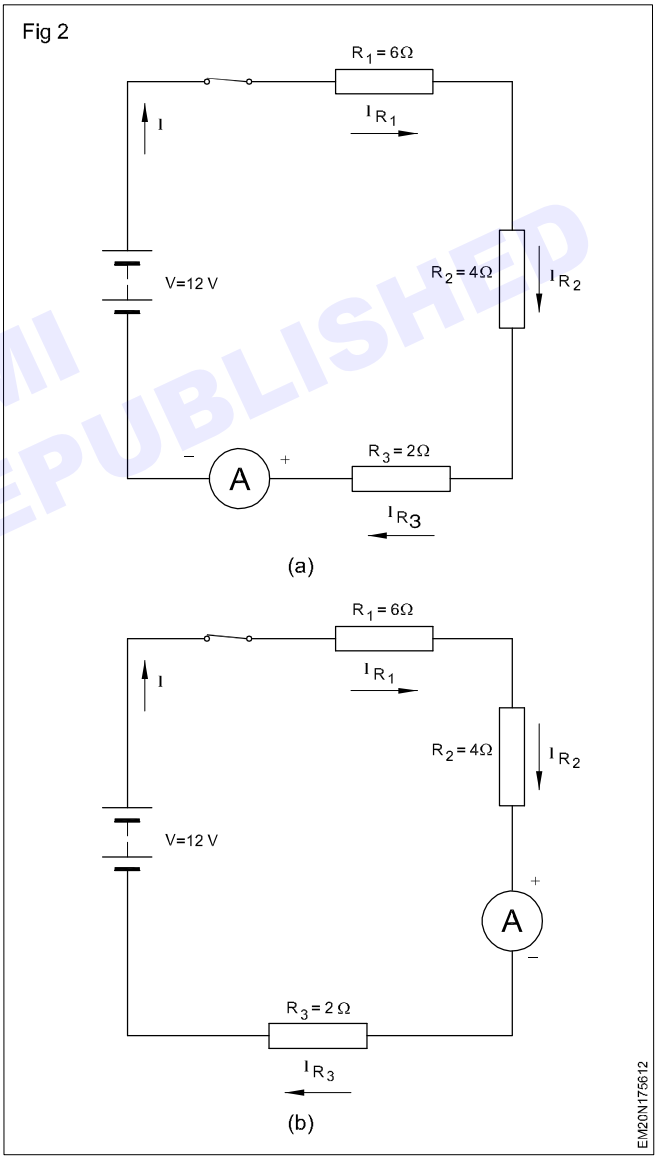
जहाँ, R कुल प्रतिरोध है

$R_1, R_2, R_3, ...R_n$ श्रेणी क्रम में जुड़े प्रतिरोध हैं।

श्रेणी परिपथ में कुल वोल्टेज (Voltage in series circuits):

DC सर्किट वोल्टेज में प्रतिरोधक के मान के आधार पर लोड प्रतिरोधों में विभाजित होता है ताकि अलग-अलग लोड वोल्टेज का योग स्रोत वोल्टेज के बराबर हो।

Fig 2



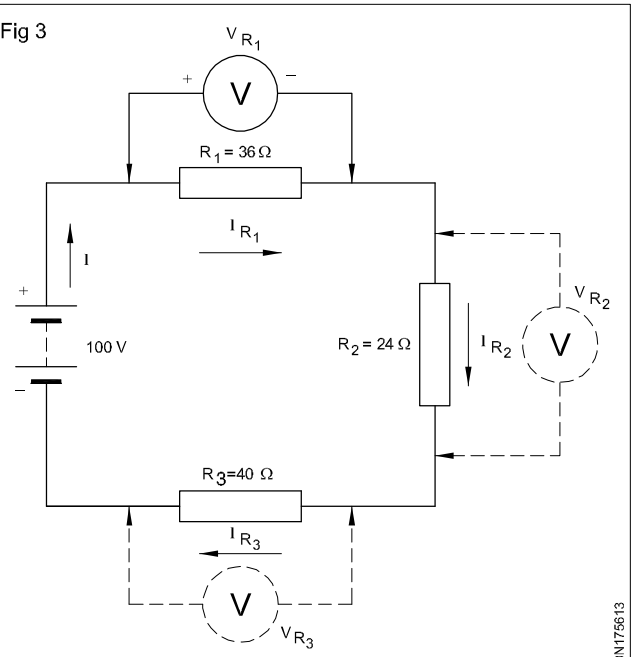
चूंकि स्रोत वोल्टेज प्रतिरोधों के मानों के आधार पर सीरीज प्रतिरोध में विभाजित/ड्रॉप होता है

$$V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + ...V_{RH}$$

जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है विभिन्न स्थितियों में एक वोल्टमीटर का उपयोग करके सीरीज प्रतिरोधों में वोल्टेज को मापा जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3

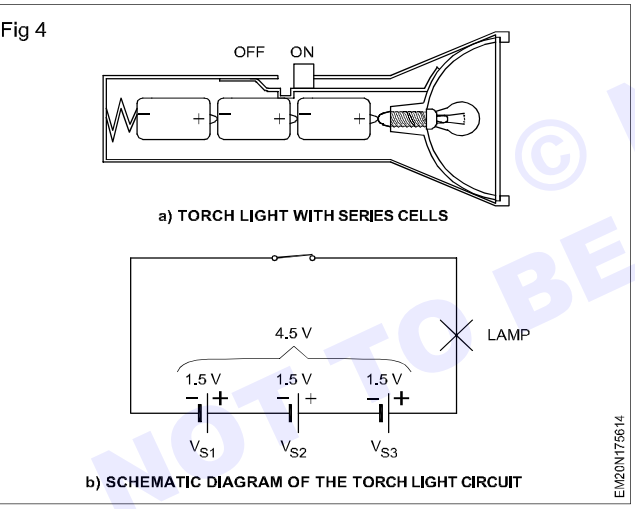


VOLTAGE DROP IN A SERIES CIRCUIT

श्रेणी में वोल्टेज स्रोत (Voltage sources in series):

जब सेलों को टार्च लाइट में रखा जाता है तो वे उच्च वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए सीरीज में जुड़े होते हैं जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4



सीरीज वोल्टेज स्रोत तव जोड़े जाते हैं जब उनकी ध्रुवताएँ एक ही दिशा में होती हैं और या कम की जाती हैं जब उनकी ध्रुवताएँ विपरीत दिशा में होती हैं। उदाहरण के लिए यदि टॉर्च लाइट में सेल के सिरों में से एक V_{S2} को विपरीत तरीके से ध्रुवीयता में रखा गया है जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है तो इसका वोल्टेज निम्नानुसार घटाया जाएगा।

$V_{Total} = V_{S1} - V_{S2} + V_{S3}$

$= 1.5\ V - 1.5\ V + 1.5\ V$

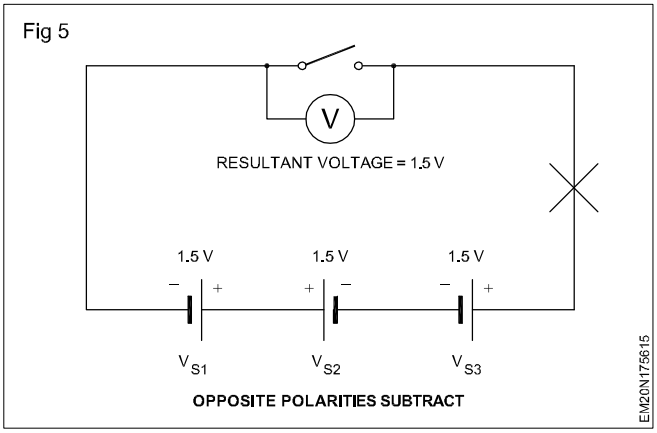
$= 1.5\ V$

श्रेणी कनेक्शन के उपयोग (Use of series connection):

1 सेल की टॉर्च लाइट, कार की बैटरी, आदि में

2 सजावट के प्रयोजनों के लिए उपयोग किए जाने वाले मिनी-लैंप के समूह में

Fig 5



3 सर्किट फ्यूज में

4 ओवर लोड कॉइल मोटर स्टार्टर्स में

5 वोल्टमीटर के गुणक प्रतिरोध में

परिभाषाएं (Definitions):

इलेक्ट्रोमोटिव बल (emf) (Electromotive force) (emf):

हमने देखा है कि एक सेल का इलेक्ट्रोमोटिव बल (emf) ओपन सर्किट वोल्टेज है और विभवांतर (PD) सेल में वोल्टेज है जब यह करंट प्रदान करता है। विभवांतर हमेशा emf से कम होता है।

विभवांतर (Potential difference):

PD = emf – सेल में वोल्टेज ड्रॉप

विभवांतर को एक अन्य शब्द टर्मिनल वोल्टेज भी कहा जा सकता है जैसा कि नीचे बताया गया है।

टर्मिनल वोल्टेज (Terminal voltage):

यह सप्लाई के स्रोत के टर्मिनल पर उपलब्ध वोल्टेज है। इसका प्रतीक V_T है। इसका मात्रक भी वोल्ट है। यह emf माइनस द्वारा सप्लाई के स्रोत में वोल्टेज ड्रॉप द्वारा दिया जाता है

i.e.V_T = emf – IR

जहाँ, I स्रोत की धारा है और R स्रोत का प्रतिरोध है।

वोल्टेज ड्रॉप (Voltage drop) (IR drop):

किसी परिपथ में प्रतिरोध द्वारा खोए गए वोल्टेज को वोल्टेज ड्रॉप या IR ड्रॉप कहा जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

DC समानांतर सर्किट (DC parallel circuit)

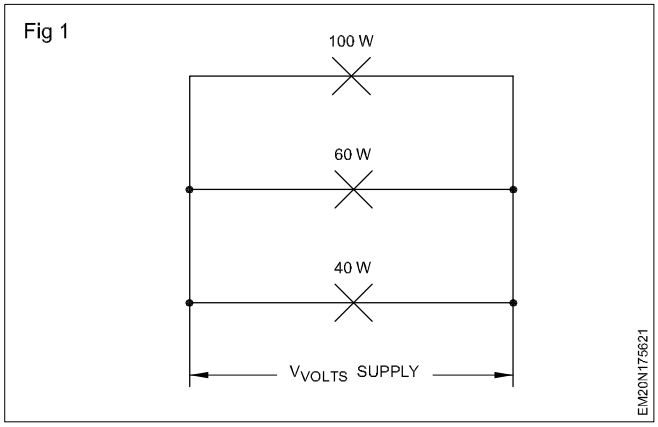
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **एक समानांतर सर्किट में वोल्टेज का निर्धारण करना**
- **समांतर परिपथ में धारा ज्ञात करना**
- **समांतर परिपथ में कुल प्रतिरोधों का निर्धारण करना**
- **समानांतर परिपथ के अनुप्रयोग बताना**

समानांतर सर्किट में वोल्टेज (Voltage in parallel circuit):

दिखाए गए (Fig1) अनुसार, जब 3 लैंप जुड़े होते हैं तो प्रतिरोधों पर लगाया गया वोल्टेज समान होता है और सप्लाई वोल्टेज के बराबर भी होता है।

Fig 1

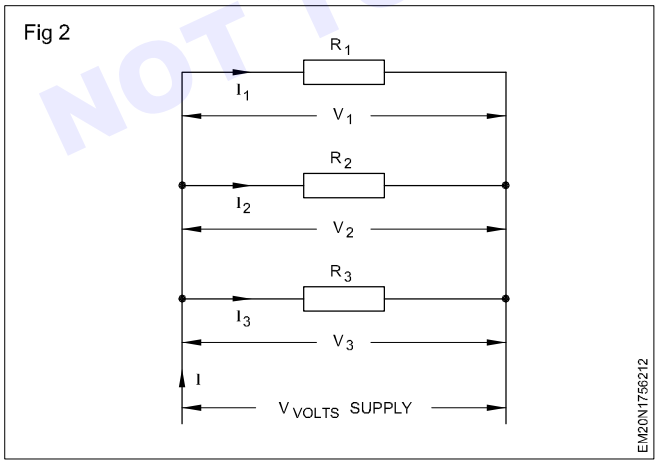


हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि समांतर सर्किट में वोल्टेज सप्लाई वोल्टेज के समान है।

गणितीय रूप से इसे $V=V_1=V_2 = V_3$ के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।

समानांतर सर्किट में धारा (Current in parallel circuit): फिर से Fig 2 से ओम के नियम को लागू करते हुए समानांतर सर्किट में अलग-अलग शाखा धाराओं को निर्धारित किया जा सकता है।

Fig 2



Current in resistor $R_1 = I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V}{R_1}$.

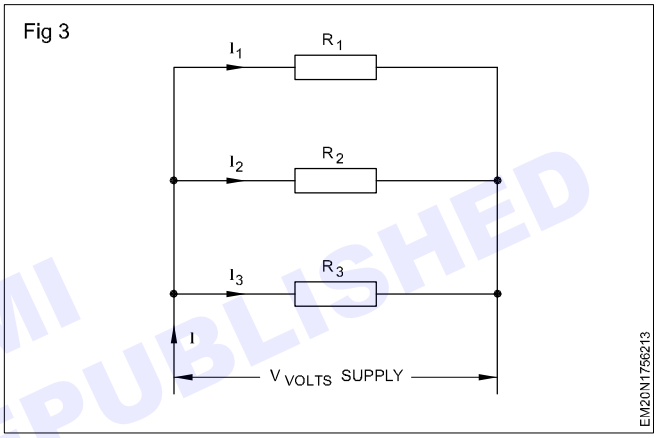
Current in resistor $R_2 = I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V}{R_2}$.

Current in resistor $R_3 = I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{V}{R_3}$

as $V_1 = V_2 = V_3$.

Fig 3 का संदर्भ लें जिसमें शाखा धाराओं I_1, I_2 और I_3 को क्रमशः प्रतिरोध शाखाओं R_1, R_2 और R_3 में प्रवाहित होते दिखाई गयी है।

Fig 3



समांतर सर्किट में कुल धारा I अलग-अलग शाखा धाराओं का योग है।

गणितीय रूप से इसे $I = I_1 + I_2 + I_3 + ... In$ के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।

समानांतर सर्किट में प्रतिरोध (Resistance in parallel circuit):

समानांतर सर्किट में, अलग-अलग शाखा प्रतिरोध धारा के प्रवाह का विरोध करता हैं हालांकि शाखाओं में वोल्टेज समान होगा।

बता दें कि समानांतर सर्किट में कुल प्रतिरोध R ओम है।

ओम के नियम के प्रयोग से हम लिख सकते हैं

$R = \frac{V}{I}$ ohms or $I = \frac{V}{R}$ amps.

जहाँ

R ओम में, समानांतर परिपथ का कुल प्रतिरोध है

V वोल्ट में, लागू स्रोत वोल्टेज है और

I एम्पीयर में, समांतर परिपथ में कुल धारा है।

हम यह भी देख सकते हैं

$I = I_1 + I_2 + I_3$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

चूँकि V पूरे समीकरण में समान है और उपरोक्त समीकरण को V से विभाजित करके हम लिख सकते हैं

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

उपरोक्त समीकरण से पता चलता है कि समानांतर सर्किट में कुल प्रतिरोध का व्युत्क्रम अलग-अलग शाखा प्रतिरोधों के व्युत्क्रमों के योग के बराबर होता है।

समानांतर सर्किट के अनुप्रयोग (Applications of parallel circuits): एक विद्त प्रणाली जिसमें एक सेक्शन विफल हो सकता है और अन्य सेक्शन कार्य करना जारी रखते हैं समानांतर सर्किट होते हैं। जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है घरों में उपयोग की जाने वाली विद्त प्रणाली में कई समानांतर सर्किट होते हैं।

एक ऑटोमोबाइल, इलेक्ट्रिक सिस्टम, लाइट, हॉर्न, मोटर, रेडियो, आदि के लिए समानांतर सर्किट का उपयोग करता है। इनमें से प्रत्येक उपकरण दूसरों से स्वतंत्र रूप से संचालित होता है।

खुला और बंद सर्किट नेटवर्क (Open and short circuit network)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **सीरीज सर्किट में बंद सर्किट और इस के प्रभाव को बताना**
- **सीरीज सर्किट में खुले सर्किट का प्रभाव और उसके कारण बताना**
- **समानांतर सर्किट में खुला और बंद के प्रभाव को बताएं।**

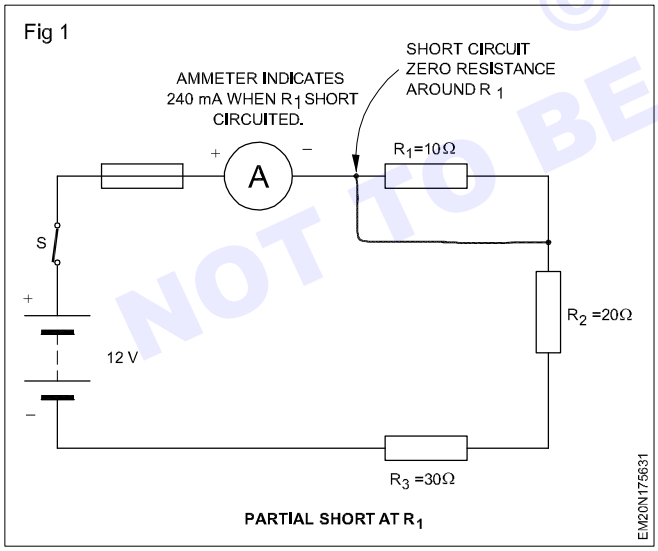
शॉर्ट सर्किट (Short circuits):

शॉर्ट सर्किट सामान्य सर्किट प्रतिरोध की तुलना में शून्य या बहुत कम प्रतिरोध का पथ है।

एक सीरीज सर्किट में शॉर्ट सर्किट आंशिक या पूर्ण (डेड शॉर्ट) हो सकता है जैसा कि Fig 1 और Fig 2 में दिखाया गया है।

शॉर्ट सर्किट से करंट में वृद्धि होती है जो सीरीज सर्किट को नुकसान पहुंचा सकती है

Fig 1



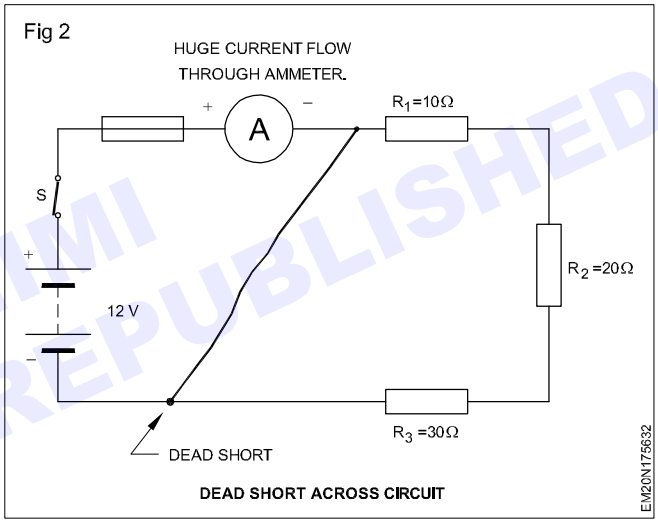
शॉर्ट सर्किट के प्रभाव के कारण (Effects due to short circuit):

शॉर्ट सर्किट के कारण अतिरिक्त करंट सर्किट घटकों बिजली स्रोतों को नुकसान पहुंचा सकती है या कनेक्टिंग तारों के इन्सुलेशन को जला सकती है। कंडक्टरों में उत्पन्न तीव्र गर्मी के कारण आग भी लग सकती है।

सीरीज परिपथ में खुला परिपथ (Open circuit in series circuit):

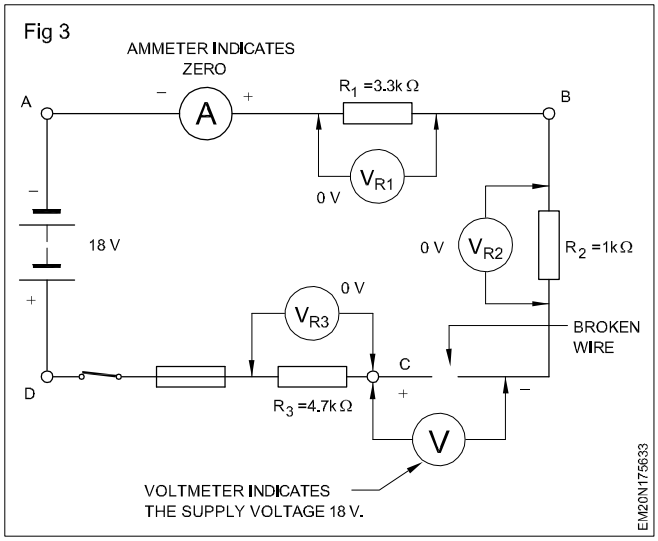
जब भी कोई सर्किट ब्रेक होता है या पूर्ण नहीं होता है और सर्किट में कोई निरंतरता नहीं होती है तो एक ओपन सर्किट का परिणाम होता है।

Fig 2



एक सीरीज सर्किट में ओपन सर्किट का मतलब है कि धारा के लिए कोई रास्ता नहीं है और सर्किट के माध्यम से कोई भी प्रवाह नहीं होता है। सर्किट में एमीटर कोई करंट नहीं दिखाएगा जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सीरीज परिपथ में खुले परिपथ के कारण (Causes for open circuit in series circuit):

ओपन सर्किट सामान्य रूप से, स्विच के अनुचित संपर्कों, जले हुए फ़्यूज़ कनेक्शन, तारों के टूटने और जले हुए प्रतिरोधों आदि के कारण होते हैं।

सीरीज परिपथ में खुले परिपथ के प्रभाव (Effect of open in series circuit):

a सर्किट में कोई करंट प्रवाहित नहीं होती है।

b परिपथ में कोई उपकरण कार्य नहीं करेगा।

c कुल सप्लाई वोल्टेज/स्रोत वोल्टेज खुले में दिखाई देता है।

खुला और बंद समांतर सर्किट (Shorts and opens in parallel circuits):

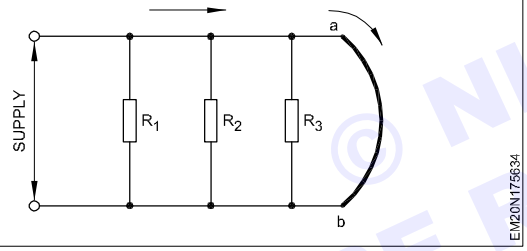
विद्त परिपथ में हो सकने वाले दो संभावित दोष ये हैं;

- खुला परिपथ
- बंद परिपथ

समानांतर सर्किट में शॉर्ट्स (Shorts in parallel circuit):

Fig 4 में बिन्द 'a' और 'b' के बीच शॉर्ट के साथ समानांतर सर्किट दिखाया गया है।

Fig 4



इससे सर्किट प्रतिरोध लगभग शून्य हो जाता है।

इसलिए 'ab' के अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप लगभग शून्य होगा (ओम के नियम के अनुसार)।

इस प्रकार प्रतिरोधों R_1, R_2, R_3 के माध्यम से धारा नगण्य होगी और उनका सामान्य प्रवाह नहीं होगा।

इसका परिणाम यह होता है कि सामान्य धारा के सौ गुना के क्रम में बहुत अधिक धारा शॉर्ट सर्किट से प्रवाहित होगी।

एक बंद परिपथ तब होता है जब विद्त स्रोत के धनात्मक टर्मिनल से कनेक्टिंग तारों के माध्यम से प्रवाहित हो सकती है और बिना किसी लोड के बिजली स्रोत के ऋणात्मक टर्मिनल पर वापस आ सकता है।

बंद परिपथ में परिपथ के अवयव जैसे केबल, स्विच, आदि जल सकते हैं।

समानांतर सर्किट में ओपन (Opens in parallel circuit): जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है बिंदु A पर सामान्य रेखा में खुला होने से उस सर्किट में कोई करंट प्रवाह नहीं होता है जबकि बिंदु B पर शाखा में खुला होने से केवल उस शाखा में कोई करंट प्रवाह नहीं होताहै (Fig 6)

Fig 5

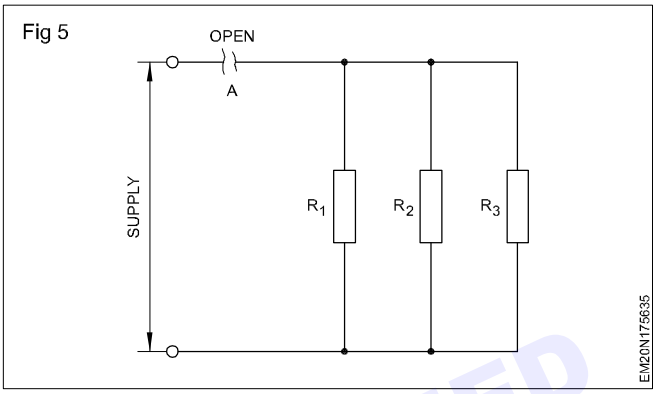
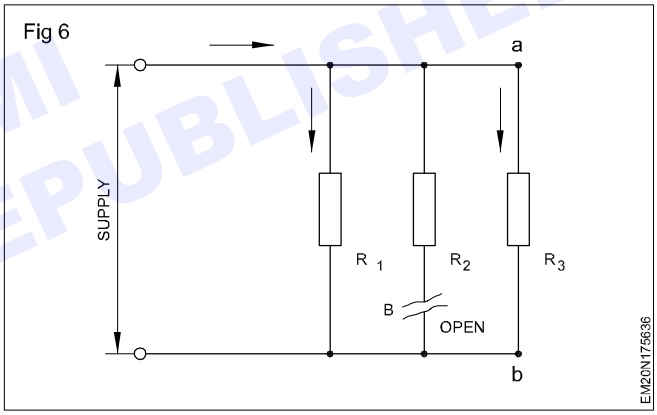


Fig 6



हालाँकि शाखाओं R_1और R_3में करंट तब तक प्रवाहित होता रहेगा जब तक वे वोल्टेज स्रोत से जुड़े रहेंगे।

स्रोत का पूर्ण वोल्टेज ओपन सर्किट टर्मिनलों पर उपलब्ध होगा। खुले हुए टर्मिनलों के साथ हस्तक्षेप करना खतरनाक होगा

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

श्रेणी और समांतर संयोजन सर्किट (Series and parallel combination circuit)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **श्रेणी और समानांतर परिपथ की विशेषताओं की तुलना करना**
- **श्रेणी-समानांतर परिपथ समस्याओं को हल करना**

DC श्रेणी और समानांतर परिपथ की विशेषताओं की तुलना

क्र.सं.	सीरीज सर्किट	समानांतर सर्किट
1	अलग-अलग प्रतिरोधों में वोल्टेज ड्रॉप लागू वोल्टेज के बराबर होती है।	लागू वोल्टेज प्रत्येक शाखा में समान होता है।
2	कुल प्रतिरोध सर्किट बनाने वाले अलग अलग प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है $R_t = R_1+R_2+R_3+...$आदि	कुल प्रतिरोध का व्युत्क्रम प्रतिरोधों के व्युत्क्रम के योग के बराबर होता है। परिणामी प्रतिरोध समानांतर संयोजन के सबसे छोटे प्रतिरोध से कम होता है
3	प्रत्येक शाखा के सर्किट प्रतिरोध के सभी भागों में करंट समान होता है।	धारा प्रत्येक शाखा में प्रत्येक शाखा के प्रतिरोध के अनुसार विभाजित होता है
4	कुल पावर अलग अलग प्रतिरोधों द्वारा ली गई पावर प्रतिके योग के बराबर होती है।	(सीरीज परिपथ के समान) कुल पावर अलग-अलग रोधों द्वारा ली हुई पावर के योग के बराबर होती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

निष्क्रिय अवयव - प्रेरक (Passive components - Inductors)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **प्रेरक और इंडक्टेंस बताएँ**
- **स्व प्रेरण की व्याख्या करें**
- **प्रेरक के मान को निर्धारित करने वाले कारक के बारे मे बताएं**
- **अन्योन्य प्रेरण की व्याख्या करें**
- **सीरीज और समानांतर में प्रेरकों के मान व्याख्या करें**
- **Q फैक्टर का विवरण करें**

प्रेरक प्रतिघात / प्रेरक का DC प्रतिरोध (Inductive reactance/ DC resistance of Inductance):

प्रेरक तार की कुण्डली से निर्मित अवयव होते हैं। प्रेरक का आधारभूत कार्य विद्त ऊर्जा को चुंबकीय क्षेत्र के रूप में संग्रहीत करना है जब धारा का प्रवाह प्रेरक के माध्यम से होता है।

प्रेरण, प्रेरक का विद्तीय गुण है। प्रेरण को दर्शाने के लिए अक्षर 'L' का प्रयोग प्रतीक के रूप में किया जाता है। प्रेरण एक उपकरण की क्षमता है जो इसके माध्यम से प्रवाहित होने वाली धारा में किसी भी परिवर्तन का विरोध करता है। धारा में परिवर्तन का यह विरोध इसके द्वारा संचित ऊर्जा द्वारा चुंबकीय क्षेत्र के रूप में प्राप्त किया जाता है।

प्रेरण और इस प्रकार एक प्रेरक अपने माध्यम से धारा में अकस्मात परिवर्तन का विरोध या प्रतिबंधित करता है। परिवर्तन या तो बढ़ रहा है या घट रहा है। इसलिए प्रेरक को कभी-कभी चोक भी कहा जाता है।

संचालन का सिद्धांत (Principle of operation)

याद रखें कि जब किसी चालक से विद्त धारा प्रवाहित होने लगती है तो चालक के चारों ओर चुंबकीय फ्लक्स वलय फैलने लगते हैं। यह विस्तारित फ्लक्स कंडक्टर में न्यून वोल्टेज प्रेरित करता है जिसे बैक-emf या काउंटर emf कहा जाता है। इस प्रेरित वोल्टेज में एक ध्रुवता होती है जो स्रोत वोल्टेज का विरोध करती है जो प्रेरित वोल्टेज का कारण बनता है।

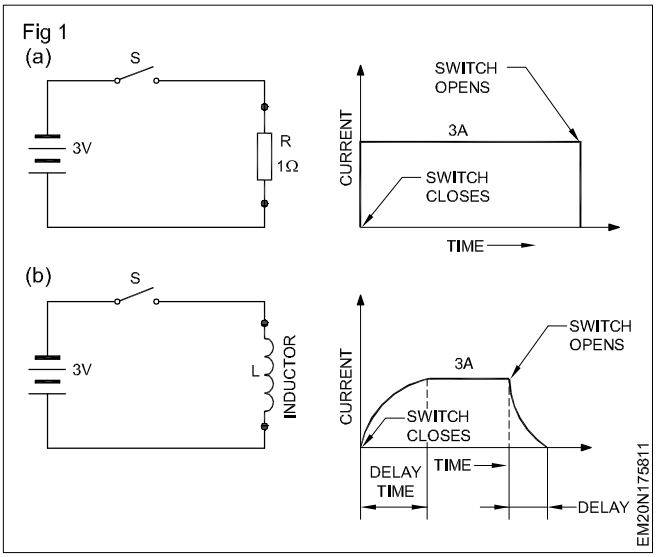
इस प्रकार तार की एक कुण्डली में विद्त धारा प्रवाहित करने वाला उसके द्वारा प्रवाहित होने वाली धारा के किसी भी वृद्धि या गिरावट का विरोध करता है और उसमें धारा को स्थिर रखने का प्रयास करता है।

यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि प्रेरण धारा में वृद्धि को पूर्ण रुप से नहीं रोक सकता है क्योंकि फ्लक्स वृद्धि के कारण वोल्टेज प्रेरित होता है और फ्लक्स वृद्धि धारा वृद्धि पर निर्भर करता है। इसलिए एक प्रेरक उस दर को प्रतिबंधित कर सकता है जिस दर पर इसके माध्यम से धारा बढ़ या घट सकती है।

उदाहरण: 1 Ω का एक प्रतिरोध 3 वोल्ट के DC स्रोत से जुड़ा है जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है। जैसे ही स्विच S चालू होता है, करंट 0 से बढ़कर 3Amps की स्थिर अवस्था में पहुंच जाता है, जैसा कि ग्राफ में दिखाया गया है। जब स्विच को ओपन किया जाता है तो धारा उतनी ही तेजी से वापस शून्य पर आ जाती है जितनी तेजी से ऊपर उठती है।

जबकि, जब उसी DC वोल्टेज को 1Ω के कॉइल प्रतिरोध वाले इंडक्टर पर लागू किया जाता है जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है, तो करंट तुरंत 0 से उसके स्थिर मान तक नहीं बढ़ेगा क्योंकि सर्किट में प्रेरक ऐसा होने की अनुमति नहीं देता है। ग्राफ में दिखाए गए अनुसार एक टाइम डिले के बाद धारा स्थिर अवस्था मान तक पहुंच जाएगी। देरी की मात्रा इंडक्शन के मान और प्रेरक के ओमिक प्रतिरोध पर निर्भर करती है।

एक बार Fig1(b) में सर्किट के माध्यम से करंट 3Amps के स्थिर अवस्था मान तक पहुँच जाता है, जो कि प्रेरक के ओमिक मान पर निर्भर करता है धारा का परिमाण स्थिर रहता है और इस प्रकार प्रेरण प्रभाव बंद हो जाता है। इस बिंदु पर प्रेरक द्वारा प्रदान किया जाने वाला एकमात्र विरोध इसका ओमिक/DC प्रतिरोध है।

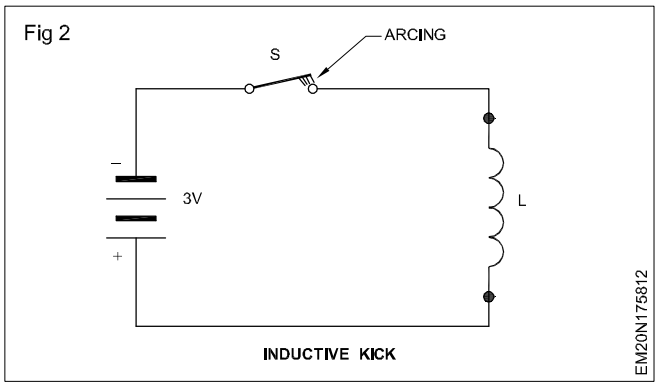


जब Fig 1(b) का स्विच S ओपन किया जाता है तो प्रेरक का पश्च (बैक) emf (cemf) या काउंटर emf (cemf) बहुत अधिक हो जाता है जो स्रोत वोल्टेज से बहुत अधिक होता है। यह उच्च वोल्टेज (cemf) धारा को तुरंत शून्य पर पहुँचने से रोकता है। यह स्विच के खुलने पर स्विच संपर्कों के बीच वायु के आयनित हो जाने के कारण होता है। यह स्विच कॉन्टैक्ट्स को आर्क और बर्न का कारण बनता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इसे इंडक्टेंस किक के रूप में जाना जाता है। जैसे ही प्रेरक चुंबकीय क्षेत्र में संग्रहीत ऊर्जा का व्यय हो जाता है स्विच संपर्क विआयनीकृत हो जाते हैं और धारा रुक जाती है।

कुण्डली के माध्यम से परिवर्ती धारा के कारण कुण्डली में emf को प्रेरित करने के इस गुण को स्व-प्रेरण (SELF INDUCTANCE) कहा जाता है



इंडक्टेंस का मात्रक - हेनरी (Unit of inductance - The Henry):

इंडक्टेंस के माप की मूल इकाई हेनरी है जिसे H के रूप में संक्षिप्तित किया गया है। मात्रक हेनरी को प्रेरक में धारा, आयाम परिवर्तन से प्रेरित cemf मात्रा के संदर्भ में परिभाषित किया जाता है इसके अनुसार हेनरी इंडक्टेंस का वह मान होता है जो 1 एम्पियर/सेकंड की दर से धारा में परिवर्तन होने पर कुंडली में 1 V का cemf विकसित करती है।

उपरोक्त परिभाषा से Fig 3 के अनुसार,

इंडक्टेंस, $L = \frac{V_L}{di / dt}$

जहां V_L = प्रेरित वोल्टेज

और $\frac{di}{dt}$ = धारा परिवर्तन की दर। Fig 3 देखें।

प्रेरित emf की ध्रुवता (Polarity of Induced emf)

प्रेरक में प्रेरित (वोल्टेज) में ध्रुवीयता होती है जो हमेशा स्रोत वोल्टेज (लेन्ज के नियम) का विरोध करती है।

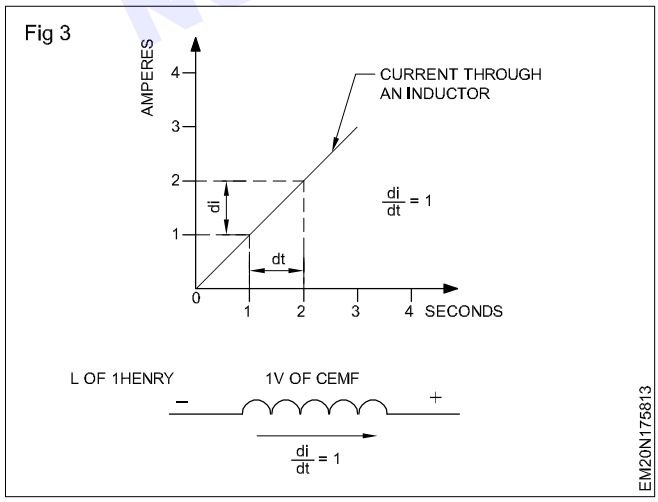


Fig 4, एक AC वोल्टेज स्रोत के अक्रॉस संयोजित प्रेरक प्रदर्शित करता है। जब आरोपित वोल्टेज शून्य से धनात्मक(+ve) शिखर तक बढ़ती है जैसा कि Fig 4a में दिखाया गया है प्रेरक काउंटर वि0 वा0 ब0 (emf) में बढ़ते स्रोत वोल्टेज के विरोध में +ve ध्रुवीयता होगी।

Fig 4a में जब स्रोत वोल्टेज धनात्मक शिखर से शून्य तक घटती है तो प्रेरक के सिरे P पर cemf में घटते स्रोत वोल्टेज का विरोध करने वाली ऋणात्मक ध्रुवीयता होगी।

इंडक्टेंस मान का निर्धारण करने वाले कारक (Factors determining value of Inductance)

किसी प्रेरक का इंडक्टेंस मुख्य रूप से निम्नलिखित चार कारकों द्वारा निर्धारित किया जाता है:

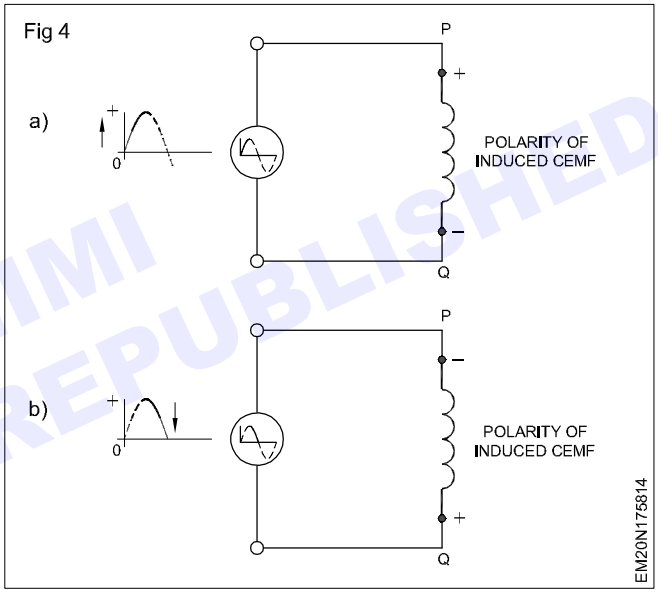
1 तार के फेरों की संख्या

2 कोर पदार्थ या पदार्थ जिस पर कुंडली लिपटी है

3 तार के फेरों के बीच की दूरी

4 कुंडली का व्यास

Fig 5 में इंडक्टेंस मानइन कारकों के प्रभाव को दर्शाया गया है।



ऊपर सूचीबद्ध कारकों से कुंडली के इंडक्टेंस की गणना निम्न सूत्र का उपयोग करके ज्ञात की जा सकती है

$$L = \mu \frac{N^2 A}{l} \text{ Henries}$$

जहाँ,

μ= Wb/At-m ($\mu=\mu_o\mu_r$) में चुंबकीय कोर की पारगम्यता (चुम्बकशीलता) है जिसके चारों ओर कुंडली लपेटी जाती है

N= कुण्डली के फेरों की संख्या

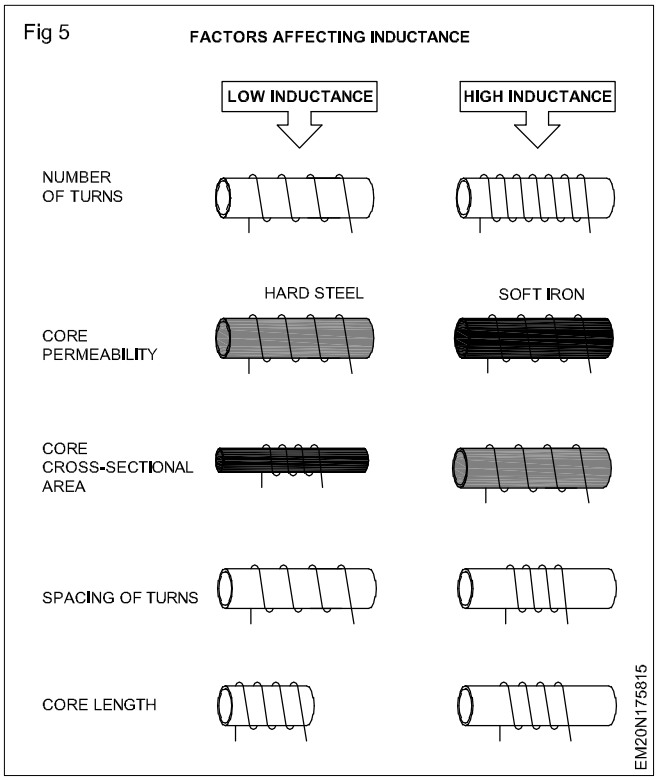
A = वर्ग मीटर में कोर के क्रॉस-सेक्शन का क्षेत्रफल m^2

l = कुण्डली की लम्बाई मीटर में।

प्रैक्टिकल प्रेरक और प्रकार (Practical inductors and types):

प्रैक्टिकल अनुप्रयोगों के लिए एक निर्धारित मान के इंडक्टेंस के लिए प्रेरक का निर्माण किया जाता है। पावर सप्लाई तरंग फिल्टर परिपथ में उच्च आवृत्ति संचार परिपथ में अनुप्रयोग के लिए प्रैक्टिकल प्रेरकों का मान कुछ माइक्रो हेनरी से कई हेनरी तक है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



इस पाठ के अंत में दिए गए चार्ट-1 में दिखाए गए अनुसार प्रेरकों को विभिन्न श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

एयर कोर (Air core): कुण्डली को भंवर धाराओं या हिस्टैरिसिस से प्रैक्टिकल रूप से कोई नुकसान नहीं होता है। यद्यपि एयर कोर प्रेरको का इंडक्टेंस माइक्रो से मिली हेनरी की सीमा में निम्न मान तक सीमित हैं। उच्च आवृत्ति अनुप्रयोगों में एयर कोर प्रेरक का उपयोग किया जाता है।

लैमिनेटेड आयरन कोर (Laminated Iron Core): अलग-अलग लेमिनेशन के समूह का उपयोग करके बनाया जाता है। प्रत्येक लेमिनेशन आयरन ऑक्साइड सिलिकॉन स्टील या वार्निश की एक पतली कोटिंग द्वारा इंसुलेटेड रहता है। यह इंसुलेशन भंवर धारा हानि ह्रास को कम करने वाले प्रतिरोध को बढ़ाता है। इस प्रकार के प्रेरक का उपयोग आमतौर पर 50/60 Hz की मेन आवृत्ति और कम ऑडियो आवृत्ति रेंज के लिए 10 kHz तक किया जाता है।

पाउडर आयरन कोर (Powdered Iron Core): का उपयोग रेडियो फ्रीक्वेंसी पर क्रोड में भंवर धाराओं को कम करने के लिए प्रयोग किया जाता है। इसमें अलग-अलग इंसुलेटेड ग्रेन्युल होते हैं जिन्हें स्लग नामक ठोस रूप में दिया जाता है।

फेराइट कोर (Ferrite Core): सिंथेटिक सिरेमिक पदार्थ से बना है जो फेरोमैग्नेटिक हैं। वे लोहे की तरह फ्लक्स घनत्व का उच्च मान प्रदान करते हैं लेकिन अचालक होने का लाभ यह है कि इस प्रकार भंवर धारा ह्रास को न्यूनतम कर देता है। इस लाभ के कारण फेराइट कोर वाले प्रेरक का उपयोग उच्चतम आवृत्तिअनुप्रयोग के लिए किया जाता है।

परिवर्ती (वेरिएबल) प्रेरक (Variable Inductors): स्थिर '(फिक्स्ड) प्रेरक के विपरीत परिवर्ती प्रेरक इसके इंडक्टेंस मान को या तो चरणों में या लगातार बदलने की सुविधा होती है।

परिरक्षित/स्क्रीन वाले प्रेरक(Shielded/Screened inductors): इसमें प्रेरक के ऊपर धातु का आवरण होगा। आवरण प्राय: तांबे या एल्यूमीनियम से बना होता है। परिरक्षण का कारण कॉइल को बाह्य भिन्न-भिन्न चुंबकीय क्षेत्र से अलग करना और बाह्य परिपथ पर कुण्डली के रेडियो आवृत्ति के प्रभाव को कम करना है।

किसी प्रेरक के लिए परिरक्षक/स्क्रीन बनाते समय निम्नलिखित बातों पर ध्यान दिया जाना चाहिए;

i आवरण के रूप में प्रयुक्त धातु एक अच्छी चालक होनी चाहिए

ii कुण्डली की भुजाओं और धातु के बीच की निकासी कुण्डली की त्रिज्या के बराबर या उससे अधिक होनी चाहिए। यदि निकासी कम है तो आवरण इंडक्टेंस मान को अत्यधिक कम कर देता है।

मोल्डेड प्रेरक (Moulded inductors): प्रेरक मान कलर कोडित प्रतिरोधों की तरह दिखते हैं। कोडिंग स्कीम प्रतिरोध की तरह ही है सिवाय इसके कि L का मान माइक्रोहेनरी (μH) में दिया गया है। उदाहरण के लिए Fig 10 में दर्शाए अनुसार पीले लाल और काले रंग की धारियों या बिंदुओं वाली कुंडली का इंडक्टेंस मान 42 μH है।

प्रयोगशाला प्रकार वेरिएबल प्रेरक (Laboratory type variable inductor): डिकेड बॉक्स के रूप में उपलब्ध हैं । इस डिकेड में प्रेरक बॉक्स यर्थाथ प्रेरकों को रोटरी स्विच के माध्यम से परिपथ में या बाह्य स्विच किया जाता है। डिकेड परिवर्ती प्रेरक का प्रयोग प्रयोगों और इंडक्टेंस (L) मीटर में किया जाता है।

इंडक्टर्स के विशेष प्रकार (Special types of Inductors):

कुछ इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में एक विशेष प्रकार के प्रेरक प्रयुक्त होते हैं जिन्हें **थिन-फिल्म इंडक्टर्स** कहा जाता है। ये प्रेरक पतली धातु की फिल्में हैं जो सिरेमिक या एपॉक्सी बेस पर कुण्डली के रूप में जमा होती हैं। ये छोटे आकार के होते हैं और इन प्रेरक का मान न्यूनतम होता है।

कॉपर ट्यूब इंडक्टर्स (Copper tube Inductors): उच्च आवृत्तियों पर कंडक्टर की स्किन में धारा प्रवाहित होने की प्रवृत्ति होती है इसे **स्किन प्रभाव (skin effect)** के रूप में जाना जाता है । इसलिए उच्च आवृत्ति और उच्च पावर अनुप्रयोगों में ठोस तांबे के तार के स्थान पर खोखले कॉपर ट्यूब कुण्डली, प्रेरक के रूप में उपयोग किया जाता है।

वेरोमीटर (Variometers): केवल एक ही एंटेना का उपयोग करके विभिन्न रेडियो फ्रीक्वेंसी प्राप्त करने के लिए विभिन्न तरंग लम्बाई को रिसीव करने के लिए एंटीना की विद्त लंबाई को परिवर्तित करना होगा। इसे प्राप्त करने के लिए उपयोग किए जाने वाले परिवर्ती प्रेरक को वेरोमीटर कहा जाता है।

प्रेरक में ऊर्जा संचयन (Energy storage in inductors)

ऊर्जा संचयन (Energy storage): प्रेरक धारा द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र में ऊर्जा का भंडारण करता है। संग्रहीत ऊर्जा निम्नानुसार व्यक्त की जाती है।

जहां, I एम्पीयर में है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

L हेनरी में है और W जूल या वाट-सेकंड में ऊर्जा है।

जब प्रेरक के सही मान उपलब्ध नहीं होते हैं तो हमें क्या करना चाहिए?

प्रेरक का वांछित मान प्राप्त करने के लिए कुछ इंडक्टर्स के सीरीज और समानांतर संयोजन का उपयोग किया जा सकता है।

स्थैतिक प्रेरित वि0वा0ब0 (Statically induced emf): जब चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन के कारण एक स्टेशनरी कंडक्टर में प्रेरित emf उत्पन्न होता है तो विद्त चुंबकत्व के फैराडे के नियमों का पालन करते हुए प्रेरित emf को स्थैतिक रूप से प्रेरित वि0वा0ब0'(emf) कहा जाता है।

नीचे बताए अनुसार दो प्रकार के स्थिर रूप से प्रेरित वि0वा0ब0'(emf) हैं: -

$$W = \frac{1}{2}Lr^2$$

1 समान कुण्डली में उत्पन्न **स्व-प्रेरित विद्त वाहक बल**

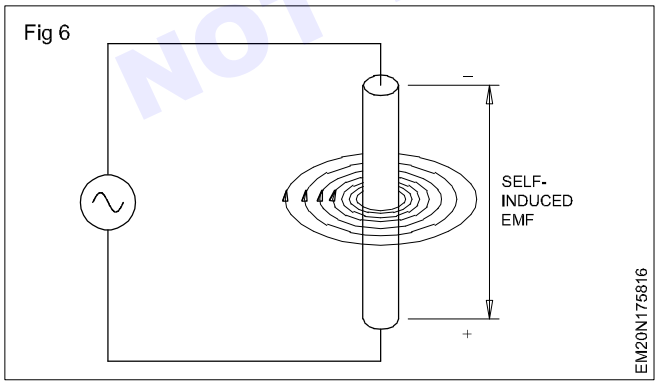
2 निकट कुण्डली में उत्पन्न पारस्परिक रूप से **प्रेरित emf**

स्व-प्रेरण (Self-induction): जब किसी चालक में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होती है और धारा आवर्त रूप से दिशा परिवर्तन करती है तो इससे उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा भी परिवर्तित हो जाती है। किसी भी क्षण चुंबकीय क्षेत्र की दिशा धारा प्रवाह की दिशा से निर्धारित होती है।

पूर्ण चक्र में चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र बनता है और फिर समाप्त हो जाता है। यह फिर विपरीत दिशा में बनता है और फिर से समाप्त हो जाता है। जब चुंबकीय क्षेत्र शून्य से बनना शुरू होता है तो बल या फ्लक्स रेखाएं चालक के केंद्र से बाहर की ओर प्रसारित होती हैं। जैसे-जैसे वे बाहर की ओर प्रसारित होते हैं उन्हें चालक के माध्यम से विच्छेदित होते हैं।

फैराडे के नियमों के अनुसार चालक में एक वि0वा0ब0'(emf) प्रेरित होता है। इसी तरह जब चुंबकीय क्षेत्र समाप्त हो जाता है फ्लक्स रेखाएं चालक के माध्यम से फिर से विच्छेदित होती हैं और एक वि0वा0ब0'(emf) एक बार फिर से प्रेरित होता है। इसे सेल्फ इंडक्शन कहा जाता है। (Fig 6)

Fig 6



इंडक्टेंस (Inductance): इंडक्टेंस (L)एक परिपथ में धारा प्रवाह के परिमाण में किसी भी परिवर्तन का विरोध करने के लिए एक विद्त परिपथ या उपकरण का विद्तीय अभिलक्षण है।

वे उपकरण जो किसी परिपथ में इंडक्टेंस प्रदान करने के लिए उपयोग किए जाते हैं प्रेरक कहलाते हैं। प्रेरक को चोक कॉइल और रिएक्टर के रूप में भी जाना जाता है। प्रेरक प्राय: तार से निर्मित कुण्डली है।

इंडक्टेंस का निर्धारण करने वाले कारक (Factots detetmining inductance): प्रेरक का इंडक्टेंस मुख्य रूप से चार कारकों द्वारा निर्धारित किया जाता है।

- कोर की कोर पारगम्यता (चुम्बकशीलता) का प्रकार
- कुण्डली 'N' में तार के फेरों की संख्या
- तार के फेरों के बीच की दूरी (स्पेसिंग फैक्टर)
- अनुप्रस्थ कॉट का क्षेत्रफल (कुण्डली कोर का व्यास) 'a' या 'd'

तार की कुण्डली में इंडक्टेंस की मात्रा कुंडली के भौतिक संरचना से प्रभावित होती है।

कोर (Core): यदि कठोर स्टील के बजाय सॉफ्ट आयरन का उपयोग क्रोड पदार्थ के रूप में किया जाता है तो कुण्डली में अधिक इंडक्टेंस होगा।

यदि सभी कारक समान हैं तो एक आयरन कोर प्रेरक में एक एयर कोर प्रेरक की तुलना में अधिक इंडक्टेंस होता है। इसका कारण यह है कि लोहे की पारगम्यता (चुम्कबशीलता) अधिक होती है अर्थात यह अधिक फ्लक्स ले जाने में सक्षम होता है। इस उच्च पारगम्यता (चुम्कबशीलता) के साथ अधिक फ्लक्स परिवर्तन होता है और इस प्रकार धारा में दिए गए परिवर्तन के लिए अधिक काउंटर प्रेरित emf (cemf) होता है।

फेरों की संख्या (Number of turns): प्रेरक में अधिक फेरों से उसका इंडक्टेंस बढ़ जाता है क्योंकि प्रत्येक फेरा प्रेरक को अधिक चुंबकीय क्षेत्र की छमता प्रदान करता है। चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता बढ़ने से प्रेरक के चालकों (turns) को विच्छेद के लिए अधिक फ्लक्स होता है।

तार के फेरों के बीच की दूरी (Spacing between turns of wire): जब किसी कुंडली में तार के फेरों के बीच की दूरी बढ़ा दी जाती है तो कुंडली का इंडक्टेंस कम हो जाता है। व्यापक दूरी वाले फेरों के साथ आसन्न फेरों से कई फ्लक्स रेखाएं एक साथ नहीं जुड़ती हैं। वे रेखाएँ जो आपस में नहीं जुड़ती हैं अन्य घुमावों में कोई वोल्टेज उत्पन्न नहीं करती हैं। जैसे-जैसे फेरें एक-दूसरे के करीब आते हैं फ्लक्स की केवल कुछ ही रेखाएँ जुड़ने में विफल होती हैं।

अनुप्रस्थ कॉट का क्षेत्रफल (Cross sectional area): समान संख्या में फेरों वाले पदार्थ के लिए अधिकतम अनुप्रस्थ कॉट क्षेत्रफल के साथ इंडक्टेंस अधिकतम होगा और न्यूनतम अनुप्रस्थ कॉट क्षेत्रफल के लिए न्यूनतम होगा।

स्व-प्रेरण का प्रतीक और मात्रक (Symbol and unit of Self-inductance): वि0वा0ब0 को स्व-प्रेरित करने के लिए कुण्डली या चालक का गुण जब इसके माध्यम से धारा परिवर्तित हो रही है तो इसे कुण्डली (चालक) को केवल प्रेरक का स्व-प्रेरण (सेल्फ इंडक्टेंस) कहा जाता है। प्रेरण के लिए अक्षर प्रतीक L है; इसकी मूल इकाई हेनरी H है।

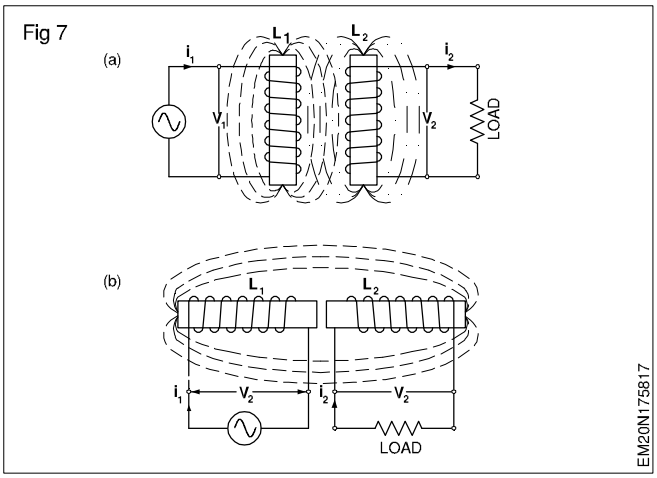
हेनरी (Henty): एक कंडक्टर या कॉइल में एक हेनरी का एक इंडक्टेंस होता है यदि एक एम्पीयर प्रति सेकंड की दर से बदलने वाली धारा 1 वोल्ट का एक प्रेरित वोल्टेज (cemf) उत्पन्न करती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सीधे कंडक्टरों का इंडक्टेंस आमतौर पर बहुत कम होता है, और हमारे प्रस्तावों के लिए शून्य माना जा सकता है। कुंडलित कंडक्टरों का इंडक्टेंस अधिक होगा, और यह AC सर्किट के विश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

पारस्परिक इंडक्टेंस (M) (Mutual Inductance) (M)

जब दो प्रेरक L_1 और L_2 को एक -दूसरे के समीप रखा जाता है जैसा कि Fig 7a या Fig 7b में दिखाया गया है तो दोनों कुण्डली वैद्त सम्पर्क में नहीं हैं परन्तु दोनों कुण्डलियाँ चुंबकीय रूप से परस्पर-युग्मित(inter-coupled) कहलाती हैं।



कुण्डली L_1 में परिवर्ती धारा i_1 न केवल L_1 में एक वि0वा0ब0 (V_1) को प्रेरित करती है बल्कि L_2 में वोल्टेज (V_2) को भी प्रेरित करती है । L_2 में प्रेरित वोल्टेज V_2 एक धारा i_2 का कारण बनता है जो L_2 के परित: अपना स्वयं का परिवर्ती फ्लक्स स्थापित करता है । फलस्वरुप यह न केवल L_2 में स्व-वोल्टता को प्रेरित करता है बल्कि L_1 में एक अतिरिक्त वोल्टेज भी प्रेरित करता है । अर्थात् एक कुण्डली में परिवर्ती धारा समीप की दूसरी कुण्डली में विद्त वाहक बल प्रेरित करेगी। इस प्रभाव को अन्योन्य प्रेरण (mutual induction) के रूप में जाना जाता है।

Fig 7 में दोनों कुण्डली L_1और L_2 स्व इंडक्टेंस (M) के अतिरिक्त एक अन्योन्य प्रेरण (L) भी प्रेरित करते हैं।

अन्योन्य प्रेरण स्व-प्रेरण की भांति हेनरी की इकाइयों में मापा जाता है। परिभाषा नीचे दी गई है;

जब एक कुण्डली में 1 Amp/sec की दर से परिवर्तनशील धारा दूसरी कुण्डली में 1V का emf प्रेरित करती है तो दोनों कुण्डलियों का अन्योन्य इंडक्टेंस 1 हेनरी कहा जाता है।

युग्मन गुणांक (Coefficient of coupling)

दो कुंडलियों के बीच अन्योन्य इंडक्टेंस (M) की मात्रा प्रत्येक कुंडली के स्व-इंडक्टेंस और दोनों कुंडलियों के बीच पारस्परिक फ्लक्स की मात्रा पर निर्भर करता है।

पारस्परिक फ्लक्स की मात्रा जो दोनों कुंडलियों को युग्मित करती है दो कुंडलियों के भौतिक परिस्थिति पर निर्भर करती है। यह युग्मन गुणांक j द्वारा व्यक्त किया जाता है ।

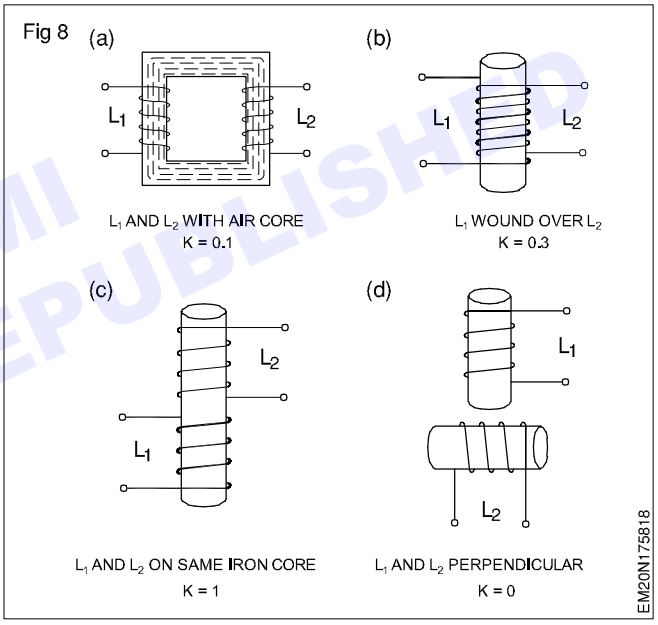
दो कुंडलियों के बीच युग्मन गुणांक j इस प्रकार निर्धारित किया जाता है

$$k = \frac{\text{Mutual flux between two coils } \phi_m, \text{ in Webers}}{\text{Total flux setup by one coil, in Webers}}$$

j का अधिकतम मान 1 हो सकता है। यह तब होता है जब एक कॉइल द्वारा स्थापित कुल फ्लक्स (ø) दूसरे कुण्डली से लिंक होते हैं। उदाहरण के लिए; जब दोनों कुण्डली Fig 8a की भांति वेष्ठित (interacting) होते हैं। कुण्डली में स्थापित लगभग सभी फ्लक्स दूसरे कुण्डली के साथ परस्पर क्रिया कर रहे हैं। दूसरे शब्दों में फ्लक्स का क्षरण (रिसाव) न्यूनतम या शून्य होता है। ऐसी स्थिति में j व्यवहारिक रूप से 1 के बराबर होता है। k=1 की इस स्थिति को दृढ़ युग्मन के रूप में भी जाना जाता है ।

Fig 8b में यदि कॉइल 1 द्वारा फ्लक्स सेट-अप का केवल 30% कुण्डली 2 के साथ लिंक होता है तो युग्मन का गुणांक केवल 0.3 होता है।

Fig 8C और Fig 8d में जहां कुण्डली को दूर रखा गया है या जब दोनों कुण्डली एक दूसरे के लंबवत रखे गए हैं तो युग्मन न्यूनतम है और शून्य के करीब होगा।



यह दिखाया जा सकता है कि दिए गए दो कॉइल L_1 और L_2 के बीच अन्योन्य प्रेरण (M) सूत्र का उपयोग करके ज्ञात लगाया जा सकता है

$$M = k\sqrt{L_1 . L_2} \text{ Henrys.}$$

जहां,

k युग्मन का गुणांक है जिसकी कोई इकाई नहीं है।

L_1 और L_2 हेनरी में इंडक्टेंस मान है।

M हेनरी में अन्योन्य इंडक्टेंस है।

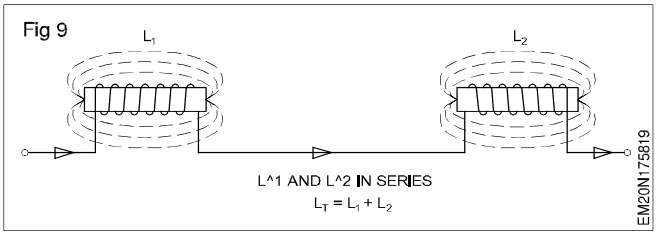
सीरीज में प्रेरक (INDUCTORS IN SERIES):

इंडक्टेंस का वांछित मान प्राप्त करने के लिए प्रेरकों को सीरीज या समानांतर में जोड़ा जा सकता है।

Fig 9 में सीरीज में जुड़े दो प्रेरकों को दर्शाया गया है। प्रेरक के बीच की दूरी अधिक है ताकि दोनों कुण्डली के बीच कोई पारस्परिक इंडक्टेंस नही

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

है। अत: Fig 9 में, j=0। Fig 9 में चूंकि दोनों कुण्डलियों के माध्यम से धारा की दिशा समान है स्व-प्रेरित वोल्टेज योगात्मक हैं। इसलिए इस तरह के सीरीज कनेक्शन का कुल इंडक्टेंस निम्न सूत्र द्वारा दिया जाता है



अन्योन्य इंडक्टेंस के साथ सीरीज में कुण्डली (Series coils with mutual inductance):

Fig 9 के विपरीत जब दो प्रेरक L_1 और L_2 एक दूसरे के समीप श्रेणी में संयोजित होते हैं तो कुल इंडक्टेंस L_1 और L_2 के योग से अधिक होगा । यह कितना अधिक होगा यह अन्योन्य इंडक्टेंस (M) पर निर्भर करता है।

$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + ...+ L_n$ हेनरी (H)

जहां, L_T टर्मिनलों के मध्य कुल इंडक्टेंस है।

L_1, L_2 .....L_n प्रत्येक इंडक्टेंस के मान हैं।

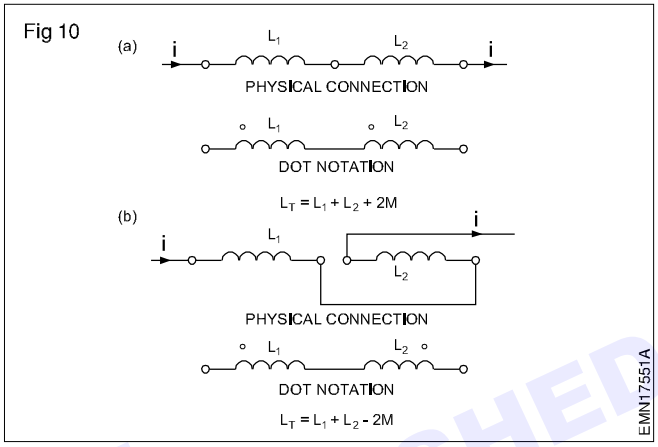
सामान्य तौर पर दो सीरीज-जुड़े कॉइल का कुल इंडक्टेंस अन्योन्य इंडक्टेंस (M) के साथ दिया जाता है;

$L_T = L_1 + L_2 \pm 2M$

डॉट नोटेशन (Dot notation):

चाहे दो कॉइल सीरीज-जोड़ या सीरीज के विपरीत जुड़े हुए हों इसे अक्सर डॉट नोटेशन का उपयोग करके दर्शाया जाता है जैसा कि Fig 10 में दिखाया गया है। जब धारा दोनों बिंदुओं में प्रवेश करता है या दोनों बिंदुओं को छोड़ता है जैसा कि Fig10a में दिखाया गया है तो अन्योन्य इंडक्टेंस योगात्मक होता है।

जब धारा एक बिंदु में प्रवेश करती है और दूसरे बिंदु को छोड़ती है जैसा कि Fig 10b में दिखाया गया है तो पारस्परिक इंडक्टेंस का घटाव करते है। दूसरे शब्दों में डॉट्स एक दूसरे के फेज में सिरों को इंगित करते हैं।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

चार्ट - 1 विभिन्न प्रकार के इंडक्टर्स की भौतिक उपस्थिति

Fig 1 IRON-CORE INDUCTOR OR CHOKE

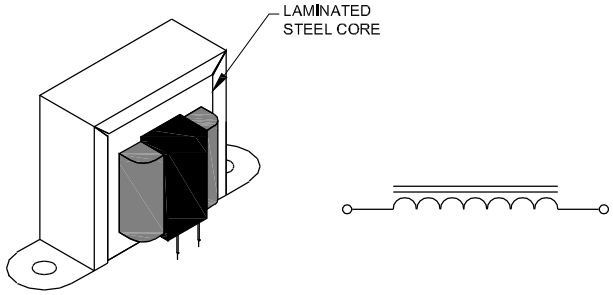


Fig 2 AIR-CORE INDUCTORs

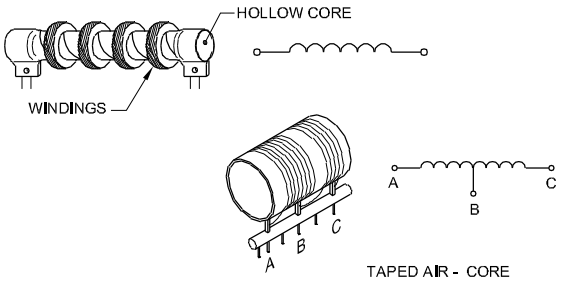


Fig 3 FERRITE-CORE INDUCTORS

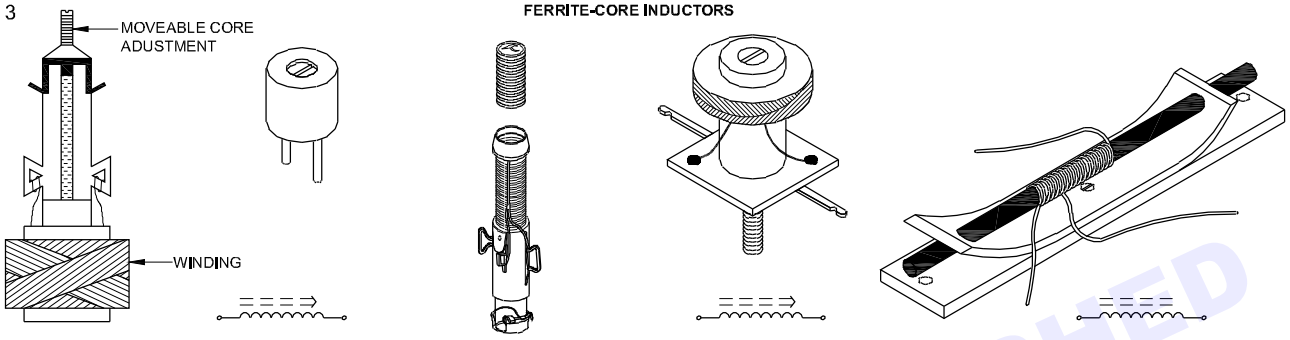


Fig 4 SHIELDED INDUCTORS

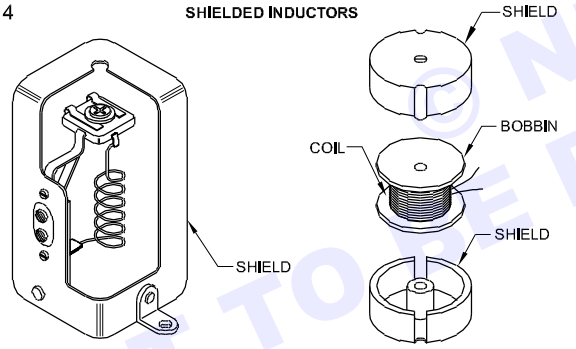


Fig 5 HIGH FREQUENCY INDUCTORS

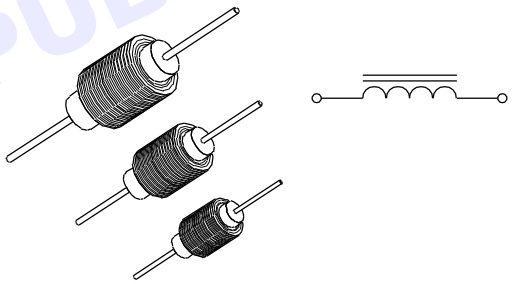


Fig 6 MOULDED INDUCTORS

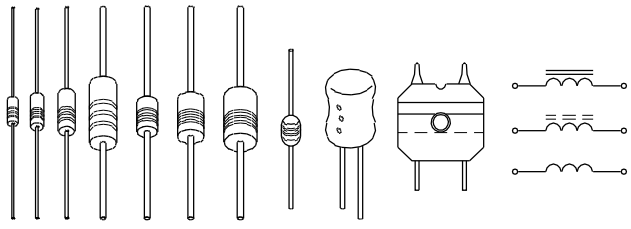
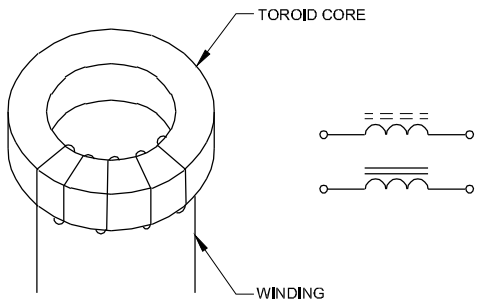


Fig 7 TOROID FERRITE CORE INDUCTOR



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

निष्क्रिय अवयव - संधारित्र (Passive components - Capacitors)

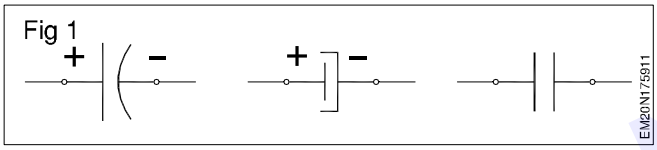
उद्देश्य: इस पाठ के अंत आप यह जान सकेंगे

- **संधारित्र के कार्य।**
- **संधारित्र में संचयित ऊर्जा।**
- **धारिता मान निर्धारित करने वाले कारक।**
- **संधारित्र में परावैद्त के कार्य।**
- **स्थिर मान संधारित्र के प्रकार।**
- **संधारित्र की संरचना का विवरण।**
- **संधारित्र को सीरीज समानांतर और सीरीज और समानांतर में संयोजित करना।**

कैपेसिटर और कैपेसिटेंस (Capacitors and Capacitance):

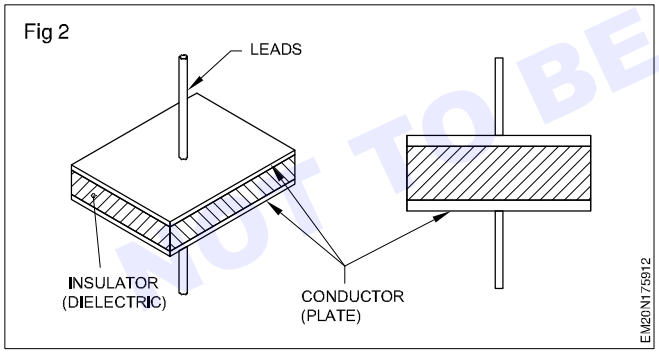
संधारित्र इलेक्ट्रॉनिक अवयव हैं जो विद्त ऊर्जा को विद्त आवेश के रूप में संग्रहीत कर सकते हैं। किसी संधारित्र की आवेश भंडारण क्षमता को संधारित्र की धारिता कहते हैं । संधारित्र का प्रतिनिधित्व करने के लिए उपयोग किए जाने वाले प्रतीकों को Fig 1 में दिखाया गया है। वर्णमाला 'C' का उपयोग संधारित्र की धारिता को व्यक्त करने के लिए किया जाता है।

Fig 1



एक साधारण संधारित्र चालक के दो टुकड़े से निर्मित होत हैं जिसे रोधक (इन्सुलेटर) द्वारा पृथक किया जाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



संधारित्र में Fig 2 में प्रदर्शित चालक को प्लेट कहा जाता है और रोधक (इन्सुलेटर) को डाइलेक्ट्रिक कहा जाता है ।

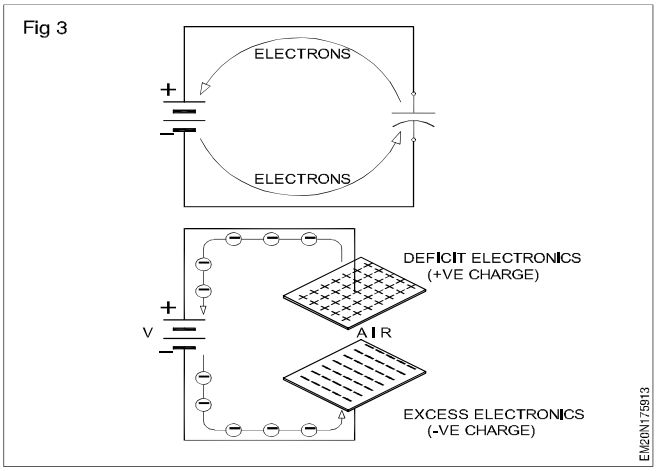
संधारित्र की प्लेटें किसी भी आकृति और आकार की हो सकती हैं और परावैद्त विभिन्न रोधक पदार्थों में से कोई एक हो सकता है। इंसुलेटर/ डाइलेक्ट्रिक के प्रकार के आधार पर संधारित्र को पेपर, माइका, सिरेमिक ,ग्लास, पॉलिएस्टर, वायु, इलेक्ट्रोलाइट, संधारित्र आदि कहा जाता है।

संधारित्र में आवेश संचयन प्रक्रिया (Capacitor action of storing charge):

जब किसी ऊर्जा स्रोत जैसे कि बैटरी द्वारा संधारित्र की प्लेटों पर विद्त आवेश आरोपित किया जाता है तो संधारित्र इन आवेशों को संचयित करता है।

जब एक संधारित्र को बैटरी से संयोजित किया जाता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल से इलेक्ट्रॉन कनेक्टिंग लीड के माध्यम से चलते हैं और संधारित्र की प्लेटों में से एक प्लेट पर एकत्र हो जाते हैं। उसी समय संधारित्र की दूसरी प्लेट से मुक्त इलेक्ट्रॉन (याद रखें कि संधारित्र की प्लेटें मुक्त इलेक्ट्रॉनों वाले कंडक्टर हैं) कनेक्टिंग लीड के माध्यम से बैटरी के धनात्मक सिरे तक जाती हैं। इस प्रक्रिया को 'संधारित्र का आवेशन'(remember that plates of a capacitor are conductors having free electrons) के रूप में जाना जाता है। जैसे-जैसे आवेशन (चार्जिंग) की प्रक्रिया जारी रहती है फलस्वरूप संधारित्र की एक प्लेट पर इलेक्ट्रॉनों (ऋणात्मक आवेश) की अधिकता और दूसरी प्लेट इलेक्ट्रॉनों की कमी (धनात्मक आवेश) हो जाती है। संधारित्र की प्लेटों पर ये आवेश बैटरी/सेल के टर्मिनलों पर लगे आवेशों के समान वोल्टेज स्रोत का प्रतिनिधित्व करते हैं। एक बार संधारित्र पर संग्रहीत ऊर्जा बैटरी के बराबर वोल्टेज विकसित करने के बाद आवेशन (चार्जिंग) प्रक्रिया बंद हो जाती है।

Fig 3



यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि आवेशन प्रक्रिया के दौरान यद्यपि इलेक्ट्रॉन परिपथ में 'धारा प्रवाह के कारण संधारित्र प्लेटों से प्लेट पर गति कर रहे हैं (आप इसे मापने के लिए एक एमीटर कनेक्ट कर सकते हैं) न तो कोई इलेक्ट्रॉन स्थानांतरित होगा और न ही धारा दूसरी प्लेट में प्रवाहित होगा। परिपथ के माध्यम से आवेशन प्रारम्भ हो जाता है जब संधारित्र के अक्रॉस वोल्टेज बैटरी वोल्टेज के बराबर और विरोध में हो जाता है। इस आवेशित

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

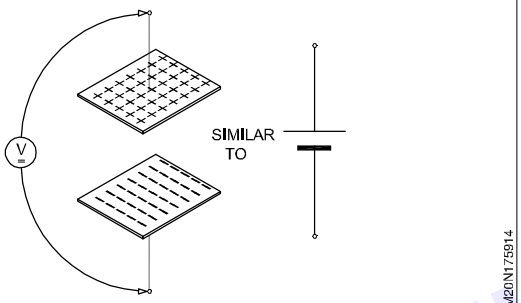
संधारित्र को परिपथ से वियोजित (डिस्कनेक्ट) किया जा सकता है और एक नए ऊर्जा स्रोत के रूप में उपयोग किया जा सकता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है

यदि इस वियोजित किए गए आवेशित संधारित्र में वोल्टमीटर जुड़ा हुआ है तो वोल्टमीटर उस बैटरी के बराबर वोल्टेज पढ़ता है जिससे इसे आवेशित किया गया था।

यदि इस आवेशित संधारित्र में एक लैम्प संयोजित है तो लैम्प एक क्षण के लिए चमकता है जो इसके माध्यम से धारा प्रवाह का संकेत देता है

संधारित्र में संचित आवेश केवल अल्प समय के लिए बल्ब के माध्यम से विद्त धारा की सप्लाई करने के लिए पर्याप्त होता है जिसके बाद संधारित्र प्लेटों पर संचित आवेश समाप्त हो जाता है। एक संधारित्र का ऊर्जा के प्राथमिक संचयन उपकरण के रूप में दो कारणों से सीमित उपयोग होता है:

Fig 4



1 बैटरी की तुलना में यह अपने भार और आकार के अनुरूप यह बहुत कम ऊर्जा संग्रहीत कर सकता है।

2 संधारित्र से उपलब्ध वोल्टेज ऊर्जा को संधारित्र से हटा लेने पर कारण शीघ्रता से कम हो जाती है।

धारिता का मात्रक (Unit of capacitance):

विद्त ऊर्जा को इलेक्ट्रोस्टैटिक क्षेत्र के रूप में संग्रहीत करने की क्षमता को संधारित्र की धारिता कहा जाता है । धारिता मापन के लिए प्रयुक्त इकाई फैरड जिसे 'F' के रूप में संक्षिप्त किया जाता है।

यदि किसी संधारित्र के अक्रॉस 1 वोल्ट का वि0वा0ब0 प्रयुक्त करने पर संचित आवेश की मात्रा 1 कूलॉम हो तो कहा जाता है कि संधारित्र की धारिता 1 फैरड है।

इसलिए, धारिता को गणितीय रूप से व्यक्त किया जा सकता है

$$\text{Capacitance} = \frac{\text{Charge}}{\text{Voltage}}$$

$$C = \frac{Q}{V} \text{Farads}$$

फैरेड (F) धारिता की एक बहुत बड़ी मात्रा है। चूंकि अधिकांश परिपथ एक फैरेड (F) से बहुत कम धारिता मान का उपयोग करते हैं नीचे दी गई कैपेसिटेंस की छोटी मात्रा समान्यत: उपयोग की जाती है:

1 माइक्रो फैरेड या 1μF = 1/1000000 F या 10^{-6} फैरेड

1 नैनो फैरेड या 1 nF = 1/10^{9} F या 10^{-9} फैरेड

1 पिको फैरेड या 1pF = 1/10^{12} F या 10^{-12} फैरेड

उदाहरण: एक संधारित्र की धारिता (C) ज्ञात कीजिए जिसकी प्लेटों पर 25 वोल्ट का वोल्टेज (Q) प्राप्त करने के लिए 0.5 कूलाम्ब आवेश (V) की आवश्यकता होती है?

हल :- (Solution)

दिया गया है: आवेश (Q) = 0.5 कूलाम्ब

वोल्टेज (V) = 25 वोल्ट

सूत्र का उपयोग करते हुए,

$$\text{Capacitance}, C = \frac{Q \text{ Coloumbs}}{V \text{ Volts}} \text{Farads}$$

$$\text{Capacitance}, C = \frac{0.5}{25} = 0.02 \text{ Farads}$$

धारिता के मान को निर्धारित करने वाले कारक (Factors that determine the value of capacitance)

संधारित्र की धारिता निम्नलिखित तीन मुख्य कारकों द्वारा निर्धारित की जाती है;

1 प्लेटों का क्षेत्रफल

2 प्लेटों के बीच की दूरी

3 परावैद्त पदार्थ का प्रकार (परावैद्तांक j)

धारिता के मान को प्रभावित करने वाले उपरोक्त कारकों के अलावा संधारित्र का तापमान भी धारिता को प्रभावित करता है यद्यपि बहुत महत्वपूर्ण नहीं है। तापमान में वृद्धि या कमी परावैद्त पदार्थ की विशेषताओं को प्रभावित करती है परिणामस्वरूप धारिता मान में वृद्धि या कमी होती है। तापमान बढ़ने पर कुछ परावैद्तांक धारिता में वृद्धि का कारण बनते हैं। इन्हें धनात्मक तापमान गुणांक कहा जाता है जिसे 'P' के रूप में संक्षिप्त किया जाता है। अन्य परावैद्त पदार्थों में ऋणात्मक तापमान गुणांक होता है जिसे 'N' के रूप में संक्षिप्त किया जाता है इस स्थिति में तापमान में वृद्धि से धारिता घट जाती है। शून्य तापमान गुणांक वाले परावैद्त पदार्थ 'NPO' के रूप में संक्षिप्त हैं। संधारित्र का तापमान गुणांक संधारित्र निर्माता द्वारा प्रति मिलियन प्रति डिग्री सेल्सियस (PPM) द्वारा निर्दिष्ट किया जाता है।

निम्नलिखित व्यंजक उपर्युक्त तीन कारकों के बीच संबंध देता है जो एक संधारित्र की धारिता का मान निर्धारित करते हैं;

$$C = \varepsilon_r \varepsilon_o \frac{A}{d} \text{ Farads}$$

शब्द e_o मुक्त स्थान (वायु) की पारगम्यता = 8.85 x 10^{-12} C^2/Nm^2 है और e_r को परावैद्त पदार्थ की आपेक्षिक पारगम्यता कहा जाता है।

किसी संधारित्र की धारिता (C) के व्यंजक को इस प्रकार भी लिखा जा सकता है

$$C = k \varepsilon_o \frac{A}{d} \text{ Farads}$$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

परावैद्त पदार्थ में धारिता का वायु के सापेक्ष धारिता के अनुपात को सापेक्ष पारगम्यता या परावैद्त स्थिरांक j कहा जाता है।

e_o के मान को प्रतिस्थापित करने पर किसी भी परावैद्त पदार्थ का उपयोग कर संधारित्र की धारिता का मान निम्न सूत्र का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है;

$$C = (8.85 \times 10^{-12}) k \frac{A}{d} \text{ Farads}$$

जहाँ,

C= फैरेड में धारिता

$(8.85 \times 10^{-12}) = \varepsilon_o$ (हवा की पारगम्यता)

K = प्लेटों के बीच प्रयुक्त इन्सुलेटर का परावैद्त स्थिरांक

A = प्लेट की एक भुजा का वर्ग मीटर में क्षेत्रफल, m^2

d = प्लेटों के बीच की दूरी मीटर में, m

उदाहरण: दो धातु की प्लेटें, प्रत्येक 5 x 6 cm एक दूसरे से 1 mm दूर होती हैं। कैपेसिटेंस की गणना करें यदि प्लेटों के बीच परावैद्त पदार्थ है

1 वायु

2 कांच

हल:

$k_{air} = 1$

$C = (8.85 \times 10^{-12}) k\ A/d$

$= (8.85 \times 10^{-12}) \times 1 \times (5 \times 10^{-2} \text{ m} \times 6 \times 10^{-2} \text{ m})/(1 \times 10^{-3} \text{ m})$

$= 26.55 \times 10^{-12}$ Farads

= 26.55 pico farads

C = 26.55 pF

2 PTB टेबल संख्या 18 से,

$k_{Glass} = 5$

$C = (8.85 \times 10^{-12}) \times 5 \times (5 \times 10^{-2} \text{ m} \times 6 \times 10^{-2}$
$(1 \times 10^{-3} \text{ m})$

$= 5 \times 26.55\text{pF}$

C = 132.75 pF

संधारित्र की कार्यशील वोल्टेज या वोल्टेज रेटिंग (Working voltage or voltage rating of capacitor):

संधारित्र की प्लेटों के बीच उपयोग की जाने वाली रोधक पदार्थ की परावैद्त सामथ्र्य संधारित्र को प्लेटों के बीच बिना आर्क के विभवांतर सहन करने की क्षमता देती है। इसलिए एक विशिष्ट प्रकार के परावैद्त पदार्थ को प्रयुक्त कर विशिष्ट संधारित्र केवल एक निर्धारित वोल्टेज को ही सहन कर सकता है। यदि वोल्टेज को और बढ़ा दिया जाता है तो परावैद्त टूट जाता है या वेधित हो जाता है। इससे परावैद्त पदार्थ में जल जाता है या कोटर हो जाता है जिससे संधारित्र स्थायी रूप से क्षतिग्रस्त हो जाता है।

यह अधिकतम वोल्टेज जो एक संधारित्र सहन कर सकता है को संधारित्र के विनिर्देशों में दिष्टधारा कार्यान्वयन वोल्टता DCWV के रूप में सूचीबद्ध किया गया है। एक उदाहरण के रूप में: यदि किसी संधारित्र में 100 वोल्ट का DCWV है तो इसे संधारित्र के कार्य में किसी भी ह्रास के बिना लंबे समय तक 100 वोल्ट पर संचालित किया जा सकता है। यदि संधारित्र को 125V या 150V DC के अधीन किया जाता है तो परावैद्त तुरंत भंजित नहीं हो सकता है लेकिन संधारित्र का जीवन काल बहुत कम हो जाता है और किसी भी समय स्थायी रूप से ख़राब हो सकता है।

संधारित्र में परावैद्त का कार्य (Function of a dielectric in a capacitor)

1 धातु की दो प्लेटों को बहुत कम दूरी से विलगित करने की यांत्रिक समस्या को हल करता है।

2 परावैद्त वायु की तुलना में भंजित होने से पहले आरोपित वोल्टेज की सीमा को बढ़ाता है।

3 प्लेटों के दिए गए आयाम और उनके बीच की दूरी के लिए वायु की तुलना में धारिता की मात्रा अधिक होती है।

संधारित्र के प्रकार (Types of capacitors):

संधारित्र को दो मुख्य श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

1 स्थिर मान संधारित्र (Fixed value capacitors):

इन संधारित्र का धारिता मान निर्माण के समय तय होता है। यह मान उपयोगकर्ता द्वारा परिवर्तित नहीं किया जा सकता है।

2 परिवर्ती संधारित्र (Variable capacitors):

ऐसे संधारित्रकी धारिता उपयोगकर्ता द्वारा निर्दिष्ट न्यूनतम से अधिकतम मानों के बीच भिन्न हो सकती है।

इलेक्ट्रॉनिक उद्योग की जरूरतों को पूरा करने के लिए विभिन्न स्थिर मान संधारित्र के बीच कई अलग-अलग प्रकार के संधारित्र निर्मित किए जाते हैं। इन विभिन्न प्रकार के संधारित्र को निम्नानुसार नाम दिया जाता है

1 संधारित्र में प्रयुक्त परावैद्त पदार्थ के आधार पर

उदाहरण: (Example)

a यदि कागज का उपयोग परावैद्त के रूप में किया जाता है तो संधारित्र को पेपर संधारित्र कहा जाता है।

b यदि सिरेमिक का उपयोग परावैद्त के रूप में किया जाता है तो संधारित्र को सिरेमिक संधारित्र कहा जाता है।

2 संधारित्र संरचना के आधार पर प्रकार

उदाहरण: (Example)

a यदि कंडक्टर और डाइइलेक्ट्रिक के फॉयल को एक संधारित्र बनाने के लिए रोल किया जाता है तो ऐसे संधारित्र को रोल्ड फॉयल संधारित्र कहा जाता है ।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

b यदि प्लेट और डाइइलेक्ट्रिक डिस्क के रूप में हैं तो ऐसे संधारित्र को डिस्क संधारित्र कहा जाता है ।

इस पाठ के अंत में चार्ट 1 में विभिन्न प्रकार के स्थिर मान संधारित्र उनके उप प्रकार उपलब्ध मान रेटेड वोल्टेज और कुछ अनुप्रयोग दिए गए हैं। कुछ प्रचलित स्थिर मान संधारित्र के उदाहरण के लिए चार्ट 3 भी देखें।

संधारित्र के विनिर्देश (Specifications of capacitors):

संधारित्र का ऑर्डर देते समय वांछित संधारित्र प्राप्ति सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक विनिर्देशों को स्पष्ट करना चाहिए। सामान्य उपयोग के लिए संधारित्र खरीदते/आदेश देते समय स्पष्ट किए जाने वाले न्यूनतम विनिर्देश हैं;

1 संधारित्र का प्रकार (Type of capacitor):

उदाहरण: सिरेमिक, डिस्क, स्टायरोफ्लेक्स, इलेक्ट्रोलाइटिक, इत्यादि

2 धारिता मान (Capacitance value):

उदाहरण: 100µF, 0.01µF, 10pF इत्यादि

3 DC वर्किंग वोल्टेज रेटिंग (DCWV)(DC working voltage rating) (DCWV):

उदाहरण:100µF-12V, 100µF-100V, 0.01µF-400V त्यादि

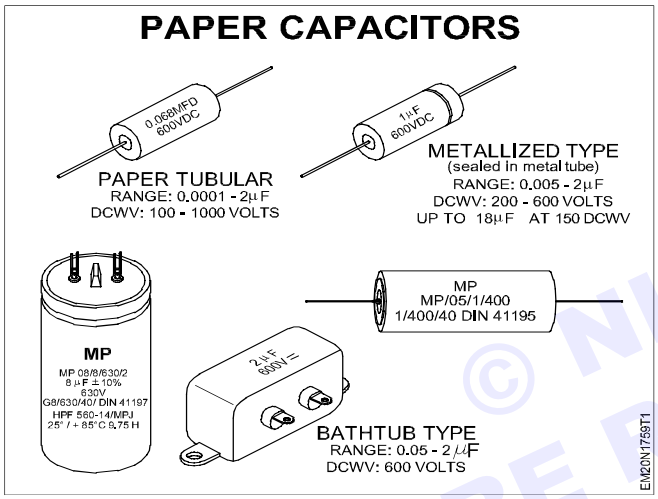
4 टॉलरेंस (Tolerance):

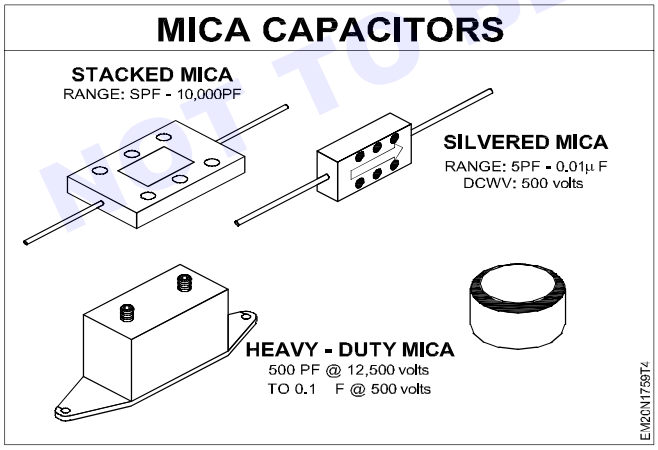
प्रतिरोधों की तरह संधारित्र में भी इसके रेटेड मान पर टॉलरेंस होती है। संधारित्र की टॉलरेंस ±1% से ±20% तक हो सकती है। कुछ संधारित्र में -20%, +80% के रूप में निर्दिष्ट टॉलरेंस हो सकती है।

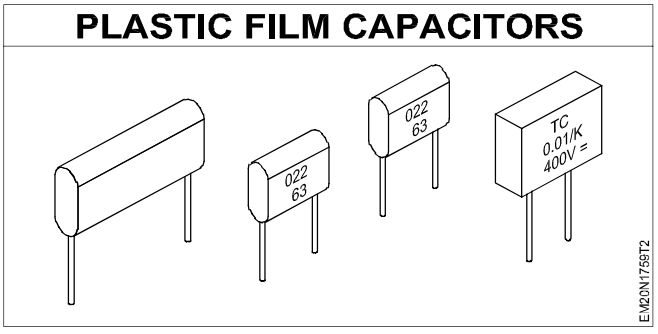
कैपेसिटर की जाँच (Checking capacitors):

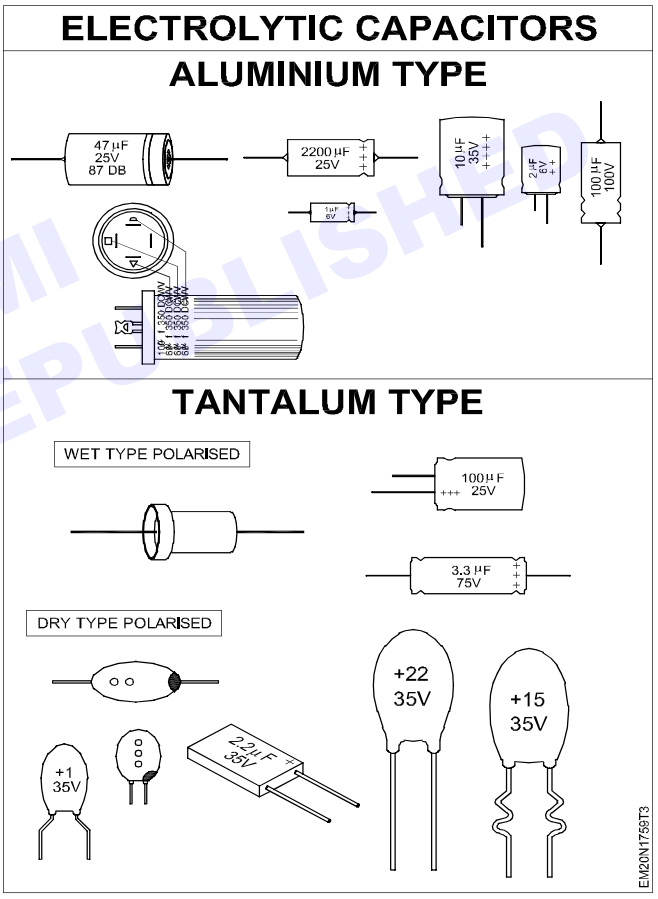
संधारित्र की जांच करने की दो सरल विधि हैं

चार्ट- 1 : फिक्स्ड वैल्यू कैपेसिटर के प्रकार की भौतिक उपस्थिति









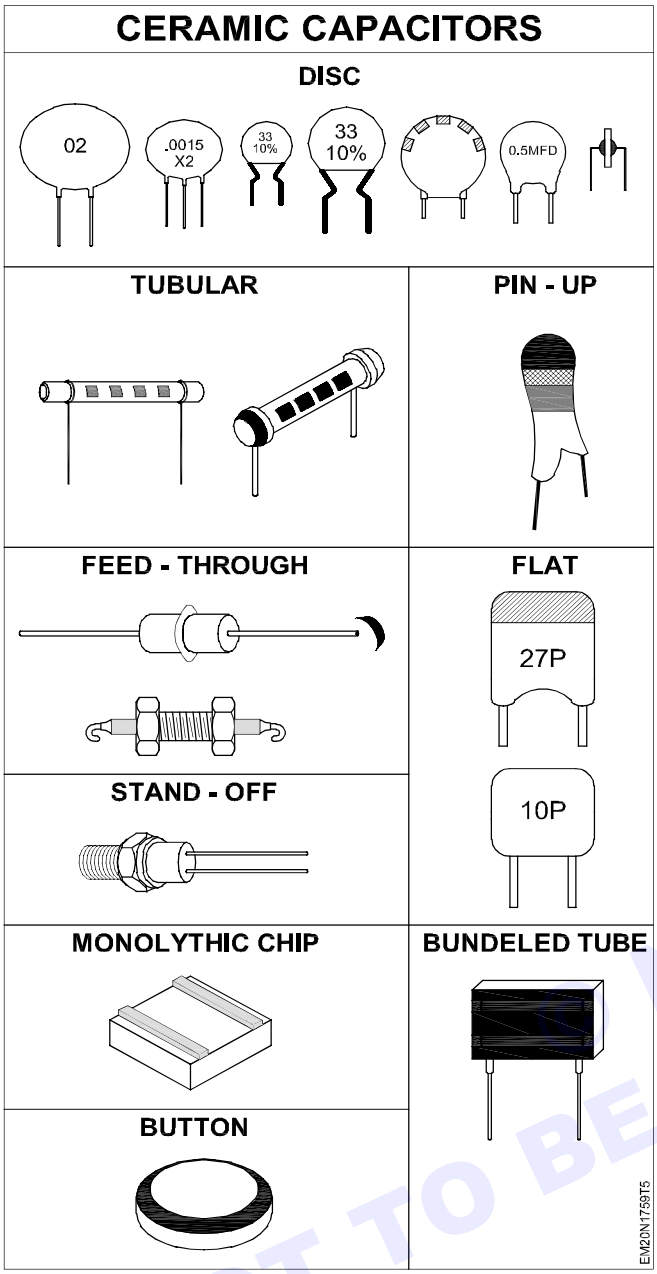
1 एक ओममीटर /मल्टी-मीटर का उपयोग करके संधारित्र क्रिया-सामान्य प्रतिरोध का परीक्षण (इस परीक्षण को त्वरित परीक्षण भी कहा जाता है)

2 बैटरी और वोल्टमीटर/मल्टी-मीटर का उपयोग करके चार्जिंग-होल्डिंग टेस्ट करना।

संधारित्र क्रिया-सामान्य प्रतिरोध परीक्षण (Capacitor action-normal resistance test)

जब एक ओममीटर को पूरी तरह से डिस्चार्ज किए गए कैपेसिटर से जोड़ा जाता है तो शुरू में मीटर के अंदर की बैटरी कैपेसिटर को चार्ज करती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



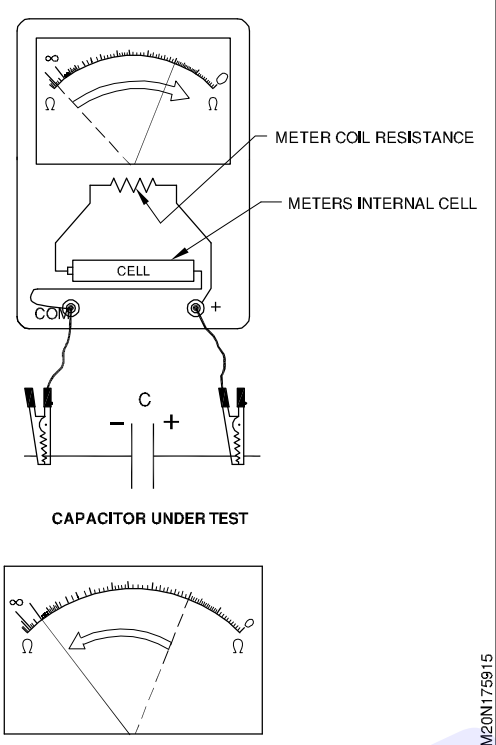
इस चार्जिंग के दौरान पहली बार में एक उच्च चार्जिंग करंट प्रवाहित होती है। चूँकि ओममीटर के माध्यम से अधिक धारा का अर्थ है कम प्रतिरोधमीटर सूचक तेजी से मीटर पैमाने के शून्य ओम की ओर बढ़ता है जैसा कि Fig 5a में दिखाया गया है।

प्रारंभिक चार्जिंग के बाद संधारित्र के लिए चार्जिंग धारा धीरे-धीरे कम हो जाती है (संधारित्र में वोल्टेज के रूप में)

आवेशन (चार्जिंग) के दौरान पहली बार में एक उच्च आवेशन धारा प्रवाहित होता है। चूंकि ओममीटर के माध्यम से अधिक धारा का अर्थ है न्यून प्रतिरोध मीटर सूचक मीटर पैमाने के शून्य ओम की ओर तेजी से बढ़ता है।

प्रारंभिक आवेशन के बाद संधारित्र की आवेशन धारा धीरे-धीरे कम हो जाती है (जैसा कि संधारित्र में वोल्टेज आरोपित वोल्टेज की ओर अग्रसर होता है)। चूंकि ओममीटर के माध्यम से न्यून और न्यून धारा का अर्थ है उच्च और उच्च प्रतिरोध मीटर सूचक धीरे-धीरे मीटर पैमाने पर अनंत प्रतिरोध की ओर बढ़ता है। अंत में जब संधारित्र को ओममीटर के आंतरिक बैटरी वोल्टेज से पूरी तरह से चार्ज किया जाता है तो चार्जिंग धारा लगभग शून्य

Fig 5



हो जाती है और ओममीटर सामान्य प्रतिरोध को पढ़ता है जो परावैद्त के माध्यम से सिर्फ न्यून क्षरण का परिणाम है । यह आवेशन प्रभाव जिसे समान्यत: संधारित्र एक्शन के रूप में जाना जाता है। यह प्रदर्शित करता है कि क्या संधारित्र आवेश को स्टोर कर सकता है या संधारित्र अत्यधिक क्षरण युक्त है। साथ ही संधारित्र पूर्ण रुप से लघु-परिपथ हो सकता है या संधारित्र पूर्ण रूप से ओपन-परिपथ हो सकता है।

कैपेसिटर-एक्शन टेस्ट उच्च मान संधारित्र और विशेष रूप से इलेक्ट्रोलाइट संधारित्र के लिए सबसे उपयुक्त है। जब संधारित्र-एक्शन के लिए सिरेमिक डिस्क या पेपर संधारित्र जैसे छोटे मान के संधारित्र का परीक्षण किया जाता है तो अत्यन्त न्यून आवेश धारा के कारण कैपेसिटर-एक्शन को मीटर डायल पर नहीं देखा जा सकता है। ऐसे न्यून संधारित्र के लिए संधारित्र-चार्जिंग-होल्डिंग टेस्ट को प्राथमिकता दी जाती है। यद्यपि यदि न्यून संधारित्र को कैपेसिटर-एक्शन टेस्ट के अधीन किया जाता है यदि मीटर उच्च प्रतिरोध दिखाता है तो संधारित्र को शॉर्ट नहीं किया जा सकता है और इसलिए इसे अच्छा माना जा सकता है।

संधारित्र पर चार्जिंग-होल्डिंग टेस्ट (Charging-holding test on capacitors):

इस परीक्षण में किसी दिए गए संधारित्र को बाह्य बैटरी का उपयोग करके कुछ वोल्टेज स्तर पर चार्ज किया जाता है।

एक बार जब संधारित्र को आरोपित वोल्टेज स्तर पर चार्ज किया जाता है तो बैटरी वियोजित कर दी जाती है और संधारित्र में वोल्टेज की निगरानी '(मॉनिटर) की जाती है। यह पुष्टि करने के लिए कि क्या संधारित्र कम से कम समय की अवधि के लिए (कुछ सेकंड के क्रम में) चार्ज रखने में सक्षम है या नहीं वोल्टेज की निगरानी कुछ समय के लिए की जाती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इस परीक्षण में जब संधारित्र को चार्ज करने के लिए प्रयास किया जाता है यदि संधारित्र काफी समय तक बैटरी को जोड़ने के बाद भी चार्ज नहीं करता है तो यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि संधारित्र या तो शॉर्ट-परिपथ है या पूरी तरह से खुला परिपथ है।

यदि संधारित्र अत्यन्त न्यून समय के लिए भी आवेश को होल्ड करने में असमर्थ है तो यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि संधारित्र अत्यधिक क्षरित होता है।

निम्नलिखित बिंदु महत्वपूर्ण हैं और इस परीक्षण से सही परिणाम प्राप्त करने के लिए ध्यान देने योग्य हैं:

1 यदि परीक्षण किए जाने वाले संधारित्र को उसके टर्मिनलों (ध्रुवीकृत-संधारित्र) पर + और - के साथ चिह्नित किया गया है तो बैटरी को उसी ध्रुवता से कनेक्ट करें। यदि एक ध्रुवीकृत संधारित्र को विपरीत ध्रुवता के साथ चार्ज करने का प्रयास किया जाता है तो संधारित्र स्थायी रूप से क्षतिग्रस्त हो सकता है।

2 चार्ज किए गए संधारित्र में होल्डिंग वोल्टेज निगरानी के लिए एक FET इनपुट वोल्टमीटर या उच्च ओम/वोल्ट वोल्टमीटर का उपयोग करें। ऐसा इसलिए है क्योंकि एक न्यून ओम/वोल्ट वोल्टमीटर आवेशित संधारित्र से धारा लेगा जिसके परिणामस्वरूप संधारित्र पर संग्रहीत आवेशों का शीघ्र डिस्चार्ज होगा।

FET शब्द एक प्रकार के ट्रांजिस्टर के लिए है जिसकी चर्चा बाद की इकाइयों में की गई है। FET इनपुट वोल्टमीटर एक उच्च गुणवत्ता वाला वोल्टमीटर होता है जिसमें बहुत अधिक ओम/वोल्ट होता है। यह मीटर किन्हीं दो टर्मिनलों में वोल्टेज मापते समय लगभग शून्य धारा लेता है। अन्य औसत वोल्टमीटर वोल्टेज को मापते समय कुछ सैकड़ों माइक्रो-एम्पियर से लेकर कुछ मिली- एम्पियर तक की धारा खींचते हैं।

संधारित्र के समूहन की आवश्यकता (Necessity of grouping of capacitors): कुछ स्थितियों में हम धारिता का एक आवश्यक मान और आवश्यक वोल्टेज रेटिंग प्राप्त करने में सक्षम नहीं हो सकते हैं। ऐसे स्थितियों में उपलब्ध संधारित्र से आवश्यक धारिता प्राप्त करने के लिए और संधारित्र में केवल सुरक्षित वोल्टेज देने के लिए संधारित्र को अलग-अलग फैशन में समूहीकृत करना पड़ता है। संधारित्र का ऐसा समूहन (ग्रुपिंग) अत्यन्त आवश्यक होता है।

समूहन की विधियाँ (Methods of grouping): समूहीकरण की दो विधियाँ हैं।

- समानांतर समूहन
- सीरीज समूहन

समानांतर समूहन (Parallel grouping):

समानांतर समूहन के लिए शर्तें (Conditions for parallel grouping)

- संधारित्र की वोल्टेज रेटिंग, सप्लाई वोल्टेज(Vs)से अधिक होनी चाहिए।
- ध्रुवीकृत संधारित्र (इलेक्ट्रोलाइटिक कैपेसिटर) के केस में ध्रुवीयता बनाए रखी जानी चाहिए।

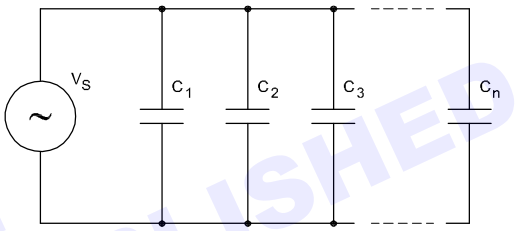
समानांतर समूहन की आवश्यकता (Necessity of parallel grouping): संधारित्र एक इकाई में उपलब्ध क्षमता से अधिक क्षमता प्राप्त करने के लिए समानांतर में जुड़े होते हैं।

समानांतर समूहन का कनेक्शन (Connection of parallel grouping): संधारित्र का समानांतर समूह Fig 6 में दिखाया गया है और समानांतर में प्रतिरोध या समानांतर में सेलों के संयोजन के अनुरूप है।

कुल धारिता (Total capacitance): जब संधारित्र समानांतर में जुड़े होते हैं तो कुल धारिता, अलग-अलग धारिता का योग होता है क्योंकि प्रभावी प्लेट क्षेत्रफल बढ़ता है। कुल समानांतर धारिता की गणना एक सीरीज परिपथ के कुल प्रतिरोध की गणना के अनुरूप होता है।

Fig 6a और 6b की तुलना करके आप समझ सकते हैं कि संधारित्र को समानांतर में जोड़ने से प्लेट क्षेत्र प्रभावी रूप से बढ़ जाता है।

Fig 6



CAPACITORS IN PARALLEL

EM20N175916

समानांतर धारिता के लिए सामान्य सूत्र (General formula for parallel capacitance): समांतर संधारित्रों की कुल धारिता अलग-अलग धारिता को जोड़कर ज्ञात की जाती है।

$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + ... + C_n$

जहाँ, C_T कुल धारिता है

C_1, C_2, C_3 आदि समानांतर में क्रमश: संयोजित संधारित्र की धारिता हैं।

समानांतर समूह पर लागू वोल्टेज समानांतर समूह के सभी संधारित्र के लिए न्यूनतम ब्रोकडाउन वोल्टेज से अधिक नहीं होना चाहिए।

उदाहरण (Example): मान लीजिए कि तीन संधारित्र समानांतर में संयोजित हैं जहां दो में 250 V का ब्रोकडाउन वोल्टेज है और एक में 200 V का ब्रोकडाउन वोल्टेज है तो किसी कैपेसिटर को नुकसान पहुंचाए बिना समानांतर समूह पर लागू किया जा सकने वाला अधिकतम वोल्टेज 200 वोल्ट है।

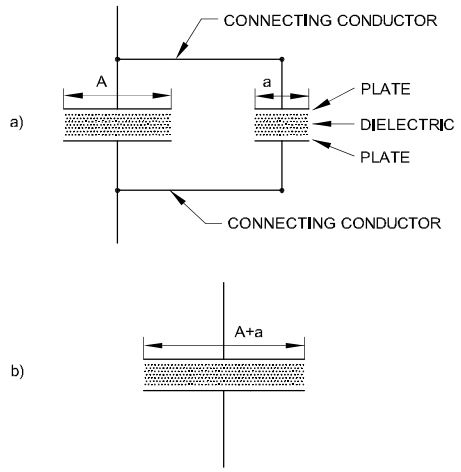
प्रत्येक संधारित्र पर वोल्टेज आरोपित वोल्टेज के बराबर होगा।

समानांतर समूह में संग्रहीत आवेश (Charge stored in parallel grouping): चूंकि समानांतर-समूहित संधारित्र में वोल्टेज समान होता है बड़ा संधारित्र अधिक चार्ज स्टोर करता है। यदि संधारित्र मान बराबर हैं तो वे समान मात्रा में चार्ज स्टोर करते हैं। संधारित्र द्वारा एक साथ संग्रहित चार्ज उस कुल चार्ज के बराबर होता है जो स्रोत से दिया गया था।

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... + Q_n$

NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 7



CAPACITORS IN PARALLEL. THE EQUIVALENT CAPACITANCE IN (b) IS EQUAL TO THE SUM OF THE CAPACITANCES IN (a).

जहां, Q_T कुल चार्ज है

Q_1, Q_2, Q_3.....आदि, समानांतर में कैपेसिटर के अलग-अलग चार्ज हैं समीकरण $Q = C_V$ का उपयोग करते हुए,

कुल चार्ज $Q_T = C_T V_S$

जहां, V_S सप्लाई वोल्टेज है।

पुन: $C_T V_S = C_1 V_S + C_2 V_S + C_3 V_S$

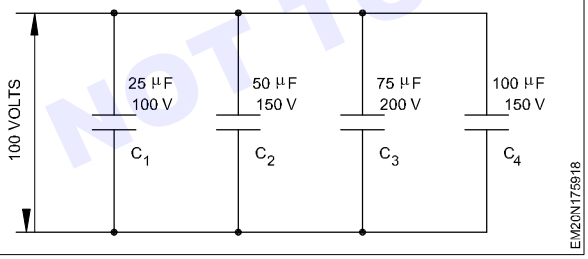
क्योंकि सभी V_S टर्म समान हैं, उन्हें निरस्त किया जा सकता है।

इसलिए $C_T = C_1 + C_2 + C_3$

उदाहरण: (Example) Fig 10 में दिए गए कुल धारिता अलग-अलग आवेशों और परिपथ के कुल आवेश की गणना कीजिए।

हल

Fig 8



कुल धारिता = C_T

$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$

C_T= 250 माइक्रो फैराड।

अलग-अलग आवेश = $Q = C_v$

$Q_1 = C_1 V$

$= 25 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 2500 \times 10^{-6}$

$= 25 \times 10^{-4}$

$= 2.5 \times 10^{-3}$ कूलाम्ब

$Q_2 = C_2 V$

$= 50 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 5000 \times 10^{-6}$

$= 5 \times 10^{-3}$ कूलाम्ब

$Q^3 = C^3 V$

$= 75 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 7500 \times 10^{-6}$

$= 7.5 \times 10^{-3}$ कूलाम्ब

$Q_4 = C_4 V$

$= 100 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 10000 \times 10^{-6}$

$= 10 \times 10^{-3}$ कूलाम्ब

कुल आवेश = $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

$= (2.5 \times 10^{-3}) + (5 \times 10^{-3})$

$+(7.5 \times 10^{-3}) + (10 \times 10^{-3})$

$= (2.5+5+7.5+10) \times 10^{-3}$

= 25 x 10-3 कूलाम्ब

या $Q_T = C_T V$

$= 250 \times 10^{-6} \times 100$

$= 25 \times 10^{-3}$ कूलाम्ब

सीरीज समूहन (Series grouping):

सीरीज में संधारित्र के समूह की आवश्यकता (Necessity of gtouping of capacitots in seties): सीरीज में संधारित्र को समूहीकृत करने की आवश्यकता परिपथ में कुल धारिता को कम करने के लिए है। एक अन्य कारण यह है कि सीरीज में दो या दो से अधिक संधारित्र एक प्रत्येक संधारित्र की तुलना में अधिक विभवांतर का सामना कर सकते हैं। लेकिन प्रत्येक संधारित्र में वोल्टतापात अलग अलग धारिता पर निर्भर करता है। यदि धारिता असमान हैं तो आपको सावधान रहना चाहिए कि किसी भी संधारित्र के ब्रोकडाउन वोल्टेज से अधिक न हो।

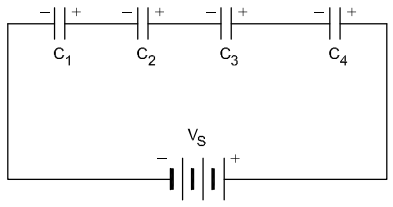
सीरीज समूहन के लिए शर्तें (Conditions for series grouping)

- यदि विभिन्न वोल्टेज रेटिंग संधारित्र को सीरीज में जोड़ा जाना है तो ध्यान रखें कि प्रत्येक संधारित्र में वोल्टतापात इसकी वोल्टेज रेटिंग से कम होनी चाहिए।
- ध्रुवीकृत संधारित्रों के मामले में ध्रुवता बनाए रखी जानी चाहिए।

सीरीज समूहन में संयोजन (Connection in series grouping): संधारित्र का सीरीज समूहन जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है सीरीज में प्रतिरोधों या सीरीज में सेलों के संयोजन के अनुरूप है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 9



SERIES CONNECTION OF CAPACITORS

EM20N175919

कुल धारिता (Total capacitance): जब संधारित्र को श्रेणी में संयाजित किया जाता है तो टोटल धारिता सबसे छोटे धारिता मान से कम होता है क्योंकि

- प्रभावी प्लेट पृथक्करण मोटाई बढ़ जाती है
- और प्रभावी प्लेट क्षेत्र छोटी प्लेट द्वारा सीमित है।

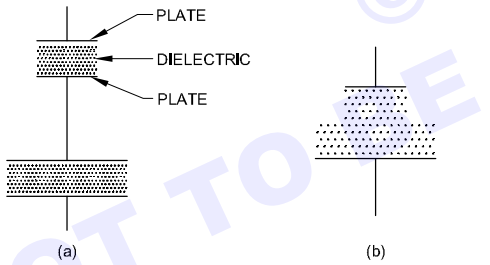
कुल सीरीज धारिता की गणना समानांतर प्रतिरोधों के कुल प्रतिरोध की गणना के अनुरूप है।

Fig10 की तुलना करके समझ सकते हैं कि सीरीज में संधारित्र संयोजन से प्लेट पृथक्करण मोटाई बढ़ जाती है और प्रभावी क्षेत्रफल को भी सीमित कर छोटे प्लेट संधारित्रके बराबर हो जाता है।

सीरीज धारिता के लिए सामान्य सूत्र (General formula for series capacitance): सीरीज संधारित्रों की कुल धारिता की गणना निम्न सूत्र का उपयोग करके की जा सकती है

यदि सीरीज में दो संधारित्र हैं

Fig 10



THE EQUIVALENT CAPACITANCE IN (b) IS LESS THAN THE LOWER OF THE TWO CAPACITANCES IN (a).

EM20N17591A

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+------+\frac{1}{C_n}}$$

or

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+------+\frac{1}{C_n}$$

$$C_T = \frac{C1\ C2}{C1+C2}$$

यदि सीरीज में तीन संधारित्र हैं

$$C_T = \frac{C_1\ C_2\ C_3}{(C_1\ C_2)+(C_2\ C_3)+(C_3\ C_1)}$$

यदि सीरीज में "n' बराबर संधारित्र हैं

$$C_T = \frac{C}{n}$$

प्रत्येक संधारित्र में अधिकतम वोल्टेज (Maximum voltage across each capacitor): सीरीज समूह में संधारित्र के मध्य आरोपित वोल्टेज का विभाजन सूत्र के अनुसार अलग अलग धारिता मान पर निर्भर करता है

$$V = \frac{Q}{C}$$

व्युत्क्रम संबंध के कारण सबसे बड़े मान संधारित्र में न्यूनतम वोल्टेज होगा।

इसी तरह न्यूनतम धारिता मान में सबसे बड़ा वोल्टेज होगा।

सीरीज कनेक्शन में किसी भी प्रत्येक संधारित्र में वोल्टेज निम्न सूत्र का उपयोग करके निर्धारित किया जा सकता है।

$$V_x = \frac{C_T}{C_x} x\, V_s$$

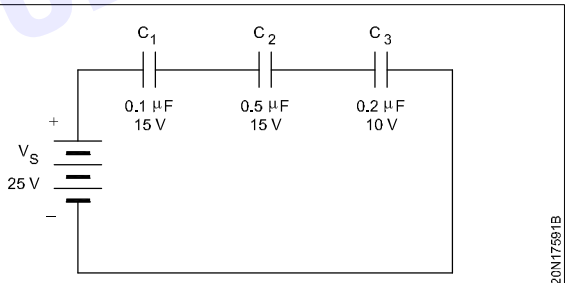
जहाँ, Vx - प्रत्येक संधारित्र का वोल्टेज

Cx - प्रत्येक संधारित्र की अलग-अलग धारिता

Vs - सप्लाई वोल्टेज।

धारिता असमान होने पर विभवांतर समान रूप से विभाजित नहीं होता है। यदि धारिता असमान हैं तो आपको सावधान रहना चाहिए कि किसी भी संधारित्र के ब्रोकडाउन वोल्टेज से अधिक न हो।

Fig 11



EM20N17591B

उदाहरण (Example) : Fig 11 में प्रत्येक संधारित्र के अक्रॉस वोल्टता ज्ञात कीजिए।

हल

कुल धारिता : C_T

सीरीज समूहन में संग्रहीत आवेश (Charge stored in series grouping): पिछले ज्ञान के आधार पर हम जानते हैं कि

- एक सीरीज परिपथ में सभी बिंदुओं पर धारा समान होता है धारा को आवेश प्रवाह की दर के रूप में परिभाषित किया जाता है।

  (I = Q/t) या Q = It

सीरीज परिपथ के विभिन्न संधारित्रों में समान अवधि के लिए समान धारा प्रवाहित हो रही है। तो प्रत्येक संधारित्र का आवेश बराबर (समान) होगा और कुल चार्ज QT के बराबर होगा।

$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = ... = Qn$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

लेकिन प्रत्येक में वोल्टेज उसके धारिता मान (V = Q/C) पर निर्भर करता है

किरचॉफ के वोल्टेज नियम के अनुसार जो कैपेसिटिव के साथ-साथ प्रतिरोधक परिपथ पर भी लागू होता है संधारित्र वोल्टेज का योग स्रोत वोल्टेज के बराबर होता है।

$V = V_1+V_2+V_3+.....+V_n$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{0.1} + \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.2} \text{ macro farad}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{10}{1} + \frac{2}{1} + \frac{5}{1}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{17}{1}, \text{ and } C_T = 0.0588 \text{ micro farad}$$

$$V_1 = \frac{C_T}{C_1} \times V_s$$

$$V_1 = \frac{0.0588}{0.1} \times 25$$

$$V_1 = 14.71 \text{ Vs}$$

$$V_2 = \frac{C_T}{C_2} \times V_s$$

$$V_2 = \frac{0.0588}{0.5} \times 25$$

$$V_2 = 2.94 \text{ volts}$$

$$V_3 = \frac{C_T}{C_3} \times V_s$$

$$V_2 = \frac{0.0588}{0.2} \times 25$$

$$V_3 = 7.35 \text{ volts}$$

धारितीय प्रतिघात (Capacitive Reactance):

संधारित्र की प्लेटों पर इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह के कारण वोल्टेज में परिवर्तन का विरोध करता है जो संधारित्र के चार्ज और डिस्चार्ज के रूप में इसकी प्लेटों में वोल्टेज परिवर्तन की दर के सीधे आनुपातिक होता है। प्रतिरोध की भांति जहाँ धारा प्रवाह का विरोध इसका वास्तविक प्रतिरोध है संधारित्र में धारा प्रवाह के विरोध को प्रतिघात कहा जाता है।

प्रतिरोध की तरह, प्रतिघात को ओम में मापा जाता है लेकिन इसे विशुद्ध रूप से प्रतिरोधक R मान से अलग करने के लिए प्रतीक X दिया जाता है और जैसा कि प्रश्न में अवयव एक संधारित्र है संधारित्र प्रतिघात को कैपेसिटिव धारितीय प्रतिघात (X_c) कहा जाता है जिसे ओम में मापा जाता है।

चूंकि संधारित्र में वोल्टेज परिवर्तन की दर के अनुपात में चार्ज और डिचार्ज करते हैं जितनी तेजी से वोल्टेज बदलता है उतना ही अधिक धारा प्रवाहित होगा।

इसी तरह, वोल्टेज जितना धीमा होगा धारा उतनी ही कम प्रवाहित होगी। इसका अर्थ है कि AC संधारित्र की प्रतिघात सप्लाई की आवृत्ति के व्युत्क्रमानुपाती होती है जैसा कि दिखाया गया है।

धारितीय प्रतिघात (Capacitive reactance):

जहां: X_c ओम में धारितीय प्रतिघात है f, F.S में आवृत्ति है और C फैरेड में AC धारिता है।

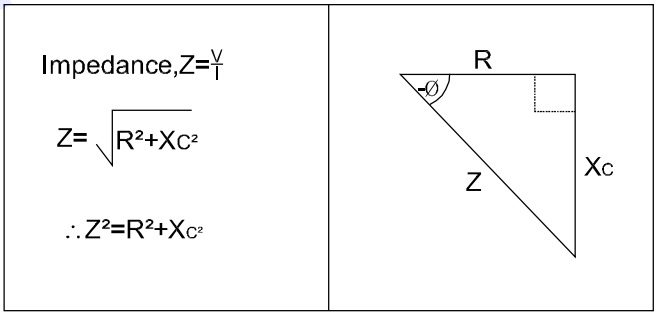
AC धारिता के साथ कार्य करते समय हम धारिता प्रतिघात को रेडियन के संदर्भ में परिभाषित कर सकते हैं जहां ओमेगा w, $2\Pi f$ के बराबर होगा ।

$$X_C = \frac{1}{2\pi f} \qquad X_C = \frac{1}{wc} \qquad W = 2\,\Pi f$$

AC कैपेसिटेंस का प्रतिबाधा (The impedance of an AC capacitance):

प्रतिबाधा, Z जिसमें ओम की इकाइयाँ (Impedance, Z which has the units of Ohms): Ω, AC परिपथ में प्रवाहित होने वाली धारा का "कुल" प्रतिरोध है जिसमें प्रतिरोध (वास्तविक भाग) और प्रतिघात (काल्पनिक भाग) दोनों शामिल हैं। यर्थाथ रूप से प्रतिरोधक प्रतिबाधा का कला कोण 0° होगा जबकि विशुद्ध रूप से कैपेसिटिव प्रतिबाधा का कला कोण -90° होगा।

यद्यपि जब प्रतिरोधों और संधारित्र को एक ही परिपथ में एक साथ संयोजित किए जाते हैं तो कुल प्रतिबाधा में एक कला कोण होगा जहां उपयोग किए गए घटकों के मान के आधार पर 0° और -90° के बीच होगा। तब हमारे साधारण RC परिपथ के प्रतिबाधा को प्रतिबाधा त्रिकोण का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है।



TC प्रतिबाधा त्रिकोण (The RC impedance triangle)

अत: (प्रतिबाधा)² = (प्रतिरोध)² + (j प्रतिघात)² जहां, j 90 डिग्री कला पविर्तन का प्रतिनिधित्व करता है।

पाइथोगोरस प्रमेय का उपयोग करके ऋणात्मक कला कोण वोल्टेज और धारा के बीच की गणना निम्न प्रकार की जाती है

कला कोण (Phase angle)

$$Z^2 = R^2 + X_c^2$$

$$\text{Cos}\varphi = \frac{R}{Z}, \text{Sin}\varphi = \frac{X_C}{Z}, \tan\varphi = \frac{X_C}{R}$$

© NSDC NOT TO BE REPUBLISHED

चुंबकत्व, रिले (Magnetism, Relays)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **चुंबकत्व के बारे में बताएं।**
- **चुम्बक के गुण की व्याख्या करना।**
- **फ्लक्स और फ्लक्स घनत्व की व्याख्या करना।**
- **चुंबकीय पदार्थ की व्याख्या करना।**
- **धारावाही चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र के प्रकार को बताना।**
- **रिले के प्रकार, निर्माण और विनिर्देश बताना।**

चुंबक और चुंबकत्व (Magnets and magnetism):

चुम्बक वे होते हैं जो लोहे या लौह मिश्रित धातु (लौह सामग्री) को आकर्षित करने की क्षमता रखते हैं। प्रकृति में उपलब्ध चुम्बकों को प्राकृतिक चुम्बक (ferrous materials) या लोड स्टोन कहा जाता है।

किसी पदार्थ के लौह पदार्थों के टुकड़ों को आकर्षित करने का गुण चुंबकत्व कहलाता है।

इन दिनों प्राकृतिक चुम्बकों का बहुत कम व्यावहारिक उपयोग होता है क्योंकि कृत्रिम तरीकों से अति उत्तम चुम्बक बनाना संभव है।

चुंबकीय और अचुंबकीय सामग्री (Magnetic and non-magnetic materials):

सभी पदार्थों को कृत्रिम रूप से चुम्बक नहीं बनाया जा सकता है। वे पदार्थ जो चुम्बक द्वारा आकर्षित होते हैं चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं और केवल उन्हीं चुम्बकीय पदार्थों को कृत्रिम चुम्बक बनाया जा सकता है। अन्य सभी पदार्थ अचुंबकीय पदार्थ कहलाते हैं । कुछ चुंबकीय और अचुंबकीय पदार्थों की सूची नीचे दी गई है:

चुंबकीय पदार्थ	अचुंबकीय पदार्थ
लोहा	एल्युमिनियम
स्टील	कॉपर
कोबाल्ट	पीतल
निकेल	लेड

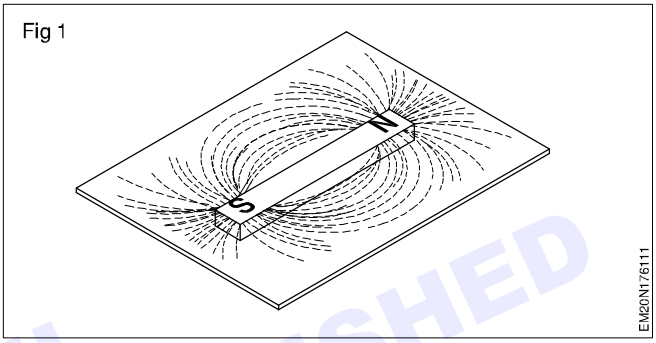
चुंबक के ध्रुव (Poles of a magnet):

चुंबक के दो बिंदुओं पर चुंबक की चुंबकीय प्रबलता केंद्रित होती है। इन बिन्दओं को चुम्बक के ध्रुव कहते हैं।

चुंबकीय क्षेत्र और चुंबकीय फ्लक्स (MAGNETIC FIELD AND MAGNETIC FLUX) (ø)

किसी भी चुंबक में चुंबकत्व का गुण चुंबक के विपरीत सिरों पर दो ध्रुवों के बीच बल के एक अदृश्य क्षेत्र के कारण होता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है। यह देखा जा सकता है कि चुंबकीय क्षेत्र ध्रुवों पर प्रबलतम है।

Fig 1



चुंबकीय क्षेत्र सभी दिशाओं में मौजूद होता है लेकिन जैसे-जैसे आप ध्रुवों से दूर जाते हैं प्रबलता कम होती जाती है (ध्रुवों से दूरी के वर्ग के रूप में व्युत्क्रमानुपाती घटती जाती है)। चुंबकीय रेखाओं को उत्तरी ध्रुव से बाहर की ओर जाती हुई और दक्षिणी ध्रुव पर चुंबक में प्रवेश करती हुई मानी जा सकती है। चुंबकीय रेखाओं का पूरा समूह जिसे चुंबक के उत्तरी ध्रुव से बाहर की ओर प्रवाहित माना जाता है चुंबकीय फ्लक्स कहलाता है। चुंबकीय फ्लक्स को प्रतीकात्मक रूप से ग्रीक अक्षर फ़ाई (ø) द्वारा दर्शाया जाता है। चुंबकीय फ्लक्स ø जितना अधिक होगा चुंबकीय क्षेत्र उतना ही अधिक प्रबल होगा ।

चुंबक के गुण (PROPERTIES OF MAGNETS):

- **विपरीत ध्रुव एक दूसरे को आकर्षित करना (Unlike poles attract each other)**

जब एक स्वतंत्र रूप से चलने वाले स्थायी चुंबक के उत्तरी ध्रुव को दूसरे स्थायी चुंबक के दक्षिणी ध्रुव के पास लाया जाता है तो अदृश्य बल दोनों ध्रुवों को एक-दूसरे की ओर आकर्षित करता है। दो विपरीत ध्रुव वास्तव में एक दूसरे से चिपके रहते हैं। जैसे-जैसे ध्रुवों के बीच की दूरी कम होती जाती है विपरीत ध्रुवों के बीच आकर्षण बल बढ़ता जाता है। वास्तव मेंआकर्षण बल ध्रुवों के बीच की दूरी के वर्ग के विलोमानुपात के रूप में परिवर्तित होती है।

- **समान ध्रुव एक दूसरे को प्रतिकर्षित करना (Like poles repel each other)**

जब एक स्वतंत्र रूप से चलने वाले स्थायी चुंबक का उत्तरी ध्रुव दूसरे स्थायी चुंबक के उत्तरी ध्रुव के पास लाया जाता है तो एक अदृश्य बल दोनों ध्रुवों को एक दूसरे को प्रतिकर्षित करने का कारण बनता है। दो विपरीत ध्रुव वास्तव

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

में एक झटके के साथ दूर चले जाते हैं। जैसे-जैसे ध्रुवों के बीच की दूरी कम होती जाती है यह प्रतिकर्षण बल बढ़ता जाता है। वास्तव में प्रतिकर्षण बल ध्रुवों के बीच की दूरी के वर्ग के विलोमानुपात के रूप में परिवर्तित होती है।

- **चुंबकीय पदार्थ में चुंबकीय गुणों को प्रेरित करना (Induces magnetic properties to magnetic materials)**

एक स्थायी चुंबक चुंबकत्व को एक अचुंबकीय लोहे की छड़ में प्रेरित कर सकता है जिससे कि लोहे की छड़ चुंबक बन जाती है। चुंबकत्व को प्रेरित करने के लिए यह पर्याप्त है यदि स्थायी चुंबक लोहे की छड़ के निकट आ जाए जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

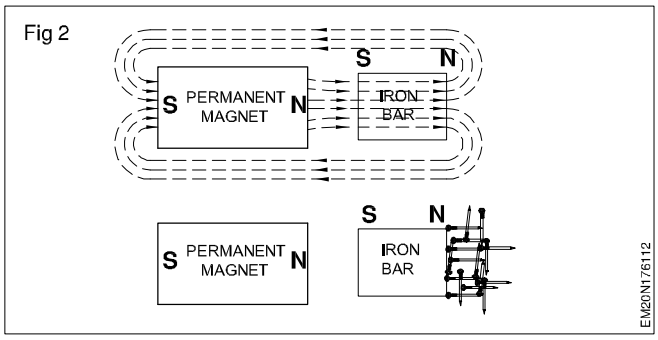
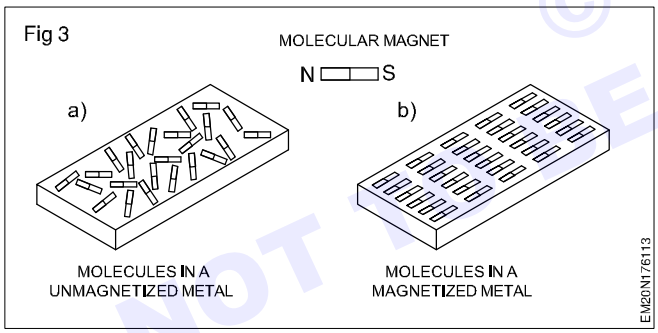


Fig 2 में जो हो रहा है वह यह है कि स्थायी चुंबक द्वारा उत्पन्न बल की चुंबकीय रेखाएँ लोहे की छड़ में अंतराणविक चुम्बकों को Fig 3b के अनुसार उसी दिशा में सुयोजित करती हैं। अचुंबकीय लोहा जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है अणु यादृच्छिक दिशाओं में होंगे। Fig 2 से ध्यान दें कि लोहे की छड़ में प्रेरित ध्रुवों में स्थायी चुंबक के ध्रुवों से विपरीत ध्रुवता होती है।



यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि चुंबकत्व को प्रेरित करना केवल इसलिए संभव था क्योंकि अचुंबकीय पदार्थ एक चुंबकीय पदार्थ था। Fig 3 में लोहे के स्थान पर तांबे की छड़ का प्रयोग करने पर स्थायी चुंबक तांबे में चुंबकत्व को प्रेरित नहीं करेगा क्योंकि तांबा एक अचुंबकीय पदा र्थहै। चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाने पर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं अचुंबकीय पदार्थ से अप्रभावित रहती हैं।

चुंबक के प्रकार (TYPES OF MAGNETS):

चुम्बक प्राकृतिक रूप में उपलब्ध हैं और इन्हें कृत्रिम रूप से भी बनाया जा सकता है। जब चुम्बक को कृत्रिम रूप से बनाया जाता है तो पदार्थ के प्रकार के आधार पर चुम्बकत्व को विभिन्न समयान्तराल के लिए बनाए रखा जाता है। उदाहरण के लिए, यदि सॉफ्ट आयरन के टुकड़े और स्टील के टुकड़े को चुम्बकित किया जाता है। स्टील में चुम्बकत्व सॉफ्ट आयरन की तुलना में अधिक समय तक बना रहता है। किसी पदार्थ की अपने चुंबकत्व को बनाए रखने की क्षमता को पदार्थ की प्रतिधारिकता(retentivity) कहा जाता है। पदार्थ की प्रतिधारिकता के आधार पर कृत्रिम चुम्बकों को अस्थायी चुम्बक और स्थायी चुम्बक के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। एक बार चुंबकीय बल हटा दिए जाने के बाद अस्थायी चुंबक अपनी चुंबकीय शक्ति या चुंबकत्व खो देते हैं।

चुम्बकीय पदार्थ में जो चुम्बकत्व रहता है एक बार चुम्बकत्व बल हटा दिए जाने पर उसे अवशिष्ट चुम्बकत्व कहते हैं। यह शब्द प्राय: केवल अस्थायी चुम्बकों पर लागू होता है।

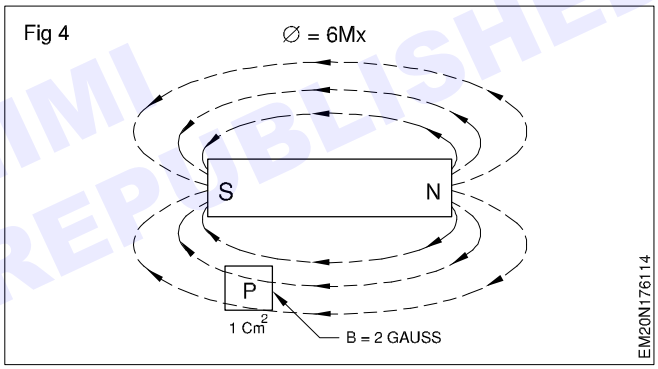
स्थायी चुंबक लंबे समय तक चुंबकत्व बनाए रखते हैं।

चुम्बकों का वर्गीकरण मुख्यत: प्रयुक्त चुम्बकों के प्रकार और उनके अनुप्रयोग इस पाठ के अंत में चार्ट 1 में दिए गए हैं।

चुंबकीय फ्लक्स ø की इकाइयाँ (Units of magnetic flux ø):

मैक्सवेल (Maxwell):

एक मैक्सवेल (Mx) इकाई एक चुंबकीय क्षेत्र रेखा के बराबर होती है। Fig 4 में, उदाहरण के लिए, प्रदर्शित फ्लक्स 6 Mx है क्योंकि प्रत्येक ध्रुव के अंदर या बाहर छह क्षेत्र रेखाएँ जा रही हैं। एक पाउण्ड चुंबक लगभग 5000 Mx का चुंबकीय फ्लक्स प्रदान कर सकता है।



मैक्सवेल CGS प्रणाली की इकाइयों में चुंबकीय क्षेत्र की एक इकाई है।

यह चुंबकीय फ्लक्स की एक बड़ी इकाई है। एक वेबर (Wb), 1 $X10^8$ लाइन या मैक्सवेल के बराबर होता है। चूंकि वेबर विशिष्ट क्षेत्रों के लिए एक बड़ी इकाई है इसलिए माइक्रोवेबर (μWb) इकाई का उपयोग किया जा सकता है।

$1\mu Wb = 10^{-6} Wb.$

5000 Mx चुंबकीय फ्लक्स का उत्पादन करने वाले एक पाउण्ड चुंबक के लिए 50 μWb के तुल्य होता है।

वेबर इकाइयों की SI प्रणाली में चुंबकीय क्षेत्र की एक इकाई है।

फ्लक्स घनत्व (FLUX DENSITY) (B):

फ्लक्स घनत्व फ्लक्स की दिशा के लंबवत किसी तल के प्रति इकाई क्षेत्रफल में चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की संख्या है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

सूत्र के रूप में,

$$B = \frac{ø}{A} = \frac{flux}{Area}$$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

चुम्बकों में फ्लक्स घनत्व ध्रुवों के करीब अधिक होगा क्योंकि ध्रुवों के पास फ्लक्स लाइनें अधिक घनी होती है।

फ्लक्स घनत्व की इकाइयाँ (Units of flux density):

गॉस (Gauss): एक गॉस एक फ्लक्स लाइन प्रति वर्ग सेंटीमीटर या 1 Mx/cm^2 के बराबर होती है ।

गॉस इकाइयों की CGS प्रणाली में फ्लक्स घनत्व की इकाई है।

चूंकि गॉस एक छोटी इकाई है, फ्लक्स घनत्व को अक्सर किलोग्राम में मापा जाता है

1 किलोगॉस =10^3 गॉस

माप की SI इकाइयों में, फ्लक्स घनत्व B की इकाई वेबर प्रति वर्ग मीटर (Wb/m2) है। प्रति वर्ग मीटर एक वेबर को टेस्ला कहा जाता है जिसे T के रूप में संक्षिप्त किया जाता है।

टेस्ला इकाइयों की SI प्रणाली में फ्लक्स घनत्व की इकाई है।

चुंबकीय पदार्थ का वर्गीकरण (CLASSIFICATION OF MAGNETIC MATERIALS):

लोहे के प्रबल चुंबकीय गुण के आधार पर अन्य सामग्रियों को या तो चुंबकीय या अचुंबकीय पदार्थ के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। यद्यपि अधिक विस्तृत वर्गीकरण नीचे दिया गया है;

1 लौहचुम्बकीय पदार्थ (Ferromagnetic materials)

2 अनुचुंबकीय पदार्थ (Paramagnetic materials)

3 प्रतिचुंबकीय पदार्थ (Diamagnetic materials)

लौहचुम्बकीय पदार्थ ये ऐसे पदार्थ हैं जो दृढ़ता से चुम्बकित हो जाते हैं। ये पदार्थ उसी दिशा में चुम्बकित होते हैं जिस दिशा में चुम्बकित करने वाला क्षेत्र होता है। इन पदार्थों में 50 से 5000 की सीमा में पारगम्यता (चुम्बकशीलता) के उच्च मान हैं। लौहचुंबकीय पदार्थ के उदाहरण लोहा ,स्टील, निकल, कोबाल्ट, और वाणिज्यिक, मिश्रधातु जैसे एल्नीको, और परमलॉय हैं। परमलॉय में 100000 का μr होता है लेकिन फ्लक्स घनत्व के अपेक्षाकृत कम मानों पर संतृप्त हो जाता है।

अनुचुंबकीय सामग्री (Paramagnetic materials)

ये ऐसे पदार्थ हैं जो कम चुम्बकित हो जाते हैं। ये पदार्थ उसी दिशा में चुम्बकित होते हैं जिस दिशा में चुम्बकित करने वाला क्षेत्र होता है। अनुचुम्बकीय पदार्थों की पारगम्यता 1 से थोड़ी अधिक होती है। अनुचुम्बकीय पदार्थों के उदाहरण- एल्युमिनियम, प्लेटनिम, मैंगनीज़, और क्रोमियम हैं।

प्रतिचुंबकीय सामग्री (Diamagnetic materials)

ये ऐसे पदार्थ हैं जो कम चुम्बकित हो जाते हैं। ये पदार्थ चुम्बकीय क्षेत्र की विपरीत दिशा में चुम्बकित हो जाते हैं। प्रतिचुंबकीय पदार्थों की पारगम्यता 1 से कम है। प्रतिचुंबकीय पदार्थों के उदाहरण- बिस्मथ, एण्टीमनी, तांबा ,जस्ता, पारा, सोना और चांदी हैं।

उपरोक्त तीन वर्गीकरणों का आधार परमाणुओं में कक्षीय इलेक्ट्रॉनों की गति है

परमाणु में दो प्रकार की इलेक्ट्रॉन गति होती है;

1 इलेक्ट्रॉन अपनी कक्षा में चक्कर लगाता है: यह गति एक प्रतिचुंबकीय प्रभाव प्रदान करती है। यद्यपि सामान्य कमरे के तापमान पर ऊष्मीय विक्षोभ के कारण यह चुंबकीय प्रभाव निर्बल होता है। इसका परिणाम गति की यादृच्छिक दिशाओं में होता है जो एक दूसरे के चुंबकीय प्रभाव को निरस्त कर देता है।

2 प्रत्येक इलेक्ट्रॉन की अपनी धुरी पर घूमने की गति से चुंबकीय प्रभाव: चक्रण इलेक्ट्रॉन एक छोटे स्थायी चुंबक के रूप में कार्य करते हैं। विपरीत स्पिन विपरीत ध्रुवता प्रदान करते हैं। विपरीत दिशाओं में घूमते हुए दो इलेक्ट्रॉन चुंबकीय क्षेत्र को निष्क्रिय करते हुए एक युग्म बनाते हैं। यद्यपि लौहचुंबकीय पदार्थों के परमाणुओं में एक ही दिशा में चक्रण वाले कई अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होते हैं जिसके परिणामस्वरूप एक दृढ़ चुंबकीय प्रभाव होता है।

लोहा, कोबाल्ट और निकेल को बहुत अच्छा चुंबकीय पदार्थ कहा जाता है। इन तीन धातुओं के मिश्रधातु विद्त इलेक्ट्रॉनिक और संचार उद्योगों द्वारा उपयोग की जाने वाली चुंबकीय पदार्थ की लगभग पूरी सीरीज बनाते हैं।

अस्थायी और स्थायी चुंबक (Temporary and permanent magnets):

उनके अनुप्रयोग के आधार पर चुंबकीय पदार्थ का एक और वर्गीकरण है:

1 अस्थायी चुंबक

2 स्थायी चुम्बक

मुलायम और कठोर चुंबकीय सामग्री (Soft and hard magnetic materials):

चुंबकीय पदार्थ को इस प्रकार भी वर्गीकृत किया जा सकता है:

1 कठोर चुंबकीय पदार्थ

2 मुलायम चुंबकीय पदार्थ

हार्ड मैग्नेटिक एक शब्द है जिसका इस्तेमाल स्थायी चुंबक बनाने के लिए इस्तेमाल की जाने वाली सामग्रियों की श्रेणी को कवर करने के लिए किया जाता है।

समान्यत: उपयोग की जाने वाली कुछ कठोर चुंबकीय पदार्थ और उनके चुंबकीय गुणों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है;

कार्बन स्टील (Carbon steel):

प्राचीन काल में स्थायी चुम्बक के लिए यही एकमात्र पदार्थ था। इसमें अपर्याप्त चुंबकीय पदार्थ है और आज ज्यादा उपयोग में नहीं है।

कार्बन स्टील का उपयोग केवल उन अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है जहां चुंबकीय प्रदर्शन की तुलना में कम लागत अधिक महत्वपूर्ण होती है।

कार्बन स्टील का उपयोग कंपास सुई, पतली शीट चुंबक और खिलौनों के लिए चुंबक बनाने में किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

टंगस्टन और क्रोमियम स्टील (Tungsten and chromium steels):

कार्बन स्टील में टंगस्टन और क्रोमियम मिलाने से कार्बन स्टील की तुलना में बेहतर चुंबकीय गुणों वाले मिश्र धातुओं का एक समूह मिलता है। इन सामग्रियों को अलग-अलग आकार में मशीनिंग योग्य बनाने के लिए रोल या फोर्ज किया जा सकता है

लगभग 6% टंगस्टन युक्त स्टील से बड़ी मात्रा में इंस्ट्रूमेंट मैग्नेट का उत्पादन किया जाता है।

क्रोमियम स्टील उत्पादन में सस्ता है लेकिन स्थायी चुंबक के रूप में टंगस्टन स्टील की तुलना में थोड़ा कम प्रभावी है। 3% क्रोमियम युक्त स्टील स्ट्रिप्स से आवश्यक आकार में पंच करके चुंबकीय यंत्र बनाए जा सकते हैं।

कोबाल्ट स्टील (Cobalt steel):

क्रोमियम स्टील में कोबाल्ट मिलाने से पदार्थ की चुंबकीय प्रबलता में काफी वृद्धि हो जाती है।

सभी उचित औद्योगिक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए पांच कोबाल्ट स्टील मिश्र धातुओं की एक सीरीज का उत्पादन किया जाता है जिनमें से प्रत्येक में एक अलग कोबाल्ट संरचना होती है। हार्डनिंग से पहले ही इन मिश्र धातुओं को रोल या कास्ट और मशीनिंग किया जा सकता है।

कोबाल्ट स्टील मिश्र धातुओं का उपयोग घूर्णन चुम्बक, टेलीफोन रिसीवर, स्पीडोमीटर चुम्बक, विद्त घड़ियों और हिस्टैरिसीस मोटर्स में उपयोग किए जाने वाले मल्टी-पोल रोटर बनाने के लिए किया जाता है।

लोहा-एल्यूमीनियम-निकेल (Iron-aluminium-nickel):

1931 में लोहे एल्यूमीनियम और निकल की एक मिश्र धातु की खोज की गई थी। अन्य सभी व्यावसायिक रूप से उत्पादित स्थायी चुंबकीय पदार्थ की तुलना में यह मिश्र धातु स्थायी चुंबक के रूप में उत्तम चुंबकीय गुण प्रदर्शित करता है।

आज उत्पादित अधिकांश स्थायी चुम्बक एल्नीको और अल्कोमैक्स मिश्र धातुओं के समूह से बने हैं। इनमें कोबाल्ट और तांबे के अतिरिक्त लोहा-निकल और एल्यूमीनियम है।

इन मिश्र धातुओं से बने चुम्बक केवल कास्टिंग और सिंटरिंग की प्रक्रियाओं द्वारा निर्मित किए जा सकते हैं। ये बहुत भंगुर होते हैं और ग्राइंडिग के अतिरिक्त मशीनीकृत नहीं किए जा सकते हैं।

सॉफ्ट चुम्बक (Soft magnetic): एक ऐसा शब्द है जो उन पदार्थों की श्रेणी को कवर करता है जो चुम्बकित और अचुम्बकित करने में सुविधाजनक होती हैं। इनका उपयोग विद्त चुम्बक या अस्थायी चुम्बक कोर के लिए किया जाता है।

इलेक्ट्रोमैग्नेट बनाने के लिए उपयोग की जाने वाली सॉफ्ट चुंबकीय पदार्थ को चुंबकित करना और विचुंबकित करना आसान होता है। कठोर चुंबकीय पदार्थ की तुलना में उनके पास कम हिस्टैरिसीस लॉस, उच्च संतृप्ति मान (B), उच्च पारगम्यता और निम्न निग्रह (coercivity) मान होते हैं।

सॉफ्ट चुंबकीय पदार्थ का उपयोग समान्यत: लैमिनेटेड ट्रांसफार्मर कोर मोटर और जनरेटर आर्मेचर और अन्य विद्त उपकरण बनाने के लिए किया जाता है जो चुंबकत्व के निरंतर उत्क्रमण के अधीन होते हैं।

प्राय: उपयोग किए जाने वाले कुछ सॉफ्ट चुंबकीय पदार्थ और उनके चुंबकीय गुण नीचे दिए गए हैं;

माइल्ड स्टील (Mild steel):

यह उत्पादन करने के लिए एक सस्ती सामग्री है और इसलिए जहाँ कीमत महत्वपूर्ण है और चुंबकीय गुणों की आवश्यकता शिथिल है, उपयोग करने के लिए एक आदर्श पदार्थ है। जैसे-जैसे माइल्ड स्टील में कार्बन की मात्रा बढ़ती है इसका प्रभाव चुंबकीय गुणों को कम करता है।

आयरन-सिलिकॉन मिश्र धातु (Iron-silicon alloys):

0.3% से 4% के बीच सिलिकॉन युक्त लौह-सिलिकॉन मिश्र धातुओं की एक सीरीज शीट या स्ट्रिप्स के रूप में उत्पादित की जाती है और लैमिनेशन बनाने के लिए प्रयुक्त की जाती है। अल्प मात्रा में सिलिकॉन वाले लोहे में शुद्ध लोहे की तुलना में बेहतर चुंबकीय गुण होते हैं।

इन मिश्र धातुओं में कम हिस्टैरिसीस हानि, उच्च संतृप्ति होती है और 50 Hz की पावर आवृत्तियों पर संचालित विद्त उपकरणों जैसे पावर ट्रांसफार्मर, अल्टरनेटर और सभी आकार के इलेक्ट्रिक मोटर के चुंबकीय परिपथ के लिए उपयोग किया जाता है।

उच्च सिलिकॉन मिश्र धातुओं की भंगुरता के कारण इसे बहुत पतली शीट या स्ट्रिप्स में बनाना संभव नहीं है।

धारावाही चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field around a current-carrying conductor):

जब किसी चालक से विद्त धारा प्रवाहित की जाती है तो उसके चारों ओर एक चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। किसी धारावाही चालक के चारों ओर चुंबकीय बल रेखाओं के बारे में निम्नलिखित दो कारकों पर ध्यान देना महत्वपूर्ण है।

1 चुंबकीय रेखाएं वृत्ताकार होती हैं और केंद्र में विद्त धारावाही तार के संबंध में क्षेत्र सममित होता है।

2 बलों की वृत्ताकार रेखाओं वाला चुंबकीय क्षेत्र तार में धारा के लंबवत तल में होता है।

चालक के चारों ओर चुंबकीय रेखाओं की दिशा दाहिने हाथ के पेंच नियम द्वारा निर्धारित की जा सकती है। यदि चालक के माध्यम से धारा की दिशा उलट दी जाती है तो चुंबकीय रेखाओं की दिशा उलट जाती है। एकल चालक के चारों ओर यह चुंबकीय क्षेत्र तार को उपयोगी चुंबक के रूप में व्यवहार करने के लिए बहुत कमजोर है।

कुंडली के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field around a coil):

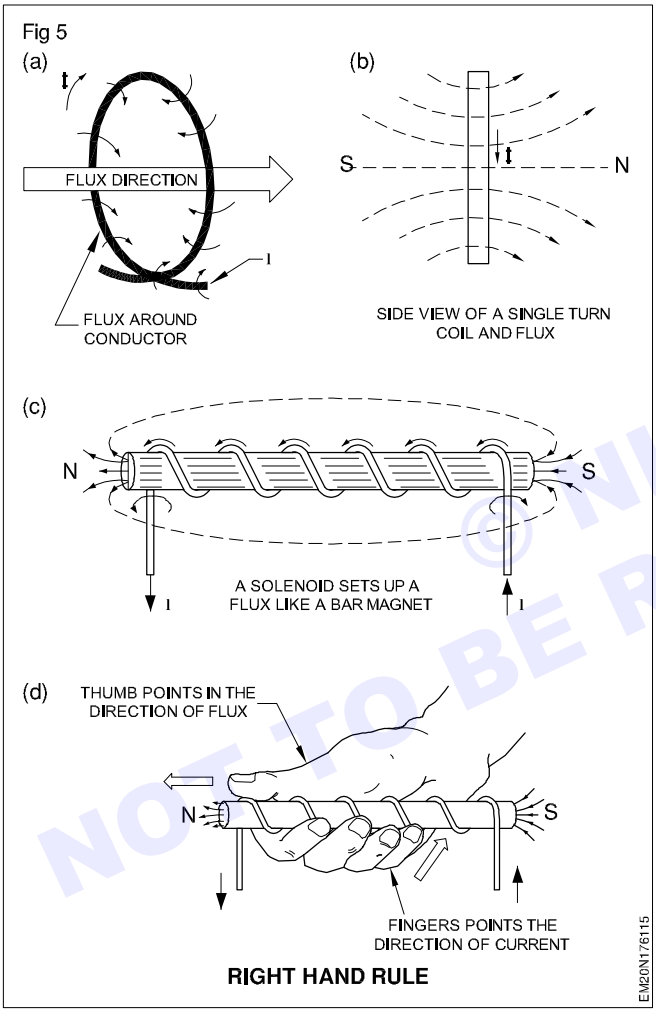
Fig 5a में दर्शाए अनुसार तार के वन-टर्न-कॉइल से विद्त धारा प्रवाहित करने के प्रभाव पर विचार करें।

Fig 5a और 5b में कुंडली के केंद्र से गुजरने वाले विद्त प्रवाह द्वारा उत्पन्न चुंबकीय फ्लक्स को दर्शाया गया है। इसलिए वन-टर्न-कॉइल एक छोटे चुंबक के रूप में कार्य करता है। इसमें एक पहचान योग्य N ध्रुव और S ध्रुव के साथ एक चुंबकीय क्षेत्र है। जैसा कि Fig 5c में दिखाया गया है एकल टर्न के अतिरिक्त एक कुंडली में कई टर्न हो सकते हैं। इस दशा में

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्रत्येक प्रत्येक धारावाह टर्न द्वारा उत्पन्न फ्लक्स लिंक-अप की ओर जाता है और कॉइल के एक छोर से बाहर निकलता है और दूसरे छोर पर वापस जाता है जैसा कि Fig 5c में दिखाया गया है। इस प्रकार की कुंडली जिसे परिनालिका के रूप में भी जाना जाता है में चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न बार चुंबक के समान होता है।

परिनालिका फ्लक्स की दिशा निर्धारित करने के लिए दाहिने हाथ का नियम Fig 5d में दिखाया गया है। जब परिनालिका को दाहिने हाथ से इस प्रकार पकड़ा जाता है कि अंगुलियाँ कुण्डलियों में धारा प्रवाह की दिशा को इंगित करती हैं तो अंगूठा फ्लक्स की दिशा को इंगित करता है जैसा कि Fig 5d में दिखाया गया है। कुंडली अब एक विद्त चुंबक की तरह व्यवहार करता है।



परिनालिका छड़ चुंबक की तरह कार्य करती है चाहे उसमें आयरन कोर हो या न हो। परिनालिका में आयरन कोर जोड़ने से कुंडली के अंदर फ्लक्स घनत्व बढ़ जाता है। इसके अतिरिक्त क्षेत्र की प्रबलता कोर की पूरी लंबाई के लिए एक समान होगी। यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि एक परिनालिका में आयरन कोर को जोड़ने से परिनालिका के N और S ध्रुवों की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

जब कुंडल के माध्यम से धारा की दिशा परिवर्तित होती है तो यह चुंबकीय रेखाओं की दिशा परिवर्तित कर देती है जिससे परिनालिका के ध्रुव बदल जाते हैं।

विद्त चुंबक के अनुप्रयोग (Applications of electromagnet):

विद्त चुम्बकों का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों जैसे विद्त परिपथ, ब्रोकर, रिले, दरवाजे की घंटी आदि में किया जाता है।

फैराडे का नियम (Faraday's law):

जब भी कोई कंडक्टर चुंबकीय बल रेखाओं को काटता है तो कंडक्टर में एक वि0वा0ब0 प्रेरित होता है। इसे फैराडे के विद्त चुम्बकीय प्रेरण के नियम के रूप में जाना जाता है।

लेन्ज़ का नियम (Lenz's Law):

प्रेरित वोल्टेज या धारा की दिशा निर्धारित करने के लिए प्रयोग किया जाने वाला मूल सिद्धांत लेन्ज के नियम द्वारा दिया गया है ।

लेन्ज़ के नियमानुसार, प्रेरित धारा की दिशा ऐसी होती है कि प्रेरित धारा के कारण स्थापित चुंबकीय क्षेत्र उस कारण का विरोध करता है जिससे प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।

रिले (Relays):

परिचय: (Introduction)

परिनालिका के अतिरिक्त वैद्त चुम्बकों का एक अन्य अति प्रचलित अनुप्रयोग वैद्त चुम्बक (इलेक्ट्रोमैग्नेटिक) रिले कहलाता है।

परिनालिका और रिले के बीच महत्वपूर्ण समानताएं और अंतर Fig 6 में दिखाए गए हैं।

साधारण रिले का निर्माण और संचालन (Construction and operation of a simple relay):

वैद्त चुम्बक (इलेक्ट्रोमैग्नेटिक) रिले मूल रूप से कुण्डली के माध्यम से प्रवाहित धारा द्वारा उत्पन्न चुंबकीय बल द्वारा संचालित स्विच या स्विचों के समूह का संयोजन है।

अनिवार्य रूप से Fig 7 में दिखाए गए एक विशिष्ट रिले में निम्नलिखित भाग होते हैं;

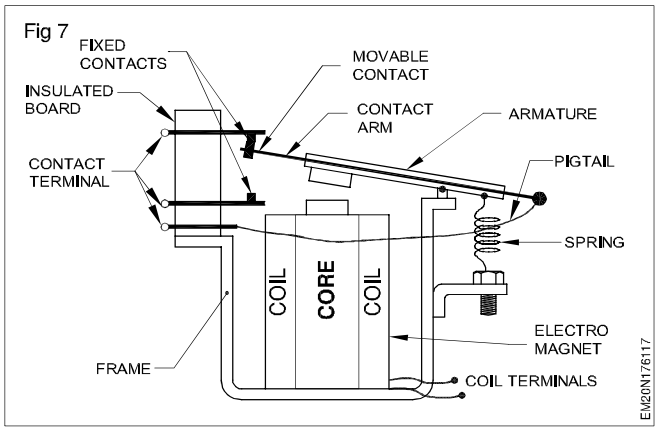
- वैद्त चुम्बक जिसमें एक कोर और कुण्डली होती है
- एक मूवेबल आर्मेचर, धुरी और एक स्प्रिंग द्वारा तनाव में रखा गया
- संपर्कों का समूह
- इन सभी घटकों को माउंट करने के लिए एक फ्रेम।

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है एक विशिष्ट रिले में तार की कुण्डली से घिरा एक कोर होता है। इसे मेटल फ्रेम पर लगाया गया है। रिले का चल भाग आर्मेचर है। आर्मेचर का एक सिरा हिंज होता है और एक स्प्रिंग से जुड़ा होता है। आर्मेचर पर गति योग्य कांटेक्ट को ले जाने वाला एक कांटेक्ट भुजा लगा होता है। स्थिर रिले कॉन्टैक्ट्स और इसके टर्मिनल्स एक इंसुलेटेड टर्मिनल बोर्ड पर लगे होते हैं।

जब रिले बंद होता है या सक्रिय नहीं होता है तो संपर्क भुजा शीर्ष संपर्क को स्पर्श करता है। जब कुण्डली टर्मिनलों पर वोल्टेज लगाकर रिले को सक्रिय किया जाता है तो धातु आर्मेचर आकर्षित होता है। आर्मेचर और कॉन्टैक्ट

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

आर्म असेंबली नीचे की ओर चलती है ताकि आर्मेचर पर लगा कॉन्टैक्ट आर्म बॉटम कॉन्टैक्ट को टच करे। इस प्रकार रिले सिंगल पोल डबल थ्रो (SPDT) स्विच का कार्य कर रहा है।



कुण्डली पर आरोपित वोल्टेज को हटाने पर आर्मेचर के एक सिरे से संयोजित स्प्रिंग आर्मेचर को उसकी मूल स्थिति में लौटा देता है और कॉन्टैक्ट आर्म शीर्ष संपर्क को स्पर्श करता है।

रिले की ऑपरेटिंग डिले (Operating delay of relays):

जब रिले कॉइल पर एक उर्जित वोल्टता आरोपित की जाती है तो रिले तुरंत कार्य नहीं करता है। इसे संचालित करने में समान्यत: कुछ मिलीसेकंड का समय लगता है। इस विलम्ब के कारण नीचे दिए गए हैं:

- रिले कुण्डली के प्रेरण के कारण धारा धीरे-धीरे बढ़ती है और आवश्यक धारा मान तक पहुंचने में कुछ समय लगता है।
- जड़त्व के कारण आर्मेचर को एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाने में कुछ समय लगता है।

जब रिले कॉइल के टर्मिनलों पर निर्धारित वोल्टेज आरोपित किया जाता है तो कुण्डली में धारा का क्रमिक संगठन कुण्डल के स्व-प्रेरण के कारण धारा प्रवाह के प्रारंभिक विरोध के कारण होता है। कुछ समय पश्चात् जब पर्याप्त चुंबकन का निर्माण किया जाता है और जब आकर्षण बल स्प्रिंग वापसी तनाव तथा सम्पर्क स्प्रिंग तनाव द्वारा उत्पन्न विरोध को दूर करने के लिए पर्याप्त होता है तो आर्मेचर आकर्षित होता है और यह रिले संपर्कों को बंद कर देता है। तब रिले को सक्रिय या खींचा हुआ या पिक्ड कहा जाता है।

एक बार जब रिले सक्रिय हो जाता है तो इसे सक्रिय स्थिति में बनाए रखने के लिए केवल थोड़ी मात्रा में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। शेष विद्त ऊर्जा ऊष्मा रूप में क्षय हो जाती है।

जब कुण्डली के माध्यम से धारा एक निश्चित मान से कम हो जाती है तो रिले डी-एनर्जाइज़ हो जाता है और रिटर्न स्प्रिंग आर्मेचर को वापस खींच लेता है। इसे रिले ड्रॉप-आउट कहा जाता है।

ऊपर से यह देखा जा सकता है कि रिले के स्विचिंग के लिए बहुत कम मात्रा में विद्त पावर क्षय होती है जबकि अधिकांश पावर व्यय होल्डिंग में होती है।

रिले के भाग (Parts of a Relay):

रिले की समग्र कार्यशैली में रिले का प्रत्येक भाग दूसरे भाग की तुलना में समान महत्वपूर्ण होता है। रिले के भागों और उनके उद्देश्य का विवरण नीचे दिया गया है:

फ्रेम और कोर (Frame and core): रिले फ्रेम के मुख्य कार्यों में से एक अन्य रिले भागों को माउंट करने के लिए आधार प्रदान करना है। लेकिन सबसे महत्वपूर्ण कार्य यह है कि फ्रेम आर्मेचर और क्रोड के मध्य का पूर्ण चुंबकीय पथ का एक भाग निर्मित करता है। कोर फ्रेम और आर्मेचर लोहे जैसे आसानी से चुंबकीय पदार्थ से बने होते हैं।

हिन्ज (Hinges): हिन्ज आर्मेचर को फ्रेम से संयोजित करते हैं। अच्छे हिन्ज को यथासंभव घर्षण रहित होना चाहिए। आर्मेचर और संपर्कों का भार सहन करने के लिए उन्हें पर्याप्त दृढ़ भी होना चाहिए। हिन्ज को फ्रेम और आर्मेचर के माध्यम से कोर से अपने पथ में चुंबकीय फ्लक्स को न्यून रिलेक्टेंस प्रदान करना चाहिए।

रिटर्न स्प्रिंग (Return springs): स्प्रिंग समान्यत: बहुत पतले होते हैं और किसी भी बड़ी मात्रा में फ्लक्स को केंद्रित नहीं कर सकते हैं। स्प्रिंग स्टील जिसमें अन्य सामग्रियों की तुलना में कम रिलेक्टेंस होती है अपने चुंबकत्व को बनाए रखने के लिए कार्य करती है और रिले के विउर्जित होने के बाद क्रोड की ओर आकर्षित रहती है। स्प्रिंग्स के कड़े होने का एक नुकसान भी है और कुछ प्रचालनों के पश्चात् टूट जाने की संभावना है।

रिले कुण्डली (Relay coil): कुण्डली समान्यत: कुण्डल को फॉर्मर पर लपेटा जाता है और रिले फ्रेम में चुंबकीय क्रोड पर खिसका देते हैं। यह क्षतिग्रस्त कुण्डली को नए कुण्डली में आसानी से बदलने की अनुमति देते हैं।

कुण्डल विर्निदेश (Coil Specifications):

प्राय: रिले को विभिन्न वोल्टेज जैसे 6, 12, 18, 24, 48, 100, या 240 वोल्ट AC या DC पर संचालित करने के लिए बनाया जाता है। एक कुण्डली प्रतिरोध चार्ट आमतौर पर रिले के साथ दिया जाता है जो कॉइल करंट और पावर अपव्यय की गणना करने में सहायक होता है। अधिकतम वाट क्षमता अधिकतम अनुमेय तापमान और संतोषजनक संचालन के लिए वाट क्षमता रिले के साथ निर्दिष्ट होता हैं।

प्रचालन धारा - रिले को सक्रिय करने के लिए आवश्यक न्यूनतम धारा है।

होल्ड धारा - रिले को सक्रिय रखने के लिए आवश्यक न्यूनतम कॉइल धारा है।

रिलीज धारा - यह अधिकतम धारा है जो रिले को रिलीज करता है।

रिले कॉइल हमेशा रिले फ्रेम से सदैव रोधित रहते हैं। कुण्डली और बॉडी के बीच विद्त प्रतिरोध सक्रिय वोल्टेज से ग्राउन्ड के विलगन का एक उपाय है। इसी तरह कुण्डली और संपर्कों के बीच विद्त प्रतिरोध सक्रिय ड्राइविंग और संचालित परिपथ के बीच विद्त विलगन का उपाय है। ये प्रतिरोध सैकड़ों या हजारों मेगाओम के क्रम के होंगे।

रिले कांटेक्ट (Relay contacts)

रिले कांटेक्ट वे भाग होते हैं जो वास्तव में नियंत्रित परिपथ के विद्त स्विचिंग को निष्पादित करते हैं। साथ ही ये कांटेक्ट वे हैं जो सबसे अधिक परेशानी का कारण बनते हैं और रिले के किसी अन्य भाग की तुलना में अधिक रखरखाव की आवश्यकता होती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

कांटेक्ट पदार्थ और डिजाइन (Contact materials and design)

रिले कांटेक्ट ऐसे पदार्थों से बनाए जाते हैं जो बहुत अच्छे चालक होने के साथ-साथ क्षरण रोधी भी होते हैं।

कांटेक्ट खुलने और बंद होने पर एक आर्क बनाते हैं। यह आर्क जलकर संपर्कों को ऑक्सीकृत करता है। एक ऑक्साइड कोटिंग संपर्कों को या तो खराब कंडक्टर या अचालक बनाती है। इस कारण से, संपर्क चांदी, पैलेडियम और पैलेडियम-इरिडियम मिश्र धातु, सोने की मिश्र धातु, सोना चढ़ाया हुआ चांदी, टंगस्टन और अन्य अत्यधिक संक्षारण प्रतिरोधी सामग्री के मिश्र धातु से बने होते हैं जो आसानी से ऑक्सीकरण नहीं करते हैं।

इन पदार्थों के साथ भी कुछ ऑक्सीकरण अभी भी होता है। ऑक्साइड से छुटकारा पाने के लिए संपर्कों को पोंछने की क्रिया के लिए डिज़ाइन किया गया है। जैसे-जैसे संपर्क बंद होते हैं और खुलते हैं सतहें आपस में रगड़ती हैं। यह क्रिया किसी भी ऑक्साइड या गंदगी को हटा देती है जिससे खराब संपर्क हो सकता है।

संपर्क कई आकृतियों और आकारों में और विभिन्न संपर्क भुजाओं में आते हैं। इन संपर्क भुजाओं को प्राय: संपर्क स्प्रिंग्स कहा जाता है क्योंकि वे अच्छा संपर्क दबाव बनाए रखती हैं।

संपर्कों का आकार धारा प्रबंधन क्षमता को निर्धारित करता है। संपर्क जितने बड़े होंगे वे उतने ही अधिक धारा के बिना अत्यधिक क्षरण के स्विच कर सकते हैं।

कॉन्टैक्ट आर्म या स्प्रिंग्स को धारा ले जाने के लिए पर्याप्त मोटा और चौड़ा बनाया जाता है जिसके लिए कॉन्टैक्ट्स को निर्धारित किया जाता है। अच्छा संपर्क सुनिश्चित करने के लिए उन्हें पर्याप्त स्पंजी भी बनाया जाता है। यदि स्प्रिंग्स बहुत नरम हैं तो रिले के खुलने पर वे कंपन कर सकते हैं जिससे संपर्क बार-बार खुलने और बंद होने पर संपर्क कम्पन करते हैं। यह कम्पन बंद होने पर भी हो सकता है। संपर्कों का कम्पन हमेशा अवांछनीय होता है। डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक परिपथ जैसे संवेदनशील परिपथ में कॉन्टैक्ट बाउंसिंग के अवांछनीय प्रभावों को दूर करने के लिए कॉन्टैक्ट डिबगिंग परिपथ का उपयोग किया जाता है।

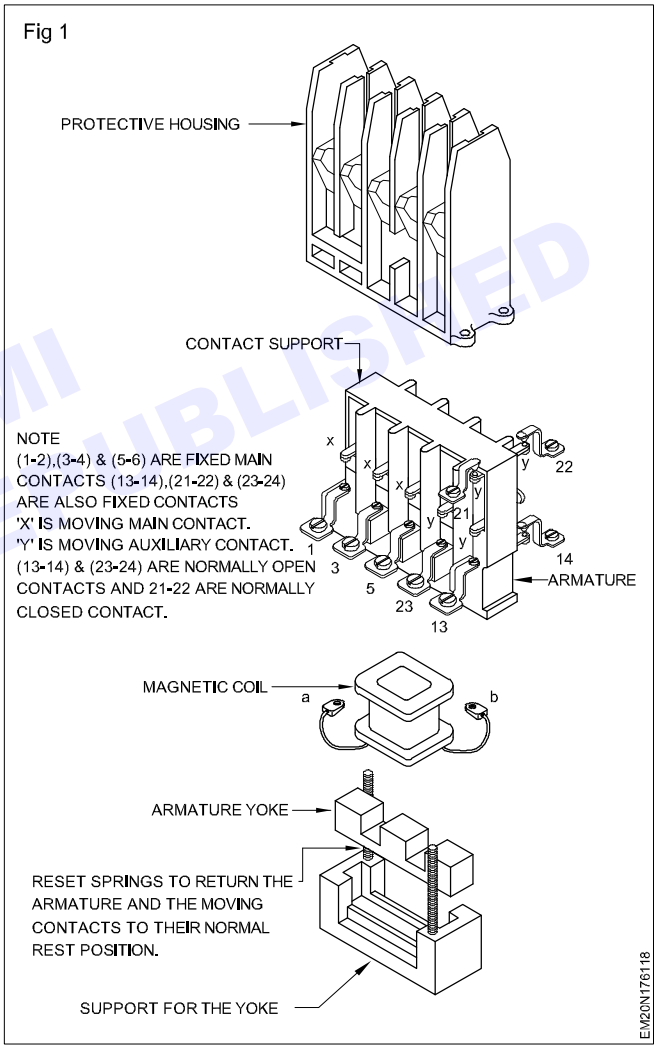
कॉन्टैक्टर (Contactors):

कॉन्टैक्टर सभी स्टार्टर्स में मुख्य भाग बनाता है। एक कॉन्टैक्टर को एक स्विचिंग डिवाइस के रूप में परिभाषित किया गया है जो 50 चक्र प्रति सेकंड या उससे अधिक की आवृत्ति पर लोड सर्किट बनाने ले जाने और ब्रेक करने में सक्षम है। यह हाथ (यांत्रिक), इलेक्ट्रोमैग्नेटिक, न्यूमेटिक या इलेक्ट्रो-न्यूमेटिक रिले द्वारा संचालित किया जा सकता है।

Fig 1 में दिखाए गए कॉन्टैक्टरों में मुख्य कॉन्टैक्ट, सहायक संपर्क और नो-वोल्ट कॉइल शामिल हैं। Fig 1 के अनुसार मुख्य कॉन्टैक्ट के सामान्य रूप से खुले (normally open) तीन सेट टर्मिनल 1 और 2, 3 और 4, 5 और 6 के बीच है और सहायक संपर्कों के सामान्य रूप से खुले (normally open) दो सेट टर्मिनलों 23 और 24, 13 और 14 के बीच है और सहायक संपर्क के सामान्य रूप से बंद (normally closed) एक सेट टर्मिनल 21 और 22 के बीच होता है।

सहायक संपर्कों में मुख्य संपर्कों की तुलना में कम धारा प्रवाहित होती है। आमतौर पर कॉन्टैक्टरों के पास पुश-बटन स्टेशन और OL रिले एक एकीकृत भाग के रूप में नहीं होंगे लेकिन स्टार्टर फ़ंक्शन बनाने के लिए कॉन्टैक्टर के साथ अलग सहायक उपकरण के रूप में उपयोग करना होगा। चुंबकीय कॉन्टैक्टरों के मुख्य भाग Fig 8 में दिखाए गए हैं।

Fig 1



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

RC परिपथ के लिए समय स्थिरांक (Time constant for RC circuit)

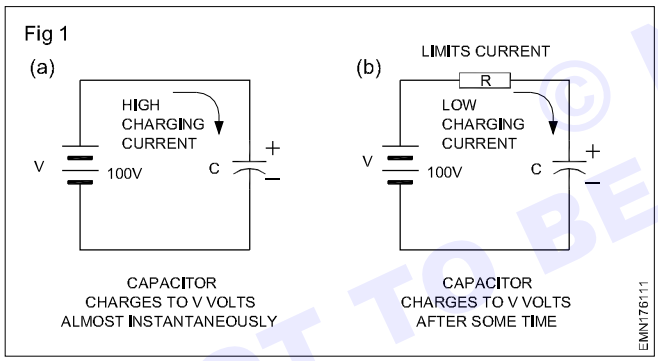
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **TC समय स्थिरांक का महत्व को बताएं**
- **यूनिवर्सल समय स्थिर वक्र की आवश्यकता बताएं**
- **TC टाइम डिले परिपथ के अनुप्रयोग बताएं**
- **टाइम डिले को मापने में ऑसिलोस्कोप के उपयोग की व्याख्या करना।**

चार्जिंग करते समय TC समय स्थिरांक t (RC time constant t while charging):

जब एक संधारित्र को बैटरी या DC वोल्टेज स्रोत से संयोजित किया जाता है जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है तो यह लगभग तुरंत आवेशित हो जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि आवेशन परिपथ में आवेशन धारा को सीमित करने के लिए कोई प्रतिरोध नहीं है। दूसरी ओर यदि एक प्रतिरोध संधारित्र के साथ सीरीज में जुड़ा हुआ है जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है तो प्रतिरोध उस अधिकतम धारा को सीमित करता है जो सीरीज परिपथ में प्रवाहित हो सकती है। आवेशित धारा को इस प्रकार सीमित करने से संधारित्र को स्रोत वोल्टेज तक चार्ज करने के लिए आवश्यक टाइम डिले का कारण बनती है।

Fig 1



यद्यपि प्रतिरोधक परिपथ में संयोजित नहीं था संयोजन तारों का प्रतिरोध और सप्लाई स्रोत के लीड का आंतरिक प्रतिरोध आवेशन में डिले के लिए एक लम्पड प्रतिरोध के रूप में कार्य करता है। संधारित्र को आवेशित करने के लिए आवश्यक सटीक समय आवेशन परिपथ में प्रतिरोध (R) और संधारित्र की धारिता (C) दोनों पर निर्भर करता है (याद रखें कि उच्च धारिता मान परिपथ में उच्च धारा की अनुमति देता है, $I = CV/\tau$)

प्रतिरोध, धारिता और आवेशन समय के बीच यह संबंध समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है

$$\tau = RC$$

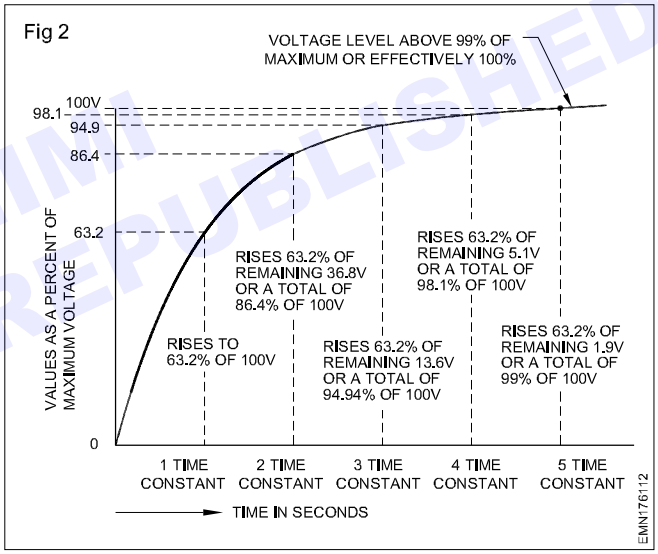
जहां, t (टाऊ के रूप में वर्तनी) धारिता समय स्थिरांक या RC समय स्थिरांक है जो संधारित्र के पूर्ण आवेशन वोल्टेज के 63.2% आवेशन करने के लिए आवश्यक समय का प्रतिनिधित्व करता है।

यह ध्यान देना रोचक होगा कि प्रत्येक क्रमागत समय स्थिरांक t संधारित्र में वोल्टेज शेष वोल्टेज के अतिरिक्त 63.2% की वृद्धि करता है। इस प्रकार दूसरी बार स्थिरांक (2τ) के बाद संधारित्र अपने अधिकतम वोल्टेज का 86.4% चार्ज कर लेता है

- 3τ के पश्चात् अधिकतम वोल्टेज का 94.9%
- 4τ के पश्चात् अधिकतम वोल्टेज का 98.1%
- 5τ के पश्चात् अधिकतम वोल्टेज का 99%

Fig 2 में दिखाए गए प्रतिरोधक-संधारित्र (RC) परिपथ के चार्जिंग वक्र और RC समय स्थिरांक t के साथ इसके संबंध को दर्शाया गया है।

Fig 2



इसलिए संधारित्र को केवल पांच समय स्थिरांको से अधिक या कम से कम पांच समय स्थिरांक की अवधि के बाद ही पूरी तरह से चार्ज माना जाता है।

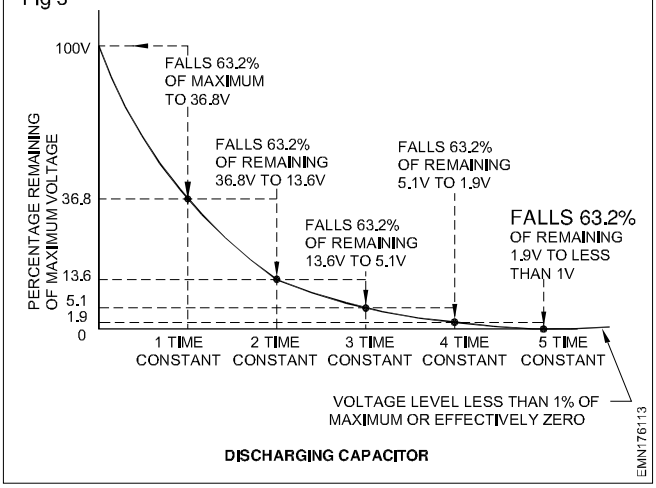
डिस्चार्जिंग करते समय TC समय स्थिरांक (RC time constant while discharging):

आवेशन की भांति संधारित्र निरावेशन (डिस्चार्ज) के समय प्रतिरोध और धारिता के मान के आधार पर संग्रहीत आवेश को निरावेशन में समय लगता है। यह डिस्चार्जिंग समय स्थिरांक t भी RC द्वारा दिया जाता है। इस समय स्थिरांक से निरावेशित संधारित्र में वोल्टेज को उसके अधिकतम मान के विभिन्न प्रतिशत तक पतन के लिए आवश्यक समय देता है जैसा कि Fig 3 में ग्राफ में दिखाया गया है।

पिछले पाठों में बताया गया कि धारितीय समय स्थिरांक और इंडक्टेंस समय स्थिरांक के बीच समानता पर ध्यान दें । समानता यह है कि एक संधारित्र के माध्यम से वोल्टेज और एक प्रेरक के माध्यम से धारा एक ही तरह से ऊपर/बढ़ती और गिरती/घटती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

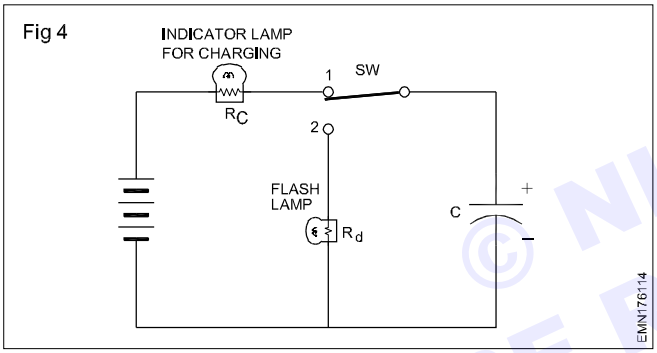
Fig 3



कैमरा फ्लैश इकाइयों में संधारित्र का अनुप्रयोग (Application of capacitor in camera flash units):

फ्लैश इकाई का एक विशिष्ट परिपथ Fig 4 में दिखाया गया है। एक फ्लैश इकाई सप्लाई से एक बड़ी धारा लिए बिना एक छोटी अवधि के लिए उच्च धारा पल्स उत्पन्न करती है।

Fig 4



जब फ़्लैश इकाई चार्ज हो रही हो तब स्विच WS स्थिति1 में होता है। लैम्प प्रतिरोध R_C बड़ा होगा। यह उच्च प्रतिरोध शिखर आवेशन धारा I_C को न्यून मान तक सीमित करता है जिससे कि संधारित्र धीरे-धीरे एक बड़े समय स्थिर $\tau_1 = R_C C$ के साथ आवेशित होता है।

जब स्विच को स्थिति 2 पर किया जाता है तो फ्लैश लैंप का कम प्रतिरोध R_d इसके माध्यम से एक उच्च निर्वहन धारा की अनुमति देता है। इसलिए बल्ब अल्प समय के लिए बहुत तेज चमकता है। इस धारा की समय स्थिरांक $\tau_2 = R_d C$ क्से ज्ञात की जाती है ।

उच्च सर्ज करंट प्राप्त करने की सभी समान प्रकार की प्रणाली जैसे इलेक्ट्रिक स्पॉट वेल्डिंग रडार ट्रांसमीटर ट्यूब आदि में उपयोग किया जाता है।

सार्वत्रिक समय-स्थिरांक वक्र (Universal time-constant curves)

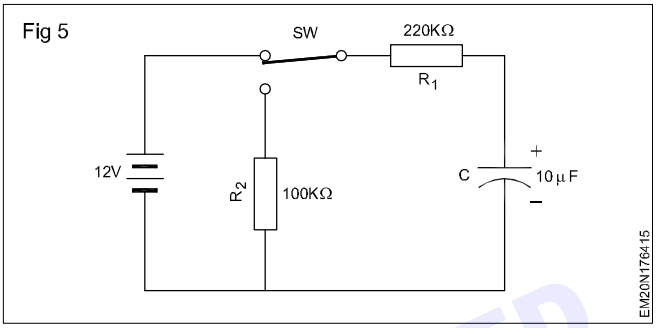
1τ, 2τ,....5τ समय स्थिरांक के अतिरिक्त अन्य समय पर वोल्टेज और धारा को ज्ञात करने के लिए सार्वत्रिक समय स्थिरांक वक्र का उपयोग किया जाता है। सार्वत्रिक समय स्थिरांक वक्र के लिए पॉकेट टेबल बुक टेबल नंबर 14 देखें।

सार्वत्रिक समय स्थिरांक वक्र संधारित्र के अक्रॉस तात्कालिक वोल्टेज को प्रारंभिक या अंतिम मानों के प्रतिशत के रूप में समय स्थिरांक t में दिए गए समय के साथ देते हैं। ग्राफ से ध्यान दें कि एक समय स्थिरांक t पर संधारित्र अपने अंतिम स्थिर-अवस्था वोल्टेज का 63% आवेशित होता है। साथ ही इस बिंदु पर चार्जिंग धारा अपने प्रारंभिक अधिकतम मान धारा के केवल 37% तक कम होती है। ध्यान दें कि किसी भी स्थिति में एक समय स्थिरांक में 63% का परिवर्तन होता है।

इन वक्रों से यह भी पुष्टि की जा सकती है कि संधारित्र का आवेशन या निरावेशन पांच समय स्थिरांकों के पश्चात् पूर्ण होता है ।

Fig 5 में, परिपथ के लिए, सार्वत्रिक समय स्थिरांक वक्र का उपयोग करके संधारित्र वोल्टेज का मान 3.5 सेकंड के पश्चात् ज्ञात करें।

Fig 5



हल:

$\tau = R_1 C$

$= 220 \times 10^3\ W \times 10 \times 10^{-6} F$

$= 2.2$ सेकंड.

अनुमत चार्ज समय, t = 3.5s

समय स्थिरांक की समतुल्य संख्या,

$$= \frac{3.5s}{2.2s/\tau} = 1.59\tau \approx 1.6\tau$$

यूनिवर्सल ग्राफ से,

जहाँ, t = 1.6 τ V_C (अंतिम मान) का लगभग = 80% है।

इसलिए,

V_c = 12 वोल्ट का 80%

= 0.8 x 12 वोल्ट = 9.6 वोल्ट।

निरावेशन समय स्थिरांक की गणना करते समय कुल सीरीज प्रतिरोध R1 + R2 पर विचार किया जाना चाहिए।

ऑसिलोस्कोप का उपयोग करके वोल्टेज स्तर और धारिता का मापन (Measurement of voltage levels and capacitance using oscilloscope):

ऑसिलोस्कोप का उपयोग करके RC परिपथ के चार्जिंग और डिस्चार्जिंग तरंग-रूप को देखा जा सकता है। यद्यपि Fig 5 में प्रदर्शित आरेख में स्विच वाले RC परिपथ की चार्जिंग और डिस्चार्जिंग को देख पाना मुश्किल है। ऐसा इसलिए है क्योंकि तरंग-रूप स्क्रीन पर दृश्य और अदृश्य होते रहते हैं। इसलिए स्विच के स्थान पर एक वर्गाकार तरंग संकेत जैसा कि Fig 6b में दिखाया गया है जिसका वोल्टेज स्तर 0 और V के बीच बदलता है जैसे

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

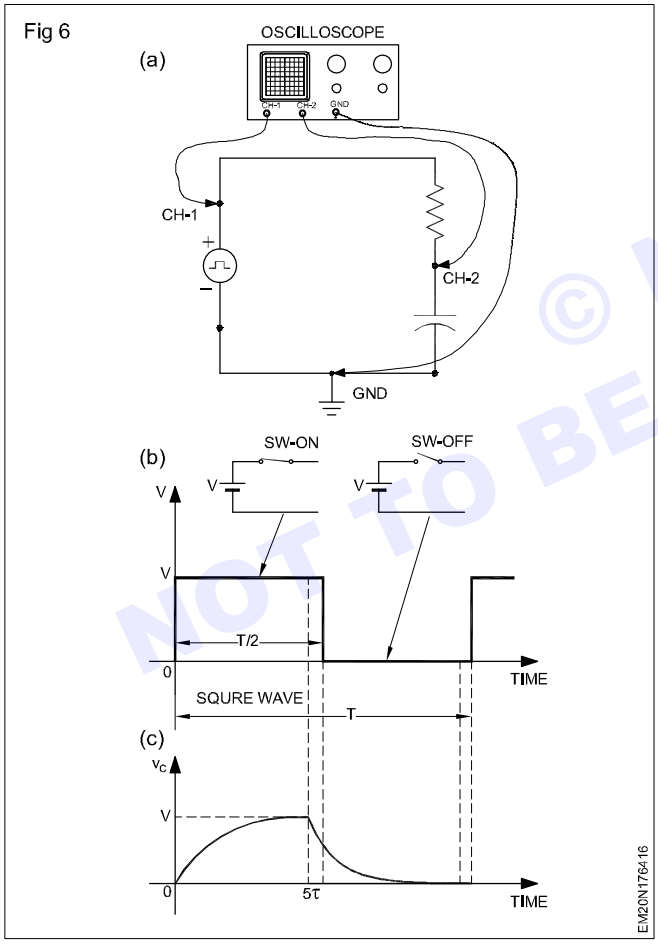
कि एक स्विच बार-बार चालू और बंद होता है अधिक आसानी से उपयोग किया जा सकता है।

वर्गाकार तरंग का उपयोग करने का लाभ यह है कि तरंग-रूप की आवृत्ति को बढ़ाकर या घटाकर स्विचिंग (ON/OFF) की दर को बढ़ाया या घटाया जा सकता है (अधिक वैकल्पिक रूप से पल्स ड्यूल दर PRF के रूप में जाना जाता है)।

वर्गाकार तरंग सिग्नल जनरेटर का आउटपुट कैपेसिटिव परिपथ से संयोजित होता है जैसा कि Fig 6a में दिखाया गया है। तरंग की आवृत्ति (परिपथ के ON/OFF स्विच करने की दर) को तब तक समायोजित किया जाता है जब तक कि संधारित्र में वोल्टेज तरंग-रूप Fig 6c के समान न हो। यहां वर्ग तरंग आउटपुट की अर्ध-अवधि (t/2) पांच समय स्थिरांक के बराबर या उससे अधिक है जो कि t/2³ 5 RC (t) है।

ऑसिलोस्कोप को Fig 6a के अनुसार संधारित्र से संयोजित है अंतिम वोल्टेज के 63% तक पहुंचने के लिए आवश्यक समय स्थिरांक t है। 1t, 2t इत्यादि पर वोल्टेज का स्तर आसानी से मापा जा सकता है यदि CRO का Time/Div समय स्थिरांक t के बराबर हो।

Fig 6



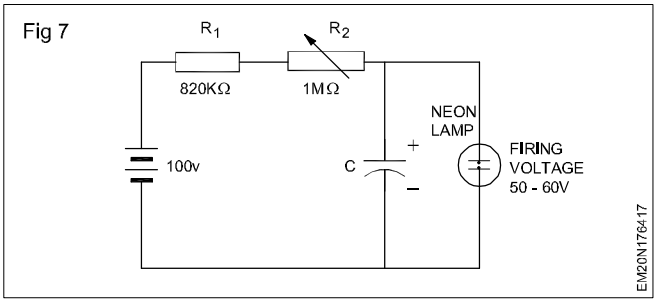
यदि परिपथ का कुल प्रतिरोध ज्ञात हो तो अज्ञात संधारित्र की धारिता की गणना निम्न सूत्र द्वारा की जा सकती है

$$C = \frac{\tau}{R} \left(\text{Derived from the formula}, \tau = RC\right)$$

TC डिले परिपथ का अनुप्रयोग (Application of R-C delay circuits):

उच्च समय स्थिरांक वाले RC परिपथ का उपयोग परिपथ में डिले को आरोपित करने के लिए किया जाता है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है।

Fig 7



यहां नियॉन लैंप एक खुले परिपथ के रूप में कार्य करता है जब तक कि लैंप का फायरिंग वोल्टेज (50-60V) तक नहीं पहुंच जाता। जब परिपथ को ON किया जाता है तो संधारित्र के एक्रास वोल्टेज 100V के अंतिम मान की ओर आवेशित होती है जिसका समय स्थिरांक (R_1 +R_2) C होता है। जब संधारित्र के अक्रॉस आवेश 50 से 60 वोल्ट के बीच मान तक पहुँच जाता है तो नियॉन लैंप का फायरिंग वोल्टेज पहुँच जाता है और लैम्प प्रकाशित हो जाता है। इसलिए संधारित्र नियॉन लैंप के माध्यम से निर्वहन करता है इसे प्रकाशित करता है। नियॉन लैंप के कम प्रतिरोध के कारण संधारित्र वोल्टेज शीघ्रता से कम हो जाता है और अल्प समय के लिए (फ़्लैश) प्रकाश के बाद लैम्प बुझ जाता है। लैम्प एक बार फिर से एक खुला परिपथ बन जाता है और संधारित्र का पुर्नवेशन प्रारम्भ कर देता है लैम्प के फिर प्रकाशित होने से पहले एक नियंत्रित डिले समय प्रदान करता है। R_2 को समायोजित करके फ्लैशिंग की दर को बदला जा सकता है ।

Fig 7 में परिपथ में RC परिपथ द्वारा डिले का उपयोग कई अन्य उपयोगी उद्देश्यों के लिए किया जा सकता है। उदाहरण के लिए यदि रिले कॉइल में वोल्टेज ON करने के बाद DC रिले के स्विचिंग ऑन में डिले आवश्यक है तो Fig 7 के परिपथ का उपयोग किया जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

RC डिफ़रेंशियेटर (R.C. Differentiator)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **TC डिफ़रेंशियेटर परिभाषा**
- **सीरीज में संधारित्र और प्रतिरोध का संयोजन**
- **सिंगल पल्स TC डिफ़रेंशियेटर की व्याख्या करना।**

TC डिफ़रेंशियेटर (RC Differentiator):

निष्क्रिय RC डिफ़रेंशियेटर एक सीरीज में संयोजित RC नेटवर्क है जो एक आउटपुट सिग्नल उत्पन्न करता है जो अवकलन की गणितीय प्रक्रिया के अनुरुप होता है।

निष्क्रिय RC डिफ़रेंशियेटर परिपथ के लिए इनपुट एक संधारित्र से संयोजित होता है जबकि आउटपुट वोल्टेज को RC इंटीग्रेटर परिपथ के बिल्कुल विपरीत प्रतिरोध के एक्रास लिया जाता है।

निष्क्रिय RC डिफ़रेंशियेटर एक प्रतिरोध के साथ सीरीज में धारिता से ज्यादा कुछ नहीं है। यह एक आवृत्ति पर निर्भर उपकरण है जिसमें एक निश्चित प्रतिरोध के साथ सीरीज में प्रतिघात होता है। इंटीग्रेटर परिपथ तरह आउटपुट वोल्टेज परिपथ RC समय स्थिरांक और इनपुट आवृत्ति पर निर्भर करता है।

इस प्रकार न्यून इनपुट आवृत्तियों पर संधारित्र का प्रतिघात X_c किसी भी DC वोल्टेज या अल्प परिवर्ती इनपुट संकेतों को अवरुद्ध कर रही है। जबकि उच्च इनपुट आवृत्तियों पर संधारित्र की प्रतिघात न्यूनतम होता है जिससे शीघ्रता से परिवर्ती को इनपुट से आउटपुट तक सीधे पास करने की अनुमति मिलती है।

इसका कारण यह है कि धारतीय प्रतिघात (X_c) से प्रतिरोध (R) का अनुपात विभिन्न आवृत्तियों के लिए भिन्न है और न्यून आवृत्ति न्यून आउटपुट है। इसलिए निश्चित समय स्थिरांक के लिए जैसे-जैसे इनपुट तरंगों की आवृत्ति बढ़ती है आउटपुट तरंगें अधिक से अधिक आकार में इनपुट तरंगों के समान होती हैं।

निष्क्रिय उच्च पास फिल्टर का प्रभाव और यदि इनपुट सिग्नल एक तरंग है तो RC डिफ़रेंशियेटर केवल एक साधारण उच्च पास फिल्टर (HPF) के रूप में कार्य करेगा जो कट ऑफ या कॉर्नर आवृत्ति के साथ सीरीज नेटवर्क RC समय स्थिरांक (t) के अनुरुप होती है।

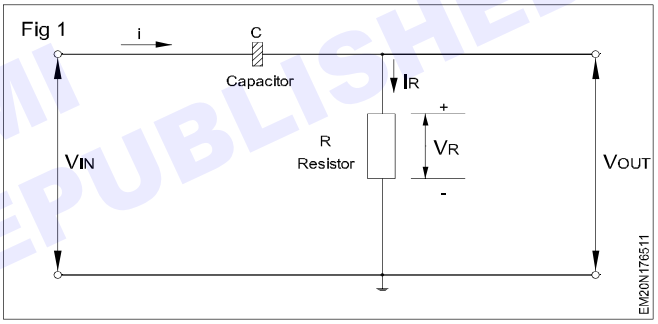
इस प्रकार जब RC डिफ़रेंशियेटर परिपथ में एक शुद्ध ज्या तरंग दी जाती है तो परिपथ मानक धारितीय प्रतिघात सूत्र $X_C = 1/(2\Pi fc)$ के कारण एक साधारण निष्क्रिय उच्च पास फिल्टर के रूप में कार्य करता है।

लेकिन एक साधारण RC नेटवर्क द्वारा इनपुट सिग्नल का डिफ़रेंशियेटर भी किया जा सकता है। वह दर जिस पर संधारित्र चार्ज (या डिस्चार्ज) होता है परिपथ के समय को स्थिर रखने वाले प्रतिरोध और धारिता की मात्रा के सीधे आनुपातिक होता है। इस प्रकार RC डिफ़रेंशियेटर परिपथ का समय स्थिरांक वह समय अंतराल है जो R और C के गुणनफल के बराबर होता है। Fig1 में प्रदर्शित मूल RC सीरीज परिपथ पर विचार करें।

TC डिफ़रेंशियेटर परिपथ (RC differentiator circuit):

एक RC डिफ़रेंशियेटर सर्किट के लिए, इनपुट सिग्नल कैपेसिटर के एक तरफ प्रतिरोध के अक्रॉस आउटपुट के साथ लगाया जाता है, फिर V_{out}, V_R के बराबर होता है। जैसा कि संधारित्र एक आवृत्ति पर निर्भर तत्व है, प्लेटों के पार लगने में लगने वाले आवेश की मात्रा करंट संधारित्र के पूर्ण रूप से चार्ज होने के समय के बराबर होती है क्योंकि संधारित्र तुरंत चार्ज नहीं कर सकता है केवल घातीय रूप से चार्ज करता है।

Fig 1



प्रतिरोधी वोल्टेज (Resistor voltage):

हमने पहले कहा था कि RC डिफ़रेंशियेटर के लिए आउटपुट प्रतिरोध के अक्रॉस वोल्टेज के बराबर होता है, अर्थात V_{out} , V_R के बराबर होता है और प्रतिरोध होने के कारण, आउटपुट वोल्टेज केवल तात्कालिक रूप से बदल सकता है।

हालाँकि, संधारित्र में वोल्टेज तुरंत नहीं बदल सकता है, लेकिन कैपेसिटेंस के मान पर निर्भर करता है, C क्योंकि यह अपनी प्लेटों में विद्त आवेश, Q को संग्रहीत करने का प्रयास करता है। फिर संधारित्र में प्रवाहित होने वाली धारा, यानी यह इसकी प्लेटों में आवेश के परिवर्तन की दर पर निर्भर करती है। इस प्रकार कैपेसिटर करंट वोल्टेज के समानुपाती नहीं होता है, लेकिन इसके समय में बदलाव होता है: $i = dQ/dt$।

अत: V_{OUT}, V_R के बराबर है जहां, V_R ओम के नियम के अनुसार भी बराबर है: i_R x R संधारित्र के माध्यम से बहने वाली धारा को प्रतिरोध के माध्यम से भी प्रवाहित होना चाहिए क्योंकि वे दोनों सीरीज में एक साथ जुड़े हुए हैं। इस प्रकार :

$$V_{OUT} = V_R = R \times i_R$$

अत: $i_R = i_C$, इसलिए:

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इस प्रकार RC विभेदक परिपथ के लिए दिया गया मानक समीकरण है:

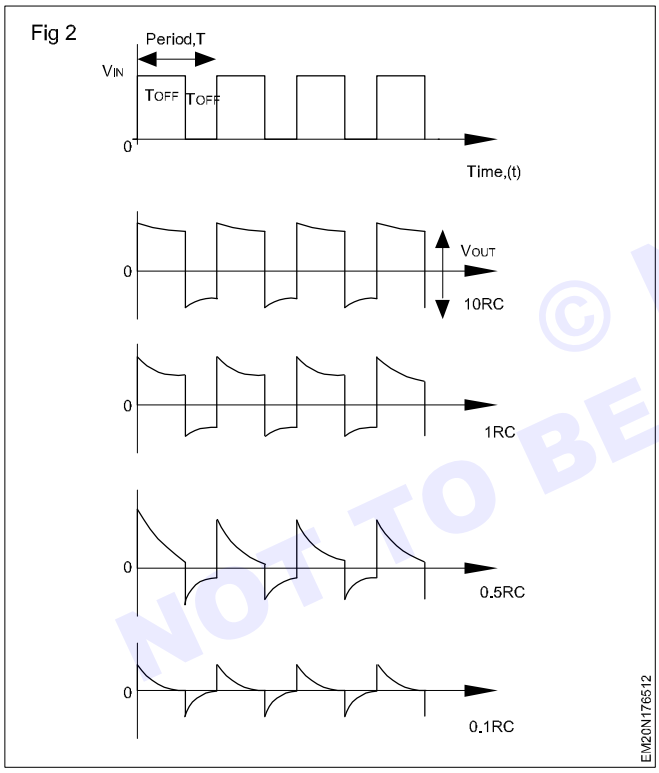
TC डिफ़रेंशियेटर फॉर्मूला (RC Differentiator Formula):

$$V_{out=} RC \frac{dV_{in}}{dt}$$

हम देख सकते हैं कि आउटपुट वोल्टेज, V_{OUT} इनपुट वोल्टेज, V_{IN} के व्युत्पन्न है जिसे RC के स्थिरांक द्वारा भारित किया जाता है। जहां RC सीरीज परिपथ के समय स्थिर R का प्रतिनिधित्व करता है।

एकल पल्स TC डिफ़रेंशियेटर (Single pulse RC differentiator):

जब एक सिंगल स्टेप वोल्टेज पल्स को पहली बार RC डिफ़रेंशियेटर के इनपुट पर लागू किया जाता है तो संधारित्र शुरू में तेजी से बदलते सिग्नल के शॉर्ट परिपथ के रूप में "प्रकट होता है"। इसका कारण यह है कि एक वर्ग तरंग के धनात्मक किनारे का स्लोप dv/dt बहुत बड़ा है (आदर्श रूप से अनंत) इस प्रकार तत्काल संकेत प्रकट होने पर सभी इनपुट वोल्टेज पूरी तरह से प्रतिरोधक के पार प्रदर्शित होने वाले आउटपुट तक जाता है।



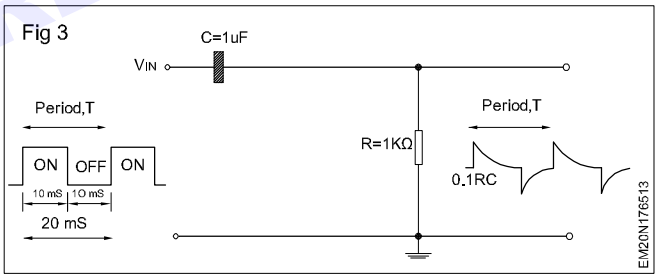
RC डिफ़रेंशियेटर आउटपुट वेवफॉर्म (RC Differentiator Output Waveforms):

हम देख सकते हैं कि आउटपुट वेव फॉर्म का आकार पल्स चौड़ाई और RC समय स्थिरांक के अनुपात पर निर्भर करता है। जब RC पल्स चौड़ाई से बहुत बड़ा (10RC से अधिक) होता है तो आउटपुट वेवफॉर्म इनपुट सिग्नल की स्क्वायर वेव जैसा दिखता है। जब RC पल्स चौड़ाई से बहुत छोटा (0.1 RC से कम) होता है तो आउटपुट वेवफॉर्म बहुत तेज और संकीर्ण स्पाइक्स का रूप ले लेता है जैसा कि ऊपर दिखाया गया है अतः परिपथ के समय स्थिरांक को 10RC से 0.1 RC तक परिवर्तित करके हम विभिन्न तरंग आकृतियों की श्रेणी उत्पन्न कर सकते हैं। आम तौर पर RC विभेदक परिपथ में एक छोटे समय स्थिरांक का उपयोग हमेशा आर के आउटपुट पर अच्छी तेज पल्स को प्रदान करने के लिए किया जाता है। इस प्रकार एक स्क्वायर वेव पल्स (उच्च dv/dt स्टेप इनपुट) का अंतर एक बहुत छोटा स्पाइक होता है जिसके परिणामस्वरूप RC विभेदक परिपथ होता है।

मान लें कि एक स्क्वायर वेव वेवफॉर्म की अवधि 20mS की टी है जो 10mS की पल्स चौड़ाई दे रही है (20mS, 2 से विभाजित)। स्पाइक को उसके प्रारंभिक मानके 37% तक डिस्चार्ज करने के लिए पल्स की चौड़ाई RC समय स्थिर के बराबर होनी चाहिए जो कि RC = 10mS है। यदि हम संधारित्र के लिए 1 uF का मान चुनते हैं तो R 10jΩ के बराबर होता है ?

आउटपुट के लिए इनपुट के समान होने के लिए हमें RC को पल्स चौड़ाई के दस गुना (10RC) मान की आवश्यकता होती है इसलिए 1uF के संधारित्र मान के लिए, इसमे एक प्रतिरोधक 100jΩ मान देगा: इसी तरह आउटपुट के लिए एक तेज पल्स जैसा दिखने के लिए हमें RC को पल्स चौड़ाई का दसवां (0.1 RC) होना चाहिए इसलिए 1 uF के समान कैपेसिटर मान के लिए, यह 1jΩ का प्रतिरोधक मान देगा

RC डिफ़रेंशियेटर के लिए उदाहरण (Example for RC differentiator):



इसलिए पल्स चौड़ाई के दसवें हिस्से का RC मान (और इसके ऊपर हमारे उदाहरण में 0.1 x 10mS = 1mS) या उससे कम होने से हम आउटपुट पर आवश्यक स्पाइक्स का उत्पादन कर सकते हैं और किसी दिए गए पल्स चौड़ाई के लिए RC समय स्थिर हो सकता है। स्पाइक्स को तेज करें इस प्रकार आउटपुट तरंग का सटीक आकार RC समय स्थिरांक के मान पर निर्भर करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

R.L.C सीरीज और समानांतर परिपथ (R.L.C. Series and parallel circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **इंडक्टिव रिएक्टेंस को परिभाषित करना**
- **AC सीरीज सर्किट में प्रतिरोध और इंडक्टेंस को परिभाषित करना**
- **AC सीरीज सर्किट में प्रतिरोध और कैपेसिटेंस का वर्णन करना**
- **AC सीरीज सर्किट में रेजिस्टेंस, कैपेसिटेंस और इंडक्टेंस की व्याख्या करना**
- **AC समानांतर सर्किट में रेजिस्टेंस और इंडक्टेंस का वर्णन करना**
- **AC समानांतर सर्किट में प्रतिरोध और कैपेसिटेंस की व्याख्या करना**
- **AC समानांतर सर्किट में प्रतिरोध इंडक्टेंस और कैपेसिटेंस का वर्णन करना**
- **सीरीज और समानांतर अनुनाद सर्किट की व्याख्या करना**

इंडक्टिव रिएक्टेंस (X_L) (Inductive reactance) (X_L):

जब एक DC वोल्टेज को एक इंडक्टर पर लागू किया जाता है तो इंडक्टर का प्रभाव केवल परिपथ को चालू करने और बंद करने के दौरान होता है। परिपथ में स्थिर धारा के साथ इंडक्टेंस का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। DC के बजाय यदि एक साइनसॉइडल AC करंट को एक इंडक्टर के माध्यम से प्रवाहित किया जाता है जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है क्योंकि साइनसोइडल करंट का परिमाण लगातार बदलता रहता है जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है इंडक्टर लगातार इन परिवर्तनों का विरोध करता रहता है। यह निरंतर विरोध पूरी तरह से कॉइल में प्रेरित emf पर निर्भर है और इसका कॉइल के DC प्रतिरोध के कारण विरोध से कोई नहीं किया जाता है। स्व-प्रेरित emf के कारण प्रत्यावर्ती धारा के प्रवाह के प्रभावी विरोध की गणना एक इंडक्टर (L) और करंट की आवृत्ति (f) द्वारा उत्पन्न समीकरण $X_L = 2\pi fL$ द्वारा की जा सकती है।

जैसा कि एक प्रतिरोधक परिपथ में होता है जहां धारा का विरोध निम्न द्वारा किया जाता है

$R = V_R / I_R$

जहां, V_R = प्रतिरोध के अक्रॉस वोल्टेज

और I_R = प्रतिरोध के माध्यम से धारा

इसी प्रकार एक शुद्ध इंडक्टेंस द्वारा धारा का विरोध किया जाता है

$X_L = V_L / I_L$

जहां,

X_L ओम में इंडक्टिव रिएक्टेंस है, W

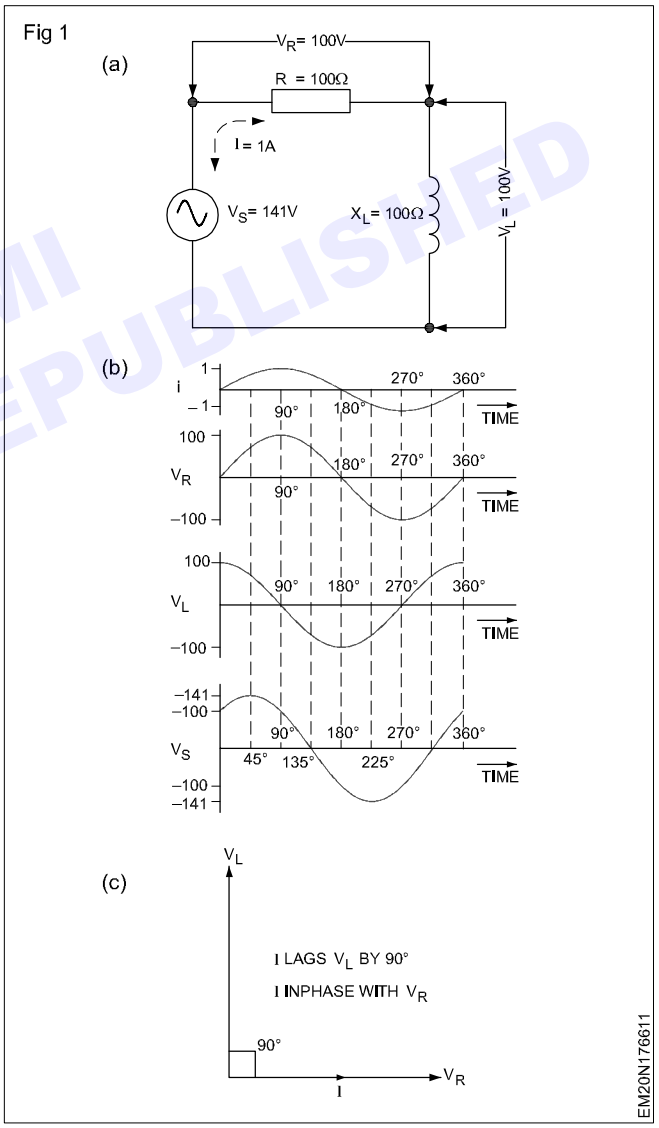
V_L वोल्ट में शुद्ध इंडक्टर के अक्रॉस वोल्टेज है, V

I_L एम्पीयर में इंडक्टर के माध्यम से बहने वाली धारा है, A

शुद्ध इंडक्टर द्वारा खपत की गई पावर

एक शुद्ध प्रतिरोधक द्वारा खपत की गई पावर;

Fig 1



$P = I_2R = I.V$ (V=I.R)

रिएक्टिव और रिएक्टिव दोनों प्रतिरोधक वाले घटकों द्वारा खपत की गई पावर $P = V.I.Cos\theta$

© CEMI NOT TO BE REPUBLISHED

जहां,

V = अवयव के अक्रॉस वोल्टेज

I = अवयव के माध्यम से बहने वाली धारा

और ø = और V के बीच फेज कोण अंतर

एक शुद्ध इंडक्टर में जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है V और I के बीच फेज अंतर 90° है। इसलिए एक शुद्ध इंडक्टर द्वारा खपत की जाने वाली पावर $P_{inductor}$ = V.I.Cos90° है

Cos 90° = 0 (त्रिकोणमितीय सारणी देखें)

इसलिए $P_{inductor}$ = V.I.0 = 0

R-L सीरीज परिपथ (R-L series circuit):

Fig 1a के अनुसार परिपथ धारा (X_L) दोनों को ओमिक प्रतिरोध R और इंडक्टिव रिएक्टेंस X_L द्वारा सीमित किया जाता है प्रत्येक की अपनी सीरीज वोल्टेज ड्रॉप I_R और IX_L होता है। यहां परिपथ धारा को I_L के बजाय I के रूप में लेबल किया जाता है क्योंकि धारा I दोनों सीरीज घटकों R और L से प्रवाहित होता है।

इस तरह कुल इंडक्टेंस (L_T) प्रत्येक प्रेरकता के योग के बराबर है

(L_1, L_2, L_3, ...)

Fig 1b पर ग्राफ i, V_R, V_L और स्रोत वोल्टेज V_S के तात्क्षणिक मानों को दर्शाया गया है। V_R, V_L और I का सदिश आरेख Fig 1c में दिखाया गया है Fig 1c में सदिश आरेख दर्शाता है कि धारा I वोल्टेज V_L से 90° पीछे है। लेकिन करंट I, V_R के फेज में है

Fig 1b में, V_R अधिकतम (100V) है जब V_L यूनतम है और इसके विपरीत। यह फिर से फेज अंतर के कारण होता है। इस वजह से सीरीज वोल्टेज ड्रॉप V_R और V_L को लागू स्रोत वोल्टेज V_S प्राप्त करने के लिए अंकगणितीय रूप से नहीं जोड़ा जा सकता है V_R और V_L को जोड़ने की विधि Fig 2 में दिखाई गई है।

Fig 2a में V_R और V_L जानने के लिए V_S प्राप्त करने के लिए सदिश योग विधि दिखाया गया है।

Fig 1c में R और X_L के कारण धारा प्रवाह के कुल परिणामी विरोध को दर्शाया गया है। प्रतिरोध R और इंडक्टिव रिएक्टेंस X_L के कारण कुल परिणामी विरोध ओम में प्रतीक Z के साथ प्रतिबाधा कहा जाता है। प्रतिबाधा Z, R और X_L के बीच फेज संबंध को ध्यान में रखता है।

Fig 1c में दिए गए परिपथ का प्रतिबाधा Z है

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L{}^2}$$

$$= \sqrt{100^2 - 100^2} = 141\Omega$$

रेजिस्टेंस –इंडक्टिव परिपथ (R-Lपरिपथ) पावर में खपत

R-L सर्किट में खपत कुल बिजली में शुद्ध प्रतिरोधी घटक और रिएक्टिव घटक के कारण रिएक्टिव पावर के कारण टू पावर होगी।

एक रिएक्टिव घटक द्वारा खपत की जाने वाली पावर को रिएक्टिव पावर के रूप में जाना जाता है।

Fig 2

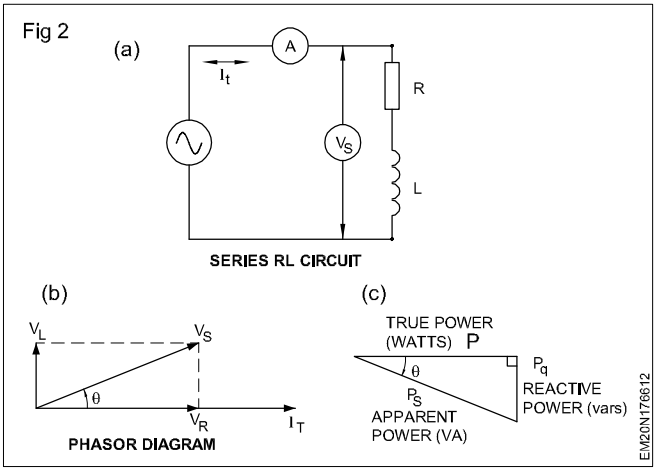


Fig 2a में, सीरीज R-L परिपथ में प्रत्यक्ष पावर Ps वास्तविक पावर (P) और रिएक्टिव पावर (Pq) का सदिश योग है जैसा कि Fig 2c में दिखाया गया है।

स्रोत वोल्टेज V_S और कुल परिपथ धारा I_T की गुणा द्वारा अपरेंट पावर (P_s) भी दी जाती है ।

अपरेंट पावर = V_s x I_t वोल्ट-एम्पियर में, VA ...[5]

रिएक्टिव पावर और अपरेंट पावर से अंतर करने के लिए ऊष्मा (या किसी अन्य रूप में) के रूप में एक प्रतिरोधी में विलुप्त होने वाली पावर वास्तविक पावर या टू पावर शब्द का प्रयोग किया जाता है।

टू पावर = V_R x I_R वाट, W

क्वालिटी फैक्टर - कॉइल का Q (Quality factor - Q of coil):

उच्च आवृत्तियों पर एक कुंडल कितना उपयोगी होता है इसका निर्धारण न केवल इसके इंडक्टेंस से होता है बल्कि कुंडल के आंतरिक DC प्रतिरोध के लिए इसकी प्रेरक प्रतिघात के अनुपात से भी होता है। इस अनुपात को कुण्डली का क्वालिटी फैक्टर या गुण या Q कहते हैं।

कॉइल का Q दिया गया है $Q = \frac{X_L}{R_i}$

जहां,

X_L ओम में कॉइल की प्रतिघात है

R_i ओम में कॉइल का आंतरिक प्रतिरोध है

चूँकि X_L और T_i की माप की इकाइयाँ समान हैं, Q की कोई इकाई नहीं है।

एक कॉइल के Q को स्व-प्रेरित वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए कॉइल की क्षमता के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। एक कुंडल के Q फैक्टर को ऊर्जा को स्टोर करने के लिए कुंडल की क्षमता के रूप में भी परिभाषित

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

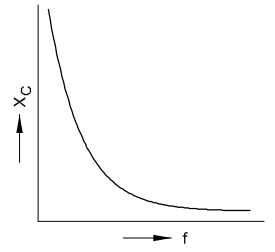
किया जा सकता है। इसलिए कुंडली के Q फैक्टर को भण्डारण कारक भी कहा जाता है।

यदि किसी कुण्डली का Q 200 है तो इसका अर्थ है कि कुण्डली का X_L उसके R_i से 200 गुना अधिक है । Q कॉइल की रेंज कम Q कॉइल के लिए 10 से कम से लेकर उच्च Q कॉइल के लिए 1000 तक होती है। RF कॉइल में Q की सीमा 30 से 300 तक होती है।

T-C सीरीज परिपथ (R-C series circuit):

कैपेसिटेंस वाले परिपथ में कैपेसिटिव प्रतिघात (X_C) घट जाती है जब सप्लाई आवृत्ति (F) बढ़ जाती है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



RELATION BETWEEN FREQUENCY AND CAPACITIVE REACTANCE

EM20N176613

$$X_c \alpha \frac{1}{f}$$

जब कैपेसिटिव प्रतिघात (X_C) बढ़ता है तो परिपथ धारा घट जाती है।

$$I \alpha \frac{1}{X_c}$$

इसलिए आवृत्ति (f) में वृद्धि से कैपेसिटिव परिपथ में परिपथ धारा में वृद्धि होती है। जब परिपथ में प्रतिरोध (R) कैपेसिटेंस (C) और आवृत्ति f ज्ञात होते हैं तो पावर फैक्टर cos θ द्वारा निर्धारित किया जा सकता है।

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c}$$

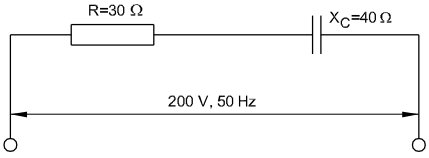
पावर फैक्टर,

R-C सीरीज परिपथ में खपत की गई पावर को सूत्र का उपयोग करके निर्धारित किया जा सकता है।

P= VI Cosθ जहाँ, P = पावर वाट में I = धारा एम्पीयर में Cosθ = पावर फ़ैक्टर

उदाहरण 1: (Example) आरेख (Fig 4) में दिखाए गए RC सीरीज परिपथ में निम्नलिखित प्राप्त करें।

Fig 4



EMN176314

- प्रतिबाधा ओम में
- धारा एम्पीयर में
- टू पावर वाट में
- रिएक्टिवपावर VAR में
- अपरेंट पावर वोल्ट VA में
- पावर फैक्टर

समाधान

1. Impedence Z

$$= \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{2500} = 50\Omega.$$

2. Current $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{50} = 4A$

3 टू पावर $W = I^2R = 4^2 \times 30 = 480$ W

(संधारित्र द्वारा खपत बिजली = शून्य)

$V_C = IX_C = 4 \times 40 = 160$ V

4. रिएक्टिव पावर $VAR = V_C I = 160 \times 4 = 640$ VAR

अपरेंट पावर $VI = 200 \times 4 = 800$ VA

PF $\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = 0.6$

सीरीज अनुनाद सर्किट की प्रतिबाधा (Impedance of series resonance circuit):

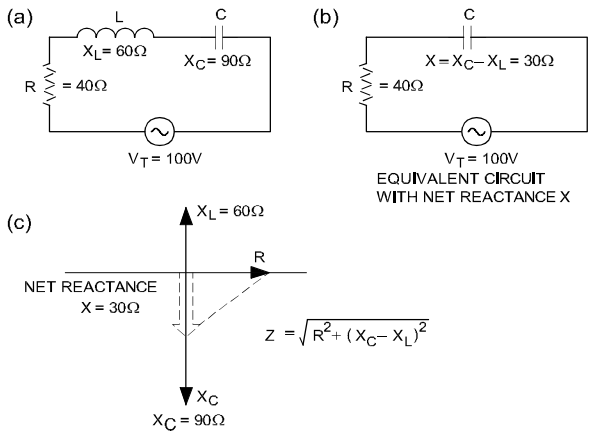
Fig 5 में दिखाया गया एक साधारण सीरीज RLC सर्किट है इस सीरीज RLC सर्किट में,

- प्रतिरोध R ओम में सीरीज सर्किट (आंतरिक प्रतिरोध) का कुल प्रतिरोध है
- X_L ओम में इंडक्टिव रिएक्टेंस है तथा
- X_C ओम में कुल कैपेसिटिव रिएक्टेंस है।

Fig 1 में सर्किट में चूंकि कैपेसिटिव रिएक्टेंस (90W), इंडक्टिव रिएक्टेंस (60W) से बड़ा है सर्किट का नेट रिएक्टेंस कैपेसिटिव होगा। यह Fig 1b में दिखाया गया है।

यदि कैपेसिटिव रिएक्टेंस इंडक्टिव रिएक्टेंस से छोटा होता है तो सर्किट का नेट रिएक्शन रिएक्टेंस होता है

Fig 5



EM20N176615

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

हालांकि प्रतिघात और प्रतिरोध के माप की इकाई समान (ओम) होती है सर्किट की प्रतिबाधा (Z) R, X_L और X_C के साधारण जोड़ से नहीं दिया जाता है। इसका कारण यह है कि R के साथ X_L, +90°फेज से बाहर है और X_C R के साथ फेज से -90° आउट ऑफ फेज है।

इसलिए सर्किट की प्रतिबाधा Z प्रतिरोधक और रिएक्टिव घटकों के फेज का जोड़ है जैसा कि Fig1c में डॉटेड रेखाओं द्वारा दिखाया गया है। इसलिए सर्किट का प्रतिबाधा Z द्वारा दिया जाता है

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

यदि X_L, X_C से अधिक होता, तो प्रतिबाधा Z का निरपेक्ष मान होगा,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Fig 3 (a) में सर्किट के लिए कुल प्रतिबाधा Z है

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

Z = 50W कैपेसिटिव (क्योंकि $X_C > X_L$)

सर्किट के माध्यम से धारा I द्वारा दी जाती है

$$Z = \sqrt{40^2 + 30^2}$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{50\Omega} = 2 \text{ Amps}$$

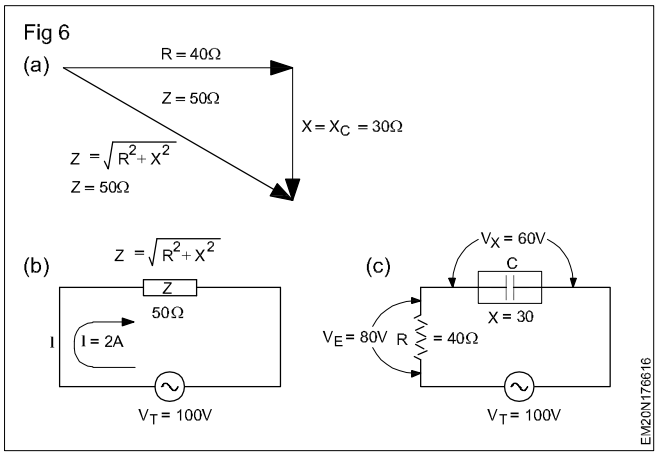
इसलिए घटकों में वोल्टेज ड्रॉप होगा

$V_R = R = I.R = 2x40 = 80$ वोल्ट के अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप

$V_L = L = I.XL = 2x60 = 120$ वोल्ट के अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप

$V_C = C = I.XC = 2x90 = 180$ वोल्ट के अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप

चूँकि V_L और V_C विपरीत ध्रुवता के हैं शुद्ध रिएक्टिव वोल्टेज V_X =180 - 120 = 60V है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।



ध्यान दें कि लागू वोल्टेज रिएक्टिव घटक X और रेसिस्टिव घटक में वोल्टेज ड्रॉप्स के योग के बराबर नहीं होता है। यह फिर से है क्योंकि वोल्टेज ड्रॉप फेज में नहीं हैं। लेकिन V_R और V_X का फेजर योग नीचे दिए गए अनुसार लागू वोल्टेज के बराबर होगा

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$V_T = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 \text{ वोल्ट (applied voltage)}$$

सर्किट का फेज कोण θ द्वारा दिया गया है

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X_C - X_L}{R}$$

वह स्थिति जिस पर R.L.C सीरीज सर्किट के माध्यम से करंट अधिकतम होता है

सूत्र से,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

यह स्पष्ट है कि सर्किट की कुल प्रतिबाधा Z शुद्ध रूप से प्रतिरोध हो जाएगा, जब रिएक्टेंस $X_L = X_C$

इस स्थिति में परिपथ की प्रतिबाधा Z न केवल विशुद्ध रूप से प्रतिरोधक होगा बल्कि न्यूनतम भी होगा।

चूँकि L और C की प्रतिघात आवृत्ति पर निर्भर होती है इसलिए किसी विशेष आवृत्ति जैसे fr पर इंडक्टिव रिएक्टेंस X_L कैपेसिटिव रिएक्टेंस X_C के बराबर हो जाती है।

ऐसे मामले में, चूंकि सर्किट की प्रतिबाधा विशुद्ध रूप से प्रतिरोधक और न्यूनतम होगा सर्किट के माध्यम से करंट अधिकतम होगा और प्रतिरोध R द्वारा विभाजित लागू वोल्टेज के बराबर होगा।

श्रेणी अनुनाद (Series resonance):

उपरोक्त से यह ज्ञात किया जाता है कि एक सीरीज R.L.C सर्किट में,

प्रतिबाधा $\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$

धारा $I = \frac{V}{Z}$ और

फेज कोण $\theta = \tan^{-1} \frac{X_C - X_L}{R}$

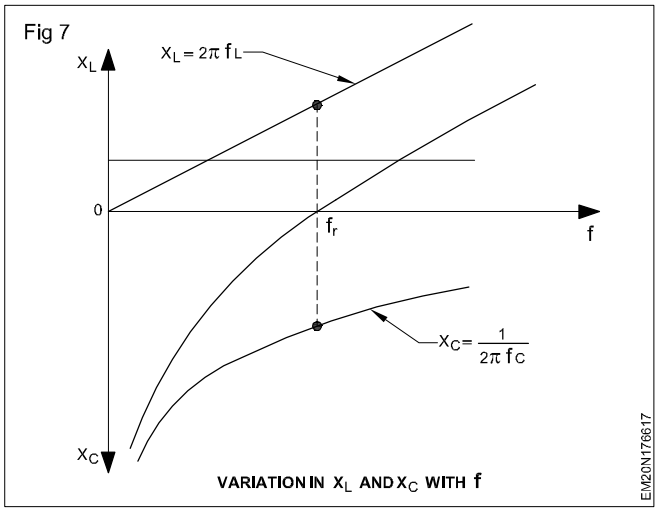
यदि ऐसी सीरीज LC सर्किट (Fig 7) को दिए गए सिग्नल की आवृत्ति 0 हर्ट्ज से बढ़ा दी जाती है तो आवृत्ति बढ़ने पर इंडक्टिव रिएक्टेंस (X_L=2πfL) रैखिक रूप से बढ़ती है और कैपेसिटिव रिएक्टेंस (XC= 1/2πfL) तेजी से घटता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है एक विशेष आवृत्ति पर जिसे अनुनाद आवृत्ति(resonance frequency) fr कहा जाता है, X_L और X_C का योग शून्य हो जाता है (X_L -X_C = 0)

ऊपर Fig 5 से अनुनाद आवृत्ति fr पर

- नेट रिएक्टेंस X = 0 (i.e, $X_L = X_C$)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



VARIATION IN X_L AND X_C WITH f

- परिपथ की प्रतिबाधा न्यूनतम होती है, विशुद्ध रूप से प्रतिरोधक होती है और R के बराबर होता है
- सर्किट के माध्यम से धारा I अधिकतम और V/R के बराबर है
- सर्किट करंट I लागू वोल्टेज V (यानी फेज एंगल θ= 0) के साथ इन-फेज होता है।

इस विशेष आवृत्ति पर fr जिसे अनुनाद आवृत्ति कहा जाता है सीरीज RLC को सीरीज अनुनाद की स्थिति में कहा जाता है।

अनुनाद उस आवृत्ति पर होता है जब

$X_L = X_C$ या $2\pi fL = 1/2\pi fC$

इसलिए अनुनाद आवृत्ति fr द्वारा दिया जाता है

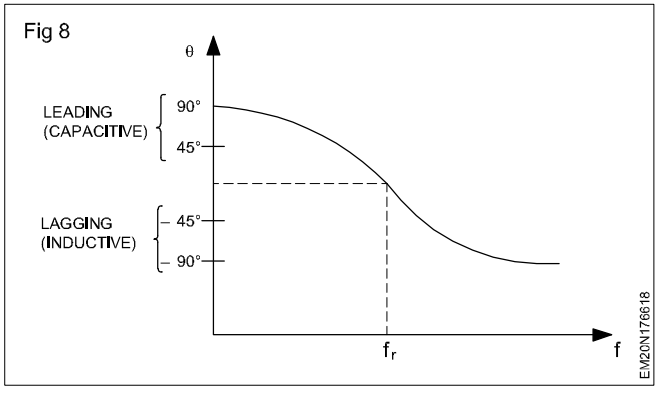
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} Hz \quad .... (1)$$

अनुनाद आवृत्ति ft के ऊपर और नीचे सीरीज TLC की प्रतिघात (Reactance of series RLC above and below resonance frequency fr):

Fig 8 में आवृत्ति भिन्नता के साथ RLC सर्किट की शुद्ध प्रतिघात की भिन्नता को दर्शाया गया है।

ऊपर Fig 8 से यह देखा जा सकता है कि,

- अनुनाद आवृत्ति fr पर शुद्ध प्रतिघात शून्य होती है
- शुद्ध प्रतिघात अनुनाद आवृत्ति fr के नीचे कैपेसिटिव होता है

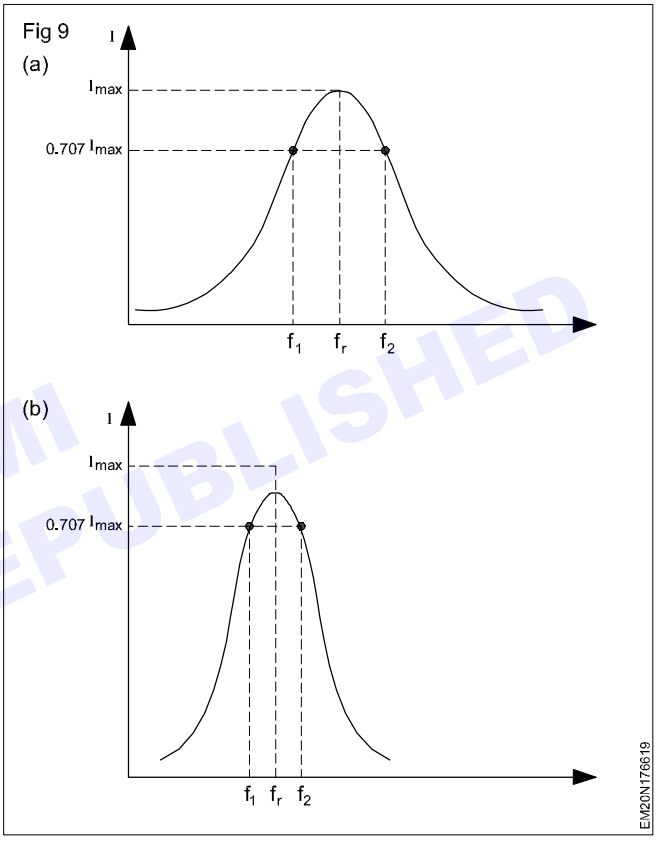


- शुद्ध प्रतिघात अनुनाद आवृत्ति fr के ऊपर इंडक्टिव होता है

श्रेणी TLC सर्किट की सिलेक्टिविटी या Q फैक्टर (Selectivity or Q factor of a series RLC circuit):

Fig 9a और 9b दो ग्राफ श्रेणी के माध्यम से धारा को ऊपर और नीचे आवृत्तियों दो अलग-अलग RLC सर्किट दिखाये गए हैं। f1 और f2 आवृत्तियाँ हैं जिन पर सर्किट करंट अधिकतम करंट Imax या -3dB पॉइंट से 0.707 गुना अधिक होता है।

Fig 5 इंगित करता है कि सीरीज RLC सर्किट अनुनाद आवृत्ति के चारों ओर आवृत्तियों fr के एक बैंड का चयन करते हैं। इस बैंड (f1 से f2 को श्रेणी RLC सर्किट की बैंडविड्थ f कहा जाता है।



बैंडविड्थ =$\Delta f = f_2 - f_1$ Hz.

जहां, f_2 को अपर कट ऑफ फ्रिक्वेंसी कहा जाता हैऔर f_1 को रेजोनेंट सर्किट की लोअर कट ऑफ फ्रिक्वेंसी कहा जाता है।

Figs 9a और 9b की तुलना में यह देखा गया है कि 9b की बैंडविड्थ 9a की तुलना में छोटी है। इसे अनुनाद सर्किट के सिलेक्टिविटी या क्वालिटी फैक्टर Q के रूप में जाना जाता है। Fig 5b में दिखाई गई प्रतिक्रिया वाला RLC सर्किट Fig 5a की तुलना में अधिक सिलेक्टिविटी होती है। एक अनुनाद सर्किट काक्वालिटी फैक्टर Q द्वारा दिया जाता है

क्वालिटी फैक्टर, $$Q = \frac{f_r}{\Delta_f} = \frac{f_r}{f_2 - f_1} \quad ...[2]$$

यदि Q बहुत बड़ा है तो बैंडविड्थ f बहुत संकीर्ण होगा और इसके विपरीत Q बहुत कम है तो बैंडविड्थ f बहुत विस्तृत होगा। सीरीज अनुनाद सर्किट का Q फैक्टर काफी हद तक RLC सर्किट में प्रयुक्त कॉइल (इंडक्टेंस) के Q फैक्टर पर निर्भर करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इसलिए

कॉइल का Q = $\frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f_r L}{R}$

जब,

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

सीरीज के Q RLC सर्किट द्वारा दिया गया है

$Q = \frac{1}{R}.\frac{\sqrt{L}}{\sqrt{C}}$ ....[3]

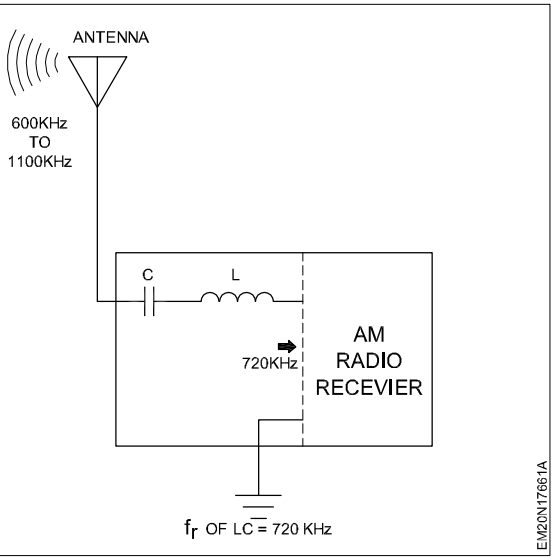
श्रेणी अनुनाद सर्किट के अनुप्रयोग (Application of series resonance circuits):

एक श्रेणी अनुनाद सर्किट का उपयोग किसी भी अनुप्रयोग में किया जा सकता है जहां वांछितआवृत्ति का चयन करने की आवश्यकता होती है। ऐसा ही एक अनुप्रयोग Fig 10 में दिखाया गया है।

Fig10 में रेडियो रिसीवर एंटीना हवा में उपलब्ध सभी आवृत्तियों को इंटरसेप्ट करता है। श्रेणी LC सर्किट जब 720 किलोहर्ट्ज़ (fr) पर ट्यून किया जाता है तो केवल चेन्नई-A रेडियो स्टेशन से संबंधित सिग्नल की अनुमति देगा और अन्य सभी सिग्नल आवृत्तियोंको अस्वीकार कर देगा।

एक श्रेणी अनुनाद सर्किट का उपयोग अवांछित आवृत्ति (वेव ट्रैप के रूप में प्रयुक्त) को अस्वीकार करने के लिए भी किया जा सकता है।

Fig 10



एक वेव ट्रैप एक रेजोनैंट LC सर्किट है जिसे अस्वीकार करने की आवृत्ति के लिए ट्यून किया जाता है। इस प्रकार ट्यून्ड एम्पलीफायर के आउटपुट में वह आवृत्ति नहीं होगी जिसके लिए ट्रैप को ट्यून किया गया है। ऐसा इसलिए है क्योंकि अनुनाद पर वेव ट्रैप की सीरीज LC बहुत कम प्रतिबाधा प्रदान करती है। चूंकि ट्रैप कलेक्टर और ग्राउंड से जुड़ा हुआ है इसलिए रिजेक्शन फ्रीक्वेंसी कंपोनेंट ग्राउंडेड होती है।

इस तरह के वेव ट्रैप बहुत उच्च और अल्ट्रा हाई फ्रीक्वेंसी सर्किट जैसे टेलीविजन,रिसीवर,संचार रिसीवर आदि में बड़े पैमाने पर उपयोग किए जाते हैं।

समानांतर अनुनाद परिपथ (Parallel Resonance Circuits)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **अनुनाद पर LC समानांतर सर्किट की विशेषताओं की सूची बनाना**
- **समानांतर LC सर्किट में बैंडविड्थ शब्द की व्याख्या करना**
- **समानांतर LC सर्किट में स्टोरेज एक्शन की व्याख्या करना**
- **मेकअप करंट और टैंक सर्किट शब्दों की व्याख्या करना**
- **समानांतर LC सर्किट के कुछ अनुप्रयोगों की सूची बनाना**
- **अनुनाद पर प्रतिध्वनि से ऊपर और प्रतिध्वनि के नीचे सीरीज और समानांतर LC सर्किट के गुणों की तुलना करना**

समानांतर अनुनाद (PARALLEL RESONANCE):

Fig 1 में परिपथ एक इंडक्टर और एक संधारित्र समानांतर में जुड़ा हुआ है जो समानांतर LC सर्किट या समानांतर अनुनाद सर्किट कहलाता है। डॉटेड रेखाओं में दिखाया गया रजिस्टर R कुंडल L के आंतरिक DC प्रतिरोध को दर्शाता है। R का मान इंडक्टिव प्रतिघात की तुलना में इतना छोटा होगा कि इसे उपेक्षित किया जा सकता है।

Fig 1a से यह देखा जा सकता है कि L और C में वोल्टेज समान है और इनपुट वोल्टेज V_s के बराबर है।

किरचॉफ के नियम से संधि पर,

$I = I_L + I_C$

इंडक्टेंस (प्रतिरोध R की उपेक्षा) के माध्यम से धारा I_L, V_s से 90 डिग्री पश्च होती है। संधारित्र I_C के माध्यम से धारा वोल्टेज V_s से 90 डिग्री अग्र होती है। इस प्रकार जैसा कि Fig 1b में फेज आरेख से देखा जा सकता है दो धाराएं एक दूसरे के साथ फेज से बाहर हैं। अपने परिमाण के आधार पर वे एक दूसरे को या तो पूरी तरह से या आंशिक रूप से रद्द कर देते हैं।

यदि $X_C < X_L$, तव $I_C > I_L$ तो परिपथ धारिता रूप से कार्य करता है।

यदि $X_L < X_C$, तव $I_L > I_C$, परिपथ प्रेरक रूप से कार्य करता है।

यदि $X_L = X_C$, तव $I_L = I_C$ इसलिए परिपथ पूरी तरह से प्रतिरोधी के रूप में कार्य करता है।

परिपथ में शून्य धारा का अर्थ है कि समानांतर LC की प्रतिबाधा अनंत है। यह स्थिति जिस पर एक विशेष आवृत्ति fr के लिए $X_C = X_L$ का मान समानांतर LC परिपथ को समानांतर अनुनाद में कहा जाता है।

संक्षेप में, अनुनाद पर समानांतर रेजोनैंट सर्किट के लिए,

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$X_L = X_C$

$Z_p = ¥$

$I_L = I_C$

$fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$I = \frac{V}{Z_p} \approx 0$

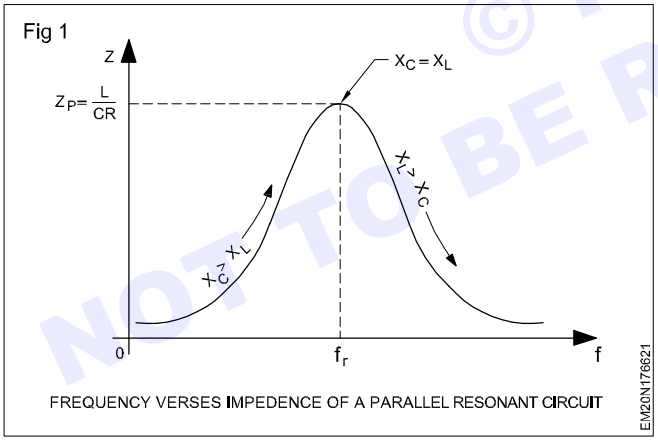
एक समानांतर अनुनाद परिपथ में शुद्ध L (कोई प्रतिरोध नहीं) और शुद्ध C (लॉस लेस) के साथ अनुनाद पर प्रतिबाधा अनंत होगी। व्यावहारिक परिपथ में हालांकि छोटा इंडक्टर का कुछ प्रतिरोध होगा। इस वजह से अनुनाद पर शाखा धाराओं का फेजर योग शून्य नहीं होगा लेकिन इसका एक छोटा मान I होगा यह छोटा धारा I लागू वोल्टेज के साथ फेज में होगा और परिपथ की प्रतिबाधा बहुत अधिक होगी हालांकि अनंत नहीं।

संक्षेप में, अनुनाद पर समानांतर अनुनाद परिपथ की तीन मुख्य विशेषताएं हैं

- परिपथ धारा और एप्लाइड वोल्टेज के बीच फेज अंतर शून्य है
- अधिकतम प्रतिबाधा
- न्यूनतम लाइन धारा।

आवृत्ति के साथ समानांतर अनुनाद परिपथ के प्रतिबाधा की भिन्नता को Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



FREQUENCY VERSES IMPEDENCE OF A PARALLEL RESONANT CIRCUIT

Fig 1 में, जब समानांतर अनुनाद परिपथ में इनपुट सिग्नल आवृत्ति को अनुनाद आवृत्ति fr से दूर ले जाया जाता है तो परिपथ की प्रतिबाधा कम हो जाती है। अनुनाद पर प्रतिबाधा Z_P द्वारा दिया जाता है,

$$Z_p = \frac{L}{CR}$$

अनुनाद पर हालांकि सर्किट धारा न्यूनतम है I_L और I_C परिमाण लाइन धारा से बहुत अधिक होगा। इसलिए समानांतर अनुनाद परिपथ को धारा आवर्धन परिपथ भी कहा जाता है।

समानांतर अनुनाद परिपथ की बैंडविड्थ (Bandwidth of parallel resonant circuits): जैसा कि सीरीज अनुनाद में चर्चा की गई है सभी अनुनाद परिपथ में अनुनाद (fr) पर आवृत्ति के बीच भेदभाव करने की प्रॉपर्टी होती है और जो अनुनाद पर नहीं होती है। अनुनाद परिपथ की प्रॉपर्टी इसकी बैंडविड्थ (BW) के संदर्भ में व्यक्त की जाती है। सीरीज अनुनाद परिपथ के मामले में अनुनाद आवृत्ति (fr) पर परिपथ की प्रतिघात लाइन धारा (जो अधिकतम है) के संदर्भ में होती है और समानांतर अनुनाद परिपथ में यह प्रतिबाधा (जो अधिकतम है) के संदर्भ में है

समानांतर अनुनाद परिपथ की बैंडविड्थ को अनुनाद आवृत्ति के दोनों ओर दो बिंदुओं द्वारा भी परिभाषित किया जाता है जिस पर प्रतिबाधा Z_P का मान प्रतिध्वनि पर 0.707 इसके अधिकतम मानतक गिर जाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2

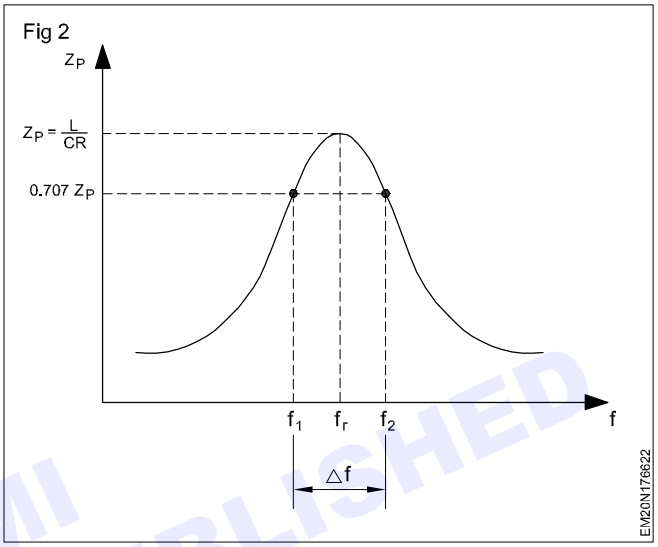


Fig 2 से, समानांतर अनुनाद परिपथ की बैंडविड्थ है,

बैंडविड्थ BW = $\Delta f = f_2 - f_1$

जैसा कि Fig 3 में, देखा जा सकता है Z_p का मान कॉइल के प्रतिरोध R (Z_p = L/CR) पर निर्भर है। यदि R कम है तो Z_p बड़ा होगा और इसके विपरीत। चूंकि बैंडविड्थ Z_p पर निर्भर करता है और Z_p , R पर निर्भर करता है हम कह सकते हैं कि अनुनाद परिपथ की बैंडविड्थ कॉइल से जुड़े प्रतिरोध पर निर्भर करती है। कुंडल का प्रतिरोध बदले में परिपथ का Q तय करता है। इस प्रकार कुंडल का Q अनुनाद परिपथ की बैंड चौड़ाई तय करता है और इसे इस प्रकार व्यक्त किया जाता है

बैंडविड्थ (BW) = $\left(f_2 - f_1\right) = \frac{f_r}{Q}$

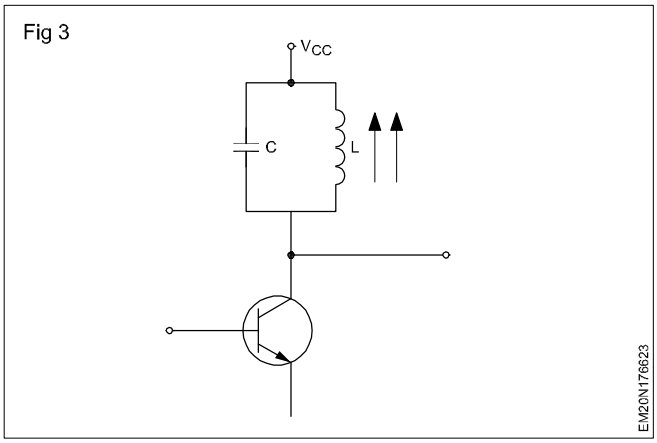
समानांतर अनुनाद सर्किट के अनुप्रयोग (Application of parallel resonant circuits:):

समानांतर अनुनाद सर्किट या टैंक सर्किट आमतौर पर लगभग सभी उच्च आवृत्ति सर्किट में उपयोग किए जाते हैं। टैंक सर्किट का उपयोग क्लास-C एम्पलीफायरों में रजिस्टर लोड के बजाय कलेक्टर लोड के रूप में किया जाता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

टैंक सर्किट का उपयोग सर्किट में किया जाता है जिसे ऑसीलेटर के रूप में जाना जाता है जिसे DC सप्लाई का उपयोग करके AC सिग्नल उत्पन्न करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3



प्रॉपर्टी	सीरीज सर्किट	समानांतर सर्किट
		अनुनाद आवृत्ति पर
अनुनाद आवृत्ति fr	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
प्रतिघात	$X_L = X_C$	$X_L = X_C$
प्रतिबाधा	न्यूनतम (Zr = R)	अधिकतम (Z_r = L/CR)
धारा	अधिकतम	न्यूनतम
क्वालिटी फैक्टर	$\frac{X_L}{R}$	$\frac{X_L}{R}$
बैंडविड्थ	$\frac{f_r}{Q}$	$\frac{f_r}{Q}$
		अनुनाद आवृत्ति से ऊपर
प्रतिघात	$X_L > X_C$	$X_L > X_C$
प्रतिबाधा	बढ़ती है	घटती है
फेज अंतर	धारा लागू वोल्टेज के पीछे होती है।	धारा लागू वोल्टेज के आगे होती है।
प्रतिघात के प्रकार	इंडक्टिव बैंडविड्थ	कपैसिटिव
		अनुनाद आवृत्ति से नीचे
प्रतिघात	$X_L > X_C$	$X_L > X_C$
प्रतिबाधा	बढ़ती है	घटती है
फेज अंतर	धारा लागू वोल्टेज के पीछे होती है।	धारा लागू वोल्टेज के आगे होती है।
प्रतिघात के प्रकार	कपैसिटिव	इंडक्टिव

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- **TLC सीरीज परिपथ (RLC Series circuit):**

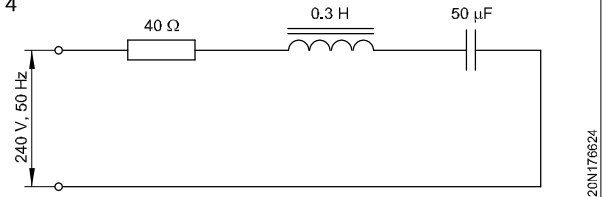
मान लें। कि सीरीज में एक प्रतिरोध इंडक्टर और संधारित्र से युक्त एक AC सिंगल फेज परिपथ है उदाहरण में दिखाए अनुसार विभिन्न मापदंडों की गणना की जा सकती है।

उदाहरण : Fig 4 में दिखाए गए घटकों का मान R = 40 ओम, L = 0.3 H और C = 50u सप्लाई वोल्टेज 240V 50 हर्ट्ज है। इंडक्टेंस प्रतिघात कैपेसिटिव प्रतिघात शुद्ध प्रतिघात प्रतिबाधा सर्किट में धारा R, L और C पावर फैक्टर, एक्टिव पावर, अपरेंट पावर और रिएक्टिव पावर के अक्रॉस वोल्टेज की गणना करें। प्रतिबाधा त्रिभुज वोल्टता त्रिभुज और पावर ट्रायंगल भी बनाइए।

RLC सर्किट में परिणामी रिएक्टेंस की गणना (Calculate the resulting reactance in RLC circuit):

एक AC सर्किट में इंडक्शन और कैपेसिटेंस का सीधा विपरीत प्रभाव होता है कॉइल के इंडक्टिव रिएक्टेंस के कारण वोल्टेज ड्रॉप लाइन करंट को

Fig 4



90° तक ले जाता है। इंडक्टर कुंडल और संधारित्र में वोल्टेज ड्रॉप 180 डिग्री अलग और एक दूसरे का विरोध करते हैं। उपरोक्त उदाहरण में शुद्ध प्रतिघात की गणना करने के लिए:

इंडक्टेंस प्रतिघात:

$X_L = 2\pi fL = 314 \times 0.3 = 94.2\ \Omega$

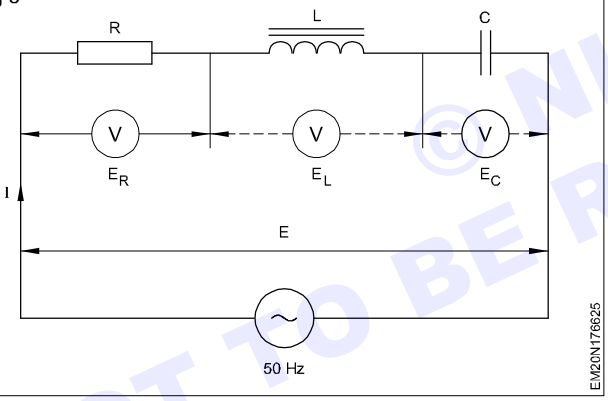
$$X_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{314 \times 0.00005} = \frac{1}{0.0157} = 63.69\ \Omega$$

$$\text{Net reactance} = X_L - X_C = 94.2 - 63.69 = 30.51\ \Omega$$

TLC में धारा और वोल्टेज ड्रॉप का मापन (Measurement of current and voltage drop in RLC circuit):

R = E_R के अक्रॉस L = E_L पर वोल्टेज ड्रॉप होता है और C = E_C पर ड्रॉप होता है और उनके मान ज्ञात करने का सूत्र नीचे दिया गया है। (Fig 5)

Fig 5



$E_R = I_R$

$E_L = IX_L$

$E_C = IX_C$

दिए गए TLC सीरीज परिपथ में धारा (Current in given RLC series circuit):

इस सीरीज परिपथ में धारा I = E/Z = 240/50.3 = 4.77 amps.

धारा प्रवाह TLC सीरीज सर्किट में वोल्टेज को लीडिंग या लैगिंग को पहचानना (Identifying whether the current flow is leading or lagging the voltage in a RLC series circuit):

चूंकि यह एक सीरीज परिपथ है परिपथ के सभी हिस्सों में धारा समान होता है लेकिन प्रतिरोधी प्रेरक कॉइल और संधारित्र में वोल्टेज ड्रॉप होता है

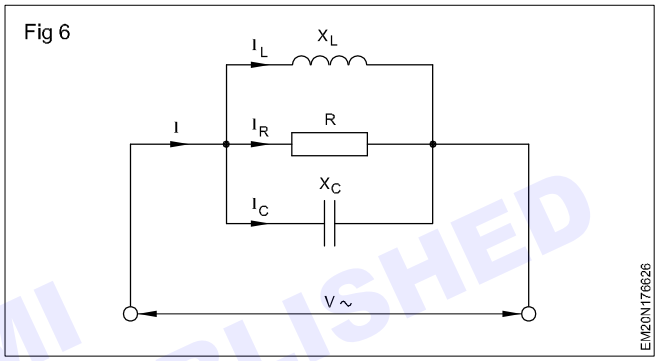
$E_R = I_R$ = 4.77 x 40 = 190.8 वोल्ट

$E_L = IX_L$ = 4.77 x 94.2 W = 449.33 वोल्ट

$E_C = IX_C$ = 4.77 x 63.69 = 303.80 वोल्ट

रेजोनेंस परिपथ (Resonance circuit): जब X_L और X_C के मान बराबर होते हैं तो उनके अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप बराबर होगा और इसलिए वे एक दूसरे को रद्द कर देते हैं। वोल्टेज ड्रॉप्स V_L और V_C का मान लागू वोल्टेज से बहुत अधिक हो सकता है। परिपथ की प्रतिबाधा प्रतिरोध मान के बराबर होगा। अनुप्रयुक्त वोल्टता का पूर्ण मान R के अक्रॉस होता है और परिपथ में धारा केवल प्रतिरोध के मान द्वारा सीमित होती है। ऐसे परिपथ का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथ जैसे रेडियो, TV, टर्निंग परिपथ में किया जाता है। जब $X_L = X_C$ परिपथ को अनुनाद में कहा जाता है। चूँकि सीरीज अनुनादी परिपथों में धारा अधिकतम होगी इसे स्वीकर्ता परिपथ (acceptor circuits) भी कहा जाता है। L और C के ज्ञात मान के लिए जिस आवृत्ति पर यह होता है उसे अनुनाद आवृत्ति कहा जाता है। इस मान की गणना इस प्रकार की जा सकती है जब $X_C = X_L$ होती है

Fig 6



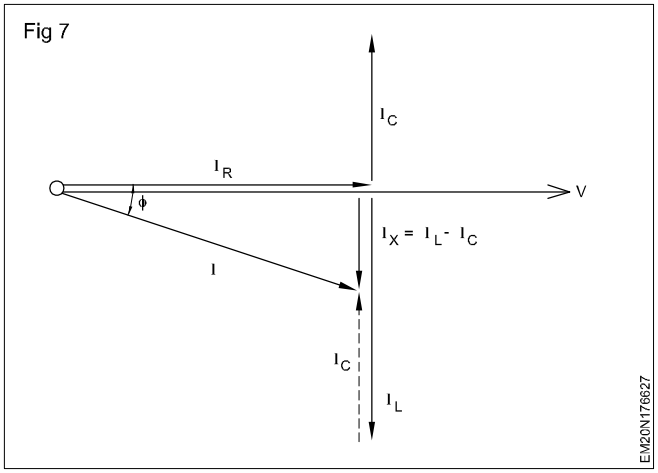
$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\text{Hence resonant frequency } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

R, X_L and X_C का समानांतर कनेक्शन (Parallel connection of R, X_L and X_C): X_L और X_C एक दूसरे का विरोध करते हैं यानी X_L और X_C विरोध में हैं और आंशिक रूप से एक दूसरे को रद्द करते हैं। (Fig 7)

$I_X = I_C - I_L$ या $I_L - I_C$ इस पर निर्भर करता है कि कैपेसिटिव या इंडक्टिव धारा हावी है या नहीं।

Fig 7



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

ग्राफिक समाधान (Graphic solution):

1 V सामान्य मान के रूप में

2 I_R फेज में V के साथ

3 I_C 90° से लीड करता है

4 I_L 90° से लैग करता है

5 $I_X = I_L - I_C$

6 I परिणाम के रूप में

7 <) ϕ (इस मामले में इंडक्टिव धारा I लैग करती है)

विशेष स्थिति (Particular case): X_L और X_c समान रूप से बड़े हैं - I_L और Ic एक दूसरे को रद्द करते हैं Z = R; समानांतर अनुनाद होता है।

रिएक्टेंस में धाराएं कुल धारा से अधिक हो सकती हैं।

रेजोनेंस आवृत्ति की गणना सीरीज कनेक्शन के समान है।

उदाहरण: (Example) Fig 8 में परिपथ के लिए I_T Z फैक्टर पावर और मान की गणना करें।

दिया गया है,

$V_T = 10V$

$R = 1000\ \Omega$

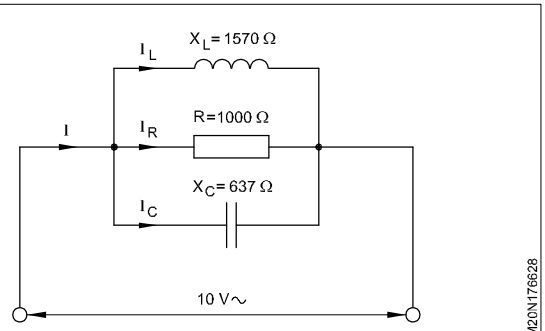
$X_L = 1570\ \Omega$

$X_C = 637\ \Omega$

ज्ञात है: ओम का नियम से,

$$I_T = \sqrt{(I_C - I_L)^2 + I_R{}^2}$$

Fig 8



समाधान:

$$I_C = \frac{10\ V}{637\ \Omega} = 0.0157\ A = 15.7\ mA$$

$$I_L = \frac{10\ V}{1570\ \Omega} = 0.0064\ A = 6.4\ mA$$

$$I_R = \frac{10\ V}{1000\ \Omega} = 0.01 = 10\ mA$$

$$I_T = \sqrt{(0.0157 - 0.0064)^2 + 0.01^2}$$

$$= 0.0137\ A = 13.7\ mA$$

$$Z = \frac{10V}{0.0137\ A} = 730\ \Omega$$

$$P.F = \frac{Z}{R} \quad Y = \frac{1}{Z} \text{ and } g = \frac{1}{R}$$

$$= \frac{730}{1000} = 0.73$$

$$PF \text{ in admittance triangle} = \frac{g}{Y} = \frac{1}{R} \times \frac{1}{1/Z} = \frac{Z}{R}$$

$$Power = V I \cos\theta$$

$$= 10 \times 0.0137 \times 0.73$$

$$= 0.1 \text{ Watt or } 100 \text{ mw.}$$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

अर्धचालक डायोड (Semiconductor diodes)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **अर्धचालकों की परिभाषा।**
- **अर्धचालकों के प्रकार।**
- **PN संधि के विशिष्ट अभिलाक्षणिक गुण।**
- **डायोड का वर्गीकरण।**
- **डायोड के प्रकार संख्याओं/कोड संख्याओं की सूची।**

अर्धचालक (Semiconductors):

अर्धचालक वे पदार्थ होते हैं जिनकी विद्तीय गुण चालक और अचालक के मध्य होता हैं। इस तथ्य के कारण इन सामग्रियों को अर्धचालक कहा जाता है। चालकों में संयोजी इलेक्ट्रॉन हमेशा स्वतंत्र होते हैं। कुचालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन सदैव बंधे रहते हैं। जबकि अर्धचालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन सामान्य रूप से बंधे होते हैं लेकिन कुछ मात्रा में ऊर्जा की आपूर्ति करके स्वतंत्र किया जा सकता है। अर्धचालक पदार्थों का उपयोग करके कई इलेक्ट्रॉनिक उपकरण बनाए जाते हैं। ऐसा ही एक युक्ति को डायोड के नाम से जाना जाता है।

अर्धचालक सिद्धांत (Semiconductor theory):

अन्य सामग्रियों की तरह मूल अर्धचालक पदार्थ में क्रिस्टल संरचना होती है। Fig 1 के अनुसार इस संरचना में परमाणु एक दूसरे से बंधे होते हैं। इस बंधन को सहसंयोजक बंध के रूप में जाना जाता है। इस प्रकार के बंधन में परमाणुओं के संयोजी इलेक्ट्रॉनों को एक स्थिर संरचना बनाने के लिए साझा किया जाता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

आंतरिक अर्धचालक (Intrinsic semiconductors):

अनेक अर्धचालक पदार्थों में सबसे महत्वपूर्ण सिलिकॉन (Si) और जर्मेनियम (Ge) हैं। इन दोनों अर्धचालक पदार्थों में प्रति परमाणु चार संयोजक इलेक्ट्रॉन होते हैं जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है। ये संयोजक इलेक्ट्रॉन सामान्य रूप से चालकों की भाँति गति करने के लिए स्वतंत्र नहीं होते हैं। इसलिए अर्धचालक अपने शुद्ध रूप में आंतरिक अर्धचालक के रूप में जाने जाते हैं जो अचालकों की भाँति व्यवहार करते हैं।

यद्यपि एक अर्धचालक के संयोजक इलेक्ट्रॉनों को बाह्य ऊर्जा द्वारा मुक्त किया जा सकता है। यह ऊर्जा बंधे हुए इलेक्ट्रॉनों को उनके बंधन से मुक्त कर देगी और उन्हें मुक्त इलेक्ट्रॉनों के रूप में उपलब्ध कराएगी जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। बंधित संयोजी इलेक्ट्रॉनों को मुक्त इलेक्ट्रॉनों में परिवर्तित का सबसे सुविधाजनक तरीका अर्धचालक को ऊष्मा देना है।

जिस तापमान पर अर्धचालक को ऊष्मा दी जाती है उतने ही अधिक बंधित इलेक्ट्रॉन मुक्त होते हैं और विद्युतधारा का संचालन करने में सहायक होंगे। एक आंतरिक अर्धचालक(शुद्ध अर्धचालक) में ऊष्मा के परिणामस्वरूप इस प्रकार के चालन को आंतरिक चालन कहा जाता है।

उपर्युक्त परिघटनाओं से यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि अर्धचालक तापमान के प्रति संवेदनशील पदार्थ हैं।

बाह्य अर्धचालक (Extrinsic semiconductor):

शुद्ध अर्धचालक को ऊष्मा देकर मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या किसी भी उपयोगी उद्देश्य के लिए उपयोग किए जाने के लिए तुलनात्मक रूप से कम है। प्रायोगिक तौर पर यह पाया गया है कि जब शुद्ध अर्धचालक पदार्थ में कुछ अन्य पदार्थ जैसे आर्सेनिक, इंडियम, गैलियम आदि की अल्प मात्रा मिश्रित की जाती है तो मिश्रित पदार्थ में अधिक संख्या में इलेक्ट्रॉन मुक्त हो जाते हैं। इससे अर्धचालकों की चालकता उच्च हो जाती है।

Fig 1

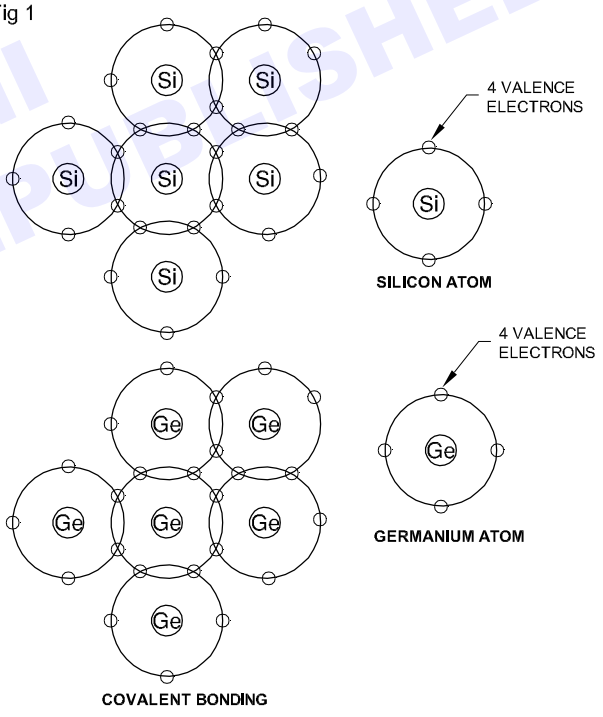
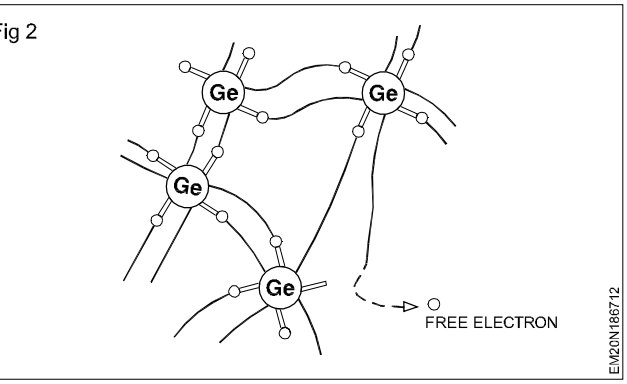


Fig 2



© CHMI NOT TO BE REPUBLISHED

शुद्ध अर्धचालक में जोड़े गए इन बाह्य पदार्थों को अशुद्ध पदार्थ कहा जाता है।

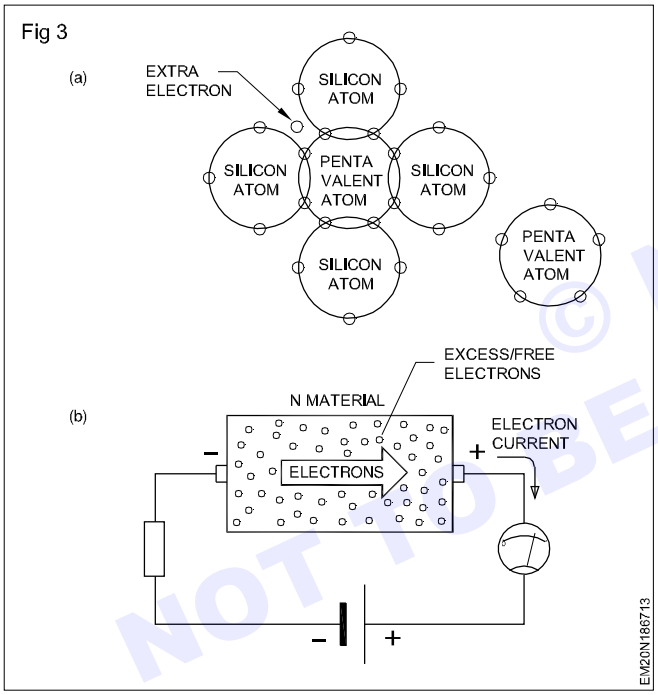
एक आंतरिक अर्धचालक पदार्थ में अशुद्धता मिश्रित करने की प्रक्रिया को डोपिंग के रूप में जाना जाता है। चूंकि डोप किए गए अर्धचालक पदार्थ अब शुद्ध नहीं होते हैं इसलिए उन्हें अशुद्ध या बाह्य अर्धचालक कहा जाता है।

प्रयुक्त अशुद्धता के प्रकार के आधार पर बाह्य अर्धचालकों को दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है;

1 N-प्रकार अर्धचालक (N-type semiconductors):

जब एक शुद्ध जर्मेनियम या शुद्ध सिलिकॉन क्रिस्टल में आर्सेनिक (As) जैसी पंच संयोजी पदार्थ मिश्रित किया जाता है तो प्रति बंधन एक मुक्त इलेक्ट्रॉन का प्राप्त होता है जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है। चूंकि प्रत्येक आर्सेनिक परमाणु एक मुक्त इलेक्ट्रॉन दान करता है आर्सेनिक को दाता अशुद्धि कहा जाता है। चूंकि एक मुक्त इलेक्ट्रॉन उपलब्ध है और चूंकि इलेक्ट्रॉन एक ऋणात्मक आवेश का होता है इसलिए मिश्रण से बनने वाले पदार्थ को N प्रकार की पदार्थ के रूप में जाना जाता है।

Fig 3



जब एक N-प्रकार के पदार्थ को Fig 3b के अनुसार बैटरी के सिरों पर संयोजित किया जाता है तो मुक्त इलेक्ट्रॉन की उपलब्धता के कारण धारा प्रवाहित होती है।

N-प्रकार के अर्धचालक में धारा मुक्त इलेक्ट्रॉन प्रवाह के कारण होती है इसलिए इलेक्ट्रॉन बहुसंख्यक आवेश वाहक होते हैं।

अर्धचालक पदार्थ तापमान के प्रति संवेदनशील होते हैं ऊष्मा देने पर सहसंयोजक बंध टूट जाते हैं जिससे इलेक्ट्रॉन-कोटर युग्म उत्पन्न होते हैं। N प्रकार के अर्धचालकों में कोटर अल्पसंख्यक आवेश वाहक होते हैं।

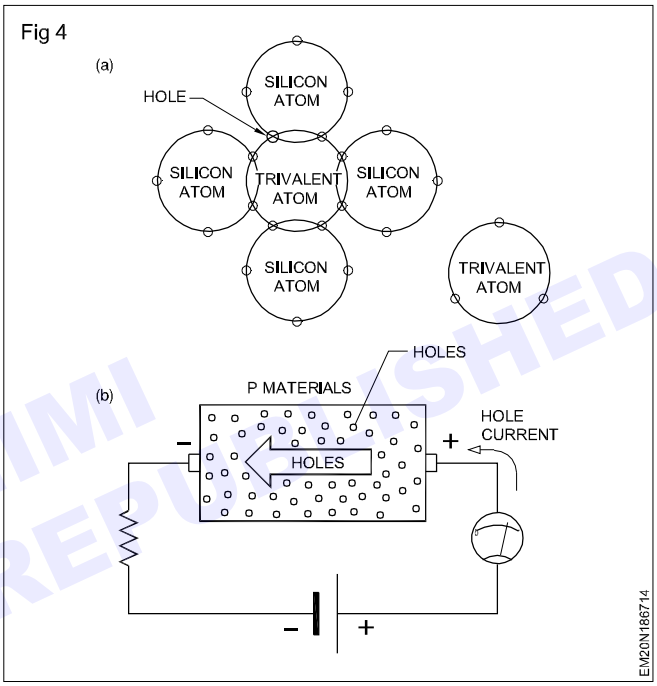
2 P-प्रकार अर्धचालक (P-type semiconductors):

जब गैलियम (Ga) जैसी त्रिसंयोजक पदार्थ को शुद्ध जर्मेनियम या शुद्ध सिलिकॉन क्रिस्टल में जोड़ा जाता है तो परिणामस्वरूप प्रति बंधन में एक रिक्ति या इलेक्ट्रॉन की कमी होती है जैसा कि Fig 4a में दिखाया गया है। चूंकि प्रत्येक गैलियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन रिक्तता उत्पन्न करता है पदार्थ आपूर्ति होने पर इलेक्ट्रॉनों को स्वीकार करने के लिए तत्पर होती है। इसलिए गैलियम को ग्राही अशुद्धि कहा जाता है। चूंकि एक इलेक्ट्रॉन के लिए रिक्ति उपलब्ध है और यह रिक्ति एक कोटर है जो धनात्मक आवेध है इस प्रकार बनने वाले पदार्थ को P-प्रकार पदार्थ के रूप में जाना जाता है।

जब एक P-प्रकार की पदार्थ को एक बैटरी से संयोजित किया जाता है जैसा कि Fig 4b में दिखाया गया है मुक्त कोटरों की उपलब्धता के कारण धारा प्रवाहित होती है। चूंकि यह धारा कोटरों के प्रवाह के कारण होता है इसलिए धारा को होल करंट कहा जाता है।

P प्रकार के अर्धचालक में होल बहुसंख्यक आवेश वाहक होते हैं और इलेक्ट्रॉन अल्पसंख्यक आवेश वाहक होते हैं।

Fig 4



P-N संधि (P-N junction):

जब एक P-प्रकार और एक P- प्रकार अर्धचालक जुड़ जाते हैं तो PN संधि नामक दो पदार्थों के मध्य एक संपर्क तल जिसे P-N संधि कहते हैं, निर्मित होता है। इस संधि का अपूर्व अभिलक्षण यह है कि यह संधि एक दिशा में धारा प्रवाहित करने और दूसरी दिशा में धारा प्रवाह को रोकने की क्षमता रखता है। PN संधि के इस अपूर्व अभिलक्षण का उपयोग करने के लिए दो टर्मिनल एक P तरफ और दूसरा P तरफ संयोजित है। ऐसे PN संधि जिसमें टर्मिनल संयोजित होते हैं डायोड कहलाते हैं।

जब एक P और N पदार्थ को एक साथ रखा जाता है तो P और N पदार्थ के संधि पर जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है N-पदार्थ से कुछ इलेक्ट्रॉन सीमा पार करके P-पदार्थ की सीमा के पास कोटर के साथ पुनर्संयोजन करते हैं। इस प्रक्रिया को विसरण (diffusion) कहते हैं। इस पुनर्संयोजन से P-पदार्थ संधि के समीप परमाणु इलेक्ट्रॉनों को पार कर ऋणात्मक आयन बनाता है और P-पदार्थ के संधि के पास परमाणु इलेक्ट्रॉनों को खोने के बाद धनात्मक आयन बन जाते हैं। इस प्रकार निर्मित ऋणात्मक और धनात्मक आयनों की परतें एक छोटी बैटरी की तरह व्यवहार करती हैं। इस परत को अवक्षय परत (depleted of free carriers) कहा जाता

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

है क्योंकि इसमें न तो मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं और न ही कोटर मौजूद होते हैं (मुक्त वाहकों की कमी)। यह अवक्षय क्षेत्र N-पदार्थ से P पदार्थत क इलेक्ट्रॉनों के आवागमन को रोकता है और इस प्रकार एक संतुलन तक पहुंच जाता है।

Fig 5

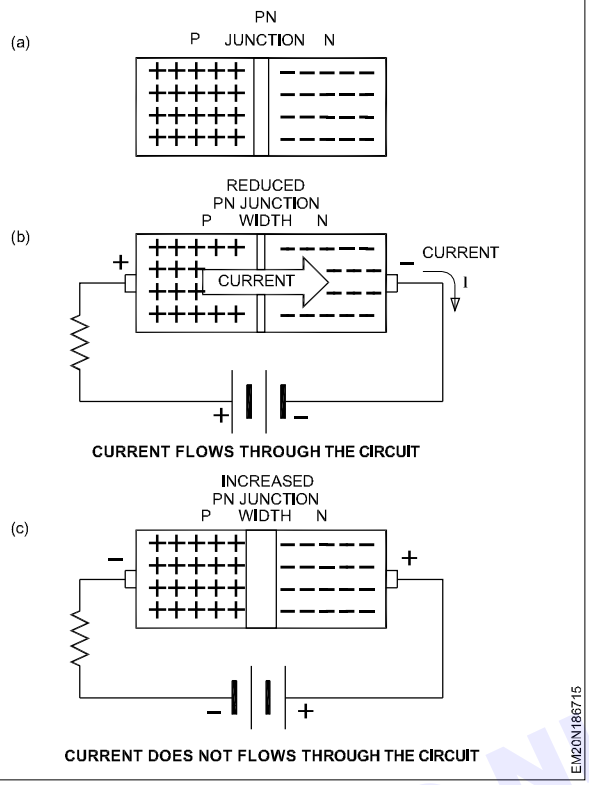
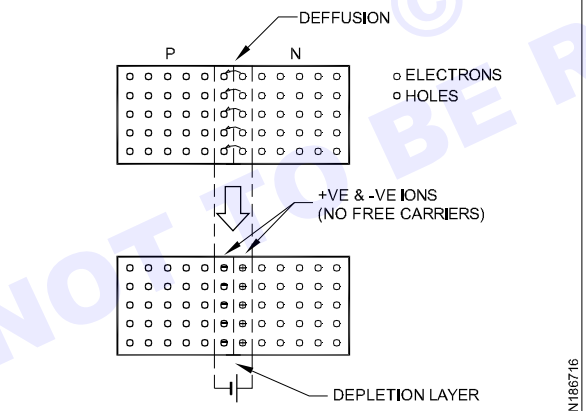


Fig 6



संधि पर +ve और -ve आयनों के कारण स्थापित आंतरिक वोल्टेज को वोल्टता रोधन विभव कहा जाता है। यदि किसी और इलेक्ट्रॉनों को N की ओर से P की ओर जाना है तो उन्हें इस वोल्टता रोधन विभव को पार करना होगा। इसका मतलब यह है कि जब N भाग से इलेक्ट्रॉनों को ऊर्जा की आपूर्ति की जाती है तो वे वोल्टता रोधन विभव को पार करके P भाग की ओर जा सकते हैं।

PN संधि डायोड के टर्मिनलों पर प्रयुक्त वोल्टेज के संदर्भ में इलेक्ट्रॉनों के लिए बैरियर पोटेंशियल और क्रास ओवर बैरियर को निरस्त करने के लिए सिलिकॉन डायोड के सिरों पर 0.7V विभवांतर जबकि जर्मेनियम डायोड के सिरों पर 0.3V के विभवांतर आवश्यक है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। जब रोधन विभव (बैरियर पोटेंशियल) एक बार बाह्य वोल्टेज आरोपित करने के कारण निरस्त हो जाने पर संधि से धारा का प्रवाह स्वतंत्र रूप से होता है। इस स्थिति में डायोड को अग्रदिशिक अभिनत कहा जाता है।

जब आरोपित बाह्य बैटरी ध्रुवता को Fig 8 के अनुसार है तो रोधन विभव को निरस्त करने की अपेक्षा बाह्य बैटरी वोल्टेज रोधन विभव में जुड़ जाता है और इसलिए संधिके माध्यम से कोई धारा प्रवाहित नहीं होता है। इस स्थिति में डायोड को उत्क्रम अभिनत कहा जाता है।

चूंकि PN संधि डायोड में धारा अग्र अभिनत होने पर प्रवाहित होता है और उत्क्रम अभिनत होने पर नहीं होता है इसलिए डायोड को एक दिशीय धारा स्विच कहा जा सकता है।

P और N टर्मिनल से संयोजित दो लीड कैथोड और एनोड के रूप में जाने जाते हैं।

Fig 7

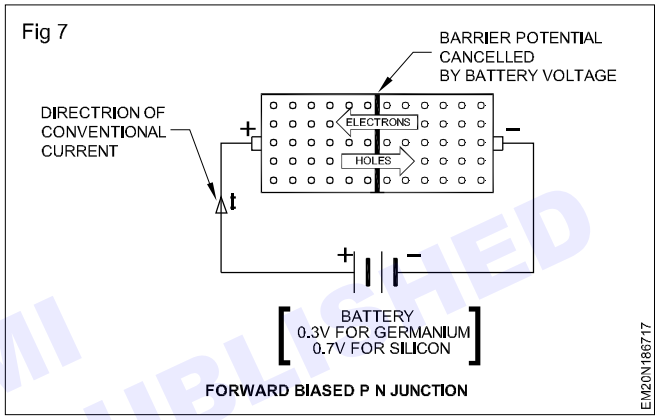
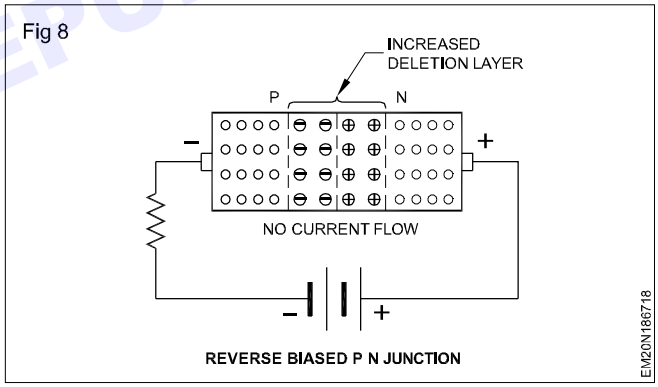


Fig 8



डायोड को अग्र अभिनत (फॉरवर्ड-बायस) करने के लिए एनोड को बैटरी के +ve टर्मिनल से और कैथोड को बैटरी के -ve टर्मिनल से संयोजित किया जाना चाहिए। जब कोई डायोड अग्रदिशिक स्थिति में होता है तो टर्मिनलों के बीच प्रतिरोध कुछ ओम से लेकर दस के गुणज में कुछ ओम तक होता है। इसलिए जब डायोड अग्र अभिनत होता है तो धारा स्वतंत्र रूप से प्रवाहित होती है।

दूसरी ओर, जब एक डायोड रिवर्स बायस्ड होता है, तो टर्मिनलों के बीच प्रतिरोध कई दसियों मेगा ओम के क्रम में बहुत अधिक होगा। इसलिए जब डायोड रिवर्स बायस्ड होती है तो धारा प्रवाहित नहीं होती है। एक नियम के रूप में फॉरवर्ड टू रिवर्स बायस में प्रतिरोध का अनुपात 1:1000 के न्यूनतम मान के क्रम का होना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डायोड के प्रकार (Types of diodes):

अब तक जिन PN संधि डायोड की चर्चा की गई है उन्हें आमतौर पर रेक्टिफायर डायोड कहा जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि इन डायोड का उपयोग ज्यादातर AC से DC तक को ठीक करने के लिए किया जाता है।

डायोड का वर्गीकरण (Classification of Diodes):

1 **धारा वहन क्षमता/पावर हैंडलिंग क्षमता के आधार पर डायोड को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है**

- **लो पावर डायोड (low power diodes):** केवल कुछ मिलीवाट के स्तर की पावर को नियंत्रित कर सकते हैं।
- **मीडियम पावर डायोड (medium power diodes):** केवल कई वाट के क्रम की पावर को नियंत्रित कर सकते हैं।
- **उच्च पावर डायोड (high power diodes):** कई सैकड़ों वाट के क्रम की पावर को नियंत्रित कर सकते हैं।

2 **डायोड के प्रमुख अनुप्रयोग के आधार पर इनकों निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है**

- **सिग्नल डायोड (Signal diodes):** सिग्नल डिटेक्शन और मिक्सिंग के लिए संचार सर्किट जैसे रेडियो, रिसीवर आदि में कम पावर डायोड का उपयोग किया जाता है
- **स्विचिंग डायोड (Switching diodes):** सर्किट को तेजी से चालू/बंद करने के लिए स्विचिंग सर्किट जैसे डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स आदि में कम पावर डायोड का उपयोग किया जाता है
- **रेक्टिफायर डायोड (Rectifier diodes):** मध्यम से उच्च पावर AC वोल्टेज को DC में परिवर्तित करने के लिए इलेक्ट्रॉनिक सर्किट के लिए पावर सप्लाई में उपयोग किया जाता है।

3 **प्रयुक्त निर्माण तकनीकों के आधार पर डायोड को इस प्रकार वर्गीकृत किया जा सकता है**

- **बिंदु संपर्क डायोड (Point contact diodes):** एक धातु की सुई जो एक छोटे जर्मेनियम (GE) या सिलिकॉन (Si) टिप पर दबाव से जुड़ी होती है।
- **संधि डायोड (Junction diodes):** अर्धचालक सब्सट्रेट पर P और N पदार्थ को मिश्रित करके धातु या प्रसार (growing) या विसरण (diffusing) से बनाया जाता है।

डायोड पैकेजिंग के प्रकार (Types of diode packaging):

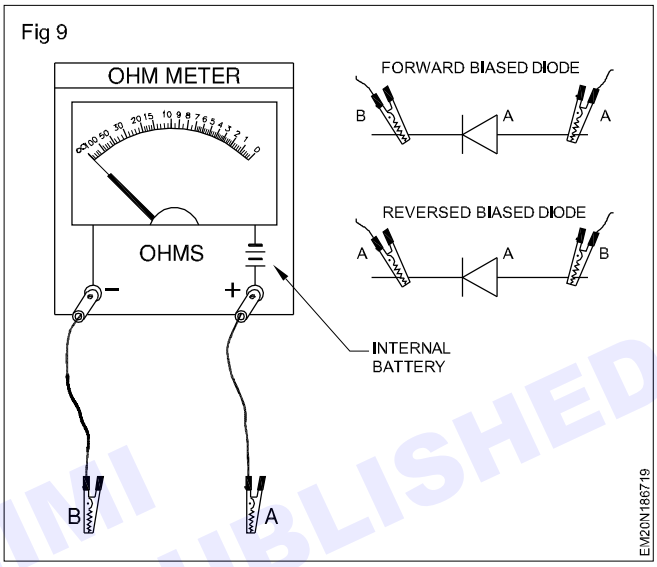
डायोड को दी जाने वाली पैकेजिंग का प्रकार मुख्य रूप से डायोड की धारा वहन क्षमता पर आधारित होता है। लो पावर वाले डायोड में या तो कांच या प्लास्टिक की पैकेजिंग होती है। मीडियम पावर वाले डायोड में या तो प्लास्टिक या धातु की पैकेजिंग होती है। हाई पावर डायोड में हमेशा या तो मेटल कैन या सिरेमिक पैकेजिंग होगी। हाई पावर वाले डायोड आमतौर पर स्टड-माउंटिंग प्रकार के होते हैं।

ओममीटर का उपयोग करके दिष्टकारी डायोड का परीक्षण करना (Testing rectifier diodes using ohmmeter):

डायोड की स्थिति का शीघ्रता से परीक्षण करने के लिए एक साधाराण ओममीटर का उपयोग किया जा सकता है। इस परीक्षण पद्धति में डायोड के अग्र और पश्च अभनति की स्थिति की पुष्टि करने के लिए प्रतिरोध की जांच की जाती है।

याद रखें कि ओममीटर या मल्टीमीटर प्रतिरोध रेंज में एक बैटरी होगी। यह बैटरी वोल्टेज मीटर टर्मिनलों के लीड के साथ श्रृंखला में आता है जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है और लीड A धनात्मक है लीड B ऋणात्मक है।

Fig 9



यदि ओममीटर का धनात्मक लीड Fig 10 में लीड A डायोड के एनोड से संयोजित है और कैथोड के लिए ऋणात्मक (लीड B) डायोड फॉरवर्ड-बायस्ड होगा धारा प्रवाहित होगा और मीटर कम प्रतिरोध का संकेत देगा।

दूसरी ओर यदि मीटर लीड को उत्क्रम कर दिया जाता है तो डायोड रिवर्स-बायस्ड होगा। बहुत कम धारा प्रवाहित होगा क्योंकि एक अच्छे डायोड में रिवर्स बायस्ड होने पर बहुत अधिक प्रतिरोध होगा और मीटर बहुत उच्च प्रतिरोध का संकेत देगा।

उपरोक्त परीक्षण करते समय यदि एक डायोड अग्र और पश्च दोनों स्थितियों में बहुत कम प्रतिरोध दिखाता है तो परीक्षण के तहत डायोड क्षतिग्रस्त या लघुपथित होगा। दूसरी ओर डायोड को खुला कहा जाता है यदि मीटर अग्र और पश्च दोनों स्थितियों में बहुत अधिक प्रतिरोध दिखाता है।

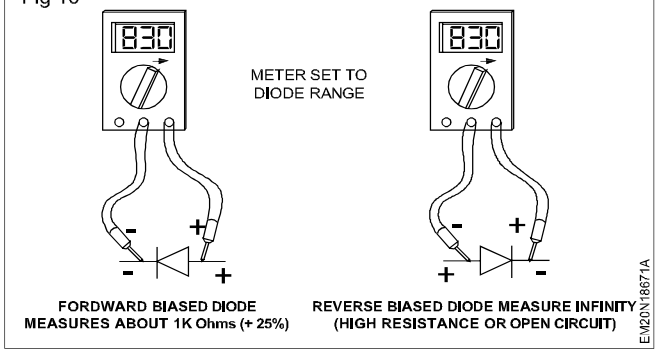
डिजिटल मल्टीमीटर का उपयोग करके डायोड का परीक्षण (Testing of diodes using digital Multimeter):

यदि डायोड के परीक्षण के लिए डिजिटल मल्टीमीटर का उपयोग किया जाता है तो पहले चयनकर्ता (selector) स्विच को डायोड परीक्षण स्थिति में रखा जाना चाहिए। मल्टीमीटर का +ve टर्मिनल (Fig 10 में लीड A को डायोड के एनोड से और कैथोड को ऋणात्मक टर्मिनल (लीड) से संयोजित किया जाना चाहिए डायोड अग्र अभिनत है अग्र अभिनत स्थिति में मल्टीमीटर डायोड के बैरियर वोल्टेज को प्रदर्शित करेगा।

दूसरी ओर यदि मीटर लीड को उत्क्रम कर दिया जाता है तो डायोड रिवर्स बायस्ड होगा और मल्टीमीटर 1 प्रदर्शित करेगा।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 10



BYxxx,	xxx- from 100 onwards,	examples: BY127, BY128 etc.
DRxxx,	xxx- from 25 onwards.	examples: DR25, DR150 etc.,
1Nxxxx	examples: 1N917	1N4001, 1N4007 etc.

अग्र अभिनत स्थिति में डायोड का व्यवहार (Behaviour of diode when FORWARD BIASED):

Fig11a में एक चर DC आपूर्ति का उपयोग कर एक अग्र अभिनत (फॉरवर्ड बायस्ड) सिलिकॉन PN संधि डायोड दिखाया गया है। जब आरोपित वोल्टेज को 0 वोल्ट से शुरू करके धीरे-धीरे बढ़ाया जाता है जब तक कि डायोड V_F अवक्षय रोधक विभव (Si डायोड के लिए 0.7 वोल्ट) से कम हो तो डायोड परिपथ के माध्यम से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है या नगण्य धारा प्रवाहित होती है इसे Fig 11b में ग्राफ में दिखाया गया है।

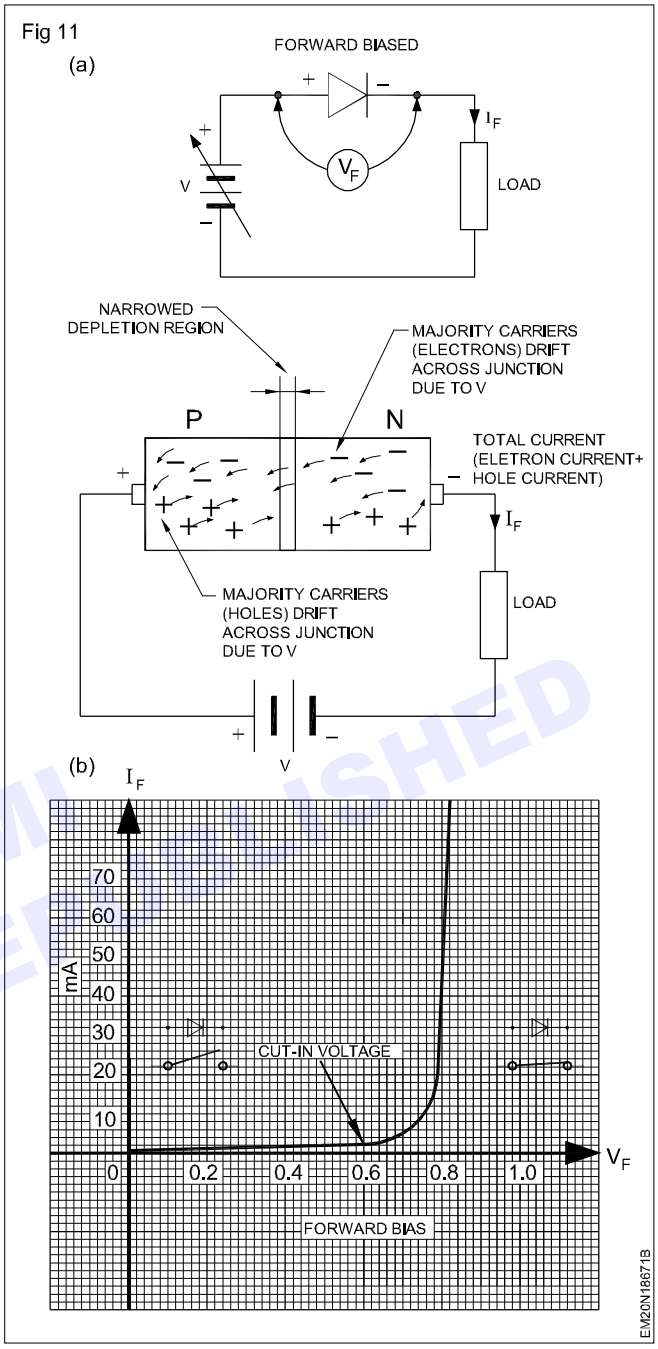
लेकिन एक बार डायोड के अक्रॉस वोल्टेज V_F 0.6 से 0.7V के बैरियर विभव के बराबर या उससे अधिक हो जाता है तो बैरियर विभव का प्रभाव निरस्त हो जाता है। इसलिए N क्षेत्र से मुक्त इलेक्ट्रॉन -ve बैटरी टर्मिनल (याद रखें जैसे समान आवेश प्रतिकर्षित होते हैं) द्वारा दूर प्रतिकर्षित कर दिए जाते हैं और संधि को क्रॉस कर P क्षेत्र से गुजरते हैं और बैटरी के + टर्मिनल द्वारा आकर्षित होते हैं। इसके परिणामस्वरूप लोड के माध्यम से इलेक्ट्रॉन धारा डायोड से होकर प्रवाहित होती है।

इसी तरह P क्षेत्र में कोटर +ve बैटरी टर्मिनल द्वारा दूर प्रतिकर्षित कर दिए जाते हैं संधि को पार कर N क्षेत्र से गुजरते हैं और बैटरी के -ve टर्मिनल द्वारा आकर्षित होते हैं। इसके परिणामस्वरूप डायोड में लोड के माध्यम से कोटर धारा प्रवाहित होती है।

इस प्रकार, जब अग्र अभिनत वोल्टेज विभवान्तर अवक्षय रोधक विभवान्तर (पोटेंशियल बैरियर पोटेंशियल) से अधिक होता है तो डायोड के माध्यम से धारा प्रवाहित होती है। डायोड के माध्यम से यह धारा प्रवाह इलेक्ट्रॉनों और कोटरों दोनों के कारण होता है। परिपथ में कुल धारा कोटर धारा और इलेक्ट्रॉन धारा का योग होता है। इसलिए डायोड को बाइपोलर डिवाइस कहा जाता है जिसमें कोटर धारा और इलेक्ट्रॉन धारा दोनों प्रवाहित होते हैं।

Fig 11b के ग्राफ से यह देखा जा सकता है कि एक बार जब अग्र वोल्टेज 0.6V से अधिक हो जाती है तो डायोड में चालन प्रारम्भ हो जाता है जिसके परिणामस्वरूप परिपथ के माध्यम से यथेष्ठ धारा प्रवाहित होती है। डायोड में इस वोल्टेज स्तर को कट-इन या नी (knee) या थ्रेसहोल्ड वोल्टेज के रूप में जाना जाता है।

Fig 11

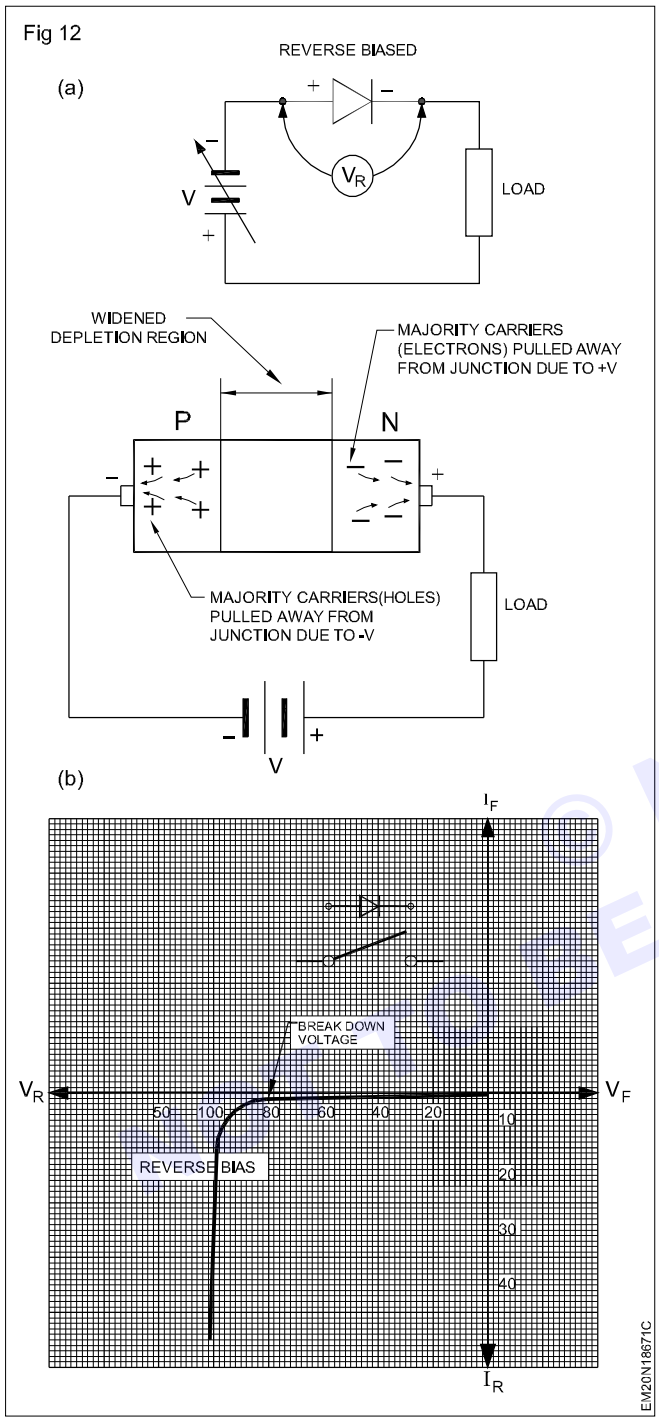


यदि आरोपित फॉरवर्ड वोल्टेज को कट-इन वोल्टेज से अधिक वृद्धि की जाती है तो डायोड के माध्यम से अधिकाधिक धारा प्रवाहित होने की अनुमति देने के लिए अवक्षय परत और संकीर्ण हो जाती है। यह Fig 11b के ग्राफ से देखा जा सकता है कि कट-इन वोल्टेज से ऊपर डायोड में बहुत कम वोल्टता वृद्धि के लिए धारा तेजी से वृद्धि होती है। इस क्षेत्र में कट-इन वोल्टेज के ऊपर फॉरवर्ड बायस्ड डायोड लगभग एक बंद स्विच की तरह व्यवहार करता है। इस स्तर पर धारा के लिए एकमात्र सीमित कारक अधिकतम धारा है जिसे डायोड बिना जले अथवा संधि को स्थायी रूप से बिना क्षेद्रिज(puncture) किए संभाल सकता है। यह धारा लिमिट डायोड डेटा बुक्स में अधिकतम फॉरवर्ड धारा I_{fmax} के रूप में दी जाती है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

पश्च अभिनति स्थिति में डायोड का व्यवहार (Behaviour of diode when reverse biased):

जब एक बाह्य DC वोल्टेज डायोड में Fig 12 के अनुसार ध्रुवता के साथ संयोजित होता है डायोड को रिवर्स बायस्ड कहा जाता है।



इस स्थिति में जब बैटरी वोल्टेज 0 से दस गुने के कई वोल्ट के बराबर तक वृद्धि की जाती है तो आरोपित वोल्टता रोधक विभव को निरस्त करने की अपेक्षा आरोपित वोल्टेज रोधक विभव में सहायक है। यह अवक्षय परत को संकीर्ण करने की अपेक्षा अवक्षय परत को और चौड़ा करता है। अवक्षय परत के विड्थ के परिणामस्वरूप संधि के माध्यम से लोड धारा प्रवाहित नहीं होता है। दूसरे शब्दों में आरोपित वोल्टेज की ध्रुवता ऐसी है कि कोटर और इलेक्ट्रॉनों को संधिसे दूर खींच लिया जाता है जिसके परिणामस्वरूप अवक्षय परत अधिक चौड़ा हो जाता है।

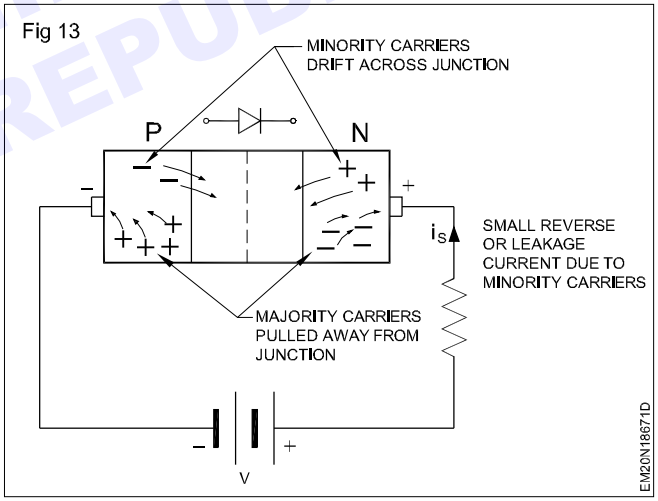
Fig 12b में दिए गए ग्राफ से स्पष्ट है कि यदि डायोड के सिरों पर विभव V_R दस का अनेक गुना वोल्ट होने पर भी कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है।

यदि आरोपित रिवर्स वोल्टेज में लगातार वृद्धि करने पर, माना सौ वोल्ट (विभिन्न डायोड के अनुसार) एक चरण में संधि पर लागू वोल्टेज V_R इतना अधिक होता है कि यह डायोड संधि को छिद्रित कर डैमेज कर देता है। इससे डायोड लघुपथित हो जाता है। यह लघुपथन के परिणामस्वरूप डायोड के माध्यम से अनियंत्रित धारा प्रवाह में होता है जैसा कि Fig 12b में ग्राफ में दिखाया गया है। यह वोल्टेज जिस पर डायोड ब्रेक जाता है उसे रिवर्स ब्रेक-डाउन या एवलांचे ब्रेकडाउन कहा जाता है।

अधिकतम रिवर्स वोल्टेज जो एक डायोड सहन कर सकता है डायोड से डायोड में भिन्न होता है। डायोड की क्षमता को सहन करने वाले इस रिवर्स वोल्टेज को डायोड के पीक-इनवर्स वोल्टेज या PIV के रूप में जाना जाता है। डायोड के लिए यह मान डायोड डेटा मैनुअल में दिया गया है। डायोड का PIV छोटे सिग्नल डायोड में न्यूनतम 50 वोल्ट से लेकर हाई पावर वाले डायोड में कई हजारों वोल्ट तक भिन्न होता है।

डायोड में अल्पसंख्यक धारा (Minority current in Diodes):

जब एक PN संधि पश्च अभिनत (रिवर्स बायस्ड) होता है तो अवक्षय परत की चौड़ाई बढ़ने के कारण डायोड के माध्यम से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है। लेकिन व्यवहार में डायोड के माध्यम से कुछ नैनो-एम्पीयर या कुछ माइक्रो-एम्पीयर के क्रम की लघु धारा प्रवाहित होती है जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है।



इस लघु धारा का कारण तापीय ऊर्जा के कारण संधि के दोनों किनारों पर बहुत सीमित संख्या में मुक्त इलेक्ट्रॉनों और कोटरों का बनना है। अर्धचालक तापमान के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होते हैं। 25 डिग्री सेलियस का तापमान भी कम संख्या में इलेक्ट्रॉनों और कोटरों को बनाने के लिए पर्याप्त होता है जिसके परिणामस्वरूप कुछ नैनो एम्पियर के क्रम की धारा प्रवाहित होती है। इस प्रकार उत्पन्न धारा को अल्पसंख्यक वाहक धारा कहा जाता है । अल्पसंख्यक वाहकों द्वारा उत्पन्न धारा जो पश्च अभिनत (रिवर्स बायस्ड) होने पर डायोड से प्रवाहित होता है उत्क्रम धारा या लीकेज धारा या संतृप्त धारा के रूप में जाना जाता है। प्रयोगों के आधार पर सभी सिलिकॉन डायोड के लिए यह रिवर्स धारा तापमान में प्रत्येक 10 डिग्री सेलियस की वृद्धि होने पर दोगुना हो जाता है। उदाहरण के लिए यदि यह

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

25°पर 5nA है तो यह 35° पर लगभग 10°C होगा और इसी तरह आगे भी।

बैरियर वोल्टेज पर तापमान का प्रभाव (Effect of temperature on barrier voltage):

यह ज्ञात है कि अर्धचालक तापमान के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होते हैं। चूंकि डायोड की कार्यप्रणाली मूल रूप से इसके संधि और इसके बैरियर वोल्टेज के अपूर्व अभिलक्षण के कारण होती है बैरियर वोल्टेज भी संधि तापमान पर निर्भर करता है। यदि संधि का तापमान एक सीमा (25 डिग्री सेलियस) से अधिक बढ़ जाता है तो अर्ध- चालक क्रिस्टल संरचना में ऊष्मीय विक्षोभ के कारण इलेक्ट्रॉनों का उत्पादन होता है। ये इलेक्ट्रॉन पर्याप्त ऊर्जा के कारण संधि को पार कर जाते हैं। इससे बैरियर वोल्टेज कम हो जाता है।प्रायोगिक तौर पर यह पाया गया है कि बैरियर वोल्टेज तापमान में 2 mV/°C की वृद्धि से घट जाती है। यह कम रोधन वोल्टता संधि के माध्यम से अधिक धारा की अनुमति देती है। अधिक करंट संधि को और गर्म करता है जिससे बैरियर वोल्टेज और कम हो जाता है। यदि यह संचयी प्रभाव जारी रहता है तो संधि क्षतिग्रस्त हो जाएगा जिससे संधि अधिक उपयोगी नहीं रहेगा। इसलिए, डायोड को एक निर्दिष्ट तापमान से ऊपर जाने की अनुमति नहीं दी जानी चाहिए। यह अधिकतम सीमा एक डायोड जंक्शन सुरक्षित रूप से सामना कर सकता है डायोड मैनुअल में जंक्शन तापमान, T_{jmax} के रूप में दिया गया है

डायोड विनिर्देश (Diode specification):

परिचय अर्धचालक डायोड का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है। अनुप्रयोग के कुछ प्रमुख क्षेत्र नीचे सूचीबद्ध हैं।

- संचार रिसीवरों में मॉडूलेशन और डिमॉडूलेशन।
- हाई स्पीड और डिजिटल परिपथों की स्विचिंग।
- लो तथा हाई पावर रेक्टिफिकेशन
- EM रिले और अन्य परिपथ में सर्ज प्रोटेक्शन के रूप में।
- तरंगों की क्लिपिंग और क्लैंपिंग।

विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए विभिन्न धारा वहन क्षमता विभिन्न PIV क्षमता इत्यादि वाले डायोड की आवश्यकता होती है। इसलिए डायोड के निर्माता विभिन्न विशिष्टताओं के साथ विभिन्न अनुप्रयोगों को पूरा करने के लिए डायोड बनाते हैं। किसी विशेष अनुप्रयोग के लिए डायोड का उपयोग करने से पहले यह पता लगाना आवश्यक है कि दिए गए डायोड की वोल्टेज, धारा और तापमान विशेषताएँ आवश्यकताओं के सुमेल मे है या नहीं।

डायोड के महत्वपूर्ण विनिर्देश (Important specifications of a diodes):

- डायोड जिस पदार्थ से बना है: यह सिलिकॉन या जर्मेनियम या सेलेनियम या कोई अन्य अर्धचालक पदार्थ हो सकता है। यह महत्वपूर्ण है क्योंकि कट-इन वोल्टेज उस पदार्थ पर निर्भर करता है जिससे डायोड बना है। उदाहरण के लिए Ge डायोड में कट-इन वोल्टेज लगभग 0.3 V होता है जबकि Si डायोड में कट-इन वोल्टेज लगभग 0.7V होता है।
- अधिकतम सुरक्षित रिवर्स वोल्टेज को V_R या V_r के रूप में दर्शाया जाता है जिसे डायोड पर लगाया जा सकता है। इसे पीक-इनवर्स-वोल्टेज या PIV के रूप में भी जाना जाता है। यदि रेटेड PIV से अधिक रिवर्स वोल्टेज डायोड में लागू किया जाता है तो यह स्थायी रूप से दोषपूर्ण हो जाएगा।
- अधिकतम औसत फॉरवर्ड धारा I_F या I_f कि एक डायोड क्षतिग्रस्त हुए बिना इसके माध्यम से प्रवाहित की जा सकती है।
- फॉरवर्ड वोल्टेज ड्रॉप V_F या V_f डायोड के सिरों पर अधिकतम औसत धारा I_F प्रवाहित होने पर वोल्टेज है।
- अधिकतम रिवर्स धारा I_{VT} जो अधिकतम रिवर्स वोल्टेज PIV आरोपित होने पर डायोड से प्रवाहित होता है।
- अधिकतम फॉरवर्ड सर्ज धारा I_S जो डायोड के माध्यम से एक निर्धारित लघु अवधि के लिए प्रवाहित हो सकती है।
- डिग्री सेंटीग्रेड में अधिकतम संधि तापमान जो डायोड संधि बिना खराबी या क्षतिग्रस्त हुए सहन कर सकता है।
- प्रस्तावित अनुप्रयोग उस अनुप्रयोग को इंगित करता है जिसके लिए डायोड को डिज़ाइन और निर्मित किया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

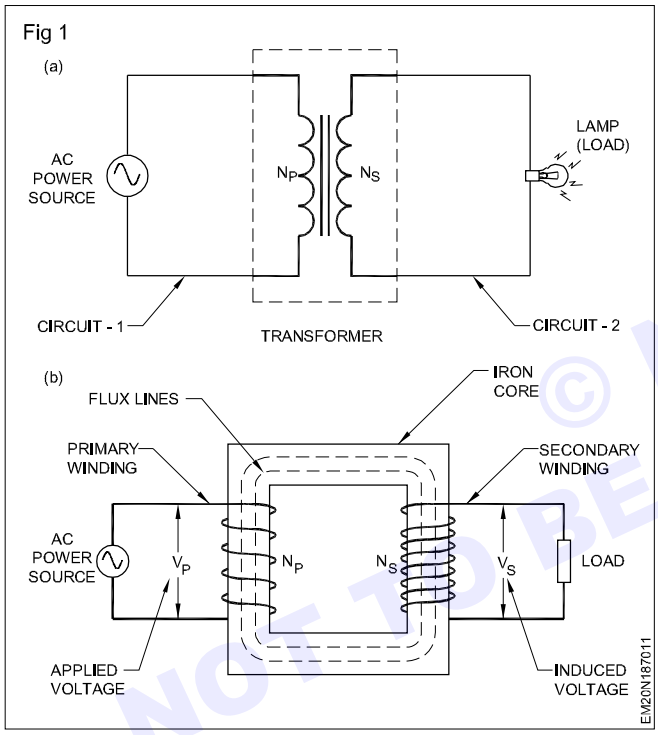
ट्रांसफार्मर (transformer)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **ट्रांसफॉर्मर का मूल कार्य बताना।**
- **ट्रांसफार्मर का वर्गीकरण।**
- **ट्रांसफार्मर में कला संबंध की व्याख्या करना।**
- **ट्रांसफार्मर में हानियाँ और दक्षता बताना।**
- **ट्रांसफार्मर की दक्षता निर्धारित करने वाले कारक।**

ट्रांसफार्मर एक विद्युत उपकरण है जिसका उपयोग विद्युतऊर्जा को चुंबकीय युग्मन द्वारा एक प्रत्यावर्ती परिपथ से दूसरे परिपथ में स्थानांतरित करने के लिए किया जाता है जैसा कि Fig 1a में प्रदर्शित है।

Fig 1



एक ट्रांसफॉर्मर में अनिवार्य रूप से इंसुलेटेड कंडक्टिंग मैटेरियल प्राय: कॉपर के दो कॉइल होते हैं। ये कॉइल लोहे या फेराइट से बने कोर पर लिपटे होते हैं जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है। इन कुंडलियों को इस प्रकार व्यवस्थित किया जाता है कि एक कुंडली में विकसित चुंबकीय फलक्स दूसरे कुंडल से लिंक हो जाता है। इसलिए दो कुण्डलियों के मध्य दृढ युग्मन टाइट-कपलिंग (k=1) के साथ पारस्परिक प्रेरकत्व होता है। एक कुण्डली (say N_p) के माध्यम से धारा में परिवर्तन दूसरी कुण्डली (say N_s) में वोल्टेज को प्रेरित करता है। द्वितीयक वाइंडिंग में प्रेरित वोल्टेज का परिमाण कुण्डली में चक्करों की संख्या और दो कॉइल के बीच चुंबकीय युग्मन (K) कितना दृढ है इस पर निर्भर करता है।

एक ट्रांसफॉर्मर में जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है कुण्डली या वाइंडिंग जिसमें AC पावर स्रोत से विद्युतऊर्जा दी जाती है प्राथमिक वाइंडिंग कहलाती है। Fig 1 में इस कुण्डली को N_P अंकित किया गया है। दूसरी कुण्डली (Fig 1b में Ns) जिससे प्राथमिक वाइंडिंग से ऊर्जा चुंबकीय रूप से युग्मित होती है द्वितीयक वाइंडिंग कहलाती है। यदि कोई लोड जैसे लैम्प या प्रतिरोध द्वितीयक वाइंडिंग से जुड़ा है तो लोड से धारा प्रवाहित होती है यद्यपि इससे कोई सीधा AC पावर स्रोत संयोजित नही है।

इसलिए ट्रांसफॉर्मर को उन उपकरणों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो पारस्परिक प्रेरण के सिद्धांत का उपयोग कर विद्युतऊर्जा को एक प्रत्यावर्ती परिपथ से दूसरे परिपथ में सीधे विद्युतसंयोजन के बिना स्थानांतरित करते हैं।

यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि ट्रांसफार्मर DC ऊर्जा को प्राथमिक वाइंडिंग से सेकेंडरी वाइंडिंग में स्थानांतरित नहीं कर सकते क्योंकि DC धारा परिवर्तनीय चुंबकीय क्षेत्र का उत्पादन नहीं कर सकता है और इसलिए प्रेरित वोल्टता उत्पन्न नही होती है।

आयरन-कोर ट्रांसफॉर्मर के साथ उपयोग किए जाने वाले महत्वपूर्ण शब्दों को नीचे समझाया गया है;

1 **ट्रांसफार्मर का टर्न अनुपात (Tutns Tatio of a ttansfotmet):** प्राथमिक (N_p) कुण्डली में टर्न की संख्या और द्वितीयक (Ns) कुण्डली में चक्करों की संख्या के अनुपात को ट्रांसफार्मर का टर्न अनुपात कहा जाता है ।

$$\text{Turns ratio} = \frac{N_p}{N_s}$$

उदाहरण के लिए, प्राथमिक में 1000 टर्न और द्वितीयक में 100 टर्न 1000/100 या 10:1 का एक मोड़ अनुपात देता है जिसे दस-से-एक टर्न अनुपात कहा जाता है।

2 **ट्रांसफार्मर का वोल्टेज अनुपात (Voltage Ratio of a transformer):**

प्राइमरी वाइंडिंग के सिरों पर वोल्टता (Vp) तथा द्वितीयक वाइंडिंग के सिरों पर वोल्टता (V_S) केअनुपात को ट्रांसफॉर्मर का वोल्टता अनुपात कहा जाता है ।

$$\text{Voltage ratio} = \frac{V_p}{V_s}$$

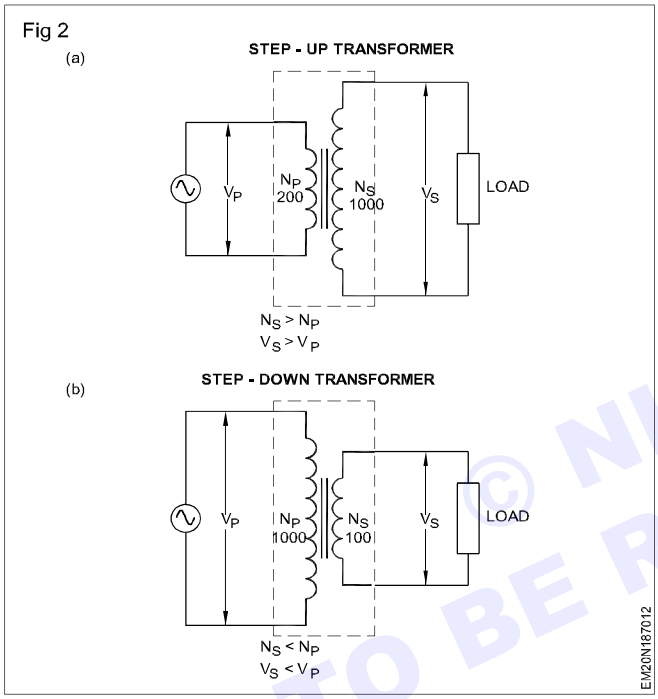
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जब प्राथमिक और द्वितीयक वाइंडिंग के बीच म्यूच्यूअल युग्मन (k) का गुणांक 1 होता है तो द्वितीयक वाइंडिंग के प्रति टर्न प्रेरित वोल्टेज प्राथमिक वाइंडिंग में प्रति टर्न स्व-प्रेरित वोल्टेज के बराबर होता है। द्वितीयक वाइंडिंग में उत्पन्न कुल वोल्टेज द्वितीयक वाइंडिंग के चक्करों की संख्या पर निर्भर करता है। इसलिए वोल्टता अनुपात टर्न अनुपात के समानुपाती होता है।

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

इसका अर्थ है यदि द्वितीयक वाइंडिंग में प्राथमिक वाइंडिंग (Ns > Np) से अधिक टर्न हैं तो द्वितीयक वोल्टेज प्राथमिक वोल्टेज से अधिक होगा। दूसरे शब्दों में ऐसी स्थिति में प्राथमिक वोल्टेता में वृद्धि या स्टेप-अप कहा जाता है। ऐसे ट्रांसफार्मर को उच्चायी (स्टेप अप) ट्रांसफार्मर कहा जाता है जैसा कि Fig 2a में दिखाया गया है।

Fig 2



उदाहरण: जैसा कि Fig 2a में दिखाया गया है एक ट्रांसफॉर्मर में Np के 200 फेरे हैं और Ns के 1000 फेरे हैं इसका टर्न अनुपात होगा

$$\text{Turns ratio} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{200}{1000} = 1:5$$

इस ट्रांसफॉर्मर के लिए यदि प्रयुक्त AC प्राइमरी वोल्टेज (V_p) 110 $V_{rms.}$ है तो द्वितीयक वोल्टेज में टर्न अनुपात के समान ही स्टेप अप हो जाएगी। इसलिए द्वितीयक वोल्टेज प्राथमिक वोल्टेज से पाँच गुना होगा i.e, 5 x 110 = 550 $V_{rms.}$

दूसरी ओर जब द्वितीयक वाइंडिंग में प्राथमिक वाइंडिंग की तुलना में कम संख्या में टर्न होते हैं तो प्राथमिक वोल्टेज को कम या स्टेप-डाउन हो जाती है। ऐसे ट्रांसफॉर्मर को अपचायी (स्टेप डाउन) ट्रांसफॉर्मर कहा जाता है जैसा कि Fig 2b में दिखाया गया है।

उदाहरण: जैसा कि Fig 2b में दिखाया गया है कि 'पावर ट्रांसफार्मर में N_P के 1000 टर्न और Ns के 100 टर्न हैं टर्न अनुपात क्या है? यदि प्राथमिक वोल्टता 240V हो तो द्वितीयक वोल्टेज V_s का मान क्या होगा?

समाधान:

टर्न अनुपात 1000/100 या 10:1 है। इसलिए द्वितीयक वोल्टेज को 1/10 के फैक्टर से स्टेप डाउन होगी जिससे V_s 240/10 या 24 वोल्ट के बराबर होगा।

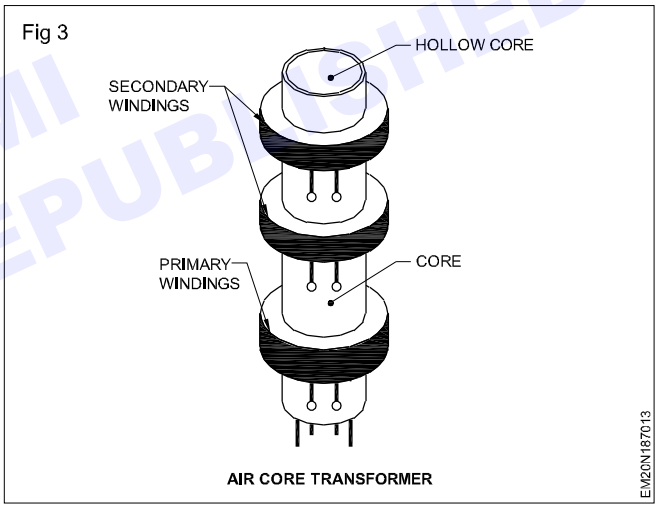
ट्रांसफार्मर का वर्गीकरण (Classification of Transformers)

1 कोर में प्रयुक्त पदार्थ के प्रकार के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the type of Core Material used):

ट्रांसफॉर्मर को कोर में प्रयुक्त पदार्थ के प्रकार के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है;

a वायु क्रोड ट्रांसफार्मर (Air core transformers): जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है वायु क्रोड ट्रांसफार्मर में एक खोखला अचुंबकीय क्रोड होता है जो कागज या प्लास्टिक से बना होता है जिसके ऊपर प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डली लिपटीं होती हैं। इन ट्रांसफॉर्मर में K का मान 1 से कम होगा। वायु क्रोड ट्रांसफॉर्मर समान्यत: उच्च आवृत्ति अनुप्रयोगों में उपयोग किए जाते हैं क्योंकि इनमें चुंबकीय क्रोड पदार्थ की अनुपस्थिति के कारण कोई ह्रास होगा।

Fig 3

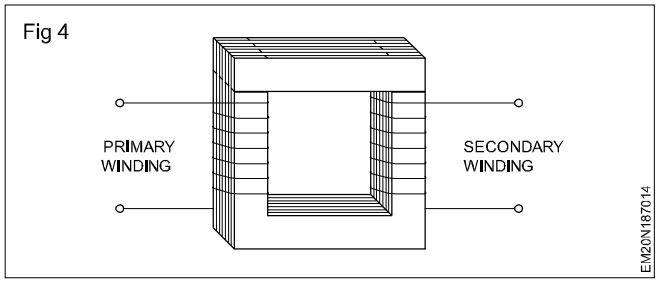


लौह-ह्रास (Iton-loss): कोर पदार्थ के कारण लौह-ह्रास एक प्रकार का ट्रांसफॉर्मर ह्रास है। आगे के पाठों में ट्रांसफार्मर के ह्रास के बारे में विस्तार से चर्चा की गई है।

b लौह क्रोड ट्रांसफॉर्मर (Iron core transformers): Fig 4 में लेमिनेटेड आयरन क्रोड ट्रांसफॉर्मर प्रदर्शित है। इन ट्रांसफॉर्मर में सिलिकॉन स्टील की लैमिनेटेड शीट लगी होती हैं जिसके ऊपर वाइंडिंग लिपटी होती हैं। यह मुख्य विद्युतआपूर्ति (240V,50Hz) के साथ प्रयुक्त किया जाने वाला सबसे सामान्य प्रकार का ट्रांसफार्मर है। इन ट्रांसफार्मरों में चूंकि कोर एक चुंबकीय पदार्थ है और क्रोड की आकृति के कारण k का मान लगभग 1 के बराबर होता है।

C फेराइट क्रोड ट्रांसफार्मर (Ferrite core transformers): इन ट्रांसफार्मर में फेराइट पदार्थ क्रोड के रूप में होती है। अधिकतर स्थितियों में प्राथमिक और द्वितीयक वाइंडिंग एक खोखले प्लास्टिक क्रोड पर लिपटी होती हैं और फेराइट पदार्थ को फिर खोखले क्रोड में

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



भर दिया जाता है। अल्पतम ह्रास के कारण इन ट्रांसफॉर्मर का उपयोग उच्च आवृत्ति से बहुत उच्च आवृत्ति अनुप्रयोगों में किया जाता है। इन ट्रांसफॉर्मर में क्रोड की स्थिति को बदला जा सकता है इस प्रकार M का मान बदला जा सकता है।

2 क्रोड की आकृति और प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डली की सापेक्षिक स्थिति के आकार के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the shape of core and relative position of primary and secondary windings):

a कोर टाइप ट्रांसफार्मर (Core type transformers): कोर प्रकार के ट्रांसफार्मर में प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डली क्रोड के दो पृथक भाग/अंग पर लिपटी होती हैं। क्रोड प्रकार के ट्रांसफार्मर बहुधा प्रयुक्त नही किए जाते हैं क्योंकि चुंबकीय फलक्स उपयोगी फ्लक्स लाइनों की संख्या को कम करता है जिससे उनकी दक्षता कम हो जाती है ।

b शेल टाइप ट्रांसफार्मर (Shell type transformers): इस प्रकार में प्राथमिक और द्वितीयक कुएडली दोनों कोर के एक ही खंड/अंग पर लिपटे होते हैं। चूंकि क्रोड का भाग दो वाइंडिंग को घेरता है लगभग सभी फ्लक्स ट्रांसफॉर्मर के क्रोड तक ही सीमित होते हैं। क्रोड प्रकार के ट्रांसफार्मर की तुलना में शेल प्रकार के ट्रांसफार्मर की दक्षता अधिक होती है। ये व्यापक रूप से वोल्टेज और विद्युतट्रांसफार्मर के रूप में उपयोग किए जाते हैं।

C रिंग प्रकारट्रांसफॉर्मर (Ring type transformers): इसमें कोर वृत्ताकार या अर्धवृत्ताकार लेमिनेशन से बना होता है। इन्हें एक अंगूठी के आकार में एक साथ जकड़ दिया जाता है। प्राथमिक और द्वितीयक वाइंडिंग को फिर रिंग पर लपेट दिया जाता है। इस प्रकार के निर्माण का नुकसान प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डली को घुमाने में सम्मिलित कठिनाई है। रिंग प्रकार के ट्रांसफार्मर आमतौर पर उच्च वोल्टेज और धारा मापन के लिए यंत्र ट्रांसफार्मर के रूप में उपयोग किए जाते हैं।

3 रूपान्तरण अनुपात के आधारपर वर्गीकरण (Classification based on the TransForamulaion ratio):

a उच्चायी ट्रांसफॉर्मर (Step-up Transformers): ऐसे ट्रांसफॉर्मर जिनमें प्रेरित द्वितीयक वोल्टेज प्राथमिक में दिए गए स्रोत वोल्टेज से अधिक होता है उच्चायी (स्टेप-अप) ट्रांसफॉर्मर कहलाते हैं।

b अपचायी ट्रांसफॉर्मर (Step-down Transformers): ऐसे ट्रांसफॉर्मर जिनमें प्रेरित द्वितीयक वोल्टेज प्राथमिक में दिए गए स्रोत वोल्टेज से कम होता है अपचायी (स्टेप-डाउन) ट्रांसफॉर्मर कहलाते हैं ।

C विलगन ट्रांसफॉर्मर (Isolation transformers): ऐसे ट्रांसफॉर्मर जिनमें प्रेरित द्वितीयक वोल्टेज प्राथमिक में दिए गए स्रोत वोल्टेज के समान होता है एकक या आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर कहलाते हैं। इन ट्रांसफॉर्मर में द्वितीयक में टर्न की संख्या प्राइमरी में टर्न की संख्या के बराबर होगी जिससे टर्न का अनुपात 1 के बराबर होगा।

4 ऑपरेटिंग आवृत्ति के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the operating frequency):

a ऑडियो फ्रीक्वेंसी (AF) ट्रांसफॉर्मर (Audio frequency (AF) transformers) : ये AF ट्रांसफॉर्मर वोल्टता ट्रांसफॉर्मर की भाँति होते हैं लेकिन इनका आकार अपेक्षाकृत छोटा होता है। अधिकतर AF ट्रांसफॉर्मर PCV माउंटिंग प्रकार के होते हैं। ये ट्रांसफॉर्मर 20 हर्ट्ज से 20 किलोहर्ट्ज़ परास की श्रव्य आवृत्तियों (ऑडियो फ्रीक्वेंसी) पर कार्य करने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। ऑडियो ट्रांसफॉर्मर का उपयोग निम्न में किया जाता है

- श्रव्य प्रवर्धक के एक स्तर के आउटपुट को अगले स्तर (इंटरस्टेज कपलिंग) के इनपुट से जोड़ना
- प्रवर्धक से प्रवर्धित श्रव्य संकेत को ध्वनि प्रणाली के स्पीकर से युग्मित करने के लिए।

कहा जाता है कि इन ट्रांसफॉर्मर के पास संपूर्ण श्रव्य परास पर फ्लैट आवृत्ति अनुक्रिया प्रदान करते हैं। इसका अर्थ है कि ट्रांसफॉर्मर श्रव्य आवृत्ति परास में समान रूप से उत्तम व्यवहार करता है।

श्रव्य ट्रांसफॉर्मर का रूपान्तरण अनुपात समान्यत: एक से कम होगा।

ये ट्रांसफॉर्मर ड्राइवर ट्रांसफॉर्मर (इंटर-स्टेज कपलिंग के लिए) या आउट-पुट ट्रांसफॉर्मर (एम्पलीफायर से स्पीकर के लिए) की पहचान करने के लिए कलर कोडिंग स्कीम का भी इस्तेमाल करते हैं।

b उच्च आवृत्ति ट्रांसफार्मर (High frequency transformers): उच्च आवृत्ति ट्रांसफार्मर लौह पाउडर या फेराइट या पीतल या एयर क्रोड (खोखले क्रोड) से निर्मित होते हैं। इन ट्रांसफॉर्मर को रेडियो फ्रीक्वेंसी ट्रांसफॉर्मर (RFTs) और इंटरमीडिएट फ्रिक्वेंसी ट्रांसफॉर्मर (IFTs) कहा जाता है। इन ट्रांसफॉर्मर का उपयोग रेडियो रिसीवर जैसे उच्च आवृत्ति परिपथ के किसी भी दो स्तरों को युग्मन के लिए किया जाता है। इन ट्रांसफार्मर की उच्च आवृत्ति सीमा 30 मेगाहर्ट्ज है।

इन ट्रांसफार्मरों की एक और विशेषता यह है कि क्रोड की स्थिति को बदला जा सकता है जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न युग्मन और ऊर्जा हस्तांतरण होता है। इन ट्रांसफॉर्मर में एक अन्य इलेक्ट्रॉनिक अवयव भी होता है जिसे संधारित्र कहा जाता है जो समानांतर में वाइंडिंग से जुड़ा होता है। इसके परिणामस्वरूप विभिन्न आवृत्तियों पर ट्रांसफार्मर का व्यवहार भिन्न होता है। इसलिए इन ट्रांसफार्मर प्रकारों को ट्यून्ड ट्रांसफार्मर भी कहा जाता है।

ये ट्रांसफॉर्मर ऑडियो फ्रीक्वेंसी (AF) ट्रांसफॉर्मर से भी छोटे होते हैं। इन ट्रांसफार्मरों को प्राय: पर एक अच्छे चालक (स्क्रीनिंग की आवश्यकता के

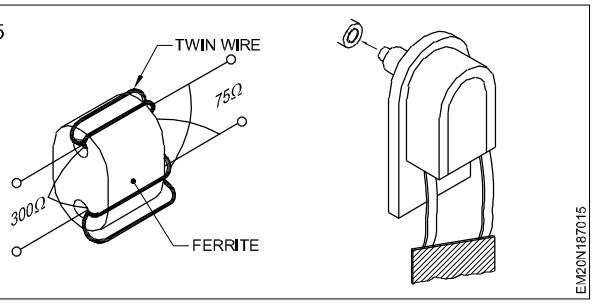
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

लिए प्रेरकों के अध्याय को देखें) का उपयोग करके परिरक्षित/आवरणित किया जाएगा।

RFTs और IFTs में उनके अनुप्रयोग के विभिन्न स्थानों की पहचान करने के लिए एक रंग कोडिंग योजना भी है।

C अति उच्च आवृत्ति ट्रांसफार्मर (Very high frequency transformers): इन ट्रांसफार्मर में क्रोड पदार्थ के रूप में वायु या फेराइट या पीतल होता है। ये ट्रांसफार्मर विशेष रूप से बहुत उच्च आवृत्तियों पर ऊर्जा ह्रास को कम करने के लिए बनाए गए हैं। बहुत उच्च आवृत्ति वाले ट्रांसफार्मर कई आकार और डिजाइन में उपलब्ध हैं। इनमें से कुछ टेलीविजन रिसीवरों में व्यापक रूप से प्रयुक्त किए जाते हैं। Fig 5 में TV रिसीवरों में उपयोग किए जाने वाले उच्च आवृत्ति वाले ट्रांसफॉर्मर को दिखाया गया है।

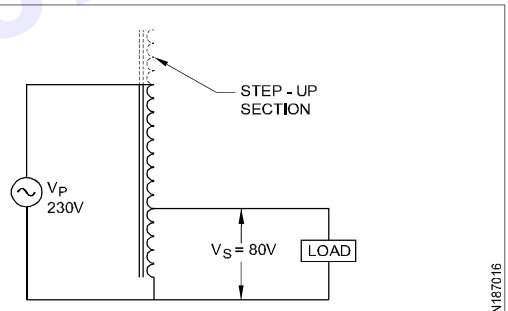
Fig 5



5 ऑटो-ट्रांसफार्मर (Auto-transformers):

ऑटो-ट्रांसफॉर्मर जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है एक विशेष किस्म का ट्रांसफार्मर है जिसमें केवल एक ही वाइंडिंग होती है। एकल वाइंडिंग के कारण प्राथमिक और द्वितीयक पक्षों के बीच कोई विलगन (आइसोलेशन) नहीं होता है। ऑटो-ट्रांसफॉर्मर का उपयोग तब किया जाता है जब इनपुट और आउटपुट के बीच विलगन महत्वपूर्ण नहीं होता है। ऑटो ट्रांसफॉर्मर्स का उपयोग पोटेंशियोमीटर जैसे स्लाइडिंग, कॉन्टैक्ट का उपयोग करके वैरिएबल वोल्टेज ऑपरेशन के लिए किया जा सकता है। लेकिन यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि एक ऑटो-ट्रांसफार्मर एक साधारण वोल्टेज विभाजक के रूप में कार्य नहीं करता है।

Fig 6



AUTO TRANSFORMER (VARIAC)

ऑटो-ट्रांसफॉर्मर आकार में छोटे होते हैं और एक ही रेटिंग के पारंपरिक दो कुण्डल वाले ट्रांसफार्मर की तुलना में कम लोहे का उपयोग करते हैं।

परिवर्तनीय वोल्टेज संचालन के लिए उपयोग किए जाने वाले ऑटो-ट्रांसफॉर्मर को व्यापारिक नाम VARIAC से संदर्भित किया जाता है।

जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है ऑटो-ट्रांसफॉर्मर में एक स्टेप-अप सेक्शन होता है (डॉटड रेखाओं में दिखाया गया है) जो ट्रांसफार्मर को 240V इनपुट AC आपूर्ति से 0 से 270V तक एक चर वोल्टेज आउटपुट विकसित करने में सक्षम बनाता है।

ऑटो-ट्रांसफार्मर का प्रयोग ज्यादातर प्रयोगशालाओं में प्रयोग करने के लिए किया जाता है।

6 एकल कला और त्रिकला ट्रांसफॉर्मर (Single phase and three phase transformers):

ट्रांसफॉर्मर को एकल कला (सिंगल फेज AC) मुख्य आपूर्ति के साथ उपयोग के लिए डिज़ाइन किया गया है। इसलिए इन ट्रांसफॉर्मर में एकल प्राइमरी वाइंडिंग होगी। ऐसे ट्रांसफार्मर को एकल कला ट्रांसफार्मर के रूप में जाना जाता है। त्रिकला प्रत्यावर्ती मुख्य आपूर्ति के लिए ट्रांसफॉर्मर भी उपलब्ध हैं। इन्हें बहुकला (पॉली-फेज) ट्रांसफार्मर के रूप में जाना जाता है। त्रिकला ट्रांसफॉर्मर में तीन प्राइमरी वाइंडिंग होंगी। त्रिकला ट्रांसफार्मर का उपयोग विद्युतवितरण और औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है।

7 अनुप्रयोग के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on application):

किसी विशेष कार्य के लिए ट्रांसफॉर्मर को उनके अनुप्रयोग के आधार पर भी वर्गीकृत किया जा सकता है। चूंकि असंख्य अनुप्रयोग हैं प्रकार भी असंख्य हैं। हालांकि इनमें से कुछ नीचे सूचीबद्ध हैं:

धारा ट्रांसफॉर्मर (Current Transformers) - क्लिप-ऑन करंट मीटर, ओवरलोड ट्रिप सर्किट आदि में उपयोग किया जाता है।

स्थिर वोल्टेज ट्रांसफार्मर (Constant voltage transformers) - संवेदनशील उपकरणों के लिए स्थिर वोल्टेज आपूर्ति प्राप्त करने के लिए उपयोग किया जाता है

इग्निशन ट्रांसफॉर्मर (Ignition transformers) - ऑटोमोबाइल में उपयोग किया जाता है

वेल्डिंग ट्रांसफार्मर (Welding transformers) - वेल्डिंग उपकरण में उपयोग किया जाता है

पल्स ट्रांसफार्मर (Pulse transformers) - इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में उपयोग किया जाता है

वोल्टेज नियमन (Voltage Regulation):

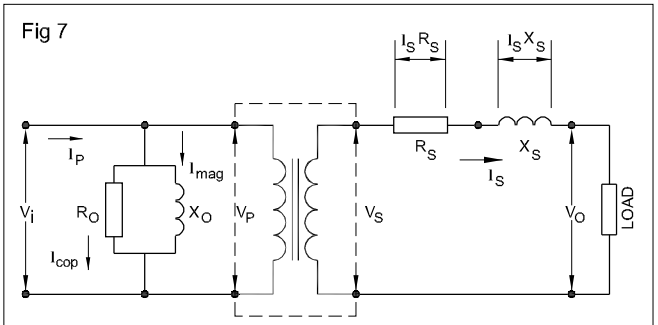
समझने से सरलता के लिए ट्रांसफॉर्मर पर पिछले सभी पाठों में प्राथमिक और द्वितीयक वाइंडिंग के प्रतिरोधक और प्रेरकीय प्रभाव की उपेक्षा की गई थी। साथ ही द्वितीयक वोल्टेज के परिमाण पर लोड धारा के प्रभाव की उपेक्षा की गई थी। एक व्यावहारिक स्थिति में, एक ट्रांसफॉर्मर का द्वितीयक वोल्टेज कम हो जाता है क्योंकि लोड/लोड-करंट बढ़ जाता है।

Fig 7 में दिखाए गए ट्रांसफॉर्मर के समतुल्य परिपथ पर विचार करें।

Fig 8 में सर्किट से, द्वितीयक धारा द्वितीयक वाइंडिंग के प्रतिरोधक और प्रतिघात घटकों में वोल्टेज ड्रॉप्स IsRs और IsXs उत्पन्न करती है। नतीजतन, आउटपुट वोल्टेज Vo, Vs से कम होती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 7



I_{mag} - MAGNETISING CURRENT

I_{cop} - PRIMARY CU LOSS CURRENT

R_S - OHMIC RESISTANCE OF SECONDARY WINDING

X_S - INDUCTIVE REACTANCE OF SECONDARY WINDING

EM20N187017

जब ट्रांसफॉर्मर के आउटपुट टर्मिनलों पर लोड कनेक्ट नहीं होता है, तो कोई सेकेंडरी करंट प्रवाहित नहीं होती है, और इसलिए, रुपये और Xs के बीच कोई वोल्टेज ड्रॉप नहीं होती है। इसलिए, V_o, V_S के बराबर है। इस प्रकार, ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी वोल्टेज नो-लोड पर सबसे बड़ा होता है।

भारित स्थिति में, वोल्टेज माध्यमिक वाइंडिंग के प्रतिरोधक और प्रतिघात घटकों में ड्रॉप हो जाता है, जिससे Vo कम हो जाता है। लोड करंट जितना बड़ा होगा, द्वितीयक के प्रतिरोधक और प्रतिघात घटकों में गिरावट उतनी ही अधिक होगी और इसलिए, V_o का मान छोटा होगा

आउटपुट वोल्टेज V_o में प्रतिशत परिवर्तन, नो-लोड से पूर्ण लोड तक ट्रांसफॉर्मर के वोल्टेज विनियमन को कहा जाता है।

$$\% \text{ Voltage regulation} = \frac{V_o(\text{No - load}) - V_o(\text{Full - load})}{V_o(\text{Full - load})} \times 100\%$$

आदर्श रूप से, Vo में नो-लोड से फुललोड में कोई परिवर्तन नहीं होनचाहिए (अर्थात विनियमन = 0%)। सर्वोत्तम संभव प्रदर्शन के लिए ट्रांसफार्मर में न्यूनतम संभव प्रतिशत विनियमन होना चाहिए।

कुछ पाठ पुस्तकों में ऊपर चर्चा किए गए विनियमन को "% विनियमन-अप" कहा जाता है कुछ पुस्तकें भी "% विनियमन-डाउन" शब्द का उपयोग करती हैं

$$\% \text{ voltage regulation down} = \frac{V_{o\,(NL)} - V_{o\,(FL)}}{V_{o\,(NL)}}$$

उदाहरण के लिए यदि एक ट्रांसफॉर्मर में नो-लोड होने पर 13V का आउटपुट होता है और उसके रेटेड प्रतिरोधी लोड पर 11.8V का आउटपुट होता है तो ट्रांसफॉर्मर का विनियमन क्या होगा?

$$\% \text{ Voltage regulation} = \frac{V_{o(NL)} - V_{o(FL)}}{V_{o(FL)}} \times 100\%$$

$$= \frac{13 - 11.8}{11.8} \times 100\% = 10\%$$

OC और SC परीक्षण परिणामों से विनियमन ज्ञात करना (Finding regulation from OC and SC test results):

$$\text{Voltage regulation} = \frac{V_{o(NL)} - V_{o(FL)}}{V_{o(FL)}} \times 100\ \%$$

$V_{o(NL)}$ OC परीक्षण से प्राप्त परीक्षण में द्वितीयक वोल्टेज है।

$V_{o(FL)}$ रेटेड फुल लोड के तहत द्वितीयक वोल्टेज है।

$V_{o(FL)}$ की गणना टर्न अनुपात और SC परीक्षण में प्राप्त आंकड़ों को जानकर की जा सकती है;

$$V_{o(FL)} = V_{o(FL)} \times \frac{N_s}{N_p}$$

जहाँ, Vp(FL) = Vp(NL) - Vi(SC)

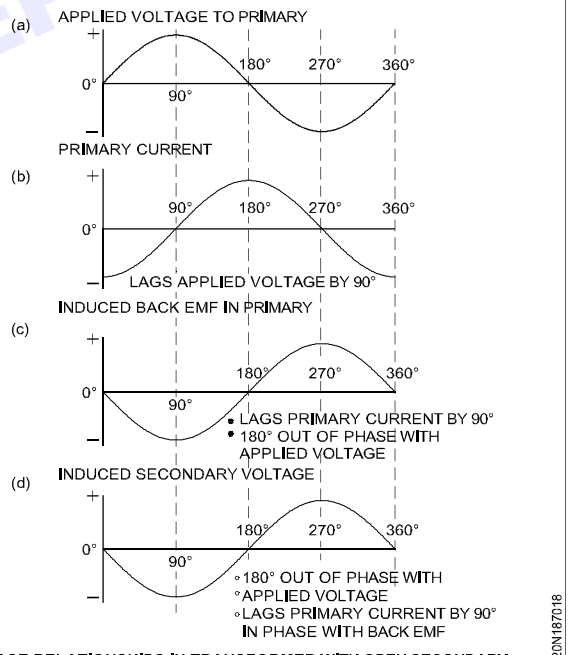
जहाँ, $V_{i(SC)}$ पूर्ण लोड पर SC टेस्ट में आरोपित प्राथमिक वोल्टेज है

प्राथमिक और द्वितीयक में खुला द्वितीयक वाइंडिंग में कला सम्बन्ध (Phase relationship between primary and secondary With Open secondary winding):

एक ट्रांसफॉर्मर के प्राइमरी और द्वितीयक में वोल्टेज और धारा के मध्यकला सम्बन्ध को समझने में आसानी के लिए एक खुले वाइंडिग वाले ट्रांसफॉर्मर पर विचार करें। Fig 8 के अनुसार द्वितीयक के खुले होने पर प्राइमरी वाइंडिंग एक प्रेरक की भाँति कार्य करता है।

इसका अर्थ है कि

Fig 8



PHASE RELATIONSHIPS IN TRANSFORMER WITH OPEN SECONDARY

EM20N187018

- प्राथमिक धारा आरोपित वोल्टेज V_i से 90° पश्चगामी है जैसा कि Fig 8b में दिखाया गया है।

- लेन्ज़ के नियम से प्राथमिक में उत्पादित बैक-emf जो कारण का विरोध करता है इसलिए प्राथमिक धारासे 90° पश्चगामी है जैसा कि Fig 8c में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्राथमिक बैक-emf अधिकतम होने पर द्वितीयक में प्रेरित वोल्टता अधिकतम होता है। अर्थात्

- द्वितीयक वोल्टता प्राथमिक धारा से 90° पश्चगामी होती है और इसलिए द्वितीयक वोल्टता(V_S) प्राथमिक वोल्टता से 180° कलान्तर (आउट ऑफ फेज) में होता है।

Fig 9 में प्राथमिक और के बीच द्वितीयक के बीच कला संबंध का एक संयुक्त Figण प्रदर्शित है।

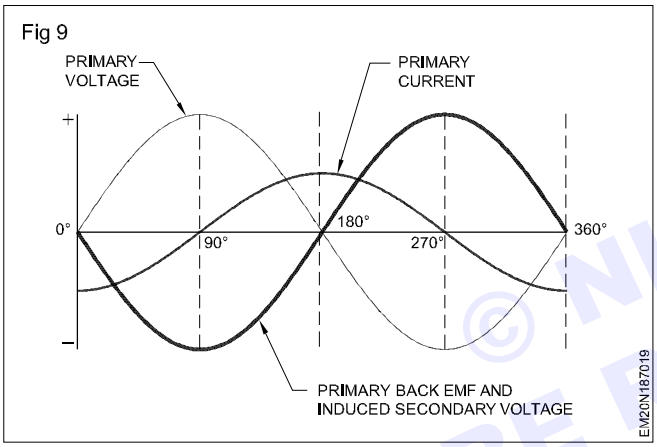
लोड सहित द्वितीयक (With loaded secondary):

जब एक लोड को ट्रांसफॉर्मर के द्वितीयक से संयोजित किया जाता है तो सेकेंडरी में धारा प्रवाहित होती है। किसी भी प्रेरकत्व के रूप में,

- कुण्डली की धारा द्वितीयक वोल्टता से जो इसे उत्पन्न करता है से 90° पश्चगामी होती है

चूंकि द्वितीयक वोल्टता प्राथमिक धारा से 90° पश्चगामी रहता है और द्वितीयक धारा द्वितीयक वोल्टता से 90° पश्चगामी रहता है

Fig 9



- द्वितीयक धारा प्राथमिक धारा से 180° कलान्तर (आउट ऑफ फेज) पर होता है।

जैसे-जैसे सेकेंडरी धारा परिवर्तित होती है यह अपना स्वयं का चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है जिसकी फ्लक्स रेखाएँ प्राथमिक धारा द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का विरोध करती हैं। यह प्राथमिक चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता को कम कर देता है। फलस्वरूप प्राथमिक में जनित बैक emf कम होता है। कम बैक emf के साथ आरोपित वोल्टता का विरोध करने के लिए प्राथमिक धारा में वृद्धि होती है। प्राथमिक धारा में वृद्धि की मात्रा द्वितीयक धारा में वृद्धि की मात्रा के सीधे समानुपातिक होती है। इस प्रकार जब एक ट्रांसफॉर्मर में द्वितीयक धारा में वृद्धि होती है तो प्राथमिक धारा में भी अपने आप वृद्धि हो जाती है और जब द्वितीयक धारा घटती है तो प्राथमिक धारा भी घटती है।

प्राथमिक पर निर्धारित वोल्टता आरोपित करके यदि ट्रांसफॉर्मर के द्वितीयक को लघुपथित कर दिया जाता है तो प्राथमिक के साथ-साथ द्वितीयक में भी अत्यधिक धारा प्रवाहित होगी। यह अत्यधिक धारा न केवल ट्रांसफार्मर को जला देगा अपितु संभावना है कि प्राथमिक विद्युतआपूर्ति स्रोत भी क्षतिग्रस्त हो जाएगा।

DC परिपथ में पावर की गणना सूत्र का उपयोग करके की जा सकती है।

- $P = E \times I$ वाट
- $P = E^2/R$ वाट

AC परिपथ में उपरोक्त सूत्रों के उपयोग से वास्तविक पावर तभी मिलेगी जब परिपथ में शुद्ध प्रतिरोध हो। ध्यान दें कि प्रेरकीय प्रभाव AC परिपथ में मौजूद होता है।

AC परिपथ में पावर (Power in AC circuit): AC परिपथ में तीन तरह की पावर होती है।

- एक्टिव पावर (ट्रू पावर) (Active power (True power)
- रिएक्टिव पावर (Reactive power)
- अपरेंट पावर (Apparent power)

एक्टिव पावर (ट्रू पावर) (Active power) (true power): AC परिपथ में एक्टिव पावर की गणना दिष्ट धारा परिपथ से भिन्न होती है। मापी जाने वाली एक्टिव पावर $V \times I \times \text{Cos } \theta$ का गुणनफल है जहाँ, Cos θ पॉवर फैक्टर (धारा और वोल्टेज के बीच कला कोण की कोज्या (cosine) है। यह प्रदर्शित करता है कि एक लोड के साथ जो पूरी तरह से प्रतिरोधी नहीं है और जहां धारा और वोल्टेज समान कला में नहीं हैं केवल धारा का वह हिस्सा जो वोल्टेज के साथ कला में है पावर का उत्पादन करेगा। इसे वाटमीटर से मापा जा सकता है।

रिएक्टिव पावर (Reactive power): प्रेरकीय पावर (वाट रहित पावर) के साथ $P_q = V \times I \times \text{Sin } q$

धारा का केवल वह भाग जो इस स्थिति में आरोपित वोल्टेज से 90° कलान्तर (90° फेज शिफ्ट) पर है इस स्थिति में उपयोग किया जाता है। दूसरी ओर संधारित्र और इंडक्टर्स वैकल्पिक रूप से ऊर्जा को स्टोर करते हैं और इसे स्रोत पर वापस कर देते हैं। ऐसी वोल्ट/एम्पीयर रिएक्टिव या var में मापी गई स्थानांतरित पावर को रिएक्टिव पावर कहा जाता है। ट्रू पावर के विपरीत रिएक्टिव पावर कोई उपयोगी कार्य नहीं कर सकती है।

अपरेंट पावर (Apparent power): अपरेंट पावर $P_a = V \times I$

इसकी माप दिष्ट धारा के समान वोल्टमीटर और एमीटर से किया जाता है।

यह केवल कुल आरोपित वोल्टेज और कुल परिपथ धारा का गुणनफल है और इसका मात्रक वोल्ट-एम्पीयर (VA) है।

शक्ति त्रिकोण (The power triangle): एक शक्ति त्रिकोण AC परिपथ में तीन अलग-अलग प्रकार की शक्ति की पहचान करता है।

- ट्रू पावर वाट में (True power in watts) (P)
- रिएक्टिव पावर var में (Reactive power in vars) (P_q)
- अपरेंट पावर (Apparent power VA) (P_a)

घात त्रिभुज का संदर्भ लेकर तीनों प्रकार की पावर के बीच संबंध प्राप्त किया जा सकता है। (Fig 12)

अत:

$P_a^2 = P^2 + P_q^2$ Volt- amperes (VA)

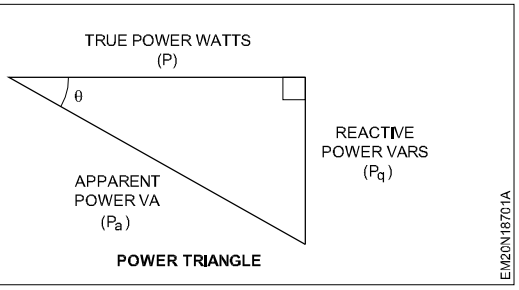
जहां '"P_a" वोल्ट-एम्पीयर (VA)में अपरेंट पावर है

'"p" वाट (W) में ट्रू पावर है

'"P_q"वोल्ट-एम्पीयर रिएक्टिव (VAR) में रिएक्टिव पावर है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 10



पावर फैक्टर (Power factor): स्रोत द्वारा आपूर्ति की जाने वाली अपरेंट पावर की तुलना में AC परिपथ को दी गई ट्रू पावर के अनुपात को लोड का पावर फैक्टर कहा जाता है। यदि हम किसी शक्ति त्रिभुज (Fig10) की जाँच करें तो ट्रू पावर और अपरेंट पावर (का अनुपात कोण q की कोज्या है।

$$\text{PowerFactor} = V \times \frac{P}{Pa} = \text{Cos}\theta$$

समीकरण से आप देख सकते हैं कि तीनों पावर संबंधित हैं और एक समकोण शक्ति त्रिभुज में प्रतिनिधित्व किया जा सकता है जिससे पावर फैक्टर को ट्रू पावर और अपरेंट पावर के अनुपात के रूप में प्राप्त किया जा सकता है। प्रेरकीय भार के लिए पावर फैक्टर को कैपेस्टिव लोड में अग्रणी पावर फैक्टर से अलग करने को लैगिंग कहा जाता है।

एक परिपथ का पावर फैक्टर यह निर्धारित करता है कि किसी दी गई ट्रू पावर को वितरित करने के लिए स्रोत से कितनी धारा आवश्यक होती है।

कम पावर फैक्टर वाले परिपथ को यूनिटी पावर फैक्टर परिपथ की तुलना में चुंबकीय धारा की आवश्यकता होती है।

ट्रांसफार्मर की दक्षता (Efficiency of transformers):

व्यवहार में आदर्श ट्रांसफार्मर नहीं बनाए जा सकते। ऐसा इसलिए है क्योंकि पावर को प्राथमिक से द्वितीयक में स्थानांतरित करने में सदैव कुछ मात्रा में पावर ह्रास होती है। इसलिए प्राथमिक में व्यय पावर सदैव द्वितीयक की तुलना में अधिक होगी। ट्रांसफॉर्मर हानियों के परिणामस्वरूप प्राथमिक और द्वितीयक के मध्य पावर में यह अंतर ह्रास या बर्बाद हो जाता है।

ट्रांसफॉर्मर को डिजाइन और बनाया जा सकता है जिसमें स्थानान्तरण ह्रास कम से कम हो। कोई ट्रांसफॉर्मर आदर्श स्थिति में किस स्थिति तक पहुंचता है उसे ट्रांसफॉर्मर की दक्षता कहा जाता है। एक ट्रांसफार्मर की दक्षता को प्राय: प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाता है

$$\text{Efficiency } \eta \text{ (in \%)} = \frac{\text{Output power}}{\text{Input power}} \times 100$$

ट्रांसफॉर्मर में ह्रास (LOSSES IN TRANSFORMERS):

ट्रांसफार्मर में ह्रास का कारण कुछ विद्युतऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित करना है। एक नियम के रूप में यदि एक ट्रांसफॉर्मर प्रचालन के दौरान गर्म हो रहा है तो ट्रांसफॉर्मर ह्रास उच्च है।

लगभग सभी ट्रांसफॉर्मर ह्रास जो प्राय: सभी लौह-क्रोड ट्रांसफॉर्मर में होता है नीचे बताए गए हैं;

1 ताम्र ह्रास (Copper losses):

ट्रांसफॉर्मर वाइंडिंग तांबे के तार के टर्न से बने होते हैं। यद्यपि तांबे का तार सर्वोत्तम चालक है फिर भी कुछ प्रतिरोध है। इस प्रतिरोध का मान पदार्थ के प्रकार और तार की लंबाई पर निर्भर करता है। जैसे-जैसे वाइंडिंग में टर्न की संख्या बढ़ती है तार की लंबाई उतनी ही लंबी होती है और प्रतिरोध भी उतना ही अधिक होता है। जब प्राथमिक और द्वितीयक धारा वाइंडिंग के माध्यम से प्रवाहित होती हैं तो वाइंडिंग के ओमिक प्रतिरोध के कारण पावर (I^2R) क्षय ऊष्मा के रूप में हो जाती है।

इन (I^2R) ह्रास को ताम्रहानि कहा जाता है। यदि प्राथमिक और द्वितीयक धाराओं में वृद्धि होती है तो ताम्रहानि में वृद्धि हो जाती है। एक ट्रांसफॉर्मर में कुल ताम्रहानि निम्न के बराबर होता है;

ताम्रहानि = $I_p^2.r_p + I_s2r_s$

मोटे गेज वाले तांबे के तार का उपयोग करके ताम्रहानि को कम किया जा सकता है लेकिन इससे ट्रांसफार्मर का आकार वजन और लागत बढ़ जाती है।

2 क्रोड हानियाँ या लौह हानियाँ (Core losses or Iron losses):

ट्रांसफार्मर में क्रोड/आयरन लॉस दो अलग-अलग प्रकार की हानियों के कारण होती है;

i हिस्टैरिसिस ह्रास

ii भंवर धारा ह्रास

i हिस्टैरिसिस ह्रास (Hysteresis loss):

एक ट्रांसफॉर्मर के लौह-क्रोड में चुंबकीय क्षेत्र 50 हर्ट्ज की मुख्य आपूर्ति आवृत्ति के लिए प्रत्येक सेकेंड में 50 बार उत्क्रमित होता है। प्रत्येक बार जब आपूर्ति की ध्रुवता उत्क्रमित होती है तो आयरन के अणु अपने N-S ध्रुवों के साथ अपनी दिशा इस प्रकार बदलते हैं जिससे चुंबकीय क्षेत्र की दिशा उत्क्रमित होती है।

चुंबकीय क्षेत्र की नई दिशा के साथ बने रहने के लिए लौह क्रोड के अणुओं को ऊर्जा आपूर्ति की जानी चाहिए। यह अणुओं के घूमने या लौह क्रोड के चुंबकत्व उत्क्रमित होने से ऊष्मा के रूप में व्यय होती है। ऊष्मा के रूप में प्रकट होने वाली ऊर्जा की यह हानि B-H वक्र या क्रोड पदार्थ के हिस्टैरिसीस लूप के क्षेत्रफल के समानुपाती होती है जैसा कि Fig 11 में दिखाया गया है।

लोहे क्रोड के चुंबकत्व उत्क्रमण में ट्रांसफार्मर के प्राथमिक में ऊर्जा ह्रास ट्रांसफार्मर की हिस्टैरिसीस हानि कहलाती है ।

यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि वायु क्रोड ट्रांसफार्मर में हिस्टैरिसीस हानि नहीं होगा क्योंकि वायु क्रोड ट्रांसफार्मर चुंबकीय कोर पदार्थ का उपयोग नहीं करते हैं।

ii भंवर धारा हानि (Eddy current loss):

लौह क्रोड ट्रांसफार्मर में क्रोड पदार्थ एक सुचालक पदार्थ है। इसलिए ट्रांसफॉर्मर के परिवर्ती चुंबकीय क्षेत्र में क्रोड में वोल्टेता प्रेरित करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

क्रोड में यह प्रेरित वोल्टता लघु धारा को क्रोड के भीतर प्रवाहित करने का कारण बनती है। इस धारा को भंवर धारा कहा जाता है।

Fig 11

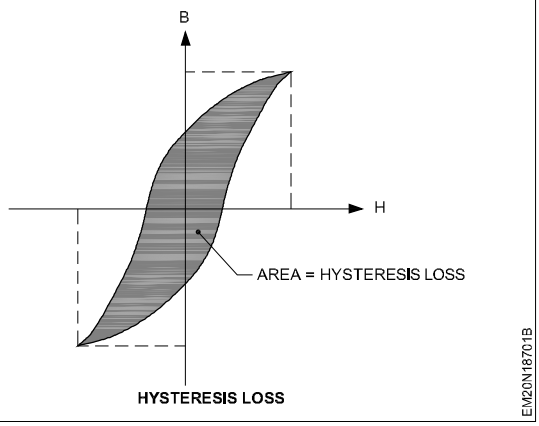
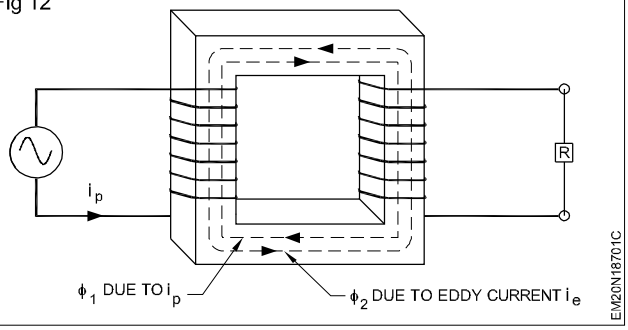


Fig 12



यदि क्रोड पदार्थ का प्रतिरोध कम है तो प्रेरित भंवर धारा अधिक होगी। इस परिसंचारी भंवर धाराओं और क्रोड पदार्थ के प्रतिरोध के कारण शक्ति क्षय ऊष्मा के रूप में होती है जैसा कि Fig 12 में दिखाया गया है।

इसके अतिरिक्त प्रेरित भंवर धाराएं Fig 12 में दिखाए गए अनुसार क्रोड में एक विरोधी फलक्स (ø2) स्थापित करती हैं। इसके परिणामस्वरूप क्रोड में चुंबकीय क्षेत्र को बनाए रखने के लिए प्राथमिक धारा अधिक प्रयत्न करती हैं। इससे भंवर धारा और उसमें होने वाले ह्रास में वृद्धि होती है।

ट्रांसफॉर्मर क्रोड में भंवर धारा के कारण ट्रांसफॉर्मर में शक्ति ह्रास को भंवर धारा ह्रास/हानि कहा जाता है ।

ट्रांसफॉर्मर क्रोड में भंवर धारा ह्रास को क्रोड को पतले फ्लैट सेक्शन में बनाकर कम किया जा सकता है। इन पतले सपाट भागों को लेमिनेशन कहा जाता है ।

चूंकि इन लेमिनेशन का परिच्छेद क्षेत्रफल बहुत कम होता हैं भंवर धारा को स्थापित करने के लिए प्रतिरोध का मान अधिक हो जाता है और इसके द्वारा उत्पन्न ह्रास भी कम हो जाता है।

इस तरह के लेमिनेशन को एक साथ स्टैग करते हैं। इन लेमिनेशन को एक इन्सुलेशन कोटिंग आमतौर पर शेलैक के माध्यम से एक दूसरे से रोधित कर दिया जाता है। लेमिनेशन के मध्य इन्सुलेशन के कारण भंवर धाराएं केवल अलग-अलग लेमिनेशन में प्रवाहित हो सकती हैं। इसलिए ट्रांसफार्मर का समग्र भंवर धारा ह्रास बहुत कम हो जाता है।

भंवरधाराओं के कारण शक्ति क्षय निम्न के समानुपातिक है

a धारा आवृत्ति।

b धारा परिमाण।

यदि लौह-क्रोड ट्रांसफार्मर का उपयोग उच्च आवृत्तियों पर किया जाता है तो भंवर धारा ह्रास उच्च हो जाता है। इसलिए उच्च आवृत्ति अनुप्रयोगों में लौह-क्रोड ट्रांसफार्मर को प्राथमिकता नहीं दी जाती है।

यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि वायु क्रोड ट्रांसफार्मर में कोई भंवरधारा ह्रास नहीं होगा क्योंकि उनके पास क्रोड पदार्थ नहीं है जिसमें भंवर धारा प्रवाहित हो सके।

ट्रांसफार्मर के की अन्य हानि (Other losses in transformers):

ताम्र ह्रास और लौह ह्रास के अतिरिक्त ट्रांसफार्मर में दो और प्रकार के ह्रास होते हैं। वे हैं:

1 फ्लक्स क्षरण के कारण ह्रास

2 क्रोड संतृप्ति हानि

फ्लक्स क्षरण के कारण ह्रास (Loss due to flux leakage):

प्राथमिक और द्वितीयक वाइंडिंग द्वारा निर्मित सभी फ्लक्स लाइनें लौह क्रोड से नहीं गुजरती हैं। कुछ चुंबकीय रेखाएं वाइंडिंग से क्षरित होकर स्पेस में चली जाती हैं। ये क्षरित चुंबकीय रेखाएं उपयोगी कार्य नहीं कर सकती हैं। फ्लक्स लाइनों का यह क्षरण ट्रांसफार्मर की दक्षता को कम करते हुए व्यय ऊर्जा को व्यक्त करता है।

क्रोड संतृप्ति के कारण ह्रास (Loss due to core saturation):

जब एक आयरन-क्रोड ट्रांसफार्मर की प्राथमिक वाइंडिंग में धारा में वृद्धि होती है तो उत्पन्न फ्लक्स लाइनें क्रोड के माध्यम से सेकेंडरी वाइंडिंग तक एक पथ का अनुसरण करती हैं और क्रोड के माध्यम से प्राथमिक वाइंडिंग में वापस आती हैं जैसे ही प्राथमिक धारा बढ़ना प्रारम्भ करती है क्रोड में फ्लक्स लाइनों की संख्या तेजी से बढ़ती है। प्राथमिक धारा में अतिरिक्त वृद्धि केवल कुछ अतिरिक्त लाइनों का उत्पादन करेगी जो इसे उत्पादित करना चाहिए था। तब कोर को संतृप्त कहा जाता है। कोर संतृप्ति के बाद प्राथमिक धारा में कोई और वृद्धि शक्ति क्षय का परिणाम है।

एक ट्रांसफॉर्मर में विभिन्न प्रकार के ह्रासों का योग कुल ह्रास द्वारा दिया जाता है,

ट्रांसफार्मर में कुल ह्रास = ताम्र ह्रास (प्राथमिक +

द्वितीयक)+ लौह हानि

(हिस्टैरिसिस + भंवर धारा)+

फ्लक्स क्षरण ह्रास + क्रोड संतृप्ति ह्रास

दो अन्य ह्रासों की अपेक्षा फ्लक्स क्षरण ह्रास और क्रोड संतृप्ति ह्रास नगण्य है। साथ ही इन दो हानियों को उत्तम ट्रांसफॉर्मर डिजाइन और सुरक्षित धारा स्तर प्रचालन द्वारा बहुत कम किया जा सकता है। इसलिए एक ट्रांसफार्मर में होने वाले कुल ह्रास को उसमें ताम्र ह्रास और लौह ह्रास को जानकर ज्ञात किया सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

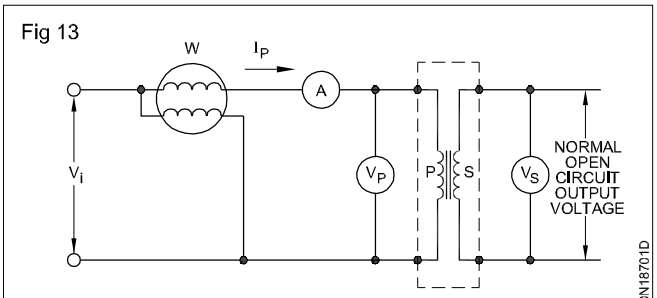
ट्रांसफार्मर ह्रास का मापन (Measuring transformer losses):

ट्रांसफॉर्मर में ह्रासों को निर्धारित करने के लिए टर्न अनुपात और दक्षता दो सरल परीक्षण किए जाते हैं। ये परीक्षण नो-लोड टेस्ट और फुल-लोड टेस्ट हैं।

नो-लोड टेस्ट या ओपन परिपथ परिक्षण (No-load test or open circuit test) (O-C test):

Fig 13 में ट्रांसफॉर्मर O-C परीक्षण के लिए परिपथ व्यवस्था को दर्शाया गया है।

Fig 13



OPEN - CIRCUIT TEST ON A TRANSFORMER

AC इनपुट वोल्टेज (Vi) एक रेटेड (निर्धारित) प्राथमिक वोल्टेज पर सेट किया गया है। इनपुट पावर (Pi) को वाटमीटर (W) द्वारा मापा जाता है। इनपुट धारा (Ip) को एमीटर द्वारा मापा जाता है।

खुला (ओपन)-परिपथ द्वितीयक वोल्टेज (V_S) वोल्टमीटर द्वारा मापा जाता है।

द्वितीयक खुला (ओपन) होने के कारण द्वितीयक में धारा नहीं है।

चूंकि ट्रांसफॉर्मर द्वितीयक खुला परिपथ है (I_s=0) प्राइमरी धारा (I_p) बहुत कम है। चूंकि I_p बहुत कम है इसलिए एमीटर और वाटमीटर के अक्रॉस वोल्टतापात की उपेक्षा की जा सकती है। इसलिए इनपुट वोल्टेज (Vi) को प्राथमिक वोल्टेज (V_p) के रूप में लिया जा सकता है। इसलिए दो वोल्टमीटर पाठांक के अनुपात से ट्रांसफॉर्मर का टर्न अनुपात ज्ञात हो जाता है।

ट्रांसफार्मर का टर्न अनुपात = $\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$.

वॉटमीटर द्वारा मापी इनपुट पावर (Pi) से कुल ट्रांसफॉर्मर क्रोड ह्रास प्राप्त होता है क्योंकि बहुत कम प्राथमिक धारा और शून्य द्वितीयक धारा के कारण कुण्डली में ताम्रह्रास नगण्य होता है और इसलिए इसे शून्य के रूप में माना जा सकता है।

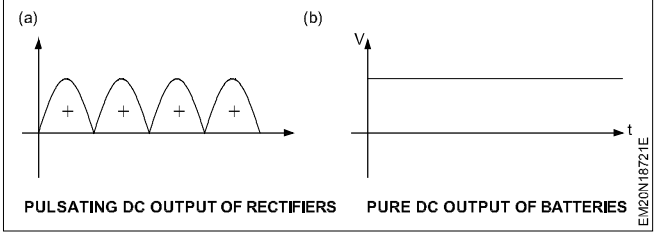
ट्रांसफॉर्मर में कुल ह्रास = कॉपर ह्रास + लौह ह्रास

= 0 + लौह ह्रास

ताम्र ह्रास शून्य होने से वाटमीटर (W) पर मापी गई इनपुट शक्ति कुल ट्रांसफार्मर क्रोड ह्रास या लौह ह्रास (Wi) होता है।

फुल लोड अथवा शॉर्ट सर्किट परीक्षण (S-C test) (Full load test or short circuit test (S-C test) Fig 14, में किसी दिए गए ट्रांसफॉर्मर पर S-C परीक्षण के लिए परिपथ व्यवस्था को दर्शाया गया है।

Fig 14



PULSATING DC OUTPUT OF RECTIFIERS PURE DC OUTPUT OF BATTERIES

द्वितीयक टर्मिनलों को लघु पथित करके इनपुट वोल्टेज (V_i) को शून्य से धीरे-धीरे बढ़ाया जाता है जब तक कि प्राथमिक परिपथ में एमीटर रेटेड फुल-लोड प्राइमरी धारा I_P प्रदर्शित नही करता है। जब ऐसा होता है तो रेटेड फुल लोड द्वितीयक धारा I_S द्वितीयक कुण्डली में परिपथित हो जाएगा।

चूंकि द्वितीयक टर्मिनलों को लघुपथित कर दिया जाता है प्राथमिक पर आवश्यक वोल्टेज 'V_P पूर्ण-लोड पर प्राथमिक और द्वितीयक धारा का उत्पादन करने के लिए आवश्यक वोल्टेज निर्धारित इनपुट वोल्टेज (V_i) का लगभग 3% है।

इस स्थिति में इनपुट पावर (P_i) मापने वाला वाटमीटर नीचे दिए गए कारणों से पूर्ण-लोड ताम्र ह्रास को इंगित करता है;

- इनपुट वोल्टेज के निम्न स्तर (रेटेड का 3%) के साथ क्रोड फ्लक्स न्यूनतम है। इसलिए मुख्य ह्रास इतने कम हैं कि उन्हें उपेक्षित किया जा सकता है और शून्य के रूप में लिया जा सकता है।
- चूंकि कुण्डली दोनों प्राथमिक और द्वितीयक निर्धारित पूर्ण-लोड धाराएं हैं इनपुट केवल निर्धारित पूर्ण-लोड ताम्रह्रास ही प्रदर्शित करता है।

  कुल ह्रास = कॉपर ह्रास + लौह ह्रास

  कुल ह्रास = कॉपर ह्रास + 0 + लौह ह्रास

लौह ह्रास शून्य होने के साथ वाटमीटर पर मापी गई इनपुट शक्ति (Wc) रेटेड फुल-लोड धारा पर कुल ट्रांसफॉर्मर ताम्र ह्रास है।

SC परीक्षण के परिणामों का उपयोग करके धारा और वोल्टेज के बीच फेज कोण अंतर (ø) को नीचे दिए गए सूत्र के अनुसार निर्धारित किया जा सकता है;

$$\text{Power factor}, \cos\theta = \frac{\text{True power}}{\text{Apparent power}}$$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

रेक्टिफायर (Rectifiiers)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

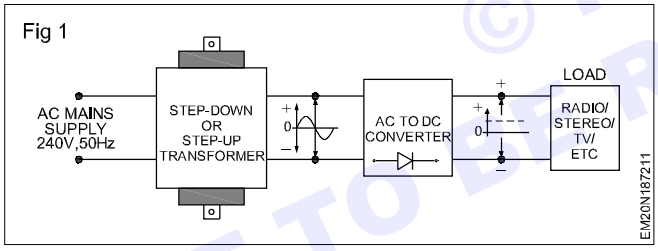
- **हाफ वेव, फुलवेव और ब्रिज रेक्टिफायर की कार्यप्रणाली का वर्णन करना**
- **रिपल आवृत्ति, T.C. फिल्टर,प्रेरक फिल्टर और L.C. फिल्टर का वर्णन करना**

रेक्टिफायर (Rectifier):

लगभग सभी इलेक्ट्रॉनिक परिपथ को अपने कार्य करने के लिए DC वोल्टेज की आवश्यकता होती है। यह DC वोल्टेज शुष्क सेल और बैटरी द्वारा प्राप्त किया जा सकता है। ड्राई सेल का उपयोग केवल पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक परिपथ जैसे ट्रांजिस्टर रेडियो टेप रिकॉर्डर आदि में व्यावहारिक है। लेकिन परिपथ में बड़े वोल्टेज और धाराओं की आवश्यकता होती है जैसे हाई पावर ऑडियो एम्पलीफायर, टेलीविजन, सेट, आदि। बैटरी न केवल बहुत महंगी होगी बल्कि बल्कि बड़ी भी होती हैं

DC वोल्टेज प्राप्त करने का एक वैकल्पिक विधि 240V 50Hz की AC मुख्य आपूर्ति को DC वोल्टेज में परिवर्तित करना है। यह तकनीक न केवल सुविधाजनक है बल्कि बैटरी पैक की तुलना में बहुत कम जगह लेती है। AC को DC में बदलने की इस प्रक्रिया को रेक्टिफिकेशन कहते हैं। Fig 1 में आवश्यक वोल्टेज स्तर के AC को DC में परिवर्तित करने के सिद्धांत को दर्शाया गया है।

Fig 1



ट्रांसफार्मर मुख्य AC को आवश्यक स्तर तक स्टेप-डाउन या स्टेप-अप करताहै। ट्रांसफॉर्मर के आउटपुट से स्टेप-अप या स्टेप-डाउन AC को फिर उनकी यूनिकयूनिडायरेक्शनल प्रॉपर्टीका उपयोग करके डायोड का उपयोग करके DC में परिवर्तित किया जाता है।

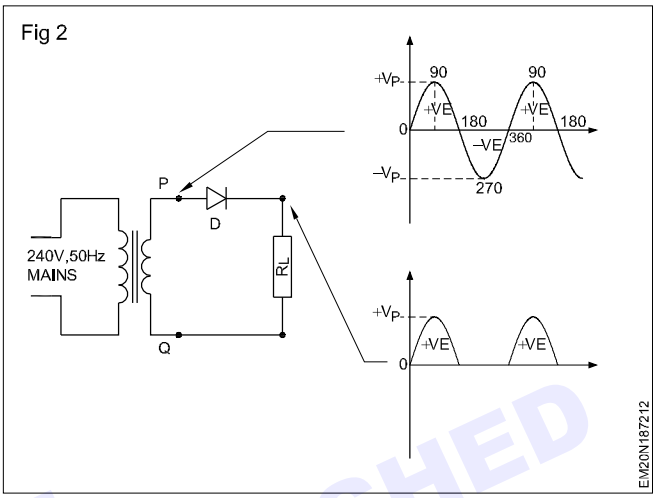
हाफ वेव रेक्टिफायर (Half wave rectifier):

AC से DC कनवर्टर का सबसे सरल रूप एक डायोड का उपयोग करके प्राप्त किया जाता है। इस तरह के AC से DC कनवर्टर को हाफ-वेव रेक्टिफायर के रूप में जाना जाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

ट्रांसफॉर्मर के द्वितीयक में, टर्मिनलों P एवं Q में, जब एक CRO पर देखा जाता है, तो विद्युतसंकेत एक साइनसोइडल तरंग होता है जिसमें V_P का शिखर मान होता है और आवृत्ति उस दर से निर्धारित होती है जिस पर विकल्प (+ ve से -ve) होते हैं। Fig 2 में आवृत्ति 50 Hz है क्योंकि यह वोल्टेज 50Hz, AC मेन सप्लाई से लिया गया है।

यदि P और Q के बीच वोल्टेज को AC वोल्टमीटर का उपयोग करके मापा जाता है तो वोल्टमीटर साइनसॉइडल तरंग के rms (रूट माध्य वर्ग)

Fig 2



मान V rms को दिखाता है जो कि पीक मान से कम होता है V_{Peak} और V_{rms} के बीच संबंध द्वारा दिया गया है

$V_{rms} = 0.707\ V_{peak}$ .....[1]

इसके विपरीत,

$$V_{peak} = \frac{V_{rms}}{0.707} = \sqrt{2}\ V_{rms}$$

जब यह साइनसॉइडल सिग्नल डायोड D में लागू होता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है डायोड केवल इनपुट साइनसॉइडल वोल्टेज के +ve आधे चक्र के दौरान संचालित होता है और इनपुट साइनसॉइडल वोल्टेज का -ve आधा संचालन के दौरान (एक खुले स्विच के रूप में व्यवहार) करता है यह प्रक्रिया बार-बार दोहराती है और इस प्रकार लोड के आउटपुट पर एक पल्सेटिंग +ve तरंग रूप उत्पन्न करती है R_L जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

हाफ-वेव रेक्टिफायर परिपथ के संचालन को Fig 3 की मदद से संक्षेप में प्रस्तुत किया जा सकता है:

1 AC इनपुट के धनात्मक आधे चक्र के दौरान डायोड अग्रदिशिक बायस्ड होता है क्योंकि डायोड का एनोड धनात्मक होता है जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है।

2 इसलिए धारा एनोड से कैथोड की ओर प्रवाहित होती है लोड R_L के माध्यम से ट्रांसफॉर्मर के सेकेंडरी में जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है। लोड रेसिस्टर R_L के माध्यम से ड्रॉप IR_L ध्रुवता के साथ DC वोल्टेज V_{dc} है जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

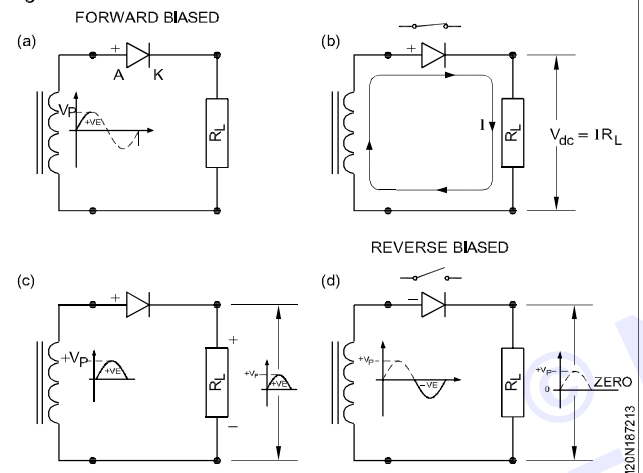
3 जब इनपुट साइनसोइडल का +ve आधा चक्र पूरा हो जाता है तो R_L के अक्रॉस वोल्टेज धनात्मक आधा साइनवेव होगा जैसा कि Fig 3c में दिखाया गया है। रेक्टिफाइड वोल्टेज का पीक भी इनपुट AC वोल्टेज के पीक के बराबर होता है।

4 इनपुट AC के ऋणात्मक आधे चक्र के दौरान डायोड रिवर्स बायस्ड होता है क्योंकि डायोड का एनोड ऋणात्मक होता है जैसा कि Fig 3d में दिखाया गया है।

5 इसलिए डायोड एक खुले स्विच के रूप में व्यवहार करता है और लोड के माध्यम से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है और इसलिए लोड R_L पर कोई वोल्टेज आउटपुट नहीं होता है जैसा कि Fig 3d में दिखाया गया है।

6 –ve आधा चक्र पूरा करने के बाद जब इनपुट सिग्नल फिर से धनात्मक हो जाता है तो स्टेप 1 से शुरू होने वाला पूरा ऑपरेशन दो हराता है।

Fig 3



जैसा कि Fig 2 से देखा जा सकता है हाफ-वेव रेक्टिफायर का आउटपुट हमेशा एक +ve वोल्टेज (DC) होता है हालांकि यह स्पंदित होता है। दूसरे शब्दों में आउटपुट या तो धनात्मक होता है (AC इनपुट के आधे चक्र के दौरान) या शून्य (AC इनपुट के आधे चक्र के दौरान) लेकनि कभी भी ऋणात्मक नहीं होता है। इसलिए एक रेक्टिफायर का आउटपुट एक स्पंदित +ve, DC वोल्टेज होता है।

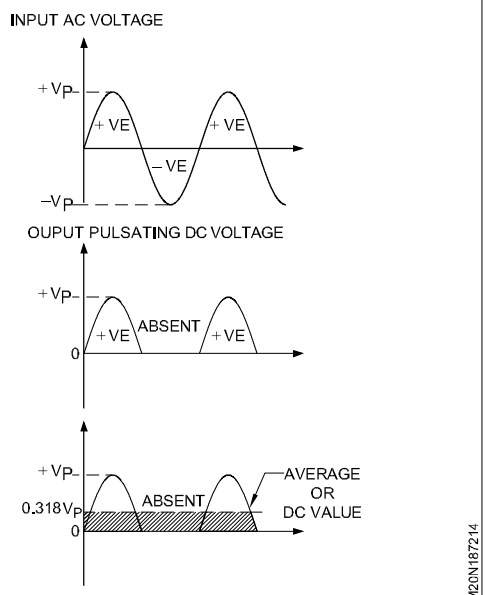
Fig 2 में परिपथ को हाफ-वेव रेक्टिफायर के रूप में जाना जाता है क्योंकि परिपथ द्वारा इनपुट AC सिग्नल के केवल एक आधे चक्र के दौरान रेक्टिफ़ाई किया जाता है।

हाफ-वेव रेक्टिफायर में आउटपुट DC स्तर की गणना करना (Calculating output DC level in half-wave rectifiers):

हाफवेव रेक्टिफायर के आउटपुट DC स्तर की गणना के लिए ध्यान देने योग्य दो महत्वपूर्ण बिंदु हैं;

- लोड रेसिस्टर के अक्रॉस एक हाफवेव (HW) रेक्टिफायर का आउटपुट एक पल्सेटिंग DC होता है जिसका पीक वोल्टेज AC इनपुट के +ve हाफ साइकल के पीक वैल्यू के बराबर होता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है। इसे एक ऑसिलोस्कोप का उपयोग करके चेक किया जा सकता है।

Fig 4



डायोड की स्माल फॉरवर्ड वोल्टेज ड्रॉप (Si के लिए 0.7) जो फॉरवर्ड बायस्ड को समझने में सरलता के लिए अनदेखा किया जाता है।

- जब इनपुट AC –ve आधे चक्र में होता है तो पल्सेटिंग संकेत स्तर शून्य होता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

इसलिए जब एक DC वोल्टमीटर लोड रेसिस्टर R_L से जुड़ा होता है तो मीटर पल्सेटिंग सिग्नल के औसत DC मान को पढ़ता है। डायोड ड्रॉप को अनदेखा करते हुए हाफ वेव रेक्टिफायर में पल्सेटिंग आउटपुट का औसत DC मान दिया गया है

$V_{average}$ या $V_{dc} = 0.318\ V_P$ .....[2]

उदाहरण: यदि Fig 2 में ट्रांसफार्मर (Vs) का कुल द्वितीयक वोल्टेज 24 V_{rms} (AC मीटर द्वारा मापा जाता है) है तो आउटपुट Vdc होगा,

From ...1, $Vp = \sqrt{2}\ V_{rms}$

From ...2, $Vdc = (0.318)\ Vp = 0.45\ V_{S(rms)}$

इसलिए हाफ-वेव रेक्टिफायर के लिए आउटपुट DC का स्तर दिया जाता है

$V_{dc} = 0.45\ V_S(rms)$ .....[3]

जहाँ, $V_S(rms)$ इनपुट rms AC वोल्टेज है।

ऊपर दिए गए उदाहरण में Fig 10 में आउटपुट DC वोल्टेज होगा

$V_{dc} = 0.45 \times V_{S(rms)} = 0.45 \times 24 = 10.8$ volts.

रिपल आवृत्ति (Ripple frequency):

Fig 4 से यह स्पष्ट है कि रेक्टिफाइड पल्सेटिंग DC की आवृत्ति इनपुट AC सिग्नल की आवृत्ति के समान है। यह सभी हाफ-वेव रेक्टिफायर के लिए सही है।

पीक इनवर्स वोल्टेज (Peak inverse voltage):

Fig 5a में अर्ध-तरंग दिष्टकारी को उस क्षण दिखाया गया है जब द्वितीयक वोल्टेज अपने अधिकतम ऋणात्मक शिखर पर होता है।

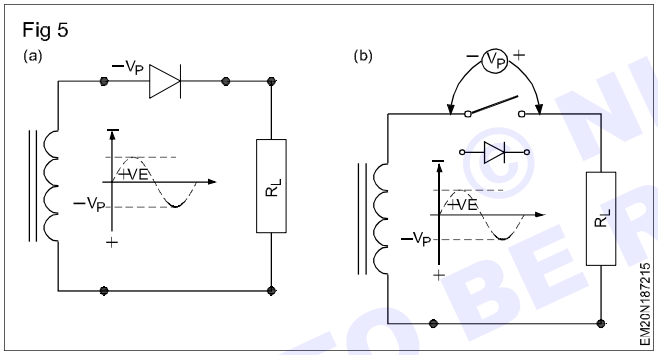
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इस स्थिति में चूंकि डायोड रिवर्स बायस्ड है यह एक ओपन स्विच के रूप में व्यवहार करता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है। चूंकि डायोड रिवर्स बायस्ड है इसलिए लोड R_L मेंकोई वोल्टेज नहीं होता है । इसलिए किरचॉफ के वोल्टेज नियमसे सभी द्वितीयक वोल्टेज डायोड में दिखाई देते हैं जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है। यह अधिकतम रिवर्स वोल्टेज है जो रिवर्स बायस्ड स्थिति में डायोड में दिखाई देता है। इस वोल्टेज को पीक रिवर्स वोल्टेज या अधिक सामान्यतः पीक इनवर्स वोल्टेज (PIV) कहा जाता है। इसलिए एक हाफ-वेव रेक्टिफायर में डायोड के अक्रॉस पीक इनवर्स वोल्टेज सेकेंडरी वोल्टेज $V_{S(peak)}$ के -ve पीक वैल्यू के बराबर होता है । चूँकि साइनसॉइडल तरंग में -ve पीक वोल्टेज और +ve पीक वोल्टेज परिमाण में समान होते हैं एक हाफवेव रेक्टिफायर में डायोड के अक्रॉस पीक इनवर्स वोल्टेज को $V_{S(peak)}$ के रूप में लिया जा सकता है।

पहले विचार किए गए उदाहरण में डायोड के अक्रॉस PIV होगा

$$V_{s(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 33.9 \approx 34 \text{ volts.}$$

उपयोग किए गए डायोड के ब्रेकडाउन से बचाने के लिए डिज़ाइन किए गए HW रेक्टिफायर के डायोड में दिखाई देने वाला PIV डायोड की PIV रेटिंग से कम होना चाहिए। उदाहरण के लिए डायोड के ब्रेकडाउन से बचाने के लिए डायोड की PIV 34 वोल्ट से अधिक होनी चाहिए।



दो डायोड फुल वेव रेक्टिफायर (Two diode full wave rectifier):

हाफ-वेव रेक्टिफायर में इनपुट AC वोल्टेज के -ve हाफ साइकल के दौरान कोई रेक्टिफिकेशन एक्शन नहीं होता है। इस वजह से आउटपुट DC स्तर (0.318 $V_{S(peak)}$) कम होता है। हाफ-वेव रेक्टिफायर की इस सीमा को दो डायोड और एक सेंटर-टैप-ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करके दूर किया जा सकता है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

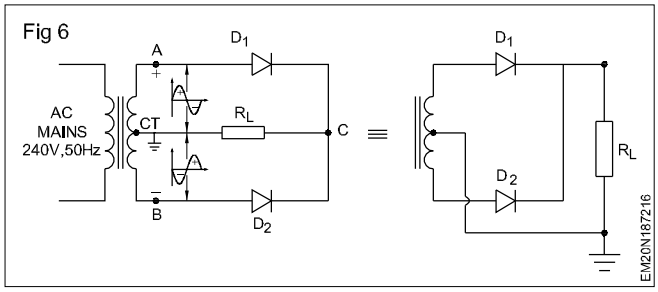


Fig 6 में प्रत्येक डायोड और सामान्य लोड प्रतिरोध RL दो स्वतंत्र अर्ध-तरंग दिष्टकारी बनाते हैं। सेंटर-टैप सेकेंडरी वाइंडिंग के कारण प्रत्येक डायोड को कुल सेकेंडरी वोल्टेज का केवल आधा ही प्राप्त होता है।

ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी वाइंडिंग के विपरीत सिरों में हमेशा सेंटर-टैप के संबंध में विपरीत ध्रुवताएं होती हैं। जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है जब द्वितीयक वाइंडिंग का अंत A धनात्मक होता है तो निचला सिरा B ऋणात्मक होगा।

Fig 7a में दर्शाई गई ध्रुवता के लिए D_1 का एनोड धनात्मक है और इसलिए अग्र बायसित है। जबकि D_2 का एनोड ऋणात्मक है और इसलिए कंडक्ट नहीं करता है। ट्रांसफॉर्मर से (A के अंत से)→ D_1 → R_L → वापस ट्रांसफॉर्मर सेंटर-टैप पर धारा प्रवाहित होती है। यह दिशा आउटपुट DC वोल्टेज के +ve टर्मिनल के रूप में लोड RL में बिंदु C बनाती है।

अगले आधे चक्र के दौरान ट्रांसफार्मर का अंत, B +ve और A, –ve है जैसा कि Fig 7b में दिखाया गया है। अत: D_2 का एनोड +ve है और यह डायोड चालन करता है जबकि D_1 नहीं करता है। ट्रांसफॉर्मर से (B के अंत से)→ D_2 → R_L → वापस ट्रांसफॉर्मर सेंटर-टैप पर धारा प्रवाहित होती है। धारा की यह दिशा फिर से आउटपुट DC वोल्टेज के +ve टर्मिनल के रूप में लोड RL में बिंदु C बनाती है।

निम्नलिखित दो बिंदुओं पर ध्यान देना महत्वपूर्ण है;

- किसी एक समय या तो D_1 या D_2 संचालित होता है लेकिन दोनों कभी नहीं।
- जबकि दो डायोड में से कोई भी संचालन कर रहा है संशोधित धारा i, R_L के माध्यम से उसी दिशा में बहती है जैसा कि Fig 7a और Fig 7b में दिखाया गया है। तो DC आउटपुट वोल्टेज डायोड D_1,D_2 के कॉमन कैथोड पर धनात्मक होता है।

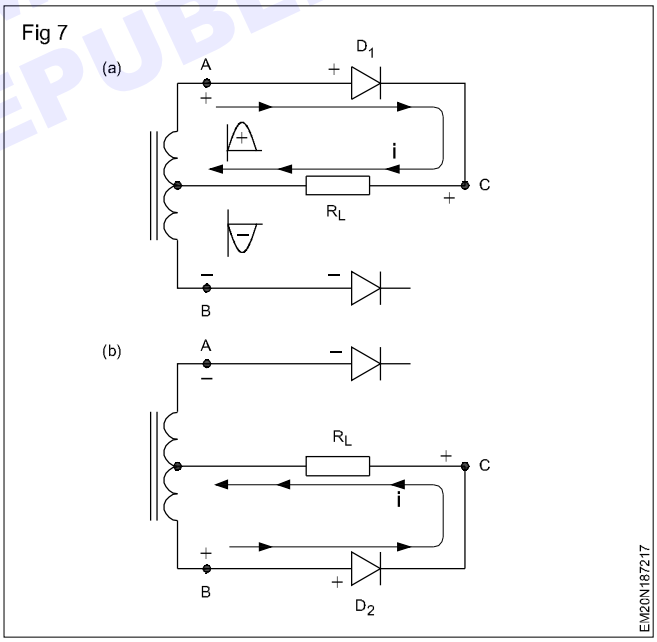
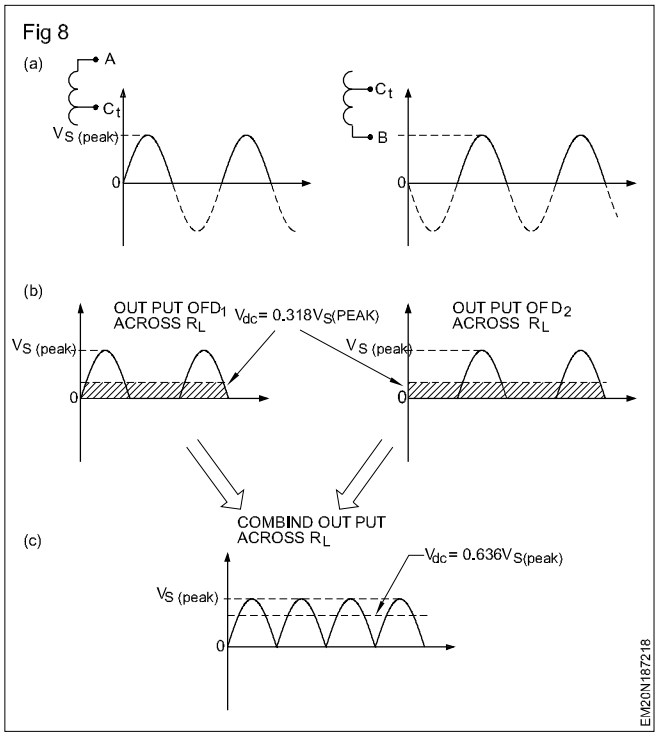


Fig 8 में एक फुलवेव रेक्टिफायर के इनपुट और आउटपुट की वेव-फॉर्म को दिखाया गया है। रेक्टिफायर AC इनपुट के धनात्मक और ऋणात्मक आधे चक्रों में कार्य करता है ताकि लोड रजिस्टर R_L में DC आउटपुट काउत्पादन किया जा सके। हालांकि एक समय में केवल एक डायोड संचालित होता है आउटपुट R_L में संयुक्त होते हैं। इसलिए फुलवेव रेक्टिफायर हाफ-वेव रेक्टिफायर की तुलना में लोड को दोगुना DC करंट प्रदान करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



चूंकि इनपुट AC सिग्नल के दोनों आधे चक्रों को Fig 6 में सर्किट द्वारा रेक्टिफाइड किया जाता है इसलिए इस सर्किट को फुलवेव रेक्टिफायर के रूप में जाना जाता है। चूंकि यह फुलवेव रेक्टिफायर में दो डायोड का उपयोग होता है इसलिए इस सर्किट को टू डायोड फुल वेव रेक्टिफायर के रूप में भी जाना जाता है।

दो-डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी में आउटपुट DC स्तर (Output DC level in a two-diode full wave rectifier):

चूंकि एक फुलवेव रेक्टिफायर दो हाफ-वेव रेक्टिफायर के संयोजन के अलावा और कुछ नहीं होता है एक फुलवेव रेक्टिफायर का औसत या DC मान स्वाभाविक रूप से एक ही सेकेंडरी वोल्टेज द्वारा संचालित हाफ-वेव रेक्टिफायर के आउटपुट का दोगुना होता है।

Fig 8 से यह स्पष्ट है कि फुल वेव रेक्टिफाइड के आउटपुट का औसत या DC मान है

$$V_{dc} = 0.318\ V_{S(peak)} + 0.318\ V_{S(peak)}$$

$$V_{dc} = 0.636\ V_{S(peak)}$$

$V_{S(peak)}$ सेंटरटेप और ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी के किसी एक छोर A या B के बीच समान पीक वोल्टेज होता है।

$V_{S(rms)}$, V_{dc} के संदर्भ में फुलवेव रेक्टिफायर का V_{DC} निम्न द्वारा दिया जाता है

$$V_{S(rms)} = 0.707\ V_{S(peak)}$$

इसलिए, $V_{dc} = 0.636$

$$= 0.9\ V_{S(rms)}$$

उदाहरण: मान लीजिए कि ट्रांसफॉर्मर का सेकेंडरी वोल्टेज 24-0-24$_{V(rms)}$ है इस ट्रांसफॉर्मर में उपयोग होने वाले फुलवेव रेक्टिफायर का DC आउटपुट वोल्टेज होगा

दो डायोड फुलवेव रेक्टिफायर के लिए,

$$V_{dc} = 0.9\ V_{S(rms)}$$

इसलिए दिए गए उदाहरण में,

$$V_{dc} = 0.9 \times V_{S(rms)} = 0.9 \times 24 = 21.6 \text{ वोल्ट}$$

फुलवेव रेक्टिफायर में रिपल फ्रीक्वेंसी (Ripple frequency in a full wave rectifier): Fig 16c से यह देखा जा सकता है कि AC वोल्टेज के प्रत्येक इनपुट चक्र के लिए आउटपुट के दो चक्र होते हैं। यह पूर्ण इनपुट वोल्टेज के कारण है। नतीजतन एक फुलवेव रेक्टिफायर के आउटपुट की आवृत्ति इनपुट AC फ्रीक्वेंसी से दोगुनी होती है। यदि मेन्स AC का उपयोग फुलवेव रेक्टिफायर के इनपुट के रूप में किया जाता है क्योंकि मेन्स फ्रीक्वेंसी 50 हर्ट्ज है इसलिए पल्सेटिंग DC की आउटपुट फ्रीक्वेंसी 100 हर्ट्ज होगी।

पीक इनवर्स वोल्टेज (Peak inverse voltage):

Fig 9 में फुलवेव रेक्टिफायर दिखाया गया है कि द्वितीयक वोल्टेज अपने अधिकतम धनात्मक मान तक तत्काल पहुंचता है।

बाहरी पाश के चारों ओर किरचॉफ के नियम को लागू करने पर हम प्राप्त करते हैं

$2V_{s(peak)}$–Reverse voltage (PIV) across D_2
+ Forward voltage across D_1 = 0

हम D1 के स्माल फॉरवर्ड वोल्टेज को नेग्लेक्ट करते हैं

$2V_{s(peak)}$ – PIV across D_2 +0 =0

या PIV across D_2 = $2V_{s(peak)}$

ऊपर यह देखा जाता है कि फुलवेव रेक्टिफायर में प्रत्येक डायोड की PIV रेटिंग पूर्ण सेकेंडरी वोल्टेज के पीक वैल्यू से अधिक होनी चाहिए। (2Vs(peak)

जल्दी माने जाने वाले उदाहरण में डायोड का PIV , 34V से अधिक होना चाहिए।

फुलवेव रेक्टिफायर में डायोड की करंट रेटिंग (Current rating of diodes in a fullwave rectifier):

यदि फुलवेव रेक्टिफायर में जुड़ा लोड R_L 10Ω, है तो इसके माध्यम से DC करंट वहन करेगा

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{10\Omega}.$$

ऊपर दिए गए उदाहरण में, V_{DC} = 21.6 वोल्ट

इसलिए,

$$I_{dc} = \frac{21.6}{10} = 2.16 \text{ amps.}$$

यह ध्यान रखना आवश्यक है कि यह धारा I दो DC डायोड D_1 और D_2 द्वारा डिवाइड किया गया है। ऐसा इसलिए है क्योंकि प्रत्येक डायोड केवल एक आधा चक्र ही संचालित करता है। इसलिए प्रत्येक डायोड के माध्यम

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

से DC करंट, कुल DC लोड करंट I_{DC} का आधा होता है। इसलिए 10Ω लोड वाले प्रत्येक डायोड के माध्यम से अधिकतम करंट 2.16/2 = 1.08 एम्पीयर होगा। यह इस प्रकार से है कि प्रत्येक डायोड की करंट रेटिंग $If(_{max})$ को अधिकतम / रेटेड लोड करंट का केवल आधा होना चाहिए।

हाफवेव रेक्टिफायर में चूंकि केवल एक डायोड होता है इसलिए उपयोग किए जाने वाले डायोड की करंट रेटिंग लोड के माध्यम से अधिकतम करंट होनी चाहिए इसके विपरीत फुलवेव रेक्टिफायर के केस में जिसमें डायोड की करंट रेटिंग उपयोग की जाने वाली अधिकतम भार से करंट केवल आधी होती है।

उदाहरण: दो डायोड फुलवेव रेक्टिफायर में 1.8 एम्प की लोड करंट आवश्यकता के साथ उपयोग किए गए डायोड की करंट रेटिंग क्या होनी चाहिए?

चूंकि यह दो डायोड फुलवेव रेक्टिफायर है इसलिए प्रत्येक डायोड की करंट रेटिंग कुल लोड करंट का 1/2 होना चाहिए।

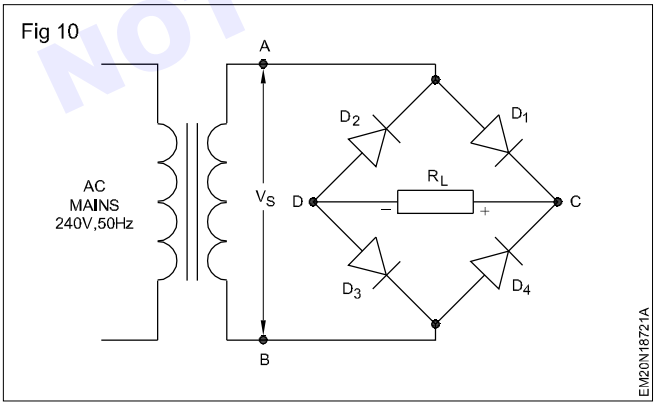
इसलिए, $I_f(_{max})$ डायोड 1.8 ऐम्प/2 = 0.9 ऐम्प होना चाहिए।

इस रेक्टिफायर सर्किट के लिए 1 ऐम्प करंट रेटिंग का डायोड उपयोग किया जाता है तो यह सही है।

ब्रिज रेक्टिफायर (The Bridge rectifier): दो डायोड और सेंटर-टैप ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करके एक फुलवेव रेक्टिफायर की हानियों को एक संशोधित फुलवेव रेक्टिफायर द्वारा दूर किया जा सकता है जैसा कि Fig10 में दिखाया गया है। Fig 10 में चूंकि डायोड एक ब्रिज के रूप में जुड़े हुए हैं यह रेक्टिफायर सर्किट आमतौर पर ब्रिज रेक्टिफायर के रूप में जाना जाता है।

ब्रिज रेक्टिफायर को सेंटर-टैप किए गए ट्रांसफॉर्मर की आवश्यकता नहीं होती है। साथ ही सभी सेकेंडरी वोल्टेज का उपयोग किसी भी समय रेक्टिफिकेशन के लिए किया जाता है।

Fig 10

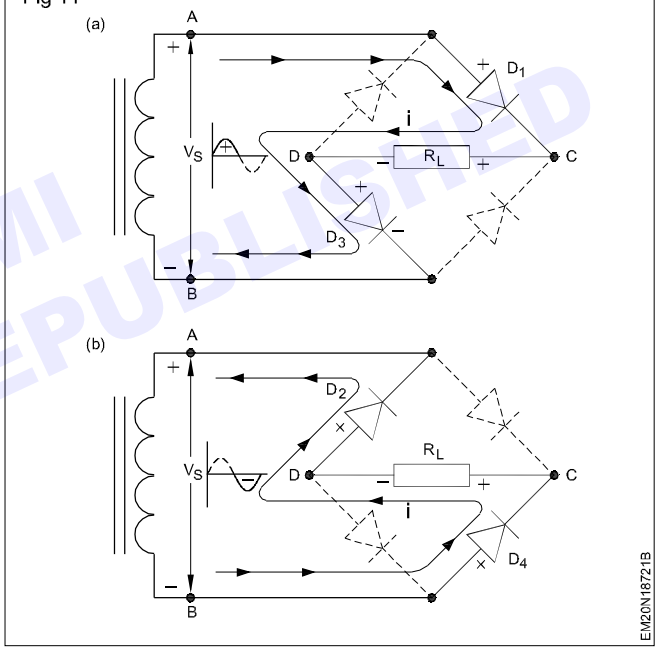


ब्रिज रेक्टिफायर के संचालन को निम्नलिखित चरणों में संक्षेपित किया जा सकता है;

- जब ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी का एंड A +ve होता है जैसा कि Fig 11a डायोड में दिखाया गया है D_1 और D_3 फॉरवर्ड बायस्ड हैं जबकि D_2 और D_4 रिवर्स बायस्ड हैं और इसलिए D_2 और D_4 सर्किट में नहीं आते हैं।
- ट्रांसफार्मर से करंट एन्ड से → D_1 → R_L → D_3 → वापस ट्रांसफार्मर (एन्ड B) में प्रवाहित होता है। धारा प्रवाह बिंदु C की दिशा से R_L में DC आउटपुट का धनात्मक टर्मिनल होता है।
- इनपुट के दूसरे आधे चक्र (-ve आधाचक्र) के दौरान ट्रांसफार्मर का एन्ड B +ve हो जाता है जैसा कि Fig 19b में दिखाया गया है। डायोड D_4 और D_2 फॉरवर्ड बायस्ड होता हैं जबकि D_1 और D_3 रिवर्स बायस्ड होता हैं।
- ट्रांसफार्मर से करंट एन्ड B) → D_4 → R_L → D_2 → वापस ट्रांसफार्मर (एन्ड A) में प्रवाहित होता है। धारा प्रवाह की दिशा से बिंदु C फिर से R_L के DC आउटपुट का +ve टर्मिनल होता है।

नोट: इनपुट AC के +ve और -ve दोनों आधे चक्रों के दौरान T_L के माध्यम से धारा I एक ही दिशा में होती है। परिणाम यहहै कि D_1 और D_4 के कैथोड से जुड़े T_L के अंत में एक सही DC वोल्टेज दिखाई देता है।

Fig 11



ब्रिज रेक्टिफायर में आउटपुट DC स्तर (Output DC level in a bridge rectifier)

Fig 12 में एक ब्रिज रेक्टिफायर के इनपुट AC और आउटपुट को पल्सेटिंग DC की वेव-फॉर्म दिखाई गयी है।

यह वेव-फॉर्म सेंटर-टैप ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करके फुलवेव रेक्टिफायर के समान होती है। इसलिए आउटपुट के औसत DC का मान है

$V_{dc} = 0.636\ V_{S(peak)}$

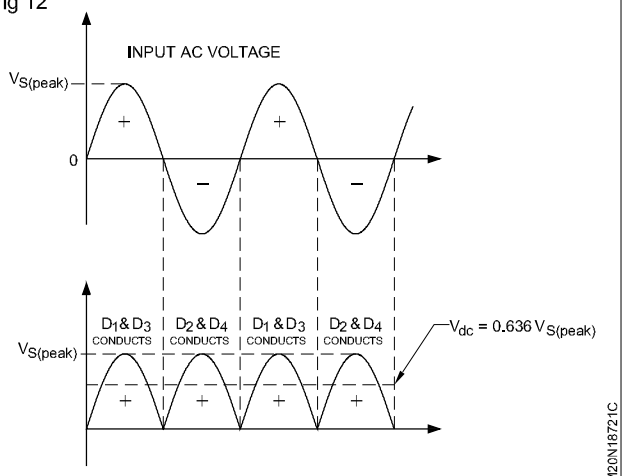
या $V_{dc} = 0.9\ V_{S(rms)}$

जहाँ, $V_{S(rms)}$ पूर्ण सेकेंडरी AC rms वोल्टेज है।

टू-डायोड फुलवेव रेक्टिफायर में $V_S(_{tms})$ कुल सेकेंडरी वोल्टेज का केवल आधा हिस्सा है जबकि ब्रिज रेक्टिफायर में $V_{S(rms)}$ फुल सेकेंडरी वोल्टेज को संदर्भित करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 12



उदाहरण: Fig 11 में यदि ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी वोल्टेज $V_{S(rms)}$ 24 वोल्ट है तो लोड R_L के अक्रॉस रेक्टिफाइड DC वोल्टेज V_{dc} होगा

समीकरण ....2 से, ब्रिज रेक्टिफायर के लिए V_{dc} दिया गया है

$V_{dc} = 0.9\ V_{S(rms)}$

दिया गया है $V_{S(rms)}$ = 24 volts

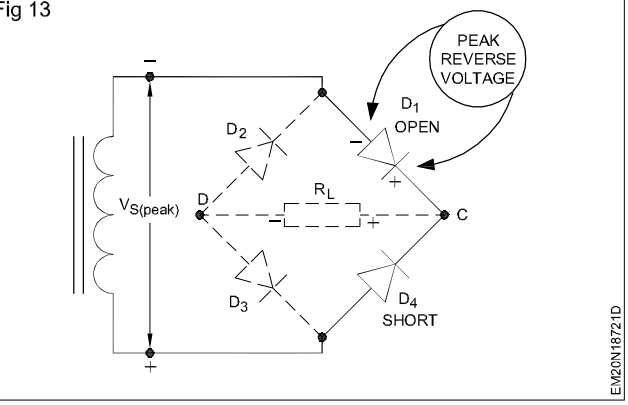
इसलिए, $V_{dc} = 0.9 \times 24 = 21.6$ volts

नोट: एक ही ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करते हुए एक दो-डायोड फुलवेव रेक्टिफायर ने केवल 10.8 वोल्ट दिया जाना चाहिए जिससे ब्रिज रेक्टिफायर आउटपुट का आधा हो सके

रिपल फ्रीक्वेंसी - ब्रिज रेक्टिफायर (Ripple frequency - Bridge rectifier): ब्रिज की पल्सेटिंग DC आउटपुट दो डायोड फुलवेव के समान होती है। इसलिए जैसा कि दो डायोड फुलवेव रेक्टिफायर में होता है ब्रिज रेक्टिफायर की आउटपुट रिपल फ्रीक्वेंसी भी इनपुट AC फ्रिक्वेंसी से दोगुनी होती है।

पीक इनवर्स वोल्टेज - ब्रिज रेक्टिफायर (Peak inverse voltage - Bridge rectifier): Fig 13 में एक ब्रिज रेक्टिफायर को दिखाया गया है जब सेकेंडरी वोल्टेज अपने अधिकतम मान पर पहुंच गया है।

Fig 13



डायोड D_4 आदर्श रूप से शार्ट होता है (जब यह संचालन कर रहा है) और D_1 आदर्श रूप से खुला है। बाहरी लूप के चारों ओर वोल्टेज को जोड़ने और किरचॉफ के नियम को लागू करने पर,

$V_{S(peak)}$ – PIV अक्रॉस D_1 + 0 = 0

या PIV अक्रॉस D_1 = $V_{S(peak)}$

इसलिए, D_4 के अक्रॉस पीक इनवर्स वोल्टेज पीक सेकेंडरी वोल्टेज $V_{S(peak)}$ के बराबर है।

इसी तरह प्रत्येक डायोड में पीक इनवर्स वोल्टेज ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी के पीक सेकेंडरी वोल्टेज $V_{S(peak)}$ के बराबर होगा। इसलिए उपयोग किए गए डायोड की PIV रेटिंग $V_{S(peak)}$ से अधिक होनी चाहिए।

उदाहरण: Fig 13 में यदि ट्रांसफॉर्मर द्वितीयक वोल्टेज $V_{S(peak)}$ 24 वोल्ट है तो उपयोग किए गए डायोड का न्यूनतम PIV ज्ञात करें।

एक ब्रिज रेक्टिफायर में डायोड के अक्रॉस PIV समान होता है और $V_{S(peak)}$ के बराबर होता है।

इसलिए दिए गए उदाहरण से,

$$PIV = V_{S(peak)} = \frac{V_{S(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 34 \text{ volts.}$$

ब्रिज रेक्टिफायर में डायोड की करंट रेटिंग (Current rating of diodes in bridge rectifiers):

जैसा कि Fig 11 में दिखाया गया एक ब्रिज रेक्टिफायर में भी दो डायोड फुलवेव रेक्टिफायर के केस में डायोड युग्म D_1, D_3 और D_2, D_4 कुल लोड करंट I का आधा हिस्सा ले जाते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि प्रत्येक डायोड युग्म केवल आधे AC इनपुट चक्र के दौरान ही संचालन कर रही है।

ब्रिज रेक्टिफायर की एक मात्र हानि, अगर इसे एक हानि के रूप में माना जाता है तो यह सर्किट दो-डायोड फुलवेव रेक्टिफायर की तरह दो के बजाय फुलवेव रेक्टिफिकेशन के लिए चार डायोड का उपयोग किया जाता है। लेकिन इस हानि की भरपाई ब्रिज रेक्टिफायर की साधारण ट्रांसफॉर्मर आवश्यकता और उच्च DC आउटपुट स्तर द्वारा की जाती है। इसलिए ब्रिज रेक्टिफायर अधिकांश अनुप्रयोगों के लिए सबसे लोकप्रिय AC से DC रेक्टिफायर होता हैं।

रेक्टिफायर की दक्षता (Efficiency of the Rectifier):

रेक्टिफायर दक्षता को लागू इनपुट AC पावर में DC पावर के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।

रेक्टिफायर की दक्षता η = DC आउटपुट पावर / इनपुट AC पावर

$I_{dc} = I_m/\pi$

DC आउटपुट द्वारा दिया गया है: $P_{dc} = I^2_{dc} \times R_L = (I_m/\pi)^2 \times R_L$

AC इनपुट पावर दी जाती है: $P_{ac} = I^2_{rms} \times (r_f + R_L)$

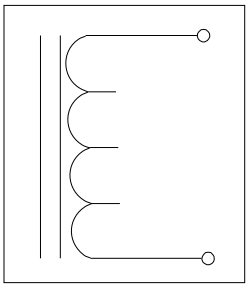
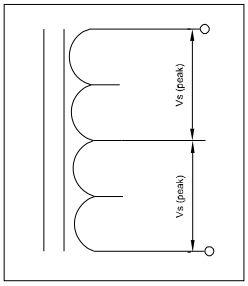
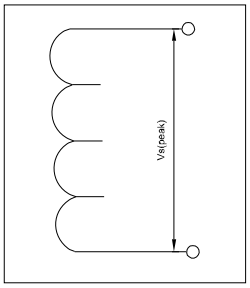
जहाँ, r_f डायोड प्रतिरोध है।

रिपल फिल्टर (Ripple filters):

रेक्टिफायर्स का आउटपुट एक पल्सेटिंग DC वोल्टेज होता है जैसा कि Fig 15a में दिखाया गया है न कि सेल या बैटरी के आउटपुट की तरह शुद्ध DC वोल्टेज जैसा कि Fig 15 b में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

हाफ-वेव, फुलवेव और ब्रिज रेक्टिफायर की तुलना टेबल के रूप में नीचे दी गई है;

	हाफ-वेव	फुलवेव	ब्रिज
• आवश्यक डायोड की संख्या	1	2	4
• ट्रांसफॉर्मर पीक आउटपुट वोल्टेज			
• $V_{S(peak)}$ के मामले में DC आउटपुट वोल्टेज	0.318 $V_{S(Peak)}$	0.636 $V_{S(Peak)}$	0.636 $V_{S(Peak)}$
• $V_{S(rms)}$ के मामले में DC आउटपुट वोल्टेज	0.45 $V_{S(rms)}$	0.9 $V_{S\ (rms)}$	0.9 $V_{S(rms)}$
• डायोड करंट रेटिंग	$I_{L\ (max)}$	0.5 $I_{L\ (max)}$	0.5 $I_{L\ (max)}$
• पीक व्युत्क्रम वोल्टेज	$V_{S(peak)}$	$2V_{S(peak)}$	$V_{S(peak)}$
• रिपल फ्रीक्वेंसी	f_{input}	$2f_{input}$	$2f_{input}$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 15

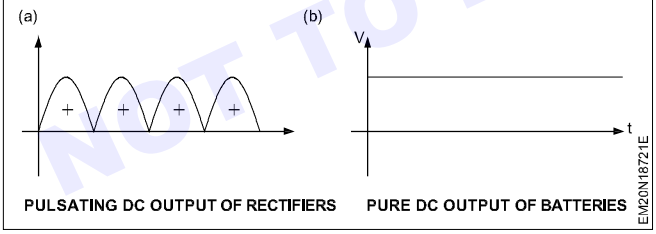
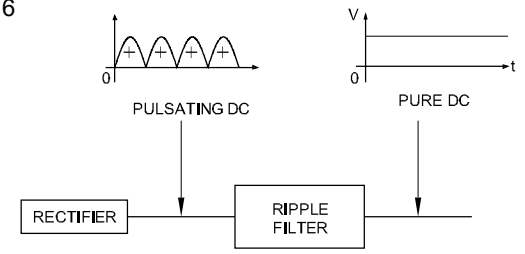


Fig 16



पल्सेटिंग DC वोल्टेज का उपयोग अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक सर्किट जैसे रेडियो, टेप रिकॉर्डर,आदि में नहीं किया जा सकता है। इन सर्किटों को बैटरी के आउटपुट के समान शुद्ध DC वोल्टेज की आवश्यकता होती है जैसा कि Fig 15b में दिखाया गया है। इसलिए रेक्टिफायर सर्किट के आउटपुट में स्पंदन को हटाने या कम करने की आवश्यकता होती है। रेक्टिफायर के DC आउटपुट में पल्सेशन को फ़िल्टर करने या कम करने के लिए उपयोग किए जाने वाले सर्किट को स्मूथिंग सर्किट के रूप में जाना जाता है यह अधिक लोकप्रिय रूप से रिपल फिल्टर के रूप में जाना जाता है जैसा कि Fig 16 में दिखाया गया है।

संधारित्र इनपुट फ़िल्टर (Capacitor input filters): किसी भी रिपल फिल्टर सर्किट में प्रयुक्त सबसे महत्वपूर्ण घटक कैपेसिटर होता है। याद रखें कि कैपेसिटर विद्युतऊर्जा को संग्रहीत करते हैं और आवश्यकता पड़ने पर इसे छोड़ते हैं। संधारित्र के इस गुण का उपयोग रेक्टिफायर के स्पंदित आउटपुट को स्मूथिंग करने में किया जाता है।

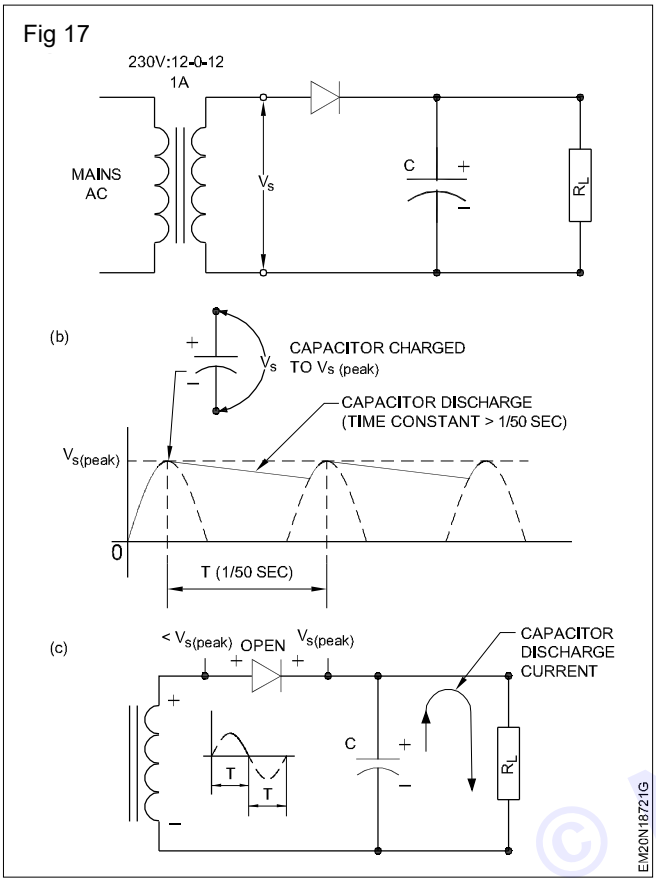
हाफ-वेव रेक्टिफायर्स का फ़िल्टरिंग आउटपुट (Filtering output of Half-wave rectifiers): Fig 17a में एक अर्ध-तरंग दिष्टकारी के निर्गम से जुड़ा एक संधारित्र इनपुट फ़िल्टर दिखाया गया है।

स्रोत वोल्टेज V_S के पहले क्वार्टर चक्र के दौरान डायोड अग्र-बायस होता है और आदर्श रूप से एक बंद स्विच की तरह व्यवहार करता है। चूंकि डायोड का आउटपुट सीधे कैपेसिटर से जुड़ा होता है कैपेसिटर पीक वोल्टेज $V_{S(peak)}$ पर चार्ज होता है जैसा कि Fig 17b में दिखाया गया है।

जैसा कि Fig 17b में दिखाया गया है कि जब इनपुट V_S केवल धनात्मक शिखर से गुजरता है तो डायोड चालन करना बंद कर देता है। ऐसा इसलिए

है क्योंकि Fig 17c में दिखाए गए ध्रुवीयता के साथ संधारित्र में $V_{S(peak)}$ वोल्ट होता हैं। जब V_S अपनी पीक से गुजरता है तो डायोड के एनोड पर वोल्टेज $V_{S(peak)}$ से थोड़ा कम होता है। इसलिए डायोड रिवर्स बायस्ड होता है और एक खुले स्विच की तरह व्यवहार करता है।

Fig 17



डायोड के खुले होने पर संधारित्र लोड प्रतिरोध R_L के माध्यम से निर्वहन करता है। सुविचारित डिजाइन द्वारा निर्वहन समय स्थिर (R_L और C की गुणा) इनपुट सिग्नल की पीरियड T से काफी अधिक बना दिया जाता है। इस वजह से डायोड के ऑफ टाइम के दौरान कैपेसिटर अपने संग्रहित चार्ज का केवल एक छोटा सा हिस्सा डिस्चार्ज करेगा जैसा कि Fig 17b में दिखाया गया है।

जब तक कैपेसिटर अपने चार्ज का एक छोटा सा हिस्सा खोता है तब तक स्रोत वोल्टेज फिर से अपने चरम पर पहुंच जाता है और डायोड फिर से कैपेसिटर को पीक वोल्टेज $V_{S(peak)}$तक ले जाता है और रिचार्ज करता है। पॉजिटिव पीक की संक्षिप्त अवधि के दौरान चार्जिंग की यह प्रक्रिया और पॉजिटिव पीक की गिरती अवधि के दौरान डिस्चार्जिंग जारी रहती है जैसा कि Fig 17b में दिखाया गया है।

Fig 17b से यह देखा जा सकता है कि लोड रजिस्टर पर वोल्टेज लगभग एक शुद्ध DC वोल्टेज होता है। शुद्ध DC वोल्टेज से एक मात्र भिन्नता कैपेसिटर के चार्जिंग और डिस्चार्जिंग के कारण होने वाली छोटी तरंग है।

जैसा कि कैपेसिटर इनपुट $V_{S(peak)}$के पीक वैल्यू पर चार्ज होता है और यह केवल एक छोटे से हिस्से को डिस्चार्ज करता है 0.45 $V_{S(rms}$के बजाय हाफ-वेव रेक्टिफायर का DC आउटपुट $V_{S(peak)}$से थोड़ा ही कम होता है जैसा कि Fig 18 में दिखाया गया है

Fig 18

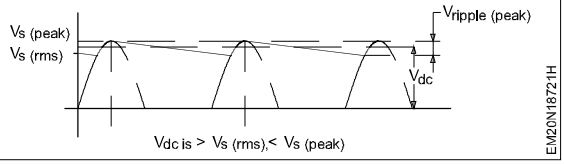


Fig 18 से DC वोल्टेज और रिपल वोल्टेज के कॅल्क्युलेटेड मान की गणना नीचे दिए अनुसार की जा सकती है;

$$V_{dc(HW)} = V_{S(peak)} - \frac{V_{rip\,(p-p)}}{2} \quad .....[1]$$

उदाहरण: यदि $V_{S(peak)}$ = 34 V और $V_{rip(p-p)}$ = 3.4 V,

तब, $V_{dc} = 34V - \frac{3.4}{2} = 32.3$ Volts

हाफवेव रेक्टिफायर पाठ में दिया गया उदाहरण देखें। कैपेसिटर के बिना उसी हाफवेव रेक्टिफायर ने केवल 10.8V DC दिया। केवल एक कैपेसिटर जोड़ने से उसी हाफवेव रेक्टिफायर के लिए आउटपुट 3 गुना बढ़ जाता है।

फ़िल्टर सर्किट को डिज़ाइन करते समय फ़िल्टर सर्किट के आउटपुट में सैद्धांतिक रूप से तरंग वोल्टेज की गणना करने के लिए निम्न विधियों का उपयोग किया जा सकता है;

विधि 1(Method 1)

फ़्रीक्वेंसी f और कैपेसिटेंस C के दिए गए मान के लिए आवश्यक लोड करंट I_L को ज्ञात करने के बाद पीक-टू-पीक रिपल वोल्टेज को सूत्र का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है

$$V_{rip(p-p)} = \frac{I_L}{f_r C} \quad .....[2]$$

जहाँ,

$V_{r(p-p)}$ = पीक-टू-पीक रिपल वोल्टेज वोल्ट में

I_L = आवश्यक DC लोड करंट, ऐम्प में

f_r = रिपल फ्रीक्वेंसी, Hz में

C = कैपेसिटेंस फैरड में।

स्वीकार्य $V_{r(p-p)}$ को फिक्स करना और f और I_L को C के आवश्यक मानको जानना भी इस सूत्र का उपयोग करके पाया जा सकता है।

विधि 2 (Method 2)

आउटपुट DC में रिपल को व्यक्त करने का एक अन्य तरीका रिपल फैक्टर r द्वारा परिभाषित किया गया है,

रिपल फैक्टर, $r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}}$

जहाँ,

r = रिपल फैक्टर (आयाम रहित)

$V_{r(rms)}$ = रिपल वोल्टेज का rms मान

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$$= \frac{V_{rip(p-p)}}{2\sqrt{3}}$$

V_{dc} = DC आउटपुट वोल्टेज।

यदि $R_L C$ समय स्थिर इतना बड़ा है कि कैपेसिटर को इनपुट AC की आधी अवधि T की तुलना में कम समय में रिचार्ज किया जाता है तो रिपल फैक्टर के सैद्धांतिक मान की गणना निम्न सूत्र का उपयोग करके की जा सकती है

$$r = \frac{1}{2\sqrt{3}\ f R_L C} \quad \text{(हाफवेव के लिए)} \quad .....[3]$$

जहाँ,

r = हाफ-वेव के लिए सैद्धांतिक रिपल फैक्टर

c = कैपेसिटेंस, μF में

R_L = लोड रजिस्टर, ओम में

f = मुख्य आपूर्ति आवृत्ति, हर्ट्ज में

उपरोक्त समीकरण 3 से यह स्पष्ट है कि रिपल को कम करने का एक तरीका डिस्चार्जिंग समय स्थिरांक $R_L C$ को बढ़ाना है। दूसरे शब्दों में C या R_L के मान को बढ़ाने से समय स्थिरांक बड़ा हो जाता है और समय स्थिरांक जितना बड़ा होता है फ़िल्टर का DC आउटपुट उतना ही शुद्ध होता है

कैपेसिटर-इनपुट फ़िल्टर की समस्या निवारण विश्लेषण या डिज़ाइन करते समय इन सूत्रों का कई बार उपयोग किया जाता है। इसलिए इन प्रमुख सूत्रों को याद रखना सार्थक है।

फुलवेव और ब्रिज रेक्टिफायर का फ़िल्टरिंग आउटपुट (Filtering output of Full wave and Bridge rectifiers): समीकरण 2 से यह स्पष्ट है कि रिपल को कम करने का दूसरा तरीका रिपल आवृत्ति f_r को बढ़ाना है। फुलवेव रेक्टिफायर या ब्रिज रेक्टिफायर में रिपल फ्रीक्वेंसी सप्लाई फ्रीक्वेंसी से दोगुनी होती है जैसा कि Fig 19 में दिखाया गया है। हाई रिपल फ्रीक्वेंसी के परिणाम स्वरूप हाफवेव रेक्टिफायर Fig 18 के साथ तुलना करने पर कैपेसिटर को दो बार चार्ज किया जाता है और केवल आधा निर्वहन समय जैसा कि Fig 11 में दिखाया गया है। इसलिए फ़िल्टर किए गए आउटपुट में रिपल छोटी होती है और DC आउटपुट वोल्टेज पीक वोल्टेज $V_{S(peak)}$ के अधिक निकट होता है।

आउटपुट या रिपल फैक्टर में रिपल की गणना के लिए उपयोग किए जाने वाले सूत्र वही हैं जो हाफ-वेव रेक्टिफायर के लिए चर्चा में हैं।

उदाहरण: कैपेसिटेंस इनपुट फिल्टर के साथ एक ब्रिज रेक्टिफायर में खींचा गया DC लोड करंट लगभग 10 mA है और फिल्टर कैपेसिटर 470 μF है 50 हर्ट्ज की लाइन फ्रीक्वेंसी के लिए आउटपुट में पीक-टू-पीक क्या रिपल होगा

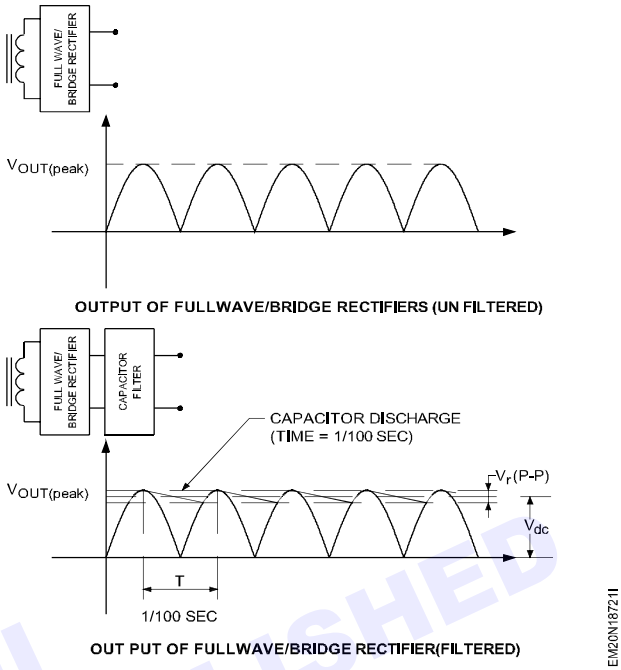
समीकरण (2) $V_{rip(p-p)} = \frac{I_L}{f_r C}$

जहाँ,

$$V_{rip(p-p)} = \frac{10mA}{100Hz \times 470\,\mu F}$$

= 0.213 V

Fig 19



एक अर्ध-वेव रेक्टिफायर में समान स्थितियों के लिए तरंग 0.426 V होगी जो दोगुनी होती है क्योंकि रिपल आवृत्ति केवल 50 हर्ट्ज (AC इनपुट आवृत्ति के समान) है।

उदाहरण: यदि पीक वोल्टेज ($V_{S(peak)}$) 34 V है तो एक कैपेसिटर का चयन करें जो $V_{S(peak)}$ के पीक-टू-पीक रिपल को 10% बनाता है। इसका अर्थ है $V_{r(p-p)}$ लगभग 3.4V होना चाहिए (उदाहरण 1 देखें)

एक ब्रिज रेक्टिफायर के लिए, 10mA के DC लोड करंट के लिए, 10% नियम का उपयोग करने वाले C का मान होना चाहिए,

$$V_{r(p-p)} = \frac{I_L}{f_r C}$$

या $C = \frac{I_L}{f_r V_{r(p-p)}} = \frac{10mA}{100(3.4)}$

= 29.4 μF न्यूनतम

मानक मान के रूप में 100 μF पुनर्गणना $V_{r(p-p)}$ का उपयोग करें

$V_{r(p-p)} = \frac{I_L}{f_r C} = \frac{10mA}{100 \times 100\ \mu\ F}$ = 1वोल्ट.

10 प्रतिशत डिजाइन नियम के साथ DC वोल्टेज पीक वोल्टेज के 95 प्रतिशत से अधिक है जो यथोचित रूप से एक अच्छा डिजाइन है।

असाइनमेंट: यदि आवश्यक लोड करंट 1 एम्पीयर है तो C के मान की गणना करें।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

कैपेसिटेंस-इनपुट फिल्टर वाले डायोड की PIV रेटिंग (PIV rating of diodes with capacitance-input filters):

याद रखें कि फिल्टर कैपेसिटर के बिना हाफ-वेव रेक्टिफायर में डायोड के अक्रॉस PIV $V_{S(peak)}$ के बराबर होता है। यह PIV रेटिंग तब बदलती है जब एक फिल्टर कैपेसिटर हाफ-वेव रेक्टिफायर के आउटपुट से जुड़ा होता है।

Fig 20a में एक हाफ-वेव रेक्टिफायर जिससे एक संधारित्र इनपुट फ़िल्टर चलता है। द्वितीयक वोल्टेज के ऋणात्मक शिखर पर डायोड रिवर्स-बायस्ड होता है और इसके अक्रॉस एक पीक इनवर्स वोल्टेज दिखाई देता है। जो लूप के चारों ओर वोल्टेज का योग देता है

डायोड के अक्रॉस PIV- $V_{S(peak} - V_{S(peak)}$ के अक्रॉस C = 0

या

डायोड के अक्रॉस PIV = $2V_{S(peak)}$

इससे यह देखा जा सकता है कि डायोड में कैपेसिटेंस इनपुट फिल्टर के साथ हाफ-वेव रेक्टिफायर में डायोड की PIV रेटिंग पीक सेकेंडरी वोल्टेज $V_{S(peak)}$ या उससे अधिक होनी चाहिए।

Fig 20b में दिखाए गए फिल्टर के साथ एक फुलवेव रेक्टिफायर के मामले में बाएं लूप के चारों ओर योग दिया गया वोल्टेज,

PIV – 2 $V_{S(peak)}$ + 0 = 0

या

PIV = 2 $V_{S(peak)}$

इसका मतलब है कि डायोड की PIV रेटिंग पीक टोटल सेकेंडरी वोल्टेज $V_{S(peak)}$ से अधिक होनी चाहिए। ध्यान दें कि यह फिल्टर कैपेसिटर के बिना फुलवेव रेक्टिफायर के समान होता है।

Fig 20c में दिखाए गए ब्रिज रेक्टिफायर सर्किट के मामले में, बाहरी लूप का योग वोल्टेज देता है,

PIV – 2 $V_{S(peak)}$ + 0 = 0

या

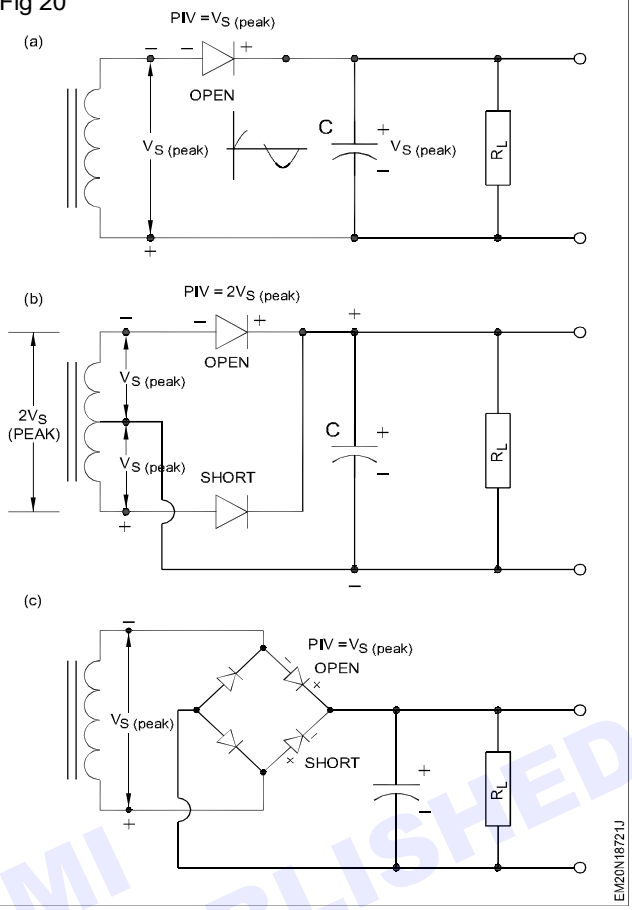
PIV = 2 $V_{S(peak)}$

इसलिए ब्रिज में प्रत्येक डायोड की PIV रेटिंग पीक सेकेंडरी वोल्टेज VS (पीक) से अधिक होनी चाहिए। यह फिल्टर कैपेसिटर के बिना ब्रिज रेक्टिफायर के समान है।

फिल्टर कैपेसिटर के साथ रेक्टिफायर में सर्ज करंट (Surge current in rectifiers with filter capacitors):

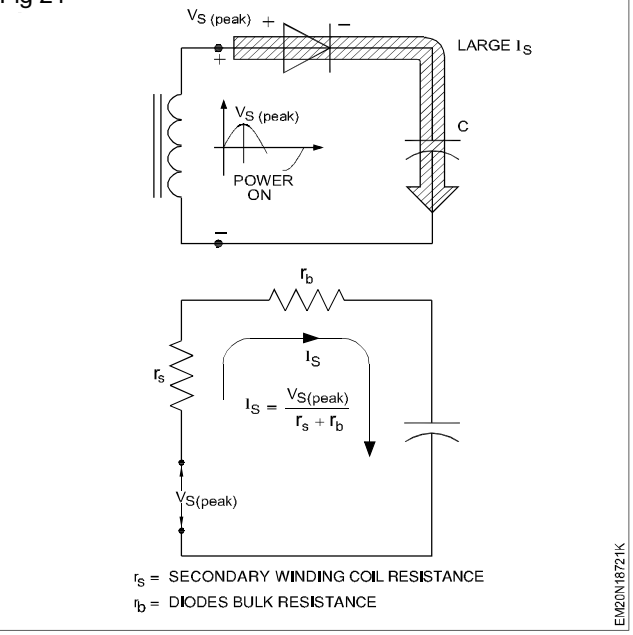
फ़िल्टर कैपेसिटर वाले रेक्टिफायर में इनपुट पावर चालू होने से पहले फ़िल्टर कैपेसिटर अपरिवर्तित होता है। जैसे ही सर्किट चालू होता है कैपेसिटर शॉर्ट सर्किट की तरह व्यवहार करता है। इसका परिणाम डायोड के माध्यम से एक बड़े प्रारंभिक चार्जिंग करंट का वहन होता है। करंट के इस शुरुआती अचानक उछाल को सर्ज करंट कहा जाता है।

Fig 20



सर्ज करंट बहने का सबसे खराब मामला तब होता है जब सर्किट को चालू किया जाता है उसी क्षण सेकेंडरी वोल्टेज $V_{S(peak)}$ होता है जैसा कि Fig 21 में दिखाया गया है। इस तेजी से बढ़ने वाले करंट का एकमात्र प्रतिरोध है

Fig 21



1 ट्रांसफॉर्मर सेकेंडरी वाइंडिंग रेजिस्टेंस, r_s

2 डायोड (s) का बल्क प्रतिरोध r_b

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

आमतौर पर, द्वितीयक वाइंडिंग प्रतिरोध 1 W से कम होगा। डायोड के बल्क प्रतिरोध डेटाशीट में दिए गए हैं। सामान्य प्रयोजन के डायोड में, r_b 0.2 W. के क्रम का होगा।

उदाहरण के लिए, यदि V_S(पीक) 34 V AC है और द्वितीयक वाइंडिंग प्रतिरोध और डायोड बल्क प्रतिरोध का योग 1W + 0.2 W है, तो सर्ज करंट I_S होगा,

$$I_S = \frac{V_{S(peak)}}{1\,\Omega + 0.2\,\Omega} = \frac{34}{1.2\,\Omega} = 28.3 \text{ amps.}$$

यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि यह अधिक धारा निरंतर धारा नहीं होती है। कैपेसिटर के चार्ज होते ही यह धारा तेजी से घटती है। हालाँकि यदि संधारित्र बहुत अधिक मान का है तो सर्ज करंट कुछ समय के लिए उच्च स्तर पर रहेगा और इसलिए डायोड को हानि पहुँचा सकता है।

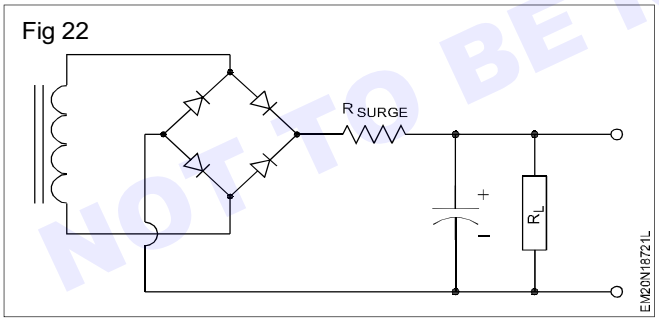
ऊपर से दो महत्वपूर्ण बिंदुओं को ध्यान में रखना चाहिए

- उपयोग किए जाने वाले डायोड में इनपुट चक्र की आमतौर पर एक समय अवधि (T) की छोटी अवधि के बड़े राइज का सामना करने की क्षमता होनी चाहिए। यह डेटा डायोड डेटा बुक्स में दिया गया है।
- फ़िल्टर कैपेसिटर का मान अत्यधिक बड़ा नहीं होना चाहिए क्योंकि इससे सर्ज करंट का मान और अवधि बढ़ जाएगी।

सर्ज लिमिटिंग रजिस्टर के उपयोग (Use of surge limiting resistor):

यदि रेक्टिफायर के लिए चुने गए डायोड में अनुमानित सर्ज करंट की तुलना में सर्ज करंट रेटिंग कम है तो एक छोटा रजिस्टर सर्ज करंट पाथ में शामिल किया जाता है जैसा कि Fig 22 में दिखाया गया है। इस रजिस्टर को सर्ज लिमिटिंग रजिस्टर या केवल सर्ज रजिस्टर के रूप में जाना जाता है।

Fig 22



यह सर्ज रजिस्टर सर्ज करंट को सीमित करता है क्योंकि यह प्रतिरोध वाइंडिंग और डायोड बल्क रेजिस्टेंस में जुड़ जाता है। उपयुक्त मान के सर्ज रजिस्टर का उपयोग करके सर्ज करंट के किसी भी वांछित मान तक सीमित किया जा सकता है।

उदाहरण के रूप में Fig 22 में यदि $V_{S(peak)}$ 34V है और यदि 4W का सर्ज रजिस्टर चुना जाता है तो सर्ज करंट होगा

$$\frac{V_{S(peak)}}{\text{वाइंडिंग + डायोड बल्क + सर्ज}}$$

$$\text{प्रतिरोध + रेजिस्टेंस + रजिस्टर}$$

$$= \frac{34}{1\Omega + 0.2\Omega + 4\Omega} = 6.5 \text{ Amps}$$

ध्यान दें कि सर्ज रजिस्टर के उपयोग से सर्ज करंट 28.3 एम्पीयर से घटकर 6.5 एम्पीयर हो गया है।

जब I_S की गणना के लिए सर्ज रजिस्टर का उपयोग किया जाता है तो आप वाइंडिंग और बल्क रेजिस्टेंस की उपेक्षा कर सकते हैं क्योंकि उन के मान तुलनात्मक रूप से छोटे होते हैं।

सर्ज रजिस्टर का उपयोग करने में एक हानि यह है कि चूंकि यह आउटपुट के साथ श्रृंखला में आता है तो लोड के अक्रॉस में DC वोल्टेज सर्ज रजिस्टर के I_R ड्रॉप के बराबर मात्रा में घट जाती है। इसलिए सर्ज रेसिस्टर का अंधाधुंध उपयोग नहीं किया जाना चाहिए।

1000 µF से कम मान के फ़िल्टर कैपेसिटर आमतौर पर डायोड को हानि पहुंचाने के लिए लंबी अवधि के लिए सर्ज करंट उत्पन्न नहीं करते हैं। इसलिए 1000 µF से कम C के मान के लिए सर्ज रेसिस्टर का उपयोग आवश्यक नहीं है।

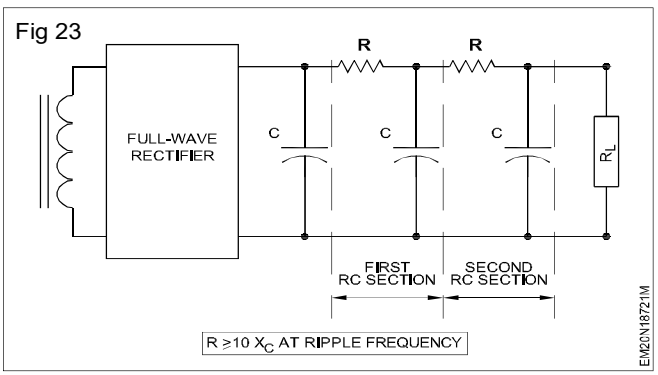
पॉकेट टेबल बुक की टेबल संख्या 25 में अब तक चर्चा की गई प्रमुख सूचनाओं का सार है। यह टेबल बिजली आपूर्ति के डिजाइन और समस्या निवारण के लिए उपयोगी है।

TC फिल्टर (RC filters):

याद रखें कि 10 % रिपल नियम के साथ हमें DC लोड वोल्टेज के लगभग 10 प्रतिशत के पीक-टू-पीक रिपल मिलते हैं। आउटपुट पर रिपल को और कम करने के लिए Fig 31 में दिखाए गए फिल्टर को फिल्टर कैपेसिटर और लोड के बीच जोड़ा जा सकता है। इन्हें RC फिल्टर के रूप में जाना जाता है। ये फिल्टर आउटपुट में रिपल को 1 प्रतिशत से भी कम कर देते हैं जिससे आउटपुट बैटरी के आउटपुट के समान शुद्ध DC बन जाता है।

Fig 23 में दो RC फ़िल्टर सेक्शन इनपुट कैपेसिटर C और लोड रजिस्टर R_L के बीच जुड़े हुए हैं। इन फ़िल्टर अनुभागों को डिज़ाइन करते समय रिपल आवृत्ति पर R का मान X_C से बहुत अधिक कर दिया जाता है। इसलिए रिपल वोल्टेज का एक बड़ा हिस्सा लोड रजिस्टर R_L के बजाय R के अक्रॉस ड्राप हो जाता है। विशिष्ट रूप से रिपल आवृत्ति पर R का मान X_C से कम से कम 10 गुना अधिक होना चाहिए। इसका परिणाम प्रत्येक RC अनुभाग में 10 के कारक से तरंग को कम करना होता है। इस प्रकार R_L के वर्गोंकी संख्या जितनी अधिक होगी R_L में तरंग और DC आउटपुट वोल्टेज उतना ही शुद्ध होगा।

Fig 23



RC फिल्टर अनुभागों का मुख्य हानि प्रत्येक R के अक्रॉस में DC वोल्टेज कि हानि है। इसलिए RC फिल्टर सर्किट केवल छोटे भार धाराओं या बड़े भार प्रतिरोध के लिए उपयुक्त होता हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

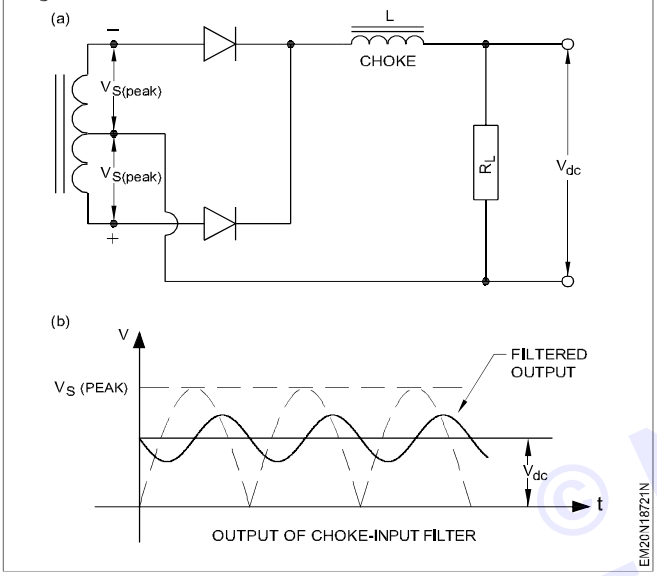
इंडक्टर इनपुट फिल्टर (Inductor input filters):

लोड रजिस्टर के साथ समानांतर में एक संधारित्र का उपयोग करने का एक विकल्प लोड के साथ श्रृंखला में एक इंडक्टर का उपयोग करना है जैसा कि Fig 24a में दिखाया गया है। चूंकि एक इंडक्टर इसके माध्यम से धारा में किसी भी परिवर्तन का विरोध करता है इंडक्टर कॉइल आउटपुट में एक स्मूथिंग प्रभाव उटपन्न करता है जैसा कि Fig 24b में दिखाया गया है। यहाँ इंडिकेटर को चोक कहा जाता है क्योंकि वे रिपल को चोक करते हैं।

यदि इंडक्टर का तार प्रतिरोध उपेक्षित होती है (बहुत छोटा होने के कारण) DC आउटपुट होगा

$V_{dc} = 0.636\ V_{S(peak)}$ जैसा कि कैपेसिटेंस फिल्टर के केस में होता है।

Fig 24



यदि कॉइल के प्रतिरोध पर विचार किया जाता है, तो कॉइल के पार IR ड्रॉप के कारण DC आउटपुट थोड़ा कम होगा।

इंडक्टर फिल्टर के साथ एक पूर्ण तरंग दिष्टकारी में रिपल फैक्टर r द्वारा दिया जाता है,

$$r = \frac{R_L}{1618L} \quad .....[4]$$

TC फिल्टर (LC filters)

बड़े लोड करंट आवश्यकताओं के लिए, RC फिल्टर के बजाय, Fig 25 में दिखाए गए RC फिल्टर को प्राथमिकता दी जाती है। इसका कारण यह है कि तरंग वोल्टेज का एक बड़ा हिस्सा इंडक्टर में न्यूनतम DC वोल्टेज ड्रॉप के साथ ड्रॉप कर दिया जाता है क्योंकि प्रेरकों में केवल एक छोटा वाइंडिंग प्रतिरोध होता है।

Fig 25

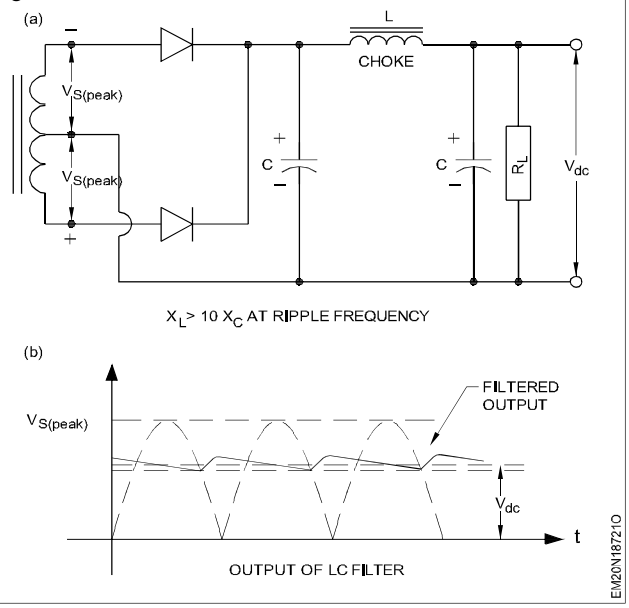


Fig 25 में, X_L तरंग आवृत्ति पर X_C से बहुत अधिक बना है। इसलिए, भार भर में तरंग अत्यंत निम्न स्तर तक कम हो जाती है।

चोक के प्रतिरोध की उपेक्षा करते हुए, DC आउटपुट वोल्टेज द्वारा दिया जाता है,

$V_{dc} = 0.636\ V_{S(peak)}$ जैसा कि कैपेसिटर इनपुट फिल्टर के मामले में होता है।

रिपल फैक्टर, r द्वारा दिया गया है,

$$r = \frac{0.7}{LC} \quad .....[5]$$

के लिए उपरोक्त समीकरण से, कैपेसिटर इनपुट फिल्टर के मामले के विपरीत, यह देखा जा सकता है कि RC फिल्टर सर्किट में रिपल फैक्टर लोड रेसिस्टर के मान से निर्धारित नहीं होता है। इसलिए, फिल्टर सर्किट में कैपेसिटर और इंडक्टर के साथ, लहर लोड करंट से स्वतंत्र है।

इन दिनों, इंडक्टर्स के आकार और लागत के कारण RC फिल्टर अप्रचलित होते जा रहे हैं। RC फिल्टर को इंटीग्रेटेड सर्किट (IC) वोल्टेज नियामकों, सक्रिय फिल्टर सर्किट द्वारा प्रतिस्थापित किया जा रहा है जो तरंग को कम करते हैं और DC वोल्टेज को स्थिर रखते हैं। IC नियामकों और सक्रिय फिल्टर पर आगे के पाठों में विस्तार से चर्चा की गई है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जेनर डायोड का कार्य सिद्धांत (Working principle of zener diodes)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **पावर सप्लाई में नियामकों की आवश्यकता।**
- **% लोड रेगुलेशन फैक्टर की गणना के लिए सूत्र।**
- **जेनर डायोड के महत्वपूर्ण विनिर्देशों की व्याख्या।**
- **वैरेक्टर डायोड की कार्यान्वयन विशेषता अनुप्रयोग और विनिर्देश की व्याख्या।**

वोल्टेज नियामक (Voltage regulators): पावर सप्लाई का DC आउटपुट वोल्टेज स्तर जैसे कि पूर्ण तरंग और ब्रिज दिष्टकारी घटने या बढ़ने की प्रवृत्ति होती है

- जब लोड धारा बढ़ती या घटती है
- जब AC इनपुट वोल्टेज का स्तर घटता या बढ़ता है।

पावर सप्लाई के आउटपुट DC वोल्टेज स्तर में इस तरह के परिवर्तन अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक परिपथ के लिए स्वीकार्य नहीं हैं। इसलिए DC लोड धाराया AC इनपुट वोल्टेज में भिन्नता के बावजूद DC आउटपुट स्तर को स्थिर रखने के लिए पावर सप्लाई के DC आउटपुट को विनियमित करना आवश्यक है। पावर सप्लाई के DC आउटपुट वोल्टेज को स्थिर रखने के लिए उपयोग किए जाने वाले परिपथ या घटकों को वोल्टेज नियामक कहा जाता है।

विनियमन कारक (Regulation factor): 'पावर सप्लाई की DC आउटपुट वोल्टेज को लोड धारा में परिवर्तन होने पर भी एक समान बनाए रखने की क्षमता को लोड रेगुलेशन कहा जाता है। पावर सप्लाई का भार विनियमन समान्यत: प्रतिशत में दिया जाता है।

लोड विनियमन कारक % $= \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{NL}} \times 100$

जहाँ,

V_{NL} = DC लोड या खुला परिपथ DC आउटपुट

और V_{FL} «= DC निर्धारित पूर्ण लोड पर DC आउटपुट।

यह ध्यान दें कि लोड विनियमन कारक (लोड रेगुलेशन फैक्टर) का प्रतिशत जितना कम होगा वोल्टेज रेगुलेशन बेहतर होगा।

उदाहरण पावर सप्लाई का नो-लोड पर DC आउटपुट 12 वोल्ट और 11 वोल्ट पूर्ण लोड पर है।

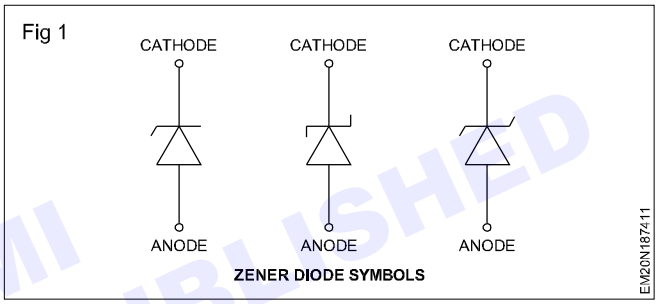
% लोड विनियमन = (12-11)/12 x100 = 8.33%

व्यवहार में एक उत्तम पावर सप्लाई का भार विनियमन 0.1% से कम होना चाहिए।

इनपुट AC स्तर में परिवर्तनों के लिए DC आउटपुट वोल्टेज को विनियमित करने को लाइन विनियमन कहते हैं। इस पर आगे की इकाइयों में चर्चा की गई है।

जेनर डायोड (The zener diode): 'पावर सप्लाई में DC आउटपुट वोल्टेज (आउटपुट वोल्टेज को स्थिर रखते हुए) को विनियमित करने के सबसे सरल तरीकों में से एक जेनर डायोड का उपयोग करना है। जेनर की रिवर्स ब्रेकडाउन स्थिति में जेनर डायोड में वोल्टेज इनपुट और लोड परिवर्तनों की एक विस्तृत श्रृंखला के लिए स्थिर रहता है।

Fig 1



इस गुण के कारण जेनर डायोड को वोल्टेज नियामक या वोल्टेज मानक डायोड के रूप में भी जाना जाता है। Fig 1 में जेनर डायोड के लिए प्रयुक्त प्रतीक को दर्शाया गया है।

एक दिष्टकारी डायोड और एक जेनर डायोड में अंतर नीचे सूचीबद्ध हैं;

- सामान्य रेक्टिफायर डायोड की तुलना में जेनर डायोड भारी मात्रा में डोप किए जाते हैं।
- साधारण डायोड जो ब्रेकडाउन (भंजन) क्षेत्र में कार्य नहीं करते हैं जेनर डायोड केवल ब्रेकडाउन क्षेत्र में कार्य करते हैं।
- आमतौर पर रेक्टिफायर डायोड का इस्तेमाल अग्र अभिनत (फॉरवर्ड-बायस्ड) स्थिति में किया जाता है जबकि जेनर्स का इस्तेमाल हमेशा पश्च अभिनत (रिवर्स-बायस्ड) में किया जाता है।
- रेक्टिफायर डायोड (न्यूनतम 50V) की तुलना में जेनर डायोड का रिवर्स ब्रेकडाउन वोल्टेज बहुत कम (3 से 18V) होता है।

जेनर डायोड की सामान्य दिष्टकारी डायोड के साथ समानताएं नीचे सूचीबद्ध हैं;

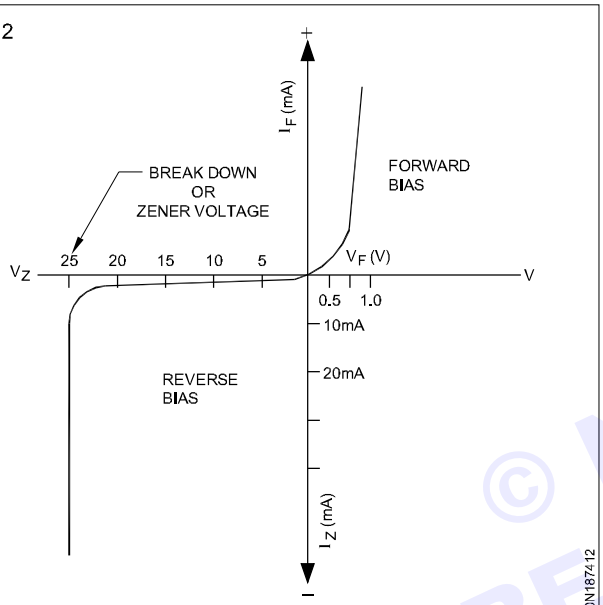
- जेनर डायोड भी PN संधि डायोड हैं जो आमतौर पर सिलिकॉन से बने होते हैं।
- जेनर डायोड में भी दो टर्मिनल (एनोड और कैथोड) होते हैं।
- जेनर डायोड और साधारण डायोड एक जैसे दिखते हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- दिष्टकारी डायोड की तरह जेनर डायोड भी ग्लास प्लास्टिक और मेटल केसिंग के साथ उपलब्ध हैं।
- बॉडी पर एनोड और कैथोड मार्किंग तकनीक जेनर और रेक्टिफायर डायोड दोनों के लिए समान है।
- जेनर को रेक्टिफायर डायोड की तरह ही ओममीटर से जांचा जा सकता है।
- जेनर को सामान्य डायोड की तरह चालन में अग्र अभिनत होने के लिए लगभग उसी वोल्टेज की आवश्यकता होती है।

Fig 2 में एक विशिष्ट जेनर डायोड की चालन अभिलक्षण को दर्शाया गया है। जेनर की प्रकृति और हैवी डोपिंग के कारण इसकी विशेषताएं एक रेक्टिफायर डायोड की तुलना में भिन्न होती हैं।

Fig 2



ZENER DIODE CONDUCTION CHARACTERISTICS

ध्यान दें, कि जेनर डायोड फॉरवर्ड बायस्ड होने पर रेक्टिफायर डायोड के रूप में कार्य करता है। यह पश्च अभिनत होने पर दिष्टीकरण डायोड के रूप में भी व्यवहार करता है जब तक कि इसके पार वोल्टेज भंजक वोल्टता (ब्रेकडाउन वोल्टेज) तक नहीं पहुंच जाता। जैसा कि Fig 2 में प्रदर्शित है भंजक वोल्टता जिसे जेनर वोल्टेज भी कहा जाता है तक उत्क्रम अभिनत वोल्टेज में वृद्धि के बाद भी उत्क्रम (रिवर्स) या क्षरण (लीकेज) धारा लगभग नगण्य और स्थिर रहता है। लेकिन जेनर ब्रेकडाउन वोल्टेज तक पहुंचने के बाद डायोड धारा तेजी से बढ़ने लगता है और जेनर अचानक सक्रिय हो जाता है। एक सामान्य रेक्टिफायर डायोड के मामले में एक बार ब्रेक डाउन वोल्टेज तक पहुंचने के बाद डायोड नष्ट हो जाता है और अधिकता से संचालन करना प्रारम्भ कर देता है जबकि जेनर डायोड में डायोड नष्ट नहीं होता है यद्यपि यह उत्क्रम अभिनत स्थिति में धारा का संचालन करता है।

इस उत्क्रम चालन के कारण को अवालांचे प्रभाव कहा जाता है। अवालांचे प्रभाव के कारण इलेक्ट्रॉन क्रिस्टल संरचना बंधनों से निर्मुक्त हो जाता है। जैसे ही अधिक इलेक्ट्रॉन निर्मुक्त हो जाते हैं वे और अधिक इलेक्ट्रॉन निर्मुक्त करते हैं और शीघ्रता से धारा का प्रवाह होता है। यह क्रिया जेनर धारा मान परिवर्तित होने पर भी जेनर वोल्टतापात को स्थिर रखने का कारण बनती है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है एक बार जब जेनर वोल्टेता तक पहुंचने के बाद कम वोल्टेज परिवर्तन बहुत अधिक धारा परिवर्तन उत्पन्न करते हैं। यह विशेषता जेनर को स्थिर वोल्टेज स्रोत या वोल्टेज नियामक के रूप में उपयोगी बनाती है।

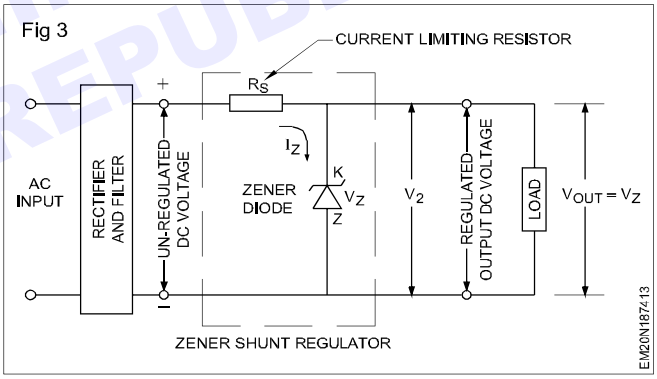
एक रेक्टिफायर डायोड के विपरीत जेनर के माध्यम से रिवर्स धारा विध्वंसक नहीं होता है। यदि जेनर की वॉटेज रेटिंग के आधार पर धारा को निर्दिष्ट सीमा के भीतर रखा जाता है तो एक उपयुक्त श्रृंखला प्रतिरोध का उपयोग करके जेनर डायोड को कोई नुकसान नहीं होता है।

क्योंकि जेनर डायोड को ब्रेकडाउन डिवाइस के रूप में संचालित करने के लिए डिज़ाइन किया गया है जेनर को सुगमता से स्थिति से बाहर लाया जा सकता है। जेनर वोल्टता के नीचे रिवर्स-बायस्ड वोल्टेज को कम करके या आरोपित वोल्टेज की ध्रुवीयता को उत्क्रम कर एक जेनर को उसके जेनर चालन स्थिति से बाहर लाया जाता है।

जेनर डायोड का अनुप्रयोग (Application of zener diodes): जेनर डायोड का सबसे लोकप्रिय उपयोग DC पावर सप्लाई में वोल्टेज नियामक के रूप में होता है। Fig 3 मे एक साधारण जेनर विनियमित विद्युतआपूर्ति को दर्शाया गया है।

Fig 3 परिपथ में जेनर डायोड पावर सप्लाई आउटपुट या लोड के समानांतर है। यह ध्यान रखना बहुत महत्वपूर्ण है कि जेनर रिवर्स-बायस्ड स्थिति में जुड़ा हुआ है। इस तरह के समानांतर परिपथ कनेक्शन को अक्सर शंट कहा जाता है। जब जेनर को इस तरह से उपयोग किया जाता है तो शंट रेगुलेटर कहा जाता है।

Fig 3



ZENER SHUNT REGULATOR

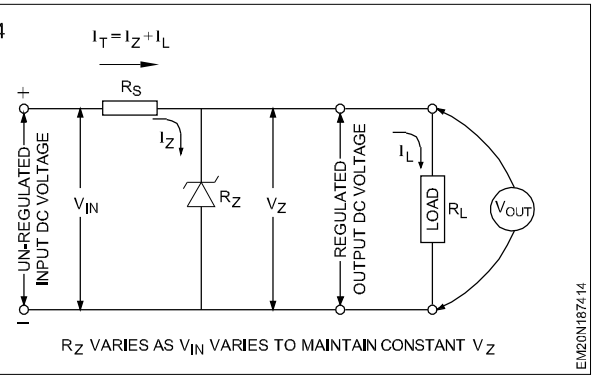
Fig 3 में, जेनर उत्क्रम अभिनत (रिवर्स-बायस्ड) स्थिति में चालन प्रारम्भ कर देता है क्योंकि इसके सिरों पर वोल्टेता जेनर वोल्टेज V_z तक पहुंच जाती है। जेनर के सिरों पर इनपुट DC वोल्टेज में परिवर्तन होने पर भी अपरिवर्तित रहता है। चूंकि लोड जेनर के समानांतर है लोड V_{OUT} में वोल्टेज जेनर V_z ($V_{OUT} = V_z$) के वोल्टेज के समान होगा।

यदि जेनर में इनपुट DC वोल्टेज बढ़ता है जैसा कि Fig 2 में इसकी विशेषताओं से देखा जा सकता है तो जेनर के माध्यम से धारा I_z इमें वृद्धि होती है लेकिन अवालांचे प्रभाव के कारण जेनर में वोल्टेज समान रहता है। चूंकि जेनर वोल्टेज V_z अपरिवर्तित है, आउटपुट वोल्टेज V_{OUT} भी परिवर्तित नहीं होता है और इसलिए लोड के सिरों पर वोल्टेज स्थिर रहता है। इस प्रकार आउटपुट को विनियमित कहा जाता है।

Fig 4 के संदर्भ में जेनर को स्वचालित रूप से परिवर्ती प्रतिरोध के रूप में देखा जा सकता है। प्रतिरोध R_s के माध्यम से कुल धारा निम्न सूत्र द्वारा दिया जाता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 4



$$I_T = I_Z + I_L$$

इस प्रकार R_S के अक्रॉस वोल्टेज है,

$$V_R = (I_Z + I_L) R_S$$

यदि इनपुट DC वोल्टेज V_{IN} बढ़ता है, तो आउटपुट वोल्टेज V_{OUT}, बढ़ने लगता है। इस बीच, जेनर अधिकता से संचालन करता है, जिससे R_S के माध्यम से अधिक करंट (अधिक I_Z) प्रवाहित होता है। इसलिए, R_S में अधिक वोल्टेज ड्रॉप होता है। R_S भर में गिरावट में यह वृद्धि आउटपुट वोल्टेज V_{OUT} में वृद्धि को ऑफसेट करती है, इस प्रकार लोड R_L में वोल्टेज को अपने मूल मान पर बनाए रखती है। इसी तरह, यदि R_L का मान घटाया जाता है (I_L बढ़ाया जाता है), तो जेनर I_Z के माध्यम से करंट घटता है, R_S के माध्यम से I_T का मान बरकरार रहता है। यह V_{OUT} के स्तर में कमी के बिना लोड R_L के माध्यम से पर्याप्त लोड करंट सुनिश्चित करता है।

जेनर विनिर्देश (Zener specifications): रेक्टिफायर डायोड की तरह टाइप-कोड नंबर समान्यत: जेनर के बॉडी पर अंकित होता है। चिह्नित टाइप-कोड से जेनर के विस्तृत विनिर्देशों को किसी भी मानक डायोड डेटा मैनुअल के संदर्भ में पाया जा सकता है। महत्वपूर्ण जेनर डायोड विनिर्देश नीचे सूचीबद्ध हैं;

- **नॉमिनल जेनर वोल्टेज (Nominal Zener voltage,) V_Z:** यह उत्क्रम अभिनत वोल्टेज है जिस पर डायोड उत्क्रम अभिनत में चालित होने लगता है।
- **जेनर वोल्टेज सहिष्णुता (Zener voltage tolerance):** प्रतिरोधक की सहिष्णुता की भांति यह V_Z ऊपर या नीचे प्रतिशत को इंगित करता है। उदाहरण के लिए 6.3 V ± 5 प्रतिशत
- **अधिकतम जेनर धारा (Maximum zener current, I_Z, max):** वह अधिकतम धारा जिसे जेनर अपने उत्क्रम अभिनत चालन (जेनर) मोड में रहते हुए सुरक्षित रूप से सहन कर सकता है।
- **अधिकतम शक्ति अपव्यय** (Maximum power dissipation, P_Z) वह अधिकतम पावर है जो जेनर बिना क्षतिग्रस्त हुए उत्सर्जित) कर सकता है।
- **प्रतिबाधा (Impedance) (Z_Z):** जेनर मोड में संचालन करते समय जेनर की प्रतिबाधा।
- **अधिकतम प्रचालन तापमान (Maximum operating temperature) :** उच्चतम तापमान जिस पर डिवाइस विश्वसनीयता से संचालन करता है

जेनर डायोड के ये विनिर्देश डायोड डेटा बुक में दिए गए हैं।

नीचे दिया गया उदाहरण डायोड डेटा बुक को संदर्भित किए बिना कुछ प्रकार के जेनर डायोड के विनिर्देशों की व्याख्या करने में सक्षम बनाता है:

उदाहरण 1: जेनर पर प्रिंटड टाइप-कोड एझ् BZ C9V1 है।

BZ C9V1

B	Z	C	9 9V1
सिलिकॉन	जेनर	सहिष्णुता 5%	9.1V

उदाहरण 2: जेनर पर प्रिंटड टाइप-कोड 1Z 12 है।

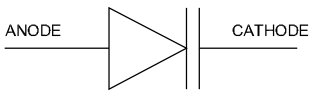
1Z 12

1	**Z**		**12**
मतलब सेमीकंडक्टर एक PN जंक्शन के साथ	**जेनर**	**कोई सहनशीलता नहीं कोड का अर्थ है, 10% सहिष्णुता**	**12V**

अन्य लोकप्रिय जेनर डायोड टाइप-कोड हैं 1N750, 1N4000, ZF27, ZP30, DZ12, BZ148, Z6, आदि।

वैरेक्टर डायोड या वैरीकैप डायोड (Varactor diode or varicap diode): वैरेक्टर डायोड एक प्रकार का अर्धचालक माइक्रोवेव सॉलिड-स्टेट डिवाइस है और इस डायोड के अनुप्रयोगों में मुख्य रूप से वेरिएबल कैपेसिटेंस को प्राथमिकता दी जाती है जिसे वोल्टेज को नियंत्रित करके पूरा किया जा सकता है। इन डायोड को वेरिकैप डायोड भी कहते हैं। भले ही वेरिएबल कैपेसिटेंस का परिणाम सामान्य PN संधि डायोड द्वारा दिखाया जा सकता है लेकिन इन डायोड को वांछित कैपेसिटेंस परिवर्तन देने के लिए चुना जाता है क्योंकि वे विशेष प्रकार के डायोड Fig 5 में हैं। वैरेक्टर डायोड विशेष रूप से निर्मित और उपयुक्त किये जाते हैं जिससे कि वे धारिता में उच्च श्रेणी के परिवर्तनों की अनुमति देते हैं।

Fig 5



बाजार में विभिन्न प्रकार के वैरेक्टर डायोड उपलब्ध हैं जैसे हाइपरएब्राप्ट, एब्डॉप्ट और गैलियम-आर्सेनाइड, वैरैक्टर डायोड। वैरैक्टर डायोड का प्रतीक ऊपर की आकृति में दिखाया गया है जिसमें डायोड के एक छोर पर एक संधारित्र प्रतीक शामिल है जो कि वेरिएक्टर डायोड के वेरिएबल संधारित्र की विशेषताओं को दर्शाता है।

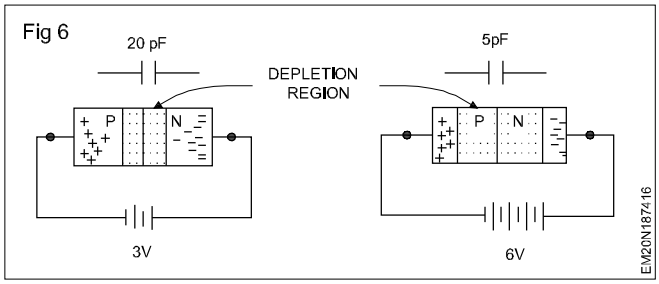
वैरेक्टर डायोड का प्रतीक एक सामान्य PN संधि डायोड जैसा दिखता है जिसमें कैथोड और एनोड नाम के दो टर्मिनल शामिल हैं। और एक छोर पर यह डायोड दो लाइनों के साथ इनबिल्ट होता है जो संधारित्र सिंबल को निर्दिष्ट करता है।

एक वैरेक्टर डायोड का कार्य (Working of a Varactor diode): वैक्टर डायोड के कार्य सिद्धांत को जानने के लिए हमें संधारित्र और कैपेसिटेंस के कार्य को जानना चाहिए। आइए हम संधारित्र पर विचार करें

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जिसमें एक इन्सुलेटर द्वारा दो प्लेटों को शामिल किया गया है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

Fig 6



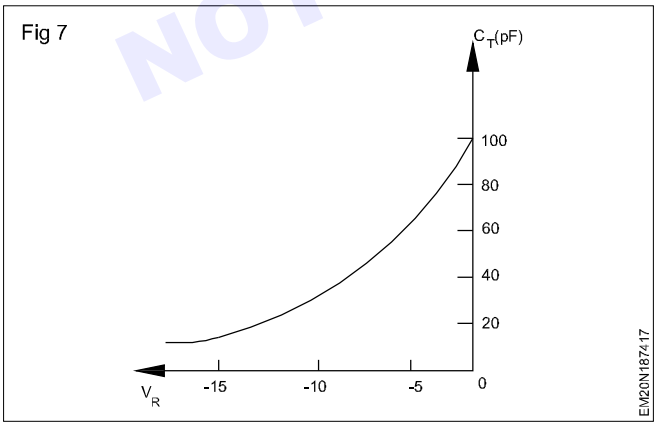
हम जानते हैं कि संधारित्र की धारिता टर्मिनलों के क्षेत्र के समानुपाती होती है जैसे-जैसे टर्मिनलों का क्षेत्र बढ़ता है संधारित्र की धारिता बढ़ती है। जब डायोड रिवर्स बायस्ड मोड में होता है जहां P -प्रकार और N-प्रकार के दो क्षेत्र संचालन करने में सक्षम होते हैं और इस प्रकार दो टर्मिनलों के रूप में माना जा सकता है। P-प्रकार और N-प्रकार क्षेत्रों के बीच कमी क्षेत्र को इन्सुलेट डाइलेक्ट्रिक माना जा सकता है। इसलिए यह ऊपर दिखाए गए संधारित्र के समान है।

डायोड के अवक्षय क्षेत्र का आयतन रिवर्स बायस में परिवर्तन के साथ बदलता रहता है। यदि डायोड का रिवर्स वोल्टेज बढ़ा दिया जाता है तो ह्रास क्षेत्र का आकार बढ़ जाता है। इसी तरह यदि वैक्टर डायोड का रिवर्स वोल्टेज कम किया जाता है तो रिक्तीकरण क्षेत्र का आकार कम हो जाता है।

वैक्टर डायोड के लक्षण (Characteristics of varactor diode): डायोड की विशेषता निम्नलिखित है:

- डायोड अन्य डायोड की तुलना में काफी कम शोर उत्पन्न करते हैं।
- इन डायोड की कीमत कम और अधिक विश्वसनीय पर भी उपलब्ध है।
- ये डायोड आकार में बहुत छोटे और बहुत हल्के वजन के होते हैं।
- फॉरवर्ड बायस में संचालित होने पर कोई उपयोगी नहीं है।
- रिवर्स बायस मोड में वैरेक्टर डायोड धारिता को बढ़ाता है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है।

Fig 7



वैक्टर डायोड के अनुप्रयोग (Applications of varactor diode): मुख्य रूप से RF डिजाइन क्षेत्र के भीतर शामिल होते हैं हालांकि इस लेख में हम वैरैक्टर डायोड के कुछ अनुप्रयोगों के बारे में चर्चा कर रहे हैं यह वर्णन करने के लिए कि इन डायोड को व्यावहारिक रूप से कैसे उपयोग किया जा सकता है। एक व्यावहारिक परिपथ में संधारित्र को वैरेक्टर डायोड से बदला जा सकता है लेकिन यह सुनिश्चित करना आवश्यक है कि डायोड धारिता को सेट करने के लिए ट्यून वोल्टेज आवश्यक है। और यह सुनिश्चित करने के लिए कि यह डायोड परिपथ में बायस वोल्टेज से प्रभावित नहीं है। डायोड परिपथ में वोल्टेज नियंत्रण तकनीक का उपयोग करके धारिता को बदलने की पेशकश की जा सकती है।

वोल्टेज नियंत्रित दोलक (Voltage contolled oscillators): Fig (8) में दर्शाए अनुसार वैरैक्टर डायोड 'D_1 ' का उपयोग करके डिजाइन किए गए VCO के परिपथ पर विचार करें। 'D_1 डायोड को बदलकर दोलक की अनुमति दी जा सकती है । संधारित्र C_1 का उपयोग वैरेक्टर डायोड के लिए रिवर्स बायस को रोकने के लिए किया जाता है साथ ही इंडिकेटर के माध्यम से शॉर्ट परिपथ होने वाले डायोड की भी उपेक्षा करता है। डायोड को प्रतिरोध R_1 (पृथक श्रृंखला प्रतिरोध) के माध्यम से पूर्वाग्रह लागू करके समायोजित किया जा सकता है।

TF फिल्टर (RF filters):

वैरेक्टर डायोड को ट्यून करने के लिए RF फिल्टर में इस्तेमाल किया जा सकता है। प्राप्त हुए सिग्नल की आवृत्ति का अनुशरण करने के लिए फ्रंट में नियंत्रण वोल्टेज का उपयोग करके प्रतिबंधित किया जाता है। आमतौर पर DAC के माध्यम से माइक्रोप्रोसेसर नियंत्रण किया जाता है। वैक्टर डायोड के कुछ मुख्य अनुप्रयोगों को नीचे सूचीबद्ध किया गया है:

- इन डायोड को फ़्रीक्वेंसी मॉडूलेटर और RF फ़ेज़ शिफ्टर के रूप में इस्तेमाल किया जाता है।
- इन डायोड को माइक्रोवेव रिसीव में फ्रीक्वेंसी मल्टीप्लायर के रूप में इस्तेमाल किया जाता है।
- इन डायोड का उपयोग टैंक RC परिपथ में धारिता को बदलने के लिए किया जाता है।

वैक्टर डायोड के निर्दिष्टीकरण (Specifications of varactor diode): एक वैरेक्टर डायोड चुनते समय वैरेक्टर विनिर्देशों को सावधानीपूर्वक निर्धारित करने की आवश्यकता होती है ताकि यह निर्धारित किया जा सके कि यह परिपथ आवश्यकताओं को पूरा करेगा या नहीं।

जबकि कई वैरेक्टर डायोड विनिर्देश होंगे जो अन्य प्रकार के डायोड पर लागू होते हैं जिसमें सिग्नल डायोड आदि शामिल हैं कई अन्य वैरेक्टर विनिर्देश हैं जो किसी भी वैरिएबल कैपेसिटेंस भूमिका में वेरेक्टर के प्रदर्शन के लिए महत्वपूर्ण हैं।

कई अंतरवैरेक्टर पैरामीटर वैरेक्टर विनिर्देश शीट में विस्तृत होंगे जिन्हें मैन्युफैक्चरर्स लिटरेचर में एक्सेस किया जा सकता है।

रिवर्स ब्रेकडाउन (Reverse breakdown): एक वैक्टर डायोड का रिवर्स ब्रेकडाउन वोल्टेज महत्वपूर्ण है। रिवर्स बायस बढ़ने के साथ कैपेसिटेंस कम हो जाता है हालांकि जैसे-जैसे वोल्टेज अधिक होता है कैपेसिटेंस में कमी कम होती जाती है। हालांकि न्यूनतम कैपेसिटेंस स्तर उस अधिकतम वोल्टेज द्वारा निर्धारित किया जाएगा जो डिवाइस सहन कर सकता है। एक ऐसे वैरेक्टर डायोड का चयन करना भी बेसिक है जिसमें अधिकतम वोल्टेज के बीच एक मार्जिन हो जिसकी अपेक्षा की जा सकती

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

है यानी ड्राइवर सर्किट का रेल वोल्टेज और डायोड का रिवर्स ब्रेकडाउन वोल्टेज पर्याप्त मार्जिन सुनिश्चित करके सर्किट फ़ेल होने की संभावना कम होती है

यह सुनिश्चित करना भी आवश्यक है कि आवश्यक न्यूनतम धारिता चालक परिपथ के रेल वोल्टेज के भीतर हासिल की जाती है फिर से एक अच्छे मार्जिन के साथ क्योंकि उपकरणों के बीच हमेशा कुछ भिन्नता होती है।

डायोड आमतौर पर रिवर्स बायस के साथ काम करते हैं जो लगभग एक-दो वोल्ट से लेकर 20 वोल्ट या संभवतः उच्चतर तक होते हैं। कुछ 60 वोल्ट तक भी काम कर सकते हैं हालांकि सीमा के शीर्ष छोर पर धारिता में तुलनात्मक रूप से थोड़ा बदलाव देखा जाता है। साथ ही डायोड पर वोल्टेज बढ़ता है यह संभावना है कि वैरेक्टर डायोड को चलाने वाले परिपथ के लिए विशिष्ट आपूर्ति की आवश्यकता होगी।

ऑपरेशन की अधिकतम आवृत्ति (Maximum frequency of operation):

ऐसे कई आइटम हैं जो किसी भी वैरेक्टर डायोड के संचालन की आवृत्ति को सीमित करते हैं। डायोड की न्यूनतम धारिता स्पष्ट रूप से एक सीमित कारक है। यदि अनुनाद परिपथ में बड़े स्तर के कैपेसिटेंस का उपयोग किया जाता है तो यह Q को कम कर देगा और कारक किसी भी पैरसिटिक रेस्पॉन्सेस है साथ ही साथ कपसिटेंस और इन्डक्टेंस जो डिवाइस पैकेज द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इसका मतलब है कि कम कैपेसिटेंस स्तर वाले उपकरण जो उच्च आवृत्तियों के लिए अधिक उपयुक्त हो सकते हैं उन्हें माइक्रोवेव प्रकार के पैकेज में रखा जाएगा। एक नए डिजाइन के लिए एक वैरेक्टर डायोड चुनते समय इन और अन्य विचारों को ध्यान में रखा जाना चाहिए।

चूंकि एक विशेष वैरएक्टर डायोड प्रकार कई पैकेजों में उपलब्ध हो सकता है इसलिए उस पैकेज के साथ वैरिएंट चुनना आवश्यक है जो देखने में एप्लिकेशन के लिए सबसे उपयुक्त हो।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

विनियमित बिजली आपूर्ति (Regulated power supply)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **विनियमित और अनियमित बिजली आपूर्ति की व्याख्या करना**

DC विनियमित बिजली आपूर्ति (DC regulated power supply): DC विनियमित बिजली आपूर्ति का मुख्य उद्देश्य प्रयोगशालाओं में प्रयोग करने के लिए विद्युतऔर इलेक्ट्रॉनिक परिपथ के लिए निरंतर DC आपूर्ति प्राप्त करना और रेडियो, TV, टेप, रिकॉर्डर, कंप्यूटर, इत्यादि जैसे उपकरणों के लिए टेस्टिंग वोल्टेज प्रदान करना है।

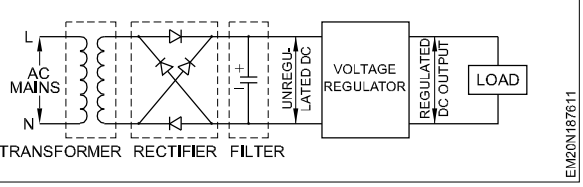
DC अनियमित बिजली आपूर्ति (DC unregulated power supply): AC आपूर्ति से DC प्राप्त करने का सबसे आम तरीका AC वोल्टेज को अप/डाउन करने के लिए एक ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करना और AC आपूर्ति को DC में परिवर्तित करने के लिए एक रेक्टिफायर परिपथ का उपयोग करना है। DC आउटपुट को फ़िल्टर करने के लिए अक्सर कैपेसिटर/प्रेरक का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार के परिपथ में DC आउटपुट वोल्टेज लोड में बदलाव के साथ बदलता है और आमतौर पर एक परिपथ में उपयोग किया जाता है जहां लोड धारा स्थिर होती है। बैटरी चार्जिंग, इलेक्ट्रोप्लेटिंग, संचार प्रणाली आदि।

विनियमित बिजली आपूर्ति के प्रकार (Types of regulated power supply): AC आपूर्ति से स्थिर DC आपूर्ति प्राप्त करने के दो बेसिक तरीके हैं। वे पारंपरिक तरीके और स्विच मोड तकनीक का उपयोग करने वाली प्रणाली हैं।

अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक उपकरण पारंपरिक प्रकार की बिजली आपूर्ति का उपयोग करते हैं। इस प्रकार में वोल्टेज और धारा रेगुलेशन का संयुक्त रूप से उपयोग किया जाता है।

वोल्टेज विनियमित बिजली आपूर्ति (Voltage regulated power supply): वोल्टेज विनियमित बिजली आपूर्ति में एक अनियमित DC आपूर्ति उत्पन्न करने के लिए एक स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर रेक्टिफायर और एक स्टोरेज संधारित्र होता है जो AC मेन आपूर्ति से विद्युतरूप से पृथक होता है। फिर यह DC आउटपुट वोल्टेज जो विनियमित नहीं है विनियमित DC वोल्टेज प्राप्त करने के लिए वोल्टेज नियामक परिपथ के माध्यम से पारित किया जाता है। (Fig 1)

Fig 1

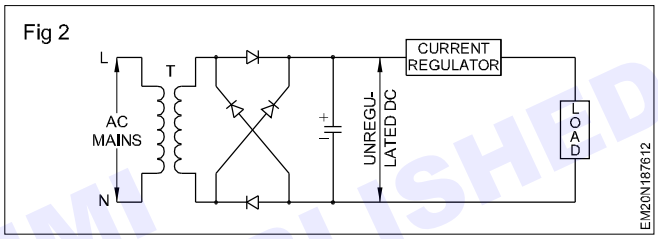


नियामक परिपथ पैरामीटर में जेनर डायोड ट्रांजिस्टर या इंटीग्रेटेड परिपथ शामिल हो सकते हैं जैसा कि दूसरे वर्ष Ex. 812 में चर्चा की गई है। एक निश्चित वोल्टेज नियामक का एक ट्रांजिस्टर संस्करण Ex. 812 के Fig 1 में दिखाया गया है और एक चर वोल्टेज नियामक का एक ट्रांजिस्टर संस्करण दूसरे वर्ष के Ex. 812 के Fig 2 में दिखाया गया है। कृपया उनका संदर्भ लें।

धारा-विनियमित बिजली आपूर्ति (Current-regulated power supply): एक धारा विनियमित बिजली आपूर्ति में वोल्टेज-विनियमित बिजली आपूर्ति और एक धारा सीमित परिपथ के समान एक अनियमित पावर सप्लाई होती है। (Fig 2)

करंट रेगुलेटर परिपथ को उपयुक्त रूप से डिजाइन करके सिंगल रेंज या मल्टी-रेंज धारा के लिए करंट रेगुलेशन प्राप्त करना संभव है।

Fig 2



धारा और धारा विनियमन संयुक्त (Voltage and current regulation combined):

व्यावसायिक रूप से उपलब्ध DC विनियमित बिजली आपूर्तिकर्ता आपूर्ति इकाई में संयुक्त वोल्टेज और धारा विनियमन दोनों प्रदान करते हैं। (Fig 3 & 4)

Fig 3

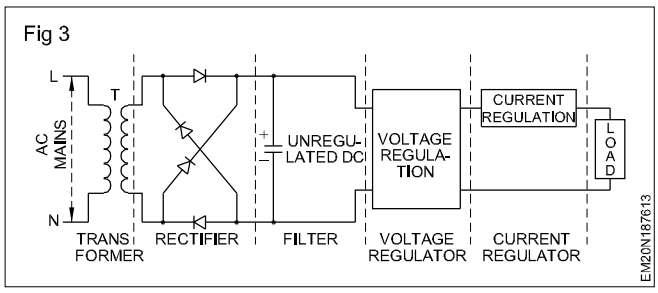
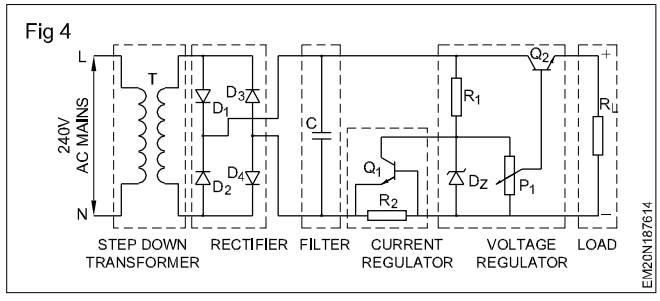


Fig 4



परिपथ विवरण (Circuit description): Fig 4 में एक साधारण वोल्टेज और धारा विनियमित बिजली आपूर्ति का एक परिपथ आरेख दिखाया गया है। परिपथ एलीमेंट के कार्य इस प्रकार हैं। ट्रांसफॉर्मर T' का उपयोग AC वोल्टेज को आवश्यक AC वोल्टेज तक ले जाने के लिए

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

किया जाता है। फुल वेव ब्रिज रेक्टिफायर 'D_1 से D_4' का इस्तेमाल AC से DC वोल्टेज को रेक्टिफाई करने के लिए किया जाता है। फ़िल्टरिंग के लिए एक संधारित्र 'C' का उपयोग किया जाता है। जेनर डायोड 'D_Z' के अक्रॉस वोल्टेज का उपयोग एक संदर्भ वोल्टेज स्रोत के रूप में किया जाता है जो स्थिर होता है। पोटेंशियोमीटर 'P_1' का उपयोग DC आउटपुट वोल्टेज को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। ट्रांजिस्टर Q_2 वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में कार्य करता है। पोटेंशियोमीटर Q_1' द्वारा एक सेट वोल्टेज के लिए जब कोई लोड नहीं होता है ट्रांजिस्टर Q_2 कम संचालित करता है और कलेक्टर और एमिटर में वोल्टेज ड्रॉप अधिकतम होता है। जब लोड धारा बढ़ती है तो ट्रांजिस्टर Q_2' अधिक संचालित होता है और कलेक्टर और एमिटर में वोल्टेज ड्रॉप कम हो जाता है जिससे अनियमित DC आउटपुट में गिरावट की भरपाई हो जाती है जिससे विनियमित आउटपुट वोल्टेज स्थिर रहता है। ट्रांजिस्टर Q_2' धारा नियामक के रूप में भी कार्य करता है। ट्रांजिस्टर Q_1' का चालन प्रतिरोधक 'R_2' पर वोल्टेज ड्रॉप पर निर्भर करता है । बदले में R_2' के अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप R_2 के प्रतिरोध मान और लोड धारा (I_L x R_2) पर निर्भर करता है। जब लोड धारा बढ़ता है तो R_2' पर वोल्टेज ड्रॉप भी बढ़ जाता है और एक सेट धारा ट्रांजिस्टर Q_1' के लिए कंडक्ट करता है जिसके परिणामस्वरूप ट्रांजिस्टर Q_2' का बेस लगभग ऋणात्मक क्षमता पर आउटपुट वोल्टेज को कम करता है। अंतिम परिणाम यह है कि धारा के सेट वैल्यू से ऊपर नहीं बढ़ेगी लेकिन लोड रेजिस्टेंस "R_L" में किसी भी कमी के लिए वोल्टेज कम होता जाता है।

विनियमित विद्युतआपूर्तियों को निर्दिष्ट करने में उपयोग की जाने वाली शर्तें (TERMS USED IN SPECIFYING REGULATED POWER SUPPLIES):

एक विनियमित बिजली आपूर्ति की विनियमन आवश्यकता अक्सर इसके अनुप्रयोग से जुड़ी होती है। इसलिए एक विनियमित बिजली आपूर्ति का चयन करते समय निम्नलिखित शर्तों पर विचार किया जाता है।

लाइन रेगुलेशन (सोर्स रेगुलेशन) (Line regulation) (Source regulation): लाइन रेगुलेशन को सोर्स रेगुलेशन भी कहा जाता है जो लाइन वोल्टेज में बदलाव के कारण DC आउटपुट वोल्टेज में बदलाव को निर्दिष्ट करता है।

$$\%\text{ Source regulation} = \frac{\%\text{ of variation of DC output voltage for a given constant load}}{\%\text{ of variation of AC input line voltage}} \times 100$$

लोड विनियमन (Load regulation): लोड विनियमन को लोड प्रभाव भी कहा जाता है जिसे विनियमित आउटपुट वोल्टेज में परिवर्तन के रूप में परिभाषित किया जाता है जो लोड धारा न्यूनतम से अधिकतम में बदलता है।

लोड रेगुलेशन = नो लोड वोल्टेज E_{NL}- फुल लोड वोल्टेज E_{FL}

लोड रेगुलेशन = $E_{NL} - E_{FL}$

लोड रेगुलेशन को अक्सर लोड वोल्टेज में बदलाव को नो लोड वोल्टेज से विभाजित करके प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाता है।

$$\%\text{ Load regulation} = \frac{E_{NL} - E_{FL}}{E_{NL}} \times 100$$

रिपल (Ripple): रिपल शब्द का अर्थ है कि अपूर्ण रेक्टिफिकेशन और फ़िल्टरिंग के परिणामस्वरूप AC के अवशेष लोड को वितरित किए जाते हैं।

किसी दिए गए या नॉमिनल DC आउटपुट वोल्टेज के लिए उपलब्ध AC वोल्टेज के रूप में रिपल का उल्लेख किया जा सकता है। सामान्य तौर पर 'रिपल फैक्टर' को DC आउटपुट में उपलब्ध AC वोल्टेज के प्रतिशत अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।

$$\%\text{ Ripple factor} = \frac{\text{AC voltage available in DC output}}{\text{Normal DC voltage at the output}} \times 100$$

बिजली आपूर्ति इकाई का आकार आवश्यक अधिकतम DC आउटपुट पावर जैसे DC वोल्टेज और DC एम्पीयर पर निर्भर करता है विनियमन में उच्च परिशुद्धता और उपकरण में शामिल कई सुरक्षा सर्किटों के आधार पर विनियमित बिजली आपूर्ति का सर्किट अधिक से अधिक परिष्कृत हो जाता है। आवश्यक सटीकता के आधार पर सर्किट कई IC ट्रांजिस्टर, नियंत्रण और अन्य घटकों का उपयोग कर सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इंटीग्रेटेड परिपथ वोल्टेज नियामक (integrated circuit voltage regulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **इंटीग्रेटेड परिपथों का वर्गीकरण।**
- **IC की विशिष्टता।**
- **IC वोल्टेज नियामकों के प्रकार।**

परिचय (Introduction):

इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में विशिष्ट विधियों से एक दूसरे से जुड़े कई विभिन्न अवयव होते हैं। उदाहरण के लिए पहले के पाठों में चर्चा की गई श्रृंखला नियामक परिपथ में ट्रांजिस्टर, जेनर डायोड, प्रतिरोधक आदि शामिल थे जो एक नियामक के रूप में कार्य करने के लिए एक परिभाषित तरीके से जुड़े हुए थे। यदि इन सभी घटकों को एक बोर्ड पर बनाने के बजाय यदि वे अर्धचालक क्रिस्टल के सिंगल वेफर पर बनाए जाते हैं तो परिपथ का भौतिक आकार बहुत छोटा हो जाता है। लघु आकार होने पर भी यह विभिन्न घटकों का उपयोग करके बनाए गए तार वाले परिपथ के समान ही कार्य करते हैं। एक ही क्रिस्टल समान्यत: सिलिकॉन के अन्दर और उस पर उत्पादित ऐसे छोटे इलेक्ट्रॉनिक परिपथों को इंटीग्रेटेड परिपथ या IC के रूप में जाना जाता है। इंटीग्रेटेड परिपथ (IC) में ट्रांजिस्टर डायोड जैसे हजारों सक्रिय अवयव और कुछ विशिष्ट क्रम में प्रतिरोधक और संधारित्र जैसे निष्क्रिय अवयव विनिर्देशित क्रम में संयोजित रहते हैं और वोल्टेज नियामक या एम्पलीफायर या ऑसीलेटर आदि के जैसे कार्य करते हैं।

इंटीग्रेटेड परिपथों का वर्गीकरण (Classification of integrated circuits):

इंटीग्रेटेड परिपथों को कई प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है। 'यद्यपि सबसे प्रचलित वर्गीकरण इस प्रकार है:

1 **परिपथ के प्रकार के आधार पर (Based on its type of circuitry):**

(a) एनालॉग IC- उदाहरण: एम्पलीफायर IC, वोल्टेज नियामक IC आदि।

(b) डिजिटल IC- उदाहरण: डिजिटल गेट, फ्लिप-फ्लॉप, एडर्स इत्यादि।

2 **IC में निर्मित ट्रांजिस्टरों की संख्या के आधार पर (Based on the number of transistors built into IC):**

a स्माल स्केल इंटीग्रेशन (SSI) - इसमें 1 से 10 ट्रांजिस्टर होते हैं।

b मीडियम स्केल इंटीग्रेशन (MSI) - इसमें 10 से 100 ट्रांजिस्टर होते हैं।

c लार्ज स्केल इंटीग्रेशन (LSI) - 100 से 1000 ट्रांजिस्टर होते हैं।

d वेरी लार्ज स्केल इंटीग्रेशन (VLSI) - 1000 और उससे अधिक।

3 **प्रयुक्त ट्रांजिस्टर के प्रकार के आधार पर (Based on the type of ttansistots used**):

a बाइपोलर - इलेक्ट्रॉन और होल करंट दोनों को वहन करता है।

b मेटल ऑक्साइड सेमीकंडक्टर (MOS) - इलेक्ट्रॉन या होल करंट।

cपूरक धातु ऑक्साइड सेमीकंडक्टर (CMOS) - इलेक्ट्रॉन या होल करंट

इंटीग्रेटेड परिपथ (IC) वोल्टेज नियामक (Integrated circuit (IC) voltage regulators):

पिछले पाठों में चर्चा की गई श्रृंखला वोल्टेज नियामक इंटीग्रेटेड परिपथ (IC) के रूप में उपलब्ध हैं। उन्हें वोल्टेज नियामक IC के रूप में जाना जाता है।

दो प्रकार के वोल्टेज नियामक IC हैं। वे हैं:-

1 फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC

2 एडजस्टेबल आउटपुट वोल्टेज नियामक IC

फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC (Fixed output voltage regulator ICs):

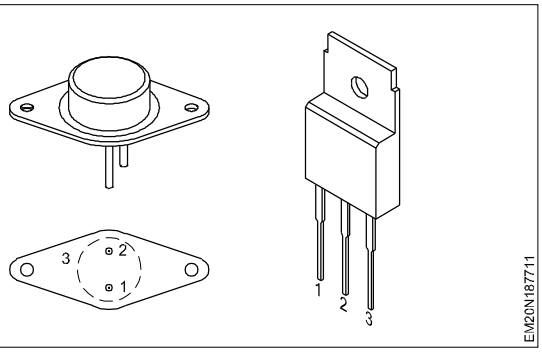
फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC की नवीनतम जनरेशन (उत्पादन तकनीकि) में केवल तीन पिन होती हैं जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है। ये धनात्मक या ऋणात्मक नियंत्रित DC आउटपुट वोल्टेज प्रदान करने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं।

Fig 1 में प्रदर्शित IC में सभी अवयव अत्यधिक छोटे पैकेजों में उपलब्ध होते हैं। ये IC जब वोल्टेज नियामक के रूप में उपयोग किए जाते हैं तो दो छोटे मान के संधारित्र (कैपेसिटर) के अलावा अतिरिक्त घटकों की आवश्यकता नहीं होती है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

संधारित्र C_1 का उपयोग करने का कारण यह है कि जब वोल्टेज नियामक IC अनियमित बिजली आपूर्ति के फिल्टर संधारित्र से कुछ इंच अधिक है तो लीड इन्डक्टेंस IC के अन्दर दोलन उत्पन्न कर सकता है। संधारित्र C_1 ऐसे दोलनों को स्थापित होने से रोकता है। बाईपास संधारित्र C_1 का विशिष्ट मान 0.220µF से 1µF तक होता है। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि C_1 को जितना संभव हो सके IC के समीप संयोजित किया जाना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

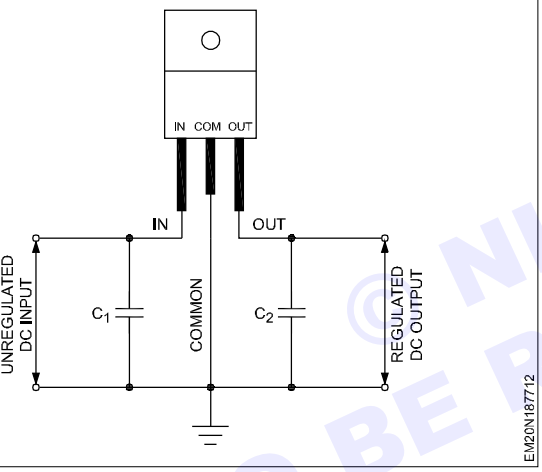
Fig 1



संधारित्र C_2 का उपयोग विनियमित आउटपुट वोल्टेज की ट्रांजिएंट (क्षणिक) प्रतिक्रिया को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है। C_2 के ON/OFF के दौरान उत्पादित ट्रांजिएंट्स (अल्पकालिक परिवर्तन) को बायपास करता है। C_2 के विशिष्ट मान 0.1μF से 10 μF तक होते हैं।

फिक्स्ड वोल्टेज तीन टर्मिनल रेगुलेटर अलग-अलग आउटपुट वोल्टेज (जैसे 5V, 9V, 12V, 24V) के लिए विभिन्न IC श्रृंखलाओं में उपलब्ध हैं जिनकी अधिकतम लोड करंट रेटिंग 100mA से लेकर तीन ऐम्प तक होती है।

Fig 2



सर्वाधिक प्रचलित तीन टर्मिनल IC नियामक हैं,

1 LMXXX-X श्रृंखला

उदाहरण: LM320-5, LM320-24 आदि।

2 78XX और 79XX श्रृंखला

उदाहरण: 7805 7812 7912 आदि।

पॉकेट टेबल बुक टेबल संख्या 30 में प्रचलित तीन टर्मिनल नियामकों (रेगुलेटर्स) की सूची दी गई है।

तीन टर्मिनल IC नियामकों के विनिर्देश (Specifications of three terminal IC regulators):

समझने में सरलता के लिए आइए हम तीन टर्मिनल IC μA7812 के विनिर्देश पर विचार करें। नीचे दी गई टेबल में μA7812 के विनिर्देशों को सूचीबद्ध किया गया है।

- **आउटपुट विनियमन (Output regulation):**

यह उस मान को इंगित करता है जिसके द्वारा आउटपुट वोल्टेज रेटेड अधिकतम लोड स्थिति में भिन्न हो सकता है। उदाहरण के लिए μA7812 IC में आउटपुट वोल्टेज अपने रेटेड 12 V DC से 4 mV तक भिन्न हो सकता है जब रेटेड विशिष्ट लोड धारा 2.2A होती है।

पैरामीटर	न्यूनतम	विशिष्ट	अधिकतम	मात्रक
आउटपुट वोल्टेज	11.5	12	12.5	V
आउटपुट विनियमन		4	120	mV
शॉर्ट-सर्किट (लघु पथित) आउटपुट धारा		350		mA
ड्रॉप आउट वोल्टेज		2.0		V
रिपल रिजेक्शन	55	71		dB
पीक आउटपुट करंट		2.2		A

- **आउटपुट वोल्टेज (Output voltage):**

यह विनिर्देश विनियमित DC आउटपुट वोल्टेज को इंगित करता है जिसे IC से प्राप्त किया जा सकता है। जैसा कि ऊपर दिए गए प्रदर्शित विनिर्देश टेबल से देखा जा सकता है निर्माता न्यूनतम विशिष्ट और अधिकतम आउटपुट वोल्टेज निर्दिष्ट करता है। इस IC का उपयोग करते समय विशिष्ट मान लें क्योंकि यह मान सामान्य इनपुट और लोड स्थितियों के तहत IC पर आउटपुट वोल्टेज से मेल खाता है।

- **लघुपथित आउटपुट धारा (Short circuit output current):**

आउटपुट को लघुपथित (शॉर्ट) करने पर परिपथ में प्रवाहित लघुपथित धारा I_{SC} को इंगित करता है। जब आउटपुट टर्मिनलों को लघुपथित (शॉर्ट) किया जाता है तो μA7812 में आउटपुट करंट 350mA तक सीमित होती है।

- **वोल्टापात (Drop out voltage):**

उदाहरण के लिए, μA7812 में जिसमें आउटपुट वोल्टेज +12 V है रेगुलेटर को इनपुट अनियंत्रित DC वोल्टेज आउटपुट वोल्टेज से अधिक होना चाहिए। विनिर्देश ड्रॉप आउट वोल्टेज IC के लिए एक नियामक के रूप में संचालित करने के लिए इनपुट और आउटपुट वोल्टेज के बीच न्यूनतम धनात्मक अंतर को प्रदर्शित करता है। उदाहरण के लिए μA7812 में अनियमित इनपुट वोल्टेज 12V के विनियमित DC आउटपुट से कम से कम 2 वोल्ट अधिक होना चाहिए। इसका मतलब है कि μA7812 के लिए इनपुट कम से कम 14 V होना चाहिए।

IC के इनपुट और आउटपुट में वोल्टेज के बीच का अंतर भी बहुत अधिक नहीं होना चाहिए क्योंकि इससे अवांछित अपव्यय होता है। एक नियम के रूप में नियामक को इनपुट वोल्टेज नियामक के आउटपुट वोल्टेज के अधिकतम दोगुने तक सीमित होना चाहिए। उदाहरण के लिए μA7812 के लिए अनियमति इनपुट वोल्टेज 14 V से अधिक लेकिन 24 V से कम होना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- **रिपल रिजेक्शन (Ripple rejection):**

  यह डेसिबल में आउटपुट और इनपुट के बीच रिपल रिजेक्शन के अनुपात को प्रदर्शित करता है।

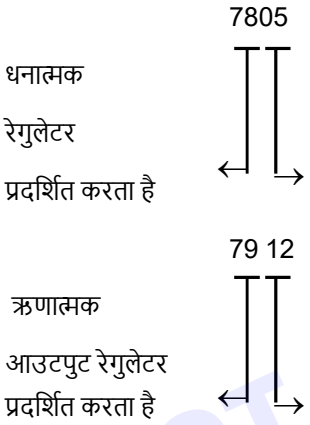
- **पीक आउटपुट करंट (Peak output current):** यह उच्चतम आउटपुट या लोड धारा को इंगित करता है जिसे प्राप्त किया जा सकता है। इस रेटेड अधिकतम धारा से ऊपर IC की सुरक्षा की गारंटी नहीं होती है।

IC टाइप संख्या से आउटपुट वोल्टेज और अधिकतम रेटेड लोड धारा की पहचान (Identification of output voltage and rated maximum load current from IC type number):

- 78XX और 79XX सीरीज में 3 टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर होते हैं।
- सभी 78XX श्रृंखला धनात्मक आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर (नियामक) हैं।
- सभी 79XX श्रृंखला ऋणात्मक आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर (नियामक) हैं।

XX शब्द रेटेड आउटपुट विनियमित वोल्टेज को इंगित करता है।

उदाहरण:



यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि 78XX/79XX श्रृंखला के विभिन्न निर्माता जैसे फेयर चाइल्ड (μA/μpc), मोटोरोला, सिग्नेटिक्स (SS), तीन पिन विनियमित (रेगुलेटेड) IC के रेटेड अधिकतम धारा को इंगित करने के लिए विभिन्न कोडिंग योजनाएं अपनाए गए हैं। ऐसी ही एक योजना नीचे दी गई है।

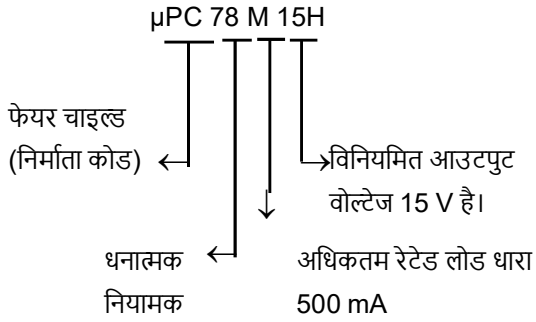
78LXX - L इंगित करता है कि अधिकतम लोड धारा 100mA है।

78MXX - M के रूप में रेटेड अधिकतम लोड धारा 500mA को इंगित करती है।

78XX - 78 और XX के बीच एक वर्णमाला की अनुपस्थिति इंगित करती है कि रेटेड अधिकतम लोड धारा 1A है।

78SXX - A इंगित करता है कि रेटेड अधिकतम लोड धारा 2 एम्पीयर है।

उदाहरण:



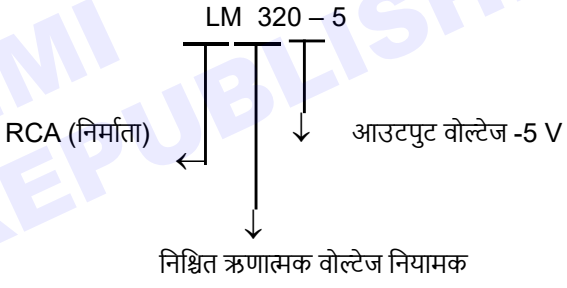
3 टर्मिनल वोल्टेज नियामकों की LM 3XX श्रृंखला (LM 3XX series of 3 terminal voltage regulators):

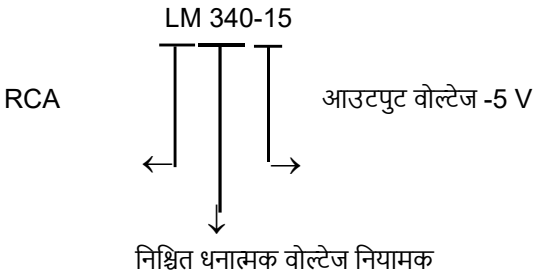
तीन टर्मिनल नियामकों की LM श्रृंखला में विनिर्देशों को ज्ञात करने के लिए इसके डेटा मैनुअल को संदर्भित करने पर सुझाव दिया गया है। हालांकि निम्नलिखित टिप्स यह पहचानने में मदद करेंगे कि IC एक निश्चित धनात्मक या निश्चित ऋणात्मक नियामक है या नहीं।

LM320-X और LM320-XX ⟶ नियत - ve वोल्टेज रेगुलेटर।

LM340-X या LM340-XX⟶ नियत + ve वोल्टेज रेगुलेटर।

उदाहरण:





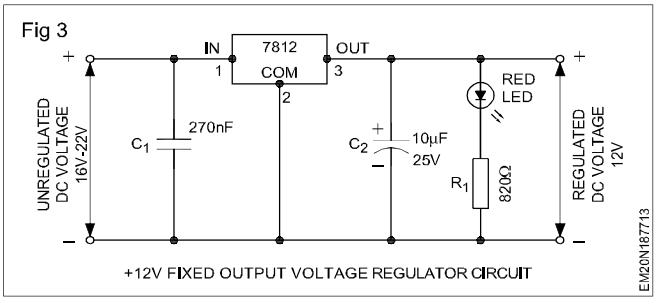
प्रैक्टिकल 78XX और 79XX वोल्टेज नियामक परिपथ (Practical 78XX and 79XX voltage regulator circuits): Fig 3 में 7812 का उपयोग करके 12 V, 1 A रेगुलेटेड पॉवर सप्लाई का परिपथ आरेख प्रदर्शित है।

3-टर्मिनल रेगुलेटर IC का आउटपुट वोल्टेज IC के कॉमन टर्मिनल (COM) के संदर्भ में होता है। जब COM टर्मिनल को ग्राउंड किया जाता है तो रेगुलेटर का आउटपुट वोल्टेज IC का निर्दिष्ट आउटपुट वोल्टेज होगा जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। लेकिन COM टर्मिनल पर वोल्टेज बढ़ाकर IC के आउटपुट वोल्टेज को निर्दिष्ट मान से ऊपर बढ़ाया जा सकता है। जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है। 6.1V जेनर के कारण

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

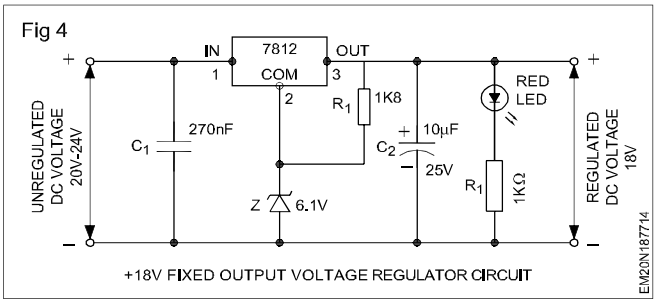
आउटपुट वोल्टेज 6.1V + 12V = 18.1V या लगभग 18V होगा जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 3



+12V FIXED OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

Fig 4

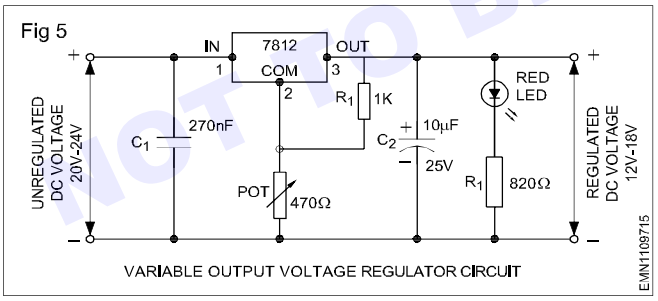


+18V FIXED OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

Fig 3 के अनुसार जब IC के COM टर्मिनल को भूसम्पर्कित (ग्राउन्डेड) है तो 78 श्रृंखला में COM टर्मिनल से ग्राउन्ड की ओर प्रवाहित श्रांत धारा (quiescent current) लगभग 8µA है। लोड धारा बढ़ने पर यह धारा घटती है। जब जेनर COM टर्मिनल पर संयोजित होता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है यह सुनिश्चित करने के लिए कि जेनर सदैव रिवर्स ऑन स्थिति में है प्रतिरोध R_1 का उपयोग किया जाता है। यदि R_1 = 1.8K है तो I_Z ,7mA होगा जो जेनर को हमेशा ऑन रखने के लिए पर्याप्त है।

Fig 5 एक स्थिर वोल्टेज नियामक का उपयोग करते हुए एक चर आउटपुट वोल्टेज नियामक प्रदर्शित है। COM टर्मिनल पर परिवर्ती मानक वोल्टेज एक POT का उपयोग करके प्राप्त किया जाता है।

Fig 5

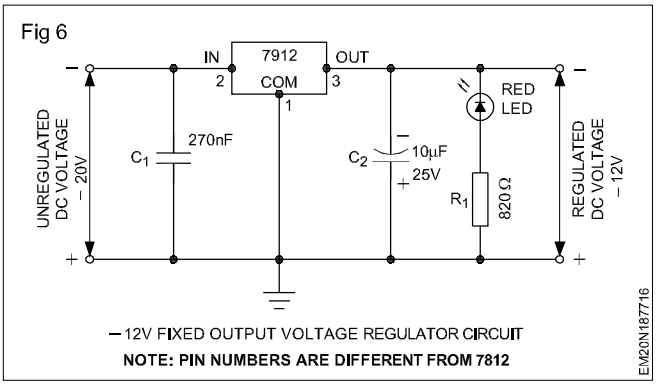


VARIABLE OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

चूँकि POT के माध्यम से श्रांत धारा (quiescent current) बहुत कम (लगभग 8µA) होती है और यह लोड प्रतिरोध के साथ घट जाती है R_1 का उपयोग लोडिंग के कारण श्रांत धारा (quiescent current) में परिवर्तन को कंपनसेट करने के लिए किया जाता है। इसलिए बायस वोल्टेज को श्रांत धारा (quiescent current) I_Q और R_1 द्वारा निर्धारित बायस धारा के योग द्वारा निर्धारित किया जाता है। Fig 5 में जब POT का प्रतिरोध 0 पर सेट होता है COM को आधार बनाया जाता है और इसलिए आउटपुट 12V होगा। जैसे-जैसे पॉट का सेट वैल्यू बढ़ता है आउटपुट वोल्टेज भी बढ़ता है।

Fig 6 में 7912 का उपयोग करते हुए एक ऋणात्मक वोल्टेज नियामक दिखाया गया है। इस परिपथ का कार्य Fig 7 के समान है सिवाय इसके कि यह एक ऋणात्मक वोल्टेज नियामक है और इसलिए IC के पिन नंबर 3 पर वोल्टेज -12 वोल्ट होगा।

Fig 6



– 12V FIXED OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

NOTE: PIN NUMBERS ARE DIFFERENT FROM 7812

Fig 7 LM340 का उपयोग करते हुए एक +15 वोल्ट का नियामक प्रदर्शित है। यह परिपथ आरेख 78XX श्रृंखला नियामक के समान ही है।

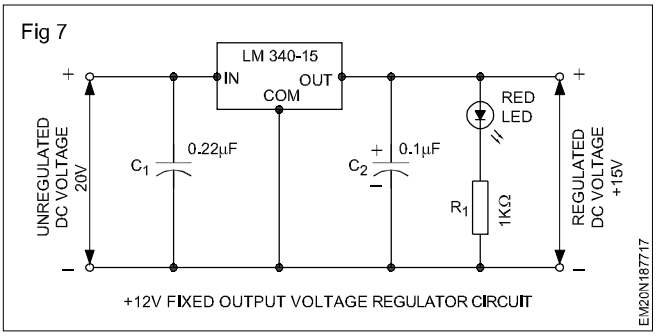
तीन-टर्मिनल निश्चित वोल्टेज नियामक का उपयोग करके बहु वोल्टता (Multiple voltage using three-terminal fixed voltage regulator):

Fig 8 प्रदर्शित है कि किस प्रकार एक से अधिक वोल्टेज प्राप्त करने के लिए तीन-टर्मिनल IC का उपयोग किया जा सकता है। ऐसे मितव्ययी और सरल परिपथ इलेक्ट्रॉनिक परिपथ और सर्विस तकनीशियनों के लिए बहुत उपयोगी हैं।

याद रखें इनपुट मान से एक नियामक को अनियंत्रित DC हमेशा नियामक के आउटपुट के दोगुने से कम होना चाहिए। जैसा कि Fig 8 के तीसरे नियामक (7805) में दिखाया गया है जब एक बड़े इनपुट वोल्टेज के साथ प्रचालन करना आवश्यक होता है तो आवश्यक वोल्टतापात के लिए श्रृंखला में एक श्रृंखला प्रतिरोध R_S संयोजित किया जा सकता है।

Fig 8 में दिखाई गई योजना कई योजनाओं में से एक है जिसे कई वोल्टेज आउटपुट प्राप्त करने के लिए अपनाया जा सकता है।

Fig 7



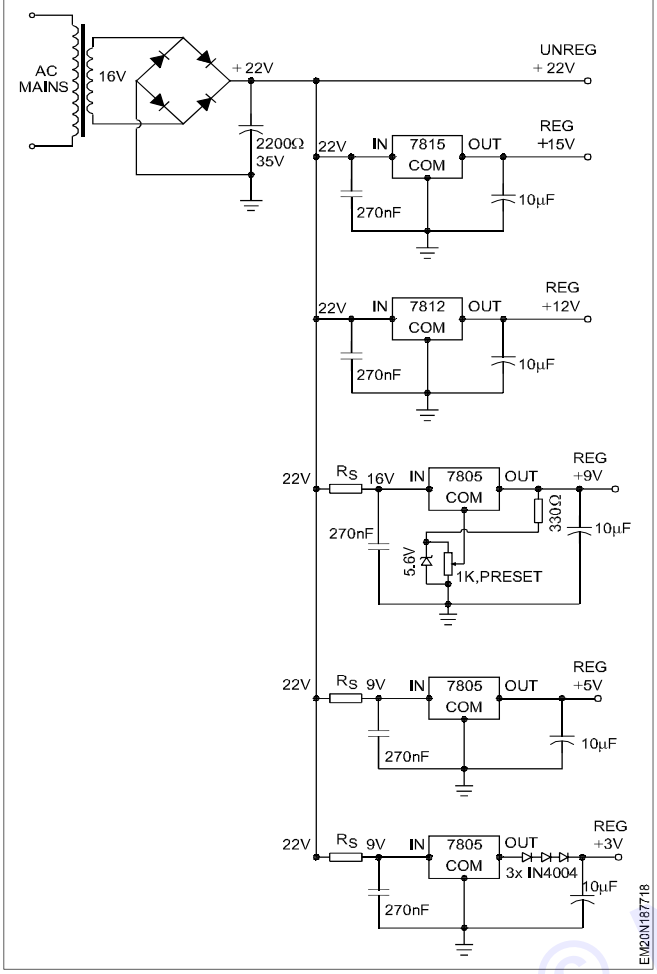
+12V FIXED OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

IC 79XX वोल्टेज नियामक (IC 79XX voltage regulator):

79XX वोल्टेज नियामक इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में बहुत अधिक उपयोग किए जाते हैं। इस IC का मुख्य उद्देश्य परिपथ को आवश्यक विनियमित ऋणात्मक वोल्टेज की आपूर्ति करना है। इसके इनपुट वोल्टेज में किसी भी परिवर्तन के बाद भी IC 79XX एक स्थिर ऋणात्मक आउटपुट वोल्टेज की आपूर्ति कर सकता है। यह मुख्य रूप से उन परिपथों में पाया जा सकता है जिनमें +Vcc और -Vcc की आवश्यकता वाले इंटीग्रेटेड परिपथों का उपयोग किया जाता है।

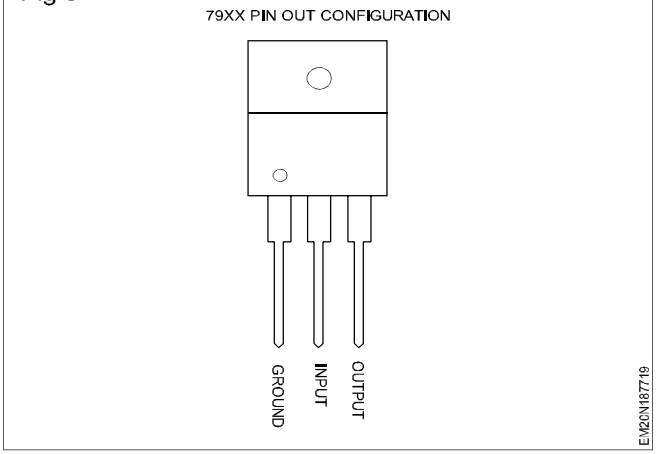
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 8



IC 79XX एक तीन पिन ऋणात्मक वोल्टेज नियंत्रक IC है जैसा कि Fig 9 दिखाया गया है। यह एक छोटा इंटीग्रेटेड परिपथ है जिसका उपयोग परिपथ में स्थिर ऋणात्मक इनपुट वोल्टेज की आपूर्ति के लिए किया जाता है। संख्या 79इंगित करती है कि यह एक ऋणात्मक वोल्टेज नियामक है और XX, IC के आउटपुट वोल्टेज को इंगित करता है। 'XX' को रेगुलेटर द्वारा प्रदान किए गए नियंत्रित आउटपुट वोल्टेज से बदला जा सकता है उदाहरण के लिए यदि यह 7905 है तो IC का आउटपुट वोल्टेज -5 V है। इसी तरह यदि यह 7912 है तो IC का आउटपुट वोल्टेज -12 वोल्ट है इत्यादि। निर्माता के आधार पर IC का नाम LM79XX, L79XX MC79XX आदि के रूप में भिन्न हो सकता है।

Fig 9



हीट सिंक (Heat sink)

IC 79XX को इसके सुरक्षित संचालन के लिए हीट सिंक की आवश्यकता होती है। हीट सिंक ऊष्मा अपव्यय को है इसलिए डिवाइस के जीवन को बढ़ाया जा सकता है

79XX IC और आउटपुट वोल्टेज (79xx ICs and output voltages):

IC नंबर	आउटपुट वोल्टेज
7905	-05 वोल्ट
7912	-12 वोल्ट
7915	-15 वोल्ट
7918	- 18 वोल्ट

पिन 1 ग्राउंड टर्मिनल (0V) के रूप में कार्य करता है। पिन 2 इनपुट टर्मिनल (5V - 24V) के रूप में कार्य करता है। पिन 3 आउटपुट टर्मिनल (स्थिर विनियमित 5V) के रूप में कार्य करता है।

IC 79XX का पिन आउट कॉन्फिगरेशन (Pin out configuration of IC 79xx):

IC 79XX का पिन आउट कॉन्फ़िगरेशन नीचे दिए गए चित्र में दिखाया गया है

- 1 ग्राउंड टर्मिनल (0V) के रूप में कार्य करता है।
- 2 इनपुट टर्मिनल (5V - 24V) के रूप में कार्य करता है
- 3 आउटपुट टर्मिनल (स्थिर विनियमित 5V) के रूप में कार्य करता है

संयोजन आरेख (Connection diagtam)

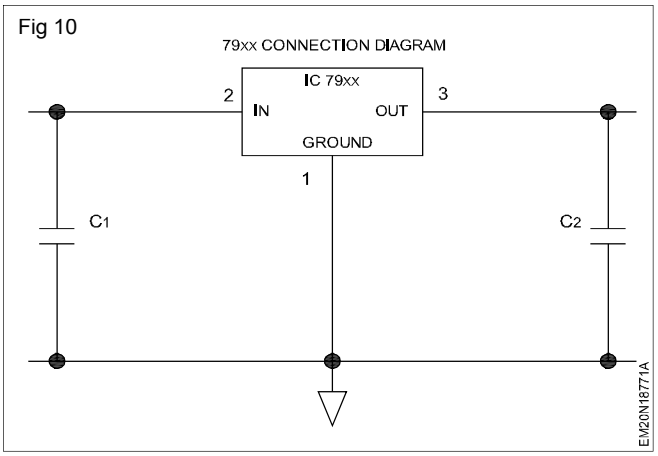
IC 78XX का उपयोग परिपथ में किया जाता है जैसा कि Fig 10 में दिखाया गया है। स्थायित्व में सुधार के लिए दो संधारित्र C_1 और C_2 का उपयोग किया जाता है। संधारित्र C_1 का उपयोग केवल तभी किया जाता है जब रेगुलेटर को फ़िल्टर संधारित्र 3" से अधिक अलग किया जाता है। यह 2.2µF ठोस टैंटलम संधारित्र या 25µF एल्यूमीनियम इलेक्ट्रोलाइटिक संधारित्र होना चाहिए। स्थिरता के लिए संधारित्र C_2 की आवश्यकता होती है। समान्यत: 1µF ठोस टैंटलम संधारित्र का उपयोग किया जाता है। कोई भी 25µF एल्यूमीनियम इलेक्ट्रोलाइटिक संधारित्र का उपयोग कर सकता है। दिए गए मानों को बिना सीमा के बढ़ाया जा सकता है।

IC 78XX (IC 78xx)

IC 79XX के समान एक तीन पिन IC है जो अलग-अलग इनपुट वोल्टेज होने के बाद भी +5V का स्थिर आउटपुट वोल्टेज देता है। इनपुट वोल्टेज का अधिकतम मान जो IC सह सकता है वह 24 वोल्ट है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 10



ऑप-एम्प वोल्टेज नियामक (OP-AMP Voltage regulator)

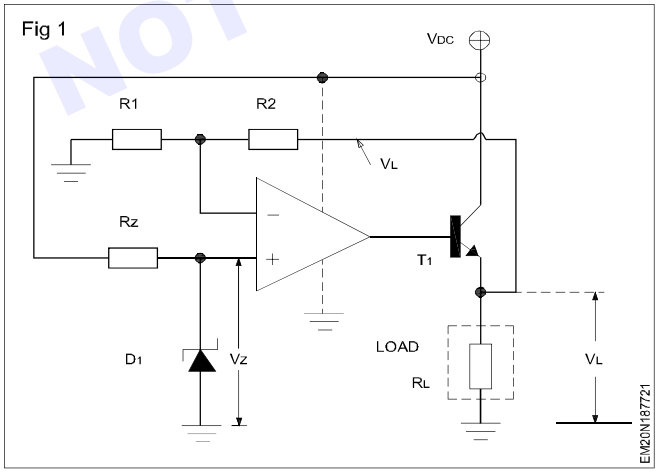
उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **ऑपरेशनल प्रवर्धन का उपयोग करने की अवधारणा**
- **IC723 वोल्टेज नियामकपरिपथ आरेख**

ऑप-एम्प वोल्टेज नियामक की अवधारणा (Concept of OP-AMP voltage regulator):

यहां हम वोल्टेज विनियमन के लिए एक ऑपरेशनल प्रवर्धक का उपयोग करने की सामान्य अवधारणा की व्याख्या करते हैं। एक ऑप-एम्प और कुछ अन्य बाह्य घटकों का उपयोग करके हम आसानी से एक रैखिक वोल्टेज नियामक बना सकते हैं। एक नियामक होने के अतिरिक्त वही परिपथ एक वोल्टेज स्टेबलाइजर भी है जो 0.01% से बेहतर ग्रेड पर वोल्टेज को स्थिर करने में सक्षम है। परिपथ एक गैर-स्थिर DC पावर स्रोत से Fig 1 में प्रदर्शित है और फीडबैक लूप के अंदर एक ट्रांजिस्टर (T_1) का उपयोग करता है। ट्रांजिस्टर का उपयोग ऑप-एम्प की तुलना में अत्यधिक धारा के साथ लोड की आपूर्ति करने के लिए किया जाता है जो संभवत: आपूर्ति कर सकता है। D_1 डायोड एक जेनर-प्रकार का डायोड है और इसका उपयोग वोल्टेज संदर्भ के लिए किया जाता है।

Fig 1



D_1 ,R_Z के माध्यम से बायस्ड है। जब जेनर डायोड पूर्ण रुप से उत्क्रम अभिनत (रिवर्स बायस्ड) होता है तो जेनर डायोड वोल्टेज को जेनर ब्रेकडाउन वोल्टेज के निकट रखता है। ऑप-एम्प का उपयोग रैखिक वोल्टता प्रवर्धक के रूप में किया जाता है। ऑप-एम्प के उच्च ओपन लूप वोल्टेज लाभ के कारण और जहां तक ऑप-एम्प अपने रैखिक क्षेत्र में रहता है इसके इनवर्टिंग (V_-) और नॉन-इनवर्टिंग इनपुट (V_+) के बीच विभवांतर शून्य के लगभग बराबर है। दूसरे शब्दों में ग्राउन्ड के संबंध में इसके नॉन-इनवर्टिंग इनपुट पर वोल्टेज इसके इनवर्टिंग इनपुट पर वोल्टेज के बराबर होता है:

$V_- = V_+$

समीकरण (1) अपने रैखिक क्षेत्र (प्रवर्धक के रूप में) पर कार्य कर रहे किसी भी ऑप-एम्प के लिए सत्य है।

R_1 और R_2 एक वोल्टेज डिवाइडर बनाते हैं और उनके संयोजन बिंदु पर वोल्टेज (V_-) भी प्रसिद्ध वोल्टेज डिवाइडर सूत्र द्वारा दिया जाता है:

$V_- = V_L.R_1/(R_1+R_2)$ .....(2)

यद्यपि, V_+ भी जेनर ब्रेकडाउन वोल्टेज (V_-) के बराबर है क्योंकि ऑप-एम्प का नॉन-इनवर्टिंग इनपुट सीधे जेनर डायोड के कैथोड से संयोजित होता है

$V_+ = V_Z$ .....(3)

(1),(2) और (3) को हल करने के बाद हम प्राप्त करते हैं:

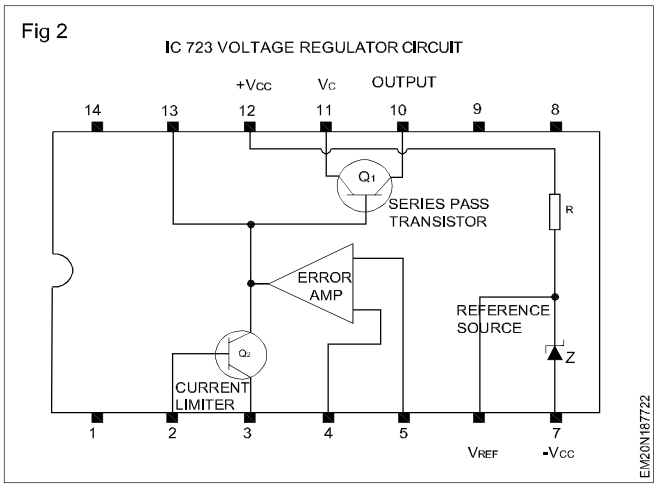
$V_L = V_Z(1+R_2/R_1)$ .....(4)

समीकरण (4) से हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि V_L वोल्टेज (जो लोड पर आरोपित वोल्टेज है) जेनर वोल्टेज के सीधे अनुपातिक है। जहां तक जेनर वोल्टेज स्थिर रहता है V_L स्थिर रहता है। इसके अतिरिक्त लोड पर आरोपित वोल्टेज को R_1 , R_2 या दोनों को समायोजित करके आसानी से समायोजित किया जा सकता है। निरंतर वोल्टेज समायोजन के लिए R_1 और R_2 को एक पोटेंशियोमीटर द्वारा प्रतिस्थापित किया जाना चाहिए जिसका वाइपर ऑप-एम्प के नॉन-इनवर्टिंग इनपुट पर होता है और इसके अन्य लीड क्रमश: ग्राउन्ड और V_L लाइन पर संयोजित होते हैं। VL_Z का V_{DC} से अधिक होना संभव नहीं है। T_1 के संतृप्त होने पर यह लगभग V_{DC} जितना अधिक हो सकता है लेकिन इससे अधिक नहीं। V_L(लोड पर वोल्टेज) भी ज़्ज़ से कम नहीं हो सकता है । इसलिए $V_Z<V_L<V_{DC}$

© CSVTU NOT TO BE REPUBLISHED

किसी भी रैखिक नियामक की तरह आउटपुट वोल्टेज न्यून होने पर T_1 पर ऊष्मा हानियाँ अधिक हो जाती है। वास्तव में ऊष्मा के कारण शक्ति क्षय वर्तमान समय में वोल्टेज T_1 के एक्रास कम है। ऊष्मा क्षय के अतिरिक्त एक रैखिक नियामक को प्राय: स्विचिंग को वरीयता दी जाती है क्योंकि इसमें किसी भी प्रेरक की आवश्यकता नहीं होती है जो अपेक्षाकृत महंगा या भारी हो सकता है।

Fig 2

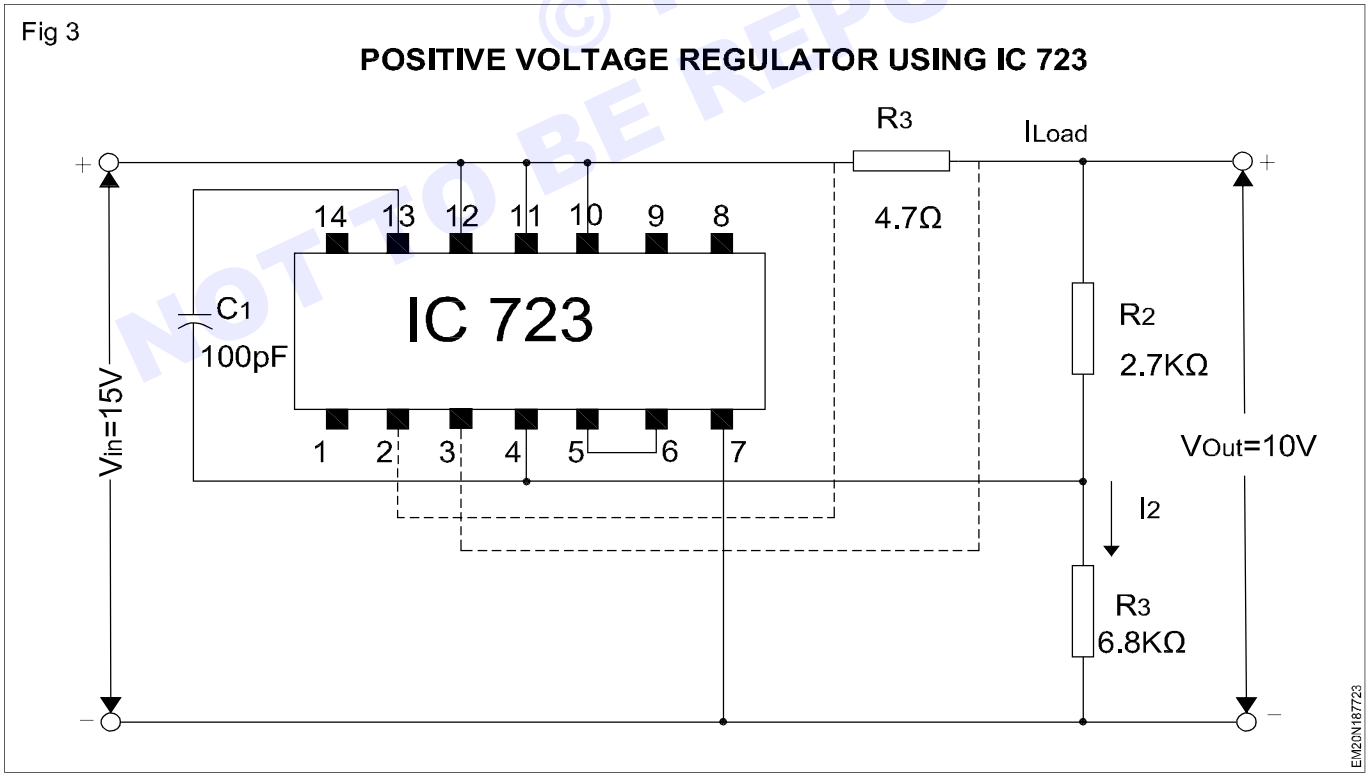


हमने पहले ही वोल्टेज नियामकों और IC वोल्टेज नियामकों की मूल बातें के बारे में विस्तार से चर्चा की है। आइए हम सबसे प्रसिद्ध IC वोल्टेज नियामकों में से एक 723 वोल्टेज नियामक IC पर एक नज़र डालें। वोल्टेज नियामक का कार्यात्मक आरेख Fig 2 में दिखाया गया है। इसमें वोल्टेज संदर्भ स्रोत (पिन 6) शामिल है पिन 4 पर इसके इनवर्टिंग इनपुट के साथ एक त्रुटि एम्पलीफायर और पिन 5 पर नॉन-इनवर्टिंग इनपुट एक श्रृंखला पास ट्रांजिस्टर (पिन) 10 और 11) और पिन 2 और 3 के रूप में एक धारा नियंत्रण ट्रांजिस्टर शामिल है। डिवाइस को धनात्मक और ऋणात्मक दोनों वोल्टेज नियमों के रूप में कार्य करने के लिए सेट किया जा सकता है जिसमें आउटपुट वोल्टेज 2V से 37V तक होता है और आउटपुट धारा स्तर 150mA तक होता है। अधिकतम आपूर्ति वोल्टेज 40V है और लाइन और लोड नियम प्रत्येक 0.01% के रूप में निर्दिष्ट प्रारम्भिक वोल्टेज हैं।

Fig 3 में प्रदर्शित IC 723 के साथ एक धनात्मक वोल्टेज नियामक है। आउटपुट वोल्टेज को (7-37) वोल्ट के बीच किसी भी वांछित धनात्मक वोल्टेज पर सेट किया जा सकता है। 7 वोल्ट संदर्भ है इन सभी विविधताओं को एक पोटेंशियोमीटर की मदद से प्रतिरोधों R_1 और R_2 मानों में परिवर्तन के साथ लाया जाता है। बड़े लोड धारा को संभालने के लिए ट्रांजिस्टर द्वारा Q_1 से एक डार्लिंगटन संयोजन बनाया जाता है। Fig में ब्रेक हुई लाइन धारा नियंत्रित करने के लिए आंतरिक संयोजन दर्शाती हैं। इस IC में फोल्डबैक करंट लिमिटिंग भी संभव है। संदर्भ स्रोत में वोल्टेज डिवाइडर का उपयोग करके 7V संदर्भ स्तर से कम एक नियामक आउटपुट वोल्टेज प्राप्त किया जा सकता है। संभावित रूप से विभाजित संदर्भ वोल्टेज तब टर्मिनल 5 से संयोजित होता है।

इस IC के बारे में ध्यान देने योग्य एक अन्य महत्वपूर्ण बिंदु यह है कि रिपल तरंग के निम्नतम बिंदु पर आपूर्ति वोल्टेज नियामक के आउटपुट से कम से कम 3V अधिक और V_{ref} से अधिक होना चाहिए। यदि ऐसा नहीं है तो एक उच्च-आयाम आउटपुट तरंग उत्पन्न होना संभव है

Fig 3



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

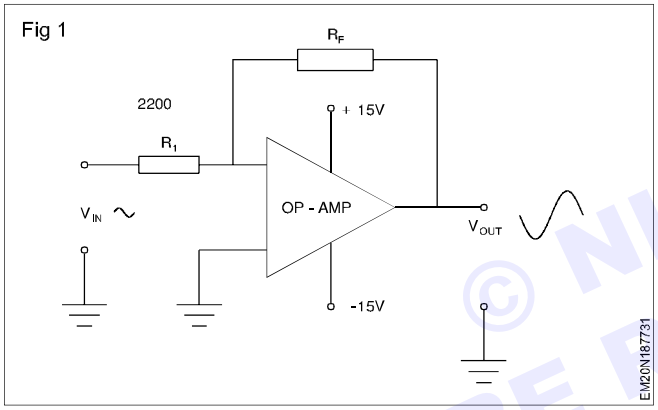
इंटीग्रेटेड परिपथ वोल्टेज नियामक – वेरिएबल आउटपुट (ic voltage regulators - variable output)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **ड्यूल पावर सप्लाई बताना**
- **वेरिएबल नियामक 3-पिन IC की सूची बताना**
- **फीडबैक और त्रुटि प्रवर्धन की व्याख्या करना**।

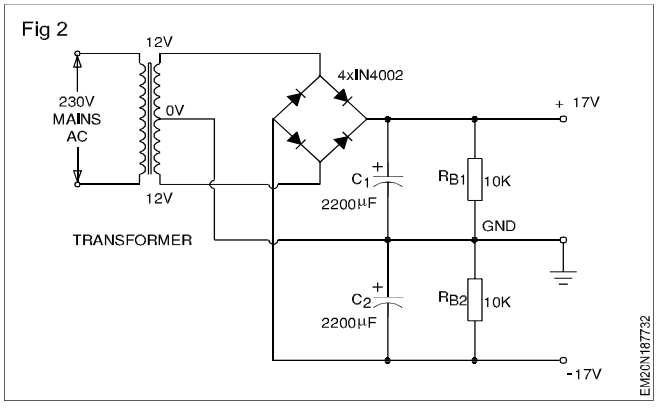
ड्यूल पावर सप्लाई (Dual power supply):

अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक परिपथों को प्राय: या तो +ve DC आपूर्ति या -ve DC आपूर्ति की आवश्यकता होती है। यद्यपि ऐसे परिपथ हैं जिन्हें +ve और -ve आपूर्ति दोनों का उपयोग करके कार्य करने के लिए डिज़ाइन किया गया है । परिपथ का एक उदाहरण जिसके लिए +ve और -ve दोनों आपूर्ति की आवश्यकता होती है ऑप-एम्प होता हैं। ऑप-एम्प टीग्रेटेड परिपथ प्रवर्धक हैं जिन्हें +ve, -ve और ग्राउन्ड की आवश्यकता होती है। Fig 1 में एक विशिष्ट ऑप-एम्प परिपथ दिखाया गया है।



इसलिए परिपथ जिसमें +ve और -ve दोनों आपूर्ति की आवश्यकता होती है एक सिंगल पावर सप्लाई जो ± DC दोनों का वितरण कर सकती है को डिज़ाइन करने की आवश्यकता होती है। पावर सप्लाई जो ± DC दोनों को वितरित कर सकती है उसे ड्यूल पावर सप्लाई (Dual Power Supply) के रूप में जाना जाता है।

± या ड्यूल विनियमित पावर सप्लाई को डिजाइन करने के लिए पहले चरण के रूप में ± अनियमित DC आपूर्ति को डिजाइन करना आवश्यक है। Fig 2 में अनियमित DC आपूर्ति प्राप्त करने की एक सरल विधि प्रदर्शित है।



एक बार, एक ± अनियमित DC आपूर्ति उपलब्ध होने पर, एक + ve नियामक 3-टर्मिनल IC और एक -ve नियामक 3-टर्मिनल IC को ± विनियमित DC आपूर्ति प्राप्त करने के लिए संयोजित किया जाता है। 7812 (+ve रेगुलेटर) और 7912 (-ve रेगुलेटर) का उपयोग करते हुए ऐसा ही एक ± विनियमित DC आपूर्ति Fig 3 में दिखाया गया है।

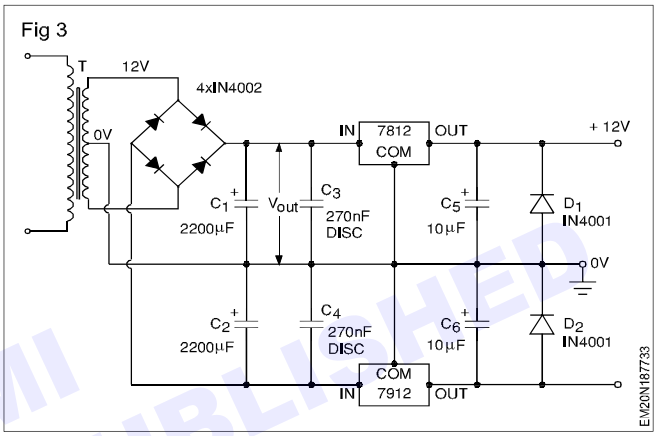


Fig 3 में +ve और -ve नियामक परिपथ का आरेख प्रदर्शित है। डायोड का कार्य बहुत महत्वपूर्ण है। यदि इन डायोड D_1 और D_2 का उपयोग नहीं किया जाता है तो सामान्य लोड समस्याओं के कारण नियामक IC क्षतिग्रस्त हो सकते हैं। सामान्य लोड शब्द का अर्थ है नियामक के +ve और -ve आउटपुट से जुड़ा एक लोड जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है। इस तथ्य का कारण कि ये सामान्य लीड ग्राउन्ड का उपयोग नहीं करते हैं आपूर्ति के दौरान कई समस्याएं होती हैं। अधिक लोड इत्यादि की स्थिति में स्विच ऑन करने पर डुअल पावर सप्लाई में सामान्य लोड की समस्या से बचने के लिए डायोड D_1 और D_2 बहुत आवश्यक हैं।

वेरिएबल/समायोज्य आउटपुट वोल्टेज नियामक (Variable/adjustable output voltage regulators):

कई IC वोल्टेज नियामक उपलब्ध हैं जिनके उपयोग से 1.2 V से 32 वोल्ट का एक समायोज्य आउटपुट वोल्टेज प्राप्त किया जा सकता है। इन समायोज्य आउटपुट वोल्टेज नियामकों में दो प्रकार हैं:

3-टर्मिनल वेरिएबल आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC

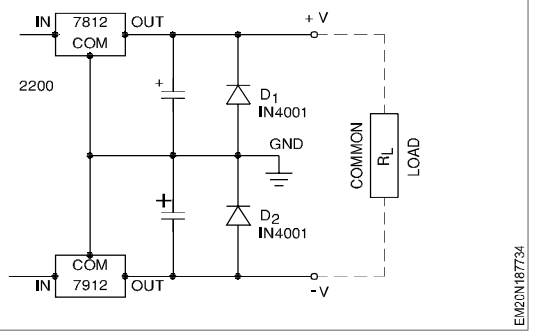
मल्टी-टर्मिनल वेरिएबल आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC

3-टर्मिनल वैरिएबल आउटपुट रेगुलेटर IC (3-Terminal variable output regulators ICs)

ये IC 3-टर्मिनल स्थिर आउटपुट वोल्टेज नियामक की तरह दिखते हैं जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। 3-टर्मिनल समायोज्य आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC के कुछ उदाहरण हैं

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 4



- LM117 समायोज्य आउटपुट 1.2 V - 37 V तक
- LM317 समायोज्य आउटपुट 1.2 V- 37 V तक
- LM338 समायोज्य आउटपुट 1.2 V - 37 V तक
- LM350 समायोज्य आउटपुट 1.2 V - 37 V तक

ये वेरिएबल आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC स्थिर आउटपुट 3-पिन रेगुलेटर जैसे 7812, LM 340-5 आदि के विपरीत वेरिएबल आउटपुट वोल्टेज के लिए डिज़ाइन किए गए हैं जिन्हें वेरिएबल आउटपुट वोल्टेज प्राप्त करने के लिए संशोधित किया जा सकता है।

Fig 5 में एक बेसिक वेरिएबल आउटपुट वोल्टेज नियामक प्रदर्शित है।

Fig 5

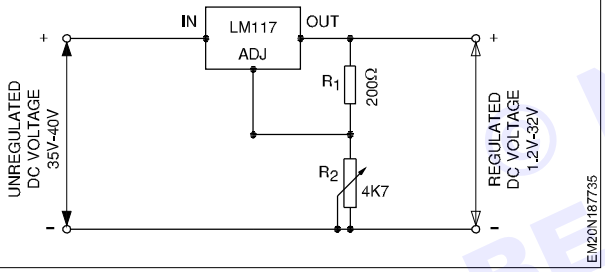


Fig 3 में परिपथ में यदि समायोजन टर्मिनल (ADJ) को ग्राउन्ड किया गया है तो नियामक का आउटपुट 1.2 वोल्ट होगा। एक उच्च आउटपुट वोल्टेज प्राप्त करने के लिए ADJ में एक छोटा संदर्भ वोल्टेज दिया जाता है जिसमें D_1 और D_2 के वोल्टेज डिवाइडर परिपथ का उपयोग किया जाता है जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है। इसके साथ विनियमित आउटपुट वोल्टेज निम्न सूत्र द्वारा दिया जाता है

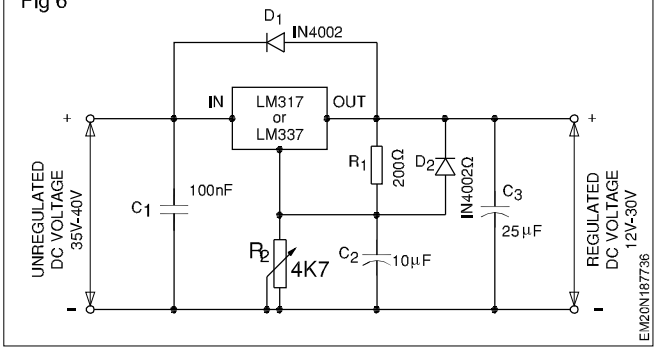
$$V_{out} = 1.2\ V \times (1 + (R_2 / R_1) \quad .....\{1\}$$

Fig 3 के परिपथ का एक व्यावहारिक संस्करण Fig 6 में दिखाया गया है। इस परिपथ में कुछ बाईपास संधारित्र और सुरक्षा डायोड का उपयोग किया जाता है।

Fig 6 में, संधारित्र C_1 का उपयोग दोलनों की स्थापना को रोकने के लिए किया जाता है और इसे यथा संभव IC के करीब जोड़ा जाना चाहिए। संधारित्र C_2 का उपयोग आउटपुट वोल्टेज में तरंग को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है। ध्यान दें कि C_3 का मान बहुत अधिक नहीं होना चाहिए (याद रखें सर्ज करेंट)। संधारित्र C_2 का उपयोग अतिरिक्त रिंगिंग से बचने के लिए किया जाता है।

जब किसी भी IC नियामक के साथ बाह्य संधारित्र का उपयोग किया जाता है तो संधारित्र को न्यून धारा बिंदुओं के माध्यम से नियामक में निर्वहन से रोकने के लिए सुरक्षा डायोड संयोजित करना आवश्यक है। इसलिए डायोड D_1 और D_2 का उपयोग किया जाता है। D_1 ,IC को C_3 की वजह से होने वाली कमी से बचाता है और D_2, C_2 की वजह से होने वाली कमी से बचाता है।

Fig 6



IC LM317 और 338 में फोल्ड बैक करंट लिमिटिंग और थर्मल प्रोटेक्शन को बनाया गया है। ये IC 0.1A (LM317L) से 5A (LM338K) तक की करंट रेटिंग के साथ प्लास्टिक और धातु दोनों पैकेजों में उपलब्ध हैं।

LM117, LM317 और LM338 एक ही परिवार के IC हैं और इसलिए विनिमेय हैं।

मल्टीपल-पिन-वेरिएबल वोल्टेज रेगुलेटर IC (Multiple-pin-Variable voltage regulator ICs):

3-पिन स्थिर आउटपुट वोल्टेज नियामक और 3-पिन वेरिएबल आउटपुट वोल्टेज नियामक के विपरीत कई पिन वाले वोल्टेज रेगुलेटर IC को बहु कार्यों के लिए डिज़ाइन किया गया है। इन मल्टीपल पिन IC रेगुलेटर्स को एक रेखीय नियामक (अब तक चर्चा किए गए सभी नियामक) या एक स्विचिंग नियामक (चर्चा की गई है) या एक शंट रेगुलेटर (चर्चा की गई है) के रूप में या एक धारा नियामक के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है (चर्चा की गई है)।

प्राय: बहु पिन प्रकार के नियामकों में IC पैकेजों की अपव्यय सीमा आउटपुट धारा को कुछ दशक मिलीमीटर तक सीमित कर देती है। हालांकि 5A से अधिक धाराएं प्राप्त करने के लिए बाह्य ट्रांजिस्टर को संयोजित किया जा सकता है।

बहुपिन बहुकार्य IC नियामकों में से कुछ हैं LM100, LM105, LM205, LM305, µA723, CA3085 इत्यादि।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

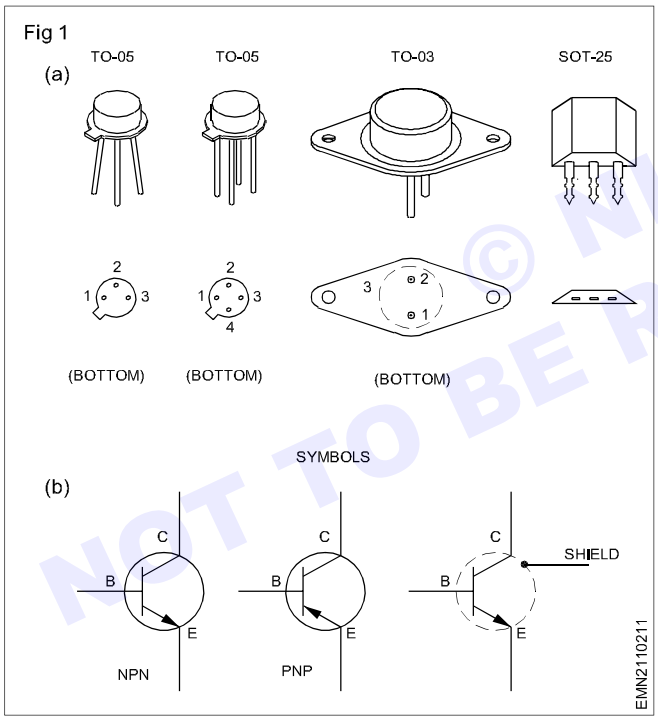
ट्रांजिस्टर और वर्गीकरण (Transistors and Classification)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:

- **ट्रांजिस्टर का परिचय**
- **वैक्यूम ट्यूबों की तुलना में ट्रांजिस्टर के लाभों की सूची बनाना**
- **ट्रांजिस्टर के महत्वपूर्ण वर्गीकरणों की सूची बनाना**
- **ट्रांजिस्टर के टर्मिनलों के नाम और कार्यों का उल्लेख करना**
- **ट्रांजिस्टर पैकेज के प्रकार के नाम**
- **एक ट्रांजिस्टर का उपयोग करने से पहले उसके दो परीक्षणों का वर्णन करना**
- **ट्रांजिस्टर का कार्य सिद्धांत**

परिचय (INTRODUCTION):

ट्रांजिस्टर सेमीचालक उपकरण होते हैं जिनमें तीन या चार लीड/टर्मिनल होते हैं। Fig 1a में कुछ विशिष्ट ट्रांजिस्टर दिखाये गए है। Fig 1b में विभिन्न प्रकार के ट्रांजिस्टरों के लिए प्रयुक्त प्रतीकों को दर्शाता गया है।

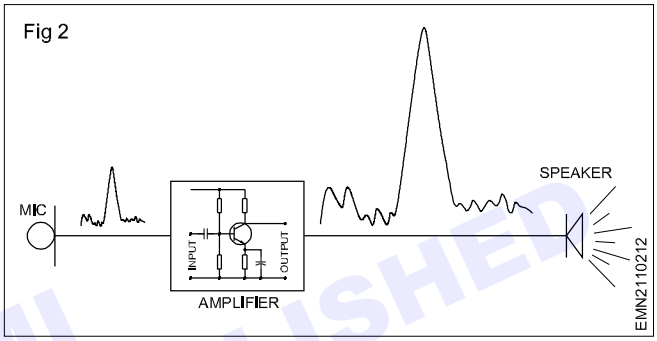


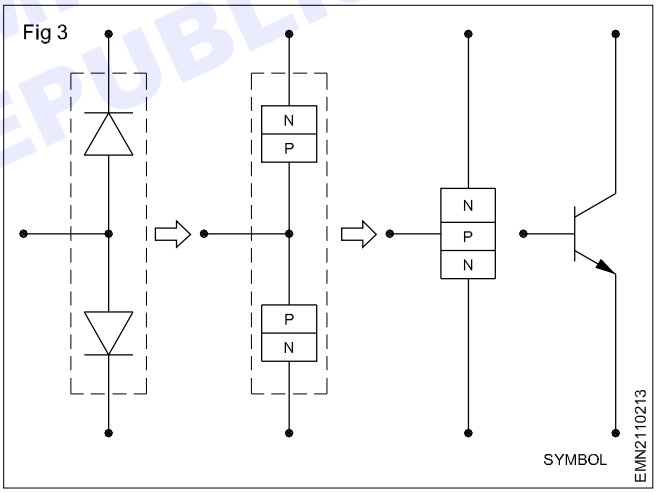
ट्रांजिस्टर मुख्य रूप से छोटे विद्त/इलेक्ट्रॉनिक संकेतों को बढ़ाने या प्रवर्धित करने के लिए उपयोग किए जाते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। प्रवर्धन के ट्रांजिस्टर का एक अन्य महत्वपूर्ण अनुप्रयोग एक ठोस अवस्था स्विच के रूप में इसका उपयोग होता है। एक ठोस अवस्था स्विच और कुछ नहीं बल्कि एक स्विच है जिसमें स्विच करने के लिए कोई भौतिक चालू/बंद संपर्क शामिल नहीं होता है।

ट्रांजिस्टर को दो घ्ा् जंक्शन डायोड के रूप में माना जा सकता है जो Fig 3 में दिखाए गए अनुसार एक के बाद एक जुड़े हुए हैं।

– आकार में बहुत छोटा (Fig 4b देखें)

- वजन में हल्के





- ऊष्माके रूप में न्यूनतम या कोई बिजली हानि नहीं

- कम ऑपरेटिंग वोल्टेज

- संरचना में मजबूत।

ट्रांजिस्टर का वर्गीकरण (CLASSIFICATION OF TRANSISTORS):

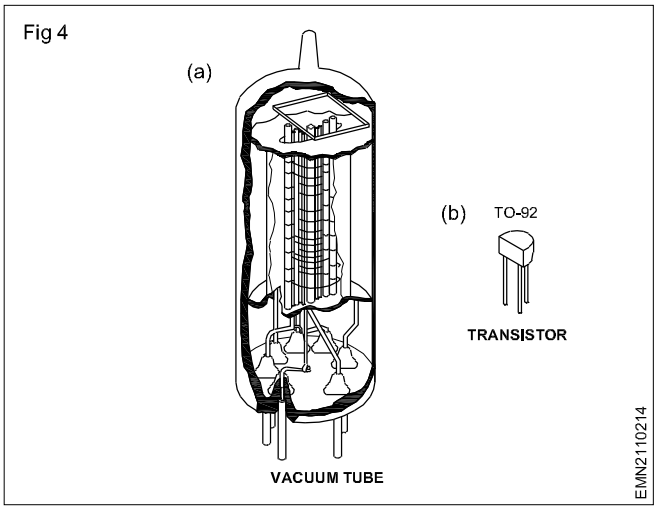
1 **प्रयुक्त अर्धचालक के आधार पर (Based on the semiconductor used):**

- जर्मेनियम ट्रांजिस्टर

- सिलिकॉन ट्रांजिस्टर

डायोड की तरह उपरोक्त दो महत्वपूर्ण अर्धचालकों में से किसी एक का उपयोग करके ट्रांजिस्टर बनाए जा सकते हैं। हालाँकि अधिकांश ट्रांजिस्टर

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



सिलिकॉन का उपयोग करके बनाए जाते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि जर्मेनियम ट्रांजिस्टर की तुलना में सिलिकॉन ट्रांजिस्टर व्यापक तापमान रेंज (उच्च तापीय स्थिरता) पर बेहतर कार्य कर सकते हैं।

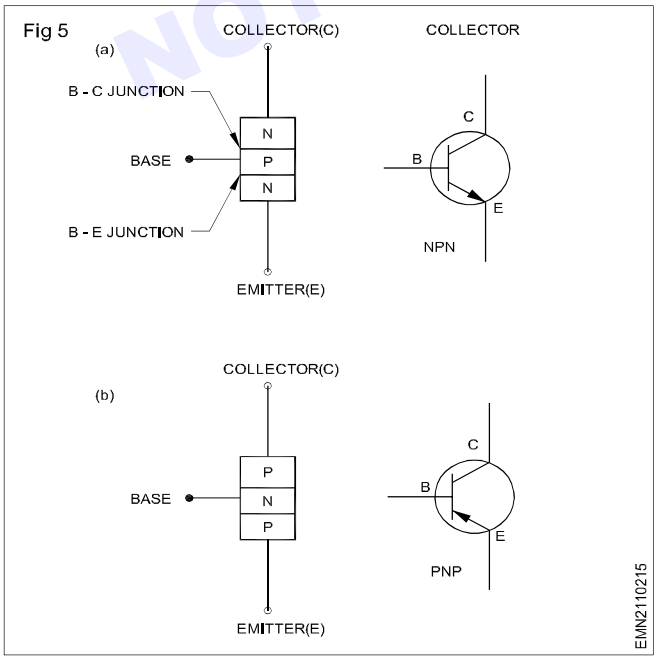
2 जिस तरह से P और N जंक्शनों को व्यवस्थित किया जाता है उसके आधार पर Fig **5 में दिखाया गया है। (Based on the way the P and N junctions are organized as shown in Fig 5)**

– NPN ट्रांजिस्टर

– PNP ट्रांजिस्टर

NPN और PNP दोनों ट्रांजिस्टर इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में समान रूप से उपयोगी हैं। हालाँकि NPN ट्रांजिस्टर को इस कारण से प्राथमिकता दी जाती है कि PNP की तुलना में NPN की स्विचिंग गति अधिक होती है।

3 ट्रांजिस्टर की पावर हैंडलिंग क्षमता के आधार पर नीचे दी गई टेबल में दिखाया गया है (Based on the power handling capacity of transistors as shown in Table below (Fig 6)



कम शक्ति वाले ट्रांजिस्टर जिन्हें छोटे सिग्नल एम्पलीफायरों के रूप में भी जाना जाता है आमतौर पर प्रवर्धन के पहले चरण में उपयोग किए जाते हैं जिसमें सिग्नल की शक्ति कम होती है। उदाहरण के लिए एक माइक्रोफोन टेप हेड ट्रांसड्यूसर आदि से संकेतों को बढ़ाना।

मध्यम शक्ति और उच्च शक्ति ट्रांजिस्टर जिन्हें बड़े सिग्नल एम्पलीफायरों के रूप में भी जाना जाता है का उपयोग मध्यम से उच्च शक्ति प्रवर्धन प्राप्त करने के लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए लाउडस्पीकरों आदि को दिए जाने वाले संकेत। उच्च शक्ति ट्रांजिस्टर आमतौर पर धातु के चेसिस पर या भौतिक रूप से बड़े धातु के टुकड़े पर लगाए जाते हैं जिसे हीट सिंक कहा जाता है। हीट सिंक का कार्य ट्रांजिस्टर से ऊष्मा को दूर करना और इसे हवा में भेजना होता है।

4 अनुप्रयोग की आवृत्ति के आधार पर (Based on the frequency of application):

- निम्न आवृत्ति ट्रांजिस्टर (ऑडियो फ्रीक्वेंसी या A/F ट्रांजिस्टर)
- उच्च आवृत्ति ट्रांजिस्टर (रेडियो आवृत्ति या R/F ट्रांजिस्टर)

टेप रिकॉर्डर PA सिस्टम आदि में आवृत्तियों की कम या श्रव्य श्रेणी के संकेतों के लिए आवश्यक प्रवर्धन A/F ट्रांजिस्टर का उपयोग करते हैं। रेडियो रिसीवर टेलीविजन रिसीवर आदि में उच्च और बहुत उच्च आवृत्तियों के संकेतों के लिए आवश्यक प्रवर्धन R/F ट्रांजिस्टर का उपयोग करते हैं।

5 अंतिम पैकेजिंग के प्रकार के आधार पर (Based on the type of final packaging):

- धातु
- प्लास्टिक
- सिरेमिक

निम्न पावर ट्रांजिस्टर (से कम 2 वाट)	**मध्यम पावर ट्रांजिस्टर** (2 से 10 वाट)	**उच्च शक्ति ट्रांजिस्टर** (इससे अधिक 10 वाट)
Fig 6 TO-92	TO-05	TO-03 EMN2110216

धातु के पैकेज वाले ट्रांजिस्टर आमतौर पर मध्यम और उच्च शक्ति प्रवर्धन में उपयोग किए जाते हैं। प्लास्टिक पैकेजिंग का उपयोग आमतौर पर निम्न पावर प्रवर्धन के लिए किया जाता है। कुछ प्लास्टिक पैकेज मेटल हीट सिंक के साथ आते हैं। ऐसे ट्रांजिस्टर का उपयोग मध्यम शक्ति प्रवर्धन के लिए किया जाता है। उच्च तापमान स्थिरता आदि के लिए सिरेमिक पैकेजिंग का उपयोग विशेष प्रयोजन के लिए बहुत उच्च आवृत्ति अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है।

ट्रांजिस्टर के साथ उपयोग किए जाने वाले पैकेजिंग प्रकार कोड के कुछ उदाहरण हैं TO-3, TO-92, SOT-25 और इसी तरह।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

ट्रांजिस्टर के अंदर (Inside a transistor):

एक ट्रांजिस्टर के अंदर दो PN जंक्शन एक दूसरे से जुड़े होते हैं जैसा कि Fig 3 और Fig 5 में दिखाया गया है। एक ट्रांजिस्टर के बाहर कोई केवल तीन लीड देख सकता है। जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है तीन लीड/पिन जिन्हें बेस एमिटर और कलेक्टर कहा जाता है प्रत्येक डॉप्ड सेमीकंडक्टर सामग्री से लिए जाते हैं

सरल शब्दों में जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है एक ट्रांजिस्टर के आधार उत्सर्जक और संग्राहक क्षेत्रों के कार्य हैं

उत्सर्जक - धारा वाहकों (इलेक्ट्रॉनों/छिद्रों) का उत्सर्जन करता है

संग्राहक -धारा वाहक एकत्र करता है

आधार - एमिटर से कलेक्टर तक धारा वाहकों के प्रवाह को नियंत्रित करता है

ट्रांजिस्टर पैकेज के प्रकार (TRANSISTOR TYPE PACKAGES):

सामान्य प्रयोजन से विशेष अनुप्रयोगों के लिए उपयोग किए जाने वाले विभिन्न रेटिंग वाले लोकप्रिय ट्रांजिस्टर विभिन्न प्रकार की पैकेज शैलियों में निर्मित होते हैं। आमतौर पर उपयोग किए जाने वाले कुछ ट्रांजिस्टर उनके पैकेज नंबर और लीड इंडेंटिफिकेशन के साथ Fig 8 में दिखाए गए हैं।

Fig 7

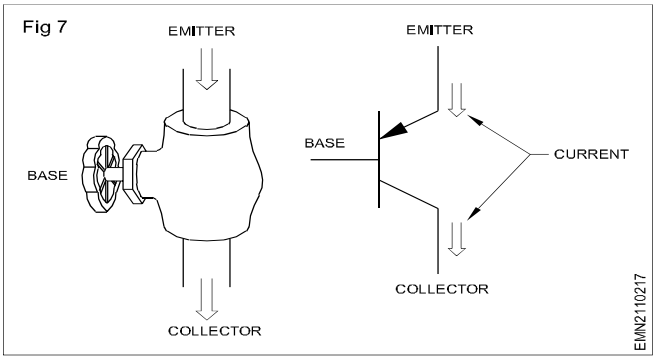


Fig 8



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

हीटसिंक (Heat sink):

किसी भी इलेक्ट्रिकल/इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में हाई पावर रेक्टीफायर्स SCR, ट्रांजिस्टर, MOSFET, यहां तक कि उच्च उज्ज्वल रोशनी में उपयोग किए जाने वाले LED बिजली की खपत करते हैं जब सर्किट कार्य करता है तो काफी मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न होती है। आम तौर पर पावर हैंडलिंग सेमीकंडक्टर डिवाइस/घटक ऊष्मा को खत्म करने के लिए अपर्याप्त होते हैं क्योंकि उनकी अपव्यय क्षमता काफी कम होती है।

इस कारण से घटकों के गर्म होने से खराबी की समस्या होती है और पूरे सर्किट या सिस्टम के प्रदर्शन में विफलता हो सकती है। इसलिए इन समस्याओं को हल करने के लिए हीटसिंक एक समाधान है जो इन अर्धचालक उपकरणों को ठंडा करने के उद्देश्य से प्रदान किया जाना चाहिए।

हीटसिंक एल्युमीनियम धातु से बना एक उपकरण होता है जो इलेक्ट्रॉनिक उपकरण से जुड़ा होता है जो ऊष्मा को आसपास के वायु माध्यम में फैलाता है और उनकी प्रदर्शन विश्वसनीयता में सुधार के लिए उन्हें ठंडा करता है और घटकों को हानि से भी बचाता है। हीट सिंक उष्मीय या तापीय ऊर्जा को उच्च तापमान घटक से हवा जैसे कम तापमान वाले माध्यम में स्थानांतरित करता है।

हीट सिंक को अलग-अलग श्रेणियों में एक्सट्रूडेड हीटसिंक के रूप में वर्गीकृत किया जाता है क्योंकि उन्हें हीट डिसिपेटिंग रेटिंग शेप और साइज आदि के आधार पर एक्सट्रूज़न के रूप में बनाया जा सकता है जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है।

Fig 9



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

TO - 220 पैकेज में एक ट्रांजिस्टर को माउंट करने की विधि Fig 10 में दिखाई गई है। ट्रांजिस्टर बॉडी और एल्यूमीनियम हीटसिंक सतह के बीच एक पतली माइका फिल्म रखी जाती है। और स्क्रू और नट द्वारा शॉर्ट सर्किट से बचाने के लिए एक इंसुलेटिंग वॉशर डाला जाता है जो ट्रांजिस्टर से उत्पन्न ऊष्मा को विकीर्ण करने वाले हीटसिंक को कसकर बन्धन के लिए उपयोग किया जाता है।

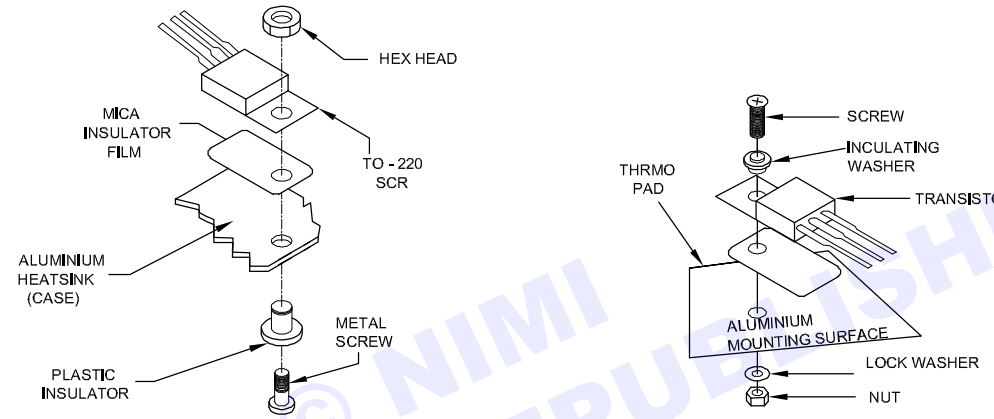
ओममीटर का उपयोग कर ट्रांजिस्टर का परीक्षण (Testing transistors using ohmmeter):

1 जंक्शन परीक्षण (Junction test):

चूंकि एक ट्रांजिस्टर को बैक-टू-बैक जोड़ें तो उसे दो डायोड के रूप में माना जा सकता है एक ट्रांजिस्टर की सामान्य कार्य स्थिति (क्विक-टेस्ट) का आकलन इन दो डायोड की जांच करके किया जा सकता है जैसा कि Fig 1a और 11b में दिखाया गया है।

Fig 11a में एक NPN ट्रांजिस्टर दिखाया गया है और Fig 11b में एक PNP ट्रांजिस्टर दिखाया गया है। किसी भी डायोड के परीक्षण के रूप में काल्पनिक डायोड 1 और 2 का परीक्षण किया जा सकता है। जब एक डायोड का परीक्षण किया जाता है तो यदि ओममीटर एक दिशा में उच्च प्रतिरोध और दूसरी दिशा में कम प्रतिरोध दिखाता है तो उस डायोड जंक्शन के अनुरूप डायोड को अच्छा माना जा सकता है। ट्रांजिस्टर में ध्यान देने वाली एक महत्वपूर्ण बात यह है कि ट्रांजिस्टर को अच्छा घोषित करने के लिए ट्रांजिस्टर के दोनों डायोड अच्छे होने चाहिए।

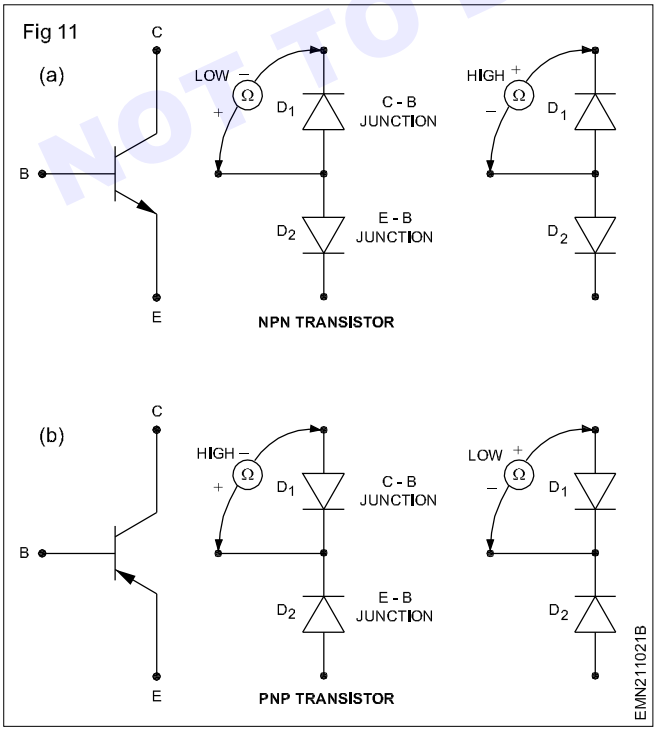
Fig 10



MOUNTING METHOD OF TRANSISTOR ON HEATSINK

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 11

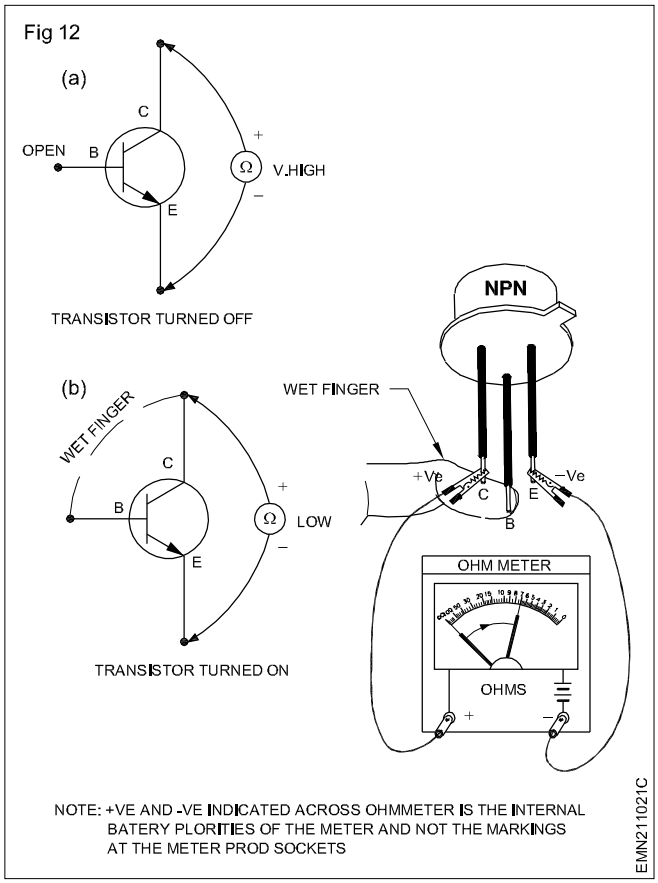


2 क्विक टर्न-ऑन परीक्षण (Quick TURN-ON test):

याद रखें कि ट्रांजिस्टर का बेस लीड उत्सर्जक से कलेक्टर तक धारा वाहकों के प्रवाह को नियंत्रित करता है। इसलिए यदि आधार खुला है तो एमिटर कलेक्टर के माध्यम से कोई धारा प्रवाहित नहीं हो सकती है। इसका अर्थ है कि उत्सर्जक और संग्राहक के बीच प्रतिरोध अधिक होगा जब आधार खुला होगा जैसा कि Fig 12a में दिखाया गया है। बेस लीड ओपन के साथ ओममीटर का उपयोग करके इसे चेक किया जा सकता है।

Fig 12 में ओह्ममीटर पर इंगित +VE और –VE मीटर की आंतरिक बैटरी ध्रुवताएं हैं न कि मीटर प्रॉड सॉकेट्स पर चिह्न।

जब एक ट्रांजिस्टर के कलेक्टर और बेस लीड को गीली उंगली से छुआ जाता है क्योंकि ट्रांजिस्टर का आधार ट्रांजिस्टर को चालू कर देता है और करंट को एमिटर-कलेक्टर के माध्यम से प्रवाहित करता है। धारा प्रवाह के कारण एमिटर-कलेक्टर में प्रतिरोध कम होगा। इस परीक्षण से ट्रांजिस्टर के बेसिक संचालन का क्विक परीक्षण करना संभव है। यह परीक्षण कम शक्ति और मध्यम शक्ति ट्रांजिस्टर के लिए सबसे उपयुक्त है।



किसी दिए गए ट्रांजिस्टर पर उपरोक्त दो परीक्षण एक साधारण ओममीटर का उपयोग करके ट्रांजिस्टर की स्थिति बताते हैं। एक सर्किट में ट्रांजिस्टर का उपयोग करने से पहले ये परीक्षण आवश्यक होता हैं।

DMM का उपयोग कर ट्रांजिस्टर का परीक्षण (Testing transistor using DMM):

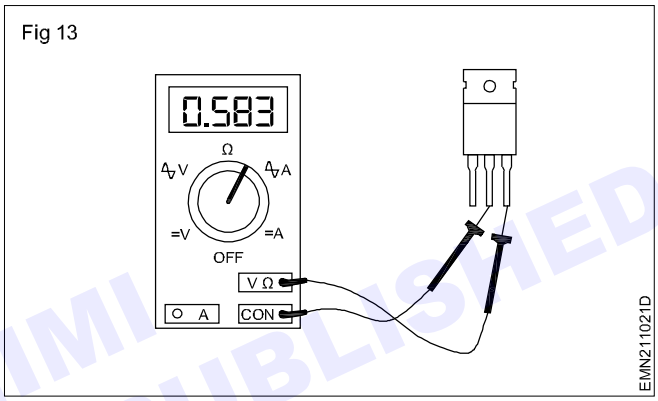
इलेक्ट्रॉनिक रिपेयर करने वाले तकनीशियन अक्सर एक डिजिटल मल्टीमीटर (DMM) का उपयोग यह परीक्षण करने के लिए करते हैं कि एक ट्रांजिस्टर ठीक से कार्य कर रहा है या नहीं। DMM को DMM फ़ंक्शन के साथ Fig 13 में सरल परीक्षण दिखाया गया है इस उद्देश्य के लिए डायोड प्रतीक (डायोड टेस्ट मोड) पर रेंज स्विच सेट का उपयोग किया जाता है।

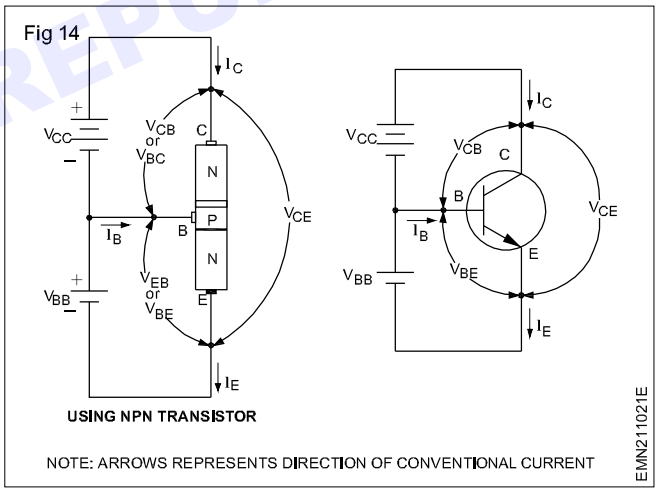
बेस से एमिटर बेस से कलेक्टर और एमिटर से कलेक्टर टर्मिनल तक परीक्षण के तीन सेट अग्र और पश्च दोनों दिशाओं में हैं जैसा कि Fig 14 में दिखाया गया है। किसी भी ट्रांजिस्टर की स्थिति निर्धारित करने के लिए किया जाना है।

जैसा कि ट्रांजिस्टर को दो-बैक-टू-बैक डायोड का जंक्शन माना जाता है इस परीक्षण में DMM दोनों दिशाओं में बेस से एमिटर और बेस से कलेक्टर तक वोल्टेज ड्रॉप को मापता है। सामान्य प्रकार के छोटे सिग्नल प्रकार के सामान्य कार्यशील (सर्विसबल) सिलिकॉन NPN ट्रांजिस्टर की रीडिंग नीचे दी गई टेबल में संदर्भ के रूप में दी गई है।

इन रीडिंग के विपरीत बाइपोलर ट्रांजिस्टर मापने की स्थिति में इसे दोषपूर्ण माना जाता है। इसके अलावा वोल्टेज ड्रॉप रीडिंग के साथ अज्ञात/अचिह्नित ट्रांजिस्टर के एमिटर लीड को निर्धारित करना संभव है क्योंकि एमिटर-बेस जंक्शन में आमतौर पर कलेक्टर-बेस जंक्शन की तुलना में थोड़ा अधिक वोल्टेज ड्रॉप होता है।

इस प्रकार इस परीक्षण का उपयोग केवल यह सत्यापित करने के लिए किया जाता है कि ट्रांजिस्टर ठीक है या नहीं लेकिन यह गारंटी नहीं देता है कि ट्रांजिस्टर अपने निर्धारित मापदंडों के भीतर कार्य कर रहा है।





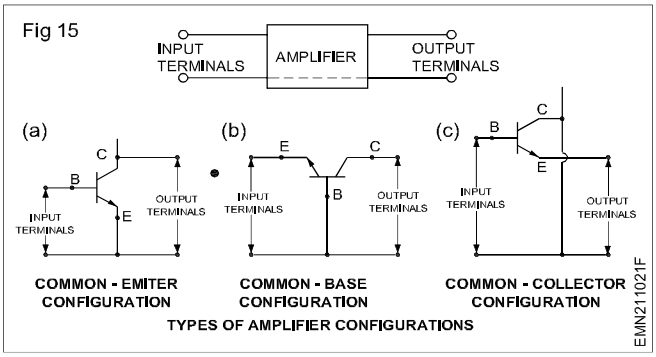
दिशा	एम्मिटर से बेस	कलेक्टर से बेस	कलेक्टर से एम्मिटर	टिप्पणियां
फॉरवर्ड	0.45V से 0.9V	0.45 से 0.9V	'OL'	सर्विस योग्य
रिवर्स	'OL'	'OL'	'OL'	

ट्रांजिस्टर विन्यास के प्रकार (Types of Transistor configuration): Fig 15a को कॉमन-एमिटर कॉन्फ़िगरेशन या कॉमन-एमिटर प्रवर्धक के रूप में संदर्भित किया जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि ट्रांजिस्टर के एमिटर लीड का उपयोग इनपुट और आउटपुट के बीच एक सामान्य टर्मिनल के रूप में किया जाता है। सामान्य एमिटर एम्पलीफायर इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला एम्पलीफायर कॉन्फ़िगरेशन है। ऐसा इसलिए है क्योंकि इस कॉन्फ़िगरेशन में आपको एक ट्रांजिस्टर का सर्वोत्तम लाभ मिलता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सामान्य उत्सर्जक विन्यास के विवरण पर आगे के पाठों में चर्चा की गई है। कॉमन एमिटर कॉन्फ़िगरेशन में करंट गेन को प्रतीक μ (इसे बीटा के रूप में) द्वारा दर्शाया गया है। सभी डेटा पुस्तकें ट्रांजिस्टर का करंट गेन μ में देती हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि एक बार एक ट्रांजिस्टर का μ ज्ञात हो जाने पर अन्य विन्यासों में कनेक्ट होने पर ट्रांजिस्टर की करंट गेन जैसा कि Fig 15b और Fig 15c में दिखाया गया है आसानी से गणना की जा सकती है।

Fig 15



डेटा पुस्तकों में दिए गए a का मान आम तौर पर DC कलेक्टर धारा (DI_e) में DC बेस धारा (DI_c) में एक छोटे से परिवर्तन के अनुपात के रूप में गणना की जाने वाली करंट गेन है।

इसलिए एक प्रत्यय DC को शब्द b से जोड़ा जाता है और डेटा पुस्तकों में β dc के रूप में दिया जाता है। ट्रांजिस्टर के β dc को कुछ डेटा पुस्तकों में HFE के रूप में भी जाना जाता है।

Fig 15b में एक कॉमन-बेस एम्पलीफायर दिखादिखाया गया है जहाँ ट्रांजिस्टर का आधार लेड इनपुट और आउटपुट दोनों टर्मिनलों के लिए उभयनिष्ठ होते है। कॉमन-बेस कॉन्फ़िगरेशन में करंट गेन को प्रतीक μ (इसे अल्फा के रूप में लिखें) द्वारा दर्शाया गया है। एक कॉमन-बेस एम्पलीफायर का करंट गेन μ हमेशा 1 से कम होगा। हालांकि इस एम्पलीफायर का करंट गेन बहुत कम है यह कॉन्फ़िगरेशन कुछ विशेष एम्पलीफायरों में सामान्य एमिटर कॉन्फ़िगरेशन पर पसंद किया जाता है। कॉमन-बेस एम्पलीफायरों के विवरण पर आगे के पाठों में चर्चा की गई है।

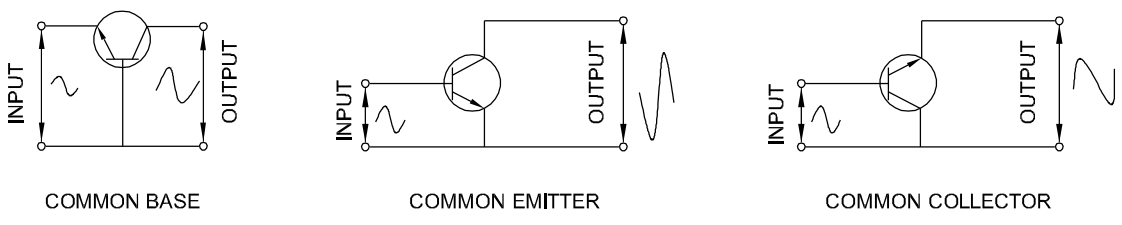
Fig 15c में एक कॉमन-कलेक्टर एम्पलीफायर दिखाया गया है जहाँ संग्राहक लेड इनपुट और आउटपुट दोनों टर्मिनलों के लिए उभयनिष्ठ होता है। इस कॉमन-कलेक्टर विन्यास को एमिटर-फॉलोअर के रूप में भी जाना जाता है क्योंकि एमिटर लीड पर वोल्टेज ट्रांजिस्टर के आधार पर दिए गए वोल्टेज का अनुसरण करता है। एक कॉमन-कलेक्टर एम्पलीफायर में करंट गेन कॉमन-एमिटर एम्पलीफायर से बहुत अलग नहीं होता है। इसलिए एक सामान्य-संग्राहक प्रवर्धक के करंट गेन को इंगित करने के लिए किसी अलग प्रतीक का उपयोग नहीं किया जाता है।

यह कॉन्फिगरेशन उतना ही महत्वपूर्ण है जितना ही और कॉमन एमिटर कॉन्फिगरेशन लोकप्रिय है क्योंकि इसका उपयोग अलग-अलग इम्पीडेंस वाले सर्किट को इंटरकनेक्ट करने के लिए किया जाता है। इस सर्किट के विवरण पर आगे के पाठों में चर्चा की गई है।

यह ध्यान रखना बहुत महत्वपूर्ण है कि एक ट्रांजिस्टर का β डेटा पुस्तकों में न्यूनतम (MN) या β विशिष्ट (TP) के रूप में दिया जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि β का मान बेस करंट के स्तर में भिन्नता के कारण भिन्न होता है। β में भिन्नता के विवरण पर आगे के पाठों में विस्तार से चर्चा की गई है। एक सर्किट डिजाइन करते समय ट्रांजिस्टर के β के विशिष्ट मान का उपयोग करने का सुझाव दिया जाता है। यदि डेटा बुक केवल β का न्यूनतम मान देता है तो विशिष्ट मान को न्यूनतम मान से दोगुना लिया जा सकता है।

विशेषताएँ	कॉमन बेस	कॉमन एम्मिटर	कॉमन कलेक्टर
इनपुट प्रतिरोध	बहुत कम (100ohm से कम)	कम (2K से कम)	उच्च (100k ओम से ऊपर)
आउटपुट प्रतिरोध	बहुत अधिक (100k ओम से अधिक)	उच्च (50k ओम से कम)	निम्न (100 ओम से कम)
करंट लाभ	एक से कम	उच्च (लगभग 100)	बहुत उच्च (100 से ऊपर)
वोल्टेज बढ़ना	मध्यम	उच्च	मध्यम
I/P और O/P के बीच फेज संबंध	फेज में	180 फेज शिफ्ट (उल्टा या फेज)	फेज में
अनुप्रयोग	अधिक के लिए उच्च आवृत्ति अनुप्रयोग	ऑडियो आवृत्ति अनुप्रयोग	इंपीडेंस मैचिंग

Fig 16



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

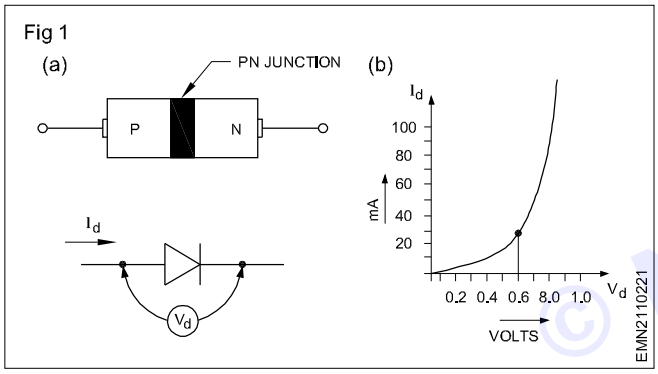
ट्रांजिस्टर की इनपुट और आउटपुट विशेषताएं (Transistors Input and Output Characteristics of Transistors)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **ट्रांजिस्टरों के लिए अभिलाक्षणिक वक्रों की आवश्यकता बताना**
- **ट्रांजिस्टर के दो महत्वपूर्ण अभिलाक्षणिक वक्रों की सूची बनाना और उन्हें समझाना**
- **वोल्टेज और ब्रेकडाउन वोल्टेज को परिभाषित करना**
- **DC लोड लाइन कर्व के महत्व को बताना**
- **Q-बिंदु का अर्थ बताना**
- **ट्रांजिस्टर डेटा का उपयोग करके किसी दिए गए ट्रांजिस्टर के लिए Q-पॉइंट फिक्स करने की विधि बताना**

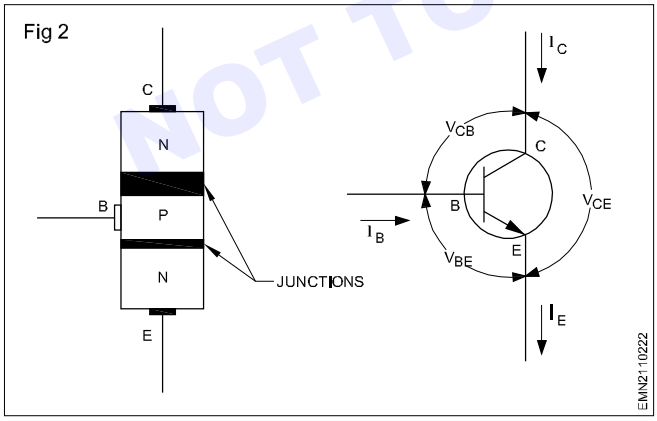
एक सेमीकंडक्टर डायोड जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है में केवल एक PN जंक्शन होता है। जब PN जंक्शन पर वोल्टेज बढ़ाया या घटाया जाता है तो डायोड के माध्यम से करंट बढ़ता या घटता है। केवल एक वोल्टेज पैरामीटर (V_d) और एक करंट पैरामीटर (I_d) होता है। इसलिए इन दो मापदंडों के बीच संबंध V_d बनाम I_d के डायोड विशेषता ग्राफ के माध्यम से समझना आसान है जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है।

Fig 1



एक ट्रांजिस्टर में चूंकि दो PN जंक्शन तीन वोल्टेज पैरामीटर $V_{BE'}$ $V_{BC'}$ V_{CE} और तीन धारा पैरामीटर $I_{B'}$ $I_{C'}$ $I_{E'}$ होते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2

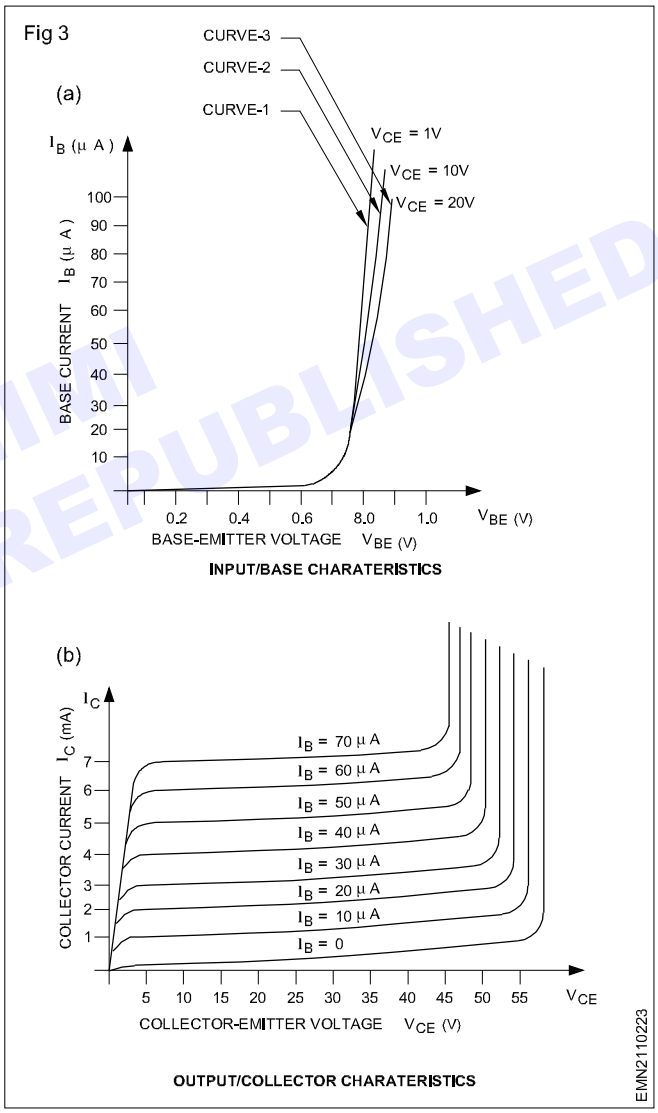


किसी एक पैरामीटर में कोई भी बदलाव अन्य सभी पैरामीटर में बदलाव का कारण बनता है। इसलिए एक पैरामीटर के प्रभाव को दूसरे के साथ सहसंबंधित करना बहुत आसान नहीं है। उनके संबंध को स्पष्ट रूप से समझने के लिए किसी भी ट्रांजिस्टर के लिए कम से कम दो अभिलक्षणिक ग्राफ खींचे जाने चाहिए। वे हैं

- इनपुट विशेषताएँ
- आउटपुट विशेषताएँ

सरलता से समझने के लिए एक उभयनिष्ठ उत्सर्जक प्रवर्धक पर विचार करें। दो विशेषताओं के ग्राफ़ Fig 3 में दिखाए गए हैं।

Fig 3



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

नपुट विशेषताएँ या बेस विशेषताएँ (Input characteristics or Base characteristics):

Fig 3a में ग्राफ V_{CE} के विभिन्न मानों के लिए इनपुट वोल्टेज V_{BE} और इनपुट धारा I_B के बीच संबंध को दर्शाया गया है।

चूंकि एक ट्रांजिस्टर का बेस-एमिटर सेक्शन और कुछ नहीं बल्कि एक डायोड होता है जो ग्राफ एक डायोड कर्व जैसा दिखता है जैसा कि Fig 1b

में है। लेकिन यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि Fig 3a में कलेक्टर-एमिटर वोल्टेज V_{CE} के प्रत्येक मान के लिए एक डायोड वक्र होता है।

Fig 3a के डायोड वक्र 1 का आलेखन करते समय V_{CE} का मान 1V पर स्थिर रखा जाता है। वक्र 2 और 3 में V_{CE} का मान बढ़ा दिया जाता है और इसलिए वक्र का पथ भिन्न हो जाता है।

ऐसा क्यों होता है? उत्तर उच्च कलेक्टर वोल्टेज के कारण कलेक्टर बेस-एमिटर के माध्यम से बहने वाले कुछ और इलेक्ट्रॉनों को इकट्ठा करता है। यह बेस करंट को कम करता है। इसलिए उच्च V_{CE} वाले वक्र में दिए गए V_{BE} के लिए आधार धारा थोड़ी कम होती है। इस घटना को प्रारंभिक प्रभाव के रूप में जाना जाता है।

Fig 3a में वक्रों के बीच दिखाया गया अंतर बहुत छोटा है। व्यवहार में यह अंतर इतना छोटा होगा कभी-कभी ध्यान देने योग्य भी नहीं।

किसी दिए गए ट्रांजिस्टर के इनपुट/बेस कर्व को प्लॉट करना (Plotting input/base curves of any given transistor):

इनपुट या बेस विशेषताओं की प्लॉटिंग के लिए आवश्यक डेटा एक साधारण परीक्षण सर्किट की संरचना करके प्राप्त किया जा सकता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

इस परीक्षण सर्किट में V_{BE} को वोल्टेज स्रोत V_{CC} को समायोजित करके आवश्यक मान पर सेट किया जाता है। कलेक्टर में अत्यधिक धारा को रोकने के लिए ट्रांजिस्टर के कलेक्टर में एक प्रतिरोधक लगाया जाता है जो ट्रांजिस्टर को हानि पहुंचा सकता है।

बेस-एमिटर वोल्टेज V_{BE} को पोटेंशियोमीटर को एडजस्ट करके सेट किया जा सकता है। DC आपूर्ति V_{BB} और POT के साथ श्रृंखला में एक अतिरिक्त प्रतिरोधी पेश किया जाता है ताकि V_{BE} और बेस धारा में वोल्टेज को सीमित किया जा सके।

आउटपुट विशेषताये या कलेक्टर विशेषताये (Output characteristics or Collector characteristics):

Fig 3b में ग्राफ I_B के विभिन्न मानो के लिए आउटपुट वोल्टेज V_{CE} और आउटपुट धारा I_C के बीच संबंध दिखाया गया है।

रलता से समझने के लिए I_B के किसी विशेष मान के लिए Fig 3b के किसी एक वक्र पर विचार करें जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4

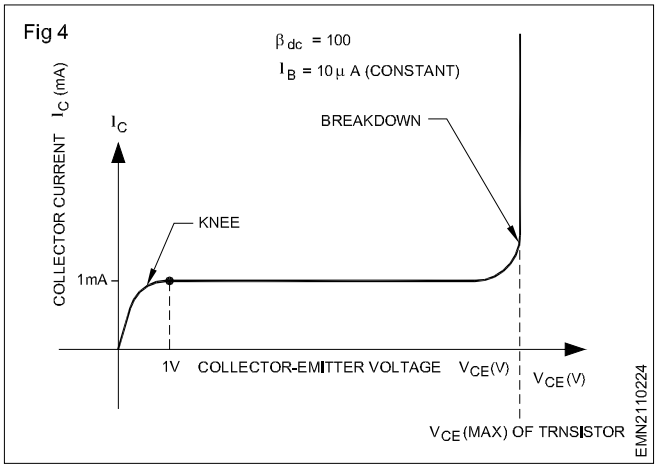


Fig 4 में 10μA के स्थिर I_B के लिए संग्राहक विशेषताओं को दर्शाया गया है। V_{CE} के विभिन्न मानों के लिए I_C का व्यवहार नीचे समझाया गया है;

- जब V_{CE} 0 होता है तो कलेक्टर-बेस डायोड रिवर्स बायस्ड नहीं होता है। इसलिए कलेक्टर करंट नगण्य रूप से छोटा होता है।
- 0.7V और 1V के बीच V_{CE} के लिए कलेक्टर डायोड रिवर्स-बायस्ड हो जाता है। एक बार रिवर्स बायस्ड होने के बाद संग्राहक उन सभी इलेक्ट्रॉनों को इकट्ठा करता है जो इसकी कमी परत तक पहुँचते हैं। इसलिए संग्राहक धारा तेजी से ऊपर उठती है और फिर लगभग स्थिर हो जाती है।
- नी वोल्टेज के ऊपर और ब्रेक डाउन वोल्टेज के नीचे कलेक्टर करंट तेजी से नहीं बढ़ता है या V_{CE} का मान बढ़ने पर भी करंट लगभग स्थिर रहता है। इस प्रकार ट्रांजिस्टर इस क्षेत्र में एक नियंत्रित स्थिर धारा स्रोत की तरह कार्य करता है।

– यह मानते हुए कि ट्रांजिस्टर में लगभग 100 का β_{dc} है कलेक्टर करंट बेस करंट का लगभग 100 गुना है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है (1mA 100 गुना 10 μA) है।

- यदि V_{CE} को ब्रेक डाउन स्तर से आगे बढ़ाया जाता है तो $V_{CE(MAX)}$ कलेक्टर-बेस डायोड ब्रेक डाउन हो जाता है और सामान्य ट्रांजिस्टर की क्रिया खो जाती है। ट्रांजिस्टर अब करंट स्रोत की तरह कार्य नहीं करता है। जैसे ही कलेक्टर बेस ब्रेक डाउन होता है जंक्शन छोटा हो जाता है और इसलिए ब्रेकडाउन बिंदु से ऊपर करंट तेजी से बढ़ता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

यदि अलग-अलग I_B के लिए एक ही ग्राफ पर कई वक्र खींचे जाते हैं तो संग्राहक वक्र Fig 3b में दिखाए गए अनुसार दिखते हैं।

चूंकि ट्रांजिस्टर का अनुमानित β_{dc} लगभग 100 था इसलिए सक्रिय क्षेत्र में किसी भी बिंदु पर कलेक्टर करंट बेस करंट से लगभग 100 गुना अधिक होता है। इन वक्रों को कभी-कभी स्थिर संग्राहक वक्र कहा जाता है क्योंकि DC धाराओं और वोल्टेज को प्लॉट किया जा रहा है।

Fig 3b में ध्यान दें कि सबसे निचले वक्र पर भले ही आधार धारा शून्य हो एक छोटा संग्राहक धारा मौजूद है। यह कलेक्टर डायोड के लीकेज करंट के कारण है। सिलिकॉन ट्रांजिस्टर के लिए यह लीकेज करंट इतना छोटा होता है कि इसे लगभग नजरअंदाज किया जा सकता है।

Fig 3b में यह भी ध्यान दें कि उच्च धाराओं पर ब्रेक डाउन वोल्टेज कम हो जाते हैं। इसका मतलब यह है कि नी बिंदु से ब्रेक डाउन तक बेस-एमिटर वोल्टेज जिसे ट्रांजिस्टर के वोल्टेज अनुपालन के रूप में जाना जाता है बड़े कलेक्टर धाराओं के लिए घट जाती है। इसलिए बहुत अधिक संग्राहक धारा से बचना आवश्यक है जैसे कि ट्रांजिस्टर एक व्यापक सक्रिय क्षेत्र में संचालित होता है।

ट्रांजिस्टर की DC लोड लाइनें (DC Load Lines of transistors):

एक ट्रांजिस्टर कैसे कार्य करता है और कलेक्टर विशेषताओं के किस क्षेत्र में यह बेहतर कार्य करता है इसके बारे में और अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए DC लोड लाइनों का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 6a में दर्शाए अनुसार एक अग्रदिशिक बायस्ड ट्रांजिस्टर पर विचार करें। Fig 6b में उपयोग किए गए ट्रांजिस्टर की संग्राहक विशेषताओं को दर्शाया गया है।

Fig 5

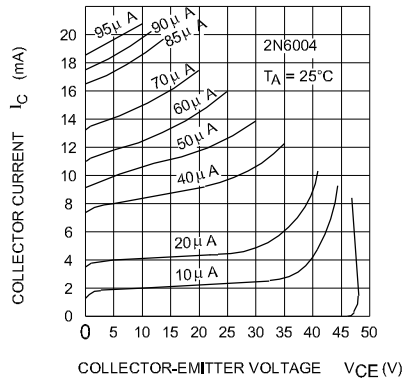
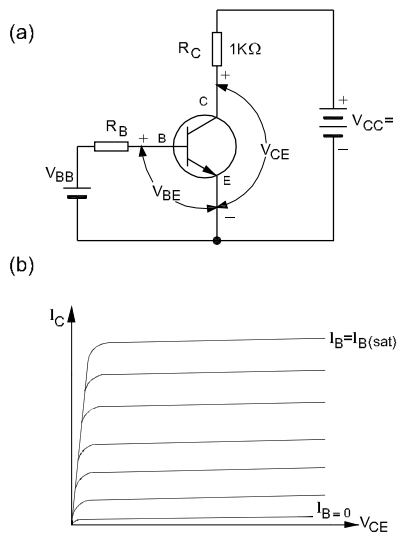


Fig 6



6a पर परिपथ में निम्नलिखित दो स्थितियों पर विचार करें

- अधिकतम कलेक्टर धारा, $I_{C(max)}$

- न्यूनतम कलेक्टर धारा, I_C

स्थिति (1) के लिए मान लें कि V_{CE} शून्य है या संग्राहक उत्सर्जक छोटा है। उस स्थिति में संग्राहक धारा केवल संग्राहक प्रतिरोधक R_C द्वारा सीमित होती है। इसलिए

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \text{ at } I_{CE} = 0$$

ऐसी स्थिति में Fig 6a में सर्किट के लिए, I_C 10V/1KW = 10mA के बराबर होगा।

इस I_C = 10mA बिंदु को V_{CE} = 0 के साथ ट्रांजिस्टर की संग्राहक विशेषताओं पर अंकित करें जैसा कि Fig 7a में दिखाया गया है।

स्थिति (2) के लिए मान लें कि V_{CE} अधिकतम है या संग्राहक उत्सर्जक खुला है। उस स्थिति में कलेक्टर करंट शून्य होता है।

इसलिए,

$V_{CE} = V_{CC}$ सर्किट में 6a पर, $V_{CE} = V_{CC}$ = 10V

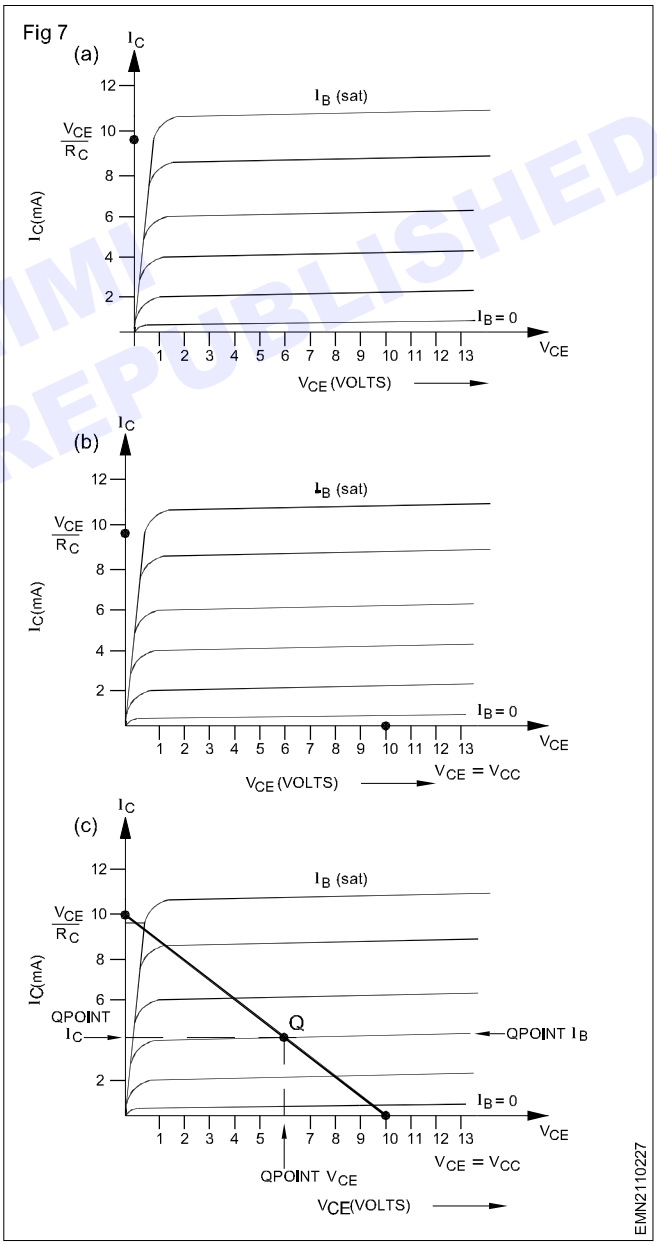
ट्रांजिस्टर की संग्राहक विशेषताओं पर I_C = 0 और V_{CE} = 10V के इस बिंदु को अंकित करें जैसा कि Fig 7c में दिखाया गया है।

दो चिह्नित बिंदुओं को एक सीधी रेखा से जोड़ दें जैसा कि Fig 7c में दिखाया गया है। इस लाइन को लोड लाइन कहा जाता है।

जिस बिंदु पर लोड लाइन I_B = 0 को काटती है उसे कट ऑफ पॉइंट के रूप में जाना जाता है। कट ऑफ पर I_B = 0; इसलिए एमिटर डायोड फॉरवर्ड बायस से बाहर है और ट्रांजिस्टर की क्रिया बंद हो जाती है।

जिस बिंदु पर भार रेखा $I_B = I_{B(sat)}$ को काटती है उसे संतृप्ति बिंदु कहा जाता है। इस बिंदु पर बेस करंट अधिकतम होता है और कलेक्टर करंट भी अधिकतम होता है। संतृप्ति पर कलेक्टर डायोड रिवर्स बायस से बाहर आता है और इसलिए सामान्य ट्रांजिस्टर क्रिया बंद हो जाती है।

Fig 7



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

एक ट्रांजिस्टर के सामान्य तरीके से कार्य करने के लिए यानी एक नियंत्रित धारा स्रोत के रूप में इसे कट ऑफ या संतृप्ति में कार्य करने के लिए नहीं बनाया जाना चाहिए। इसलिए आदर्श बिंदु लोड लाइन पर इन पीक बिंदुओं के बीच में कहीं होगा। तो इस मध्य बिंदु को शांत बिंदु या Q-बिंदु के रूप में जाना जाता है जैसा कि Fig 7c में दिखाया गया है।

Q बिंदु को जानने के बाद, आप सर्किट के प्रतिरोधों R_C और R_B के मान को ठीक कर सकते हैं।

DC लोड लाइन एक नज़र में ट्रांजिस्टर की सक्रिय V_{CE} वोल्टेज रेंज दिखाती है। दूसरे शब्दों में यह इंगित करता है कि ट्रांजिस्टर DC लोड लाइन के साथ-साथ संतृप्ति को छोड़कर कहीं भी एक धारा स्रोत की तरह कार्य करता है या ट्रांजिस्टर की धारा-स्रोत क्रिया लॉस्ट हो जाती है।

डेटा शीट में उपलब्ध डेटा से Q पॉइंट फिक्स करना (Fixing Q point from the data available in data sheets):

ट्रांजिस्टर डेटा बुक्स में दिए गए ट्रांजिस्टर के डेटा से Q पॉइंट को काफी सटीक रूप से फिक्स किया जा सकता है। यह संग्राहक विशेषताओं और लोड लाइन की प्लॉटिंग के समय लेने वाले कार्य को कम करता है। ऐसा करने के लिए निम्नलिखित बिंदुओं को याद रखना बहुत महत्वपूर्ण है;

1 चयनित V_{CC} डेटा बुक में दिए गए $V_{CE(max)}$ से कम होना चाहिए

सुझाव: V_{CC} के मान को अधिमानतः $V_{CE(max)}$ के 3/4 तक सीमित रखें

2 डेटा बुक में दिए गए 1/2 का $V_{CE(max)}$ पर Q बिंदु I_C को फिक्स करें।

3 Q बिंदु पर मान लें कि V_{CC} का 1/2 भाग V_{CE} के अक्रॉस होगा।

4 बिंदुओं (2) और (3) से R_C के मान की गणना करें।

5 डेटा बुक में दिए गए H_{FE} मान से नीचे दिए गए अनुसार Q बिंदु पर बेस करंट का अनुमानित मान तय करें।

Q बिंदु पर I_B =

$$\frac{\text{Chosen value of } I_c \text{ at the Q – point(tipno.2)}}{\text{Typical value of } H_{FE} \text{ from data book}}$$

6 Q बिंदु पर I_B के मान से और बेस-एमिटर पर 0.7 वोल्ट की ड्रॉप की अनुमति देकर R_B के मान की गणना करें।

स्विच के रूप में एक ट्रांजिस्टर के अनुप्रयोग (Application of a Transistor as Switch)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **ट्रांजिस्टर स्विच के अनुप्रयोग बताना**

कट-ऑफ स्थिति में एक ट्रांजिस्टर का कार्य (The function of a transistor at cut-off condition):

जब एमिटर और कलेक्टर जंक्शन दोनों रिवर्स बायस्ड होते हैं तो ट्रांजिस्टर कट-ऑफ स्थिति में कार्य करता है

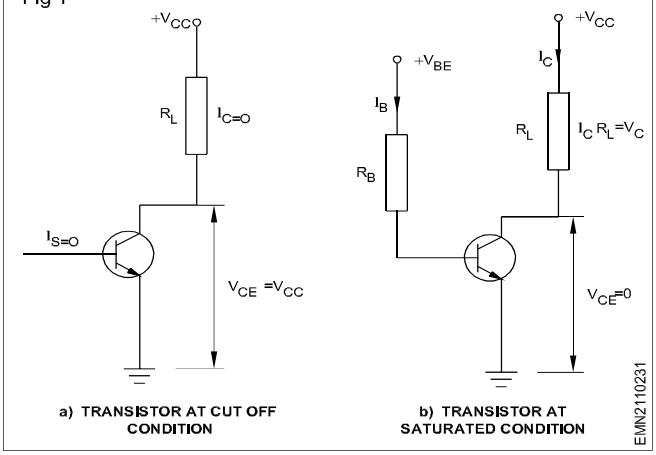
Fig 1 में सर्किट पर विचार करें

$V_{ce}=V_{cc}-(I_c*R_l)$.....(1)

Since $I_b=0$ and $I_c=0 V_{ce}=V_{cc}$

ट्रांजिस्टर को सरल कारण के लिए कट ऑफ कहा जाता है कि यह Fig 1a की तरह किसी भी करंट का संचालन नहीं करता है। यह एक ओपन स्टेट में एक स्विच से मेल खाता है इसलिए कट ऑफ पर एक ट्रांजिस्टर को ओपन स्टेट कहा जाता है।

Fig 1



संतृप्ति स्थिति में एक ट्रांजिस्टर का कार्य (The function of a transistor at a saturation condition):

जब एमिटर और कलेक्टर दोनों फॉरवर्ड बायस में होते हैं। तो ट्रांजिस्टर एक संतृप्त स्थिति में संचालित होता है

Fig 1b में यदि R_B और R_l का मान ऐसा है कि V_{CE} शून्य हो जाता है तो ट्रांजिस्टर को संतृप्त कहा जाता है।

$V_{ce}=0$ समीकरण (1) में हम प्राप्त करते हैं

$V_{ce}=0=V_{cc}-I_cR_l$ or $I_c=V_{cc}-R$

एक स्विच के रूप में एक ट्रांजिस्टर का संचालन (The operation of a transistor as a switch):

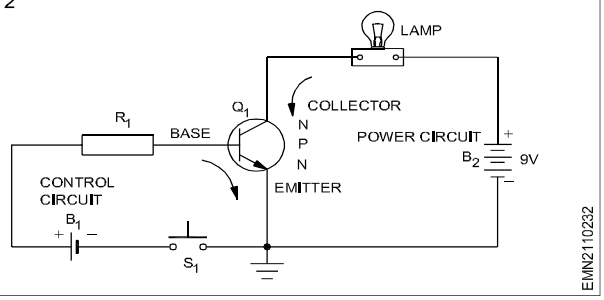
Fig 2 में Q_1 के लिए स्विच एक्शन में दिखाया गया है कि इनपुट पर आउटपुट करंट कैसे चलाया जा सकता है। निम्नलिखित महत्व ऑपरेटिंग विशेषताओं पर ध्यान दें।

- जब तक बेस एमिटर सर्किट में फॉरवर्ड वोल्टेज लागू नहीं किया जाता है तब तक ट्रांजिस्टर आउटपुट करंट के बिना सामान्य रूप से बंद रहता है
- बेस करंट को नियंत्रित करने वाला फॉरवर्ड वोल्टेज आउटपुट करंट की मात्रा को कम करता है

Fig 2 में इनपुट का कंट्रोल सर्किट बेस करंट और आउटपुट करंट की मात्रा निर्धारित करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 2



Q_1 के लिए एक NPN ट्रांजिस्टर का उपयोग किया जाता है। उत्सर्जक दोनों (a) इनपुट पर धारा सर्किट और (b) पावर आउटपुट सर्किट दोनों के लिए कॉमन होता है

Fig 2 में Q का बेस एमिटर जंक्शन बैटरी B_1 द्वारा फॉरवर्ड बायस्ड हो सकता है। स्विच S_1 बंद होना चाहिए, अग्र वोल्टेज लागू करें। रिवर्स पोलरिटी का मतलब है कि N कलेक्टर बेस से ज्यादा पॉजिटिव है स्विच S_1 ओपन के साथ बेस एमिटर में कोई करंट फ्लो नहीं होता है। इसका कारण यह है कि फॉरवर्ड वोल्टेज लागू नहीं होता है। ट्रांजिस्टर के कलेक्टर के लिए एमिटर का प्रतिरोध बहुत उच्च होता है। पावर सर्किट में कोई करंट प्रवाहित नहीं होता है और लैंप नहीं ग्लो नहीं करता है।

अगला मान लें कि स्विच कि S_1 बंद है यह नियंत्रण सर्किट में धारा प्रवाह में एक छोटे से परिवर्तन का कारण बनता है। R बेस करंट के लिए धारा लिमिटिंग रजिस्टर है। इसलिए ट्रांजिस्टर के लिए कलेक्टर से उत्सर्जक का प्रतिरोध कम हो जाता है। नतीजतन पावर सर्किट में एक बड़ा करंट प्रवाह होता है जिससे लैंप ग्लो करने लगता है।

ट्रांजिस्टर स्विचिंग सर्किट का संचालन (Operation of transistor switching circuit):

Fig 3 में योजनाबद्ध सर्किट 'ट्रांजिस्टर ऑफ' स्थिति में मापा गया वोल्टेज और कलेक्टर धारा I_C दिखाया गया है। ध्यान दें कि उत्सर्जक से कलेक्टर तक केवल 1 माइक्रो एम्प प्रवाह का एक छोटा रिसाव प्रवाह होता है। E से C के प्रतिरोध की गणना इस प्रकार की जाती है

R=V/I=9V/0.000001A=9 M Ω

ट्रांजिस्टर में 9 मेगा ओम का प्रतिरोध होता है जो एक स्विच की खुली या बंद स्थिति की तरह होता है।

Fig 3

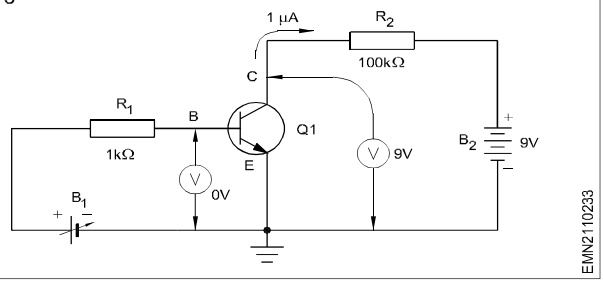


Fig 4 मापा वोल्टेज और करंट को 'ट्रांजिस्टर ऑन कंडीशन' में दिखाता है।

सबसे पहले, एमिटर से बेस तक वोल्टेज को B_1 समायोजित करके बढ़ाया गया है ट्रांजिस्टर के एमिटर-बेस जंक्शन पर 0.86V का फॉरवर्ड-बायस्ड

Fig 4

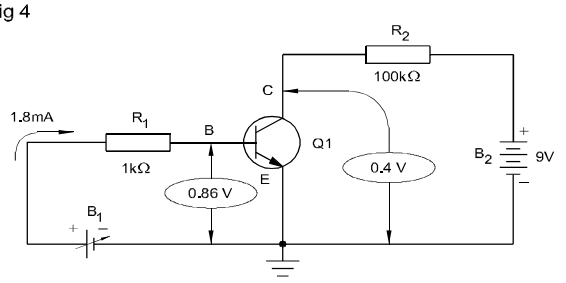
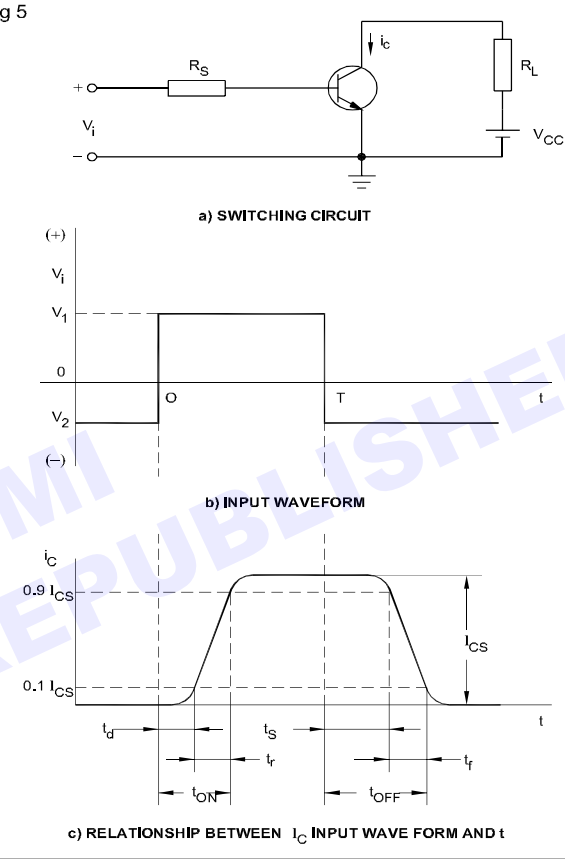


Fig 5



वोल्टेज E से C तक ट्रांजिस्टर के प्रतिरोध को E से C इस प्रतिरोध को ड्राप करता है इसे निम्न रूप में गणना की जाती है

R=V/I=0.4V/0.085A=4.7 ohms

Fig 4 में ट्रांजिस्टर को संतृप्ति पर कहा जाता है जब यह अपने अधिकतम संग्राहक धारा तक पहुँच जाता है। जब स्विच के रूप में उपयोग किया जाता है तो ट्रांजिस्टर को एमिटर-बेस वोल्टेज द्वारा अलग-अलग बेस करंट द्वारा कट ऑफ और संतृप्ति में विभाजित किया जाता है।

ट्रांजिस्टर स्विचिंग समय (Transistor switching time):

अब ट्रांजिस्टर के एक राज्य से दूसरे राज्य में ट्रांजिस्टर के व्यवहार पर ध्यान दें। Fig 5b में दिखाए गए ट्रांजिस्टर सर्किट पर विचार करें। यह तरंग रूप V_2 पर वोल्टेज स्तर V_2 और V_1 के बीच ट्रांजिस्टर बनाता है ट्रांजिस्टर कट ऑफ पर होता है और V_1 पर एक प्रतिरोधक R_2 के माध्यम से आधार और उत्सर्जक के बीच लगाया जाता है जिसे सर्किट में स्पष्ट रूप से शामिल किया जा सकता है या तरंग रूप प्रस्तुत करने वाला स्रोत आउटपुट प्रतिबाधा का

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्रतिनिधित्व कर सकता है

Fig में करंट तुरंत इनपुट सिग्नल का रेस्पॉन्ड नहीं देता है। इसके बजाय देरी होती है और इस देरी के दौरान समय बच जाता है

$t_{off}=t_d+t_r$

जब इनपुट सिग्नल स्थिति t = T पर होता है तो करंट फिर से प्रतिक्रिया के लिए तुरंत ड्राप हो जाता है

$t_{off}=t_s+t_r$

एक स्विच के रूप में ट्रांजिस्टर का अनुप्रयोग (The application of transistor as a switch):

ट्रांजिस्टर स्विच का उपयोग किया जाता है

- इलेक्ट्रॉनिक ऑन ऑफ स्विच के रूप में
- मोनो स्टेबल और बाई-स्टेबल मल्टी वाइब्रेटर में।
- काउंटर और पल्स जनरेटर सर्किट में
- क्लिपिंग और क्लैम्पिंग सर्किट में
- कैथोड रे ऑसिलोस्कोपिक उपकरणों में स्वीप स्टार्टिंग स्विच के रूप में
- रिले के रूप में लेकिन मशीनी रिले के विपरीत ट्रांजिस्टर में गतिमान यांत्रिक पुर्जे नहीं होते।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

ट्रांजिस्टर की बायसिंग (Biasing of Transistors)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:

- **एक NPN और PNP ट्रांजिस्टर के संचालन का वर्णन करना**
- **उचित रूप से बायस्ड ट्रांजिस्टर में बेस करंट और कलेक्टर करंट के विशिष्ट प्रतिशत का उल्लेख करना**
- **I_E, I_B और I_C के बीच संबंध बताना**
- **बताना कि ट्रांजिस्टर को उचित रूप से बायस्ड कब कहा जाता है**
- **लीकेज करंट I_{CO} का अर्थ बताना**

ट्रांजिस्टर की बायसिंग (Biasing of transistors): एक ट्रांजिस्टर को बायस करने का अर्थ है एक ट्रांजिस्टर के टर्मिनलों पर सही ध्रुवता और वोल्टेज का धारा स्तर देना जैसे कि यह इरादा के अनुसार कार्य करता है। (एम्पलीफायर के रूप में या सॉलिड स्टेट स्विच आदि के रूप में)

याद रखें ट्रांजिस्टर तीन-परत वाले सेमीकंडक्टर डिवाइस होते हैं जिसमें दो N-टाइप परतों के बीच एक P-टाइप परत होती है जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है या दो P-टाइप परतों के बीच N-टाइप परत जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है।

Fig 1

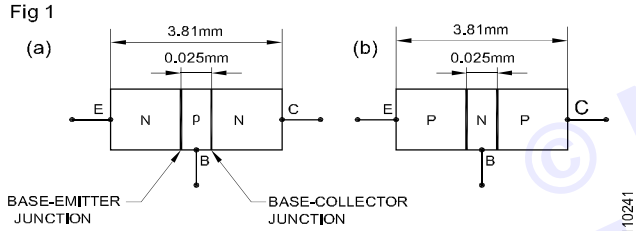


Fig 1a से निम्नलिखित बातों पर ध्यान देना महत्वपूर्ण है;

- वाह्य परत की चौड़ाई अर्थात एमिटर और कलेक्टर परतों बेस परत की तुलना में बहुत अधिक होती हैं।
- बेस और कलेक्टर दोनों परतों की तुलना में उत्सर्जक परत भारी मात्रा में डोप की जाती है।
- बेस परत वाह्य परतों की चौड़ाई के 1/10 वें क्रम की बहुत पतली और बहुत हल्के ढंग से डोप की गई है।

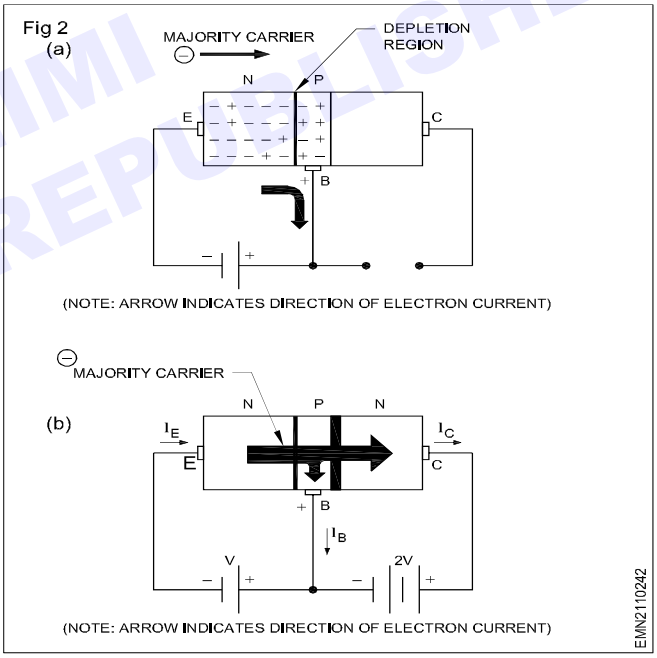
ट्रांजिस्टर ऑपरेशन (Transistor operation): चूंकि ट्रांजिस्टर में तीन परतें होती हैं इसलिए दो जंक्शन होते हैं जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है। बेस-एमिटर जंक्शन एक डायोड जंक्शन के रूप में व्यवहार करता है। बेस-कलेक्टर जंक्शन अन्य डायोड जंक्शन के रूप में व्यवहार करता है।

याद रखें कि डायोड जंक्शन केवल तभी संचालित होता है जब +ve आपूर्ति P सामग्री से जुड़ी होती है और -ve आपूर्ति N सामग्री से जुड़ी होती है। Fig 2b में एक NPN ट्रांजिस्टर दिखाया गया है जहां बेस एमिटर जंक्शन अग्र (फॉरवर्ड) बायस्ड है। इसलिए डायोड का संचालन होता है जिसके परिणामस्वरूप N-टाइप से P-टाइप सामग्री में बहुसंख्यक वाहक (इलेक्ट्रॉनों) का प्रवाह होता है।

Fig 2 b में बेस-एमिटर जंक्शन फॉरवर्ड बायस है और बेस-कलेक्टर जंक्शन रिवर्स बायस है। बेस-कलेक्टर रिवर्स बायस्ड क्यों है? इस संयोजन का ट्रांजिस्टर संचालन पर क्या प्रभाव पड़ता है?

उत्तर है NPN ट्रांजिस्टर में बहुसंख्यक वाहक इलेक्ट्रॉन होते हैं क्योंकि एमिटर और कलेक्टर N-प्रकार की सामग्री हैं। फॉरवर्ड-बायस्ड बेस-एमिटर जंक्शन के कारण P-टाइप एमिटर में मुक्त इलेक्ट्रॉन उत्पन्न होते हैं। यदि कलेक्टर वोल्टेज नहीं है तो सभी उत्पन्न इलेक्ट्रॉन बेस की ओर प्रवाहित होते हैं जैसा कि Fig 2a में दिखाया गया है।

Fig 2



जब बेस-कलेक्टर रिवर्स-बायस्ड होता है तो कलेक्टर पर एक धनात्मक वोल्टेज आरोपित होता है। कलेक्टर पर यह धनात्मक वोल्टेज इलेक्ट्रॉन धारा प्रवाह के पथ को पूरी तरह से बदल देता है। पतले बेस और निम्न बेस-टू-एमिटर वोल्टेज (सिलिकॉन के लिए 0.7V) के कारण लगभग 95 प्रतिशत इलेक्ट्रॉन पतले बेस से गुजरते हैं और उच्च धनात्मक विभव कलेक्टर की ओर आकर्षित होते हैं जैसा कि Fig 2b में दिखाया गया है।

Fig 3 से यह प्रदर्शित होता है कि

- धारा वाहक एमिटर से आते हैं
- बेस धारा छोटा होता है (एमिटर धारा का 5%)
- और कलेक्टर धारा अधिक होता है (एमिटर धारा का 95%)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3

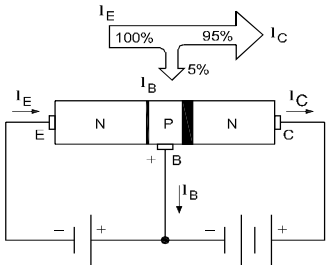
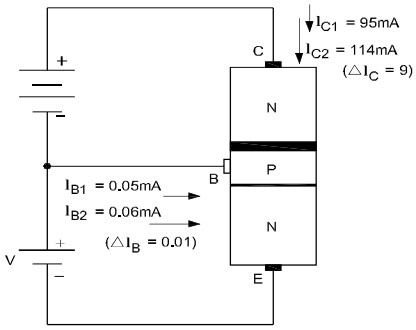


Fig 4



ऐसी परिस्थितियों में यह देखा जा सकता है कि एमिटर-बेस धारा में अल्प परिवर्तन के परिणामस्वरूप कलेक्टर धारा में अधिक परिवर्तन आएगा। उदाहरण के लिए बेस धारा में एक इलेक्ट्रॉन की वृद्धि के परिणामस्वरूप कलेक्टर धारा में 19 इलेक्ट्रॉनों की वृद्धि होगी। ऐसा इसलिए है क्योंकि कलेक्टर धारा एमिटर धारा का 95% है जबकि बेस धारा एमिटर धारा का केवल 5% है।इसका तात्पर्य यह है कि एमिटर-बेस जंक्शन पर बायस में परिवर्तन से कलेक्टर धारा के मान को आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है।

संक्षेप में बेस धारा में अल्प परिवर्तन से कलेक्टर धारा में अधिक परिवर्तन होते हैं जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है। यह और कुछ नहीं बल्कि प्रवर्धन है जो एक ट्रांजिस्टर का नियत कार्य है। ट्रांजिस्टर के इस व्यवहार को ट्रांजिस्टर क्रिया (Transistor action) के रूप में जाना जाता है।

आउटपुट करंट में परिवर्तन और इनपुट करंट में परिवर्तन के अनुपात को प्रवर्धन या गेन कहा जाता है। Fig 4 में आउटपुट धारा ΔI_C में परिवर्तन इनपुट धारा ΔI_B में परिवर्तन के कारण है। इसलिए ट्रांजिस्टर द्वारा करंट गेन अग्रलिखित है

करंट गेन,

$$= \frac{\text{Output current change } \Delta I_C}{\text{Input current change } \Delta I_B} = \frac{9mA}{0.01mA} = 900$$

लाभ एक विमहीन मात्रक है

यह स्थिति जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है जिसमें ट्रांजिस्टर के दो जंक्शन वोल्टेज स्रोत के ऐसे ध्रुवों से जुड़े होते हैं जैसे कि ट्रांजिस्टर एक एम्पलीफायर के रूप में व्यवहार करता है तब ट्रांजिस्टर को उचित प्रकार से बायस्ड कहा जाता है।

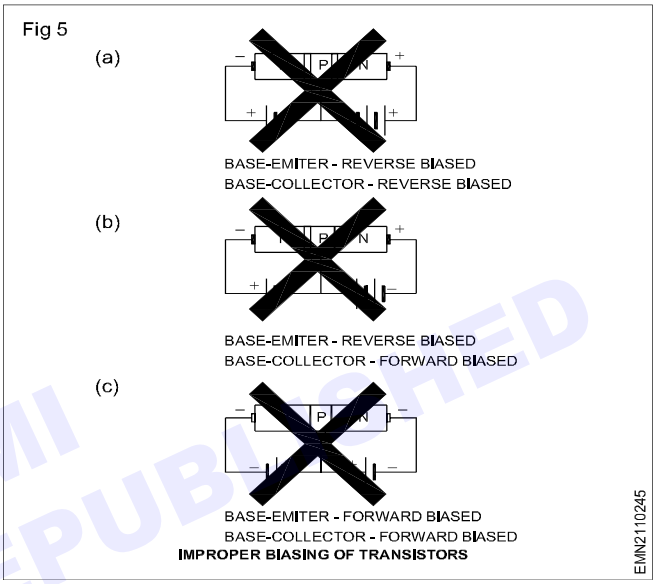
कुछ पुस्तकें ठीक से बायस्ड शब्द के बजाय फॉरवर्ड बायस्ड शब्द का उपयोग करती हैं

संक्षेप में ट्रांजिस्टर को उचित रूप से बायस्ड या सही प्रकार से बायस्ड या अग्रगामी बायस्ड कहा जाता है यदि

- इसका बेस -एमिटर जंक्शन अग्रदिशिक बायस्ड है
- और इसका बेस-कलेक्टर जंक्शन पश्च दिशिक बायस्ड है।

दूसरी ओर Fig 5a और 5b में ट्रांजिस्टर जंक्शनों से संयोजित वोल्टेज की ध्रुवीयता दिखाई गई है क्योंकि बेस-एमिटर जंक्शन रिवर्स (पश्च) बायस्ड है चालन के लिए कोई इलेक्ट्रॉन उपलब्ध नहीं है और इसलिए ट्रांजिस्टर क्रिया मौजूद नहीं है यदि बेस-एमिटर फॉरवर्ड (अग्र) बायस्ड है लेकिन बेस-कलेक्टर रिवर्स बायस्ड नहीं है जैसा कि Fig 5c में दिखाया गया है तो कोई प्रवर्धन नहीं है क्योंकि दोनों जंक्शन केवल डायोड के रूप में कार्य करते हैं।

Fig 5



उचित बायस्ड ट्रांजिस्टर जैसा कि Fig 3 और Fig 4 में दिखाया गया है में I_E, I_B और I_c के बीच संबंध निम्न के द्वारा दिया जाता है

$$I_E = I_B + I_C \quad .....[1]$$

या $I_C = I_E - I_B$

या $I_B = I_E - I_C$.

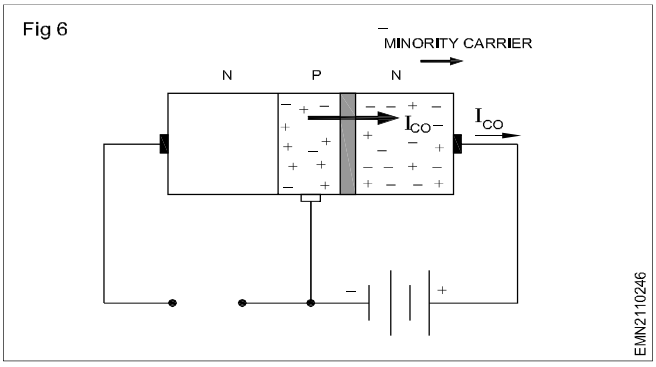
ट्रांजिस्टर में माइनॉरिटी धारा (Minority current in transistors):

NPN ट्रांजिस्टर में जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है यदि बेस-एमिटर जंक्शन पर कोई वोल्टेज आरोपित नहीं किया जाता है लेकिन बेस-कलेक्टर जंक्शन पर एक रिवर्स-बायस लगाया जाता है तो निम्नलिखित दशाएं उत्पन्न होती हैं

- बेस एमिटर पथ में कोई धारा नहीं है क्योंकि कोई बायस वोल्टेज उपस्थित नहीं है।
- बेस-कलेक्टर डायोड रिवर्स बायस्ड है; इसलिए बहुसंख्यक धारा वाहक (इलेक्ट्रॉनों) के कारण अग्र धारा शून्य है।
- बेस कलेक्टर में कुछ नैनोएम्पियर से माइक्रोएम्पियर के क्रम की एक अल्प मात्रा प्रवाहित होती है। यह अल्प रिवर्स धारा P-टाइप बेस मैटेरियल में अल्पसंख्यक धारा वाहक इलेक्ट्रॉनों के कारण होता है।

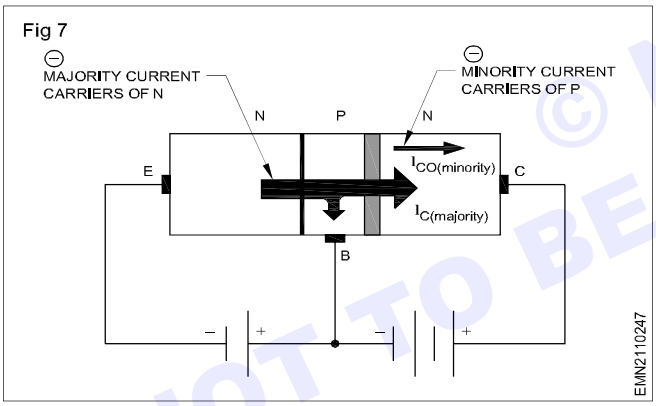
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

- बेस-कलेक्टर पर आरोपित वोल्टेज बढ़ने या जंक्शन तापमान बढ़ने पर अल्पसंख्यक धारा बढ़ जाती है। इसका कारण यह है कि धारा से तापमान बढ़ता है और तापमान सहसंयोजक बंधन संरचना से धारा वाहकों को मुक्त करता है।



इस अल्पसंख्यक धारा को क्षरण धारा कहा जाता है और इसे प्रतीक I_{CO} द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। I_{CO} का आशय है कलेक्टर धारा I_C जिसमें एमिटर टर्मिनल खुला है। इस क्षरण धारा I_{CO} का मान सभी ट्रांजिस्टर के लिए ट्रांजिस्टर डेटा शीट में दिया जाएगा।

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है चूंकि बहुसंख्यक वाहकों के कारण अग्रदिशिक कलेक्टर धारा I_C और अल्पसंख्यक धारा वाहकों के कारण क्षरण धारा I_{CO} एक ही दिशा में प्रवाहित होते हैं वे जुड़ जाते हैं। इसलिए कुल कलेक्टर धारा निम्न के बराबर होगा



$I_C = I_{C(majority)} + I_{CO(minority)}$ .....[2]

अल्पसंख्यक धारा I_{CO} के कारण कलेक्टर धारा I_C का मान उससे थोड़ा अधिक होगा जो समीकरण $I_C = I_E - I_B$ में दिया गया है। यद्यपि I_C मान में इस अल्प वृद्धि की उपेक्षा की जा सकती है क्योंकि सामान्य प्रचालन तापमान पर I_C (I_E के कारण) की तुलना में I_{CO} का मान बहुत कम होगा।

किसी भी विशिष्ट या सामान्य प्रयोजन ट्रांजिस्टर में,

- I_C और I_E का मान मिलीएम्पियर में होगा
- I_{CO} का मान नैनो एम्पियर से माइक्रो एम्पियर में होगा
- I_B का मान माइक्रो एम्पियर में होगा।

PNP ट्रांजिस्टर का संचालन (Operation of PNP transistors):

PNP ट्रांजिस्टर का कार्य ठीक उसी प्रकार है जैसे NPN ट्रांजिस्टर की पहले चर्चा की गई थी यदि NPN ट्रांजिस्टर में इलेक्ट्रॉनों द्वारा निभाई गई भूमिका को नीचे दिए गए होल के साथ परिवर्तित कर दिया जाता है;

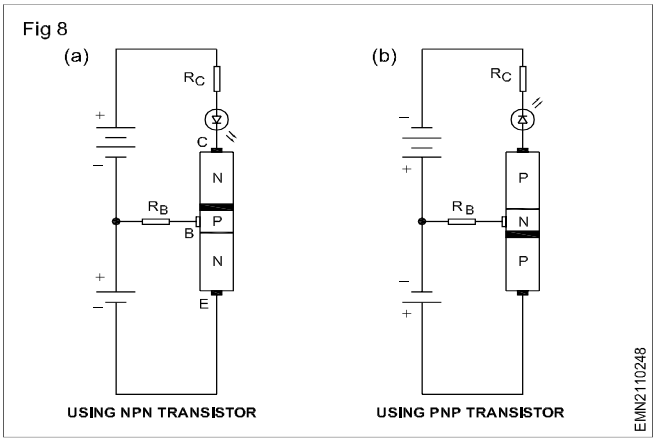
PNP ट्रांजिस्टर में,

- बहुसंख्यक धारा वाहक इलेक्ट्रॉनों के स्थान पर होल होते हैं
- अल्पसंख्यक धारा I_{CO} होल के स्थान पर N- प्रकार की बेस सामग्री में इलेक्ट्रॉनों के कारण है।

उचित ट्रांजिस्टर बायसिंग के परीक्षण के लिए टेस्ट सर्किट (Test circuit for testing proper transistor biasing):

यदि एक ट्रांजिस्टर ठीक से बायस्ड है (यानी B-E जंक्शन फॉरवर्ड बायस्ड और C -B जंक्शन रिवर्स बायस्ड) तो मिलिएम्प्स के क्रम का कलेक्टर धारा I_C होगा। इसे जांचने के लिए ट्रांजिस्टर के कलेक्टर परिपथ में एक LED जुड़ी हुई है जैसा कि Fig 8a और 8b में दिखाया गया है। कलेक्टर में LED तभी चमकती है जब ट्रांजिस्टर ठीक से बायस्ड हो अन्यथा LED बंद रहती है।

बेस और कलेक्टर धाराओं को सीमित करने के लिए प्रतिरोध R_B और R_C को परिपथ में प्रयुक्त किया जाता है जिससे अत्यधिक धारा के कारण ट्रांजिस्टर क्षतिग्रस्त न हो।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

ट्रांजिस्टर बायसिंग के प्रकार (Types of Transistor Biasing)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

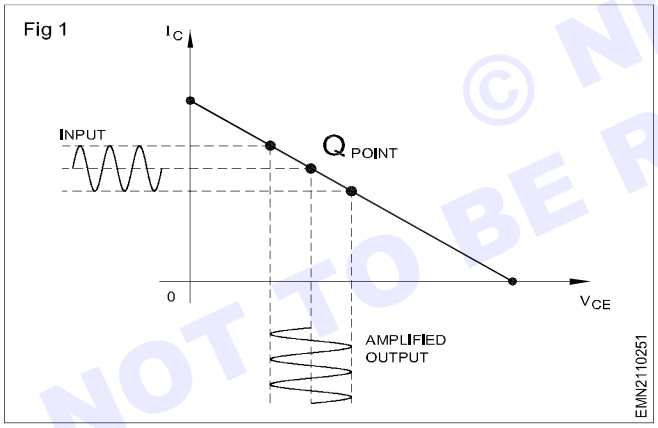
- **ट्रांजिस्टर के बायसिंग की आवश्यकता**
- **तापमान और β_{dc} परिवर्तनों के कारण Q के स्थान परिवर्तन का कारण बताना**
- **ट्रांजिस्टर बायसिंग के तीन मुख्य प्रकार**
- **प्रवर्धक की परिभाषा**
- **प्रवर्धक के वर्गीकरण की सूची**

कोई भी मोटर साइकिल चलाने या कार चलाने से पहले उसे इंजन चालू करना होता है और इंजन को चालू रखना होता है। सरल शब्दों में ट्रांजिस्टर बायसिंग ट्रांजिस्टर का वास्तविक उपयोग करने से पहले इसे ऑन करने के समान है। एक बार जब ट्रांजिस्टर ऑन हो जाता है तो कार के इंजन की तरह इसे प्रवर्धन के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है जैसे कार की सवारी करके दूरी को कवर करना।

ट्रांजिस्टर को AC सिग्नल देने से पहले एक ऑपरेटिंग बिंदु या क्यूसेंट (Q) बिंदु को स्थापित करना आवश्यक है। आम तौर पर यह Q पॉइंट DC लोड लाइन के मध्य में सेट किया जाता है। एक बार Q बिंदु सेट हो जाने के बाद आने वाले AC सिग्नल इस Q बिंदु के ऊपर और नीचे अस्थिरता उत्पन्न कर सकते हैं जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

ट्रांजिस्टर बायसिंग की आवश्यकता को निम्नानुसार भी समझाया जा सकता है;

Fig 1



ट्रांजिस्टर अभिलक्षण का क्षेत्र प्राप्त होता है। यह आवश्यक है कि ऑपरेटिंग बिंदु का चयन करने के पश्चात स्थिर बिंदु को स्थिर बनाये रखने को स्थिरीकरण (stabilisation) कहा जाता है।

ट्रांजिस्टर को रेखीय क्षेत्र में कार्य करते रहने के लिए प्रवर्धक को प्रवर्धन के दौरान आवश्यक रूप से एमिटर डायोड अग्रदिशिक और कलेक्टर डायोड पश्च दिशिक बायस्ड रहना चाहिए। दूसरे शब्दों में इनपुट सिग्नल धारा और वोल्टेज में आयाम परिवर्तन होने पर ट्रांजिस्टर को सैचुरेशन या कट ऑफ क्षेत्र में ऑपरेट नहीं करना चाहिए।

उचित बायसिंग के साथ ट्रांजिस्टर स्टेबिलाइजेशन सक्रिय क्षेत्र में ट्रांजिस्टर एम्पलीफायर का एक क्यूसेंट पॉइंट ट्रांजिस्टर अभिलक्षण में प्राप्त होता है स्टेबल पॉइंट को बनाये रखने को स्थिरीकरण कहा जाता है।

स्थिर Q बिंदु (Stable Q point):

ट्रांजिस्टर प्रवर्धक का सेट Q बिंदु तापमान वृद्धि और ट्रांजिस्टर b मान परिवर्तन के कारण परिवर्तित हो सकता है। इसलिए उचित बायसिंग का उद्देश्य Q बिंदु के परिवर्तन को सीमित करना या स्थिर Q बिंदु प्राप्त करना है।

याद रखें कि, Q बिंदु ट्रांजिस्टर की आउटपुट अभिलक्षण में बिंदु के अतिरिक्त और कुछ नहीं है। यह बिंदु I_B, I_C और V_{CE} के विशेष मान के संगत है। यह भी याद रखें कि कलेक्टर धारा I_C ट्रांजिस्टर के I_B और Q दोनों पर निर्भर करता है। इस प्रकार I_B और I_C मान परिवर्तन से Q बिंदु परिवर्तित हो जाता है। Q के परिवर्तित होने से I_C मान परिवर्तित हो जाता है जिससे Q बिंदु स्थानांतरित हो जाता है।

तापमान के कारण Q का स्थानांतरण (Shifting of Q due to temperature):

याद रखें कि ट्रांजिस्टर तापमान संवेदी अवयव है। जंक्शन पर तापमान में किसी भी प्रकार की वृद्धि से क्षरण धारा उत्पन्न होता है। यह बढ़ी हुई क्षरण धारा परिणामस्वरूप तापमान को बढ़ाता है और प्रभाव संचयी (वृद्धि) होता है। इस श्रृंखला रिएक्शन को थर्मल रन वे (ऊष्मीय पलायन) कहा जाता है। यदि इस थर्मल रन वे को नहीं रोका गया तो इसके परिणामस्वरूप अत्यधिक ऊष्मा के कारण ट्रांजिस्टर पूर्ण क्षतिग्रस्त हो सकता है। ट्रांजिस्टर में इस बढ़े हुए क्षरण धारा के कारण बेस धारा बढ़ती है और इसलिए Q पॉइंट शिफ्ट हो जाता है। सेट Q बिंदु में यह परिवर्तन प्रवर्धन के प्रदर्शन को प्रभावित करता है जिसके परिणामस्वरूप विरूपण होता है।

β_{dc} परिवर्तन के कारण Q का स्थानांतरण (Shifting of Q due to β_{dc} changes):

याद रखें कि एक ही प्रकार की संख्या के दो ट्रांजिस्टर में Q के अलग-अलग मान हो सकते हैं। यह ट्रांजिस्टर की निर्माण प्रक्रिया के कारण है। इसलिए जब एक ट्रांजिस्टर को परिवर्तित किया जाता है तो परिवर्तित ट्रांजिस्टर के अलग-अलग Q के कारण Q बिंदु फिर से स्थानांतरित हो जाता है।

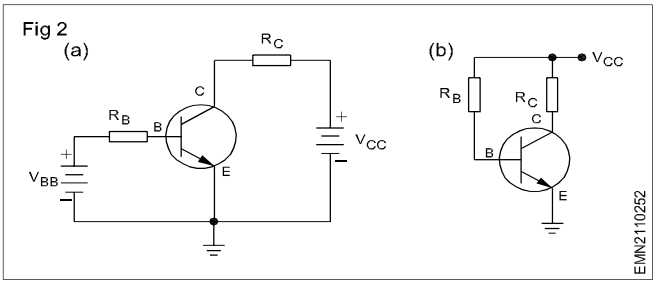
इसलिए स्थिर बायसिंग वह है जिसमें ताप परिवर्तन या ट्रांजिस्टर Q परिवर्तन के कारण Q-बिंदु स्थानांतरित नहीं होता है।

ट्रांजिस्टर बायसिंग के प्रकार (Types of transistor biasing):

लीनियर ऑपरेशन के लिए ट्रांजिस्टर को बायस करने के कई तरीके हैं। इसका मतलब है DC लोड लाइन के मध्य के पास एक Q बिंदु स्थापित करने के कई तरीके हैं। ट्रांजिस्टर के साथ उपयोग की जाने वाली महत्वपूर्ण बायसिंग व्यवस्थाओं को नीचे समझाया गया है:

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 2 में एक प्रकार की ट्रांजिस्टर में बायसिंग प्रदर्शित है जिसे बेस-बायस कहा जाता है। जैसा कि Fig 2b में दिखाया गया है सामान्यतः बेस वोल्टेज के लिए अलग सप्लाई का उपयोग करने के स्थान पर कलेक्टर वोल्टेज सप्लाई का ही उपयोग बेस वोल्टेज के लिए किया जाता है।



बेस प्रतिरोध ङए का मान इस प्रकार कि यह Q बिंदु बनाये रखने के लिए आवश्यक आधार धारा I_B की अनुमति देता है। R_B का मान यह सुनिश्चित करता है कि बेस-एमिटर डायोड हमेशा ज्कए के एक्रॉस 0.7V (सिलिकॉन के लिए) वोल्टापात के साथ अग्रबायस की अनुमति देता है ।

इस प्रकार की बायसिंग सबसे सरल है। हालाँकि ट्रांजिस्टर को अग्र बायस करने का यह सबसे खराब तरीका है क्योंकि DC Q बिंदु परिवर्तित होता है जब,

- तापमान बढ़ता है और
- ट्रांजिस्टर का β बदल जाता है।

इसलिए बेस बायस ट्रांजिस्टर में स्थिर Q बिंदु स्थापित करना असंभव है। इसलिए ट्रांजिस्टर का बेस बायसिंग आमतौर पर रैखिक प्रवर्धक परिपथ में नहीं किया जाता है। यद्यपि बेस बायसिंग सामान्यतः डिजिटल परिपथ (आगे के पाठों में चर्चा की गई) में उपयोग किया जाता है जहां ट्रांजिस्टर का उपयोग स्विच के रूप में किया जाता है न कि रैखिक प्रवर्धक के रूप में।

2 एमिटर बायस या एमिटर फीडबैक बायस (EMITTER BIAS or emitter feedback bias): Fig 3 में एमिटर-बायस्ड ट्रांजिस्टर प्रदर्शित है। इस प्रकार का बायसिंग Q β_{DC} में भिन्नताओं की प्रतिपूर्ति करता है और Q बिंदु को काफी स्थिर रखता है

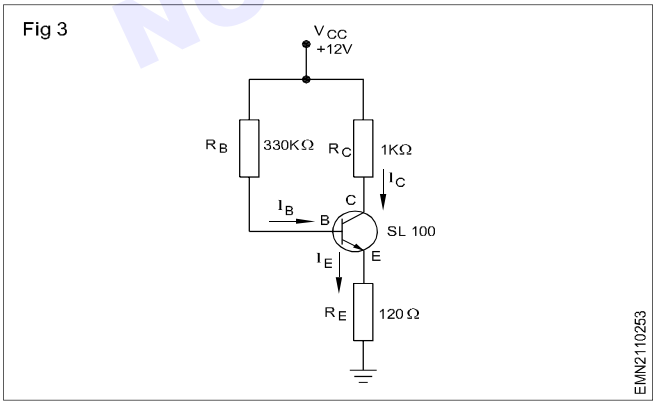


Fig 3 में, यदि β_{dc} बढ़ता है तो कलेक्टर धारा बढ़ती है। यह बदले में एमिटर पर वोल्टेज बढ़ाता है। एमिटर वोल्टेज में वृद्धि बेस-एमिटर जंक्शन पर वोल्टेज को कम करता है और इसलिए बेस धारा कम हो जाता है। यह कम बेस धारा कलेक्टर धारा के परिणाम को कम करता है जो कि β_{dc} में वृद्धि के कारण I_C में वृद्धि को आंशिक रूप से ऑफसेट करता है।

एमिटर बायस को एमिटर फीडबैक बायस भी कहा जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि आउटपुट मात्रा यानी कलेक्टर धारा इनपुट मात्रा अर्थात बेस धारा में परिवर्तन उत्पन्न करता है। फीडबैक शब्द का अर्थ है कि आउटपुट का एक हिस्सा इनपुट को वापस दिया जाता है। एमिटर बायस में एमिटर प्रतिरोध फीडबैक तत्व है क्योंकि यह आउटपुट और इनपुट परिपथ दोनों के लिए कॉमन है।

Fig 3 में, यदि हम कलेक्टर लूप के चारों ओर वोल्टेज का योग करते हैं तो हमें मिलता है

$I_CR_C + V_{CE} + I_ER_E - V_{CC} = 0$ .....{1}

चूँकि I_E लगभग I_C के बराबर है (क्योंकि I_B तुलनात्मक रूप से बहुत छोटा है) समीकरण..(1) को इस प्रकार व्यवस्थित किया जा सकता है

$$I_C = \frac{V_{cc} - V_{cc}}{R_C + R_E} \quad \text{.....\{2\}}$$ .....{1}

यदि हम बेस लूप के चारों ओर वोल्टेज योग करते हैं तो हमें प्राप्त होता है

$I_BR_B + V_{BE} + I_ER_E - V_{CC} = 0.$ .....{3}

चूंकि $I_E \approx I_C$ और $I_B = I_C/b_{dc}$ हम समीकरण को फिर से लिख सकते हैं

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E + R_B / \beta_{dc}} \quad \text{.....(4)}$$ .....{3}

समीकरण ...(4) से शब्द की उपस्थिति इंगित करती है कि I_C पर निर्भर है। b_{DC} प्रभाव को निरस्त करने के लिए एमिटर-फीडबैक बायस का विचार किया गया। यह तभी संभव है जब R_E को R_B/b_{dc} से काफी अधिक बनाया जाए। हालांकि व्यावहारिक परिपथ में ङक को बहुत बड़ा नहीं किया जा सकता है क्योंकि R_E का बड़ा मान ट्रांजिस्टर को रैखिक ऑपरेटिंग क्षेत्र से बाहर ले जाता है। इस समस्या के कारण एमिटर-फीडबैक बायस b_{DC} में परिवर्तन के प्रति लगभग उतना ही संवेदनशील है जितना कि बेस बायस इसलिए एमिटर-फीडबैक बायस को भी ट्रांजिस्टर बायसिंग में वरीयता नहीं देना चाहिए और इससे बचा जाना चाहिए।

एमिटर बायस में संतृप्ति धारा होगी

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(set)}}{R_E + R_C} \quad \text{....[1]}$$

जब ट्रांजिस्टर को संतृप्त किया जाता है तो V_{CE} का मान 0.2 से 0.3V के बीच होगा। इसलिए सभी व्यावहारिक उद्देश्यों के लिए उपेक्षित किया जा सकता है।

Fig 3 में, संतृप्ति धारा है

$$Ic(set) = \frac{12\ V}{1000\ \Omega + 120\ \Omega} = 10.71\,mA.$$

नोट: 0.2 वोल्ट के $V_{CE(sat)}$ की उपेक्षा की जाती है।

जब b_{dc} = 100, समीकरण ...(4) देता है,

$$I_C = \frac{12\ V - 0.7\ V}{120\ \Omega + 330\ K\Omega / 100} = 3.3\,mA.$$

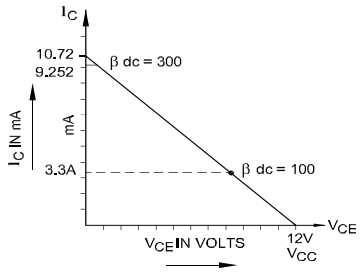
जब b_{dc} = 300, वही समीकरण...(4) देता है,

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$$I_C = \frac{12\ V - 0.7\ V}{120\Omega + 330\ K\Omega / 300} = 9.262\ mA$$

Fig 4 DC लोड लाइन और दो Q बिंदुओं को दिखाकर गणनाओं को सारांशित करता है जैसा कि देखा जा सकता है, 3:1 परिवर्तन b_{DC} में कलेक्टर करंट में लगभग 3: 1 का बदलाव होता है। यह परिवर्तन एक स्थिर-पक्षपाती अवस्था के रूप में अस्वीकार्य है।

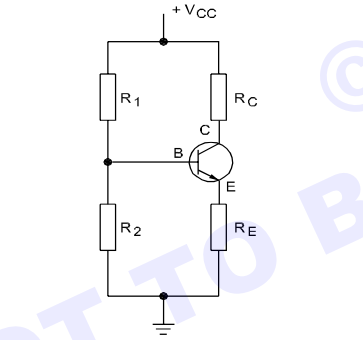
Fig 4



TIP: ट्रांजिस्टर के रैखिक संचालन के लिए, बेस रेसिस्टर R_B, b_{RC} से बड़ा होना चाहिए। कम का आधार प्रतिरोध $b_{DC}R_C$ की तुलना में एमिटर-फीडबैक बायस्ड सर्किट में संतृप्ति उत्पन्न करता है।

3 **वोल्टेज - डिवाइडर बायस:** Fig 5 में एक विशिष्ट वोल्टेज डिवाइडर बायस दिखाया गया है। इस प्रकार के पूर्वाग्रह को सार्वभौमिक भी कहा जाता है पूर्वाग्रह क्योंकि, यह सबसे व्यापक रूप से रैखिक सर्किट में इस्तेमाल किया जाने वाला प्रकार है।

Fig 5



इस प्रकार के बायसिंग को वोल्टेज डिवाइडर बायस के रूप में जाना जाता है क्योंकि प्रतिरोधक R_1 और R_2 द्वारा निर्मित वोल्टेज डिवाइडर होता है। R_2 पर वोल्टेज ड्रॉप ऐसा होना चाहिए कि यह उत्सर्जक डायोड को फॉरवर्ड बायस कर दे।

वोल्टेज डिवाइडर बायस में उत्सर्जक धारा

मान लें कि आधार सीसा खुला है जैसा कि Fig 6b में दिखाया गया है।

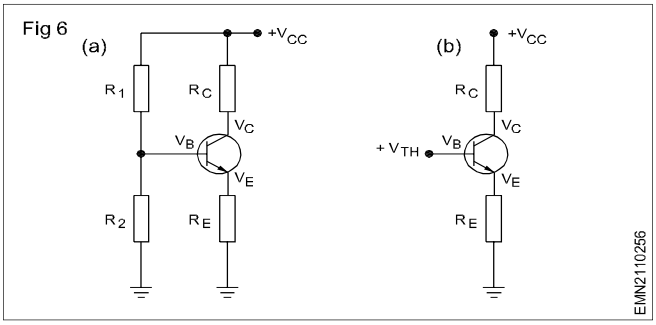
अनलोडेड वोल्टेज डिवाइडर को देखते हुए,

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

V_{TH} को थेविनिन वोल्टेज के रूप में जाना जाता है। थेविनिन प्रमेय के लिए संदर्भ पुस्तकें देखें।

अब मान लें कि बेस टर्मिनल को वापस वोल्टेज डिवाइडर से संयोजित किया गया है जैसा कि Fig 6a में दिखाया गया है। फिर वोल्टेज V_{TH}

Fig 6



ट्रांजिस्टर के बेस को ड्राइव करता है। दूसरे शब्दों में परिपथ Fig 6a को सरल करता है और ट्रांजिस्टर नियंत्रित धारा स्रोत की तरह कार्य करता है।

क्योंकि एमिटर बूट बेस से संयोजित है

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E}$$

कलेक्टर धारा I_C लगभग I_E के बराबर होगा।

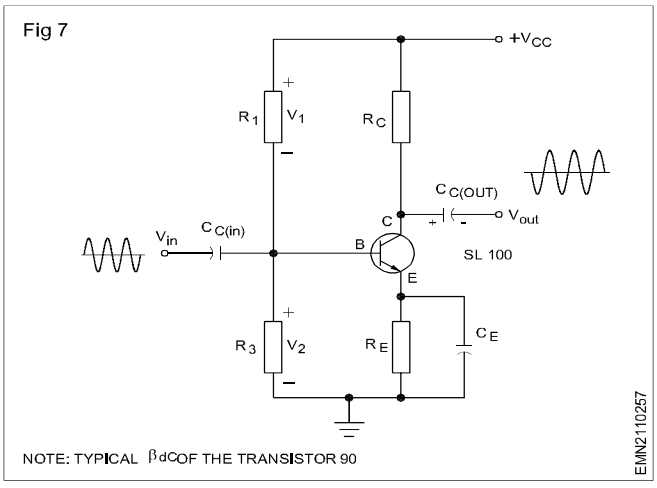
ध्यान दें कि b_{dc} एमिटर धारा के सूत्र में नहीं दिखता है। इसका आशय है कि परिपथ b_{dc} में परिवर्तन पर निर्भर नहीं है। इसका अर्थ है कि डिवाइडर बायस्ड ट्रांजिस्टर में एक स्थिर Q बिंदु होता है।

स्थिर Q बिंदु के कारण, वोल्टेज-विभाजक पूर्वाग्रह रैखिक ट्रांजिस्टर सर्किट में पूर्वाग्रह का सबसे पसंदीदा रूप है। इसलिए डिवाइडर बायसिंग लगभग सार्वभौमिक रूप से उपयोग किया जाता है।

सरल वोल्टेज विभक्त पूर्वाग्रह डिजाइन दिशानिर्देश (Simple voltage divider bias design guidelines)

Fig 7 वोल्टेज-डिवाइडर बायसिंग का उपयोग करते हुए प्रवर्धक प्रदर्शित है।

Fig 7



कैपेसिटर C_C युग्म AC सिग्नल को एम्पलीफायर के अंदर और बाहर करते हैं। कैपेसिटर C_E का उपयोग AC सिग्नल को बाय-पास करने के लिए किया जाता है। छोटा AC इनपुट वोल्टेज बेस को ड्राइव करता है और प्रवर्धित AC आउटपुट वोल्टेज कलेक्टर पर प्राप्त होता है।

Fig 7 में जहां तक DC वोल्टेज और धारा का संबंध है कैपेसिटर ओपन परिपथ की तरह दिखाई देते हैं। इसलिए एक स्थिर Q पॉइंट के लिए परिपथ को डिजाइन करते समय उनकी उपेक्षा की जा सकती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डिजाइन चरण 1:

चुने हुए V_{CC} के दसवें (one-tenth) हिस्से के बराबर V_E चुनें।

Fig 7 में,

$V_E = 0.1V_{CC}$

$= 0.1 \times 12\ V = 1.2\ V$

डिजाइन चरण 2:

I_C के आवश्यक मान को लगभग I_E के बराबर फिक्स करें। सुनिश्चित करें कि सबसे खराब स्थिति में चुना गया I_C डेटा बुक में दिए गए ट्रांजिस्टर के $I_{C(MAX)}$ से कम है।

Fig 7 में, IE ≈ IC = 10 mA फिक्स करें

$$\text{Therefore, } R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{1.2\ V}{10mA} = 120\ \Omega$$

डिजाइन चरण 3:

DC लोड लाइन के लगभग मध्य में Q पॉइंट का पता लगाने के लिए $V_{CE} = 0.5\ V_{CC.}$ फिक्स करें

इसलिए $V_{CE} = 0.5\ V_{CC} = 0.5 \times 12\ V = 6\ V.$

अतः $V_{RC} = V_{CC} - V_{CE} - V_E = 12 - 6 - 1.2 = 4.8\ V.$

R_C का मान निकटतम 470W चुनें।

सुझाव: उपरोक्त डिज़ाइन नियम के साथ गणना के बिना आप बस R_C का मान चुन सकते हैं

$R_C = 4 \times R_E = 4 \times 120 = 480W$ जो कि चरण 3 में गणना के समान है।

डिजाइन चरण 4:

स्टिफ वोल्टेज डिवाएडर बनाने के लिए 10:1 रूल लगाएं

i.e., $R_2 < 0.1\ \beta_{dc}\ R_E$

नोट: डेटा बुक से β_{dc} का विशिष्ट मान लें।

Fig 7 में $\beta_{dc} = 90$

$R_2 < 0.1 \times 90 \times 120\ W = 1080\ W.$

इसलिए $R_2 = 1000\ W = 1\ KW$

डिजाइन चरण 5:

वोल्टेज डिवाइडर वोल्टेज V_1 और V_2 खोजें।

$V_2 = V_{BE} + V_E$

Fig 7 में $V_2 = 0.7\ V + 1.2\ V = 1.9\ V$

इसलिए $V_1 = V_{CC} - V_2$

Fig 7 में $V_1 = V_{CC} - V2 = 12\ V - 1.9\ V = 10.1\ V.$

सूत्र का उपयोग करके R_1 की गणना करें

$$R_1 = \frac{V_1}{V_2} R_2.$$

Fig 7 में,

$$R_1 = \frac{10.1V}{1.9V} 1000\Omega = 5.3K\Omega \approx 5.6K\Omega$$

यह Fig 7 में ट्रांजिस्टर एम्पलीफायर के लिए वोल्टेज-डिवाइडर बायसिंग के डिजाइन को पूरा करता है।

Fig 8a में ट्रांजिस्टर प्रवर्धक घटकों के डिज़ाइन किए गए मानों के साथ प्रदर्शित है।

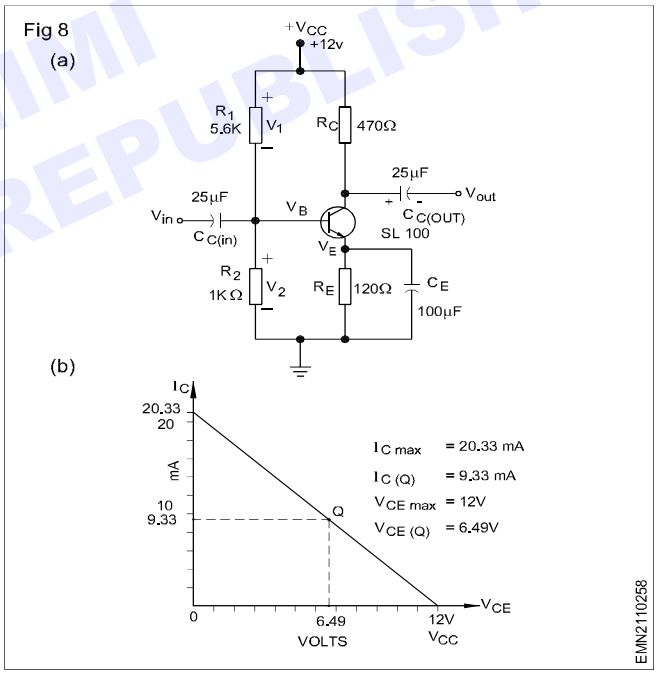
जैसा कि Fig 8a में देखा जा सकता है Q बिंदु DC लोड लाइन के मध्य के पास है। इसलिए डिज़ाइन किया गया परिपथ ट्रांजिस्टर अभिलक्षण वक्र के रैखिक भाग में कार्य करता है।

उपरोक्त डिज़ाइन को क्रॉस चेक करने के लिए हम नीचे दिए गए सूत्रों का उपयोग करके वोल्टेज और धाराओं के मानों की गणना कर सकते हैं;

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2}.Vcc$$

R_1 और R_2 के R_{BB} समानांतर संयोजन को R_{BB} मानिये।

Fig 8



$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_{BB} + (\beta + 1) R_E}$$ (नीचे दिया गया नोट देखें)

$I_C = \beta I_B$

$V_{CE} = V_{CC} - I_C\ (R_C + R_E)$

नोट: I_B के लिए दिया गया सूत्र है

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_{BB} + (\beta + 1) R_E}$$

यह सूत्र नीचे दिया गया है;

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$I_E = I_C + I_B$

$I_E = \beta I_B + I_B$

$I_E = (\beta+1)\, I_B$

डिवाइडर बायस में $R_1 \parallel R_2$ का प्रभावी प्रतिरोध R_{BB} के रूप में निरूपित किया जाता है

$$R_{BB} = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}$$

प्रभावी बायस वोल्टेज को V_B द्वारा दर्शाया जाता है

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} . V_{CC}$$

Fig 8 से बेस एमिटर लूप के लिए किरचॉफ वोल्टेज समीकरण लिखें

$V_{CC} - I_B.R_{BB} - V_{BE} - I_E R_E = 0$ .....(1)

ध्यान दें कि R_1 और R_2 के समानांतर संयोजन का प्रभावी प्रतिरोध R_{BB} है।

इस प्रकार $I_E = (\beta+1)\, I_B$

समीकरण ...(1)

$V_{CC} - V_{BE} - I_B.R_{BB} - (\beta+1)\, I_B\, R_E = 0$

समीकरण को हल करने पर हम प्राप्त करते हैं

बायस स्थिरीकरण ट्रांजिस्टर विकसित किया ज $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_{BB} = (\beta+1)R_E}$

ट्रांजिस्टर बायस स्थिरता (Transistor bias stability): उचित बायसिंग के माध्यम से अभिलक्षण के सक्रिय क्षेत्र (रैखिक क्षेत्र) में ट्रांजिस्टर प्रवर्धक का क्यूसेंट पॉइंट प्राप्त किया जाता है। यह वांछित है कि एक बार चयन के बाद ऑपरेटिंग बिंदु स्थिर रहे। ऑपरेटिंग पॉइंट स्थिरता को बनाये रखना को बायस स्थिरीकरण कहा जाता है।

बायस स्थिरीकरणी (Bias stabilization):

बायसिंग परिपथ को डिजाइन करते समय इस बात का ध्यान रखा जाना चाहिए कि ऑपरेटिंग पॉइंट एक अवांछनीय क्षेत्र (यानी कट-ऑफ या संतृप्ति क्षेत्र में) में स्थानांतरित न हो बायसिंग परिपथ को डिजाइन करते समय प्रभावित करने वाले कारक:

तापमान पर निर्भर कारक

ट्रांजिस्टर करंट गेन परिपथ में धारा का प्रवाह जंक्शनों पर ऊष्मा उत्पन्न करता है। यह ऊष्मा जंक्शनों पर तापमान वृद्धि का कारण है।

चूंकि अल्पसंख्यक वाहक तापमान पर निर्भर होते हैं (तापमान में 10C वृद्धि के लिए ऊर्जा दोगुनी हो जाती है), वे तापमान के साथ बढ़ते हैं।

2.5mv°/c पर निर्भर करता है चूँकि = वृद्धि में वृद्धि इससे बदले में ऑपरेशन बिंदु बदल जाता है

स्थिरीकरण तकनीक(STABLIZATION TECHNIQUE):

यह प्रतिरोधक बायसिंग परिपथ के उपयोग को संदर्भित करता है जो भिन्न बायसिंग की अनुमति देता है ताकि भिन्नताओं के साथ सापेक्ष रूप से स्थिर रहे।

प्रीतिपूर्ति तकनीक(COMPENSATION TECHIQUE):

यह डायोड ट्रांजिस्टर थर्मिस्टर्स आदि के रूप में तापमान संवेदनशील उपकरणों के उपयोग को संदर्भित करता है जो ऑपरेटिंग बिंदु को स्थिर बनाए रखने के लिए क्षतिपूर्ति वोल्टेज और धारा प्रदान करते हैं।

स्टेबिलिटी फैक्टर(STABILITY FACTORS):

स्टेबिलिटी फैक्टर बायसिंग परिपथ द्वारा प्रदान की गई स्थिरता का एक उपाय है।

स्टेबिलिटी फैक्टर तापमान में भिन्नता के कारण परिचालन बिंदु में परिवर्तन की डिग्री को इंगित करता है।

चूंकि 3 तापमान पर निर्भर चर हैं इसलिए 3 स्टेबिलिटी फैक्टर हैं।

व्यावहारिक रूप से स्टेबिलिटी फैक्टर का मान यथासंभव न्यूनतम होना चाहिए।

व्यावहारिक रूप से स्टेबिलिटी फैक्टर का मान यथासंभव न्यूनतम होना चाहिए।

प्रवधकों का उद्देश्य (The purpose of an amplifier):

प्रवर्धक एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जिसका उपयोग दुर्बल (week) इनपुट सिग्नल के स्तर को आउटपुट सिग्नल पर बहुत अधिक प्रवर्धित करने के लिए किया जाता है। अधिकांश परिपथों में ट्रांजिस्टर का प्रयोग प्रवर्धक के रूप में किया जाता है। इसके अलावा पूर्ण एम्पलीफायर सर्किट बनाने के लिए रजिस्टर कैपेसिटर और बायसिंग बैटरी की आवश्यकता होती है।

लगभग सभी इलेक्ट्रॉनिक्स सिस्टम एम्पलीफायर के साथ कार्य करते हैं। हम रेडियो पर समाचार या अन्य कार्यक्रम सुन सकते हैं क्योंकि एम्पलीफायर एंटीना द्वारा प्राप्त कमजोर सिग्नल को प्रवर्धित किया जाता है।

प्रवर्धक का वर्गीकरण (Classification of Amplifiers): प्रवर्धकों के विभिन्न विवरण निम्नलिखित कारकों पर आधारित हैं:

1 ट्रांजिस्टर विन्यास के आधार पर (Based on the transistor configuration):

a कॉमन एमिटर (CE) प्रवर्धक (Common emitter (CE) amplifier)

b कॉमन कलेक्टर (CC) प्रवर्धक (Common collector (CC) amplifier)

c कॉमन बेस (CB) प्रवर्धक (Common base(CB) amplifier)

2 आउटपुट के आधार पर (Based on the output):

a वोल्टेज प्रवर्धक (Voltage amplifier)

b धारा प्रवर्धक (Current amplifier)

c शक्ति प्रवर्धक (Power amplifier)

3 इनपुट के आधार पर (Based on the output):

a लघु संकेत प्रवर्धक (Small signal amplifier)

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

b दीर्घ संकेत प्रवर्धक (Large signal amplifier)

4 कपलिंग के आधार पर (Based on coupling):

a RC युग्मित प्रवर्धक (RC coupled amplifier)

b ट्रांसफार्मर युग्मित प्रवर्धक (Transformer coupled amplifier)

c प्रतिबाधा युग्मित प्रवर्धक (Impedance coupled amplifier)

d प्रत्यक्ष युग्मित प्रवर्धक (Direct coupled amplifier)

5 फ्रीक्वेंसी रिस्पांस के आधार पर (Based on frequency response):

a ऑडियो फ्रीक्वेंसी (AF) प्रवर्धक (audio frequency (AF) amplifier)

b इंटरमीडिएट आवृत्ति प्रवर्धक (intermediate frequency amplifier)

c रेडियो आवृत्ति (RF) प्रवर्धक (radio frequency (RF) amplifier)

d VHF और UHF प्रवर्धक (VHF and UHF amplifier)

6 फीडबैक के आधार पर (Based on the feedback):

a धारा श्रृंखला फीडबैक प्रवर्धक (current series feedback amplifier)

b धारा समानांतर फीडबैक प्रवर्धक (Current parallel feedback amplifier)

c वोल्टेज श्रृंखला फीडबैक प्रवर्धक (Voltage series feedback amplifier)

d वोल्टेज समानांतर फीडबैक प्रवर्धक (Voltage parallel feedback amplifier)

7 कंडीशन स्थिति के आधार पर (Based on biasing condition):

a वर्ग A पावर प्रवर्धक (Class A power amplifier)

b वर्ग B पावर प्रवर्धक (Class B power amplifier)

c वर्ग AB पावर प्रवर्धक (Class AB power amplifier)

d वर्ग C पावर प्रवर्धक (Class C power amplifier)

उपर्युक्त क्रमांक एक और दो को यहाँ पर समझाया गया है। अन्य प्रवर्धकों के विस्तृत अध्ययन के लिए विशेष रुचि के आधार पर किसी भी मानक पुस्तक का सहारा किया जा सकता है।

कॉमन एमिटर एम्पलीफायर के लाभ और प्रतिबाधा (Gain and Impedance of Common Emitter Amplifier)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **वोल्टेज गेन ज्ञात करने का अर्थ एवं विधि बताएं**
- **इनपुट प्रतिबाधा ज्ञात करने का अर्थ एवं विधि बताएं**
- **आउटपुट प्रतिबाधा ज्ञात करने का अर्थ एवं विधि बताएं**
- **शक्ति लाभ ज्ञात करने का अर्थ एवं विधि बताएं**
- **CE एम्प्लीफायर में इनपुट और आउटपुट के बीच फेज संबंध बताएं।**

DC लोड लाइन के मध्य के निकट Q पॉइंट के साथ ट्रांजिस्टर बायसिंग के पश्चात ट्रांजिस्टर को AC और DC संकेत प्रवर्धन के लिए बनाया जाता है जैसा कि Fig 1a में प्रदर्शित है। जब हम छोटे AC सिग्नल को बढ़ाने के लिए ट्रांजिस्टर का उपयोग करते हैं तो प्रवर्धित करने के लिए छोटे AC सिग्नल को ट्रांजिस्टर के आधार पर कैपेसिटर का उपयोग करके संयोजित किया जाता है। AC कपलिंग के लिए एक कैपेसिटर का उपयोग किया जाता है क्योंकि जैसा कि पहले के पाठों में चर्चा की गई है कैपेसिटर AC सिग्नल के लिए लघुपथित (Short) और DC सिग्नल के लिए खुला (open) परिपथ की भांति व्यवहार करते हैं। युग्मित AC सिग्नल के अलग-अलग आयाम और आवृत्ति समान आकार और आवृत्ति के कलेक्टर धारा में अधिक मान परिवर्तन करते हैं जैसा कि Fig 1 b में दिखाया गया है।

जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है यदि इनपुट 1 kHz साइन वेव है तो आउटपुट 1 kHz साइन वेव बढ़ी (enlarge) होगी। ट्रांजिस्टर के बेस पर दी गई छोटी साइन वेव बेस धारा में परिवर्तन उत्पन्न करती है।अतः संग्राहक धारा समान आवृत्ति की प्रवर्धित ज्या तरंग है। साइनसॉइडल कलेक्टर धारा कलेक्टर प्रतिरोध के माध्यम से प्रवाहित होता है और एक प्रवर्धित साइन वेव आउटपुट उत्पन्न करता है। ऐसे प्रवर्धक जो आउटपुट पर इनपुट सिग्नल के आकार को बनाए रखते हैं रैखिक प्रवर्धक कहलाते हैं।

Fig 1b में DC लोड लाइन Q पॉइंट और AC इनपुट और आउटपुट सिग्नल प्रदर्शित है। इसे सामान्यतः AC लोड लाइन के रूप में जाना जाता है। जैसा कि Fig 1 b से देखा जा सकता है AC इनपुट वोल्टेज बेस करंट में परिवर्तन उत्पन्न करता है। इसके परिणामस्वरूप Q पॉइंट के सन्दर्भ में साइनसोइडल भिन्नताएं होती हैं। Q पॉइंट में परिवर्तन और कुछ नहीं बल्कि कलेक्टर धारा में परिवर्तन के परिणामस्वरूप इनपुट सिग्नल का प्रवर्धित रूप है।

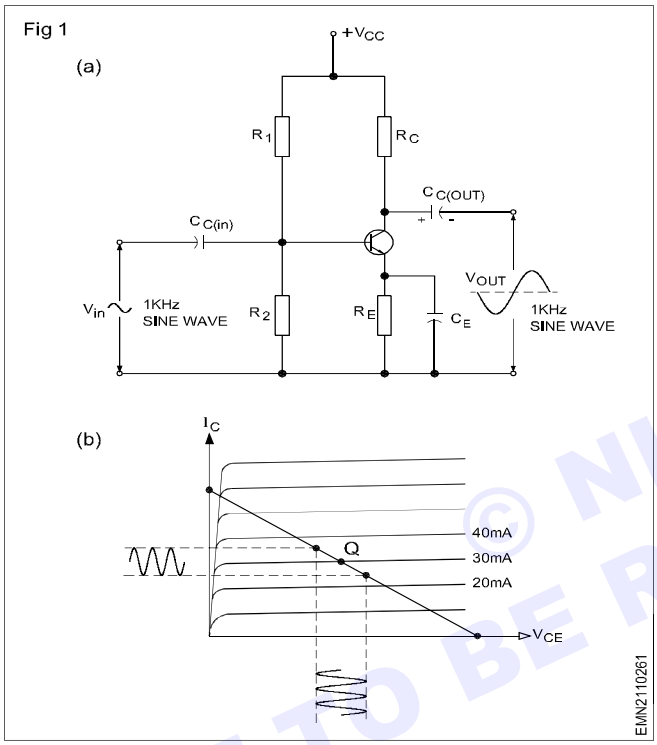
छोटे इनपुट सिग्नल स्तरों के लिए जिसे आमतौर पर छोटे सिग्नल ऑपरेशन के रूप में संदर्भित किया जाता है कलेक्टर धारा में पीक टू पीक स्विंग Q पॉइंट पर कलेक्टर धारा के ± 10% से कम होना चाहिए ताकि प्रवर्धित आउटपुट में स्वीकार्य सीमा के साथ विरूपण हो।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

बड़े इनपुट सिग्नल स्तरों के लिए जिसे आमतौर पर बड़े-सिग्नल ऑपरेशन के रूप में संदर्भित किया जाता है कलेक्टर धारा में पीक-टू-पीक स्विंग बड़ा (10% से अधिक) होगा। यदि स्विंग बहुत बड़ा है, तो ट्रांजिस्टर संतृप्ति और कटऑफ में जा सकता है। संतृप्ति और कट ऑफ में यह स्विंग आउटपुट सिग्नल की धनात्मक और ऋणात्मक पीक को क्लिप करेगा। यह क्लिप और कुछ नहीं बल्कि विकृति है अर्थात आउटपुट इनपुट सिग्नल की सटीक प्रतिकृति नहीं होगी।

AC करंट गेन A_i एक CE एम्पलीफायर (AC CURRENT GAIN A_i of a CE amplifier):

Fig 1 में दिखाए गए CE प्रवर्धक का AC करंट गेन कलेक्टर धारा Ic के AC घटक से AC बेस धारा Ib का अनुपात है।



$$A_i = \frac{i_c}{i_b}$$

छोटे अक्षर i का उपयोग AC करंट को दर्शाने के लिए किया जाता है जिसका मान समय के साथ बदलता रहता है।

यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि अधिकांश रैखिक CE प्रवर्धक परिपथ में करंट गेन A_i ट्रांजिस्टर के b_{dc} के लगभग बराबर है। इसलिए A_i के लिए निम्नलिखित सन्निकटन (approximation) का उपयोग किया जा सकता है।

$$A_i \blacktriangleq \beta$$

Fig 1 में प्रवर्धक में यदि ट्रांजिस्टर का b_{dc} 100 है तो एम्पलीफायर का करंट गेन A_i 100 के रूप में लिया जा सकता है।

वोल्टेज गेन CE एम्पलीफायर का A या A_V (Voltage gain A or A_V of CE amplifier):

प्रवर्धक का वोल्टेज गेन AC आउटपुट वोल्टेज का AC इनपुट वोल्टेज का अनुपात है। इसे इस प्रकार दर्शाया गया है

$$\text{Voltage gain, } A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

वोल्टेज के लिए छोटे अक्षर v का प्रयोग किया जाता है क्योंकि यह AC वोल्टेज है जिसका आयाम समय के साथ बदलता रहता है।

उदाहरण के लिए Fig 1 में यदि इनपुट वोल्टेज Vin 80 $V_{(p-p)}$ है और संबंधित आउटपुट वोल्टेज v_{out} 7.2 $V_{(p-p)}$ है तो वोल्टेज गेन A_V द्वारा दिया जाता है

$$\text{Voltage gain, } A_V = \frac{7.2\,(p-p)}{80m\,V_{(p-p)}} = 90$$

वोल्टेज गेन 90 का अर्थ है कि इस प्रवर्धक में 1 mV का बेस वोल्टेज 9 mV का आउटपुट वोल्टेज उत्पन्न करता है।

इनपुट और आउटपुट वोल्टेज rms पीक पीक-टू-पीक हो सकते हैं जब तक कि इनपुट और आउटपुट को लगातार उसी तरह मापा जाता है।

CE एम्पलीफायर का इनपुट प्रतिबाधा Z_{in}(Input impedance Zin of CE amplifier):

याद रखें कि, शक्ति का अधिकतम स्थानांतरण तब होता है जब आपूर्ति और अभिग्राही (receiving) परिपथ की प्रतिबाधाएँ मैच करती हैं।

यदि सर्वोत्तम परिपथ ऑपरेशन के लिए प्रतिबाधाओं को मैच किया जाना है तो दोनों प्रतिबाधाओं को ज्ञात होना चाहिए। यदि एक एकल उपकरण जैसे माइक्रोफोन स्पीकर रिले आदि का उपयोग किया जाना है तो इसका प्रतिबाधा निर्माता द्वारा दिया जाएगा। प्रवर्धक को चलाने (drive) वाले AC स्रोत को प्रवर्धक को AC धारा की आपूर्ति करनी होती है। ऐसे परिपथ के लिए डिज़ाइन किए जाने वाले प्रवर्धक में इनपुट-आउटपुट डिवाइस की इनपुट या आउटपुट प्रतिबाधा समान होनी चाहिए।

प्रवर्धक को चलाने (drive) वाले AC स्रोत को प्रवर्धक को AC धारा की आपूर्ति करनी होती है। एम्पलीफायर स्रोत से जितना कम धारा प्रवाहित होता है उतना ही बेहतर होता है क्योंकि आपूर्ति स्रोत भारित (loaded) नहीं होता है। एम्पलीफायर का इनपुट प्रतिबाधा यह निर्धारित करता है कि एम्पलीफायर AC स्रोत या एम्पलीफायर के पूर्ववर्ती (preceding) चरण से कितना धारा लेता है

प्रवर्धक की सामान्य आवृत्ति रेंज में युग्मन और बाईपास कैपेसिटर AC के लिए शॉर्ट के रूप में व्यवहार करते हैं। AC इनपुट प्रतिबाधा R_{in} को कभी-कभी इनपुट प्रतिरोध के रूप में संदर्भित किया जाता है R_{in} को इनपुट सिग्नल वोल्टेज के इनपुट सिग्नल धारा के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।

$$Z_{in} = \frac{v_{in}}{i_{in}}$$

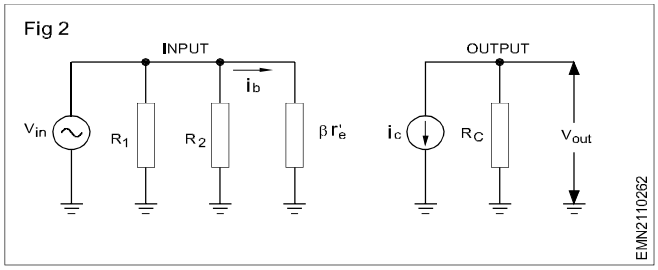
जहां V_{in} और i_{in} rms या पीक या पीक-टू-पीक मान हैं। Fig 2, Fig 1 में दिखाए गए CE प्रवर्धक के AC समतुल्य परिपथ को दर्शाता है।

AC समतुल्य परिपथ से इनपुट प्रतिबाधा Z_{in} द्वारा दिया जाता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$$Z_{in} \approx R_1 \| R_2 \| \beta r'_e \quad \text{.....[1]}$$

जहां,



R_1 और R_2 वोल्टेज डिवाइडर प्रतिरोध हैं b DC करंट गेन है और r'_e ac एमिटर प्रतिरोध (V_{BE}/I_E) है। जब लोड लाइन के मध्य में Q बिंदु चुना जाता है तो r'_e लगभग 25W के बराबर होता है।

Fig 1 में CE एम्पलीफायर में यदि R_1 = 18KW R_2 = 8.2KW और ट्रांजिस्टर b 100 है तो इनपुट प्रतिबाधा Z_{in} होगी

$br'_e = 100(25\ W) = 2.5\ K\Omega$

$Z_{in} = R_1 \| R_2 \| b r'_e$

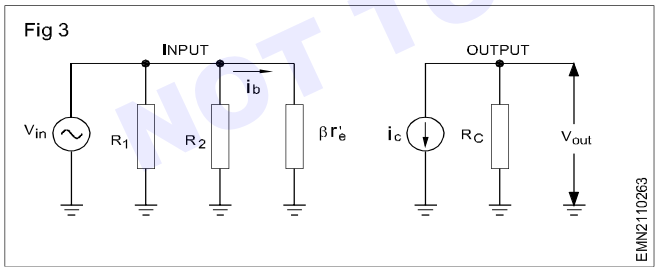
$= 18\ KW \| 8.2\ KW \| 2.5\ K\Omega$

$= 1.73\ K\Omega$

Z_{in} ज्ञात करने की व्यावहारिक विधि (Practical way of finding Z_{in}):

किसी दिए गए CE प्रवर्धक परिपथ के Z_{in} को ज्ञात करने के लिए AC सिग्नल इनपुट वोल्टेज और धारा को मापना आवश्यक है। फिर इन मानों को सूत्र में उपयोग करें और Z_{in} की गणना करें।

i_{in} को मापने का एक सरल तरीका श्रृंखला में ज्ञात मान के श्रृंखला इनपुट प्रतिरोध को इनपुट सिग्नल के साथ संयोजित है जैसा कि Fig 3 में है।



प्रतिरोध के एक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप को मापा जाता है और ओम के नियम का उपयोग i_{in} को निर्धारित करने के लिए किया जाता है।

$$I_{in} = \frac{V_X - V_Y}{R_S}$$

V_{in} का मान सीधे मापा जा सकता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है

आउटपुट प्रतिबाधा Z_{out} (Output impedance Z_{out}):

CE प्रवर्धक की आउटपुट प्रतिबाधा आउटपुट टर्मिनलों पर समतुल्य प्रतिबाधा है।

Fig 4 में दिखाए गए CE प्रवर्धक के Z_{out} को ज्ञात करने के लिए समतुल्य AC को आउटपुट के बराबर मानें जैसा कि Fig 4a में दिखाया गया है।

स्मरण रहे कि एक ट्रांजिस्टर अपने अभिलक्षण वक्र के रैखिक भाग में कार्यरत एक धारा स्रोत की तरह होता है। इसलिए हम इसे धारा स्रोत i_C के रूप में प्रस्तुत कर सकते हैं।

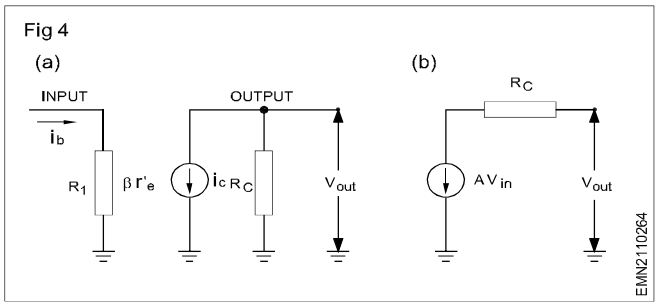


Fig 4a से देखा जा सकता है यह संग्राहक धारा स्रोत संग्राहक प्रतिरोध R_C के समानांतर है। यह मानते हुए कि संग्राहक धारा स्रोत आदर्श है इसमें अनंत आंतरिक प्रतिबाधा है। फिर आउटपुट में एकमात्र प्रतिबाधा कलेक्टर प्रतिरोध R_C है।

आउटपुट पर दिखाई देने वाला थेविनिन का वोल्टेज वोल्टेज गेन (A) इनपुट v_{in} का गुना है

इसलिए, $V_{out} = A.v_{in}$

इसलिए एम्पलीफायर के आउटपुट AC समतुल्य परिपथ को आसान बनाया जा सकता है जैसा कि Fig 4b में दिखाया गया है। Fig 4b में शून्य आंतरिक प्रतिबाधा के साथ एक आदर्श आउटपुट वोल्टेज स्रोत $A.V_{in}$ कलेक्टर प्रतिरोध R_c के साथ श्रृंखला में है। इसलिए CE एम्पलीफायर का आउटपुट प्रतिबाधा लगभग कलेक्टर प्रतिरोध R_c के बराबर है

$Z_{out} = R_c$

Fig 1 में CE प्रवर्धक परिपथ में यदि R_C = 1000W है तो प्रवर्धक का आउटपुट प्रतिबाधा RC के मान के बराबर है जो कि 1000 W है

Z_{out} ज्ञात करने की व्यावहारिक विधि (Practical way of finding Z_{out}):

CE एम्पलीफायर सर्किट के आउटपुट प्रतिबाधा को मापने का सबसे आसान विधि नीचे दिया गया है;

1 CE एम्पलीफायर के अनलोड आउटपुट वोल्टेज V_{out} को मापें।

2 लोड टर्मिनलों के अक्रॉस परिवर्ती प्रतिरोधक लगाएं जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

3 वेरिएबल रजिस्टर को तब तक एडजस्ट करें जब तक कि वोल्टेज ड्रॉप अनलोडेड आउटपुट वोल्टेज V_{out} का आधा न हो जाए।

4 वेरिएबल रजिस्टर को हटा दें और उसका मान मापें। यह मान Z_{out} के बराबर होता है।

Z_{out} एक निश्चित मान नहीं है; यह ट्रांजिस्टर वोल्टेज और लोड प्रतिरोध के साथ बदलता रहता है। इनपुट या आउटपुट प्रतिबाधाओं को मापते समय एक अविकृत सिग्नल को बनाए रखने के लिए हमेशा ध्यान रखा जाना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

CE एम्पलीफायर का पावर गेन A_p (Power gain A_p of a CE amplifier):

Fig 1 में दिखाए गए CE प्रवर्धक में इनपुट शक्ति निम्न द्वारा दिया जाता है

$$P_{in} = v_{in}.i_b$$

और आउटपुट पावर निम्न द्वारा दिया जाता है

$$P_{out} = - v_{in}.i_b$$

ऋणात्मक संकेत आउटपुट पावर से जुड़ा होता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि CE एम्पलीफायर में इनपुट सिग्नल के साथ आउटपुट 180° आउट ऑफ फेज होता है। विवरण पर आगामी पैराग्राफों में चर्चा की गई है।

Fig 1 में CE एम्पलीफायर में पावर गेन A_p आउटपुट सिग्नल पावर और इनपुट सिग्नल पावर का अनुपात होता है। सूत्र,

$$\text{Power gain} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

=

पावर गेन निम्न द्वारा भी दिया जाता है

$$A_p = - A_v . A_i$$

जहाँ,

A_v वोल्टेज गेन (v_{out}/v_{in}) है

A_i करंट गेन (i_c/i_b) है

Fig 1 में एम्पलीफायर के लिए यदि A_v= 90 और ट्रांजिस्टर का b 100 है तो एम्पलीफायर का पावर गेन A_p निम्न द्वारा दिया जाता है

$$A_p = - A_v.A_i = 90 \times 100 = 9000.$$

इसका मतलब है कि अगर एम्पलीफायर को 1 µW की AC इनपुट पावर दी जाती है तो आउटपुट पावर 9 mwatts होगी।

A_p ज्ञात करने का व्यावहारिक विधि (Practical way of finding A_p):

चूँकि शक्ति का सूत्र है $P = I^2 \times R = I \times I \times R$

तब

$I = \frac{V}{R}$ (उपरोक्त समीकरण में इसे प्रतिस्थापित करने पर हम प्राप्त करते हैं)

$P = \frac{V^2}{R}$

इसलिए ओम के नियम के अनुसार जब सिग्नल वोल्टेज और प्रतिबाधा नीचे दी गई है तो पावर गेन की गणना करना आसानी से कर सकते है;

$$P_{out} = \frac{V_{out}^2}{Z_{out}} \quad \text{and} \quad Pin = \frac{V_{in}^2}{Z_{in}}$$

सर्किट के P_{out} और P_{in} पावर गेन के मानों को ज्ञात करके गणना की जा सकती है।

डेसिबल dB में पावर गेन A_p (Power gain A_p in decibels dB):

एम्पलीफायरों का शक्ति लाभ अक्सर डेसिबल (dB) में व्यक्त किया जाता है। डेसिबल में एम्पलीफायर की **पावर गेन** की गणना करने के लिए निम्न सूत्र का उपयोग करें।

$$\text{Power gain dB} = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

इनपुट - आउटपुट में फेज सम्बन्ध (Input - Output phase relationship):

याद रखें पावर गेन की गणना करते समय यह उल्लेख किया गया था कि CE एम्पलीफायर का आउटपुट सिग्नल इसके इनपुट सिग्नल के साथ 180° फेज से बाहर होता है। यह पता लगाने के लिए कि CE एम्पलीफायर में ऐसा क्यों होता है मान लें कि सेट Q पॉइंट पर DC बेस बायस करंट I_B 30 µA है। संगत संग्राहक धारा 1 mA है। जब AC सिग्नल को इनपुट पर लागू किया जाता है तो बेस बायस 20 से 40 µA तक भिन्न होता है जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है। चूंकि उपयोग किए जाने वाले ट्रांजिस्टर का प्रकार NPN है क्योंकि आधार पूर्वाग्रह 40 µA तक बढ़ जाता है तो कलेक्टर धारा i_c बढ़ जाती है। परिणामी प्रभाव हैं

- बढ़े हुए ट्रांजिस्टर चालन के कारण ट्रांजिस्टर (V_{CE}) में वोल्टेज कम होता है
- बढ़ी हुई i_C ,R_C में एक बड़ी वोल्टेज ड्रॉप का कारण बनती है। इसलिए कलेक्टर से ग्राउंड तक वोल्टेज कम हो जाता है

Fig 1a में जैसा कि ट्रांजिस्टर कलेक्टर और ग्राउंड पर आउटपुट सिग्नल लिया जाता है एक बढ़ता हुआ सिग्नल वोल्टेज एक घटते आउटपुट सिग्नल का कारण बनता है।

जैसे ही इनपुट सिग्नल स्तर घटकर 20 µA हो जाता है फॉरवर्ड बायस कम हो जाता है और ट्रांजिस्टर चालन कम हो जाता है। जब ट्रांजिस्टर चालन घटता है तो इसका प्रतिरोध अधिक होता है और इसलिए इसके अक्रॉस वोल्टेज की गिरावट बढ़ जाती है। ट्रांजिस्टर के अक्रॉस वोल्टेज में गिरावट के साथ आउटपुट वोल्टेज Vout बढ़ता है। V_{out} में यह वृद्धि कलेक्टर लोड प्रतिरोध R_C में वोल्टेज ड्रॉप को कम करती है।

इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि CE एम्पलीफायर में एक ऋणात्मक-जाने वाला इनपुट सिग्नल उच्च या अधिक धनात्मक-आउटपुट सिग्नल का कारण बनता है। इसलिए CE एम्पलीफायर में आउटपुट इनपुट के साथ 180° फेज से बाहर होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

CE एम्पलीफायरों में बाईपास कैपेसिटर का प्रभाव (Effect of bypass Capacitor in CE Amplifiers)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **एमिटर रजिस्टर बाईपास कैपेसिटर का प्रभाव बताना**
  - **एम्पलीफायर का लाभ**
  - **एम्पलीफायर का इनपुट प्रतिबाधा**
  - **एम्प्लिफ़िएड आउटपुट की गुणवत्ता।**

Fig 1a और 1b में कॉमन -एमिटर प्रवर्धक दिखाया गया हैं। दो परिपथों के बीच अंतर यह है कि Fig 1a में एक संधारित्र C_E होता है जो उत्सर्जक प्रतिरोधक R_E से जुड़ा होता है। इस कैपेसिटर को बाईपास कैपेसिटर के रूप में जाना जाता है।

बाईपास कैपेसिटर के कार्य हैं;

- AC सिग्नल के लिए निम्न प्रतिरोध पथ प्रदान करने के लिए
- DC सिग्नल के लिए ओपन सर्किट के रूप में व्यवहार करने के लिए।

बाईपास कैपेसिटर का प्रभाव है;

- एम्पलीफायर का बढ़ा हुआ लाभ
- एम्पलीफायर के इनपुट प्रतिबाधा में कमी।

प्रवर्धक लाभ पर CE का प्रभाव (Effect of CE on amplifier gain):

एम्पलीफायर के लाभ पर बाईपास कैपेसिटर के प्रभाव को समझने के लिए Fig 1a और 1b में दिखाए गए बेस एमिटर और कलेक्टर पर तरंगों के फेज संबंध का निरीक्षण करें।

जैसा कि Fig 1b में देखा जा सकता है कि एमिटर पर AC सिग्नल इनपुट सिग्नल के फेज में होता है। याद रखें कि इनपुट और आउटपुट दोनों धाराएँ एमिटर रजिस्टर R_E से होकर बहती हैं।

यदि Fig 1b की तरह R_E को बाईपास नहीं किया जाता है तो,

- जैसे-जैसे इनपुट सिग्नल बढ़ता है कलेक्टर करंट बढ़ती है और इसलिए R_E के अक्रॉस में वोल्टेज ड्राप होता है। इसके परिणामस्वरूप एमिटर टर्मिनल पर वोल्टेज बढ़ जाता है।
- एमिटर पर बढ़े हुए वोल्टेज के परिणामस्वरूप बेस-एमिटर वोल्टेज कम हो जाता है
- यह कम V_{BE} परिणाम ट्रांजिस्टर के कम अग्र बायस में होता है और इसलिए संग्राहक धारा घट जाती है।

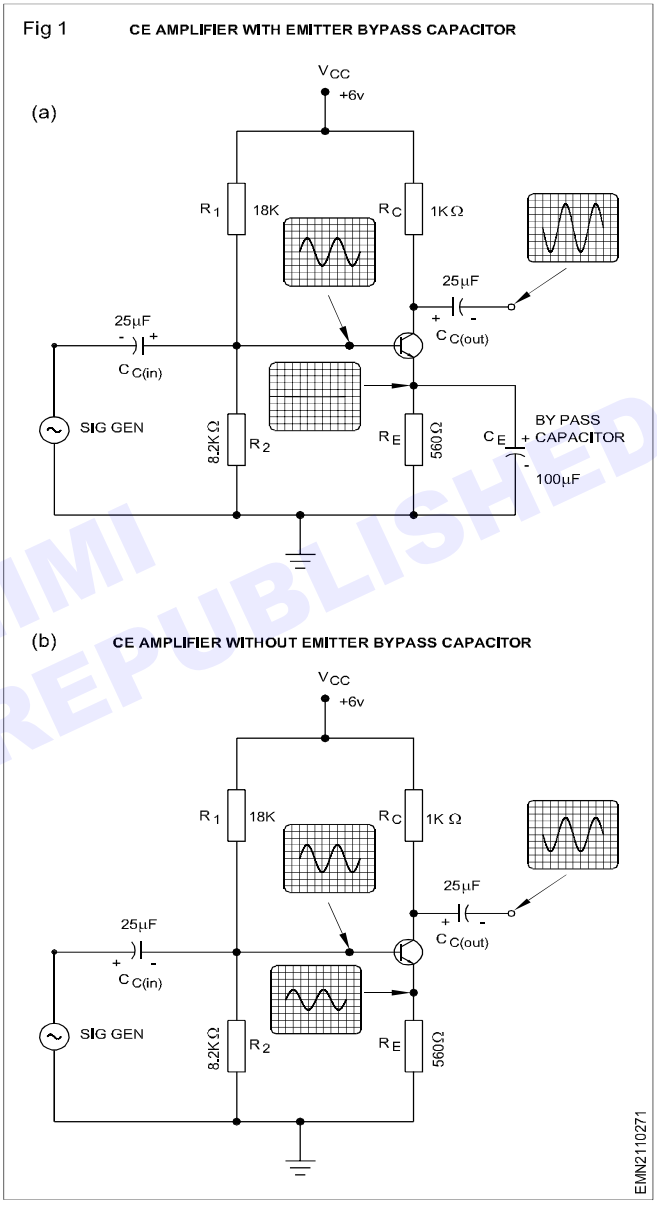
इसलिए एक अन-बाईपास एमिटर रजिस्टर का समग्र प्रभाव यह है कि बेस करंट में वृद्धि के लिए कलेक्टर करंट को स्वतंत्र रूप से बढ़ने की अनुमति नहीं होती है। इसलिए एम्पलीफायर का लाभ लगभग स्थिर मान पर होता है।

यदि R_E को Fig 1a की तरह बाईपास कर दिया जाए तो,

- जैसे ही इनपुट सिग्नल बढ़ता है कलेक्टर करंट बढ़ता है। चूंकि एमिटर रजिस्टर को बाईपास किया जाता है बाईपास कैपेसिटर AC करंट के लिए बहुत कम प्रतिरोध पथ प्रदान करता है और इसलिए एमिटर पर वोल्टेज नहीं बढ़ता है
- चूंकि एमिटर वोल्टेज में वृद्धि नहीं होती है एमिटर बेस जंक्शन बढ़े हुए फॉरवर्ड बायस पर रहता है और बढ़ा हुआ कलेक्टर करंट प्रवाहित होता रहता है

इसलिए बाईपास एमिटर रजिस्टर का समग्र प्रभाव यह है कि बेस करंट में वृद्धि के लिए कलेक्टर करंट को स्वतंत्र रूप से बढ़ने की अनुमति देती है। इसलिए एम्पलीफायर का लाभ बढ़ जाता है।

Fig 1 CE AMPLIFIER WITH EMITTER BYPASS CAPACITOR



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

उपरोक्त प्रभाव को सारांशित करते हुए CE एम्पलीफायर में एमिटर रजिस्टर को बाईपास करने के साथ अन-बाईपास एमिटर एम्पलीफायर की तुलना में एम्पलीफायर का लाभ अधिक होता है।

एक एमिटर रजिस्टर बाईपास CE एम्पलीफायर की इनपुट प्रतिबाधा इसके द्वारा दी जाती है

$$Z_{in} = R_1 \parallel R_2 \parallel \beta r'_e.$$

एमिटर बाईपास्ड एम्पलीफायर के लिए Fig 1a में दिखाया गया है इनपुट प्रतिबाधा होगी

$$Z_{in} = 18\,K \parallel 8.2\,K \parallel 100(25).$$
$$= 1.73\,KW$$

अब यदि एमिटर रजिस्टर को कैपेसिटर द्वारा बाईपास नहीं किया जाता है जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है तो इनपुट प्रतिबाधा द्वारा दिया जाता है

$$Z_{in} = R_1 \parallel R_2 \parallel \beta (r'_e + R_E).$$

प्रतिरोधी RE अब r'_e के साथ श्रेणी में है।

Fig 1b में दिखाए गए बिना बाईपास प्रवर्धक के लिए इनपुट प्रतिबाधा होगी

$$Z_{in} = 18\,K \parallel 8.2\,K \parallel 100(25 + 560)$$
$$= 5.14\,K\Omega.$$

बाइपास और अन बाईपास एमिटर CE एम्पलीफायर के लिए Z_{in} की उपरोक्त तुलना इंगित करती है कि जब CE एम्पलीफायर के एमिटर रजिस्टर को कैपेसिटर से बाईपास किया जाता है तो एम्पलीफायर का इनपुट प्रतिबाधा काफी कम हो जाता है।

संक्षेप में एक CE एम्पलीफायर में अगर एमिटर रजिस्टर पास करके एम्पलीफायर के इनपुट-प्रतिबाधा को अन-बाईपास एमिटर रजिस्टर के साथ CE एम्पलीफायर के इनपुट-प्रतिबाधा की तुलना में काफी कम कर देता है।

एमिटर रजिस्टर को बाईपास करने की हानि (Disadvantage of bypassing emitter resistor):

हालांकि एमिटर कैपेसिटर को बाईपास करने से एम्पलीफायर का लाभ बढ़ जाता है इसके निम्नलिखित हानि हैं Z_{in} पर विचार करना बहुत महत्वपूर्ण है;

- बाईपास R_E के कारण कम इनपुट प्रतिबाधा का एम्पलीफायर को फीडिंग करने वाले AC सिग्नल के स्रोत पर लोडिंग प्रभाव पड़ता है। यह विशेष रूप से बहुत महत्वपूर्ण है जब इनपुट को फीड करने वाला स्रोत एक कमजोर संकेत होता है जैसे टेप रिकॉर्डर के R/P हेड का आउटपुट ग्रामोफोन का क्रिस्टल पिक-अप आदि।
- बाईपास RE एम्पलीफायर में पूरे इनपुट चक्र में वोल्टेज गेन बदल जाता है। इस बदलते वोल्टेज गेन के परिणामस्वरूप विकृत आउटपुट सिग्नल हो सकता है।

एक बाईपास किए गए उत्सर्जक प्रतिरोधी और बाईपास किए गए उत्सर्जक प्रतिरोधी के बीच एक समझौते के रूप में कुछ एम्पलीफायर सर्किट आंशिक रूप से बाईपास किए गए उत्सर्जक प्रतिरोधी का उपयोग करते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

लाभ और इनपुट प्रतिबाधा पर आंशिक रूप से बाईपास एमिटर रजिस्टर का प्रभाव नीचे दिया गया है;

$$V_{out} = i_C R_C$$

(-ve चिह्न इंगित करता है कि आउटपुट इनपुट के साथ 180 फेज से बाहर है)

$r_E + + r'_e$ के सिरों पर AC वोल्टेज है

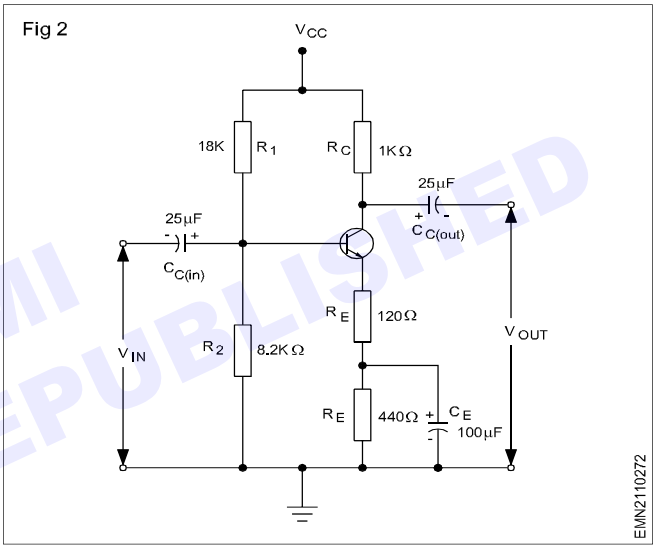
$V_{in} = i_e (r_E + r'_e)$

इसलिए वोल्टेज गेन A_v होगा

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-i_c R_c}{i_e (r_E + r'_e)}$$

$$\text{Since, } I_e \; I_c, A_v = \frac{-Rc}{r_E + r'_e}$$

Fig 2



एक पूरी तरह से बाईपास एमिटर रजिस्टर में Av का मान द्वारा दिया गया था

$$A_v = \frac{-R_c}{r'_e}$$

आंशिक रूप से पारित उत्सर्जक प्रतिरोधी के इनपुट प्रतिबाधा Z_{in} द्वारा दिया जाता है

$$Z_{in} = R_1 \parallel R_2 \parallel \beta(r_E + r'_e)$$

Fig 2 में दिखाए गए R_E और r_E के मानों के लिए इनपुट प्रतिबाधा Z_{in} है

$$Z_{in} = 18K \parallel 8.2K \parallel 100(120+25)$$
$$\approx 4.06\,K\Omega$$

ध्यान दें कि Z_{in} का यह मान पूरी तरह से बाईपास और बिना बाईपास एमिटर रजिस्टर के बीच होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

कॉमन एमिटर एम्पलीफायर की फ्रीक्वेंसी रिस्पांस (Frequency Response of Common Emitter Amplifier)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **एक प्रवर्धक की आवृत्ति प्रतिक्रिया का अर्थ बताना**
- **CE एम्पलीफायर की आवृत्ति प्रतिक्रिया पर कैपेसिटर के प्रभाव को बताना**
- **कपलिंग और बाईपास कैपेसिटर के मान दिए जाने पर एक एम्पलीफायर की सैद्धांतिक निचली कट ऑफ आवृत्तियां ज्ञात करना**

याद करें जब एम्पलीफायर के इनपुट पर 1kHz साइन वेव फेड किया जाता है तो आउटपुट 1 kHz साइन वेव का बढ़ा हुआ होगा। वह मात्रा जिसके द्वारा आउटपुट वोल्टेज बढ़ाया जाता है एम्पलीफायर के वोल्टेज गेन पर निर्भर करता है।

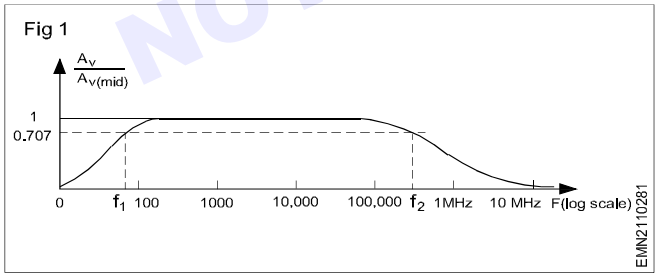
एक ही प्रवर्धक में एक स्थिर आवृत्ति 1kHz सिग्नल के बजाय यदि इनपुट सिग्नल की आवृत्ति 0 हर्ट्ज (DC) से लेकर कई टन किलो हर्ट्ज तक भिन्न होती है तो आउटपुट पर इनपुट स्तर बढ़ जाता है अलग-अलग फ्रीक्वेंसी पर अलग-अलग होंगे। दूसरे शब्दों में प्रवर्धक का लाभ सभी आवृत्तियों के लिए समान नहीं होगा।

विभिन्न आवृत्तियों पर लाभ के भिन्न होने का कारण मुख्य रूप से एम्पलीफायर सर्किट में उपयोग किए जाने वाले कैपेसिटर के कारण होता है। इन कैपेसिटर के अलावा ट्रांजिस्टर ही विभिन्न आवृत्तियों पर लाभ के भिन्न होने का एक कारण है। लेकिन कम और मध्यम आवृत्तियों पर ट्रांजिस्टर का प्रभाव नगण्य होता है।

Fig1 विभिन्न आवृत्तियों पर एक एम्पलीफायर के लाभ की एक विशिष्ट प्लाट दिखाता है। ध्यान दें कि Fig 1 में Y अक्ष मध्य आवृत्ति $A_{v(mid)}$ पर लाभ के माप के रूप में विभिन्न आवृत्तियों पर एम्पलीफायर के लाभ का प्रतिनिधित्व करता है।

Fig 1 से यह स्पष्ट है कि संधारित्र युग्मित प्रवर्धक में जैसा कि Fig 2a में है लाभ तेजी से 0 आवृत्ति की ओर और उच्च आवृत्तियों पर भी गिरता है। कम आवृत्ति रेंज में लाभ में गिरावट मुख्य रूप से एम्पलीफायर के कपलिंग कैपेसिटर C_C और बाईपास कैपेसिटर C_E के प्रभाव के कारण होता है।

Fig 1



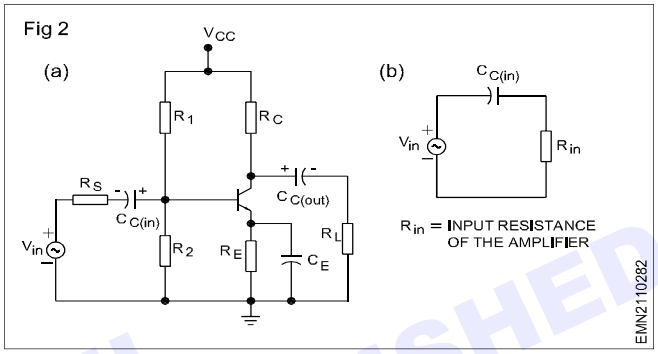
CE एम्पलीफायरों की आवृत्ति प्रतिक्रिया पर इनपुट कपलिंग कैपेसिटर $C_{C(in)}$ का प्रभाव(Effect of input coupling capacitor $C_{C(in)}$ on frequency response of CE amplifiers):

Fig 2a में युग्मन और बाइपासिंग कैपेसिटर का उपयोग करके विशिष्ट कॉमन एमिटर एम्पलीफायर दिखाया गया है। $C_{C(in)}$ के प्रभाव को समझने के लिए मान लें कि C_E और $C_{C(out)}$ के मान बहुत बड़े हैं और एम्पलीफायर की आवृत्ति प्रतिक्रिया पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

Fig 2a में प्रवर्धक के इनपुट खंड को Fig 2b में दर्शाए अनुसार सरल बनाया जा सकता है। Fig 2b में, R_{in} एम्पलीफायर के इनपुट प्रतिरोध/प्रतिबाधा का प्रतिनिधित्व करता है।

AC संकेतों के लिए कपलिंग कैपेसिटर C_{Cin} के प्रभाव को ध्यान में रखते हुए कपलिंग कैपेसिटर में है

Fig 2



- बहुत उच्च प्रतिरोध (प्रतिबाधा) X_C बहुत कम आवृत्तियों पर और लगभग अनंत होती है या शून्य आवृत्ति (DC) पर खुला होती है।

$$\left(\text{Recall } X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$$

- कोई प्रभाव नहीं या यह मिड-बैंड आवृत्तियों पर एक शार्ट के रूप में व्यवहार करता है जो 1 kHZ से अधिक और कुछ सौ kHZ से कम होता है।

कपलिंग कैपेसिटर $C_{C(in)}$ के उपरोक्त सूचीबद्ध प्रभाव इसलिए हैं क्योंकि कैपेसिटिव रिएक्टेंस X_C आवृत्ति f के व्युत्क्रमानुपाती है जैसा कि नीचे दिया गया है;

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc}$$

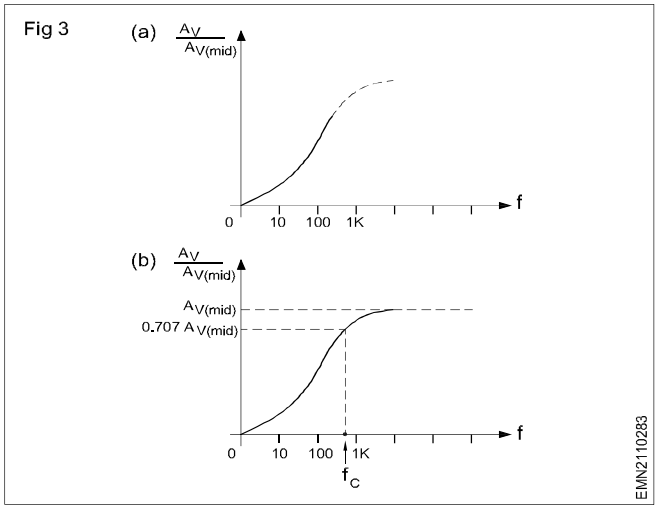
जब f = 0 हर्ट्ज X_C = अनंत। इसलिए R_{in} के अक्रॉस वोल्टेज शून्य होगा। इसलिए शून्य इनपुट आवृत्ति पर एम्पलीफायर का आउटपुट 0 है। लेकिन जैसे-जैसे आवृत्ति बढ़ती है R_{in} के अक्रॉस वोल्टेज बढ़ता है (जैसे X_C घटता है) और इसलिए आउटपुट बढ़ता है। यह Fig 3a में दिखाया गया है।

जैसे-जैसे इनपुट फ्रीक्वेंसी में और वृद्धि होती है X_C घटता जाता है और शून्य की ओर बढ़ता है। इसलिए सभी लागू इनपुट वोल्टेज V_{in} ट्रांजिस्टर के इनपुट में दिखाई देते हैं। इसलिए एम्पलीफायर का लाभ अधिक होगा जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है।

Fig 3b में दिखाए गए कम आवृत्तियों पर एम्पलीफायर प्रतिक्रिया का जिक्र करते हुए एक विशेष आवृत्ति पर कटऑफ फ्रीक्वेंसी $f_{C(in)}$ के रूप में जाना जाता है रिएक्टेंस X_C R_{in} के बराबर हो जाएगा। इस फ्रीक्वेंसी $f_{C(in)}$ पर एम्पलीफायर का इनपुट सेक्शन AC वोल्टेज डिवाइडर के रूप में

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

व्यवहार करता है। इसलिए Fig 2a में दिखाए गए इनपुट RC नेटवर्क का आउटपुट वोल्टेज (जिसे लैग नेटवर्क भी कहा जाता है) द्वारा दिया गया है



$$V_{out} = \frac{R_{in}}{\sqrt{R_{in}^{\ 2} + X_c^{\ 2}}} V_{in} \quad \text{.....[1]}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_{in}}{\sqrt{R_{in}^{\ 2} + X_c^{\ 2}}}$$

कट-ऑफ फ्रीक्वेंसी $f_{C(in)}$ पर,

जब $X_C = R_{in}$

$$R_{in} = \frac{1}{2\pi\pi_{c(in)} C_{c(in)}}$$

इसलिए महत्वपूर्ण आवृत्ति $f_{C(in)}$ द्वारा दी गई है

$$f_{c(in)} = \frac{1}{2\pi R_{in} C_{c(in)}} \text{.....[2]}$$

प्रवर्धक को फेड करने वाले स्रोत में श्रृंखला में आने वाले प्रतिरोध की कुछ मात्रा होगी जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

यदि इस श्रृंखला प्रतिरोध या स्रोत प्रतिरोध R_S को एम्पलीफायर के इनपुट सेक्शन में भी माना जाता है तो निचली कट ऑफ आवृत्ति f_C निम्न द्वारा दी जाती है

$$f_{c(in)} = \frac{1}{2\pi (R_s + R_{in}) C_{c(in)}} \quad [3]$$

Fig 2a में दिखाए गए CE प्रवर्धक में R_{in} 1.73KΩ है और स्रोत प्रतिरोध R_S 1 KΩ है। यदि इनपुट कपलिंग कैपेसिटर $C_{C(in)}$ का मान 0.047μF से बढ़ाकर 10μF कर दिया जाए तो $C_{C(in)}$ के विभिन्न मानों के लिए निम्न कट ऑफ फ्रीक्वेंसी $f_{C(in)}$ होगी

समीकरण पर सूत्र का उपयोग ...{2}

के लिये,

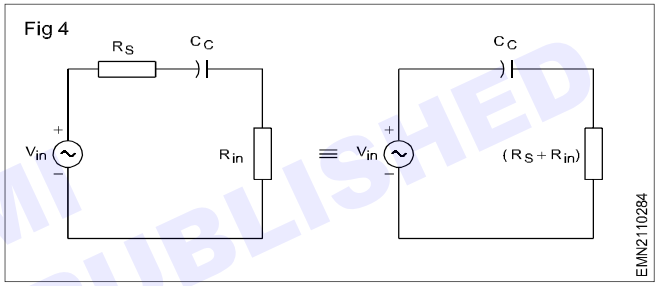
$C_{C(in)}$ = 0.047μF = $f_{C(in)}$ = 1240 Hz

$C_{C(in)}$ = 0.47μF = $f_{C(in)}$ = 124 Hz

$C_{C(in)}$ = 4.7μF = $f_{C(in)}$ = 12.4 Hz

$C_{C(in)}$ = 10μF = $f_{C(in)}$ = 5.83 Hz.

उपरोक्त परिकलित मानों से यह स्पष्ट है कि एम्पलीफायर को ऑडियो-एम्पलीफायर (20Hz से 20 KHz) के रूप में कार्य करने के लिए चुने जाने वाले इनपुट कपलिंग कैपेसिटर का मान 4.7μF या अधिक होना चाहिए।



हाफ पावर पॉइंट (Half-power point):

कम कट-ऑफ फ्रीक्वेंसी $f_{C(in)}$ पर इनपुट कपलिंग कैपेसिटर की रिएक्टेंस $X_C = R_{in}$. अगर हम इसे समीकरण.. (1) में प्रतिस्थापित करते हैं हम प्राप्त करते हैं

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 0.707$$

इसका मतलब है कि कट-ऑफ फ्रीक्वेंसी पर वोल्टेज गेन मिड फ्रीक्वेंसी $A_{v(min)}$ पर 0.707 गुना होगा। इसलिए कटऑफ बिंदु $f_{C(in)}$ को कभी-कभी हाफ पावर पॉइंट कहा जाता है क्योंकि इस बिंदु पर उपलब्ध आउट्पुट शक्ति इसके अधिकतम मान का आधा होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

एम्पलीफायर में फीडबैक (Feedback in Amplifiers)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **फीडबैक शब्द का अर्थ बताना**
- **अपक्षयी प्रतिक्रिया(डिजेनेरेटिव फीडबैक) का अर्थ और प्रभाव बताना**
- **पुनर्योजी प्रतिक्रिया(रिजेनेरटिव फीडबैक) का अर्थ और प्रभाव बताना**
- **प्रवर्धकों में नेगेटिव फीडबैक के लाभों की सूची बनाना**
- **फीडबैक के साथ एम्पलीफायर के लाभ के लिए समीकरण बताना**
- **CE एम्पलीफायर में सर्किट घटक मानों से फीडबैक फैक्टर k की गणना करना**

फीडबैक का अर्थ और प्रभाव (Meaning and effect of feedback):

फीडबैक शब्द का अर्थ है एक सर्किट का आउटपुट सिग्नल उसी सर्किट के इनपुट को वापस (फीड बैक) दिया जाता है।

आउटपुट सिग्नल को इनपुट में वापस फीड करने में यदि फीड बैक सिग्नल इनपुट सिग्नल 180° आउट ऑफ फेज के साथ है तो ऐसी फीड बैक को नेगेटिव फीडबैक या डिजेनेरेटिव फीडबैक कहा जाता है। इस प्रकार की फीडबैक को डिजेनेरेटिव के रूप में जाना जाता है क्योंकि फेडबैक सिग्नल इनपुट सिग्नल को कम करने का विरोध करता है यह परिमाण है। इसलिए एम्पलीफायर का लाभ कम हो जाता है।

दूसरी ओर यदि फीडबैक सिग्नल इनपुट सिग्नल के साथ इन-फेज में है तो ऐसी फीडबैक को पॉजिटिव फीडबैक या रिजेनेरटिव फीडबैक कहा जाता है। पॉजिटिव फीडबैक वाले सर्किट में इनपुट के साथ इन-फेज सिग्नल होने से इनपुट सिग्नल की मैगनीटुड बढ़ जाती है जिसके परिणामस्वरूप एम्पलीफायर का उच्च से बहुत अधिक लाभ होता है। एम्पलीफायरों में पॉजिटिव फीडबैक का परिणाम दोलनों के रूप में जाना जाता है।

हालांकि एक एम्पलीफायर के आउट्पुट में नेगेटिव फीडबैक का परिणाम घटता है इस प्रकार की फीडबैक का उपयोग अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में व्यापक रूप से किया जाता है क्योंकि निम्नलिखित लाभ हैं एम्पलीफायरों में नेगेटिव फीडबैक का परिणाम होता है

- स्थिर वोल्टेज गेन
- एम्पलीफायर आउटपुट के विरूपण में कमी
- एम्पलीफायर आवृत्ति बैंड चौड़ाई का विस्तार
- इनपुट प्रतिबाधा में वृद्धि
- इनपुट प्रतिबाधा में कमी
- एम्पलीफायर में कम शोर।

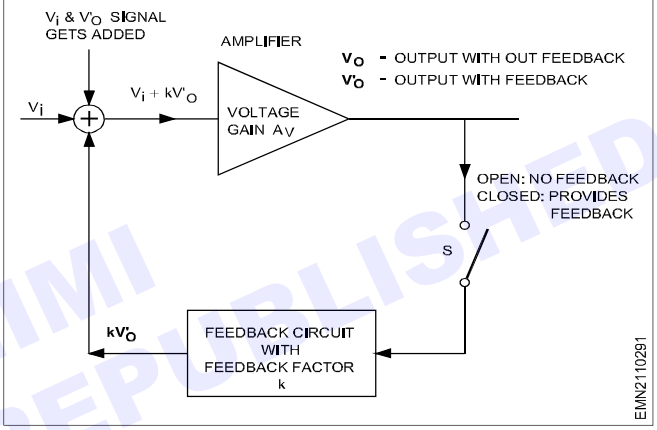
स्वचालित वॉल्यूम नियंत्रण या स्वचालित लाभ नियंत्रण (AGC) नामक फ़ंक्शन में सभी रेडियो टेप रिकॉर्डर और टेलीविज़न हमेशा सर्किट में नेगेटिव फीडबैक का उपयोग करते हैं।

DC आपूर्ति वोल्टेज का उपयोग करके AC सिग्नल उत्पन्न करने के लिए पॉजिटिव फीडबैक का उपयोग किया जाता है जिसे ऑसिलेटर के रूप में जाना जाता है। सिग्नल जेनरेटर जो साइनसोइडल सिग्नल उत्पन्न करते हैं हमेशा अपने सर्किट में पॉजिटिव फीडबैक का उपयोग करते हैं।

नेगेटिव फीडबैक का सिद्धांत (Principle of negative feedback):

$$A_V = \frac{V_o}{V_i}$$

Fig 1



एक एम्पलीफायर या सिस्टम के आउटपुट से एक सिग्नल (वोल्टेज या करंट) को वापस एम्पलीफायर के इनपुट में फीड करने से जुड़े फीडबैक का सिद्धांत Fig 1 में दिखाया गया है।

ऊपर Fig 1 में, यदि फीडबैक स्विच खुला है तो कोई फीडबैक नहीं होगा। एम्पलीफायर लाभ तब होगा,

यदि फीडबैक स्विच बंद है तो आउटपुट का एक हिस्सा इनपुट में जुड़ जाता है और एम्पलीफायर का नया आउटपुट V'_O होता है।

यदि फीडबैक स्विच चालू रहता है तो नए आउटपुट = kV'_O का हिस्सा इनपुट V_i में जोड़ा जाता है। इसलिए प्रवर्धक का नया इनपुट $V_i + kV'_O$ होगा।

यदि kV'_O का फेज वी के साथ 180 डिग्री फेज से बाहर है तो $V_i + kV'_O$ V_i से कम होगा। यह नेगेटिव फीडबैक की स्थिति है।

यदि kV'_O V_i के साथ चरण में होता है तो $V_i + kV'_O$ V_i से अधिक होगा। यह पॉजिटिव फीडबैक की स्थिति है।

यह दिखाया जा सकता है कि पॉजिटिव या नेगेटिव फीडबैक के साथ एम्पलीफायर का समग्र लाभ द्वारा दिया जाता है

$$A_{Vf} = \frac{V'_0}{V_i} = \frac{A_v}{1 - kA_v} \quad \text{..... [1]}$$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जहाँ,

A_{Vf} = फीडबैक के साथ वोल्टेज गेन

A_v = बिना फीडबैक के वोल्टेज गेन

k = फीडबैक फैक्टर आमतौर पर 0 और 1 के बीच।

उपरोक्त समीकरण में kAv शब्द को सर्किट के लूप गेन के रूप में जाना जाता है। नेगेटिव फीडबैक में kAv नेगेटिव होता है। इसलिए भाजक बढ़ता है और AVf घटता है।

पुनर्योजी या पॉजिटिव फीडबैक kA_V में धनात्मक होता है; इसलिए समीकरण का हर [1] घटता है और AVf बढ़ता है। A_{Vf} में यह वृद्धि प्रवर्धक में दोलनों का कारण बनती है और इसलिए प्रवर्धक को एक दोलक में परिवर्तित करती है।

कॉमन एमिटर एम्पलीफायरों में नेगेटिव फीडबैक (Negative feedback in common emitter amplifiers):

Fig 2 में एक कॉमन एमिटर एम्पलीफायर में नेगेटिव फीडबैक प्रदान करने की एक विधि दिखायी गयी है।

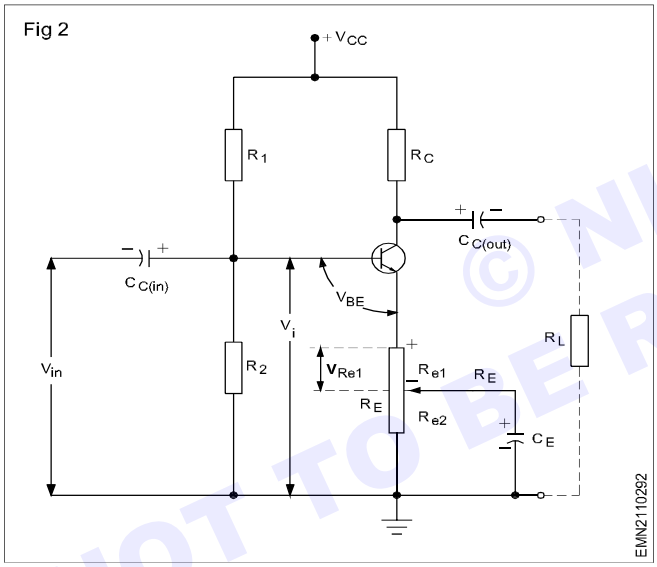


Fig 2 में प्रवर्धक में उत्सर्जक अवरोधक को बाईपास न करके प्रवर्धक में एक AC नेगेटिव फीडबैक होती है। एमिटर रजिस्टर R_{e1} के अनशंटेड हिस्से या अन-बाईपास वाले हिस्से में V_{Re1} का वोल्टेज ड्रॉप होता है। यह वोल्टेज V_{Re1} सीधे इनपुट वोल्टेज V_i से घटाता है ट्रांजिस्टर के बेस एमिटर वोल्टेज को कम करता है। यानी $V_{BE} = V_i – V_{Re1}$

यह दिखाया जा सकता है कि वोल्टेज फीडबैक या फीडबैक फैक्टर के द्वारा दिया गया है

$$k = \frac{R_{e1}}{R_{out}}$$

जहाँ,

k फीडबैक फैक्टर है (आयाम कम)

R_{e1} ओम में अन-बाईपास एमिटेड रजिस्टर है।

R_{out} कुल AC लोड प्रतिरोध = R_C / R_L ओम में

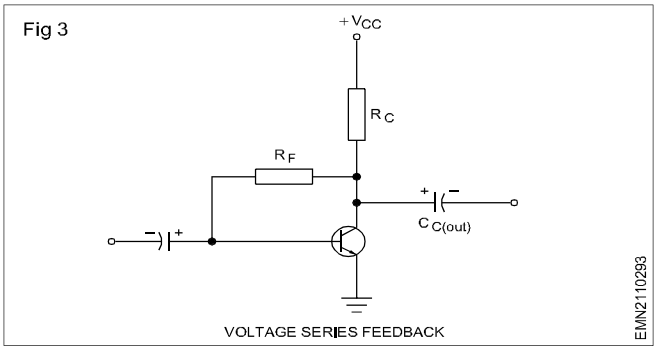
CE एम्पलीफायरों में प्राप्त इस प्रकार की नेगेटिव फीडबैक अन-बाईपास एमिटर रजिस्टर के कारण धारा सीरीज फीडबैक के रूप में जानी जाती है। इस प्रकार की फीडबैक में आउटपुट करंट ($I_C \sim I_E$) का सैंपल और इनपुट के साथ श्रृंखला में आने के लिए एक आनुपातिक वोल्टेज (अन बाईपास R_E में) बनाया जाता है। इस प्रकार की फीडबैक को नॉन-इनवर्टिंग करंट फीडबैक के रूप में भी जाना जाता है क्योंकि इनपुट (बेस) पर करंट आउटपुट (एमिटर) सर्किट में करंट के साथ फेज में होता है।

Fig 3 में एक कॉमन एमिटर एम्पलीफायर में एक अन्य प्रकार की नेगेटिव फीडबैक दिखाया गया है। इस प्रकार की फीडबैक को वोल्टेज श्रृंखला फीडबैक के रूप में जाना जाता है।

Fig 3 में दिखाए गए फीडबैक के प्रकार को इन्वर्टिंग वोल्टेज फीडबैक के रूप में भी जाना जाता है। एक ट्रांजिस्टर के कलेक्टर और आधार के बीच एक प्रतिरोधक को जोड़ने की यह विधि एक ट्रांजिस्टर के DC बायसिंग के तरीकों में से एक है और इसे कलेक्टर फीडबैक कॉन्फ़िगरेशन के रूप में भी जाना जाता है।

नेगेटिव फीडबैक की अन्य विधि (Other methods of negative feedback):

ऊपर चर्चा की गई करंट सीरीज फीडबैक और वोल्टेज सीरीज फीडबैक के अलावा एम्पलीफायरों में नेगेटिव फीडबैक प्रदान करने की कई अन्य विधि हैं। उनमें से कुछ वोल्टेज शंट फीडबैक और करंट शंट फीडबैक हैं।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

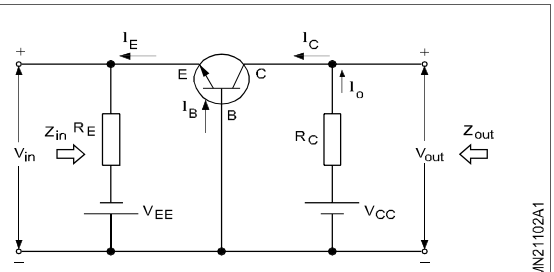
कॉमन बेस एम्पलीफायर (Common Base Amplifier)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **एक कॉमन बेस एम्पलीफायर के वोल्टेज गेन करंट गेन इनपुट प्रतिबाधा और आउटपुट प्रतिबाधा की गणना करना**

Fig 1 में एक कॉमन बेस एम्पलीफायर (CB-एम्पलीफायर) के विशिष्ट सर्किट आरेख को दिखाया गया है।

Fig 1



याद रखें कॉमन बेस एम्पलीफायरों में 1 से कम का करंट गेन होता है। एक ट्रांजिस्टर का एमिटर करंट और कलेक्टर करंट लगभग बराबर होता है। एक कॉमन बेस एम्पलीफायर में इनपुट करंट I_E और आउटपुट करंट I_C करंट गेन प्रतीकात्मक रूप से (अल्फा) के रूप में दर्शाया गया है

$$\text{Current gain } (\alpha) = \frac{\text{Output current}}{\text{Input current}} = \frac{I_C}{I_E}.$$

चूंकि $I_E > I_C$, हमेशा 1 से कम होगा।

Fig 2 Fig 1 में दर्शाए गए कॉमन बेस एम्पलीफायर के ac तुल्यांक को दर्शाया गया है।

Fig 2

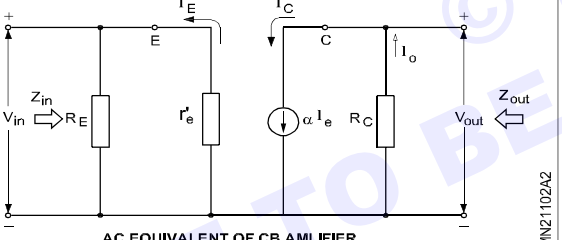


Fig 2 से सीबी एम्पलीफायर के इनपुट प्रतिबाधा Zin द्वारा दिया गया है

$$Z_{in} = R_E \| r'_e \qquad \text{.....\{1\}.}$$

चूँकि R_E सामान्यत: r'_e से बहुत अधिक होता है समी..1 को इस प्रकार सरल किया जा सकता है

$$Z_{in} = r'_e$$

Z_{in} के लिए समीकरण इंगित करता है कि एक CB प्रवर्धक का इनपुट प्रतिबाधा बहुत कम होता है और उत्सर्जक डायोड के ac प्रतिरोध r'_e के लगभग बराबर है (याद रखें r'_e आमतौर पर 25Ω होगा)।

CB एम्पलीफायर के AC समकक्ष नेटवर्क का जिक्र करते हुए CB एम्पलीफायर की आउटपुट प्रतिबाधा Z_{out} द्वारा दी गयी है

$$Z_{out} = R_C \qquad \text{.....\{2\}.}$$

समीकरण 2 इंगित करता है कि CB एम्पलीफायर का आउटपुट प्रतिबाधा किलो ओम के क्रम में अपेक्षाकृत अधिक है (क्योंकि आप अपनी इच्छानुसार R_C के मानको फिक्स कर सकते हैं)

Fig 2 से आउटपुट वोल्टेज V_{out} है

$$V_{out} = I_o R_C = I_c.R_C$$

$$\text{Since } \alpha = \frac{I_C}{I_E}, \; I_C = \alpha.I_E$$

इसलिए $V_{out} = I_C R_C = a.I_E.R_C$ .....{3}.

$$\text{Since, } I_E = \frac{V_{in}}{r'e}$$ समीकरण 3 को इस प्रकार लिखा जा सकता है

CB एम्पलीफायर का वोल्टेज गेन A_V द्वारा दिया गया है

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \alpha \frac{V_{in}}{r'_e} R_C \frac{1}{V_{in}} = \alpha \frac{R_C}{r'_e} \qquad \text{.....\{4\}}$$

चूँकि R_C की तुलना में r'_e बहुत छोटा है CB एम्पलीफायर का वोल्टेज गेन A_V काफी अधिक है।

CB एम्पलीफायर का पावर गेन A_p द्वारा दिया गया है

$$A_P = A_i.A_V$$

पावर गेन A_P मध्यम होगा क्योंकि A_i 1 से कम या इसके बराबर है CB एम्पलीफायर का A_V काफी अधिक है।

इनपुट/आउटपुट फेज संबंध (Input/Output phase relationship):

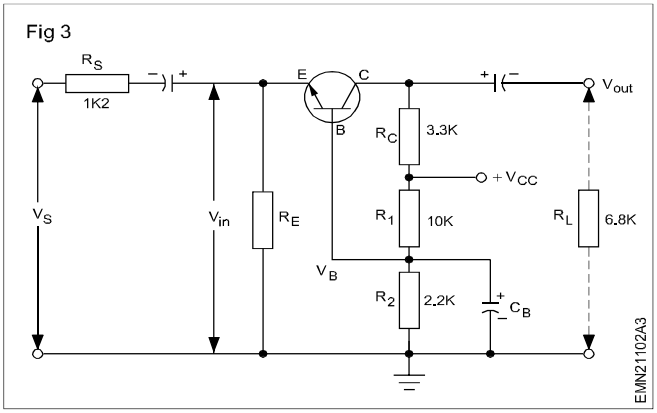
एक कॉमन बेस एम्पलीफायर का इनपुट और आउटपुट एक दूसरे के साथ फेज में होता हैं। यह प्रयोगात्मक रूप से पाया जा सकता है।

Fig 3 में वोल्टेज डिवाइडर बायस के साथ एक CB एम्पलीफायर दिखाया गया है।

Fig 3 में बाइपास कैपेसिटर CB के कारण ट्रांजिस्टर का बेस ac ग्राउंड में होता है। इनपुट सिग्नल एमिटर को ड्राइव करता है और आउटपुट कलेक्टर से लिया जाता है। बायस प्रतिरोधों R_1, R_2 का इनपुट प्रतिबाधा पर नगण्य प्रभाव पड़ेगा। इसलिए CB एम्पलीफायर का इनपुट प्रतिबाधा लगभग r'_e के बराबर होता है।

बेस पर वोल्टेज (T_1 पर) द्वारा दिया जाता है

Fig 3



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$$V_B = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{cc}$$

$$= \frac{2.2K}{10K+2.2K}.12V$$

$$= 2.16 Volts$$

The emitter current I_E is given by,

$$I_E = \frac{V_B - V_{EE}}{RE}$$

$$= \frac{2.16 - 0.7}{1.2K\Omega}$$

$$= 1.22mA$$

Therefore, r_e' is given by,

$$r_e' = \frac{25mV}{I_E}$$

$$= \frac{25mV}{1.22mA} = 20.5\Omega$$

इनपुट प्रतिबाधा Z_{in} द्वारा दिया जाता है

$Z_{in} \approx r'_e = 20.5\Omega$

वोल्टेज गेन A_v द्वारा दिया गया है

$$A_v = \frac{R_c}{r'_e} = \frac{3.3K}{20.5} = 160.97 = 161\ \Omega$$

आउटपुट प्रतिबाधा Z_{out} द्वारा दिया जाता है

$Z_{out} \approx R_c = 3.3K\Omega$

एम्पलीफायर को इनपुट V_{in} द्वारा दिया जाता है (ध्यान दें कि AC सिग्नल के लिए C_B बाईपास R_2)

$$V_{in} = \frac{r_e'}{R_s + r_e'} V_s$$

$$\frac{20.5\Omega}{1K\Omega + 20.5\Omega} 500mV = 10mV$$

इसलिए अनलोडेड आउटपुट वोल्टेज V_{out} द्वारा दिया जाता है

$V_{out(no\ load)} = A_v . V_{in}$

=161 x 10mV

=1610mV=1.61 volts

लोड R_L के साथ एम्पलीफायर का आउटपुट वोल्टेज द्वारा दिया जाता है

$$V_{out\ (load)} = \frac{R_L}{R_C + R_L} x V_{out\ (noload)}$$

$$= \frac{6.8K}{3.3K + 6.8K} x1.61V = 1.08V$$

क्लास रूम असाइनमेंट (Class Room Assignment):

CB एम्पलीफायर के आउटपुट वोल्टेज की गणना करें (जैसा कि ऊपर चरण में किया गया है) यदि लोड रजिस्टर R_L है

i RL=3.3K

ii R_L=10K and

iii R_L=100K

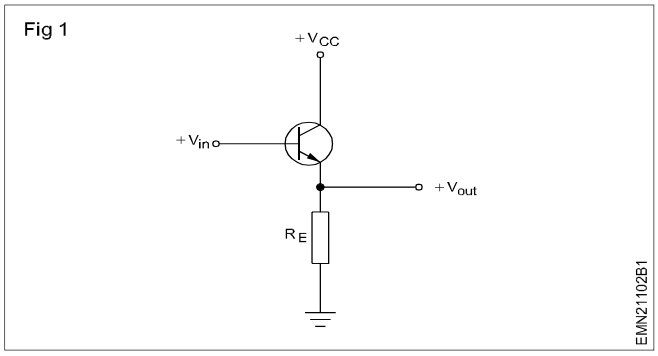
एमिटर फॉलोवर (Emitter Follower)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **इंपीडेंस मैचिंग की आवश्यकता बताना**
- **सर्किट घटक मानों का उपयोग करके एक ट्रांजिस्टर एम्पलीफायर के वोल्टेज गेन, करंट गेन, इनपुट प्रतिबाधा और आउटपुट प्रतिबाधा की गणना करना**

Fig 1 में एक और महत्वपूर्ण ट्रांजिस्टर प्रवर्धक विन्यास दिखाया जाता है। इस कॉन्फ़िगरेशन में एक कॉमन एमिटर एम्पलीफायर के विपरीत जहां आउटपुट कलेक्टर से लिया जाता है इसमें ट्रांजिस्टर के एमिटर टर्मिनल से आउटपुट लिया जाता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



उच्च प्रतिबाधा स्रोत को कम प्रतिबाधा आउटपुट लोड से मिलाने के लिए एमिटर फॉलोअर का उपयोग किया जा सकता है। इसलिए एमिटर फॉलोअर कॉन्फ़िगरेशन को अक्सर एक एम्पलीफायर के बजाय इंपीडेंस मैचिंग सर्किट के रूप में उपयोग किया जाता है।

इंपीडेंस मैचिंग की आवश्यकता (Need for impedance matching):

जब एक उच्च प्रतिबाधा स्रोत को एक कम प्रतिबाधा लोड से जोड़ा जाता है तो स्रोत का अधिकांश AC सिग्नल स्रोत के आंतरिक प्रतिबाधा में ही ड्राप कर दिया जाता है जिसके परिणामस्वरूप आवश्यक लोड पर सिग्नल का बहुत छोटा हिस्सा दिखाई देता है जैसा कि Fig 2a में दिखाया गया है। इस समस्या को दूर करने किक एक विधि जैसे लोड के अक्रॉस में विकसित होने वाले स्रोत से लगभग सभी सिग्नल प्राप्त करना एक इंपीडेंस मैचिंग

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डिवाइस या उच्च प्रतिबाधा स्रोत और कम प्रतिबाधा के बीच एक सर्किट का उपयोग करना है।

Fig 2b में इंपीडेंस मैचिंग के लिए प्रयुक्त परिपथ एक उत्सर्जक अनुगामी ट्रांजिस्टर प्रवर्धक है। ऐसा इसलिए है क्योंकि एमिटर फॉलोअर में बहुत अधिक इनपुट प्रतिबाधा और बहुत कम आउटपुट प्रतिबाधा होती है। इसकी तुलना एक मैचिंग ट्रांसफॉर्मर से की जा सकती है जहां अधिकतम पावर ट्रांसफर के लिए स्रोत प्रतिबाधा से लोड की मैचिंग किया जाता है।

एमिटर फॉलोअर सर्किट को कॉमन कलेक्टर एम्पलीफायर भी कहा जाता है क्योंकि कलेक्टर इनपुट और आउटपुट के बीच AC सिग्नल के लिए कॉमन टर्मिनल की तरह व्यवहार करता है।

एक एमीटर फॉलोवर का वोल्टेज गेन (Voltage gain of an emitter follower):

जैसा कि Fig 3 में देखा जा सकता है एमिटर फॉलोअर का DC आउटपुट वोल्टेज $V_{out} = V_{in} – V_{BE}$ है

चूंकि V_{BE} लगभग एक स्थिर मान है (0.7 सिलिकॉन के लिए 0.3 जर्मेनियम के लिए) एमिटर वोल्टेज बेस वोल्टेज का अनुसरण करता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि एमिटर वोल्टेज बेस वोल्टेज का अनुसरण करता है इस सर्किट को **एमिटर फॉलोअर** कहा जाता है।

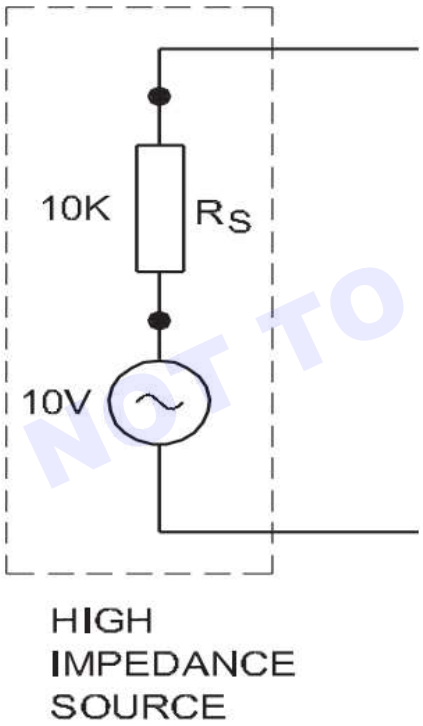


Fig 3 में, यदि V_{in} 3V, है तो V_{out} = 2.3V है। यदि V_{in} को 4V कर दिया जाता है फिर V_{in} बढ़कर 3.3V हो जाता है। इसका अर्थ यह है कि V_{out} में परिवर्तन V_{in} में परिवर्तन के समान फेज में है। इसलिए एक एमिटर फॉलोअर में इनपुट और आउटपुट सिग्नल फेज में हैं जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है। (याद रखें CE एम्पलीफायर में इनपुट और आउटपुट 180 ° फेज से बाहर हैं।)

Fig 3c Fig 3a में दिखाए गए एमिटर फॉलोअर के AC समतुल्य सर्किट को दर्शाता है। AC आउटपुट वोल्टेज V_{out} द्वारा दिया जाता है

$V_{out} = i_e R_E$

चूंकि AC इनपुट वोल्टेज V_{in} द्वारा दिया जाता है $V_{in} = i_e (R_E + r'_e)$ एमीटर फॉलोवर का वोल्टेज गेन A_V है

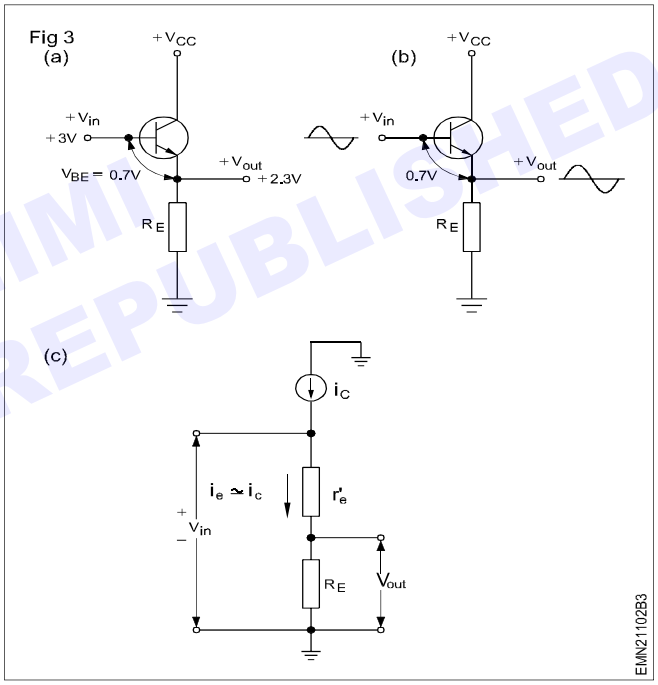
$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{i_e R_e}{i_e (R_e + r'_e} = \frac{R_E}{R_E + r'_e} \quad \text{..... \{1\}}$$

अंश की तुलना में वोल्टेज गेन A_V का मान हमेशा 1 से कम होगा।

लेकिन चूँकि R_E की तुलना में r'_e का मान बहुत कम है A_V का मान यूनिटी की ओर अग्रसर होता है। इसलिए हम कह सकते हैं कि एमिटर फॉलोअर का वोल्टेज गेन यूनिटी होता है।

Fig 3a में, यदि R_E = 4.7KΩ और r'_e = 25W तो

$$A_V = \frac{R_E}{R_E + r'_e} = \frac{4700}{4700 + 25} = 0.995 \approx 1$$



एमिटर फॉलोवर की इनपुट प्रतिबाधा (Input impedance of emitter follower):

Fig 3 में दिखाए गए एमिटर फॉलोवर की इनपुट प्रतिबाधा इसके द्वारा दिया गया है

$$Z_{in} = \beta(R_E + r'_e) \quad \text{..... \{2\}}$$

चूंकि R_E की तुलना में r'_e आम तौर पर बहुत छोटा होगा समीकरण ...{2} को सरल बनाया जा सकता है

$$Z_{in} = \beta R_E$$

Fig 4a में फिक्स्ड बायसिंग का उपयोग करते हुए एक व्यावहारिक एमिटर फॉलोअर सर्किट दिखाया गया है। इनपुट प्रतिबाधा के समानांतर बायसिंग रजिस्टर R_B सहित कुल इनपुट प्रतिबाधा निम्नानुसार पाई जा सकती है;

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

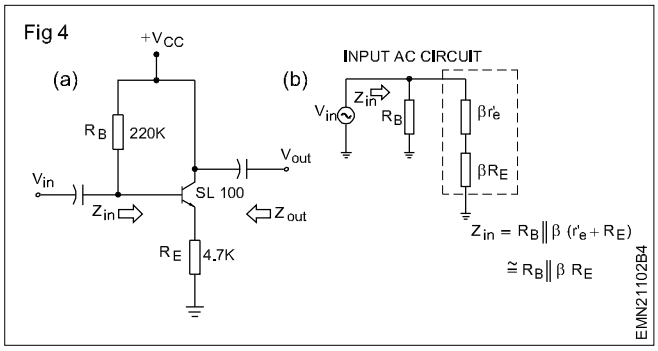


Fig 4b में दिखाए गए एमिटर फॉलोअर के इनपुट के AC समकक्ष को लिखते हुए इनपुट प्रतिबाधा Z_{in} द्वारा दिया जाता है

$$Z_{in} = R_B \| \beta(r'_e + R_E) \qquad .....\{3\}$$

यदि r'_e का मान नगण्य किया जाता है तो $Z_{in} = R_B \| \beta R_E$

समीकरण 3 इंगित करता है कि एक विशिष्ट एमिटर फॉलोवर की इनपुट प्रतिबाधा DC बायसिंग प्रतिरोध R_B द्वारा तय की जाती है। इसलिए एक उच्च स्रोत प्रतिबाधा से मिलान करने के लिए एक एमिटर फॉलोवर को डिजाइन करते समय R_B के मानों को उपयुक्त रूप से चुना जाना चाहिए।

उदाहरण: Fig 4 में, एमिटर फॉलोवर में यदि ट्रांजिस्टर का β 100 R_B = 220k और R_E = 4.7k है तो इनपुट प्रतिबाधा होगी

$$Z_{in} = R_{in} = R_B \| \beta R_E$$
$$= 220\ K \| \beta R_E$$
$$= 220\ K \| (100 \times 4.7K)$$
$$= 149.85\ K\Omega\ 150\ K\Omega$$

एमिटर फॉलोवर का आउटपुट प्रतिबाधा (Output impedance of emitter follower):

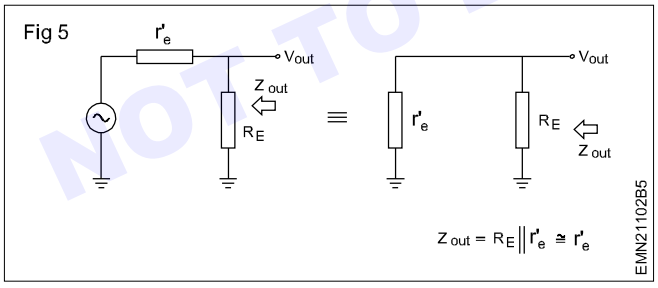


Fig 5 में Fig 4a में दिखाए गए एमिटर फॉलोअर के आउटपुट सेक्शन का AC समतुल्य या AC मॉडल दिखाया गया है।

Fig 5 का विश्लेषण करते हुए आउटपुट प्रतिबाधा Z_{out} द्वारा दिया गया है

$$Z_{out} = R_E \| r'_e \qquad .....\{4\}$$

चूंकि R_E आमतौर पर r'_e की तुलना में एक बड़ा प्रतिरोध है समीकरण (4) में r'_e को उपेक्षित किया जाता है। इसलिए एक एमिटर फॉलोअर का आउटपुट प्रतिबाधा लगभग है

$$Z_{out} = r'_e$$

उदाहरण 1: Fig 4 में दिखाए गए एमिटर फॉलोवर का आउटपुट प्रतिबाधा ज्ञात कीजिए यह मानते हुए कि r'e = 33Ω है

$$Z_{out} = r'_e \| R_E \quad r'_e = 33\Omega.$$

एमिटर फॉलोवर में करंट गेन (Current gain in emitter follower):

हालांकि एमिटर फॉलोअर का वोल्टेज गेन A_V लगभग यूनिटी होता है और एमिटर फॉलोअर का करंट गेन अधिक होता है समीकरण द्वारा दिया गया है;

$$A_i = \frac{\beta R_B}{(R_B + \beta R_E)} \qquad .....\{5\}$$

उदाहरण 2: Fig 4 में दिखाए गए एमिटर फॉलोअर में यदि ट्रांजिस्टर का β100 है तो एमिटर फॉलोअर का करंट गेन द्वारा दिया जाता है

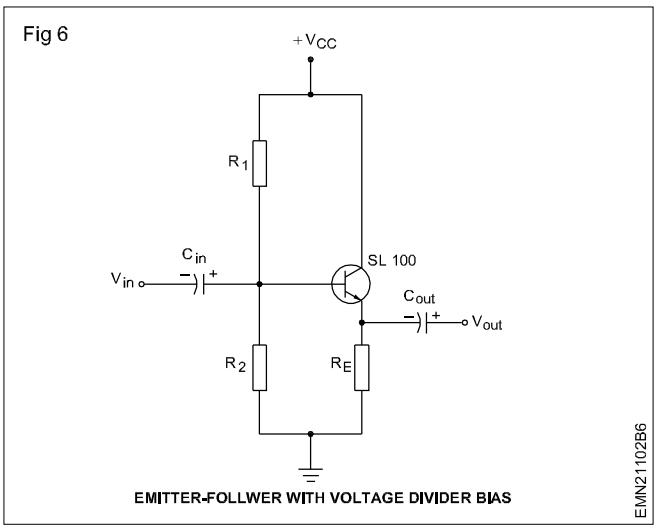
$$A_i = \frac{\beta R_B}{(R_B + \beta R_E)}$$
$$= \frac{(100)(220K)}{(220K) + (100)(4.7K)} = 31.88.$$

एमिटर फॉलोअर की करंट गेन भी निम्नानुसार पायी जा सकती है;

$$A_i = A_V \frac{Z_{in}}{R_E} = (0.995)\frac{150K}{4.7K} = 31.72.$$

Fig 4 में दिखाए गए एमिटर फॉलोअर में फिक्स्ड बायस का उपयोग किया गया था। किसी अन्य DC बायसिंग को भी नियोजित किया जा सकता है जैसे कि वोल्टेज डिवाइडर बायस जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

जब एमिटर फॉलोअर में वोल्टेज डिवाइडर बायस का उपयोग किया जाता है तो A_V ,Z_{in} ,Z_{out} और A_i को जानने के लिए समीकरण समान रहते हैं सिवाय इसके कि फिक्स बायस्ड रजिस्टर R_B को $R_1 \| R_2$. से बदल दिया जाता है।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

कैस्केड ऑडियो एम्पलीफायर के प्रकार (Types of Cascaded Audio Amplifiers)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **कैस्केडिंग एम्पलीफायरों की आवश्यकता बताना**
- **प्रवर्धकों के चरणों के बीच युग्मन की आवश्यकता बताना**
- **प्रत्यक्ष-युग्मित प्रवर्धकों के अनुप्रयोगों लाभों और हानियों की सूची बनाना**

कैस्केड ऑडियो फ्रीक्वेंसी (A.F) एम्पलीफायर [Cascaded audio frequency (A.F) amplifiers]:

एम्पलीफायर को ऑडियो फ्रीक्वेंसी सिग्नल (20Hz से 20kHz) को बढ़ाने के लिए विशेष रूप से डिज़ाइन किए गए एम्पलीफायरों को ऑडियो फ्रीक्वेंसी एम्पलीफायर या A.F एम्पलीफायर कहा जाता है।

यूनिट 09 में चर्चित सिंगल ट्रांजिस्टर एम्प्लीफायर आउटपुट ट्रांसड्यूसर जैसे स्पीकर के साथ उपयोग करने के लिए पर्याप्त लाभ प्रदान नहीं करते हैं। इसलिए स्पीकर चलाने के लिए पर्याप्त गेन प्राप्त करने के लिए कई एम्पलीफायर आमतौर पर श्रृंखला (कैस्केड) में जुड़े होते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2 में एक एम्पलीफायर का आउटपुट अगले एम्पलीफायर के लिए इनपुट के रूप में कार्य करता है और जब तक आवश्यक लाभ प्राप्त नहीं हो जाता है। हालांकि व्यक्तिगत एम्पलीफायर किसी भी कॉन्फ़िगरेशन के हो सकते हैं सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला कॉमन एमिटर कॉन्फ़िगरेशन है विशेष रूप से A.F एम्पलीफायरों में। यह इस तथ्य के कारण है कि CE एम्पलीफायर का वोल्टेज करंट और पावर गेन अधिक होता है।

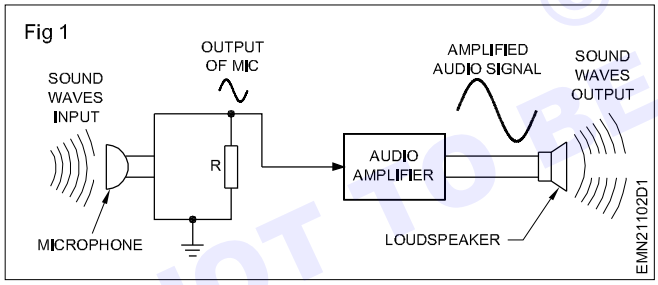


Fig 2 में यदि चरण A_1 का लाभ 100 A_2 का 20 और A_3 का 10 है तो समग्र लाभ या कैस्केड एम्पलीफायर का कुल लाभ होगा

$$= \text{लाभ of } A_1 \times \text{लाभ of } A_2 \times \text{लाभ of } A_3 \quad ..[2]$$

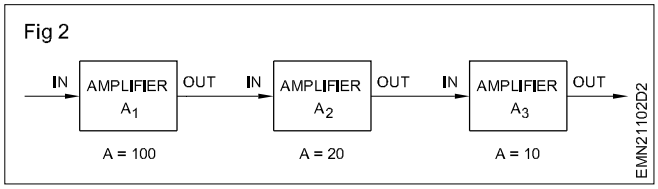
कुल लाभ = 100 x 20 x 10 = 20000

उदाहरण के लिए, यदि चरण A_1 को 1mv की शक्ति का इनपुट सिग्नल दिया जाता है तो आउटपुट सिग्नल स्तर 20 V होगा। ऐसे कैस्केड एम्पलीफायरों को मल्टी-स्टेज एम्पलीफायरों के रूप में भी जाना जाता है।

इस तरह के कैस्केड या मल्टी-स्टेज एम्पलीफायरों टेप रिकॉर्डर, पब्लिक एड्रेस, एम्पलीफायरों, और इतने पर इस्तेमाल होने वाले लगभग सभी AF एम्पलीफायरों में आम हैं।

युग्मन की विधि (Methods of coupling):

जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है कैस्केड एम्पलीफायरों में एक एम्पलीफायर चरण के आउटपुट को अगले एम्पलीफायर चरण के इनपुट में फीड किया



जाना है। ऐसा करते समय दो चरणों के बीच प्रतिबाधा का मिलान करना महत्वपूर्ण है। निम्न स्तर के सिग्नल चरणों (प्रारंभिक एम्पलीफायर चरणों) में अच्छा इंपीडेंस मैचिंग होना और भी महत्वपूर्ण है ताकि फीडिंग की प्रक्रिया में बहुत कम सिग्नल खोया जाए। एक एम्पलीफायर चरण के आउटपुट को अगले एम्पलीफायर चरण के इनपुट से जोड़ने की यह तकनीक इस तरह से है कि चरणों के प्रतिबाधा का मिलान एक से दूसरे में सिग्नल के अधिकतम हस्तांतरण को सक्षम करने के लिए किया जाता है जिसे युग्मन के रूप में जाना जाता है।

कपलिंग की कई विधियाँ हैं। कपलिंग के कुछ सबसे सामान्य विधियों पर बाद के पैराग्राफ में चर्चा की गई है:

प्रत्यक्ष युग्मन (Direct coupling):

एक विशिष्ट प्रत्यक्ष युग्मित प्रवर्धक Fig 3 में दिखाया गया है।

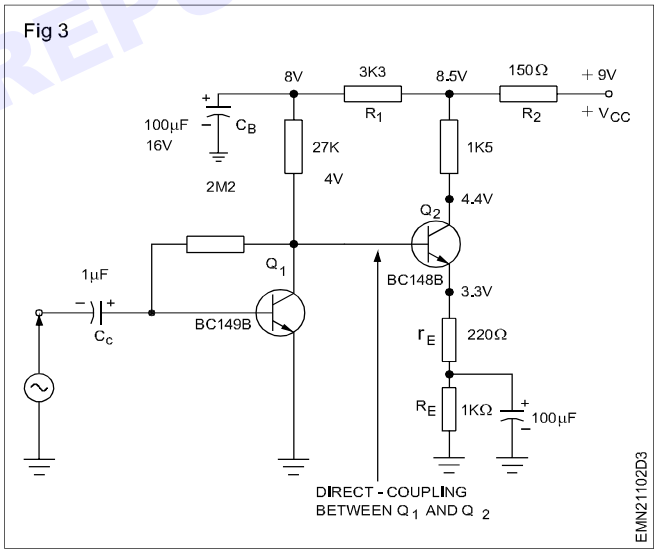


Fig 3 में पहले ट्रांजिस्टर का संग्राहक (पहला एम्पलीफायर चरण आउटपुट) सीधे दूसरे ट्रांजिस्टर (दूसरा एम्पलीफायर चरण इनपुट) के बेस से जुड़ा हुआ है। चूँकि एक चरण के आउटपुट और दूसरे के इनपुट के बीच कैपेसिटर ट्रांसफॉर्मर जैसे किसी भी घटक का उपयोग नहीं किया जाता है युग्मन की इस विधि को प्रत्यक्ष युग्मन के रूप में जाना जाता है।चूंकि युग्मन में कोई घटक शामिल नहीं होता है सिग्नल के DC घटक और सिग्नल के AC घटक दोनों को दूसरे एम्पलीफायर के इनपुट (बेस) में पास किया जाता है। इसके अलावा चूंकि युग्मन के मार्ग में कोई आवृत्ति प्रतिबंधित घटक नहीं होती हैं युग्मित पथ में कोई आवृत्ति प्रतिबंध नहीं होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3 में ट्रांजिस्टर Q1 स्व-पक्षपाती है। यदि Q_1 का β_{dc}= 100 है तो किएसेंट संग्राहक धारा IC द्वारा दिया जाता है

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B \beta_{dc}} = \frac{8V - 0.7V}{27K + (2M2/100)} = 0.15mA$$

सेल्फ-बायस (फीड-बैक बायस) का उपयोग करने का लाभ यह है कि ट्रांजिस्टर कभी भी संतृप्ति तक नहीं पहुंच सकता है और इसलिए विरूपण न्यूनतम होता है।

0.15mA की I_C में 27K में लगभग 4V के अक्रॉस ड्राप प्रेडूस करता है। इसलिए Q_1 का संग्राहक ग्राउंड के संबंध में 4V पर होगा। अनुमति Q_2 के उत्सर्जक डायोड के लिए 0.7 V 3.3 V 1 kΩ के अक्रॉस होगा। इसलिए Q2 का IC लगभग 2.75 mA है।

पहले चरण (Q_1) का वोल्टेज गेन है

$$A_1 = \frac{R_C}{r'_{e_1}}$$

$$r'_{e_1} = \frac{25mV}{I_{E1}} = \frac{25mV}{0.15mA} = 166.7\ \Omega$$

इसलिए

$$A1 = \frac{27KW}{166.7W} \approx 162$$

दूसरे चरण (Q_2) का वोल्टेज गेन है

$$A_2 = \frac{R_C}{r_E + r'_{e2}}$$

$$= r'_{e2} = \frac{25mV}{I_{E2}} = \frac{25mV}{2.75mA} = 9.09\ \Omega$$

$$A_2 = \frac{1K5\ \Omega}{220\ \Omega + 9.09\ \Omega} = 6.55$$

दो चरणों का समग्र लाभ है

$A_{12} = A_1 \times A_2 = 162 \times 6.55 = 1061.1$

यद्यपि सैद्धांतिक लाभ प्रतिरोध सहनशीलता विविधताओं के कारण बहुत अधिक होता है और अभ्यास में प्रतिबाधा गलत मिलान A_{12} थोड़ा कम होता है।

DC क्षमता (DC potentials):

Fig 3 में यह ध्यान रखना बहुत महत्वपूर्ण है कि ट्रांजिस्टर Q_2 को कोई अलग DC बायसिंग प्रदान नहीं किया जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि ट्रांजिस्टर Q_2 का आधार Q_1 (4V) के संग्राहक के समान DC क्षमता पर होता है।

प्रतिरोध R_1(3K3) और R_2(150Ω) को +9 वोल्ट की सामान्य V_{CC} आपूर्ति का उपयोग करके एम्पलीफायर के विभिन्न चरणों के लिए उपयुक्त DC वोल्टेज प्राप्त करने के लिए प्रदान किया जाता है।

प्रत्यक्ष-युग्मित एम्पलीफायरों के अनुप्रयोग (Applications of direct-coupled amplifiers):

- औद्योगिक इलेक्ट्रॉनिक अनुप्रयोगों (DC एम्पलीफायरों) में DC नियंत्रण वोल्टेज के प्रवर्धन के लिए।
- ऑडियो-एम्पलीफायर के इनपुट चरणों में 0Hz तक अच्छी निम्न आवृत्ति प्रतिक्रिया के लिए।
- कुछ अनुप्रयोगों में सीधे युग्मन का उपयोग सिर्फ इकॉनमी के लिए किया जाता है क्योंकि यह विधि कपलिंग कैपेसिटर की आवश्यकता को समाप्त कर देती है।
- डायरेक्ट कपलिंग का उपयोग पूरक-समरूपता के रूप में ज्ञात सर्किट में किया जाता है जो PNP और PNP ट्रांजिस्टर का उपयोग करते हैं।

कम्प्लेमेट्री सिमिट्री कॉन्फ़िगरेशन पर आगे के पाठों में चर्चा की गई है।

डायरेक्ट कपलिंग की हानि (Disadvantages of Direct coupling):

- एम्पलीफायरों के प्रत्येक क्रमिक चरण को उत्तरोत्तर उच्च आपूर्ति वोल्टेज की आवश्यकता होती है। (Fig 3 में Q_1 और Q_2 का (V_{CC})
- ट्रांजिस्टर की V_{BE} की विशेषताएँ तापमान के साथ बदलती हैं। यह कलेक्टर धाराओं और वोल्टेज को बदलने का कारण बनता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

RC, LC ट्रांसफार्मर युग्मन (RC, LC Transformer Coupling)

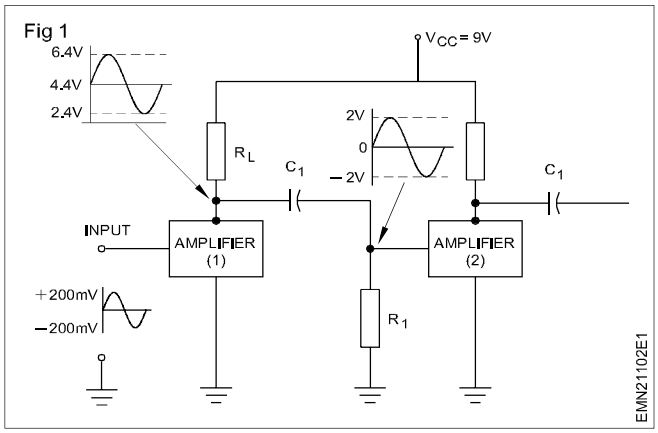
उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **एम्पलीफायर की आवृत्ति प्रतिक्रिया पर कपलिंग कैपेसिटर के प्रभाव की व्याख्या करना**
- **LC कपलिंग इसके लाभ हानि और अनुप्रयोगों की व्याख्या करना**
- **ट्रांसफॉर्मर कपलिंग की व्याख्या करना**

कपलिंग की बहुत लोकप्रिय विधि को रेजिस्टेंस कैपेसिटेंस (RC) कपलिंग के रूप में जाना जाता है। इस प्रकार के कपलिंग का उपयोग करने वाले एम्पलीफायरों को RC युग्मित एम्पलीफायर कहा जाता है।

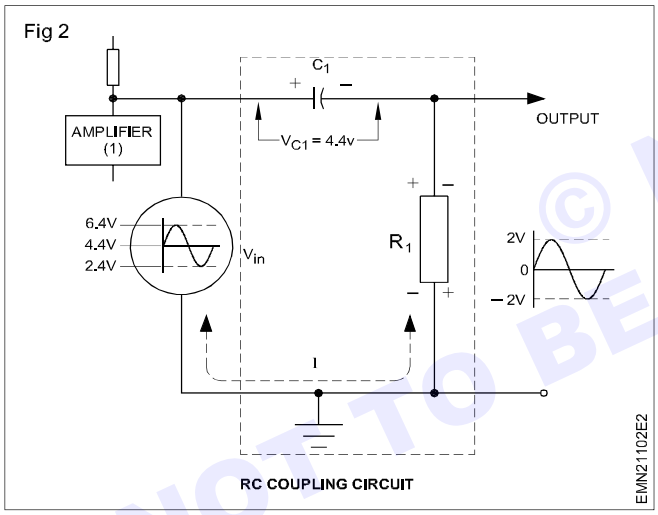
प्रतिरोध - संधारित्र (RC) युग्मन [Resistance - capacitance (RC) coupling]:

Fig 1 में एम्पलीफायर चरणों के बीच RC युग्मन की विधि दिखायी गयी है।



एम्पलीफायर-1 का आउटपुट C_1R_1 कपलिंग सर्किट के माध्यम से एम्पलीफायर-2 के इनपुट को भेजा जाता है। DC अवयव को कैसे अवरुद्ध किया जाता है और केवल AC सिग्नल विविधताओं को अगले एम्पलीफायर पर कैसे पारित किया जाता है इसका विश्लेषण करने के लिए C_1R_1 युग्मन को Fig 2 में अलग से दिखाया गया है।

Fig 2 में V_{in} एम्पलीफायर (A_1 के आउटपुट पर) का आउटपुट होता है और R_1C_1 द्वारा गठित कपलिंग सर्किट का इनपुट भी होता है। Fig 2 में V_{in} के मान हैं:



औसत DC वोल्टेज स्तर	= 4.4 V
AC भिन्नता लगभग 4.4 V	= ±2 V
अधिकतम तात्क्षणिक मान	= 6.4 V
न्यूनतम तात्कालिक मान	= -2.4 V

इनपुट AC सिग्नल के बिना संधारित्र को 4.4 V के DC स्तर पर चार्ज किया जाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। चूँकि सभी वोल्टेज C_1 के अक्रॉस होता है ग्राउंड के संबंध में R_1 के अक्रॉस वोल्टेज शून्य होता है। इसे आउटपुट टर्मिनलों पर x अक्ष संदर्भ के रूप में दिखाया गया है।

जब V_{in} 6.4V तक बढ़ जाता है तो C_1 4.4 V से ऊपर और +6.4V के अधिकतम तात्क्षणिक मान तक चार्ज हो जाता है। R_1 के माध्यम से चार्जिंग करंट R_1 के अक्रॉस एक धनात्मक वोल्टेज ड्रॉप उत्पन्न करता है। 4.4V से 6.4V के बीच V_{in} के सभी परिवर्तन R_1 में 2 वोल्ट का +ve आधा चक्र प्रदान करते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

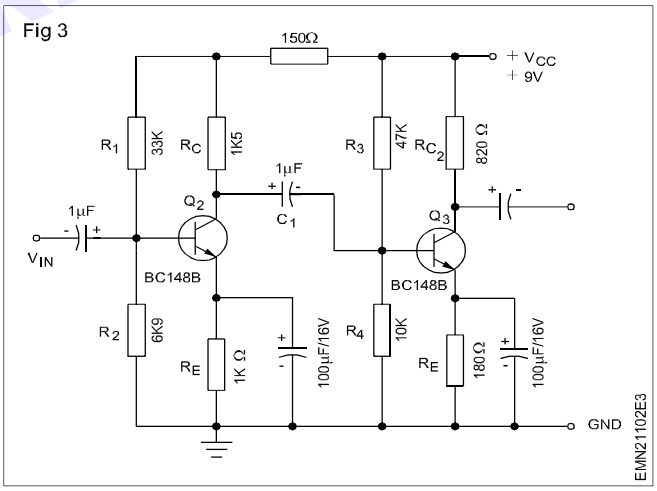
जब V_{in} 4.4 V से नीचे कम होता है तो C_1 डिस्चार्ज होता है। R_1 के माध्यम से डिस्चार्ज करंट R_1 के अक्रॉस ऋणात्मक वोल्टेज प्रोडूस करता है। 4.4 V और 2.4 V के बीच V_{in} के सभी परिवर्तन R_1 में एक निगेटिव हॉफ साइकल प्रदान करते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

इसलिए Fig 2 से यह देखा जा सकता है कि R_1 में वोल्टेज केवल R_1C_1 नेटवर्क के इनपुट पर 4.4V के DC मान पर होने वाले परिवर्तनों के परिमाण के बराबर होता है। DC 4.4V R_1C_1 नेटवर्क के कैपेसिटर C_1 पर अवरुद्ध है इसलिए R_1C_1 नेटवर्क का उपलब्ध आउटपुट या अगले चरण के एम्पलीफायर के लिए इनपुट (Fig 1 में एम्पलीफायर 2) एम्पलीफायर 1 के कलेक्टर पर AC सिग्नल के केवल ± भिन्न रूप हैं।

यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि इनपुट सिग्नल की आवृत्ति ऐसी है कि R_1 की तुलना में X_{C1} की कैपेसिटिव रिएक्टेंस बहुत कम है। वैकल्पिक रूप से C_1 का मान इतना अधिक होना चाहिए कि इनपुट सिग्नल फ्रीक्वेंसी रेंज के लिए R_1 की तुलना में X_{C1} नगण्य हो। अन्यथा AC सिग्नल का एक बड़ा हिस्सा X_{C1} के अक्रॉस ड्राप कर दिया जाता है न कि R_1 के अक्रॉस। यदि ऐसा है तो अगले एम्पलीफायर चरण (A_2) का इनपुट पिछले चरण (A_1) के आउटपुट से बहुत कम होगा।

RC कपलिंग लगभग सभी A.F एम्पलीफायरों में युग्मन की एक बहुत लोकप्रिय विधि है। Fig 3 में दो चरणों वाला RC युग्मित प्रवर्धक दिखाया गया है।

RC कपलिंग में चूंकि कलेक्टर Q_2 पर DC वोल्टेज कैपेसिटर C_1 द्वारा अवरुद्ध है ट्रांजिस्टर Q_3 को प्रतिरोधों R_3 और R_4 का उपयोग करके अलग DC बायस वोल्टेज दिया जाता है। R_3 और R_4 Fig 3 में Q_2 के आधार पर 1.5 V का DC बायस वोल्टेज प्रदान करते हैं।



RC-एम्पलीफायरों की आवृत्ति-प्रतिक्रिया(Frequency-response of RC-amplifiers)

Fig 4 में एक विशिष्ट प्रत्यक्ष युग्मित और RC युग्मित एम्पलीफायरों की आवृत्ति-लाभ प्रतिक्रियाओं को दर्शाया गया है।

Fig 4a में दिखाए गए प्रत्यक्ष-युग्मित एम्पलीफायर की आवृत्ति प्रतिक्रिया वक्र में प्रतिक्रिया लगभग 0Hz से ऊपरी कट-ऑफ आवृत्ति तक एक फ्लैट होती है। अप्रत्यक्ष युग्मित एम्पलीफायरों की ऊपरी कट-ऑफ आवृत्ति या तो सर्किट के पैरासिटिक कैपेसिटेंस या उपयोग की गई सक्रिय डिवाइस

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

(ट्रांजिस्टर) के लाभ की निर्भरता से निर्धारित होती है। यहाँ निम्न कट-ऑफ फ्रीक्वेंसी नहीं होती है क्योंकि निम्न फ्रीक्वेंसी पर लाभ में कमी लाने के लिए कोई कपलिंग कैपेसिटर नहीं होता है।

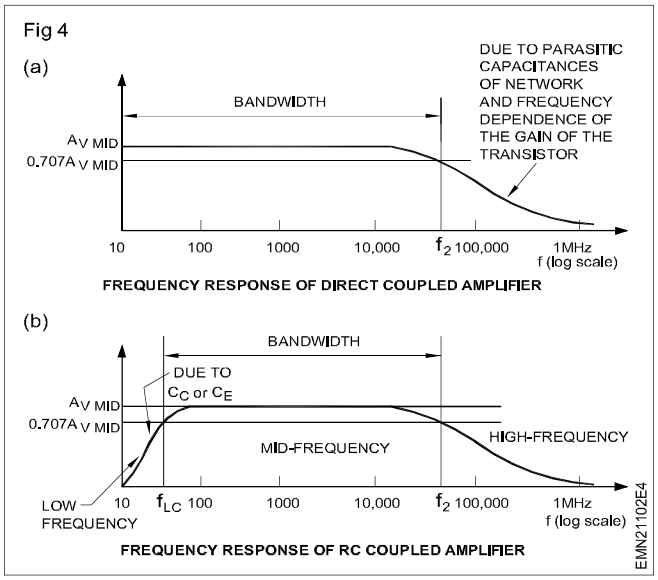


Fig 4b में दिखाए गए RC-युग्मित एम्पलीफायर की आवृत्ति-प्रतिक्रिया वक्र में निम्न आवृत्तियों पर लाभ में गिरावट होती है। यह कपलिंग कैपेसिटर C_1 की बढ़ी हुई प्रतिक्रिया के कारण होता है। RC युग्मित एम्पलीफायरों में ऊपरी आवृत्ति सीमा फिर से सर्किट के पैरासिटिक कैपेसिटेंस और सक्रिय डिवाइस (ट्रांजिस्टर) के लाभ की आवृत्ति निर्भरता द्वारा निर्धारित की जाती है।

Fig 3 में RC युग्मित प्रवर्धक परिपथ में ट्रांजिस्टर Q_2 और Q_3 के बीच RC युग्मन के कारण प्रवर्धक का 3db निम्न आवृत्ति कट-ऑफ f_{LC} द्वारा दिया गया है

$$f_{LC} = \frac{1}{2\pi(R_c + R_{in})C_c}$$

जहाँ,

R_C ,Q_2 का संग्राहक प्रतिरोधक है

R_{in} ,Q_3 की इनपुट प्रतिबाधा है

C_C वैल्यू कपलिंग कैपेसिटर C_1 है जिसका उपयोग Q_2 और Q_3 के बीच किया जाता है।

Z_{in} or R_{in} of $Q_3 = R_3 \parallel R_4 \parallel \beta_{Q3} r'_{e(Q3)} \approx \beta_{Q3}\, r'_{e(Q3)}$

$$r'_{e2} = \frac{25mV}{I_{E(Q3)}} = \frac{25mV}{5mA} = 5\Omega$$

If β_{dc} of $Q_3 = 100$

तव,

$\beta_{Q3}.\ r'_{e(Q3)} = 500\Omega$

इसलिए,

$$FLC = \frac{}{2\pi(1K5+500\Omega)x10^{-6}} \approx 80 \text{ Hertz.}$$

ट्रांजिस्टर के पिछली इकाई देखें जहां आवृत्ति प्रतिक्रिया पर कपलिंग और बाईपास कैपेसिटर के प्रभाव पर चर्चा की गई है।

कपलिंग कैपेसिटर द्वारा लगाए गए निम्न आवृत्तियों पर निम्न लाभ RC युग्मित एम्पलीफायरों की प्रमुख हानि है। हालांकि एम्पलीफायर चरणों के RC युग्मन DC युग्मित एम्पलीफायरों से जुड़े हानि को दूर करते हैं जैसे उत्तरोत्तर उच्च आपूर्ति वोल्टेज की आवश्यकता और DC आपूर्ति में परिवर्तन जिसके परिणामस्वरूप एम्पलीफायर आउटपुट में अवांछनीय परिवर्तन होते हैं।

LC युग्मन या प्रतिबाधा युग्मन [LC coupling or Impedance coupling]:

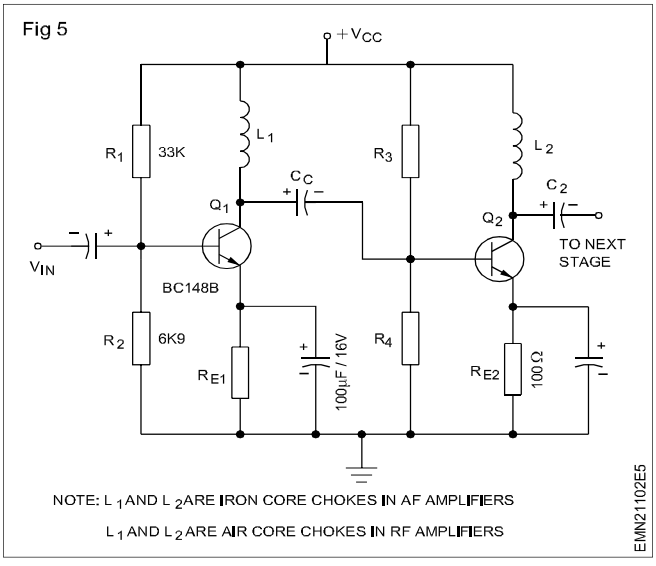
Fig 5 में एक इन्डक्टेंस-कैपेसिटेंस (LC) युग्मित एम्पलीफायर दिखाया गया है जिसमें एक अवरोधक के बजाय एम्पलीफायर के कलेक्टर लोड के रूप में एक इन्डक्टेंस का उपयोग किया जाता है। हालाँकि DC वोल्टेज को ब्लॉक करने के लिए C_C की अभी भी आवश्यकता होती है।

आयरन कोर चोक L_1 और L_2 का उपयोग AF एम्पलीफायरों में किया जाता है जबकि एयर-कोर चोक का उपयोग उच्च आवृत्ति (HF) एम्पलीफायरों में किया जाता है।

संग्राहक में चोक का उपयोग करने का लाभ इसका निम्न DC प्रतिरोध और उच्च AC प्रतिबाधा है। कम DC प्रतिरोध का परिणाम छोटे I_R ड्रॉप में होता है जो ट्रांजिस्टर एम्पलीफायर के कलेक्टर पर अधिकांश V_{CC} उपलब्ध होने की अनुमति देता है। सिग्नल के लिए उच्च AC प्रतिबाधा उच्च लाभ में परिणत होती है।

LC युग्मन की हानि हैं,

- AF एम्पलीफायरों के लिए उपयुक्त इन्डक्टेंस वैल्यू चोक का भौतिक आकार भारी होगा और बड़ी जगह घेरता है।



- चूंकि इंडक्टर की प्रतिबाधा आवृत्ति (X_L = 2pfL) के साथ बदलता रहता है LC एम्पलीफायरों में समान आवृत्ति प्रतिक्रिया नहीं होती है।
- RC कपलिंग की तुलना में LC कपलिंग महंगी होती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

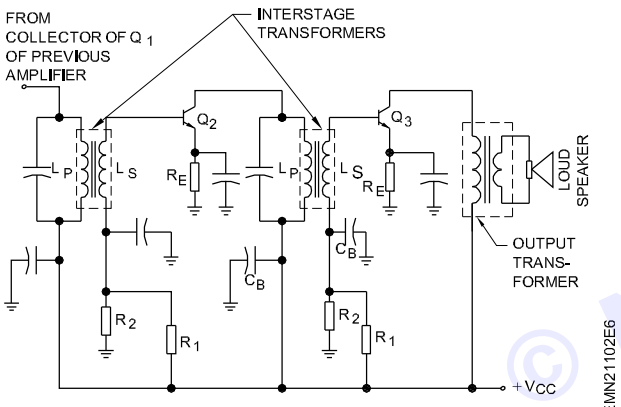
हालांकि AF एम्पलीफायरों में LC कपलिंग का उपयोग शायद ही कभी किया जाता है LC कपलिंग का व्यापक रूप से और हमेशा रेडियो फ्रीक्वेंसी एम्पलीफायरों (RF) में उपयोग किया जाता है जिसमें कुछ सौ KHz से अधिक आवृत्तियों का उपयोग किया जाता है। ऐसी उच्च आवृत्तियों पर L का भौतिक आकार बहुत छोटा होगा।

ट्रांसफार्मर युग्मन (Transformer coupling):

Fig 6 में एक ट्रांसफार्मर-युग्मित प्रवर्धक दिखाया गया है।

ट्रांसफार्मर की प्राथमिक वाइंडिंग LP एम्पलीफायर के लिए LC या प्रतिबाधा युग्मन के रूप में आवश्यक लोड प्रतिबाधा प्रदान करता है। LP में AC सिग्नल करंट ट्रांसफॉर्मर एक्शन द्वारा L_s में सिग्नल वोल्टेज को प्रेरित करता है। चूँकि L_s एक पृथक वाइंडिंग है प्राथमिक वोल्टेज और करंट के DC घटक को L_s और अगले एम्पलीफायर चरण में स्थानांतरित नहीं किया जाता है

Fig 6



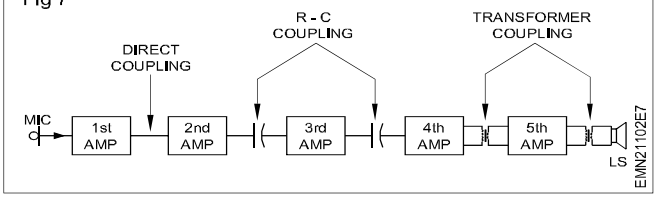
प्रतिरोधों R_1 और R_2 ट्रांजिस्टर के लिए आवश्यक DC बायस प्रदान करते हैं। बाईपास कैपेसिटर CB प्रत्येक प्राथमिक और द्वितीयक वाइंडिंग के ग्राउंड पर AC ग्राउंड प्रदान करता है। इसलिए AC सिग्नल केवल ट्रांसफॉर्मर क्रिया के माध्यम से एक चरण से बाद के चरण में स्थानांतरित हो जाते हैं।

ऑडियो एम्पलीफायरों में ट्रांसफार्मर कपलिंग का उपयोग दो एम्पलीफायर चरणों के बीच या लाउड स्पीकर को चलाने के लिए अंतिम चरण में किया जा सकता है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है। ऑडियो आउटपुट ट्रांसफार्मर आमतौर पर स्पीकर के निम्न प्रतिबाधा मानों (4 से 16W) से मिलान करने के लिए वोल्टेज स्टेप-डाउन होते हैं।

ट्रांसफार्मर-इंपीडेंस मैचिंग को ठीक से याद करें।

ट्रांसफॉर्मर-युग्मित ऑडियो एम्पलीफायरों का एक समय में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता था। उनके भारीपन और उच्च लागत के कारण वे करंट समय के ऑडियो एम्पलीफायरों में कम बार उपयोग किए जाते हैं। हालाँकि ट्रांसफॉर्मर कपलिंग का उपयोग अभी भी रेडियो फ्रीक्वेंसी एम्पलीफायरों जैसे रेडियो रिसीवर, TV रिसीवर, आदि में बड़े पैमाने पर किया जाता है।

Fig 7



इन उच्च आवृत्तियों पर ट्रांसफॉर्मर का आकार और लागत निम्न और कम खर्चीली होगी।

एक से अधिक विधियों का उपयोग करके युग्मन [Coupling using more than one method]:

जब कई एम्पलीफायर चरणों को बड़े लाभ प्राप्त करने के लिए कैस्केड किया जाता है तो प्रत्येक विधि का सर्वोत्तम प्राप्त करने के लिए युग्मन के एक या अधिक तरीकों को जोड़ा जा सकता है जैसा Fig 7 में दिखाया गया है।

पहले दो चरणों के बीच सीधे युग्मन और दूसरे और तीसरे चरण के बीच RC युग्मन का उपयोग करते हुए एक व्यावहारिक 3-चरण प्रवर्धक Fig 8 में दिखाया गया है। इस प्रवर्धक का उपयोग माइक्रोफ़ोन जैसे ट्रांसड्यूस से आने वाले कमजोर संकेतों को बढ़ाने के लिए किया जा सकता है।

क्लास रूम में चर्चा के लिए बिंदु;

1 प्रत्येक चरण का वोल्टेज गेन और कैस्केड एम्पलीफायर का समग्र लाभ (मान लें कि प्रत्येक ट्रांजिस्टर का β_{dc} 100 के रूप में)।

2 RC युग्मन के कारण निम्न आवृत्ति 3db कट ऑफ (f_{LC})।

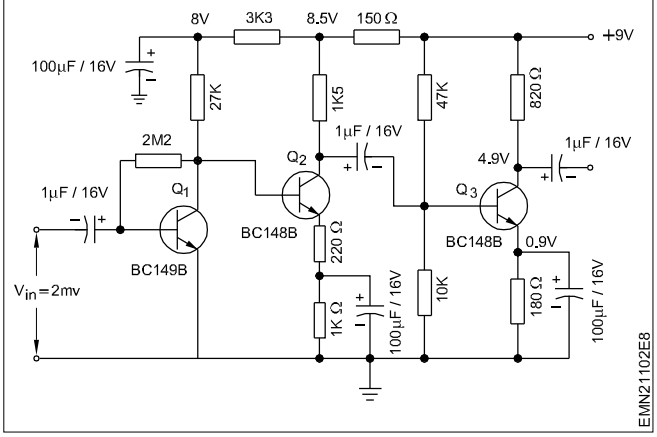
3 पहले प्रवर्धक चरण में प्रत्यक्ष युग्मन का लाभ।

4 पहले प्रवर्धक चरण में सेल्फ-बायसिंग का लाभ।

5 Q_2 के लिए डिवाइडर-बायसिंग का अभाव।

6 Q_1 ,Q_2 और Q_3 के संग्राहक प्रतिरोधों के शीर्ष सिरे पर V_{CC} स्तर।

Fig 8



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

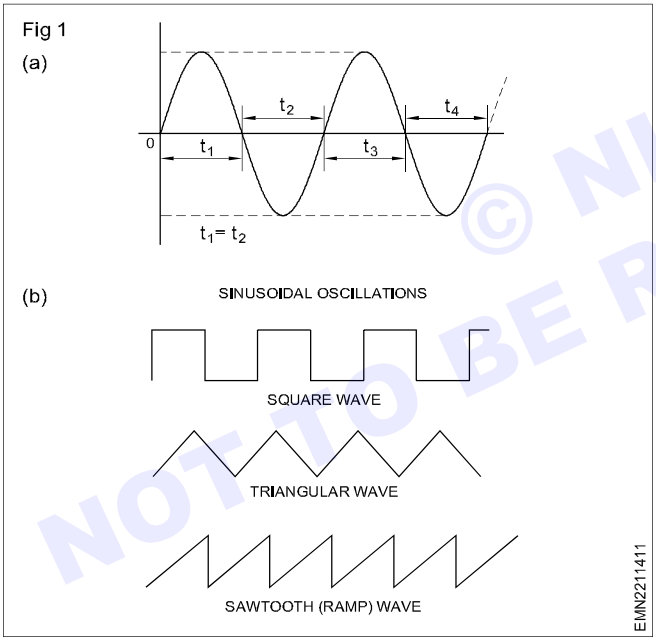
दोलक (Oscillators)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:

- **दोलित्र का कार्य बताना**
- **दोलक के दो मुख्य वर्गीकरणों के नाम बताना**
- **टैंक परिपथ में दोलन के सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **बार्क हॉसन पैरामीटर बताना**
- **ऑसिलेटर के लिए बेसिक आवश्यकताओं की सूची बनाना**
- **सर्किट की मदद से पैरेलल-फेड हार्टले ऑसिलेटर की कार्यप्रणाली की व्याख्या करना**
- **L & C के दिए गए मानों के लिए दोलनों की आवृत्ति की गणना करना**

दोलक (Oscillators):

एक दोलक वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए एक सर्किट होता है जो समय के साथ नियमित रूप से भिन्न होता है। ऑसिलेटर्स के आउटपुट वेव फॉर्म समय के बराबर लगातार अंतराल में दोहराए जाते हैं जैसा कि Fig 1a और Fig 1b में दिखाया गया है।



ऑसिलेटर का आउटपुट वेव-फॉर्म साइनसोइडल होता है जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है। ऐसे ऑसिलेटर्स को **साइन वेव ऑसिलेटर्स** या **हार्मोनिक ऑसिलेटर्स** के रूप में जाना जाता है।

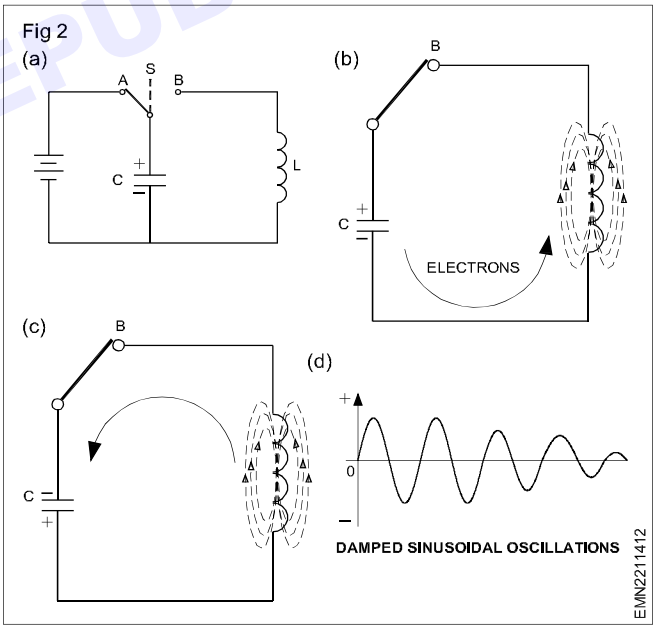
ऑसिलेटर्स का आउटपुट चौकोर त्रिकोणीय या सॉटूथ वेवफॉर्म होता है जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है। ऐसे ऑसिलेटर्स को **नॉन-साइनसॉइडल ऑसिलेटर्स** या **रिलैक्सेशन ऑसिलेटर्स** के रूप में जाना जाता है।

साइनसोइडल या हार्मोनिक दोलनों का सिद्धांत (Principle of sinusoidal or harmonic oscillations):

Fig 2a में एक समांतर LC अनुनाद सर्किट के रूप में समानांतर में जुड़ा एक इंडक्टर और एक संधारित्र दिखाया गया है। एक समानांतर LC सर्किट को ट्यून्ड सर्किट या टैंक सर्किट के रूप में भी जाना जाता है।

Fig 2a में जब स्विच S को स्थिति A में रखा जाता है तो संधारित्र आवेशित हो जाता है और नीचे की प्लेट ऋणात्मक और शीर्ष प्लेट धनात्मक होती है। इसका मतलब है ऊर्जा एक विद्त आवेश के रूप में संधारित्र में संग्रहित होती है।

जब स्विच S को स्थिति B में रखा जाता है जैसा कि Fig 2b में दिखाया गया है संधारित्र L के चारों ओर एक विस्तारित चुंबकीय क्षेत्र बनाते हुए इंडक्टर के माध्यम से निर्वहन करना शुरू कर देता है। चूंकि इंडक्टर में धारा में किसी भी अचानक परिवर्तन का विरोध करने का गुण होता है इसके माध्यम से धारा धीरे-धीरे बनती है।



एक बार जब संधारित्र पूरी तरह से डिस्चार्ज हो जाता है तो L के आसपास का चुंबकीय क्षेत्र ढहने लगता है। ढहने वाला चुंबकीय क्षेत्र L में एक वोल्टेज (बैक-EMF) को प्रेरित करता है। यह बैक EMF एल के माध्यम से इलेक्ट्रॉन प्रवाह को उसी दिशा में बनाए रखता है जिसमे सी निर्वहन कर रहा था। इसलिए इंडक्टर में यह बैक EMF संधारित्र को विपरीत ध्रुवता के साथ चार्ज करना शुरू कर देता है जैसा कि Fig 2c में दिखाया गया है। चुंबकीय क्षेत्र के पूरी तरह से ढह जाने के बाद C विपरीत दिशा में आवेशित हो जाता है जैसा कि Fig 2c में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

फिर कैपेसिटर C इंडक्टर के माध्यम से विपरीत दिशा में डिस्चार्ज होता है। L के चारों ओर एक विस्तारित चुंबकीय क्षेत्र दिखाई देता है लेकिन विपरीत दिशा में।

यह प्रक्रिया आगे और पीछे चलती रहती है जिससे इलेक्ट्रॉन ट्यूंड टैंक सर्किट में दोलन करते हैं। यदि इंडक्टर आदर्श (शून्य प्रतिरोध) और संधारित्र पूरी तरह से हानि रहित है तो यह प्रक्रिया अनिश्चित काल तक और Fig 1a में दिखाए गए निरंतर साइनसोइडल तरंग के परिणामस्वरूप होता जारी रहती है हालांकि एक व्यावहारिक इंडक्टर में प्रतिरोध और परिणामी I^2R (ऊष्मा हानि) के कारण संधारित्र में हानि के कारण दोलन का आयाम धीरे-धीरे (अवमंदित) कम हो जाता है और अंततः दोलन समाप्त हो जाते हैं जैसा कि Fig 2d में दिखाया गया है।

अनुनाद आवृत्ति द्वारा उत्पादित दोलन की आवृत्ति द्वारा दिया जाता है

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

निरंतर दोलनों के लिए टैंक सर्किट में हानि को कम करना (Overcoming losses in tank circuit for sustained oscillations):

दोलनों के अवमंदन से बचने के लिए जब परिपथ में डाली गई ऊर्जा का उपयोग हो चुका हो तो संधारित्र को फिर से चार्ज करके अधिक ऊर्जा की आपूर्ति करना आवश्यक होता है। जैसा कि Fig 2a में दिखाया गया है S को उचित समय पर A और B के बीच स्विच करके दोलनों को बनाए रखा जा सकता है इस प्रकार निरंतर आयाम और आवृत्ति के साइनसोइडल तरंग को प्राप्त किया जा सकता है।

Fig 4 में एक ट्रांजिस्टर प्रवर्धक इस तरह से जोड़ा गया है कि यह बिना किसी बाहरी संकेत की आवश्यकता के बिना अवमंदित दोलनों का कारण बनेगा। ऐसे सर्किट को ऑसिलेटर के रूप में जाना जाता है।

Fig 3

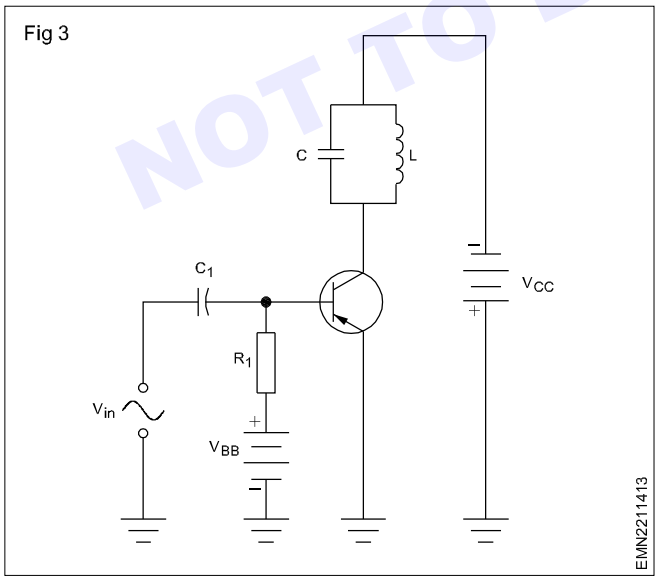
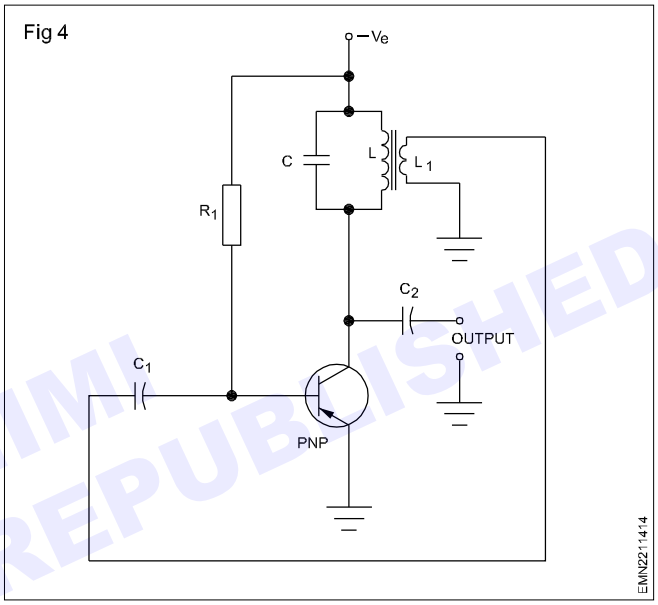


Fig 4 में ऑसिलेटर सर्किट को टिकलर-कॉइल ऑसिलेटर के रूप में जाना जाता है। यहाँ L_1 को आगमनात्मक रूप से L से जोड़ा गया है। जब बिजली को पहली बार सर्किट में स्विच किया जाता है तो ट्रांजिस्टर में करंट प्रवाहित होता है। चूंकि L के माध्यम से धारा प्रवाहित होती है यह L_1 में एक वोल्टेज को प्रेरित करती है जो ट्रांजिस्टर के आधार से जुड़ा होता है और प्रवर्धित होता है। यदि फीडबैक वोल्टेज का चरण सहायता करता है तो संग्राहक धारा में वृद्धि होती है। यह क्रिया एक बड़े करंट पल्स का निर्माण करती है जो LC टैंक को दोलनों में उत्तेजित करती है। L_1 द्वारा ट्रांजिस्टर के आधार को दिया गया संकेत उसी आवृत्ति की एक साइन तरंग है जो LC सर्किट में और दोलनों को बनाए रखने के लिए उचित चरण में होती है। आधार में प्रेरित संकेत इस प्रकार दोलक के लिए एक बाहरी इनपुट की आवश्यकता को समाप्त कर देता है और LC टैंक तब तक दोलन करता रहेगा जब तक सर्किट में DC शक्ति ऑन रहती है।

Fig 4 में दोलनों को बनाए रखने (चलते रहने) के लिए उचित चरण में एम्पलीफायर को दी गई फीडबैक को पॉजिटिव फीडबैक या **रिजेनेरटिव फीडबैक** के रूप में संदर्भित किया जाता है।

Fig 4



बार्क हॉसन पैरामीटर (BARKHAUSEN CRITERION):

एक प्रवर्धक के अपने आप दोलन करने के लिए गणितीय विश्लेषण नीचे दिया गया है:

- Fig 4 में दिखाए गए एम्पलीफायर में मान लें कि एम्पलीफायर का लाभ A है और फीडबैक कारक Aβ है। यदि Aβ का गुणनफल 1 (Aβ< 1) से कम है तो आउटपुट सिग्नल अवमंदित दोलन होगा जो Fig 5a में दिखाए गए अनुसार समाप्त हो जाएगा।
- यदि Aβ> 1 हो तो आउटपुट वोल्टेज बढ़ता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है। ऐसे दोलन बढ़ते हुए दोलन कहलाते हैं।
- यदि Aβ= 1 दोलनों का आउटपुट आयाम स्थिर रहता है जैसा कि Fig 5c में है।

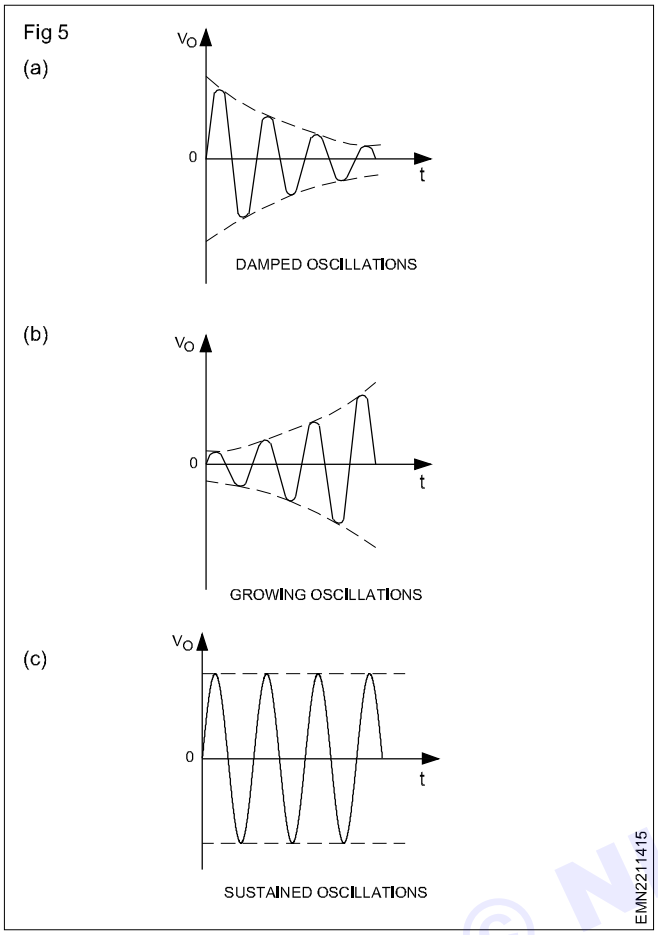
$$A_f = \frac{A}{1 - A\beta}$$

जब फीडबैक पॉजिटिव (पुनर्योजी) होती है तो फीडबैक (A_f) के साथ एम्पलीफायर का समग्र लाभ दिया जाता है

जब Aβ = 1 समीकरण का हर शून्य होगा और इसलिए A_f = अनंत होगा। गेन इनफिनिटी बनने का मतलब है बिना किसी इनपुट के आउटपुट

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

है। यानी एम्पलीफायर एक ऑसिलेटर बन जाता है। यह स्थिति Aβ = 1 **दोलनों के लिए बार्क हॉसन पैरामीटर** के रूप में जानी जाती है।



संक्षेप में एक ऑसिलेटर के लिए बेसिक आवश्यकताएं हैं;

1 एक स्थिर DC पावर सप्लाई स्रोत

2 एक प्रवर्धक

3 आउटपुट से इनपुट तक पुनर्योजी (धनात्मक) फीडबैक

4 दोलनों की आवृत्ति निर्धारित करने के लिए एक LC टैंक सर्किट।

ऑसिलेटर के लिए प्रारंभिक संकेत (Starting signal for oscillators):

जैसा कि ऊपर चर्चा की गई है एक बार एम्पलीफायर को धनात्मक फीडबैक देने के बाद एक ऑसिलेटर एक इनपुट सिग्नल के बिना वैकल्पिक आउटपुट वोल्टेज देता है। लेकिन एक व्यावहारिक ऑसिलेटर सर्किट में दोलन शुरू करने के लिए कोई शुरुआती इनपुट सिग्नल नहीं दिया जाता है। हालाँकि ऑसिलेटर सर्किट पर स्विच करते समय एक ऑसिलेटर का शुरुआती संकेत शोर वोल्टेज द्वारा उत्पन्न होता है। सर्किट में प्रयुक्त प्रतिरोधों में इलेक्ट्रॉनों की यादृच्छिक गति के कारण ऐसे शोर वोल्टेज उत्पन्न होते हैं।

शोर वोल्टेज में छोटे आयाम की लगभग सभी साइनसोइडल आवृत्तियाँ होती हैं। हालाँकि यह प्रवर्धित हो जाता है और आउटपुट टर्मिनलों पर दिखाई देता है। प्रवर्धित शोर जब फीडबैक नेटवर्क चलाता है तो एक अनुनाद टैंक सर्किट है। इस समस्वरित टैंक परिपथ के कारण फीडबैक वोल्टेज Aβ एक विशेष आवृत्ति f_r पर अधिकतम होता है जो दोलनों की आवृत्ति होगी। इसके अलावा धनात्मक फीडबैक के लिए आवश्यक फेज डिफरेंस केवल इस आवृत्ति के लिए सही होते है। इस प्रकार हालांकि शोर वोल्टेज में कई आवृत्ति घटक होते हैं ऑसिलेटर के आउटपुट में टैंक सर्किट की अनुनाद आवृत्ति के लिए एक साइनसोइडल आवृत्ति शामिल होती है।

संक्षेप में दोलनों के साथ स्टार्ट करने और दोलनों को बनाए रखने के लिए एक दोलक परिपथ की निम्नलिखित आवश्यकताएं हैं;

– पॉजिटिव फीडबैक होनी चाहिए।

– प्रारंभ में लूप गेन उत्पाद A > 1 होना चाहिए।

– सर्किट के दोलन शुरू होने के बाद लूप गेन उत्पाद Aβ को 1 तक कम करना चाहिए और 1 पर रहना चाहिए।

हार्टले ऑसिलेटर (Hartley Oscillator):

सबसे सरल साइनसोइडल ऑसिलेटर्स में से एक हार्टले ऑसिलेटर है जिसे Fig 6a और 6b में दिखाया गया है।

Fig 6a में एक सीरीज-फेड हार्टले ऑक्सीलेटर दिखाया गया है। यह सर्किट Fig 4 में दिखाए गए टिकर-कॉइल ऑसिलेटर के समान होता है लेकिन टिकर सर्किट कॉइल L_1 भौतिक रूप से L से जुड़ा होता है और इसलिए यह L का एक हिस्सा (एक ऑटो-ट्रांसफार्मर की तरह) होता है। इस दोलक को सीरीज-फेड जाता है क्योंकि उच्च आवृत्ति दोलन उत्पन्न होते हैं और DC पथ उसी तरह होते हैं जैसे वे एक श्रृंखला सर्किट में होंगे। दोलनों की खराब स्थिरता के कारण सीरीज-फेड हार्टले ऑसिलेटर्स को पसंद नहीं किया जाता है।

Fig 6b समानांतर-फेड हार्टले ऑसिलेटर है जो आमतौर पर रेडियो रिसीवर में उपयोग किया जाता है। समानांतर-फेड हार्टले ऑसिलेटर्स दोलनों की अपनी उच्च स्थिरता के लिए जाने जाते हैं।

Fig 6b में सर्किट वास्तव में निरंतर दोलनों के लिए धनात्मक (पुनर्योजी) फीडबैक के साथ एक एम्पलीफायर होता है। कैपेसिटर C_2 और इंडक्टर L_2 कलेक्टर से ग्राउंड सर्किट में R_F करंट के लिए पाथ बनाते हैं।

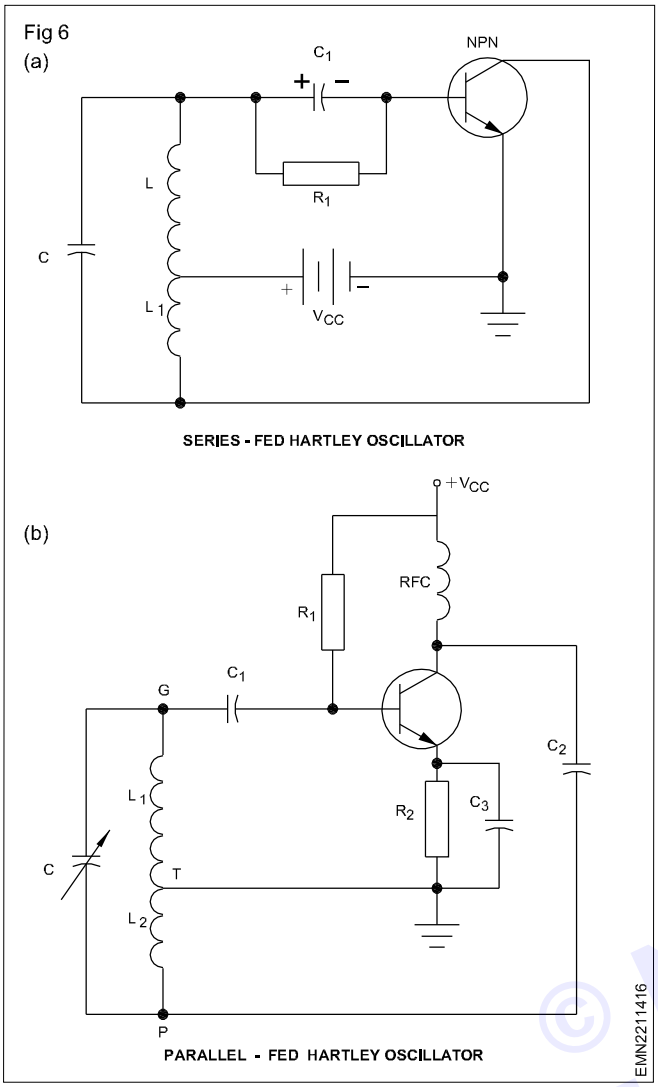
L_2 के माध्यम से RF करंट उचित चरण में L_1 में वोल्टेज को प्रेरित करता है और दोलनों को बनाए रखने के लिए आयाम देता है।

L_1 और L_2 के जंक्शन पर टैप की स्थिति निर्धारित करती है कि बेस सर्किट को कितना सिग्नल वापस भेजा जाता है।

कैपेसिटर सी और इंडिकेटर्स $L_1 + L_2$ ऑसिलेटर का रजोनैंट टैंक सर्किट बनाता है जो दोलनों की आवृत्ति निर्धारित करता है। कैपेसिटर C को ऑसिलेटर को विभिन्न आवृत्तियों पर ट्यून करने के लिए एक वेरिएबल कैपेसिटर के रूप में बनाया जा सकता है। C_1 और R_1 ,RC सर्किट बनाते हैं जो आधार पर बायस वोल्टेज विकसित करता है।

कलेक्टर पर RF चोक उच्च आवृत्ति AC सिग्नल को V_{CC} आपूर्ति से बाहर रखता है। सस्ते दोलक परिपथों में RF चोक को हटा दिया जाता है और एक प्रतिरोधक द्वारा बदल दिया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



एमिटर में जुड़ा रजिस्टर R_2 DC स्थिरीकरण प्रदान करता है। AC अध: पतन(डिजनरेशन) को रोकने के लिए R_2 को C_3 द्वारा बाईपास किया जाता है।

हार्टले ऑसिलेटर कॉइल के तीन कनेक्शन होते हैं। ये आमतौर पर कॉइल पर कोडित होते हैं। यदि नहीं हैं तो आम तौर पर प्रतिरोध जांच द्वारा उनकी पहचान करना संभव है। टेप T और P के बीच का प्रतिरोध जैसा कि Fig 6b में दिखाया गया है T और G के बीच के प्रतिरोध की तुलना में कम है। यदि कॉइल कनेक्शन ठीक से नहीं किए गए हैं तो ऑसिलेटर कार्य नहीं करेगा।

दोलन आवृत्ति की जाँच करना (Checking Oscillator Frequency):

$L_{(L = L1 + L2)}$ और C के मान सूत्र का उपयोग करके एक दोलक की आवृत्ति की गणना की जा सकती है

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

जहाँ, f हर्ट्ज़ में L हेनरी में और C फैरड में होता है।

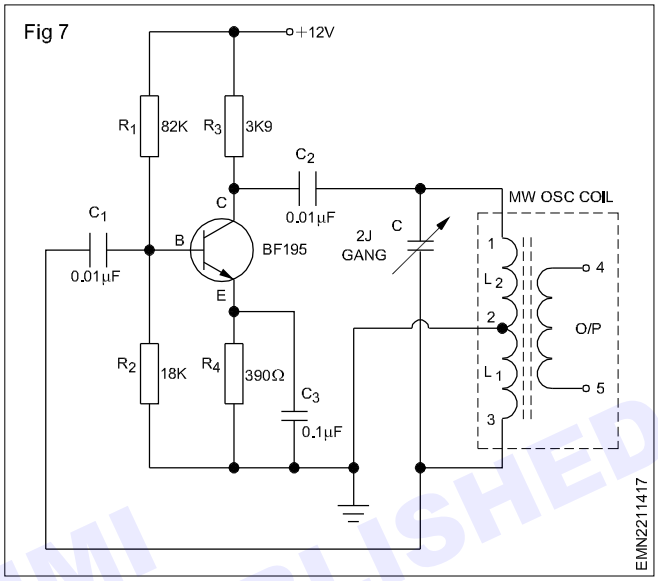
दोलक की आवृत्ति दो प्रकार से मापी जा सकती है

- डायरेक्ट रीड-आउट फ़्रीक्वेंसी मीटर का उपयोग करके जिसे फ़्रीक्वेंसी काउंटर के रूप में भी जाना जाता है जो सबसे सटीक लोकप्रिय और उपयोग में आसान होता है।
- तरंग-रूप की अवधि को मापने के लिए एक अंशांकित समय आधार के साथ एक ऑसिलोस्कोप का उपयोग करना। मापी गयी अवधि से, T आवृत्ति की गणना सूत्र का उपयोग करके की जाती है

$$f = \frac{1}{t}$$

जहाँ, f आवृत्ति Hz में है और t समयावधि सेकंड में है।

L के रूप में मध्यम-तरंग ऑसिलेटर कॉइल का उपयोग कर एक प्रैक्टिकल हार्टले ऑसिलेटर सर्किट Fig 7 में दिखाया गया है।



L के लिए मीडियम वेव ऑसिलेटर कॉइल का उपयोग करने का लाभ यह है कि आउटपुट को कॉइल के सेकेंडरी वाइंडिंग (4 और 5) से बाहर निकाला जा सकता है।

प्रयुक्त ट्रांजिस्टर एक सिलिकॉन उच्च आवृत्ति ट्रांजिस्टर (BF श्रृंखला) होता है क्योंकि ऑसिलेटर आवृत्ति 1 मेगाहर्टज की सीमा में होती है।

DC स्थितियों को बनाने के लिए डिवाइडर बायसिंग प्रदान की जाती है जैसे कि एम्पलीफायर क्लास A के रूप में कार्य करता है। भारी फीडबैक (बड़े ß) के साथ बड़े फीडबैक सिग्नल ट्रांजिस्टर के आधार को संतृप्ति और कट-ऑफ में ड्राइव करते हैं। यह बड़ा फीडबैक सिग्नल बेस पर नेगेटिव DC क्लैम्पिंग उपन्न करता है और ऑपरेशन को क्लास A से क्लास C में बदल देता है। निगेटिव क्लैम्पिंग स्वचालित रूप से Aß के मान को 1 में समायोजित कर देता है। यदि फीडबैक बहुत बड़ी है तो इसके परिणामस्वरूप स्ट्रे पावर लॉस के रूप में कुछ आउटपुट वोल्टेज की हानि हो सकती है

जब आप एक ऑसिलेटर बनाते हैं तो आप आउटपुट वोल्टेज को अधिकतम करने के लिए फीडबैक की मात्रा समायोजित कर सकते हैं। ट्रिक सभी परिस्थितियों (विभिन्न ट्रांजिस्टर तापमान वोल्टेज इत्यादि) के तहत शुरू करने के लिए पर्याप्त फीडबैक का उपयोग करना होता है लेकिन इतना नहीं कि आप आवश्यकता से अधिक आउटपुट खो दें।

गैंग कैपेसिटर (C_4) के गैंग के शाफ्ट की स्थिति को अलग-अलग करके Fig 7 में ऑसिलेटर सर्किट के दोलनों की आवृत्ति को बदला जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

कोल्पिट और क्रिस्टल ऑसिलेटर (Colpitt's and Crystal Oscillator)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:

- **कोल्पिट और क्रिस्टल ऑसिलेटर की कार्यप्रणाली का वर्णन करना**

कोल्पिट ऑसिलेटर (Colpitt's Oscillator): कोल्पिट ऑक्सीलेटर एक अन्य प्रकार का सिनुसाइडल ऑक्सीलेटर या हार्मोनिक ऑक्सीलेटर है जिसमे दोलनों के लिए एक टैंक सर्किट का उपयोग किया जाता है। कोल्पिट ऑक्सीलेटर बहुत लोकप्रिय हैं और वाणिज्यिक सिग्नल जनरेटर और संचार रिसीवर में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं।

Fig 1 में दिखाया गया एक विशिष्ट कोल्पिट का ऑसिलेटर हार्टले ऑसिलेटर के समान है। फर्क सिर्फ इतना है कि हार्टले ऑसिलेटर्स में इस्तेमाल होने वाले स्प्लिट इंडक्टर के बजाय कोल्पिट ऑसिलेटर टैंक के लिए स्प्लिट कैपेसिटर का इस्तेमाल होता है।

Fig 1 में दिखाया गया समानांतर-फेड या शंट-फेड कोलपिट का ऑसिलेटर में एक कॉमन एमिटर कॉन्फ़िगरेशन का उपयोग होता है। इसमें C_{1A} & C_{1B} फीडबैक सिग्नल प्रदान करने के लिए उपयोग किए जाने वाले वोल्टेज डिवाइडर का निर्माण करते हैं। और C_{1B} में वोल्टेज ड्रॉप फीडबैक वोल्टेज निर्धारित करता है। इस सर्किट के अन्य सभी घटकों का वही कार्य है जो हार्टले सर्किट में होता है।

कोलपिट के ऑसिलेटर के दोलनों की आवृत्ति निम्न द्वारा दी जाती है

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

जहाँ,

f हर्ट्ज़ में

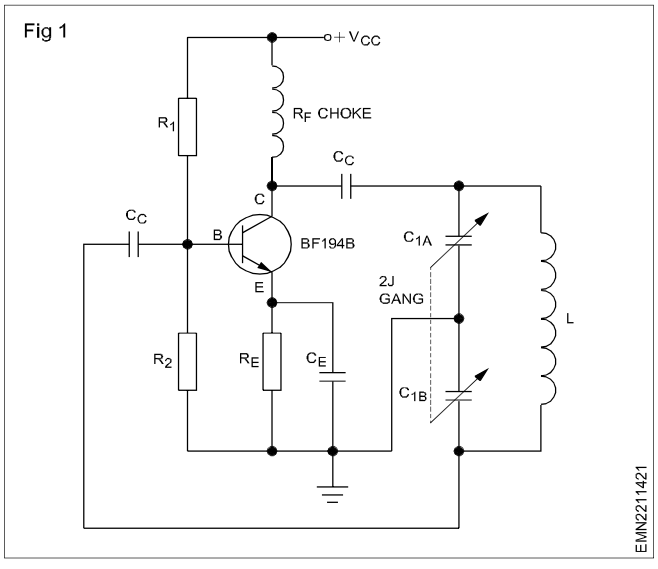
L हेनरी में और

C फैरड में होता है।

$$C = \frac{C_{1A} \cdot C_{1B}}{C_{1A} + C_{1B}}$$

C_{1A} & C_{1B} के लिए लघु गैंग कैपेसिटर का उपयोग करके दोलनों की आवृत्ति को बदला जा सकता है

Fig 1

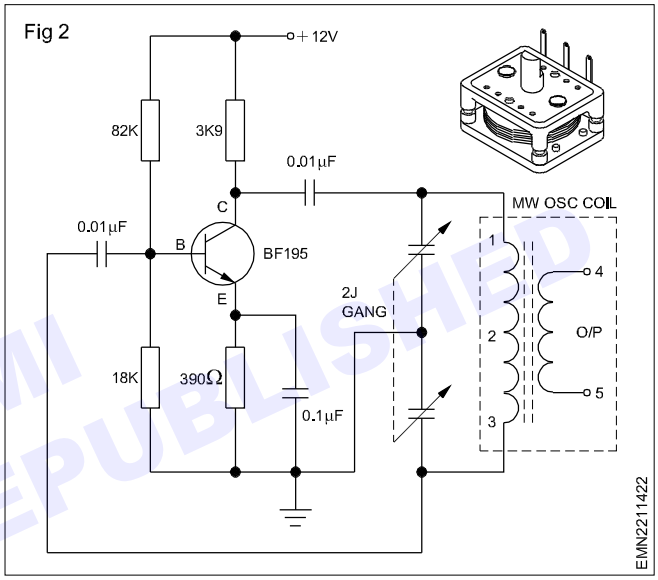


गैंग कैपेसिटर के शाफ्ट को बदलने से दोनों कैपेसिटेंस C_{1A} और C_{1B} अलग-अलग हो जाते हैं और इसलिए ऑसिलेटर के दोलनों की आवृत्ति भिन्न होती है।

कोल्पिट ऑसिलेटर्स का उपयोग आम तौर पर 1 मेगाहर्ट्ज से अधिक आवृत्तियों को उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

C_{1A} और C_{1B} के लिए गैंग कैपेसिटर और L के लिए एक मीडियम वेव ऑसिलेटर कॉइल का उपयोग करके एक व्यावहारिक कोल्पिट ऑसिलेटर सर्किट को Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



क्रिस्टल ऑसिलेटर (Crystal Oscillators):

LC ऑसिलेटर सर्किट जैसे हार्टले और कोल्पिट में आवृत्ति अस्थिरता की समस्या होती है। LC ऑसिलेटर्स में फ्रिक्वेंसी ड्रिफ्ट का सबसे महत्वपूर्ण कारण कैपेसिटेंस के मान में बदलाव और टैंक सर्किट का इन्डक्टेंस है जो तापमान में बदलाव होने पर होता है। जैसे-जैसे तापमान बढ़ता या घटता है L और C के मान विचलित होते हैं जिससे सर्किट वांछित रजोनेंट आवृत्ति से भिन्न आवृत्ति पर दोलन करता है।

उच्च Q कॉइल और अच्छी गुणवत्ता वाले कैपेसिटर का उपयोग करके फ्रीक्वेंसी ड्रिफ्ट की समस्या को काफी हद तक दूर किया जा सकता है। लेकिन साधारण इंडक्टर्स और कैपेसिटर के साथ कुछ सौ से अधिक Q-वैल्यू हासिल करना बहुत मुश्किल या असंभव है।

पारंपरिक ट्यून्ड सर्किट के स्थान पर क्वार्ट्ज क्रिस्टल का उपयोग करके आवृत्ति स्थिरता में बड़े सुधार प्राप्त किए जा सकते हैं। ऐसे दोलक परिपथों को क्रिस्टल नियंत्रित दोलित्र कहा जाता है।

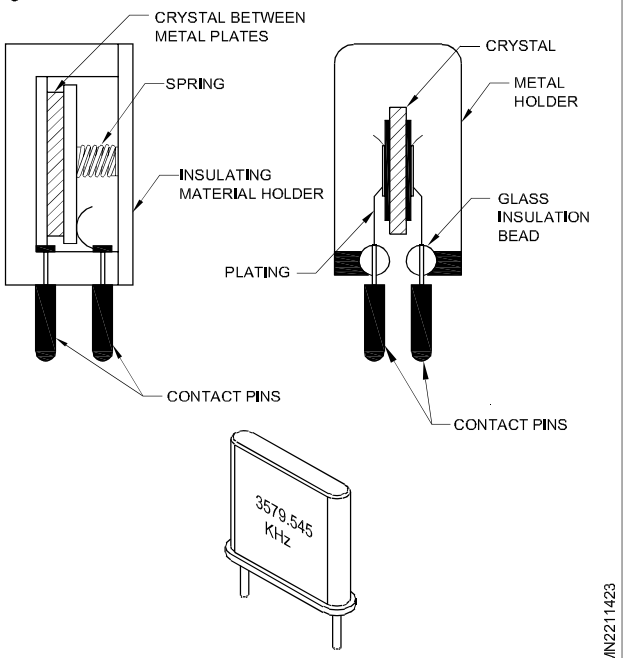
पीजो इलेक्ट्रिक प्रभाव (Piezo Electric Effect):

यह पता चला कि कुछ क्रिस्टल जैसे कि क्वार्ट्ज और रोशेल (Rochelle) एक विशेष विशेषता प्रदर्शित करते हैं जिसे पीजो इलेक्ट्रिक संपत्ति के रूप में जाना जाता है। एक क्वार्ट्ज क्रिस्टल पतले फ्रॉस्टेड गिलास के टुकड़े की

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

तरह दिखता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है आमतौर पर 1/4 से 1 इंच के वर्गों में काटा जाता है।

Fig 3



जब इस तरह के क्रिस्टल को दो सपाट धातु की प्लेटों के बीच रखा जाता है और एक साथ दबाया जाता है तो प्लेटों के बीच एक छोटा emf विकसित होगा जैसे कि क्रिस्टल एक पल के लिए बैटरी बन गया हो। जब प्लेटों को छोड़ दिया जाता है तो क्रिस्टल अपने मूल आकार में वापस आ जाता है और दो प्लेटों के बीच विपरीत ध्रुवता का emf विकसित हो जाता है। इस प्रकार क्रिस्टल द्वारा यांत्रिक ऊर्जा/बल को विद्त ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। इस विशेषता का उपयोग ग्रामोफोन रिकॉर्ड के लिए पिक-अप में किया जाता है। ग्रामोफोन रिकॉर्ड में छोटे यांत्रिक कंपन उत्पन्न होते हैं जब स्टाइलस ग्रामाफोन प्लेट पर खांचे को ट्रैक करता है। यह कंपन बल पिक-अप टर्मिनलों पर रिकॉर्ड की गई ध्वनि का प्रतिनिधित्व करने वाले संबंधित वोल्टेज को जेनेरेट करता है।

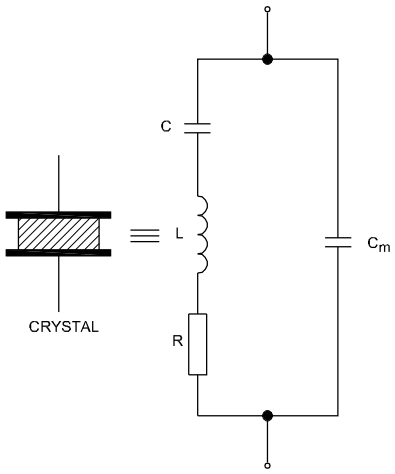
क्रिस्टल की उपरोक्त विशेषता के अलावा जब क्रिस्टल की दो प्लेटों में एक emf लगाया जाता है तो क्रिस्टल अपने सामान्य आकार से विकृत हो जाएगा। यदि एक विपरीत ध्रुवता emf लगाया जाता है तो क्रिस्टल अपने भौतिक विकृत आकार को उलट देगा। इस प्रकार ये क्रिस्टल विद्त ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में भी परिवर्तित करते हैं।

एक क्रिस्टल की उपरोक्त दो पारस्परिक क्रियाओं को पीजो-इलेक्ट्रिक प्रभाव के रूप में जाना जाता है। ऐसे क्रिस्टल क्रिस्टल होल्डर में रखे जाते हैं जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

इस पीजो-इलेक्ट्रिक विशेषता वाले कई क्रिस्टल में क्वार्ट्ज क्रिस्टल सबसे लोकप्रिय है क्योंकि यह सामग्री लगभग पूरी तरह से इलास्टिक होता है। यदि इस क्रिस्टल में यांत्रिक दोलन शुरू किए जाते हैं तो दोलन समाप्त होने में काफी समय लगता है। इसलिए क्वार्ट्ज क्रिस्टल में बहुत उच्च यांत्रिक Q होता है।

जहां तक विद्त गुणों का संबंध है एक क्वार्ट्ज क्रिस्टल Fig 4 में दिखाए गए LC रजोनैंट सर्किट के बराबर है।

Fig 4



L, R, C और C_m के मान क्रिस्टल के भौतिक आकार पर निर्भर करते हैं और क्रिस्टल को मूल द्रव्यमान से कैसे काटा जाता है। कैपेसिटेंस C_m बढ़ते कैपेसिटेंस का प्रतिनिधित्व करता है। इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में क्रिस्टल का उपयोग करने के लिए इसके दो फलक पर दो चालक इलेक्ट्रोड रखे जाते हैं। कनेक्टिंग लीड्स को फिर इन इलेक्ट्रोड्स से जोड़ा जाता है। जब लीड ऑसिलेटिंग वोल्टेज के स्रोत से जुड़े होते हैं तो क्रिस्टल के भीतर यांत्रिक कंपन स्थापित होते हैं। यदि ऑसिलेटिंग वोल्टेज की आवृत्ति क्रिस्टल की रजोनैंट आवृत्ति के करीब है तो क्रिस्टल ऑसिलेटिंग वोल्टेज को क्रिस्टल की दोलन आवृत्ति के साथ मेल खाने के लिए मजबूर करता है। इसलिए एक दोलित्र में एक LC रजोनैंट सर्किट के स्थान पर क्रिस्टल का उपयोग करके दोलन की आवृत्ति लगभग पूरी तरह से क्रिस्टल द्वारा निर्धारित की जाती है। 20000 से अधिक Q मान आसानी से उपलब्ध क्रिस्टल के साथ आसानी से प्राप्त होते हैं जिसके परिणामस्वरूप अत्यधिक स्थिर दोलन आवृत्ति होती है।

इसलिए जब दोलन आवृत्ति की सटीकता और स्थिरता महत्वपूर्ण होती है तो हार्टले या कोल्पिट ऑसिलेटर्स के बजाय एक क्वार्ट्ज क्रिस्टल ऑसिलेटर का उपयोग किया जाता है।

एक क्रिस्टल की रजोनैंट आवृत्ति आमतौर पर 0.5 और 30 मेगाहर्ट्ज के बीच होती है।

पियर्स क्रिस्टल दोलित्र (Pierce crystal oscillator):

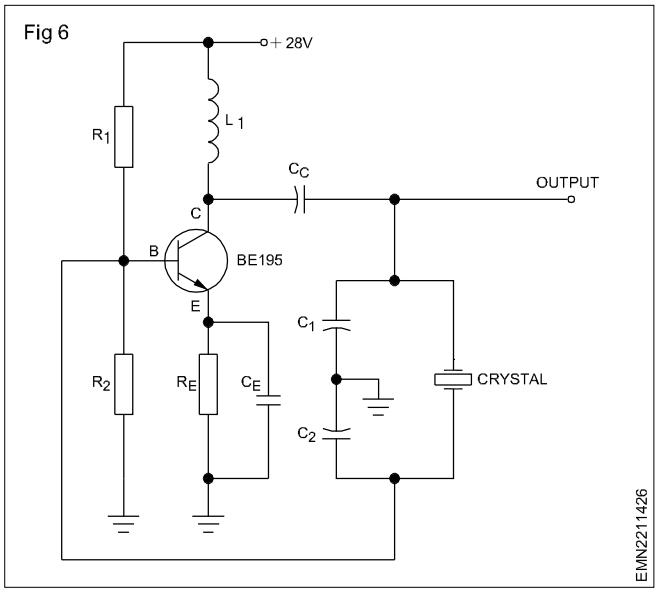
Fig 6 में दिखाया गया पियर्स क्रिस्टल नियंत्रित ऑसिलेटर अक्सर उपयोग किया जाता है क्योंकि इसमें बहुत कम घटकों की आवश्यकता होती है और इसकी आवृत्ति स्थिरता अच्छी होती है।

पियर्स क्रिस्टल दोलित्र कोल्पिट दोलित्र के समान होता है लेकिन एक क्रिस्टल द्वारा प्रतिस्थापित प्रेरकत्व कुंडल के लिए। यहाँ संग्राहक के अक्रॉस क्रिस्टल और ट्रांजिस्टर के आधार टर्मिनल दोलन आवृत्ति निर्धारित करते हैं। कोल्पिट ऑसिलेटर की तरह कैपेसिटर C_1 और C_2 फीडबैक के लिए कैपेसिटिव वोल्टेज डिवाइडर बनाते हैं। C_2 के अक्रॉस AC वोल्टेज आधार को आवश्यक पॉजिटिव फीडबैक प्रदान करता है।

Fig 6 में क्रिस्टल एक इंडक्टर की तरह कार्य करता है जो C_1 और C_2 के साथ प्रतिध्वनित होता है। बेस सर्किट में R_1R_2 डिवाइडर Vcc से फॉरवर्ड

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 6



बायस वोल्टेज की आपूर्ति करता है। एमिटर सर्किट में R_E, C_E संयोजन द्वारा बायस स्थिरीकरण प्रदान किया जाता है। Fig 6 में यदि क्रिस्टल रजोनैंट आवृत्ति 3579.545 हर्ट्ज है तो ऑसिलेटर उसी आवृत्ति पर दोलन करता है और 3579.545 हर्ट्ज का साइनसोइडल आउटपुट देता है।

आमतौर पर क्रिस्टल ऑसिलेटर्स का उपयोग किया जाता है

- मोबाइल रेडियो ट्रांसमीटर और रिसीवर
- ब्रॉडकास्ट ट्रांसमीटर
- सिग्नल जनरेटर जैसे परीक्षण उपकरण जहां सटीक आवृत्ति और बहुत उच्च आवृत्ति स्थिरता अत्यंत महत्वपूर्ण होती हैं। क्रिस्टल नियंत्रित ऑसिलेटर्स में आवृत्ति बहाव 1 हर्ट्ज प्रति 10^6 हर्ट्ज से कम होगा।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

RC फेज़ शिफ्ट ऑसिलेटर (RC Phase Shift Oscillator)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:

- **बताना कि LC ऑसिलेटर्स 50 kHz से कम आवृत्तियों के लिए उपयुक्त क्यों नहीं हैं**
- **RC ऑसिलेटर्स के दो महत्वपूर्ण प्रकारों के नाम बताना**
- **एक ट्रांजिस्टर RC फेज-शिफ्ट ऑसिलेटर का योजनाबद्ध वर्णन करना**
- **एक ट्रांजिस्टर फेज-शिफ्ट ऑसिलेटर में दोलनों की आवृत्ति के लिए समीकरण बताना**

RC ऑसिलेटर (RC Oscillator):

LC ऑसिलेटर 1 मेगाहर्ट्ज से कम आवृत्तियों को उत्पन्न करने के लिए उपयुक्त नहीं होता हैं। ऑडियो फ्रीक्वेंसी ऑसिलेटर्स (<20 kHz) बनाने के लिए यदि LC ऑसिलेटर्स का उपयोग किया जाता है तो आवश्यक LC मान बहुत बड़े होंगे। इसलिए ऑडियो फ्रीक्वेंसी ऑसिलेटर्स में LC ट्यूंड सर्किट का उपयोग नहीं किया जाता है।

धनात्मक फीडबैक के लिए आवश्यक फेज डिफरेंस प्रदान करने के लिए ऑडियो आवृत्तियों प्रतिरोधकों और कैपेसिटर (RC) उत्पन्न करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। फिर दोलनों की आवृत्ति RC मानों पर निर्भर करती है। RC ऑसिलेटर के दो महत्वपूर्ण प्रकार हैं;

- RC फेज-शिफ्ट ऑसिलेटर
- वीन-ब्रिज ऑसिलेटर।

एक दोलित्र के पास कोई इनपुट AC सिग्नल नहीं होगा होता है लेकिन फिर भी यह AC सिग्नल उत्पन्न करता है। एक ऑसिलेटर में केवल DC आपूर्ति होगी। दोलित्र सर्किट DC आपूर्ति के समय स्विचिंग पर प्रतिरोधों में उत्पन्न शोर का उपयोग करता है और दोलनों को बनाए रखता है।

ऑसिलेटर बनाने के लिए निम्नलिखित आवश्यक हैं;

1 एक एम्पलीफायर

2 एक सर्किट जो आउटपुट से इनपुट तक धनात्मक फीडबैक प्रदान करता है।

फीडबैक के साथ एक एम्पलीफायर का लाभ निम्न द्वारा दिया जाता है

$$A_{Vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V}$$

kAv को एम्पलीफायर के लूप गेन के रूप में जाना जाता है।

यदि लूप गेन kAv को 1 के बराबर बनाया जाता है और यदि kAv के चिह्न को धनात्मक बनाया जाता है यानी फीडबैक सिग्नल को जो इनपुट सिग्नल के फेज में है तो कोई बाहरी इनपुट संकेत न होने पर भी आउटपुट सिग्नल होगा। दूसरे शब्दों में एक एम्पलीफायर को धनात्मक फीडबैक द्वारा एक ऑसिलेटर बनने के लिए संशोधित किया जाता है जैसे कि यह अपना इनपुट सिग्नल प्रदान करता है।

उदाहरण: एक एम्पलीफायर में बिना फीडबैक के 40 का वोल्टेज गेन होता है। निम्नलिखित राशियों की पॉजिटिव फीडबैक अप्लाई होने पर वोल्टेज गेन निर्धारित करें।

(i) k = 0.01 (ii) k = 0.02 (iii) k = 0.025

हल

$$\text{(i)}\ A_{Vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V} = \frac{40}{1 - 0.01 \times 40} = \frac{40}{0.6} = 66.7$$

$$\text{(ii)}\ A_{Vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V} = \frac{40}{1 - 0.02 \times 40} = \frac{40}{0.2} = 200$$

$$\text{(iii)}\ A_{Vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V} = \frac{40}{1 - 0.025 \times 40} = \frac{40}{0} = \alpha$$

लूप गेन kAv = +1 होने पर एम्पलीफायर का गेन अनंत हो जाता है। इसे लूप गेन kAv के महत्वपूर्ण मान के रूप में जाना जाता है। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि आउटपुट वोल्टेज अनंत नहीं हो सकता। इसके बजाय एम्पलीफायर बिना किसी अलग इनपुट की आवश्यकता के एक ऑसिलेटर के रूप में कार्य करना शुरू कर देगा। यदि फीडबैक पथ में एक आवृत्ति चयनात्मक नेटवर्क है तो kAv = 1 की आवश्यकता को केवल एक विशेष आवृत्ति पर पूरा किया जा सकता है जैसे कि ऑसिलेटर का आउटपुट एक विशेष आवृत्ति का साइनसोइडल सिग्नल होगा। ऐसे ऑसिलेटर्स को साइन वेव ऑसिलेटर्स के रूप में जाना जाता है।

साइन वेव ऑसिलेटर्स के सबसे सरल रूप में से एक फेज शिफ्ट ऑसिलेटर है। Fig 1 में एक RC फेज शिफ्ट ऑसिलेटर के पीछे के सिद्धांत को दर्शाया गया है।

Fig 1 में दिखाए गए फीडबैक नेटवर्क में प्रतिरोधक और कैपेसिटर होते हैं जो एक विशेष आवृत्ति एफ पर 180 डिग्री की आवश्यक फेज डिफरेंस प्रदान करते हैं

$$f = \frac{1}{2\pi\ C\sqrt{6}} \qquad \text{.....[1]}$$

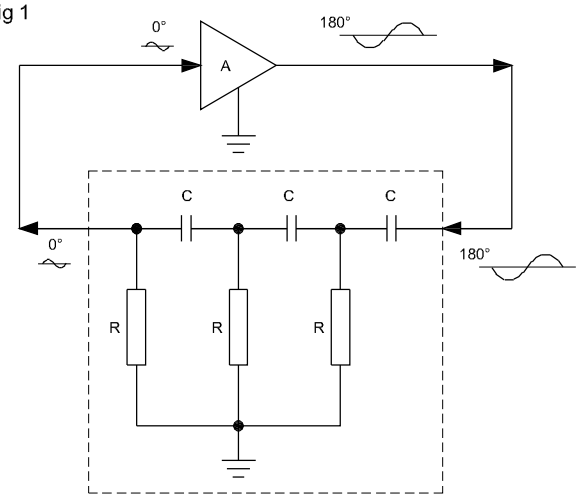
दोलन होने के लिए संतुष्ट होने वाली दूसरी शर्त यह है कि लूप गेन kAv यूनिटी के बराबर होना चाहिए। क्लासिकल नेटवर्क विश्लेषण का उपयोग करके इस शर्त को पूरा किया जा सकता है

पाया कि k का मान होना चाहिए, $k = \frac{1}{29}$

इसलिए एम्पलीफायर A_v चरण का वोल्टेज गेन 1/k से अधिक या 29 से अधिक होना चाहिए ताकि kA_v 1 के बराबर हो जाए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 1



FEEDBACK NETWORK
(180° PHASE SHIFT)
RC PHASE SHIFT OSCILLATOR

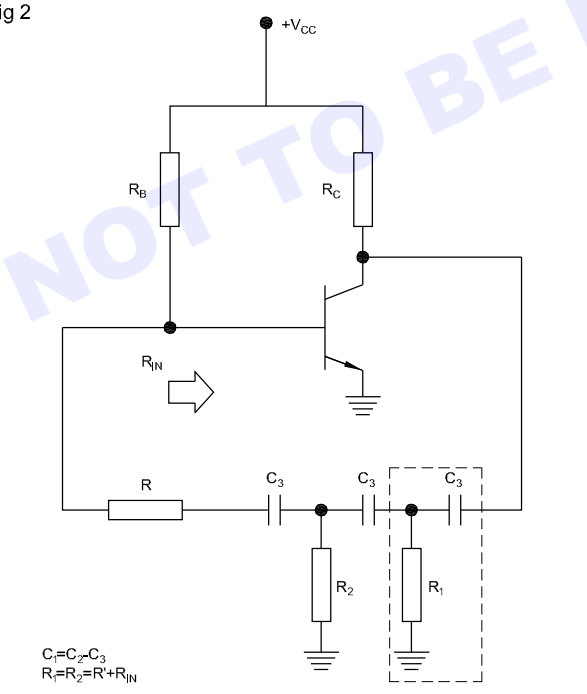
EMN2211441

ट्रांजिस्टर RC फेज शिफ्ट ऑसिलेटर (Transistor RC Phase Shift Oscillator):

Fig 2 में एक फीडबैक नेटवर्क में प्रतिरोधों और कैपेसिटर का उपयोग करके एक सिंगल ट्रांजिस्टर फेज शिफ्ट ऑसिलेटर दिखाया गया है।

फीडबैक नेटवर्क में R और C के तीन खंड होते हैं। प्रत्येक RC अनुभाग एक विशिष्ट आवृत्ति पर 60° डिग्री फेज डिफरेंस प्रदान करता है जिसके परिणामस्वरूप धनात्मक फीडबैक के लिए आवश्यक 180° डिग्री फेज डिफरेंस होता है। यह दोलनों के लिए दो आवश्यक शर्तों में से एक को संतुष्ट करता है।

Fig 2



EMN2211442

Fig 2 में, फीडबैक सिग्नल को एम्पलीफायर फेज इनपुट प्रतिरोध R_{in} के साथ श्रृंखला में फीडबैक रेजिस्टर R′ के माध्यम से जोड़ा जाता है। दोलन आवृत्ति को समायोजित करने के लिए प्रतिरोधी R′ को चर बनाया जा सकता है। RC फेज शिफ्ट नेटवर्क के तीन खंडों में से प्रत्येक के लिए 60° डिग्री फेज शिफ्ट का उत्पादन करने के लिए यह आवश्यक है कि $C_1 = C_2 = C_3$ and $R_1 = R_2 = R' + R_{in}$

दोलन के लिए अन्य आवश्यक शर्त यानी लूप गेन kAv यूनिटी होने के लिए Fig 2 में सर्किट द्वारा संतुष्ट किया जाता है जब सर्किट में उपयोग किए जाने वाले ट्रांजिस्टर का b होता है

$$h_{fe} \approx \beta = 23 + 29\frac{R}{R_c} + 4\frac{R_c}{R} \quad \text{.....[2]}$$

जहाँ, $R_1 = R_2 = R$

जब β कम से कम समीकरण [2] या उससे अधिक द्वारा दिया गया मान हो तो Fig 2 में सर्किट दोलन करेगा।

प्रैक्टिकल ट्रांजिस्टर RC फेज शिफ्ट ऑसिलेटर (Practical transistor RC phase shift oscillator):

Fig 3 में एक व्यावहारिक ट्रांजिस्टर RC फेज शिफ्ट ऑसिलेटर दिखाया गया है जो Fig 2 में दिखाए गए के समान है।

Fig 3 में ध्यान दें कि आवृत्ति समायोजन के लिए प्रयुक्त प्रतिरोधक R_3 (Fig 2 में इसे R′ के रूप में दर्शाया गया है) RC सेक्शन के प्रतिरोधों में से एक के साथ श्रृंखला में जुड़ा हुआ है। प्रतिरोध R_4 ट्रांजिस्टर ऑपरेशन के लिए आवश्यक बायस स्थिरीकरण प्रदान करता है। ध्यान दें कि इनपुट के साथ शंट में एक निम्न मान कैपेसिटर C_4 जुड़ा हुआ है। C_4 का उद्देश्य अवांछित उच्च आवृत्ति दोलनों को ग्राउंड पर बाईपास करता है। दोलनों की आवृत्ति को समायोजित करने के लिए R3 के मान को बदला जा सकता है। हालाँकि भिन्नता जो R3 द्वारा प्राप्त की जा सकती है वह सीमित होती है।

Fig 3 में सर्किट के लिए दोलन की आवृत्ति निम्न द्वारा दी गई है

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{6R_1^2 + 4R_1R_c}} \quad \text{.....[3]}$$

हाँ $C = C_1 = C_2 = C_3$

Fig 3 में परिपथ में प्रयुक्त ट्रांजिस्टर के h_{fe} या b का न्यूनतम मान होना चाहिए

$$h_{fe} \approx \beta = 23 + 29\frac{R_1}{R_c} + 4\frac{R_c}{R_1}$$

Fig 3 में घटक मानों का उपयोग करते हुए उपयोग किए जाने वाले ट्रांजिस्टर का b कम से कम होना चाहिए

R या C का मान घटाकर दोलनों की आवृत्ति बढ़ाई जा सकती है।

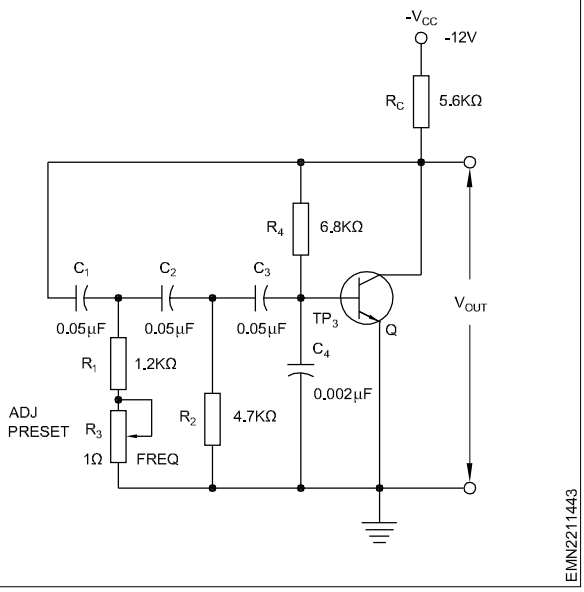
Fig 3 के व्यावहारिक परिपथ में कलेक्टर फीडबैक बायस है

$$\beta = 23 + 29\frac{1.2K}{5.6K} + 4\frac{5.6K}{1.2K} = 47.89$$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3 के व्यावहारिक परिपथ में कलेक्टर फीडबैक बायस को यह सुनिश्चित करने के लिए नियोजित किया जाता है कि ट्रांजिस्टर कभी भी संतृप्ति पर नहीं होगा। ट्रांजिस्टर के DC बायसिंग के लिए वोल्टेज डिवाइडर बायस जैसी अन्य बायसिंग तकनीकों का भी उपयोग किया जा सकता है। चूंकि दोलनों की आवृत्ति केवल फीडबैक फेज शिफ्ट नेटवर्क द्वारा तय की जाती है बायसिंग प्रतिरोधों का दोलनों की आवृत्ति पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा। ध्यान देने वाली महत्वपूर्ण बात यह है कि निरंतर दोलन करने के लिए ट्रांजिस्टर का b समीकरण 2 में दिए गए न्यूनतम b से अधिक होना चाहिए।

Fig 3



© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

बहुकंपित्र और परिपथ आरेखों का अध्ययन (Multivibrators and Study of Circuit Diagrams)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे:

- **रिलैक्सेशन ऑसिलेटर्स के कार्य बताना**
- **डिजिटल प्रणाली में क्लॉक का अर्थ बताना**
- **एक एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के सर्किट की व्याख्या करना**
- **R और C के मान दिए जाने पर एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर्स के ऑन-टाइम ऑफ-टाइम और RPF की गणना करना**
- **एक एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के कुछ अनुप्रयोगों की सूची बनाना**
- **एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर मोनोस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर और बाई स्टेबल मल्टीवाइब्रेटर के बीच अंतर की व्याख्या करना**
- **मोनो-शॉट और का परिपथ बनाना**
- **एक ट्रांजिस्टर फेज-शिफ्ट ऑसिलेटर में दोलनों की आवृत्ति के लिए समीकरण बताना**

नॉन साइनसॉइडल ऑसिलेटर्स (NON SINUSOIDAL OSCILLATORS):

रिलैक्सेशन ऑसिलेटर नॉन साइनसॉइडल दोलनों को उत्पन्न करने के लिए एक सर्किट है। इन परिपथों का उपयोग साइन तरंगों के अलावा विभिन्न प्रकार के पुनरावर्ती तरंग-रूपों को देने के लिए किया जा सकता है। रिलैक्सेशन ऑसिलेटर्स का उपयोग करके उत्पन्न कुछ प्रकार के नॉन साइनसोइडल तरंग रूपों को Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1

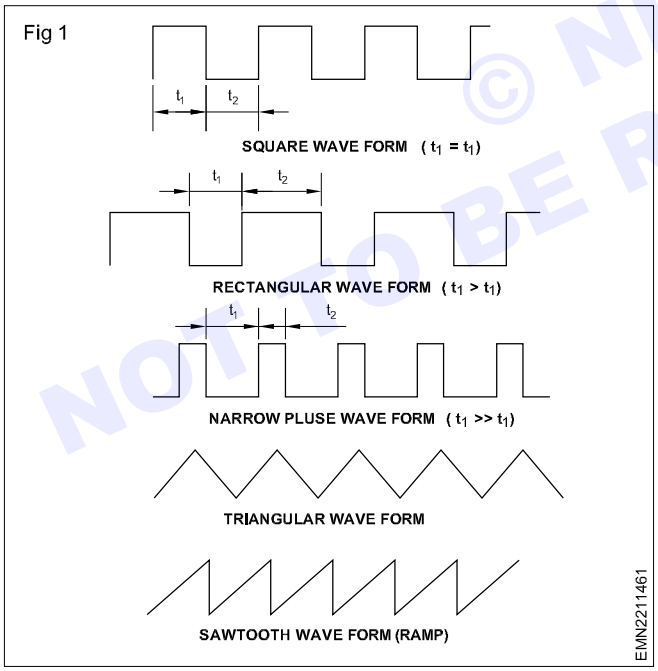


Fig 1 में दिखाए गए विभिन्न प्रकार के तरंग रूपों में आयताकार तरंग रूप का उपयोग कई अनुप्रयोगों के लिए सबसे अधिक बार किया जाता है। ऐसे ही कुछ अनुप्रयोग हैं:

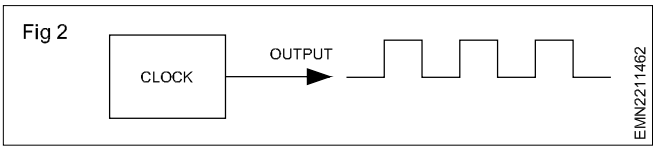
- डिजिटल क्लॉक डिजिटल कंप्यूटर और डिजिटल उपकरण।

सिस्टम के विभिन्न वर्गों के संचालन के समय के लिए सभी डिजिटल सिस्टम को एक संदर्भ आवृत्ति की आवश्यकता होती है जिसे क्लॉक फ्रीक्वेंसी कहा जाता है। यह क्लॉक फ्रीक्वेंसी क्लॉक जनरेटर का उपयोग करके उत्पन्न की जाती है। एक क्लॉक जनरेटर और कुछ नहीं बल्कि एक रिलैक्सेशन ऑसिलेटर सर्किट है जो पुनरावर्ती तरंग-रूपों को आम तौर पर स्क्वायर वेव बनाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

इस रिलैक्सेशन ऑसिलेटर (क्लॉक जनरेटर) का आउटपुट दो अलग-अलग स्टेट्स हाई और लो वाले निरंतर पल्स होते हैं। एक उच्च स्थिति एक स्थिर वोल्टेज (5V कहते हैं) के सामान है और निम्न स्थिति एक अलग स्थिर वोल्टेज (0V कहते हैं) के सामान है। इन उच्च और निम्न अवस्थाओं को निश्चित अंतराल पर रिपीट किया जाता है।

क्लॉक जेनरेटर या रिलैक्सेशन ऑसिलेटर जिसका उपयोग पल्स वेव-फॉर्म उत्पन्न करने के लिए किया जाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है इसे आमतौर पर मल्टीवाइब्रेटर के रूप में जाना जाता है। कुछ अनुप्रयोग हैं;

Fig 2



इलेक्ट्रॉनिक कीबोर्ड या पियानो (Electronic Keyboards or Pianos): मनोरंजन इलेक्ट्रॉनिक्स में इलेक्ट्रॉनिक संगीत के उत्पादन के लिए स्क्वायर वेवफॉर्म उत्पन्न करने वाले रिलैक्सेशन ऑसिलेटर आवश्यक होते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि वर्गाकार तरंगें हार्मोनिक्स से भरपूर होती हैं।

टेस्ट और मापक यंत्र (Test and Measuring Instruments): आयताकार स्क्वायर और सॉटूथ वेव-फॉर्म जेनरेटर ऑसिलोस्कोप (CRO) फ़ंक्शन जेनरेटर आदि में बड़े पैमाने पर उपयोग किए जाते हैं।

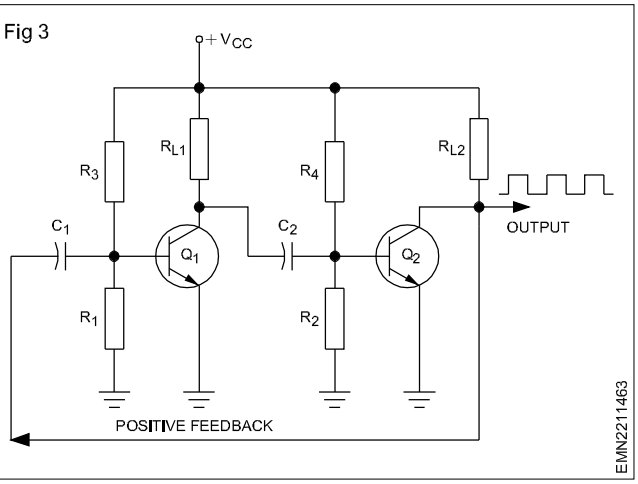
टाइमर और औद्योगिक नियंत्रण (Timers and Industrial controls): आयताकार स्क्वायर वेव जेनरेटर का बड़े पैमाने पर स्विचिंग-ऑन और ऑन-पीरियड की अवधि और ऐसे कई औद्योगिक नियंत्रण आवश्यकता अनुप्रयोगों में डिले टाइम को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

एस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर (ASTABLE MULTI-VIBRATORS):

स्क्वायर-वेव उत्पन्न करने के लिए एक बेसिक मल्टी-वाइब्रेटर सर्किट Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



जैसा कि देखा जा सकता है कि मल्टीवीब्रेटर में फीडबैक के साथ दो एम्पलीफायर चरण होते हैं। Q_1 का आउटपुट Q_2 के इनपुट को ड्राइव करता है और Q_2 का आउटपुट Q_1 को वापस फीड किया जाता है। चूंकि प्रत्येक CE एम्पलीफायर चरण अपने इनपुट सिग्नल में 180 डिग्री का एक फेज शिफ्ट देता है इसलिए Q_{1a} के इनपुट पर फीड किया गया सिग्नल आउटपुट पर 180 +180 डिग्री का कुल फेज शिफ्ट हो जाता है। इनपुट और आउटपुट के बीच 360 डिग्री फेज शिफ्ट का मतलब है कि वे फेज में हैं। इसलिए यदि आउटपुट सिग्नल को इनपुट में फीड-बैक किया जाता है तो इसका परिणाम पॉजिटिव फीड-बैक होता है जिसके परिणामस्वरूप दोलन होते हैं।

Fig 3, Fig 4 में मल्टीवाइब्रेटर परिपथ का एक पुनः आरेखित परिपथ है। कार्य और तरंगों की आसान समझ के लिए परिपथ को पुनः आरेखित किया गया है।

Fig 4

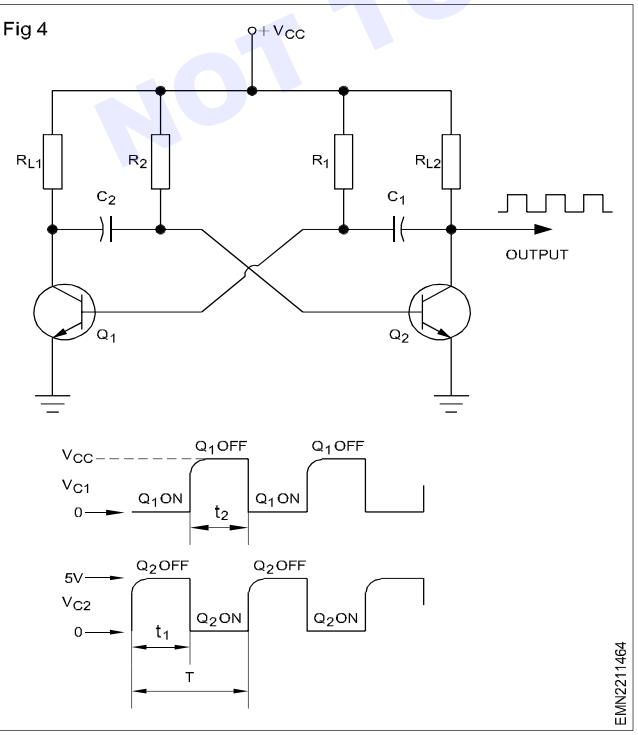


Fig 4 में ट्रांजिस्टरों के ऑन/ऑफ को स्विच करके दोलन उत्पन्न किए जाते हैं। जब एक प्रवर्धक (चरण) संचालित होता है तो यह दूसरे प्रवर्धक को कट कर देता है। जब वह चरण जो बंद था संचालन करना शुरू करता है तो यह क्रिया उस चरण को कट कर देती है जो चालू था। इस सर्किट को रिलैक्सेशन ऑसिलेटर के रूप में संदर्भित किया जाता है क्योंकि किसी भी समय एक एम्पलीफायर चरण आराम कर रहा होगा जबकि दूसरा कार्य कर रहा होगा।

जिस दर पर Q_1 और Q_2 को चालू और बंद किया जाता है वह ऑसिलेटर आवृत्ति को निर्धारित करता है। जैसा कि Fig 4 में ऑसिलेटर के आउटपुट वेव फॉर्म से देखा जा सकता है कि जिस अवधि के लिए Q_1 बंद है उसे पल्स का ऑन टाइम कहा जाता है और जिस अवधि के लिए Q_1 ऑन है उसे पल्स का ऑफ टाइम कहा जाता है। एक ऑन टाइम और एक ऑफ टाइम के योग को वेव फॉर्म का टाइम-पीरियड T कहा जाता है।

$$T = t_1 + t_2$$

यदि $R_1 = R_2$,$R_{L1} = R_{L2}$,$C_1 = C_2$ और Q_1 और Q_2 समान हैं तो Q_1 और Q_2 दोनों के कारण ON समय और OFF समय समान होंगे।

उदाहरण के लिए यदि प्रत्येक चरण 0.5 ms के लिए चालू या बंद है तो समय अवधि T को केवल 2 x 0.5 ms = 1 ms दिया जाता है। तब मल्टी-वाइब्रेटर की आवृत्ति 1/ T = 1000 Hz होती है।

Fig 4 का संदर्भ देते हुए वह अवधि जिसके लिए ट्रांजिस्टर Q_1 और Q_2 बंद रहता है R_1 & C_1 और R_2 & C_2 के RC समय स्थिरांक द्वारा निर्धारित किया जाता है। RC नेटवर्क को बेस टर्न-ऑन वोल्टेज तक पहुंचने में लगभग 0.69 समय स्थिरांक (τ= RC) लगते हैं। यह उस समय का अनुमान लगाने का तरीका देता है जब प्रत्येक ट्रांजिस्टर ऑफ स्टेट में आयोजित किया जाएगा।

$$t = 0.69RC.$$

यदि $R_1 = R_2$ और $C_1 = C_2$

तब,

$t_1 = t_2$ और T 2(0.69RC) होगा

उदाहरण: यदि R_1=R_2= 47K और C_1=C_2= 0.05µF तो ट्रांजिस्टर का ऑफ-टाइम होगा

$$t = 0.69 \times 47 \times 10^3 \times 0.05 \times 10^{-6}$$

$$= 1.62 \text{ m Sec.}$$

तब, R_1= R_2 और $C_1 = C_2$,$t_1 = t_2 = 2t$

$$T = 2 \times t = 2 \times 1.62 \text{ m Sec.}$$

$$= 3.24 \text{ m Sec.}$$

इसलिए, मल्टीवाइब्रेटर एक आवृत्ति f या अधिक उपयुक्त रूप से वर्ग तरंग की पल्स रेपेटिशन फ्रीक्वेंसी (PRF) के रूप में जाना जाता है (क्योंकि $t_1 = t_2$) द्वारा दिया जाता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$$PRF \text{ or } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3.24 \times 10^{-3}} = 309 \text{ Hz}$$

जब R_1 ,R_2 और C_1 ,C_2 के मान बराबर नहीं होते हैं तो दो ट्रांजिस्टर का ऑफटाइम अलग होगा। इसलिए आउटपुट वेव-फॉर्म नॉन-सिमेट्रिकल होगा या स्क्वायर वेव फॉर्म नहीं होगा।

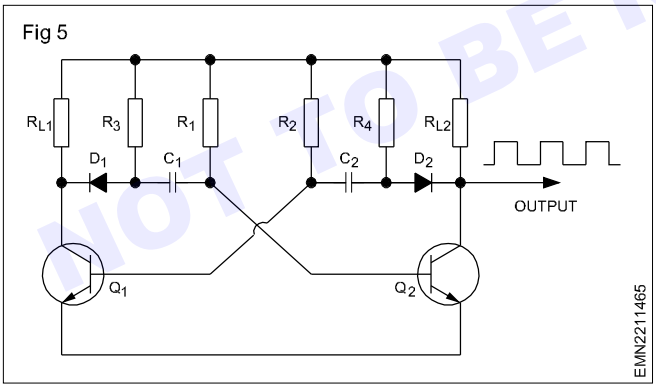
Fig 4 में दिखाया गया मल्टीवाइब्रेटर सर्किट फ्री रनिंग मल्टी-वाइब्रेटर के रूप में जाना जाता है। इसका मतलब है मल्टी-वाइब्रेटर स्टेट को बदलने के लिए किसी बाहरी सिग्नल की आवश्यकता के बिना स्वयं दोलन करता है। इस फ्री रनिंग मल्टी-वाइब्रेटर को एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के रूप में भी जाना जाता है क्योंकि सर्किट में उपयोग किए जाने वाले एम्पलीफायर किसी भी स्थिति (चालू या बंद) में स्थिर नहीं होते हैं।

जैसा कि Fig 4 में देखा जा सकता है कि एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के स्क्वायर वेव आउटपुट में गोल किनारे होते हैं। कुछ महत्वपूर्ण डिजिटल अनुप्रयोगों में ऐसे गोल किनारे उपयुक्त नहीं हैं। इन गोलाकार किनारों को Fig 5 में दिखाए गए अनुसार दो डायोड और दो प्रतिरोधक जोड़कर समाप्त (ऊर्ध्वाधर बनाया गया) किया जा सकता है।

Fig 4 और Fig 5 में दिखाए गए एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर को कलेक्टर-युग्मित मल्टी-वाइब्रेटर कहा जाता है।

एस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर के अलावा जो दोहराए जाने वाले पल्स वेव फॉर्म आउटपुट देते हैं अन्य प्रकार के मल्टीवाइब्रेटर्स हैं जिन्हें मल्टी-वाइब्रेटर के दो चरणों के उनके ऑन और ऑफ स्टेट्स को इंटरचेंज करने के तरीके के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। ये हैं:

Fig 5



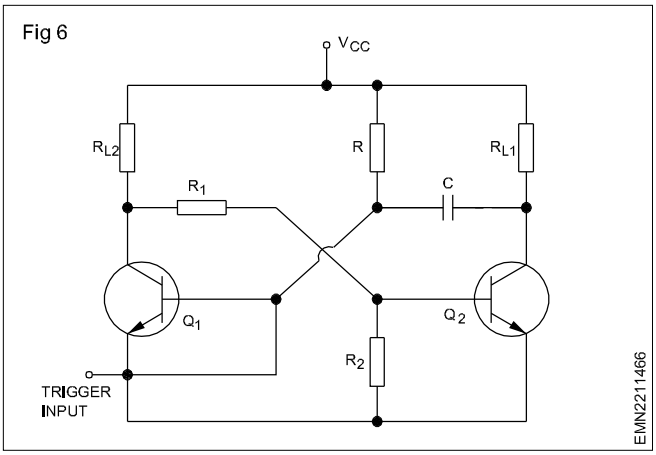
- मोनो-स्टेबल मल्टी वाइब्रेटर - एक स्थिर अवस्था।
- बाई स्टेबल मल्टी वाइब्रेटर - दो स्थिर अवस्थाएँ।

मोनो-स्टेबल मल्टी वाइब्रेटर (MONO-STABLE Multivibrators):

Fig 6 में एक विशिष्ट मोनो-स्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर दिखाया गया है जिसे **मोनो-शॉट** या **वन-शॉट** के रूप में भी जाना जाता है।

एक मोनो-शॉट में एक स्थिर अवस्था होती है जिसमें एक ट्रांजिस्टर का संचालन होता है और दूसरा बंद होता है। ट्रांजिस्टर को आमतौर पर ट्रिगर पल्स के रूप में जाना जाने वाला एक इनपुट पल्स देकर इस स्थिति को

Fig 6



केवल अस्थायी रूप से बदला जा सकता है जो बंद है। लेकिन यह बदली हुई अवस्था R और C के मानों द्वारा तय की गई अवधि के बाद वापस अपनी मूल स्थिर अवस्था में लौट आती है।

Fig 7 में ट्रिगर इनपुट के साथ एक व्यावहारिक मोनो-स्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर दिखाया गया है। Fig 7 में परिपथ के विभिन्न बिंदुओं पर तरंग-रूपों को भी दर्शाया गया है।

अवधि t जिसके लिए Q_2 को अस्थायी रूप से बंद रखा गया है द्वारा दिया गया है

$$t = 0.69 \text{ RC}.$$

मोनो-स्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर का व्यापक रूप से इलेक्ट्रॉनिक समय नियंत्रण सर्किट में टाइमर के रूप में उपयोग किया जाता है।

बाई-स्टेबल मल्टी वाइब्रेटर (BI-STABLE MULTI-VIBRATORS):

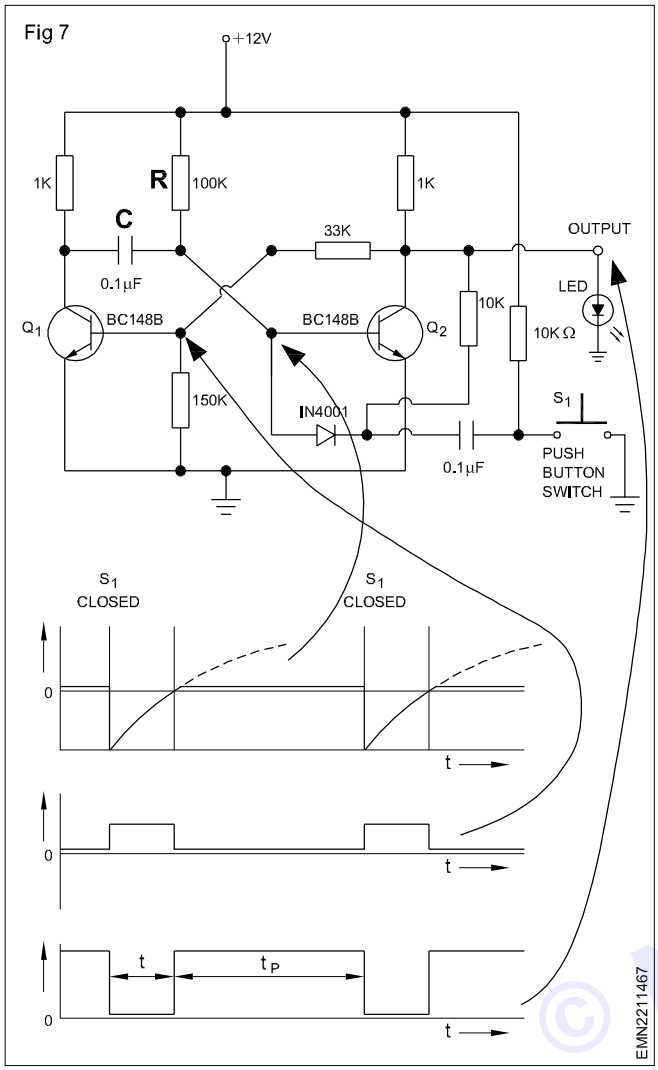
एक एस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर स्वचालित रूप से एक स्टेट से दूसरे स्टेट (ऑन-टू-ऑफ या ऑफ-टू-ऑन ...) पर स्विच करता है। जबकि एक बाई स्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर ट्रिगर होने पर स्थिति को बदल देगा (चालू या बंद) और नए स्टेट (चालू या बंद) में रहेगा। इसका मतलब है एक बाई स्टेबल मल्टीवीब्रेटर में दो स्थिर अवस्थाएँ होती हैं। Fig 9 में एक विशिष्ट बाई स्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर सर्किट दिखाया गया है।

Fig 9 में पूर्णतः सयंमेट्रिकल परिपथ दिया गया है। पोटेंशियल डिवाइडर R_1 ,R_2 और R_3 ,R_4 ट्रांजिस्टर के आधार पर समान बायस नेटवर्क बनाते हैं। प्रत्येक ट्रांजिस्टर दूसरे ट्रांजिस्टर के संग्राहक से बायस्ड होता है। ट्रांजिस्टर के पैरामीटर में मामूली अंतर के कारण जब सर्किट चालू होता है तो दो ट्रांजिस्टर में से कोई एक चालू हो जाता है और दूसरा बंद स्थिति में रहता है।

Fig 9 में सर्किट में दो समान CE एम्पलीफायर स्टेज इस तरह से जुड़े हुए हैं कि एक का आउटपुट दूसरे के इनपुट को प्रतिरोधों R_1 ,R_3 के माध्यम से फेड किया जाता है और कैपेसिटर C_1 ,C_2 द्वारा शंट किया जाता है। कैपेसिटर का उद्देश्य विरूपण-कम आउटपुट वेव-फॉर्म प्राप्त करने के लिए सर्किट की स्विचिंग विशेषता को तेज करने के अलावा और कुछ नहीं है। कैपेसिटर C_1 और C_2 को कम्यूटिंग कैपेसिटर के रूप में भी जाना जाता है।

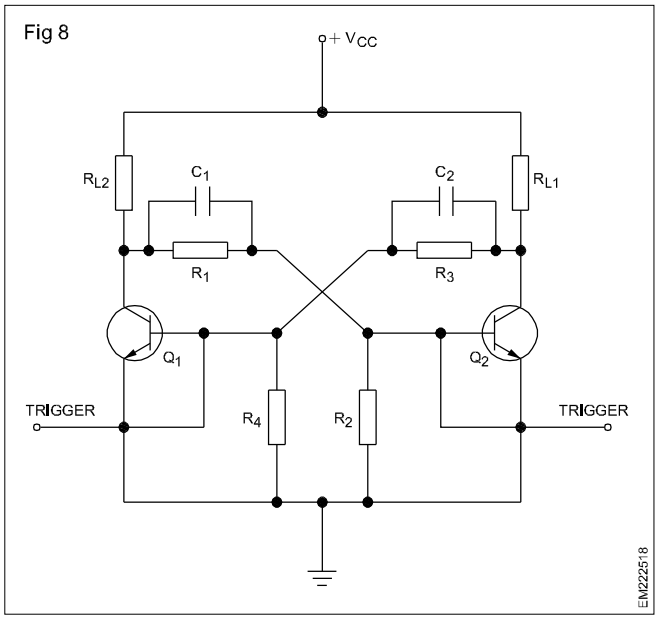
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 7



एक बाई स्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर को फ्लिप-फ्लॉप के रूप में भी जाना जाता है। आउटपुट टर्मिनलों को आम तौर पर Q और $\overline{Q}$ (Q-बार) के रूप में पहचाना जाता है जैसा कि Fig 10 में दिखाया गया है।

Fig 8



जब Q उच्च अवस्था में होता है (डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स में लॉजिक-1 स्थिति के रूप में भी जाना जाता है) Q (Q-बार) निम्न अवस्था में होगा (जिसे लॉजिक-0 अवस्था भी कहा जाता है) और इसके विपरीत। इस सर्किट को फ्लिप-फ्लॉप सर्किट के रूप में जाना जाता है क्योंकि यदि एक आउटपुट फ़्लिप करता है (हाई/लॉजिक-1) तो दूसरा आउटपुट स्वचालित रूप से फ्लिप-फ्लॉप (लो/लॉजिक-0 हो जाता है)।

उपयुक्त ट्रिगरिंग इनपुट को लागू करके फ्लिप-फ्लॉप को एक स्टेट से दूसरे स्टेट में स्विच किया जा सकता है। जानकारी स्टोर करने के लिए फ्लिप-फ्लॉप का उपयोग डिजिटल कंप्यूटरों में एक बेसिक **मेमोरी सेल** के रूप में किया जाता है। लगभग सभी डिजिटल सिस्टम में काउंटर फ्रीक्वेंसी डिवाइडर आदि के रूप में फ्लिप-फ्लॉप का उपयोग विभिन्न रूपों में किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

क्लिपर सर्किट (Clipper Circuit)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **क्लिपर सर्किट को परिभाषित करना**
- **क्लिपर के प्रकारों की सूची बनाना**
- **सर्किट के साथ पॉजिटिव क्लिपर के कार्यों को बताना**
- **सर्किट के साथ नेगेटिव क्लिपर के कार्यों को बताना**

वेव शेपिंग सर्किट (Wave shapping circuit):

वेव शेपिंग सर्किट का उपयोग अल्टरनेटिंग करंट या डायरेक्ट करंट से वेव फॉर्म के आकार को बदलने के लिए किया जाता है। वेव फॉर्म वोल्टेज को वेव फॉर्म के शेष भाग को प्रभावित किए बिना पूर्व निर्धारित वोल्टेज से अधिक होने से रोकने के लिए एक क्लिपर सर्किट का उपयोग किया जाता है।

क्लिपिंग सर्किट एक वेव-शेपिंग सर्किट है और इसका उपयोग आउटपुट तरंग के आकार को नियंत्रित करने के लिए लागू तरंग के एक हिस्से को हटाने या क्लिप करने के लिए किया जाता है। वोल्टेज या कटऑफ वोल्टेज का हिस्सा ऊपर या नीचे या निर्दिष्ट स्तर दोनों हो सकता है। सबसे बुनियादी क्लिपिंग सर्किट में से एक हाफ-वेव रेक्टिफायर है। एक अर्ध-तरंग दिष्टकारी या तो ऋणात्मक अर्ध चक्र या एकांतर तरंग के धनात्मक अर्ध चक्र को क्लिप करता है और केवल एक आधा चक्र पारित करने की अनुमति देता है।

क्लिपर का वर्गीकरण (Classifications of clippers):

बाइसिंग के अनुसार क्लिपर्स को वर्गीकृत करना

- अनबायस्ड क्लिपर्स और
- बायस्ड क्लिपर्स

कॉन्फ़िगरेशन के अनुसार क्लिपर्स का इस्तेमाल करना

- सीरीज डायोड क्लिपर्स
- समानांतर या शंट डायोड क्लिपर्स
- डायोड प्रतिरोधक और संदर्भ आपूर्ति का एक श्रेणी संयोजन।

क्लिपिंग के स्तर के अनुसार क्लिपर्स

- धनात्मक क्लिपर्स
- ऋणात्मक क्लिपर्स
- बायस्ड क्लिपर्स
- कॉम्बिनेशन क्लिपर्स

क्लिपिंग सर्किट क्षेत्र के लिए आवश्यक बेसिक घटक एक आदर्श डायोड और एक प्रतिरोधक होता है। वांछित मात्रा में क्लिपर स्तर को ठीक करने के लिए DC बैटरी भी शामिल हो सकती है। जब डायोड फॉरवर्ड बायस्ड होता है तो यह बंद स्विच के रूप में कार्य करता है और जब यह रिवर्स बायस्ड होता है तो यह खुले स्विच के रूप में कार्य करता है। बैटरी के वोल्टेज की मात्रा को अलग-अलग करके और डायोड और रजिस्टर की स्थिति को बदलकर क्लिपिंग के विभिन्न स्तरों को प्राप्त किया जा सकता है।

डायोड की विशेषताओं के आधार पर इनपुट सिग्नल के धनात्मक या ऋणात्मक क्षेत्र को 'क्लिप' किया जाता है और तदनुसार डायोड क्लिपर्स धनात्मक या ऋणात्मक क्लिपर्स हो सकते हैं।

क्लिपर्स की दो सामान्य श्रेणियां श्रेणी और समानांतर (या शंट) हैं। श्रेणी विन्यास को एक के रूप में परिभाषित किया गया है जहां डायोड लोड के साथ श्रेणी में है जबकि शंट क्लिपर में लोड के समानांतर शाखा में डायोड है।

धनात्मक डायोड क्लिपर (Positive Diode Clipper):

एक धनात्मक क्लिपर में इनपुट वोल्टेज के पॉजिटिव हॉफ साइकलों को हटा दिया जाता है। एक धनात्मक क्लिपर के लिए सर्किट व्यवस्था Fig 1a और Fig 1b में नीचे दी गई है।

जैसा कि Fig में दिखाया गया है। Fig 1a में डायोड को लोड के साथ श्रेणीक्रम में रखा गया है। इनपुट तरंग के पॉजिटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड "D" रिवर्स बायस्ड होता है जो आउटपुट वोल्टेज को 0 वोल्ट पर बनाए रखता है। इस प्रकार पॉजिटिव हॉफ साइकल बंद हो जाता है। इनपुट के निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड अग्र बायस्ड होता है और इसलिए आउटपुट में निगेटिव हॉफ साइकल दिखाई देता है। उपरोक्त स्पष्टीकरण Fig 2 में स्वयं परिभाषित होगा।

Fig 1(b) में, डायोड को लोड के समानांतर रखा गया है। यह एक धनात्मक शंट क्लिपर सर्किट का आरेख है। धनात्मक अर्धचक्र के दौरान डायोड 'D' अग्र बायस्ड होता है तथा डायोड एक बंद स्विच के रूप में कार्य करता है। यह डायोड को भारी संचालन करने का कारण बनता है। यह डायोड के अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप या लोड प्रतिरोध R_L के शून्य होने का कारण बनता है। इस प्रकार पॉजिटिव हॉफ साइकल के दौरान आउटपुट वोल्टेज शून्य होता है जैसा कि आउटपुट तरंग में दिखाया गया है। इनपुट सिग्नल वोल्टेज के निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड D रिवर्स बायस्ड होता है और एक खुले स्विच के रूप में व्यवहार करता है। नतीजतन संपूर्ण इनपुट वोल्टेज डायोड या लोड प्रतिरोध R_L के अक्रॉस दिखाई देता है यदि R, R_L से बहुत निम्न है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 1

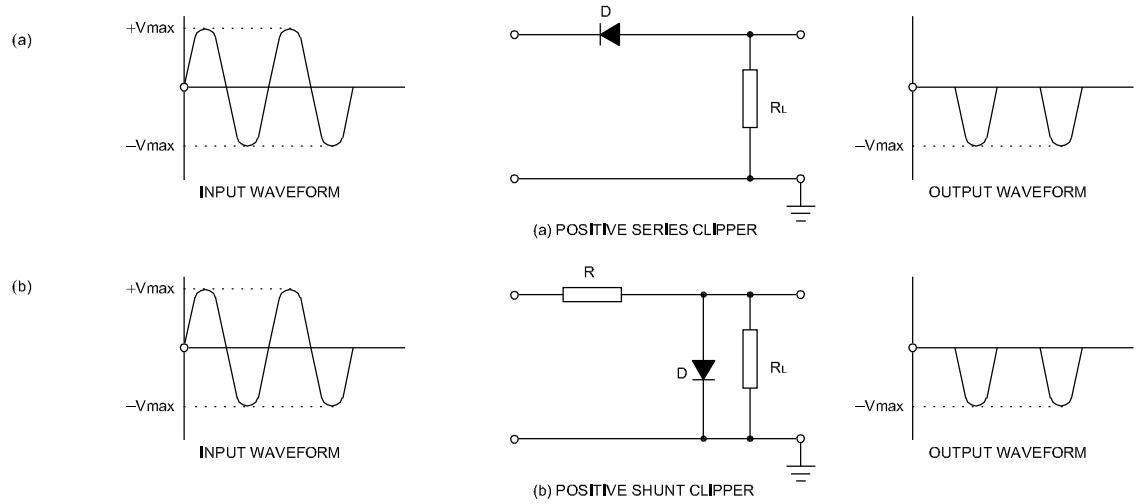
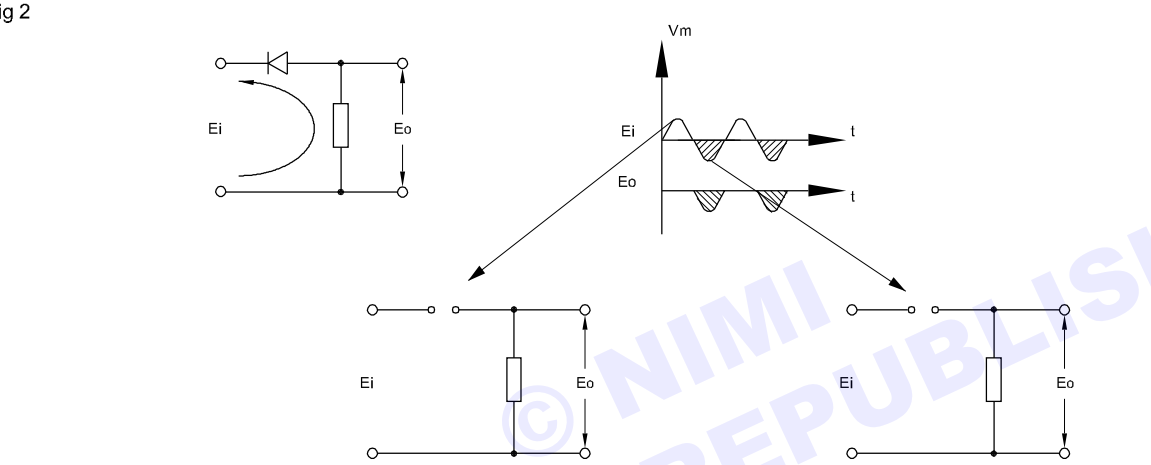


Fig 2



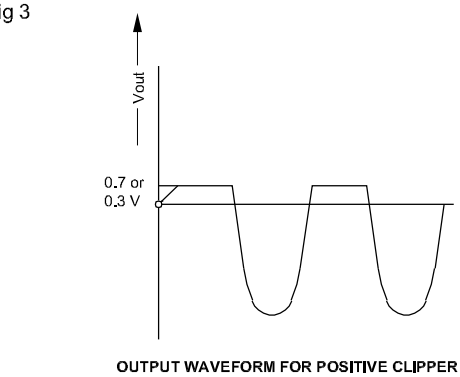
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

दरअसल सर्किट आउटपुट वोल्टेज के साथ वोल्टेज डिवाइडर के रूप में व्यवहार करता है

$[R_L/R+R_L]\ V_{max}=-V_{max}$,जब $R_L>>R$

उपरोक्त चर्चाओं में डायोड को आदर्श माना गया है। एक व्यावहारिक डायोड में ब्रेकडाउन वोल्टेज (सिलिकॉन के लिए 0.7V और जर्मेनियम के लिए 0.3V) मौजूद होगा। जब इसे ध्यान में रखा जाता है तो धनात्मक क्लिपर के लिए आउटपुट वेव फॉर्म नीचे Fig 3 में दिखाए गए आकार के होंगे।

Fig 3



OUTPUT WAVEFORM FOR POSITIVE CLIPPER

ऋणात्मक डायोड क्लिपर (Negative Diode Clipper):

ऋणात्मक क्लिपिंग सर्किट केवल एक अंतर के साथ धनात्मक क्लिपिंग सर्किट के समान होता है। यदि आंकड़े 1(a) और (b) में डायोड को रिवर्स ध्रुवीयता के साथ फिर से जोड़ दिया जाता है तो सर्किट एक ऋणात्मक श्रृंखला के लिए बन जाएंगे और शंट क्लिपर्स को नीचे दिए गए आंकड़े 4(a) और (b) में दिखाया गया है।

जैसा Fig 4a में दिखाया गया है कि डायोड को लोड के साथ श्रेणीक्रम में रखा जाता है। इनपुट तरंग के निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड 'D' रिवर्स बायस्ड होता है जो आउटपुट वोल्टेज को 0 वोल्ट पर बनाए रखता है। इस प्रकार निगेटिव हॉफ साइकल बंद हो जाता है। इनपुट के पॉजिटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड आगे अग्र बायस होता है और इसलिए आउटपुट में पॉजिटिव हॉफ साइकल दिखाई देता है। उपरोक्त स्पष्टीकरण Fig 5 में स्वतः परिभाषित होगा।

Fig 4(b) में डायोड को लोड के समानांतर रखा गया है। यह एक नेगेटिव शंट क्लिपर सर्किट का डायग्राम है। ऋणात्मक अर्धचक्र के दौरान डायोड 'D' अग्रदिशिक होता है तथा डायोड एक बंद स्विच के रूप में कार्य करता है। यह डायोड को भारी संचालन करने का कारण बनता है। यह डायोड के अक्रॉस वोल्टेज ड्रॉप या लोड प्रतिरोध R_L के शून्य होने का कारण बनता है।

Fig 4

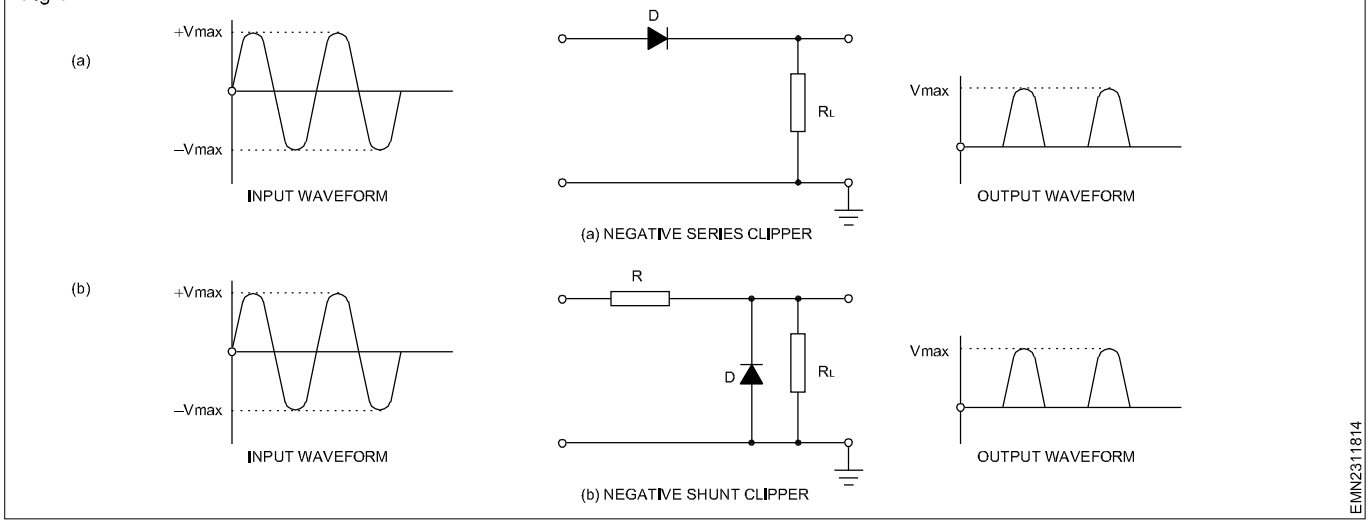
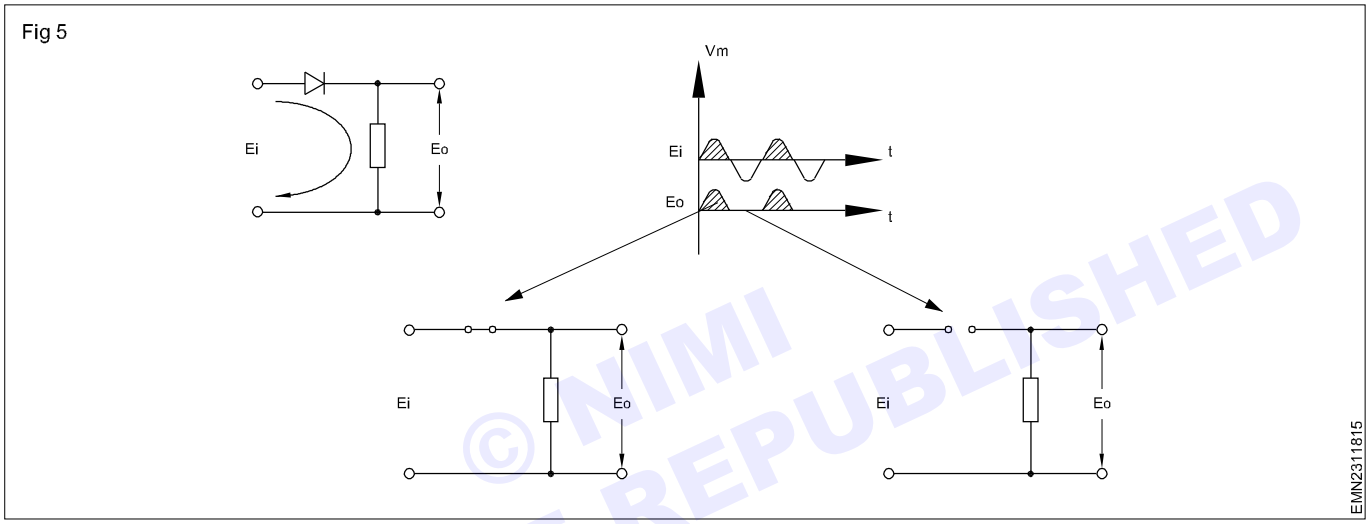


Fig 5



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

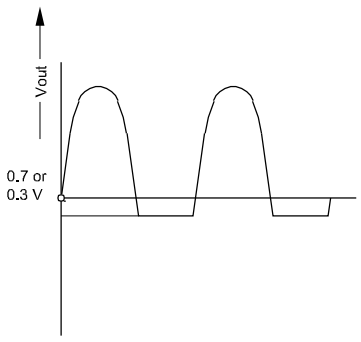
इस प्रकार निगेटिव हॉफ साइकलों के दौरान आउटपुट वोल्टेज शून्य होता है जैसा कि आउटपुट तरंग में दिखाया गया है। इनपुट सिग्नल वोल्टेज के निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड D रिवर्स बायस्ड होता है और एक खुले स्विच के रूप में व्यवहार करता है। नतीजतन संपूर्ण इनपुट वोल्टेज डायोड या लोड प्रतिरोध R_L के अक्रॉस दिखाई देता है यदि आर R_L से बहुत निम्न है।

दरअसल सर्किट आउटपुट वोल्टेज के साथ वोल्टेज डिवाइडर के रूप में व्यवहार करता है

$R_L/R+R_L] V_{max} = V_{max}$ जब $R_L >> R$

उपरोक्त चर्चाओं में डायोड को आदर्श माना गया है। एक व्यावहारिक डायोड में ब्रेकडाउन वोल्टेज (सिलिकॉन के लिए 0.7 और जर्मेनियम के लिए 0.3 V) मौजूद होता है। जब इसे ध्यान में रखा जाता है तो ऋणात्मक क्लिपर के लिए आउटपुट वेवफॉर्म नीचे Fig 6 में दिखाए गए आकार के होंगे।

Fig 6



OUTPUT WAVEFORM FOR NEGATIVE CLIPPER

बायस्ड पॉजिटिव क्लिपर और बायस्ड नेगेटिव क्लिपर (Biased positive clipper and biased negative clipper)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **बायस्ड नेगेटिव और बायस्ड पॉजिटिव क्लिपर को परिभाषित करना**
- **सर्किट डायग्राम और वेवफॉर्म के साथ बायस्ड नेगेटिव क्लिपर के कार्यों को बताना**
- **सर्किट डायग्राम और वेवफॉर्म के साथ बायस्ड पॉजिटिव क्लिपर के कार्यों को बताना**

बायस्ड नेगेटिव क्लिपर (biased negative clipper):

एक बायस्ड क्लिपर तब कार्य करता है जब सिग्नल वोल्टेज के पॉजिटिव या नेगेटिव हॉफ साइकल के एक छोटे से हिस्से को हटाना होता है। जब नेगेटिव हॉफ साइकल के एक छोटे से हिस्से को हटाना होता है तो इसे बायस्ड नेगेटिव क्लिपर कहा जाता है। सर्किट आरेख और तरंग को Fig 1 में दिखाया गया है।

बायस्ड नेगेटिव क्लिपर में जब इनपुट सिग्नल वोल्टेज पॉजिटिव होता है तो डायोड 'D' रिवर्स बायस्ड होता है। इससे यह एक खुले स्विच के रूप में कार्य करने का कारण बनता है। इस प्रकार संपूर्ण पॉजिटिव हॉफ साइकल लोड के अक्रॉस दिखाई देता है जैसा कि आउटपुट तरंग द्वारा दिखाया गया है। जब इनपुट सिग्नल वोल्टेज ऋणात्मक होता है लेकिन बैटरी वोल्टेज 'V' से अधिक नहीं होता है तो डायोड 'D' रिवर्स-बायस्ड रहता है और अधिकांश इनपुट वोल्टेज आउटपुट में दिखाई देता है। जब नेगेटिव सिग्नल वोल्टेज बैटरी वोल्टेज V से अधिक हो जाता है तो डायोड D फॉरवर्ड बायस्ड होता है और हैवी संचालन करता है। आउटपुट वोल्टेज '-V' के बराबर और '-V' पर तब तक रहता है जब तक कि इनपुट सिग्नल वोल्टेज का परिमाण बैटरी वोल्टेज 'V' के परिमाण से अधिक है। इस प्रकार एक बायस्ड नेगेटिव क्लिपर इनपुट वोल्टेज को हटा देता है जब इनपुट सिग्नल वोल्टेज बैटरी वोल्टेज से अधिक हो जाता है।

बायस्ड पॉजिटिव क्लिपर (biased positive clipper):

बायस्ड पॉजिटिव क्लिपर में जब इनपुट सिग्नल वोल्टेज नेगेटिव होता है डायोड 'D' रिवर्स बायस्ड होता है। इससे यह एक खुले स्विच के रूप में कार्य करने का कारण बनता है। इस प्रकार संपूर्ण निगेटिव हॉफ साइकल लोड के अक्रॉस दिखाई देता है जैसा कि आउटपुट तरंग द्वारा दिखाया गया है। जब इनपुट सिग्नल वोल्टेज धनात्मक होता है लेकिन बैटरी वोल्टेज 'V' से अधिक नहीं होता है तो डायोड 'D' रिवर्स-बायस्ड रहता है और अधिकांश इनपुट वोल्टेज आउटपुट में दिखाई देता है। जब धनात्मक सिग्नल वोल्टेज बैटरी वोल्टेज V से अधिक हो जाता है तो डायोड D आगे बायस्ड पूर्ण होता है और हैवी संचालन करता है। आउटपुट वोल्टेज '-V' के बराबर है और '-V' पर तब तक रहता है जब तक कि इनपुट सिग्नल वोल्टेज का परिमाण बैटरी वोल्टेज 'V' के परिमाण से अधिक है। इस प्रकार एक पक्षपाती धनात्मक क्लिपर इनपुट वोल्टेज को हटा देता है जब इनपुट सिग्नल वोल्टेज बैटरी वोल्टेज से अधिक हो जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 1

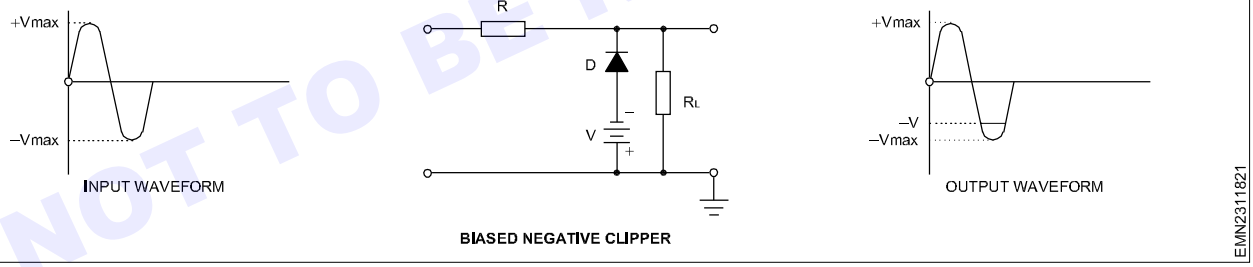
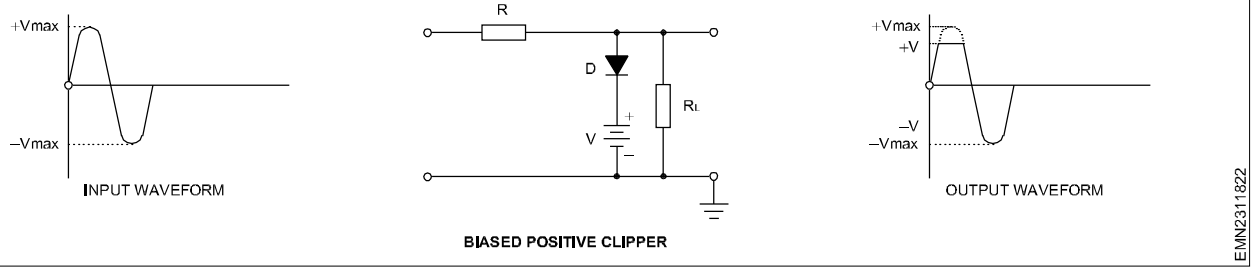


Fig 2



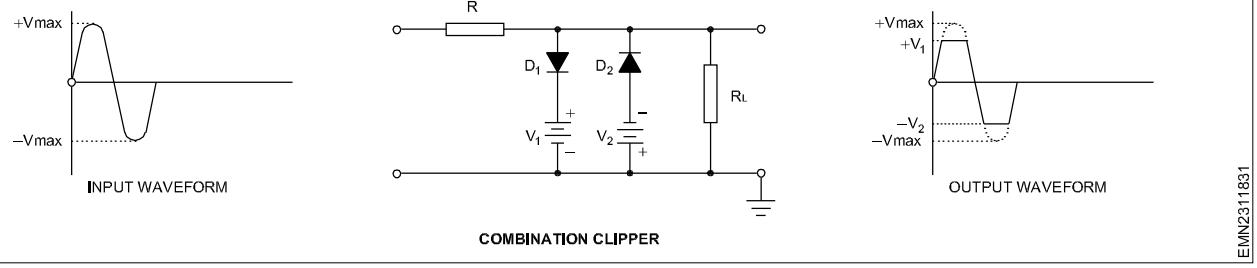
कॉम्बिनेशन क्लिपर (Combination clipper)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **कॉम्बिनेशन / द्वितीय क्लिपर परिभाषित करना**
- **कॉम्बिनेशन क्लिपर के कार्यों को बताना**
- **क्लिपर सर्किट के अनुप्रयोगों की सूची बनाना**

जब इनपुट वोल्टेज के प्रत्येक हॉफ साइकल के धनात्मक और ऋणात्मक दोनों के हिस्से को क्लिप (या हटाया) जाता है तो कॉम्बिनेशन क्लिपर कार्यरत रहता है। ऐसे क्लिपर का सर्किट Fig 1 में दिया गया है।

Fig 1



COMBINATION CLIPPER

सर्किट की कार्य नीचे संक्षेप में है। धनात्मक इनपुट वोल्टेज सिग्नल के लिए जब इनपुट वोल्टेज बैटरी वोल्टेज से अधिक हो जाता है तो '$+V_1$' डायोड D_1 हैवी संचालन करता है जबकि डायोड 'D_2' रिवर्स बायस्ड होता है और इसलिए वोल्टेज '$+V_1$' होता है। दूसरी ओर ऋणात्मक इनपुट वोल्टेज सिग्नल के लिए डायोड 'D_1' रिवर्स बायस्ड रहता है और डायोड 'D_2' केवल तभी हैवी संचालन करता है जब इनपुट वोल्टेज परिमाण में बैटरी वोल्टेज 'V2' से अधिक हो जाता है। इस प्रकार निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान आउटपुट '$-V_2$' पर रहता है जब तक कि इनपुट सिग्नल वोल्टेज '$-V_2$' से अधिक है।

अनुप्रयोग (Applications):

एक निर्दिष्ट स्तर से ऊपर या नीचे इनपुट सिग्नल वोल्टेज के अवांछित हिस्से को हटाने के लिए क्लिपर्स सर्किट में रडार डिजिटल कंप्यूटर और अन्य इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम में महान अनुप्रयोग हैं। एक अन्य अनुप्रयोग संचार सर्किट के लिए रेडियो रिसीवर में होता है जहां सिग्नल आयाम से ऊपर उठने वाले नॉइज़ पल्स को वांछित स्तर तक नीचे ड्रॉप कर दिया जाता है। क्लिपिंग सर्किट को वोल्टेज लिमिटर्स एम्प्लीट्यूड सेलेक्टर्स या स्लाइसर्स के रूप में भी जाना जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

क्लिपर सर्किट (Clamper circuits)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **क्लैंपर सर्किट को परिभाषित करना**
- **पॉजिटिव क्लैंपर को परिभाषित करना**
- **निगेटिव क्लैंपर को परिभाषित करना**
- **पॉजिटिव क्लैंपर के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **निगेटिव क्लैंपर के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **पीक क्लिपर के रूप में जेनर डायोड की कार्यप्रणाली की व्याख्या करना**

एक क्लैम्पिंग सर्किट का उपयोग सिग्नल के धनात्मक या ऋणात्मक शिखर को वांछित स्तर पर रखने के लिए किया जाता है। DC घटक को इनपुट सिग्नल में बस जोड़ा या घटाया जाता है। क्लैंपर को DC रिस्टोरर और AC सिग्नल लेवल शिफ्टर के रूप में भी जाना जाता है।

एक क्लैंपर सर्किट इनपुट सिग्नल में पॉजिटिव या नेगेटिव DC कंपोनेंट जोड़ता है ताकि इसे या तो पॉजिटिव साइड पर पुश किया जा सके जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है या नेगेटिव साइड पर होंडा जाता है जैसा कि

Fig 1

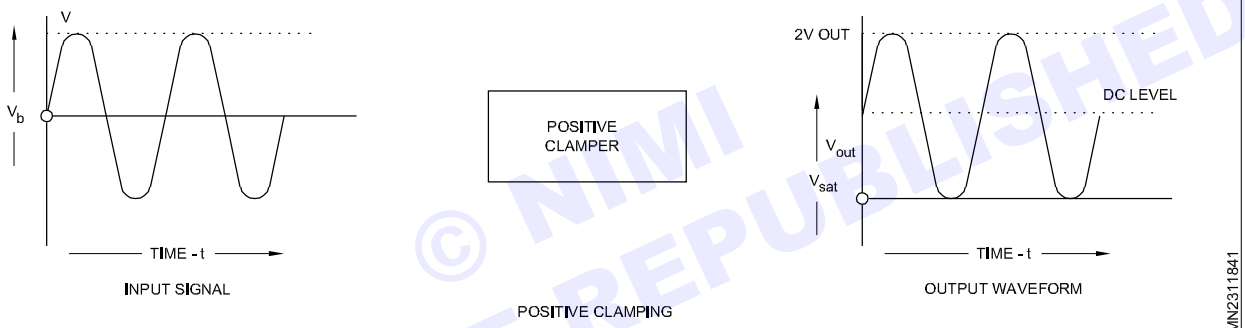


Fig 2

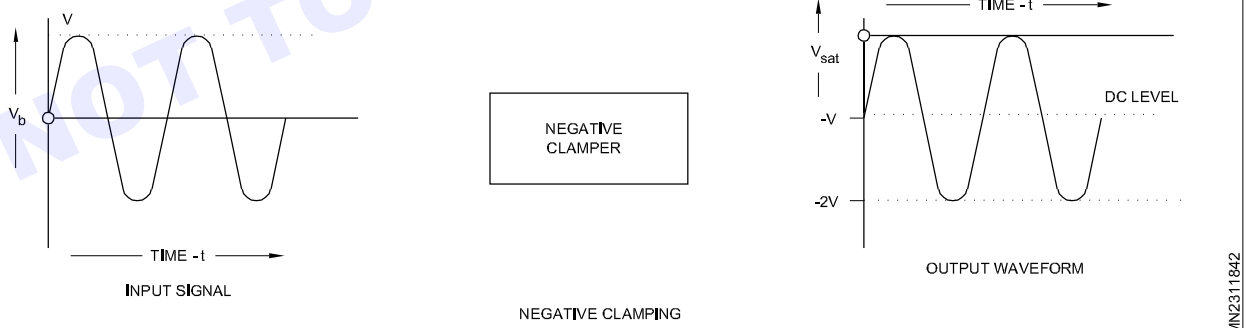


Fig 2 में दिखाया गया है।

सर्किट द्वारा सिग्नल को ऊपर की ओर धकेलने पर सर्किट को पॉजिटिव क्लैंपर कहा जाएगा। जब सिग्नल ऊपर की ओर बढ़ता है जैसा कि Fig (1) में दिखाया गया है सिग्नल का ऋणात्मक शिखर शून्य स्तर के पास होता है।

सर्किट द्वारा सिग्नल को नीचे की ओर धकेलने पर सर्किट को नेगेटिव क्लैंपर कहा जाएगा। जब संकेत ऋणात्मक पक्ष पर धकेल दिया जाता है जैसा Fig (2) में दिखाया गया है तो इनपुट सिग्नल का धनात्मक शिखर शून्य स्तर के पास होता है।

अनुप्रयोग (Applications):

कुछ मामलों में एक TV रिसीवर की तरह जब सिग्नल कैपेसिटिव कपलिंग नेटवर्क से गुजरता है तो यह अपना DC घटक लॉस कर देता है। यह तब होता है जब क्लैंपर सर्किट का उपयोग DC घटक को सिग्नल इनपुट में फिर से स्थापित करने के लिए किया जाता है। हालांकि DC घटक

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जो ट्रांसमिशन में लॉस हो गया है वही नहीं है जो क्लैम्पिंग सर्किट के माध्यम से पेश किया गया है कुछ संदर्भ स्तर पर धनात्मक या ऋणात्मक सिग्नल भ्रमण(excursion) की पीक को स्थापित करने की आवश्यकता महत्वपूर्ण होती है। ये स्टोरेज काउंटर एनालॉग फ्रीक्वेंसी मीटर कैपेसिटेंस मीटर डिवाइडर और स्टेर-केस तरंग जनरेटर में भी अनुप्रयोग पाते हैं।

क्लैंपिंग सर्किट के लिए कम से कम तीन घटकों - डायोड, कैपेसिटर और प्रतिरोधी की आवश्यकता होती है। कभी-कभी एक अतिरिक्त बदलाव के कारण एक स्वतंत्र DC आपूर्ति की भी आवश्यकता होती है। क्लैम्पिंग सर्किट के बारे में महत्वपूर्ण बिंदु हैं:

- वेवफ़ॉर्म का आकार समान होगा लेकिन इसका स्तर या तो ऊपर या नीचे की ओर शिफ्ट किया जाता है
- क्लैम्पिंग सर्किट के कारण वेवफॉर्म के पीक-टू-पीक या rms मान में कोई बदलाव नहीं होता है। इस प्रकार इनपुट वेवफॉर्म और आउटपुट वेवफॉर्म का समान पीक-टू-पीक मान होगा जो कि $2V_{max}$ है। यह ऊपर Fig में दिखाया गया है। यह भी ध्यान दिया जाना चाहिए कि AC वोल्टमीटर में इनपुट वोल्टेज और क्लैंप्ड आउटपुट वोल्टेज के लिए समान रीडिंग प्राप्त की जाती है।
- वेवफॉर्म के शिखर और औसत मानों में बदलाव होगा। ऊपर दिखाए गए आंकड़े में इनपुट वेवफ़ॉर्म में V_{max} का शिखर मान होता है और एक पूर्ण चक्र पर औसत मान शून्य होता है। क्लैम्प्ड आउटपुट $2V_{max}$ और 0 (या 0 और $-2V_{max}$) से भिन्न होता है। इस प्रकार क्लैम्प्ड आउटपुट का यह शिखर मान $2V_{max}$ और औसत मान V_{max} है
- प्रतिरोधक R और संधारित्र C के मान तरंगरूप को प्रभावित करते हैं।
- रजिस्टर R और कैपेसिटर C का मान सर्किट के समय स्थिर समीकरण t = RC से निर्धारित किया जाना चाहिए। यह सुनिश्चित करने के लिए मान काफी बड़ा होना चाहिए कि संधारित्र C के अक्रॉस वोल्टेज उस समय अंतराल के दौरान महत्वपूर्ण रूप से नहीं बदलता है जब डायोड अचालक होता है। एक अच्छे क्लैंपर सर्किट में सर्किट समय स्थिर t = RC इनपुट सिग्नल वोल्टेज की समय अवधि से कम से कम दस गुना होना चाहिए।

निगेटिव क्लैंपर (Negative clamper):

एक निगेटिव क्लैम्पिंग सर्किट पर विचार करें जो एक सर्किट वेसिक सिग्नल को एक ऊर्ध्वाधर नीचे की दिशा में स्थानांतरित करता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। डायोड D अग्र बायस्ड होगा और कैपेसिटर C को Fig 3 में दिखाए गए ध्रुवीयता के साथ चार्ज किया जाता है आउटपुट वोल्टेज 0V के बराबर होगा। कैपेसिटर को V से चार्ज किया जाता है। निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड रिवर्स-बायस्ड हो जाता है और एक ओपन-सर्किट के रूप में कार्य करता है। इस प्रकार संधारित्र वोल्टेज पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा। प्रतिरोध आर बहुत अधिक मान का होने के कारण इनपुट वोल्टेज और कैपेसिटर वोल्टेज के निगेटिव हिस्से के दौरान C को बहुत अधिक डिस्चार्ज (-V -V या -2V के बराबर) नहीं कर सकता है। पीक-टू-पीक आउटपुट का मान निगेटिव और पॉजिटिव पीक वोल्टेज स्तर का अंतर 2V के बराबर होगा।

पॉजिटिव क्लैंपर (Positive clamper):

दिखाए गए Fig 4 को डायोड को पश्च ध्रुवता के साथ जोड़कर एक पॉजिटिव क्लैम्पिंग सर्किट में संशोधित किया जा सकता है। पॉजिटिव क्लैम्पिंग सर्किट

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3

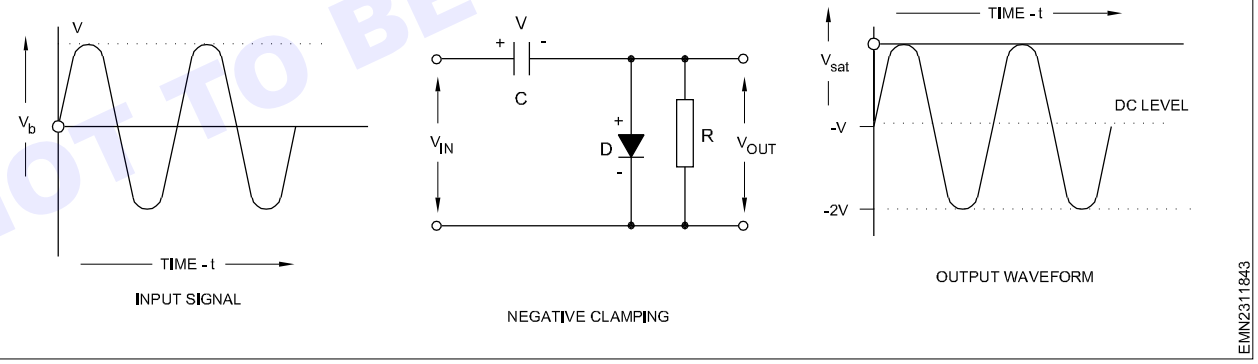
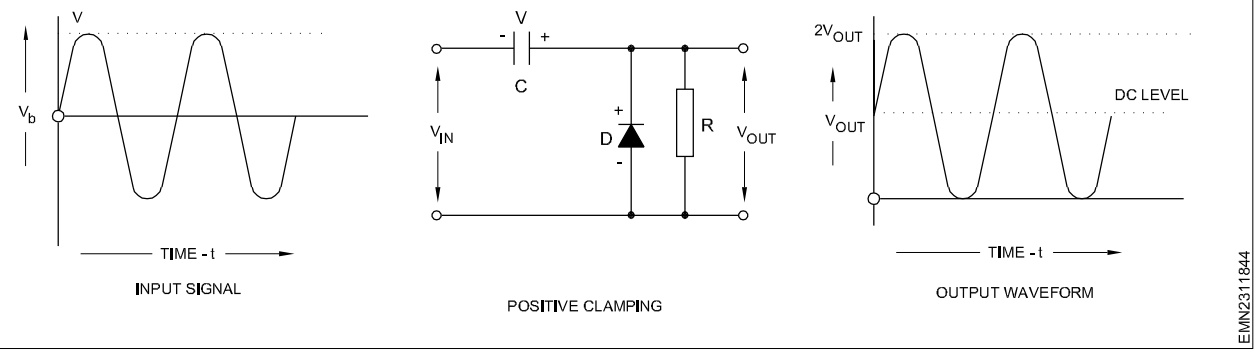


Fig 4



मूल सिग्नल को एक ऊर्ध्वाधर ऊपर की दिशा में ले जाता है। एक पॉजिटिव क्लैम्पिंग सर्किट नीचे Fig 4 में दिखाया गया है।

इसमें एक डायोड D और एक कैपेसिटर C होता है जैसा कि एक निगेटिव क्लैंपर में होता है। सर्किट में एकमात्र अंतर यह है कि डायोड की ध्रुवता रिवर्स हो जाती है। सर्किट के कार्य करने के बारे में शेष स्पष्टीकरण वही है जो निगेटिव क्लैंपर के लिए समझाया गया है।

एक पॉजिटिव क्लैम्पिंग सर्किट पर विचार करें एक सर्किट जो बेसिक सिग्नल को एक ऊर्ध्वाधर ऊपर की दिशा में स्थानांतरित करता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है। इनपुट के निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड D आगे बायस्ड होगा और कैपेसिटर C को दिखाए गए ध्रुवीयता के साथ चार्ज किया जाएगा। Fig 4 में आउटपुट वोल्टेज 0V के बराबर होगा। संधारित्र को V से चार्ज किया जाता है। पॉजिटिव हॉफ साइकल के दौरान डायोड रिवर्स-बायस्ड हो जाता है और ओपन-सर्किट के रूप में कार्य करता है इस प्रकार संधारित्र वोल्टेज पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा। प्रतिरोध R बहुत अधिक मान का होने के कारण इनपुट तरंग के धनात्मक भाग के दौरान C को बहुत अधिक डिस्चार्ज नहीं कर सकता है। इस प्रकार धनात्मक इनपुट के दौरान आउटपुट वोल्टेज इनपुट वोल्टेज और कैपेसिटर वोल्टेज का योग होगा और V + V या (2V) के बराबर होगा। पीक-से -पीक आउटपुट का मान ऋणात्मक और धनात्मक पीक का अंतर होगा जो डायोड क्लिपर स्तरों के साथ जोड़ा गया 2V के बराबर है।

जेनर डायोड क्लिपिंग सर्किट (Zener diode clipping circuits):

बायस वोल्टेज के उपयोग का मतलब है कि क्लिप किए गए वोल्टेज तरंग की मात्रा को सटीक रूप से नियंत्रित किया जा सकता है। लेकिन वोल्टेज बायस्ड डायोड क्लिपिंग सर्किट का उपयोग करने का एक मुख्य हानि यह है कि उन्हें एक अतिरिक्त EMF बैटरी स्रोत की आवश्यकता होती है जो कि एक समस्या नहीं हो सकती है।

अतिरिक्त EMF आपूर्ति की आवश्यकता के अनबायस्ड डायोड क्लिपिंग सर्किट बनाने का एक आसान विधि जेनर डायोड का उपयोग करना है।

जैसा कि हम जानते हैं जेनर डायोड एक अन्य प्रकार का डायोड है जो ब्रेकडाउन क्षेत्र होता है और जैसे वोल्टेज रेगुलेशन या क्लिपिंग में उपयोग किया जाता है। अग्र बायस के क्षेत्र में जेनर एक साधारण सिलिकॉन डायोड की तरह कार्य करता है जब संचालन करते समय फॉरवर्ड वोल्टेज 0.7V (700mV) की वोल्टेज ड्रॉप से अधिक होती है।

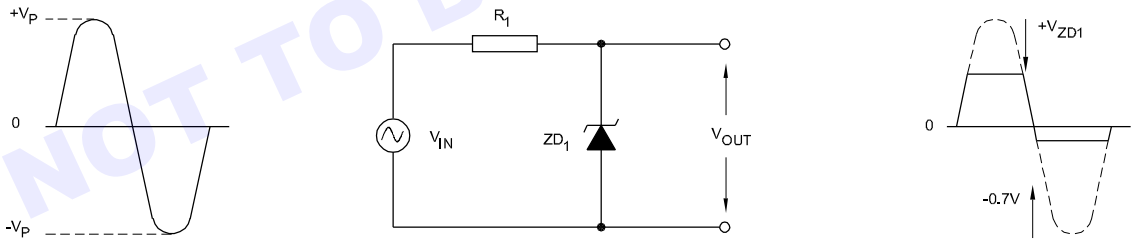
हालांकि रिवर्स बायस क्षेत्र में जेनर डायोड ब्रेकडाउन वोल्टेज तक पहुंचने तक वोल्टेज अवरुद्ध रहता है। इस बिंदु पर जेनर के माध्यम से रिवर्स करंट तेजी से बढ़ता है लेकिन डिवाइस में जेनर वोल्टेज V_z स्थिर रहता है भले ही जेनर करंट I_z भिन्न हो।

फिर इस जेनर क्रिया को Fig 5 में दर्शाए अनुसार वेवफॉर्म को क्लिप करने के लिए उपयोग करके अच्छे प्रभाव में डाल सकते हैं।

जेनर डायोड क्लिपिंग (Zener diode clipping):

जेनर डायोड एक बायस्ड डायोड क्लिपिंग सर्किट की तरह कार्य करता है जिसमें बायस वोल्टेज जेनर ब्रेकडाउन वोल्टेज के बराबर है। इस सर्किट में वेवफ़ॉर्म के पॉजिटिव हॉफ साइकल के दौरान जेनर डायोड रिवर्स बायस्ड होता है इसलिए वेवफ़ॉर्म को जेनर वोल्टेज V_{ZD1} पर क्लिप किया जाता है। निगेटिव हॉफ साइकल के दौरान जेनर अपने सामान्य 0.7V जंक्शन मान के साथ एक सामान्य डायोड की तरह कार्य करता है।

Fig 5



ZENER DIODE CLIPPING

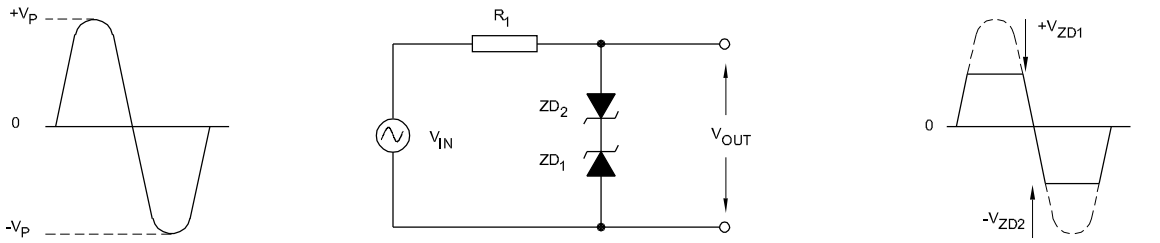
हम इस विचार को और विकसित कर सकते हैं कि जेनर डायोड रिवर्स वोल्टेज विशेषताओं का उपयोग करके एक तरंग के दोनों हिस्सों को क्लिप करने के लिए Fig 6 में श्रृंखला से जुड़े जेनर डायोड का उपयोग कर सकते हैं।

पूर्ण जेनर डायोड क्लिपिंग सर्किट से आउटपुट वेवफॉर्म पश्च वोल्टेज बायस्ड डायोड क्लिपिंग सर्किट के समान होता है। आउटपुट तरंग को जेनर वोल्टेज और दूसरे डायोड के 0.7V फॉरवर्ड वोल्ट ड्रॉप पर क्लिप किया जाएगा। तो उदाहरण के लिए पॉजिटिव हॉफ साइकल जेनर डायोड Z_{D1} प्लस 0.7 Z_{D2} और इसके विपरीत निगेटिव हॉफ साइकल के योग पर क्लिप किया जाएगा।

जैसा ऊपर बताया गया है जेनर डायोड वोल्टेज की विस्तृत श्रृंखला के साथ निर्मित होते हैं और प्रत्येक हॉफ साइकल पर विभिन्न वोल्टेज संदर्भ देने के लिए उपयोग किए जा सकते हैं। जेनर डायोड 1 या 5% की विशिष्ट सहिष्णुता के साथ 2.4 से 33 वोल्ट तक के जेनर ब्रेकडाउन वोल्टेज Vz के साथ उपलब्ध होते हैं। ध्यान दें कि एक बार रिवर्स ब्रेकडाउन क्षेत्र में संचालन करने के बाद जेनर डायोड के माध्यम से पूर्ण धारा प्रवाहित होगी इसलिए एक उपयुक्त करंट लिमिटिंग रजिस्टर R_1 को चुना जाना चाहिए।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 6



FULL-WAVE ZENER DIODE CLIPPING

अनुप्रयोग (Applications):

रेक्टिफायर के रूप में उपयोग किए जाने के साथ-साथ डायोड का उपयोग किसी विशेष DC स्तर पर ऊपर या नीचे या दोनों तरंगों को क्लिप करने के लिए भी किया जा सकता है और इसे विरूपण के बिना आउटपुट में पास किया जा सकता है। उपरोक्त उदाहरणों में हमने माना है कि तरंग साइनसोइडल है लेकिन सिद्धांत में किसी भी आकार के इनपुट तरंग का उपयोग किया जा सकता है।

डायोड क्लिपिंग सर्किट का उपयोग आयाम शोर या वोल्टेज स्पाइक्स वोल्टेज विनियमन को खत्म करने या मौजूदा सिग्नल से नए तरंगों का उत्पादन करने के लिए किया जाता है। जैसा कि ऊपर देखा गया एक आयताकार तरंग प्राप्त करने के लिए एक साइनसॉइडल तरंग की पीक को दूर किया जाता है।

डायोड क्लिपिंग के रूप में सबसे आम अनुप्रयोग एक फ्लाई व्हील या फ्री व्हीलिंग डायोड के रूप में है जो स्विचिंग ट्रांजिस्टर फॉर्म रिवर्स वोल्टेज ट्रांज़िएंट की सुरक्षा के लिए एक इंडक्टिव लोड के समानांतर जुड़ा होता है।

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर (Field Effect Transistors)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

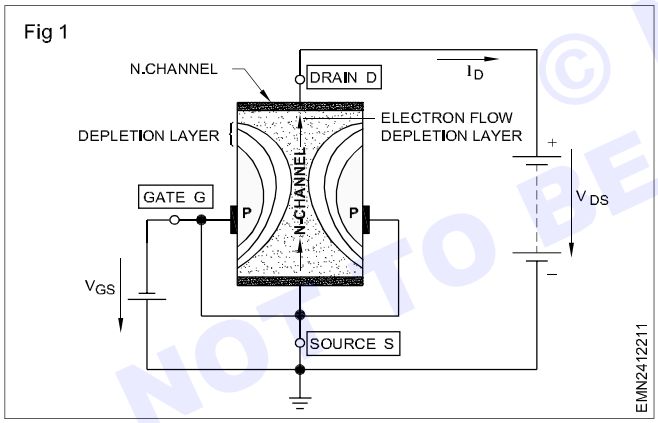
- **FET और JFET की संरचना**
- **JFET और BJT के बीच अंतर**
- **FET प्रवर्धक में मापन डिवाइस के अनुप्रयोग**

फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर (Field effect transistors) (FET):

एक द्वि-ध्रुवीय ट्रांजिस्टर और एक फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर के बीच मुख्य अंतर यह है कि द्वि-ध्रुवीय ट्रांजिस्टर एक धारा नियंत्रित उपकरण है। सरल शब्दों में इसका अर्थ है कि द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर (कलेक्टर करंट) में मुख्य धारा को बेस धारा द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर एक वोल्टेज नियंत्रित उपकरण है। इसका मतलब है कि गेट पर वोल्टेज (एक द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर के बेस के समान) मुख्य धारा को नियंत्रित करता है। एक द्वि-ध्रुवीय ट्रांजिस्टर (NPN या PNP) में मुख्य धारा हमेशा N- डोप्ड और P- डोप्ड अर्धचालक के माध्यम से बहती है जबकि एक फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर में मुख्य धारा प्रवाह या तो केवल N-डोप्ड के माध्यम से होता है अर्धचालक या केवल P-डॉप्ड अर्धचालक के माध्यम से होता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



यदि मुख्य धारा प्रवाह केवल N- डोप्ड के माध्यम से है तो ऐसे सामग्री को N-चैनल या N प्रकार FET के रूप में संदर्भित किया जाता है N-डॉप्ड सामग्री के माध्यम से धारा N-प्रकार FET केवल इलेक्ट्रॉनों द्वारा होता है।

यदि मुख्य धारा प्रवाह केवल P- डोप्ड के माध्यम से होती है तो ऐसी सामग्री को P-चैनल FET या P प्रकार FET के रूप में संदर्भित किया जाता है P -डॉप्ड सामग्री के माध्यम से धारा P -प्रकार FET केवल होलों (holes) से होता है।

FET में द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर के विपरीत जिसमें मुख्य धारा दोनों इलेक्ट्रॉनों और होलों पर निर्भर करता है लेकिन FET (P या N प्रकार) का प्रकार या तो मुख्य धारा इलेक्ट्रॉनों या होलों द्वारा होता है लेकिन दोनों कभी नहीं होता है इस कारण से FET उपकरण को एक ध्रुवीय ट्रांजिस्टर या एक ध्रुवीय के रूप में भी जाना जाता है

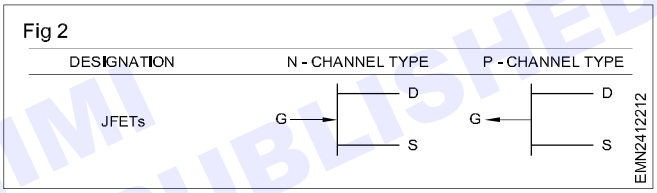
FET की एक विस्तृत विविधता (वैरायटी) है। जंक्शन फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर (JFET) नामक मूलभूत प्रकारों में से एक पर चर्चा की गई है।

जंक्शन फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (Junction Field effect Transistor) (JFET):

यह एक तीन टर्मिनल डिवाइस है और एक द्वि-ध्रुवीय ट्रांजिस्टर के समान दिखता है N-चैनल के मानक परिपथ प्रतीक और P- प्रकार चैनल FET को Fig 2 में दिखाया गया है।

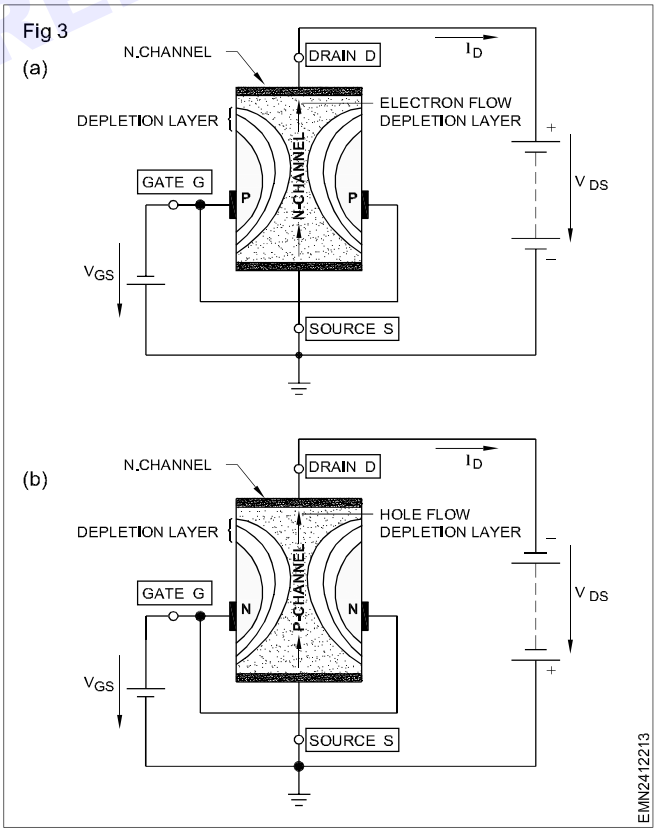
N-चैनल FET का आंतरिक आरेख Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 2



संरचना (Construction):

Fig 3



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है एक N-चैनल JFET में एक संकीर्ण (नैरो) N-प्रकार की पट्टी होती है Fig 3a में इसके लिए, इसके मध्य भाग के विपरीत पक्षों पर दो P-प्रकार के जंक्शन फैले हुए हैं। ये डिफ्यूज संधि दो P-N डायोड या गेट बनाते हैं। N-प्रकार के इन संधियों के बीच के अर्धचालक क्षेत्र को चैनल कहा जाता है डिफ्यूज P क्षेत्र के विपरीत पक्ष पर चैनल आंतरिक रूप से जुड़ा होता है और एक एकल लीड बाहर लाया जाता है जिसे गेट लीड या टर्मिनल कहा जाता है। बिजली के प्रत्यक्ष कनेक्शन बार के दोनों सिर बने होते हैं जिनमें से एक को सोर्स टर्मिनल S और दूसरे को ड्रेन टर्मिनल D कहा जाता है

संरचना में एक P-चैनल FET N-चैनल FET के समान होता है सिवाय इसके कि इसमें P-प्रकार और दो N प्रकार संधि का उपयोग करते है करें जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है।

नीचे सूचीबद्ध FET संकेतन आवश्यक और याद रखने योग्य हैं

1 **स्रोत टर्मिनल (Source terminal):** यह वह टर्मिनल है जिसके माध्यम से बहुसंख्यक वाहक बार में प्रवेश करते हैं (N या P बार के FET के प्रकार के आधार पर)।

2 **ड्रेन टर्मिनल (Drain terminal):** यह वह टर्मिनल है जिसके माध्यम से बहुसंख्यक वाहक बार से बाहर आते हैं

3 **गेट टर्मिनल (Gate terminal):** ये दो आंतरिक रूप हैवी डोप वाले क्षेत्र से जुड़े होते हैं जो दो P-N संधि बनाते हैं।

4 **चैनल(Channel):** यह दो गेट के बीच का स्थान है जिसके माध्यम से बहुसंख्यक वाहक सोर्स से ड्रेन तक जाते हैं जब FET वर्किंग कर रहा होता है।

FET का कार्य (Working of FET):

बाइपोलर ट्रांजिस्टर के समान समायोजन का कार्य बिंदु और स्थिरीकरण भी FETs के लिए आवश्यक हैं।

JFET की बायसिंग (Biasing a JFET):

गेट हमेशा रिवर्स बायस्ड होती हैं। इसलिए गेट धारा I_G व्यावहारिक रूप से शून्य होती है।

स्रोत टर्मिनल हमेशा सप्लाई के अंत से जुड़ा होता है जो आवश्यक चार्ज वाहक प्रदान करता है उदाहरण के लिए, किसी N-चैनल JFET के सोर्स में टर्मिनल S, DC पावर सप्लाई के ऋणात्मक से जुड़ा है और ड्रेन टर्मिनल D, DC पावर सप्लाई के धनात्मक से जुड़ा है

जबकि P चैनल JFET में, स्रोत पावर सप्लाई के धनात्मक छोर से जुड़ा है और ड्रेन पावर सप्लाई के ऋणात्मक छोर से जुड़ा है।

आइए अब एक N चैनल JFET पर विचार करें, ड्रेन को स्रोत के संबंध में वोल्टेज V_{DS} के द्वारा पॉजिटिव बनाया जाता है जैसा की Fig 4a में दिखया गया है जब गेट टू सोर्स वोल्टेज V_{GS} शून्य होता है तो कोई नियंत्रण वोल्टेज नहीं होता है और अधिकतम इलेक्ट्रॉन धारा स्रोत (S) से - चैनल के माध्यम से - ड्रेन (D) तक प्रवाहित होती है। स्रोत से ड्रेन तक के इस इलेक्ट्रॉन प्रवाह को ड्रेन करंट, I_D कहा जाता है।

जब गेट एक ऋणात्मक वोल्टेज (V_{GS}) के साथ रिवर्स बायस्ड होता है जैसा कि Fig 4b में दिखाया गया है गेट पर स्थापित स्थिर क्षेत्र (static field established) में रूप में चैनल में डिप्लीशन क्षेत्र होने का कारण बनता है जैसा Fig 4b में दिखाया गया है।

यह डिप्लीशन क्षेत्र चैनल की चौड़ाई घटाता है जिससे ड्रेन करंट कम हो जाती है

यदि V_{GS} को अधिक से अधिक ऋणात्मक बना दिया जाता है तो चैनल की चौड़ाई आगे घट जाती है जिसके परिणामस्वरूप ड्रेन धारा में और कमी आती है जब ऋणात्मक गेट वोल्टेज पर्याप्त रूप से अधिक हो तो दो डिप्लीशन परतें मिलती हैं और चैनल को अवरुद्ध कर देती हैं, जिससे ड्रेन करंट का प्रवाह बंद हो जाता है, जैसा कि चित्र 4c में दिखाया गया है। जिस वोल्टेज पर यह प्रभाव होता है उसे पिंच ऑफ वोल्टेज(V_P) कहा जाता है

इस प्रकार गेट और सोर्स ($-V_{GS}$) के बीच पश्चबायस वोल्टेज को अलग करके, ड्रेन करंट को अधिकतम करंट ($-V_{GS}$ = 0 के साथ) और शून्य करंट ($-V_{GS}$ = पिंच ऑफ वोल्टेज के साथ) के बीच भिन्न हो सकता है। इसलिए, JFET को वोल्टेज नियंत्रित उपकरणों के रूप में संदर्भित किया जा सकता है।

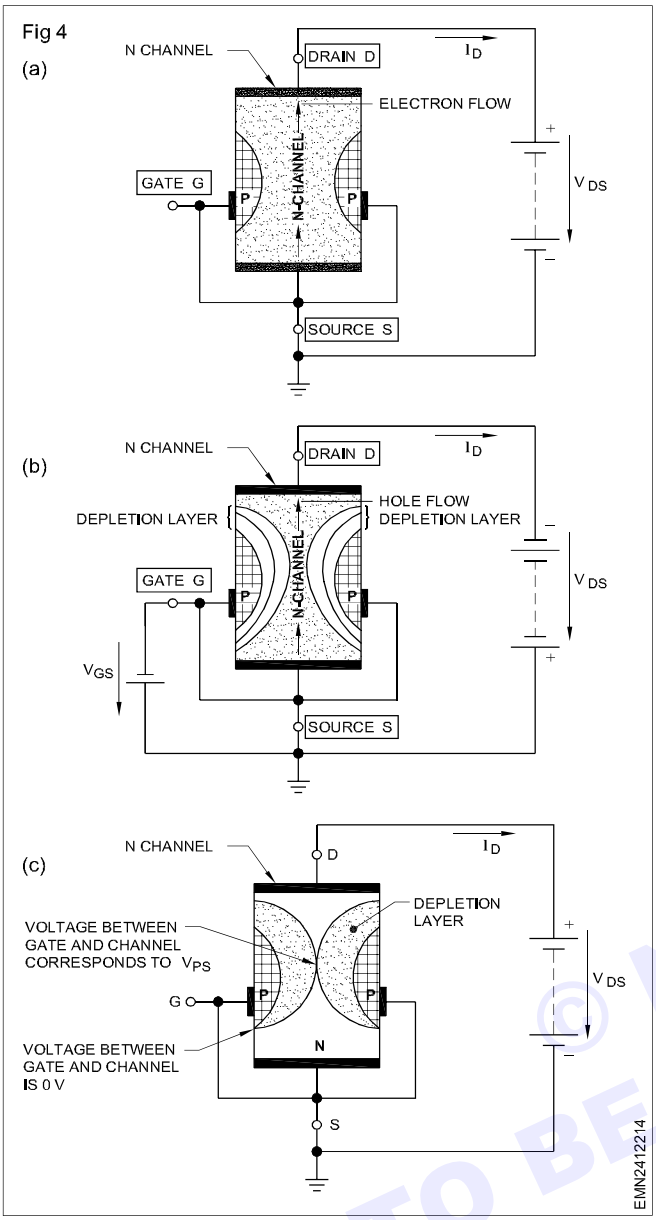
P चैनल JFET उसी तरह से संचालित होता है जैसे ऊपर समझाया गया है सिवाय इसके कि बायस वोल्टेज रिवर्स बायस होते हैं और चैनल के बहुसंख्यक वाहक होल होते हैं।

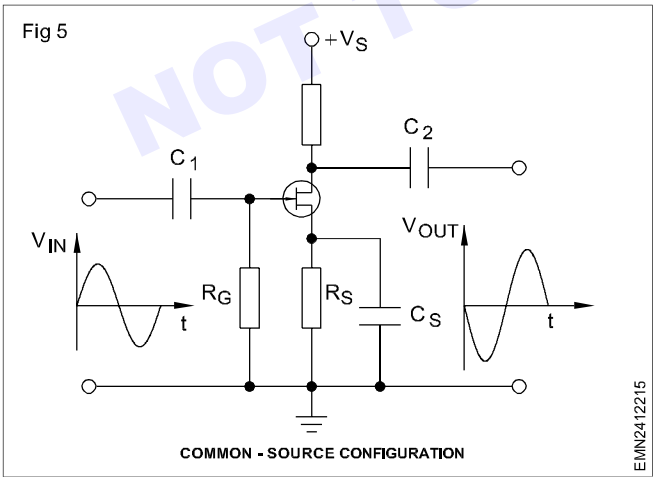
स्पेसिफिकेशन में Nj शब्द इंगित करता है कि यह एक N-प्रकार संधि का FET है

विनिर्देश	BF245B	BFW10
डिवाइस की ध्रुवीयता (N-टाइप/P-टाइप)	NN	NN
अधिकतम ड्रेन-स्रोत वोल्टेज, V_{DS}	30 V	30 V
अधिकतम गेट-स्रोत वोल्टेज, V_{GS}	30 V	30 V
अधिकतम ड्रेन करंट ,I_D	25 mA	20 mA
अधिकतम फॉरवर्ड गेट करंट, I_G	10 mA	10 mA
पिंच-ऑफ वोल्टेज (I_D=0 पर), V_P		8 V
अधिकतम शक्ति अपव्यय, P_{MAX}	300 mW	300 mW
पैकेज का प्रकार	TO92	TO72
पिन डाइग्राम (6605 डेटा मैनुअल देखें)	Fig W141e	Fig W158b

जैसा कि पहले चर्चा की गई थी ट्रांजिस्टर की तरह FET को कार्य करने के लिए भी एक उचित बाइसिंग की आवश्यकता होती है FET को भी अलग-

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED





अलग कोफिगरेशन में कनेक्ट किया जा सकता है Fig 5 एक सरल कॉमन स्रोत एम्पलीफायर कॉन्फ़िगरेशन दिया है

विशिष्ट JFETs के महत्वपूर्ण विनिर्देश (Important specifications of typical JFETs)

JFET के विशिष्ट अनुप्रयोग (Typical applications of JFET):

JFET की एक बहुत महत्वपूर्ण विशेषता इसकी बहुत अधिक इनपुट प्रतिबाधा (impedence)(10^9) ओम होता है FET की इस विशेषता ने इसे अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक परिपथ के इनपुट स्टेज में बहुत लोकप्रिय माना जाता है।

FETs का मुख्य रूप से उपयोग सस्ते घटको के रूप में किया जाता है

– DC वोल्टेज एम्पलीफायर में

– AC वोल्टेज एम्पलीफायरों (एम्पलीफायरों के HF और LF रेंज के इनपुट स्टेज में) में

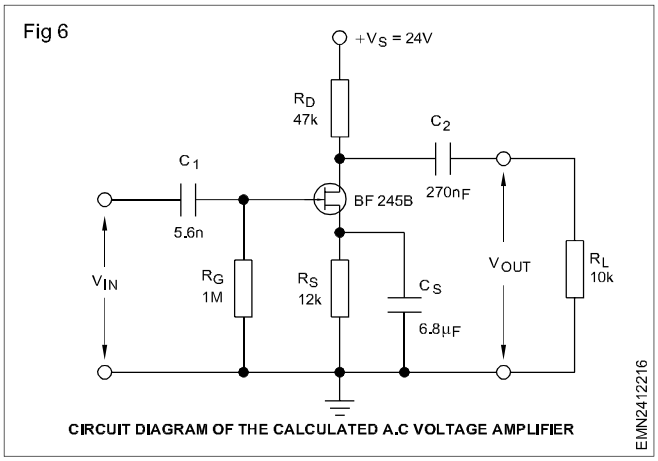
– स्थिर करंट सोर्स

– एनालॉग और विशेष रूप से डिजिटल प्रौद्योगिकी दोनों के इंटीग्रेटेड परिपथ में

JFETs का एक उपयोग नीचे दिखाया गया है:

1 फिक्स गेन AC वोल्टेज एम्पलीफायर (Fixed gain AC voltage amplifier):

Fig 6 परिपथ में, प्रवर्धन द्वारा डिजाईन निर्धारित किया जाता है ड्रेन प्रतिरोध की कुछ लिमिट्स में भिन्न हो सकता है और स्रोत प्रतिरोध को परिवर्तनशील बना दिया जाता है। इस उद्देश्य के लिए पोटेंशियोमीटर को श्रृंखला में जोड़ा जा सकता है



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

JFET और BJT के बीच अंतर (Difference between JFET and BJT)

JFET	BJT
1 JFET में केवल एक प्रकार का वाहक होता है, अर्थात p प्रकार के चैनल में होल और n-प्रकार के चैनल में इलेक्ट्रॉन। इसी कारण इसे एकध्रुवीय ट्रांजिस्टर कहा जाता है।	1 BJT में इलेक्ट्रॉन और होल दोनों कन्डक्शन में भूमिका निभाते हैं। इसे द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर कहा जाता है।
2 चूंकि JFET का इनपुट सर्किट रिवर्स बायस है और इसलिए यह इनपुट स्वतंत्रता के रूप में होता है।	2 BJT का इनपुट सर्किट फॉरवर्ड बायस है और इसलिए इसमें कम इनपुट स्वतंत्रता है।
3 गेट और JFET में कोई करंट प्रवेश नहीं करता है।	3 विशिष्ट BJT बेस करंट में कुछ A हो सकते हैं।
4 JFET ड्रेन और स्रोत के बीच करंट को नियंत्रित करने के लिए गेट टर्मिनल पर वोल्टेज का उपयोग करता है। JFET में कोई जंक्शन नहीं है इसलिए शोर का स्तर बहुत कम होता है	4 BJT संग्राहक और उत्सर्जक के बीच एक बड़े करंट को नियंत्रित करने केलिए अपने बेस में करंट का उपयोग करता है।

FET एम्पलीफायरों में मापन युक्ति के अनुप्रयोग (FET Amplifiers in measuring device applications):

- मिक्सर परिपथ में फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (FET) का उपयोग लो इंटर मॉडुलेशन डिस्टॉरशन को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है
- FETs का उपयोग कम आवृत्ति वाले एम्पलीफायरों में इसके छोटे कपलिंग कैपेसिटर के रूप में किया जाता है।
- यह एक वोल्टेज नियंत्रित उपकरण है जिसके कारण इसका उपयोग ऑपरेशनल एम्पलीफायर में वोल्टेज वैरिएबल रेसिस्टर्स के रूप में किया जाता है।
- इसकी उच्च इनपुट प्रतिबाधा के कारण इसका उपयोग आमतौर पर उपकरणों जैसे वोल्टमीटर, ऑसिलोस्कोप और अन्य मापक यंत्रों में इनपुट एम्पलीफायर के रूप में किया जाता है।
- इसका उपयोग FM उपकरणों के लिए रेडियो फ्रीक्वेंसी एम्पलीफायरों में भी किया जाता है।
- इसका उपयोग FM और TV रिसीवर के मिक्सर संचालन के लिए किया जाता है।
- इसका उपयोग इसके छोटे आकार के कारण बड़े पैमाने पर इंटीग्रेशन(LSI) और कंप्यूटर मेमोरी में किया जाता है

SCR का कार्य सिद्धांत, विनिर्देश और परीक्षण (Working principle, specifications and testing of SCR)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

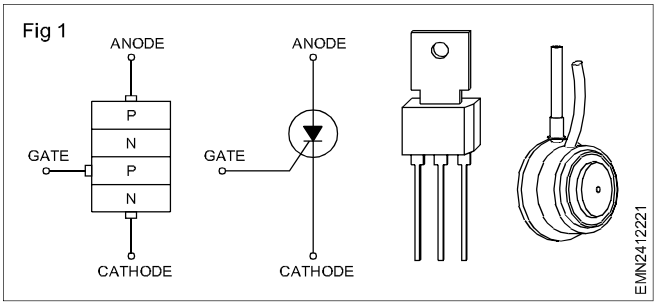
- **SCR के संरचना और कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **SCR की VI विशेषताओं की व्याख्या करना**
- **SCR के विनिर्देश की सूची बनाना**
- **JIG का उपयोग करके SCRs की जाँच करने की विधि की व्याख्या करना**

सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टिफायर (Silicon Controlled Rectifier (SCR):

सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टिफायर (SCR) थाइरिस्टर परिवार का पहला उपकरण है। थाइरिस्टर शब्द थायरट्रॉन-ट्रांजिस्टर अभिव्यक्ति से परणित किया गया है। SCR एक सेमीकंडक्टर डिवाइस है। SCR कंट्रोल रेक्टिफिकेशन का कार्य करता है। एक दिष्टकारी डायोड के विपरीत SCR में एक अतिरिक्त टर्मिनल होता है जिसे गेट कहा जाता है जो रेक्टिफिकेशन (गेटेड सिलिकॉन रेक्टिफायर) को नियंत्रित करता है।

SCRs का मूल सिद्धांत अनुप्रयोग लोड (मोटर, लैंप, आदि) को दी जाने वाली बिजली की मात्रा को नियंत्रित करना है।

एक दिष्टकारी डायोड में एक PN संधि होता है। दूसरी ओर SCR में दो PN संधि (P-N-P-N लेयर) होते हैं। Fig 1 में विद्त प्रतीक बेसिक संरचना और एक विशिष्ट SCR पैकेज दिखाया है



SCR की बेसिक कार्यप्रणाली (Basic operation of SCR):

जब गेट टर्मिनल पर गेट धारा लगाया जाता है तो SCR फॉरवर्ड करंट कंडक्शन में शुरू होता है। जब गेट धारा को हटा दिया जाता है तो SCR के माध्यम से फॉरवर्ड धारा में कट-ऑफ नहीं होता है। इसका मतलब है एक बार जब SCR कंडक्शन में चला जाता है तो गेट चालन पर नियंत्रण खो देता है। SCR के माध्यम से धारा को केवल इसके माध्यम से धारा

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

(लोड धारा) को एक महत्वपूर्ण मान से कम करके बंद किया जा सकता है जिसे होल्डिंग करंट कहा जाता है।

Fig 2 में, दिखाया गया है कि कैसे एक SCR को कंडक्शन या बंद किया जा सकता है।

Fig 2a में, स्विच किए गए S_1 के साथ SCR ऑफ स्टेट में है और लोड से कोई धारा प्रवाहित नहीं हो रहा है।

Fig 2b में, जब S_1 ऑफ होता है तो एक छोटा गेट धारा (लोड धारा की तुलना में लगभग 1/1000 या उससे कम) SCR को ऑन कर देता है। एक हैवी लोड करंट SCR और R_L से होकर बहने लगता है

Fig 2c में, जब S_1 को ओपन किया जाता है तो गेट धारा शून्य हो जाता है। इसका SCR के माध्यम से धारा पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा और SCR के माध्यम से भारी लोड धारा प्रवाहित होता रहता है।

Fig 2d में, यदि एक शॉर्टिंग वायर को एनोड और कैथोड टर्मिनलों के बीच रखा जाता है तो धारा SCR से बाईपास हो जाती है और सभी धारा SCR के शॉर्ट वायर से बहने लगते हैं। इसका मतलब है कि SCR के माध्यम से धारा रेटेड होल्डिंग धारा से कम होती है (इसे लैच रखने के लिए SCR के माध्यम से न्यूनतम धारा की आवश्यकता होती है)। यह SCR को ऑफ कर देता है। शॉर्टिंग वायर को हटा दिए जाने पर भी SCR ऑफ स्टेट में बना रहता है।

Fig 2e में, SCR को बंद करने की एक वैकल्पिक विधि दिखाई गई है। इसमें SCR के एनोड और कैथोड टर्मिनलों को शार्ट करने के बजाय स्विच S_2 को ओपन लोड करंट को शार्ट कर दिया जाता है। इसमें SCR के माध्यम से होल्डिंग करंट के नीचे धारा को कम कर दिया जाता है और इस तरह SCR को बंद कर दिया जाता है। जब एक बार SCR को बंद कर दिया जाता है तो S_2 स्विच बंद होने पर भी SCR चालू नहीं होता है। SCR को फिर से फायर के लिए स्विच S_2 बंद होने के साथ स्विच S_1 को बंद करके गेट धारा को प्रवाहित किया जाना चाहिए।

चूंकि SCR विपरीत दिशा में कन्डक्ट नहीं करता है इसलिए SCR का एनोड हमेशा चालन के लिए कैथोड के संबंध में पॉजिटिव होना चाहिए।

SCR की महत्वपूर्ण विशेषताएं-

- बहुत कम गेट धारा एक अधिक लोड धारा के स्विचिंग को नियंत्रित करेगा।

उदाहरण: 2N1597 SCR में लगभग 10mA का गेट धारा 1.6A (1:160) के लोड धारा को स्विच करेगा।

- SCR के फॉरवर्ड लोड करंट को ऑन करने के लिए कम अवधि (आमतौर पर 100 ms) की एक गेट करंट पल्स पर्याप्त होती है

SCR को दो परस्पर जुड़े ट्रांजिस्टर के रूप में समझना (Understanding SCR as two interconnected transistors):

SCR कैसे कार्य करता है इसको स्पष्ट समझ के लिए SCR के चार परत PNPN संरचना को दो स्वतंत्र ट्रांजिस्टर के रूप में देखा जा सकता है जैसा कि Fig 3a और 3b में दिखाया गया है।

Fig 2

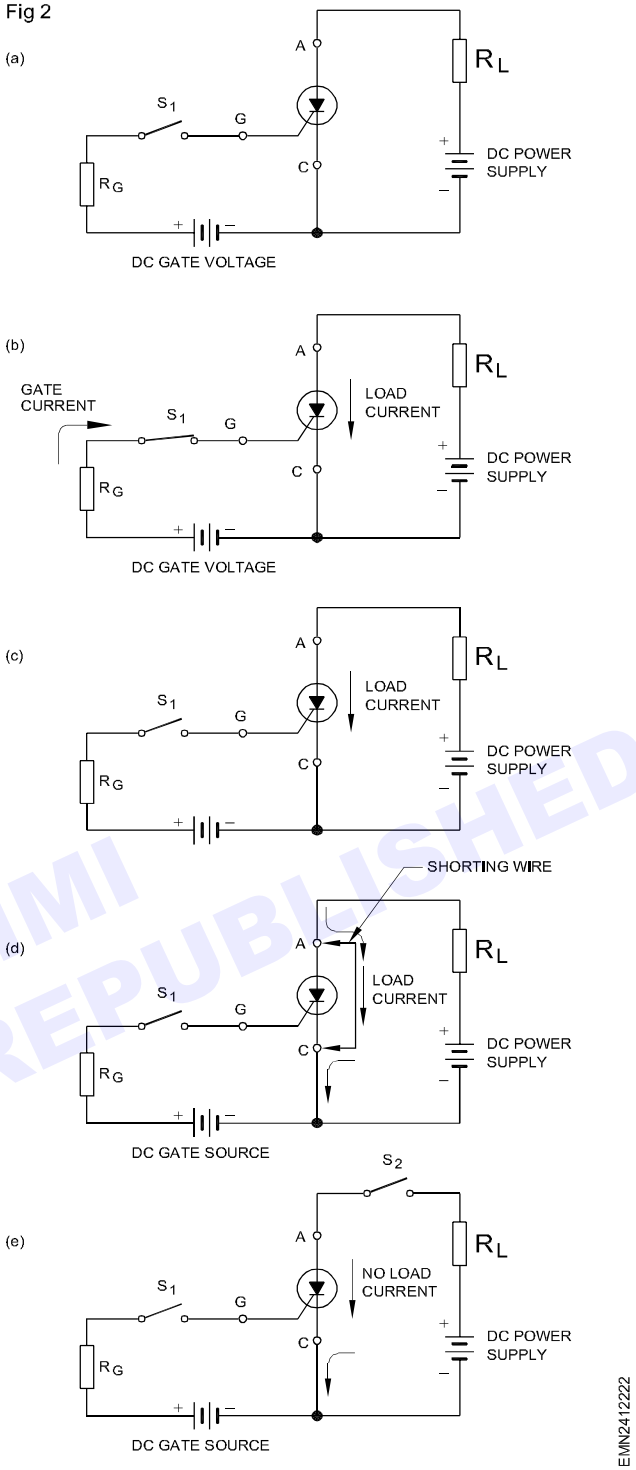
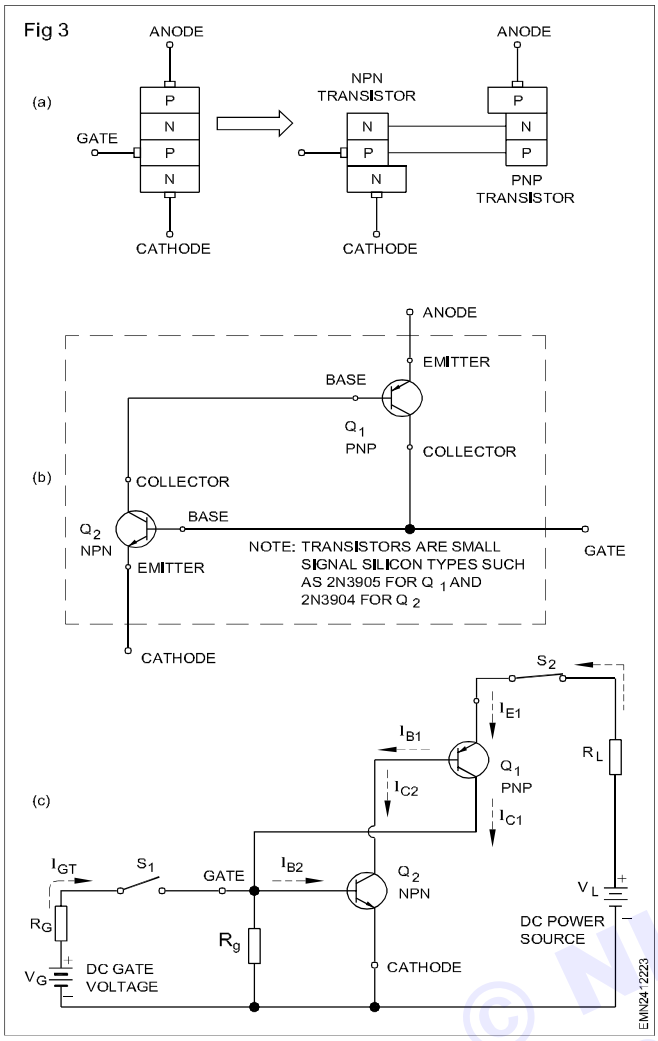


Fig 3c में ,S_1 के साथ प्रारंभिक अवस्था में Q_1 और Q_2 दोनों कटऑफ में हैं और इसलिए लोड R_L के माध्यम में कोई धारा नहीं है।

जब S_1 ऑफ हो जाता है तो गेट सप्लाई V_G ,Q_2 के बेस से एक निम्न बेस धारा (I_{B2}) प्रवाहित करता है। यह निम्न बेस धारा Q_2 को ऑन करता है और काफी हाई संग्राहक धारा I_{C2} प्रवाहित होता है। वहीं, Q_1 का एमिटर-बेस संधि फॉरवर्ड बायस्ड है और Q_1 को ऑन करता है। चूँकि Q_1 संग्राहक धारा Q_2 के आधार से प्रवाहित होती है इसके कारण I_{C2} में वृद्धि होती है। Q_1 और Q_2 के बेस और संग्राहक धाराओं में यह वृद्धि पुनर्योजी हो जाती है और इस प्रकार Q_1 और Q_2 को संतृप्ति में ले जाती है। इस समय बेस बाहरी रूप से लागू गेट ट्रिगर पल्स को हटा दिया जाता है क्योंकि प्रत्येक

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



ट्रांजिस्टर का संग्राहक धारा एक दूसरे ट्रांजिस्टर को आवश्यक बेस धारा की सप्लाई करता है दोनों ट्रांजिस्टर संतृप्ति में रहते हैं। इस स्थिति में SCR लगभग 0.1 ओम या उससे कम के प्रतिरोध के साथ शॉर्ट सर्किट /क्लोज्ड स्विच की तरह कार्य करता है।

SCR को ऑफ स्टेट में लाने के लिए चूंकि बाहरी रूप से लगाए गए SCR के गेट पर कोई और नियंत्रण नहीं है टर्नऑफ का एकमात्र तरीका Q_1 और Q_2 के कलेक्टर धाराओं को इस स्तर तक कम करना है कि वे पुनर्योजी एक्शन को बनाए नहीं रख पाएंगे। यह S_2 को स्विच ऑफ करके या SCR के एनोड और कैथोड में शॉर्ट लगाकर लोड धारा को हटा किया जा सकता है S_2 को शॉर्ट करके या ओपन करके SCR (इंटरकनेक्ट ट्रांजिस्टर की कलेक्टर धाराएँ) के माध्यम से धारा रेटेड **होल्डिंग करंट** से कम हो जाता है

होल्डिंग धारा (Holding current): गेट ट्रिगर की अनुपस्थिति में इंटरकनेक्टेड ट्रांजिस्टर में पुनर्योजी क्रिया को बनाए रखने के लिए आवश्यक न्यूनतम मान को होल्डिंग धारा कहते है

Q_2 के बेस और एमिटर से जुड़ा प्रतिरोध R_G फाल्स गेट ट्रिगरिंग सिगनल नॉइज स्पाइक्स आदि से इम्युनिटी प्रदान करना है। याद रखें कि ट्रांजिस्टर के इनपुट परिपथ पर ऐसा कनेक्शन ट्रांजिस्टर के इनपुट (गेट) प्रतिबाधा को कम करता है।

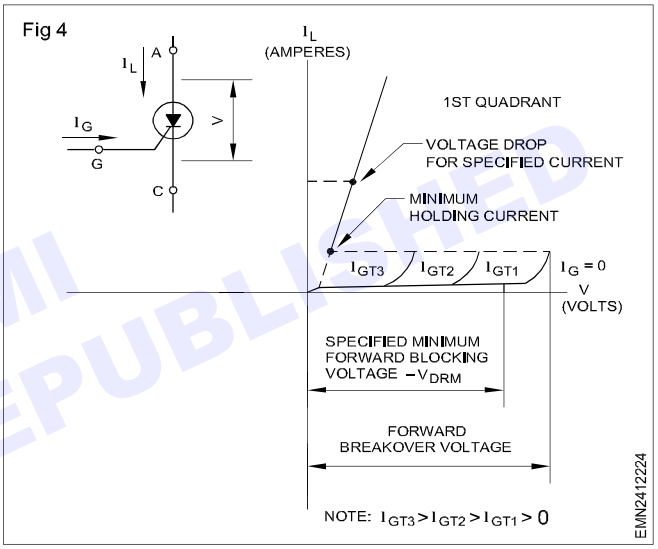
SCR के विशिष्ट VI लक्षण (Typical VI Characteristics of SCR):

DC सप्लाई के साथ पहले चतुर्थांश में SCR संचालन (SCR operation in first quadrant with DC supply):

एक SCR की विशिष्ट वोल्टेज-धारा (VI) विशेषताओं को Fig 4 में दिखाया गया है।

यह ध्यान में रखते हुए कि SCR DC सप्लाई के साथ संचालित होता है और डिवाइस हमेशा फोरवोर्ड बायस (एनोड से +ve और कैथोड से -ve) में होता है। एक विशिष्ट SCR की V-I विशेषताएँ Fig 4 में दर्शाई गई है। एक विशिष्ट SCR की V-I विशेषताएँ Fig 4 में दर्शाई गई है। इसे SCR का पहला चतुर्थांश संक्रिया कहा जाता है।

जब AC सप्लाई के साथ SCR का उपयोग किया जाता है, तो VI तीसरे चतुर्थांश में विशेषताएँ भी होंगी चर्चा की जाए।



SCR की विशेषतायें (SCR Specifications):

अधिकतम प्रदर्शन विश्वसनीयता और सुरक्षा के लिए प्रत्येक SCR को निर्माता द्वारा निर्दिष्ट रेटिंग के भीतर संचालित किया जाना चाहिए। जब आप एक नया परिपथ डिजाइन कर रहे हों या किसी मौजूदा परिपथ के SCR को बदल रहे हों तो उपयोग करने से पहले SCR के डेटा की जांच करना बहुत जरूरी है।

एक विशिष्ट SCR डेटा शीट कई विशिष्टताओं को सूचीबद्ध करती है। इनमें से कुछ विशिष्टताओं को एक तकनीशियन के दृष्टिकोण से सबसे महत्वपूर्ण माना जाता है जिन्हें नीचे सूचीबद्ध किया गया है;

V_{DRM}: इसे एनोड-कैथोड फॉरवर्ड ब्रेक डाउन वोल्टेज के रूप में संदर्भित किया जाता है जिसमें कोई इनपुट गेट करंट नहीं होती है। नॉर्मली इससे SCR अग्र चालन में चला जाएगा। विशिष्ट SCRs के लिए V_{RRM} लगभग 30V से 800V तक होता है।

V_{RRM}: इसे अधिकतम एनोड-कैथोड पश्च ब्रेकडाउन वोल्टेज के रूप में जाना जाता है। यह मूल रूप से SCR पश्च चालन में टूट जाएगा। विशिष्ट SCRs के लिए V_{RRM} भी लगभग 30V से 800V तक होता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

V_{GT}: यह SCR ऑन करने के लिए आवश्यक न्यूनतम धनात्मक गेट वोल्टेज है। 25 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर V_{GT} का विशिष्ट मान 0.7 से 0.8 वोल्ट होता है। लगभग 100 से 125 डिग्री सेल्सियस के उच्च तापमान के लिए V_{GT} लगभग 0.2 वोल्ट तक ड्रॉप हो जाता है।

I_{GT}: यह SCR ऑन करने के लिए आवश्यक न्यूनतम फॉरवर्ड गेट करंट है। आमतौर पर कम शक्ति वाले SCRs को टर्न-ऑन के लिए लगभग 100 से 300 µA के I_{GT} की आवश्यकता होती है। मध्यम और उच्च शक्ति वाले SCR को टर्न-ऑन के लिए लगभग 5 से 150 mA की आवश्यकता होती है

I_H: SCR को ऑन-स्टेट रखने के लिए आवश्यक न्यूनतम लोड करंट है। I_H का विशिष्ट मान निम्न शक्ति वाले SCRs के लिए लगभग 6 mA से लेकर उच्च शक्ति SCRs के लिए 80 mA तक होता है।

I_T: यह अधिकतम स्वीकार्य एनोड करंट है जिसे SCR सहन सकता है। इसे निर्माताओं द्वारा 180° चालन के लिए rms फॉरवर्ड धारा (I_{rms}) या औसत फॉरवर्ड धारा (I_{avg}) के संदर्भ में परिभाषित किया गया है। निम्न और मध्यम शक्ति SCRs के लिए I_{rms} के विशिष्ट मान लगभग 1 से 30 एम्पीयर तक होते हैं

V_{TM}: जब यह संचालन कर रहा होता है तो यह SCR में एनोड-कैथोड वोल्टेज ड्रॉप पर अधिकतम होता है। कुछ निर्माता इस विनिर्देशन को V_F या V_{FM} कहते हैं। अधिकांश SCR के लिए V_{TM} 1.6V के क्रम में होता है अधिकांश SCR के लिए, V_{TM} 1.6V के क्रम का होताहै।

t_{gt}: यह SCR ऑन करने के लिए निर्दिष्ट गेट करंट के लिए आवश्यक समय है। विशिष्ट मान 1 से 2 µsec की सीमा में होते हैं।

t_q: लोड परिपथ को खोलने पर निर्दिष्ट SCR को बंद करने के लिए यह आवश्यक समय है। विशिष्ट मान 15 से 35 µsec की सीमा में होते हैं

अलावा SCR के कुछ और विनिर्देश हैं कुछ सामान्य प्रकृति के SCR हैं परिपथ डिजाइन करते समय SCR का उपयोग पर विचार किया जाना चाहिए और SCR विशिष्ट प्रकारों के हैं। अधिक जानकारी के लिए निर्माताओं द्वारा सप्लाई किए गए SCR के विनिर्देश शीट देखें।

कुछ SCR की विशिष्टताएं (SCR Specifications):

2N 5060

V_{RRM}	30V
V_{GT}	1.2V
V_{GT}	0.35A t_{gt}
I_H	t_q
I_T	0.8A
पैकेज टाइप:	TO 92

MCR 218-5

V_{RRM}	300V
V_{TM}	1.5(typ) to 1.8V(max)
V_{GT}	0.2V(min) - 2.5V(max)
I_{GT}	10mA(typ) to 25mA(max)
I_H	16mA(typ_ to 30mA(max)
$I_{T(rms)}$	8 Amps.
पैकेज टाइप:	TO 220

SCR की त्वरित जांच (QUICK Check of SCRs):

ओममीटर/मल्टीमीटर का उपयोग करके SCR की त्वरित जांच की जा सकती है। चूंकि SCR, PNPN संधि से बने होते हैं संधियों के बीच प्रतिरोध को SCR की अच्छी कार्यशील स्थिति का निष्कर्ष निकालने के लिए मापा जा सकता है। एक अच्छा SCR अपने टर्मिनल लीड के बीच निम्नलिखित प्रतिरोधों को दर्शाता है;

चेक - 1 (CHECK - 1):

एनोड - कैथोड के बीच - अनंत प्रतिरोध
[ध्रुवीयता के बावजूद]
गेट - कैथोड के बीच
(i) फॉरवर्ड बायस्ड - बहुत कम प्रतिरोध (30 से 500 ओम)
(ii) रिवर्स बायस्ड - उच्च प्रतिरोध
गेट - एनोड के बीच - अनंत प्रतिरोध
[ध्रुवीयता के बावजूद]

चेक- 2(CHECK - 2):

- मल्टीमीटर को कम रेजिस्टेंस रेंज पर सेट करें।
- मल्टीमीटर के पॉजिटिव लेड को एनोड से और नेगेटिव लीड को कैथोड से कनेक्ट करें। मीटर को अनंत प्रतिरोध दिखाना चाहिए।
- अब कुछ समय के लिए तार के एक टुकड़े द्वारा SCR का शॉर्ट एनोड और गेट के बीच के शॉर्ट को हटा दिए जाने के बाद भी कम प्रतिरोध दिखाना जारी रखेगा।

केवल एक ओममीटर/मल्टीमीटर का उपयोग करके लीक हुए SCR की जांच करना मुश्किल है।

SCR चेकिंग जिग का उपयोग करके SCR की जाँच करना (Checking SCRs using a SCR checking JIG):

एक साधारण «SCR चेकिंग JIG» Fig 5 में दिखाया गया है। Fig 5 में डॉटेड लाइन में दिखाया गया SCR चेक किया जाने वाला SCR है। यह कोई भी SCR हो सकता है जिसे आप जांचना चाहते हैं

Fig 7 में, स्टेप डाउन 12V AC को डायोड D_1 द्वारा दिष्टकारी प्राप्त किया जाता है और ट्रांजिस्टर C_1 द्वारा फ़िल्टर किया जाता है जब स्विच S_2 स्थिति A पर होता है। तो संशोधित और फ़िल्टर किए गए DC को SCR के एनोड पर लैंप L_1 के माध्यम से एक सीमित प्रतिरोध R_4 के माध्यम में लागू किया जाता है। प्रतिरोध R_2 ,R_3 श्रेणी में एक पुश बटन स्विच के साथ S_3 DC के अक्रॉस एक पोटेंशियल डिवाइडर बनाता है। R_3 के अक्रॉस वोल्टेज SCR के गेट पर लगाया जाता है यह वोल्टेज SCR ऑन करने के लिए पर्याप्त होता है। एक और पुश बटन स्विच S_4 चेक किए जाने के लिए सीधे SCR के एनोड और कैथोड से जुड़ा होता है।

जब एक अच्छा SCR टेस्ट जिग में रखा जाता है (SCR को(डॉटेड) में दिखाया गया है) परिपथ नीचे दिए गए फंक्शन के अनुसार कार्य करना चाहिए;

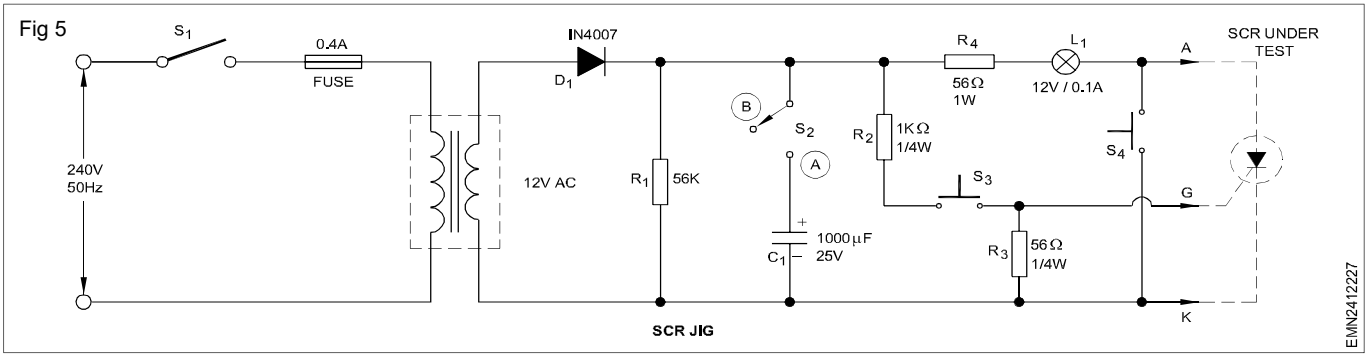
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

1 जब मेन सप्लाई ऑन हो और S_2 DC धारा स्थिति में हो तो स्विच S_3 को दबाते ही लैंप चमकने लगेगा। S_3 के निकलने पर भी लैंप जलता रहना चाहिए। इस स्थिति में यदि स्विच S_4 को एक बार दबाया जाता है और छोड़ा जाता है तो SCR का संचालन बंद हो जाता है और इसलिए लैंप चमकना बंद कर देता है।

2 यदि स्विच S_2 को AC की स्थिति में रखा जाता है अर्थात B की स्थिति में रखा जाता है लैंप केवल तब तक चमकना चाहिए जब तक स्विच S_3 दबाया जाता है। स्विच स्थिति B ट्रांसफार्मर के द्वितीयक पक्ष से AC के फीडिंग के समान होती है।

प्रशिक्षक एक इंटरैक्टिव चर्चा के रूप में उपरोक्त 1 और 2 के कारणों पर चर्चा करें। जब ओपन या क्लोज SCR की जाँच की जाती है तो प्रशिक्षक को उपरोक्त चरणों के परिणाम पर भी चर्चा करनी चाहिए।

Fig 5



सॉलिड स्टेट रिले (Solid State Relay)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **सॉलिड स्टेट रिले के संरचना और कार्यप्रणाली की व्याख्या करना**
- **यांत्रिक रिले पर लाभ और हानि की व्याख्या करना**

सॉलिड स्टेट रिले (Solid - state relay):

सॉलिड-स्टेट रिले (SSR) एक इलेक्ट्रॉनिक स्विचिंग यक्ति है जो कंडक्शन स्टेट्स को तब स्विच करता है जब इसमें n-प्रकार और p-प्रकार संधियों के साथ एक अल्प बाहरी वोल्टेज लगाया जाता है। SSR में एक सेंसर होता है जो एक उपयुक्त इनपुट (कंट्रोल सिग्नल) पर प्रतिक्रिया करता है एक सॉलिड-स्टेट इलेक्ट्रॉनिक स्विचिंग डिवाइस जो पावर को लोड परिपथरी में स्विच करता है और एक कपलिंग मैकेनिज्म है जो कंट्रोल सिग्नल को मैकेनिकल पार्ट्स के बिना इस स्विच को सक्रिय करने में सक्षम बनाता है। रिले का उपयोग AC या DC को लोड पर स्विच करने के लिए किया जा सकता है। यह इलेक्ट्रो मैकेनिकल रिले के समान कार्य करता है लेकिन इसमें कोई त्वरित भाग नहीं होता है

सॉलिड-स्टेट रिले अर्धचालक सामग्रियों से बने होते हैं जिनमें थाइरिस्टर और ट्रांजिस्टर में करंट रेटिंग शामिल हैं जो कम पावर पैकेज के कुछ माइक्रोएम्प्स से लेकर हाई पावर पैकेज लगभग सौ एम्स तक फैली होती हैं। उनकी स्विचिंग गति आमतौर पर 1 से 100 नैनोसेकंड के बीच होती है और संपर्क होने से आसानी से प्रभावित नहीं होते हैं। सॉलिड-स्टेट रिले में कई कमियां हैं:

1 इलेक्ट्रोमैकेनिकल रिले की तुलना में यह आसानी से क्षतिग्रस्त हो जाता है।

2 सीमित स्विचिंग व्यवस्था (SPST स्विचिंग); उच्च «ऑन» प्रतिरोधों के कारण बेहतर ट्यूनिंग की आवश्यकता।

युग्मन (Coupling):

नियंत्रण संकेत को नियंत्रित परिपथ से इस तरह से जोड़ा जाना चाहिए जो दो परिपथों के बीच गैल्वेनिक आइसोलेशन प्रदान करता है ।

कई SSR ऑप्टिकल कपलिंग का उपयोग करते हैं। नियंत्रण वोल्टेज एक आंतरिक LED को सक्रिय करता है जो प्रकाश-संवेदी डायोड (फोटो-वोल्टाइक) पर रोशनी और स्विच करता है; डायोड करंट लोड को स्विच करने के लिए बैक-टू-बैक थाइरिस्टर SCR या MOSFET को ऑन करता है। ऑप्टिकल युग्मन नियंत्रण परिपथ को लोड से विद्त रूप से पृथक करने की अनुमति देता है।

संचालन (Operation):

एक एकल MOSFET पर आधारित एक SSR या एक समान ऐरे में कई MOSFETs DC लोड के लिए अच्छी तरह से कार्य कर सकता है

MOSFETs में एक अंतर्निहित सब्सट्रेट डायोड होता है जो विपरीत दिशा में संचालित होता है इसलिए एक एकल MOSFET दोनों दिशाओं में धारा को बंद नहीं कर सकता है। AC (द्वि-दिशात्मक) संचालन के लिए दो MOSFET को उनके सोर्स पिन के साथ एक साथ बंधे हुए बैक-टू-बैक व्यवस्थित किया जाता है। उनके ड्रेन पिन आउटपुट के दोनों ओर से जुड़े होते हैं। जब रिले बंद हो जाता है तो सब्सट्रेट डायोड वैकल्पिक रूप से धारा को अवरुद्ध करने के लिए वायस्ड होते हैं। जब रिले ऑन होता है तो सामान्य सोर्स हमेशा तात्कालिक सिंगनल स्तर पर होता है और दोनों गेट फोटो-डायोड द्वारा सोर्स के सापेक्ष धनात्मक वायस्ड होते हैं।

कॉमन सोर्स तक एक्सेस आसान है ताकि DC स्विचिंग करते समय कई MOSFET समानांतर में तारित हो सकें। जब नियंत्रण इनपुट हटा दिया जाता है तो आमतौर पर MOSFET के टर्न-ऑफ को गति देने के लिए एक नेटवर्क प्रदान किया जाता है।

एक इलेक्ट्रोमैकेनिकल युक्ति पर सॉलिड-स्टेट SCR या TRIAC रिले का एक महत्वपूर्ण लाभ प्रत्यावर्ती परिपथ को केवल शून्य लोड धारा के

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

बिंदु पर ओपन की प्राकृतिक प्रवृत्ति है। क्योंकि SCRs और TRIACs थायरिस्टर्स हैं उनके अंतर्निहित हिस्टैरिसिस LED के डी-एनर्जेटिक होने के बाद परिपथ निरंतरता बनाए रखते हैं जब तक कि प्रत्यावर्ती धारा एक थ्रेशोल्ड वैल्यू (होल्डिंग धारा) से नीचे नहीं आ जाता। व्यावहारिक रूप से इसका मतलब यह है कि साइन वेव पीक के बीच में परिपथ कभी भी बाधित नहीं होगा। पर्याप्त इंडक्शन वाले परिपथ में इस तरह की असामयिक रुकावट आमतौर पर इंडक्शन के आसपास अचानक चुंबकीय क्षेत्र के कम के कारण बड़े वोल्टेज स्पाइक्स का उत्पादन करती है। SCR या TRIAC द्वारा ब्रेकिंग परिपथ में ऐसा नहीं होगा। इस सुविधा को जीरो-क्रॉस ओवर स्विचिंग कहा जाता है।

SSRs को आवश्यक सक्रिय इनपुट वोल्टेज, धारा, आउटपुट वोल्टेज, और धारा सहित कई पैरामीटरों की विशेषता होती है चाहे वह AC या DC हो वोल्टेज ड्रॉप या प्रतिरोध आउटपुट धारा थर्मल प्रतिरोध और सुरक्षित ऑपरेटिंग क्षेत्र के लिए थर्मल और इलेक्ट्रिकल पैरामीटरों को प्रभावित करता है। (उदाहरण के लिए, बड़ी धाराओं को बार-बार स्विच करने पर थर्मल प्रतिरोध के अनुसार व्युत्पन्न करना)।

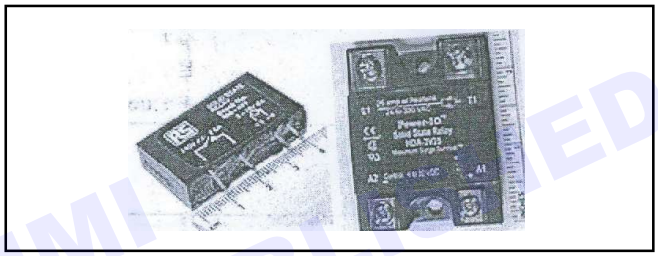
यांत्रिक रिले के लाभ (Advantages over mechanical relays):

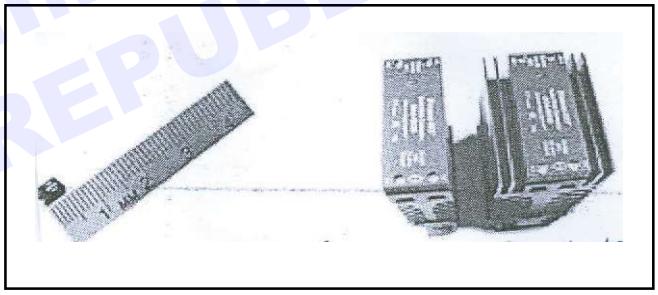
सॉलिड स्टेट और इलेक्ट्रोमैकेनिकल रिले के अधिकांश सापेक्ष लाभ इलेक्ट्रोमैकेनिकल उपकरणों के मुकाबले सभी सॉलिड-स्टेट के लिए कॉमन होते हैं।

- स्लिमर प्रोफाइल टाइट पैकिंग की अनुमति देता है
- पूरी तरह से शांत कार्यप्रणाली
- SSRs इलेक्ट्रोमैकेनिकल रिले से तेज होते हैं; उनका स्विचिंग समय माइक्रोसेकंड से मिलीसेकंड के क्रम में LED को ऑन और ऑफ करने के लिए आवश्यक समय पर निर्भर होता है
- जीवनकाल में वृद्धि के लिए, भले ही यह कई बार सक्रिय हो क्योंकि इसमें कोई त्वरित हिस्से नहीं होते हैं और कार्बन को पिट या संरचना करने के लिए कोई संपर्क नहीं होता है
- उपयोग की मात्रा की ध्यान दिए बिना आउटपुट प्रतिरोध स्थिर रहता है
- स्वच्छ और बाउंसलेस कार्यप्रणाली
- इसे विस्फोटक वातावरण में, उपयोग करने से कोई स्पार्किंग नहीं होती है यहाँ यह ध्यान दें कि स्विचिंग के दौरान कोई स्पार्किंग उत्पन्न न हो
- समान विनिर्देश के यांत्रिक रिले से स्वाभाविक रूप से छोटा (यदि वांछित हो तो विनिमेयता के लिए समान «आवरण» रूप कारक) हो सकता है।
- यांत्रिक झटके, कंपन, आर्द्रता और बाहरी चुंबकीय क्षेत्रों जैसे भंडारण और संचालन पर्यावरण कारकों के प्रति बहुत कम संवेदनशील होते हैं

हानि (Disadvantages):

- यांत्रिक संपर्कों के बजाय अर्धचालक की वोल्टेज/धारा की विशेषता
- बंद होने पर उच्च प्रतिरोध (ऊष्मा उत्पन्न करना) और विद्त शोर में वृद्धि
- जब ओपन होता है तो कम प्रतिरोध और रिवर्स लीकेज करंट (आमतौर पर μA रेंज) में होती है
- वोल्टेज/धारा विशेषता रैखिक नहीं है (विशुद्ध रूप से प्रतिरोधी) कुछ हद तक विकृत तरंगों को विकृत कर रहा है। एक इलेक्ट्रोमैकेनिकल रिले में सक्रिय होने पर संबंधित यांत्रिक स्विच का कम ओमिक (रैखिक) प्रतिरोध होता है और ओपन होने पर एयर गैप और इन्सुलेट सामग्री का अत्यधिक उच्च प्रतिरोध होता है।
- कुछ प्रकारों में ध्रुवीयता-संवेदनशील आउटपुट परिपथ होते हैं। इलेक्ट्रोमैकेनिकल रिले ध्रुवीयता से प्रभावित नहीं होते हैं
- क्षणिक वोल्टेज के कारण भ्रामक स्विचिंग की संभावना (यांत्रिक रिले की तुलना में स्विचिंग बहुत तेज होता है)
- गेट चार्ज परिपथ के लिए आवश्यक पृथक बायस की सप्लाई
- बॉडी डायोड की उपस्थिति के कारण उच्च क्षणिक पश्च रिकवरी टाइम (Trr)
- उनके आउटपुट पर «शॉर्टेड» विफल होने की प्रवृत्ति जबकि इलेक्ट्रोमैकेनिकल रिले संपर्क «ओपन» विफल हो जाते हैं।





एक आधुनिक सॉलिड स्टेट रिले के अंदर स्विचिंग डिवाइस एक सिलिकॉन वेफर पर विकसित P और N परतों की बहु-परत संरचना के रूप में शुरू होता है। ये थाइरिस्टर डाई बन जाते हैं जिनका उपयोग पावर-io सॉलिड स्टेट रिले के अंदर किया जाता है। विभिन्न एम्प क्षमताओं को समायोजित करने के लिए डाई विभिन्न आकारों में उपलब्ध हैं। उदाहरण के लिए एक डाई जो लगभग 0.25 x 0.25 इंच है 50 ऐम्प अनुप्रयोग के लिए आकार हो सकता है और 0.5 x 0.4 इंच 125 इंच हो सकता है। सभी सॉलिड स्टेट रिले स्विच किए जा रहे लगभग 1.2 डिग्री सेल्सियस प्रति ऐम्प की दर से डाई के संधि के माध्यम से फॉरवर्ड वोल्टेज ड्रॉप के परिणामस्वरूप ऊष्मा विकसित करते हैं। एक बिंदु से परे ऊष्मा को करंट लोड को कम करने (या व्युत्पन्न) की आवश्यकता होगी जिसे ठोस स्टेट रिले द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है।

हीटसिंक का उपयोग धारा को ले जाने वाले उपकरण से ऊष्मा को दूर करने की एक विधि बनाने के लिए किया जाता है इस प्रकार उच्च धारा संचालन की अनुमति देता है। (SSR, SCR, थाइरिस्टर या IGBT पैकेज) के उचित संचालन के लिए हवा के तापमान और वायु प्रवाह पर विचार

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

सहित पर्याप्त ऊष्मा सिंक आवश्यक हैं। यह आवश्यक है कि यूजर पैकेज से हीट को दूर करने का एक प्रभावी साधन प्रदान करे। एक उचित हीट सिंक का उपयोग करने के महत्व को कम नहीं किया जा सकता है क्योंकि यह सीधे अधिकतम उपयोग करने योग्य तापमान को प्रभावित करता है इस विवरण पर ध्यान न देने के परिणामस्वरूप अनुचित स्विचिंग (लॉकअप) या ठोस स्टेट रिले पूर्ण ख़राब भी हो सकता है। सॉलिड स्टेट रिले की 90% तक समस्याएं सीधे तौर पर ऊष्मा से संबंधित होती हैं। कई ग्राहक-विशिष्ट हीट सिंक डिज़ाइन हैं जहाँ समस्त आकार फिन ज्योमेट्री फिन एंगल / स्पेसिंग और ड्रॉ-डाउन ज्योमेट्री को अनुकूलित किया गया था।

2-4 एम्पीयर से कम लोड के साथ यूनिट के चारों ओर मुक्त बहने वाले संवहन या फोर्स एयर धाराओं द्वारा ठंडा करना आमतौर पर पर्याप्त होता है। ६ एम्पीयर से अधिक के लोड के लिए हीट सिंक की आवश्यकता होगी। SSR इकाइयों को कुछ हीट सिंकिंग धातु की सतह पर लगाया जाना है, सामग्री की ताप चालकता को ध्यान में रखा जाना चाहिए। हीट सिंक लगभग बराबर होते हैं ऊष्मा अपव्यय में एल्यूमीनियम की एक शीट के बराबर 1/8 मोटी होती है

Fig 1



नीचे दिखाए गए आयाम (dimensions shown below):

12” X 12” = 288 वर्ग इंच का खुला सतह क्षेत्र = लगभग 2.1 डिग्री सेल्सियस प्रति वाट थर्मल वृद्धि (2.1 C/W)

15” X 15” = 450 वर्ग इंच = लगभग 1.5 डिग्री सेल्सियस प्रति वाट थर्मल वृद्धि (1.0 C/W)

18” X 18” = 648 वर्ग इंच = लगभग 1.0 डिग्री सेल्सियस प्रति वाट थर्मल वृद्धि (1.0 C/W)

15” X 15” = 450 वर्ग इंच = लगभग 1.5 डिग्री C प्रति वाट थर्मल वृद्धि (1.5 C/W)

18” X 18” = 648 वर्ग इंच = लगभग 1.0 डिग्री C प्रति वाट तापीय वृद्धि (1.0 C/W)

परिवेश के तापमान को देखते हुए C/W रेटिंग जितनी कम होगी हीट सिंक ऊष्मा को खत्म करने में बेहतर होगा। उदाहरण: यदि एक ठोस अवस्था रिले 2.1 C/W हीट सिंक पर 45 वाट ऊष्मा उत्पन्न करती है तो उस रिले की आंतरिक डाई परिवेश के तापमान से 94.5 °C बढ़ जाएगी। यदि परिवेश 40 °C है तो आंतरिक डाई तापमान 134.5 °C हो सकता है।

थाइरिस्टर डाई के लिए अधिकतम अनुमत तापमान आमतौर पर 125 डिग्री सेल्सियस होता है लेकिन 115 डिग्री सेल्सियस पर अक्सर सुरक्षा के अतिरिक्त मार्जिन के रूप में उपयोग किया जाता है। यदि हवा का प्रवाह पास के एम्बिएंट तक सीमित है या यदि बाड़े में परिवेशी हवा उष्मीय है यदि ठोस अवस्था रिले हीट सिंक से मजबूती से जुड़ी नहीं है तो अतिरिक्त एम्परेज डी-रेटिंग की आवश्यकता होगी

हीट सिंक सामग्री (Heat Sink Material):

हीट सिंक के लिए सबसे अच्छी सामग्री: सोना, चांदी, तांबा या एल्यूमीनियम हैं। औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए एल्यूमीनियम सबसे अधिक लागत प्रभावी सामग्री है। आमतौर पर एक ब्लैक एनोडाइज्ड फिनिश जो अतिरिक्त रेडिएंट हीटिंग अपव्यय प्रदान करता है का उपयोग किया जाता है। एल्यूमीनियम की तुलना में समान प्रभाव प्राप्त करने के लिए स्टील की मात्रा का दोगुना और स्टेनलेस स्टील की मात्रा का चार गुना की आवश्यकता होगी। सॉलिड स्टेट रिले को उचित वायु प्रवाह के बिना एक संलग्न क्षेत्र में कभी भी माउंट नहीं किया जाना चाहिए। इकाइयों को कभी भी प्लास्टिक के आधार या चित्रित सतहों पर नहीं लगाया जाना चाहिए। हीट सिंक को पंखों के साथ एक ऊर्ध्वाधर स्थिति में एक बिना हवा के प्रवाह के साथ ऊपर और फिनेड हीट सिंक के माध्यम से तैनात किया जाना चाहिए। सॉलिड स्टेट रिले और हीट सिंक के बीच का इंटरफेस एक सपाट साफ नग्न (नॉन-पेंटेड) सतह होना चाहिए जो ऑक्सीकरण से मुक्त हो।

सावधानियां (Precautions):

एक सीमित क्षेत्र में कई SSRs को माउंट करते समय सावधानी बरतनी चाहिए। जब भी संभव हो SCR को अलग-अलग हीट सिंक पर लगाया जाना चाहिए। पैनल माउंट SSRs को कभी भी उचित हीट सिंकिंग या मुक्त हवा में संचालित नहीं किया जाना चाहिए क्योंकि वे लोड के तहत स्वयं नष्ट हो जाएंगे तापमान नियंत्रण के लिए साधारण थंब रूल जिसमे माउंट स्क्रू के नीचे थर्मोकपल को खिसकाना है। यदि सामान्य परिचालन स्थितियों के तहत आधार तापमान ६० डिग्री सेल्सियस से अधिक नहीं है तो SSRs सर्वोत्कृष्ट उष्मीय वातावरण में कार्य कर रहा है। यदि यह तापमान ज्यादा हो जाता है तो रिले की हैंडलिंग करंट क्षमता को या तो हीटसिंक के उपयोग से उष्मीय रूप से सुधारना चाहिए या पंखे के उपयोग के माध्यम से डिवाइस पर अधिक वायु प्रवाह प्रदान किया जाना चाहिए। स्थापना में कोई भी चलती एयर हीटसिंक से हवा में थर्मल ट्रांसफर में काफी सुधार करती है यदि वास्तविक आंतरिक SSRs उपकरण कभी भी 115 से 125 डिग्री सेल्सियस के आंतरिक तापमान को प्राप्त करता है तो यह स्थायी रूप से नष्ट हो जाएगा। इसलिए वांछित इंजीनियरिंग की आवश्यकता एक धीमी गति से ऊष्मा आंतरिक SSRs प्रदान करने के लिए है और फिर एक ऊष्मा कम की क्षमता प्रदान करने के लिए जो आंतरिक ऊष्मा को तेज दर से दूर करती है ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि आंतरिक तापमान इन तापमानों से अधिक न हो। थर्मल समस्याएं संचयी अपरिवर्तनीय और विनाशकारी होती हैं

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

TRIAC DIAC और उनकी विशेषताएं (TRIAC, DIAC and their characteristics)

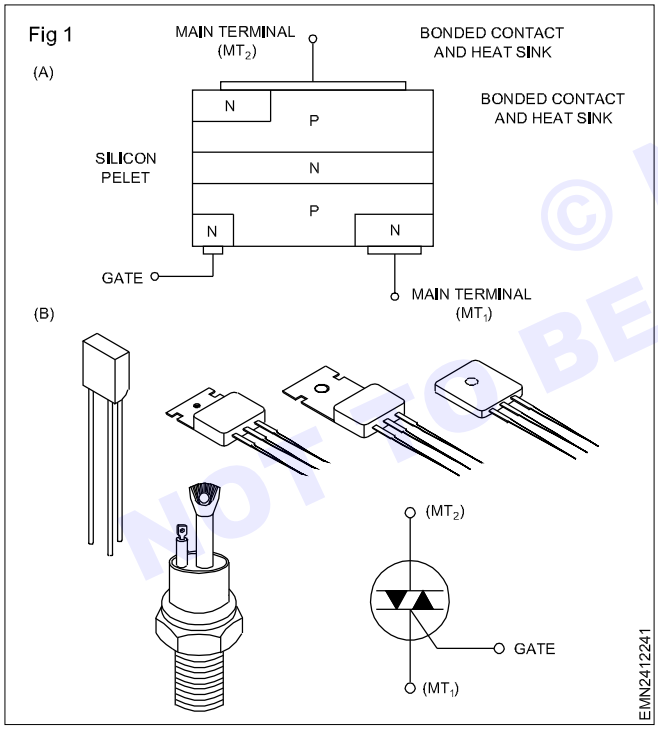
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **SCR और TRIAC के बीच अंतर स्पष्ट करना**
- **TRIAC को ट्रिगर करने के विभिन्न तरीकों की सूची बनाना**
- **AC के पूर्ण तरंग नियंत्रण के लिए TRIAC के उपयोग की व्याख्या करना**
- **दी गई आवश्यकता के लिए एक TRIAC चुनना**
- **TRIAC के त्वरित परीक्षण की विधि की व्याख्या करना**
- **DIAC की कार्यप्रणाली उपयोग और त्वरित परीक्षण की व्याख्या करना**

ट्रायक (TRIAC):

TRIAC किसी भी दिशा में AC को नियंत्रित करने के लिए एक तीन टर्मिनल गेटेड सेमीकंडक्टर उपकरण है। TRIAC शब्द TRIode AC सेमीकंडक्टर से बना है। TRIAC बहुत हद तक विपरीत समानांतर में जुड़े दो SCR के समान है। TRIAC दोनों दिशाओं में एक बड़ी धारा का संचालन करने में सक्षम है एक दिशा या दूसरे में उपयुक्त ध्रुवता के गेट पल्स द्वारा ट्रिगर किया जा सकता है।

TRIAC उसके प्रतीक और एक विशिष्ट TRIAC की मूल संरचना को Fig 1a,1b और 1c में दिखाया गया है।



जैसा कि Fig 1 में देखा जा सकता है TRIAC के टर्मिनलों को लेबल किया जाता है

मुख्य टर्मिनल -1 (MT 1)

मुख्य टर्मिनल -2 (MT 2)

और गेट (G)

यह उपकरण दोनों दिशाओं में संचालित होता है इसलिए एनोड और कैथोड शब्द लागू नहीं होते हैं।

ट्रायक ट्रिगरिंग (TRIAC triggering):

TRIAC को ट्रिगर द्वारा ऑन किया जा सकता है

1 गेट धारा को अप्लाई करके

2 एव्लांचे ब्रेकडाउन वोल्टेज को V_{BO} से अधिक करके।

3 MT1 - MT2 पर लागू वोल्टेज को अधिकतम dv/dt से अधिक दर से बड़ाकर।

ऊपर बताए गए तरीके 2 और 3 सामान्य TRIAC संचालन में नियोजित नहीं हैं लेकिन उन्हें परिपथ डिजाइन में सीमित कारक माना जा सकता है। इसलिए आगे की सभी चर्चा गेट के माध्यम से TRIAC को ट्रिगर करने तक ही सीमित है। चूंकि ट्राइक एक द्वि-दिशात्मक उपकरण है इसलिए इसे ऋणात्मक या धनात्मक गेट सिग्नल द्वारा चालन में ट्रिगर किया जा सकता है। मुख्य टर्मिनल-1 (MT1) के संबंध में TRIAC की सभी संभावनाओं पर विचार किया जाता है।

- MT1 के +ve संबंध में MT2 -गेट सिग्नल +ve (पहला चतुर्थांश)
- MT1 के ve संबंध में MT2 -गेट सिग्नल -ve (पहला चतुर्थांश)
- MT2 -ve के संबंध में MT1 -गेट सिग्नल +ve (तीसरा चतुर्थांश)
- MT2 -ve के संबंध में MT1 -गेट सिग्नल -ve (तीसरा चतुर्थांश-)

दुर्भाग्य से उपरोक्त सभी तरीकों में TRIAC समान रूप से संवेदनशील नहीं है। यह तीसरे चतुर्थांश मोड में कम से कम संवेदनशील है (MT1 के संबंध में MT2 ऋणात्मक और एक गेट सिग्नल द्वारा ट्रिगर) इसलिए इस मोड का अभ्यास में बहुत कम उपयोग किया जाता है

जब MT1 और MT2 के बीच बहने वाली धारा TRIAC में चालू होती है तो इसे **प्रिंसिपल करंट** के रूप में जाना जाता है।

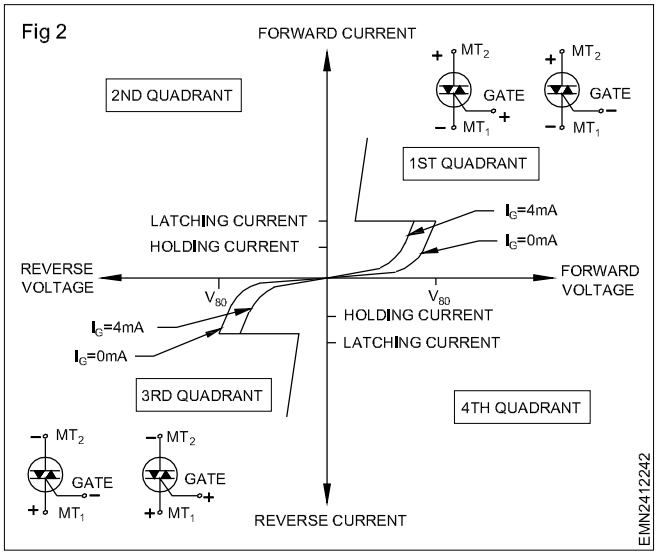
TRIAC तब तक ऑन रहेगा जब तक इसमें से बहने वाली धारा होल्डिंग करंट से बड़ी है जैसा कि Fig 2 में TRIAC की स्थिर विशेषताओं में दिखाया गया है।

TRIAC स्थिर विशेषताओं से। जब MT 2 MT 1 के संबंध में धनात्मक होता है तो TRIAC अपनी स्थिर विशेषताओं के पहले चतुर्थांश में संचालित होता है यदि इसे ट्रिगर नहीं किया जाता है तो वोल्टेज में वृद्धि के साथ निम्न अग्र धारा धीरे-धीरे बढ़ता है जब तक कि ब्रेकडाउन वोल्टेज VBO तक नहीं पहुंच जाता है और फिर धारा तेजी से बढ़ती है आमतौर पर एक उपयुक्त गेट धारा को इंजेक्ट करके एक निम्न अग्र धारा पर ‹ऑन› किया

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जाता है और विशेषताएँ गेट धारा को शून्य से 4 mA तक बढ़ाने के प्रभाव को दर्शाती हैं। गेट धारा को तब तक बनाए रखा जाना चाहिए जब तक कि मुख्य धारा कम से कम लैचिंग करंट के बराबर न हो

जब टर्मिनल MT1, MT2 के संबंध में धनात्मक होता है तो TRIAC तीसरे चतुर्थांश में संचालित होता है और धारा विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है।



TRIAC का उपयोग करके पूर्ण तरंग नियंत्रण (FULL WAVE control using a TRIAC):

Fig 3 एक AC परिपथ में प्रवाहित होने वाली धारा को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले TRIAC को दर्शाया है। Fig में POT V_{R1} की विभिन्न सेटिंग्स के साथ तरंग के रूपों को दिखाया गया है।

Fig 3 में तरंगों को देखने पर यह देखा जा सकता है कि TRIAC को धनात्मक और ऋणात्मक दोनों आधे चक्र में एक ही बिंदु पर फायर करके नियंत्रण प्राप्त किया जाता है। एक बार ट्रिगर होने पर डिवाइस ऑन रहता है जब तक कि सप्लाई ऑफ नहीं हो जाती।

TRIAC का चयन करना (Choosing a TRIAC):

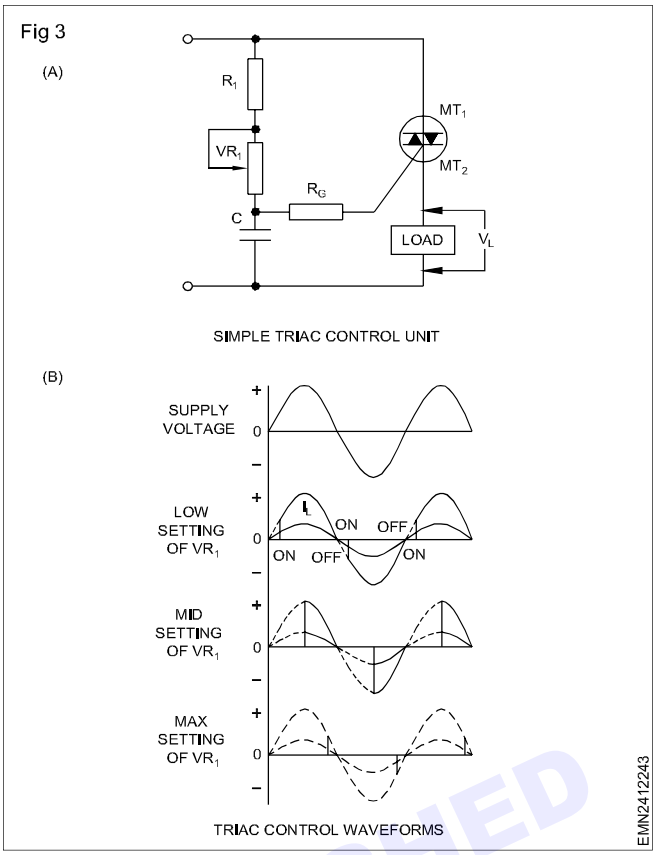
अन्य सभी घटकों की तरह TRIAC में धरा और वोल्टेज के अधिकतम निर्दिष्ट मान होते हैं जिन्हें पार नहीं किया जाना चाहिए। एक उदाहरण के साथ TRIAC के महत्वपूर्ण विनिर्देश नीचे दिए गए हैं;

TRIC प्रकार कोड	: BT 136	TIC 201D
$IT_{(rms)}$	: 4 Amps.	2 Amps.
VG_T	: 1.5 Volts.	2.5 Volts.

स्विच ऑन करने के लिए आवश्यक गेट करंट का मान

V_{DRM}	: 400 Volts.	400 Volts.

अधिकतम परमिट पीक वोल्टेज।



TRIACs में अग्र और पश्च की शर्तें उत्पन्न नहीं होती हैं क्योंकि यह द्विदिश है। (In TRIACs the terms forward and reverse do not arise since it is bidirectional)

त्वरित परीक्षण TRIACs (QUICK TESTING TRIACs): एक ओममीटर का उपयोग करके TRIAC पर एक त्वरित परीक्षण किया जा सकता है। यदि ली गई रीडिंग की तुलना नीचे दी गई टेबल में दर्शाई गई है तो TRIAC को संतोषजनक माना जा सकता है और इसे परिपथ में इस्तेमाल किया जा सकता है;

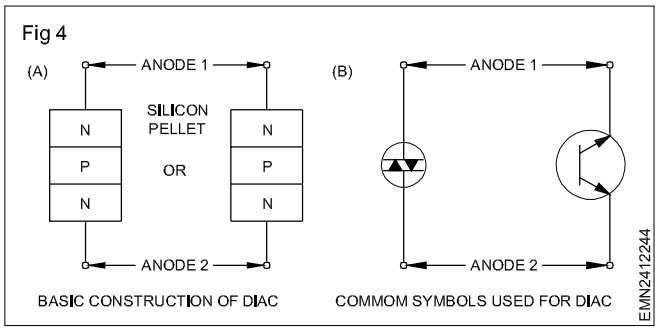
मीटर ध्रुवीयता		प्रतिरोध
+	-	
MT2	MT1	>1M
MT1	MT2	>1M
MT2	G	>1M
G	MT2	>1M
MT1	G	~300ohm
G	MT1	~300ohm

डायक (DIAC):

UJTs की तरह DIAC एक अर्धचालक उपकरण है जिसका व्यापक रूप से थायरिस्टर गेट परिपथ के लिए ट्रिगर डिवाइस के रूप में उपयोग किया जाता है। DIAC एक तीन परत वाला उपकरण है जैसा कि Fig ४ में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जैसा कि Fig 4 से देखा जा सकता है DIAC एक तीन परत दो टर्मिनल वाला अर्धचालक उपकरण है जो दोनों दिशाओं में धारा प्रवाहित करने में सक्षम है



DIAC दो डायोड के समान कार्य करता है जो रिवर्स समानांतर में जुड़े होते हैं और इसलिए यह दोनों आधे चक्रों के दौरान AC वोल्टेज को रेक्टिफ़ाई करने में सक्षम होता है। DIAC के लिए प्रयुक्त प्रतीक Fig 4b में दिखाया गया है।

DIAC बिना आधार कनेक्शन वाले NPN या PNP द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर जैसा दिखता है। द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर के विपरीत DIAC में एक समान संरचना होती है। इसका मतलब है N-प्रकार और P-प्रकार डोपिंग दोनों संधियों पर अनिवार्य रूप से समान होती है। जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है डायक की संरचना NPN या PNP संरचना के रूप में किया जा सकता है।

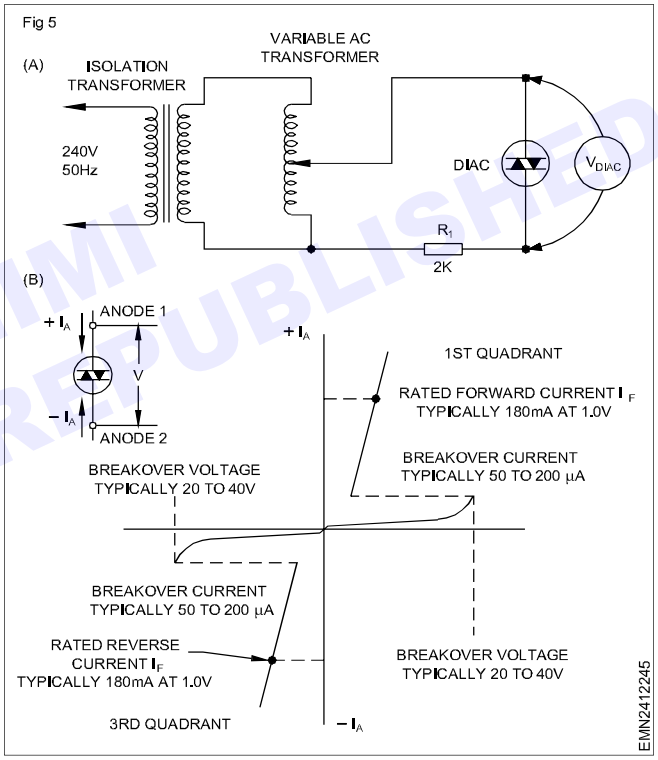
Fig 5a में DIAC के परीक्षण के लिए प्रायोगिक सेटअप को दर्शाया गया है। आइसोलेशन ट्रांसफॉर्मर का उपयोग परिपथ को मेन सप्लाई से अलग करने के लिए किया जाता है। परीक्षण के तहत DIAC में परिवर्तनीय वोल्टेज लागू करने के लिए परिवर्तनीय ट्रांसफार्मर या वेरिएक का उपयोग किया जाता है। एक विशिष्ट DIAC का अभिलाक्षणिक वक्र Fig 5b में दिखाया गया है।

जैसा कि Fig 5a में दिखाया गया है जब किसी DIAC में किसी भी ध्रुवता का एक निम्न वोल्टेज लागू किया जाता है तो धारा प्रवाह बहुत निम्न होता है जैसा कि पहले और तीसरे चतुर्थांश में इसकी विशेषताओं से देखा जा सकता है। यदि लागू वोल्टेज को लगातार बढ़ाया जाता है तो धारा तब तक कम मान पर रहेगा जब तक कि लागू वोल्टेज DIAC के ब्रेक ओवर वोल्टेज के रूप में ज्ञात मान तक नहीं पहुंच जाता जैसा कि Fig 12b में दिखाया गया है। एक बार जब यह बिंदु तक पहुंच जाता है तो DIAC की धारा तेजी से बढ़ती है और DIAC वोल्टेज कम मान पर ड्रॉप हो जाता है। इस बिंदु पर DIAC ऋणात्मक प्रतिरोध विशेषता प्रदर्शित करता है (धारा चालन बढ़ता है जबकि पूरे डिवाइस में वोल्टेज कम हो जाता है)। DIAC तब तक धारा का संचालन करता रहेगा जब तक धारा युक्ति के होल्डिंग करंट से अधिक है।

DIACs का चयन (Choosing DIACs):

DIACs का त्वरित परीक्षण (Quick Testing DIACs):

चूंकि DIAC बैक टू बैक जुड़े दो डायोड के समान होते हैं और एक बार लागू वोल्टेज डायोड के ब्रेकडाउन वोल्टेज तक पहुंचने के बाद किसी भी दिशा में टूट जाते हैं एक ओममीटर का उपयोग करके DIAC का परीक्षण करते समय इसे चेक किए जाने पर उच्च प्रतिरोध (अनंत प्रतिरोध) दिखाना चाहिए। यह त्वरित परीक्षण केवल पुष्टि करता है कि DIAC शार्ट नहीं है; हालांकि परिपथ में DIAC का उपयोग करने से पहले यह त्वरित परीक्षण किया जाता है।



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

TRIAC और DIAC का उपयोग करते हुए लैम्प डिमर/फैन मोटर स्पीड रेगुलेटर (Lamp dimmer/fan motor speed regulator using TRIAC and DIAC)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **AC मोटरों के गति नियंत्रण के लिए TRIAC के उपयोग के लाभों की व्याख्या करना**
- **सॉफ्ट-स्टार्ट लाइट डिमर्स की आवश्यकता को समझाना**
- **DIAC और TRIAC का उपयोग करके एक साधारण लाइट डिमर का परिपथ बनाना**
- **लाइट डिमर सर्किट में स्नबर सर्किट की आवश्यकता और कार्यप्रणाली को समझाना**

लैंप डिमर (LAMP DIMMERS):

लैंप डिमर एक परिपथ है जो एक तापदीप्त लैंप को सप्लाई की गई AC पावर सप्लाई को नियंत्रित करता है जिससे लैंप द्वारा उत्सर्जित प्रकाश की तीव्रता को लगभग शून्य से पूर्ण चमक तक नियंत्रित किया जाता है।

तापदीप्त (incandescent) रोशनी को पारंपरिक और सॉफ्ट-स्टार्ट कम करना (Conventional and soft-start dimming of incandescent Lights):

पुरानी तकनीक के लाइट डिमर्स में उच्च वाट क्षमता वाले रिओस्टेट एडजस्टेबल ऑटो-ट्रांसफॉर्मर या संतृप्त रिएक्टर का इस्तेमाल किया जाता था जो बड़े महंगे थे और काफी ऊष्मा उत्पन्न करते थे। वर्तमान में सेमीकंडक्टर लाइट डिमर्स इन कमियों को दूर कर चुके हैं और इसलिए कई अनुप्रयोगों के लिए बहुत लोकप्रिय हो गए हैं।

आधुनिक थाइरिस्टर डिमर्स सस्ते, विश्वसनीय, छोटे, कम ऊष्मा उत्पन्न करने वाले और दूर से नियंत्रित करने में आसान होते हैं। इन गुणों ने न केवल सेमीकंडक्टर डिमर्स को थिएटर और ऑडिटोरियम में पुराने प्रकारों को उत्कृष्ट परिणामों के साथ बदला है बल्कि डिमर्स को बिल्ट-इन होम लाइटिंग टेबल और फ्लोर लैंप प्रोजेक्शन उपकरण और अन्य उपयोगों के लिए व्यावहारिक बना दिया है।

तापदीप्त प्रकाश बल्बों के लिए दो प्रकाश डिमर्स की नीचे चर्चा की है। ये दोनों डिमर परिपथ बल्ब के साथ श्रृंखला में जुड़े एक ट्राइक के चालन के कोण को समायोजित करके प्रकाश की तीव्रता को नियंत्रित करते हैं। पहला डिमर एक बहुत ही सरल परिपथ का उपयोग करता है जो न्यूनतम लागत की आवश्यकता वाले अत्यधिक सघन अनुप्रयोगों के लिए उपयोग होता है। दूसरे डिमर में कम दबाव वाली धारा और परिणामी लंबे लैंप जीवन के लिए सॉफ्ट स्टार्टिंग की सुविधा है। सॉफ्ट स्टार्ट लैंप डिमर्स विशेष रूप से निम्न जीवन के साथ जायदा रोशनी के साथ उपयोगी होते हैं जैसे कि प्रोजेक्शन लैंप और फोटोग्राफिक बल्ब।

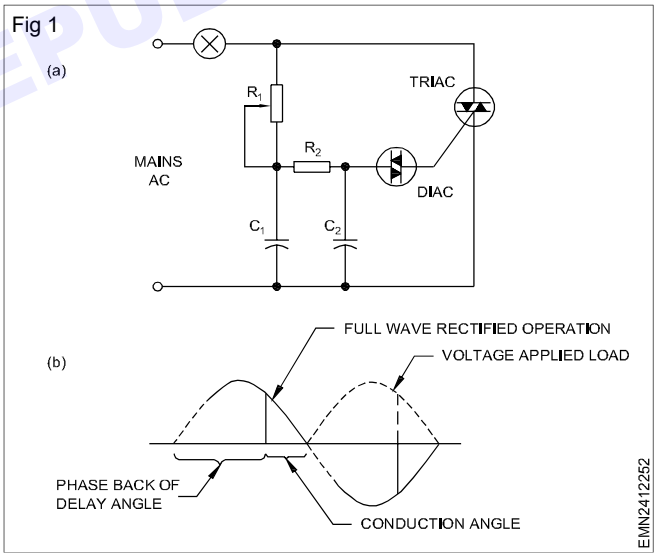
सिंपल लाइट डिमर (Simple light dimmer):

Fig 1 में दिखाया गए परिपथ में बहुत कम भागों का उपयोग करके एक विस्तृत सीमा का प्रकाश डिमर है। परिपथ के घटकों के उपयुक्त मान का चयन करके परिपथ को किसी भी मुख्य सप्लाई सोर्स (240V, 50 हर्ट्ज) का उपयोग करके संचालित किया जा सकता है। परिपथ 1000 वाट बिजली को तापदीप्त बल्बों तक नियंत्रित कर सकता है

TRIAC के चालन कोण को नियंत्रित करके बल्बों की शक्ति भिन्न हो जाती है। फेज नियंत्रण के लिए कई परिपथ का उपयोग किया जा सकता है लेकिन इस्तेमाल किया जाने वाला एकल ट्राइक परिपथ सबसे सरल है और इसलिए इस विशेष अनुप्रयोग के लिए चुना जाता है।

TRIAC के नियंत्रण परिपथ को Fig 1b के अनुसार कार्य करना चाहिए। नियंत्रण परिपथ को परिपथ पर लागू होते समय और लोड पर लागू होते समय के बीच देरी उत्पन्न करनी चाहिए। इस देरी के बाद TRIAC चालू हो जाता है और प्रत्येक प्रत्यावर्तन के शेष भाग के लिए लोड के माध्यम से धारा का संचालन करता है। यह परिपथ 0° से लगभग 170° तक चालन कोण को नियंत्रित कर सकता है और 97% से अधिक पूर्ण-शक्ति नियंत्रण प्रदान करता है।

Fig 1



सॉफ्ट-स्टार्ट विकल्प के साथ लाइट डिमर (Light Dimmer with soft-start option):

Fig 2 में परिपथ सॉफ्ट स्टार्ट विकल्प के साथ एक हल्का डिमर है। ठंडे लैंप फिलामेंट के ऊष्मा प्रतिरोध की तुलना में बहुत कम प्रतिरोध के कारण शॉफ्ट शुरुआत वांछनीय है। प्रारंभिक स्विचिंग के समय लैंप का कम प्रतिरोध बहुत अधिक इंरूष धाराओं का कारण बनता है जो लघु फिलामेंट/लैंप जीवन की ओर जाता है। उच्च इंरूष धाराओं के कारण लैंप विफलताओं को शॉफ्ट प्रारंभ सुविधा द्वारा समाप्त कर दिया जाता है जो उच्च सर्ग को खत्म करने के लिए धीरे-धीरे बल्ब पर धारा लागू करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

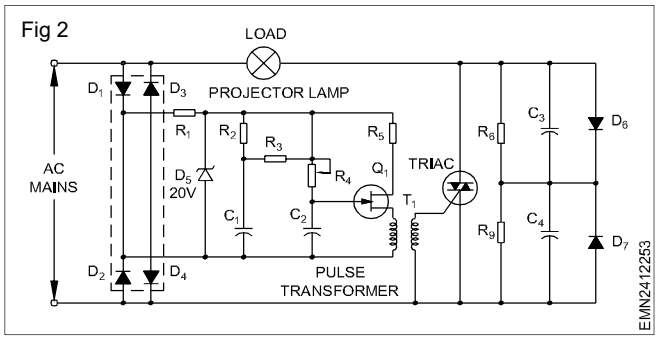
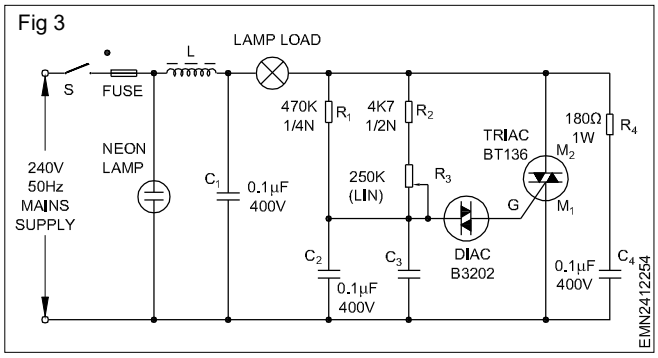


Fig 3 में परिपथ का संचालन तब शुरू होता है जब D_1 से D_4 वाले डायोड पर वोल्टेज लगाया जाता है। ब्रिज इनपुट को ठीक करता है और प्रतिरोध R_1 और जेनर डायोड D_1 के लिए एक दिष्ट वोल्टेज लागू करता है। जेनर डायोड यूनी जंक्शन ट्रांजिस्टर Q_1 को 20 वोल्ट का एक निरंतर वोल्टेज प्रदान करता है प्रत्येक प्रत्यावर्ती के अंत को छोड़कर जब लाइन वोल्टेज शून्य हो जाता है। प्रारंभ में कैपेसिटर C_1 में वोल्टेज शून्य होता है और कैपेसिटर C_2 ,Q_1 को ट्रिगर करने के लिए चार्ज नहीं कर सकता है। C_1 चार्ज होना शुरू हो जाएगा लेकिन ‹क्योंकि वोल्टेज कम है C_2 में पर्याप्त वोल्टेज होगा जो C_1 को केवल आधे चक्र के अंत में ट्रिगर करेगा। हालांकि इस समय लैंप का प्रतिरोध कम होता है और लेकिन लैंप पर लगाया जाने वाला वोल्टेज कम होता है और रश करंट निम्न होता है। फिर C_1 पर वोल्टेज बढ़ जाता है जिससे C_2 चक्र में पहले Q_1 को ट्रिगर कर देता है। उसी समय लैंप को धीरे-धीरे बढ़ते हुए लागू वोल्टेज से उष्मीय किया जाता है और जब तक लैंप पर लगाया गया पीक वोल्टेज अपने अधिकतम मान तक पहुंचता है तब तक बल्ब को पर्याप्त रूप से हीट किया जा चुका होता है ताकि पीक इनरश करंट को उचित मान पर रखा जा सके। रेसिस्टर R_4 ,C_2 की चार्जिंग दर को नियंत्रित करता है और लैंप को मंद करने के साधन प्रदान करता है। प्रतिरोध R_4 C_2 की चार्जिंग दर को नियंत्रित करता है और लैंप को मंद करने के साधन प्रदान करता है। R_4 के प्रतिरोध को बदलकर लोड की शक्ति को मैन्युअल रूप से समायोजित किया जा सकता है। T_1 एक पल्स ट्रांसफार्मर है। ट्राइक को ट्रिगर की सप्लाई के अलावा यह ट्रांसफॉर्मर उच्च करंट लोड परिपथ को कम पावर ट्रिगरिंग परिपथों (आगे के पैराग्राफ में चर्चा में TRIAC के लिए गेट आइसोलेशन विधियों) को अलग करता है।

एक सिंपल लैंप डिमर सह यूनीवर्सल मोटर स्पीड कंट्रोलर (A simple Lamp dimmer cum Universal motor speed Controller): Fig 3 में दिखाए गए लैंप डिमर सह यूनीवर्सल स्पीड कंट्रोलर परिपथ में एक TRIAC का उपयोग नियंत्रण उपकरण के रूप में किया जाता है। फेज नियंत्रण तकनीक का उपयोग TRIAC के चालन कोण को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है जो बदले में लैंप को दी गई शक्ति को नियंत्रित करता है।

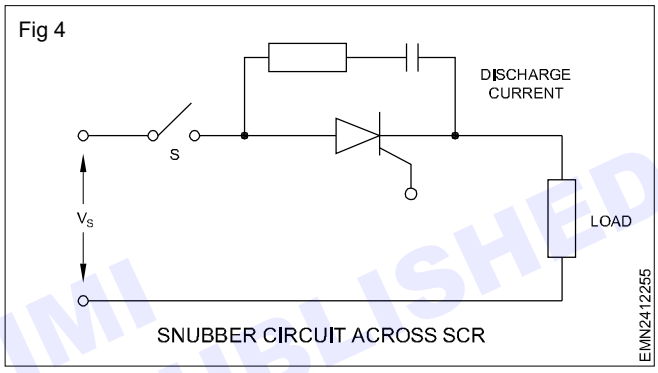
एक लैम्प L TRIAC को AC मेन सप्लाई के साथ श्रेणी में जुड़ा है। TRIAC गेट को ट्रिगर पल्स DIAC के माध्यम से दिया जाता है। DIAC धनात्मक और ऋणात्मक दोनों आधे चक्रों के दौरान एक ही ब्रेक ओवर वोल्टेज स्तर (30V) पर चालू होता है।

पोटेंशियोमीटर R_4 एक यूनीवर्सल मोटर की प्रकाश की तीव्रता या गति को बदलने की सुविधा प्रदान करता है।



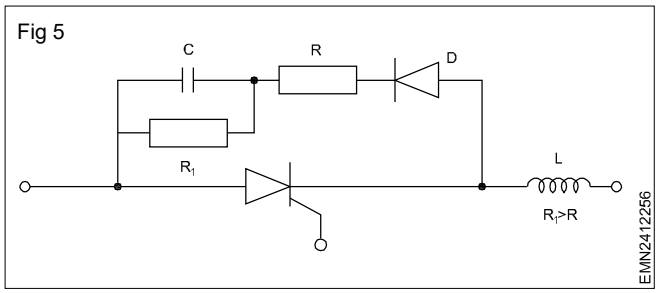
स्नबर (Snubbers): स्नबर पावर इलेक्ट्रॉनिक्स में स्विचिंग परिपथ से जुड़े प्रतिरोध और ट्रांजिस्टर का एक छोटा नेटवर्क है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

स्नबर का फैक्शन स्विचिंग क्रिया के कारण वोल्टेज स्पाइक्स को अवशोषित करके परिपथ रिएक्शन को नियंत्रित करना है। स्नबर का उद्देश्य वोल्टेज



क्षणिक और रिंगिंग को समाप्त करना है जो SCR के ओपन पर होता है। स्नबर RC परिपथ के माध्यम से बहने वाली धारा के लिए एक वैकल्पिक मार्ग प्रदान करता है

स्नबर परिपथ Fig 5 में दिखाए गए डायोड D जैसे अतिरिक्त घटकों का उपयोग करके स्विच सर्किट के प्रदर्शन को बढ़ाते हैं। डायोड ‹D› SCR की सुरक्षा के लिए एक फ्री व्हीलिंग डायोड के रूप में कार्य करता है।



इसमें उच्च di/dt को रोकने के लिए SCR के साथ श्रेणी में एक प्रेरकत्व L भी शामिल है जो SCR को हानि पहुंचाता है और इसलिए उच्च धारा प्रवाह को सीमित करने के लिए ट्रांजिस्टर के साथ श्रेणी में कम ओम का प्रतिरोध रखा जाता है।

स्नबर परिपथ का उपयोग कन्वर्टर्स में स्विचिंग की हानि को कम करने के लिए किया जाता है और पावर सेमी कंडक्टर उपकरणों में उच्च dv/dt और di/dt लोड से जुड़ा होता है। स्नबर परिपथ टर्न-ऑन और टर्न-ऑफ प्रकार के होते हैं और क्रमशः श्रेणी और समानांतर में रखे जाते हैं

© NIMI NOT TO BE PUBLISHED

स्नबर परिपथ (Snubber Circuit): TRIAC नियंत्रण के साथ एक समस्या है कि TRIAC के चालन को रोकने के तुरंत बाद रिवर्स वोल्टेज का अचानक उपयोग हो जाता है। यह एक गंभीर समस्या है जब मोटरों की लोड अत्यधिक प्रेरकत्व होता है। DV/dt द्वारा निरूपित यह पुन: लागू वोल्टेज स्टेज नियंत्रण खोने वाले उपकरण को ट्रिगर-ऑन (अवांछित या गलत ट्रिगर) कर सकता है।

इस गलत ट्रिगरिंग से बचने के लिए एक R और C श्रेणी नेटवर्क परिपथ में रखा जाता है (R_s और C_s जैसा कि Fig ६ में दिखाया गया है)। यह RC नेटवर्क TRIAC में लागू वोल्टेज के बढ़ने की दर को धीमा कर देता है। TRIAC परिपथ से जुड़े इस RC परिपथ को स्नबर परिपथ कहा जाता है।

प्रेरकत्व L और ट्रांजिस्टर C, TRIAC के तेज टर्न-ऑन और टर्न-ऑफ द्वारा उत्पन्न रेडियो फ्रीक्वेंसी इंटरफेरेंस (RFI) को काफी हद तक कम करने के लिए एक लो पास फिल्टर बनाता है।

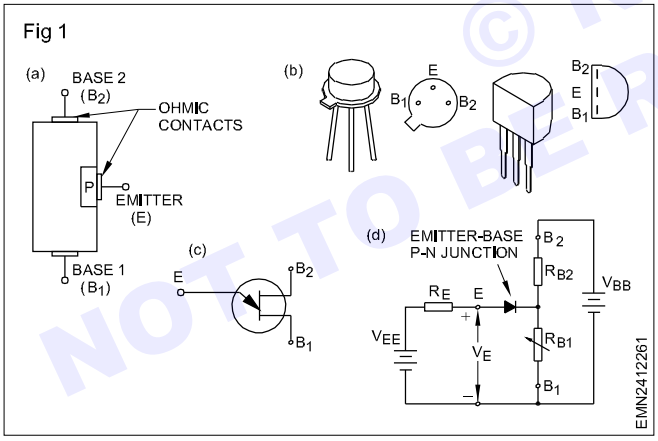
Fig ६ में लैंप डिमर परिपथ का उपयोग समान रूप से पंखे की गति नियामक के रूप में किया जाता है। केवल Fig ६ में परिपथ में दिखाए गए लैंप के स्थान पर एक पंखे को जोड़ने के लिए केवल एक ही परिवर्तन किया जाना है। POT R_v को घुमाकर गति को लगभग शून्य से पूर्ण गति में बदला जा सकता है।

यूनी जंक्शन ट्रांजिस्टर (UJT) और इसके अनुप्रयोग (Unijunction transistor (UJT) and its applications)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **UJT की संरचना और कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **UJT का त्वरित परीक्षण करना**
- **UJT के महत्वपूर्ण विनिर्देशों की सूची बनाना**
- **UJT के उपयोग की सूची बनाएं और उसकी व्याख्या करना**

यूनी जंक्शन ट्रांजिस्टर (UJT) एक तीन टर्मिनल अर्धचालक युक्ति है जैसा कि Fig 1 A में दिखाया गया है। यह एक ट्रांजिस्टर जैसा दिखता है जैसा कि Fig 1B में दिखाया गया है। इसमें दो परतें (एक P-परत और एक N-परत) होती हैं जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है और इसलिए इसमें



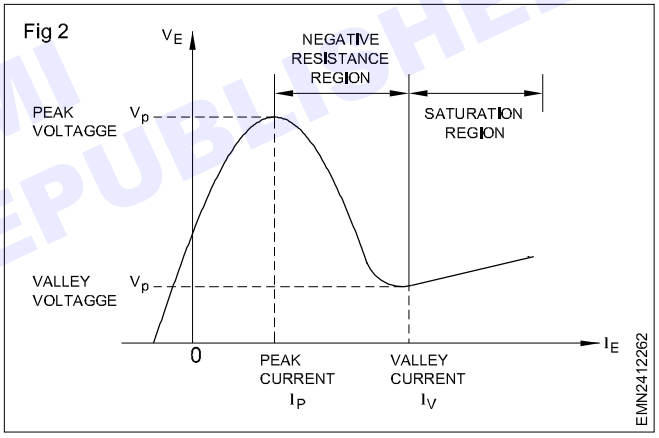
केवल एक संधि होता है (इसलिए इसका नाम यूनी जंक्शन ट्रांजिस्टर है)।

UJT और इसके विद्त समतुल्य परिपथ का प्रतीक Fig 1c और 1d में दिखाया गया है।

UJT एक विशेष अर्धचालक उपकरण है क्योंकि यह ऋणात्मक प्रतिरोध विशेषताओं को प्रदर्शित करता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। विशेषताओं के विवरण की चर्चा बाद के पैराग्राफ में की गई है।

UJT की संरचना (Construction of UJT):

2646 और 2N 2647 UJT संशोधित To -18 केस स्टाइल में उपलब्ध हैं जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है।



UJT का समतुल्य परिपथ (Equivalent circuit of UJT):

UJT का विद्त समतुल्य परिपथ Fig 1d में दिखाया गया है। B_1 और B_2 टर्मिनलों के बीच के प्रतिरोध को इंटर-बेस प्रतिरोध R_{BB} कहा जाता है। N-प्रकार सिलिकॉन बार PN संधि द्वारा दो भागों R_{B1} और R_{B2} में विभाजित प्रतिरोध के रूप में कार्य करता है। आंतरिक R_{B1} और R_{B2} का योग इंटर बेस प्रतिरोध R_{BB} है। R_{BB} का मान आमतौर पर 4 से 10 Kohms के बीच होता है। इसके अलावा R_{B1} आमतौर पर R_{B2} से थोड़ा अधिक होता है क्योंकि उत्सर्जक B_2 के थोड़ा करीब होता है।

इंटरबेस प्रतिरोध R_{BB} को उत्सर्जक को ओपन के साथ मापा जाता है।

I_E =0 पर, $R_{BB} = R_{B1} + R_{B2}$

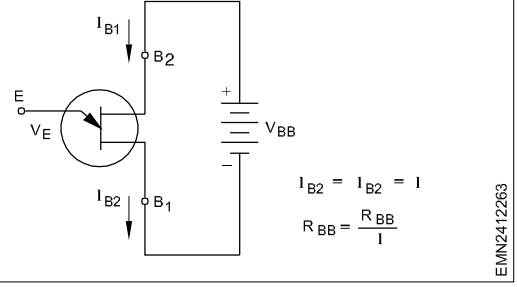
UJT की कार्यप्रणाली (Operation of UJT):

UJT को कार्य करने के लिए दिष्ट धारा सप्लाई ध्रुवता को Fig 3 में दिखाया गया है। जैसा कि Fig 3 से देखा जा सकता है B_2 धनात्मक और B_1 से ग्राउंड से जुड़ा है। परिणामस्वरूप धारा (पारंपरिक) B_2 से B_1 की ओर

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

प्रवाहित होती है। इस चालन के परिणामस्वरूप N -प्रकार सिलिकॉन बार के साथ वोल्टेज ग्रेडिएंट होता है। इसलिए एमिटर संधि (V_E) के क्षेत्र में एक वोल्टेज है जो ग्राउंड के संबंध में धनात्मक है। इस वोल्टेज का परिमाण R_{B1} और R_{B2} के बीच साधारण वोल्टेज विभक्त क्रिया द्वारा दिया जाता है।

Fig 3



$$V_E \text{ or } (V_{RB!}) = \frac{R_{B1}}{R_{B1}+R_{B2}} V_{BB} = \eta V_{BB} \quad \text{....[1]}$$

ग्रीक अक्षर η (eta) को आंतरिक स्टैंड-ऑफ रेश्यो कहा जाता है। यह किसी भी UJT का एक महत्वपूर्ण डेटा है और सभी UJT डेटा शीट में हमेशा उल्लेख किया जाता है। उपरोक्त समीकरण से आंतरिक स्टैंड-ऑफ रेश्यो η (eta) द्वारा दिया जाता है

$$\eta = \frac{R_{B1}}{R_{B1}+R_{B2}} \quad \text{....[2]}$$

h के विशिष्ट मान है जो अधिकांश UJT के लिए लगभग 0.5 से 0.8 तक भिन्न होते हैं

H का मान महत्वपूर्ण है क्योंकि बेस टर्मिनल V_{BB} में H और लागू वोल्टेज जानने के बाद वोल्टेज क्रॉस R_{B1} की गणना समीकरण [1] का उपयोग करके की जा सकती है।

उदाहरण: यदि, n =0.65 और V_{BB} =12 वोल्ट

तब, V_{RB1}=n V_{BB}=0.65*12V=7.8 वोल्ट.

वोल्टेज V_{RB1} डायोड D पर पश्च बायस वोल्टेज का को प्रदर्शित करता है। एक उत्सर्जक धारा I_E के प्रवाह के लिए उत्सर्जक वोल्टेज V_{EB1} ,V_{RB1} से लगभग 0.7 वोल्ट (सिलिकॉन डायोड के लिए आंतरिक बाधा क्षमता) से ऊपर होना चाहिए। यह उत्सर्जक वोल्टेज V_{EB1} जो डायोड को फॉरवर्ड बायस्ड होने और उत्सर्जक धारा का संचालन करने का कारण बनता है को आमतौर पर V_P के रूप में दर्शाया जाता है।

V_P के मान की गणना निम्न सूत्र द्वारा की जाती है

$V_P = \eta V_{BB} + 0.7$ volts = 7.8 V + 0.7V = 8.5 वोल्ट।

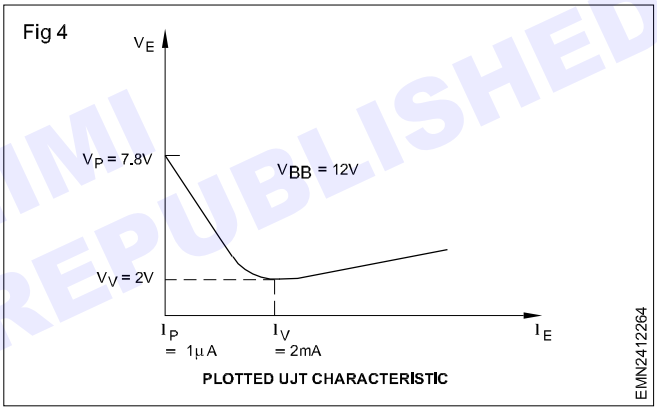
जब V_P= $_8$.5 वोल्ट तक बढ़ जाता है तो डायोड D संचालित होता है। इसका मतलब है कि I_E ,R_E डायोड D, R_{B1} के माध्यम से ग्राउंड में जोड़ा जाता है। अत्यधिक डोप किए गए N प्रकार को R_{B1} के माध्यम से धारा की अचानक तीव्र R_{B1} के प्रतिरोध को कम करती है (याद रखें कि R_{B1} एक निश्चित मान प्रतिरोधी नहीं होता है यह N-प्रकार अर्धचालक का प्रतिरोध है) R_{B1} (कुछ हजार ओम से कम से कम 40 से 50 ओम तक) कम होने के कारण R_{B1} में वोल्टेज में एक थोड़ी सी गिरावट आती है। इसलिए उत्सर्जक वोल्टेज V_{EB1} लगभग 1 वोल्ट (डायोड चालन से पहले 8.5V से डायोड का संचालन शुरू होने पर लगभग 1V तक कम हो जाता है) V_{EB1} के मान में यह ड्रॉप Fig.3 में दिखाई गई है। इस बिंदु को कभी-कभी ऑन स्टेट कंडीशन के रूप में जाना जाता है।

चूंकि उत्सर्जक धारा में वृद्धि से एमीटर वोल्टेज (V_{EB1}) में गिरावट आती है UJT की विशेषताओं के इस क्षेत्र को ऋणात्मक प्रतिरोध क्षेत्र (negative resistance region) कहा जाता है।

‹वैली पॉइंट› के रूप में संदर्भित एक निश्चित बिंदु के बाद एमीटर बायसिंग वोल्टेज V_{EE} उत्सर्जक धारा I_E में वृद्धि होने लगेगी और वोल्टेज एमीटर और बेस -1 में चला जाएगा। इस क्षेत्र को UJT संतृप्ति क्षेत्र कहा जाता है। यह तब होगा जब होल इंजेक्शन की दर इतनी अधिक होगी कि क्षेत्र में एक धनात्मक स्थान आवेश की संरचना हो सके। यह ध्यान दें कि वैली पॉइंट के बाद एमीटर धारा को दर अधिकतम अग्र उत्सर्जक धारा के मान (आमतौर पर लगभग 50mA) से आगे नहीं बढ़ाया जाना चाहिए जिसके आगे डायोड D जल सकता है।

UJT सैद्धांतिक विशेषताओं की तुलना (जैसा कि Fig 2 में है) और वास्तविक विशेषताओं जिन्हें प्लॉट किया जा सकता है Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4



UJT विशेषताओं से जुड़े कुछ महत्वपूर्ण शब्द नीचे दिए गए हैं;

पीक पॉइंट करंट (I_P) - UJT को ऋणात्मक प्रतिरोध क्षेत्र में रखने के लिए उत्सर्जक धारा की न्यूनतम मात्रा।

वैली करंट (I_V) - ऋणात्मक प्रतिरोध क्षेत्र के भीतर अधिकतम स्वीकार्य उत्सर्जक धारा।

वैली वोल्टेज (V_V) - न्यूनतम वोल्टेज जो UJT को उसके ऋ ण ा त्म क प्रतिरोध क्षेत्र में बनाए रख सकता है

ओममीटर का उपयोग करके UJT का त्वरित परीक्षण (Quick test of UJT using Ohm meter):

UJT की संरचना में यह देखा जा सकता है कि उत्सर्जक और बेस -1 बेस -2 ओपन के साथ P-N डायोड के रूप में व्यवहार करता है। इसलिए जब एक ओम मीटर का उपयोग करके परीक्षण किया जाता है तो यह अग्र बायस होने पर कम प्रतिरोध और रिवर्स बायस्ड होने पर उच्च प्रतिरोध दिखाना होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इसी तरह बेस-1 के साथ उत्सर्जक और बेस-2 एक PN डायोड के रूप में व्यवहार करते हैं और इसलिए इसकी अच्छी स्थिति की पुष्टि के लिए ओममीटर का उपयोग करके समान अग्र और पश्च बायस टेस्ट किया जाता है।

किसी दिए गए UJT का त्वरित परीक्षण करने के लिए UJT के दो डायोड के फॉरवर्ड और रिवर्स बायस की स्थिति की जाँच करें जैसा कि ऊपर के दो चित्र में दिया गया है।

विशिष्ट UJT की विशेषताएं (Typical UJT Specifications):

UJT विनिर्देश जैसा कि किसी भी डेटा मैनुअल में देखा जा सकता है नीचे दिया गया है। विनिर्देशों को समझने के लिए 2N 2646 UJT को केवल एक सैंपल के रूप में लिया गया है। अन्य UJT के लिए विनिर्देश लगभग उसी प्रारूप में होंगे। हालाँकि निर्माताओं ने डेटा शीट में नीचे सूचीबद्ध की तुलना में अधिक विवरण दिया है;

Type	Device	IP	IV	RBBO	Eta(η)
2N 2646	UJT-P	5μA	4mA	15Kohms	0.60

UJT के उपयोग (Application of UJTs):

UJTs इलेक्ट्रॉनिक स्विचिंग और वोल्टेज या करंट सेंसिंग अनुप्रयोगों से जुड़े विभिन्न प्रकार के परिपथों में कार्यरत हैं। इसमे शामिल है

- थाइरिस्टर के लिए ट्रिगर
- ऑस्किलटर्स के रूप में
- पल्स और सॉ टूथ जनरेटर के रूप में
- समय परिपथ में
- रेगुलेटेड पावर सप्लाई
- बिस्टेबल परिपथ में

और इसी तरह।

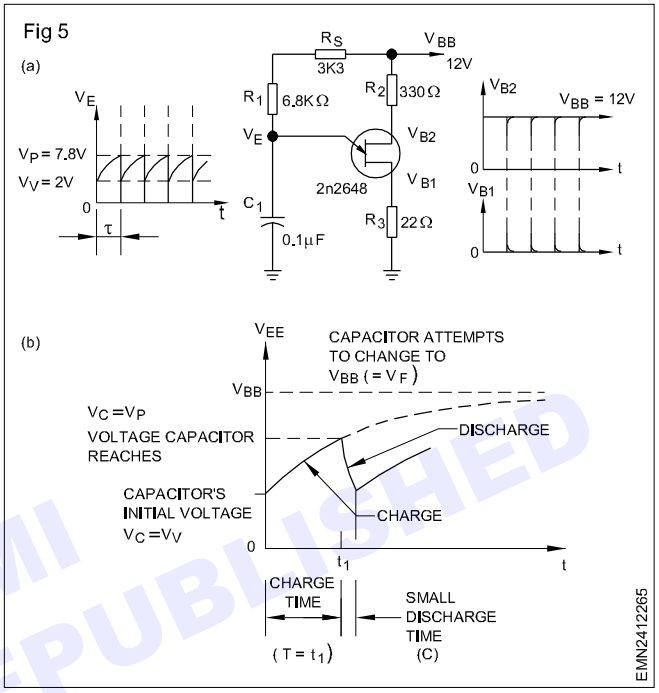
UJT का सबसे आम और लोकप्रिय अनुप्रयोग रिलैक्सेशन ऑसिलेटर है। Fig 5a में 2N 2646 UJT का उपयोग करते हुए एक व्यावहारिक रिलैक्सेशन ऑसिलेटर दर्शाया है।

जैसे ही वोल्टेज V_{BB} की सप्लाई की जाती है ट्रांजिस्टर C को प्रतिरोधों R_S और R_1 के माध्यम से चार्ज किया जाता है। यदि ट्रांजिस्टर के अक्रॉस वोल्टेज V_C UJT के पीक पॉइंट वोल्टेज (V_P) को क्रॉस करता है तो UJT चालन में चला जाता है।

जितनी जल्दी UJT चालन में जाता है आवेशित ट्रांजिस्टर C तेजी से डिस्चार्ज करता है जैसा कि Fig 5b में निम्न आंतरिक आधार प्रतिरोध R_{B1} और R_3 के माध्यम से दिखाया गया है। UJT के इस चालन और UJT के एमिटर-बेस 1 के माध्यम से C के डिस्चार्ज के परिणामस्वरूप R_3 के माध्यम से धारा की अचानक रश हो जाती है और इसलिए R_3 में वोल्टेज तेजी से बढ़ता है जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

इसके अक्रॉस वोल्टेज का डिस्चार्ज करने से ट्रांजिस्टर के अक्रॉस वोल्टेज वैली बिंदु वोल्टेज VV से निम्न हो जाता है। इस वजह से UJT फिर से कट ऑफ में चला जाता है। क्योंकि UJT कट-ऑफ में है R_3 के माध्यम से कोई धारा नहीं होगी और इसलिए इसके अक्रॉस वोल्टेज (आउटपुट वोल्टेज) शून्य हो जाता है जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

UJT कट-ऑफ हो जाने पर ट्रांजिस्टर R_S और R_1 के माध्यम से फिर से चार्ज करना शुरू कर देता है। जब चार्ज किया गया वोल्टेज फिर से V_P के मान को क्रॉस कर जाता है तो UJT फिर से ऑन हो जाता है और चक्र दोहराता है जिसके परिणामस्वरूप आउटपुट (R_3 के अक्रॉस) निरंतर पल्स वेव फॉर्म में होता है।



UJT दोलित्र दोलन की आवृत्ति पर निर्भर करती है,

[1] दिया गया समय स्थिरांक tau (τ) द्वारा tau (τ)=$R_E \times C$

[2] UJT के आंतरिक गतिरोध अनुपात eta(η) का मान।,

UJT रिलैक्सेशन ऑक्सीलेशन (f_o) के दोलन की आवृत्ति निम्न सूत्र द्वारा दी जा सकती है

$$f_o = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{R_E C_1 l_n\left[\frac{1}{(1-\eta)}\right]}$$

एक UJT के लिए एक दोलक ठीक से कार्य करने के लिए इसकी D_C लोड लाइन को इसके उत्सर्जक विशेषताओं के ऋणात्मक प्रतिरोध क्षेत्र को क्रॉस करना चाहिए जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

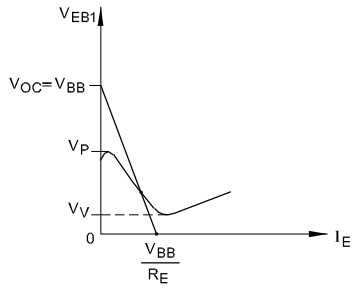
$$R_{E(max)} = \frac{V_{BB} - V_P}{I_P}$$

UJT का उपयोग करते हुए एक रिलैक्सेशन ऑसिलटर डिजाइन करते समय एक महत्वपूर्ण थंब रूल नीचे दिया गया है;

दोलनों को सुनिश्चित करने के लिए R_E के न्यूनतम और अधिकतम मान ज्ञात होने चाहिए

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 6

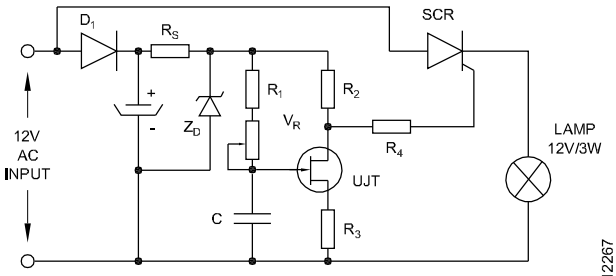


EMN2412266

UJT ट्रिगर SCR परिपथ UJT रिलैक्सेशन ऑसिलटर में UJT के अनुप्रयोगों में से एक है जिसका उपयोग SCR को इसके लोड धारा को नियंत्रित करने के लिए और ट्रिगर करने के लिए किया जाता है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है।

इस परिपथ में गेट ट्रिगरिंग पल्स को वेरिएबल प्रतिरोध V_R के मानों द्वारा आकार दिया जाता है और UJT द्वारा उत्पादित ट्रिगर पल्स का समय तय करता है। यह बदले में SCR के ट्रिगरिंग पैटर्न द्वारा सप्लाई किए गए लैंप लोड धारा की चमक को नियंत्रित करता है।

Fig 7



SCR TRIGGERED BY UJT CIRCUIT

EMN2412267

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

मॉस्फेट (MOSFET)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **MOSFET के संचालन के सिद्धांत और इसके प्रकारों का उल्लेख करना**
- **विशेष प्रकार के MOSFET की सूची बनाना**
- **MOSFET की विशेषताओं की व्याख्या करना**

MOSFET में नियंत्रण एक जंक्शन के बजाय एक इन्सुलेट परत के माध्यम से होता है (जैसा कि JFETS में होता है)। यह इंसुलेटिंग परत आम तौर पर सिलिकॉन डाइऑक्साइड से बनी होती है जिससे MOSFET (धातु ऑक्साइड सेमीकंडक्टर) बना है। MOSFETs को इंसुलेटेड-गेट FET के रूप में भी जाना जाता है जिसके लिए उपयोग किए जाने वाले संक्षिप्त नाम IFET या IGFET हैं।

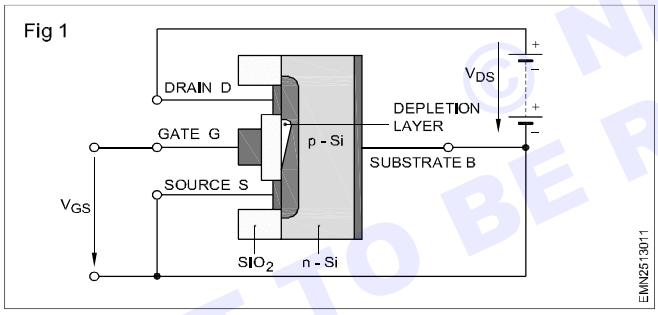
MOSFET के प्रकार (Types of MOSFETs):

डिप्लीशन-प्रकार MOSFET (Depletion-type MOSFETs):

संरचना और संचालन की विधि (Construction and mode of operation):

Fig 1 में n-चैनल प्रकार के डिप्लीशन MOSFET की संरचना को दिखाया गया है।

Fig 1



यहां दो अत्यधिक डोप किए गए N-जोन P डोप्ड सिलिकॉन प्लेट में में विसरित होते हैं जिसे सब्सट्रेट के रूप में जाना जाता है और जंक्शन-मुक्त ड्रेन और सोर्स कनेक्शन प्रदान किए जाते हैं। दो जोनों के बीच एक पतला कमजोर N-डॉप्ड चैनल होता है जो बाहरी क्षेत्र की प्रितिक्रिया के बिना सोर्स और ड्रेन के बीच विद्त कनेक्शन उत्पन्न करता है। यह चैनल सिलिकॉन डाइऑक्साइड (SiO2) की एक इंसुलेटिंग परत से ढका होता है जिसमें गेट कनेक्शन के रूप में एक धातु इलेक्ट्रोड लगाया जाता है।

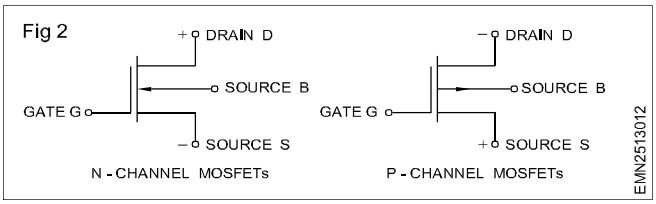
यदि सोर्स और ड्रेन के बीच एक वोल्टेज U_{DS} लागू किया जाता है तो U_{GS} = 0 V पर एक इलेक्ट्रॉन स्रोत प्रवाह इलेक्ट्रोड से N-चैनल के माध्यम से ड्रेन के इलेक्ट्रोड में प्रवाहित होता है। यदि हालांकि इलेक्ट्रोड G को नियंत्रित करने के लिए एक ऋणात्मक वोल्टेज लागू किया जाता है तो N-चैनल में मौजूद इलेक्ट्रॉनों को गेट इलेक्ट्रोड के आसपास के क्षेत्र से बाहर कर दिया जाता है जिससे कि चार्ज वाहकों का एक क्षेत्र समाप्त हो जाता है। यह चैनल के संकुचन का कारण बनता है और इसके परिणामस्वरूप इसकी चालकता में भी कमी होती है यदि गेट वोल्टेज अधिक ऋणात्मक हो जाता है तो चैनल की चालकता कम हो जाती है परिणामस्वरूप ड्रेन I_D की भी कम हो जाती है। MOSFETs की कमी की एक और ख़ासियत यह है कि उन्हें एक धनात्मक गेट-वोल्टेज के साथ भी नियंत्रित किया जा सकता है। चार्ज वाहक तब P-डॉप्ड सब्सट्रेट से N-चैनल में खींचे जाते हैं और U_{GS} = 0V पर चालकता की तुलना में इसकी चालकता और भी बढ़ जाती है।

संकेत और परिपथ प्रतीक (Designations and circuit symbols):

MOSFETs के कनेक्शन के लिए समान पदनामों का उपयोग किया जाता है क्योंकि वे JFETs स्रोत, ड्रेन और गेट के लिए होते हैं। हालांकि MOSFETs में एक और इलेक्ट्रोड होता है जिसे सब्सट्रेट कनेक्शन कहा जाता है। चैनल की अर्धचालक सामग्री के साथ यह सब्सट्रेट एक P-N जंक्शन बनाता है जिसे दूसरे नियंत्रण-इलेक्ट्रोड के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। फिर इसे अन्य इलेक्ट्रोड की तरह आवरण से बाहर निकाला जाता है। हालांकि कई संस्करणों में सब्सट्रेट इलेक्ट्रोड सीधे आवरण में स्रोत कनेक्शन से जुड़ा होता है जो अतिरिक्त नियंत्रण संभावना को नियंत्रित करता है।

Fig 2 डिप्लीशन -प्रकार N चैनल MOSFETs और P-चैनल MOSFETs के लिए परिपथ प्रतीकों को दर्शाता है। N चैनल प्रकार के लिए तीर चैनल को दर्शाने वाली रेखा की ओर इंगित करता है; P-चैनल प्रकार के मामले में दूसरी ओर यह चैनल का प्रतिनिधित्व करने वाली रेखा से दूर इंगित करता है। चैनल का प्रतिनिधित्व करने वाली निरंतर रेखा इंगित करती है कि यह एक डिप्लीशन -प्रकार का MOSFET है।

Fig 2



N-चैनल MOSFETs एक धनात्मक ड्रेन सोर्स वोल्टेज के साथ संचालित होते हैं। उनके पास P-चैनल MOSFET की तुलना में काफी अधिक व्यावहारिक महत्व है जिसके लिए उनके संचालन के लिए ऋणात्मक ड्रेन-स्रोत वोल्टेज की आवश्यकता होती है।

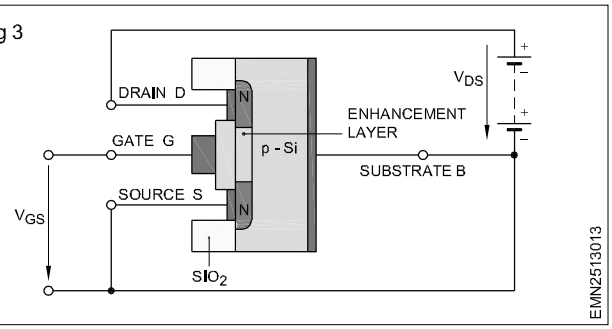
एन्हांसमेंट-टाइप (Enhancement-type) MOSFETs

संरचना और संचालन की विधि (Construction and mode of operation): एन्हांसमेंट-टाइप MOSFETs की तकनीकी संरचना डिप्लीशन टाइप्स की होती है। एक क्षेत्र की बाहरी क्रिया के बिना हालांकि ड्रेन कनेक्शन और स्रोत कनेक्शन के बीच कोई संचालन चैनल मौजूद नहीं होता है इसलिए U_{GS} = 0V पर कोई ड्रेन करंट प्रवाहित नहीं होती है Fig

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

3 एक एन्हांसमेंट-टाइप N-चैनल MOSFET की संरचना को दर्शाया गया है ।एन्हांसमेंट-प्रकार MOSFET के चार इलेक्ट्रोड के लिए समान परिपथ पदनामों का उपयोग किया जाता है क्योंकि वे डिप्लीशन के प्रकारों के लिए

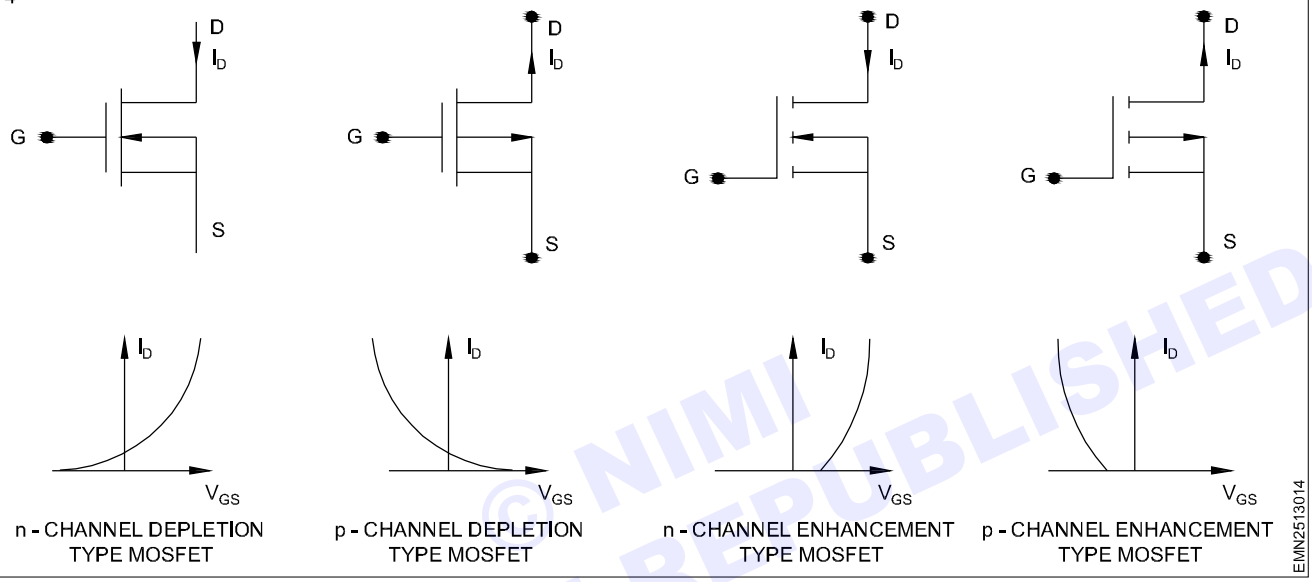
Fig 3



ड्रेन, स्रोत, गेट और सब्सट्रेट होते हैं। उपयोग किए गए परिपथ प्रतीक से अलग होते हैं । परिपथ प्रतीक में चैनल का प्रतिनिधित्व करने वाली लाइन एक एन्हांसमेंट टाइप MOSFET के लिए लगातार नहीं होती है। यह इंगित करता है कि U_{GS} = 0V पर कोई ड्रेन धारा I_D प्रवाहित नहीं होती है। दो प्रकार के एन्हांसमेंट MOSFET के लिए परिपथ प्रतीक Fig 4 में दिए गए हैं।

एन्हांसमेंट-प्रकार MOSFETs केवल व्यक्तिगत ट्रांजिस्टर के रूप में शायद ही कभी उत्पादित होते हैं। हालाँकि उनके संरचना और कार्य सिद्धांत का व्यापक रूप से इंटीग्रेटेड MOS स्विचिंग परिपथ में उपयोग किया जाता है।

Fig 4



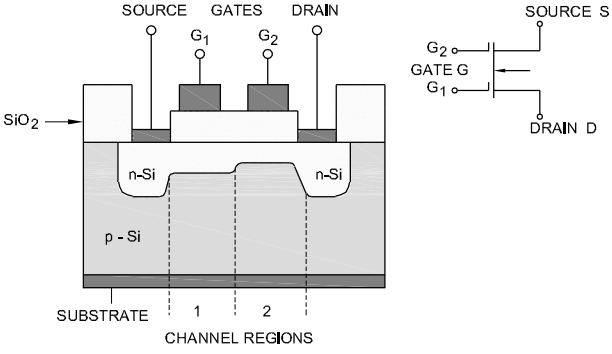
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

विशेष प्रकार के MOSFET

डुअल-गेट MOSFET (Dual-gate MOSFET):

डुअल-गेट MOSFET एक विशेष प्रकार का डिप्लीशन MOSFET है। धारा पथ के रूप में इसमें दो सीरीज-कनेक्टेड चैनल क्षेत्र हैं। इन दो चैनल क्षेत्रों में से प्रत्येक की चालकता को अपने स्वयं के गेट के माध्यम से स्वतंत्र रूप से नियंत्रित किया जाता है। N- प्रकार के चैनल ड्यूल-गेट MOSFET डिक्लेक्शन टाइप की संरचना और परिपथ प्रतीक Fig 5 में पुन: प्रस्तुत किया गया है। चार कनेक्शनों के कारण इस विशेष प्रकार को «MOS-FET टेट्रोड» भी कहा जाता है।

Fig 5

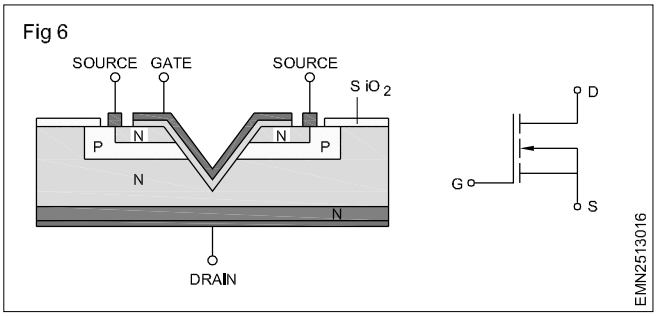


VMOSFET:

फील्ड-इफेक्ट ट्रांजिस्टर अब तक विभाजित (dealt) किये गए हैं प्रवर्धन या स्विचिंग के दौरान केवल अपेक्षाकृत निम्न शक्तियों को हैंडल कर सकते हैं। इसका लगभग 1k ओम से 10k ओम के फॉरवर्ड प्रतिरोध के साथ लगभग 5 माइक्रोमीटर का अपेक्षाकृत लंबा चैनल होता है। वर्तमान समय की संरचना तकनीकों के साथ परतों के प्रथागत क्षैतिज अनुक्रम के बजाय फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर के लिए एक ऊर्ध्वाधर संरचना का उत्पादन करना संभव होता है। इसलिए उच्च स्वीकार्य धाराएं और वोल्टेज प्राप्त होते हैं ताकि काफी अधिक शक्तियों को बढ़ाया या स्विच किया जा सके।

Fig 6 एक एन्हांसमेंट-टाइप N चैनल VMOSFET और संबंधित परिपथ प्रतीक की संरचना को दर्शाया गया है।

Fig 6

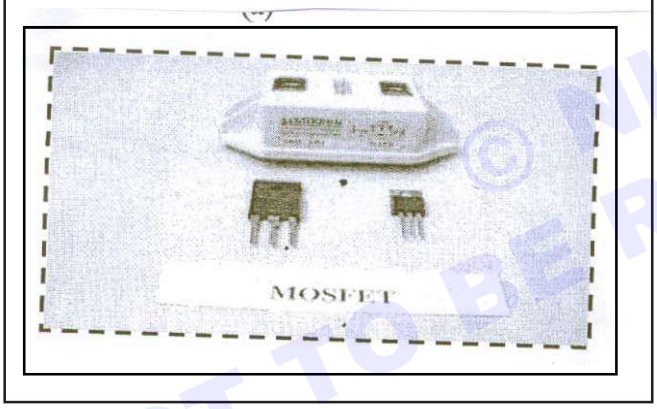


डिप्लीशन प्रकार के MOSFETs सामान्य रूप से ऑन प्रकार के स्विच पर होते हैं अर्थात गेट टर्मिनल के खुले होने से इन उपकरणों में एक नॉन जेरो ड्रेन धारा प्रवाहित हो सकता है। यह कई पावर इलेक्ट्रॉनिक अनुप्रयोगों में सुविधाजनक नहीं होता है। इसलिए पावर इलेक्ट्रॉनिक्स अनुप्रयोगों के लिए एन्हांसमेंट टाइप MOSFETs (विशेषकर N-चैनल टाइप) अधिक लोकप्रिय है। यह MOSFET का प्रकार है जिसकी चर्चा इस पाठ में की जाएगी। Fig 7 कुछ व्यावसायिक रूप से उपलब्ध N-चैनल एन्हांसमेंट टाइप पावर MOSFETs का Fig दर्शाया है

MOSFET का कार्य सिद्धांत (Operating principle of a MOSFET):

ऐसा लगता है कि स्रोत और ड्रेन टर्मिनलों के बीच किसी भी प्रवाह के लिए कोई पाथ नहीं है क्योंकि स्रोत और ड्रेन के बीच लागू वोल्टेज की ध्रुवीयता के लिए P -N जंक्शनों (स्रोत - बॉडी और बॉडी-ड्रेन) में से कम से कम एक रिवर्स बायस्ड होगा। गेट टर्मिनल से करंट इंजेक्शन की कोई संभावना नहीं है क्योंकि गेट ऑक्साइड एक बहुत अच्छा इंसुलेटर है। हालांकि स्रोत के संबंध में गेट टर्मिनल पर एक धनात्मक वोल्टेज का उपयोग गेट ऑक्साइड के नीचे सिलिकॉन सतह को एक N प्रकार की परत या «चैनल» में बदल देगा इस प्रकार स्रोत को ड्रेन से जोड़ देगा जैसा कि आगे बताया गया है।

Fig 7



MOSFET का गेट क्षेत्र जो गेट मेटलाइज़ेशन गेट (सिलिकॉन) ऑक्साइड परत और P बॉडी सिलिकॉन से बना होता है एक उच्च गुणवत्ता वाला ट्रांजिस्टर बनाता है। जब स्रोत के संबंध में गेट टर्मिनल धनात्मक टर्मिनल के साथ इस ट्रांजिस्टर संरचना के लिए एक निम्न वोल्टेज उपयोग होता है (ध्यान दें कि बॉडी और स्रोत निम्न है) Fig में दिखाए गए अनुसार SiO_2 और सिलिकॉन के बीच इंटरफेस में एक डिप्लीशन क्षेत्र बनता है। Fig 8(a)

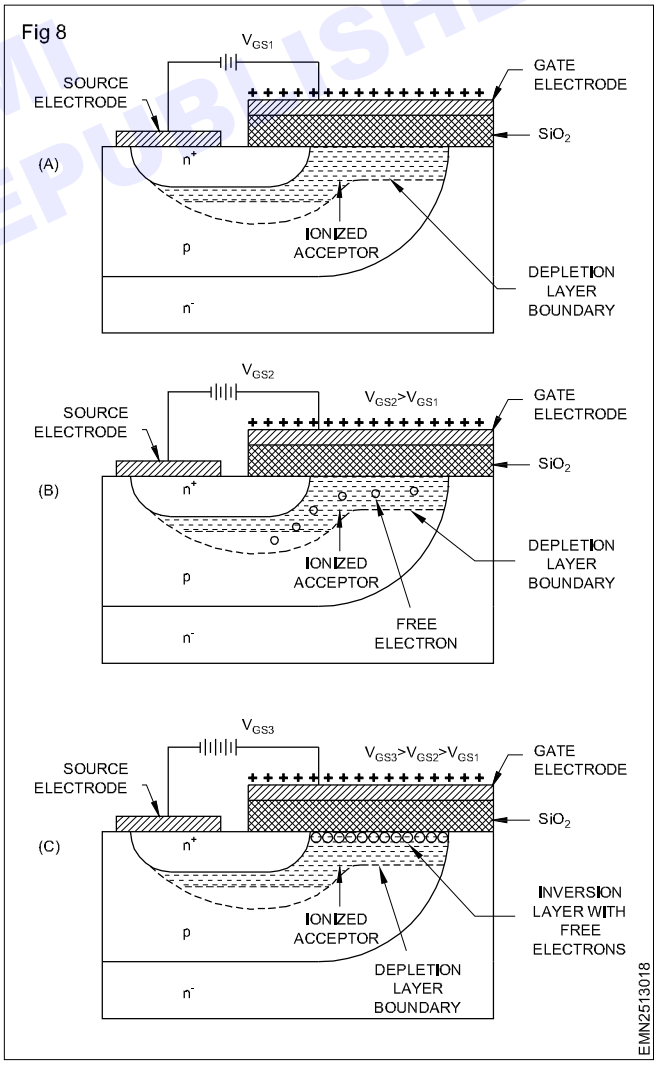
गेट धातुकरण पर प्रेरित धनात्मक आवेश गेट ऑक्साइड और P प्रकार के बॉडी के बीच इंटरफेस क्षेत्र से बहुसंख्यक होल वाहकों को पीछे हटाता है। यह ऋणात्मक रूप से चार्ज किए गए अक्सेप्टर्स को जनरेट करता है और एक डिप्लीशन क्षेत्र बनाता है

V_{GS} में और वृद्धि के कारण डिप्लीशन परत मोटाई में बढ़ने लगती है। उसी समय ऑक्साइड-सिलिकॉन इंटरफेस में विद्त क्षेत्र बड़ा हो जाता है और मुक्त इलेक्ट्रॉनों को आकर्षित करना शुरू कर देता है जैसा कि Fig 8b में दिखाया गया है इलेक्ट्रॉन का तात्कालिक स्रोत थर्मल आयनीकरण द्वारा इलेक्ट्रॉन-होल का उत्पादन होता है। होल को रिक्तीकरण क्षेत्र से पहले अर्धचालक से रिपल किया जाता है। अतिरिक्त होल्स को स्रोत से इलेक्ट्रॉनों द्वारा निष्प्रभावी कर दिया जाता है।

जैसे-जैसे V_{GS} आगे बढ़ता है इंटरफ़ेस पर मुक्त इलेक्ट्रॉनों का घनत्व रिक्तीकरण परत से परे बॉडी क्षेत्र के बल्क में मुक्त होल घनत्व के बराबर हो जाता है। इंटरफेस पर मुक्त इलेक्ट्रॉनों की परत को इनवेरसिन परत कहा जाता है और इसे Fig 8 (C) में दिखाया गया है। इनवेरसिन परत में N प्रकार के अर्धचालक के सभी गुण होते हैं और यह ड्रेन और स्रोत के बीच एक प्रवाहकीय पथ या «चैनल» है जो ड्रेन और सोर्स के बीच धारा के प्रवाह की अनुमति देता है चूंकि इस उपकरण में धारा चालन गेट स्रोत वोल्टेज के कारण विद्त क्षेत्र द्वारा बनाए गए N-टाइप «चैनल» के माध्यम से होता है इसे «एन्हांसमेंट टाइप N चैनल MOSFET» कहा जाता है।

V_{GS} का मान जिस पर व्युत्क्रम परत का गठन माना जाता है उसे «गेट-सोर्स थ्रेशोल्ड वोल्टेज VGS (th)» कहा जाता है। जैसे-जैसे V_{GS} को V_{GS}(th) से आगे बढ़ाया जाता है इनवेरसिन परत कुछ मोटी और अधिक प्रवाहकीय हो जाती है क्योंकि V_{GS} में वृद्धि के साथ मुक्त इलेक्ट्रॉनों का घनत्व और बढ़ जाता है। इनवेरसिन परत V_{GS} को बढ़ाने से इसके आस-पास की कमी परत को स्क्रीन करती है। इनवेरसिन परत V_{GS} को बढ़ाने से इसके आस-पास की डिप्लीशन परत को स्क्रीन करता है।अवक्षय परत की मोटाई अब स्थिर बनी रहती है।

Fig 8



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

FET बनाम MOSFET (FET Vs MOSFET):

ट्रांजिस्टर एक अर्धचालक युक्ति वह उपकरण है जिसने हमारी सभी आधुनिक तकनीक को संभव बनाया है। इसका उपयोग धारा को नियंत्रित करने और इनपुट वोल्टेज या धारा पर इनपुट के बेस पर इसे बढ़ाने के लिए किया जाता है। दो प्रमुख प्रकार के ट्रांजिस्टर BJT और FET हैं। प्रत्येक प्रमुख श्रेणी के अंतर्गत कई उपप्रकार होते हैं। यह FET और MOSFET के बीच सबसे महत्वपूर्ण अंतर है। FET बहुत अलग ट्रांजिस्टर का एक परिवार है जो सामूहिक रूप से गेट पर वोल्टेज द्वारा बनाए गए विद्त क्षेत्र पर निर्भर करता है ताकि ड्रेन और स्रोत के बीच धारा प्रवाह को नियंत्रित किया जा सके। FET के कई प्रकारों में से एक धातु-ऑक्साइड अर्धचालक फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर या MOSFET है। धातु - ऑक्साइड अर्धचालक (।e) सिलिकॉन डाइ ऑक्साइड का उपयोग ट्रांजिस्टर के गेट और सब्सट्रेट के बीच एक इन्सुलेट परत के रूप में किया जाता है

सिलिकॉन डाइऑक्साइड मूल रूप से एक ट्रांजिस्टर होता है जो गेट पर वोल्टेज लागू होने पर चार्ज रखता है। यह आवेश विपरीत आवेशित कणों या समान आवेश वाले कणों को खींचकर एक क्षेत्र बनाता है और ड्रेन और स्रोत के बीच धारा के प्रवाह की अनुमति देता है या प्रतिबंधित करता है।

CMOS (पूरक धातु-ऑक्साइड अर्धचालक) मूल रूप से एक दूसरे के पूरक के लिए जोड़े में P-टाइप और N-टाइप MOSFET का उपयोग करता है। इस कॉन्फ़िगरेशन में MOSFET में स्विचिंग के दौरान केवल महत्वपूर्ण बिजली खपत होती है न कि जब यह अपनी स्थिति रखती है। यह बहुत ही वांछनीय है विशेष रूप से आधुनिक कंप्यूटिंग उपकरणों में जहां बिजली और थर्मल सीमाएं किनारे कर दी जाती हैं। अन्य प्रकार के FET की क्षमता इतनी नहीं होती हैऔर संरचना के लिए बहुत महंगे होते हैं।

MOSFET में प्रगति लगातार विकसित हो रही है ये दोनों आकार में हैं क्योंकि कंपनियां निम्न आर्किटेक्चर में जा रही हैं। लेकिन 3D MOSFETs जैसे डिज़ाइन में भी जो बहुत सारे वादे दिखाते हैं। MOSFETs आज के लिए पसंद के ट्रांजिस्टर हैं क्योंकि शोधकर्ता अन्य प्रकार के ट्रांजिस्टर खोजने की कोशिश करते हैं जो इसके लिए उपयुक्त प्रतिस्थापन हो सकते हैं।

MOSFET के लाभ (Advantages of MOSFET):

1 निम्न गेट सिग्नल पावर की आवश्यकता।

2 तेज स्विचिंग गति। ट्रांजिस्टर के रूप में कोई भंडारण समय प्रभाव नहीं।

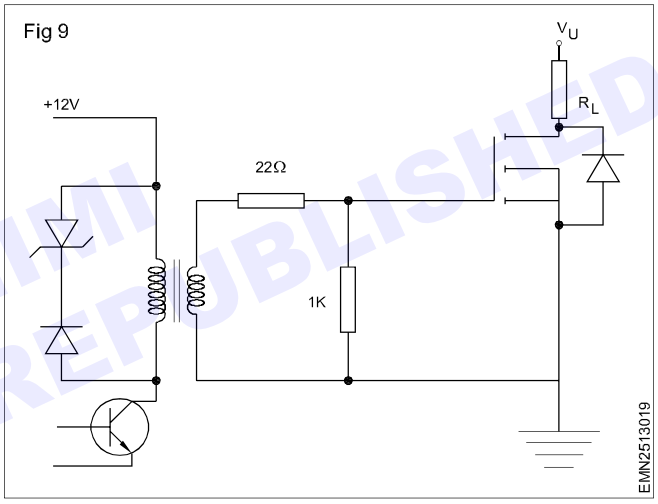
3 पावर MOSFETs फॉरवर्ड या रिवर्स बायस सेकेंडरी ब्रेकडाउन के अधीन नहीं हैं।

MOSFET के लिए ड्राइव परिपथ (Drive circuit for MOSFETs):

पावर MOSFET को चालू या बंद करने के लिए कई परिपथ होते हैं। परिपथ का प्रकार उपयोग पर निर्भर करता है। एक तुम रूल के रूप में टर्न-ऑन और टर्न ऑफ पर गेट धारा जितना अधिक होगा स्विचिंग लॉस उतना ही कम होगा। MOSFET के लिए एक ड्राइव परिपथ नीचे दिए गए में दिखाया गया है।

ड्राइव परिपथ को युग्मित करने का एक सामान्य विधि पल्स ट्रांसफार्मर का उपयोग करना है। उच्च वोल्टेज पर कार्य कर रहे MOSFET से परिपथ को अलग करने के लिए PT का उपयोग किया जाता है।

Fig 9



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इंसुलेटेड गेट बाइपोलर ट्रांजिस्टर (IGBT) (Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT):

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **IGBT की विशेषताओं की व्याख्या करना**
- **FET और MOSFET में अंतर ज्ञात करना**
- **IGBT के लाभ और हानि की सूची बनाना**
- **BJT और IGBT के बीच अंतर ज्ञात करना**

IGBT का परिचय (Introduction to IGBT): इंसुलेटेड गेट बाइपोलर ट्रांजिस्टर या IGBT एक तीन टर्मिनल पावर अर्धचालक युक्ति है जो उच्च दक्षता और तेज स्विचिंग के लिए जाना जाता है

इसमें उच्च इनपुट प्रतिबाधा और बड़ी द्विध्रुवी धारा वहन क्षमता होती है।

यह कई आधुनिक उपकरणों में पावर स्विच करता है: इलेक्ट्रिक कार, चर गति रेफ्रिजरेटर, एयर-कंडीशनर और यहां तक कि स्विचिंग एम्पलीफायरों के साथ स्टीरियो सिस्टम चूंकि इसे तेजी से चालू और बंद करने के लिए डिज़ाइन किया गया है एम्पलीफायर जो इसका उपयोग अक्सर पल्स विड्थ मॉडुलन और लो पास फिल्टर के साथ जटिल तरंगों को संश्लेषित करने के लिए करते हैं। IGBT, MOSFET की साधारण गेट-ड्राइव विशेषताओं को द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर की उच्च-धारा और निम्न-संतृप्ति वोल्टेज क्षमता के साथ जोड़ता है नियंत्रण इनपुट के लिए एक पृथक गेट FET और एकल डिवाइस में एक स्विच के रूप में एक द्विध्रुवी पावर ट्रांजिस्टर को मिलाकर

IGBT का उपयोग मध्यम से उच्च शक्ति अनुप्रयोगों जैसे स्विच मोड, पावर सप्लाई, ट्रैक्शन मोटर नियंत्रण और प्रेरण हीटिंग में किया जाता है। बड़े IGBT मॉड्यूल में आम तौर पर समानांतर में कई युक्ति होते हैं और 6000V के अवरुद्ध वोल्टेज के साथ सैकड़ों एम्पीयर के क्रम में बहुत अधिक धारा सहने की क्षमताएं होती हैं। IGBT पावर इलेक्ट्रॉनिक्स में कई अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त है खासकर पल्स विड्थ मॉड्यूलेटेड (PWM) में। सर्वो और थ्री-फेज ड्राइव के लिए उच्च गतिशील रेंज नियंत्रण और कम शोर होता है। इसका उपयोग अनइंटरप्टिबल पावर सप्लाई (UPS), स्विच्ड-मोड पावर सप्लाई (SMPS) और अन्य पावर परिपथ में भी किया जा सकता है जिसमें उच्च स्विच पुनरावृत्ति दर की आवश्यकता होती है। IGBT गतिशील प्रदर्शन और दक्षता में सुधार करता है और श्रव्य शोर के स्तर को कम करता है। यह रजोनैंट मोड कनवर्टर परिपथ में समान रूप से उपयुक्त है।

पावर MOSFET और BJT पर IGBT के मुख्य लाभ (The main advantages of IGBT over a Power MOSFET and a BJT):

1 इसमें चालकता मॉडुलन के कारण बहुत कम ऑन-स्टेट वोल्टेज ड्रॉप है और इसमें बेहतर ऑन-स्टेट करंट डेंसिटी है। तो छोटे चिप का आकार संभव है और लागत को कम किया जा सकता है।

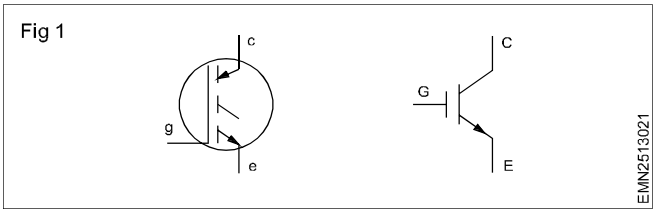
2 लो ड्राइविंग पावर और इनपुट MOS गेट संरचना के कारण एक साधारण ड्राइव परिपथ। उच्च वोल्टेज और उच्च धारा अनुप्रयोगों में धारा नियंत्रित उपकरणों (थायरिस्टर BJT) की तुलना में इसे आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है।

3 इसमें द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर की तुलना में बेहतर धारा चालन क्षमता है। इसमें उत्कृष्ट फॉरवर्ड और रिवर्स ब्लॉकिंग क्षमताएं भी हैं।

मुख्य कमियां (The main drawbacks):

1 स्विचिंग गति पावर MOSFET से कम और BJT से बेहतर है। अल्पसंख्यक वाहक के कारण कलेक्टर करंट टेलिंग टर्नऑफ की गति धीमी होने का कारण बनता है।

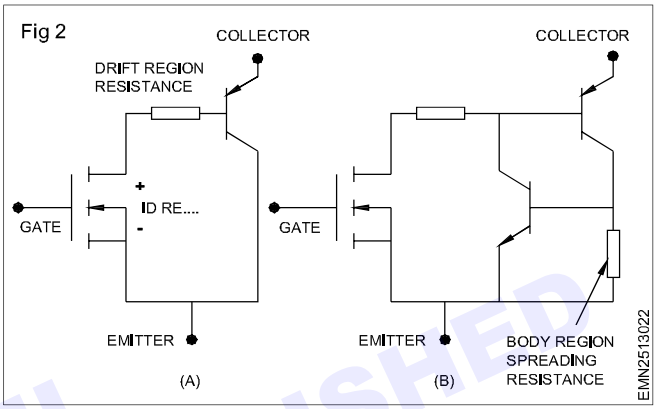
Fig 1



2 आंतरिक PNPN थाइरिस्टर संरचना के कारण लैचअप की संभावना है।

IGBT एक अर्धचालक उपकरण है जिसमें चार वैकल्पिक परतें (PNPN) होती हैं जो बिना पुनर्योजी क्रिया के धातु-ऑक्साइड अर्धचालक (MOS) गेट संरचना द्वारा नियंत्रित होती हैं।

Fig 2



IGBT और BJT में बीच अंतर (Difference betweeen BJT and IGBT):

1 BJT एक धारा संचालित युक्ति है जबकि IGBT गेट वोल्टेज द्वारा संचालित होता है।

2 IGBT के टर्मिनलों को एमीटर, कलेक्टर और गेट के रूप में जाना जाता है जबकि बजट एमीटर, कलेक्टर और बेस के रूप में जाना जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

लाइट एमिटिंग डायोड (Light Emitting Diodes (LEDs)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **LED और उसके कार्य का वर्णन करना**
- **LED के लोकप्रिय प्रकार की सूची बनाना**
- **किसी दिए गए एप्लिकेशन के लिए LED के साथ उपयोग किए जाने वाले प्रतिरोधक मान की गणना करना**
- **बताएं कि LED को उच्च पश्च वोल्टेज से कैसे बचाया जाता है**
- **LDR फोटो रेसिस्टर और लेजर डायोड के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **ऑप्टिकल सेंसर और इसके प्रकार और अनुप्रयोग**
- **ऑप्टोकॉप्लर और इसके प्रकार और अनुप्रयोग**
- **ऑप्टो-आइसोलेटर और इसके प्रकार और अनुप्रयोग।**

लाइट एमिटिंग डायोड (Light Emitting Diodes (LEDs):

हाल के वर्षों में फिलामेंट लैंप/बल्ब का उपयोग जो काफी मात्रा में बिजली की खपत करता है जिसका जीवनकाल कम होता है और संभालना नाजुक होता है विद्त प्रणालियों के आउटपुट संकेतक के रूप में अप्रचलित हो रहे हैं। ऑप्टिकल इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्र में प्रगति के साथ कई उपकरणों को फिलामेंट लैंप के विकल्प के रूप में विकसित किया गया है। इन नए उपकरणों में सबसे आम और लोकप्रिय में से एक लाइट एमिटिंग डायोड है जिसे LED के रूप में जाना किया गया है। इन LED को अब लगभग सभी इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक परिपथ और उपकरणों में संकेतक के रूप में उपयोग किया जाता है।

उद्दीप्त बल्बों पर LED के लाभ नीचे सूचीबद्ध हैं;

1 LED में ऊष्मा के लिए कोई फिलामेंट नहीं होता है और इसलिए उत्सर्जित होने के लिए कम धारा की आवश्यकता होती है।

2 LED को पारंपरिक बल्बों की तुलना में कम वोल्टेज स्तर (आमतौर पर 1.2 से 2.5V) की आवश्यकता होती है।

3 LED बहुत लंबे समय तक चलते हैं - कई वर्षों तक।

4 क्योंकि ऊष्मा के लिए कोई फिलामेंट नहीं होता है इसलिए LED हमेशा ठंडा रहता है।

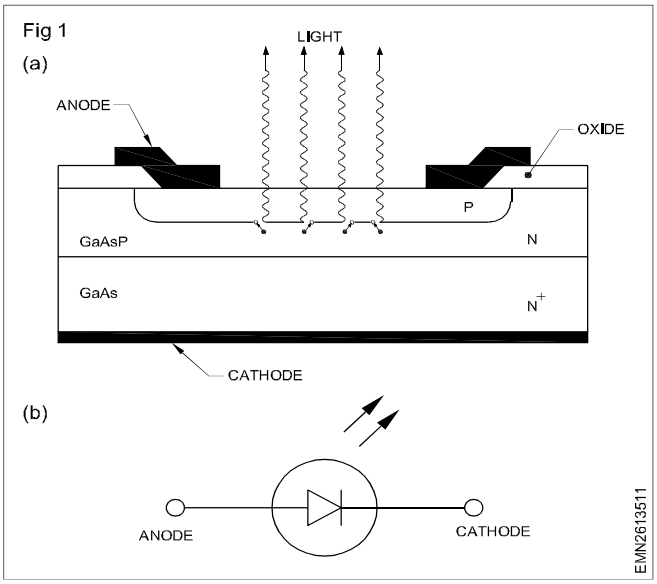
5 पारंपरिक लैंप की तुलना में LED को बहुत तेज दर से ऑन और ऑफ किया जा सकता है।

LED के कार्य सिद्धांत (Principle of working of LEDs):

LED एक प्रकार का डायोड है। LED में सामान्य प्रयोजन डायोड जैसे अद्वितीय यूनि डायरेक्शनल गुण भी होते हैं। लेकिन LED बनाने में प्रयुक्त सामग्री भिन्न होती है; इसलिए उनकी विशेषताएं भी भिन्न हैं। इसलिए यह ध्यान रखना बहुत महत्वपूर्ण है कि LED भी एक प्रकार का डायोड है लेकिन AC को DC में सुधारने के उद्देश्य से इसका उपयोग नहीं किया जा सकता है और न ही किया जाना चाहिए।

याद रखें कि बैरियर जंक्शन को क्रॉस करने के लिए इलेक्ट्रॉनों (Si=0.7V Ge=0.3V) को ऊर्जा की सप्लाई होने पर एक सामान्य प्रयोजन डायोड या एक रेक्टिफायर डायोड संचालित होता है। प्रत्येक इलेक्ट्रॉन सप्लाई की गई अतिरिक्त ऊर्जा प्राप्त करने के बाद जंक्शन को क्रॉस करता है और जंक्शन के तरफ P होल में गिर जाता है जबकि इलेक्ट्रॉन एक होल के साथ पुनर्संयोजन करता है इलेक्ट्रॉन इसके द्वारा अतिरिक्त ऊर्जा छोड़ देता है। यह अतिरिक्त ऊर्जा ऊष्मा और प्रकाश के रूप में नष्ट हो जाती है यह अतिरिक्त ऊर्जा ऊष्मा और प्रकाश के रूप में नष्ट हो जाती है। सामान्य प्रयोजन के डायोड में क्योंकि सिलिकॉन सामग्री पारदर्शी (अस्पष्ट) नहीं है इलेक्ट्रॉनों द्वारा उत्पादित प्रकाश बाहरी वातावरण में नहीं जाता है। इसलिए यह दिखाई नहीं देता है। लेकिन LED सिलिकॉन के बजाय अर्ध पारदर्शी सामग्री का उपयोग करके बनाए जाते हैं क्योंकि LED बनाने में उपयोग की जाने वाली सामग्री अर्ध-पारदर्शी होती है इलेक्ट्रॉनों द्वारा उत्पादित कुछ प्रकाश डायोड की सतह पर निकल जाता है और इसलिए Fig 1a में दिखाए गए अनुसार दिखाई देता है।

Fig 1



LED को आमतौर पर गैलियम आर्सेनिक गैलियम फॉस्फेट या गैलियम आर्सेनो-फॉस्फेट के साथ डोप किया जाता है। अलग-अलग डोप LED को

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

लाल, पीले, हरे, एम्बर या यहां तक कि अदृश्य इंफ्रारेड लाइट जैसे विभिन्न रंगों (तरंग दैर्ध्य) के प्रकाश का उत्सर्जन करते हैं।

LED का योजनाबद्ध प्रतीक Fig 1B में दिखाया गया है। एरो का उपयोग यह इंगित करने के लिए किया जाता है कि उपकरण से प्रकाश का विकिरण होता है।

LED के प्रकार (Types of LEDs):

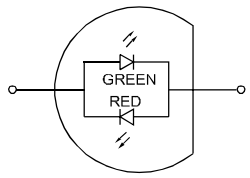
एकल रंग LED (Single colour LEDs): अधिकांश व्यावसायिक रूप से उपलब्ध और आमतौर पर उपयोग की जाने वाली LED एकल रंग LED हैं। ये LED लाल, हरे, पीले या नारंगी जैसे रंगों में से एक को विकीर्ण करते हैं। अलग-अलग रंगीन LED में अलग-अलग अग्र वोल्टेज होंगे जैसा कि नीचे दी गई टेबल में दिया गया है

LED का रंग	लाल	नारंगी	पीला	हरा
विशिष्ट अग्र वोल्टेज ड्रॉप	1.8V	2V	2.1V	2.2V

ये विशिष्ट फॉरवर्ड वोल्टेज ड्रॉप्स एक विशिष्ट LED फॉरवर्ड करंट I_f = 20 mA पर होते हैं

दो रंग LED (Two colour LEDs): ये LED दो रंग दे सकती हैं. दरअसल ये दो LED हैं जिन्हें एक ही पैकेज में रखा गया है और जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2

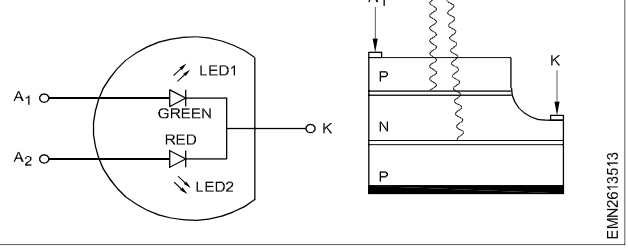


दो-रंग की LED में दो LED इनवर्स समानांतर में जुड़े होते हैं ताकि एक रंग उत्सर्जित हो जब LED एक दिशा में वायस्ड हो और दूसरा रंग उत्सर्जित हो जब LED दूसरी दिशा में वायस्ड हो। ये LED एकल रंग LED की तुलना में अधिक महंगी हैं। ये LED धनात्मक (+) ऋणात्मक (-) पोलेरिटी GO-NO-GO संकेतन नल डिटेक्शन आदि को इंगित करने के लिए उपयोगी हैं।

बहुरंगी LED (Multicolour LEDs):

ये विशेष प्रकार के LED हैं जो दो से अधिक रंगों का उत्सर्जन कर सकते हैं। LED में एक हरे और लाल LED शामिल हैं जो तीन-पिन कॉमन कैथोड पैकेज में लगे हैं जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



यह LED एक बार में केवल एक LED को ऑन करने पर हरे या लाल रंग का उत्सर्जन करेगी। यह LED दो अलग-अलग धारा अनुपातों के साथ दो LED चालू करके नारंगी या पीले रंग का उत्सर्जन करेगी जैसा कि नीचे दी गई टेबल में दिखाया गया है:

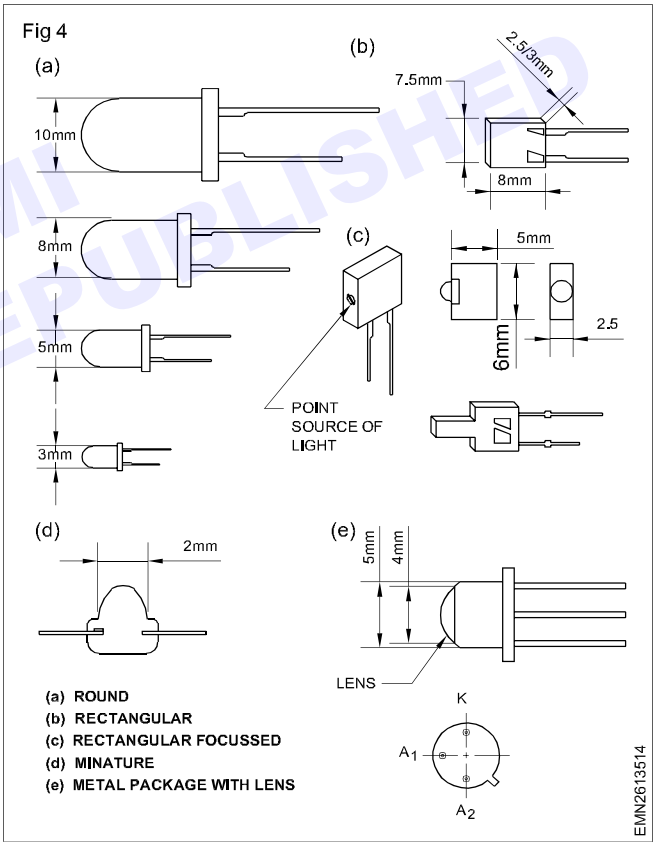
आउटपुट रंग	लाला	नारंगी	पीला	हरा
LED-1 धारा	0	5mA	10mA	15mA
LED-2 धारा	15mA	3mA	2mA	0

LED के आकार और आकृति (Sizes and shapes of LEDs):

विभिन्न व्यावसायिक अनुप्रयोगों के अनुरूप LED विभिन्न आकारों और आकृतियों में व्यावसायिक रूप में उपलब्ध हैं। Fig 4 में LED के कुछ सबसे लोकप्रिय आकार और आकृति दिखाये गए है।

LED के प्रकाश उत्पादन को बिंदु-स्रोत या विसरित के रूप में निर्देशित किया जाता है। बिंदु-स्रोत LED के प्रकाश का एक छोटा बिंदु प्रदान करता है जबकि विसरित प्रकार में एक लेंस होता है जो प्रकाश को एक विस्तृत कोण बनता है।

Fig 4



LED के टर्मिनल (Terminals of LEDs):

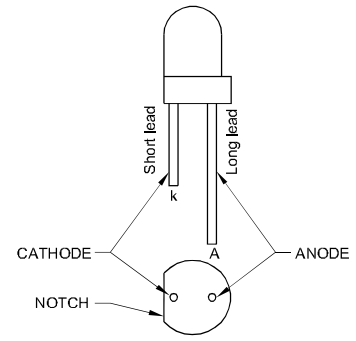
चूंकि LED मूल रूप से डायोड होते हैं उनके पास एनोड और कैथोड टर्मिनल/लीड होते हैं जैसा कि किसी भी सामान्य प्रयोजन डायोड में होता है। Fig 5 एक LED के टर्मिनलों की पहचान करने के तरीकों को दिखाता है।

LED के लिए मॉउंटिंग किट (Mounting kits for LEDs):

विशेष माउंटिंग किट जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है प्रिंटेड परिपथों बोर्डों और मॉनिटरिंग पैनलों पर LED लगाने के लिए उपलब्ध हैं। ये किट न

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 5



केवल LED को यांत्रिक तनाव से बचाकर उसके जीवन का विस्तार करते हैं बल्कि LED के आउटपुट भी स्पष्ट रूप से दिखाई देते हैं।

ओममीटर का उपयोग करके LED का परीक्षण (Testing LEDs using Ohmmeter):

एक सामान्य प्रयोजन डायोड के एनोड और कैथोड टर्मिनलों को एक ओममीटर का उपयोग करके आसानी से जांचा जा सकता है। लेकिन LED के मामले में सामान्य प्रयोजन डायोड के विपरीत LED का अग्र वोल्टेज 1.5 से 3 वोल्ट (कुछ मामलों में यह 3 V से अधिक होता है) तक होता है और एक विशिष्ट अग्र धारा 10 mA से 50 mA से अधिक होता है। इस बड़े अग्र वोल्टेज और LED की धारा की आवश्यकता के कारण एक ओममीटर का उपयोग करके LED का परीक्षण करना हमेशा संभव नहीं होता है। इसका कारण यह है कि अधिकांश पोर्टेबल प्रकार के ओममीटर/ मल्टीमीटर मीटर के संचालन के लिए 3V से अधिक की आंतरिक बैटरी का उपयोग नहीं करते हैं। मीटर के निरंतर उपयोग से यह वोल्टेज कम हो जाता है। इसलिए जब एक ओममीटर का उपयोग करके एक LED का परीक्षण किया जाता है तो LED की चमक बहुत डिम हो जाती है या मीटर के अंदर बैटरी की स्थिति के आधार पर LED बिल्कुल भी नहीं चमक सकती है। इसलिए एक मीटर का उपयोग करके एक LED की स्थिति की आत्मविश्वास से पुष्टि नहीं की जा सकती है। हालांकि चूंकि मीटर परीक्षण सबसे तेज है इसका उपयोग विक्रेता से LED खरीदते समय किया जा सकता है जहां परीक्षण के लिए अन्य उपकरण उपलब्ध नहीं होते हैं।

LED के निर्दिष्टीकरण (Specifications of LEDs):

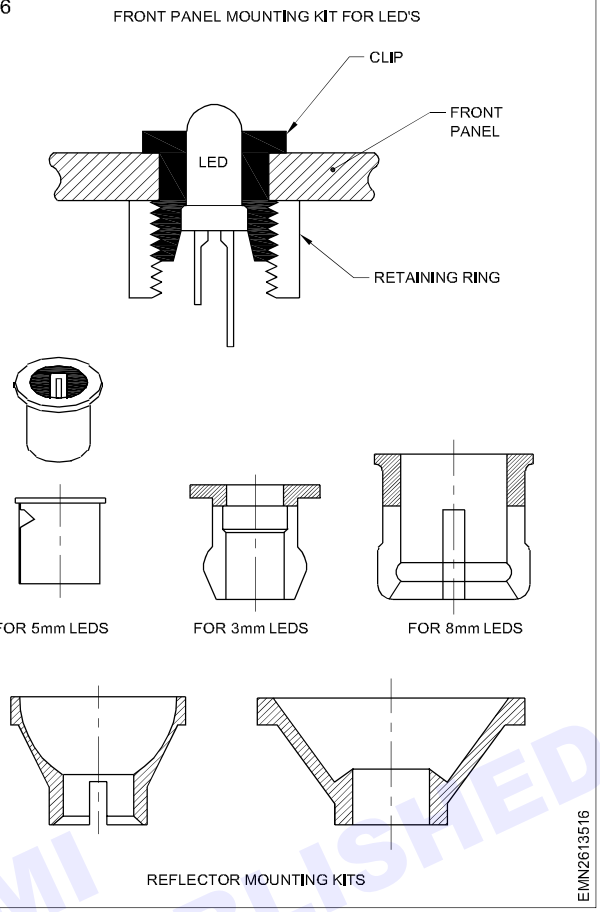
एक विशिष्ट LED की विशिष्टता शीट नीचे दी गई टेबल में दी गई है;

A विशिष्ट LED-विनिर्देश शीट(Typical LED-specification sheet):

(फेयरचाइल्ड FLV117 लाल LED के लिए):

विशेषताएँ	निम्नतम	विशिष्ट	अधिकतम
फॉरवर्ड करंट I_f		20 mA	50 mA
फॉरवर्ड वोल्टेज V_f		1.7V	3 V
रिवर्स वोल्टेज V_r		8 V	
अक्षीय दीप्त तीव्रता	0.8 mcd	2 mcd	
अर्ध तीव्रता का कोण		±20°	
पीक वेव-लेंथ		665 nm	

Fig 6



ऊपर दिए गए एक विशिष्ट LED के विनिर्देशों से निम्नलिखित महत्वपूर्ण बिंदुओं पर ध्यान दिया जाना चाहिए;

- LED का अग्र वोल्टेज ड्रॉप सामान्य प्रयोजन डायोड की तुलना में बहुत अधिक (1.7V से 3V) होता है।
- पश्च वोल्टेज जिसे LED पर लगाया जाता है सामान्य प्रयोजन डायोड की तुलना में बहुत कम होता है।

उपरोक्त दो महत्वपूर्ण बिंदु इस बात की पुष्टि करते हैं कि LED में सामान्य प्रयोजन डायोड के समान विशेषताएं नहीं होती हैं।

विशिष्ट LED विनिर्देश में उदाहरण के लिए यदि पश्च बायस्ड पोलरिटी में LED पर 8 V या अधिक लगाया जाता है तो LED नष्ट हो जाएगी।

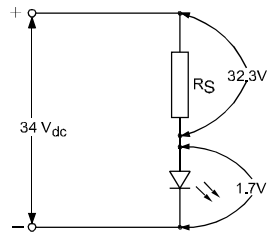
उदाहरण: 34V DC के स्रोत वाले परिपथ में लाल रंग की LED का उपयोग करने के लिए R_S के मान की क्या आवश्यकता है।

टेबल में दिए गए लाल LED के विनिर्देशों का उपयोग करते हुए यह स्पष्ट है कि LED को सीधे 34 वोल्ट की सप्लाई (अधिकतम V_f = 3V) से नहीं जोड़ा जा सकता है। इसलिए जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है LED के साथ श्रृंखला में एक प्रतिरोध का उपयोग किया जाता है जो कि 32.3 वोल्ट तक कम करना चाहिए LED का वोल्टेज 1.7 V होना चाहिए।

LED उचित रूप से अच्छी रोशनी देने के लिए LED के माध्यम से धारा प्रभावित होती है 20mA होना चाहिए जैसा कि विनिर्देश शीट में दर्शाया

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 7

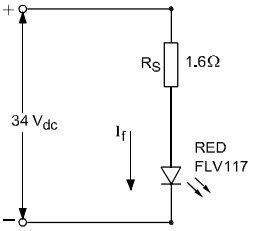


$$R_S = \frac{V}{I} = \frac{32.3\ V}{0.02\ A} = 1615\ \Omega$$

गया है। तो R_S का मान होना चाहिए

चूंकि LED के माध्यम से अधिकतम अनुमेय धारा 50mA के रूप में दी गई है इसलिए मानक 1.6Kohm प्रतिरोध का उपयोग करना चाहिए यह LED के माध्यम से प्रवाहित होने वाली धारा 20.2 mA होगी जो कि अनुमत अधिकतम धारा दर के भीतर होगी। जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है LED को अब 34 V के स्रोत वोल्टेज में सुरक्षित रूप से जोड़ा जा सकता है।

Fig 8



ध्यान दें कि, चुने हुए LED के लिए लागू किये जाने वाला अधिकतम पश्च वोल्टेज केवल 8 वोल्ट है। यदि गलती से 8 वोल्ट से अधिक पश्च वोल्टेज लगाया जाता है तो LED स्थायी रूप से क्षतिग्रस्त हो जाएगी। LED की सुरक्षा का एक तरीका LED के समानांतर एक रेक्टिफायर डायोड को जोडा जाता है जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है।

Fig 9

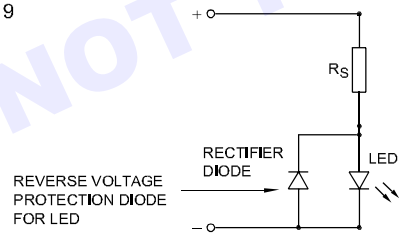
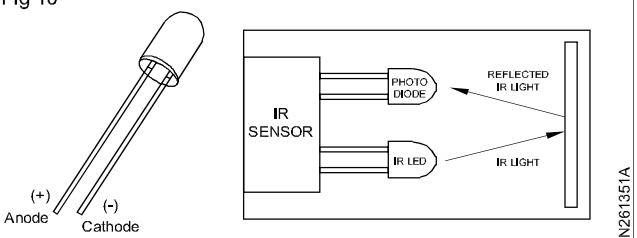


Fig 9 में जब LED पर एक पश्च वोल्टेज 0.7V से अधिक होता है तो रेक्टिफायर डायोड 0.7V से ज्यादा वोल्टेज के साथ संचालित होता है। इस प्रकार LED में पश्च वोल्टेज 0.7V तक सीमित रहती है जो LED के 8V के अधिकतम पश्च वोल्टेज से काफी कम होती है। इसलिए LED सुरक्षित रहती है।

इंफ्रारेड लाइट एमिटिंग डायोड एक इंफ्रारेड लाइट एमिटिंग डायोड (IR LED) एक विशेष प्रकार की LED है जिसे Fig 10 में दिखाया गया है जो इंफ्रारेड सिग्नल उत्सर्जित करता है। विशेष रूप से यह एक अर्धचालक उपकरण है जो विद्त धारा के संपर्क में आने पर इंफ्रारेड किरणों को छोड़ता है।

Fig 10



LED के विपरीत जो दृश्य प्रकाश स्पेक्ट्रम के कुछ हिस्सों को प्रोजेक्ट करते हैं IR LED का उपयोग प्रकाश प्रदान करने के बजाय आमतौर पर विभिन्न सिग्नल सिस्टम को भेजने में उपयोग किए जाते हैं जैसे कि TV, नाइट-विज़न, कैमरा रिमोट कंट्रोल और अन्य उपकरणों में। डिवाइस को नियंत्रित करने के लिए डेटा संकेतों के साथ एक IR LED बीम प्रकाशित करता है। IR LEDs का उपयोग सुरक्षा प्रतिष्ठानों कैमरों और अन्य प्रकार की तकनीकों में भी किया जाता है। वे कम ऊर्जा खपत और कम ऊष्मा उत्पादन के कारण उपयोगी हैं।

इंफ्रारेड सेंसर (Infrared Sensor):

एक इंफ्रारेड लाइट एमिटिंग डायोड (IR LED) एक विशेष प्रयोजन LED है जो 700 nm से 1nm तरंग दैर्ध्य तक इंफ्रारेड किरणों का उत्सर्जन करता है।

अलग-अलग IR LED अलग-अलग वेवलेंथ के इंफ्रारेड लाइट का उत्पादन करते हैं ठीक उसी तरह जैसे अलग-अलग LED अलग-अलग रंगों के प्रकाश का उत्पादन करते हैं। IR LED आमतौर पर गैलियम आर्सेनाइड या एल्यूमीनियम गैलियम आर्सेनाइड से बने होते हैं। IR रिसीवर के पूरक में इन्हें आमतौर पर सेंसर के रूप में उपयोग किया जाता है।

IR LED की उपस्थिति एक सामान्य LED के समान होती है। चूंकि मानव आंख इंफ्रारेड विकिरणों को नहीं देख सकती है इसलिए किसी व्यक्ति के लिए यह पहचानना संभव नहीं है कि IR LED कार्य कर रही है या नहीं। सेल फोन के कैमरे में लगा एक कैमरा इस समस्या को हल करता है। परिपथ में IR LED से IR किरणें कैमरे में दिखाई गयी हैं।

IR LED का पिन डाइग्राम (Pin Diagram of IR LED):

IR LED एक प्रकार का डायोड या साधारण अर्धचालक है। डायोड में विद्त धारा को केवल एक ही दिशा में प्रवाहित होने दिया जाता है। जैसे ही धारा प्रवाहित होती है डायोड के एक हिस्से से इलेक्ट्रॉन दूसरे हिस्से में होल में जाते हैं। इन होल्स में जाने के लिए इलेक्ट्रॉनों को फोटॉन के रूप में ऊर्जा छोड़नी होती है जो प्रकाश उत्पन्न करते हैं। गलत ट्रिगरिंग को रोकने के लिए इलेक्ट्रॉनिक एप्लिकेशन में इसका उपयोग करने के लिए IR डायोड से उत्सर्जन को संशोधित करना आवश्यक है। मॉडुलन IR LED से सिग्नल को शोर से बचाता है। इंफ्रारेड डायोड में एक पैकेज होता है जो दृश्य प्रकाश के लिए अपारदर्शी होता है लेकिन इंफ्रारेड के लिए पारदर्शी होता है।

IR सेंसर एक ऐसा उपकरण है जो अपने ऊपर पड़ने वाले IR विकिरण का पता लगाता है। प्रोक्सिमिटी सेंसर (टच स्क्रीन फोन और एज अवोइडिंग रोबोट में उपयोग किया जाता है) कंट्रास्ट सेंसर (रोबोट के बाद की पंक्ति

NOT TO BE REPUBLISHED © NIMI

में उपयोग किया जाता है) और बाधा काउंटर/सेंसर (माल गिनने के लिए और बर्गलर अलार्म में उपयोग किया जाता है) कुछ ऐसे अनुप्रयोग हैं जिनमें IR सेंसर शामिल हैं।

IR सेंसर का कार्य सिद्धांत (IR Sensor Principle of Working):

एक IR सेंसर में उत्सर्जक परिपथ और रिसीवर परिपथ दो भाग होते हैं। इसे सामूहिक रूप से फोटो कपलर या ऑप्टोकॉप्लर के रूप में जाना जाता है।

उत्सर्जक एक IR LED है और डिटेक्टर एक IR फोटोडायोड है। IR फोटो डायोड IR LED द्वारा उत्सर्जित IR प्रकाश के प्रति संवेदनशील होता है। प्राप्त IR प्रकाश के अनुपात में फोटो-डायोड का प्रतिरोध और आउटपुट वोल्टेज बदल जाता है। यह IR सेंसर का अंतर्निहित कार्य सिद्धांत है।

घटना का प्रकार प्रत्यक्ष घटना या अप्रत्यक्ष घटना हो सकता है। प्रत्यक्ष घटना में IR LED को बिना किसी बाधा के एक फोटोडायोड के सामने रखा जाता है। अप्रत्यक्ष घटना में दोनों डायोड को सेंसर के सामने एक अपारदर्शी वस्तु के साथ साइड बाय साइड मिलाकर रखा जाता है। IR LED से प्रकाश अपारदर्शी सतह से टकराता है और फोटोडायोड पर वापस परावर्तित हो जाता है।

प्रोक्सिमिटी सेंसर (Proximity Sensors): प्रोक्सिमिटी सेंसर परावर्तक अप्रत्यक्ष घटना सिद्धांत को नियोजित करते हैं। फोटोडायोड IR LED द्वारा उत्सर्जित विकिरण प्राप्त करता है जो एक बार वस्तु द्वारा वापस परावर्तित हो जाता है। वस्तु के जितना निकट होगा फोटोडायोड पर आपतित विकिरण की तीव्रता उतनी ही अधिक होगी। दूरी निर्धारित करने के लिए इस तीव्रता को वोल्टेज में बदल दिया जाता है। प्रोक्सिमिटी सेंसर अन्य उपकरणों के बीच टचस्क्रीन फोन में उपयोग होता हैं। कॉल के दौरान डिस्प्ले डिसेबल हो जाता है जिससे अगर गाल टचस्क्रीन से कॉन्टैक्ट कर भी लेता है तो भी कोई असर नहीं होता है।

बर्गलर अलार्म फोटोडायोड पर विकिरण की सीधी घटना बर्गलर अलार्म परिपथ में लागू होती है। IR LED दरवाजे के फ्रेम के एक तरफ और दूसरी तरफ फोटोडायोड फिट होती है। IR LED द्वारा उत्सर्जित IR विकिरण सामान्य परिस्थितियों में सीधे फोटोडायोड पर पड़ता है। जैसे ही कोई व्यक्ति IR पथ में बाधा डालता है तो अलार्म बंद हो जाता है। इस तंत्र का उपयोग सुरक्षा प्रणालियों में बड़े पैमाने पर किया जाता है और छोटी वस्तुओं के लिए छोटे पैमाने पर किया जाता है जैसे कि एक Fig में दिखाया गया है।

लेज़र डायोड (Laser diode):

LED की तरह लेजर डायोड विशिष्ट PN संधि युक्ति होती हैं जिसका उपयोग अग्र-बायस में किया जाता है। LASER शब्द विकिरण के उत्तेजित उत्सर्जन द्वारा प्रकाश प्रवर्धन के लिए एक संक्षिप्त रूप है। सर्जरी में इस्तेमाल होने वाले चिकित्सा उपकरणों और कॉम्पैक्ट डिस्क (CD), प्लेयर्स लेजर, प्रिंटर, होलोग्राम, स्कैनर आदि जैसे उपभोक्ता उत्पादों में लेजर का उपयोग (सामान्य होता आ रहा है)।

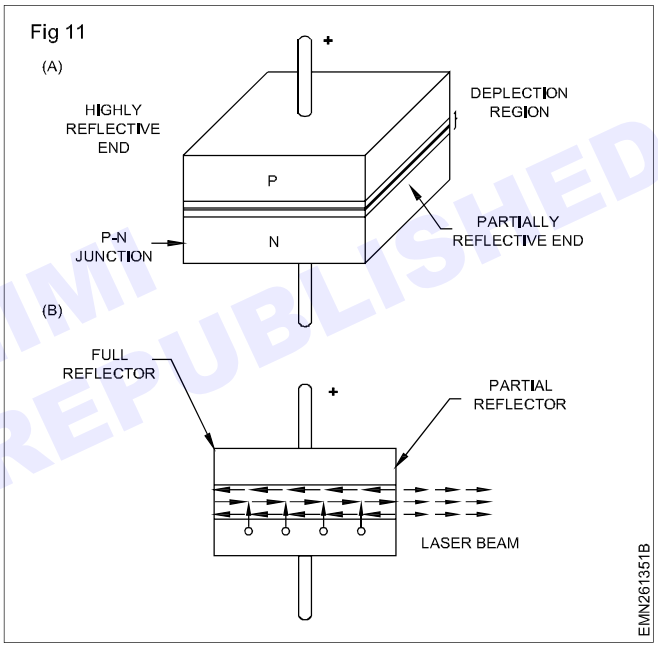
a संरचना (Construction):

आमतौर पर लेजर डायोड संरचना को दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है:

1 **सरफेस एमिटिंग लेजर डायोड (Surface-emitting laser diodes):** ये लेज़र डायोड PN जंक्शन तल के लंबवत दिशा में प्रकाश उत्सर्जित करते हैं।

2 **एज-एमिटिंग लेजर डायोड (Edge-emitting laser diodes):** ये लेजर डायोड PN संधि प्लेन के समानांतर दिशा में प्रकाश उत्सर्जित करते हैं।

Fig 11a एक एज-एमिटिंग लेजर डायोड की संरचना को दर्शाया गया है। इस प्रकार की संरचना को फैब्री-पेरोट प्रकार का लेजर कहा जाता है। जैसा कि Fig में देखा गया है कि एक PN संधि डोप्ड गैलियम आर्सेनाइड (GaAs) की दो परतों से बनता है। PN संधि की लंबाई उत्सर्जित होने वाले प्रकाश की तरंग लंबाई के साथ एक सटीक संबंध रखती है। जैसा कि देखा गया है जंक्शन के एक छोर पर अत्यधिक परावर्तक सतह है और दूसरे छोर पर आंशिक रूप से परावर्तक सतह है।बाहरी लीड एनोड और कैथोड कनेक्शन प्रदान करते हैं।



b सिद्धांत (Theory):

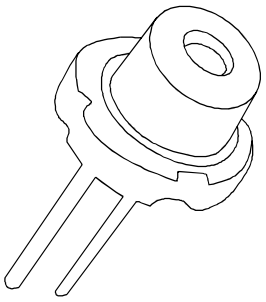
जब PN संधि एक बाहरी वोल्टेज स्रोत द्वारा वायस्ड होता है तो इलेक्ट्रॉन संधि के पार चले जाते हैं और सामान्य पुनर्संयोजन अवक्षय क्षेत्र में होता है जिसके परिणामस्वरूप फोटॉन का उत्पादन होता है। जैसे-जैसे अग्र धारा में वृद्धि होती है वैसे-वैसे अधिक फोटॉन उत्पन्न होते हैं जो अवक्षय क्षेत्र में यादृच्छिक रूप से बहाव करते हैं। इनमें से कुछ फोटॉन परावर्तक सतह पर लंबवत प्रहार करते हैं। ये परावर्तित फोटॉन अवक्षय क्षेत्र में प्रवेश करते हैं अन्य परमाणुओं से टकराते हैं और अधिक फोटॉन छोड़ते हैं। ये सभी फोटॉन दो परावर्तक सतहों के बीच आगे-पीछे घूमते हैं। Fig.11 फोटॉन गतिविधि इतनी तीव्र हो जाती है कि किसी बिंदु पर डायोड की आंशिक रूप से परावर्तक सतह से लेजर प्रकाश की एक मजबूत किरण निकलती है।

c लेजर लाइट की विशिष्ट विशेषताएं (Unique characteristics of laser light):

डायोड द्वारा उत्पादित लेजर प्रकाश की किरण में निम्नलिखित विशिष्ट विशेषताएं हैं:

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 12



LASER DIODE

EMN261351C

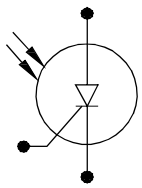
1 यह कोहेरेंट है अर्थात बीम में शामिल तरंगों के बीच कोई पथ अंतर नहीं है

2 यह मोनोक्रोमैटिक है यानी इसमें एक तरंग दैर्ध्य होता है और इसलिए केवल एक रंग होता है।

3 यह संपीडित होता है अर्थात उत्सर्जित प्रकाश तरंगें एक दूसरे के समानांतर गमन करती हैं।

लेज़र डायोड में धारा का एक थ्रेशोल्ड स्तर होता है जिसके ऊपर लेज़र क्रिया होती है लेकिन जिसके नीचे लेज़र डायोड एक LED की तरह

Fig 13



EMN261351D

व्यवहार करता है जो असंगत प्रकाश उत्सर्जित करता है। लेजर डायोड का योजनाबद्ध प्रतीक LED के समान है। संयोग से लेजर बीम को देखने के लिए एक फिल्टर या लेंस आवश्यक है।

d अनुप्रयोग (Applications):

लेजर डायोड का उपयोग विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों में किया जाता है जिसमें शल्य चिकित्सा में उपयोग किए जाने वाले चिकित्सा उपकरण से लेकर उपभोक्ता उत्पाद जैसे ऑप्टिकल डिस्क उपकरण लेजर प्रिंटर होलोग्राम स्कैनर आदि शामिल हैं। दृश्यमान प्रकाश उत्सर्जित करने वाले लेजर डायोड को पॉइंटर्स के रूप में उपयोग किया जाता है। दृश्यमान और इंफ्रारेड लाइट उत्सर्जित करने वालों का उपयोग सीमा (या दूरी) को मापने के लिए किया जाता है। लेजर डायोड का व्यापक रूप से सूचना के समानांतर प्रसंस्करण और कंप्यूटरों के बीच समानांतर इंटरकनेक्शन में भी उपयोग किया जाता है।इनमें से कुछ अनुप्रयोगों पर निम्नलिखित लेखों में चर्चा की गई है।

लेजर डायोड का उपयोग करने वाले प्रिंटर (Printers using laser diodes):

आमतौर पर प्रिंटर में दो प्रकार के ऑप्टिकल स्रोत उपयोग किए जाते हैं; (1) लेजर डायोड (2) LED सरणियाँ। लेजर डायोड का उपयोग करने वाले प्रिंटर को लेजर बीम प्रिंटर (या केवल लेजर प्रिंटर) कहा जाता है। ये आज की दुनिया में कार्यालय स्वचालन में सबसे आकर्षक प्रकार के उपकरणों में से एक हैं। शब्दों और आकृतियों को अन्य प्रकार के प्रिंटरों की तुलना में लेजर प्रिंटर द्वारा तेजी से और स्पष्ट रूप से अधिक आसानी से प्रिंट किया जा सकता है।

हॉलोग्राम स्कैनर (Hologram scanners):

एक इंफ्रारेड लाइट-एमिटिंग डायोड (LED) एक प्रकार का इलेक्ट्रॉनिक उपकरण है जो इंफ्रारेड लाइट का उत्सर्जन करता है जो चिह्नित आंख को दिखाई नहीं देता है। एक IR LED एक नियमित LED की तरह कार्य करता है लेकिन इंफ्रारेड लाइट का उत्पादन करने के लिए विभिन्न सामग्रियों का उपयोग किया जाता है। इस इंफ्रारेड लाइट का उपयोग रिमोट कंट्रोल उपकरणों के बीच डेटा ट्रांसफर करने नाइट विजन उपकरण के लिए रोशनी प्रदान करने के लिए या कई अन्य उद्देश्यों के लिए किया जाता है। एक इंफ्रारेड LED सभी LED की तरह एक प्रकार का डायोड या साधारण अर्धचालक है। डायोड को इसलिए डिज़ाइन किया गया है ताकि विद्त प्रवाह केवल एक दिशा में प्रवाहित हो सके। जैसे धारा प्रवाहित होता है डायोड के एक हिस्से से इलेक्ट्रॉन दूसरे हिस्से के होल्स में चले जाते हैं। इन होलों में जाने के लिए के लिए इलेक्ट्रॉनों को फोटॉन के रूप में ऊर्जा छोड़नी होती है जो प्रकाश उत्पन्न करते हैं।

इंफ्रारेड उत्सर्जक डायोड और इंफ्रारेड लाइट का कार्य सिद्धांत और विशेषताएं (Infrared emitting diode infrared light working principle and characteristics):

TTV मॉनिटरिंग सिस्टम इंजीनियरिंग में अतीत में शायद ही कभी इंफ्रारेड लाइट का उपयोग किया जाता है लेकिन आज के समाज में न केवल अपराध दर में वृद्धि के कारण, अवरक्त प्रकाश मॉनिटरिंग अधिक प्रमुख भूमिका में है, न केवल राजकोष, तेल डिपो, शस्त्रागार, पुस्तक पुस्तकालय, सांस्कृतिक अवशेष विभाग, जेल और अन्य महत्वपूर्ण विभाग, बल्कि सामान्य में भी मॉनिटरिंग प्रणाली अपनाई गई है। यहां तक कि आवासीय क्षेत्र टेलीविजन मॉनिटरिंग परियोजना ने भी IR IP कैमरा लागू किया है। इससे पता चलता है कि टेलीविजन मॉनिटरिंग प्रणाली इंजीनियरिंग आवश्यकताओं पर लोगों को तेजी से मानकीकृत उच्च और उच्चतर महत्वपूर्ण स्थानों पर लगातार 24 घंटे मॉनिटरिंग करने की मांग की जा रही है।

इंफ्रारेड लाइट अर्धचालक इंफ्रारेड विकिरण के अपने तंत्र में ठोस (इंफ्रारेड उत्सर्जक डायोड) इंफ्रारेड लाइट दो प्रकार के थर्मल विकिरण उत्सर्जित करता है अधिकांश इंफ्रारेड IP कैमरा लाइट एमिटिंग डायोड LED IR इंफ्रारेड सुरक्षा मॉनिटरिंग कैमरा के मुख्य सामग्री के रूप में उपयोग किया जाता है।

इन्फ्रारेड एमिटर डायोड इन्फ्रारेड प्रकाश सिद्धांत और विशेषताएँ अवरक्त इन्फ्रारेड एमिटर डायोड प्रकाश के मैट्रिक्स के अनुसार हैं। सामग्री की इंफ्रारेड विकिरण दक्षता द्वारा इंफ्रारेड उत्सर्जन डायोड आमतौर पर गैलियम आर्सेनाइड GaAs) PN जंक्शन से बना है PN जंक्शन अग्र बायस इंजेक्शन धारा उत्तेजना इंफ्रारेड लाइट पर लागू होता है। इसका सबसे बड़ा फायदा यह है कि आप पूरी तरह से रेड स्टॉर्म (940~950nm वेवलेंथ इंफ्रारेड ट्यूब का उपयोग करके) या केवल कमजोर रेड स्टॉर्म (लाल स्टॉर्म एक दृश्यमान लाल बत्ती है) और लंबे जीवन को पूरा कर सकते हैं।

इंफ्रारेड लाइट एमिटर डायोड विकिरण microW/m^{r} प्रतिनिधित्व के साथ शक्ति संचारित करते हैं। सामान्य तौर पर इंफ्रारेड विकिरण शक्ति

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

और अग्र धारा आनुपातिक होती है लेकिन अधिकतम फॉरवर्ड करंट रेटिंग के पास धारा ऊष्मा की खपत के कारण युक्ति का तापमान बढ़ जाता है प्रकाश उत्सर्जन शक्ति नीचे हो जाती है। इंफ्रारेड डायोड धारा बहुत निम्न होती है यह विकिरण शक्ति को प्रभावित करेगा लेकिन कार्य की धारा बहुत सामान्य है जो उनके जीवन काल को प्रभावित करता है और यहाँ यहां कि इंफ्रारेड डायोड भी जल जाता है। बिल्ट-इन कूलिंग सिस्टम के अंदर वीडियो सर्विलांस कैमरा में उद्योग का लोकप्रिय है जो कैमरा को लंबे समय तक स्थिर कार्य करने की अनुमति देता है।

लाइट डिपेंडेंट रेसिस्टर (Light Dependant Resistor (LDR):

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

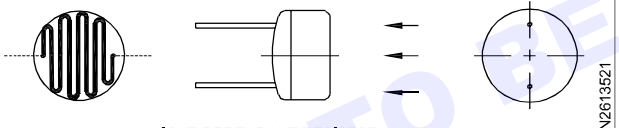
- **LDR के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**

लाइट डिपेंडेंट रेसिस्टर (Light Dependant Resisto):

हमें नाम से ही पता चलता है कि घटक क्या करता है। «फोटो» लाइट «प्रतिरोध» धारा के प्रवाह का विरोध करने के लिए है।

फोटोरेसिस्टर्स, जिन्हें लाइट डिपेंडेंट रेसिस्टर (LDR) कैडमियम सल्फाइड सेल (CDS) फोटोकॉन्डक्टर और कभी-कभी बस फोटोसेल के रूप में भी जाना जाता है यह एक प्रकार का ट्रांसड्यूसर है जो एक ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित करता है सबसे ज्यादा जानने वाली ऊर्जा विद्त ऊर्जा है। सरल रखने के लिए हम इसे फोटोरेसिस्टर के रूप में संदर्भित करेंगे। एक फोटोरेसिस्टर में प्रतिरोध इसके संपर्क में आने वाले प्रकाश की मात्रा के साथ व्युत्क्रमानुपाती होता है। तेज रोशनी कम प्रतिरोध और कम रोशनी अधिक प्रतिरोध। इन सेंसर का उपयोग प्रकाश संवेदनशील उपकरणों को बनाने के लिए किया जाता है और अक्सर स्ट्रीट लाइट, सस्ते, खिलौने, बाहरी घड़ियों, आदि में उपयोग किये जाते हैं यदि आपने कभी सोचा है कि रात में स्ट्रीट लाइट कैसे चालू होती है और दिन में बंद हो जाती है तो आप देखेंगे इसके अंदर एक सस्ता फोटोरेसिस्टर परिपथ होता है।

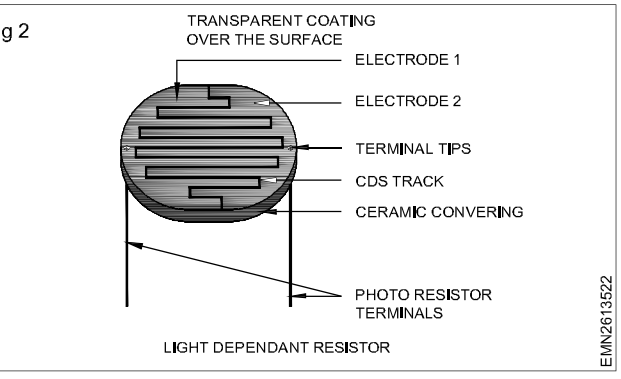
Fig 1



फोटोट्रांज़िस्टर / फोटोडायोड / फोटोवोल्टिक सेल पूरी तरह से अलग अलग हैं और इनमें भ्रमित न हो कि ये फोटोरेसिस्टर्स होते हैं।

इसकी कम लागत के कारण इन घटकों को बनाने के लिए अक्सर कैडमियम सल्फाइड का उपयोग किया जाता है। अन्य सामग्री जैसे लेड सल्फाइड, इंडियम एंटीमोनाइड और लेड सेलेनाइड का भी उच्च आवश्यकताओं के लिए उपयोग किया जाता है।

Fig 2



वे कैसे काम करते हैं? (How do they work?)

कार्य सिद्धांत एक फोटोरेसिस्टर का कार्य सिद्धांत अपेक्षाकृत सरल है। यदि आप पहले से ही बिजली की मूल बातें पढ़ चुके हैं तो आप जानते हैं कि बिजली एक सामग्री के भीतर इलेक्ट्रॉनों की गति के अलावा और कुछ नहीं है। चालकों में कम प्रतिरोध होता है और इन्सुलेटर में उच्च प्रतिरोध होता है। तीसरी श्रेणी अर्धचालक हैं जो एक चालक और एक इन्सुलेटर के बीच के होते हैं फोटोरेसिस्टर एक ऐसे अर्धचालक से बना होता है जिसमें केवल कुछ मुक्त इलेक्ट्रॉनों के साथ बहुत अधिक प्रतिरोध होता है। जब इस सामग्री पर प्रकाश पड़ता है तो प्रकाश से फोटॉन इन सामग्रियों द्वारा अवशोषित होते हैं और ऊर्जा को इलेक्ट्रॉनों में स्थानांतरित कर दिया जाता है जो टूट जाता है जिसके परिणामस्वरूप कम प्रतिरोध और उच्च चालकता होती है। कम रोशनी से तेज रोशनी में प्रतिरोध का परिणाम केवल कुछ सौ ओम में होता है। कम रोशनी के संपर्क में आने पर एक फोटोरेसिस्टर में प्रतिरोध कई मेगा-ओम (5-20M** प्रकार पर निर्भर हो सकता है) हो सकता है

आप प्रतिरोध के नोड को मल्टीमीटर के साथ लीड को आसानी से जोड़ सकते हैं और फोटोरेसिस्टर के प्रतिरोध की जांच कर सकते हैं। इसे तेज रोशनी की ओर रखें और प्रतिरोध की जांच करें। अब अपना हाथ रखें या इसे एक काले टेप से ढक दें और फिर से प्रतिरोध की जांच करें। आप देखते हैं कि एक बार जब आप फोटोरेसिस्टर को कवर कर लेते हैं तो प्रतिरोध काफी बढ़ जाता है

लाभ (Advantages):

1 ये सस्ता है आपकी जेब पर कोईं प्रभाव नहीं पड़ेगा यदि आप कुछ खराब करते हैं

2 आमतौर पर अधिकांश रोबोट शौक की दुकानों में पाया जाता है

3 विभिन्न विनिर्देशों के साथ विभिन्न आकारों में उपलब्ध है

4 उन्हें सर्किटरी में डिजाइन और कार्यान्वित करना आसान है।

हानि (Drawbacks):

1 यह अत्यधिक सटीक नाही है। कि हर एक दूसरे से अलग व्यवहार करता है। यदि पहले वाले में तेज रोशनी में 150ohm का प्रतिरोध है तो दूसरे में उसी प्रकाश में 500ohm का प्रतिरोध हो सकता है।

2 इसका उपयोग सटीक प्रकाश स्तर निर्धारित करने के लिए नहीं किया जा सकता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

3 संवेदनशील अनुप्रयोगों के लिए बहुत धीमा होता है। यदि आप एक तेज गति वाले रोबोट में LDR लगाते हैं और उसे एक बाधा पर रुकने के लिए कहते हैं तो आप अंत में अपने रोबोट को दुर्घटनाग्रस्त होते हुए देखते हैं।

फोटोरेसिस्टर के अनुप्रयोग (Photoresistor applications):

फोटोरेसिस्टर या लाइट डिपेंडेंट रेसिस्टर अपनी कम लागत सरल संरचना और अशिष्ट विशेषताओं के कारण कई इलेक्ट्रॉनिक परिपथ डिजाइनों में आकर्षक है। हालांकि इसमें फोटो-रेसिस्टर की कुछ विशेषताएं नहीं हो सकती हैं - फोटोग्राफिक मीटर फ्लेम या स्मोक डिटेक्टर बर्गलर कार्ड रीडर स्ट्रीट लाइटिंग के लिए नियंत्रण और कई अन्य परिपथ में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

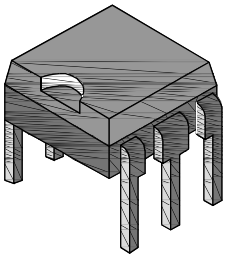
उपयोग की जाने वाली सामग्री के प्रकार के आधार पर फोटोरेसिस्टर्स के गुण काफी व्यापक रूप से भिन्न हो सकते हैं। कुछ में बहुत लंबे समय तक स्थिरांक होते हैं उदाहरण के लिए किसी दिए गए परिपथ या अनुप्रयोग के लिए फोटोरेसिस्टर के प्रकार को सावधानीपूर्वक चुनना आवश्यक है।

आम तौर पर ट्रांसफार्मर न केवल अपनी प्राथमिक और द्वितीयक वाइंडिंग के बीच उच्च या निम्न वोल्टेज अंतर प्रदान करते हैं बल्कि वे प्राथमिक पक्ष पर उच्च वोल्टेज और द्वितीयक पक्ष पर कम वोल्टेज के बीच «विद्त आइसोलेशन» भी प्रदान करते हैं।

इस प्रकार ट्रांसफार्मर प्राथमिक इनपुट वोल्टेज को द्वितीयक आउटपुट वोल्टेज से विद्त चुम्बकीय युग्मन का उपयोग करके चुंबकीय फ्लक्स के माध्यम से अलग करते हैं जो लोहे के टुकड़े कोर के भीतर घूमते हैं। लेकिन हम ऑप्टोकॉप्लर नामक एक बहुत ही सामान्य और मूल्यवान इलेक्ट्रॉनिक घटक का उपयोग करके केवल प्रकाश का उपयोग करके इनपुट स्रोत और आउटपुट लोड के बीच विद्त आइसोलेशन प्रदान करते हैं।

एक ऑप्टोकॉप्लर जिसे ऑप्टो-आइसोलेटर या फोटोकॉप्लर के रूप में भी जाना जाता है एक इलेक्ट्रॉनिक घटक है जो एक प्रकाश संवेदनशील ऑप्टिकल इंटरफ़ेस के माध्यम से दो अलग-अलग विद्त परिपथों को जोड़ता है।

Fig 3



EMN26613523

ऑप्टोकॉप्लर के मूल डिजाइन में एक LED होती है जो इंफ्रारेड लाइट और एक अर्धचालक फोटोसेंसिटिव युक्ति कि संरचना करती है जिसका उपयोग उत्सर्जित इंफ्रारेड बीम का पता लगाने के लिए किया जाता है। LED और फोटो सेंसिटिव युक्ति दोनों एक लाइट-टाइट बॉडी या पैकेज में बिजली के कनेक्शन के लिए धातु के साथ संलग्न करता हैं जैसा कि दिखाया गया है।

एक ऑप्टोकॉप्लर या ऑप्टो-आइसोलेटर में एक इन्फ्रारेड एमिटर LED और एक प्रकाश संवेदनशील रिसीवर होता है जो एक एकल फोटो-डायोड फोटो-ट्रांजिस्टर, फोटो-रेसिस्टर, फोटो- SCR या एक फोटो TRIC और एक ऑप्टोकॉप्लर का मूल संचालन समझने में बहुत आसान है।

मान लें दिखाए गए एक फोटो-ट्रांजिस्टर युक्ति के अनुसार, स्रोत सिग्नल से धारा इनपुट LED से होकर गुजरती है जो एक इंफ्रारेड लाइट का उत्सर्जन करती है जिसकी तीव्रता विद्त सिग्नल के समानुपाती होती है।

यह उत्सर्जित प्रकाश फोटो ट्रांजिस्टर के आधार पर पड़ती है जिसके कारण यह एक सामान्य द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर के समान स्विच-ऑन और कंडक्ट करता है।

फोटो-ट्रांजिस्टर के आधार कनेक्शन को अधिकतम संवेदनशीलता या स्विचिंग संवेदनशीलता को नियंत्रित करने के लिए इसे खुला छोड़ा जा सकता है और अधिक स्थिर बनाने के लिए उपयुक्त बाहरी अवरोधक के माध्यम से ग्राउंड से जोड़ा जा सकता है।

Fig 4

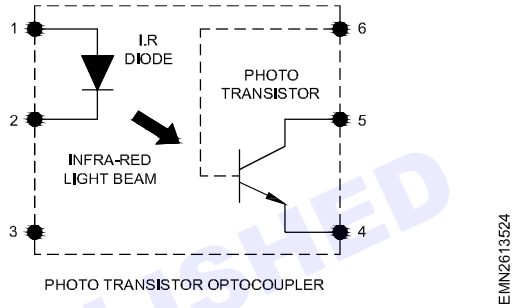


PHOTO TRANSISTOR OPTOCOUPLER

EMN26613524

जब LED के माध्यम से बहने वाली धारा बाधित हो जाती है तो इंफ्रारेड उत्सर्जित प्रकाश कट-ऑफ हो जाता है जिससे फोटो ट्रांजिस्टर का संचालन करता है। फोटो-ट्रांजिस्टर का उपयोग आउटपुट परिपथ में धारा को स्विच करने के लिए किया जाता है। LED और फोटो-सेंसिटिव युक्ति की वर्णक्रमीय प्रतिक्रिया कांच प्लास्टिक या हवा जैसे पारदर्शी माध्यम से अलग होने के कारण बारीकी से मेल खाती है। चूंकि ऑप्टोकॉप्लर के इनपुट और आउटपुट के बीच कोई सीधा विद्त कनेक्शन नहीं है इसलिए 10kV तक विद्त आइसोलेशन प्राप्त किया जाता है।

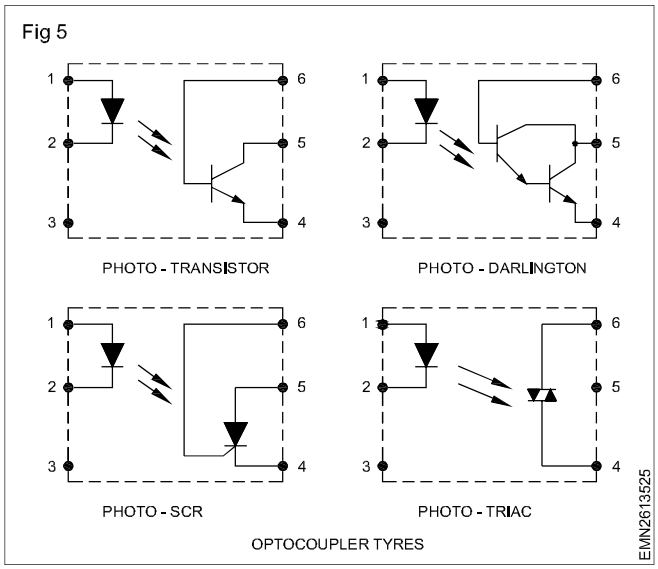
ऑप्टो कप्लर्स (Optocouplers):

ऑप्टोकॉप्लर्स चार सामान्य प्रकारों में उपलब्ध हैं प्रत्येक में एक इंफ्रारेड LED स्रोत है लेकिन विभिन्न फोटो संवेदनशील उपकरणों के साथ है। चार ऑप्टोकॉप्लर्स को फोटो ट्रांजिस्टर, फोटो-डार्लिंगटन, फोटो-SCR और फोटो TRIC के रूप में वर्गीकृत किया गया है जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

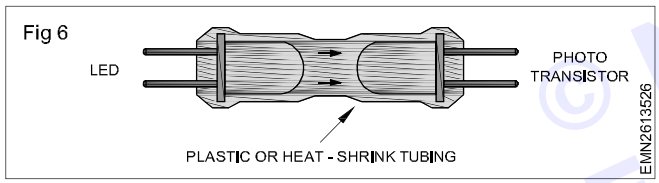
ऑप्टोकॉप्लर के प्रकार (Optocoupler types):

फोटो-ट्रांजिस्टर और फोटो-डार्लिंगटन युक्ति मुख्य रूप से DC परिपथ में उपयोग के लिए होती हैं जबकि फोटो-SCR और फोटो-TRIC प्रत्यावर्ती धारा संचालित परिपथ को नियंत्रित करने की अनुमति देते हैं। कई अन्य प्रकार के स्रोत-सेंसर संयोजन हैं, जैसे LED-फोटोडायोड, LED-लेजर, लैंप फोटोरेसिस्टर युग्म, रिफ्लेक्टिव और स्लॉटेड ऑप्टोकॉप्लर।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



अलग-अलग घटकों का उपयोग करके साधारण घरेलु ऑप्टोकॉप्लर्स कि संरचना की जा सकती है। एक LED और एक फोटो ट्रांजिस्टर को एक कठोर प्लास्टिक ट्यूब या हीट से सिकुड़ने वाली टयूबिंग में डाला जाता है जैसा दिखाया गया है। इस घरेलु ऑप्टोकॉप्लर का लाभ यह है कि टयूबिंग को अपनी इच्छानुसार किसी भी लम्बाई में काटा जा सकता है और यहां तक कि कोनों के चारों ओर मोड़ा भी जा सकता है। जाहिर है कि गहरे काले रंग की टयूबिंग की तुलना में रिफ्लेक्टिव इनर वाली टयूबिंग अधिक कुशल होगी।



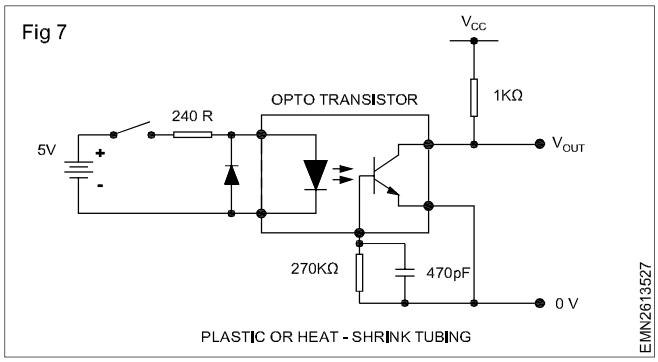
घरेलु ऑप्टोकॉप्लर(Home-made optocoupler);

ऑप्टोकॉप्लर के अनुप्रयोग(Optocoupler applications);

ऑप्टोकॉप्लर्स और ऑप्टो-आइसोलेटर्स का उपयोग अपने आप किया जा सकता है या ट्रांजिस्टर और TRIC जैसे अन्य बड़े इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों की एक श्रृंखला को स्विच करने के लिए कम वोल्टेज नियंत्रण सिग्नल और उच्च वोल्टेज या धारा आउटपुट सिग्नल के बीच आवश्यक विद्त आइसोलेशन प्रदान करने के लिए किया जा सकता है। ऑप्टोकॉप्लर्स के लिए सामान्य अनुप्रयोगों में माइक्रोप्रोसेसर इनपुट / आउटपुट स्विचिंग DC और AC पावर कंट्रोल PC संचार सिग्नल आइसोलेशन और पावर सप्लाई विनियमन शामिल हैं जो धारा ग्राउंड लूप आदि से ग्रस्त होते हैं। प्रेषित किया गया विद्त संकेत या तो एनालॉग (रैखिक) या डिजिटल (पल्स) हो सकता है।

इस अनुप्रयोग में ऑप्टोकॉप्लर का उपयोग स्विच या किसी अन्य प्रकार के डिजिटल इनपुट सिग्नल के संचालन का पता लगाने के लिए किया जाता है। यह तब उपयोगी होता है जब स्विच या सिग्नल का पता लगाया जा रहा है जो विद्त रूप से शोर वाले वातावरण में है। आउटपुट का उपयोग बाहरी परिपथ प्रकाश या PC या माइक्रोप्रोसेसर के इनपुट के रूप में संचालित करने के लिए किया जाता है।

ऑप्टो ट्रांज़िस्टर DC स्विच (An optotransistor DC Switch):



DC सिग्नल और डेटा का पता लगाने के साथ-साथ ऑप्टो-TRIC आइसोलेटर्स भी उपलब्ध हैं जो AC संचालित उपकरण और मेन लैंप को नियंत्रित करने की अनुमति देते हैं। ऑप्टो युग्मित TRIC जैसे MOC 3020 में लगभग 400 वोल्ट की वोल्टेज रेटिंग होती है जो इन्हे सीधे मुख्य कनेक्शन और लगभग 100mA की अधिकतम धारा के लिए आदर्श बनाती है। उच्च शक्ति वाले लोड के लिए ऑप्टो-TRIC का उपयोग सीमित धारा प्रतिरोधक के माध्यम से गेट पल्स को एक और बड़े TRIC को प्रदान करने के लिए किया जा सकता है जैसा कि दिखाया गया है।

Triac ऑप्टोकॉप्लर के अनुप्रयोग (Triac optocoupler application): यह प्रकार का ऑप्टोकॉप्लर कॉन्फ़िगरेशन एक बहुत ही सरल सॉलिड स्टेट रिले एप्लिकेशन का आधार बनाता है जिसका उपयोग किसी भी AC मेन पावर्ड लोड जैसे लैंप और मोटर्स को नियंत्रित करने के लिए किया जा सकता है। एक थाइरिस्टर (SCR) के विपरीत एक ट्राइक शून्य क्रॉसिंग डिटेक्शन के साथ मुख्य AC चक्र के दोनों हिस्सों में संचालन करने में सक्षम होता है।

ऑप्टोकॉप्लर्स और ऑप्टो-आइसोलेटर्स अच्छे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण हैं जो PC आउटपुट पोर्ट स्विच या लो वोल्टेज डेटा सिग्नल से पावर ट्रांजिस्टर और ट्राईक जैसे उपकरणों को नियंत्रित करने की अनुमति देते हैं। उनका मुख्य लाभ इनपुट और आउटपुट के बीच उच्च विद्त पृथक करना है जो अपेक्षाकृत छोटे संकेतों को बहुत ज्यादा वोल्टेज और धाराओं को नियंत्रित करने की अनुमति देता है।

एक ऑप्टोकॉप्लर का उपयोग DC और AC दोनों संकेतों के साथ किया जा सकता है जिसमें ऑप्टोकॉप्लर्स SCR (थायरिस्टर) या ट्राईक का उपयोग करते हैं क्योंकि फोटो-डिटेक्टिंग डिवाइस मुख्य रूप से AC पावर कंट्रोल अनुप्रयोगों के लिए डिज़ाइन किया गया है। फोटो- SCR और फोटो-ट्राइक का मुख्य लाभ AC बिजली सप्लाई लाइन पर मौजूद किसी भी शोर या वोल्टेज स्पाइक्स से पूर्ण अलग करना है साथ ही साइनसॉइडल तरंग का शून्य क्रॉसिंग डिटेक्शन जो स्विचिंग को कम करता है और किसी भी पावर अर्धचालक थर्मल तनाव और झटकों की रक्षा करने वाली धाराओं को कम करता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

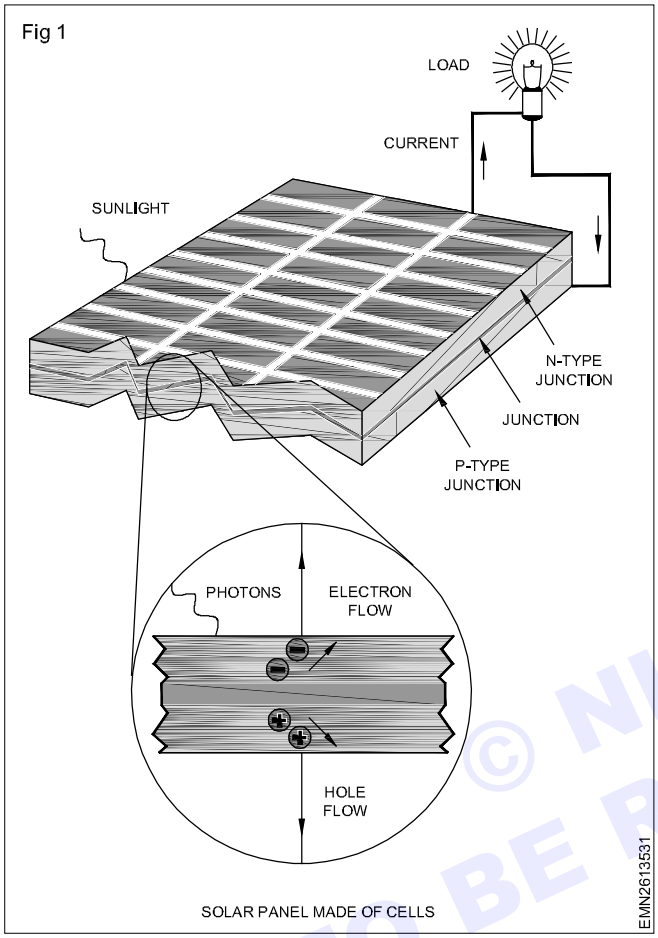
फोटोवोल्टाइक सेल (Photovoltaic Cell)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे।

- **सोलर सेल/फोटोवोल्टिक सेल के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**

सोलर सेल बिजली कैसे बनाता है (How a solar cell makes electricity?):

Fig 1



एक सोलर सेल को फोटोवोल्टिक सेल भी कहा जाता है: सूर्य के नीचे सोलर सेल या फोटो वोल्टाइक सेल (PV सेल) एक प्रकाश संवेदनशील डायोड के रूप में कार्य करता है जो तुरंत प्रकाश को परिवर्तित करता है - लेकिन गर्मी नहीं - बिजली में। कुछ PV सेल इन्फ्रारेड (IR) या पराबैंगनी (UV) विकिरण को DC पावर में भी परिवर्तित कर सकते हैं।

सेल लेयर (Cell Layers):

फास्फोरस के शीर्ष पर विसरित सिलिकॉन परत ऋणात्मक आवेशों के साथ मुक्त इलेक्ट्रॉनों को वहन करती है। एक मोटी बोरॉन डोप्ड निचली परत में होल या इलेक्ट्रॉनों की अनुपस्थिति होती है जो स्वतंत्र रूप से आगे बढ़ सकती है।

सूर्य सक्रियण (Sun Activation):

1 फोटॉन बौछार और सेल में घुसना

2 वे इलेक्ट्रॉनों को सक्रिय करते हैं उन्हें दोनों सिलिकॉन परतों में ढीला कर देते हैं।

3 नीचे की परत में कुछ इलेक्ट्रॉन सेल के शीर्ष पर गोफन-शॉट करते हैं।

4 ये इलेक्ट्रॉन बिजली के रूप में धातु के संपर्कों में प्रवाहित होते हैं 60 सेल मॉड्यूल से एक परिपथ में चलते हैं।

5 इलेक्ट्रॉन नीचे की ओर एक ठोस संपर्क परत के माध्यम से सेल में वापस प्रवाहित होते हैं और एक बंद लूप या परिपथ बनाते हैं और बल्ब चमकता है।

सौर ऊर्जा से घरों और व्यवसायों को बिजली देना (Powering homes and businesses with solar):

एक मॉड्यूल या मॉड्यूल की सरणी को छोड़कर एक तार ड्रेन से होकर गुजरता है जो एक इन्वर्टर की ओर जाता है। यह उपकरण एक वफ़ल लोहे के आकार को प्रत्यक्ष धारा में बदल देता है जो एक निश्चित धारा और वोल्टेज के साथ प्रवाहित होती है जो प्रत्यावर्ती धारा में दोलनशील धारा और वोल्टेज के साथ बहती है। दुनिया भर के उपकरण AC पर कार्य करते हैं। इन्वर्टर से सौर उत्पन्न बिजली एक घरेलू व्यवसाय या बिजली संयंत्र के परिपथों में और क्षेत्र के विद्त ग्रिड पर फ़ीड करती है। रिमोट या इंडिपेंडेंट पावर सिस्टम भी ग्रिड से कनेक्ट किए बिना एक स्व-निहित परिपथ बना सकता है। हालांकि ऑफ-ग्रिड सिस्टम को कई बार बिजली स्टोर करने के लिए बैटरी की आवश्यकता होती है जैसे कि रात में जब मॉड्यूल सूर्य से पर्याप्त प्रकाश ऊर्जा को कैप्चर नहीं करते हैं।

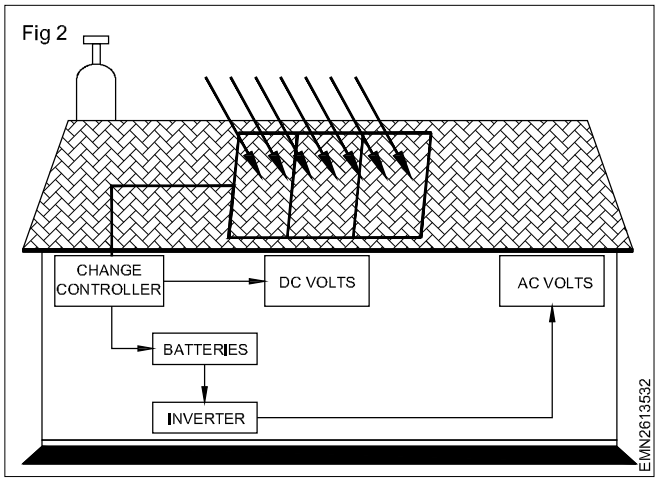
सौर मॉड्यूल सरणियाँ या पैनल बनाने के लिए PV सेल के बड़े सेट को एक साथ जोड़ा जा सकता है।

सोलर पैनल सूरज की रोशनी को बिजली में बदल देता है! हम हर दिन कार्य पर बिजली देखते हैं। उदाहरण के लिए जब आप एक लैंप चालू करते हैं तो इलेक्ट्रॉन कॉर्ड के माध्यम से चलते हैं और बल्ब को जलाते हैं। इलेक्ट्रॉनों के उस प्रवाह को विद्त कहते हैं।

सोलर पैनल कई छोटे सेलों से मिलकर बना होता है। इनमें से प्रत्येक सेल इलेक्ट्रॉनों को गति देने के लिए प्रकाश का उपयोग किया जाता है। सेल दो अलग-अलग परतों से बनी होती है जो एक साथ जुड़ी होती हैं। पहली परत इलेक्ट्रॉनों से भरी हुई है इसलिए इलेक्ट्रॉन इस परत से दूसरी परत पर जम्प करने के लिए तैयार होती हैं। उस दूसरी परत में कुछ इलेक्ट्रॉन चले गए हैं इसलिए यह अधिक इलेक्ट्रॉनों को लेने के लिए तैयार है।

जब प्रकाश पहली परत में एक इलेक्ट्रॉन से टकराता है तो इलेक्ट्रॉन दूसरी परत पर जंप करता है। वह इलेक्ट्रॉन एक और इलेक्ट्रॉन को गति देता है जिससे दूसरा इलेक्ट्रॉन चलता है और इसी तरह यह सूर्य का प्रकाश होता है जिसने इलेक्ट्रॉनों या बिजली का प्रवाह शुरू किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



फोटोडायोड्स और फोटो ट्रांज़िस्टर (Photodiodes and Phototransistors):

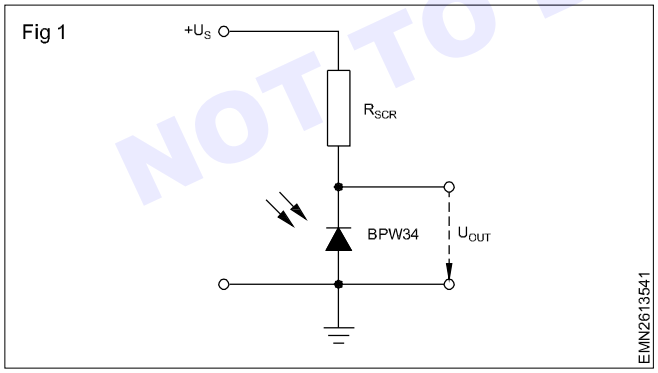
उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **फोटोडायोड की कार्यप्रणाली की व्याख्या करना**
- **पिन फोटोडायोड के लाभों की व्याख्या करना**
- **फोटोडायोड के अनुप्रयोगों की सूची बनाना**
- **फोटोडायोड की कार्यप्रणाली की व्याख्या करना**
- **फोटो ट्रांजिस्टर का उपयोग करके एक प्रकाश नियंत्रित स्विच के कार्य की व्याख्या करें।**

फोटोडायोड (Photodiodes):

P-N फोटोडायोड(P-N Photo diodes):

फोटोडायोड्स सिलिकॉन तकनीक द्वारा निर्मित होते हैं। फोटोडायोड विपरीत दिशा में संचालित होते हैं। इसलिए फोटोडायोड को संचालित करने के लिए एक सप्लाई वोल्टेज और एक सीरीज प्रतिरोध की आवश्यकता होती है। फोटोडायोड्स के संचालन के लिए मूल परिपथ Fig 1 में दिखाया गया है



जब फोटोडायोड पर कोई प्रकाश नहीं होता है तो P-N जंक्शन के माध्यम से एक पश्च धारा प्रवाहित होती है जैसा कि किसी भी सामान्य अर्धचालक डायोड में होता है लेकिन फोटोडायोड में इसे आमतौर पर «डार्क करंट» IRo कहा जाता है।

जब प्रकाश P-N जंक्शन से टकराता है तो ऊर्जा की सप्लाई के परिणाम स्वरूप क्रिस्टल बांड टूट जाते हैं। मोबाइल चार्ज कैरियर जोड़े उत्पन्न होते हैं जो करंट विद्त क्षेत्र के परिणामस्वरूप तुरंत स्थानांतरित हो जाते हैं। होल p-परत की ओर तथा इलेक्ट्रॉन n-परत की ओर गमन करते हैं। रोशनी के परिणामस्वरूप एक अतिरिक्त फोटो करंट I› प्रभावित होती है जो रोशनी के साथ रैखिक रूप से बढ़ती है। यह फोटो धारा अपेक्षाकृत छोटे डार्क करंट पर पश्च धारा के रूप में होता है ताकि रोशनी के साथ होने वाले कुल फोटो धारा के लिए निम्नलिखित लागू हो:

$I_{photo} = I_{Ro} + I'_{photo}$

I_{Ro} I'_{photo} से छोटा होता है

$I_{photo} = I'_{photo}$

I फोटो में वृद्धि लगभग रैखिक होती है। इसलिए फोटोडायोड्स रोशनी के सटीक माप के लिए विशेष रूप से उपयुक्त हैं। एक विशिष्ट फोटोडायोड BPW 32 का भौतिक स्वरूप और आयाम Fig 2 में दिखाया गया है।

पिन फोटो डायोड (PIN Photo diodes):

P-N फोटोडायोड्स की कमियों को दूर करने के लिए पिन फोटोडायोड्स विकसित किए गए थे। पिन नीचे दिए गए अनुसार ज़ोन अनुक्रम को दर्शाता है;

P-लेयर/आंतरिक-परत/N-लेयर

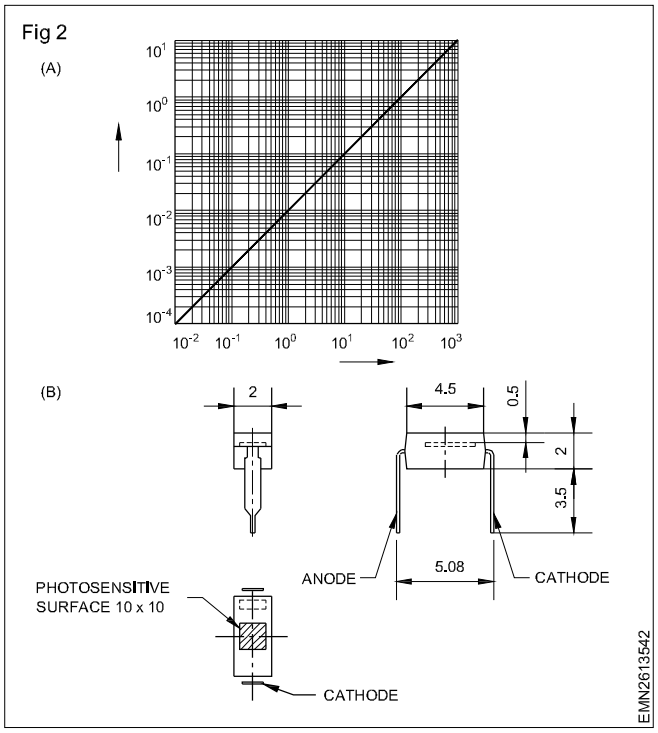
एक पिन फोटोडायोड का एक विशिष्ट आंतरिक निर्माण Fig 3 में दिखाया गया है।

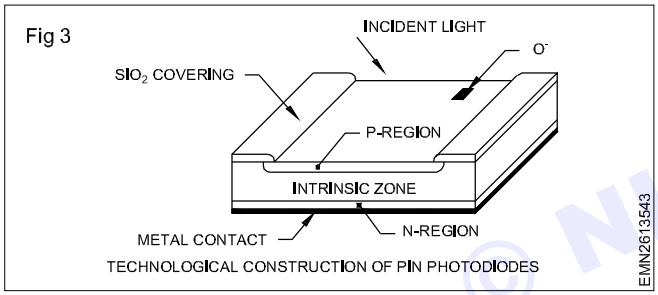
पिन फोटोडायोड्स के लाभ;

- इन्फ्रारेड रेंज में उच्च संवेदनशीलता
- लघु स्विचिंग समय

जिसके कारण मॉड्युलेटेड इन्फ्रारेड लाइट का उपयोग करके रिमोट कंट्रोल में इनका व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED





संचालन में ये P-N फोटो डायोड के समान हैं जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

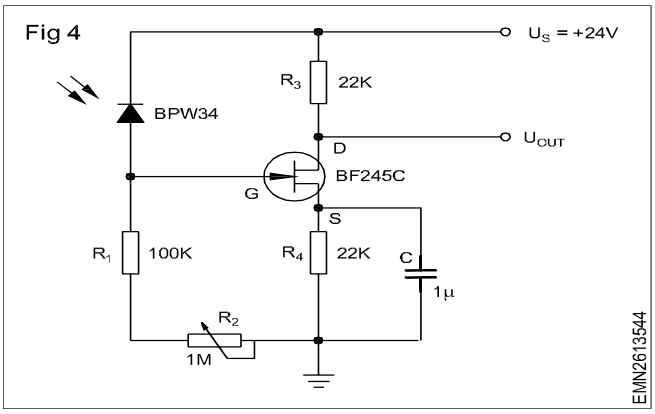
फोटोडायोड्स के विशिष्ट अनुप्रयोग (Typical application of Photodiodes):

बहुत छोटे प्रकाश धारा के कारण फोटोडायोड का उपयोग आमतौर पर एक एम्पलीफायर के साथ किया जाता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है। FET (फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर) के साथ एम्पलीफायर चरणों का उपयोग आमतौर पर FET के उच्च इनपुट प्रतिरोध के कारण फोटोडायोड के साथ किया जाता है।

नोट: फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर जिसे FET के नाम से जाना जाता है एक अन्य प्रकार का ट्रांजिस्टर है। FET के विवरण पर निम्नलिखित पाठों में चर्चा की गई है

एक साधारण प्रकाश नियंत्रित एम्पलीफायर का परिपथ आरेख Fig 5 में दिखाया गया है। यह परिपथ एक प्रतिरोधक के साथ श्रृंखला में जुड़े फोटोडायोड के आउटपुट को बढ़ाने के लिए एकल FET का उपयोग होता है।

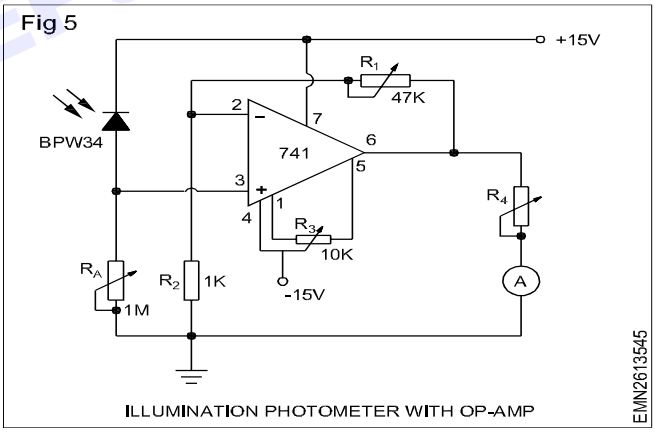
FET के कार्य बिंदु को ट्रिमर R_2 के साथ समायोजित किया जाता है। जैसे-जैसे फोटो डायोड पर रोशनी बढ़ती है बैसे -बैसे ऋणात्मक गेट और V_{OUT} कम हो जाता है। R_3 और R_4 के समान मान को I फोटो और V के



बीच एक विस्तृत श्रृंखला में रैखिक संबंध सुनिश्चित करने के लिए चुना जाता है। इस प्रकार यह फोटो एम्पलीफायर न केवल रोशनी में बहुत धीमी गति से परिवर्तन के लिए बल्कि वैकल्पिक प्रकाश के साथ भी संतोषजनक ढंग से कार्य करता है।

फोटोडायोड और आप एम्प का उपयोग करते हुए रोशनी फोटोमीटर (Illumination Photometer using photodiode and Opamp):

एम्पलीफायर के रूप में एक op-amp के साथ एक रोशनी फोटोमीटर Fig 5 में दिखाया गया है। फोटो सेंसर का आउटपुट रैखिक रूप से रोशनी का फॉलो करते है जो 5µA / lx की संवेदनशीलता के साथ 0.05 lx और 5000 lx के बीच की सीमा में हो सकता है। सेंसर में टाइप संकेत TFA 1001W है और यह वीडियो कैमरों और ऑप्टिकल उपकरणों में उपयोग के लिए है।



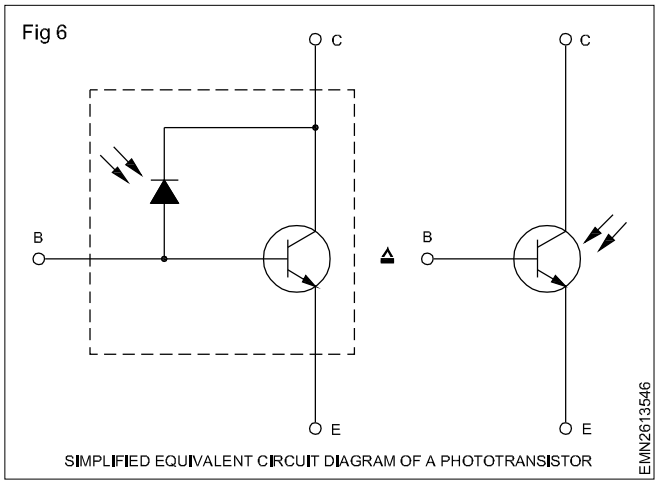
फोटो ट्रांजिस्टर (PHOTOTRANSISTOR):

फोटो ट्रांजिस्टर को संरचना में और उनके संचालन के तरीके में एक फोटोडायोड या एक सामान्य द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर के संयोजन के रूप में माना जा सकता है। एक फोटो ट्रांजिस्टर का सरलीकृत समतुल्य परिपथ आरेख Fig 6 में दिखाया गया है।

फोटोडायोड के माध्यम से रोशनी के बिना केवल एक बहुत निम्न डार्क करंट I_{Ro} बहता है। यह डार्क करंट एक ही समय में ट्रांजिस्टर के बेस करंट में होता है। जिससे ट्रांजिस्टर के डार्क करंट I_{Co} निम्नलिखित स्टेप से प्राप्त किया जाता है

$I_{Co} = B \times (I_{CBo} + I_{Ro})$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



जहाँ पर,

I_{CBo} कलेक्टर/बेस डायोड का पश्च धारा है और B ट्रांजिस्टर का करंट गेन है।

जब फोटोडायोड को रोशन किया जाता है तो एक फोटो करंट I_{photo} प्रवाहित होता है जो धारा गेन B द्वारा प्रवर्धित होता है और डार्क करंट पर आरोपित होता है।

इसलिए, फोटो ट्रांजिस्टर की कलेक्टर करंट है

$I_C = I_{Co} + B \times I_{photo}$

चूँकि डार्क करंट $I_{Co,}$ $B \times I_{photo}$ से बहुत कम है I_{Co} को आमतौर पर उपेक्षित किया जा सकता है इसलिए व्यवहार में,

I_C लगभग = $B \times I_{photo}$

फोटोडायोड्स पर फोटो ट्रांजिस्टर के लाभ (Advantage of Phototransistors over Photodiodes):

फोटो डायोड पर फोटो ट्रांजिस्टर के लाभ हैं

- उनकी काफी अधिक संवेदनशीलता और
- रोशनी पर निर्भर कलेक्टर करंट(I_C) जो एक फैक्टर B द्वारा बढ़ाया जाता है।

प्रकार और उपलब्धता (Type and availability):

फोटो ट्रांज़िस्टर बाहरी बेस टर्मिनलों के साथ और बिना निर्मित होते हैं। यदि कोई बेस टर्मिनल मौजूद नहीं है तो संग्राहक धारा को विशेष रूप से रोशनी में परिवर्तन द्वारा नियंत्रित किया जाता है। तब एक कार्य बिंदु निर्दिष्ट करना संभव नहीं है। इसलिए ऐसे फोटोट्रांसिस्टर आमतौर पर केवल प्रकाश-संवेदनशील स्विच के रूप में उपयोग किए जाते हैं।

बाहरी बेस टर्मिनल के बिना फोटो ट्रांज़िस्टर के उदाहरण;

टाइप नंबर BPX81

BPX81 के लिए सीमित डेटा:

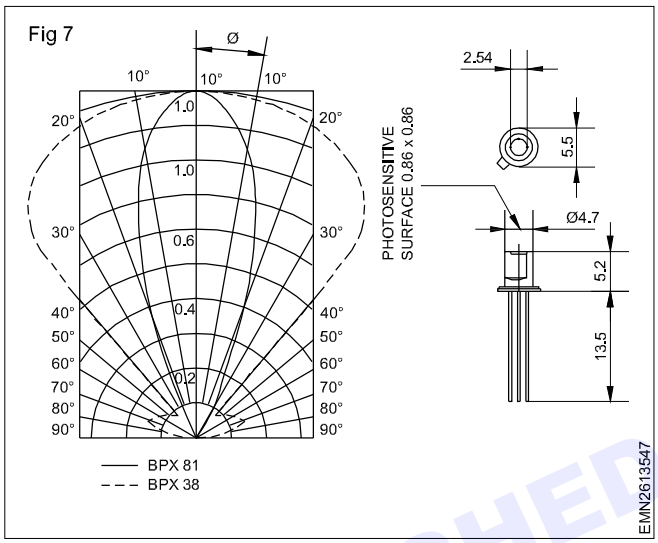
U_{CEmax} = 32V i_{Cmax} = 50 mA

V_{Jmax} = 90°C P_{tot} = 100mW

R_{thJA} = 750 K/W

BPX 81 का उपयोग दृश्य और इंफ्रारेड लाइट दोनों के लिए किया जाता है क्योंकि इसकी व्यापक वर्णक्रमीय संवेदनशीलता होती है। Fig 7 में घटक आयामों के साथ BPX81 फोटोट्रांसिस्टर दिखाया गया है।

BPX 38 फोटो ट्रांजिस्टर बाहरी बेस टर्मिनल के साथ फोटो ट्रांजिस्टर के समूह से संबंधित है। BPX 38 का एपर्चर कोण BPX 81 से बड़ा है। इसलिए BPX 81 में BPC 38 की तुलना में बेहतर दिशात्मक विशेषताएं हैं। Fig 7 BPX 38 फोटोट्रांजिस्टर के विशिष्ट संरचना को दर्शाता है।



BPX 38 चार संवेदनशीलता समूहों में उपलब्ध है। डेटा नीचे दी गई टेबल में दिया गया है;

Group	II	III	IV	V
Photocurrent पर I_{photo}	0.2 to 0.4 mA	0.32 to 0.63mA	0.5 to 1.0mA	0.8 से 1.6mA
E_e=0.5mW/cm^2				
B	150	240	350	-

विशिष्ट अनुप्रयोग (Typical applications):

प्रकाश-संवेदी फोटो ट्रांजिस्टर के कई संभावित अनुप्रयोगों में से दो बहुत ही सरल परिपथ अनुप्रयोग नीचे दिए गए हैं;

फोटो ट्रांजिस्टर के साथ लाइट नियंत्रित एम्पलीफायर (Light controlled amplifier with phototransistor):

प्रतिरोध R_1 फिर से एक फोटोट्रांजिस्टर के साथ प्रकाश-संवेदनशील वोल्टेज विभक्त बनाता है। इस प्रकार फोटो ट्रांजिस्टर को अधिक संवेदनशीलता और हैवी फोटो करंट के साथ फोटोडायोड की तरह संचालित किया जाता है। चूँकि Fig 8 में दिखाए गए अनुसार फोटोट्रांजिस्टर के संग्राहक द्वारा सीधे BC140 जैसे कम शक्ति वालेट्रांजिस्टर को चलाना संभव है।

इलुमिनेशन फोटोमीटर (Illumination Photometer):

Fig 9 रोशनी को मापने के लिए एक रोशनी फोटोमीटर के रूप में एक रैखिक विशेषता I e = f (Ee) के साथ एक परिपथ दिखाया गया है। यह एक डार्लिंगटन परिपथ के साथ कार्य करता है जिसमें एक NPN फोटो ट्रांज़िस्टर BPX81 और एक PNP ट्रांजिस्टर BC307 शामिल है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

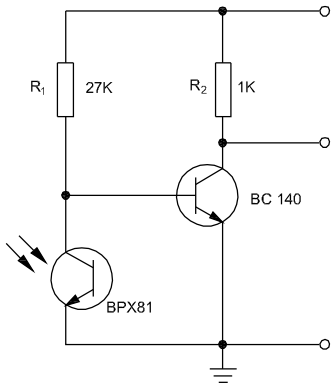
फोटो ट्रांजिस्टर का उपयोग करके लाइट नियंत्रित स्विच (Light controlled switch using phototransistor):

Fig 10 एक परिपथ दिखाया गया है जो स्टेट्स का मूल्यांकन करता है;

«फोटो ट्रांज़िस्टर इलुमिनेशन» या «फोटो ट्रांज़िस्टर इलुमिनेशन नहीं»

परिपथ में Op amp एक तुलनित्र के रूप में कार्य करता है। इसका उपयोग सिग्नल तुलनित्र सह सिग्नल एम्पलीफायर के रूप में किया जाता है। जब फोटोट्रांजिस्टर इलुमिनेट होता है तो op amp के -ve इनपुट पर + ve इनपुट से अधिक होता है और केवल एक सप्लाई वोल्टेज के साथ ऑपरेशन के कारण आउटपुट V आउट 0 वोल्ट पर होता है। जब फोटोट्रांजिस्टर को इलुमिनेट नहीं किया जाता है तो op amp के इनपुट पर स्थितियां उलट जाती हैं और आउटपुट वोल्टेज V आउट लगभग 24 वोल्ट होता है।

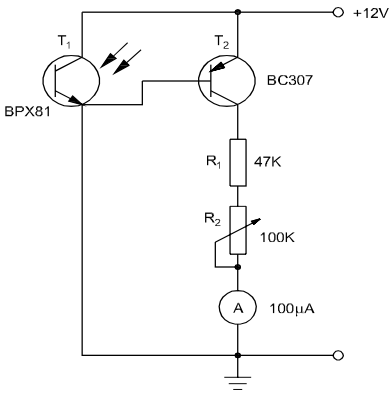
Fig 8



LIGHT - CONTROLLED AMPLIFIER WITH PHOTOTRANSISTOR

EMN2613548

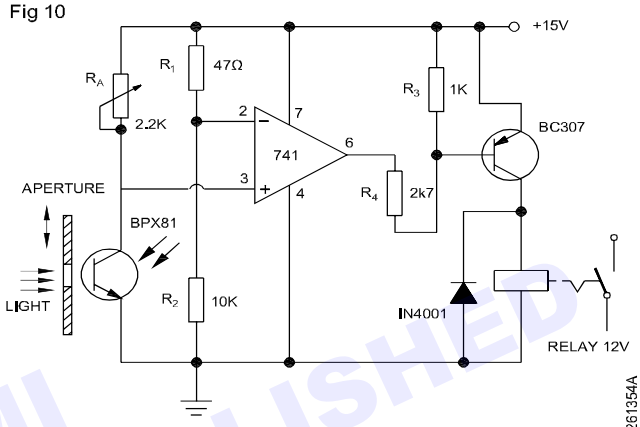
Fig 9



ILLUMINATION PHOTOMETER WITH A DARLINGTON CIRCUIT

EMN2613549

Fig 10



LIGHT-CONTROLLED SWITCHING AMPLIFIER

EMN2613554A

ऑप्टो इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के अनुप्रयोग (Application of opto electronic devices):

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स के अर्थ और अनुप्रयोग की व्याख्या करना**
- **एक बेसिक ऑप्टिकल रिसीवर के कार्य की व्याख्या करना**
- **ऑप्टोकॉप्लर के कार्य की व्याख्या करना**
- **ऑप्टिकल फाइबर के सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **ऑप्टो-आइसोलेटर के कार्य सिद्धांतों की व्याख्या करना**

ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स एक इलेक्ट्रोमैकेनिकल ऑपरेशन को अधिक प्रभावी ढंग से जानकारी स्थानांतरित करने या माप करने के लिए इलेक्ट्रॉनिक्स ऑप्टिक्स और प्रकाश का एकीकरण और आर्थिक रूप से नियंत्रित करने के लिए है।

प्रकाश शब्द का अर्थ दृश्य और अदृश्य दोनों है। दृश्यमान प्रकाश मानव आंख द्वारा देखा जाता है जबकि इंफ्रारेड लाइट मानव धारणा की सीमा से परे होता है। ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में इन्फ्रारेड एमिटर फोटोडेटेक्टर या सेंसर ऑप्टिक फाइबर दृश्य डिस्प्ले और कंप्यूटर टेलीफोन और टीवी को जोड़ने के लिए विभिन्न प्रकार की फिटिंग शामिल हैं।

ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक घटक यांत्रिक संवेदन और स्विचिंग से बेहतर साबित हुए हैं क्योंकि उनकी लागत कम होती है ये छोटे हैं वजन में हल्के हैं ये तेज़ हैं और इनका जीवन लंबा होता है।

ऑप्टोकंपोनेंट्स (Optocomponents):

ऑप्टोकंपोनेंट्स इन्फ्रारेड एमिटर और प्रकाश सेंसर दो सामान्य श्रेणियों में आते हैं। इन्फ्रारेड एमिटर और सेंसर को आगे इन उपकरणों में विभाजित किया जा सकता है जो दृश्य प्रकाश रेंज में और जो इन्फ्रारेड क्षेत्र में कार्य करते हैं।

विभिन्न उपकरणों के डिफ्रेंसीएशन में एक और उनकी भौतिक संरचना शामिल है। विभिन्न उपकरणों के लिए विभिन्न आकार के धारकों को डिजाइन किया गया है।

प्रकाश संवेदकों को उनके संचालन की गति संचालन की आवृत्ति और प्रवर्धन प्रदान करने की क्षमता के अनुसार विभाजित किया जाता है। एक और विभाजन इस बात से संबंधित है कि क्या इन्फ्रारेड एमिटर और सेंसर एक धारक का अभिन्न अंग हैं जैसे कि ऑप्टोकॉप्लर या ऑप्टोइसोलेटर में।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

विशिष्ट एप्लिकेशन यह निर्धारित करेगा कि एक फोटोडायोड, फोटोट्रांजिस्टर, फोटो-डार्लिंगटन या श्मिट ट्रिगर डिवाइस आवश्यक है या नहीं। डिजिटल अनुप्रयोगों में उदाहरण के लिए उच्च गति वाले उपकरणों की आमतौर पर आवश्यकता होती है।

ऑप्टोइसोलेटर और ऑप्टोकॉप्लर का उपयोग बिजली नियंत्रण उपकरणों में व्यापक रूप से किया जा रहा है, जहां उनका उपयोग रिले के स्थान पर किया जाता है।

फोटोरेसिस्टर (Photoresistor):

फोटोरेसिस्टर बेसिक प्रकाश संवेदन घटक है। यह आम तौर पर या तो कैडमियम सल्फाइड (CdS) या कैडमियम सेलेनाइड (CdSe) से बना होता है। उपकरण सिरेमिक या सिलिकॉन के एक सब्सट्रेट पर अर्धचालक सामग्री की एक परत के जमाव द्वारा बनाए जाते हैं। लेंस बनाने के लिए कांच या प्लास्टिक की एक स्पष्ट कोटिंग का उपयोग प्रकाश पर ध्यान केंद्रित करने के लिए किया जा सकता है। डार्क स्टेट में अर्धचालक पदार्थ में कुछ मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं हालांकि जब प्रकाश (फोटॉन) सेल की सतह को विकिरणित करता है तो इलेक्ट्रॉन प्रवाह बढ़ता है और प्रतिरोधकता कम हो जाती है। एक डार्क सेल में 30 से 50 का प्रतिरोध हो सकता है एक डार्क सेल का प्रतिरोध 30 से 50 MΩ हो सकता है जबकि एक प्रबुद्ध सेल का प्रतिरोध 5 kΩ से कम हो सकता है। 10000/1 का डार्क-टू-लाइट प्रतिरोध अनुपात काफी सामान्य है। प्रतिरोध परिवर्तन के साथ-साथ प्रतिक्रिया समय में भी परिवर्तन होता है। फोटोरेसिस्टर प्रकाश के प्रवाह पर तुरंत प्रतिक्रिया नहीं करते हैं।

फोटोरेसिस्टर विभिन्न तरंग लंबाई के प्रति संवेदनशील होते हैं। CdS फोटोरेसिस्टर 0.600μm (6000 A) के क्षेत्र में पीक पर होता है। CdSe फोटोरेसिस्टर्स 0.7 से 0.75 माइक्रोन के क्षेत्र में अधिकतम होते हैं दोनों दृश्य प्रकाश प्रतिक्रिया से ऊपर होते हैं।

फोटोरेसिस्टर भी सेलेनियम जर्मेनियम और सिलिकॉन से निर्मित होते हैं। उपयोग की जाने वाली सामग्री सेंसर की संवेदनशीलता और प्रतिक्रिया समय निर्धारित करती है

सेमीकंडक्टर परत में ज्यामितीय पैटर्न भी फोटोरेसिस्टर्स की संवेदनशीलता को प्रभावित कर सकते हैं। ज़िगज़ैग या इंटरलीव्ड पैटर्न लेकिन एक कम ऑपरेटिंग वोल्टेज अधिक सतह क्षेत्र प्रदान करते हैं। फोटोरेसिस्टर का उपयोग ऑसिलेटर्स या एम्पलीफायरों के बायसिंग के लिए एक पोटेंशियोमीटर के रूप में किया जा सकता है।

फोटोवोल्टाइक सेल (Photovoltaic cell):

यह PN जंक्शन डायोड है। P सामग्री अक्सर सेलेनियम या सिलिकॉन से बनी होती है और N सामग्री कैडमियम या सिलिकॉन होती है।

सोलर सेल (जंक्शन क्षेत्र) को विकिरणित करने वाला प्रकाश इसकी ऊर्जा बैंड को कम करता है और इलेक्ट्रॉनों को N टाइप सामग्री की ओर बढ़ने का कारण बनता है जबकि होल P सामग्री की ओर बढ़ते हैं। बाह्य रूप से एक DC क्षमता को मापा जा सकता है जो 0.6 से 0.7 V की सीमा में है जिसमें P-मटेरियल टर्मिनल धनात्मक होते है और N सामग्री ऋणात्मक होता है।

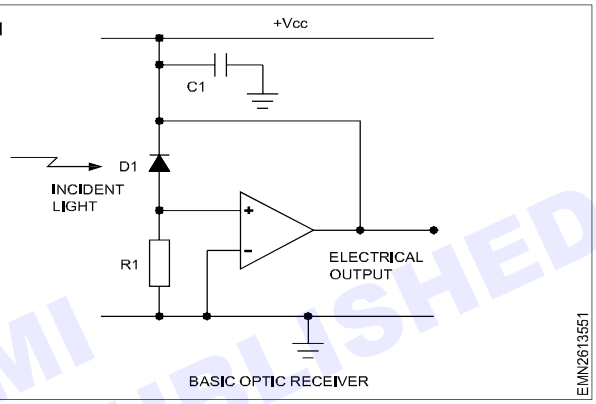
सतह क्षेत्र धारा सप्लाई क्षमता निर्धारित करता है। सेल को कुल वोल्टेज बढ़ाने के लिए या समानांतर में कुल करंट बढ़ाने के लिए श्रृंखला में जोड़ा जा सकता है।

फोटोवोल्टिक सेल की अधिकतम प्रतिक्रिया 0.5 माइक्रोन की सीमा में होती है। इंडियम एंटीमोनाइड से बनी सेल निकट-इंफ्रारेड क्षेत्र में कार्य करती हैं। दृश्यमान प्रकाश स्पेक्ट्रम में अधिकांश सोलर सेल बहुत सक्रिय हैं।

ऑप्टिकल रिसीवर (Optical receivers):

Fig 1 में दिखाए गए एक ऑप्टिकल रिसीवर में एक फोटोडायोड पिन या अव्लांचे होता है जो आपतित प्रकाश को फोटो-करंट और एक कम-शोर एम्पलीफायर में परिवर्तित करता है जो फोटो-करंट को बढ़ाता है। प्रदर्शन जैसे बैंडविड्थ, गतिशील रेंज, और रिसीवर का शोर आंकड़ा मुख्य रूप

Fig 1



से कम-शोर एम्पलीफायर द्वारा निर्धारित किया जाता है। एम्पलीफायर सिलिकॉन द्विध्रुवी या फ़ील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर को नियोजित कर सकता है। विभिन्न निर्माताओं द्वारा कई ऑप्टिकल रिसीवर पैकेज तैयार किए जाते हैं ऐसा ही एक राष्ट्रीय अर्धचालक LH0082 है।

ऑप्टोकॉप्लर्स (Optocouplers):

ऑप्टोकॉप्लर को ऑप्टोइसोलेटर भी कहा जाता है यह पूरी तरह से सीलबंद IRED एक्साइटर और एक फोटोडेटेक्टर है। एक्साइटर और डिटेक्टर दो पूरी तरह से पृथक परिपथ होते हैं फिर भी उनके बीच में संकेतों को आसानी से स्थानांतरित किया जा सकता है। एक उच्च वोल्टेज आउटपुट परिपथ को पूर्ण आइसोलेशन के साथ नियंत्रित करने के लिए एक कम वोल्टेज स्रोत बनाया जाता है और उच्च संभावित खतरे के बिना अक्सर सामना किया जा सकता है।

ऑप्टोकॉप्लर में एक फोटोडायोड फोटोट्रांजिस्टर डार्लिंगटन या लेजर सेंसर के साथ एक IRED एमिटर होता है। इन उपकरणों का प्रभावी ढंग से उपयोग करने के लिए उनकी विशेषताओं को जानना आवश्यक होता है। हालांकि उनकी कई विशेषताएं असतत घटकों का उपयोग करने वाले परिपथ के समान होती हैं इनपुट और आउटपुट परिपथ के बीच आइसोलेशन की डिग्री में अंतर है। आइसोलेशन सुविधाओं को तीन प्रकारों में विभाजित किया जा सकता है: आइसोलेशन प्रतिरोध, आइसोलेशन कपसिटेंस और डिएलेक्ट्रिक ब्रेकडाउन की क्षमता। आइसोलेशन प्रतिरोध 1×10^{11} ओम के क्रम में होते है। कपलर के बाहर परिपथ प्रतिरोध मान में बहुत कम हो सकता है। कैपेसिटिव आइसोलेशन 1 pF से कम से 3 pF से

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

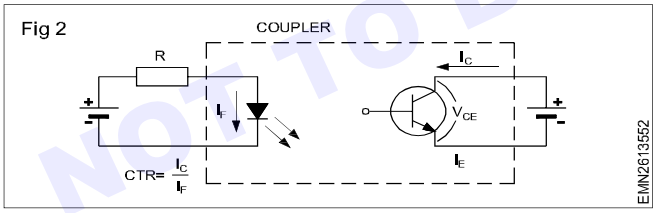
कम और यह डिएलेक्ट्रिक सामग्री का कपसिटेंस होता है। फिर से परिपथ बोर्ड लेआउट में कपलर की तुलना में अधिक क्षमता हो सकती है। स्रोत और डिटेक्टर के बीच की दूरी और माध्यम से प्रतिरोध और कैपेसिटिव दोनों मान प्रभावित होते हैं। कांच का एक टुकड़ा जो अक्सर आइसोलेशन विशेषताओं को प्रभावित करने के लिए उपयोग किया जाता है

डिएलेक्ट्रिक प्रतिरोध ब्रेकडाउन में वोल्ट रेटेड अधिकतम वोल्टेज को परिभाषित करता है जिसे अन्य कारक जैसे वेवशेप तापमान और ऊंचाई डिएलेक्ट्रिक ब्रेकडाउन की रेटिंग को भी प्रभावित करने के लिए भी लागू किया जा सकता हैं। हालांकि एक कप्लर 1000 V DC और केवल 500 V AC का सामना कर सकता है। कप्लर्स जो पहले उच्च वृद्धि वोल्टेज के अधीन रहे हैं ये तत्वों के बीच उच्च रिसाव प्रतिरोध और/या शॉर्ट सर्किट प्रदर्शित कर सकते हैं।

एक ऑप्टोकॉप्लर की इनपुट-आउटपुट विशेषताएँ परिपथ के लिए समान होती हैं जो असतत घटकों का उपयोग करती हैं। कपलर का इनपुट आमतौर पर एक IRED होता है और आउटपुट कई प्रकार के सेंसर में से एक होता है। कुछ कप्लर्स में अतिरिक्त परावर्तक सतहों को जोड़ा जा सकता है या विशिष्ट अनुप्रयोगों को पूरा करने के लिए R या C जैसे घटकों की आवश्यकता हो सकती है। फोटोडायोड, फोटो ट्रांज़िस्टर या डार्लिंगटन के साथ IRED एमिटर का चुनाव विशिष्ट अनुप्रयोग पर निर्भर करेगा।

ऑप्टोकॉप्लर या ऑप्टोइसोलेटर के उपयोग में एक महत्वपूर्ण धारा स्थानांतरण अनुपात है। यह पैरामीटर मापता है कि पूर्ण विद्त आइसोलेशन की उपस्थिति में IRED से सेंसर में कितनी धारा स्थानांतरित होती है। किसी भी LED-सेंसर संयोजन के साथ उपयोग किया जाने वाला CTR इनपुट से आउटपुट तक धारा लाभ (या हानि) का वर्णन करता है। मुख्य रूप से CTR एक ट्रांजिस्टर परिपथ में IC की IB से तुलना करने के समान है। Fig 2 एक कप्लर के एमिटर सेंसर परिपथ को दर्शाया गया है।

Fig 2



एक कप्लर में CTR को IC से IF के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है और व्यावहारिक दृष्टिकोण से संयुक्त परिपथ CE एम्पलीफायर के रूप में कार्य करता है इस तथ्य को छोड़कर कि इनपुट-आउटपुट परिपथ के बीच कोई सामान्य टाई नहीं है। सेंसर के प्रकार के आधार पर CTR हानि से लेकर 1000 से अधिक से लाभ तक हो सकता है।

ऑप्टिकल फाइबर (Optical fibres):

सिद्धांत (Principle): यह सुझाव कि सूचना को प्रकाश में ले जाया जा सकता है और बहुत शुद्ध (ऑप्टिकल) ग्लास के पतले तंतुओं में लंबी दूरी तक भेजा जा सकता है पहली बार 1966 में दिया गया था। ग्यारह साल बाद ब्रिटेन में कार्य करने के लिए दुनिया का पहला फाइबर ऑप्टिक टेलीफोन लिंक बनाया गया था। यह उम्मीद की जाती है कि अंततः घरों और कार्यालयों में सभी केबल तांबे से कांच के केबल में बदल जाएंगे।

प्रकाश रेडियो तरंगों की तरह विद्त चुम्बकीय विकिरण है जो इसकी बहुत अधिक आवृत्ति (आमतौर पर 10^{14} हर्ट्ज = 10^5 गीगाहर्ट्ज़) और इसकी व्यापक बैंडविड्थ के कारण इसमें सूचना ले जाने की क्षमता काफी अधिक है। जब प्रकाश को केबल नलिकाओं में स्थापित ग्लास फाइबर केबल्स द्वारा संशोधित और निर्देशित किया जाता है तो यह हवा के माध्यम से भेजे जाने पर बारिश और कोहरे से होने वाले गंभीर क्षीणन से बच जाता है। यह विद्त हस्तक्षेप के कारण ‹शोर› से भी मुक्त होता है और इसलिए कम से कम 30 किमी की दूरी तक उपयोग किया जा सकता है

कॉपर केबल की तुलना में ऑप्टिकल फाइबर केबल हल्के छोटे और संभालने में आसान होते हैं।

लेजर (Lasers):

ऑप्टिकल फाइबर में प्रयुक्त ‹प्रकाश› दृश्य स्पेक्ट्रम के लाल सिरे से परे क्षेत्र में इंफ्रारेड विकिरण है। ऑप्टिकल फाइबर 1300 या 1500 nm तरंगों तक नियोजित करते हैं तरंग दैर्ध्य जितना लंबा होगा कांच द्वारा विकिरण का क्षीणन उतना ही कम होगा। यही कारण है कि ऑप्टिकल फाइबर में ‹दृश्यमान› प्रकाश के लिए इन्फ्रारेड को प्राथमिकता दी जाती है।

इन्फ्रारेड गैलियम एल्यूमीनियम और आर्सेनिक से बने एक छोटे अर्धचालक लेजर द्वारा उत्पन्न होता है। एक लेज़र (विकिरण के उत्तेजित उत्सर्जन द्वारा प्रकाश प्रवर्धन) के लिए खड़ा एक विशेष आवृत्ति के विद्त चुम्बकीय विकिरण का एक बहुत ही संकीर्ण सुसंगत बीम उत्पन्न करता है। सुसंगत प्रकाश अन्य स्रोतों (जैसे एक लैंप) से प्रकाश के विपरीत एक रेडियो ट्रांसमीटर से बहुत कम आवृत्तियों पर विकिरण की तरह एक दूसरे के साथ चरण में कंपन करने वाली तरंगें होती हैं। प्राप्त होने वाले छोर पर डिटेक्टर एक फोटोडायोड है जो ऑप्टिकल सिग्नल को विद्त में परिवर्तित करता है।

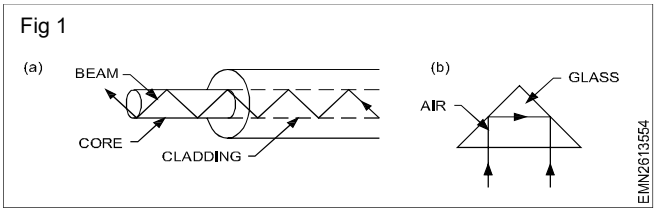
मॉडुलेशन (Modulation):

इन्फ्रारेड पल्स कोड है जो भाषण या प्रेषित किए जाने वाले अन्य डेटा द्वारा संशोधित करता है। डिजिटल सिग्नल विकिरण के स्पंदों के रूप में भेजे जाते हैं जो ‹1› के लिए चालू होते हैं और ‹0› के लिए बंद होते हैं।

ऑप्टिक्स (Optics):

ऑप्टिकल फाइबर जो लगभग 0.1 mm व्यास के होते हैं उनके चारों ओर ग्लास क्लैडिंग की तुलना में उच्च अपवर्तक सूचकांक का ग्लास कोर होता है। नतीजतन इन्फ्रारेड बीम कोर क्लैडिंग सीमा में कुल आंतरिक प्रतिबिंब द्वारा कोर में फंस जाता है जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है। यह ठीक

Fig 1



वैसे ही है जैसे प्रकाश प्रिज्म में होता है जैसा कि दूरबीन के Fig 3b में दिखाया गया है जब यह प्रिज्म की पिछली सतह से टकराता है जहां कांच में अपवर्तनांक अधिक होता है लेकिन हवा में कम होता है।ऑप्टिकल फाइबर में कांच इतना शुद्ध होता है कि 2 किमी लंबाई खिड़की के शीशे की शीट की तुलना में कम ‹प्रकाश› अवशोषित करती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

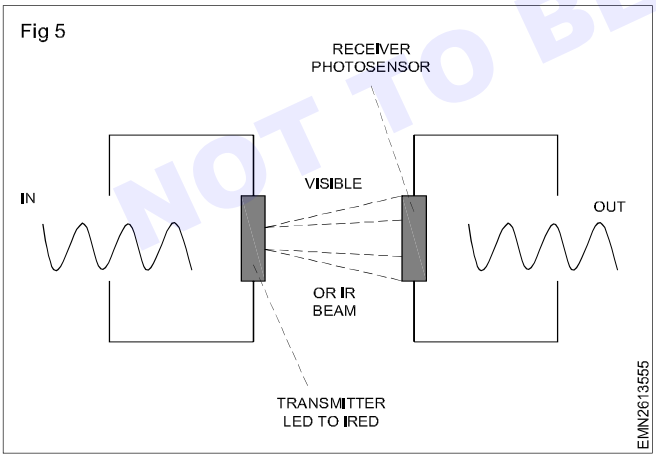
क्षमता (Capacity):

एक ऑप्टिकल फाइबर सिस्टम की सूचना वहन क्षमता लगभग सर्वश्रेष्ठ समाक्षीय केबल के समान होती है। यह आमतौर पर लगभग १४०M बिट/सेकंड होता है। एक १४०M बिट/S सिस्टम लगभग २००० टेलीफोन चैनल या २५० संगीत चैनल या २ रंगीन TV चैनल या इनमें से एक मिश्रण हो सकता है। १४० mb/s सूचना ट्रांसफर की एक बहुत ही उच्च दर है जो हर सेकेंड में ८ औसत लंबाई की किताबें वितरित करने के बराबर है!

ऑप्टोइसोलेटर (ऑप्टिकल कप्लर या ऑप्टोकॉप्लर) (Optoisolator (optical coupler or optocoupler):

एक ऑप्टोइसोलेटर (ऑप्टिकल कप्लर ऑप्टोकॉप्लर और ऑप्टो-आइसोलेटर के रूप में भी जाना जाता है) एक अर्धचालक उपकरण है जो परिपथ या परिपथ के तत्वों के बीच विद्त सिग्नल को स्थानांतरित करने के लिए एक छोटे ऑप्टिकल ट्रांसमिशन पथ का उपयोग करता है जबकि उन्हें एक दूसरे से विद्त रूप से अलग रखता है। इन घटकों का उपयोग संचार नियंत्रण और मॉनिटरिंग प्रणालियों की एक विस्तृत विविधता में किया जाता है जो विद्त उच्च वोल्टेज को सिग्नल प्राप्त करने वाली कम बिजली प्रणाली को प्रभावित करने से रोकने के लिए प्रकाश का उपयोग करते हैं।

अपने सरलतम रूप में एक ऑप्टोइसोलेटर में एक लाइट एमिटिंग डायोड (LED) IRED (इन्फ्रारेड-उत्सर्जक डायोड) या सिग्नल ट्रांसमिशन के लिए लेजर डायोड और सिग्नल रिसेप्शन के लिए एक फोटोसेंसर (या फोटोट्रांज़िस्टर होता है। ऑप्टोकॉप्लर का उपयोग करते हुए जब LED पर विद्त प्रवाह लगाया जाता है तो इंफ्रारेड लाइट उत्पन्न होता है और ऑप्टोइसोलेटर के अंदर की सामग्री से होकर गुजरता है। बीम एक पारदर्शी गैप में ट्रेवल करता है और रिसीवर द्वारा प्राप्त किया जाता है जो संशोधित प्रकाश या IR को वापस विद्त सिग्नल में परिवर्तित करता है। प्रकाश की



अनुपस्थिति में इनपुट और आउटपुट परिपथ एक दूसरे से विद्त रूप से पृथक होते हैं।

इलेक्ट्रॉनिक उपकरण साथ ही सिग्नल और पावर ट्रांसमिशन लाइनें पावर सप्लाई में रेडियो फ्रीक्वेंसी ट्रांसमिशन लाइटनिंग स्ट्राइक और स्पाइक्स से वोल्टेज सर्ज के अधीन हैं। व्यवधानों से बचने के लिए ऑप्टोइसोलेटर उच्च-वोल्टेज घटकों और कम-वोल्टेज उपकरणों के बीच एक सुरक्षित इंटरफ़ेस प्रदान करते हैं।

ऑप्टोइसोलेटर एक ही उपकरण में संलग्न है और इसमें एक एकीकृत परिपथ (IC) या अतिरिक्त लीड के साथ एकट्रांजिस्टर की उपस्थिति है। ऑप्टोकॉप्लर्स का उपयोग कम पावर परिपथ को उच्च शक्ति परिपथ से अलग करने और सिग्नल से विद्त शोर को दूर करने के लिए किया जा सकता है।

ऑप्टो आइसोलेटर्स डिजिटल सिग्नल के लिए सबसे उपयुक्त हैं लेकिन इसका उपयोग एनालॉग सिग्नल को ट्रांसफर करने के लिए भी किया जा सकता है। १ mb/सेकंड से अधिक की किसी भी डेटा दर के आइसोलेशन को उच्च गति माना जाता है। डिजिटल और एनालॉग ऑप्टो आइसोलेटर्स के लिए उपलब्ध सबसे सामान्य गति १ mb/सेकंड है हालांकि १० mb/सेकंड और १० mb/सेकंड डिजिटल गति भी उपलब्ध हैं।

ऑप्टो आइसोलेटर्स को कई आधुनिक डिजिटल उपयोगों के लिए बहुत धीमा माना जाता है लेकिन शोधकर्ताओं ने १९१० के दशक से विकल्प बनाए हैं। संचार में, हाई-स्पीड ऑप्टोइसोलेटर का उपयोग सर्वर और टेलीकॉम अनुप्रयोगों के लिए पावर सप्लाई में किया जाता है - उदाहरण के लिए, वायर्ड ईथरनेट लैन के लिए पावर ओवर ईथरनेट (PoE) तकनीक।

ऑप्टो आइसोलेटर कंपोनेंट्स इथरनेट और फाइबर ऑप्टिक केबल को इलेक्ट्रिकल सर्ज से भी बचा सकते हैं। VoIP फोन में ट्रांजिस्टर आउटपुट ऑप्टोकॉप्लर का उपयोग करके विद्त संकेतों को अलग किया जा सकता है। हालांकि अब आम नहीं है जहां मॉडेम का उपयोग टेलीफोन लाइनों से कनेक्ट करने के लिए किया जाता है ऑप्टो आइसोलेटर्स के उपयोग से कंप्यूटर को पावर सर्ग या स्पाइक्स से नुकसान के जोखिम के बिना एक टेलीफोन लाइन से जोड़ा जा सकता है। इस मामले में डिवाइस के एनालॉग सेक्शन में दो ऑप्टो आइसोलेटर्स कार्यरत हैं: एक अपस्ट्रीम सिग्नल के लिए और दूसरा डाउनस्ट्रीम सिग्नल के लिए। यदि टेलीफोन लाइन पर कोई सर्ज आता है तो कंप्यूटर अप्रभावित रहेगा क्योंकि ऑप्टिकल गैप विद्त प्रवाह का संचालन नहीं करता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डिजिटल IC फैमली और उनकी ऑपरेशन की विशेषताएं (Digital IC families and their operational characteristics)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **डिजिटल IC गेट्स से संबंधित बेसिक शब्दों को परिभाषित करना**
- **डिजिटल IC में उपयोग किए जाने वाले IC के विभिन्न प्रकार के पैकेजों को पहचाना**
- **डिजिटल IC के संरचना में प्रयुक्त एकीकरण के विभिन्न लेवलों की सूची बनाना**
- **लॉजिक फैमली और उनकी विशेषताओं में अंतर करना**
- **CMOS IC को हैंडल करते समय अपनाई जाने वाली सुरक्षा सावधानियों की व्याख्या करना**
- **TTL और CMOS फैमिलीीं की तुलना करना**
- **डिजिटल IC नंबरिंग सिस्टम की व्याख्या करना**

परिचय (Introduction):

एक डिजिटल सिस्टम सूचनाओं को संसाधित करने के लिए डिज़ाइन किए गए उपकरणों का एक कॉम्बिनेशन है जिसे डिजिटल रूप में दर्शाया जाता है। कुछ सबसे लोकप्रिय डिजिटल सिस्टम के उदाहरण हैं

- डिजिटल कंप्यूटर
- कैलकुलेटर
- डिजिटल ऑडियो और वीडियो उपकरण
- टेलीफोन प्रणाली ..... आदि,

डिजिटल टेलीफोनी शायद दुनिया की सबसे बड़ी डिजिटल प्रणाली है।

इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में सिग्नल को वोल्टेज या धारा में दर्शाया जाता है। इन परिपथों में सिग्नल प्रतिनिधित्व में कई वोल्टेज या धारा लेवल होंगे।

ऐसे एनालॉग संकेतों में एक लेवल से दूसरे लेवल पर ट्रांजीशन आमतौर पर बीच में अचानक अंतर के बजाय सुचारू होता है और उनके बीच का ट्रांजीशन भी अचानक होने के बजाय सहज होता है।

दूसरी ओर डिजिटल सिग्नल में केवल दो डिस्क्रीट स्टेट हो सकती हैं। इन स्टेट्स को कहा जा सकता है

- **ऑन स्टेट :** एक स्टेट्स जिस पर एक पूर्व निर्धारित वोल्टेज मौजूद है। उदाहरण के लिए लेवल +5 वोल्ट +10 वोल्ट हो सकता है और इसे उच्च एक आदि के रूप में भी दर्शाया जाता है।
- **ऑफ स्टेट:** एक स्टेट जिस पर एक पूर्वनिर्धारित वोल्टेज ऑन स्टेट वोल्टेज के अलावा मौजूद है। उदाहरण के लिए लेवल 0 वोल्ट -5 वोल्ट हो सकता है और इसे निम्न शून्य आदि के रूप में भी दर्शाया जाता है।

डिजिटल संकेतों में डिस्क्रीट लेवलों को तकनीकी रूप से लॉजिक लेवल कहा जाता है। आम तौर पर ऊपर वर्णित ON स्थिति को LOGIC 1 स्थिति और OFF स्थिति को LOGIC 0 स्थिति के रूप में संदर्भित किया जाता है। यह ध्यान रखना बहुत आवश्यक है कि डिजिटल सिग्नल प्रतिनिधित्व में लॉजिक 0 और लॉजिक 1 स्टेट के बीच कोई भी स्टेट मौजूद नहीं होती है। उदाहरण के लिए हम कहते हैं कि लॉजिक 0,0 वोल्ट के समान होगा और लॉजिक 1,1 वोल्ट के समान होगा। ऐसे डिजिटल सिस्टम में 2V,3V,4V आदि के वोल्टेज लेवल का कोई मतलब नहीं है (आगे के विवरण की चर्चा निम्नलिखित अभ्यास में की गई है)।

क्योंकि डिजिटल सिग्नल में ON से OFF स्थिति या इसके इनवर्स ट्रांजीशन का समय अचानक होता है डिजिटल सिस्टम का विश्लेषण शुद्ध एनालॉग सिस्टम जैसे एम्पलीफायरों आदि से भिन्न होता है।

एनालॉग परिपथ की तुलना में डिजिटल परिपथ में कम संख्या में डिस्क्रीट घटक होते हैं जैसे प्रतिरोधक,ट्रांजिस्टर आदि । अधिकांश डिजिटल परिपथ ऐसे VLSI (बहुत बड़े पैमाने पर इंटीग्रेशन) IC से बने होते हैं जो इसके मुख्य परिपथ घटक के रूप में क्लीन DC वोल्टेज की आपूर्ति के लिए कुछ डिकूपिंग ट्रांजिस्टर के साथ होते हैं।

यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि किसी भी एनालॉग सिग्नल को डिजिटल सिग्नल (1s या 0s के रूप में) में बदला जा सकता है। नीचे उदाहरण दिए गये है कि कैसे एनालॉग सिग्नल को डिजिटल सिग्नल के रूप में दर्शाया जा सकता है

एनालॉग वोल्टेज	डिजिटल मान
0 V	0 0 0 0
1 V	0 0 0 1
2 V	0 0 1 0
3 V	0 0 1 1
4 V	0 1 0 0
5 V	0 1 0 1
6 V	0 1 1 0
7 V	0 1 1 1
8 V	1 0 0 0
9 V	1 0 0 1
10 V	1 0 1 0

यह रूपांतरण कैसे किया जाता है इसके विवरण पर आगे के अभ्यास में चर्चा की गई है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डिजिटल सिस्टम एनालॉग सिस्टम की तुलना में निम्नलिखित लाभ प्रदान करते हैं:

- डिजाइन करने में आसान
- सूचना भंडारण आसान
- एक्यूरेसी और प्रेसिजिन अधिक
- प्रोग्राम करने योग्य
- परिपथ्री को IC चिप्स पर अधिक आसानी से फेब्रिकेट जा सकता है
- उच्च गति फंक्शन

डिजिटल सिग्नल का उपयोग करके किए गए संचालन को लॉजिक ऑपरेशन कहा जाता है। लॉजिक ऑपरेशन का उदाहरण नीचे दिया गया है;

मान लें कि दो इनपुट हैं और यदि इनपुट हैं

- परिपथ आउटपुट लॉजिक 1 होना चाहिए यदि कम से कम दो इनपुट में से कोई एक लॉजिक 1 है।

एक परिपथ जो इस तरह के लॉजिकल संचालन को करता है उसे **OR** गेट कहा जाता है।

- परिपथ आउटपुट लॉजिक 1 तभी होना चाहिए जब दोनों इनपुट लॉजिक 1 के हों।

एक परिपथ जो इस तरह के लॉजिकल संचालन को करता है उसे **AND** गेट कहा जाता है।

- परिपथ आउटपुट इनपुट के इनवर्स होना चाहिए। यदि इनपुट लॉजिक 1 है तो आउटपुट लॉजिक 0 और इसके इनवर्स होना चाहिए।

एक परिपथ जो इस तरह के लॉजिकल ऑपरेशन को करता है उसे **NOT** गेट कहा जाता है।

प्रत्येक लॉजिक ऑपरेशन यहां तक कि सबसे मोस्ट और सबसे जटिल को उपरोक्त तीन बेसिक लॉजिक फ़ंक्शंस के कॉम्बिनेशन में घटाया जा सकता है। इन तीनों संक्रियाओं को मिलाकर कई अन्य कार्यप्रणाली जैसे NAND, NOR इत्यादि (आगे के पैराग्राफों में चर्चा की गई)।

इन बेसिक कार्यात्मक परिपथों को गेट कहा जाता है जैसे OR गेट AND गेट और NOT गेट। लॉजिक ऑपरेशंस का व्यावहारिक कार्यान्वयन लॉजिक परिपथ द्वारा प्रभावित होता है। इस बीच एकीकृत परिपथ प्रौद्योगिकी में बड़ी संख्या में परिपथ फैमिलीं का आउट्पुट किया गया है। मानक विकास का प्रारंभिक बिंदु TTL (ट्रांजिस्टर-ट्रांजिस्टर-लॉजिक) फैमिली था (पहले यह आरटीएल और डीटीएल फैमिली था) जिससे बेहतर गुणों वाले कई अन्य फैमिली प्राप्त हुए हैं।TTL फैमिली के गेट्स में वोल्टेज लेवल और अनुमेय सहनशीलता को परिभाषित किया है। डिजिटल IC से जुड़ी कुछ महत्वपूर्ण शब्दावली नीचे दी गई है;

IC पैकेज के प्रकार (Types of IC package):

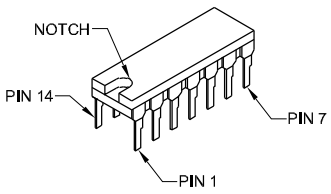
IC विभिन्न प्रकार के पैकेज प्रकारों में आते हैं। पैकेज के प्रकार को निर्धारित करने वाले कारक हैं:

- IC में निहित परिपथरी की मात्रा
- बाहरी कनेक्शनों की संख्या जिन्हें इसे बनाने की आवश्यकता है।
- पर्यावरण की नमी परिवेश का तापमान जिस पर IC को संचालित करना है
- PCB पर माउंट करने की विधि।

DIP [डुअल इन लाइन पैकेज] (DIP [Dual in line package]):

बाहरी कनेक्टिंग पिन पैकेज के दो लंबे एज के साथ समानांतर लाइन यों में हैं जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। डीआईपी IC में आंतरिक परिपथ के आधार पर पिनों की संख्या 4 से 64 तक भिन्न होती है। कम तापमान और कम आर्द्रता के लिए एपॉक्सी प्लास्टिक पैकेज का उपयोग किया जाता

Fig 3

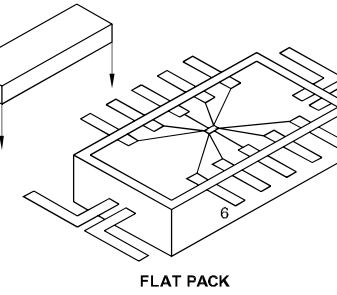


है। उच्च तापमान के लिए या बड़ी मात्रा में पॉवर की खपत करने वाले उपकरणों के लिए सिरेमिक पैकेज का उपयोग किया जाता है।

सिरेमिक फ्लैट पैकेज (Ceramic flat package):

इस प्रकार के IC पैकेजों को भली भांति बंद करके सील कर दिया जाता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है जिसका अर्थ है कि ये नमी के प्रभाव से पूरी तरह से प्रतिरक्षित हैं। इन पैकेजों का उपयोग अक्सर सैन्य उपकरणों

Fig 4



में किया जाता है कि इन्हें कठोर वातावरण का सामना करने में सक्षम होना चाहिए। पिन को पैकेज के चारों ओर नौच या डॉट से गिना जाता है। ये पैकेज आमतौर पर परिपथ बोर्ड पर उच्च गुणवत्ता वाले परिपथ में लगाए जाते हैं।

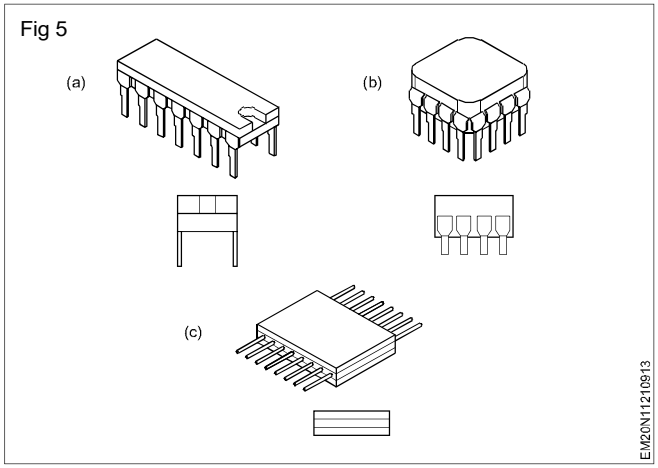
सरफेस माउंट पैकेज (Surface mount package):

यह लोकप्रिय पैकेज मानक DIP के समान है सिवाय इसके कि यह छोटा है और जैसा कि नाम से ही स्पष्ट है इसके पिनों की संरचना किया जाता है ताकि इसे PCB पर सीधे धातु के पैड में मिलाया जा सके। एक प्रकार का SMT पैकेज जिसे स्मॉल आउट लाइन IC कहा जाता है Fig 5a में दिखाया गया है। चूंकि सरफेस माउंट पैकेज परिपथ बोर्ड की एक सतह पर टांका लगाया जाता है इसलिए PCB पर छेदों को ड्रिल करने की आवश्यकता नहीं होती है। सरफेस माउंट उपकरणों के और भी लाभ हैं कि वे उपकरण

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

द्वारा अधिक आसानी से संभाले जाते हैं जो संरचना के दौरान परिपथ बोर्डों पर घटकों को सही स्थिति में स्वचालित रूप से माउंट करता है। PLCC (प्लास्टिक लीडेड चिप कैरियर) प्रकार का पैकेज Fig 5b में दिखाया गया है। SMT पैकेज की एक अन्य किस्म को फ्लैट पैक के रूप में जाना जाता है जिसे Fig 5c में दिखाया गया है।

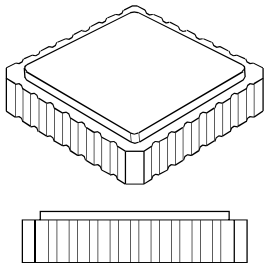
Fig 5



सिरेमिक चिप करियर पैकेज (Ceramic chip carrier package):

इन चिप्स को एक परिपथ में क्लैंप का इंटेन्ड है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है ताकि पैड उन संपर्कों के विपरीत दबें जो P.C.B सिग्नल लाइन पिन 100 से जुड़े हैं यह पैकेज नोकदार कोने के दाईं ओर है।

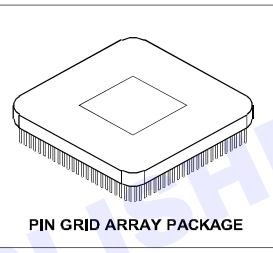
Fig 6



पिन ग्रिड ऐरे पैकेज (Pin grid array package):

इन IC का उपयोग वीएलएसआई डिजिटल परिपथ जैसे माइक्रोप्रोसेसर के लिए किया जाता है। सरणी में पिनों की संख्या आंतरिक परिपथ की जटिलता पर निर्भर करती है। फोर कॉर्नर पिन पोजीशन को आमतौर पर बिना पिन के छोड़ दिया जाता है। सामान्य ऐरे आकार 10 x 10 13 x 13 और 14 x 14 हैं इस तरह के बड़े IC को सॉकेट में रखा जाता है ताकि डिवाइस के विफल होने पर उन्हें आसानी से बदला जा सके।

Fig 7



क्र.सं.	जटिलता	गेट्स की संख्या	अनुप्रयोग
1	स्माल स्केल इन्टग्रेशन (SSI)	12 से कम	बेसिक गेट्स
2	मीडियम-स्केल इन्टग्रेशन (MSI)	12 से 99	फ्लिप-फ्लॉप, रजिस्टर आदि
3	लार्ज -स्केल इन्टग्रेशन (LSI)	100 से 9999	मेमोरीज, माइक्रोप्रोसेसर
4	वैरी लार्ज -स्केल इन्टग्रेशन (VLSI)	10000 से 99999	- do -
5	अल्ट्रा लार्ज-स्केल इंटीग्रेशन (ULSI)	100000 से ज्यादा	- do -

लॉजिक फैमिली (Logic family):

डिजिटल IC को न केवल उनकी जटिलता लॉजिकल संचालन संचालन की गति बल्कि विशिष्ट परिपथ प्रौद्योगिकी द्वारा भी वर्गीकृत किया जाता है परिपथ प्रौद्योगिकी को डिजिटल लॉजिक फैमिली के रूप में जाना जाता है। प्रत्येक लॉजिक फैमिली का अपना बेसिक इलेक्ट्रॉनिक परिपथ होता है जिस पर अधिक जटिल डिजिटल परिपथ और घटक विकसित होते हैं। प्रत्येक तकनीक में मूल परिपथ NAND, NOR या एक इन्वर्टर गेट है।बेसिक परिपथों की संरचना में प्रयुक्त इलेक्ट्रॉनिक घटकों और सामग्री को आमतौर पर प्रौद्योगिकी के नाम के रूप में उपयोग किया जाता है। इलेक्ट्रॉनिक परिपथ में उपयोग किए जाने वाले IC के विभिन्न लॉजिक फैमिलीों की संक्षेप में नीचे चर्चा की गई है।

ट्रांसिस्टर ट्रांसिस्टर लॉजिक (TTL) फैमिली (TTL Logic family):

TTL शब्द ट्रांजिस्टर -ट्रांजिस्टर लॉजिक के रूप में जाना जाता है। इस फैमिली में IC ट्रांजिस्टर के साथ बनाए जाते हैं। अधिकांश मानक TTL IC को ठीक से संचालित करने के लिए +4.75V और +5.25V के बीच पॉवर आपूर्ति वोल्टेज की आवश्यकता होती है। मानक TTL फैमिली के IC की पहचान उन संख्याओं से होती है जो 74 से शुरू होती हैं या सैन्य विनिर्देश उपकरणों के लिए 74 या 54 के बाद दो या तीन अंकों का उपयोग डिवाइस द्वारा किए गए लॉजिक कार्यों की पहचान करने के लिए किया जाता है। परिशिष्ट ‹ D › में दिए गए कार्यों के साथ 74 सीरीज TTL IC नंबरों में से कुछ।

TTL लॉजिक फ़ैमिली में कई उप फैमिली होते हैं जैसा कि लॉजिक फ़ैमिली ट्री में दिखाया गया है। विभिन्न TTL सीरीज ओं के बीच का अंतर उनकी विद्त विशेषताओं में है जैसे पॉवर खपत प्रापगेशन डिले और स्विचिंग गति। ये आंतरिक परिपथ द्वारा किए गए पिन असाइनमेंट या लॉजिक ऑपरेशन में भिन्न नहीं होते हैं।

सबसे लोकप्रिय 7400 सीरीज मानक TTL चिप्स की एक लाइन है। इस बाइपोलर फैमिली में विभिन्न प्रकार के संगत SSI और MSI उपकरण शामिल हैं। TTL डिजाइन को पहचानने का एक तरीका मल्टीपल एमिटर इनपुट ट्रांजिस्टर और टोटेम पोल आउटपुटट्रांजिस्टर है। मानक TTL चिप

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

में लगभग 10mw/ गेट का पॉवर खपत और लगभग 10ns का प्रसार विलंब होता है। सीरीज 74S00 एक शॉटकी डायोड है जिसमें कलेक्टर-बेस टर्मिनलों के समानांतर एक शॉटकी डायोड है।इसमें ट्रांजिस्टर को संतृप्त होने से रोका जाता है जिससे प्रसार विलंब आमतौर पर 3ns तक कम हो जाता है। आंतरिक प्रतिरोधों को बढ़ाकर और शॉटकी डायोड सहित 74LS00 से गिने जाने वाले कम शक्ति वाले शॉटकी डायोड की संरचना किया जाता है जो पॉवर खपत को 2mw प्रति गेट तक सीमित करता है लो पॉवर शॉटकी TTL, TTL प्रकारों का सबसे व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। उपकरणों के इस फैमिली में एक अस्थायी इनपुट एक उच्च इनपुट के बराबर है।उपकरणों के इस फैमिली में एक अस्थायी इनपुट एक उच्च इनपुट के बराबर है। विद्तीय रूप से नॉइज़ वातावरण में फ्लोटिंग इनपुट,आउटपुट फेज में अवांछित परिवर्तन उत्पन्न करने के लिए पर्याप्त नॉइज़ वोल्टेज बढ़ा सकते हैं और इसलिए इनपुट को TTL फैमिली में फ्लोटिंग नहीं रखा जाना चाहिए। एक संशोधित TTL डिजाइन अर्थात् तीन स्टेट TTL में हम आउटपुट को सीधे कनेक्ट कर सकते है। पहले कंप्यूटर में बेस के साथ ओपन-कलेक्टर डिवाइस का इस्तेमाल किया जाता था लेकिन पैसिव पुल-अप ने ऑपरेटिंग गति को सीमित कर दिया।ये नए उपकरण बहुत तेज़ हैं और इनमें एक कंट्रोल इनपुट है जो उपकरणों को बंद कर सकता है। जब ऐसा होता है तो आउटपुट फ्लोट करता है और एक उच्च प्रतिबाधा प्रस्तुत करता है कि क्या यह जुड़ा हुआ है और इसलिए इसका व्यापक रूप से आधारों से जुड़ने के लिए उपयोग किया जाता है।

ECL सर्किट (E C L Circuits):

एमिटर-युग्मित लॉजिक परिपथ आमतौर पर 5ns के प्रसार विलंब के साथ उच्चतम गति प्रदान करते हैं। सबसे कॉमन ECL IC को 10000 सीरीज के रूप में नामित किया गया है। ECL का उपयोग सुपर कंप्यूटर और सिग्नल प्रोसेसर जैसे सिस्टम में किया जाता है जहाँ उच्च गति आवश्यक होती है। निम्नलिखित कारणों से ECL फैमिली IC का उपयोग कुछ अनुप्रयोगों तक ही सीमित है।

- IC में गेट अपेक्षाकृत बड़ी मात्रा में पॉवर का खपत करते हैं।
- गेट्स को संचालित करने के लिए अतिरिक्त परिपथरी की आवश्यकता होती है।
- पॉवर की आपूर्ति वोल्टेज और लॉजिक लेवल ECL गेट्स को अन्य लॉजिक फैमिली के सदस्यों के साथ इंटरफेस करना मुश्किल होता हैं।

मॉस (MOS):

मेटल ऑक्साइड सेमीकंडक्टर एक एक पोलर ट्रांजिस्टर है जो केवल एक प्रकार के वाहक के प्रवाह पर निर्भर करता है जो या तो इलेक्ट्रॉन या होल हो सकते है। एक P-चैनल MOS को PMOS और N-चैनल को NMOS कहा जाता है। NMOS में आमतौर पर केवल एक प्रकार के MOS ट्रांजिस्टर वाले परिपथ में उपयोग किया जाता है। MOS तकनीक एक IC में बहुत बड़ी संख्या में परिपथ बनाये जाते हैं इस तकनीक में माइक्रोप्रोसेसरों मेमोरीज और अन्य LSI उपकरणों को संभव बनाया है जिनका उपयोग माइक्रो कंप्यूटर बनाने के लिए किया जाता है।

सीमॉस (CMOS):

PMOS परिपथ या NMOS परिपथ का उपयोग विभिन्न कारणों से T.T.L उपकरणों में किए गए सिंपल लॉजिक गेट डिवाइस बनाने के लिए सिंगल नहीं किया जा सकता है। हालाँकि कॉम्प्लीमेंटरी फैशन में जुड़े एक PMOS और NMOS ट्रांजिस्टर का उपयोग करके IC पर सपरिपथ की संरचना करके लॉजिक गेट उपकरणों का आउट्पुट करना संभव है जिनमें वांछित विशेषताएं हैं। यही कारण है कि इन IC कोकॉम्प्लीमेंटरी धातु ऑक्साइड अर्धचालक या सिर्फ CMOS कहा जाता है।

CMOS IC को 4000 सीरीज ओं में नामित किया गया है। फैमिली में लॉजिक कार्य शामिल हैं जैसे कि TTL फैमिली में उपलब्ध हैं। CMOS उप फैमिली +3V से +15V की पॉवर आपूर्ति वोल्टेज के साथ ठीक से कार्य करते हैं।

जब तक CMOS की 4000 सीरीज विकसित की गई तब तक अधिकांश लॉजिक डिजाइनर मानक TTL उप फैमिली में उपकरणों के लॉजिक कार्यों भाग संख्या और पिन कनेक्शन से बहुत परिचित हो गए थे। ताकि CMOS IC को TTL मानकों के साथ अधिक संगत बनाया जा सके CMOS TTL संगत IC को 74C00 सीरीज में उपलब्ध कराया गया है। 74HC00 सीरीज (उच्च गति) 74HCT00 सीरीज टेबल देखें CMOS और TTL लॉजिक फैमिलीं की प्रदर्शन तुलना नीचे दी गई टेबल में दी गई है:

विशिष्ट नॉइज़ मार्जिन की तुलना:

नॉइज़ मार्जिन	HCMOS (V)	Std TTL (V)	LS TTL (V)	S TTL (V)	AS TTL (V)
V_{NH}	1.4	0.4	0.7	0.7	0.7
V_{NL}	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4

डिजिटल ICS नंबरिंग सिस्टम

IC पैकेज पर संख्या और अक्षर लॉजिक फैमिली और डिवाइस के लॉजिक कार्य की पहचान करते हैं। इन नंबरों और अक्षरों के अलावा एक IC में नंबर और अक्षर हो सकते हैं जो निर्माता का नाम जिस कारखाने में डिवाइस की संरचना की गयी था उस वर्ष और महीना पैकेज का प्रकार और एक कोड जो इंगित करता है कि डिवाइस का परीक्षण कितनी अच्छी तरह से किया गया था।.

उदा०: 74HCTOON

74 HCT OO N

XXX XXX X

सामान्य पैकेज प्रकार के लिए लेटर कोड

N = प्लास्टिक डिप

J = सिरेमिक डिप

D = ग्लास/धातु डिप

W = फ्लैट पैक

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

तकनीक	CMOS		TTL				
	सिलिकॉन गेट	मेटल गेट	STD	लो पावर शॉटकी	शॉटकी	एडवांस लो पावर शॉटकी	एडवांस शॉटकी
डिवाइस सीरीज	74HC	4000	74	74LS	74S	74ALS	74AS
पॉवर खपत (mW/गेट)							
स्टैटिक	0.00000250.	0.001	10	2	19	1	8.5
100 kHZ पर	17	0.1	10	2	19	1	8.5
प्रापगेशन डिले समय (ns)							
(CL = 15 pF)	8	50	10	10	3	4	1.5
अधिकतम क्लाक आवृत्ति (मेगाहर्ट्ज)							
(CL = 15 pF)	40	12	35	40	125	70	200
गति / पॉवर प्रोडक्ट (pJ)							
(at 100 kHz)	1.4	11	100	20	57	4	13
न्यूनतम आउटपुट ड्राइव IOL (mA)							
(VO = 0.4V)	4	1.6	16	8	20	8	20
फैन-आउट;							
LS लोड्स	10	4	40	20	50	20	50
समान-सीरीज	*	*	10	20	20	20	40
अधिकतम इनपुट करंट IIL (mA)							
(VI = 0.4V)	±0.001	-0.001	-1.6	-0.4	-2.0	-0.1	-0.5

*फैन-आउट आवृत्ति पर निर्भर है

निर्माता कोड (Manufacturer code):

कोड	निर्माता
AM	एडवांस्ड माइक्रोडिवाइस
CD	GE/RCA
DM	नेशनल सेमीकंडक्टर
F	फेयर चाइल्ड
GD	गोल्ड स्टार
H	हार्रिस
HD	हिताची
IM	इंटेरसील
KS	सैमसंग
LR	शार्प

कोड	निर्माता
M	SGS
MC	मोटोरोला
MM	मोनोलिथिक मेमोरीज
MN	पैनासोनिक
N	सिग्नेटिक्स
P	इंटेल
SN	टेक्सास इंस्ट्रूमेंट्स
SP	SPI
US	स्प्रेग
TC	तोशीबा

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

संख्या प्रणाली (Number systems):

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **डेसीमल ,ऑक्टल, बाइनरी और हेक्साडेसिमल जैसी विभिन्न संख्या प्रणालियों के बीच अंतर और उनके और विभिन्न प्रकार के कोड के बीच रूपांतरण**
- **ट्रांजिस्टर का उपयोग करके NOT गेट की व्याख्या करना**
- **बूलियन बीजगणित और डी-मार्गन्स प्रमेय की समझ।**

परिचय (Introduction):

जब हम ‹नंबर› शब्द सुनते हैं तो हमें तुरंत डेसीमल अंक 0,1,2....9 और उनके कॉम्बिनेशन याद आते हैं। आधुनिक कंप्यूटर डेसीमल संख्याओं को प्रोसेस नहीं करते हैं। इसके बजाय वे बाइनरी नंबरों के साथ कार्य करते हैं जो केवल ‹0› और ‹1› अंकों का उपयोग करते हैं। बाइनरी नंबर सिस्टम और डिजिटल कोड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए मौलिक हैं। लेकिन लोग बाइनरी नंबरों के साथ कार्य करना पसंद नहीं करते क्योंकि बड़ी डेसीमल मात्राओं का प्रतिनिधित्व करते समय वे बहुत लंबे होते हैं। इसलिए ऑक्टल हेक्साडेसिमल और बाइनरी कोडेड डेसीमल जैसे डिजिटल कोड व्यापक रूप से बाइनरी नंबरों के लंबे स्ट्रिंग्स को संपीड़ित करने के लिए उपयोग किए जाते हैं।

बाइनरी नंबर सिस्टम में 1s और 0s होते हैं। इसलिए यह संख्या प्रणाली इसे डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स में अपनाने के लिए उपयुक्त है। डेसीमल संख्या प्रणाली दुनिया में सबसे अधिक इस्तेमाल की जाने वाली संख्या प्रणाली है। यह संख्याओं के मान दिखाने के लिए 10 अलग-अलग वर्णों का उपयोग करता है। चूंकि यह संख्या प्रणाली 10 विभिन्न वर्णों का उपयोग करती है इसलिए इसे आधार 10 प्रणाली कहा जाता है। एक संख्या प्रणाली का आधार आपको बताता है कि कितने विभिन्न वर्णों का उपयोग किया जाता है। एक संख्या प्रणाली के आधार के लिए गणितीय शब्द मूलांक है।

डेसीमल संख्या प्रणाली में प्रयुक्त 10 वर्ण 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 हैं।

पोजिशनल नोटेशन और वेटेज (Positional notation and weightage):

एक डेसीमल पूर्णांक मान को इकाइयों दहाई सैकड़ों हजारों आदि में व्यक्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए डेसीमल संख्या 1967 को 1967 = 1000+ 900+ 60+ 7 के रूप में लिखा जा सकता है। 10 की घातों में यह बन जाता है

10^3	10^2	10^1	10^0	
				$1 \times 10^3 = 1000$
				$9 \times 10^2 = 900$
				$6 \times 10^1 = 60$
1	9	6	7	$7 \times 10^0 = 7$
				1967

उदहारण- $[1967]_{10} = 1(10^3) + 9(10^2) + 6(10^1) + 7(10^0)$

यह डेसीमल संख्या प्रणाली स्थितीय संकेतन का एक उदाहरण है। प्रत्येक अंक की स्थिति का एक भार होता है। कम से कम महत्वपूर्ण अंक से शुरू होने वाले अनुक्रम 10^0, 10^1, 10^2 , 10^3 आदि में प्रत्येक अंक के लिए स्थितिगत भार भिन्न होता है।

अंकों के योग को उनके वेटेज से गुणा करने पर ऊपर दर्शाई गई कुल राशि का पता कर सकते है।

इसी तरह बाइनरी नंबर को वेटेज के रूप में लिखा जा सकता है।

डेसीमल समकक्ष प्राप्त करने के लिए स्थितिगत वेटेज निम्नानुसार लिखा जाना चाहिए।

$$[1010]_2 = 1(2^3) + 0(2^2) + 1(2^1) + 0(2^0)$$
$$= 8 + 0 + 2 + 0$$
$$[1010]_2 = [10]_{10}$$

किसी भी बाइनरी नंबर को उपरोक्त स्थितीय वेटेज विधि द्वारा डेसीमल संख्या में परिवर्तित किया जा सकता है।

डेसीमल से बाइनरी रूपांतरण (Decimal to Binary conversion)

दी गई डेसीमल संख्या को 2 से विभाजित करें जैसा कि नीचे दिखाया गया है और शेष को तब तक नोट करें जब तक आपको भागफल - शून्य न मिल जाए।

उदहारण

	0		
2	1	1	→ MSB
2	2	0	
2	4	0	
2	8	0	
2	17	1	
2	34	0	LSB

प्रत्येक डिवीजन द्वारा उत्पन्न शेष बाइनरी नंबर बनाते हैं। पहला शेष LSB बन जाता है और अंतिम शेष बाइनरी नंबर का MSB बन जाता है।

इसलिए, $[34]_{10} = [100010]_2$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डेसीमल	बाइनरी
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

हेक्साडेसिमल संख्या प्रणाली (Hexadecimal number system):

हेक्साडेसिमल सिस्टम में 16 कैरेक्टर होते हैं। वे डेसीमल में 0123456789 A B C D E F जहां A = 10 B = 11 C = 12 D = 13 E=14 F=15 हैं। इस प्रणाली में आधार 16 होता है। इस प्रणाली का उपयोग मुख्य रूप से कंप्यूटर के लिए प्रोग्राम विकसित करने के लिए किया जाता है।

उदाहरण के लिए,

$[23]_{16} = [35]_{10}$; $16^1 \text{ X } 2 + 16^0 \text{ X } 3 = 32 + 3 = 35$;

$[2C]_{16} = [44]_{10}$; $16^1 \text{ x } 2 + 16^0 \text{ x } 12 = 32 + 12 = 44$;

डेसीमल से हेक्साडेसिमल में रूपांतरण (Decimal to hexadecimal conversions):

डेसीमल का हेक्साडेसिमल में रूपांतरण बाइनरी रूपांतरण के समान है। अंतर केवल इतना है कि डेसीमल संख्या को सिक्रेन्शल रूप से 16 से विभाजित करें और शेष को नोट कर लें।

	0		
16	1	1	MSB
16	27	11 or B	
16	432	0	LSB

हेक्साडेसिमल से डेसीमल (Hexadecimal to Decimal):

यह रूपांतरण इसे स्थितीय संकेतन में रखकर किया जा सकता है।

Ex: $(223A)_{16} = 2 \text{ x } 16^{\wedge 3} + 2 \text{ x } 16^{\wedge 2} + 3 \text{ x } 16^{\wedge 1} + A \text{ x } 16^{\wedge 0}$

$= 2 \text{ x } 4096 + 2 \text{ x } 256 + 3 \text{ x } 16 + 10 \text{ x } 1$

$= 8192 + 512 + 48 + 10$

$= (8762)_{10}$

ऑक्टल संख्या (Octal number):

ऑक्टल संख्या प्रणाली बाइनरी संख्या को व्यक्त करने का एक सुविधाजनक तरीका प्रदान करती है। इनपुट और आउटपुट उद्देश्यों के लिए बाइनरी मात्रा को व्यक्त करने के लिए कंप्यूटर और माइक्रोप्रोसेसरों के कॉम्बिनेशन में हेक्साडेसिमल की तुलना में इसका कम बार उपयोग किया जाता है।

ऑक्टल संख्या प्रणाली की तुलना अंकों के प्रतीकों जैसे कि 0,1,2,3,4,5,6,7 से की जाती है।

चूँकि 8-प्रतीक हैं मूलांक या आधार 8 है। स्थितीय भार .....$8^3,8^2,8^1,8^0$

ऑक्टल संख्याओं को अन्य संख्या प्रणालियों से अलग करने के लिए सबस्क्रिप्ट 8 का उपयोग इस प्रकार किया जाता है:

उदहारण $(15)_8 \tilde{} (13)_{10}$

ऑक्टल डेसीमल

ऑक्टल से डेसीमल रूपांतरण (Octal to Decimal conversion):

	0		
8	1	1	MSB
8	13	5	LSB

अन्य संख्या प्रणालियों की तरह प्रत्येक अंक को उसके स्थितीय भार से गुणा किया जाना चाहिए और डेसीमल समतुल्य प्राप्त करने के लिए जोड़ा जाना चाहिए।

(2374)8 को डेसीमल संख्या में बदलें

पोजिशनल वेटेज : 8^3, 8^2, 8^1, 8^0

ऑक्टल संख्या - 2 3 7 4

$(2374)_8 = (2 \text{ x } 8^3)+(3 \text{ x } 8^2)+(7 \text{ x } 8^1)+(4 \text{ x } 8^0)$

$= (2 \text{ x } 512) +(3 \text{ x } 64) +(7 \text{ x } 8) +(4 \text{ x } 1)$

$= 1024 + 192 + 56 + 4$

$(2374)_{10} = (1276)_{10}$

डेसीमल से ऑक्टल रूपांतरण (Decimal to octal conversion):

एक डेसीमल संख्या को एक ऑक्टल संख्या में परिवर्तित करने की एक विधि 8 से दोहराया गया डिवीज़न है प्रत्येक क्रमिक डिवीज़न 8 से शेषफल प्राप्त होता है जो समतुल्य ऑक्टल संख्या में एक अंक बन जाता है। उत्पन्न होने वाला पहला शेष कम से कम महत्वपूर्ण अंक (LSD) है। ऑक्टल से

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

0

8 | 5 5 MSB

8 | 44 4 or B

8 | 359 7 LSB

ऑक्टल से बाइनरी (Octal to binary):

प्रत्येक ऑक्टल अंक को 3-बिट बाइनरी नंबर द्वारा दर्शाया जाता है इस वजह से ऑक्टल से बाइनरी में कनवर्ट करना बहुत आसान है। जैसा कि टेबल में दिखाया गया है प्रत्येक ऑक्टल अंक को तीन बिट्स द्वारा दर्शाया जाता है।

ऑक्टल संख्या	0	1	2	3	4	5	6	7
बाइनरी संख्या	000	001	010	011	100	101	110	111

प्रत्येक ऑक्टल नंबर को बाइनरी में बदलने के लिए प्रत्येक ऑक्टल अंकों को संबंधित बाइनरी बिट्स से बदलें।

उदाहरण

1 $(25)8 = (\ )_2$

2 5

010 101

$(25)_8 = (010101)_2$

2 $(7526)_8 = (\ )_2$

7 5 2 6

111 101 010 110

$(7526)_8$ = (111101010110)2

बाइनरी से ऑक्टल (Binary to octal):

बाइनरी नंबर को ऑक्टल नंबर में बदलना ऑक्टल-टू-बाइनरी रूपांतरण का उल्टा है। प्रक्रिया निम्नलिखित है।

1 तीन बिट्स के सबसे दाएं समूह से शुरू करें और दाएं से बाएं ओर बढ़ते हुए प्रत्येक 3-बिट समूह को बराबर ऑक्टल अंक में परिवर्तित करें।

2 यदि सबसे बाएं समूह के लिए तीन बिट उपलब्ध नहीं हैं तो पूरा समूह बनाने के लिए एक या दो शून्य जोड़ें। ये अग्रणी शून्य बाइनरी संख्या के मान को प्रभावित नहीं करेंगे।

उदाहरण

(110101)2 = ($)_8$

110 101

6 5 = $(65)_8$

(11010000100) $)_2$ = ( )

011 010 000 100 = $(3204)_8$

3 2 0 4

BCD (बाइनरी कोडेड डेसीमल) (Binary Coded Decimal):

बाइनरी कोडेड डेसीमल (BCD) प्रत्येक डेसीमल अंक को बाइनरी कोड के साथ व्यक्त करने का एक तरीका है क्योंकि BCD सिस्टम में केवल दस कोड समूह हैं डेसीमल और BCD के बीच कनवर्ट करना बहुत आसान है। क्योंकि डेसीमल प्रणाली का उपयोग पढ़ने और लिखने के लिए किया जाता है BCD कोड बाइनरी सिस्टम के लिए एक उत्कृष्ट इंटरफ़ेस प्रदान करता है। ऐसे इंटरफेस के उदाहरण कीपैड इनपुट और डिजिटल रीडआउट हैं।

8421 कोड (8421 code):

8421 कोड बाइनरी कोडेड डेसीमल (BCD) का एक प्रकार है बाइनरी कोडेड डेसीमल का अर्थ है कि प्रत्येक डेसीमल अंक 0 से 9 तक चार बिट्स के बाइनरी कोड द्वारा दर्शाया जाता है। कोड 8421 चार बिट्स (2, 2^3 , 2^2, 2^1, 2^0) के बाइनरी भार को इंगित करता है। इस कोड के मुख्य लाभ में 8421 कोड संख्याओं और परिचित डेसीमल संख्याओं के बीच रूपांतरण की आसानी आपको केवल दस बाइनरी कॉम्बिनेशन ों को याद रखना है जो टेबल में दिखाए गए दस डेसीमल अंकों का प्रतिनिधित्व करते हैं।

डेसीमल 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

अंक

BCD 0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111

1000 1001

8421 कोड पूर्व-प्रमुख BCD कोड है और जब हम BCD का उल्लेख करते हैं तो हमारा मतलब हमेशा 8421 कोड से होता है जब तक कि अन्यथा न कहा गया हो।

अमान्य कोड (Invalid code):

आपको पता होना चाहिए कि चार बिट्स के साथ सोलह संख्याओं (0000 से 1111) का प्रतिनिधित्व किया जा सकता है लेकिन 8421 कोड में इनमें से केवल दस का उपयोग किया जाता है। 8421 बकद कोड में 1010 1011 1100 1101 1110 और 1111 इस्तेमाल नहीं किए गए छह कोड कॉम्बिनेशन अमान्य हैं।

BCD में किसी भी डेसीमल संख्या को व्यक्त करने के लिए प्रत्येक डेसीमल अंक को लगभग 4-बिट बाइनरी कोड से बदलें।

उदाहरण

1 $(35)_{10}$ = (?) 8421 code

3 5

0011 0101 = 00110101

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

2 $(2458)_{10}$ = (?) 8421 code

2 4 5 8

0010 0100 0101 1000 = 0010010001011000

डिजिटल सिस्टम में BCD कोड के अलावा कई विशेष कोड का उपयोग किया जाता है। कुछ कोड स्ट्रिक्टली संख्यात्मक होते हैं जैसे BCD और अन्य अल्फान्यूमेरिक होते हैं जिनका उपयोग संख्याओं अक्षरों प्रतीकों और निर्देशों का प्रतिनिधित्व करने के लिए किया जाता है।

BCD कोड के अलावा आमतौर पर इस्तेमाल किए जाने वाले कोड हैं

1 ग्रे कोड

2 एक्सेस 3 कोड

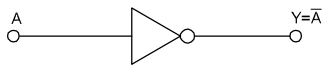
3 ASCII कोड - अमेरिकन सूचना लेन-देन के लिए मानक कोड

4 अल्फ़ान्यूमेरिक कोड

इनवर्टर (NOT गेट) (Inverters) (NOT Gate):

एक इन्वर्टर एक गेट है जिसमें केवल एक इनपुट सिग्नल और एक आउटपुट सिग्नल होता है। आउटपुट स्टेट हमेशा इनपुट स्टेट के इनवर्स होता है। लॉजिक प्रतीक Fig 1 में दिखाया गया है।

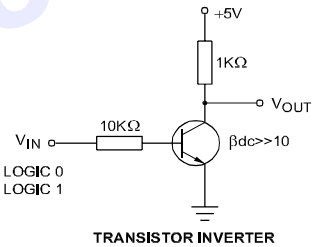
Fig 1



ट्रांजिस्टर इन्वर्टर (Transistor inverter):

उपरोक्त परिपथ ट्रांजिस्टर इन्वर्टर परिपथ दिखाया गया है। परिपथ एक सामान्य एमिटर एम्पलीफायर है जो इनपुट वोल्टेज के आधार पर संतृप्ति या कट ऑफ क्षेत्र में कार्य करता है। जब Vin निम्न लेवल पर होता है (सिलिकॉन प्रकार में ट्रांजिस्टर में 0.6V कट इन वोल्टेज है) तो ट्रांजिस्टर कट ऑफ स्थिति में चला जाता है और कलेक्टर धारा शून्य होती है। इसलिए Vout= 5V जिसे उच्च लॉजिक लेवल के रूप में लिया जाता है। दूसरी ओर जब विन उच्च लेवल पर होता है तो ट्रांजिस्टर संतृप्त हो जाता है और Vout = Vsat = 0.3V अर्थात निम्न लेवल होता है।

Fig 2



टेबल द्वारा ऑपरेशन को सारांशित किया जा सकता है

Vin	Vout
Low(0)	High(1)
High(1)	Low(0)

इन्वर्टर के लिए लॉजिक एक्सप्रेशन इस प्रकार है: यदि इनपुट वेरिएबल ‹A› और आउटपुट वेरिएबल को Y कहा जाता है तो आउटपुट Y =A

वेरिएबल (Variable):

एक चर एक प्रतीक है (आमतौर पर एक इटैलिक अपरकेस अक्षर) जिसका उपयोग लॉजिकल मात्रा का प्रतिनिधित्व करने के लिए किया जाता है। कोई भी एकल चर का 1 या 0 मान हो सकता है।

उदा०: A,B,C,D or X,Y,Z आदि

कॉम्प्लिमेंट्स (पूरक) (Complements):

पूरक एक चर का इंवर्स है और चर के ऊपर एक बार द्वारा इंगित किया जाता है।

उदाहरण: A का पूरक है A के पूरक को «A बार» के रूप में पढ़ा जाता है।

शाब्दिक (Literal):

एक शाब्दिक एक चर या एक चर का पूरक है।

बूलियन योग

0 + 0 = 0

0 + 1 = 1

1 + 0 = 1

1 + 1 = 0 कैरी के साथ

बूलियन बीजगणित में एक योग शब्द शाब्दिक का योग है। लॉजिक परिपथ में NAND ऑपरेशन के साथ OR ऑपरेशन द्वारा एक योग टर्म तैयार किया जाता है।

उदा०: A+B A+ + B

एक योग पद 1 के बराबर होता है जब पद में एक या अधिक अक्षर 1 होते हैं। एक योग पद 0 के बराबर होता है और केवल तभी जब प्रत्येक शाब्दिक 0 हो।

बूलियन गुणन (Boolean multiplication):

बूलियन गुणन AND ऑपरेशन के बराबर है और बेसिक नियम इस प्रकार हैं।

0.0 = 0

1.0 = 0

0.1 = 0

1.1 = 1

बूलियन बीजगणित में एक प्रोडक्ट शब्द शाब्दिक का प्रोडक्ट है। लॉजिक परिपथ में एक प्रोडक्ट शब्द एक AND ऑपरेशन द्वारा निर्मित होता है जिसमें कोई OR ऑपरेशन शामिल नहीं होता है।

Ex: AB, B, A$\overline{B}$, $\overline{A}$ $\overline{B}$

NOT TO BE REPUBLISHED © NIMI

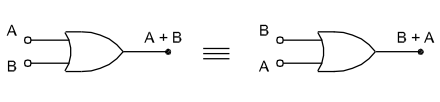
एक प्रोडक्ट शब्द 1 के बराबर होता है यदि और केवल यदि शब्द में प्रत्येक अक्षर एक (1) है। एक प्रोडक्ट शब्द 0 के बराबर होता है जब एक या अधिक शाब्दिक 0 होते हैं।

बूलियन बीजगणित के नियम (Laws of Boolean algebra):

कम्यूटेटिव लॉ (Commutative law):

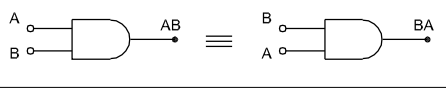
दो चरों के योग के लिए क्रम विनिमेय नियम को बीजगणितीय रूप से A + B = B + A लिखा जाता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



दो चर गुणन के लिए क्रमविनिमेय नियम AB= BA है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4

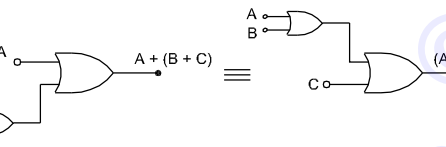


लॉ यह कहता है कि जिस क्रम में चर OR/AND हैं उससे कोई फर्क नहीं पड़ता।

साहचर्य नियम (Associative law):

योग का साहचर्य नियम तीन चरों के लिए बीजगणितीय रूप से इस प्रकार लिखा जाता है जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

Fig 5



A+(B+C) = (A+B) + C

गुणन का साहचर्य नियम तीन चरों के लिए इस प्रकार लिखा गया है।

A(BC) = (AB)C

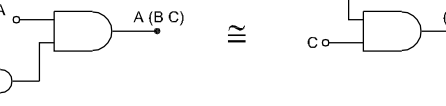
यह नियम कहता है कि दो से अधिक चरों को OR/AND करते समय चरों को किस क्रम में समूहीकृत किया जाता है इससे कोई फर्क नहीं पड़ता।

वितरण नियम (Distributive law):

वितरण नियम तीन चरों के लिए इस प्रकार लिखा गया है।

A(B+C) = AB + AC

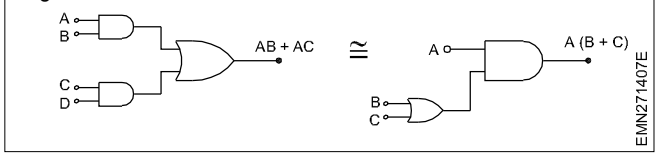
Fig 6



यह नियम बताता है कि OR दो या दो से अधिक चर AND और एक एकल चर के साथ परिणाम दो या दो से अधिक चरों में से प्रत्येक के साथ एकल चर के बराबर है AND और OR गुणनफल Sजैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है।

वितरण नियम फैक्टरिंग की प्रक्रिया को भी व्यक्त करता है जिसमें सामान्य चर ‹A› को गुणनफल शर्तों से अलग किया जाता है।

Fig 7



उदा॰: AB + AC = A(B+C)

बूलियन बीजगणित नियम (Boolean Algebra Rules):

1 $A + 0 = A$

2 $A + 1 = 1$

3 $A + A = A$

4 $A + \overline{A} = 1$

5 $A + AB = A$

6 $A + \overline{A}B = A + B$

7 $A \cdot 0 = 0$

8 $A \cdot 1 = A$

9 $\overline{\overline{A}} = A$

10 $A \cdot A = A$

11 $A \cdot \overline{A} = 0$

12 $(A + B)(A + C) = A + BC$

डी-मॉर्गन प्रमेय (De-Morgans theorem):

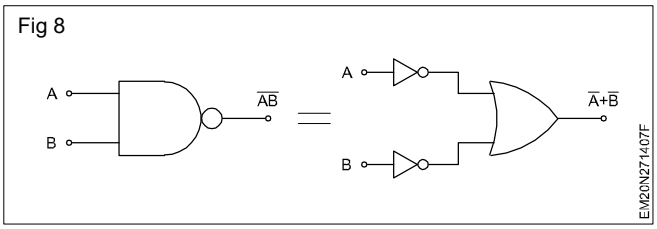
प्रमेय I (Theorem):

चर के गुणनफल का पूरक चर के पूरक के योग के बराबर होता है।

$\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$

दो या दो से अधिक चरों का पूरक AND व्यक्तिगत चरों के पूरक के OR के बराबर होता है। संबंधित Fig Fig 8 में दिखाया गया है।

Fig 8

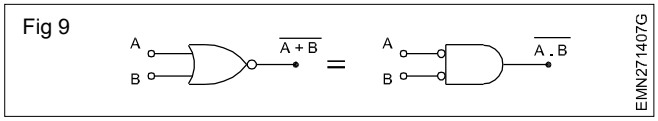


प्रमेय II (Theorem):

चरों के योग का पूरक चरों के योग के गुणनफल के बराबर होता है।

जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है दो या दो से अधिक चरों का पूरक OR अलग-अलग चरों के पूरक के AND के बराबर होता है।

Fig 9



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डी-मॉर्गन के प्रमेय का उपयोग करके समीकरण को सरल बनाएं (Simplify the equation using De-Morgan's theorem):

1 $\overline{(A+B+C)D} = \overline{A+B+C}\ \overline{D} \quad (\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B})$

$= \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}.\overline{D} \quad (\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B})$

2 $\overline{ABC+DEF} = \overline{ABC}.\overline{DEF}\ (\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B})$

$= (\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}).(\overline{D}+\overline{E}+\overline{F})$

बूलियन समीकरणों का सरलीकरण (Simplification of Boolean equations):

सिद्ध करें कि $A + \overline{A}B = A + B$

LHS

$= A + \overline{A}B$

$= (A + AB) + \overline{A}B$

$= AA + AB + \overline{A} \cdot B$

$= AA + AB + \overline{A}B + 0$

$= AA + AB + \overline{A}B + A\overline{A}$

$= A(A + B) + \overline{A}(B + A)$

$= (A + \overline{A})(A + B)$

$= 1.(A + B)$

$= A + B$

सिद्ध करें कि (A+B)(A+B)=A+BC

LHS =(A+B)(A+C)

=AA+AC+BA+BC

=A+AC+AB+BC

=A(1+C)+AB+BC since

=A+AB+BC A=A.A;

=A(1+B)+BC A=0

=A+BC A+¯A+1

बूलियन समीकरण का उपयोग करके लॉजिक परिपथ का सरलीकरण (Simplification of logic circuit using Boolean Equation):

AB + A(B+C) + B(B+C)

चरण I: बूलियन समीकरणों को सरल बनाएं

AB + AB + AC + BB + BC (Distributive law)

AB + AC + B + BC Since BB=B

AB + B + AC (A+ A = A A.A =A)

B(A + 1) + AC (1+A=1)

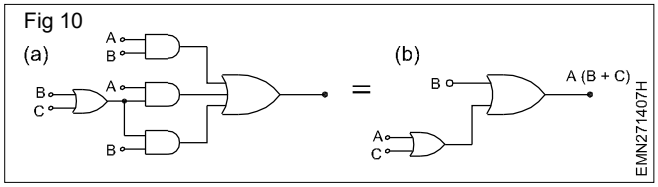
B + AC

चरण II : समीकरणों के लिए लॉजिक आरेख लिखें

AB + A(B+C) + B(B+C) = B + AC

सरलीकरण से पहले के परिपथ को Fig 10a में दिखाया गया है। सरलीकरण के बाद परिपथ Fig 10b में दिखाया गया है।

Fig 10



उपरोक्त लॉजिक आरेख और संबंधित बूलियन समीकरण दिखाते हैं कि वांछित लॉजिक आउटपुट के लिए लॉजिक परिपथ के सरलीकरण के लिए कोई बूलियन बीजगणित का उपयोग कैसे कर सकता है

उपरोक्त उदाहरण से यह साबित होता है कि बूलियन बीजगणित का उपयोग करके आउटपुट परिणाम के समान सेट के लिए लॉजिक परिपथ गेट्स को कैसे लो किया जा सकता है। लो लॉजिक परिपथ कम पॉवर की खपत करता है और प्रसार विलंब समय भी कम हो जाता है दूसरे शब्दों में परिपथ की गति बढ़ जाती है।

उदाहरण:

2 बूलियन व्यंजक को सरल कीजिए और दिए गए समीकरण और सरलीकृत समीकरण के लिए लॉजिक आरेख लिखिए।

$$\overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C + ABC$$

$$\overline{A}BC + \overline{B}\overline{C}(A + \overline{A}) + AC(\overline{B} + B)$$

$$\overline{A}BC + \overline{B}\overline{C} + AC$$

$$\overline{A}BC + AC + \overline{B}\overline{C}$$

$$C(A + \overline{A}B) + \overline{B}\overline{C}$$

$$C(A + B) + \overline{B}\overline{C}$$

$$AC + BC + \overline{B}\overline{C}$$

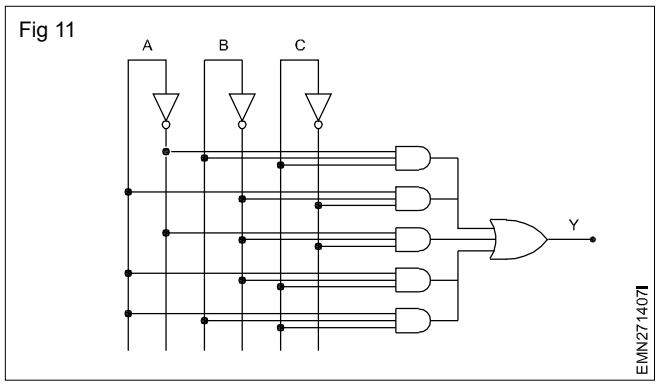
$$\overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C = ABC = Y$$

$$AC + BC + \overline{B}C = Y$$

$\overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C + ABC = Y$

दिए गए समीकरण का लॉजिक आरेख Fig 11 में दिखाया गया है।

Fig 11



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

लॉजिक गेट्स और लॉजिक प्रोब्स (Logic gates and logic probes)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **लॉजिक गेट्स के कार्य की व्याख्या करना**
- **डायोड और उसकी ट्रुथ टेबल का उपयोग करके AND गेट की व्याख्या करना**
- **डायोड और उसकी ट्रुथ टेबल का उपयोग करके OR गेट की व्याख्या करना**
- **ट्रांजिस्टर और उसकी ट्रुथ टेबल का उपयोग करके एक NOT गेट की व्याख्या करना**
- **NAND NOR गेट और उनकी ट्रुथ टेबलकी व्याख्या करना**
- **EX-OR और EX-NOR गेट्स और उनकी ट्रुथ टेबल की व्याख्या करना**

परिचय (Introduction):

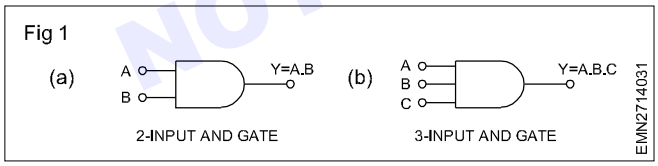
लॉजिक गेट्स इलेक्ट्रोनिक परिपथ होते हैं जिनका उपयोग डिजिटल परिपथ में निर्णय लेने के उद्देश्य से किया जाता है। लॉजिक परिपथ मूल रूप से दो प्रकार के होते हैं अर्थात् निर्णय लेने वाले परिपथ और मेमोरी परिपथ। उनका कार्य उनके द्वारा प्राप्त बाइनरी इनपुट पर निर्भर करता है और बाइनरी आउटपुट का आउट्पुट करता है जो इनपुट के साथ-साथ उनके द्वारा लागू किए गए लॉजिक परिपथ की विशेषताओं का एक कार्य है। सभी लॉजिक गेटों में एक ही आउटपुट होता है और उनमें दो या अधिक इनपुट हो सकते हैं।विशिष्ट निर्णय लेने के कार्य के लिए कई प्रकार के लॉजिक गेट्स का उपयोग किया जाता है। बेसिक लॉजिक गेट्स लॉजिक गेट्स का एक समूह है जिसे विशेष रूप से AND OR और NOT गेट्स कहा जाता है। इन सभी गेट्स के अपने समान लॉजिकल कार्य हैं। इन गेट्स के कॉम्बिनेशन से हम कोई भी बूलियन या लॉजिकल फलन या कोई लॉजिकल फंक्शन प्राप्त कर सकते हैं।

AND गेट्स (AND gates):

AND गेट में दो या अधिक इनपुट होते हैं लेकिन केवल एक आउटपुट होता है। उच्च आउटपुट प्राप्त करने के लिए सभी इनपुट संकेतों को उच्च रखा जाना चाहिए। एक इनपुट निम्न होने पर भी आउटपुट निम्न हो जाता है।

2 इनपुट और 3 इनपुट और गेट के लिए योजनाबद्ध प्रतीकों को Fig 1a और 1b में दिखाया गया है।

Fig 1



ट्रुथ टेबल

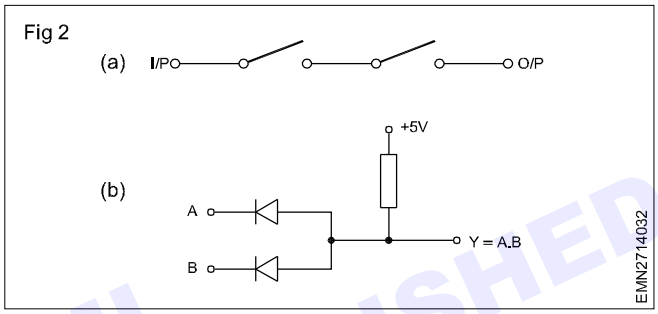
दो इनपुट AND गेट

A	B	Y = A.B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND गेट का विद्त समतुल्य परिपथ (Electrical equivalent circuit of an AND gate)

डायोड का उपयोग करने वाले AND गेट और AND गेट के विद्त समतुल्य Fig 2a और 2b में दिखाए गए हैं।

Fig 2

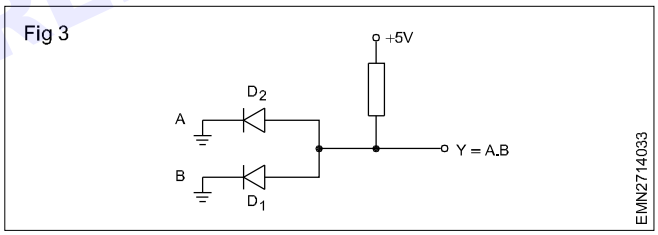


डायोड का उपयोग करके दो इनपुट AND गेट:

शर्त-1:(Condition 1)

A = 0 B = 0 Y = 0 जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



उपरोक्त स्थिति के दौरान इनपुट A और B को लॉजिक लो इनपुट बनाने के लिए ग्राउंड किया जाता है। इस स्थिति के दौरान दोनों डायोड आउटपुट Y को लॉजिक 0 पर ले जाते हैं

शर्त-2: (Condition 2)

A = 0 B = 1 Y = 0 जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4 में दर्शाई गई स्थिति में डायोड D1 को लॉजिक-0 इनपुट से तथा डायोड D2 को +5V [लॉजिक हाई] से जोड़ा जाता है। डायोड D1 अग्र बायस में है और कंडक्ट करता है। डायोड D2 में एनोड और कैथोड पर समान क्षमता (+5V) है। तो एनोड और कैथोड के बीच संभावित अंतर 0 है। इसलिए डायोड D2 कंडक्ट नहीं करता है। आउटपुट Y को लॉजिक शून्य तक पुल किया जाता है क्योंकि D1 संचालन कर रहा है।

शर्त-3:

A = 1 B = 0 Y = 0 जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 4

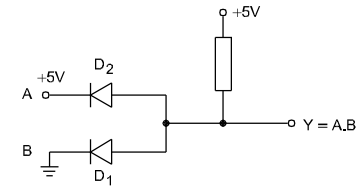
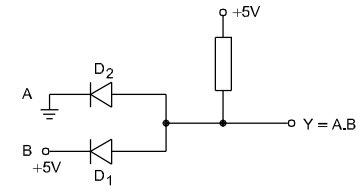


Fig 5



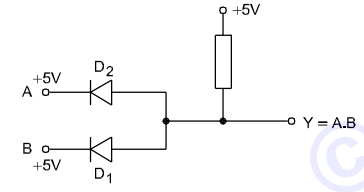
शर्त-3 शर्त-2 के समान है। D2 अग्र बायस्ड है। D1 पश्च बायस्ड है। इसलिए आउटपुट Y को लॉजिक-0 की ओर पुल करता है।

शर्त-4:

A = 1 B = 1 Y = 1 जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

इस स्थिति में दोनों डायोड पश्च बायस्ड होते हैं। अतः दोनों डायोड खुले परिपथ के रूप में कार्य करते हैं। इसलिए आउटपुट Y 5V है यानी y लॉजिक 1 कंडीशन में है।

Fig 6



पिन डायग्राम के लिए IC की डेटा शीट देखें।

उदाहरण के लिए यदि इनेबल पल्स के 1 सेकंड के अंतराल में 1000 पल्सेस गेट से गुजरती हैं तो 1000 पल्स/सेकंड होती हैं। यानी फ्रीक्वेंसी 1000Hz है।

AND गेट्स IC के रूप में उपलब्ध हैं। IC7408 एक TTL टाइप है और गेट IC जिसके पास में 4 नंबर AND गेट हैं।

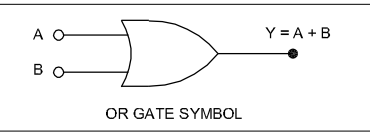
OR गेट(OR gate):

OR गेट में दो या दो से अधिक इनपुट होते हैं लेकिन केवल एक आउटपुट होता है।

OR गेट का आउटपुट 1 स्टेट में होगा यदि एक या अधिक इनपुट 1 स्टेट में हैं। केवल जब सभी इनपुट 0 स्टेट में होंगे तो आउटपुट 0-स्टेट में जाएगा। Fig 7 एक OR गेट का योजनाबद्ध प्रतीक दिखाया गया है

OR गेट के लिए बूलियन व्यंजक है। Y=A +B

Fig 7

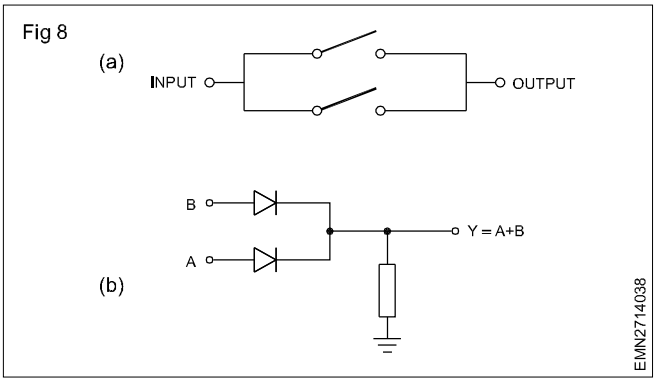


समीकरण को Y बराबर A OR B पढ़ा जाता है नीचे दी गई दो इनपुट ट्रुथ टेबल OR ऑपरेशन की परिभाषा के बराबर होती है।

OR गेट के लिए ट्रुथ टेबल

A	B	Y=A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fig 8



NOT गेट (NOT gate):

NOT गेट में केवल एक इनपुट और एक आउटपुट है जैसा कि Fig 9A में दिखाए गए योजनाबद्ध प्रतीक के अनुसार है और Fig 9 B में डिसक्रीट कंपोनेंट्स का उपयोग करके NOT गेट की संरचना करने के लिए परिपथ दिखाया गया है।

NOT गेट बाइनरी सिग्नल इनपुट के लॉजिक स्टेज को उलट देता है। प्रतीक के आउटपुट पर छोटे वृत्त (बुलबुला) को औपचारिक रूप से एक निषेध संकेतक कहा जाता है और लॉजिकल पूरक को नामित करता है।

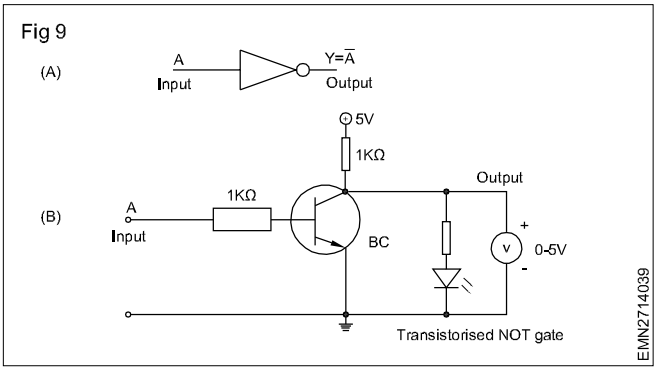
NAND गेट (NAND gate):

NAND गेट AND ऑपरेशन का पूरक है। इसका नाम NOT, AND का संक्षिप्त रूप है।

NAND गेट के लिए योजनाबद्ध प्रतीक में आउटपुट पर एक बबल के साथ और प्रतीक होता है जो दर्शाता है कि और गेट के आउटपुट पर एक पूरक ऑपरेशन किया जाता है।

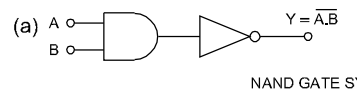
NAND गेट का योजनाबद्ध प्रतीक और ट्रुथ टेबल Fig 10a और b में दिखाया गया है।

Fig 9



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 10



NAND GATE SYMBOL

ट्रुथ टेबल

A	B	Y=A.B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ट्रुथ टेबल स्पष्ट रूप से दर्शाती है कि NAND गेट संचालन AND गेट का पूरक है।

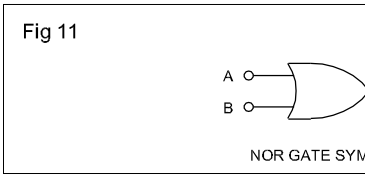
NOR गेट (NOR gate):

NOR गेट OR ऑपरेशन का पूरक है। इसका नाम NOT, OR का संक्षिप्त रूप है।

NOR गेट के लिए योजनाबद्ध प्रतीक में आउटपुट पर एक बबल के साथ एक OR प्रतीक होता है जो दर्शाता है कि OR गेट के आउटपुट पर एक पूरक ऑपरेशन किया जा रहा है।

NOR गेट का योजनाबद्ध प्रतीक और ट्रुथ टेबल Fig 11 में दिखाया गया है।

Fig 11



NOR GATE SYMBOL

ट्रुथ टेबल

इनपुट		**आउट्पुट**
A	B	Y=A+B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOR गेट का आउटपुट ‹0› होता है भले ही कोई इनपुट लॉजिक 1 हो। केवल जब दोनों इनपुट लॉजिक ‹0› हों तो आउटपुट लॉजिक <1› होता है।

IC 7402 एक TTL टाइप NOR गेट IC है। इसमें 4 NOR गेट होते हैं। IC के पिन विवरण के लिए IC की डेटा शीट देखें।

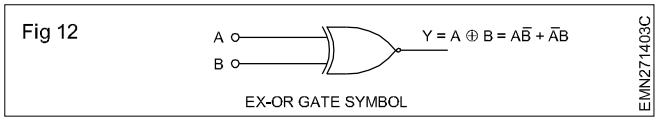
EX-OR गेट (Exclusive-OR gate):

एक्सक्लूजिव OR गेट वास्तव में पहले से चर्चा किए गए अन्य गेटों के कॉम्बिनेशन से बनता है। हालांकि कई अनुप्रयोगों में उनके मौलिक महत्व के कारण इन गेट्स को अपने स्वयं के यूनिक प्रतीकों के साथ मूल लॉजिक तत्व के रूप में माना जाता है।

EX-OR गेट में अन्य गेटों के इनवर्स केवल दो इनपुट होते हैं इसमें कभी भी दो से अधिक इनपुट नहीं होते हैं।

एक्सक्लूजिव -OR (संक्षेप में XOR) का योजनाबद्ध प्रतीक Fig 12 में दिखाया गया गेट है।

Fig 12



EX-OR GATE SYMBOL

EX-OR गेट की ट्रुथ टेबल नीचे दी गई है।

ट्रुथ टेबल

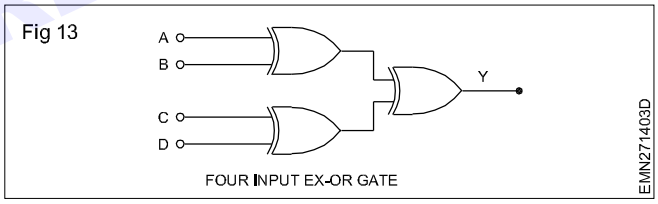
A	B	Q=A⊕B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

बिल्डिंग ब्लॉक्स के रूप में 2-इनपुट EX-OR गेट्स का उपयोग करके एक EX-OR गेट को दो से अधिक इनपुट के साथ बनाया जा सकता है जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है

चार इनपुट EX-OR गेट (Four input EX-OR gate):

Y = A+B+C+D

Fig 13



FOUR INPUT EX-OR GATE

ट्रुथ टेबल

A	B	C	D	Y	इनपुट के लिए टिप्पणियाँ
0	0	0	0	0	Even
0	0	0	1	1	odd
0	0	1	0	1	odd
0	0	1	1	0	Even
0	1	0	0	1	odd
0	1	0	1	0	Even
0	1	1	0	0	Even

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

0	1	1	1	1	odd
1	0	0	0	1	odd
1	0	0	1	0	Even
1	0	1	0	0	Even
1	0	1	1	1	odd
1	1	0	0	0	Even
1	1	0	1	1	odd
1	1	1	0	1	odd
1	1	1	1	0	Even

4-इनपुट EX -OR गेट की ट्रुथ टेबल को संदर्भित करके क्रिया को सारांशित करने के लिए प्रत्येक इनपुट संख्या 1 की विषम संख्या के साथ एक लॉजिक उच्च (1) आउटपुट उत्पन्न करता है और 1 की सम संख्या वाले शब्दों के लिए यह लॉजिक -निम्न (0) आउटपुट उत्पन्न करता है। इस कारण से EX-OR गेट का उपयोग समता जाँच के लिए किया जाता है IC 7486 एक QUAD 2 इनपुट EX-OR गेट है जो TTL और CMOS फैमिली दोनों में उपलब्ध है।

समता परीक्षक के रूप में EX- OR गेट का अनुप्रयोग (Application of EX- OR gate as a parity checker):

समता एक बाइनरी संख्या में 1 की संख्या का उल्लेख करने के लिए इस्तेमाल किया जाने वाली संख्या है। सम समता का अर्थ है कि n-बिट इनपुट में सम संख्या 1s होती है। उदाहरण के लिए 110011 में सम समता है क्योंकि इसमें चार 1 हैं। विषम समता का अर्थ है कि n-बिट इनपुट में विषम संख्या का 1s है। उदाहरण के लिए 110001 में विषम समता है क्योंकि इसमें तीन 1s हैं।

पैरिटी चेकर (Parity checker):

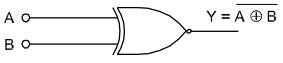
एक्सक्लूजिव-OR गेट बाइनरी नंबर की समता की जांच के लिए आदर्श होते हैं क्योंकि जब इनपुट में विषम संख्या 1s होती है तो वे आउटपुट 1 का आउट्पुट करते हैं। इसलिए एक्सक्लूजिव -OR गेट के लिए सम पैरिटी इनपुट लो आउटपुट देता है जबकि विषम पैरिटी इनपुट ज्यादा आउटपुट देता है।

एक्सक्लूजिव-NOR गेट (Exclusive-NOR gate):

इनपुट		आउट्पुट
A	B	Q= A + B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

EX-NOR (XNOR) गेट के लिए योजनाबद्ध प्रतीकों को Fig 14 में दिखाया गया है। XOR गेट की तरह XNOR में केवल दो इनपुट हैं। XNOR सिंबल के आउटपुट पर बबल इंगित करता है कि इसका आउटपुट XOR गेट के इनवर्स है।

Fig 14



EX-NOR GATE SYMBOL

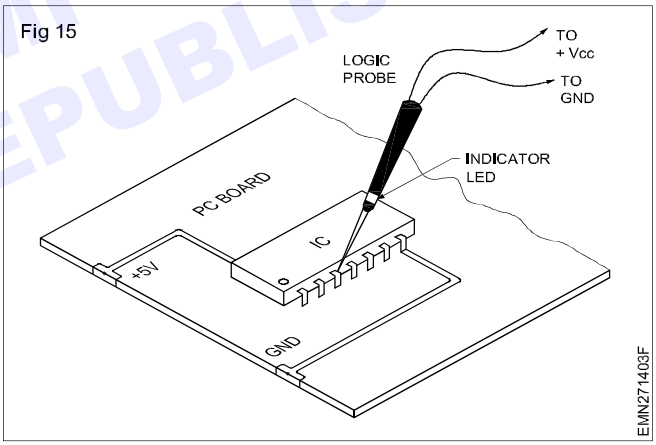
EMN271403E

एक एक्सक्लूजिव -NOR गेट ऑपरेशन में «आउटपुट Q निम्न है» यदि इनपुट A निम्न है और इनपुट B उच्च है या यदि A उच्च है और B निम्न है तो Q उच्च है यदि A और B दोनों उच्च या दोनों निम्न हैं।

अनुप्रयोग (Application): EX-OR गेट को नियंत्रित इन्वर्टर के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। इसके एक इनपुट का उपयोग यह नियंत्रित करने के लिए किया जा सकता है कि दूसरे इनपुट पर सिग्नल उलटा होगा या नहीं। यह प्रॉपर्टी कुछ अनुप्रयोगों में उपयोगी होगी।

लॉजिक प्रोब (Logic probe): एक लॉजिक प्रोब का उपयोग किसी IC पिन या किसी लॉजिक परिपथ में किसी अन्य सुलभ बिंदु पर लॉजिक लेवल की गतिविधि की निगरानी के लिए किया जाता है। लॉजिक जांच (लॉजिक प्रोब) में आम तौर पर एक या एक से अधिक संकेतक एलईडी होते हैं जो लॉजिक संकेत की विभिन्न स्थितियों को इंगित करते हैं। संकेत हाई लो इंटरमीडिएट और पल्सिंग स्टेट्स से संबंधित हो सकता है जो परिपथ में उस बिंदु पर मौजूद होते हैं जिसे जांच टिप छू रही है। Fig 15 में दिखाया है कि कैसे एक लॉजिक प्रोब एक IC पिन से जुड़ा है।

Fig 15



EMN271403F

एक लॉजिक जांच का उपयोग डिजिटल सिस्टम के समस्या निवारण उपकरण के रूप में किया जाता है। डिजिटल IC की सबसे आम आंतरिक विफलताएं इस प्रकार हैं:

1 आंतरिक परिपथों में खराबी।

2 इनपुट या आउटपुट खुले परिपथ।

3 इनपुट या आउटपुट ग्राउंड या Vcc के लिए शॉर्टेड।

4 दो पिनों के बीच शॉर्टेड (ग्राउंड या Vcc के अलावा)।

NAND एक यूनिवर्सल गेट के रूप में (NAND gate as a universal gate):

यह साबित करने के लिए कि किसी भी बूलियन फ़ंक्शन को केवल NAND गेट्स का उपयोग करके बनाया जा सकता है हम दिखाएंगे कि AND,OR और NOT ऑपरेशन केवल इन गेट्स का उपयोग करके परफॉर्म किए जा सकते हैं।

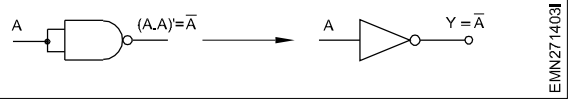
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

NAND गेट को NOT गेट के रूप में

निम्नलिखित परिपथ में NAND गेट का उपयोग इन्वर्टर (NOT गेट) के रूप में किया जाता है।

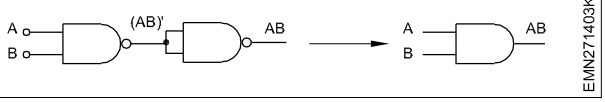
NAND गेट के सभी इनपुट पिन इनपुट सिग्नल से जुड़े होते हैं A आउटपुट A होता है जैसा कि Fig 18 में दिखाया गया है।

Fig 18



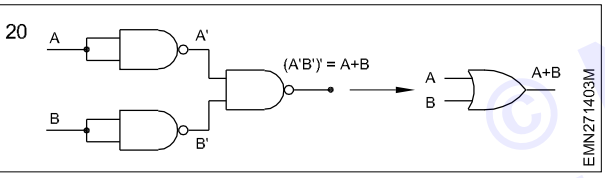
NAND गेट को AND गेट के रूप में AND गेट को NAND गेट द्वारा कार्यान्वित किया जा सकता है जैसा कि Fig 19 में दिखाया गया है। (AND को NAND गेट से बदल दिया जाता है जिसके आउटपुट को NAND गेट इन्वर्टर द्वारा पूरक किया जाता है)।

Fig 19



NAND गेट्स को OR गेट के रूप में जैसा कि Fig 20 में दिखाया गया है OR गेट को NAND गेट द्वारा कार्यान्वित किया जा सकता है। (OR गेट को NAND गेट से बदल दिया जाता है इसके सभी इनपुट NAND गेट इनवर्टर द्वारा पूरक होते हैं)।

Fig 20



इस प्रकार यह सिद्ध हो जाता है कि NAND गेट एक यूनिवर्सल गेट है क्योंकि यह AND OR और NOT लॉजिक कार्यों को इम्प्लीमेंट कर सकता है।

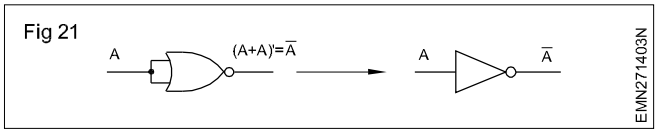
यूनिवर्सल गेट के रूप में NOR गेट के रूप में निम्नलिखित पैराग्राफ में NOR गेट का उपयोग यह साबित करने के लिए किया जाता है कि किसी भी बूलियन फ़ंक्शन को केवल NOR गेट्स के साथ कार्यान्वित किया जा सकता है। AND,OR और NOT ऑपरेशंस को बदलने के लिए NOR का उपयोग किया जाता है।

NOR गेट को NOT गेट के रूप में लागू किया गया है। निम्नलिखित सर्किट में NOR गेट का उपयोग इन्वर्टर (NOT गेट) के रूप में किया जाता है।

NOR गेट के सभी इनपुट पिन इनपुट सिग्नल से जुड़े होते हैं

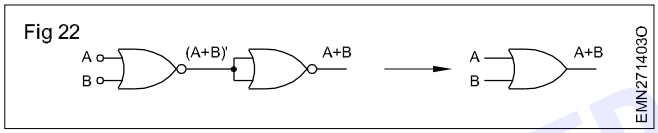
A आउटपुट (A)देता है जैसा कि Fig 21 में दिखाया गया है।

Fig 21



NOR गेट को AND गेट के रूप में: एक OR गेट को NOR गेट्स द्वारा लागू किया जा सकता है जैसा कि Fig 22 में दिखाया गया है। (OR को NOR गेट द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है इसके आउटपुट को NOR गेट इन्वर्टर द्वारा पूरक किया जाता है)

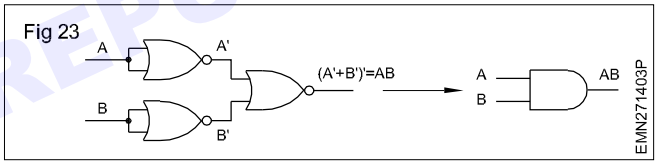
Fig 22



NOR गेट को AND गेट के रूप में

AND गेट को NOR गेट द्वारा कार्यान्वित किया जा सकता है जैसा कि Fig 23 में दिखाया गया है। (AND गेट को NOR गेट द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है इसके सभी इनपुट NOR गेट इनवर्टर द्वारा पूरक होते हैं)

Fig 23



इस प्रकार यह सिद्ध होता है कि NOR गेट एक यूनिवर्सल गेट है

© NSDC NOT TO BE REPUBLISHED

बाइनरी अरिथमेटिक (Binary arithmetic)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **बाइनरी अरिथमेटिक को परिभाषित करना**
- **बाइनरी एडिशन निष्पादित करना**
- **1's कॉम्पलिमेंट और 2's कॉम्पलिमेंट का उपयोग करके बाइनरी सबस्ट्रेक्शन करना**
- **हाफ एडर परिपथ फुल एडर परिपथ की व्याख्या करना**
- **IC 74LS83 का उपयोग करके 4 बिट समानांतर ऐडर परिपथ की व्याख्या करना**
- **व्याख्या करना कि IC 74LS83 4 बिट समानांतर ऐडर सबस्ट्रेक्शन के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।**

बाइनरी अरिथमेटिक सभी डिजिटल कंप्यूटरों और कई अन्य प्रकार के डिजिटल सिस्टम में आवश्यक है। डिजिटल सिस्टम को समझने के लिए आपको बाइनरी जोड़ सब्ट्रैक्टर गुणा और भाग की मूल बातें पता होनी चाहिए।

बाइनरी जोड़ (Binary addition):

भौतिक राशियों को संख्याओं द्वारा दर्शाया जाता है। जोड़ भौतिक मात्राओं के कॉम्बिनेशन का प्रतिनिधित्व करता है। डिजिटल कंप्यूटर डेसीमल संख्याओं को प्रोसेस नहीं करते हैं वे बाइनरी संख्याओं को प्रोसेस करते हैं। ऐड,सब्ट्रैक्टर, गुणा और भाग करने के लिए एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। बाइनरी अंकों को जोड़ने के चार बेसिक विधि इस प्रकार हैं।

0 + 0 = 0; योग 0 के साथ 0

0 + 1 = 1; योग 0 कैरी के साथ 1

1 + 0 = 1; योग 0 कैरी के साथ 1

1 + 1 = 10; योग 1 कैरी के साथ 0

ध्यान दें कि पहले तीन विधि का परिणाम एक बिट में होता है और आगे के मामले में दो 1's का जोड़ दो बाइनरी उदा॰ 10 जब बाइनरी संख्याओं को जोड़ा जाता है तो अंतिम शर्त किसी दिए गए कॉलम में 0 का योग बनाती है और बाईं ओर अगले कॉलम में 1 ओवर ले जाती है जैसा कि 11+ 01 के निम्नलिखित जोड़ में दिखाया गया है।

कैरी	1	1	
	0	1	1
+	0	0	1
	1	0	0

सबसे दाहिने कॉलम में 1+ 1=0 अगले बाएँ कॉलम में 1 कैरी के साथ। मध्य कॉलम में 1 +1+ 0=0 अगले बाएं कॉलम में 1(एक) कैरी के साथ। सबसे बाएं कॉलम में 2 बिट जोड़ के अंतिम कैरी के रूप में 1 रहता है। इसलिए परिणाम 100 है।

उदाहरण:

1		कैरी	1110
	14		1110
	10		1010
	24		11000

2 10 + 12

	10		1010
	12	+	1100
	22		10110

उपरोक्त प्रक्रिया कॉलम-दर-कॉलम जोड़ है जिसे किसी भी लम्बाई के दो बाइनरी नंबरों के योग को खोजने के लिए लागू किया जा सकता है। निम्न उदाहरण में 8-बिट अंकगणितीय जोड़ ऑपरेशन दिखाया गया है।

$A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0$

$B_7 B_6 B_5 B_4 B_3 B_2 B_1 B_0$

———————

?

———————

प्रत्येक संख्या का सबसे महत्वपूर्ण बिट (MSB) बाईं ओर होता है और कम से कम महत्वपूर्ण बिट दाईं ओर होता है। पहले नंबर के लिए A_7 MSB है और A_0 LSB है इसी तरह दूसरे नंबर के लिए B_7 और B_0 क्रमशः MSB और LSB हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

साइंड संख्या (Signed numbers):

कंप्यूटर जैसे डिजिटल सिस्टम को +ve और -ve दोनों नंबरों को संभालने में सक्षम होना चाहिए एक साइंड बाइनरी नंबर में साइन और परिमाण दोनों की जानकारी होती है। संकेत इंगित करता है कि कोई संख्या +ve या -ve है और परिमाण मान संख्या है। ऐसे तीन तरीके हैं जिनमें साइंड संख्याओं को बाइनरी रूप में दर्शाया जा सकता है: साइन परिमाण 1's कॉम्पलिमेंट और 2′ कॉम्पलिमेंट।

साइन- मैग्निट्यूड सिस्टम (Sign-magnitude system):

साइंड बाइनरी नंबर में सबसे बाईं ओर साइन बिट है जो आपको बताता है कि संख्या +ve है या -ve। सबसे बाईं स्थिति में एक शून्य +ve संख्या का प्रतिनिधित्व करता है और एक एक -ve संख्या का प्रतिनिधित्व करता है। शेष बिट्स परिमाण बिट्स हैं। परिमाण बिट्स +ve और -ve दोनों संख्याओं के लिए सही (अन्कम्प्लीमेंट) बाइनरी रूप में हैं।

उदाहरण:

+25 को 8 बिट साइंड बाइनरी संख्या के रूप में साइन परिमाण प्रणाली का उपयोग करके व्यक्त किया जाता है:

+ 25 = 0 0 0 1 1 0 0 1

साइन बिट परिमाण बिट

- 25 = 1 0 0 1 1 0 0 1

ध्यान दें कि केवल +25 और -25 के बीच का अंतर साइन बिट के साथ है क्योंकि परिमाण बिट्स +ve और -ve दोनों संख्याओं के लिए समान होता हैं।

"साइन-परिमाण प्रणाली में -ve संख्या में समान परिमाण बिट्स होते हैं जो संबंधित +ve संख्या के रूप में होते हैं लेकिन साइन बिट 1 होता है।" हालांकि साइन परिमाण प्रणाली सीधे कैलकुलेटर और कंप्यूटर इसका उपयोग नहीं करते हैं क्योंकि परिपथ कार्यान्वयन अन्य प्रणालियों की तुलना में अधिक जटिल होते है।

1's की पूरक प्रणाली (1's complement system):

1′s की पूरक प्रणाली में धनात्मक संख्याओं को उसी तरह दर्शाया जाता है जैसे धनात्मक संकेत परिमाण संख्याएं। 1′s की पूरक प्रणाली में एक ऋणात्मक संख्या संबंधित +ve संख्या का 1′s का पूरक है।

उदाहरण:

डेसीमल संख्या -25 (11100110) को +25 (00011001) 1'S के पूरक के रूप में के रूप में व्यक्त किया जाता है।

यानी 00011001 (+25) का 1'S कॉम्प्लीमेंट = 11100110 (-25)

(एक बाइनरी संख्या का 1's को प्राप्त केवल प्रत्येक 0 से 1 और प्रत्येक 1 से 0 में बदलकर प्राप्त की जाती है)।

उदाहरण:

साइंड बाइनरी नंबरों के डेसीमल मान को 1's में व्यक्त करें

1 1 1 0 1 0 0 0

-ve संख्या के लिए दो भारों के बिट्स और उनकी शक्तियाँ इस प्रकार हैं।

ध्यान दें कि -ve साइन बिट का भार -2^7 या -128 है।

- 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0

1 1 1 0 1 0 0 0

weights का योग जहां 1's हैं।

1 x -2^7 (128) = -128

1 x 2^6(64) = +64

1 x 2^5 (32) = +32

1 x 2^3 (8) = +8

———————

= -128+104

= -24

परिणाम में 1 जोड़ने पर अंतिम संख्या = -24 + 1 = -23 होती है। 1's में व्यक्त साइंड संख्या 11101000 का डेसीमल मान = - 23 है।

2's कॉम्प्लीमेंट सिस्टम (2's compliment system):

2's की पूरक प्रणाली में धनात्मक संख्याओं को भी उसी तरह दर्शाया जाता है जैसे साइन परिमाण और 1's की पूरक प्रणाली में। ऋणात्मक संख्याएँ संगत धनात्मक संख्याओं की 2's की पूरक होती हैं।

बाइनरी नंबर की 2s'कॉम्प्लीमेंट को 1's कॉम्पलिमेंट के LSB में एक (1) जोड़कर पाई जाती है।

2's कॉम्प्लीमेंट = (1's कॉम्प्लीमेंट) + 1

उदाहरण:

1011011 की 2's कॉम्प्लीमेंट को ज्ञात करें

Solution

1011011 - बाइनरी नंबर

0100100 - 1′s कॉम्प्लीमेंट

1 - जोड़ 1

———————

+ 0100101

———————

उदाहरण के लिए डेसीमल संख्या -25 को +25 के 2's पूरक लिखकर बाइनरी रूप में व्यक्त किया जा सकता है।

+25 = 00011001 - बाइनरी नंबर

11100111 - 2's कॉम्प्लीमेंट

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण:

डेसीमल -39 को 2's कॉम्प्लीमेंट सिस्टम का उपयोग करके साइन परिमाण में 8 बिट संख्या के रूप में व्यक्त करें।

समाधान:

2's कॉम्प्लीमेंट सिस्टम में -39 को 2'sकॉम्प्लीमेंट में +39 (00100111) को इस प्रकार से किया जाता है।

+39 = 00100111 बाइनरी नंबर

11011000 1's कॉम्प्लीमेंट

\+ 1

———————

11011001 2's कॉम्प्लीमेंट

———————

-39 = 11011001

सत्यापन =

-2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
-128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	1	0	0	1

चूँकि बाइनरी समकक्ष का MSB है इसलिए 27 को -ve चिन्ह के रूप में लिया जाना चाहिए।

-128+64+16+8+1 = -128+89

= -39

साइंड संख्याओं का प्रतिनिधित्व करने के लिए 2's कॉम्प्लीमेंट पूरक प्रणाली को प्राथमिकता दी जाती है क्योंकि इसके लिए एक योग भार की आवश्यकता होती है भले ही संख्या +ve या -ve हो। इसका उपयोग अधिकांश कंप्यूटरों में किया जाता है क्योंकि यह अंकगणितीय कार्यों को सरल बनाता है।

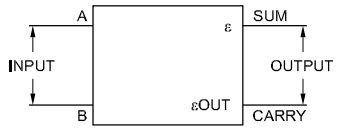
बेसिक एडर (Basic Adder):

एडर का उपयोग कई प्रकार के डिजिटल सिस्टम में किया जाता है जिसमें संख्यात्मक डेटा प्रोसेस्ड करता है। कंप्यूटर और कैलकुलेटर एक समय में दो बाइनरी नंबरों पर बाइनरी ऑपरेशन करते हैं जहां प्रत्येक नंबर में कई बाइनरी संख्या हो सकती हैं। आधा योजक के लिए लॉजिक प्रतीक Fig 1 में दिखाया गया है। एडर की दो मूल श्रेणियां हैं।

1 हाफ एडर

2 फुल एडर

Fig 1



हाफ एडर (Half adder):

हाफ एडर अपने इनपुट पर दो बाइनरी अंक स्वीकार करता है और इसके आउटपुट पर दो बाइनरी अंक एक योग बिट और एक कैरी बिट उत्पन्न करता है।

टेबल 1 (ट्रुथ टेबल)

A	B	Sum S=A + B	Carry Cout = AB
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

टेबल 1 में बताए गए हाफ -एडर के लॉजिक संचालन से योग के लिए अभिव्यक्ति प्राप्त की जा सकती है और इनपुट के कार्यों के रूप में आउटपुट कैरी नोटिस करता है कि आउटपुट कैरी केवल 1 है जब A और B दोनों 1s हैं। इसलिए कैरी (Cout) को इनपुट वेरिएबल्स AND के रूप में व्यक्त किया जा सकता है

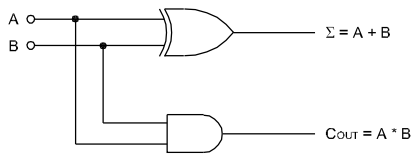
C_{out} = A.B —> 1

योग आउटपुट (S) केवल 1 है यदि इनपुट चर A और B बराबर नहीं हैं। इसलिए योग को इनपुट चर के एक्सक्लूजिव -OR के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।

Sum(S) = A + B ——> 2

समीकरण 1 और 2 से हाफ-एडर फ़ंक्शन के लिए आवश्यक लॉजिक कार्यान्वयन विकसित किया जा सकता है। आउटपुट कैरी इनपुट पर 'A' और 'B' के साथ एक और गेट के साथ निर्मित होता है और योग आउटपुट एक एक्स-OR गेट के साथ उत्पन्न होता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2

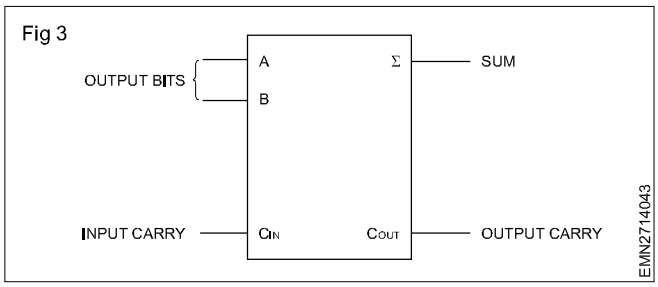


© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

फुल एडर (Full adder):

फुल एडर एक इनपुट कैरी सहित तीन इनपुट स्वीकार करता है और एक योग आउटपुट और एक आउटपुट कैरी उत्पन्न करता है।

एक फुल-एडर और एक हाफ एडर के बीच मूल अंतर यह है कि फुल - एडर एक इनपुट कैरी स्वीकार करता है। एक फुल-एडर के लिए एक लॉजिक प्रतीक Fig 3 में दिखाया गया है और टेबल 2 में ट्रुथ टेबल एक फुल-एडर के संचालन को दर्शाती है।



टेबल 2

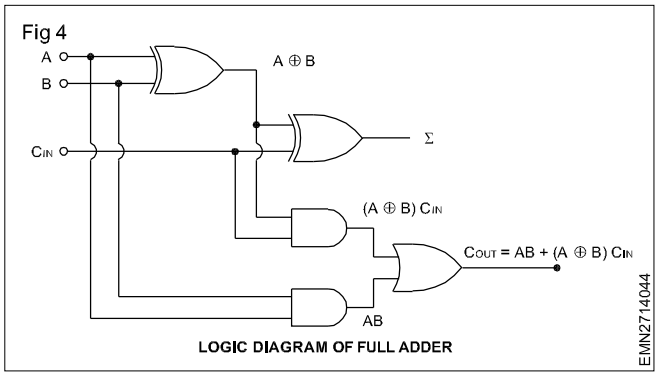
A	B	Cin	Cout	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

फुल-एडर को इनपुट कैरी के साथ दो इनपुट बिट्स को जोड़ना होता है। हाफ-एडर की सत्य-टेबल से हम जानते हैं कि इनपुट बिट्स A और B का योग A +B है।फुल एडर का योग आउटपुट प्राप्त करने के लिए इनपुट कैरी (Cin) या A + B के साथ एक्सक्लूजिव -OR होना चाहिए।

S = (A + B) + Cin

इसका मतलब है कि फुल एडर योग फ़ंक्शन को लागू करने के लिए दो EX -OR गेट्स का उपयोग किया जा सकता है। पहले A + B शब्द उत्पन्न करना चाहिए औरऔर दूसरे में EX-OR गेट के आउटपुट और इनपुट कैरी के इनपुट हैं जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

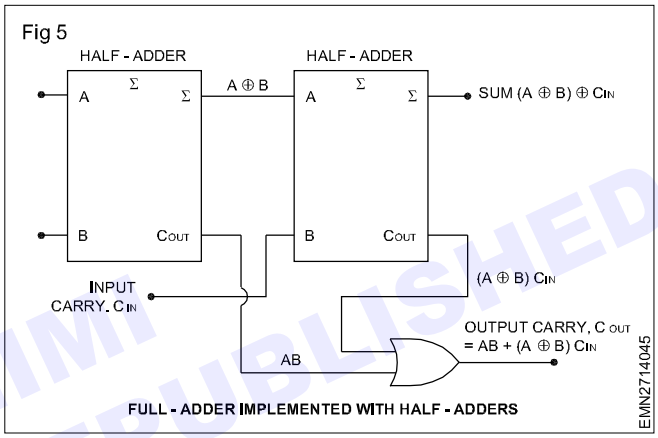
फुल-एडर का आउटपुट कैरी इनपुट A OR B और A + B और Cin के साथ इनपुट द्वारा निर्मित होता है। ये दो शब्द OR हैं और नीचे दिखाए गए समीकरण में व्यक्त किए गए हैं इस फ़ंक्शन को एक फुल-एडर परिपथ बनाने के लिए योग लॉजिक के साथ कार्यान्वित और संयुक्त किया गया है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।



2 बिट समानांतर योजक (Para) (2 Bit parallel adder (para):

C_{out} = AB + (A + B) Cin

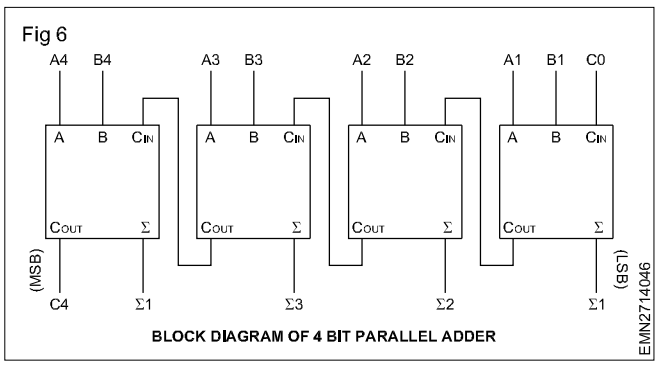
Fig 5 में दिखाया गया है कि फुल-एडर बनाने के लिए दिखाए गए ब्लॉक



आरेख केअनुसार दो अर्ध-योजक जुड़े हुए हैं।

4 बिट समानांतर योजक (4 bit parallel adder):

मूल 4-बिट समानांतर योजक 4 फुल एडर के साथ कार्यान्वित किया जाता है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।



4 बिट समानांतर एडर का ब्लॉक आरेख (Block diagram of 4 bit parallel adder):

प्रत्येक संख्या में LSB (A1 और B1) को सबसे अधिक फुल एडर में जोड़ा जाता है। उच्च क्रम बिट्स को लागू किया जाता है जैसा कि MSB (A 4 और B 4) के साथ क्रमिक रूप से उच्च ऑर्डर योजकों को दिखाया गया है प्रत्येक संख्या में बाएं सबसे पूर्ण योजक पर लागू किया जा रहा है। प्रत्येक योजक का कैरी आउटपुट अगले उच्च क्रम योजक के कैरी इनपुट से जुड़ा है जैसा कि संकेत दिया गया है।

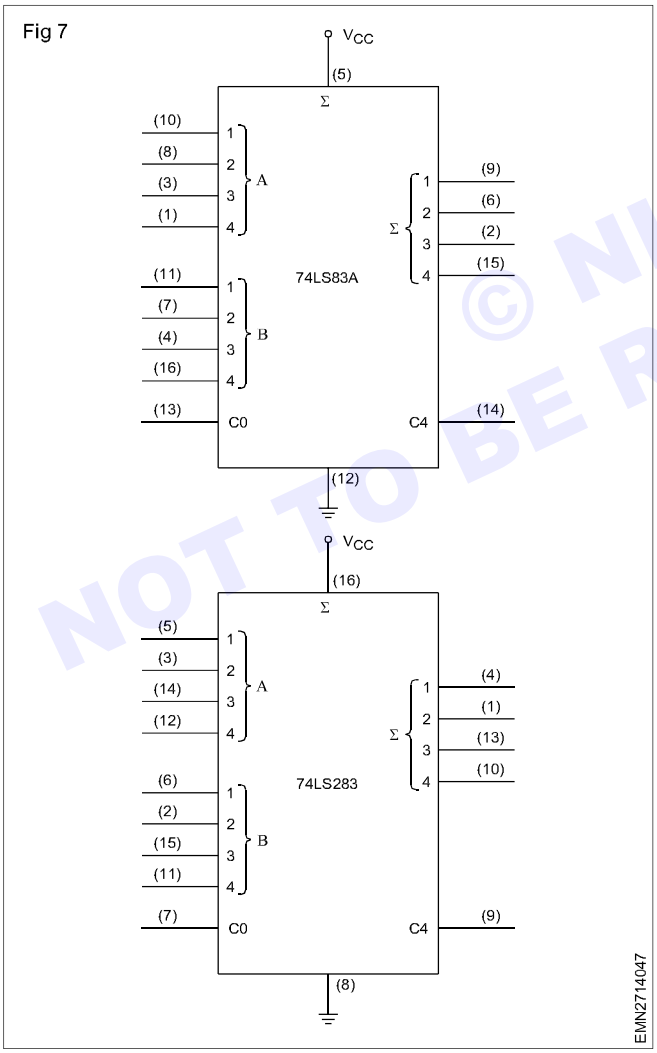
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

निर्माता की डेटा शीट में C0 लेबल वाला इनपुट कम से कम महत्वपूर्ण बिट योजक का इनपुट कैरी है C4 सबसे महत्वपूर्ण बिट योजक का आउटपुट कैरी है और S4 (MSB) के माध्यम से S1 (LSB) योग आउटपुट हैं।

74LS83 4 बिट समानांतर एडर (74LS83 4 bit parallel adder):

4-बिट समानांतर एडर जो मध्यम-स्केल इंटीग्रेटेड (MSI) परिपथ के रूप में उपलब्ध हैं वे 74LS83A और 74LS283 कम-शक्ति वाले शौट्की TTL डिवाइस हैं। ये उपकरण अन्य लॉजिक फैमिली जैसे मानक TTL (7483A और 74283) और CMOS (74HC283) में भी उपलब्ध हैं। 74LS83A और 74LS283 कार्यात्मक रूप से एक-दूसरे के समान हैं लेकिन पिन संगत नहीं हैं जो कि इनपुट और आउटपुट के लिए पिन नंबर अलग-अलग पावर और ग्राउंड पिन कनेक्शन के कारण भिन्न हैं। 74LS83A के लिए VCC पिन 5 है और 16-पिन पैकेज पर ग्राउंड पिन 12 है। 74LS283 के लिए VCC पिन 16 है और ग्राउंड पिन -8 है जो एक अधिक मानक कॉन्फ़िगरेशन है। इन दोनों उपकरणों के लिए लॉजिक प्रतीकों को कोष्ठक में पिन नंबरों के साथ Fig 7 में दिखाया गया है।

Fig 7



कैस्केडिंग प्रक्रिया द्वारा उच्च बिट संख्याओं को जोड़ने के लिए 4 बिट समानांतर योजक का विस्तार किया जा सकता है। इस प्रक्रिया में निचले क्रम के योजक का कैरी आउटपुट उच्च-क्रम योजक के कैस्केड किए जा रहे इनपुट से जुड़ा होता है।

बाइनरी सब्ट्रैक्टर (Binary subtraction):

सब्ट्रैक्टर जोड़ का एक विशेष है। उदाहरण के लिए +6 (सबट्रेंड) को +9 (मिन्यूएंड) से घटाना -6 से +9 को जोड़ने के बराबर है। मूल रूप से सब्ट्रैक्टर ऑपरेशन सबट्रेंड के संकेत को बदल देता है और इसे मिन्यूएंड में जोड़ता है। सब्ट्रैक्टर के परिणाम को अंतर कहा जाता है।

9 - 6 = 9+(-6)

एक धनात्मक या ऋणात्मक बाइनरी संख्या का चिन्ह 2's कॉम्प्लीमेंट लेने से बदल जाता है।

उदाहरण:

धनात्मक संख्या 0110 (6) के 2's compliment का परिणाम 1's कॉम्प्लीमेंट संख्या +1 है

उदा; 1001 + 1 = 1010

1010 0110 (+6) का 2 2's कॉम्प्लीमेंट है जो डेसीमल प्रणाली में - 6 के बराबर है जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

1 0 1 0

-8+ 0+ 2+ 0 =-6

उदाहरण:

2's कॉम्प्लीमेंट विधि में 9 में से 6 घटाएं

9 - 6 = 3 सामान्य विधि

9 + (-6) = 3 2's कॉम्प्लीमेंट विधि

बाइनरी फॉर्म

9 = 1001 (minuend) 1001 - 0110 = 0011

6 = 0110 (subtrahend)

2's कॉम्प्लीमेंट विधि:

I स्टेप: सबट्रेंड 0110 2's कॉम्प्लीमेंट है

सबट्रेंड का 1's कॉम्प्लीमेंट +1

1001 +1 = 1010 (डेसीमल प्रणाली में -6 के बराबर)

II स्टेप: सबट्रेंड के 2's कॉम्प्लीमेंट के साथ मिनीएंड जोड़ें

1001 + 1010 = 10011

कैरी 1 को छोड़ दें तो परिणाम 0011 है।

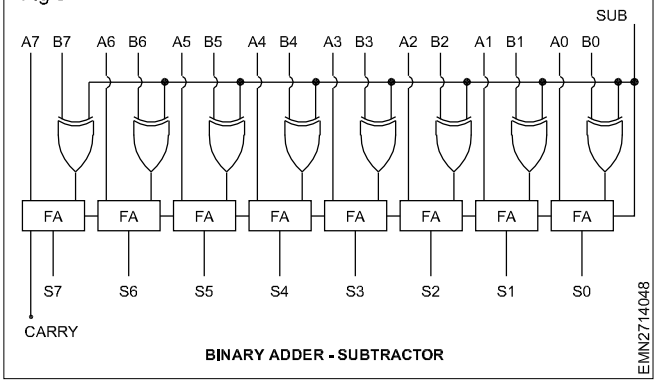
एडर-सब्ट्रैक्टर (Adder-Subtracter):

फुल एडर का उपयोग बाइनरी संख्याओं को जोड़ने या घटाने के लिए किया जा सकता है। Fig 8 दिखाता है कि कैसे एडर परिपथ को सब्ट्रैक्टर के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

प्रत्येक फुल एडर से कैरी आउट अगले उच्चतर फुल एडर में ले जाना है। प्रस्तावित की जा रही संख्याएँ A7....A0 और B7.....B0 हैं जबकि आउटपुट योग S7.....S0 है। 8 बिट आर्थमेटिक के साथ अंतिम कैरी को

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 8



BINARY ADDER - SUBTRACTOR

नजरअंदाज कर दिया जाता है। 16-बिट अर्थमेटिक के साथ अंतिम कैरी ऊपरी बाइट के अतिरिक्त कैरी है।

योग (Addition):

A_7.....A_0

\+ B_7.....B_0

———————

S_7.....S_0

———————

एक जोड़ के दौरान SUB सिग्नल को जान बूझकर कम स्थिति में रखा जाता है जो बाइनरी नंबर B_7.....B_0 बिना किसी बदलाव के नियंत्रित इन्वर्टर (Ex-OR गेट के माध्यम से) से गुजरता है। फुल-एडर तब सही आउटपुट SUM उत्पन्न करते हैं।

उदाहरण के लिए मान लीजिए कि जो संख्याएँ जोड़ी जा रही हैं वे +125 और -67 हैं तव A7.....A0 = 01111101 और B_7.....B_0 = 10111101

चूंकि SUB = 0 एक जोड़ के दौरान LSB कॉलम में CARRY IN 0 है।

0	<—— Sub input
01111101	<—— Input 'A'
+10111101	<—— Input 'B'
————————	
100111010	
————————	

8 बिट अंकगणितीय ऑपरेशन के दौरान 'लास्ट कैरी' को नजरअंदाज कर दिया जाता है इसलिए उत्तर S_7.....S_0 = 00111010

सब्ट्रैक्टन (Subtraction):

A7.....A0	(minuend)
(-) B7.....B0	(subtrahend)
————————	
S7.....S0	
————————	

सब्ट्रैक्टर के दौरान SUB सिग्नल को जानबूझकर उच्च स्टेट में रखा जाता है। इसलिए नियंत्रित इन्वर्टर (Ex -OR गेट्स) 'B' इनपुट को 1's कॉम्प्लीमेंट बनाया जाता है क्योंकिSUB पहले फुल एडर (लॉजिक 1 से) के लिए कैरी इन है परिपथ दिए गए डेटा को प्रोसेस करता है।

1 <—SUB

A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0

\+ B_7 B_6 B_5 B_4 B_3 B_2 B_1 B_0

———————————

S_7 S_6 S_5 S_4 S_3 S_2 S_1 S_0

———————————

जब A7.....A0 को सभी शून्यों के साथ लागू किया जाता है तो परिपथ B7..... B0 का 2's कॉम्प्लीमेंट उत्पन्न करता है क्योंकि 1's कॉम्प्लीमेंट B7.....B0 में +1 जोड़ा जा रहा है जब A7..... A0 शून्य के बराबर नहीं होता है तो प्रभाव A7 ..... A0 जोड़ने के बराबर होता है और 2's कॉम्प्लीमेंट का B7.....B0

उदाहरण:

(A - B)

82 - 17

A B S

= 01010010 - 00010001 = ?

नियंत्रित इन्वर्टर B का 1's कॉम्प्लीमेंट उत्पन्न करता है जो 11101110 है क्योंकि सब्ट्रैक्टर के दौरान SUB = 1 के बाद से परिपथ निम्न स्थिति का प्रदर्शन करता है।

1 <—— SUB	
01010010	<—— A input
11101110	<—— B input
————————	
101000001	<—— S output
————————	

8-बिट अंकगणित के लिए अंतिम कैरी को नजरअंदाज कर दिया जाता है इसलिए उत्तर S7.....S0 = 01000001

यह उत्तर डेसीमल +65 के बराबर है जो कि संख्या +82 और +17 के बीच बीजगणितीय का अंतर है।

Adder IC का उपयोग करके 2's कॉम्प्लीमेंट विधि पर आधारित सब्ट्रैक्टर परिपथ (Subtraction circuit based on 2's compliment method using Adder IC):

इस परिपथ में Minuend को IC 7483 के A इनपुट पर लागू किया जाता है और Subtrahend को B इनपुट को EX OR गेट्स के माध्यम

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

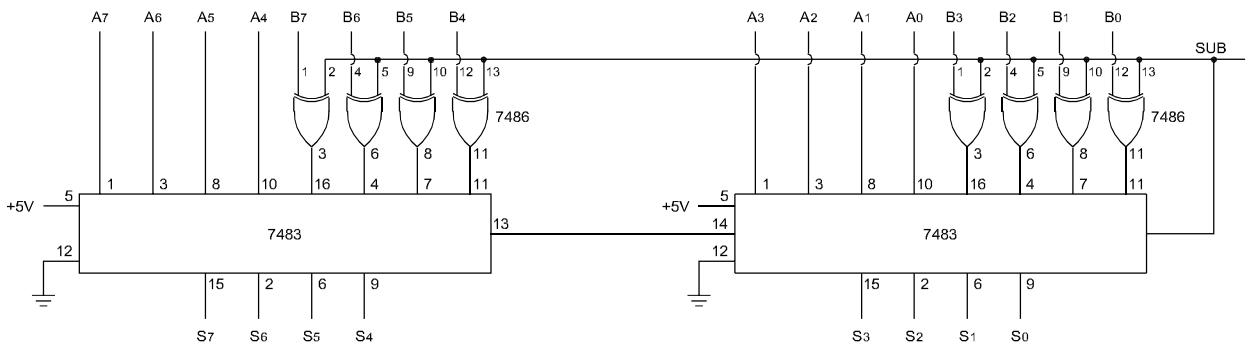
से फीड किया जाता है और आउटपुट S आउटपुट पर लिया जाता है जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है। IC 7486 एक्सक्लूजिव-OR गेट पर है इसका इस्तेमाल सबट्रेंड का 1's कॉम्प्लीमेंट करने के लिए किया जाता है।

प्रत्येक Ex OR गेट से इनपुट और एक इनपुट ले जाना कुछ लॉजिक स्थिति से जुड़ा होता है। जोड़ के लिए सब इनपुट लॉजिक 0 होना चाहिए सब्ट्रैक्टर के लिए सब इनपुट लॉजिक -1 स्थिति में होना चाहिए।

डिजिटल कम्प्रटर [परिमाण कम्प्रटर] (Digital comparator [Magnitude comparators]):

एक आम और बहुत उपयोगी कॉम्बिनेशन लॉजिक परिपथ डिजिटल कम्प्रटर परिपथ होता है।

Fig 9



TWO 7483s CAN ADD OR SUBTRACT BYTES

डिजिटल या बाइनरी कम्प्रटर मानक AND, NOR और NOT गेट से बने होते हैं जो अपने इनपुट टर्मिनलों पर मौजूद डिजिटल सिग्नल की तुलना करते हैं और उन इनपुट की स्थिति के आधार पर आउटपुट का आउट्पुट करते हैं।

डिजिटल कम्प्रटर कई लॉजिक गेट्स का उपयोग करके इसे पूरा करता है जो बूलियन बीजगणित के सिद्धांतों पर कार्य करते हैं। दो मुख्य प्रकार के डिजिटल कम्प्रटर उपलब्ध हैं और ये हैं।

1. पहचान कम्प्रटर - एक पहचान कम्प्रटर एक डिजिटल कम्प्रटर है जिसमें A = B या तो A = B या तो A = B = 1 (उच्च) या A = B = 0 (कम) के लिए केवल एक आउटपुट टर्मिनल होता है।

2. परिमाण कम्प्रटर - एक परिमाण कम्प्रटर एक डिजिटल कम्प्रटर है जिसमें तीन आउटपुट टर्मिनल होते हैं प्रत्येक समानता के लिए A = B से बड़ा A> B और A <B से कम

एक डिजिटल कम्प्रटर का उद्देश्य चर या अज्ञात संख्याओं के एक सेट की तुलना करना है उदाहरण के लिए A (A1, A2, A3 .....An आदि) एक स्थिर या अज्ञात मान जैसे कि B (B1 ,B2 ,B 3 ..... Bn आदि) और आउट्पुट।

1 - बिट डिजिटल कम्प्रटर परिपथ

1-बिट डिजिटल कम्प्रटर का संचालन नीचे दी गई ट्रुथ टेबल में दिखाया गया है।

डिजिटल कम्प्रटर ट्रुथ टेबल

इनपुट		आउट्पुट		
B	A	A>B	A=B	A<B
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

परिपथ में दो "0" या दो "1" के बीच अंतर नहीं होता है क्योंकि आउटपुट A = B का आउट्पुट होता है जब वे दोनों बराबर होते हैं या तो A = B = "0" या A = B = "1"। A = B के लिए आउटपुट की स्थिति आमतौर पर उपलब्ध लॉजिक गेट के समान होती है जिसमें प्रत्येक N-बिट्स पर एक्सक्लूजिव -NOR या Ex-NOR फ़ंक्शन (समतुल्यता) होता है: Q = A B

डिजिटल कम्प्रटर वास्तव में अपने संबंधित जोड़े बिट्स की तुलना करने के लिए अपने डिजाइन के भीतर विशेष - NOR गेट्स का उपयोग करते हैं। जब हम कम्परिंग दो बाइनरी या BCD मानों या चर की तुलना करते हैं तो हम इन मानो के "परिमाण" की तुलना करते हैं एक लॉजिक "0" एक लॉजिक "1" के अगेंस्ट है जहां से परिमाण कम्प्रटर शब्द आता है।

अलग-अलग बिट्स की तुलना करने के साथ-साथ हम इनमें से एक साथ कैस्केडिंग करके बड़े बिट कम्प्रटर डिज़ाइन कर सकते हैं और एक एन-बिट कम्प्रटर उत्पन्न कर सकते हैं जैसे हमने पिछले ट्यूटोरियल में N-बिट योजक के लिए किया था। यदि एक शब्द दूसरे के बराबर या उससे कम है तो आउटपुट उत्पन्न करने के लिए पूरे बाइनरी या BCD शब्दों की तुलना करने के लिए मल्टी-बिट कम्प्रटर की संरचना की जा सकती है।

4 - बिट परिमाण कम्प्रटर (4 - bit Magnitude comparator):

कुछ व्यावसायिक रूप से उपलब्ध डिजिटल कम्प्रटर जैसे TTL 74LS85 या CMOS 4063 4-बिट परिमाण कम्प्रटर में अतिरिक्त इनपुट टर्मिनल होते हैं जो अधिक व्यक्तिगत कम्प्रटरों को "n" के परिमाण कम्प्रटर के साथ 4 - बिट्स से बड़े शब्दों की तुलना करने के लिए एक साथ "कैस्केड" करने की अनुमति देते हैं - बिट्स आउट्पुट किया जा रहा। जैसा कि 816 या 32-बिट शब्दों की तुलना करने के लिए दिखाया गया है ये कैस्केडिंग इनपुट पिछले कम्प्रटर के संगत आउटपुट से सीधे जुड़े हुए हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

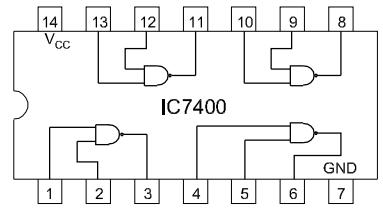
8 - बिट वर्ड कम्प्रटर (8 - bit word comparator):

समय बचाने के लिए ऊपर दिए गए उदाहरण जैसे बड़े बाइनरी या BCD नंबरों की तुलना करते समय कम्प्रटर पहले उच्चतम-ऑर्डर बिट (MSB) की तुलना करके शुरू होता है। यदि समानता मौजूद है A = B तो यह अगले निम्नतम बिट की तुलना करता है और इसी तरह जब तक यह निम्नतम - ऑर्डर बिट (LSB) तक नहीं पहुंच जाता है। यदि समानता अभी भी मौजूद है तो दो संख्याओं को बराबर के रूप में परिभाषित किया जाता है।

यदि असमानता पाई जाती है या तो A> B या A<B दो संख्याओं के बीच संबंध निर्धारित किया जाता है और किसी भी अतिरिक्त निचले क्रम बिट्स के बीच तुलना बंद हो जाती है। डिजिटल कम्प्रटर का व्यापक रूप से एनालॉग-टू-डिजिटल कन्वर्टर्स (ADC) और अर्थमेटिक लॉजिक यूनिट्स (ALU) में विभिन्न प्रकार के अर्थमेटिक ऑपरेशन करने के लिए उपयोग किया जाता है।

लॉजिक ICs का पिन आरेख

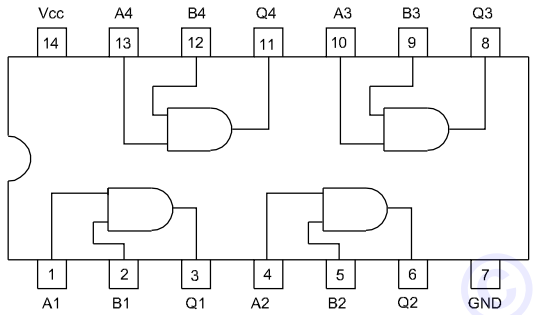
Fig 10



PINOUT DIAGRAM OF IC7400

EMN271404A

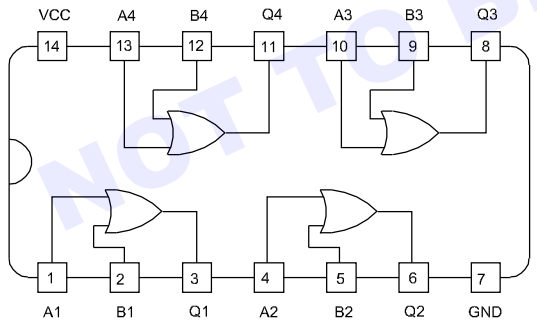
Fig 11



AND GATE IC 7408

EMN271404B

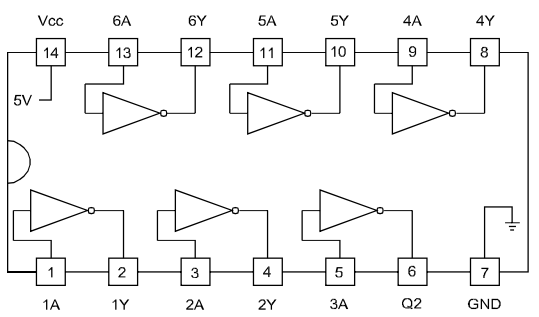
Fig 12



OR GATE IC 7432

EMN271404C

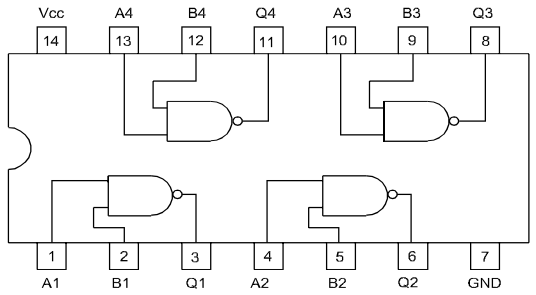
Fig 13



NOT GATE IC 7404

EMN271404D

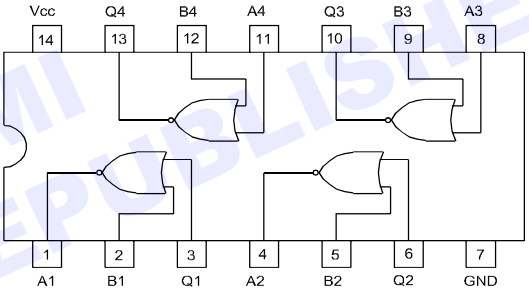
Fig 14



NAND GATE IC 7400

EMN271404E

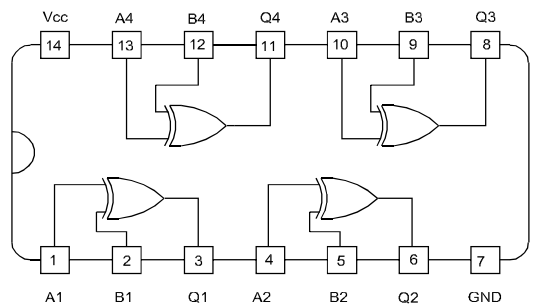
Fig 15



NOR GATE IC 7402

EMN271404F

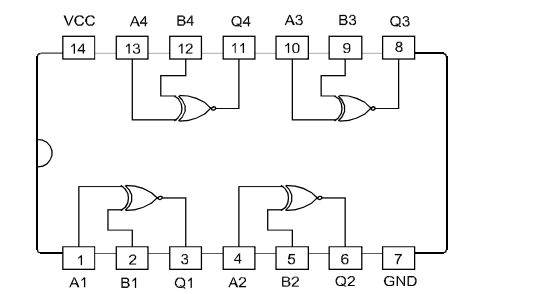
Fig 16



EX-OR GATE IC 7486

EMN271404G

Fig 17

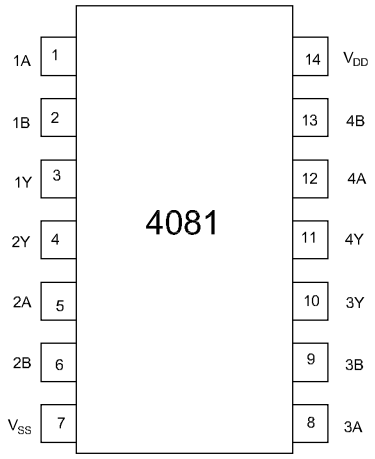


EX-NOR GATE IC 74266

EMN271404H

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

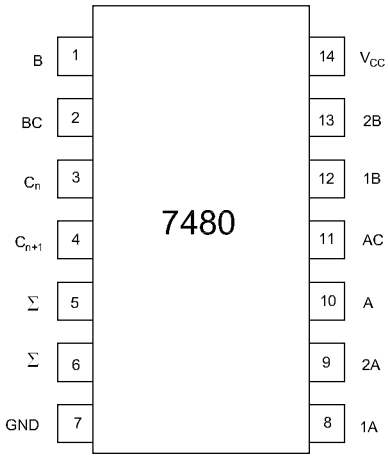
Fig 18



HALF ADDER IC 4081

EMN271404I

Fig 19



FULL ADDER IC7480

EMN271404J

© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

एन्कोडर और डिकोडर की कांसेप्ट (Concept of encoder and decoder)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **एनकोडर और डिकोडर की कांसेप्ट**
- **2 से 4 बाइनरी डिकोडर को इसकी कार्यप्रणाली समझाना**
- **4 से 2 बाइनरी एनकोडर और इसकी कार्यप्रणाली को समझाना**

एन्कोडर और डिकोडर की कांसेप्ट (Concept of encoder and decoder):

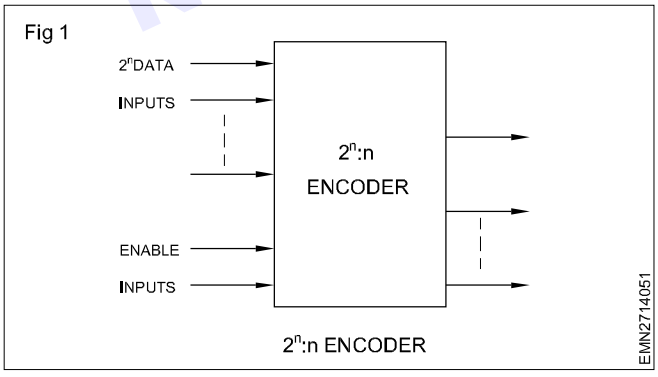
डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स में एन्कोडर और डिकोडर एक आवश्यक भूमिका निभाते हैं।

- डेटा को एक से दूसरे रूप में बदलने के लिए एन्कोडर और डिकोडर का उपयोग किया जाता है।
- इन्हें अक्सर संचार प्रणाली जैसे दूरसंचार नेटवर्किंग आदि... में एक छोर से दूसरे छोर तक डेटा स्थानांतरित करने के लिए उपयोग किया जाता है।
- इसी तरह डिजिटल डोमेन में डेटा के आसान संचरण के लिए इसे अक्सर एन्क्रिप्ट किया जाता है या कोड के भीतर रखा जाता है और फिर प्रसारित किया जाता है। रिसीवर पर कोडेड डेटा को कोड से डिक्रिप्ट या इकट्ठा किया जाता है और प्रदर्शित करने के लिए संसाधित किया जाता है या तदनुसार लोड को दिया जाता है।

बाइनरी एनकोडर (Binary Encoder):

एक बाइनरी एनकोडर Fig 1 में दिखाया गया है। इसमें 2^n इनपुट लाइनें और n आउटपुट लाइनें हैं इसलिए यह 2^n इनपुट से जानकारी को n बिट कोड में एन्कोड करता है। सभी इनपुट लाइनों से एक समय में केवल एक इनपुट लाइन एक्टिव होती है और इनपुट लाइन के आधार पर यह n बिट आउटपुट कोड उत्पन्न करती है।

Fig 1



2^n:n ENCODER

नीचे दिया गया आंकड़ा बाइनरी एनकोडर के ब्लॉक आरेख को दिखाता है जिसमें 2^n इनपुट लाइनें और n आउटपुट लाइनें होती हैं। यह डेसीमल संख्या का बाइनरी संख्या में अनुवाद करता है।

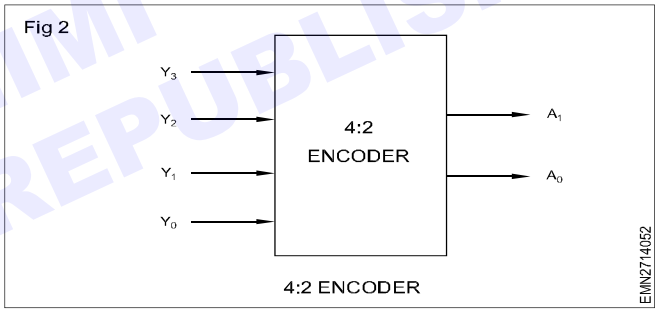
एक एन्कोडर की आउटपुट लाइनें या तो सही बाइनरी समकक्ष या इनपुट मान के लिए बाइनरी के BCD कोडिड के सामान होती हैं। इनमें से कुछ बाइनरी एन्कोडर में डेसीमल से बाइनरी एन्कोडर डेसीमल से ऑक्टल बाइनरी एन्कोडर डेसीमल से BCD एन्कोडर आदि शामिल हैं।

इनपुट लाइनों की संख्या के आधार पर डिजिटल या बाइनरी एन्कोडर 2 या 3 या 4 बिट कोड के रूप में आउटपुट कोड तैयार करते हैं।

4 - से - 2 बिट बाइनरी एनकोडर (4 - to - 2 Bit Binary Encoder):

4 इनपुट एन्कोडर का ब्लॉक आरेख और ट्रुथ टेबल Fig 2 में दिखाया गया है। ट्रुथ टेबल में चार लाइन यां होती हैं क्योंकि यह माना जाता है कि केवल एक इनपुट 1 का मान है तो उस सक्षम इनपुट से संबंधित संबंधित बाइनरी कोड है आउटपुट पर प्रदर्शित होता है।

Fig 2



4:2 ENCODER

आउटपुट Y0 1 होता है जब या तो इनपुट Y1 या Y3 1 होता है आउटपुट Y1 भी 1 पर सेट होता है जब या तो इनपुट Y2 या Y3 1 होता है।

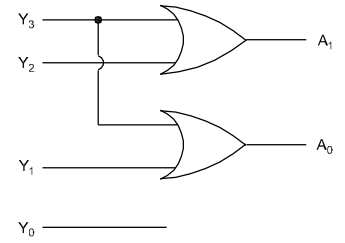
Y_3	Y_2	Y_1	Y_0	A_1	A_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

4-से-2 एनकोडर से आउटपुट OR गेट के एक सेट द्वारा कार्यान्वित लॉजिक परिपथ द्वारा उत्पन्न होता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।कि Fig 3 में एनकोडर का आउटपुट समान है यदि इनपुट एक्टिव है तो लो इनपुट (Io = 1) या यदि कोई इनपुट एक्टिव नहीं है अर्थात सभी इनपुट शून्य होंगे।

यह एन्कोडिंग आउटपुट में अस्पष्टता का कारण बनता है। इस अस्पष्टता से बचने के लिए एक वैध एन्कोड आउटपुट जोड़ा जा सकता है क्योंकि एक अतिरिक्त आउटपुट मान 1 मान लेते है जो Io 1 के बराबर होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 3



EMN2714053

4 to 2 ENCODER USING OR GATES

डेसीमल से BCD एनकोडर (Decimal to BCD Encoder):

इस प्रकार के एनकोडर में आमतौर पर दस इनपुट लाइनें और 4 आउटपुट लाइनें होती हैं। प्रत्येक इनपुट लाइन प्रत्येक डेसीमल अंक से समान होता है और 4 आउटपुट BCD कोड के अनुरूप होते हैं।

यह एन्कोडर डिकोड किए गए डेसीमल डेटा को इनपुट के रूप में स्वीकार करता है और इसे BCD आउटपुट में एन्कोड करता है जो आउटपुट लाइनों पर उपलब्ध होता है।

नीचे दिए गए आंकड़े BCD एन्कोडर के डेसीमल के मूल लॉजिक प्रतीक को इसकी ट्रुथ टेबल के साथ दिखाता है। ट्रुथ टेबल प्रत्येक डेसीमल अंक के लिए BCD कोड का प्रतिनिधित्व करती है।

इससे हम BCD बिट और डेसीमल अंक के बीच संबंध तैयार कर सकते हैं। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि डेसीमल शून्य के लिए कोई स्पष्ट इनपुट लाइन नहीं है। जब यह स्थिति होती है यानी डेसीमल इनपुट 1 से 9 तक सभी शून्य होते हैं। BCD आउटपुट 0000 से अधिक होती है।

बाइनरी डिकोडर (Binary Decoder):

बाइनरी डिकोडर कॉम्बिनेशनल लॉजिक गेट्स से निर्मित एक और कॉम्बिनेशन लॉजिक परिपथ है और एक एनकोडर के बिल्कुल इनवर्स है

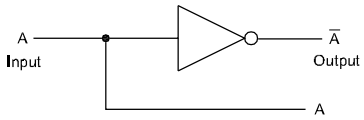
"डिकोडर" नाम का अर्थ कोडिड जानकारी को एक प्रारूप से दूसरे प्रारूप में अनुवाद या डिकोड करना है इसलिए एक डिजिटल डिकोडर डिजिटल इनपुट सिग्नल के एक सेट को उसके आउटपुट पर एक समान डेसीमल कोड में बदल देता है।

बाइनरी डिकोडर्स एक अन्य प्रकार का डिजिटल लॉजिक डिवाइस है जिसमें डेटा इनपुट लाइनों की संख्या के आधार पर 2 बिट या 3 बिट या 4 बिट कोड के इनपुट होते हैं इसलिए एक डिकोडर जिसमें दो या अधिक बिट्स का सेट होते है उसे एक n बिट कोड परिभाषित कर सकते हैं और इसलिए 2^n संभावित मानों का प्रतिनिधित्व करना संभव होता है। इस प्रकार एक डिकोडर आम तौर पर एक बाइनरी मान को एक गैर-बाइनरी में डिकोड करता है जो इसके n आउटपुट में से एक को लॉजिक "1" पर सेट करता है।

यदि एक बाइनरी डिकोडर n इनपुट प्राप्त करता है (आमतौर पर एक बाइनरी या बूलियन नंबर के रूप में समूहीकृत) तो यह उस इनपुट के आधार पर अपने 2n आउटपुट में से केवल एक एक्टिवट करता है और अन्य सभी आउटपुट को निष्क्रिय कर देता है।

उदाहरण के लिए एक इन्वर्टर (NOT गेट) को 1 से 2 बाइनरी डिकोडर के रूप में 1 इनपुट और 2 आउटपुट (2) के रूप में वर्गीकृत किया जाता है क्योंकि इनपुट A के साथ यह दो आउटपुट A और (NOT A) को प्रोडूस करता है। A) जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4



EMN2714054

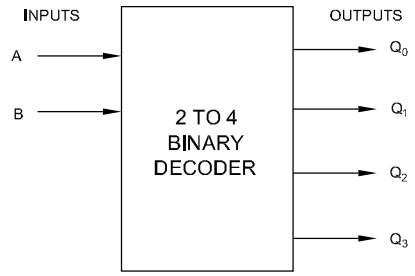
1 to 2 BINARY DECODER

तब हम कह सकते हैं कि एक मानक कॉम्बिनेशन लॉजिक डिकोडर **n से m** डिकोडर होता है जब $m \leq 2^n$ और जिसका आउटपुट Q केवल इसके धारा इनपुट पर निर्भर करता है यह निर्धारित करता है कि कौन सा बाइनरी कोड या बाइनरी नंबर उस बाइनरी इनपुट के सामान होता है।

एक बाइनरी डिकोडर कोडित इनपुट को कोडित आउटपुट में परिवर्तित करता है जहां इनपुट और आउटपुट कोड अलग होते हैं और डिकोडर बाइनरी या BCD (8421 कोड) इनपुट पैटर्न को "डीकोड" करने के लिए आमतौर पर एक डेसीमल आउटपुट कोड के लिए उपलब्ध होते हैं। आम तौर पर उपलब्ध BCD-से-डेसीमल डिकोडर्स में TTL 7442 या CMOS 4028 शामिल हैं। आम तौर पर एक डिकोडर आउटपुट डिकोडर परिपथ में 2 से 4, 3 से 8 और 4 से 16 लाइन कॉन्फ़िगरेशन शामिल होते हैं।

2 से 4 लाइन डेकोडर का एक उदाहरण इसकी ट्रुथ टेबल के साथ Fig 5a और 5b में दिखाया गया है।

Fig 5



EMN2714055

2-से-4 बाइनरी डिकोडर (A2-to-4 Binary Decoder):

(b)	A	B	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
	0	0	1	0	0	0
	0	1	0	1	0	1
	1	0	0	0	1	0
	1	1	0	0	0	1

2-टू-4 लाइन बाइनरी डिकोडर के ऊपर दिए गए इस सरल उदाहरण में चार AND गेट्स की एक श्रृंखला शामिल है। A और B लेबल वाले 2 बाइनरी इनपुट को 4 आउटपुट में से एक में डिकोड किया गया है, इसलिए 2- से -4 बाइनरी डिकोडर का विवरण दिया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

2 से 4 लाइन बाइनरी डिकोडर के ऊपर इस सरल उदाहरण में चार AND गेट्स की एक सरणी है। A और B लेबल वाले 2 बाइनरी इनपुट को 4 आउटपुट में से एक में डिकोड किया जाता है इसलिए 2- से -4 बाइनरी डिकोडर का विवरण प्रत्येक आउटपुट 2 इनपुट वेरिएबल्स (प्रत्येक आउटपुट = मिनटर्म) के मिनटर्म्स में से एक का प्रतिनिधित्व करता है।

बाइनरी इनपुट A और B यह निर्धारित करते हैं कि Q0 से Q3 तक कौन सी आउटपुट लाइन लॉजिक लेवल "1" पर "हाई" है जबकि शेष आउटपुट लॉजिक "0" पर "LOW" हैं क्यूंकि एक समय पर केवल एक आउटपुट एक्टिव (हाई) हो सकता है। । इसलिए जो भी आउटपुट लाइन "हाई" होता है वह इनपुट पर मौजूद बाइनरी कोड की पहचान करता है दूसरे शब्दों में यह बाइनरी इनपुट को "डी-कोड्स" करता है।

कुछ बाइनरी डिकोडर्स में "इनेबल" लेबल वाला एक अतिरिक्त इनपुट पिन होता है जो डिवाइस से आउटपुट को नियंत्रित करता है। यह अतिरिक्त डिकोडर आउटपुट को आवश्यकतानुसार "चालू" या "बंद" करने की अनुमति देता है। इस प्रकार के बाइनरी डिकोडर्स को आमतौर पर माइक्रोप्रोसेसर मेमोरी अनुप्रयोगों में "मेमोरी एडर्स डिकोडर्स" के रूप में उपयोग किया जाता है।

बाइनरी डिकोडर एक डिमल्टीप्लेक्सर है जिसमें एक अतिरिक्त डेटा लाइन होती है जिसका उपयोग डिकोडर को इनेबल करने के लिए किया जाता है। डिकोडर परिपथ को देखने का एक वैकल्पिक तरीका इनपुट A B और C को एड्रेस सिग्नल के रूप में मानना है। A B या C का प्रत्येक कॉम्बिनेशन एक सेकेंडरी मेमोरी एड्रेस को परिभाषित करता है।

एक 2 से 4 लाइन बाइनरी डिकोडर (TTL 74155) का उपयोग किसी भी 2-बिट बाइनरी कोड को डिकोड करने के लिए किया जा सकता है ताकि प्रत्येक संभावित इनपुट कॉम्बिनेशन के लिए चार आउटपुट एक प्रदान किया जा सके। हालाँकि कभी-कभी इसके लिए एक बाइनरी डिकोडर की आवश्यकता होती है जिसमें कई आउटपुट उपलब्ध होते हैं इसलिए अधिक इनपुट जोड़कर डिकोडर संभावित रूप से Fig 6 में दिखाए गए अनुसार 2^n अधिक आउटपुट प्रदान कर सकता है।

तो उदाहरण के लिए 3 बाइनरी इनपुट (n = 3) के साथ एक डिकोडर 3 से 8 लाइन डिकोडर (TTL 74138) और 4 इनपुट (n = 4) प्रोडूस करेगा 74154) और इसी तरह 4 से 16 लाइन डिकोडर (TTL) का उत्पन्न करेगा। । लेकिन एक डिकोडर में 2n से कम आउटपुट भी हो सकते हैं जैसे कि BCD से सात सेगमेंट डिकोडर (TTL 7447) जिसमें 4 इनपुट और केवल 7 एक्टिव आउटपुट होते हैं जो पूर्ण 16 (2^n) आउटपुट के बजाय डिस्प्ले को चलाने के लिए होते हैं जैसा कि आप उम्मीद करते हैं।

यहां दो छोटे 3 से 8 डिकोडर्स का उपयोग करके 16 लाइन बाइनरी डिकोडर के लिए एक बहुत बड़ा 4 (3 डेटा प्लस 1 इनेबल) लागू किया जाता है।

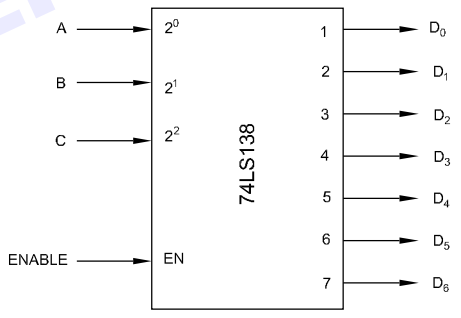
एक एनकोडर वह उपकरण है जो परिचित संख्याओं या वर्णों या प्रतीकों को एक कोडित प्रारूप में परिवर्तित करता है। यह वर्णमाला के अक्षरों और डेसीमल संख्याओं को इनपुट के रूप में स्वीकार करता है और आउटपुट को इनपुट के कोडिड प्रतिनिधित्व के रूप में तैयार करता है।

यह दी गई जानकारी को अधिक कॉम्पैक्ट रूप में एन्कोड करता है। दूसरे शब्दों में यह एक कॉम्बिनेशन परिपथ है जो एक डिकोडर के इनवर्स कार्य करता है।

इनका उपयोग मुख्य रूप से दी गई जानकारी का प्रतिनिधित्व करने के लिए आवश्यक बिट्स की संख्या को कम करने के लिए किया जाता है। डिजिटल सिस्टम में सूचना प्रसारित करने के लिए एन्कोडर का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार ट्रांसमिशन लिंक एन्कोडेड जानकारी को प्रसारित करने के लिए कम लाइनों का उपयोग करता है।

इसके अलावा इन एन्कोडर का उपयोग डेटा को एन्कोड करने के लिए किया जाता है। जिसे बाद में एक सिट उपलब्ध स्थान पर कम बिट्स को संग्रहीत करने के लिए उपयोग किया जाता है

Fig 6



BINARY DECODER

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

मल्टीप्लेक्सर और डेमल्टीप्लेक्सर (Multiplexers & Demultiplexers)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **डिजिटल परिपथ में मल्टीप्लेक्सर और डीमल्टीप्लेक्सर की आवश्यकता बताना**
- **डेटा ट्रांसमिशन में मल्टीप्लेक्सर और डीमल्टीप्लेक्सर के अनुप्रयोग की व्याख्या करना**

डिजिटल लॉजिक में कई अनुप्रयोगों के लिए मल्टीपल इनपुट और सिंगल आउटपुट सिंगल इनपुट और मल्टीपल आउटपुट वाले परिपथ की आवश्यकता होती है। हालांकि ऐसे परिपथ का आउटपुट कंट्रोल संकेतों के एक सेट द्वारा विशिष्ट रूप से निर्धारित किया जाना चाहिए। ऐसे परिपथ कंप्यूटर और डेटा ट्रांसमिशन में अत्यधिक अनुप्रयोग किये जाते हैं। ऐसे परिपथ जिनमें एक या एक से अधिक इनपुट लाइनें होती हैं और एक या एक से अधिक आउटपुट देते हैं जो विशिष्ट रूप से इनपुट द्वारा निर्धारित होते हैं कॉम्बिनेशनल परिपथ कहलाते हैं।दो सबसे महत्वपूर्ण कॉम्बिनेशन परिपथ मल्टीप्लेक्सर्स और डिकोडर हैं।

मल्टीप्लेक्सर (Multiplexers):

एक मल्टीप्लेक्सर जिसमें 2^n डेटा इनपुट एक डेटा आउटपुट और एक n-बिट कंट्रोल इनपुट होता है जो एक इनपुट का चयन करता है और इसे आउटपुट में रूट करता है Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1

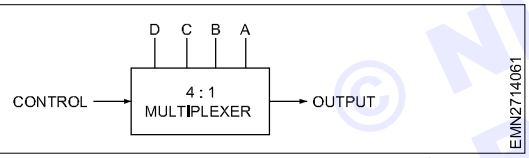


Fig 1 में मल्टीप्लेक्सर के दो इनपुट हैं ($2^n = 2^1=2$ जहाँ n=1)। इसमें 1-बिट कंट्रोल संकेत है (क्योंकि n=1) जो ट्रुथ टेबल 1 में दिए गए आउटपुट के रूप में A या B का चयन करता है।

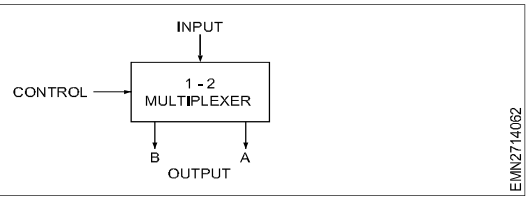
ट्रुथ टेबल

इनपुट		कंट्रोल	आउटपुट
A	B		
1	0	0	1 (A----> आउटपुट)
1	0	1	(B---->आउटपुट)

डीमल्टीप्लेक्सर (Demultiplexer):

एक मल्टीप्लेक्सर का इंवर्स एक डिमल्टीप्लेक्सर है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। इसमें n इनपुट (जहाँ n=1) 2n आउटपुट (जहाँ $2^n =2^1=2$ आउटपुट) और n कंट्रोल संकेतों की संख्या (इस मामले में n=1 जहाँ कंट्रोल रेखा=1) है। n कंट्रोल रेखाओं के मान के आधार पर सिंगल

Fig 2



इनपुट को 2^n आउटपुट में से किसी एक पर रूट किया जाता है। Fig 2 में डीमल्टीलेक्सर के लिए ट्रुथ टेबल टेबल 2 में दी गई है।

टेबल 2

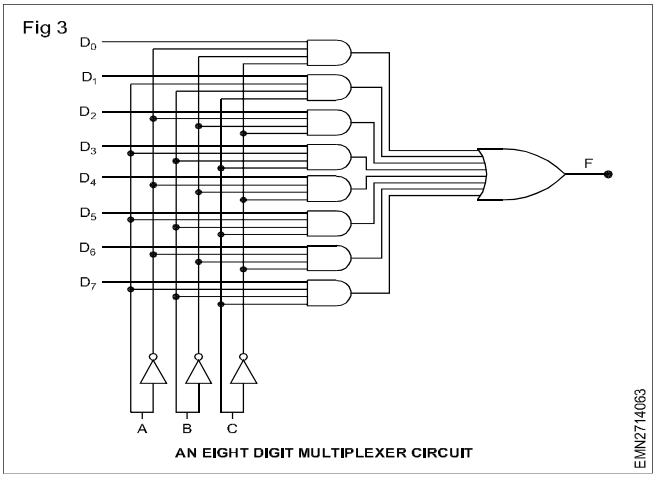
इनपुट	कंट्रोल	आउटपुट
1	0	इनपुट ---> A (जहाँ A = 1)
1	1	इनपुट ---> B (जहाँ B = 1)

8-लाइन मल्टीप्लेक्सर (8-line Multiplexer):

जैसा कि पहले के पैराग्राफ में चर्चा की गई है कि मल्टीप्लेक्सर एक परिपथ है जिसमें 2n डेटा इनपुट एक डेटा आउटपुट और n कंट्रोल इनपुट होते हैं। सिलेक्टर डेटा गेट और आउटपुट पर रूट किया जाता है। Fig 3 एक आठ-इनपुट या आठ-लाइन डीमल्टीप्लेक्सर के योजनाबद्ध को दर्शाता है।

जैसा कि Fig 3 में देखा जा सकता है तीन कंट्रोल लाइन A B और C एक 3-बिट संख्या को एन्कोड करती हैं जो निर्दिष्ट करती है कि आठ इनपुट लाइनों में से कौन सी OR गेट और फिर आउटपुट पर है। कंट्रोल रेखा पर क्या मान है इसका कोई महत्व नहीं है और गेट के सात हमेशा

Fig 3



AN EIGHT DIGIT MULTIPLEXER CIRCUIT

0 आउटपुट करेंगे दूसरा सिलेक्टर इनपुट लाइन के मान के आधार पर 0 या 1 आउटपुट कर सकता है। प्रत्येक गेट कंट्रोल इनपुट को अलग कॉम्बिनेशन द्वारा इनेबल किया जा सकता है।

आठ-8 वाला डीमल्टीप्लेक्सर MSI चिप के रूप में उपलब्ध है। 8 इनपुट लाइनों के साथ 3 कंट्रोल लाइन एक आउटपुट एक अतिरिक्त कॉम्प्लीमेंट आउटपुट लाइन होती है और पावर सप्लाई और ग्राउंड लाइन को 16 पिन पैकेज के रूप में लागू किया जाता है। ऐसा ही एक पैकेज 74LS151, 8-लाइन मल्टीप्लेक्सर IC है जो Fig 4 में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

डेमल्टीप्लेक्सर (Demultiplexer): मल्टीप्लेक्सर का इंवर्स एक डेमल्टीप्लेक्सेर होता है। एक डीमल्टीप्लेक्सर अपने एकल इनपुट सिग्नल को 2^n आउटपुट में से एक पर रूट करता है जो n कंट्रोल लाइनों के मानों पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए यदि कंट्रोल सिग्नल पर बाइनरी मान सभी शून्य है तो 0 V आउटपुट लाइन का चयन किया जाता है और यदि कंट्रोल रेखा पर बाइनरी मान k है तो इनपुट सिग्नल को रूट करने के लिए k^{th} आउटपुट लाइन का चयन किया जाता है। ऐसे डीमल्टीप्लेक्सर्स IC पैकेज में भी उपलब्ध हैं। ऐसा ही एक IC 1लाइन से 8 लाइन का डिमल्टीप्लेक्सर 74LS138 है

मल्टीप्लेक्सर्स और डीमल्टीप्लेक्सर्स के अनुप्रयोग (Application of Multiplexers and Demultiplexers):

मल्टीप्लेक्सर्स और डीमल्टीप्लेक्सर्स के लगभग असंख्य अनुप्रयोग हैं। बस कुछ सूचीबद्ध करने के लिए सीरियल डेटा कनवर्टर आदि के समानांतर एक मल्टीप्लेक्स डिस्प्ले को लागू करने में हैं

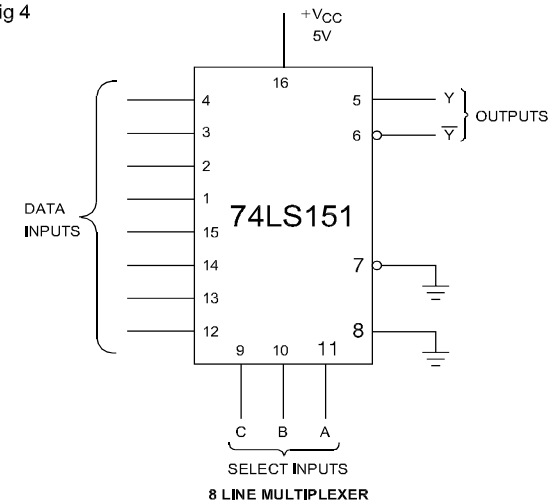
डेटा ट्रांसमिशन में मल्टीप्लेक्सर और डीमल्टीप्लेक्सर के अनुप्रयोग की सराहना की जा सकती है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

Fig 6 में आठ इनपुट एक औद्योगिक वातावरण में आठ अलग-अलग प्रकार के डेटा (जैसे तापमान,दबाव ...) को मापने वाले विभिन्न ट्रांसड्यूसर से आने वाले आठ संकेत हो सकते हैं। दूसरे छोर पर अलग-अलग मापदंडों को मापने के लिए बने आठ अलग-अलग माप उपकरणों को डीमल्टीप्लेक्सर के आउटपुट को मापा जा सकता है।

यदि मल्टीप्लेक्सर और डीमल्टीप्लेक्सर की कंट्रोल रेखाएँ एक साथ 000 से 111 तक बाइनरी सिग्नलों के साथ क्रमिक रूप से फीड की जाती हैं तो किसी भी समय इनपुट के प्रत्येक पैरामीटर को लाइन पर डिमल्टीप्लेक्सर को सूचित किया जाता है जो इसे मीटर में बदल देता है जो पैरामीटर के मान को प्रदर्शित करने के लिए है।

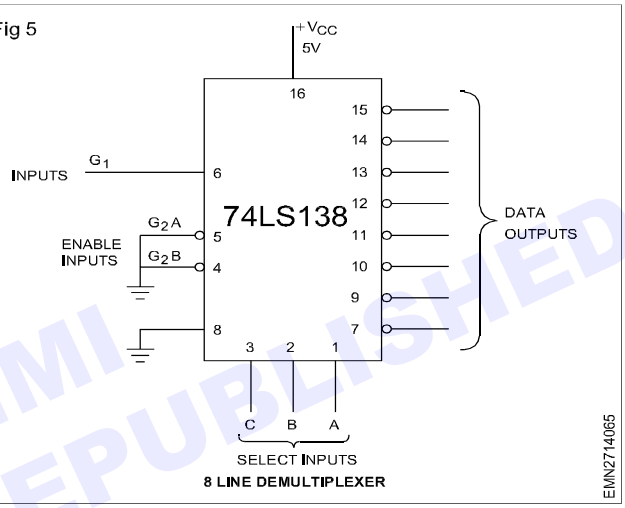
Fig 6 से देखें कि सभी आठ मापदंडों को अलग-अलग समय अंतराल पर संप्रेषित करने के लिए केवल एक ट्रांसमिशन लाइन का उपयोग किया जाता है। इसे टाइम डिवीजन मल्टीप्लेक्सिंग के रूप में जाना जाता है।

Fig 4



8 LINE MULTIPLEXER

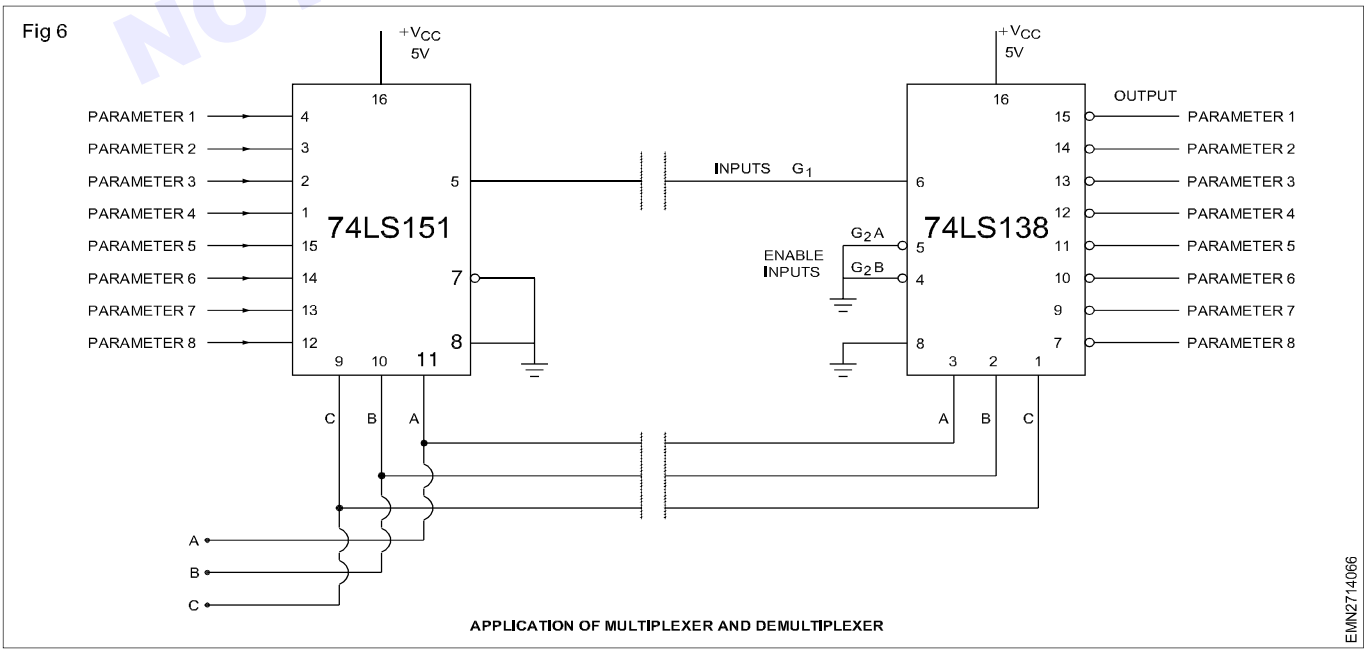
Fig 5



8 LINE DEMULTIPLEXER

इसलिए इस तरह के संचार में मल्टीप्लेक्सर्स और डीमल्टीप्लेक्सर्स का हमेशा उपयोग किया जाता है। Fig 6 में दिखाई गई तीन कंट्रोल लाइन सिंक्रोनाइज़िंग इनपुट के रूप में इनपुट लाइन में से किसी एक का उपयोग करके स्वतंत्र रूप से स्टेशन भेजने और प्राप्त करने पर भी उत्पन्न की जा सकती हैं।

Fig 6



APPLICATION OF MULTIPLEXER AND DEMULTIPLEXER

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

लैच परिपथ और अनुप्रयोग (Latch circuits and applications)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **डिस्क्रीट गेट्स का उपयोग करके NOR लैच और NAND लैच की व्याख्या करना**
- **क्लॉक्ड फ्लिप फ्लॉप की कांसेप्टओं को बताना**
- **बाउंसिंग और डिबाउंस परिपथ के प्रभाव पर चर्चा करना**
- **D फ्लिप-फ्लॉप और इसकी ट्रुथ टेबल की व्याख्या करना**
- **क्लॉक्ड D फ्लिप-फ्लॉप और इसकी ट्रुथ टेबल की व्याख्या करना**
- **एज ट्रिगरिंग और लेवल ट्रिगरिंग के बीच अंतर बताएं और एज ट्रिगर के प्रकारों पर चर्चा करना**
- **दिए गए बूलियन समीकरणों के लिए लॉजिक आरेख लिखना**
- **बूलियन बीजगणित का उपयोग करके लॉजिक आरेख को सरल बनाना**

परिचय (Introduetion): फ्लिप-फ्लॉप एक डिजिटल परिपथ है जिसमें दो स्टेबल स्टेट्स होती हैं। यह इन स्टेट्स में से एक में तब तक रहता है जब तक कि दूसरे में ट्रिगर न हो जाए।

फ्लिप-फ्लॉप का उपयोग बाइनरी सूचनाओं को स्टोर करने के लिए किया जाता है। डिजिटल मेमोरी परिपथ जो डेटा के बिट्स को स्टोर कर सकते हैं किसी भी कंप्यूटर सिस्टम का एक अनिवार्य हिस्सा हैं।

RS फ्लिप फ्लॉप (RS flip flops): फ्लिप फ्लॉप का सबसे बेसिक प्रकार रीसेट/सेट प्रकार है इसलिए इसे RS फ्लिप फ्लॉप के रूप में जाना जाता है।

बेसिक RS फ्लिप-फ्लॉप कि संरचना दो NOR गेट या दो NAND गेट से किया जा सकता है। परिपथ प्रतीकों को Fig 1 में दिखाया गया है। Fig 1a एक्टिव उच्च इनपुट के साथ RSF/F दिखाता है। Fig 1b एक्टिव LOW इनपुट के साथ RSF/F दिखाता है। NOR गेट लैच और NAND गेट लैच दोनों को क्रमशः Fig 2 और Fig 3 में दिखाया गया है।

NOR लैच:

Fig 2 से दो NOR गेट क्रॉस कपल्ड हैं और इसके इनवर्स एक NOR गेट से दूसरे NOR गेट इनपुट से जुड़ा हो।

NOR लैच के लिए ट्रुथ टेबल

R	S	Q	टिप्पणी
0	0	NC	No change
0	1	1	Set
1	0	0	Reset
1	1	*	Race

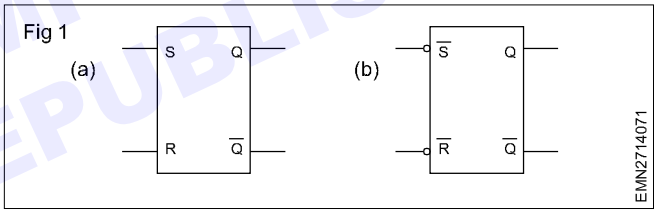
NAND लैच के लिए ट्रुथ टेबल

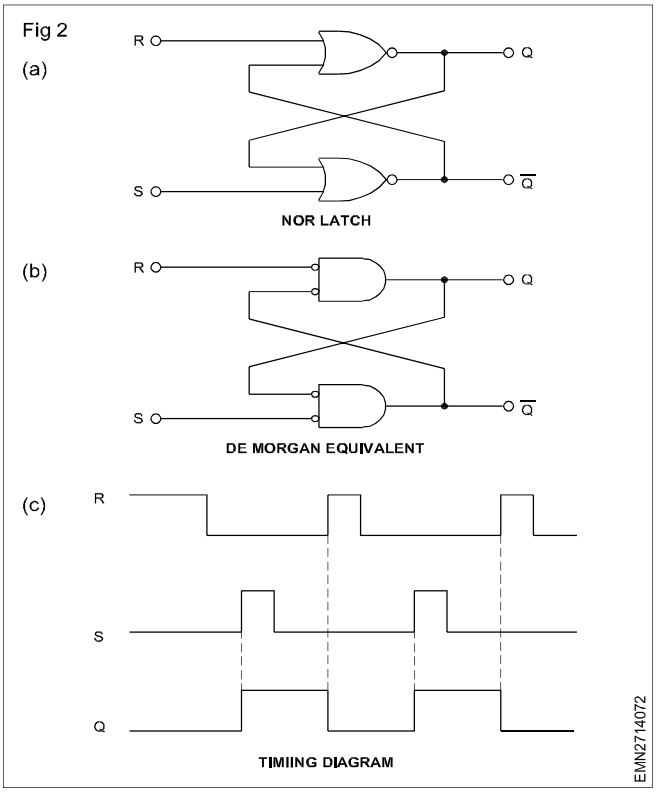
R	S	Q	टिप्पणी
0	0	*	Race
0	1	1	Set
1	0	0	Reset
1	1	NC	No change

NOR लैच आउटपुट को Q और Q के रूप में लेबल किया जाता है। आउटपुट हमेशा एक दूसरे के इनवर्स होंगे। NOR लैच की ट्रुथ टेबल से इसे निम्नानुसार संक्षेपित किया जा सकता है।

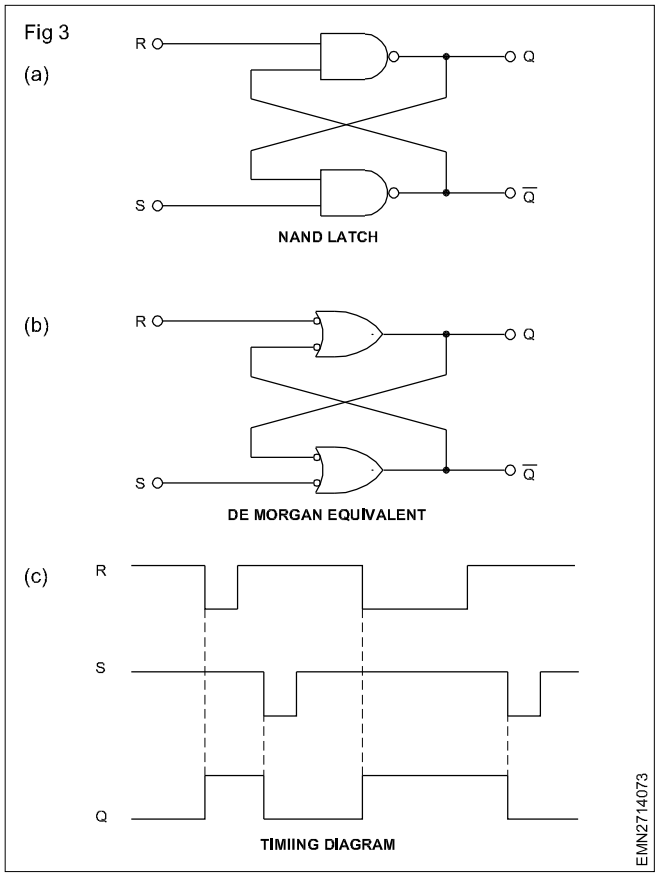
शर्त 1 (Condition1)

R=0 S=0 यह स्थिति निष्क्रिय स्टेट उत्पन्न करती है। आउटपुट 'Q' No-Change रहेगा।





© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



शर्त 2 (Condition 2)

R = 0 S = 1 यह स्थिति Q= 1 स्थिति में जाने का कारण बनती है जहां R के उच्च रिटर्न के बाद यह हमेशा रहता है। इसे लैच के रूप में जाना जाता है।

शर्त 3 (Condition 3)

R = 1 S = 0 यह स्थिति Q = 0 स्थिति में जाने का कारण बनती है जहां S के उच्च होने के बाद भी आउटपुट बना रहता है। इसे लैच को रीसेट करना कहा जाता है।

शर्त 4 (Condition 4)

R = 1 S = 1 यह स्थिति race की स्थिति उत्पन्न करती है। इसलिए NOR लैच का उपयोग करते समय R =1 और S =1 स्थिति से बचें।

NAND लैच

NAND गेट लैच जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। दो NAND गेट क्रॉस-कपल्ड हैं जो इसके इनवर्स एक NAND का आउटपुट दूसरे NAND गेट इनपुट से जुड़ा हो। NAND लैच आउटपुट को Q और Q के रूप में लेबल किया जाता है। ये आउटपुट हमेशा एक दूसरे के इंवर्स होंगे।

ट्रुथ टेबल से इसे निम्नानुसार संक्षेपित किया जा सकता है।

शर्त 1 (Condition 1)

R = 0 S = 0 यह स्थिति अस्पष्ट परिणाम देती है। इसका इस्तेमाल नहीं करना चाहिए।

शर्त 2 (Condition 2)

R = 0 S= 1 यह स्थिति आउटपुट को Q=1 स्थिति में ले जाने का कारण बनती है जहां यह R के उच्च रिटर्न के बाद बनी रहेगी। इसे लैच के रूप में जाना जाता है।

शर्त 3 (Condition 3)

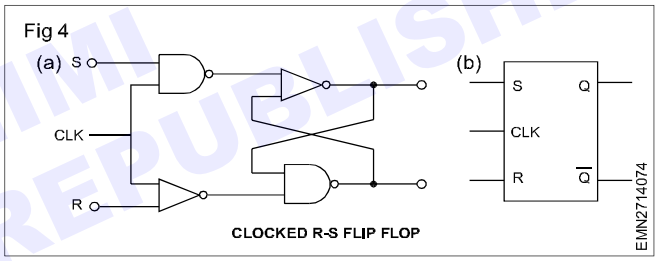
R = 1 S = 0 यह स्थिति आउटपुट को Q=0 स्थिति में जाने का कारण बनती है जहां S के उच्च लौटने के बाद भी आउटपुट बना रहेगा। इसे लैच को क्लीयरिंग करना या रीसेट करना कहा जाता है।

शर्त 4 (Condition 4)

R = 1 S = 1 यह स्थिति नार्मल रेस्टिंग स्टेट है और इसका आउटपुट स्टेट पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। Q और Q आउटपुट इस इनपुट स्थिति से पहले जिस भी स्थिति में थे वहीं रहेंगे।

क्लॉक्ड RS फ्लिप-फ्लॉप (Clocked RS flip-flop):

जानकारी के लिए किसी भी समय स्टोर करने (इसे सेट या रीसेट) के लिए फ्लिप-फ्लॉप को स्ट्रोब या क्लॉक करना संभव है और फिर किसी भी वांछित समय के लिए स्टोर जानकारी को होल्ड करना संभव है। इस फ्लिप फ्लॉप को क्लॉक्ड RS फ्लिप-फ्लॉप कहा जाता है और इसे Fig 4a और परिपथ प्रतीक 4b में दिखाया गया है।



ट्रुथ टेबल

क्लॉक	R	S	Q
0	0	0	NC
0	0	1	NC
0	1	0	NC
0	1	1	NC
1	0	0	NC
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	race condition

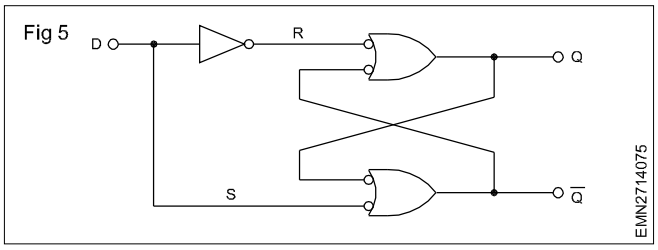
फ्लिप-फ्लॉप को ठीक से संचालित करने के लिए क्लॉक इनपुट पर एक ट्रांजिशन फॉर्म लो से हाई होना चाहिए जबकि क्लॉक हाई है Rऔर S की जानकारी लैच को सेट या रीसेट करने का कारण बनती है। फिर जब क्लॉक का ट्रांजिशन वापस कम हो जाता है तो यह जानकारी लैच में बनी रहती है। जब यह उच्च से निम्न ट्रांजिशन हुआ तो R और S दोनों इनपुट कम (0) थे और इस प्रकार स्टेट में कोई बदलाव नहीं आएगा ।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

D-फ्लिप फ्लॉप (D-flip-flop):

RS फ्लिप-फ्लॉप में दो डेटा इनपुट R और S होते हैं। उच्च बिट को स्टोर करने के लिए आपको उच्च S की आवश्यकता होती है और कम बिट स्टोर करने के लिए आपको उच्च R की आवश्यकता होती है। फ्लिप-फ्लॉप चलाने के लिए दो सिग्नल उत्पन्न करने में अनुप्रयोग मे कई हानि है। इसके अलावा RS फ्लिप-फ्लॉप दौड़ की स्थिति के लिए अतिसंवेदनशील है। हम उपरोक्त हानि को दूर करने के लिए रेस की स्थिति की संभावना को हटाने के लिए डिज़ाइन को मॉडिफाई करेंगे। RS फ्लिप को थोड़ा मॉडिफाई किया गया है जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है ताकि D फ्लिप-फ्लॉप नामक सिंगल इनपुट हो।

Fig 5

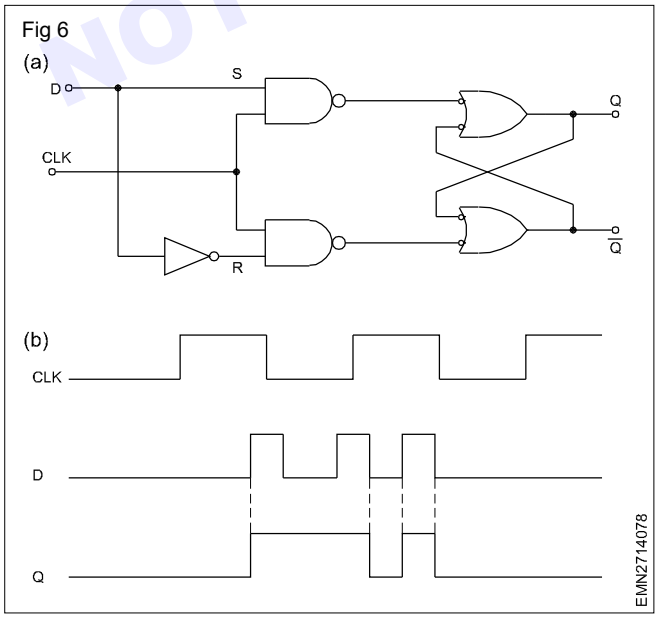


अन क्लॉक्ड(Unlocked) D लैच		क्लॉक(Clock) D लैच		
D	Q	CLK	D	Q
0	0	0	X	NC
1	1	1	0	0
		1	1	1

क्लॉक्ड D-फ्लिप-फ्लॉप (Clocked D-flip-flop):

Fig 6a लेवल क्लॉक्ड D प्रकार के फ्लिप-फ्लॉप को दर्शाता है। एक कम क्लॉक इनपुट गेट्स को निष्क्रिय कर देती है और लैच को दूसरे शब्दों में स्थिति बदलने से रोकती है जबकि क्लॉक कम होती है लैच निष्क्रिय स्टेट में होती है D आउटपुट को नियंत्रित करता है A उच्च D लैच सेट करता है जबकि कम D इसे रीसेट करता है।

Fig 6



लेवल क्लॉक्ड D फ्लिप फ्लॉप के लिए ट्रुथ टेबल

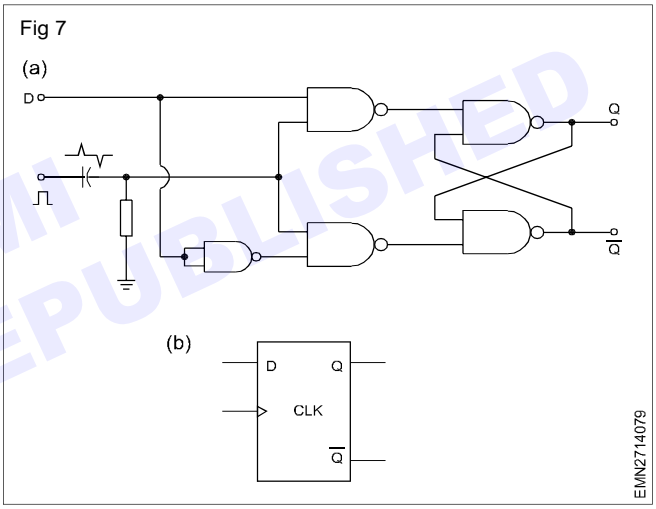
CLK	D	Q
0	X	NC
1	0	0
1	1	1

ट्रुथ टेबल ऑपरेशन 'X' को सारांशित करती है एक don't care कंडीशन का प्रतिनिधित्व करती है यह 0 या 1 के लिए होता है जबकि क्लॉक लो है आउटपुट नहीं बदल सकता है चाहे 'D' कीच भी हो जब क्लॉक अधिक हो तो आउटपुट इनपुट Q =D के बराबर होता है।

एज ट्रिगरिंग वर्सस लेवल क्लॉकिंग (Edge triggering versus level clocking):

जब एक परिपथ एज ट्रिगर होता है तो आउटपुट केवल क्लॉक के बढ़ते या घटने वाले किनारे पर बदल सकता है। डिस्क्रीट गेट का उपयोग करते हुए एज ट्रिगर D - F/F को Fig 9a में दिखाया गया है और परिपथ प्रतीक Fig 7b में दिखाया गया है।

Fig 7



जब परिपथ को लेवल क्लॉक किया जाता है तो आउटपुट बदल सकता है जबकि क्लॉक हाई या लो हो।

एज ट्रिगरिंग के साथ क्लॉक साइकिल के दौरान आउटपुट केवल एक पल में बदल सकता है। लेवल क्लॉकिंग के साथ आउटपुट पूरी अवधि के दौरान बदल सकता है और क्लॉक का लेवल बना रहता है।

एज ट्रिगर D-फ्लिप-फ्लॉप (Edge triggered D-flip-flops):

बूलियन बीजगणित लॉजिक परिपथ के संचालन को व्यक्त करने और विश्लेषण करने का सुविधाजनक और व्यवस्थित तरीका है।

ट्रुथ टेबल

एज ट्रिगर D-फ्लिप-फ्लॉप

CLK	D	Q
0	X	NC
1	X	NC
↓	X	NC
↓	0	0
↓	1	1

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

J K फ्लिप-फ्लॉप परिपथ (J K Flip-flop circuits)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **NAND गेट्स का उपयोग करके J K फ्लिप-फ्लॉप की संरचना की व्याख्या करना**
- **प्रीसेट और क्लियर इनपुट के कार्य बताना**
- **एक्टिव निम्न और एक्टिव उच्च का अर्थ परिभाषित करना**
- **J K मास्टर स्लेव फ्लिप-फ्लॉप के कार्य प्रणाली की व्याख्या करना**
- **फ्लिप फ्लॉप का प्रयोग करते हुए आवृत्ति डिवीज़न की व्याख्या करना**

ट्रुथ टेबल

CLK	J	K	Q	
0	X	X	NC	
↓	X	X	NC	
↓	X	X	NC	
X	0	0	NC	
↑	0	1	0	Reset
↑	1	0	1	Set
↑	1	1	Toggle	Toggle

Fig 1 JK फ्लिप-फ्लॉप बनाने का एक तरीका दिखाता है। वेरिएबल्स J और K को कंट्रोल इनपुट कहा जाता है। एक RC परिपथ कम समय के कांस्टेंट के साथ रेक्टंगुलर क्लॉक पल्स को नैरो स्पाइक्स में परिवर्तित करता है। क्यूंकि NAND गेट के माध्यम से डबल इनवर्स होने के कारण परिपथ +ve एज ट्रिगर्ड करता है। दूसरे शब्दों में इनपुट गेट केवल क्लॉक के बढ़ते एज पर इनेबल्ड होते हैं जैसा कि ट्रुथ टेबल में दिखाया गया है।

J-K फ्लिप फ्लॉप की क्रिया विधि (Operation of J-K flip flop):

रिसेट(Reset):

जब J कम होता है और K अधिक होता है तो ऊपरी आउटपुट गेट डिसेबल्ड हो जाता है। इसलिए फ्लिप फ्लॉप सेट करने का कोई तरीका नहीं है। एकमात्र संभावना रीसेट है।जब J कम होता है और K अधिक होता है तो ऊपरी आउटपुट गेट अक्षम हो जाता है। तो फ्लिप फ्लॉप सेट करने का कोई तरीका नहीं है। एकमात्र संभावना रीसेट है। जब Q ऊंचा होता है तो +ve क्लॉक एज आते ही निचला गेट एक रीसेट ट्रिगर से गुजरता है। J -K फ्लिप फ्लॉप का यह ऑपरेशन है।

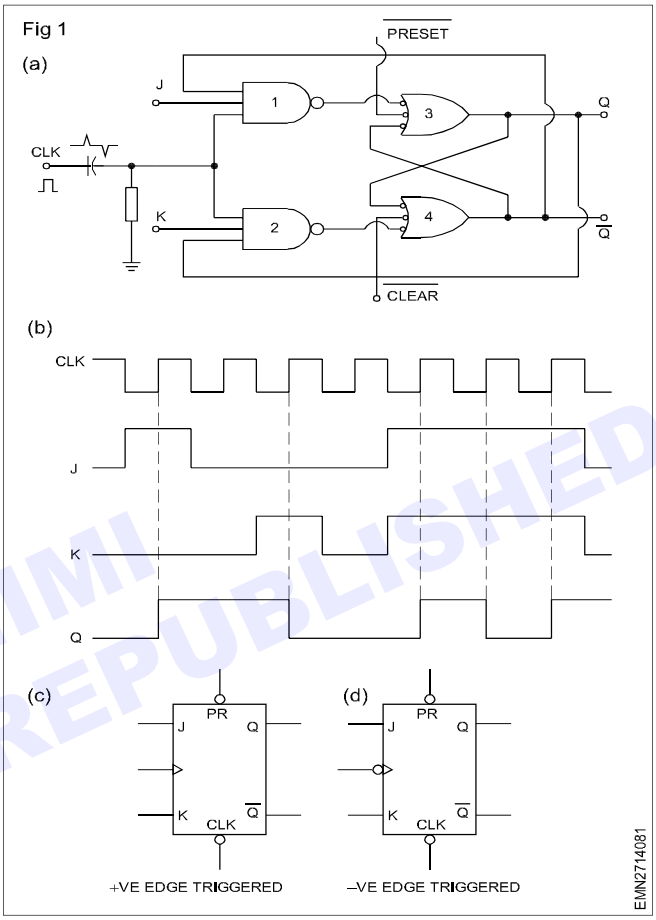
सेट (Set):

जब J अधिक होता है और K कम होता है तो निचला आउटपुट गेट डिसेबल्ड हो जाता है। इसलिए फ्लिप-फ्लॉप को रीसेट करना असंभव है। लेकिन फ्लिप फ्लॉप को तब सेट किया जा सकता है जब Q कम है Q ऊंचा है गेट 1 धनात्मक क्लॉक के किनारे पर एक सेट ट्रिगर पास करता है। यह Q को उच्च स्टेट में ले जाता है। यानी J=1 और K=0 का मतलब है कि अगला धनात्मक क्लॉक एज फ्लिप फ्लॉप सेट करता है।

टॉगल (Toggle):

जब J और K दोनों उच्च होते हैं तो आउटपुट की धारा स्थिति के आधार पर फ्लिप फ्लॉप को सेट या रीसेट करना संभव होता है यदि Q अधिक है

Fig 1



तो निचला गेट दूसरी तरफ अगले धनात्मक क्लॉक किनारे पर एक रीसेट ट्रिगर पास करता है। जब Q कम होता है तो ऊपरी गेट अगले धनात्मक क्लॉक के किनारे पर एक सेट ट्रिगर से गुजरता है। किसी भी तरह से Q अंतिम स्टेट के पूरक में बदल जाता है। इसलिए J=1 और K=1 का अर्थ है कि फ्लिप-फ्लॉप अगले धनात्मक क्लॉक के किनारे पर टॉगल करेगा।

JK फ्लिप-फ्लॉप के संचालन को सारांशित करने के लिए जब क्लॉक कम ऊंची होती है या इसके एज पर परिपथ निष्क्रिय होता है। इसी तरह जब J और K दोनों लो होते हैं तो परिपथ निष्क्रिय होता है। आउटपुट परिवर्तन केवल क्लॉक के बढ़ते किनारे पर होते हैं जैसा कि टेबल की अंतिम तीन प्रविष्टियों द्वारा दर्शाया गया है। o/p या तो सेट को रीसेट करता है या टॉगल करता है।

रेसिंग (Racing):

क्लॉक साइकिल के दौरान एक से अधिक बार टॉगल करना रेसिंग कहलाता है। मान लें कि परिपथ लेवल क्लॉक्ड है। दूसरे शब्दों में मान लें कि RC परिपथ को हटा दिया गया है और क्लॉक को सीधे गेट में उच्च J उच्च K

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

और उच्च क्लॉक आउटपुट टॉगल के साथ चलाएँ। नए आउटपुट तब फेड होतें हैं नए आउटपुट को फिर इनपुट गेट्स पर वापस फीड किया जाता है। दो प्रसार समय (इनपुट और आउटपुट गेट्स) के बाद आउटपुट फिर से चालू हो जाता है। और एक बार फिर नए आउटपुट इनपुट गेट्स पर लौट आते हैं। इस तरह आउटपुट a तक बार-बार टॉगल कर सकता है

इस रेसिंग समस्या को दूर करने के लिए JK मास्टर स्लेव फ्लिप-फ्लॉप विकसित किया गया है।

क्लियर (Clear):

जब पावर पहली बार लागू की जाती है तो फ्लिप-फ्लॉप रैंडम स्टेट्स में आते हैं। कुछ कंप्यूटर शुरू करने के लिए एक ऑपरेटर को एक मास्टर रीसेट बटन को पूस करना पड़ता है यह सभी फ्लिप-फ्लॉप को एक स्पष्ट (रीसेट) सिग्नल भेजता है सामान्य रूप से क्लियर सिग्नल एक्टिव होगा लो आउटपुट को क्लियर करने के लिए लॉजिक शून्य लागू किया जाना चाहिए। जब गेट 4 पर क्लियर लागू होता है जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है तो Q को लॉजिक 0 के लिए मजबूर किया जाएगा और फिर स्वचालित रूप से Q लॉजिक 1 स्थिति में चला जाएगा। यह सिग्नल J और K सिग्नल का आउटपुट Q पर कोई कंट्रोल नहीं होता है जब क्लियर सेट होता है।

प्री-सेट (Pre-set):

जैसे क्लियर प्रीसेट एक एक्टिव लो इनपुट है। यह इनपुट CLK J और K इनपुट से भी स्वतंत्र है। जब प्रीसेट को लॉजिक 0 बनाया जाता है तो आउटपुट Q को लॉजिक 1 पर सेट किया जाता है। कुछ डिजिटल सिस्टम में सिस्टम के वास्तव में चलने से पहले आउटपुट को प्रीसेट करना आवश्यक होता है।

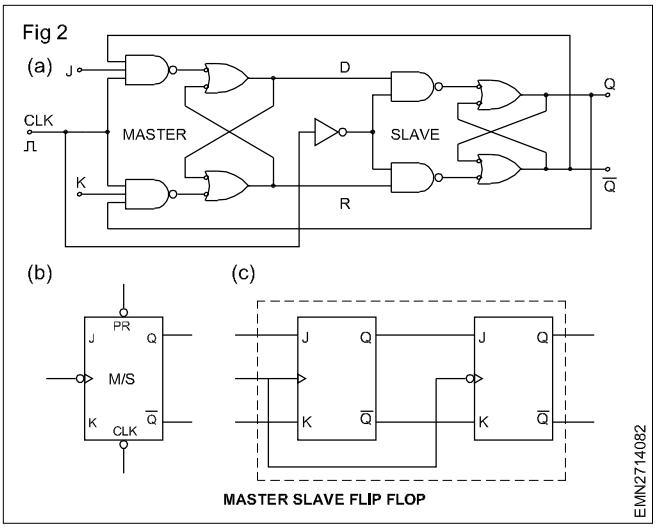
मास्टर स्लेव फ्लिप-फ्लॉप (Master Slave Flip-flop):

Fig 2 में JK मास्टर स्लेव फ्लिप-फ्लॉप दिखाया गया है। यह रेसिंग से बचने का एक और तरीका प्रदान करता है। एक मास्टर स्लेव फ्लिप-फ्लॉप कैस्केड में जुड़े दो क्लॉक किए गए फ्लिप-फ्लॉप का एक कॉम्बिनेशन है। मास्टर फ्लिप-फ्लॉप पॉजिटिव एज है ट्रिगर स्लेव फ्लिप फ्लॉप नेगेटिव एज-ट्रिगर फ्लिप-फ्लॉप है।

- जब क्लॉक ऊंची होती है मास्टर एक्टिव हो जाता है और स्लेव निष्क्रिय हो जाता है।
- जब क्लॉक लो होती है मास्टर निष्क्रिय हो जाता है और स्लेव एक्टिव हो जाता है।

J.K मास्टर स्लेव फ्लिप-फ्लॉप का उपयोग मुख्य काउंटिंग डिवाइस के रूप में किया जाता है। लोकप्रिय IC 54LS / 74LS76 एक डुअल JK मास्टर स्लेव फ्लिप-फ्लॉप है।

J.K मास्टर स्लेव फ्लिप फ्लॉप की सारांशित ट्रुथ टेबल देखें। एक लो PR और लो CLR एक रेस की स्थिति पैदा करता है इसलिए PR और CLR को सामान्य रूप से निष्क्रिय होने पर उच्च वोल्टेज पर रखा जाता है। फ्लिप फ्लॉप को क्लियर करने के लिए क्लियर लो को प्रीसेट करने के लिए F/F मेक प्रीसेट लो को प्रीसेट करें।



पॉजिटिव एज ट्रिगर JK फ्लिप फ्लॉप के लिए ट्रुथ टेबल

PR	CLR	CLK	J	K	Q
0	0	X	X	X	Race
0	1	X	X	X	1
1	0	X	X	X	0
1	1	X	0	0	NC
1	1	↑	0	1	0
1	1	↑	1	0	1
1	1	↑	1	1	Toggle

क्लॉक क्या कर रही है इसकी परवाह किए बिना निम्न J और निम्न K एक निष्क्रिय स्थिति उत्पन्न करता है। यदि K अपने आप उच्च हो जाता है तो अगली क्लॉक की पल्स फ्लिप-फ्लॉप को रीसेट कर देती है।अगर यदि J अपने आप उच्च हो जाता है तो अगली क्लॉक की पल्स फ्लिप-फ्लॉप सेट करती है जब J और K दोनों उच्च होते हैं प्रत्येक क्लॉक की पल्स फ्लिप फ्लॉप की स्थिति को टॉगल करती है।

फ्लिप फ्लॉप का उपयोग करते हुए आवृत्ति डिवीज़न (Frequency division using flip flops):

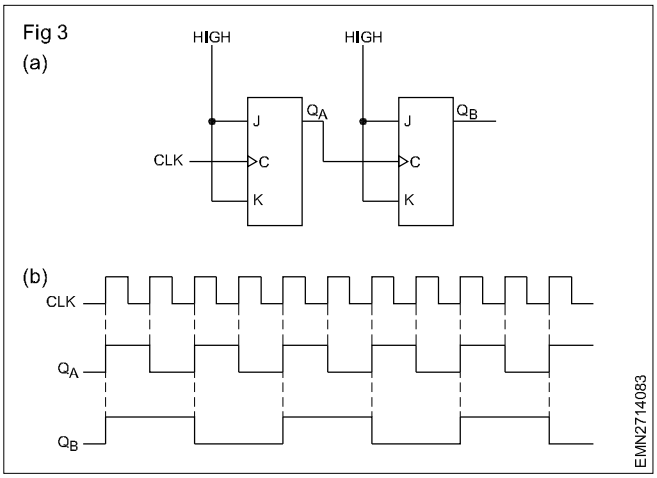
फ्लिप-फ्लॉप का उपयोग आवधिक वेव के आवृत्ति विभाजक के रूप में किया जाता है। जब एक JK फ्लिप-फ्लॉप के क्लॉक इनपुट पर एक पल्स वेवफॉर्म लगाया जाता है जिसे टॉगल ऑपरेशन के लिए वायर्ड किया जाता है तो क्लॉक इनपुट आधी आवृत्ति के साथ स्क्वायर वेव आउटपुट प्रदान करता है। इस प्रकार एक एकल फ्लिप-फ्लॉप का उपयोग 2 ऑपरेशन से विभाजित करने के लिए किया जा सकता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। फ्लिप-फ्लॉप प्रत्येक ट्रिगरिंग क्लॉक एज पर स्थिति बदलता है। इसका परिणाम एक आउटपुट में होता है जो क्लॉक की वेव की आधी आवृत्ति पर होता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

क्लॉक फ़्रीक्वेंसी के आगे डिवीज़न को एक फ्लिप-फ्लॉप के आउटपुट का उपयोग करके दूसरे फ्लिप-फ्लॉप में क्लॉक इनपुट के रूप में प्राप्त किया जा सकता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। QA आउटपुट की आवृत्ति को फ्लिप-फ्लॉप B द्वारा 2 से विभाजित किया जाता है। QB आउटपुट इसलिए ओरिजिनल क्लॉक इनपुट की आवृत्ति का एक चौथाई है।

फ्लिप-फ्लॉप को इस तरह से जोड़ने से 2^n का आवृत्ति डिवीज़न प्राप्त होता है जहां n फ्लिप-फ्लॉप की संख्या है। उदाहरण के लिए तीन फ्लिप-फ्लॉप क्लॉक की आवृत्ति को $2^3 = 8$ से विभाजित करते हैं और इसी तरह चार फ्लिप-फ्लॉप क्लॉक की आवृत्ति को $2^4 = 16$ से विभाजित करते हैं

Fig 3



© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED

इलेक्ट्रॉनिक सिमुलेशन सॉफ्टवेयर (Electronic Simulation Software)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **इलेक्ट्रॉनिक सिमुलेशन सॉफ्टवेयर को परिभाषित करना**
- **सिमुलेशन सॉफ्टवेयर के साथ एक सर्किट बनाना**
- **वर्चुअल उपकरण परीक्षण।**

इलेक्ट्रॉनिक सिमुलेशन सॉफ्टवेयर (Electronic Simulation Software)

परिचय (Introduction) :

- इलेक्ट्रॉनिक सर्किट सिमुलेशन एक प्रारंभिक सॉफ्टवेयर उपकरण है जिसे विभिन्न एनालॉग और डिजिटल सर्किट बनाने,परीक्षण और विश्लेषण करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।
- सिमुलेशन सॉफ्टवेयर सरल से जटिल सर्किट ऑपरेशन के मॉडलिंग की अनुमति देता है और यह एक अमूल्य विश्लेष उपकरण है।
- इलेक्ट्रॉनिक्स सिमुलेशन सॉफ्टवेयर उपयोगकर्ता को सीखने के अनुभव में एकीकृत करके संलग्न करता है।
- सर्किट ड्राइंग सर्किट डिजाइन और विश्लेषण के लिए निष्क्रिय से एक्टिव उपकरणों जैसे अधिकांश इलेक्ट्रॉनिक घटकों का एक बड़ा संग्रह उपयोग किया जाता है।
- इंटरनेट में इलेक्ट्रॉनिक सर्किट सिमुलेशन सॉफ्टवेयर के कई मुफ्त संस्करण उपलब्ध हैं। साथ ही ट्यूटोरियल वीडियो उपयोगकर्ता को इन सिमुलेशन सॉफ्टवेयर के अनुप्रयोग का उपयोग करने के लिए मार्गदर्शन करता है।

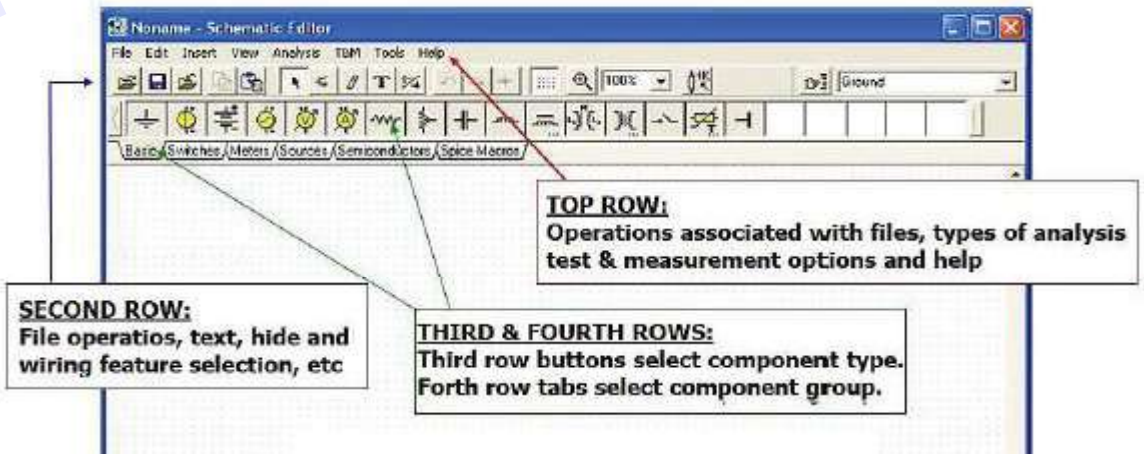
फ्री और ओपन सोर्स सर्किट सिमुलेशन सॉफ्टवेयर (Free and open source circuit simulation software):

- अच्छी तरह से संरचित मुक्त सर्किट सिमुलेशन की सूची सॉफ्टवेयर का विंडो आधारित सिम्युलेटर नीचे दिया गया है:

- NgSpice
- MultiSim
- QUCS
- MacSpice
- Xspice
- LTSpice
- PECS
- TINA-TI
- Circuit Logix आदि।

- निम्नलिखित पैराग्राफों में इलेक्ट्रॉनिक सर्किट सिमुलेशन सॉफ्टवेयर के मुफ्त संस्करण में से एक को इंटरनेट से डाउनलोड करने के बाद

Fig 1



The schematic editor window

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

कंप्यूटर सिस्टम में कैसे स्थापित किया जा सकता है और इलेक्ट्रॉनिक परीक्षण और माप उपकरणों का उपयोग करके वर्चुअल रूप से बनाने परीक्षण करने के लिए इस एप्लिकेशन सॉफ़्टवेयर टूल का उपयोग स्टेप बाई स्टेप तरीके से किया जाता है।

- (TINA) - TI एक शक्तिशाली सर्किट डिजाइन और अनुकरण उपकरण है। IT बेसिक और उन्नत इलेक्ट्रॉनिक सर्किटों की एक विस्तृत विविधता के डिजाइन परीक्षण और समस्या निवारण के लिए आदर्श है।
- यह उपकरण डिजाइनरों और इंजीनियरों को सर्किट विचारों को विकसित करने और परीक्षण करने में मदद करने के लिए आदर्श है।
- यह टेक्सास इंस्ट्रूमेंट्स और डिजाइनसॉफ्ट दोनों द्वारा विकसित एक सॉफ्टवेयर प्रोग्राम है।

PC विन्यास की आवश्यकता (Requirement of PC Configuration):

- न्यूनतम हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर आवश्यकताएं वर्तमान में जारी TI-NA-TI संस्करण के लिए हैं:

I IBM PC- माइक्रोसॉफ्ट चलाने वाला संगत कंप्यूटर विंडोज़ 98/ ME/NT/2000/XP

ii पेंटियम या समकक्ष प्रोसेसर

iii 64MB of RAM

iv हार्ड डिस्क ड्राइव कम से कम 100MB खाली स्थान के साथ

v माउस

vi VGA एडेप्टर कार्ड और मॉनिटर।

- एक बार सॉफ्टवेयर का मुफ्त संस्करण सिस्टम में डाउनलोड हो जाने के बाद हम विंडोज़ स्टार्ट मेन्यू के माध्यम से या डेस्कटॉप पर सिमुलेशन सॉफ्टवेयर आइकन पर क्लिक करके प्रोग्राम का चयन कर सकते हैं जो इंस्टॉलेशन के दौरान बनाया गया था।
- पहली स्क्रीन दिखाई देती है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है यह योजनाबद्ध संपादक लेआउट है।
- शीट पर खाली कार्यक्षेत्र डिजाइन विंडो है जहां परीक्षण सर्किट बनाया जाना है।
- योजनाबद्ध संपादक टाइटल बार के नीचे एक ऑपरेशनल मेन्यू लाइन है जिसमें फ़ाइल संचालन विश्लेषणात्मक संचालन परीक्षण और माप उपकरण चयन आदि जैसे चयन हैं।
- मेनू लाइन के ठीक नीचे स्थित आइकनों की एक लाइन है विभिन्न फाइल और टीना कार्यों से जुड़े है ।
- आइकन की अंतिम लाइन एक विशिष्ट घटक समूह का चयन करने की अनुमति देती है। इन घटक समूहों में बेसिक निष्क्रिय घटक अर्धचालक और यहां तक कि परिष्कृत उपकरण मैक्रो मॉडल होते हैं। इन समूहों को सर्किट योजनाबद्ध बनाने के लिए उपयोग किया जाता है।

इलेक्ट्रॉनिक सर्किट सिम्युलेटर का उपयोग करके एक सर्किट की संरचना करना (Building a circuit using the electronic circuit simulator):

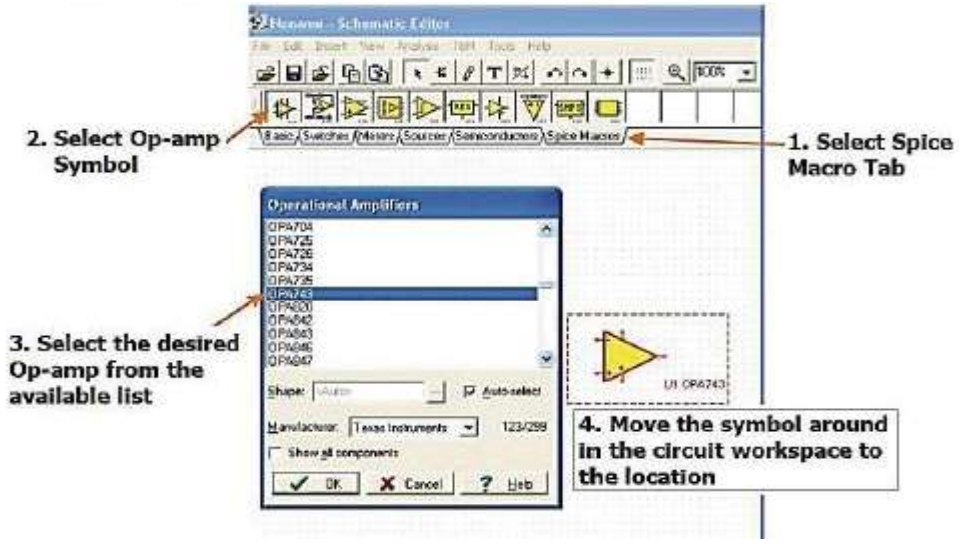
- सिम्युलेटर का उपयोग करके एक सर्किट बनाने के लिए आवश्यक एक्टिव और निष्क्रिय डाइग्राम का चयन करें और घटकों को व्यवस्थित करें और सर्किट डायग्राम के अनुसार कंपोनेंट्स को जोड़ दें।
- एक सर्किट एप्लिकेशन हैंडबुक के माध्यम से एक खोज कई ऑप-एम्प आधारित डिज़ाइन प्रदान करती है। एक टेक्सस इंस्ट्रूमेंट 'OPA743 12V CMOS Op-amp सर्किट एप्लिकेशन के लिए चुना जाता है।
- यह एम्पलीफायर इस डिजाइन के लिए अच्छी तरह से अनुकूल है और बहुत अच्छा DC और एसी प्रदर्शन प्रदान करता है
- यह 3.5V से 12V की आपूर्ति के साथ संचालित होता है; उदाहरण के लिए 5V (10V) की आवश्यकता है।
- चरण-दर-चरण प्रक्रिया इस प्रकार है:
- OPA743 मैक्रो मॉडल तक पहुँचने के लिए स्पाइस मैक्रोज़ टैब और फिर op-amp सिंबल चुनें। जब Op-amp मॉडल सूची दिखाई दे तो नीचे स्क्रॉल करें और OPA743 पर क्लिक करें
- फिर ओके पर क्लिक करें। ऑप-एम्प प्रतीक तेह सर्किट कार्यक्षेत्र में प्रकट होता है। माउस के क्लिक से प्रतीक को कार्यक्षेत्र पर स्थिति में खींचें जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।
- यह बाईं माउस बटन पर क्लिक करके सर्किट वर्कस्पेस पर स्थिति में बंद हो जाता है।

निष्क्रिय और एक्टिव कंपोनेंट्स जोड़ना (Adding passive and Active Components):

- टैब की निचली लाइन से एक घटक समूह पर क्लिक करके घटक चयन आसानी से पूरा किया जाता है: बेसिक स्विच मीटर आदि।
- ये टैब विभिन्न प्रकार के निष्क्रिय घटक स्रोत मीटर रिले अर्धचालक और पहले उल्लिखित सर्किट मैक्रोज़ प्रदान करते हैं।
- किसी विशेष घटक के लिए सिमैटिक सिंबल पर क्लिक करें और इसे सर्किट कार्यक्षेत्र में स्थिति में खींचें। एक बायां माउस बटन क्लिक करके इसे जगह में लॉक करें।
- उदाहरण में मूल समूह से एक प्रतिरोधक का चयन करें और फिर इसे Op-amp प्रतीक के नेस्ट में रखें।
- अलग-अलग पैरामीटर बॉक्स का चयन करके और संबंधित मानों को बदलकर प्रतिरोधी मान और अन्य घटक विशेषताओं को बदला जा सकता है। घटक पैरामीटर बॉक्स का चयन करें और उस मान को हाइलाइट करें जिसे आप बदलना चाहते हैं। कुंजी बोर्ड का उपयोग करें Fig 3 में दिखाए गए मान पर टाइप करके एक नया मान दर्ज करें।
- समान पैरामीट्रिक टेबल निष्क्रिय उपकरणों स्रोतों अर्धचालकों और अन्य घटक प्रकारों के लिए उपलब्ध हैं।

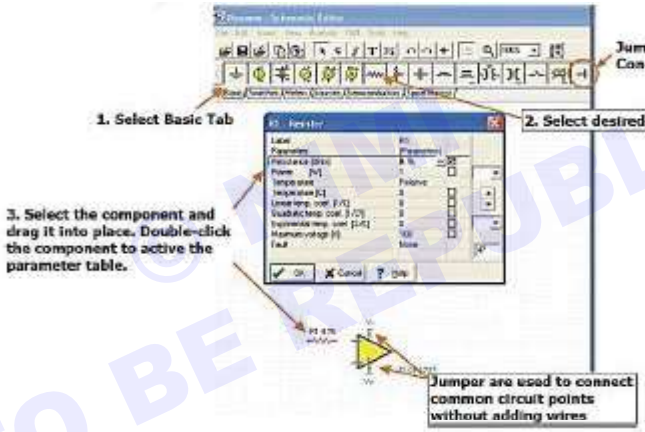
© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 2



Building a circuit with Op-Amp IC

Fig 3



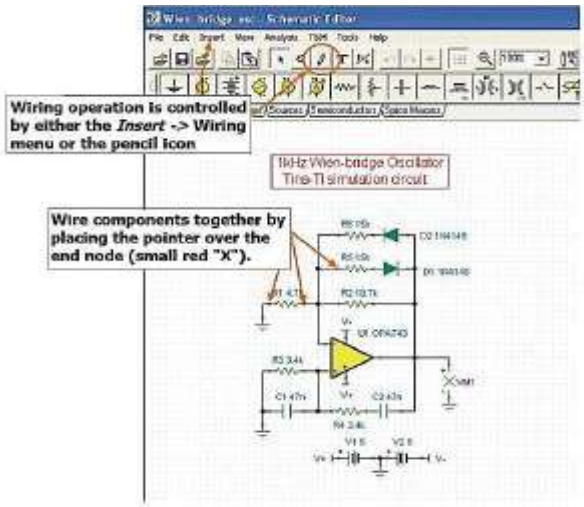
Active and passive component selection

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

तारों के घटकों की व्यवस्था (Arranging and wiring components):

- एक बार जब सभी घटकों का चयन कर लिया जाता है और ठीक से स्थापित कर लिया जाता है तो उन्हें एक साथ जोड़ा जा सकता है। प्रत्येक घटक में नोड होते हैं जहां सर्किट कनेक्शन की आवश्यकता होती है।
- ये नोड छोटे लाल x के साथ होते हैं। (x अल्फा कैरेक्टर की तुलना में वायरिंग नोड पर दो छोटी लाइनों की तरह दिखता है।)
- माउस पॉइंटर को नोड कनेक्शन पर रखकर बाएं माउस बटन को दबाए रखकर घटकों को एक-दूसरे से जोड़ने का कार्य आसानी से किया जा सकता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।
- जब माउस को सर्किट स्पेस ग्रिड के साथ ले जाया जाता है तो एक तार खींचा जाता है। जब तार इच्छित अंत कनेक्शन बिंदु तक पहुँच जाए तो माउस बटन को छोड़ दें।

Fig 4



Wiring components together

- वायरिंग फ़ंक्शन को इन्सर्ट मेन्यू या एक छोटी पेंसिल की तरह दिखने वाले आइकन से भी एक्सेस किया जा सकता है।

विश्लेषण क्षमताएं (Analysis Capabilities):

- जब सर्किट योजनाबद्ध प्रविष्टि पूरी हो जाती है तो सर्किट सिमुलेशन के लिए लगभग तैयार हो जाता है। विश्लेषण प्रक्रिया विश्लेषण मेनू का चयन करके शुरू होती है।
- विभिन्न प्रकार के विश्लेषणों की एक सूची-जैसे एसी DC क्षणिक या नॉइज़-दिखाई देती है।
- विश्लेषण मेनू के अंतर्गत पहला विकल्प एरर रूल्स चेक (ERC) है। इस सुविधा का चयन करने से यह चेक सर्किट पर चलता है; एक पॉप-अप विंडो फिर किसी सर्किट त्रुटि को सूचीबद्ध करती है।
- यदि विंडो में कोई त्रुटि प्रकाशित होती है तो उस त्रुटि रेखा पर क्लिक करने से आरेख में त्रुटि बिंदु हाइलाइट हो जाता है। त्रुटि विंडो विश्लेषण के दौरान पाई जाने वाली सर्किट त्रुटियों के प्रकारों को भी सूचीबद्ध करती है।
- भले ही ERC का चयन नहीं किया गया हो सॉफ्टवेयर स्वचालित रूप से एक सिमुलेशन की शुरुआत में एक जांच करता है।
- प्रदर्शन करने के लिए एक प्रकार के विश्लेषण का चयन करने पर उस विशेष विश्लेषण से जुड़े चयनों को सेट करना।
- नाममात्र सेटिंग्स शुरू में प्रदान की जाती हैं; ये पैरामीटर वांछित आउटपुट के लिए आवश्यकतानुसार सेट किए जा सकते हैं

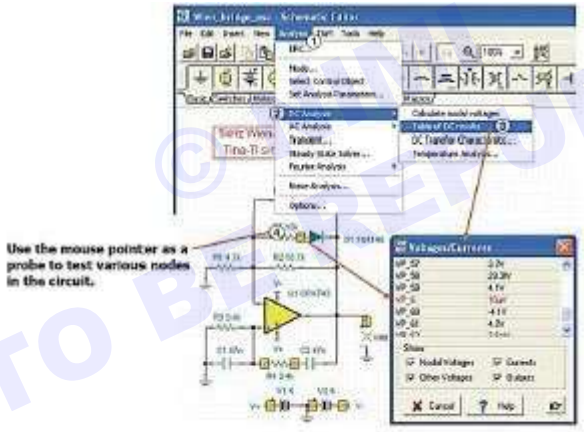
DC विश्लेषण (DC Analysis):

- DC विश्लेषण करने के लिए इन फेज का पालन करें - (Fig - 5 मे व्याख्या)

- विश्लेषण मेनू पर क्लिक करें।
- DC विश्लेषण का चयन करें।
- DC परिणामों की टेबल पर क्लिक करें। वोल्टेज / करंट टेबल दिखाई देती है।
- सर्किट नोड्स का परीक्षण करने के लिए जांच के रूप में माउस पॉइंटर का उपयोग करें।

- जांच किए गए नोड और मापे गए मान को वोल्टेज/करंट टेबल में लाल रंग में प्रदर्शित किया जाता है जैसा कि Fig-5 में दिखाया गया है।

Fig 5



DC Analysis with Voltages/current table

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

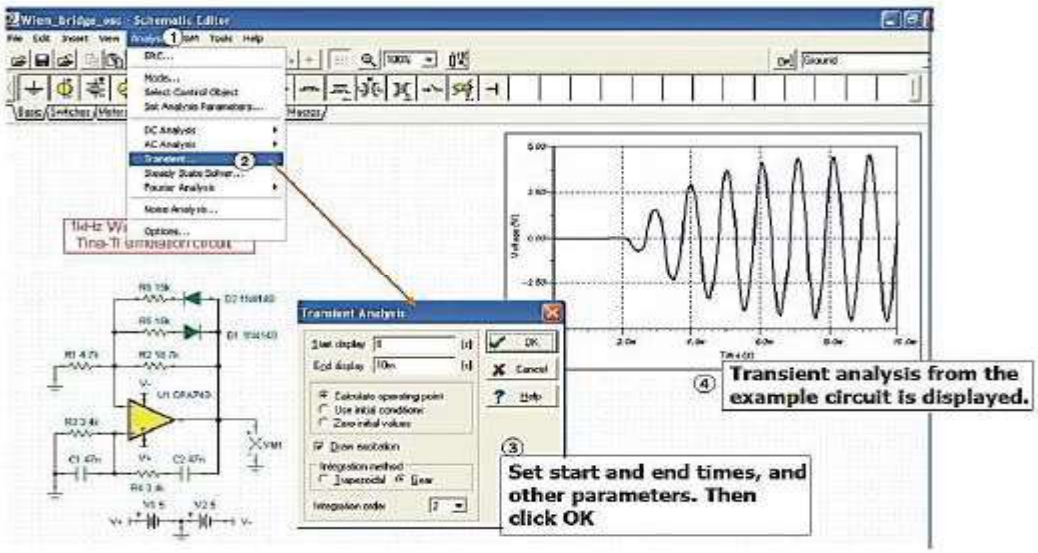
क्षणिक विश्लेषण (Transient Analysis):

- वीन ब्रिज ऑसिलेटर सर्किट के उदाहरण पर किया गया क्षणिक विश्लेषण Fig 6 में दिखाया गया है।
- यह वीन-ब्रिज ऑसिलेटर स्ट्रैट-अप और स्थिर-स्टेट के प्रदर्शन को दर्शाता है।
- वास्तविक विंडो में डिस्प्ले को एक्सिस लेबलिंग स्केल बैकग्राउंड ग्रिड कलर और आदि के साथ संपादित किया जा सकता है जो व्यक्तिगत उपयोगकर्ता द्वारा वांछित हो।
- क्षणिक विश्लेषण करने के लिए इन फेज का पालन करें (Fig 6 में चिह्नित)।
- विश्लेषण मेनू पर क्लिक करें।
- क्षणिक का चयन करें।
- क्षणिक विश्लेषण संवाद बॉक्स प्रकट होता है। वांछित के रूप में प्रारंभ और समाप्ति समय और अन्य पैरामीटर दर्ज करें।
- विश्लेषण चलाने के लिए OK क्लिक करें।

परीक्षण और मापन (Test and Measurement):

- सिमुलेशन सॉफ्टवेयर किए गए विश्लेषण के प्रकार के आधार पर टेबल ओं और भूखंडों में पोस्ट-सिमुलेशन परिणाम उत्पन्न करता है।
- एक वर्चुअल ऑसिलोस्कोप जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है का उपयोग वीनब्रिज ऑसिलेटर सर्किट के स्थिर-स्टेट आउटपुट को देखने के लिए किया जाता है। इसी तरह एक एम्पलीफायर सर्किट के साथ

Fig 6



Transient analysis on wein-bridge oscillator

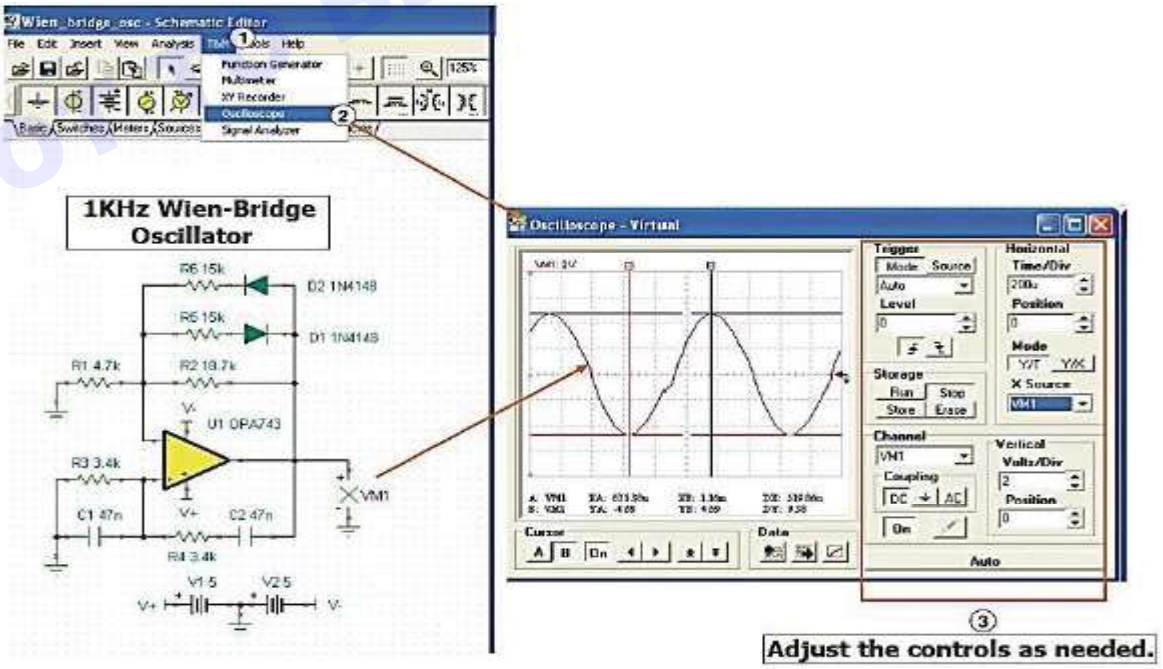
एक वर्चुअल सिग्नल एनालाइज़र का भी उपयोग किया जा सकता है ताकि सिमुलेशन के हार्मोनिक प्रदर्शन को देखा जा सके।

- आभासी ऑसिलोस्कोप का उपयोग करने के लिए T&M (Fig में चरण 1) और फिर ऑसिलोस्कोप (चरण 1) का चयन करें 2)। सिम्युलेटेड सर्किट के आउटपुट पर कर्सर रखें और आवश्यकतानुसार वर्चुअल ऑसिलोस्कोप डायलॉग बॉक्स में कंट्रोल समायोजित करें।
- T&M चयन विकल्पों में एक वर्चुअल AC/DC मल्टी-मीटर फंक्शन जनरेटर और एक X-Y रिकॉर्डर भी शामिल है।
- फ़ंक्शन जनरेटर को वर्चुअल ऑसिलोस्कोप या विश्लेषक के कॉम्बिनेशन में समायोजित किया जा सकता है।

इस प्रकार इलेक्ट्रॉनिक सिमुलेशन सॉफ्टवेयर को संसाधनों के पुस्तकालय में उपलब्ध सरल प्रतिरोधक से लेकर परिष्कृत एकीकृत परिपथों तक आवश्यक इलेक्ट्रॉनिक घटकों का उपयोग करके विभिन्न परिचालन मापदंडों के डिजाइन निर्माण परीक्षण और विश्लेषण के लिए प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा सकता है। सर्किट के निर्माण के पूरा होने के बाद आवश्यक DC पॉवर की आपूर्ति सिग्नल जनरेटर डिजिटल मल्टीमीटर यहां तक कि ऑसिलोस्कोप जैसे उपकरणों को माउस और कीबोर्ड पर क्लिक करने में आसानी के साथ वोल्टेज करंट या वेवफॉर्म अवलोकन के मापन के लिए बस क्लिक किया जाता है और वर्चुअल रूप से जोड़ा जाता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 7



Virtual instrumentation testing

ऑपरेशनल एम्पलीफायर और उनके अनुप्रयोग (Operational amplifiers and their applications)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

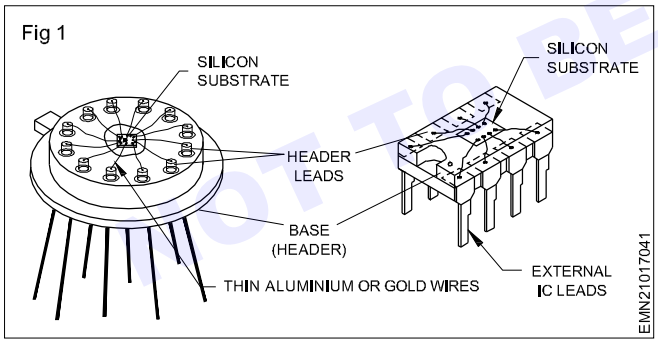
- **IC बनाने में प्रयुक्त आधार सामग्री का उल्लेख करना**
- **IC डिजाइन करने में सबसे महत्वपूर्ण विचार बताना**
- **Op-Amps का अर्थ बताना**
- **Op-Amps के संचालन के दो बेसिक तरीकों को बताना**
- **Op-Amps की आदर्श और विशिष्ट विशेषताओं की सूची बनाना**
- **सरल योग और डिफरेंशियल एम्पलीफायर की व्याख्या करना**
- **सरल योग और डिफरेंशियल एम्पलीफायर की व्याख्या करना**

इंटीग्रेटेड सर्किट (Integrated circuits):

एक इंटीग्रेटेड सर्किट (IC) जैसा कि इसके नाम से पता चलता है एक चिप पर एक सर्किट के कई घटकों का एक इंटीग्रेटेड (एक साथ रखा गया) रूप है या सेमीकंडक्टर सामग्री के वेफर आम तौर पर सिलिकॉन के होते है। IC में सैकड़ों सक्रिय घटक (ट्रांजिस्टर, डायोड) और निष्क्रिय घटक (प्रतिरोधक, कैपेसिटर आदि) हो सकते हैं।

सक्रिय और निष्क्रिय घटक इस छोटे आकार के सिलिकॉन सब्सट्रेट पर जमा या विसरित होते हैं। सब्सट्रेट को फिर एक सिरेमिक या इंसुलेटेड मेटल बेस पर लगाया जाता है जिसे हेडर कहा जाता है जैसा कि Fig1 में दिखाया गया है। मानव बाल की लगभग एक तिहाई मोटाई के एल्यूमीनियम या सोने के तारों को IC संपर्कों के बीच बांधा जाता है जिन्हें पैड और हेडर लीड कहा जाता है।

Fig 1



IC बहुत छोटे आकार की सतह पर एक जटिल फोटोग्राफिक प्रक्रिया द्वारा बनाई जाती हैं। इस प्रक्रिया को माइक्रो फोटोलिथोग्राफिक प्रक्रिया के रूप में जाना जाता है

IC की आधार सामग्री एक अत्यधिक परिष्कृत सिलिकॉन चिप (सब्सट्रेट के रूप में भी जानी जाती है) है जैसा कि Fig1 में दिखाया गया है। आम तौर पर सिलिकॉन सब्सट्रेट का आकार एक पिन हेड के आकार का होता है।

प्रत्येक IC में पिनों की संख्या IC में निर्मित सर्किट की जटिलता पर निर्भर करती है। हालाँकि, किसी भी IC में वोल्टेज रेगुलेटर IC की तरह न्यूनतम 3 पिन से लेकर कंप्यूटर IC में 64 से अधिक पिन होंगे।

IC में, ट्रांजिस्टर और डायोड जैसे सक्रिय घटकों की संरचना प्रतिरोधों और कैपेसिटर की तुलना में चिप पर बहुत कम जगह लेता है।

IC में ट्रांजिस्टर चरणों के बीच प्रत्यक्ष युग्मन का उपयोग किया जाता है। साथ ही ट्रांजिस्टरों का उपयोग प्रतिरोधों को स्वयं बनाने के बजाय प्रतिरोधों के रूप में किया जाता है। भौतिक स्थूलता(physical bulkiness) के कारण IC में चोक कॉइल और ट्रांसफार्मर जैसे घटकों की संरचना नहीं की जा सकती है। इसलिए जहां भी सर्किट के लिए इंडक्टर्स जरूरी होते हैं IC से बाहर लगाए जाते हैं ताकि इंडक्टर्स को IC से बाहरी रूप से जोड़ा जा सके। अधिकांश IC को बाहरी सर्किट्री में छोटे बदलाव करके एक से अधिक अनुप्रयोगों के लिए उपयोग करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। उदाहरण के लिए एक IC को एक एम्पलीफायर या एक ऑसीलेटर के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।

आमतौर पर उपयोग किए जाने वाले OP-AMP IC µ A741-सिंगल OP-AMP और LM 324 हैं - जिनमें चार op-amp हैं। वे DIP में आते हैं और बड़े इनपुट वोल्टेज रेंज नो लैच अप हाई गेन शॉर्ट सर्किट प्रोटेक्शन फ्रीक्वेंसी पूर्ति की आवश्यकता नहीं होती है।

इनपुट वोल्टेज रेंज -15v से +15v तक होती है जबकि कॉमन मोड इनपुट -12v से +12v तक होती है सप्लाई करंट 1.7mA बिजली की खपत 50 mV होती है।

इंटीग्रेटेड परिपथों के लाभ (Advantages of integrated circuits):

- हालांकि एक IC के अंदर सर्किट जटिल होता है जिसमें बड़ी संख्या में घटक होते हैं IC का समग्र भौतिक आकार बेहद छोटा होता है जिसके परिणामस्वरूप इलेक्ट्रॉनिक गैजेट्स का आकार छोटा हो जाता है।
- सर्किट के छोटे आकार के कारण गैजेट के समग्र वजन में भारी कमी आई है।
- कम बिजली की आवश्यकता।
- सोल्डर कनेक्शनों की कम संख्या के कारण बढ़ी हुई विश्वसनीयता।
- विभिन्न सर्किट विन्यासों के लिए एक ही IC के उपयोग में अधिक फ्लेक्सिबिलिटी।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

इंटीग्रेटेड परिपथों की सीमा (Limitation of integrated circuits):

- बड़े मान के कैपेसिटर और प्रतिरोधों की संरचना नहीं किया जा सकता है।
- चोक इंडक्टर्स और ट्रांसफॉर्मर को फैब्रिकेटेड नहीं किया जा सकता है।
- यदि IC सर्किट के अंदर कोई एक चरण खराब हो जाता है तो पूरे IC को त्यागना पड़ता है।
- हैंडलिंग बहुत नाजुक है

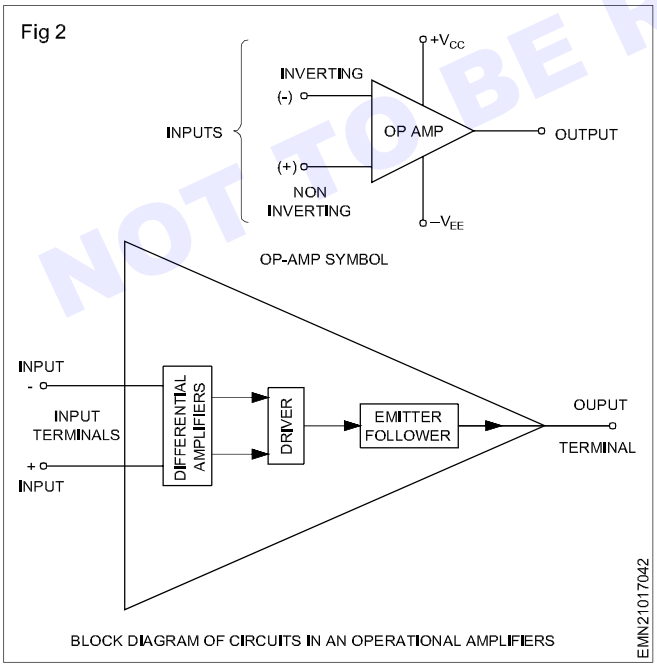
बेसिक लीनियर इंटीग्रेटेड सर्किट-ऑपरेशनल एम्पलीफायर्स' (ऑप-एम्प्स) (Basic linear integrated circuit-'Operational Amplifiers' (Op- Amps):

एक ऑपरेशनल एम्पलीफायर जिसे अक्सर op-Amp के रूप में संदर्भित किया जाता है एक उच्च लाभ प्रत्यक्ष युग्मित डिफरेंशियल एम्पलीफायर होता है जिसे DC और AC दोनों संकेतों को बढ़ाने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

इन एम्पलीफायरों के साथ ऑपरेशनल शब्द का उपयोग किया जाता है क्योंकि शुरुआती दिनों में इन एम्पलीफायरों का उपयोग एनालॉग कंप्यूटरों में गणितीय संचालन जैसे कि जोड़ गुणा आदि करने के लिए किया जाता था।

एक Op-Amp का प्रतिनिधित्व करने के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला प्रतीक और इसके अंदर कार्यात्मक ब्लॉक Fig 2 में दिखाए गए हैं।

Fig 2

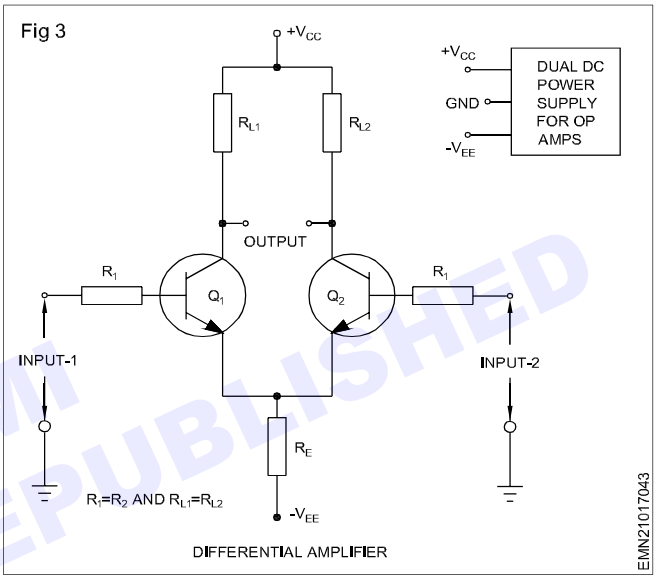


BLOCK DIAGRAM OF CIRCUITS IN AN OPERATIONAL AMPLIFIERS

जैसा कि Fig 3 से देखा जा सकता है ऑपरेशनल एम्पलीफायरों में दो इनपुट और एक आउटपुट होता है। दो इनपुट बिंदु होने का कारण यह है कि Op Amps में एक विशेष प्रकार का एम्पलीफायर कॉन्फ़िगरेशन होता है जिसे डिफरेंशियल एम्पलीफायर के रूप में जाना जाता है।

Fig 3 में एक विशिष्ट डिफरेंशियल एम्पलीफायर स्टेज दिखाया गया है। एक डिफरेंशियल एम्पलीफायर स्टेज में प्रत्येक ट्रांजिस्टर के इनपुट के साथ दो ट्रांजिस्टर होते हैं। आउटपुट ट्रांजिस्टर के संग्राहकों के बीच लिया जाता है जैसा कि Fig में दिखाया गया है। ध्यान देने योग्य सबसे महत्वपूर्ण बिंदु यह है कि दोनों ट्रांजिस्टर में समान विशेषताएं हैं लोड रेसिस्टर्स इनपुट रेसिस्टर्स और सिंगल एमिटर रेसिस्टर हैं। डिफरेंशियल एम्पलीफायरों के लिए ड्यूल पावर सप्लाई (+ve , -ve और Gnd) की आवश्यकता होती है (कुछ अतिरिक्त घटकों के साथ सिंगल सप्लाई का भी उपयोग किया जा सकता है)। यदि एक ड्यूल सप्लाई का उपयोग किया जाता है और यदि एम्पलीफायर उचित रूप से संतुलित (सममित मान) है तो कलेक्टरों में आउटपुट वोल्टेज दो इनपुट वोल्टेज के अंतर के बराबर होगा। अतः इस प्रवर्धक को डिफरेंशियल एम्पलीफायर कहते हैं।

Fig 3



DIFFERENTIAL AMPLIFIER

डिफरेंशियल एम्पलीफायरों के संचालन की विधि (Modes of operation of differential amplifiers):

किसी भी ऑपरेशनल एम्पलीफायर को दो मोड में संचालित किया जा सकता है। वे हैं

- कॉमन-मोड ऑपरेशन
- डिफरेंशियल-मोड ऑपरेशन

कॉमन-मोड ऑपरेशन (Common-mode operation):

Fig 4 में चूंकि डिफरेंशियल एम्पलीफायर सर्किट के दोनों पक्ष समान हैं यदि दोनों इनपुट (ट्रांजिस्टर) पर एक समान सिग्नल (समान स्तर और फेज) लागू किया जाता है तो दोनों कलेक्टरों से समान आउटपुट सिग्नल का परिणाम होता है। यदि एक मीटर आउटपुट से जुड़ा है तो वोल्टेज अंतर शून्य होगा। इस प्रकार आउटपुट इनपुट वोल्टेज के बीच अंतर के लाभ के समय के बराबर है। गणितीय रूप से इसे व्यक्त किया जाता है

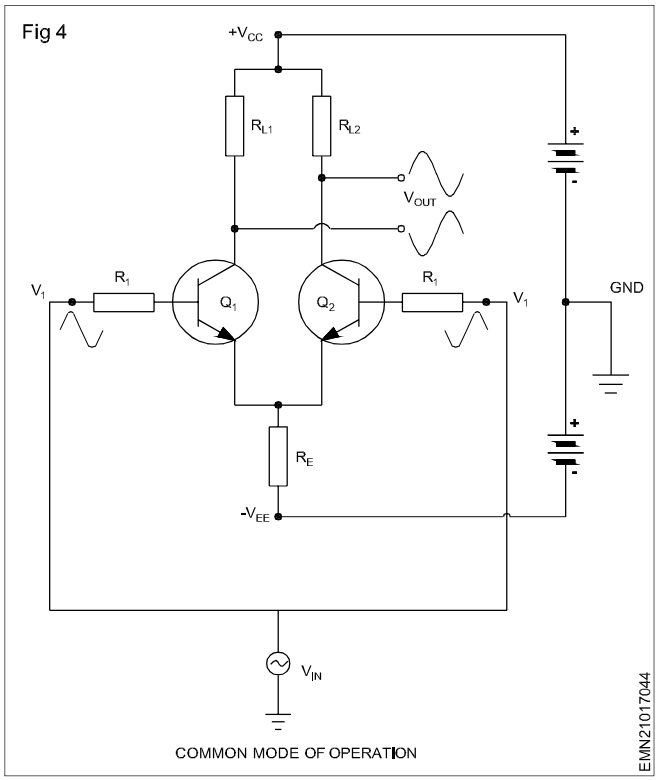
$V_{out\ (com)} = A(V_1\ V_2)$

जहाँ,

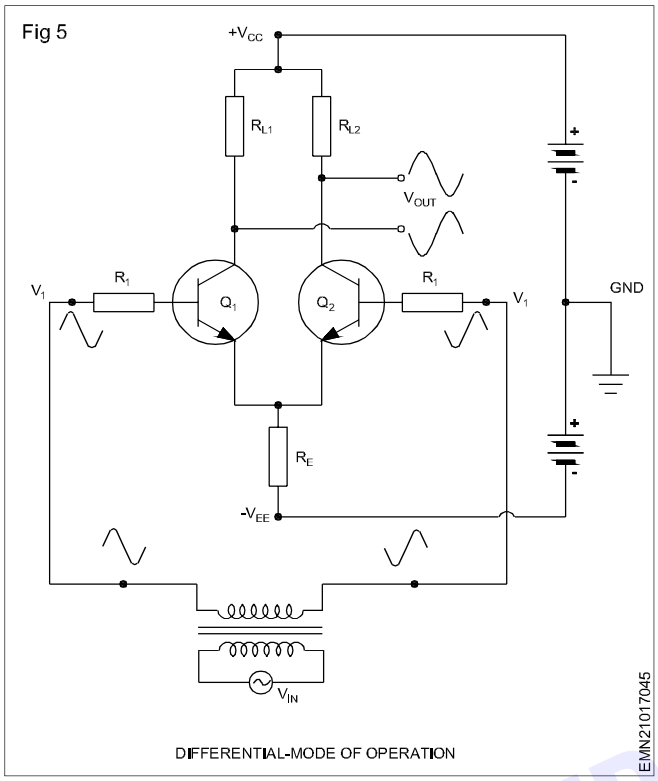
A प्रत्येक ट्रांजिस्टर का लाभ है

V_1 और V_2 आधार इनपुट वोल्टेज हैं जिन्हें ग्राउंड पर मापा जाता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



COMMON MODE OF OPERATION



DIFFERENTIAL-MODE OF OPERATION

ऑपरेशन की इस विधि को कॉमन-मोड ऑपरेशन कहा जाता है।

कॉमन-मोड ऑपरेशन में डिफरेंशियल एम्पलीफायर सैद्धांतिक रूप से कॉमन मोड सिग्नल (सिग्नल जो प्रत्येक इनपुट पर समान होता है) को अस्वीकार कर देता है और इसलिए आउटपुट शून्य होगा जैसा कि नीचे दिखाया गया है

यदि V_1 और V_2 के परिमाण और फेज दोनों समान हैं तो

$V_{out} = A(V_1 V_2) = A (V_1 - V_1) = A (0)$

डिफरेंशियल-मोड ऑपरेशन (Differential-mode operation):

Fig 5 में डिफरेंशियल-मोड ऑपरेशन दिखाया गया है। जब दो इनपुट सिग्नल 180 डिग्री से फेज से बाहर हो जाते हैं तो एम्पलीफायर इनपुट सिग्नल के अंतर को बढ़ाता है। चूंकि इनपुट सिग्नल आयाम में बराबर हैं लेकिन 180 डिग्री चरण से बाहर आउटपुट सिग्नल इनपुट सिग्नल के लाभ के दो गुना के बराबर है। इसे गणितीय रूप से इस प्रकार लिखा जा सकता है यदि परिमाण $V_1 = V_2$ तब,

$V_{out (Dif)} = A [V_1 - (- V_2)] = A [(2V_1)] = ..2A (V_1)$

कॉमन मोड अस्वीकृति अनुपात (Common-mode rejection ratio):

डिफरेंशियल एम्पलीफायर (या अन्य डिवाइस) का कॉमन-मोड रिजेक्शन रेशियो (CMRR) वांछित अंतर सिग्नल के सापेक्ष दोनों इनपुट लीड्स के लिए सामान्य अवांछित इनपुट सिग्नल के डिवाइस द्वारा अस्वीकृति है। एक आदर्श डिफरेंशियल प्रवर्धक में अनंत CMRR होना चाहिए; यह व्यवहार में प्राप्त करने योग्य नहीं है। एक उच्च CMRR की आवश्यकता होती है जब संभावित रूप से बड़े कॉमन-मोड इनपुट की उपस्थिति में अंतर संकेत को बढ़ाया जाना चाहिए। एक उदाहरण संतुलित लाइनों पर ऑडियो ट्रांसमिशन है।

CMRR को कॉमन - मोड गेन पर डिफरेंशियल गेन की शक्तियों के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसे धनात्मक डेसिबल में मापा जाता है।

जहाँ,

$CMMR = 20 \log_{10} \left(\frac{Ad}{Ac}\right)$

Ad - डिफरेंशियल गेन

Ac - कॉमन मोड गेन

डिफरेंशियल एम्पलीफायरों में इनपुट देने और आउटपुट लेने के विधि (Methods of giving input and taking output in differential amplifiers):

डिफरेंशियल एम्पलीफायर का उपयोग आमतौर पर डबल एंडेड इनपुट और डबल एंडेड आउटपुट के साथ किया जाता है। लेकिन यह कोई मजबूरी नहीं है। डिफरेंशियल एम्पलीफायर का उपयोग सिंगल एंडेड इनपुट और सिंगल एंडेड आउटपुट के रूप में भी किया जा सकता है।

सिंगल-एंडेड इनपुट (Single-ended input):

इनपुट सिग्नल केवल एक इनपुट पर लागू होता है और दूसरा इनपुट ग्राउंडेड होता है जैसा कि Fig 6a में दिखाया गया है।

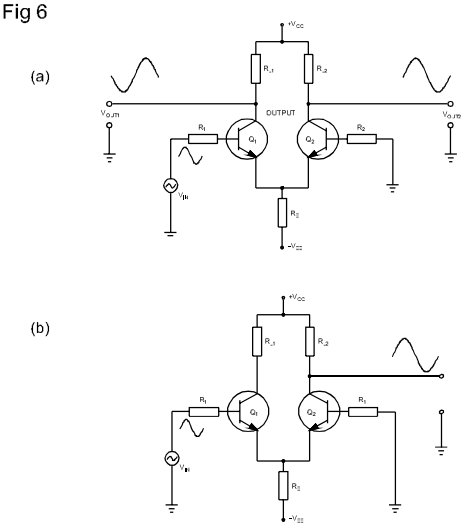
सिंगल-एंडेड आउटपुट (Single-ended output):

आउटपुट Q_1 के कलेक्टर से Gnd या Q_2 से Gnd या दोनों कलेक्टरों से ग्राउंड तक ले जाया जा सकता है जैसा कि Fig 6b में दिखाया गया है। जब आउटपुट दोनों संग्राहकों से Gnd तक ले जाया जाता है तो दो सिग्नल एक पुश-पुल आउटपुट प्रदान करते हैं जैसा कि Fig 6b में दिखाया गया है।

याद रखें कि, एक पुश-पुल एम्पलीफायरों के दो ट्रांजिस्टर को 180 डिग्री से कुछ आयाम आउट-ऑफ-फेज के सिग्नल की आवश्यकता होती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 6



DIFFERENTIAL AMPLIFIER

EMN21017046

डिफरेंशियल इनपुट (Differential input):

दिए गए दो इनपुट विपरीत ध्रुवता (180 डिग्री फेज से बाहर) वाले सिग्नल हैं। इनपुट एक पुश-पुल एम्पलीफायर के इनपुट के समान है।

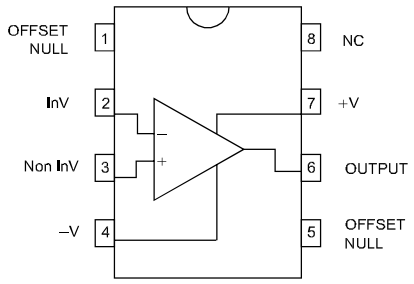
डिफरेंशियल आउटपुट (Differential output):

आउटपुट को दो कलेक्टरों के अक्रॉस लिया जाता है जो कि दो कलेक्टर वोल्टेज के बीच के अंतर के अलावा और कुछ नहीं होता है। जब अंतर शून्य होगा तो इनपुट वोल्टेज समान और समान ध्रुवता के होंगे। यदि उनके विपरीत ध्रुवताएं हैं तो इनपुट सिग्नल जुड़ते हैं।

प्रैक्टिकल Op-Amps और अनुप्रयोग (Practical Op-Amps and applications):

अधिकांश व्यावसायिक रूप से उपलब्ध Op-Amp IC में आमतौर पर दो इनपुट टर्मिनल और केवल एक आउटपुट टर्मिनल होता है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। Op-Amp के दो इनपुट को इनवर्टिंग (-) और नॉन इनवर्टिंग (+) इनपुट कहा जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि इन्वर्टिंग (-) इनपुट पर लागू एक सिग्नल आउटपुट उत्पन्न करता है जो इनपुट के साथ 180° आउट ऑफ फेज होगा। जबकि नॉन इनवर्टिंग (+) इनपुट पर लागू एक सिग्नल एक आउटपुट उत्पन्न करता है जो इनपुट के साथ फेज में होगा।

Fig 7



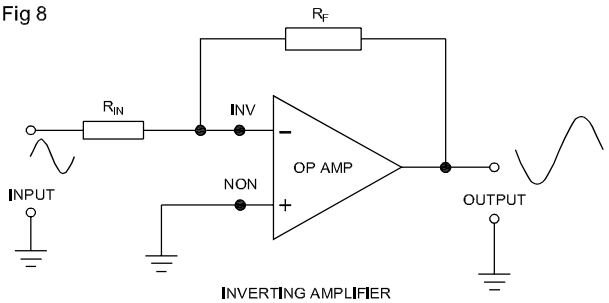
EMN21017047

Op-Amps का लाभ (Gain of Op-Amps):

ऑपरेशनल एम्पलीफायर का लाभ और अन्य विशेषताएं बाहरी रूप से Op-Amp से जुड़े बाहरी घटकों पर निर्भर करती हैं।

100000 या अधिक के क्रम में Op-Amps का सैद्धांतिक लाभ बहुत अधिक होता है। Op-Amp का उपयोग करने वाले प्रैक्टिकल एम्पलीफायरों में Op-Amp को बाहरी निगेटिव फ़ीडबैक प्रदान करने के लिए एक प्रीतिरोध का उपयोग किया जाता है। रेसिस्टर आमतौर पर आउटपुट टर्मिनल के बीच किसी भी इनपुट टर्मिनल से जुड़ा होता है जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है। हालांकि निगेटिव फीडबैक एम्पलीफायर के लाभ को काफी कम (10 से 1000) कर देता है निगेटिव फीडबैक एम्पलीफायर को स्थिर बनाता है इसे दोलनों में जाने से रोकता है और एम्पलीफायरों की फ्रीक्वेंसी रिस्पांस रेंज को बढ़ाता है।

Fig 8



INVERTING AMPLIFIER

EMN21017048

नेगेटिव फीडबैक के बिना Op-Amp के लाभ को OPEN LOOP GAIN कहा जाता है जबकि फीडबैक के साथ Op-Amp के लाभ को क्लोज लूप गेन कहा जाता है।

Op - AMP प्रवर्धक inverting के रूप में (Op - AMP as inverting amplifier):

Fig 8 में, Op-AMP का उपयोग करते हुए एक विशिष्ट प्रत्यावर्ती प्रवर्धक दिखाया गया है। इस इन्वर्टिंग एम्पलीफायर में इनपुट सिग्नल को इन्वर्टिंग (INV) टर्मिनल पर अप्लाई किया जाता है। नॉन-इनवर्टिंग (NON) टर्मिनल जो इनपुट सिग्नल पर आधारित है INV टर्मिनल पर लगाया जाता है एम्पलीफायर का आउटपुट विपरीत ध्रुवता का एक प्रवर्धित सिग्नल होगा

आउटपुट और इनपुट के बीच प्रतिरोधी R_F आवश्यक नेगेटिव फीडबैक प्रदान करता है। प्रदान की गई नेगेटिव फीडबैक की मात्रा प्रतिरोधों R_F और R_{In} के मानों पर निर्भर करती है।

$$\text{Inverting Amplifier Gian}\left(A_{inv}\right) = -\frac{R_F}{R_1}$$

ऋणात्मक चिन्ह आउटपुट सिग्नल के इन्वर्टिंग को दर्शाता है आम तौर पर एम्पलीफायर गेन को इस रूप में भी लिखा जा सकता है

$$A = \frac{Vo}{V_{in}}$$

एक उदाहरण के रूप में आइए Fig 8 में इन्वर्टिंग एम्पलीफायर के लिए क्लोज-लूप वोल्टेज गेन की गणना करें। R_F = 470 KΩ और R_{in} = 47 KΩ ,0.5V का इनपुट सिग्नल वोल्टेज मान लें।

एक इन्वर्टिंग एम्पलीफायर का क्लोज-लूप गेन निम्न द्वारा दिया जाता है

चूंकि $R_F/R_{in} = A_{(inv)}$ समीकरण को इस रूप में भी लिखा जा सकता है नॉन-इनवर्टिंग एम्पलीफायर का आउटपुट वोल्टेज इस प्रकार दिया जाता है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

$$A_{inv} = \frac{R_F}{R_{in}}$$

$$A_{inv} = \frac{-470K}{47K} = -10$$

$V_{out(inv)} = A_{(inv)} . V_{in}$

दिए गए उदाहरण से,

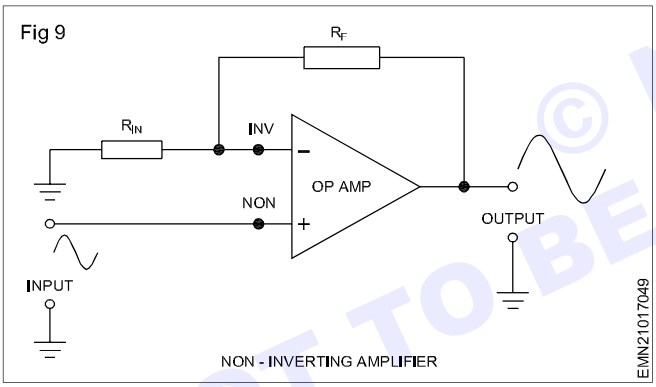
$V_{OUT\ (NON)}$ = 10x0.5 v

= 5.0 Volts

QP-Amp-नॉन इनवर्टिंग एम्पलीफायर (QP-Amp-non inverting amplifier):

Fig 9 में, OP-Amp का उपयोग करते हुए एक विशिष्ट प्रवर्धक दिखाया गया है। इस नॉन-इनवर्टिंग एम्पलीफायर में इनपुट सिग्नल को नॉन-इनवर्टिंग (NON) टर्मिनल पर अप्लाई किया जाता है। एम्पलीफायर का आउटपुट सिग्नल अप्लाई इनपुट सिग्नल के समान ध्रुवता (फेज में) में है। रेसिस्टर R_F आउटपुट और इनपुट के बीच आवश्यक फीडबैक प्रदान कराता है एम्पलीफायर द्वारा प्रदान की जाने वाली फीडबैक की मात्रा R_F और R_{in} के मान पर निर्भर करती है।

Fig 9



$$\text{For gain } A_{(NON)} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_{in} + R_F}{R_{in}} = 1 + \frac{R_F}{R_{in}}$$

गेन-बैंडविड्थ प्रोडक्ट (GBP) (Gain-bandwidth product (GBP):

एक Op-Amp की विशिष्ट आवृत्ति प्रतिक्रिया प्रत्यक्ष धारा या 0 Hz से 1 MHz से अधिक होती है। हालाँकि आंतरिक शंट कैपेसिटेंस के कारण एम्पलीफायर का लाभ तेजी से कम हो जाता है क्योंकि आवृत्ति बढ़ जाती है इसलिए विभिन्न आवृत्तियों पर एक Op-Amp के लाभ को निर्दिष्ट करने के लिए एक शब्द जिसे गेन-बैंडविड्थ-प्रोडक्ट (GBP) कहा जाता है उदाहरण के लिए, यदि किसी Op-Amp का GBP 1MHz के रूप में दिया गया है तो इसका मतलब है कि Op-Amp का लाभ 1 MHz के इनपुट सिग्नल पर यूनिटी हो जाता है। उपयोग किए जा रहे Op-Amp के गेन बैंडविड्थ प्रोडक्ट (GBP) को जानना हमेशा उपयोगी होता है।

उदाहरण: एक Op-AMP का GBP 1 MHz के रूप में निर्दिष्ट किया गया है। 1 MHz के 1 kHz ,GBP पर इस Op-Amp का उपयोग करके अधिकतम लाभ क्या प्राप्त किया जा सकता है जिसका अर्थ 1 MHz पर गेन = 1 है। इसलिए 1 kHz पर अधिक लाभ होगा

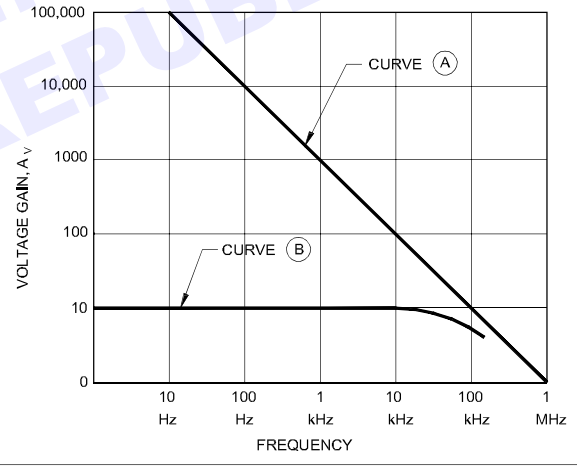
$$\text{Gain at 1kHz} = \frac{GEP}{1kHz} = \frac{1MHz}{1kHz} = 1000$$

इसका मतलब है 1 kHz पर 1 MHz के GPB के साथ एक OpAmp 1000 का अधिकतम लाभ प्रदान करता है। यह Fig10 के कर्व A में दिखाया गया है।

Fig10 का कर्व A 1 MHz के निरंतर GBP के साथ Op-Amp की ओपन लूप फ्रीक्वेंसी रिस्पांस दिखाता है। जैसा कि कर्व A से देखा जा सकता है कि समान Op-Amp के लिए लाभ 100 kHz पर 100 100 kHz पर 10 और 1 MHz पर यूनिटी हो जाता है। ओपन लूप गेन A(OPEN) में यह भारी बदलाव लगभग नेगेटिव फीडबैक के निरंतर उपयोग से बनाया जा सकता है

जैसा कि Fig10 के कर्व b में दिखाया गया है कि प्रतिरोधक R_F और R_{in} के उपयुक्त मान का उपयोग करते हुए यदि Op-Amp का क्लोज्ड लूप गेन A(CIOSED) मान 10 पर सेट किया जाता है तो आवृत्ति रिस्पांस; Op-Amp 100kMz तक लगभग सपाट हो जाता है। यह Op-Amps में नेगेटिव फ़ीड बैक के प्रमुख लाभों में से एक है

Fig 10



टिप (TIP):

Op-Amp एम्पलीफायर का लाभ जितने कम पर सेट करेंगे एम्पलीफायर की बैंडविड्थ उतनी ही अधिक होगी।

Op-Amps की विशेषताएं (Characteristics of Op-Amps):

एक आदर्श ऑपरेशनल एम्पलीफायर में निम्नलिखित विशेषताएं होंगी:

वोल्टेज लाभ $A_V = \infty$

बैंडविड्थ BW = ∞

इनपुट प्रतिरोध $R_{in} = \infty$

आउटपुट प्रतिरोध $R_0 = 0$

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

व्यवहार में ऐसी आदर्श विशेषताओं को प्राप्त नहीं किया जा सकता है। हालाँकि कई व्यावहारिक स्थितियों में Op-Amps इन विशेषताओं के करीब आते हैं। एक Op-Amp के विशिष्ट विनिर्देश नीचे दिए गए हैं:

वोल्टेज गेन A_V <100,000

बैंडविड्थ. BW ≈1 MHz (unity gain)

इनपुट प्रतिरोध R_{in} 2 MΩ

आउटपुट प्रतिरोध R_0 < 50Ω

विशिष्ट Op-Amp अनुप्रयोग (Typical Op-Amp application):

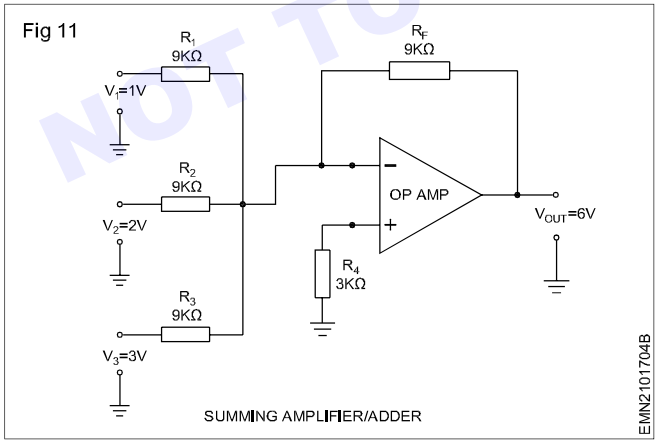
Op-Amps के अनुप्रयोग अनेक हैं। यह उस फ्लेक्सिबिलिटी के कारण है जो Op-Amp के आंतरिक सर्किट में बनाया गया है। प्रवर्धन के अपने मूल कार्य के अलावा Op-Amp का उपयोग तुलनित्र, योजक, सब्ट्रैक्टर, डिफरेंशियटर, इंटेग्रेटर आदि के रूप में किया जाता है।

संमिंग एम्पलीफायर के रूप में Op-Amp का अनुप्रयोग (Application of Op-Amp as a summing amplifier):

Fig 11 एक Op-Amp संमिंग एम्पलीफायर या सरल शब्दों में एक योजक का परिपथ है। यहाँ Op-Amp का उपयोग समन ऑपरेशन करने के लिए एक इन्वर्टिंग एम्पलीफायर के रूप में किया जाता है। Fig 11 में प्रतिरोधों R_1R_2 और R_3 के माध्यम से Op-Amp के INV टर्मिनल पर तीन इनपुट सिग्नल लगाए गए हैं। Op-Amp को दी गई नेगेटिव फीडबैक की मात्रा फीडबैक पथ में प्रत्येक प्रतिरोधक द्वारा विभाजित R_F के मान पर निर्भर करती है। परिणामस्वरूप Op-Amp का आउटपुट वोल्टेज इसके द्वारा दिया जाता है

$$V_{out} = \left[\left(\frac{R_f}{R_1} xV_1\right)\right] + \left(\frac{R_f}{R_1} xV_2\right) + \left(\frac{R_f}{R_1} xV_3\right)$$

Fig 11



यदि, $R_1 = R_2 = R_3 = R_F$ तो प्रत्येक सिग्नल पथ में R_F/R ,1 हो जाता है।

तब आउटपुट द्वारा दिया जाता है

$V_{out}=V_1+V_2+V_3$

$V_{out}=(1x1V)+(1x2V)+(1x3V)$

$V_{out}=1V+2V+3V=6$ Volts

6 V का आउटपुट तीन इनपुट वोल्टेज के योग के बराबर है। ध्यान दें कि Op-Amp के NON टर्मिनल पर प्रतिरोधक R_4(3K) का मान INV टर्मिनल पर तीन 9 K प्रतिरोधों के समानांतर संयोजन के बराबर बनाया गया है। Op-Amp में डिफरेंशियल एम्पलीफायर के इनपुट को संतुलित करने के लिए इस अवरोधक की आवश्यकता होती है।

Op-Amps में स्लू रेट (Slew rate in Op-Amps): स्लू रेट Op-Amps की एक महत्वपूर्ण विशेषता है। स्लू शब्द आउटपुट वोल्टेज के परिवर्तन की दर को संदर्भित करता है। उदाहरण के तौर पर 1 वोल्ट प्रति माइक्रोसेकंड की स्लू दर (V/μS) का अर्थ है आउटपुट वोल्टेज का आयाम 1μS में अधिकतम 1V से बदल सकता है। उच्च आवृत्ति एम्पलीफायरों के लिए फास्ट स्लू रेट या हाई स्लू रेट वांछनीय है विशेष रूप से गैर साइनसॉइडल इनपुट सिग्नल वेव शेप वाले होते है।

Op-Amps के लिए DC सप्लाई वोल्टेज (DC supply voltage for Op–Amps): Op-Amps को आम तौर पर ड्यूल (+ Ve com-Ve) DC सप्लाई की आवश्यकता होती है। DC सप्लाई के विशिष्ट वोल्टेज + 9 V + 15 V और + 12V है ध्यान दें कि Op-Amps के लिए समान आयाम के धनात्मक और ऋणात्मक दोनों वोल्टेज आवश्यक हैं। V का उपयोग कलेक्टर वोल्टेज के रूप में किया जाता है और V- का उपयोग Op Amp के पहले डिफरेंशियल एम्पलीफायर स्टेज के उत्सर्जक सप्लाई वोल्टेज के रूप में किया जाता है जैसा कि Fig11 में दिखाया गया है।

Op-Amp के लिए पावर सप्लाई से खींचा गया DC लोड करंट आमतौर पर कुछ मिलीमीटर से कम होता है। Op-Amps की विशिष्ट पावर रेटिंग लगभग 500 mW होती है।

कमर्शियल Op-Amp IC (Commercial Op-Amp ICs): यह सबसे पुराना और सबसे लोकप्रिय वाणिज्यिक Op-Amp 741 IC है। यह Op-Amp IC कई निर्माताओं द्वारा निर्मित किया गया है और इसलिए इसके साथ uA 741 (Fairchild) LM 741 (नेशनल सेमीकंडक्टर) और इसी तरह के टैग लगे होते हैं। व्यावसायिक रूप से कई अन्य प्रकार के Op-Amp IC जिनमें विभिन्न प्रकार के नंबर होते हैं बाजार में उपलब्ध हैं। कुछ IC पैकेज में एक से अधिक Op-Amp बिल्ट-इन सिंगल पैकेज शामिल हो सकते हैं। उदाहरण के लिए LM324 (राष्ट्रीय अर्धचालक) एक चतुष्कोणीय प्रवर्धक है। क्वाड शब्द का अर्थ है कि इसमें एक पैकेज में चार Op-Amp हैं। नेशनल सेमीकंडक्टर्स द्वारा निर्मित कुछ लोकप्रिय ऑप एम्प्स और इसके विनिर्देश दिए जाते हैं

Op-Amps का सिंगल सप्लाई संचालन (Single supply operation of Op-Amps): अधिकांश Op-Amp सर्किट ड्यूल (±) DC पावर सप्लाई का उपयोग करके कार्य करने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। ड्यूल सप्लाई की कुछ असुविधाओं के कारण कई Op-Amp परिपथों को सिंगल सप्लाई का उपयोग करके कार्य करने के लिए बनाया जाता है। सिंगल सप्लाई के साथ कार्य करने के लिए Op-Amps बनाने की विधि को Fig12a और 12b में दिखाया गया है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

ऑपरेशनल एम्पलीफायरों में शोर (Noise in operational amplifiers):

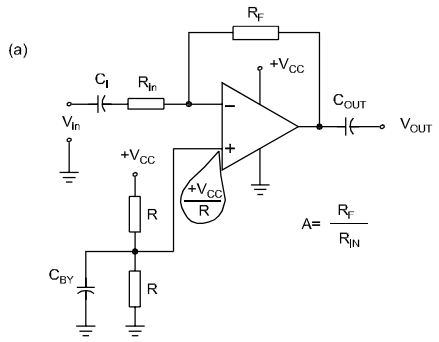
एम्पलीफायर के आउटपुट में मौजूद अवांछित विद्त संकेतों को नॉइज़ कहा जाता है। सर्किट के आउटपुट में नॉइज़ सर्किट (आंतरिक) में उत्पन्न नॉइज़ या बाहरी स्रोतों से सर्किट में आने वाले नॉइज़ के कारण हो सकता है। उचित निर्माण तकनीकों को अपनाकर बाहरी नॉइज़ को कम किया जा सकता है। बाहरी नॉइज़ को कम करने के लिए कुछ सुझाव नीचे सूचीबद्ध हैं;

1 इंटरकनेक्टिंग तार की लंबाई को छोटा करें। जितना संभव हो Op-Amp के करीब कंपोनेंट्स को माउंट करें। आउटपुट सर्किट घटकों को इनपुट कंपोनेंट से दूर रखें (यह अवांछित प्रतिक्रिया से बचाता है)।

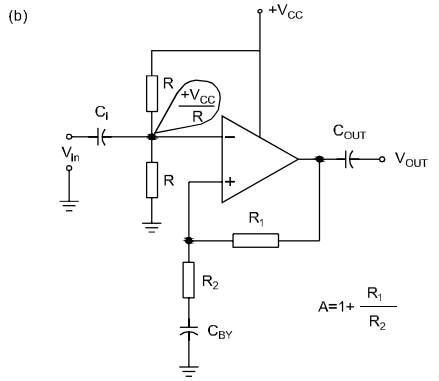
2 0.01 से 0.1 uF डिस्क कैपेसिटर का उपयोग करके Op-Amp V_{CC} सप्लाई पिन को बायपास करें

यहां तक कि अगर आउटपुट पर कोई महत्वपूर्ण दृश्य/श्रव्य शोर नहीं है तो आंतरिक शोर के कारण Op-Amp के आउटपुट में कुछ शोर होगा। R_{in} और R_F के बड़े मानो से बचकर इस आंतरिक शोर को कम किया जा सकता है। प्रतिरोधों के कारण आंतरिक रूप से उत्पन्न होने वाले इस शोर को फीडबैक रेसिस्टर R_F में 3 से 56 pF की सीमा में एक छोटे संधारित्र को जोड़कर काफी हद तक कम किया जा सकता है। यह आंतरिक शोर विशेष रूप से उच्च आवृत्ति शोर को कम करता है

Fig 12



SINGLE - SUPPLY - INVERTING AMPLIFIER



SINGLE - SUPPLY NON - INVERTING AMPLIFIER

EMN21017040

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Op-Amp अनुप्रयोग - तुलनित्र, डिफरेंशियल(Op-Amp applications - comparators, differentiator)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **Op Amp IC uA 741 का उपयोग करके जीरो क्रॉसिंग डिटेक्टर सर्किट की व्याख्या करना**
- **ऑप-एम्प को तुलनित्र डिफरेंशियल के रूप में वर्णित करना**

ऑप-एम्प के अनुप्रयोग (Applications of op-amp):

Op-amp लीनियर या एनालॉग सिस्टम का बिल्डिंग ब्लॉक होता है। इसके अनेक अनुप्रयोग हैं।

i इसका उपयोग नॉन लीनियर एनालॉग सिस्टम में किया जाता है- नॉन लीनियर के अनुप्रयोग तुलनित्र, रेक्टिफायर, क्लिपर, क्लैपर, लॉग और एंटीलॉग एम्पलीफायर, मल्टीप्लायर आदि हैं।

ii इसका उपयोग लीनियर सर्किट में किया जाता है आउटपुट इनपुट सिग्नल के साथ लीनियर तरीके से बदलता रहता है। रैखिक अनुप्रयोग योजक सबट्रैक्टर वोल्टेज से करंट कन्वर्टर करंट से वोल्टेज कन्वर्टर, डिफरेंशियल, इंटीग्रेटर, डिफरेंशियल, एम्पलीफायर, इंस्ट्रूमेंटेशन, एम्पलीफायर और आदि हैं।

तुलनित्र (Comparator):

ओपन लूप कॉन्फ़िगरेशन में एक ऑपरेशनल एम्पलीफायर एक गैर रेखीय तरीके से संचालित होता है। तुलनित्र डिटेक्टर लिमिटर्स और कन्वर्टर्स इस मोड में कार्य करते हैं।

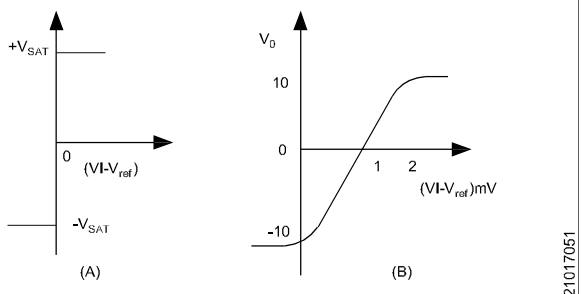
तुलनित्र एक सर्किट है जो एक ऑप-एम्प के एक इनपुट पर एक सिग्नल वोल्टेज की तुलना दूसरे इनपुट पर ज्ञात संदर्भ वोल्टेज के साथ करता है। तुलनित्र दो प्रकार के होते हैं

i नॉन - इन्वर्टिंग तुलनित्र

ii इन्वर्टिंग तुलनित्र

एक op-amp के आउटपुट + V_{sat}= (+V_{cc}) और -V_{sat} (-V_{cc}) आदर्श ट्रांसफर विशेषताओं और वाणिज्यिक ट्रांसफर विशेषताओं को Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



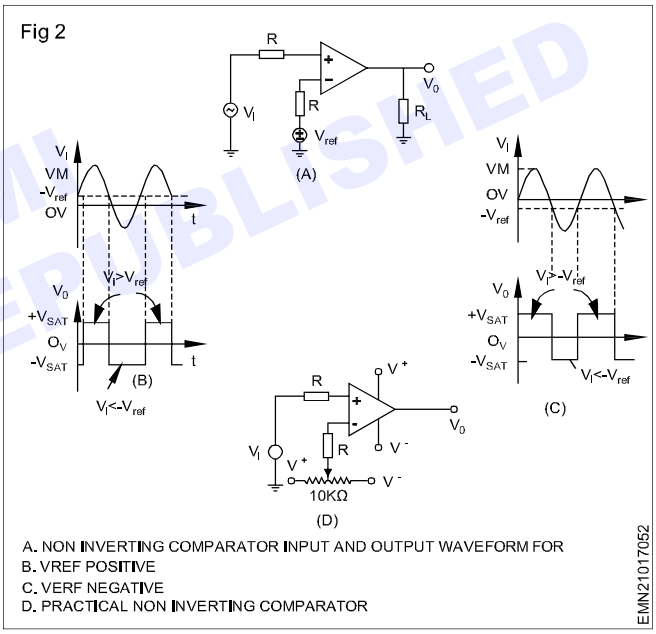
THE SYMBOL OF OP-AMP

नॉन - इन्वेर्टिंग तुलनित्र (Non -inverting comparator):

यदि निश्चित संदर्भ वोल्टेज (-) इनपुट पर लागू होता है और समय भिन्न सिग्नल वोल्टेज विन (+) इनपुट पर लागू होता है तो व्यवस्था को नॉन-इनवर्टिंग एम्पलीफायर कहा जाता है।

आउटपुट वोल्टेज से कम एप्लाइड इनपुट वोल्टेज के लिए -V_{sat} पर है संदर्भ वोल्टेज से कम (V_i<V_{ref}) है और संदर्भ वोल्टेज से अधिक इनपुट वोल्टेज (V_i >V_{ref}) के लिए V_{sat} में जाता है। सर्किट आरेख इनपुट और आउटपुट तरंगों को Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



A. NON INVERTING COMPARATOR INPUT AND OUTPUT WAVEFORM FOR
B. VREF POSITIVE
C. VERF NEGATIVE
D. PRACTICAL NON INVERTING COMPARATOR

डिफरेंशियटर (Differentiator):

ऑप-एम्प सर्किट के सबसे सरल में एक जिसमें संधारित्र डिफरेंशियटर शामिल है। यह डिफरेंशियटर का गणितीय संचालन करता है अर्थात आउटपुट तरंग इनपुट तरंग का व्युत्पन्न है। यह अपने इनपुट सिग्नल के परिवर्तन की दर के आनुपातिक आउटपुट सिग्नल उत्पन्न करता है।

विश्लेषण (Analysis):

नोड N वर्चुअल ग्राउंड क्षमता पर है (यानी) V_N = 0 फीडबैक रेसिस्टर के माध्यम से करंट V_0/R_f और ऑप-एम्प के माध्यम में कोई करंट नहीं है। इसलिए नोड N पर नोडल समीकरण है

$C_1 dV_1/dt + Vo/R_f = 0$ (or) $Vo = -R_f C\, dVi/dt$.

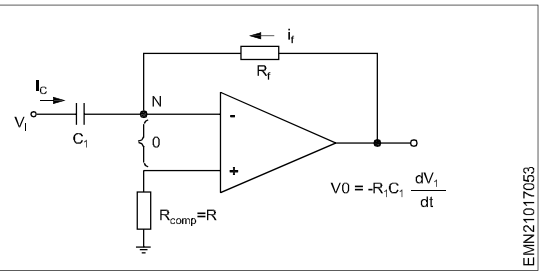
इस प्रकार आउटपुट वोल्टेज V_o इनपुट वोल्टेज V_1 के डेरिवेटिव का एक स्थिर ($-R_fC_1$) गुना है और सर्किट को डिफरेंशियटर के रूप में जाना जाता

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

है जिसे Fig 3 में दिखाया गया है। माइनस साइन इनपुट सिग्नल के संबंध में आउटपुट वेवफॉर्म V_o के 180 फेज शिफ्ट को इंगित करता है। आउटपुट इनपुट सिग्नल का समय व्युत्पन्न है यदि Vi = sin wt। तो opamp का आउटपुट आवृत्ति के साथ बदलता रहता है और उच्च आवृत्ति पर उच्च भिन्न होगा। इसलिए इसे 'हाई पास फिल्टर सर्किट' के नाम से भी जाना जाता है।

कैपेसिटर में इनपुट रेसिस्टर R_{in} सीरीज में जोड़ने से R_F/R_{in} द्वारा लाभ में वृद्धि होगी और यह कम आवृत्तियों पर एक डिफरेंशिएटर के रूप में कार्य करेगा।

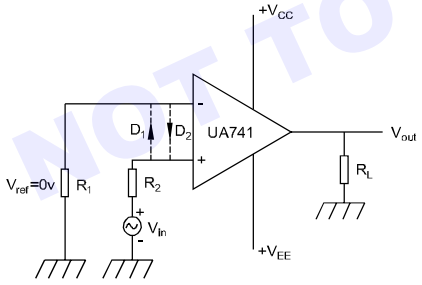
Fig 3



741 IC का उपयोग करते हुए जीरो क्रॉसिंग डिटेक्टर (Zero Crossing Detector using 741 IC):

Fig 4 में दिखाया गया है। जीरो क्रॉसिंग डिटेक्टर सर्किट Op-Amp तुलनित्र सर्किट का एक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग है। इसे साइन टू स्क्वायर वेव कन्वर्टर भी कहा जा सकता है। इनवर्टिंग या नॉन-इनवर्टिंग तुलनित्रों में से कोई भी शून्य-क्रॉसिंग डिटेक्टर के रूप में उपयोग किया जा सकता है। लाया जाने वाला एकमात्र परिवर्तन संदर्भ वोल्टेज है जिसके साथ इनपुट वोल्टेज की तुलना की जानी चाहिए इसे शून्य (Vref = 0V) बनाया जाना चाहिए। V_{in} के रूप में एक इनपुट साइन वेव दी जाती है। ये एक 0V संदर्भ वोल्टेज के साथ एक इन्वर्टिंग तुलनित्र के सर्किट आरेख और इनपुट और आउटपुट तरंगों में दिखाए जाते हैं

Fig 4

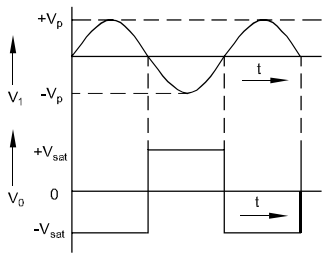


Zero Crossing Detector Using UA 741 op-amp IC

UA741 op-amp IC का उपयोग करके जीरो-क्रॉसिंग डिटेक्टर (Zero-Crossing Detector Using UA741 op-amp IC):

जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है तरंग रूप 0V के संदर्भ वोल्टेज के लिए जब इनपुट साइन वेव शून्य से गुजरती है और धनात्मक दिशा में जाती है तो आउटपुट वोल्टेज V_{out} ऋणात्मक संतृप्ति में चला जाता है। इसी तरह जब इनपुट वोल्टेज शून्य से गुजरता है और ऋणात्मक दिशा में जाता है तो आउटपुट वोल्टेज धनात्मक संतृप्ति के लिए प्रेरित होता है। डायोड D_1 और D_2 को क्लैम्प डायोड भी कहा जाता है। इनका उपयोग इनपुट वोल्टेज में वृद्धि के कारण ऑप-एम्प को क्षति से बचाने के लिए किया जाता है। ये डिफरेंशियल इनपुट वोल्टेज को +0.7V या -0.7V तक क्लैंप करते हैं

Fig 5



Zero Crossing Detector Using 741IC Waveform

कुछ अनुप्रयोगों में इनपुट वोल्टेज कम आवृत्ति तरंग हो सकता है। इसका मतलब है कि तरंग केवल धीरे-धीरे बदलती है। यह इनपुट वोल्टेज के शून्य-स्तर को क्रॉस करने में समय की देरी का कारण बनता है। इससे आउटपुट वोल्टेज को ऊपरी और निचले संतृप्ति स्तरों के बीच स्विच करने में और देरी होती है। उसी समय op-amp में इनपुट शोर आउटपुट वोल्टेज को संतृप्ति स्तरों के बीच स्विच करने का कारण बन सकता है। इस प्रकार इनपुट वोल्टेज के अतिरिक्त शोर वोल्टेज के लिए जीरो क्रॉसिंग का पता लगाया जाता है। एक पॉजिटिव फीडबैक के साथ एक पुनर्योजी फीडबैक सर्किट का उपयोग करके इन कठिनाइयों को दूर किया जा सकता है जो आउटपुट वोल्टेज को तेजी से बदलने का कारण बनता है जिससे op-amp इनपुट पर शोर वोल्टेज के कारण किसी भी गलत जीरो क्रॉसिंग की संभावना समाप्त हो जाती है।

© NIMI NOT TO BE PUBLISHED

ऑपरेशनल एम्पलीफायर का उपयोग करके इंटीग्रेटर (Integrator Using Operational Amplifier)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **Op-Amp इंटीग्रेटर का उपयोग करके सर्किट के प्रदर्शन की व्याख्या करना**
- **बताना कि ओप-इंटीग्रेटर में आउटपुट ऑफसेट वोल्टेज को कैसे कम करें**

यह इंटीग्रेटर एक सर्किट है जो एकीकरण के गणितीय संचालन को करता है क्योंकि यह आउटपुट वोल्टेज उत्पन्न करता है जो इनपुट के अभिन्न अंग के समानुपाती होता है। एक Opamp के साथ हम एक इंटीग्रेटर बना सकते हैं एक सर्किट जो एक आयताकार निरंतर इनपुट के लिए एक अच्छी तरह से परिभाषित रैंप आउटपुट का उत्पादन करता है।

दिखाया गया Fig 1 एक Op-Amp इंटीग्रेटर है। इंटीग्रेटर के लिए विशिष्ट इनपुट एक आयताकार पल्स होती है। जैसा कि Fig 1b में दिखाया गया है V_{in} पल्स टाइम T के दौरान एक स्थिर वोल्टेज का प्रतिनिधित्व करता है और इसे आर के बाएं छोर पर लागू किया जाता है। वर्चुअल ग्राउंड के कारण इनपुट करंट स्थिर और बराबर होता है। $I_{in} = V_{in} / R$ लगभग यह सारा करंट कैपेसिटर में जाता है। बेसिक संधारित्र नियम कहता है कि

$C = Q/V$ या $V = Q/C$ ..... (1)

परिवर्तन Q रैखिक रूप से बढ़ता है क्योंकि संधारित्र में एक स्थिर धारा प्रवाहित हो रही है। इसका मतलब है कि संधारित्र वोल्टेज ध्रुवीयता के साथ रैखिक रूप से बढ़ता है। जैसा कि Fig 1C में दिखाया गया है Op-Amp के फेज रिवर्सल के कारण आउटपुट वोल्टेज एक ऋणात्मक रैंप है। पल्स अवधि के अंत में इनपुट वोल्टेज शून्य हो जाता है और चार्जिंग चालू बंद हो जाता है। चूंकि संधारित्र अपना चार्ज रखता है विभिन्न वोल्टेज ऋणात्मक स्तर पर स्थिर रहते है।

आउटपुट वोल्टेज के लिए eq (1) को T से विभाजित करें

$$V/T = \frac{Q/T}{C}$$

चूंकि चार्जिंग स्थिर है हम लिख सकते हैं

$V/T = I/C$

या $V = IT/C$ ..... (2)

जहां, V = संधारित्र वोल्टेज

I = चार्जिंग करंट, V_{in} / R

T = चार्जिंग समय

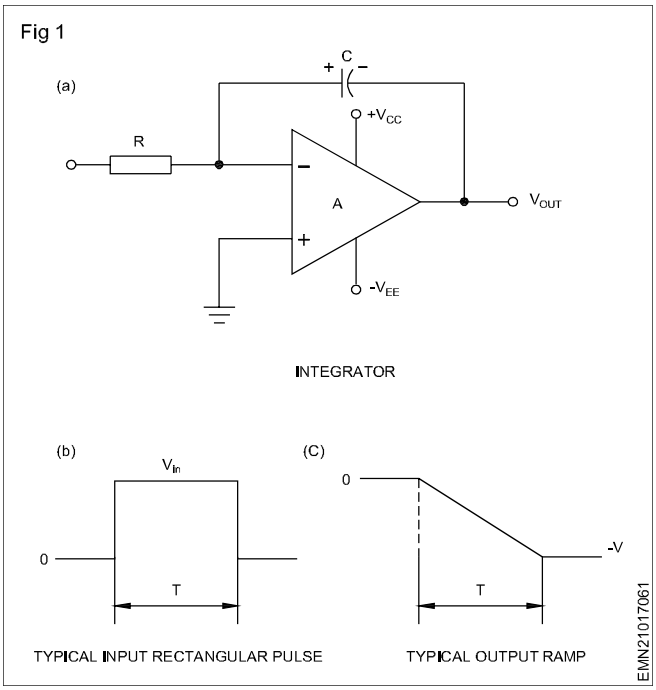
C = कैपेसिटेंस

फेज उत्क्रमण के कारण V_{out} = - V, यह कैपेसिटर के अक्रॉस वोल्टेज है।

उदाहरण: यदि I = 4mA ,T = 2msec और C = 1 F तो चार्जिंग अवधि के अंत में कैपेसिटर वोल्टेज (4mA) (2ms)/1uF = 8V है क्योंकि फेज रिवर्सल के कारण आउटपुट वोल्टेज - 2V, 2ms के बाद है।

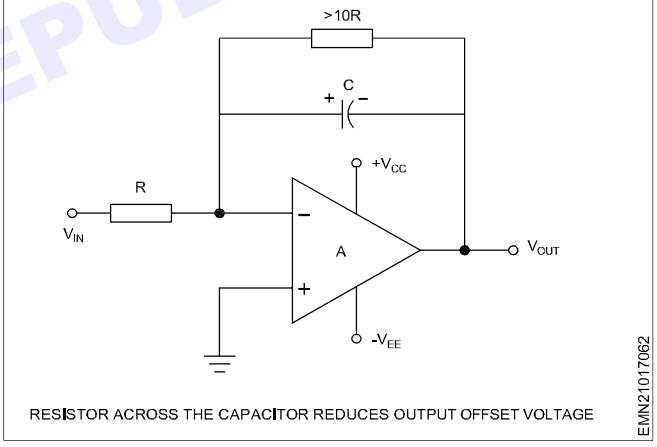
Fig 1 में, चूंकि संधारित्र DC संकेतों के लिए एक खुले की तरह कार्य करता है बंद-लूप वोल्टेज लाभ शून्य आवृत्ति पर खुले लूप वोल्टेज लाभ के बराबर होता है। यह शून्य आवृत्ति पर नेगेटिव फीडबैक के बिना बहुत अधिक आउटपुट ऑफ़सेट वोल्टेज का उत्पादन करेगा सर्किट इनपुट ऑफ़सेट को एक वैध इनपुट सिग्नल के रूप में मानेगा। इनपुट ऑफसेट अंततः संधारित्र को चार्ज करेगा और आउटपुट को धनात्मक या ऋणात्मक संतृप्ति में चलाएगा।

Fig 1



जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है कैपेसिटर के साथ समानांतर में एक प्रतिरोधक डालकर हम इनपुट ऑफ़सेट के प्रभाव को कम कर सकते हैं। यह प्रतिरोधक इनपुट प्रतिरोधक से कम से कम 10 गुना बड़ा होना चाहिए यानी अगर जोड़ा प्रतिरोध 10R के बराबर है तो बंद लूप वोल्टेज लाभ -10 है और आउटपुट ऑफसेट वोल्टेज बहुत कम हो जाता है।

Fig 2



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Op-Amp के अनुप्रयोग - डिफरेंशियल और इंस्ट्रुमेंटेशन एम्पलीफायर (Op-Amp Applications - Differential & Instrumentation Amplifiers)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **डिफरेंशियल एम्पलीफायर की कार्यप्रणाली का वर्णन करना**
- **इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर के संचालन का वर्णन करना**
- **DAC के संचालन का वर्णन करना**

डिफरेंशियल एम्पलीफायर (Differential amplifier): पूरी तरह से डिफरेंशियल सर्किट बनाने का सबसे आसान तरीका इनवर्टिंग ऑप-एम्प फीडबैक टोपोलॉजी के बारे में सोचना है। पूरी तरह से डिफरेंशियल ऑप-एम्प सर्किट में दो इनवर्टिंग फीडबैक पाथ होते हैं:

1 इनपुट को नॉन-इनवर्टिंग आउटपुट में बदलना

2 नॉन-इनवर्टिंग इनपुट टू इनवर्टिंग आउटपुट

पूरी तरह से डिफरेंशियल ऑप-एम्प के ठीक से कार्य करने के लिए दोनों फीडबैक पथ बंद होने चाहिए।

डिफरेंशियल एम्पलीफायर की एक अनूठी विशेषता है कि कई सर्किट में - दो इनपुट नहीं होते हैं। यह सर्किट इसके इनपुट टर्मिनलों के बीच अंतर को बढ़ाता है। एक इनपुट वाले अन्य सर्किट में वास्तव में एक और इनपुट ग्राउंड पोटेंशियल होता है लेकिन ऐसे मामलों में जहां सिग्नल स्रोत (सेंसर की तरह) के दोनों टर्मिनल ग्राउंड के ऊपर कई वोल्ट पर बायस्ड होते हैं आपको टर्मिनलों के बीच अंतर को बढ़ाना होगा। शोर के बारे में क्या है जो सेंसर के दोनों टर्मिनलों के लिए समान रूप से एक अवांछित वोल्टेज जोड़ता है? डिफरेंशियल प्रवर्धक शोर को अस्वीकार करता है और सिग्नल को बचाता है।

एक नया पिन (A new pin): फुली-डिफरेंशियल ऑप-एम्प्स में एक अतिरिक्त इनपुट पिन (V_{COM}) होता है। इस पिन का उद्देश्य एक संभावित शोर संकेत को इनपुट करने के लिए एक जगह प्रदान करना है जो दोनों इनपुट पर एक साथ दिखाई देगा - यानी कॉमन मोड शोर। पूरी तरह से अंतर ऑप-एम्प कॉमन मोड शोर को अस्वीकार कर सकता है।

V_{COM} पिन को डेटा कन्वर्टर रेफरेंस वोल्टेज पिन से जोड़ा जा सकता है ताकि op-amp कॉमन मोड वोल्टेज और डेटा कन्वर्टर कॉमन मोड वोल्टेज के बीच टाइट ट्रैकिंग हासिल की जा सके। इस एप्लिकेशन में डेटा कनवर्टर सिंगल सप्लाई सर्किट के लिए एक मुफ्त DC स्तर रूपांतरण भी प्रदान करता है। डेटा कन्वर्टर का कॉमन मोड वोल्टेज सिंगल सप्लाई सर्किट का DC ऑपरेटिंग पॉइंट भी है। हालांकि डिजाइनर को ध्यान रखना चाहिए कि सर्किट का DC ऑपरेटिंग बिंदु op-amp + और - इनपुट की कॉमन मोड सीमा के भीतर है। कॉमन मोड वोल्टेज के बराबर या उसके करीब इनपुट में DC स्तर को जोड़कर इसे आसानी से हासिल किया जा सकता है।

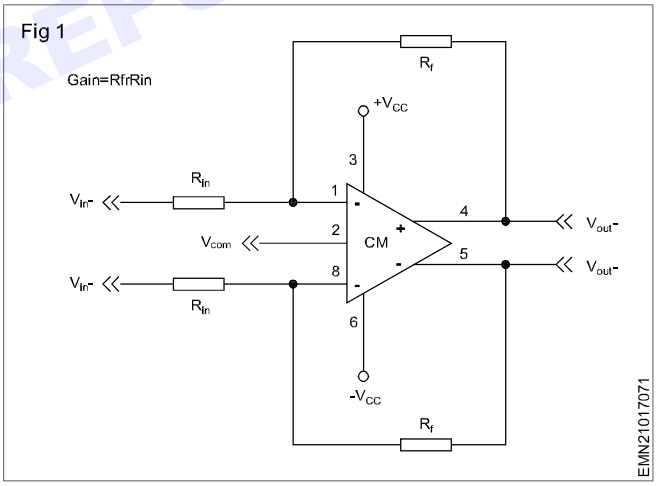
लाभ (Gain):

गेन स्टेज एक बेसिक ऑप-एम्प सर्किट है। सिंगल-एंडेड डिज़ाइन से वास्तव में कुछ भी नहीं बदला है सिवाय इसके कि दो फीडबैक पाथवे बंद कर दिए गए हैं। अंतर लाभ अभी भी R_f/R_{in} डिजाइनरों के लिए एक परिचित अवधारणा है। फोटो 1 डिफरेंशियल एम्पलीफायर सर्किट दिखाता है।

यह सर्किट सिंगल-एंडेड इनपुट को ग्राउंड में जोर देने बाद भी नहीं बदला जा सकता है गेन समीकरण भी नहीं बदलेगा क्योकि गेन डिफरेंशियल गेन है |

इंस्ट्रुमेंटेशन एम्पलीफायर (Instrumentation amplifier): एक ट्रांसड्यूसर द्वारा उत्पादित आउटपुट सिंगल को मापने के लिए एक इंस्ट्रूमेंटेशन सिस्टम का उपयोग किया जाता है। मापी जाने वाली भौतिक मात्रा के आधार पर इनपुट चरण एक ट्रांसड्यूसर से बना होता है।

Fig 1



आउटपुट स्टेज मीटर जैसे ऑसिलोस्कोप और डिस्प्ले सर्किट उपकरणों का उपयोग कर सकता है स्रोत इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर ट्रांसड्यूसर का आउटपुट संकेत है। ट्रांसड्यूसर के निम्न स्तर के आउटपुट सिग्नल को बढ़ाने के लिए मध्य में इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर का उपयोग किया जाता है।

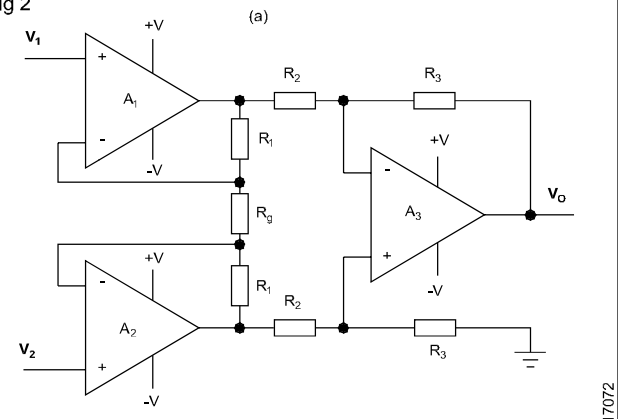
इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर एक प्रकार का डिफ्रेंशियल एम्पलीफायर है जिसमें अतिरिक्त इनपुट बफर स्टेज होते हैं। इनपुट बफर स्टेजों के अलावा पूर्ववर्ती एम्पलीफायर स्टेज के साथ प्रतिबाधा का मिलान करना आसान बनाता है। इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर आमतौर पर औद्योगिक परीक्षण और माप अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है। वे आम तौर पर उन स्थितियों में उपयोग किए जाते हैं जहां उच्च संवेदनशीलता सटीकता और स्थिरता की

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

आवश्यकता होती है| इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर में कुछ उपयोगी विशेषताएं भी हैं जैसे कम ऑफसेट वोल्टेज, उच्च CMRR (कॉमन मोड रिजेक्शन रेश्यो) उच्च इनपुट प्रतिरोध, उच्च गेन आदि।

तीन ऑप-एम्प्स का उपयोग करके एक विशिष्ट इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर का सर्किट आरेख Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



INSTRUMENTATION AMPLIFIER USING OP-AMP

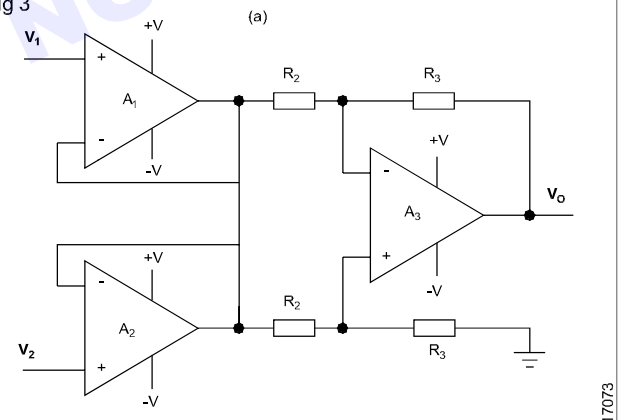
उपरोक्त सर्किट में दो इनपुट के बीच अंतर के आधार पर आउटपुट प्रदान करने वाला एक सर्किट दिया गया है। सर्किट आरेख में A_1 और A_2 लेबल वाले op-amps इनपुट बफ़र्स हैं। R_1 और R_g की उपस्थिति के कारण इन बफर चरणों का लाभ यूनिटी नहीं है। Op amp लेबल A_3 एक मानक डिफरेंशियल एम्पलीफायर के रूप में वायर्ड है। A_3 के आउटपुट से इसके नॉन-इनवर्टिंग इनपुट से जुड़ा R_3 फीडबैक रेसिस्टर है। R_2 इनपुट रेसिस्टर है।

इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर का वोल्टेज गेन नीचे दिए गए समीकरण का उपयोग करके व्यक्त किया जा सकता है:

वोल्टेज गेन (A_v)= $V_o/(V_2-V_1) = (1 + 2R_1/R_g) \times R_3/R_2$

गेन को अलग करने के लिए R_g को एक उपयुक्त पोटेंशियोमीटर से बदलें। एक सरलीकृत इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर डिज़ाइन Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



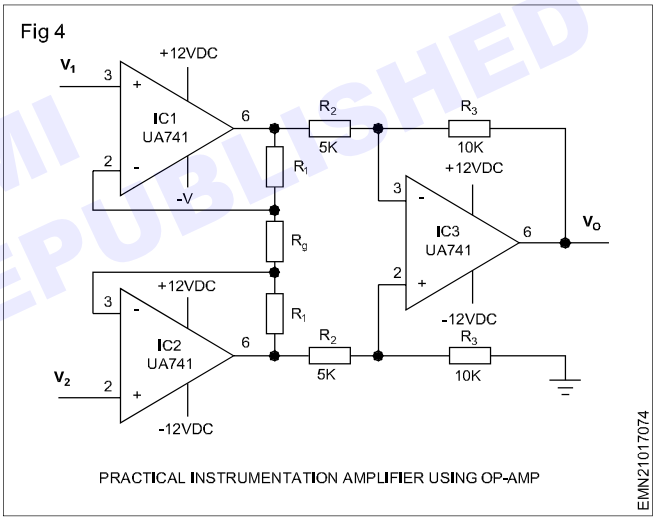
SIMPLIFIED INSTRUMENTATION AMPLIFIER

यहाँ R_1 लेबल वाले प्रतिरोधों को शॉर्ट किया जाता है और R_g को हटा दिया जाता है। इसका परिणाम पूरी श्रेणी नेगेटिव फीडबैक पथ में होता है और A_1 और A_2 का लाभ यूनिटी होगा। R_1 और R_g को हटाने से $A_v = R_3/R_2$ का समीकरण सरल हो जाता है। आउटपुट प्रतिबाधा भी कम है मिलीओम की रेंज में होता है। इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर का इनपुट बायस करंट op-amps A_1 और A_2 द्वारा निर्धारित किया जाता है।

Op-amp ऑप-एम्प का उपयोग करते हुए व्यावहारिक इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर

UA741 ऑप एम्प का उपयोग करके डिज़ाइन किया गया एक व्यावहारिक इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर सर्किट Fig 4 में दिखाया गया है। एम्पलीफायर +/- 12 V DC से संचालित होता है और इसका लाभ 10 होता है। यदि आपको एक वेरिएबल लाभ की आवश्यकता होता है जो R_g को 5K, POT के साथ बदलें। uA741 का उपयोग करने के बजाय आप किसी भी ऑप-एम्प का उपयोग कर सकते हैं लेकिन ऑप एम्प के अनुसार पावर सप्लाई वोल्टेज को बदलना होता है एक एकल LM324 ऑप एम्प IC एक अच्छा विकल्प है। LM324 के अंदर चार opamps में से तीन का उपयोग C_1 ,IC_2 ,IC_3 के लिए किया जा सकता है और शेष को अकेले छोड़ा जा सकता है। इससे PCB का आकार काफी कम हो जाता है और सर्किट कॉम्पैक्ट बन जाता है। एलएम 324 के लिए सप्लाई वोल्टेज +/- 15 V DC तक हो सकता है।

Fig 4



PRACTICAL INSTRUMENTATION AMPLIFIER USING OP-AMP

सभी प्रतिरोधों के लिए सटीक मेटल फिल्म प्रतिरोधों का उपयोग करके उच्च लाभ सटीकता प्राप्त की जा सकती है। नियोजित बड़ी नेगेटिव फीडबैक के कारण एम्पलीफायर में अच्छी रैखिकता होती है और आमतौर पर 10 से कम लाभ के लिए लगभग 0.01% होता है

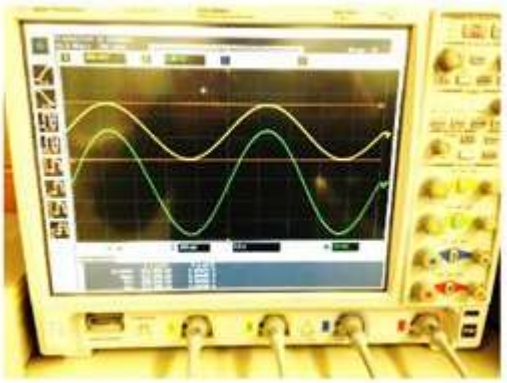
एक बार सर्किट बन जाने के बाद फंक्शन जनरेटर को 1 kHz पर 500m V_{p-p} साइन वेव पर सेट करें और इसे V_1 में इनपुट करें जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है और अन्य इनपुट टर्मिनल (V_2) को ग्राउंड करें।

इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर के लाभ का परीक्षण करने के लिए फ़ंक्शन जनरेटर पर चैनल-1 की ऑसिलोस्कोप जांच और इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायर के आउटपुट पर दूसरी जांच करें। सर्किट को सप्लाई की गई शक्ति और इनपुट के रूप में एक उचित तरंग के साथ किसी को Fig 5 के समान आउटपुट दिखाई देना चाहिए।

Fig 5 एक ही समय के पैमाने पर विभिन्न वोल्टेज स्केल पर इनपुट और आउटपुट प्रदर्शित करता है। लाभ सुनिश्चित करने के लिए लगभग 10

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 5



आउटपुट वोल्टेज लें और इसे इनपुट वोल्टेज से विभाजित करें। इस उदाहरण में V_{out}/V_{in} = 5.046 V/513.66 mV = 9.82 है।

इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायरों को डिजाइन करना आसान है और कई अनुप्रयोगों में इसका उपयोग किया जा सकता है। डिजाइन की सिम्पलिसिटी प्रतिरोधी मानों के चयन पर निर्भर करती है। यदि सही ढंग से चुना जाता है तो लाभ की गणना की जा सकती है और केवल एक प्रतिरोधक मान के साथ बदला जा सकता है।

डिजिटल - से - एनालॉग कनवर्टर (Digital - to - analog converter): डिजिटल से एनालॉग कनवर्टर किसी भी डिजिटल प्रणाली में एक महत्वपूर्ण खंड है जैसा कि उपरोक्त दो उदाहरणों में दर्शाया गया है। OP-AMP D से A कनवर्टर में इस्तेमाल होने वाला सबसे आम तत्व है।

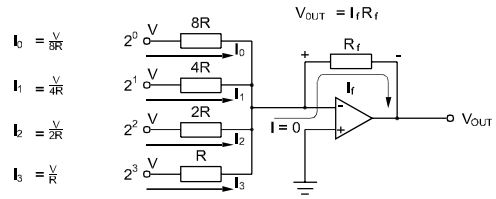
एक डिजिटल सिग्नल को समकक्ष एनालॉग सिग्नल में परिवर्तित करने में मूल समस्या 'n' डिजिटल वोल्टेज स्तर को एक समकक्ष एनालॉग वोल्टेज में बदलना है। Fig 6 में दिखाए अनुसार प्रतिरोधी नेटवर्क को डिजाइन करके इसे सबसे आसानी से पूरा किया जा सकता है जो प्रत्येक डिजिटल स्तर को एक समकक्ष बाइनरी भारित वोल्टेज या धारा में बदल देगा |

इनपुट प्रतिरोधों नेटवर्क के मानों को द्विआधारी भार के विपरीत आनुपातिक रूप से चुना जाता है इसी इनपुट बिट्स सबसे कम मानों क़ी (R) उच्चतम बाइनरी भारित इनपुट (2N) से मेल खाता है। अन्य प्रतिरोधों R (2R, 4R और 8R) के गुणज हैं और क्रमशः बाइनरी भार 2^{n-1} 2^{n-2} 2^{n-3} .....2^n के अनुरूप हैं।

I/P धाराएँ बाइनरी भार के समानुपाती होती हैं इस प्रकार o/p वोल्टेज बाइनरी भार के योग के समानुपाती होता है क्योंकि इनपुट धारा का योग R_f के माध्यम से होता है। Fig 6 में एक 4 बिट DAC दिखाया गया है प्रत्येक इनपुट वोल्टेज स्तर के आधार पर इनपुट प्रतिरोधों में या तो करंट होगा या कोई करंट नहीं होगा। यदि इनपुट वोल्टेज शून्य (बाइनरी 0) है तो धारा भी शून्य होगी। यदि इनपुट वोल्टेज उच्च (बाइनरी 1) है करंट की मात्रा इनपुट रेसिस्टर मान पर निर्भर करती है और प्रत्येक इनपुट रेसिस्टर के लिए अलग होती है।

चूंकि ऑप-एम्प इनवर्टिंग इनपुट में व्यावहारिक रूप से कोई करंट नहीं है सभी इनपुट करंट SUM एक साथ होते हैं और R_f से गुजरते हैं चूंकि इनवर्टिंग इनपुट 0V (वर्चुअल ग्राउंड) पर होता है R_f में ड्रॉप o/p वोल्टेज के बराबर होती है इसलिए $V_{out}=I_{fRf}$

Fig 6



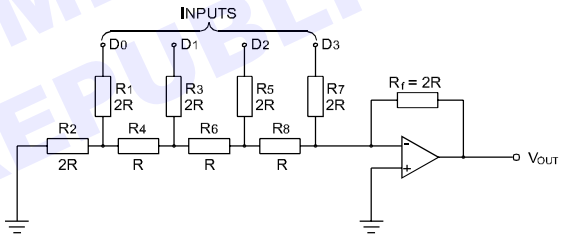
FOUR BIT DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTOR

EMN21017035

इस प्रकार के DAC की मुख्य हानि विभिन्न प्रतिरोधक मानों की संख्या है। उदाहरण के लिए एक 8 बिट कनवर्टर के लिए 8 प्रतिरोधों की आवश्यकता होती है जो बाइनरी-वेटिड स्टेप में R के कुछ मान से लेकर 128R तक होते हैं। प्रतिरोधों की इस श्रेणी में इनपुट को सटीक रूप से परिवर्तित करने के लिए 255 (0.5% से कम) में एक भाग की सहनशीलता की आवश्यकता होती है जिससे इस प्रकार के DAC का बड़े पैमाने पर बनाना बहुत मुश्किल हो जाता है।

R/2R लैडर डिजिटल-से-एनालॉग कनवर्टर (R/2R ladder digital-to-analog converter): Fig 7 में 4 बिट्स के लिए R/2R लैडर रेसिस्टर नेटवर्क का उपयोग करके DA रूपांतरण की एक अन्य विधि को दिखाया गया है। यह बाइनरी-वेटिड इनपुट DAC की समस्याओं में से एक को कम देता है। इस प्रकार के DAC में प्रतिरोधों के केवल दो मान R और 2R की आवश्यकता होती है।

Fig 7

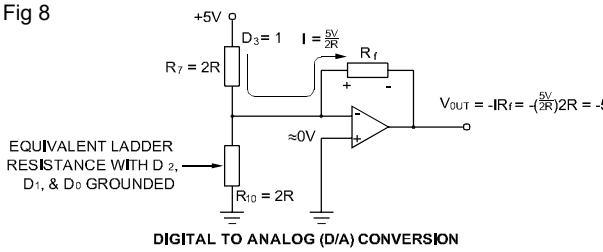


R/R2 LADDER DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTER

EMN21017026

यह मानते हुए कि D_3 इनपुट हाई (+5V) है और अन्य LOW (ग्राउंड 0V) हैं। यह स्थिति बाइनरी 1000 का रिप्रेजेंट करती है। एक सर्किट विश्लेषण दिखाएगा कि यह Fig 8 में दिखाए गए समतुल्य रूप में कम हो जाता है। अनिवार्य रूप से कोई करंट 2R समतुल्य प्रतिरोध से नहीं गुजरता है क्योंकि इन्वर्टिंग इनपुट वर्चुअल ग्राउंड पर होता है।

Fig 8



DIGITAL TO ANALOG (D/A) CONVERSION

EMN21017027

इस प्रकार सभी धाराएं (I=+5V/2R) R_7 ,R_f के माध्यम से जाता है और आउटपुट वोल्टेज -5V है। -ve फीडबैक के कारण ऑपरेशनल एम्पलीफायर इनवर्टिंग (-) इनपुट को शून्य वोल्ट (~0V) के पर रखा जाता है। इसलिए सभी करंट इनवर्टिंग इनपुट के बजाय R_f से होकर जाते हैं।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

जब D_2 इनपुट +5V पर सेट होता है और अन्य ग्राउंड पर सेट होते हैं। यह स्थिति 0100 का प्रतिनिधित्व करती है। R_8 से दिखने वाले R2/2R लैडर नेटवर्क को थेवनाइज़ करें जिसके परिणामस्वरूप I = 2.5V/2R का R_f प्रवाहित होता है जो 2.5V का आउटपुट वोल्टेज देता है। ध्यान रखें कि Op Amp इन्वर्टिंग इनपुट में कोई करंट नहीं होती है और ग्राउंड के समतुल्य प्रतिरोध के माध्यम से कोई करंट नहीं होती है क्योंकि वर्चुअल ग्राउंड के कारण इसमें शून्य वोल्ट होता है।

जब इनपुट 0010 है (When the input is 0010): जब D_1 इनपुट +5V पर होता है और अन्य ग्राउंड पर होते हैं तो यह स्थिति 0010 का प्रतिनिधित्व करती है फिर से R_8 से देख रहे R2/2R लैडर नेटवर्क को वैनाइज़ कर देती है जिसके परिणामस्वरूप I = 1.25V/2R का R_f होता है जो आउटपुट वोल्टेज -1.25 वोल्ट देता है

जब इनपुट 0001 है (When the input is 0001): जब D_0 इनपुट +5V पर होता है और अन्य ग्राउंड पर होते हैं तो यह स्थिति 0001 का प्रतिनिधित्व करती है फिर से R8 से देख रहे R/2R लैडर नेटवर्क को वैनाइज़ कर देती है जिसके परिणामस्वरूप I = 0.625V/2R का Rf होता है जो आउटपुट वोल्टेज -0.625V देता है

ध्यान दें कि प्रत्येक क्रमिक रूप से कम भारित इनपुट एक o/p वोल्टेज उत्पन्न करता है जो आधा हो जाता है ताकि आउटपुट वोल्टेज इनपुट बिट्स के बाइनरी भार के समानुपाती हो। समीकरण रूप में o/p वोल्टेज द्वारा दिया जाता है

$$V_{out} = \frac{D_0 2^0 + D_1 2^1 + D_2 2^2 + D_3 2^3 + ...D_n\text{-}12^{n-1}}{2^n}$$

जहां $D_0 D_1 D_2 D_3.....D_{n-1}$ डिजिटल इनपुट स्तर हैं।

डिजिटल-से-एनालॉग कनवर्टर की प्रदर्शन विशेषताएँ (Performance characteristics of digital-to-analog Converter):

रिज़ॉल्यूशन (Resolution):

DAC का रिज़ॉल्यूशन आउटपुट में असतत स्टेपों की संख्या का व्युत्क्रम होती है। यह निश्चित रूप से इनपुट बिट्स की संख्या पर निर्भर करती है।

उदाहरण: एक 4-बिट DAC में प्रतिशत के रूप में व्यक्त 24-1 (पंद्रह में एक भाग) में एक भाग का रेसोलुशन होता है यह (1/15) x 100 = 6.67% है। असतत स्टेप की कुल संख्या 2^n-1 के बराबर होती है जहाँ n बिट्स की संख्या है। रेसोलुशन को परिवर्तित बिट्स की संख्या के रूप में भी व्यक्त किया जा सकता है।

यथार्थता (Accuracy): यथार्ता अपेक्षित आउटपुट के साथ DAC के वास्तविक आउटपुट की तुलना है। इसे पूर्ण पैमाने या अधिकतम आउटपुट वोल्टेज के प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाता है।

उदाहरण: यदि किसी कन्वर्टर का फुल-स्केल आउटपुट में 10V और सटीकता ±0.1% है तो किसी भी आउटपुट वोल्टेज के लिए अधिकतम त्रुटि (10V) (0.001)=10mV है आदर्श रूप से सटीकता अधिकतम एक LSB के ±1/2 होना चाहिए। 8-बिट कन्वर्टर के लिए 1 LSB 1/256 = 0.0039 (पूर्ण पैमाने का 0.39%) सटीकता लगभग ± 0.2% होनी चाहिए

रैखिकता (Linearity): एक रेखीय त्रुटि एक DAC के आदर्श सीधी-रेखा आउटपुट से एक विचलन होता है। एक विशेष मामला ऑफ़सेट त्रुटि है जो आउटपुट वोल्टेज की मात्रा है जब इनपुट बिट सभी शून्य होते हैं

दिष्टता (Monotonicity): यदि यह इनपुट बिट्स की पूरी श्रृंखला पर अनुक्रमित होने पर कोई विपरीत कदम नहीं उठाता है।तो एक DAC मोनोटोनिक होता है

सेटलिंग टाइम (Settling time): सेटलिंग समय को आम तौर पर उस समय के रूप में परिभाषित किया जाता है जब इनपुट कोड में परिवर्तन होने पर DAC को उसके अंतिम मान के ±1/2 LSB के भीतर व्यवस्थित होने में समय लगता है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

टाइमर IC और इसके अनुप्रयोगर (Timer IC and its applications)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप यह जान सकेंगे

- **उन विशेषताओं की सूची बनाना जो 555 को एक लोकप्रिय इंटीग्रेटेड परिपथ बनाती हैं**
- **IC555 के फंक्शनल ब्लॉकों का नाम बताना**
- **IC555 के संचालन के सिद्धांत का वर्णन करना**
- **IC555 की विभिन्न प्रकार की पैकेजिंग की सूची बनाना**
- **IC 555 का उपयोग कर एक विस्मयकारी मल्टी-वाइब्रेटर की योजना की व्याख्या करना**
- **555 का उपयोग करके दिए गए एस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर का ऑन-टाइम और ऑफ-टाइम ज्ञात करना**
- **PRF शब्द की व्याख्या करना**
- **PRF शब्द की व्याख्या करना**
- **IC 555 का उपयोग करते हुए VCO की कार्यप्रणाली का वर्णन करना**

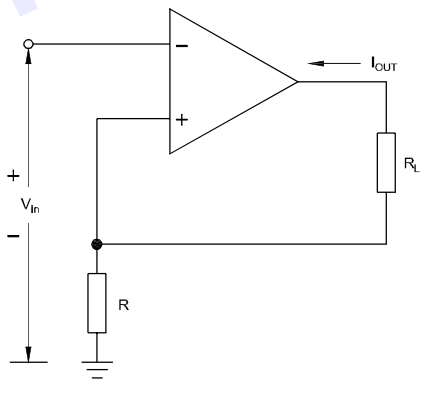
टाइमर (Timer):

स्क्वायर वेव रैंप पल्स जेनरेटर और एक-शॉट मल्टी-वाइब्रेटर इत्यादि जैसे अनुप्रयोगों को अनिवार्य रूप से समय अंतराल उत्पन्न करने में सक्षम सर्किट की आवश्यकता होती है। सर्किट घटकों की गिनती और ट्रांजिस्टर का उपयोग करने में डेलिकेसी के कारण इंटीग्रेटेड सर्किट (IC) को प्राथमिकता दी जाती है। समय अंतराल उत्पन्न करने के लिए ऐसा ही एक सबसे उपयुक्त और लोकप्रिय IC 555 है। इस IC को लोकप्रिय रूप से 555 टाइमर के रूप में जाना जाता है। ऑपरेशनल एम्पलीफायरों के समान 555 IC विश्वसनीय है विभिन्न अनुप्रयोगों में उपयोग में आसान और कम लागत पर है। 555 IC, +5 V से +18 V के सप्लाई वोल्टेज की एक विस्तृत श्रृंखला से संचालित हो सकता है। यह 555 को मानक डिजिटल सर्किट के साथ संगत बनाता है जिनके वोल्टेज स्तर (0-स्टेट = +0V 1-स्टेट = +5 V) को TTL (ट्रांजिस्टर)-ट्रांजिस्टर तर्क) स्तर के रूप में जाना जाता है।

555 टाइमर (The 555 timer)

555 टाइमर में फंक्शनल ब्लॉक Fig 1 में दिखाए गए हैं।

Fig 1



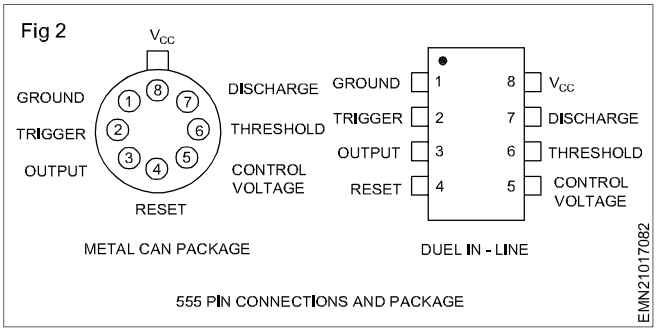
VOLTAGE - TO - CURRENT CONVERTER

जैसा कि, Fig 1 से देखा जा सकता है 555 IC में दो तुलनित्र एक ट्रांजिस्टर तीन समान मान प्रतिरोध एक फ्लिप-फ्लॉप और एक आउटपुट स्टेप शामिल हैं। टाइमर प्रिसिशन समय, पल्स जनरेटर, सिक्वेन्शल टाइमिंग, टाइम डिले सर्किट, पल्स विड्थ मॉड्यूलेशन, पल्स पोजीशन मॉड्यूलेशन और लिनियर रैंप जनरेटर सर्किट, समय अवधि में माइक्रो सेकंड से घंटों तक समायोज्य होती है आउटपुट स्रोत या सिंक धारा 200 mA आउटपुट और सप्लाई TTL संगत तापमान स्थिरता प्रत्येक 0.005% प्रति डिग्री सेंटीग्रेट से बेहतर होता है। ये आम तौर पर चालू और बंद आउटपुट 8 और 16 पिन पैकेज में उपलब्ध हैं। तुलनित्र एक सर्किट है जिसमें दो इनपुट और एक आउटपुट होता है। यह एक इनपुट पर दिए गए सिग्नल वोल्टेज की तुलना दूसरे इनपुट पर एक संदर्भ वोल्टेज के साथ करता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। तुलनात्मक रूप से Op-Amps का उपयोग करके बनाया गया है।

555 टाइमर IC पैकेज के प्रकार (Types of 555 timer IC pacages):

555 टाइमर IC दो पैकेज स्टाइल मेटल कैन (TO) और DIP में उपलब्ध है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



555 PIN CONNECTIONS AND PACKAGE

स्रोत और सिंक धारा (करंट) क्षमता (Source and Sink current capacity):

555 की आंतरिक सर्किटरी को आंतरिक पूर्वाग्रह धाराओं को स्थापित करने के लिए लगभग 0.7mA प्रति सप्लाई वोल्ट (VCC = +10V के लिए 7 mA) की आवश्यकता होती है। एक 555 IC की अधिकतम शक्ति लगभग 600 mW हो सकती है।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

555 के आउटपुट टर्मिनल (पिन 3) (स्रोत करंट कहा जाता है) या अधिकतम करंट जिसे आउटपुट टर्मिनल (सिंक करंट कहा जाता है) के माध्यम से खींचा जा सकता है अधिकतम करंट लगभग 40 mA होता है।

कार्य करने की विधि (Modes of operation):

555 IC टाइमर के संचालन की दो विधि होती हैं:

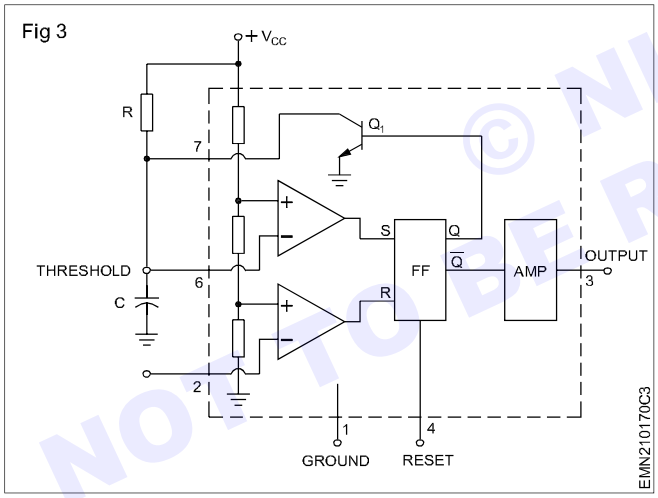
- एक अस्टेबल (फ्री-रनिंग) मल्टी-वाइब्रेटर के रूप में
- मोनो-स्टेबल (वन-शॉट) मल्टी-वाइब्रेटर के रूप में।

555 संचालन के सिद्धांत (Principle of 555 operation):

Fig 1 में IC 555 के ब्लॉक आरेख का उल्लेख करते हुए इनपुट पर दो तुलनित्र एक आंतरिक प्रतिरोधक वोल्टेज डिवाइडर से जुड़े होते हैं। दोनों तुलनित्रों में वोल्टेज डिवाइडर से जुड़ा एक संदर्भ इनपुट होता है। थ्रेशोल्ड तुलनित्र को $2(V_{CC}/3)$ के रूप में संदर्भित किया जाता है और ट्रिगर तुलनित्र को VCC/3 के रूप में संदर्भित किया जाता है। तुलनित्र आउटपुट एक सेट-रीसेट फ्लिप-फ्लॉप से जुड़े होते हैं। यदि ट्रिगर वोल्टेज इनपुट $V_{CC}/3$ से नीचे आता है तो इसका संबद्ध तुलनित्र फ्लिप-फ्लॉप आउटपुट को लो रीसेट करता है।

555 IC का उपयोग करने के लिए कुछ बाहरी घटकों को कनेक्ट करने की आवश्यकता होती है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



थ्रेशोल्ड इनपुट आमतौर पर बाहरी RC टाइमिंग सर्किट से कनेक्ट होता है। यदि कैपेसिटर चार्ज (थ्रेशोल्ड इनपुट) थ्रेशोल्ड तुलनित्र पर 2/3 V_{CC} संदर्भ से अधिक है तो तुलनित्र ऑन हो जाता है और फ्लिप-फ्लॉप सेट हो जाता है। जब फ्लिप-फ्लॉप सेट हो जाता है तो डिस्चार्ज ट्रांजिस्टर चालू हो जाता है और कैपेसिटर डिस्चार्ज हो जाता है।

IC 555 एक अस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के रूप में (IC 555 as an astable multi-vibrator):

Fig 5 में अस्टेबल संचालन के लिए 555 को दिखाया गया है।

- रीसेट इनपुट V_{CC} से जुड़ा है। अगर यह ग्राउंड से जुड़ा होता तो 555 निष्क्रिय हो जाता।
- Cf नियंत्रण वोल्टेज इनपुट के लिए शोर फ़िल्टरिंग प्रदान करता है।
- जब डिस्चार्ज ट्रांजिस्टर बंद होता है तो कैपेसिटर C, R_A और R_B के माध्यम से चार्ज होता है। इस प्रकार सर्किट समय स्थिरांक द्वारा दिया जाता है

$$t = (R_A + R_B)C$$

- कैपेसिटर C चार्ज के रूप में थ्रेसहोल्ड इनपुट वोल्टेज जल्द ही $2V_{CC}/3$ तक पहुंच जाएगा। इस बिंदु पर फ्लिप-फ्लॉप स्टेट को बदल देता है जिससे डिस्चार्ज ट्रांजिस्टर Q_1 ऑन हो जाता है। ट्रांजिस्टर Q_1 प्रतिरोधक R_B और Q_1 के माध्यम से C को संतृप्त और डिस्चार्ज करता है। डिस्चार्ज टाइम कॉन्स्टेंट इसलिए दिया जाता है

$$t = R_BC$$

- चूंकि थ्रेसहोल्ड और ट्रिगर इनपुट एक साथ बंधे होते हैं जैसे C डिस्चार्ज होता है तो किसी बिंदु पर यह 1/3 V_{CC} से नीचे के मान पर कम हो जाता है और ट्रिगर तुलनित्र को सक्रिय करता है। यह RS फ्लिप-फ्लॉप को रीसेट करता है Q_1 को बंद करता है और C को फिर से चार्ज करना शुरू करने की अनुमति देता है। इसलिए 555 C को 1/3 V_{CC} और 2/3V_{CC} के बीच लगातार चार्ज और डिस्चार्ज करके एक अस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर के रूप में संचालित करता है। कैपेसिटर (ट्रिगर इनपुट) और आउटपुट 555 पर वेव-फॉर्म Fig 4c में दिखाए गए हैं।

यह नोट करना महत्वपूर्ण है कि, क्योंकि C के लिए चार्जिंग पथ $R_A + R_B$ के माध्यम से है और डिस्चार्ज पथ केवल R_B के माध्यम से है आउटपुट सममित नहीं होता है। दूसरे शब्दों में आउटपुट पल्स का ऑन टाइम और ऑफ-टाइम समान नहीं होता है। पल्स के ऑन-टाइम और पल्स के ऑफ-टाइम के अनुपात को ड्यूटी साइकिल के रूप में जाना जाता है। 555 एस्टेबल सर्किट का ड्यूटी साइकिल लगभग 50% से 100% के करीब होती है। ड्यूटी साइकिल की गणना निम्नानुसार की जा सकती है:

$$\text{Duty cycle(D)} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B} \times 100\%$$

उपरोक्त समीकरण से,

- यदि R_B को R_A से बहुत अधिक बनाया जाता है तो ड्यूटी साइकिल 50% तक पहुंच जाएगा।
- उच्च ड्यूटी साइकिल के लिए R_A को R_B से अधिक बनाया जाना चाहिए।

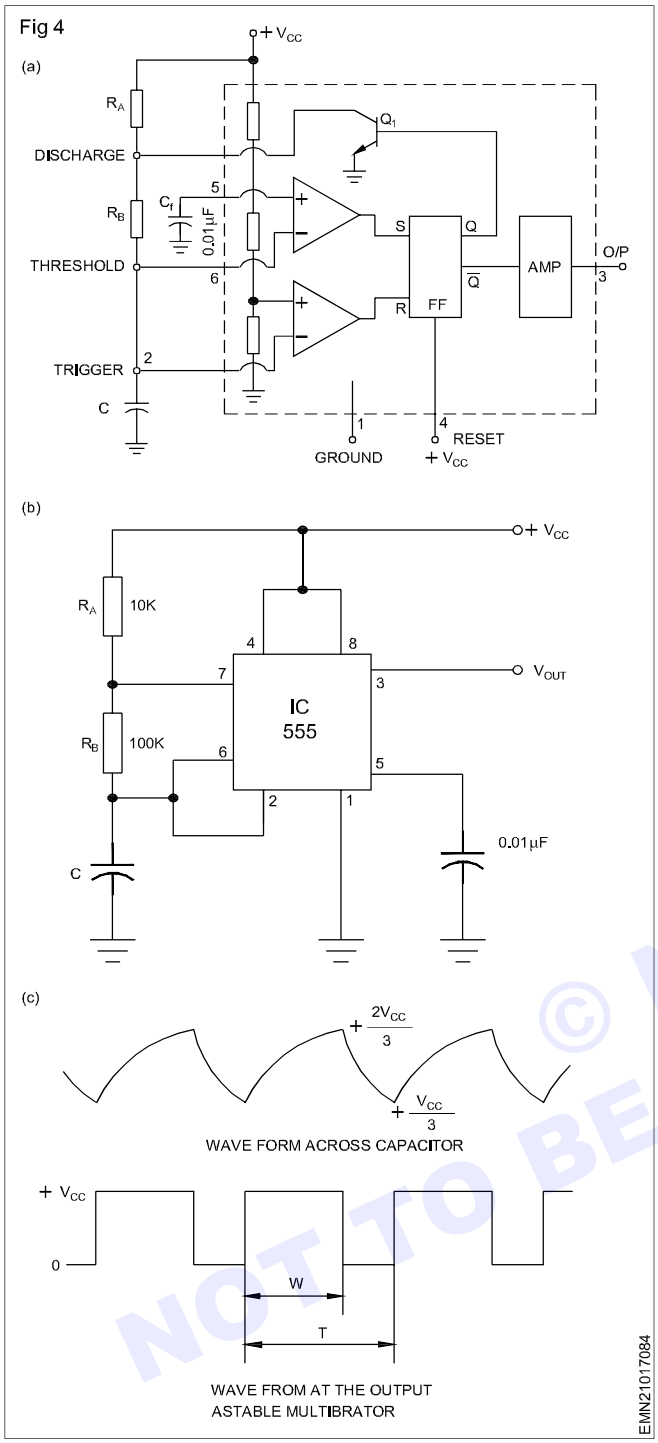
पल्स रिपीटिशन फ्रीक्वेंसी (Pulse Repetition Frequency (PRF):

आवृत्ति शब्द का प्रयोग आम तौर पर दोहराए जाने वाले तरंगों के साथ किया जाता है जो सममित होते हैं जैसे कि साइन वेव फॉर्म। दोहराए जाने वाले तरंग-रूपों के लिए जो गैर-सममित हैं जैसे कि एक अस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर का आउटपुट टर्म फ्रीक्वेंसी के बजाय **पल्स रिपीटिशन फ्रीक्वेंसी (PRF)** शब्द का उपयोग किया जाता है। PRF की गणना निम्नानुसार की जा सकती है:

यदि t_{ON} पल्स का ON-time है

और यदि t_{OFF} पल्स का OFF-time है

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED



फिर, समय अवधि $T = t_{ON} + t_{OFF}$

इसलिए $PRF = 1/T$

अस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के अनुप्रयोग (Application of astable multi-vibrators):

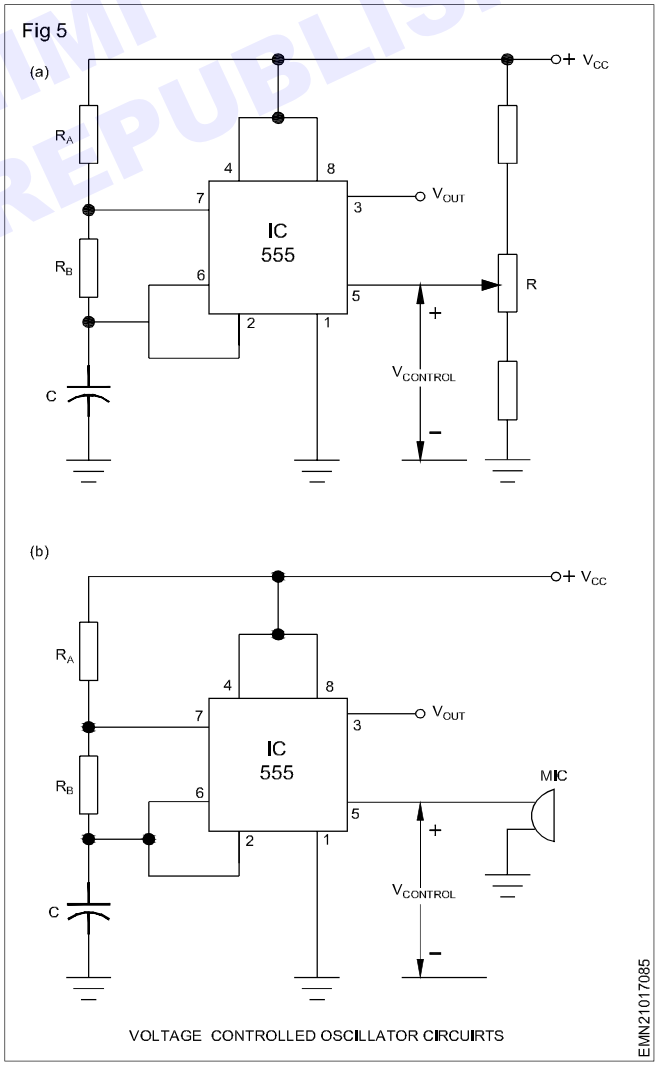
अस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के अनुप्रयोग लगभग अनेक हैं: कुछ सामान्य अनुप्रयोग नीचे सूचीबद्ध हैं;

- **इलेक्ट्रॉनिक पियानो में:** अलग-अलग RC मानों के साथ विभिन्न आवृत्तियों को एस्टेबल द्वारा उत्पन्न किया जाता है।
- **सिग्नल इंजेक्टर:** सर्विस तकनीशियनों द्वारा परीक्षण उपकरण के रूप में उपयोग किया जाता है।
- **फ्लैशिंग लाइट:** यदि लैंप या LED एस्टेबल के आउटपुट से कनेक्ट होते हैं तो लैंप/LED RC के मानों द्वारा निर्धारित दर पर फ्लैश करता है।
- **वोल्टेज कंट्रोल्ड ऑसिलेटर (VCO) के रूप में:** ऑसिलेटर आवृत्ति इनपुट नियंत्रण वोल्टेज द्वारा नियंत्रित होती है। Fig 6 में एक VCO परिपथ दिखाया गया है।

IC 555 टाइमर VCO के रूप में (IC 555 Timer as VCO):

एक वोल्टेज-कंट्रोल्ड ऑक्सीलेटर(VCO) थ्रेशोल्ड तुलनित्र (पिन नंबर 5) के नियंत्रण इनपुट पर इनपुट वोल्टेज के संबंध में अपनी आउटपुट आवृत्ति को बदलता है। आंतरिक प्रतिरोधी वोल्टेज डिवाइडर के कारण पिन 5 पर वोल्टेज सामान्य रूप से $2/3V_{CC}$ होता है। हालाँकि बाहरी अवयव या वोल्टेज स्रोत को जोड़कर जैसा कि Fig 5a में दिखाया गया है पिन 5 पर वोल्टेज को बदला जा सकता है। यदि पिन 5 पर वोल्टेज बढ़ा है तो कैपेसिटर को उच्च मान पर चार्ज करना चाहिए जिससे आउटपुट फ्रीक्वेंसी कम हो जाती है। पिन 5 के वोल्टेज में वृद्धि के साथ C को $1/3V_{CC}$ को भी डिस्चार्ज करने के लिए अधिक समय की आवश्यकता होती है।

वोल्टेज कंट्रोल्ड ऑक्सीलेटर सर्किट का उपयोग डिजिटल सर्किट में किया जा सकता है जहां टेलीफोन लाइनों पर रिकॉर्डिंग या प्रसारण के लिए डेटा को टोन में परिवर्तित किया जाता है। ऐसा सर्किट 2400 हर्ट्ज का एक स्वर उत्पन्न कर सकता है जब पिन 5 पर कम लागू होता है और उच्च लागू



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

होने पर 1200 हर्ट्ज का स्वर होता है। Fig 5 b में एक विशिष्ट VCO दिखाया गया है जिसका आउटपुट फ्रीक्वेंसी वॉयस इनपुट आयाम के संबंध में होता है।

वोल्टेज-कंट्रोल्ड ऑक्सीलेटर (Voltage Controlled Oscillator) (VCO)

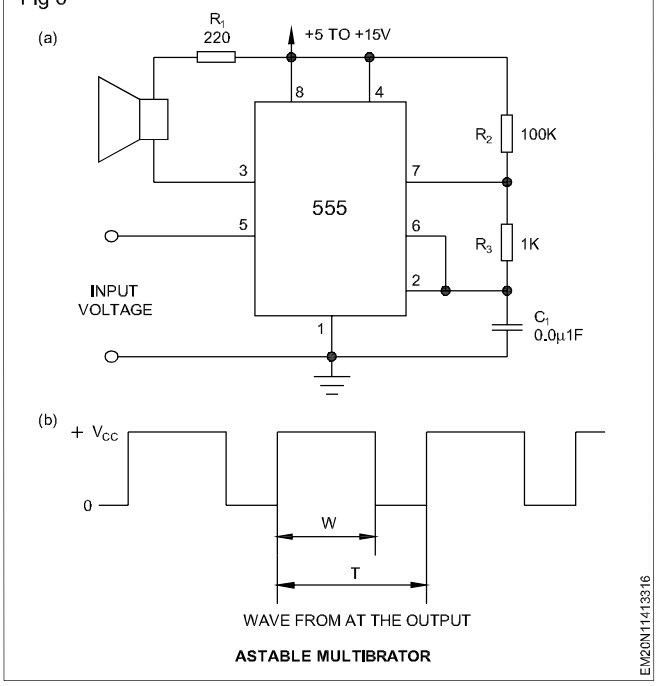
मुख्य घटक के रूप में 555 टाइमर IC का उपयोग करते हुए वोल्टेज-नियंत्रित ऑसिलेटर (VCO) सर्किट जैसा कि Fig 6(a) में दिखाया गया है। जैसा कि अपेक्षित था 555 टाइमर को ऑसिलेटर के रूप में कार्य करने में सक्षम होने के लिए एक अस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर के रूप में कॉन्फ़िगर किया गया है। एक अस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर सिर्फ एक टाइमिंग सर्किट है जिसका आउटपुट लगातार 'लो' और 'हाई' के बीच दोलन करता है जिससे एक पल्स ट्रेन उत्पन्न होती है जैसा कि सर्किट के Fig 6 (b) में दिखाया गया है।

1 बेसिक 555 एस्टेबल सर्किट के साथ इस सर्किट का अंतर यह है कि इसका 555 का पिन 5 एक बाहरी वोल्टेज स्रोत से टाईड होता है।

2 पिन 5, 555 का नियंत्रण वोल्टेज पिन है जो यूजर को थ्रेशोल्ड वोल्टेज को सीधे समायोजित करने की अनुमति देता है जिसमें 555 के आंतरिक तुलनित्रों द्वारा पिन 2/पिन 6 इनपुट वोल्टेज की तुलना की जाती है। चूंकि इन तुलनित्रों के आउटपुट आंतरिक फ्लिप-फ्लॉप को नियंत्रित करते हैं जो 555 के आउटपुट को टॉगल करता है पिन 5 नियंत्रण वोल्टेज को एडजस्ट करने से उस आवृत्ति को भी समायोजित किया जाता है जिस पर 555 अपने आउटपुट को टॉगल करता है।

3 पिन 5 पर इनपुट वोल्टेज बढ़ाने से आउटपुट दोलन आवृत्ति घट जाती है जबकि इनपुट वोल्टेज घटने से आउटपुट दोलन आवृत्ति बढ़ जाती है।

Fig 6



VCO के उपयोग (Application of VCO):

- फेज लॉक लूप में।
- फंक्शन जनरेटर में।
- आवृत्ति सिंथेसाइज़र संचार सर्किट में
- इलेक्ट्रॉनिक संगीत/विभिन्न प्रकार के शोर का उत्पादन में।
- इलेक्ट्रॉनिक जैमिंग उपकरण में।

© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

मोनोस्टेबल मल्टीवीब्रेटर (Monostable multivibrator)

उद्देश्य: इस पाठ के अंत में आप जान सकेंगे

- **टाइमर IC 555 का उपयोग करके मोनोस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर सर्किट**
- **अपेक्षित आउटपुट पल्स विड्थ के लिए R और C के मान ज्ञात करना**
- **टाइमर IC 555 का उपयोग करके पल्स विड्थ मॉड्युलेटर की व्याख्या करना**
- **IC 555 एक मोनोस्टेबल मल्टीवीब्रेटर के रूप में**

Fig 1 में, 555 टाइमर IC का उपयोग कर एक मोनोस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर के सर्किट कनेक्शन दिखाया गया है। इसे मोनो शॉट मल्टी भी कहा जाता है।

Fig 1 में एक अस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर के विपरीत ट्रिगर इनपुट V_{CC} के पास वोल्टेज पर आयोजित होता है। जब मोनोसेटेबल टाइमर को अपनी स्थिति में बदलने के लिए बनाया जाना है तो ट्रिगर इनपुट को $1/3V_{CC}$ से कम करने के लिए बनाया जाना चाहिए

जब एक ट्रिगर इनपुट दिया जाता है यानी जब ट्रिगर इनपुट का स्तर $1/3V_{CC}$ से नीचे लाया जाता है तो फ्लिप-फ्लॉप रीसेट हो जाता है इसलिए Q_1 कट-ऑफ हो जाता है और C चार्ज होना शुरू हो जाता है।

जब C पर चार्ज 2/3 V_{CC} तक बढ़ जाता है तो फ्लिप-फ्लॉप को थ्रेशोल्ड तुलनित्र द्वारा सेट करने के लिए बनाया जाता है। इस प्रकार Q_1 चालू हो जाता है और C डिस्चार्ज हो जाता है। टाइमर इस स्थिर स्थिति में रहता है। और ट्रिगर इनपुट को $1/3V_{CC}$ से कम पर लाने तक कुछ नहीं होता है। वह समय जिसके दौरान आउटपुट उच्च स्थिति में रहता है RC समय स्थिरांक द्वारा निर्धारित किया जाता है। R या C जितना बड़ा होगा आउटपुट पल्स उतना ही व्यापक होगा। पल्स की चौड़ाई के लिए सूत्र द्वारा दिया गया है

पल्स विड्थ (W) = 1.1RC

उदाहरण, यदि R = 10K और C = 0.01F मोनो-स्टेबल आउटपुट पल्स विड्थ होगी

W =1.1 x 10 x 10^3 x 0.01 x 10^{-6}

= 0.11 m sec.

यदि R का मान R = 100K और C = 0.01F तक बढ़ाया जाता है तो

मोनो-स्थिर आउटपुट पल्स विड्थ होगी

W =1.1 x 100 x 10^3 x 0.01 x 10^{-6}

= 1.1 m sec.

Fig 1 में ध्यान दें कि पिन 5 को एक छोटे मान के कैपसिटर द्वारा ग्राउंड पर बायपास किया जाता है। इस कैपेसिटर का मान आमतौर पर लगभग 0.01F होता है इसे एक उद्देश्य नियंत्रण वोल्टेज के लिए शोर फ़िल्टरिंग प्रदान करना है। पिन 4 अलोस हाई ($+V_{CC}$) से टाईड होता है। याद रखें कि अगर पिन 4 नीचे बंधा हुआ है तो 555 कार्य नहीं करेगा और रीसेट स्थिति में होगा।

पल्स चौड़ाई मॉडुलन (Pulse Width Modulation):

PWM (पल्स विड्थ मॉड्यूलेशन) कई इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को नियंत्रित करने के लिए कई सर्किट में से एक है। PWM एक डिजिटल सिग्नल है जो आमतौर पर कंट्रोल सर्किट्री में उपयोग किया जाता है। PWM का व्यापक रूप से मोटर नियंत्रण प्रकाश नियंत्रण आदि के लिए उपयोग किया जाता है। कभी-कभी हम अपने अनुप्रयोगों में माइक्रोकंट्रोलर का उपयोग नहीं करते हैं और यदि हमें माइक्रोकंट्रोलर के बिना PWM उत्पन्न करने की आवश्यकता होती है तो हम कुछ सामान्य उद्देश्य IC जैसे op-amp टाइमर पल्स जनरेटर आदि को पसंद करते हैं। 555 टाइमर IC एक बहुत ही उपयोगी और जनरल पर्पस IC है जिसे पल्स चौड़ाई मॉड्यूलेटर के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। PWM उत्पन्न करने के लिए 555 टाइमर IC का उपयोग करने वाला सर्किट Fig 2 में दिखाया गया है।

इस सर्किट में PWM सिग्नल की आउटपुट फ्रीकेंसी को रेसिस्टर R_{V1} और कैपेसिटर C_1 का चयन करके नियंत्रित किया जाता है। आउटपुट सिग्नल के ड्यूटी साइकिल को बदलने के लिए निश्चित प्रतिरोधी के स्थान पर एक परिवर्तनीय प्रतिरोधी का उपयोग किया जाता है। D_1 डायोड के माध्यम से कैपेसिटर चार्जिंग और D_2 डायोड के माध्यम से डिस्चार्ज 555 टाइमर के आउटपुट पिन पर PWM सिग्नल उत्पन्न करता है। PWM सिग्नल की आवृत्ति की गणना सूत्र का उपयोग करके की जाती है:

F = 0.693 x R_{V1} x C_1

यह संकेत पूर्वनिर्धारित उच्च (5v) और निम्न (0v) समय और गति में सेट है। जिस समय के दौरान सिग्नल उच्च रहता है उसे "ऑन टाइम" कहा जाता है और जिस समय के दौरान सिग्नल कम रहता है उसे "ऑफ टाइम" कहा जाता है। PWM के लिए दो महत्वपूर्ण पैरामीटर हैं जिनकी चर्चा नीचे की गई है:

1 **PWM की आवृत्ति (Frequency of a PWM):** PWM सिग्नल की आवृत्ति यह निर्धारित करती है कि PWM कितनी तेजी से एक अवधि पूरी करता है। जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है एक PWM सिग्नल की एक अवधि पूरी हो जाती है और बंद हो जाती है।

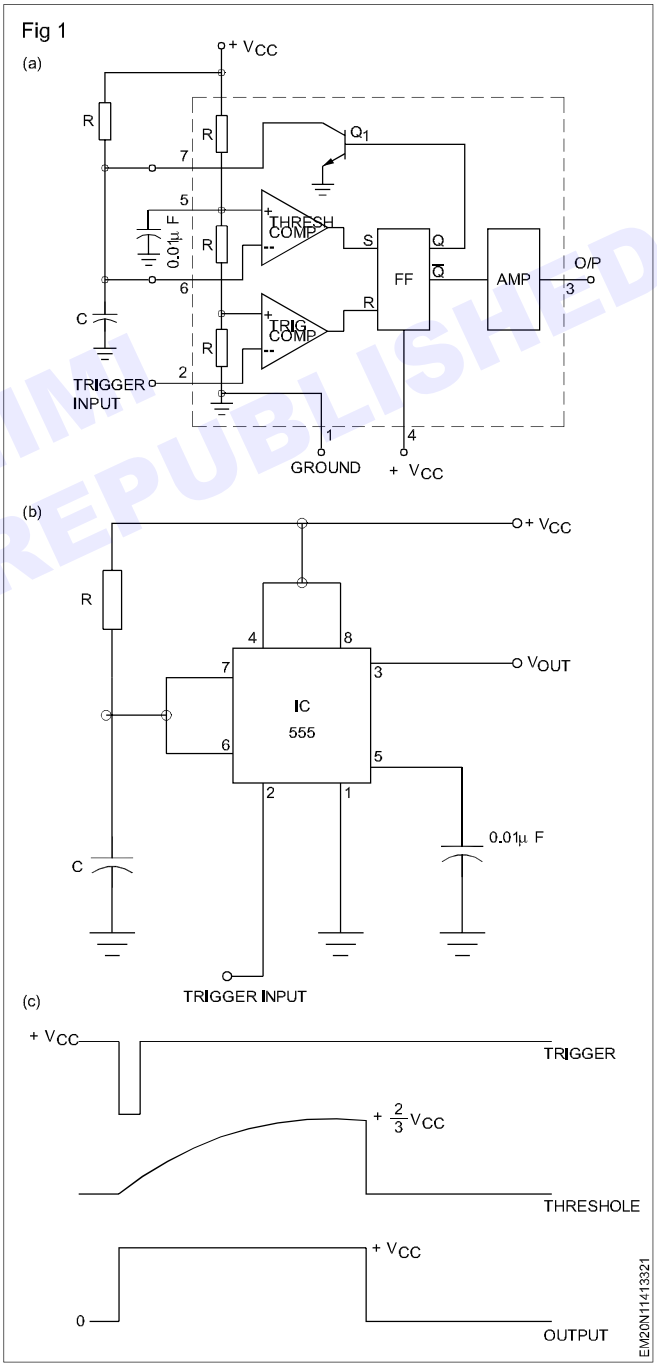
2 **PWM की ड्यूटी साइकिल (Duty cycle of the PWM):** उस समय का प्रतिशत जिसमें PWM सिग्नल उच्च (समय पर) रहता है उसे ड्यूटी साइकिल कहा जाता है। यदि सिग्नल हमेशा ऑन रहता है तो यह 100% ड्यूटी साइकिल में होता है और यदि यह हमेशा बंद रहता है तो यह 0% ड्यूटी साइकिल होता है।

ड्यूटी साइकिल = टर्न ऑन समय / (टर्न ऑन समय + टर्न ऑफ समय)।

PWM तरंग के विभिन्न ड्यूटी साइकिल Fig 4 में दिखाए गए हैं।

3 पल्स चौड़ाई मॉडुलन या PWM पल्स चौड़ाई मॉडुलन या PWM डिजिटल साधनों के साथ अनुरूप परिणाम प्राप्त करने की एक तकनीक है। डिजिटल नियंत्रण का उपयोग स्क्वायर वेव बनाने के लिए किया जाता है एक सिग्नल ऑन और ऑफ के बीच स्विच किया जाता है।

Fig 1



© NIMI NOT TO BE REPUBLISHED

Fig 2

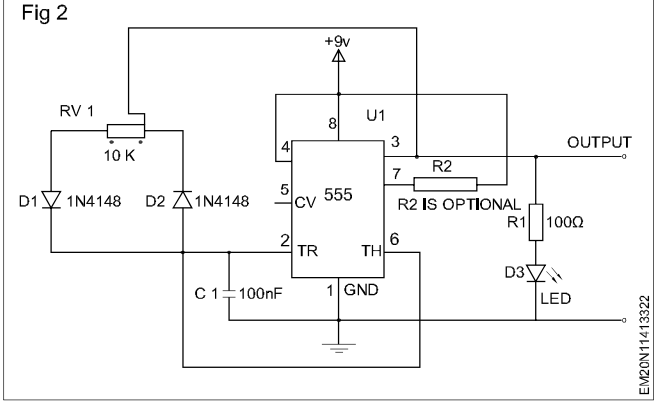


Fig 3

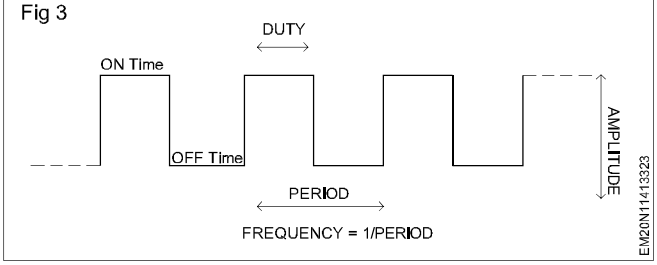
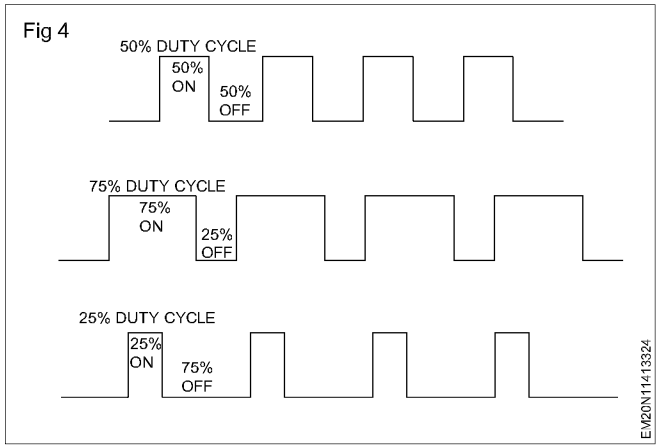


Fig 4



© NIMI
NOT TO BE REPUBLISHED