इलेक्ट्रीशियन

(ELECTRICIAN)

NSQF स्तर - 5

द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)

2nd Year - (Volume - II out of II)

व्यवसाय सिद्धान्त

(TRADE THEORY) - HINDI

(व्यावसायिक क्षेत्र : पावर)

(**Sector** : Power)

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

व्यावसायिक क्षेत्र : **पावर**

अवधि : **2 - वर्ष**

व्यवसाय : **इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)**
(NSQF स्तर 5)

प्रकाशक एवं मुद्रण :

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

ऑफसेट मुद्रित :
राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान
चेन्नई - 600 032.

प्रथम संस्करण : मार्च, 2020 प्रतियाँ : 500

Rs.265/-

प्राक्कथन

भारत सरकार ने एक बहुत ही महत्त्वाकांक्षी ध्येय निर्धारित किया है कि सन् 2020 तक 30 करोड़ लोगों को अर्थात् हर चार में से एक भारतीय को कौशल प्रदान करना है और राष्ट्रीय कौशल विकास योजना के अन्तर्गत उनको रोजगार दिलाना है । इस लक्ष्य की प्राप्ति हेतु प्रशिक्षण मातृभाषा में उपलब्ध कराना परम आवश्यक है । NIMI अपनी सभी अनुदेशात्मक सामग्री अंग्रेजी, राजभाषा हिन्दी तथा अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में उपलब्ध करके इस लक्ष्य प्राप्ति में अपनी महत्वपूर्ण सहयोग दे रहा है । इस प्रक्रिया में औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITIs) एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करेंगे, विशेषकर कौशल से परिपूर्ण कार्मिक जन-शक्ति को तैयार करने में और इस बात को ध्यान में रखते हुए प्रशिक्षुओं को तत्कालीन आवश्यक औद्योगिक प्रशिक्षण प्रदान करने हेतु ITI का पाठ्य-क्रम हाल में सुधारा गया है और इस कार्य में एक परामर्शदात्री परिषद की सहायता ली गई है । परामर्शदात्री परिषद के गठन में तत्सम्बन्धित सदस्यों का समावेश होता है, जैसे कि उद्योग, उद्यमी, शिक्षाविद और ITIs के प्रतिनिधि ।

मुझे हर्ष है कि अपने लक्ष्य 'कुशल भारत' की प्राप्ति हेतु मंत्रालय प्रशिक्षण महानिदेशलय (DGT), कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय के अधीन आने वाली श्वायत्तशासी निकाय, राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI), चेन्नई जिसको अनुदेशात्मक माध्यम पैकेजो (IMPs) के निर्माण, विकास तथा वितरण का कार्यभार सौंपा गया है वह ITI तथा कौशल प्रदान करने वाले तत्संबंधित संस्थानों की आवश्यकता हेतु वार्षिक पेटर्न के अधीन, **पावर** व्यवसाय की प्रस्तुत अनुदेशात्मक पुस्तक, **इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग) NSQF स्तर 5** प्रकाशित कर रहा है। मुझे हर्ष है कि इस अनुदेशात्मक सामग्री के अंग्रेजी एवं हिन्दी संस्करण एक साथ प्रकाशित कर NIMI ने भी 'कुशल भारत' के लक्ष्य में अपनी भागदारी दर्ज करायी है।

इस काम के लिए NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास परिषद (MDC) के सदस्यों का मैं हार्दिक अभिनंदन करता हूँ । NSQF स्तर 5 व्यवसाय अभ्यास प्रशिक्षुओं को अंतर्राष्ट्रीय समकक्ष स्तर प्रदान करेगा जिसके कारण उनकी कौशल प्रवीणता तथा दक्षता को विश्वभर में विधिवत् मान्यता मिलेगी; फलस्वरूप उनके पूर्व प्राप्त ज्ञान को भी मान्यता मिलने की संभावना में वृद्धि होगी। मुझे पूर्ण विश्वास है कि NSQF स्तर 5 के इन IMPs से ITIs प्रशिक्षु, प्रशिक्षक तथा अन्य सम्बन्धित लोग भरपूर लाभ उठायेंगे तथा देश में व्यावसायिक प्रशिक्षण की गुणवत्ता में अभिवृद्धि हेतु NIMI द्वारा किया गया यह प्रयत्न दूरगामि परिणाम लाएगा।

NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास कमिटी (MDC) के सदस्य इस प्रकाशन में प्रदत्त अपने योगदान हेतु अभिनंदन के पात्र हैं ।

जय हिन्द !

महानिर्देशक / अतिरिक्त सचिव
कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय,
भारत सरकार

नई दिल्ली - 100 001

भूमिका

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) महानिदेशालय, रोजगार एवं प्रशिक्षण (DGE&T) श्रम एवं रोजगार मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा फेडरल रिपब्लिक ऑफ जर्मनी सरकार की तकनीकी सहायता से चेन्नई में स्थापित किया गया था। इस संस्थान का प्रमुख उद्देश्य शिल्पकार और प्रशिक्षु प्रशिकक्षण योजना के अधीन निर्धारित पाठ्यक्रम के अनुसार विभिन्न व्यवसायों के लिए अनुदेशात्मक सामग्री का विकास एवं प्रसार करना है ।

अनुदेशात्मक सामग्री प्रमुख रूप से NCVT/NAC के अधीन शिल्पकार प्रशिक्षण को ध्यान में रखकर तैयार की जाती है । जिससे व्यक्ति एक रोजगार हेतु कौशल प्राप्त कर सके । अनुदेशात्मक सामग्री को अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) के रूप में विकसित एवं निर्मित किया जाता है। इस अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज के रूप में व्यवसाय सिद्धान्त थ्योरी पुस्तक, व्यवसाय अभ्यास पुस्तक, परीक्षा और गृहकार्य पुस्तक, कार्यशाला संगणना एवं विज्ञान, अभियांत्रिकी चित्रण, अनुदेशक गाइड, वॉल चार्ट, एवं पारदर्शितायें निर्मित की जाती हैं ।

प्रस्तुत व्यावसायिक अभ्यास पुस्तक प्रशिक्षु को सम्बन्धित सैद्धान्तिक ज्ञान देगी जिससे वह अपना कार्य कर सकेंगे । इसलिए पाठक हर शीर्षक को विभिन्न इकाइयों में बँटा हुआ पायेगा। परीक्षण एवं नियत कार्य के माध्यम से अनुदेशक प्रशिक्षुओं को नियत कार्य दे सकेंगे। यदि प्रशिक्षु इसी पद्धति से कार्य करता है तो यह प्रशिक्षु को स्वंय नियत कार्य देने में सहायक होगा एवं वह स्वयं अपना मूल्याकंन भी कर सकेगा है। वाल चार्ट (दीवार चित्र) और पारदर्शितायें अद्वितीय होती हैं। ये केवल अनुदेशक को प्रभावशाली तरीके से पाठ प्रस्तुत करने में सहायता ही नहीं करती बल्कि प्रशिक्षुओं को तकनीकी शीर्षक जल्दी ग्रहण कर ने में भी मदद करती है। अनुदेशक निर्देशिका (इन्सट्रक्टर गाइड) अनुदेशक को अपनी अनुदेश योजना, कच्चे माल की आवश्यकता की योजना बनाने में सहायता करती है।

इस व्यवसाय प्रयोगात्मक पुस्तक में प्रशिक्षार्थियों द्वारा कार्यशाला में किये जाने वाले अभ्यासों की श्रृँखला हैं । इन अभ्यासों की रचना इस तरह से हैं कि कौशल के निर्घारित पाठ्यक्रम को आच्छादित करें । व्यवसाय सैद्धान्तिक पुस्तक प्रशिक्षार्थियों को रोजगार हेतु सैद्धान्तिक ज्ञान प्रदान करती हैं । टेस्ट और ऐसाइन्मेन्ट्स अनुदेशकों को प्रशिक्षार्थी द्वारा किये गये एसाइन्मेन्ट के प्रदर्शन का मूल्याँकन करने में सक्षम होंगे । वाल चार्ट और ट्रान्सपेरेन्सीज अनूठी है, ये अनुदेशक को किसी विषय की प्रभावी प्रस्तुति ही नहीं बल्कि उनको प्रशिक्षार्थियों की समझ का आँकलन करने में सहायक है । अनुदेशक निर्देशिका, अनुदेशकों को कच्चे माल की आवश्यकतायें, प्रतिदिन पाठों और प्रदर्शनों की योजना बनाने में सहायक होगी ।

कौशल के प्रदर्शन क्रम को उत्पादक रूप में देखने हेतु अनुदेशात्मक वीडियो को QR code द्वारा एकीकृत कर क्रियात्मक प्रयोगात्मक पदों को अभ्यास में दिया गया हैं । अनुदेशक वीडियो, प्रयोगात्मक प्रशिक्षण की गुणवत्ता स्तर को सुधारकर और प्रशिक्षार्थियों को केन्द्रित होकर मूल कौशल के प्रदर्शन को उत्साहित करेगा ।

IMPs प्रभावी सामूहिक कार्य निष्पादन के लिए आवश्यक संयुक्त कौशल देने का सफल प्रयत्न भी करते हैं । इस बात पर भी ध्यान दिया गया है कि पाठ्यक्रम के महत्वपूर्ण कौशल क्षेत्रों से सम्बन्धित सामग्री भी इसमे संलग्न हो।

इस प्रकार एक संस्थान में पूर्ण अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) की उपलब्धता प्रशिक्षक और प्रबन्धन को प्रभावशाली प्रशिक्षण उपलब्ध कराने में सहायता प्रदान करती है ।

प्रस्तुत IMPs NIMI के कर्मचारियों एवं मिडिया विकास कमेटी के सदस्यों के सामूहिक प्रयत्न का फल है । कमेटी के सदस्य के रूप में सरकारी एवं निजी व्यावसायिक उद्योगों, प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) के अर्न्तगत आनेवाले विभिन्न प्रशिक्षण संस्थानों और सरकारी तथा निजी ITIs के कर्मचारियों को सम्मिलित किया है ।

NIMI विभिन्न राज्य सरकार के रोजगार एवं प्रशिक्षण महानिदेशकों, सरकारी एवं निजि औद्योगिक क्षेत्र के प्रशिक्षण विभागों DGT तथा DGT क्षेत्र संस्थानों के अधिकारियों, प्रूफ रीडरों, व्यक्तिगत माध्यम विकासकर्तायों एवं संयोजकों को प्रस्तुत सामग्री के प्रकाशन में उनके अमूल्य योगदान हेतु हार्दिक धन्यवाद देता है ।

आर.पी. ढिंगरा

निदेशक

चेन्नई - 600 032

आभार

पावर व्यवसाय के अधिन ITIs के लिए **इलेक्ट्रीशियन NSQF स्तर- 5** की प्रस्तुत अनुदेशात्मक सामग्री **(व्यवसाय सिद्धान्त)** के प्रकाशन में अपना सहयोग देने हेतु राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) निम्नलिखित माध्यम विकासकर्ताओं तथा प्रायोजकों को हार्दिक धन्यवाद देता है ।

मीडिया विकास समिति के सदस्य

श्री टी. मुत्तु	-	प्रिन्सपल (से. नि.) Govt. ITI (W), मदुरै MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री सी. सी. जोश	-	प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), ATI, चेन्नई MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री के. लक्ष्मणन्	-	सहायक प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), Govt. ITI, अम्बत्तूर MDC मेम्बर, NIMI, चेन्नई
श्री एन. सेन्दिल कुमार	-	व्यावसायिक प्रशिक्षक, N.S.T.I., गिण्डी, चेन्नई -32

NIMI समन्वयक

श्री के. श्रीनिवास राव	-	संयुक्त निदेशक NIMI, चेन्नई -32
श्री शुभांकर भौमिक	-	सहायक प्रबन्धक, NIMI, चेन्नई -32

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

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

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

आंशिक अनुवाद

- **श्री सी. एम. गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. M.I.T.I., कोनी, बिलासपुर, छत्तीसगढ़**
- **श्री किरित कुमार धिरही, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. I.T.I., अकलतरा, छत्तीसगढ़**
- **श्री दिनेश कुमार गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. I.T.I., मुंगेली, छत्तीसगढ़**
- **श्री कृष्ण चन्द्र प्रधान, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. I.T.I., सरिया, छत्तीसगढ़**

परिचय

यह मैनुअल ITI कार्यशाला में व्यवसाय प्रयोगात्मक हेतु हैं । पावर सेक्टर में इलैक्ट्रिशियन व्यवसाय के **द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)** ायोगात्मक पाठ्यक्रम में अभ्यासों की श्रृंखला को प्रशिक्षार्थियों द्वारा पूर्ण किया जाता है । प्रशिक्षार्थियों के अभ्यास के प्रदर्शन में निर्देशों/सूचनाओं के लिये **राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क (NSQF) - स्तर 5,** पूरक व सहायक है । पाठ्यक्रम में अभ्यासों की रचना समस्त निर्देशित कौशल के साथ सम्बधित व्यवसायों के अभ्यासों का आवंटन निश्चित करें । **पावर सेक्टर इलैक्ट्रीशियन** व्यवसाय सिद्धान्त **द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)** के पाठ्यक्रम को 7 माड्यूल्स में बाँटा गया हैं। विभिन्न माड्यूल्स के लिये समय आबंटन निम्न प्रकार से है :

माड्यूल 1 - इलेक्ट्रानिक अभ्यास	**15 अभ्यास**	**175 घण्टे**
माड्यूल 2 - कंट्रोल पैनल वायरिंग	**5 अभ्यास**	**100 घण्टे**
माड्यूल 3 - AC/DC मोटर ड्राइव	**3 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 4 - इन्वर्टर और UPS	**6 अभ्यास**	**75 घण्टे**
माड्यूल 5 - विद्युत उत्पादन और सबस्टेशन	**7 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 6 - ट्रान्समिशन और डिट्रिब्यूशन	**7 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 7 - सर्किट ब्रेकर और रिलेस	**5 अभ्यास**	**25 घण्टे**
कुल	**48 अभ्यास**	**525 घण्टे**

पाठ्यक्रम तथा माड्यूलों में दिए विषय वस्तु का सावधानी पूर्वक अध्ययन करने से पता चलता है कि ये माड्यूल एक दूसरे से जूड़े है । आगे, इलेक्ट्रीकल विभाग में उपलब्ध कार्यस्थलों की संख्या, मशीनरी तथा उपकरण सीमित होते है । इन वाधाओं के कारण, यह आवश्यक है कि अभ्यासों को विभिन्न माड्यूलों में अन्तर्वेशित किया जाए, जिससे कि एक उपयुक्त पढने तथा पढ़ाने का अनुक्रम बन जाए । विभिन्न माड्यूलों के लिए दिए गए अनुदेश सुझाव के अनुक्रम, अनुदेश के नियोजन में दिए गए है, जो अनुदेशक गाइड में समावेशित है । 5 कार्यकारी दिवसों के सप्ताह में 25 प्रायोगिक घण्टे है तथा इसलिए एक माह में प्रायोगिक के 100 घण्टे है ।

द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग) के इन कुल 45 अभ्यासों के विशिष्ट उद्देश्य प्रत्येक अभ्यास हेतु पुस्तक के अन्त में दिए गए हैं ।

आरेखन में दिए गए चिह्न 'ब्यूरो ऑफ इण्डियन स्टान्डर्ड' (BIS) के अनुरूप है ।

व्यवसाय अभ्यास पर यह पुस्तिका, लिखित निर्देशन सामग्री (WIM) का एक भाग है, जिसमें व्यवसाय प्रायोगिक तथा समानुदेश/परीक्षण की पुस्तिकायें भी सम्मिलित है । समानुदेश/परीक्षण के उत्तरों को अनुक्रिया शीट पर ही लिखना चाहिए ।

विषय-क्रम

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	माड्यूल 1 : इलेक्ट्रानिक अभ्यास (Electronic Practice)	
4.1.160	सर्किट बोर्ड का सोल्डरिंग और कलर कोडिंग (Circuit board soldering and resistor colour coding)	1
4.1.161	सेमिकन्डक्टर सिद्धांत-सक्रिय एवं निष्क्रिय घटक (Semiconductor theory-Active and passive components)	11
4.1.162	PN जन्कशन - अर्द्ध चालक डायोड (PN Junction - semi conductor diodes)	17
4.1.163	दिष्टकारी (Rectifiers)	22
4.1.164	ट्रांजिस्टर (Transistors)	30
4.1.165	ट्रॉंजिस्टर बायसिंग और अभिलाक्षणिकताएँ (Transistor biasing and characteristics)	35
4.1.166	स्विच, सीरीज़ वोल्टेज रेग्यूलेटर और एम्लिफायर के रूप में ट्रांजिस्टर (Transistor as a switch, series voltage regulator and amplifiers)	41
4.1.167	फॅंक्शन जनरेटर और कैथोड-रे आसिलोस्कोप (Function generator and cathode ray oscilloscope (CRO))	48
4.1.168	प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड्स (PCB) (Printed circuit boards (PCB))	53
4.1.169	पावर इलेक्ट्रानिक उपकरण - UJT और FET (Power electronic devices - UJT and FET)	56
4.1.170	पावर आपूर्ति - समस्या-समाधान (Power supplies-troubleshooting)	65
4.1.171	SCR,DIAC,TRIAC एवं IGBT का उपयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट (Power control circuit using SCR,DIAC,TRIAC & IGBT)	70
4.1.172	इंटीग्रेटेड सर्किट वोल्टेज रेगुलेटर (Integrated circuit voltage regulators)	79
4.1.173	बाइनरी संख्याएँ, गेट्स और संयोजन सर्किट (Binary numbers, logic gates and combinational circuits)	84
4.1.174	तरंग आकार-दोलित्र और मल्टीवाइब्रेटर (Wave shapes - oscillators and multivibrators)	90
	माड्यूल 2 : कंट्रोल पैनल वायरिंग (Control Panel Wiring)	
4.2.175 - 177	नियंत्रण अवयव, सामग्री - कंट्रोल केबिनेट का लेआउट (Control elements, accessories - layout of control cabinet)	100
4.2.179 -179	कंट्रोल पैनल में यंत्रों और सेंसरों की स्थापना और इसके प्रदर्शन की जाँच (Installation of instruments and sensors in control panel and its performance testing)	121
	माड्यूल 3 : AC/DC मोटर ड्राइव (AC/DC Motor Drives)	
4.3.180	AC/DC ड्राइव (AC/DC drives)	123
4.3.181 -182	VVVF/AC ड्राईव से 3 फेज़ इन्डक्शन मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of 3 phase induction motor by VVVF/AC drive)	130

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	माड्यूल 4 : इन्वर्टर और UPS (Inverter and UPS)	
4.4.183	वोल्टेज स्टेबलाइजर और UPS (Voltage stabilizer and UPS)	139
4.4.184	इमरजेंसी लाइट (Emergengy light)	147
4.4.185	बैटरी चार्जर और इनवर्टर (Battery charger and inverter)	149
4.4.186-187	स्टेबलाइजर, बैटरी चार्जर, इमरजेंसी लाइट, इनवर्टर और यूपीएस (Stabiliser, battery charger, emergency light, inverter and UPS)	154
4.4.188	घरेलू वायरिंग में इनवर्टर की स्थापना (Installation of inverter in domestic wiring)	160
	माड्यूल 5 : विद्युत जनरेशन और सबस्टेशन (Power Generation and Substation)	
4.5.189	ऊर्जा के स्त्रोत - थर्मल पावर उत्पत्ति (Sources of energy - Thermal power generation)	164
4.5.190	हाइडल पावर संयंत्र (Hydel power plants)	175
4.5.191-192	इलेक्ट्रिक सबस्टेशन की मुलाकात (Visiting of electrical substation)	179
4.5.193	गैर-पारम्परिक विधियों से इलेक्ट्रिकल पावर उत्पत्ति (Electrical power generation by non conventional methods)	187
4.5.194-195	पावर जनरेशन एवं सबस्टेशन (Power generation by solar and wind energy)	195
	माड्यूल 6 : ट्रान्समिशन और डिट्रिब्यूशन (Transmission & Distribution)	
4.6.196-198	विद्युत आपूर्ति प्रणाली - ट्रान्समिशन लाईन इन्सुलेटर (Electrical supply system - transmission - line insulators)	202
4.6.199-200	ऑवरहैड लाइनों/पोलों की स्थापना-इन्स्यूलेटर को बांधना (Overhead lines /poles erection-fastening of insulator)	211
4.6.201	घरेलू सर्विस लाइन - IE नियम (Domestic service line - IE rules)	222
4.6.202	बस बार-पद्धति-शक्ति दर की शर्तें एंव परिभाषाएँ (Bus-bar system - power tariff termsand definitions)	225
	माड्यूल 7 : सर्किट ब्रेकर और रिले (Circuit Breakers and Relays)	
4.7.203-204	लाइन - प्रोटेक्टिव रिले - प्रकार - प्रचानल (Line protective relays - types - operation)	231
4.7.205-206	सर्किट ब्रेकर्स - भाग - कार्य - ट्रिपिंग तंत्र (Circuit breakers - parts - functions- tripping mechanism)	236
4.7.207	सर्किट ब्रेकर (CB) का सुधार और रखरखाव (Repair and maintenance of CBs)	244

मूल्यांकन / अभ्यास परिणाम

इस पुस्तक के अन्त में आप यह जान सकेंगे :

- इन्वर्टर, स्टेबलाइज़र, बैटरी चार्जर, एमर्जन्सि लाईट और UPS आदि में दोषों को पहचानना और उनका समाधान करना ।
- एक सोलार पैनल की योजना बनाना, जोड़ना और परिस्थापित करना ।
- ओवरहैड घरेलू सेवा लाईन खड़ी करना और विभिन्न पावर प्लान्ट ले आउटों को आउट लाईन करना ।
- C.R.O में कन्ट्रोल और प्रकार्य स्विट्चों को पहचानना और DC तथा AC वोल्टेज, आवर्तन समय अवधि को नापना ।
- फिल्टर सर्किटों के साथ अथवा इसके बिना एक आधे तथा पूरे वेव रेर्किटफायर की संरचना तथा परीक्षण करना ।
- एक इन्डक्शन मोटर के फारवर्ड/रीवर्स प्रचालन के लिए कन्ट्रोल पैनल वायर अप करना ।
- गति का नियंत्रण करना और VVVF कन्ट्रोल/AC ड्राइव का उपयोग करते हुए विभिन्न प्रकार के तीन फेस इन्डक्शन मोटर की घूर्णन दिशा को प्रतिवर्तित करना ।

ELECTRICIAN SYLLABUS

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
79	• Assemble simple electronic circuits and test for functioning.	160. Determine the value of resistance by colour code and identify types. (10 Hrs) 161. Test active and passive electronic components and its applications. (15 Hrs)	Resistors - colour code, types and characteristics. Active and passive components. Atomic structure and semiconductor theory.
80-81	• Assemble simple electronic circuits and test for functioning.	162. Determine V-I characteristics of semiconductor diode. (10 Hrs) 163. Construct half wave, full wave and bridge rectifiers using semiconductor diode. (10 Hrs) 164. Check transistors for their functioning by identifying its type and terminals. (10 Hrs) 165. Bias the transistor and determine its characteristics. (10 Hrs) 166. Use transistor as an electronic switch and series voltage regulator. (10 Hrs)	P-N junction, classification, specifications, biasing and characteristics of diodes. Rectifier circuit - half wave, full wave, bridge rectifiers and filters. Principle of operation, types, characteristics and various configuration of transistor. Application of transistor as a switch, voltage regulator and amplifier.
82-83	• Assemble simple Electronic circuits and test for functioning.	167. Operate and set the required frequency using function generator. (12 Hrs) 168. Make a printed circuit board for power supply. (10 Hrs) 169. Construct simple circuits containing UJT for triggering and FET as an amplifier. (12 Hrs) 170. Troubleshoot defects in simple power supplies. (16 Hrs)	Basic concept of power electronics devices. IC voltage regulators Digital Electronics - Binary numbers, logic gates and combinational circuits.
84-85	• Assemble simple electronic circuits and test for functioning.	171. Construct power control circuit by SCR, Diac, Triac and IGBT. (15 Hrs) 172. Construct variable DC stabilized power supply using IC. (10 Hrs) 173. Practice on various logics by use of logic gates and circuits. (15 Hrs) 174. Generate and demonstrate wave shapes for voltage and current of rectifier, single stage amplifier and oscillator using CRO. (10 Hrs)	Working principle and uses of oscilloscope. Construction and working of SCR, DIAC, TRIAC and IGBT. Principle, types and applications of various multivibrators.
86-87	• Assemble accessories and carry out wiring of control cabinets and equipment.	175. Design layout of control cabinet, assemble control elements and wiring accessories for: (i) Local and remote control of induction motor. (15 Hrs) (ii) Forward and reverse operation of induction motor. (10 Hrs) (iii) Automatic star-delta starter with change of direction of rotation. (15 Hrs) (iv) Sequential control of three motors. (10 Hrs)	Study and understand Layout drawing of control cabinet, power and control circuits. Various control elements: Isolators, pushbuttons, switches, indicators, MCB, fuses, relays, timers and limit switches etc.

ELECTRICIAN SYLLABUS

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
88-89	• Assemble accessories and carry out wiring of control cabinets and equipment.	176. Carry out wiring of control cabinet as per wiring diagram, bunching of XLPE cables, channeling, tying and checking etc. (15 Hrs) 177. Mount various control elements e.g. circuit breakers, relays, contactors and timers etc. (10 Hrs) 178. Identify and install required measuring instruments and sensors in control panel. (10 Hrs) 179. Test the control panel for its performance. (15 Hrs)	Wiring accessories: Race ways/ cable channel, DIN rail, terminal connectors, thimbles, lugs, ferrules, cable binding strap, buttons, cable ties, sleeves, gromats and clips etc. Testing of various control elements and circuits.
90-91	• Perform speed control of AC and DC motors by using solid state devices.	180. Perform speed control of DC motor using thyristors / DC drive. (18 Hrs) 181. Perform speed control and reversing the direction of rotation of AC motors by using thyristors / AC drive. (18 Hrs) 182. Construct and test a universal motor speed controller using SCR. (14 Hrs)	Working, parameters and applications of AC / DC drive. Speed control of 3 phase induction motor by using VVVF/AC Drive.
92-94	• Detect the faults and troubleshoot inverter, stabilizer, battery charger, emergency light and UPS etc.	183. Assemble circuits of voltage stabilizer and UPS. (15Hrs) 184. Prepare an emergency light. (10 Hrs) 185. Assemble circuits of battery charger and inverter. (15 Hrs) 186. Test, analyze defects and repair voltage stabilizer, emergency light and UPS. (15 Hrs) 187. Maintain, service and troubleshoot battery charger and inverter. (10 Hrs) 188. Install an Inverter with battery and connect it in domestic wiring for operation. (10 Hrs)	Basic concept, block diagram and working of voltage stabilizer, battery charger, emergency light, inverter and UPS. Preventive and breakdown maintenance.
95	• Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	189. Draw layout of thermal power plant and identify function of different layout elements. (5 Hrs) 190. Draw layout of hydel power plant and identify functions of different layout elements. (5 Hrs) 191. Visit to transmission / distribution substation. (10 Hrs) 192. Draw actual circuit diagram of substation visited and indicate various components. (5 Hrs)	Conventional and nonconventional sources of energy and their comparison. Power generation by thermal and hydel power plants.

ELECTRICIAN SYLLABUS

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
96	• Plan, assemble and install solar panel. • Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	193. Prepare layout plan and Identify different elements of solar power system. (05 Hrs) 194. Prepare layout plan and Identify different elements of wind power system. (05 Hrs) 195. Assemble and connect solar panel for illumination. (15 Hrs)	Various ways of electrical power generation by non-conventional methods. Power generation by solar and wind energy. Principle and operation of solar panel.
97	• Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	196. Practice installation of insulators used in HT/LT line for a given voltage range. (5 hrs) 197. Draw single line diagram of transmission and distribution system. (5 Hrs) 198. Measure current carrying capacity of conductor for given power supply. (5 hrs) 199. Fasten jumper in pin, shackle and suspension type insulators. (10 Hrs)	Transmission and distribution networks. Line insulators, overhead poles and method of joining aluminum conductors.
98	• Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	200. Erect an overhead service line pole for single phase 230 V distribution system in open space. (10 Hrs) 201. Practice on laying of domestic service line. (10 Hrs) 202. Install bus bar and bus coupler on LT line. (5 Hrs)	Safety precautions and IE rules pertaining to domestic service connections. Various substations. Various terms like - maximum demand, average demand, load factor, diversity factor, plant utility factor etc.
99	• Examine the faults and carry out repairing of circuit breakers.	203. Identify various parts of relay and ascertain the operation. (5 Hrs) 204. Practice setting of pick up current and time setting multiplier for relay operation. (5 hrs) 205. Identify the parts of circuit breaker, check its operation. (5Hrs) 206. Test tripping characteristic of circuit breaker for over current and short circuit current. (5 hrs) 207. Practice on repair and maintenance of circuit breaker. (5 hrs)	Types of relays and its operation. Types of circuit breakers, their applications and functioning. Production of arc and quenching.
100-101	Project work / Industrial visit Broad Areas: a) Battery charger/Emergency light b) Control of motor pump with tank level c) DC voltage converter using SCRs d) Logic control circuits using relays e) Alarm/indicator circuits using sensors		

सर्किट बोर्ड का सोल्डरिंग और कलर कोडिंग (Circuit board soldering and resistor colour coding)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **आइलैट बोर्ड, लग बोर्ड और PCB के बीच अंतर करना**
- **भागों को ऊपर स्थित करने और बोर्ड पर सोल्डरिंग करने की विधि स्पष्ट करना**
- **सोल्डर बोर्डों की परीक्षण विधि एवं उनके दोष समझने की विधि स्पष्ट करना**
- **रसिस्टर सर्किटों की संरचना, प्रकार्य, कलर कोडिंग और अनुप्रयोग स्पष्ट करना।**

पुर्जो के उपयोग से इलेक्ट्रनिक परिपथ को बनाने के लिये पुर्जों को व्यवस्थित रूप से विन्यास करना, आरोहण करना तथा तार से जोड़ना आवश्यक होता है। कार्य की प्रकृति पर निर्भर करते हुए इलेक्ट्रानिक परिपथ को बनाने के लिये विभिन्न प्रकार के बोर्ड़ उपयोग किये जाते हैं।

बोर्ड के प्रकार (Type of Boards)

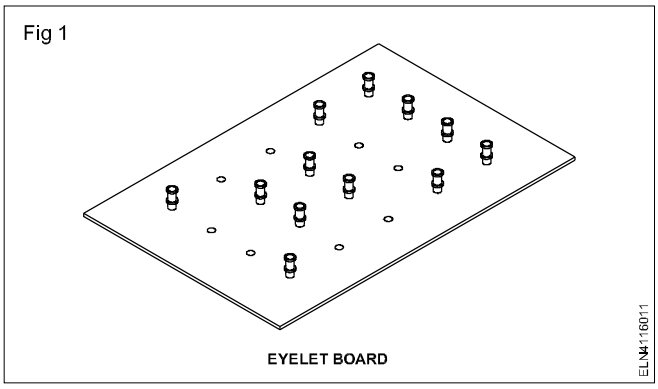
1 सुराख वाला (eyelet) बोर्ड

2 लग या टैग बोड

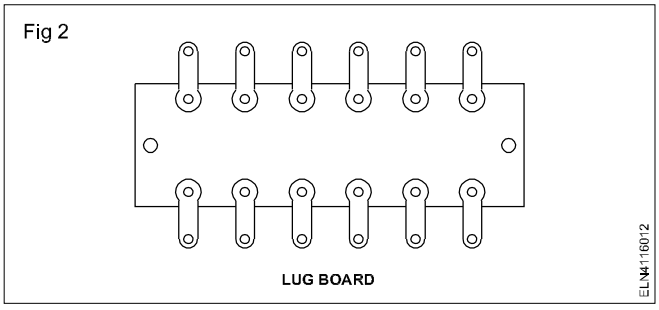
3 मुद्रित परिपथ बोर्ड

4 ब्रेड बोर्ड

सुराख वाला बोर्ड (Eyelet Board) (Fig 1) इसमें छिद्रिल बैकलाइट बोर्ड पर सुराख वाला रिवेट किये होते हैं। (Fig 1) को देखें। इस प्रकार के बोर्ड में, परिपथ के विन्यास पर निर्भर करते हुए, आईलेट केवल सीमित संख्या में ही रिवेट किये जा सकते हैं।

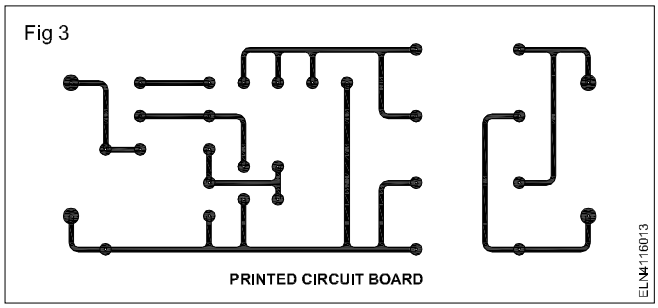


लग या टैग बोर्ड (Lug or tag board) (Fig 2): इस प्रकार के बोर्ड में बैकलाइट जैसे रोधित बोर्ड़ पर पक्तियों में पीतल के लग रिवेट किये होते है। इस प्रकार में लग की स्थिति को परिवर्तन किये बिना, पूर्जो को व्यवस्थित करना तथा परिपथ को बनाया जाता है।

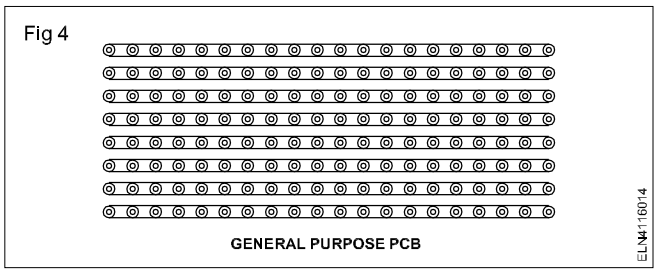


PCB (प्रिंटेड सर्किट बोर्ड) (Printed circuit board): प्रिटेंड सर्किट बोर्ड़ में परस्पर जुड़ें तारो को पतले संवाहक सतह, जिसे कॉपर फाईल (पन्नी) कहते हैं, से बदला जाता है जो रोधित बोर्ड की एक साइड पर ढ़ला हुआ रहता है। रोधित बोर्ड सामान्यतः फिनालिक (या) पेपर या फाइबर ग्लास (रेशेदार कॉच) या इपाक्सी के बनते हैं।

तांबे पटलित बोर्ड़ पर आवश्यक परिपथ के नमूने को इंचिंग कहलाये जाने वाले विधि से बनाये जाते है। इचिंग, केवल आवश्यक भाग को पीछे छोड़ते हुए धातु की फाइल के भाग को हटाने की प्रक्रिया है। (Fig 3) को देखें।



सामान्य प्रायोजन के लिये इलेक्ट्रानिकी परिपथ को डिजाइन एवं विकसित करने के लिये भी प्रिंटेड सर्किट बोर्ड मिलते है। इन्हे मैट्रिक्स बोर्ड भी कहते है। एक स्ट्रिप प्रकार के मैट्रिक बोर्ड को (Fig 4) में दर्शाया गया है।



पुर्जो को स्थिर तथा सुरक्षित करना (Securing and fixing of components) : पुर्जो को आईलेड बोर्ड / लग बोर्ड/ टैग बोर्ड या PCB पर लगाने में 4 मुख्य क्रिया सम्मिलित होती है, ये निम्नलिखित हैं:

1 पुर्जो की लीड तथा सोल्डर की जाने वाली सतह को तैयार करना।

2 पुर्जो की लीड को आकार देना।

3 सोल्डर करने के पूर्व अधिक लम्बाई को मोड़ना तथा काटना।

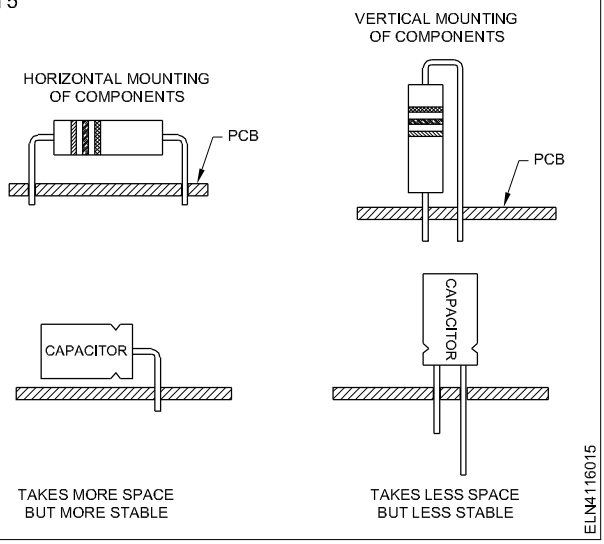
4 लगाने तथा सोल्डरन करने का अनुक्रम।

1 **पुर्जों की लीड़ तथा सतह इत्यादि को तैयार करना (Preparation of components leads and surfaces etc.)** : पूर्जों (घटक) के सिरे तथा सतह पर मिट्टी, तेल, आक्साइड की परत, पेंट या कोई रक्षण परत हो तो उसे, उस स्थान से हटा देना चाहिये, जहॉ पर सोल्डर करना है।

2 **पूर्जों को आकार देना (Shaping the components)** : आकार जिस पर पुर्जों के लीड़ को मोड़ना हो, वह उस ढंग पर निर्भर करता है, जिस ढंग से पूर्जा लगाया जाना हैं। पूर्जे पर प्रधात को कम करने के लिये सावधानी रखनी चाहिये।

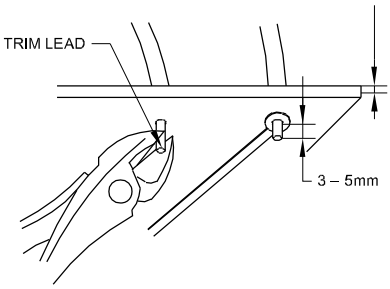
पूर्जे के लीड़ के प्रकार तथा PCB पर उपलब्ध स्थान पर निर्भर करते हुए (Fig 5) में दर्शाये गये अनुसार पूर्जो को या तो ऊर्ध्वाधर या क्षेतिज लगाया जा सकता है।

Fig 5



3 **मोड़ना तथा काटना (Bending and trimming)** : पुर्जों के लीड़ को एक बार PCB के छिद्रो में डालने के बाद (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार साइड कटिंग प्लायर के उपयोग से PCB सतह से सिरो की अतिरिक्त लम्बाई को (0.5 mm से 3 mm) को काट देना चाहिये।

Fig 6



लीड़ो की अतिरिक्त लम्बाई काटने के बाद, कम्पोनेट के सिरो को PCB पर मोड़ना तथा समाप्त कर देना चाहिए।

4 **लगाने का क्रम (Order of mounting)** : पूर्जो को विन्यास के अनुासर क्रम में लगाये तथा उन्हे कनेक्शन चित्र के अनुसार परिपथ को सरलता से पता लगाने योग्य होना चाहिए।

सोल्डर करने के लिये उपयोग होने की तकनीक का अगले पा में वर्णन किया गया है।

सोल्डरन की तकनीक (Soldering technique)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सोल्डरिंग के समय विशिष्ट घटकों की सूची बनाना**
- **सोल्डरिंग की विधि में छह स्तरों की सूची बनाना**
- **पदार्थ के चयन तथा तैयार करने में सम्मिलित पदों की सूची बनाना**
- **इलेक्ट्रानिकी पुर्जो की सोल्डरन करने की तकनीक बताना**
- **सोल्डरन जोड़ को वायू के तीव्र प्रवाह से क्यों ठंडा नहीं करना चाहिए, यह बताना**
- **फ्लस्क के अवशेष को हटाने के लिए सामान्यतः उपयोग होने वाले विलयन का नाम बताना**
- **सोल्डरन के जोड़ों में दोषों को बताना ।**

जोड़ को सोल्डरन करना (Soldering a joint) : सोल्डरन के जोड़ को बनाने में सोल्डरन के पदार्थ का चयन तथा तैयार करने तथा सोल्डर किये जोन वाली सतह को साफ करना, अधिक समय को खर्च करने की अवस्थायें है। जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर लगाने में सबसे कम समय लगता है लेकिन यह सभी क्रम अच्छे सोल्डर ज्वाइंट में मुख्य भूमिका निभाते हैं।

सोल्डरन के समय विशिष्ट घटक (Critical factor during soldering)

1 कृत्य (वर्कपीस) के ताप को नियंत्रण करना।

2 समय जिसमें वर्कपीस को सोल्डरन के ताप पर पकड़ा जाता है, उसको सीमित करना।

ये घटक विशेषत निर्णायक है जब प्रतिरोधको, धारितीय, ट्रांजिस्टर, IC इत्यादि जैसे इलेक्टनिकी पुर्जो को सोल्डरन करना हो। सही समय तथा जोड़ को गर्म करने तथा सोल्डर मिलाने में समन्वय में विफल होने से निम्न स्तर का जोड़ बनेगा, तथा पूर्जा क्षतिग्रस्त भी हो सकता है।

सोल्डरन के चरण (Stage in soldering): सोल्डरन की प्रक्रिया को अनेक भिन्न चरणों या अवस्थाओं में विभाजित किया जा सकता है, जैसे कि नीचे दिया गया है।

1 पदार्थ को चयन तथा तैयार करना

2 सोल्डर किये जाने वाली सतरह को साफ करना

3 जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर मिलाना

4 जोड़ को ंडा करना

5 जोड़ को साफ करना

6 जोड़ की जांच करना

1 पदार्थ का चयन करना तथा तैयार करना (SELECTION AND PREPARATION OF MATERIALS)

सोल्डरन इस्त्री के वाटता का चयन (Selection of soldering iron wattage): सोल्ड़रन इस्त्री के 10 वॉट से प्रारंभ होकर अनेक 100 वॉट की विभिन्न वाटता निर्धारण में मिलते है। सोल्डरन इस्त्री का वॉटता उसके द्वारा उत्पन्न की जाने वाली ऊष्मा की मात्रा को निर्दिष्ट करता है। व्यवाहारिक ढ़ंग से कृत्य का भैतिक माप जितना उच्च होगा, सोल्डरन इस्त्री के वॉटता का निर्धारण भी उतना ही उच्च होना चाहिये। सोल्डरन इस्त्री की वाटता के कुछ सुझाव नीचे दिये गये है:

i कम ताप के संवेदनशील पुर्जा की सोल्डरन करते समय, जैसे लग बोर्ड या टैग बोर्ड पर प्रतिरोधको के लिए 25 से 60W के इस्त्री का उपयोग करें। मुद्रित परिपथ बोर्ड पर सोल्ड़रन करते समय 10 से 25W के इस्त्री का उपयोग करें।

ii डायोड, टांजिस्टर तथा इंटीग्रेटेड़ परिपथो जैसे उच्च ताप के संवेदनशील पुर्जो को सोल्डर करने के लिए 10 से 25W के इस्त्री का उपयोग करे।

सोल्डरन लौह टिप (शीर्ष) का चयन (Selection of soldering iron tip) : यह सुनिश्चित करने के लिए कि जोड़, आवश्यक ताप पर आदर्श पूर्ण ढ़ंग से गर्म हो गया है,

- टिप फलक के क्षेत्रफल को सोल्डर किये जाने वाले जोड़ के क्षेत्रफल के लगभग बराबर होना चाहिए।
- टिप (शीर्ष) को पर्याप्त बडा होना चाहिए जिससे कि, जोड़ तक सरलता से पहुँचा जा सकें।
- टिप को बहुत लम्बा नही होना चाहिए, नही तो इसके परिणाम से कार्य करने के सतह के टिप पर कम ताप होगा ।

अधिकांश सोल्डरन इस्त्रीयों में टिप को सरलता से हटाया व बदला जा सकता है।

टिप के आकार का चयन (Selection of tip shape) : सुझाव दिये गये सोल्डरन टिप के आकार तथा उनके अनुप्रयोग नीचे दिये गये है।

सोल्डरिंग कार्य का प्रकार	चयन किये जाने वाले
	टिप का आकार
तार, प्रतिरोधक तथा लग/टेग	चीजल का टिप
बोर्ड पर निष्क्रिय घटक लग बोर्ड तथा मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) पर IC के अतिरिक्त सभी लघु इलेक्टनिकी पुर्जे	बेवल टिप
मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) पर एकीकृत (इंटीग्रेटेड) परिपथ (ICs)	कोनिकल का टिप

सोल्डर तथा फ्लक्स का चयन (Selection of solder and flux) : इलेक्टानिकी सोल्डर के अनुप्रयोगों के लिये, टिन तथा लेड़ के 60/40 अनुपात के सोल्डर का उपयोग किया जाता है। सोल्डर के इस अनुपात का गलनांक 200°C होता है, जो सामान्य प्रायोजन के सोल्डरन इस्त्री के लिये आवश्यक तापक्रम हैं।

वैद्यूत के प्रायोजनो के लिये, रेजिन कोर (core) सोल्डर उपयोग किये जाते है।

अनुप्रयोग की सरलता के लिये, उपयोग किये गये फ्लक्स को, सोल्डर में कोर्ड़ (cored) फ्लक्स होने के अतिरिक्त, उसे लेप के रूप में होना चाहिए।

फ्लक्स एक रसायनिक पदार्थ है, जिसमें अम्लीय गुण होते है। इसलिये, यह सलाह दी जाती है कि फ्लक्स को हाथ से स्पर्श न करें। कृत्य (वर्कपीस) पर फ्लक्स को लगाने के लिये स्टिक (खोदने की लकड़ी) या पतले मजबूत ब्रश का उपयोग करें। सोल्डरन के कार्य करने के बाद, हाथ को धो लेना चाहिये।

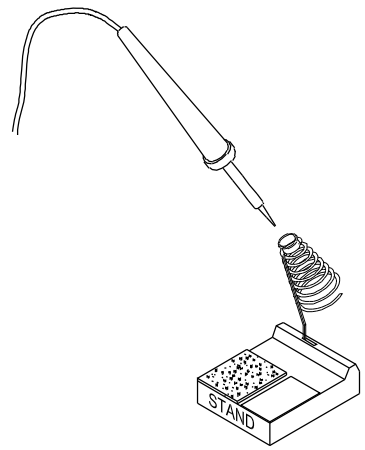
सोल्डरन का स्टेण्ड (Soldering stand): सोल्डरन का स्टैण्ड, सोल्डरन इस्त्री के टिप के ताप को आवश्यक सोल्ड़रन के ताप तक लगभग बनाये रखने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सोल्डरन के स्टेण्ड़ को बाहरी ताप से बिट को ण्डा नही होना चाहिए। उसी समय स्टेण्ड को उत्पन्न सभी ऊष्मा को अन्तविष्ट नही करना चाहिये।

सोल्डरन स्टेण्ड उपरोक्त आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए (Fig 1) में दर्शाये गए अनुसार विशेष रूप से डिजाईन किये जाते है। ऐसी डिजाईन सोल्डरन इस्त्री के उपयोग करने वाले को दुर्घटनावश जलना/ चोट लगने से भी बचाती है तथा स्टेण्ड यांत्रिक रूप से स्थिर रहता है।

सोल्डरिंग लोहे का परीक्षण (Inspection of soldering iron): अधिकांश सोल्डरिंग लोहा में AC मेईन वोल्टेज से पावर दिया जाता है। यदि यह वोल्टेज स्तर अधिक है और हम सचेत नहीं है तो झटका लग सकता है। साधारणतः सोल्डरिंग लोहे के मुख्य केबल लम्बे होते हैं। उपयोग करते समय मुख्य केवल मुड़ जाते हैं और उन पर भौतिक दबाव आता है। इस दबाव के कारण केबल के इन्स्यूलेटर कट सकते हैं। उसके कारण विद्युत प्रवाहित वायर बाहर झांक सकते हैं। यदि उपयोगकर्ता उन्हें छू लेता है तो वायर से उसे भारी वैद्युतीय झटका लग सकता है।

इसलिए सोल्डरन इस्त्री को उपयोग करने के पूर्व, उसकी अच्छी तरह से जांच कर लेना चाहिये।

Fig 1



ELN4116021

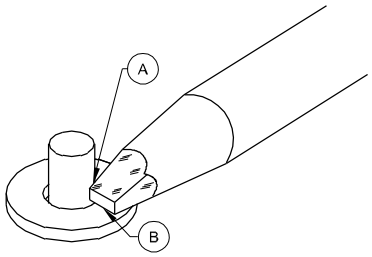
सोल्डर करने के लिए सोल्डरिंग इस्त्री को तैयार करना (Preparation of soldering iron for soldering) : सोल्डरन क्रार्य प्रारंभ करने के पूर्व, सोल्डरन बिट के टिप को साफ करें, गर्म करें तथा कलई करें।

सोल्डर की जाने वाली सतह की सफाई (Cleaning the surfaces to be soldered) : धातू के दो टुकडो को सोल्डरन से जोडने के पूर्व, सतह से बाहर पदार्थ को हटाने के लिए जोडी जाने वाली सतह को साफ कर लेना चाहिए। जुड़ने वाली सतहो को ग्रीस, मिट्टी या तेल से मुक्त होना चाहिए। इसे या तो चाकू या रेत पेपर तथा कपड़े के प्रयोग से प्राप्त किया जा सकता है।

2 जोड को गर्म करना तथा सोल्डर मिलाना (Heating the joint and adding solder) : सोल्डर किये जाने वाले जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर लगाने की मुख्य बातें नीचे दी गई।

- जोड़ पर एक ही स्थान में बहुत अधिक फ्लक्स न लगायें। जोड़ के चारो और कम मात्रा में फ्लक्स लगायें। फ्लक्स को, सोल्डर किये जाने क्षेत्र के बाहर नही बहना चाहिए।
- इस्त्री के टिप को जोड़ पर ऐसे रखे जिससे कि (Fig 2) में दर्शाये गए अनुसार जोड़े जाने वाले भाग के साथ, टिप अधिकतम सम्पर्क में हो।

Fig 2



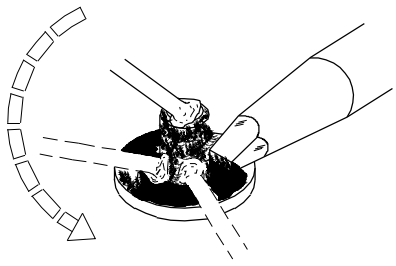
A. COMPONENT LEAD TO IRON CONTACT AREA
B. IRON TO LUG / TERMINAL / PCB CONTACT AREA

ELN4116022

सोल्डर को जोड़ में, सोल्डर टिप निकट से प्रारम्भ करते हुये तथा जोड़ के सिरे कि तरफ धीरे धीरे चलायें, जैसा कि (Fig 3) में दर्शाया गये हैं।

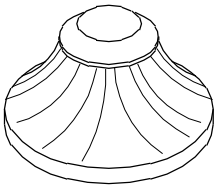
सोल्डर को धीरे धीरे जोड़ में लगातार लगाये, जब तक कि जोड़ पूरी तरह से गीला न हो जाये, तथा जोड में (Fig 4) में दर्शाये गए अनुसार अवतल फिलेट न बन जायें।

Fig 3



ELN4116023

Fig 4



ELN4116024

Fig 4 पर्याप्त सोल्डर लगाने तथा सोल्डर हटाने के बाद, सोल्डर इस्त्री के टिप को जोड पर यह सुनिश्चित करने के लिये कुछ क्षण के लिए रखे कि जोड़ पर सभी फ्लक्स सोल्डरन के ताप पर पहुँच गया है। इससे जोड़ में उपस्थित अधिकांश अम्ल, विघटित हो जायेगें जो अन्यथा जोड में कुछ समय बाद जंग लग जायेगें।

सामान्यतः अच्छे सोल्डरन जोड़ को बनाने में उसे 3 से 7 सेकेण्ड का समय लगता है, जो सोल्डर इस्त्री को लगाने से सोल्डरन इस्त्री को हटाने तक का समय होता है।

3 जोड़ की कोडिंग करना (Cooling the joint) : सोल्डर जोड को ंडा करने के लिए सुझाव नीचे दिये गये हैः

- जोड़ को बिना सहायता के ण्डा होने दें, जोड़ को ण्डा करने के लिए अपने मुंह से या किसी अन्य स्त्रोत से हवा न दें। बल लगाकर ण्ड़ा करने से, जोड़ वास्तविक समय से बहुत शीघ्र ण्डा हो जायेगा, जिससे फलस्वरूप जोड़ सूखा तथा भंगुर हो जायेगा जिससे जोड़ में यांत्रिक तथा वैद्युत दोष होगें।
- ण्डा होते समय जोड के किसी भी भाग को न हिलायें। यह होने वाले रासायनिक बन्धन में बाधा उत्पन्न करेगा। ण्डा होते समय, जोड़ के हिलने के परिणाम से जोड़ सूखा बनेगा।

4 जोड की सफाई (Cleaning the joint): जब सोल्डरन जोड़ बनाया जाता है तो, उसमे लगाये गये फ्लक्स की मात्रा को अच्छा जोड बनाने के लिए पर्याप्त ही होना चाहिए। लेकिन प्रायः यह देखा जाता है कि जोड पर भूरे मोम के रंग का पदार्थ शेष बच जाता है। यह कुछ नही, लेकिन फ्लक्स का अवशेष है। इसके मूल अवस्था में यह संक्षारण होता है। इसलिए सोल्डरन को पूरा होना मानने के पूर्व, फ्लक्स के अवशेष या अतिरिक्त फ्लक्स को जोड से हटा देना चाहिए।

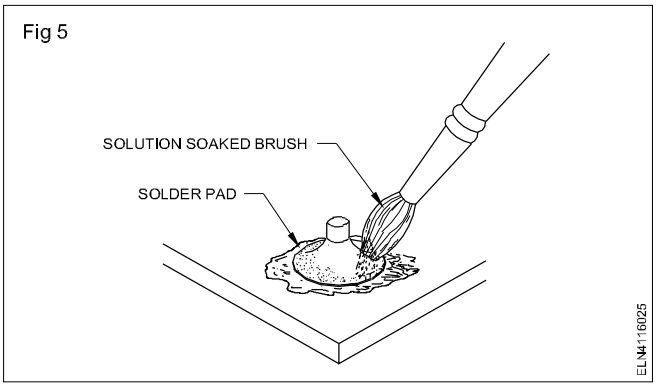
यदि फ्लक्स के अवशेष तथा अतिरक्ति फ्लक्स को अच्छी तरह से नही हटाया जाये तो, फ्लक्स के संक्षारण की प्रकृति, पुर्जो के सिरो तथा परिपथ को बोर्ड को धीरे धीरे नष्ट कर देगी। फ्लक्स का अवशेष, चिपचिपा भी होता है तथा यदि इसे न हटाया जायें तो इस पर मिट्टी तथा गंदगी एकत्र होगी, जिसके परिणाम से परिपथ विफल होगा।

फ्लक्स के अवशेष को हटाने के लिए विलयन का उपयोग करना होता है। विलयन का प्रकार, उपयोग किये गये फ्लक्स पर निर्भर करता है।

फ्लक्स के अवशेष को हटाने के लिए उपयोग होने वाला एक विलयन आइसो प्रोपिल एल्कोहल (IPA) है। यह या तो बिना तनु किये हुये या पूर्व में पानी मिले हए रूप में मिलता है तथा यह उपयोग करने की शैली तथा गुण पर निर्भर करते हुए, पम्प स्प्रे, एरो-विलयन (Aeros) केंन तथा ड्रम में प्राप्त किया जा सकता है।

पानी/ IPA घोल के उपयोग से सफाई (Cleaning using water/ IPA Solution) : अनुप्रयोग की सही विधि को ज्ञात करे, (स्पि या तरल)। सोल्डर किये हुए जोड़ पर विलयन को लगाये। मिश्रण को फैलने से रोकने के लिए सावधानी रखते हुए अवशेष को घुलने में मदद के लिए (Fig 5) में दर्शाये गये अनुसार जोड को धीरे से खरोचने के लिए साफ ब्रश या अन्य प्रकार का ब्रुश का प्रयोग करें।

Fig 5



जब अवशेष घुल जाये तो अधिक से अधिक सम्भव घुले हुए अवशेष को हटाने के लिए लिंट से मुक्त कपडे से, जोड़ को सुखाये।

सोल्डर किये जोड़ की जांच करना (Inspection of soldered joints) : सोल्डर जोड़ को बनाने के शीघ्र बाद, शीघ्र जाँच की तरह, सोल्ड़र जोड के निम्नलिखित लक्षणो की जांच करना चाहिए:

1 सोल्डर किये जोड को चमकीला तथा चमकदार होना चाहिए।

2 सोल्डर किये जोड को चिकना तथा सामंजस्यपूर्ण होना चाहिए।

सतह का रंग (Surface colour) - सही तरह से सोल्डर किये हुए जोड की सतह चमकीली चांदी के रंग की तथा रंग में एक समान होगी।

सतह की रचना (Surface texture) - सही तरह से सोल्डर किये हुए जोड की सतह की रचना, चिकनी, समान तथा बिना दानेदार की होगी। सोल्डर के सतह पर गर्त के चिन्ह नही होने चाहिए।

सामान्य सोल्डरिंग के दोष (Common soldering defects) : सोल्डर के जोड़ में दोषो को निम्नानुसार समूहन किया जा सकता है :

1 तापमान का दोष,

2 वेटिंग का दोष

3 सोल्डर की मात्रा का दोष

4 यांत्रिक दोष ।

तापमान का दोष (Temperature defects): तापमान का दोष, सोल्डरन की प्रक्रिया के समय जोड़ की अत्यधिक या अपर्याप्त गर्म करने के कारण होता है।

अत्यधिक गर्म करने से उत्पन्न दोष (Defects due to excessive heating): अति तप्त जोड पर सोल्डर में दानेदार संरचना, मंद धूसर रंग तथा गर्त होगी।

बहुत अधिक गर्म करने से निम्नलिखित एक या अधिक दोष हो सकते हैं:

- रेंजिन फ्लक्स के अति तप्त होने के कारण फ्लस्क झुलस जायेगा तथा आक्साइड को हटाने की अपनी योग्यता को खो देगा। झुलसा हुआ फ्लक्स का ढ़ेला, गर्त तथा प्रभावहीन बनते हुए सोल्डर में फस जायेगा।
- सोल्डर के अतितप्त होने के कारण, सम्बंधन के तांबे के पुर्जो तथा सोल्डर में टिन की मात्रा के बीच अत्याधिक मिश्रण होता है। अतः इसके कारण टिन का स्थानीय रिक्तीकरण होता है तथा जोड भंगुर हो जाता है।
- सोल्डर का अत्याधिक आक्सीकृत होना। आक्सीकृत सोल्डर, जोड के अन्य भागो के साथ निर्बल बन्धन बनाता है।

अपर्याप्त गर्म करने के कारण उत्पन्न दोष (Defects due to insufficient heating) : बहुत कम गर्म करने के कारण निम्नलिखित एक या अधिक दोष हो सकते है :

दोष को ण्डा जोड़ (cold joint) कहते है। ण्डा जोड तब होता है जब फ्लक्स, जोड़ से मालिनता को हटाने में असमर्थ होता है। कम सोल्डरन तापमान पर फ्लक्स केवल आशिंक रूप से कार्य करता है। इसलिए यह मलिनता को हटाने में कम प्रभावशाली होता है।

अपर्याप्त रूप से गर्म किये गये सोल्डर जोड के परिणाम से निम्न होता है,

- जोड़ का सही तरह से गीला न होना
- कोर्स (अभीष्ट दशा) सोल्डर फिलेट
- सिरो पर सोल्डर का पद (स्टेप)

ठंड़े जोड़ के प्रभाव निम्न है,

- उच्च वैद्युत प्रतिरोध
- कम यांत्रिक मजबूती
- रुक्ष सोल्डर जोड़

सूखा जोड़ कहलाये जाने वाला दोष तब होता है जब सोल्डर, पुर्जे के सिरे से फ्लक्स को दूर करने के लिए बहुत श्यन (Viscous) हो। सिरे के चारो तरफ, फ्लक्स की परत फंस जाती है। फ्लक्स की यह परत के कारण निर्बल बन्धन होता हैं तथा इसके परिणाम स्वरूप वैद्युत सम्बंधन, निर्बल होता है।

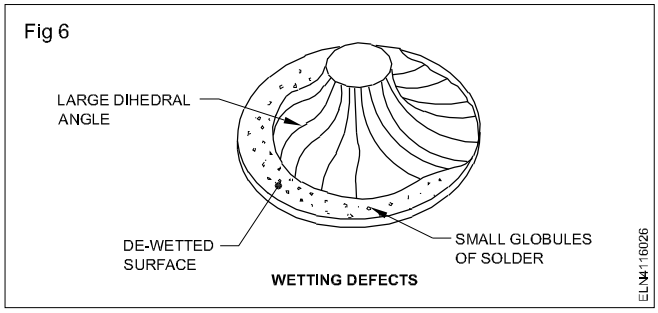
सोल्डरन के गलत तापमान के कारण (Causes of incorrect soldering temperatures) : गलत सोल्डरन तापमान का सामान संकेत यह है कि, इस्त्री को हटाने के बाद जोड के शीर्ष पर छोटे शीर्ष का बनना। ये शीर्ष या तो बहुत उच्च या बहुत कम सोल्डर के ताप पर बनेगें।

सोल्डर के गलत तापमान, निम्न के कारण हो सकते है।

- सोल्डरन इस्त्री के गलत वाटता
- सोल्डर टिप का गलत चयन
- सोल्डरन इस्त्री की अपर्याप्त गर्म होना
- सोल्ड़रन की निर्बल तकनीक, इसके परिणाम से इस्त्री के शीर्ष से जोड़ तक ऊष्मा का निर्बल स्थनान्तरण।

गीला करने में दोष (Wetting defects) (Fig 6 को देखें)

जोड़ को गीला करने की डिग्री, जोड़े जाने वाले भागो की सफाई पर बहुत अधिक निर्भर करती हैं।

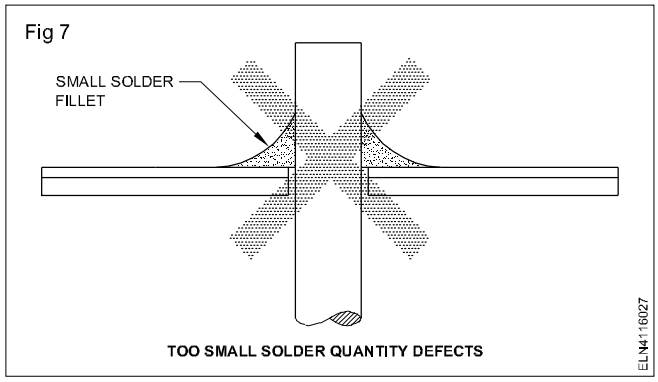


गीला होने के दोष को (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार, अधिक द्वितन (dihedral) कोण का बनना तथा जोड़ पर धातू की पूरी सतह को सोल्डर से ढ़कने की अयोग्यता से सरलता से पहचाना जाता है।

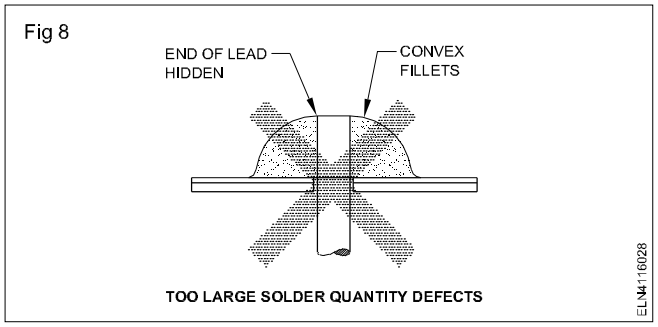
गम्भीर रूप से मलिन सतहो पर सोल्डर मलिन सतह (न गीला होने वाली) पर प्रवाह नही होगा या सोल्डर प्रारंभ में मलिन सतह पर अनुसरण करता है, लेकिन फिर (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार सतह पर सोल्डर के छोटे गोलाकार कण शेष रह जायेंगे।च

सोल्डर की मात्रा का दोष (Solder quantity defects) (Fig 7 तथा Fig 8 को देखें): सोल्डर की मात्रा के दोष, या तो बहुत कम या बहुत अधिक सोल्डर को जोड पर लगाने से होता है।

बहुत कम सोल्डर के परिणाम से (Fig 7) में दर्शाये गये अनुसार छोटे आमाप (साइज) का सोल्डर फिलेट बनेगा। छोटा सोल्डर फिलेट, निर्बल जोड़ बनाता हैं।



बहुत अधिक सोल्डर के परिणाम से (Fig 8) में दर्शाये गये अनुसार उत्तल सोल्डर फिलेट बनता है। इस दोष को फिलेट के उत्तल आकार तथा बडा साइज से पहचाना जाता है।



यांत्रिक दोष (Mechanical defects) : सोल्डर जोड़ के यांत्रिक दोष निम्ननिखित कारण होते हैः

- सोल्डर के ठंडा होते समय, जोड के भागो के हिलने से।

डा होते समय हिलने के कारण सोल्डर के क्रिस्टलीय संरचना को तीव्र विस्थापन हो जाता है। इसके परिणाम से जोड़ निर्बल होगा, जो बाद में टूट सकता है तथा परिपथ के उपयोग होते समय उच्च वैद्युत प्रतिरोध या आंतरिक दोष हो सकता है। जोड को ंडा होने के पूर्व हिलोने से, वह टूटने के साथ कोहरे की तरह दिखाई देगा।

- जोड पर ठंडा होते समय तनाव लगना।

जोड़ पर प्रतिबल, पुर्जो के सिरो में अपर्याप्त प्रतिबल निर्मुक्त बेण्ड़ के परिणाम से सामान्यतः होता है। प्रतिबल रहित जोड़, ताप में परिवर्तन के कारण उपयोग करते समय पूर्जो के प्रसार तथा सिकुडन के कारण सामान्यतः टूट जाते है।

सोल्डरन जोड को शीघ्रता से ठंडा करने के प्रयास से फूकने से अनेक अतिरिक्त शीतलन प्रतिबल उत्पन्न होगे।

जोड़, जिन्हे ठंडा करते समय बिगड गये हो, वे सामान्यतः कोहरे की तरह दिखाई देते है।

यह नियम कभी न भूले कि कि, जोड का गुण या विश्वसनीयता में संदेह हो, तो जोड़ का सोल्डर खोले तथा उसे पुनः सोल्डर करें।

प्रतिरोधक (Resistors) : ये इलेक्टानिक परिपथ में उपयोग होने वाले सबसे सामान्य निष्क्रिय (Passive) घटक है। प्रतिरोधक को ओह्म (प्रतिरोध) के विशिष्ट मान के साथ बनाया जाता है। परिपथ में प्रतिरोधक उपयोग करने का उद्देश्य या तो धारा को विशिष्ट मान तक सीमित करना या वांछित वोल्टता पतन (IR) उपलब्ध कराना है। प्रतिरोधक का शक्ति निर्धारण (rating) 0.1W से सैंकडो वॉट तक हो सकता है।

प्रतिरोधक चार प्रकार के होते हैंः

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक

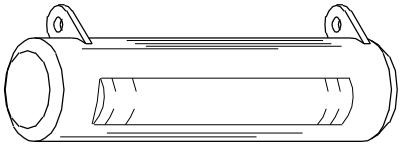
3 धातु फिल्म प्रतिरोधक

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक (Wire-wound resistors)

तार-कुंडलित प्रतिरोधको को सिरेमिक पोर्सलेन, बैकेलाइट, दबे पेपर इत्यादि जैसे रोधित कोर के चारो तरफ प्रतिरोध तार (नाइक्रोम नामक निकल-क्रोम मिश्रण) को कुंडलित कर उपयोग करते हुए बनाए जाते है। Fig 9 में इस प्रकार का प्रतिरोधक दर्शाया गया है। इकाई में उपयोग किया गया अन आवर्णित (bare) तार सामान्यतः विद्युतरोधी पदार्थ में परिबद्ध रहता है। तार-कुंडलित प्रतिरोधकत उच्च धारा के अनुप्रयोगो के लिए उपयोग किए जाते है। ये एक वॉट से 100 वाट या अधिक तक के वॉटता निर्धारण में मिलते है। प्रतिरोध 1 ओह्म से कम या अनेक हजार ओह्म तक हो सकते है। ये वहाँ पर भी उपयोग होते हैं, जहॉ परिशुद्व प्रतिरोध के मान की आवश्यकता है।

Fig 9



WIRE-WOUND FIXED RESISTOR

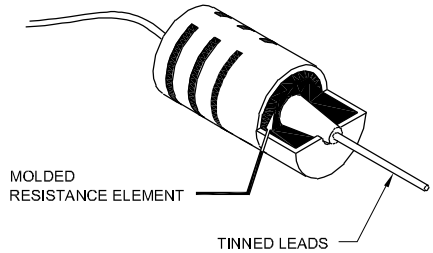
ELN411602D

एक प्रकार के तार-कुंडलित प्रतिरोधक को गलनीय प्रतिरोधक कहते हैं, जो पोर्सलेन के आवरण में परिबद्ध होते है। प्रतिरोध को ऐसे डिजाइन किया जाता है जिससे कि उसमें निश्चित सीमा से अधिक धारा प्रवाह हो तो परिपथ खुल जाये।

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक (Carbon composition resistors)

ये वांछित प्रतिरोध के मान के लिए आवश्यक अनुपात में सुक्ष्म कार्बन या बंधक के रूप में चूर्ण विद्युतरोधी सामग्री के साथ मिश्रित ग्रेफाइड से बनाए जाते है। कार्बन-प्रतिरोध घटको को परिपथ में सम्बंधन को सोल्डरन करने के लिए ताँबा के तार की कलईदार लीड के साथ धातु के आवरण (cap) के साथ स्थिर होते है। (Fig 10) में कार्बन संयोजन प्रतिरोधक की रचना दर्शायी गई है।

Fig 10



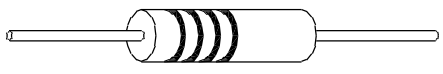
CARBON COMPOSITION RESISTOR

ELN411602A

कार्बन प्रतिरोधक 1 ohm से 22 Meghoms के मानों में तथा सामान्यतः 0.1, 0.125, 0.25, 0.5 तथा 2 वॉट के विभिन्न शक्ति निर्धार (Power rating) में मिलते है।

3 धातु फिल्म प्रतिरोधक (Metal film resistors) (Fig 11)

Fig 11



METAL FILM RESISTOR

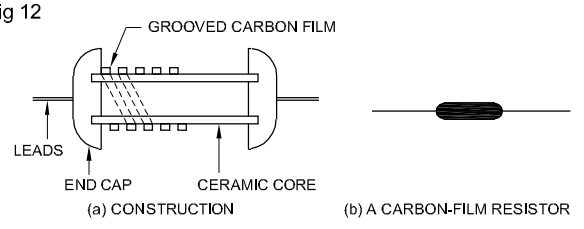
ELN411602B

धातु फिल्म प्रतिरोधक, दो प्रक्रमों से बनाये जाते हैं। मोटी फिल्म प्रतिरोधक, धातु मिश्र तथा चूर्ण काँच के साथ लेपित किए जाते है जो सिरेमिक आधार फैला कर पकाये जाते हैं।

पतले फिल्म के प्रतिरोधक को सिरेमिक आधार पर धातु के वाष्प को एकत्र कर के बनाया जाता है। धातु फिल्म प्रतिराधक 1 ohm से 10MΩ तक 1 W में मिलते हैं। धातु फिल्म प्रतिरोधक 120°C से 175°C तक कार्य कर सकते हैं।

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक (Carbon film resistors) (Fig 12)

Fig 12



CARBON – FILM RESISTOR

ELN411602C

इस प्रकार में, सिरेमिक आधार/ ट्यूब पर कार्बन की पतली परत को निक्षिप्त किया जाता है। पन्नी की लम्बाई को बढ़ाने के लिए पृष्क ऊपर विशिष्ट प्रक्रिया द्वारा एक सर्पिल खांचा काटा जाता है।

कार्बन फिल्म प्रतिरोधक 1 ohm से 10 meghom तथा 1W तक मिलते है, तथा 85°C से 155°C तक कार्य कर सकते है।

उपरोक्त सभी चार प्रकार के प्रतिरोधक को,यांत्रिक क्षति तथा जलवायु के प्रभाव के सापेक्ष उन्हे बचाव के लिये उन्हे कृत्रिम रेजिन से लेनित किये होते है, इसलिये उन्हे बाहर से देखते हुए प्रभेद करना कनि होता है।

प्रतिरोधकों का निर्दिष्टीकरण (Specification of resistors): प्रतिरोधकों को सामान्यतः चार महत्वपूर्ण प्राचलों (पैरामीटर) से निर्दिष्ट किया जाता है।

1 प्रतिरोधक का प्रकार

2 प्रतिरोधक का अभिहित मान ओह्म (या) किलो ओह्म (या) मैगओह्म में।

3 प्रतिशत में प्रतिरोधक मान की सह्य (टालरेंस) सीमा

4 घटकों की भारण क्षमता वॉटता में

उदाहरण

100 ± 10%, 1W जहाँ प्रतिरोध का अभिहित (nominal) मान 100Ω है।

प्रतिरोध का वास्तविक मान 90Ω से 110Ω के बीच तथा भारण क्षमता अधिकतम 1 वॉट हो सकती है।

प्रतिरोधकों को उनके कार्य के सापेक्ष में भी वर्गीकृत किया जा सकता है जैसे-

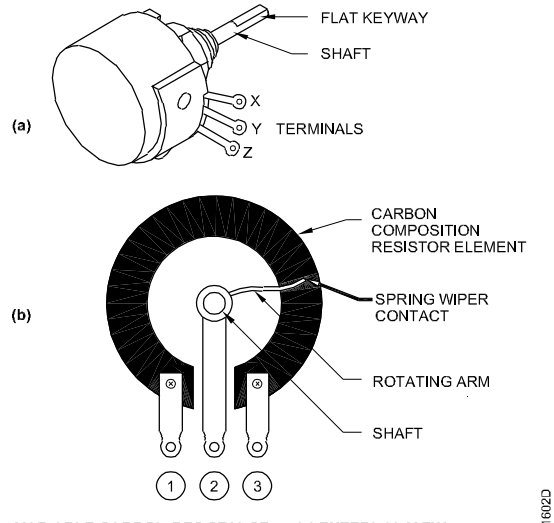
1 स्थिर प्रतिरोधक

2 परिवर्तीय प्रतिरोधक

स्थिर प्रतिरोधक (Fixed resistors): स्थिर प्रतिरोधक वे है जिसमें, प्रतिरोधक का अभिहित मान स्थिर होता है। इन प्रतिरोधकों में एक जोड़ा लीड़ की व्यवस्था रहती है। (Fig 10 से 12)

परिवर्तीय प्रतिरोधक (Variable resistors) (Fig 13): परिवर्तीय प्रतिरोधक वे है, जिनके मान को परिवर्तित किया जा सकता है। परिवर्ती प्रतिरोधक में वे घटक सम्मिलित होते है जिनमें सर्पी सम्पर्क की सहायता से प्रतिरोध मान को विभिन्न स्तरों पर सेट किया जा सकता है। इन्हें विभवमापी प्रतिरोधक या सरल रूप से विभवमापी कहते है।

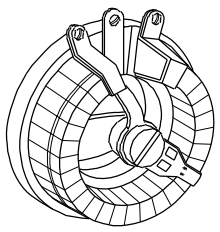
Fig 13



VARIABLE CARBON-RESISTANCE (a) EXTERNAL VIEW
(b) INTERNAL VIEW OF CIRCULAR RESISTANCE ELEMENT

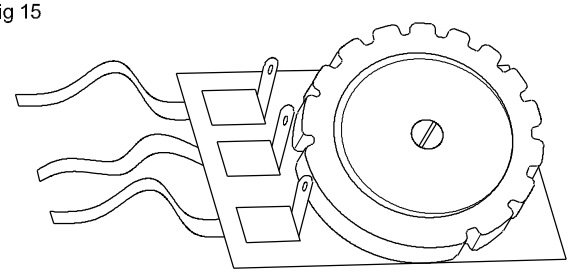
इनमें (Fig 13) तथा 14 में दर्शाये गये अनुसार, इनमें 3 टर्मिनल लगाए जाते है। ये कार्बन ट्रैक्स (Fig 13) तथा तार कुंडलित (Fig 14) प्रकार में मिलते है। कतरनी (Timmer) विभवमापी या प्रतिरोधकों को एक छोटे पेंचकस की सहायता से समायोजित किया जा सकता हैं। (Fig 15)

Fig 14



WIRE-WOUND VARIABLE RESISTOR

Fig 15



TRIMMER RESISTOR

प्रतिरोध ताप, वोल्टता और प्रकाश पर निर्भर करता है (Resistance depends upon temperature, voltage light): विशेष प्रतिरोधक भी बनाए जाते है, जिनका प्रतिरोध ताप, वोल्टता तथा प्रकाश के साथ परिवर्तनीय होता है।

PTC प्रतिरोधक (ताप वर्धक प्ररिोध) (Sensistors): क्योकि विभिन्न पदार्थो का विभिन्न क्रिस्टलीय संरचना होती है, इसलिए प्रतिरोध की दर जिस से वह ताप के साथ बढ़ता है, वह विभिन्न पदार्थो में परिवर्तनीय होता हैं। PTC प्रतिरोधक (धनात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध रेखीय रूप से बढ़ता है। उदाहरण के लिए PTC का प्रतिरोध कमरे के ताप पर 100Ω के अभिहित (nominal) मान का हो सकता हैं। जब ताप माना 10°C बढ़ता है तो वह 150 Ω तक बढ सकता है, तथा ताप को और आगे 10°C बढ़ाने पर वह 500Ω तक बढ़ सकता हैं।

NTC रजिस्टर (तापी प्रतिरोधक) (Thermistors): NTC प्रतिरोधक (ऋणात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) की स्थिति में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध का मान रेखीय रूप से घटता है। उदाहरण के लिए NTC प्रतिरोधक, जिनका कमरे के ताप पर प्रतिरोधक का साधारण मान 500 Ω है, वे ताप के 10 °C बढने पर 400Ω घट सकते है तथा, और आगे 150 Ω तक घट सकते है, जब ताप को पुनः 10 °C बढ़ाया जायें।

PTC तथा NTC प्रतिरोधक विशिष्ट ताप पर स्विचन प्रचालन का कार्य कर सकते है। ये मापने तथा ताप प्रतिकारित (compensators) के लिये भी उपयोग होते है।

VDR (वैरिरस्टर/चर रोधक) (Varistors): VDR (Voltage Depended Resistor) प्रतिरोध, वोल्टता बढ़ने पर रेखीय रूप से कम होते हैं, उदाहरण के लिए एक VDR का 10V पर 100 Ω प्रतिरोध हो सकता हैं तथा वह 5V बढ़ने पर वह 90 Ω तक कम हो सकता है। वोल्टता को 5V पुनः बढाने पर प्रतिरोध 50 Ω तक कम हो सकता है। VDR का उपयोग वोल्टता स्थिरीकरण, आर्क शमन (क्विंचिंग) तथा अति वोल्टता रक्षण में उपयोग किया जाता है।

प्रकाश आश्रित प्रतिरोधक (Light Dependent Resistor) (LDR): LDR को प्रकाश चालक भी कहते हैं। LDR में प्रदीप्ति की तीव्रता बढ़ने के साथ प्रतिरोध कम होता है। घटना का वर्णन, इस तरह से किया जाता है, कि प्रकाश उर्जा, प्रतिरोधक के पदार्थ में से कुछ इलेक्ट्रोन मुक्त करता है जो फिर अतिरिक्त संवाही इलेक्ट्रोन की तरह मिलते हैं। LDR का प्रकाश को संवेद करने के लिए खुली सतह हो सकती है। ये रिले (relays) के कार्य करने में प्रकाश के अवरोध लिये उपयोग किये जाते हैं। ये प्रकाश की तीव्रता को मापने के लिए भी उपयोग किये जाते हैं।

प्रतिरोधको के लिए चिन्हांकन कोड (Marking codes for resistors)

व्यापारिक रूप से प्रतिरोधों का मान तथा सहिष्णुता (टालरेंस) का मान, रंगों के कोड या अक्षर तथा अंककीय कोड से प्रतिरोधकों पर अंकित रहता है।

रंग कोड किये हुए प्रतिरोधकों के प्रतिरोध तथा सहिष्णुता (टालरेंस) **का मान।**

मान को संकेत करने के लिए रंगों के कोड को दो सार्थक अंको तथा टालरेंस को IS 8186 के अनुसार टेबल में दिये गए है।

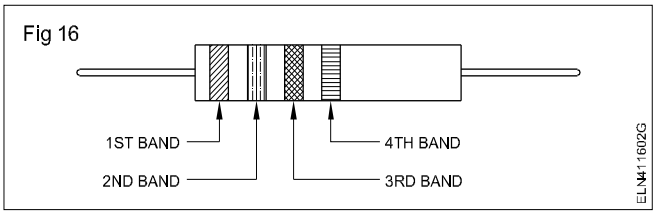
टेबल -1

रंगों के संगत की साथर्कता अंकों तथा टालरेंस का मान

रंग	प्रथम बैण्ड/ डाट	द्वितीय बैण्ड/डाट	तृतीय बैण्ड/डाट	चतुर्थ बैण्ड/ डाट
	प्रथम अंक	द्वितीय अंक	गुणक	सहिष्णुता
Silver (रजत)	–	–	10^{-2}	± 10 %
Gold (स्वर्ण)	–	–	10^{-1}	± 5 %
Black (काला)	–	0	1	–
Brown(भूरा)	1	1	10	± 1 %
Red (लाल)	2	2	10^2	± 2 %
Orange (नारंगी)	3	3	10^3	–
Yellow (पीला)	4	4	10^4	–
Green (हरा)	5	5	10^5	–
Blue (नीला)	6	6	10^6	–
Violent (बेगंनी)	7	7	10^7	–
Grey (धूसर)	8	8	10^8	–
White (सफेद)	9	9	10^9	–
None (कोइ नहीं)	–	–	–	± 20 %

दो सार्थक अंक तथा टालरेंस रंग कोड प्रतिरोधकों में (Fig 16) में दर्शाये गए अनुसार काय (बॉडी) पर रंगों का लेपन किये हुए 4 बेण्ड होते है।

प्रथम बेण्ड प्रतिरोधक घटक के एक सिरे के निकट हो सकता है। द्वितीय, तृतीय एवं चतुर्थ रंगो के बेण्ड (Fig 16) में दर्शाये गऐ है।



प्रथम दो रंगो के बेण्ड, प्रतिरोध के आंकिक मान में प्रथम दो अंको को संकेत करते है। तीसरा रंग, बेण्ड गुणक को संकेत करता है। वास्तविक प्रतिरोध मान को ज्ञात करने के लिए प्रथम दो अंको को गुणक से गुणा किया जाता है। रंगो का चौथा बेण्ड टालरेंस को प्रतिशत में संकेत करता है।

***उदाहरण* (Example)**

प्रतिरोध का मान (Resistance value) : यदि प्रतिरोधक में रंगो का बेण्ड, इस क्रम में हो तो लाल, हरा, नारंगी तथा स्वर्ण हो तो प्रतिरोधक का मान 27,1000 ohms हैं, + 5% सहिष्णुता (टालरेंस) के साथ

प्रथम रंग	द्वितीय रंग	तृतीय रंग	चतुर्थ रंग
लाल	बेंगनी	नारंगी	स्वर्ण
2	7	1000(10^3)	± 5%

टालरेंस (सहिष्णुता) **का मान (Tolerance value)**: चौथा बैण्ड (टालरेंस), प्रतिरोध के परास को संकेत करता है, जो उसका वास्तविक मान है। उपरोक्त उदाहरण में टालरेंस (छूट) ± 5% है। 27000 का ±5% 1350 ohms है। इसलिए प्रतिरोधक का मान 25650 ohms तथा 28350 ohms के बीच किसी भी मान का होगा। सहिष्णुता (टालरेंस) के निम्न मान के प्रतिरोधक (सूक्ष्म) साधारण मान के प्रतिरोधकों से मँहगे होते हैं।

दस ohms से कम के लिए, तीसरा बेण्ड या तो सोने का या चांदी के रंग का होगा।

रंग निम्न है।

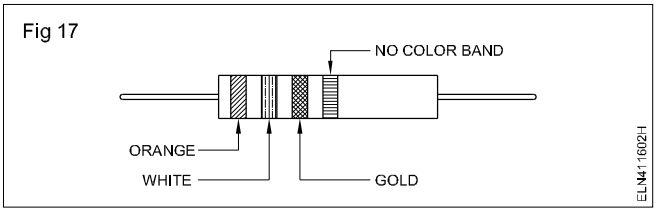
सोना - 10^{-1} = 1/10 = 0.1

रजत - 10^{-2} = 1/100 = 0.01

उदाहरण (Fig 17 देखें)

प्रथम बेण्ड का रंग	द्वितीय बेण्ड का रंग	तृतीय बेण्ड का रंग
नारंगी	सफेद	स्वर्ण
3	9	1/10

अतः प्रतिरोधक का मान 39/10 या 3.9 ohms है।



अधिक मान के प्रतिरोधों को किलो ओह्म तथा मेगा ओह्म में व्यक्त किया जाता है। अक्षर 'k' किलो तथा M मेगा को व्यकत करता है। एक किलो 1000(10^3) तथा एक मेगा 1000000(10^6) के बराबर होता है। प्रतिरोध के मान को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है।

1000 ohms	=	1k
1800 ohms	=	1k 8
100 ohms	=	0.1k
10000 ohms	=	0.1 M
1500000 ohms	=	1 M 5.

प्रतिरोधको के लिये अधिमानित मान (Preferred values for resistors):

एक ohms से मिलीयन ohms तक के सभी मान के प्रतिरोधकों के निर्माण करना संभव नही है। इसलिये केवल वरीयता मान के प्रतिरोधको के सेट को ही सामान्यतः बनाया जाता है। निर्माण के प्रक्रम में भी, जिसमें प्रतिदिन हजारों प्रतिरोधक बनते है, यह संभव नही है कि हर सामान्य प्रतिरोधक को सटीक मान के लिये समायोजित किया जा सकें। शब्द सहिष्णुता (टालरेंस), प्रतिरोधक के प्रतिरोध मान में स्वीकार्य विचलन को व्यक्त करता है। सामान्य प्रतिरोधक के लिए सामान्यतः निर्दिष्ट टालरेंस ±5%, ±10% तथा ±20% हैं। यथार्थ प्रतिरोधको का चयन किया गया सहिष्णुता (टालरेंस) ±0.1% के निकट तक हो सकता है। प्रत्येक सहिष्णुता के परास में वरीयता मान के सेट उपलब्ध है। टेबल 2 को देखें।

टेबल -2

सामान्य सहिष्णुतावाले प्रतिरोधको के लिये मान की वरीयता श्रेणी

E24 श्रेणी टालरेंस ± 5 प्रतिशत	E12 श्रेणी टालरेंस ±10 प्रतिशत	E6 श्रेणी टालरेंस ±20 प्रतिशत
1.0	1.0	1.0
1.1	–	–
1.2	1.2	–
1.3	–	–
1.5	1.5	1.5
1.6	–	–
1.8	1.8	–
2.0	–	–
2.2	2.2	2.2
2.4	–	–
2.7	2.7	–
3.0	–	–
3.3	3.3	3.3
3.6	–	–
3.9	3.9	–
4.3	–	–
4.7	4.7	4.7
5.1	–	–
5.6	5.6	–
6.2	–	–
6.8	6.8	6.8
7.5	–	–
8.2	8.2	–
9.1	–	–

प्रतिरोध मान के लिये अक्षर तथा अंककीय संख्या कोड (Letter and digit code for resistance value): कोडिंग को इस प्रणाली में अक्षर तथा संख्या का उपयोग किया जाता है। सामान्यतः तीन या चार या पांच लक्षणों का उपयोग किया जाता है, जिसमें

1 दो अंक तथा अक्षर

2 तीन अंक तथा अक्षर

3 चार अंक तथा अक्षर

उपयोग होते है, जैसी स्थिति हो।

अक्षर R.K. तथा M. को, ohms में व्यक्त प्रतिरोध के मान के गुणक के लिये उपयोग जा सकता है। R = (10°) = 1, k = 10^3 = 1000, M = 10^6 = 1000000.

उदाहरण के लिये (Fig 18)

0.1Ω को R 10 की तरह कोड किया जाता हैं, तथा 1200 Ω या 1.2 k Ω को 1.2 kΩ की तरह कोड किया जाता है। इसी तरह से 1500000Ω या 1.5MΩ को 1M5 की तरह कोड किया जाता है। प्रतिशत में सामंजस्यपूर्ण टालरेंस के लिये प्रतिरोध के टालरेंस को संकेत करने के लिये निम्नलिखित अक्षर उपयोग किये जा सकते है। ±5%=J, ±10%=K, ±20%=M

उदाहरण के लिये (Fig 3 देखें)

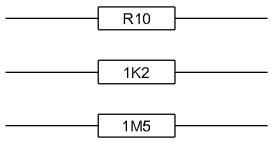
1 1.5 Ω ± 10 % 1 W को K 1R51W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

2 330 Ω ± 20 % 0.5W को M 330R0.5W की तरह को अक्षर से कोड किया जाता है।

3 2.7 K Ω ±5 % 2W को J2K72W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

4 1MΩ ± 20 % 1W को M 1M1W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

Fig 18



LETTER CODING OF RESISTORS

ELN411602I

सेमिकन्डक्टर सिद्धांत-सक्रिय एवं निष्क्रिय घटक (Semiconductor theory-Active and passive components)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **परमाणु, अर्द्धचालक, विद्युतरोधी तथा परमाणु संरचना स्पष्ट करना**
- **N प्रकार के आन्तरिक तथा बाह्य अर्धचालक, तथा P प्रकार के अर्धचालक PN जन्कशन, डेप्लिशन क्षेत्र के प्रकार्य बताना**
- **अर्धचालक पदार्थ - की परमाणु संरचना का वर्णन करना**
- **सक्रिय एवं निष्क्रिय तत्वों एवं प्रयुक्त चिह्नों को स्पष्ट करना ।**

परमाणु (Atom)

घटक की सबसे छोटी मूल इकाई जो स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रहने योग्य है, वह परमाणु हैं। किसी भी घटक के परमाणु में एक केन्द्रीय कोर होता है जिसे नाभिक (Nucleus) कहते हैं। अनेक छोटे कण जिन्हे इलेक्ट्रॉन कहते है, केन्द्रीय कोर के चारो तरफ घूमते हैं। नाभिक में प्रोटान तथा न्यूटान होते है। नाभिक में प्रोटान का धनात्मक विद्युत आवेश होता है। परमाणू में इलेक्ट्रान में ऋणात्मक विद्युत आवेश होता है।

सामान्य अवस्था में, परमाणु विद्युत रूप से उदासीन होता है, अर्थात नाभिक में इलेक्ट्रान की संख्या, प्रोटान के बराबर होती है। पदार्थ (शैस) की स्थिरता के लिए, परमाणु की संयोजकता (बाहरी) शैल (shell) में पूरा होने के लिए उसे या तो 8 या अधिक इलैक्ट्रान होने चाहिये। उपरोक्त स्थिरता परमाणु तथा अणु को एक साथ शैस अवस्था में रखता है।

ठोस में अणु तथा परमाणु के बीच तीन महत्वपूर्ण प्रकार के बन्धन होते है। ये निम्न है (i) आयनिक (ii) असंयोजक तथा (iii) धात्विक बन्धन।

विभिन्न बंधन के अंतर्गत ठोस के उदाहरण निम्न है,

i आयनिक बन्धन : सोडियम क्लोराइड

ii असंयोजक बन्धन : सिलिकॉन तथा जर्मेनियम

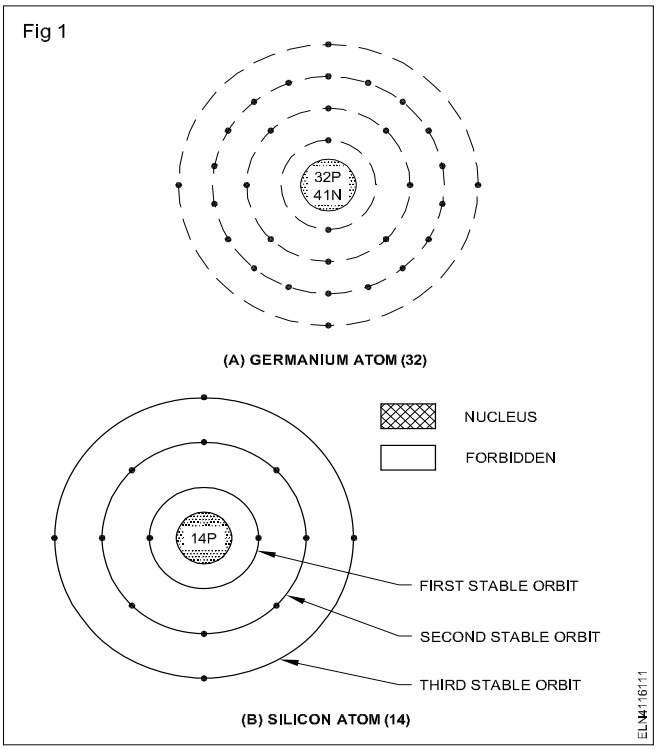
iii धात्विक बन्धन : तॉबे जैसी धातु

चालक, विद्युतरोधी (कुचालक) तथा अर्धचालक के बीच अन्तर (Difference between conductors insulators & semi conductors) : हम चालक तथा कुचालक पदार्थो से परिचित है। चालक पदार्थ, विद्युत के अच्छे चालक होते है। कुचालक पदार्थ, वैद्युत के कुसंवाहक होते हैं। पदार्थे की एक अन्य श्रेणी भी होती है, जिसे अर्ध चालक कहते है। जैसे जर्मेनियम तथा सिलिकान। ये न तो अच्छे चालक तथा न ही अच्छे कुचालक है। कुचालक पर संयोजी इलेक्ट्रांस सदैव मुक्त होते है। कुचालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन सदैव बन्धन में होते है, जबकि अर्ध चालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन, सामान्यतः बंधे होते है। लेकिन कम मात्रा में ऊर्जा देनें पर मुक्त हो सकते है। अर्ध चालक पदार्थ के उपयोग से अनेक इलेक्ट्रॉनकीय उपकरण बनाये जा रहे है।

अर्धचालक - परमाणु संरचना (Semi-conductors - Atomic structure) : जर्मेनियम (Ge) तथा सिलिकॉन (Si) अर्ध चालक के उदाहरण है। Fig 1a में जर्मेनियम का परमाणु दर्शाया गया है। केन्द्र में 32 प्रोट्रॉन के साथ नाभिक होता है। घूमने वाले इलेक्ट्रॉन स्वयं को विभिन्न कक्षों में विभाजित होते है। प्रथम कक्ष (orbit), द्वितीय कक्ष में 8 अ-इलेक्ट्रॉन तथा तीसरे कक्ष में 18 इलेक्ट्रॉन होते है। चौथा कक्ष बाहरी या संयोजी कक्ष होता है, जिसमें 4 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

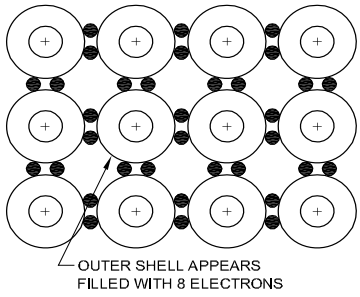
Fig 1b में सिलिकॉन परमाणु दर्शाया गया है। इसके नाभी में 14 प्रोटान तथा कक्ष में 14 इलेक्टान होते है। प्रथम कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन तथा दूसरे कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन होते है। शेष 4 इलेक्ट्रॉन, बाहरी या संयोजी कक्ष में होते है।

Fig 1



अर्धचालक पदार्थो में परमाणु क्रमिक प्रकार में व्यवस्थित रहते है, जिसे क्रिस्टल लेटिस संरचना कहते है। यदि शुद्व सिलिकॉन क्रिस्टल को परीक्षण किया जाये तो, हम यह देखेगे कि परमाणु के बाहरी (संयोजी) कक्ष में 4 इलेक्ट्रॉन (Fig 2) में दर्शाये गये अनुसार निकटवर्ती परमाणु से बंट गये है।

Fig 2



CRYSTAL LATTICE STRUCTURE OF SILICON ATOMS

ELN4116112

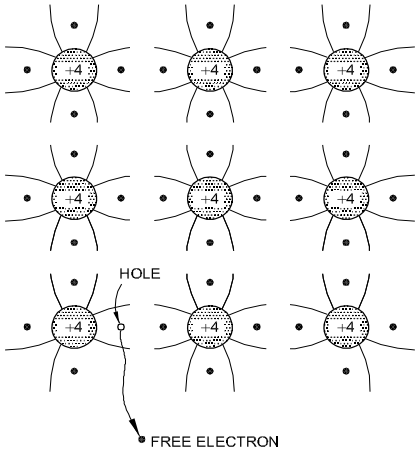
संयोजी इलेक्ट्रॉन को बांटने वाले परमाणू के संघ (जोड़) को **अंसयोजक बन्ध** (covalent bond) कहते है। इसका अर्थ यह है कि संयोजी इलेक्ट्रॉन, दो संगत परमाणुओं में बंटे हुए हैं। प्रत्येक परमाणु के बाहरी शैल के पूर्ण आ इलेक्ट्रॉन दिखाई देते हैं।

अर्ध कुचालक के प्रकार (Types of semi-conductors) : शुद्व अर्धचालक को नैज अर्धचालक (Intrinsic semiconductor) कहते है। उदाहरण के लिए, सिलिकान क्रिस्टल नैज अर्धचालक है क्योंकि क्रिस्टल में प्रत्येक परमाणु, सिलिकान परमाणु है। अर्धचालक में चालकता (Conductivity) को बढ़ाने की एक विधि अपमिश्रण (Doping) या मादन से है।

इसका अर्थ हैं कि नैज अर्ध चालक में अशुद्व परमाणुओ को मिलाना है। मादन अर्धचालक को बाह्य अर्ध चालक कहते है।

कमरे के ताप (300K) पर अवशिष्ट ऊष्मा, नैज अर्द्धचालक के संयोजी इलेक्ट्रान को, असंयोजक बन्ध से अलग करने के लिए पर्याप्त है तथा फिर असंयोजक बन्ध टूट जायगा तथा इलेक्ट्रॉन, क्रिस्टल में चलने के लिए मुक्त इलेक्ट्रॉन बन जायेगा। इसे (Fig 3) में दर्शाया गया है। जब एक इलेक्ट्रॉन, अंसयोजक बन्ध को तोड़ता है तथा अलग हो जाता है तो, टूटे हुए असंयोजक बन्धन में रिक्ति उत्पन्न होगी। इस रिक्ति को 'कोटर' (Hole) कहते है। कोटर में धनात्मक आवेश होता है। जब मुक्त इलेक्ट्रॉन निकलता है तो, कोटर उत्पन्न होता है।

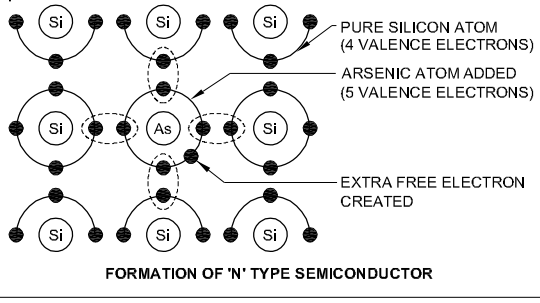
Fig 3



ELN4116113

N - प्रकार के अर्धचालक (N - type semiconductor) : अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन वाले अर्ध चालक को N-प्रकार कहते है। अतिरिक्त मुक्त इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए, अर्ध चालक पदार्थ के साथ मादन (डोपड़) घटक आर्सेनिक या एंटिमनि या फॉसफोरस है। इन प्रत्येक परमाणु में उसके बाहरी कक्ष में पांच इलेक्ट्रॉ होते है। (Fig 4)

Fig 4



FORMATION OF 'N' TYPE SEMICONDUCTOR

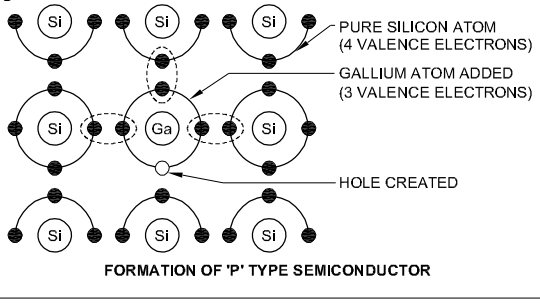
ELN4116114

चूँकि इन परमाणुओ के बाहरी कक्ष में आ इलेक्ट्रॉन रह सकता है इसलिए आर्सेनिक परमाणु में पांचवे इलेक्ट्रॉन को उसमे जाने के लिए कोई कोटर (होल) उपलब्ध नही है। यह इसलिए एक मुक्त इलेक्ट्रॉन बन जाता है। ऐसे मुक्त इलेक्ट्रॉनो की संख्या, क्रिस्टल में मिलाई गई आर्सेनिक की मात्रा से नियंत्रण होता है।

N - प्रकार में मुक्त इलेक्ट्रानो को बहुसंख्यक वाहक कहते है, तथा छिद्रो को अल्पसंख्यक वाहक कहते है।

P- प्रकार के अर्धचालक (P-type semiconductor) : अधिक कोटर प्राप्त करने के लिए शुद्ध सिलिकॉन क्रिस्टल को एल्युमिनियम या बोरान या गैलिनियम जैसे घटको के साथ मादन किया जाता हैं। इन घटको में से प्रत्यके के परमाणू में उनके बाहरी कक्ष में केवल तीन इलेक्ट्रान होते हैं। शुद्ध सिलिकॉन क्रिस्टल में गैलेनियम को मिलाने से दो घटको के परमाणु, सात इलेक्ट्रान बांट लेते हैं। (Fig 5) आवें इलेक्ट्रान के स्थान पर कोटर उत्पन्न हो जाता हैं। अब कोटर की संख्या, मुक्त इलेक्ट्रान की संख्या से बढ़ जाती है तो पदार्थ, 'P' प्रकार का पदार्थ बन जाता हैं। P - प्रकार में कोटर, बहुसंख्यक वाहक होते हैं, तथा मुक्त इलेक्ट्रॉन अल्प संख्यक वाहक होते हैं।

Fig 5



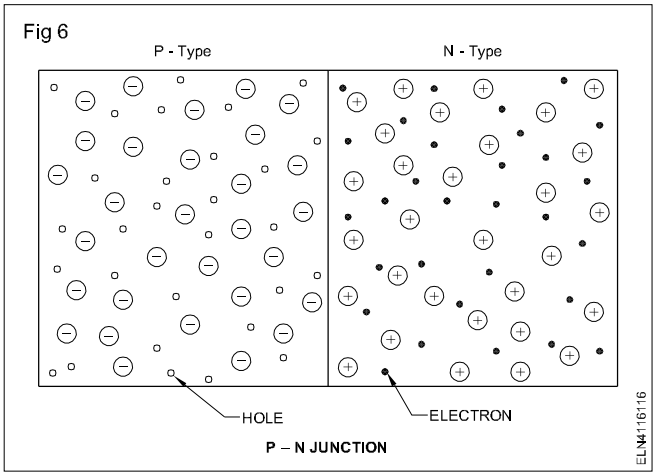
FORMATION OF 'P' TYPE SEMICONDUCTOR

ELN4116115

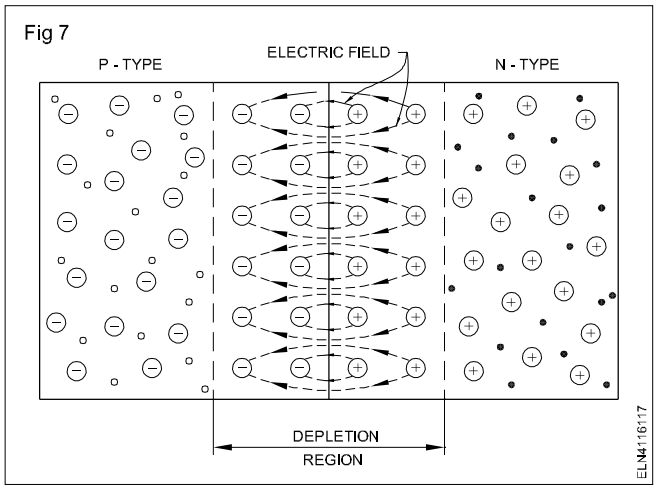
PN संधि (PN Junction) : P तथा N प्रकार के पदार्थो को मिलाने से P-N संधि बनती है। सतह जहॉ पर ये मिलते है, उन्हे P-N संधि कहते है। P-N संधि को (Fig 6) में दर्शाया गया है।

N- क्षेत्र में मुक्त इलेक्ट्रान, P - क्षेत्र में संधि के मध्य विसरण करते है। मुक्त इलेक्ट्रान ऊर्जा खो देते हैं, तथा P – क्षेत्र में कोटर के साथ पुनः जुड़ जाते हैं। यह समिश्रण मुक्त इलेक्ट्रान तथा कोटर का विलोपन करता है। जब N- क्षेत्र से चलित इलेक्ट्रान, तथा संधि के मध्य विसरण करते है, तो यह परमाणु को धनात्मक आयन बना देता है। धनात्मक आयन, N- क्षेत्र

में ऋणात्मक आवेश से संतुलित नही होते है। पुनः संयोजन से P – क्षेत्र में कोटर विलोपित होता हैं। कोटर तथा उसका धनावेश को विलोपन, पर P – क्षेत्र में परमाणु को ऋणात्मक आयन बनाता है।



क्रिस्टल की संरचना में आयन स्थिर होते है तथा चल नही सकते हैं। अतः संधि के दो साइडो पर स्थिर आवेश की परत की जाती है। इसे (Fig 7) में दर्शाया गया है।



N - साइड पर धनावेश की परत तथा संधि के P - साइड पर ऋणात्मक रूप से आवेशित आयन होते है। विपरीत आवेशित आयनो के बीच संधि के मध्य वैद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इसे संधि क्षेत्र कहते है। संधि क्षेत्र को 'रोधिका' (Barrior) भी कहते है। रोधिका के दो साइडों के बीच की दूरी को रोधिका की 'चौडाई' कहते है।

अवक्षय क्षेत्र (Depletion region): संधि के सामीपता में वाहक, संधि को बनाने में सम्मिलित होते है। एक बार संधि क्षेत्र स्थापित हो जायें, तो कोई भी वाहक, संधि में चल नही सकता है। अतः संधि क्षेत्र को 'अवक्षय क्षेत्र' या 'स्थान आवेश क्षेत्र' कहते हैं। इस परत को अवक्षय क्षेत्र या अवक्षय परत इसलिये कहते हैं क्योकि इसमें न ही मुक्त इलेक्ट्रान न ही कोटर उपस्थित होते है। यह अवक्षय क्षेत्र, N- पदार्थ से P- पदार्थ को और आगे इलेक्ट्रान को चलने से रोकता है, तथा इस तरह से संतुलन प्राप्त होता हैं। क्षेत्र की तीव्रता को रोधिका की ऊंचाई या विभव संधि पर धनात्मक तथा ऋणात्मक आयन पर उत्पन्न आंतरिक वोल्टता को रोधिका विभव कहते है। यदि और इलेक्ट्रांस को N- साइड से P- साइड जाना हो तो उन्हेइस रोधिका विभव को पार करना होगा। इसका अर्थ यह है, कि केवल तभी जब N- साइड के इलेक्ट्रान्स को राधिका विभव पार करने के लिए ऊर्जा की आपूर्ति की जायगी, तो वे तभी P- साइड पर जा सकेंगे।

रोधिका को पार करने के लिए सिलिकन को 0.7V तथा जरमेनियम डायोड को 0.3V के विभान्तर की आवश्यकता होती हैं। सिलिकन के लिए रोधिका विभव अधिक होता है क्योकि उसका कम परमाणु क्रमांक, असंयोजक बंध में अधिक स्थिरता देता है। रोधिका विभव उच्च ताप पर घटना है।

पुरानी पद्धति (Old system) : कुछ पूर्व के अर्धचालक डायोडों तथा ट्रांजिस्टरों में, एक, दो या तीन अंक के समूह से अनुपालित करते हुए, दो या तीन अक्षर में टाइप नम्बर होते थे। प्रथम अक्षर सदैव 'O' होता है, जो अर्धचालक उपकरण को संकेत करता है।

द्वितीय (तथा तृतीय) अक्षर, उपकरण के सामान्य वर्ग को संकेत करता है।

A - डायोड दिष्टकारी
AP - फोटो डयोड,
AZ - वोल्टता नियामक डायोड
C - ट्रांजिस्टर
CP - फोटोट्रांजिस्टर

क्रम संख्या में अंको का समूह, विशिष्ट डिजाइन या विकास को संकेत करता है।

वर्तमान पद्धति (Present system) : इस पद्धति में दो अक्षरो के बाद एक क्रम संख्या लिखी होती है। उपकरण के मुख्य अनुप्रयोग पर निर्भर करते हुए क्रम संख्या में एक अक्षर तथा दो अंक के तीन संख्यायें होती है।

प्रथम अक्षर उपयोग किये गए अर्धचालक पदार्थ को संकेत करता है।

A जर्मेनियम

B सिलिक्नन

C योगिक पदार्थ जैसे गेलियम आरसेनाइड

R योगिक पदार्थ जैसे केडमियम सल्फाईड

द्वितीय अक्षर, उपकरण के सामान्य कार्य को संकेत करता है।

A पता लगाने के डायोड, उच्च गति के डायोड, मिक्सर डायोड

B विभिन्न धारितीय डायोड

C I.F. अनुप्रयोगो के लिए डायोड (शक्ति प्रकार के नही)

D A.F. अनुप्रयोगो के लिए शक्ति ट्रांजिस्टर (शक्ति प्रकार के नही)

E टनल (tunnel) डयोड

F A.F. अनुप्रयोगो के लिए ट्रांजिस्टर (शक्ति प्रकार के नही)

G असमान उपकरणो का गुणक, विविध उपकरण

L A.F. अनुप्रयोगो के लिए शक्ति ट्रांजिस्टर

N फोटो-कपलर (युग्मन)

P फोटो-डायोड, फोटो-ट्रांजिस्टर, फोटो-चालक सेल या रेडियेशन डिटेक्टर (विकिरण ज्ञात करने का डायोड) जैसे विकिरण संवेदनशील युक्तियाँ

Q प्रकाश विसर्जित करने वाले डायोड जैसे विकिरण जनित्र उपकरण

R विशिष्ट विभंग लक्षण वाले नियंत्रक तथा स्विचन उपकरण (उदाहरण थाइरेस्टर) शक्ति प्रकार के नहीं

S स्विच अनुप्रयोगो वाले ट्रांजिस्टर (शक्ति ट्रांजिस्टर के नहीं)

T विशिष्ट विभंग लक्षण (शक्ति प्रकार के नही) वाले नियंत्रक तथा स्विचन शक्ति युक्तियाँ (उदाहरण थाइरेस्टर)

U स्विचन अनुप्रयोगों के लिये शक्ति ट्रांजिस्टर

X गुणक डायोड जैसे वैरेक्टर (Varactor) या सोपान पुनरानयन डायोड (step recovery diode)

Y दिष्टकारी डायोड, वर्धक डायोड, दक्षता डायोड़

Z वोल्टता संदर्भ या वोल्टता नियामक डायोड, क्षणिक निरोधी डायोड़

प्रकार संख्या का शेष, विशिष्ट डिजाइन या विकास को संकेत करते हुए, क्रमांक संख्या होती है, तथा निम्नलिखित दो समूहो में से एक होती हैं।

a युक्तिाँ जो मुख्यतः उपभोक्ता के अनुप्रयोगो में उपयोग के लिए बने है (रेडियो तथा टेलीविजन ग्राही, श्रव्य प्रवर्धक, टैप रिकार्डर, घरेलू अनुप्रयोग इत्यादी)। **क्रमांक संख्या** में तीन अंक होते हैं।

b युक्तिाँ जो मुख्यतः (a) के अतिरिक्त अनुप्रयोगो के लिए बने है। उदाहरण- औद्योगिक, व्यावसायिक तथा प्रेषण के उपकरण

सीरियल क्रमांक में एक अक्षर (Z, Y, X, W इत्यादि) के बाद दो संख्याऐं होती है।

अंर्तराष्टीय पद्धति में चार संख्यायें से अनुपालित करती हुई अक्षर 1N, 2N, 3N इत्यादि होते है।

1N एक संधि का संकेत करता है।

2N एक संधि का संकेत करता है।

3N एक संधि का संकेत करता है।

नम्बर, अंतराष्ट्रीय रूप से सहमत निर्माताआ के कोड को संकते करता है। उदाहरण 1N 4007, 2N3055, 3N2000

पुनः, निर्माता, अर्धचालक युक्तियों के लिए अपने स्वयं के कोड नम्बर का उपयोग करते है। जापान में निर्माता 2SA, 2SB, 2SC, 2SD इत्यादि के बाद, नम्बर के समूह का उपयोग करते है। उदाहरण के लिए 2SC,1061, 2SA 934, 2SB 77. भारतीय निर्माताओ के भी उनके स्वयं के कोड नम्बर होते हैं।

Passive and active electronic components

परिचय (Introduction) : इलेक्ट्रानिकी परिपथों में उपयोग किये जोने वाले पुर्जो का दो शीर्षको में मुख्य रूप से समूहन किया जा सकता है।

– निष्क्रिय पुर्जे (passive components)

– सक्रिय पुर्जे (active components)

निष्क्रिय घटक (पुर्जे) **(Passive components) :** इलेक्ट्रानिकी परिपथों में उपयोग होने वाले घटको जैसे प्रतिरोधक संधारित्र तथा प्रेरित्र को निष्क्रिय पुर्जे कहते है। ये पुर्जे स्वयं वैद्युत के संकेत (सिग्नल) को प्रवर्धन या प्रक्रमण करने के अयोग्य होते है। फिर भी ये पुर्जे इलेक्ट्रनकीय परिपथ में सक्रिय पुर्जो की अपेक्षा समान रूप से महत्व पूर्ण होते है। निष्क्रिय पुर्जो की सहायता के बिना ट्रांजिस्टर सक्रिय पुर्जे विद्युत सिग्नल को प्रवर्धन नहीं कर सकेगा।

निष्क्रिय पुर्जो से बने परिपथ, ओह्म का नियम, किरचॉफ का नियम जैसे विद्युत परिपथों के नियमों का पालन करते हैं।

प्रतिरोधक (Resistors) : वे पुर्जे जिनका प्रायोजन, परिपथ में प्रतिरोध लाना है, वे प्रतिरोधक कहलाते हैं। प्रतिरोधको का अन्य विवरण पिछले पाठों में किया जा चुका है।

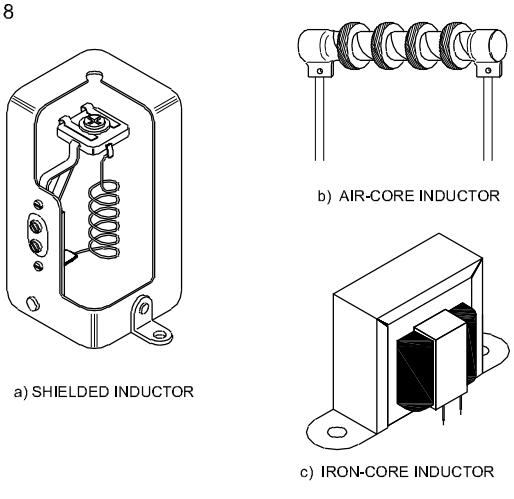
संधारित्र (Capacitor) : वे पुर्जें जिनका प्रायोजन परिपथ में धारिता को लाना है, वे संधारित्र कहलाते है। धारितीय की इकाई फैरड है। व्यापारिक संधारित्र माइको फैरड (μF), नैनो फैरड (nf) तथा पिको फैरड (pf) में मिलते हैं।

संधारित्र तथा प्रतिरोधको के रंगों की कोडिंग, समान होती है जबकि स्थिर संधारित्र की स्थिति में रंग कोड की इकाई पिको फैरड होती है।

संधारित्र की स्थिति में अक्षर की कोडिंग के लिए अक्षर 'p' 'n' 'μ' को गुणक के जैसे उपयोग होते है, जहॉ $P = 10^{-12}$, $n = 10^{-9}$ तथा $\mu = 10^{-6}$ फैरड होता है तथा संधारित्र पर अक्षर कोड के लिए टालरेस (सहिष्णुता) प्रतिरोधक के समान ही है।

इन्डेक्टर (Inductor) : इन्डेक्टोर की जब करन्ट बदलता है तो अपने में ही वोल्टेज को इन्ड्यूस करने की जो क्षमता होती है उसे स्वतः इन्डक्टान (अथवा) वैसे ही इन्डक्टान्स कहा जाता है । परिपथ में इन्डक्टान्स के लिए जिस कायल को डाला जाता है उसे इन्डकटोर कहते हैं । (Fig 8) में विभिन्न प्रकार के इन्डक्टर दर्शाये गये हैं । इन्डक्टान्स का मात्र के है "Henry" व्यापारिक दृष्टि से एक कायल में millihenry (10^{-3}H) का इन्टक्टान्स हो सकता है । (अथवा Micro henry (10^{-6}H))

Fig 8



TYPES OF INDUCTORS

प्रेरक्तव का विनिर्देशन करते समय निम्नलिखित घटको को ध्यान में रख जाता है।

- प्रेरकत्व का साधारण मान हेनरी/ मिलि हेनरी/ माइक्रो हेनरी (m)
- सहिष्णुता (टालरेंस) प्रतिशत में (± 5/10/20%)
- लपेटन का प्रकार जैसे एकल परत, द्वि परत, बहु परत तथा पाई (p) इत्यादि।
- कोड के प्रकार जैसे वायु कोर, लौह कोर, फैराईट कोर
- अनुप्रयोग के प्रकार जैसे श्रव्य आवृत्ति (AF), रेडियो आवृत्ति युग्मन कुण्डल (RF) फिल्टर कुण्डली इत्यादि।

इलेक्ट्रानिकी परिपथ में कभी कभी प्रेरकत्व को भी बदलने की आवश्यकता होती है।

कुण्डली के प्रेरकत्व को निम्नप्रकार से बदला जा सकता है:-

- (Fig 9) में दर्शाय गए अनुसार टैपड प्रेरकत्व कुण्डल की व्यवस्था करके या
- कुण्डल के क्रोड़ को (Fig 10) में दर्शाये गए अनुसार समायोजित करके।

फिर भी कुण्डल में लपेटन तार के प्रतिरोध के कारण सभी प्रेरित्र कुण्डल का अन्तर्निहित प्रतिरोध होता है। और आगे प्रेरित्र द्वारा सुरक्षित रूप से ले जा सकने वाली अधिकतम धारा, उपयोग किये गए लपेटन तार के आमाप पर निर्भर करता है।

Fig 9

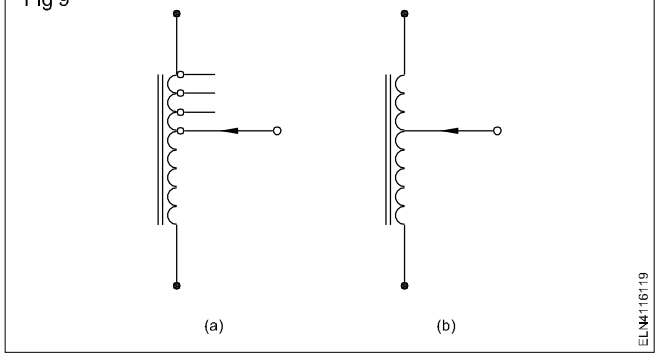
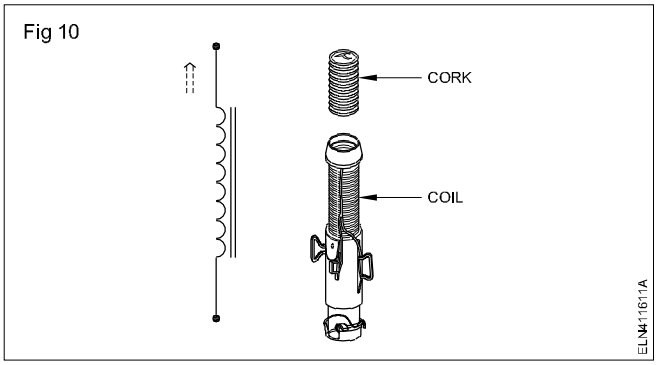


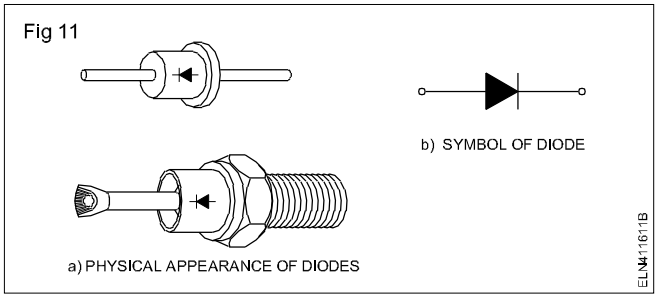
Fig 10



क्रियाशील घटक (Active components) : इलेक्ट्रानिकी परिपथो में प्रतिरोधको, संधारित्रों तथा प्रेरकत्व के अतिरिक्त अन्य पुर्जे (घटकों) भी उपयोग हेते है, जैसे ट्रांजिस्टर, डायोड, निर्वात नालिका, SCR, Diacs, जेनर डायोड (Fig 11) इत्यादि। उपरोक्त पुर्जों को अन्तर्विष्ट करने वाले परिपथ में वैद्युतीय परिपथ के नियम (ओह्म के नियम इत्यादि) के अनुप्रयोग सही परिणाम नहीं देंगे, अर्थात ये पुर्जे ओह्म के नियम, क्रिश्चाफ का नियम इत्यादी का पालन नही करते है। ऐसे पुर्जो को क्रियाशील पुर्जे कहते हैं।

विभिन्न क्रियाशील पुर्जे तथा परिपथ आरेख में उन्हें चिन्हों से संकेत करने की विधि नीचे दी गई है। (Fig 11)

Fig 11



विशिष्ट प्रयोजनों के लिए उपयोग होने वाले विभिन्न प्रकार के डायोड (Fig 12) दिये गऐ चिन्हो द्वारा प्रदर्शित किये जाते हैं।

ट्रांजिस्टर (Transistor) : (Fig 13a) में ट्रांजिस्टर का भौतिक रूप दर्शाया गया है। ट्रांजिस्टर को प्रदर्शित करने के लिए दो चिन्ह होते हैं। (Fig 13b) चिन्ह का चयन NPN या PNP प्रकार के ट्रांजिस्टर पर आधारित होता है।

Fig 12

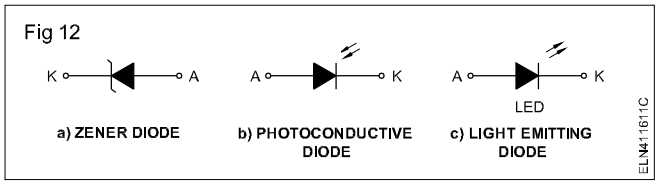
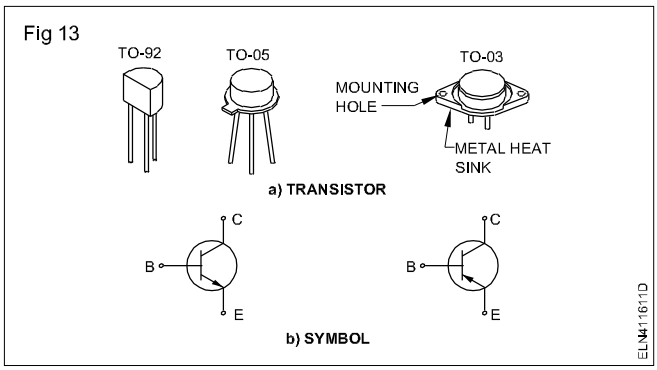
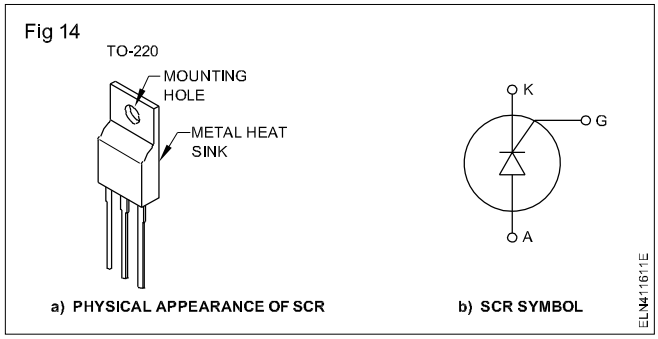


Fig 13

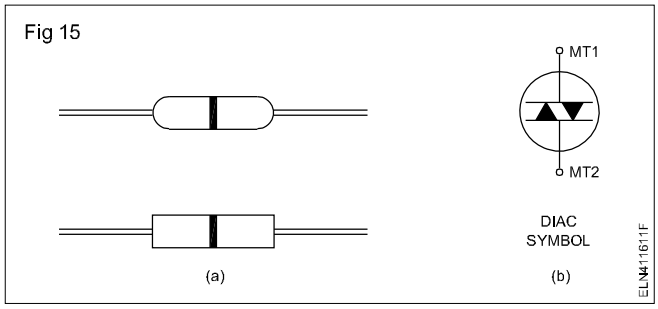


SCR- सेलिकोन कन्टोल्ड रेक्टिफायर (SCR- Silicon controlled rectifier): (Fig 14a) में एक प्रकार के SCR का भैतिक रूप को दर्शाया गया है तथा (Fig 14b) में चिन्ह को दर्शाया गया है। SCR को थाइरेस्टर भी कहते है तथा इसे स्विचन उपकरण की तरह उपयोग होता है।

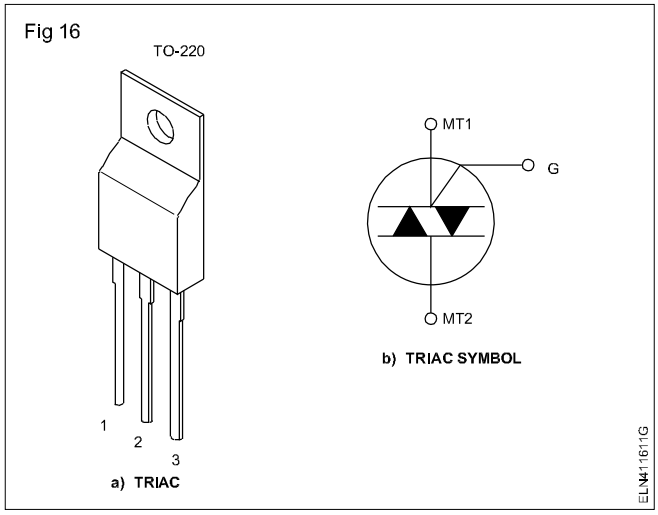
Fig 14



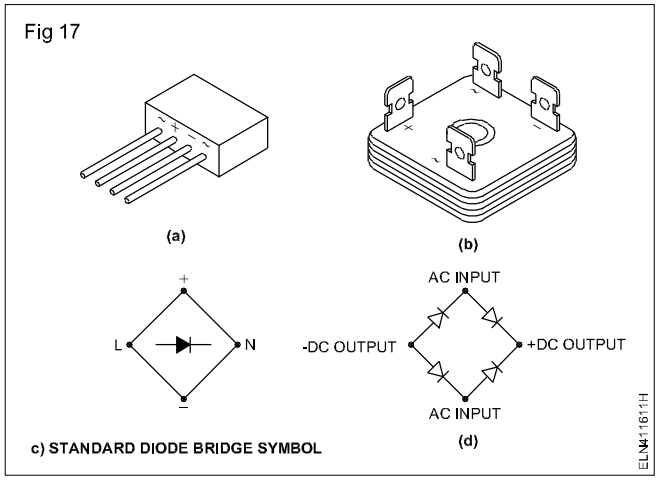
ड़ायक (Diac): ड़ायक (Fig 15a), डायोड की तरह ही दो सिरो वाला एक उपकरण होता है। यह द्विदिशा स्विचन उपकरण है। इसके चिन्ह को (Fig 15b) में दर्शाया गया है।



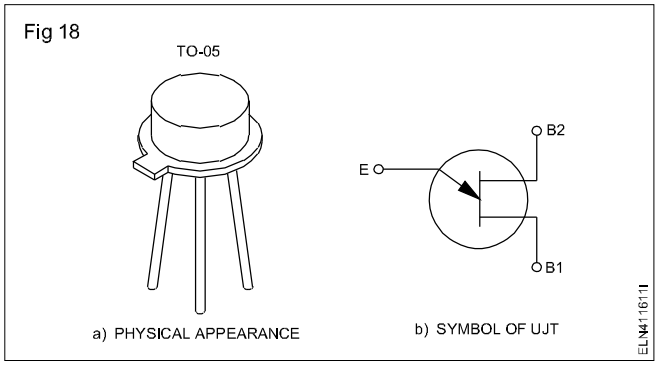
ट्रायक (Triac): ट्रायक भी एक अर्धचालक उपकरण है जिसमें समान्तर में दो SCR की तरह तीन लीड़ होती है। ट्रायक, परिपथ को किसी भी दिशा में नियत्रिंत कर सकता है। (Fig 16)



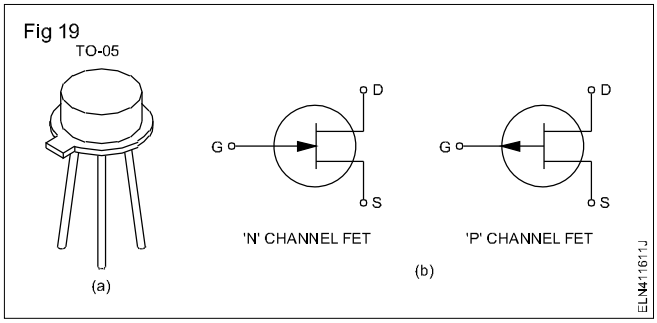
सेतू दिष्टकारी या डायोड सेतू (Bridge rectifier or diode bridge): यह सेतू परिपथ में जुड़े हुए चार अर्धचालक डायोड का एकल पैकेज होता है। निवेशी AC तथा निर्गत DC के सिरे चिन्हांकित होते है, तथा टर्मिनल निकले रहते हैं जैसा कि (Fig 17) में दर्शाया हैं।



Uni-जन्क्शन ट्रान्सिस्टोर UJT (Uni- junction transistor): एकल संधि ट्रांजिस्टरः इसमे दो आधार तथा एक उत्सर्जक तथा तीन लीड़ के साथ दो मादन (doped) क्षेत्र होते है। (Fig 18)



FET-फिल्ड इफेक्ट ट्रान्सिस्टोर FET- (Field effect transistor): (Fig 19a) में पुर्जे का चित्रीय दृश्य तथा (Fig 19b) में क्षेत्र प्रभाव ट्रांजिस्टर (FET) को प्रदर्शित करने के लिए सम्बधिंत चिन्ह को दर्शाया गया है। चिन्ह का चयन इस पर आधरित होता है कि क्या FET, 'N' चैनल का या 'P' चैनल का हैं।



टिप्पणी : ट्रांजिस्टर, SCR ट्रायक, UJT तथा FET जैसे उपकरण रचना एवं रूप में समरूप होने के कारण एक जैसे प्रतीत होते हैं। इन्हे केवल कोड नम्बर तथा सम्बंधित आंकड़ा पुस्तिका से ही पहचाना जा सकता है।

PN जन्कशन - अर्द्ध चालक डायोड (PN Junction - semi conductor diodes)

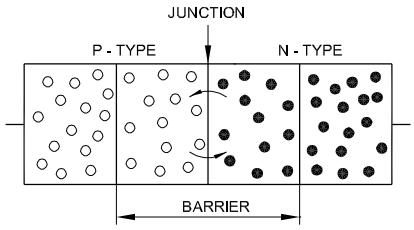
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **PN जन्कशन में डिफ्यूशन और बेरियर पोटेन्शियल स्पष्ट करना**
- **PN जन्क्शन की फारवर्ड और बैकवर्ड बियासिंग तथा सेमीकन्डक्टर डियोड और उनकी VI विशेषताएँ स्पष्ट करना**
- **डियोड के अनुप्रयोग विनिर्देश स्पष्ट करना और उनके प्रकार बताना**
- **डियोड नम्बरिंग हेतु विभिन्न औद्योगिक मानदण्ड बताना तथा डियोड के समतुल्य खोजना**
- **डियोड परीक्षण की विधि बताना और पोलारिटीको पहचानना**
- **विशेष डियोड, उनके प्रकार्य तथा PIV बताना।**

PN संधि (PN junction): P तथा N पदार्थ के संयोजन से डायोड बनाते है। सतह जिस पर यह पदार्थ मिलते है को, PN संधि कहते है।

जब P तथा N पदार्थ एक साथ जुड़ते हैं, तब विसरण होता है। (Fig 1) N पदार्थ मे कुछ इलेक्टान, संधि के निकट, P पदार्थ मे कोटर (hole) से आकर्षित होते है, इस तरह से N पदार्थ में कोटर (छिद्र) रह जाते है। विद्युत आवेश का विसरण, संधि के निकट छोटे क्षेत्र में विभांतर उत्पन्न करता है। (Fig 1) इसके परिणाम से, पदार्थ एक दिशा में संवाहन करता है, लेकिन विपरीत दिशा में नही, इसी कारण वह क्षेत्र, जिसमें यह emf अस्तित्व में होता है, उसे रोधिका (Barrier) कहते हैं।

Fig 1



आंतरिक अवरोध विभव (V_b) (Internal barrier potintial (V_b)): यद्यपि यह एक आंतरिक सम्पर्क विभव है जिसे सीधे नही मापा जा सकता है, फिर भी प्रभाव को **Ge** संधि के लिए 0.3V या **Si** के लिए 0.7V से निष्प्रभावित किया जा सकता है। **Si** के लिए रोधिका विभाव अधिक होता है क्योकि इसका कम परमाणु क्रमांक सह संयोजी बन्ध में अधिक स्थिरता देता है, जैसे कि पूर्व में बताया जा चुका है।

PN संधि, रिक्तीकरण क्षेत्र आवर्धित के साथ यह दर्शाता है कि आयन, जिसके पास धनात्मक तथा ऋणात्मक आवेश हैं, वे रोधिका पर आंतरिक सम्पर्क विभव V_b उत्पन्न करते है। (Fig 2)

PN युक्ति को डायोड कहते है। डायोड तथा उसके चिन्ह को (Fig 3) में दर्शाये गए है। इस प्रकार की रचना, धारा को एक दिशा में प्रवाह होने देती है पर विपरीत दिशा में नही।

PN संधि की अभिनति (Biasing the PN junction)

अग्र अभिनति (Forward bias): अग्र अभिनति PN संधि को (Fig 4) में दर्शाया गया है। धनात्मक सिरा, P साईड (पार्श्व) से जुड़ा रहता है तथा DC आपूर्ति का ऋणात्मक सिरा, संधि के N साईड से जुड़ा होता है।

Fig 2

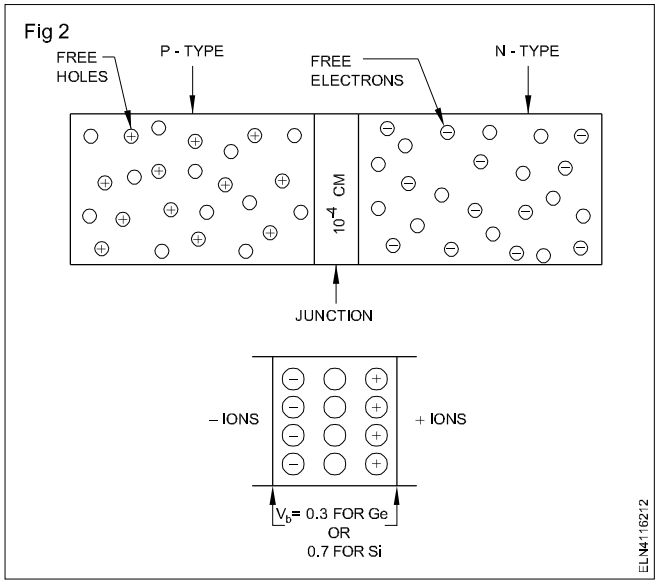


Fig 3

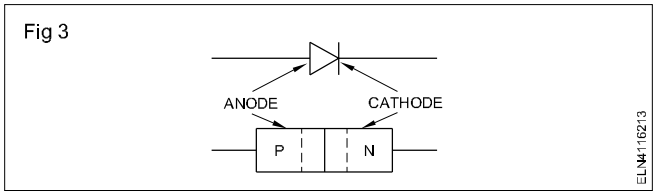
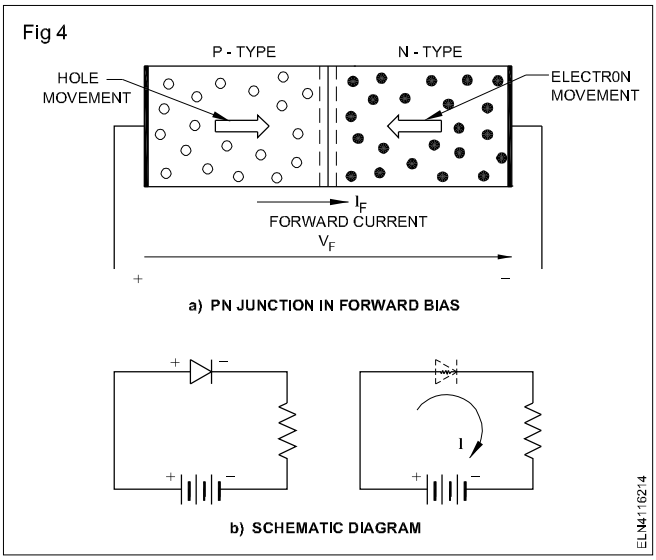


Fig 4



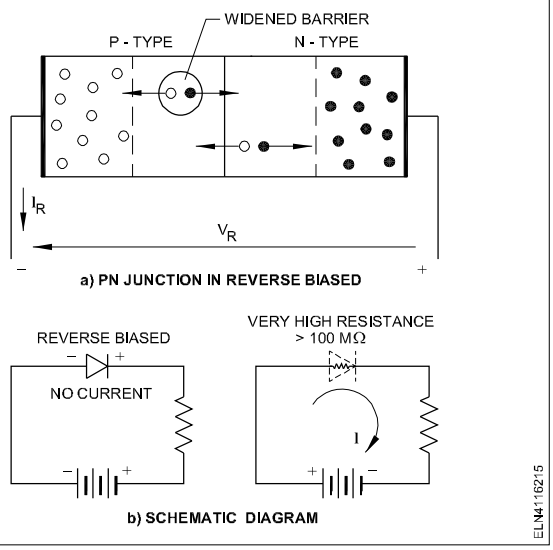
(Fig 4) में दर्शाये गए अनुसार, डायोड में से धारा प्रवाहित होगी। बैटरी के लिए धनात्मक सिरा, अतिरिक्त कोटर (Holes) को छोडते हुए P पदार्थ से इलेक्ट्रानो को आकर्षित करता है। क्योकि संधि में से निकलते

इलेक्ट्रान (drifting away) निकलते है, इसलिए संधि के निक्ट अतिरिक्त होल संचित होते है। उसी क्षण, बैटरी के ऋणात्मक सिरे से इलेक्ट्रान, डायोड के कम ऋणात्मक N पदार्थ की तरफ आकर्षित होते हैं। यह क्रिया, संधि पर रोधिका को निष्प्रभावित करती हैं, तथा इलेक्ट्रान को, P पदार्थ के अतिरिक्त होल में जाने देती है, इसके परिणम से एक दिशा में इलेक्ट्रान लगातार प्रवाह होते रहते है। अग्र अभिनति संवहन में आवेश वाहको को चलने के लिए आवश्यक वोल्टता को रोधिका वोल्टता (barrier voltage) कहते है।

विपरीत अभिनति (Reverse Bias) :

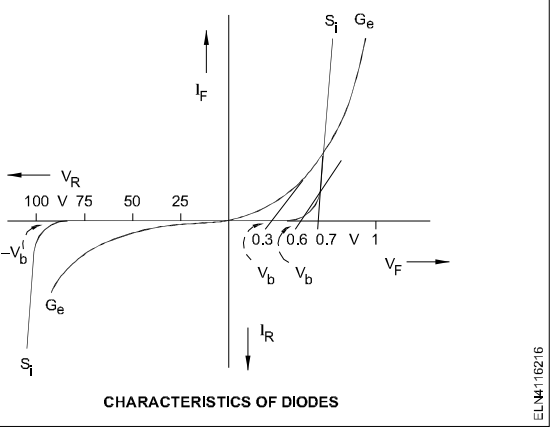
यदि DC आपूर्ति की ध्रुवता, (Fig 5) में दर्शाये गए अनुसार हो तो PN संधि को विपरीत अभिनति का कहते हैं, अर्थात साइड P, ऋणात्मक से तथा साइड N, आपूर्ति के धनात्मक सिरे से सम्बंधन होते है। (Fig 5) विपरीत बैटरी सम्बंधन (विपरीत अभिनति) को दर्शाता है। उसी समय, P पदार्थ में इलेक्ट्रान के विस्थापन के कारण, धनात्म्क होल, डायोड के लिए सिरे के निकट संधि से और आगे जाते है, जो बैटरी के ऋणात्मक सिरे से जुड़े हैं। यह क्रिया PN संधि पर चौड़ी रोधिका उत्पन्न करती है जिसमें से इलेक्ट्रान प्रवाहित नही हो सकते है। (फिर भी बहुत कम धारा का क्षरण हो सक्ता है)।

Fig 5



PN संधि के V-I अभिलक्षण (V-I characteristic of PN junction): स्थैतिक धारा वोल्टता अभिलक्षण (Fig 6) मे दर्शाये गये है।

Fig 6



अग्र दिशा में धारा, अग्र वोल्टता V_b तक पहुंचने पर शीघ्रता से बढ़ती है, जिसे रोधिका विभव या संधि विभव कहते है। जर्मेनियम के लिए रोधिका विभव 0.3V तथा सिलिकॉन के लिये 0.7V है। PN संधि का व्यवहार, अधिकतम अग्र धारा से सीमित रहता है, क्योकि अत्याधिक धारा, अधिक ऊष्मा उत्पन्न होने के कारण डायोड को नष्ट कर सकती है।

संधि के विपरीत दिशा में धारा बहुत कम होती है। विपरीत दिशा में - V_b तक पहुंचने पर, विपरीत धारा अचानक बढ़ जाती है। -V_b विपरीत दिशा में जहॉ धारा बढना प्रारंभ होती है को नी विभव (Knee Potential) या विभंग वोल्टता (break down voltage) कहते है। सामान्यतः इस क्षेत्र में डायोड को प्रचालित नही किया जाता हैं। नी वोल्टता, डायोड के प्रकार पर निर्भर करता है जो 3V से 20kV या अधिक तक परिवर्तित होता है।

डायोड के अनुप्रयोग (Application of diodes) : अर्धचालक डायोड विभिन्न अनुप्रयोगो के लिए उपयोग किये जाते है। अनुप्रयोगों के कुछ मुख्य क्षेत्र की सूचि नीचे दी गई है।

- संचार प्राप्ता (Communication reveiver) में अधिमिश्रण (Modulation) तथा अनधिमिश्रण
- उच्च गति के अंकीय (डिजिटल) परिपथ की स्विचन
- निम्न शक्ति तथा उच्च शक्ति दिष्ट करण
- EM रिले तथा अन्य परिपथो में तंरग की संरक्षक (Surge protectors)
- तरंग रूप को क्लिप तथा क्लेम्प करने के लिए

विभिन्न अनुप्रयोग के लिए, विभिन्न धारा प्रवाह की क्षमता, विभिन्न PIV क्षमता, इत्यादी के डायोड की आवश्यकता होती है। इसलिए निर्माता, विभिन्न विनिर्देश के साथ विभिन्न अनुप्रयोगो की व्यवस्था करने के लिए डायोड बनाते है। किसी विशिष्ट अनुप्रयोग के लिए डायोड का उपयोग करने के पूर्व यह आवश्यक है कि दिये गये डायोड की वोल्टता, धारा तथा ताप के लक्षण, आवश्यकता अनुसार हैं या नहीं।

डायोड के महत्वपूर्ण विनिर्देश (Important specifications of a diodes)

पदार्थ (The material): डायोड अपमिश्रण (dopped) अर्धचालक पदार्थ से बनते है। यह सिलिकन या जरमेनियम या सेलेनियम हो सकता हे। यह महत्वपूर्ण है क्योकि कट-इन वोल्टता, डायोड के पदार्थ पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए Ge डयोड में कट-इन वोल्टता लगभग 0.3v है जबकि Si डायोड में कट-इन इन वोल्टता लगभग 0.7V है।

अधिकतम सुरक्षित विपरीत वोल्टता (Maximum safe inverse voltage) : इसे V_R या Vr से प्रदर्शित करते है तथा इसे डायोड के मध्य प्रयुक्त किया जा सकता है। इसे पीक इनवर्स वोल्टता (उत्क्रम शिखर मान) या PIV कहते है। यदि निर्धारण PIV से उच्च विपरीत वोल्टता को डायोड के मध्य प्रयुक्त किया जाये तो वह स्थाई रूप से दोषपूर्ण हो जायेगा।

अधिकतम औसत अग्र धारा (Maximum average forward current): I_f या I_F जो डायोड, बिना खराब हुए अपने में से प्रवाह होने दे।

अग्र वोल्टता पतन (Forward Voltage drop) : V_F या V_f अग्र वोल्टता पतन जो कि डायोड के मध्य प्रकट होती है, जब अधिकतम औसत, I_f धारा उसमें से लगातार प्रवाहित होती है।

अधिकतम विपरीत धारा (Maximum reverse current): I_{vr} जो अधिकतम विपरीत वोल्टता, PIV प्रयुक्त होने पर डायोड में से प्रवाहित होती है।

अधिकतम अग्र सर्ज (surge) धारा (Maximum forward surge current) : I_s जो डायोड में से समय के निश्चित कम अंतराल में से प्रवाह हो सकता है।

अधिकतम संधि ताप (Maximum junction temperature): डिग्री सेंटाग्रेड में, जो डायोड संधि को क्षतिग्रस्त किये बिना या वह कार्य जिसके लिए वह बना है, उसे किसे बिना, सहन कर सकता हैं।

डायोड के निर्माताओं के कोड (Manufacturer's code of diodes): डायोड पर टाइप नम्बर मुद्रित होता है। जब इस टाइप नम्बर को निर्माता की पुस्तिका से देखा जाये तो डायोड के किसी निश्चित टाइप नम्बर के लिये विस्तृत विनिर्देश प्राप्त हो सकते है।

डयोड तथा अन्य पुर्जो जो विभिन्न निर्माताओ द्वारा निर्मित है मे मानकीकरण लाने के लिए पुर्जों के उपयोगकर्ता के नाम के लिए, निर्माताओ तथा प्रमाणिक संस्थाओं ने कुछ निश्चित अंतराष्ट्रीय मानक सेट किये है। मुख्य उद्योगो मानक अंकन पद्वति का यहाँ पर वर्णन किया गया है।

1 JEDEC टाईप कोण (The JEDEC type code) : USA मे EIA ने 1N, 2N टाईप जिसे लोकप्रिय रूप से JEDEC टाईप कहते है, जिसे विश्वव्यापी स्वीकृति मिली है, का एक रजिस्टर बनाया है।

1N को एक संधि के साथ अर्धचालक के लिए उपसर्ग की तरह उपयोग किया गया है। उदाहरण के लिए सभी 1N पुर्जे, डायोड को संदर्भ करते है, क्योकि डायोड की एक संधि होती है। इसी तरह से, उपसर्ग 2N का उपयोग, दो संधि के पुर्जा के लिए उपयोग होता है, इत्यादी।

2 The PRO-ELECTRON टाइप कोड (The PRO-ELECTION type code) : यूरोपीय में प्रो इलेक्ट्रान अंतराष्ट्रीय संस्था ने प्रो इलेक्ट्रोन टाईप का एक रजिस्टर बनाया है, जिसे यूरोप में व्याप्त स्वीकृति मिली है।

प्रो इलेक्ट्रान पद्वति में पुर्जो में निम्नलिखित होते हैं

- उपभोक्ता के उपकरणो के लिए दो अक्षर तथा आंकित कोड होता है (उदाहरण के लिए, BY127) तथा इत्यादी
- औद्योगिक उपकरणो के लिए तीन अक्षर तथा आंकिक कोड होता है (उदाहरण के लिए, ACY17 तथा इत्यादी)।

प्रो इलेक्ट्रान टाईप कोड में प्रथम अक्षर, उपकरण को बनाने में उपयोग हुए अर्धचालक के प्रकार को संकेत करता है। उदाहरण A से प्रारंभ होने वाले उपकरण नम्बर जरमेनियम के बने हेते है, और आगे के विवरण तथा उदाहरण के लिए डायोड आंकड़ा पुस्तिका को देखें करें।

द्वितीय तथा तृतीय अक्षर पुर्जों अनुप्रयोगो को संकेत करता है। उदाहरण, टाईप कोड BY127 में द्वितीय अक्षर Y संकेत करता है कि यह दिष्टकारी डायोड है।

द्वितीय तथा तृतीय अक्षर के बाद का अंक, उसके विस्तृत वोल्टता, धारा तथा ताप के विनिर्देश का कोड नम्बर हैं।

3 JIS टाईप कोड (The JIS type code) : जापान में JIS (जापानी औद्योगिक मानक) कोड उपयोग होता है। पुर्जो को नम्बर करने की यह पद्वति लगभग सर्वव्यापी है। इस पद्वति में, सभी पुर्जो के नम्बर 2S से प्रारंभ होते है, इसके बाद अक्षर फिर अनेक नम्बर। उदाहरण : 2SB364, S के बाद के अक्षर का, निम्नलिखित अभिप्राय है।

A = pnp hf

B = pnp if

c = npn hf

d = npn if

कुछ पुर्जे पर टाईप नम्बर होता है जो ऊपर कहे गए किसी भी अंतर्राष्ट्रीय मानक से मेच नही करते है। फिर, ये टाईप नम्बर, व्यक्गित निर्माता के लिए विशिष्ट है। इन कोडो को सामान्यतः, निर्माता के हाऊस कोड कहा जाता है। फिर भी ये टाईप नम्बर एक या अधिक अन्तराष्ट्रीय मानक की पुष्टि करते है। लगभग सभी मानक डायोड आंकड़ा पुस्तिका में प्रसिद्व हाऊस की सूची दी गई हैं।

अनुदेशक, किसी प्रसिद्ध डायोड ओकडा पुस्तिका को देख कर आपके क्षेत्र से सम्बंधित कुछ निर्माताओ के हाऊस कोड को बता सकते है। एक आंकड़ा पुस्तिका, 4 प्रशिक्षणर्थियो के प्रत्येक बैच को दें। काले / सफेद बोर्ड पर कुछ डायोड टाईप कोड लिखे तथा बैच को विनिर्देश पता लगाने को कहें।

डायोड तुल्यांक (Doide equivalent): ऐसे अनेक अवसर आते है, विशेषतः जब इलेक्ट्रानिकी परिपथ की सेवाई करना हो तो किसी विशेष टाईप नम्बर के डायोड के लिए प्रतिस्थपना मिलना सम्भव न हो। ऐसी स्थितियों में बदले जाने वाले के निकटतम विनिर्देश के डायोड प्राप्त किया जा सकते है।

उदाहरण: परिपथ में डायोड 1N 4007 दोषपूर्ण पाया जाता है, तथा यदि 1N 4007 स्टाक (भण्डार) में उपलब्ध न हो तो, 1N 4007 के स्थान पर BY 127 का उपयोग किया जा सकता है क्योकि वह 1N 4007 के तुल्यांक है।

कुछ आंकड़ा पुस्तिका में तुल्यांक की सूची दी रहती है ।

डायोड का वर्गीकरण (Classification of Diodes) :

1 उनके धारा वहन करने की क्षमता/ शक्ति सहन करने की क्षमता पर आधारित, डायोड को निम्नानुसार वर्गीकरण किया जा सकता है

- **कम शक्ति के डायोड (low power diodes)**

  केवल अनेक मिलीवॉट की शक्ति ही प्रहस्तन कर सकते है।

- **मध्यम शक्ति के डायोड (medium power diodes)**

  केवल अनेक वॉट की शक्ति ही प्रहस्तन कर सकते है।

- **उच्च शक्ति के डायोड (high power diodes)**

  अनेक 100 वाट को शक्ति को प्रहस्तन कर सकते है।

2 उनके मुख्य अनुप्रयोगो पर आधारित, डायोड को निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है।

- **सिग्नल डायोड (Signal diodes)**

  संचार परिपथ जैसे रेडिया रिसिवर इत्यादी में उपयोग होने वाले कम शाक्ति के डायोड, सिग्नल पता लगाने तथा मिक्सिंग के लिये।

- **स्विचिंग डायोड (Switching diodes)**

  परिपथों में शीघ्र ऑन/ ऑफ स्विन के लिये डिजिटल इलेक्ट्रानिकी इत्यादी जैसे स्विचन परिपथो में उपयोग होने वाले कम शक्ति के डायोड।

- **दिष्टकारी डायोड (Rectifier diodes)**

  AC को DC वोल्टता में परिवर्तित करने के लिये, इलेक्ट्रानिकी परिपथो के लिये, शक्ति प्रदाय में उपयोग होने वाले मध्यम से उच्च शक्ति।

3 उपयोग हुई निर्माण की तकनीक पर आधरित, डायोड को निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है।

- **प्वाइंट कान्टेक्ट (बिन्दु सम्पर्क) डायोड (point contact diodes)**

  छोटे जरमेनियम (Ge) या सिल्कन (Si) पर दाब के साथ जुड़े एक धातु की सुई।

- **संधि (जंक्शन) डायोड (Junction diodes)**

  अर्ध चालक पदार्थ पर P तथा N पदार्थ को विसरण (diffuse) करके या बढ़ा कर या मिश्रण से बनाये जाते है।

डायोड पेकिंग के प्रकार (Types of diode packaging): डायोड पर दी गई पैक करने का प्रकार, मुख्यतः डायोड के धारा वहन की क्षमता पर आधारित होता है। कम शक्ति के डायोड या तो कॉच या प्लास्टिक पेकिंग में होते है। मध्यम शक्ति के डायोड या तो प्लास्टिक या धातु की पेकिंग में हो सकते हैं। उच्च शक्ति के डायोड, अपरिवर्तनीय रूप से या तो धातु के केन वाले या सिरेमिक पेकिंग के हो सकते है। उच्च शक्ति डायोड सामान्यतः स्टड-आरोहण प्रकार के होते है।

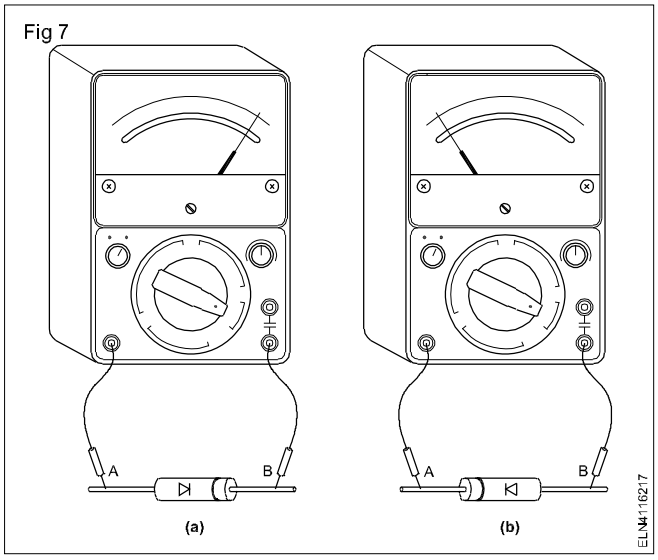
ओह्ममापी के उपयोग से दिष्टकारी डायोड का परीक्षण (Testing rectifier diodes using ohmmeter): एक सरल ओह्ममापी का उपयोग, डायोड की स्थिति को शीघ्रता से परीक्षण करने के लिये किया जा सकता है। परीक्षण की इस विधि में, डायोड के प्रतिरोध को अग्र तथा विपरीत अभिनति की स्थिति को उसकी स्थिति सुनिश्चित करने के लिये जाँच किया जाता है।

प्रत्यास्मरण करें कि प्रतिरोध के परास में ओह्ममापी या बहुमापी के अंदर एक बैटरी होगी। यह बैटरी वोल्टता, (Fig 7) में दर्शाये गये अनुसार मापी के टर्मिनल के लीड़ के साथ श्रेणी क्रम में आता है। (Fig 7) में लीड A धनात्मक लीड, B ऋणात्मक है।

यदि प्रारंभ में मापी की लीड की ध्रुवता मालूम न हो तो, मापी के लीड की ध्रुवता को, ओह्ममापी टर्मिनल के मध्य वोल्टमापी का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है।

यदि ओह्ममापी की धनात्मक लीड, (Fig 7) में लीड A, डायोड के एनोड से तथा ऋणात्मक (लीड B) कैथोड से जुडी हो तो, डायोड अग्र अभिनति का होगा। धारा प्रवाहित होगी तथा मापी कम प्रतिरोध को संकेत करेगा।

Fig 7



दूसरी तरफ, यदि मापी की लीड को विपरीत कर दिया जाये तो, डायोड विपरीत अभिनति का होगा। बहुत कम धारा प्रवाहित होगी, क्योकि अच्छा डायोड का बहुत उच्च प्रतिरोध होगा, जब वह विपरीत अभिनति का होगा, तथा मापी बहुत उच्च प्रतिरोध का संकेत करेगा।

उपरोक्त परीक्षण करते समय यदि अग्र (forward) तथा विपरीत (reverse) अभिनति (biased) दोनो में बहुत कम प्रतिरोध दर्शाता है तो फिर परीक्षण किये जा रहे डायोड, क्षतिग्रस्त है तथा अधिक विशिष्ट रूप से लघुपथित हैं। दूसरी तरफ, डायोड को खुला तब कहॉ जाता हैं जब, मापी अग्र तथा विपरीत अभिनति दोनो स्थितियों में बहुत उच्च प्रतिरोध दर्शाता है।

डायोड पर ध्रुवता का चिन्हांकन (Polarity marking on the diodes) : डायोड का कैथोड सिरा, सामान्यतः एक वृताकार बैन्ड से या डॉट से धन (+) के चिन्ह से अंकित होता है। कुछ डायोडो में डायोड का चिन्ह जो स्वंय ध्रुवता का सकेंत करता है, डायोड की काय पर मुद्रित होता है।

विशिष्ट डायोड (Special diodes): सभी डायोड मूलतः PN संधि डायोड है और अनुप्रयोग के आधार पर बनाये जाते हें। कई प्रकार के विशिष्ट उद्देश्य हेतु डायोड है, जिनमें जेनर डायोड का उपयोग वोल्टेज नियामक के रूप में बहुतायत किया जाता है।

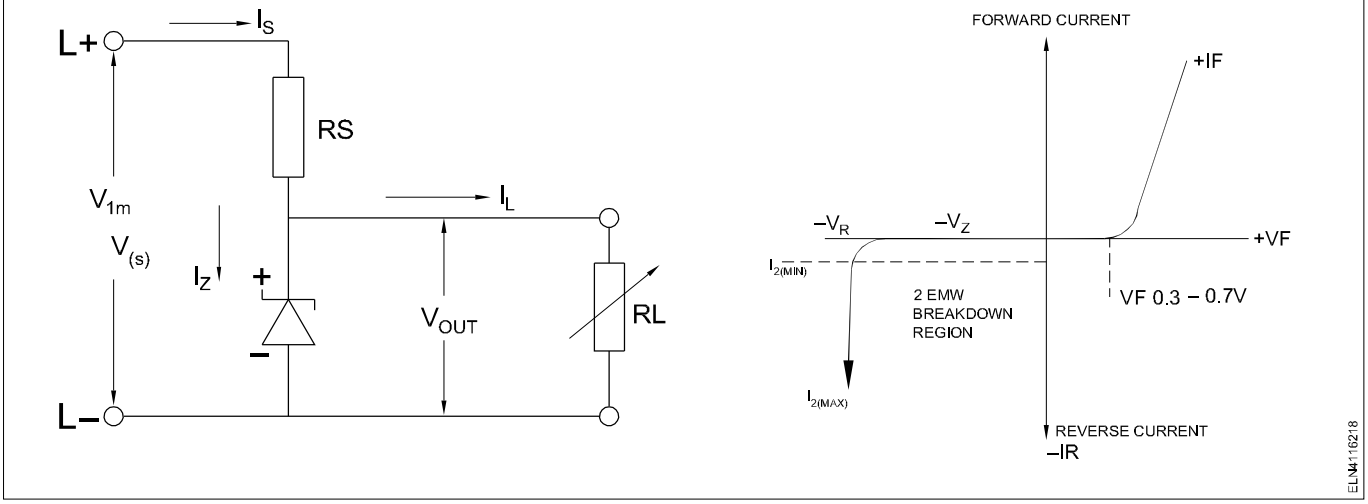
जेनर डायोड (Zener diode): यह विशेष रूप से वोल्टेज नियामक के लिए बनाया जाता है। बहुत प्रकार के वोल्टेज नियामक जेनर डायोड पाये जाते हैं।

यह एक PN संधि डायोड है जिसे अत्यधिक डोपिंग करके वोल्टेज नियामक उद्देश्य के लिए बनाया जाता है। फारवर्ड बायस में इसका अभिलाक्षणिक (characteristic) (वोल्टेज करंट वक्र) सामान्य होता है लेकिन इसका अभिलाणिक (VI) एकाएक बदल जाता है जब इसे रिवर्स बायस से जोड़ा जाता है।

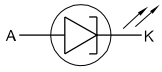
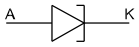
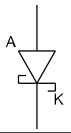
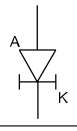
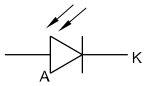
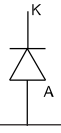
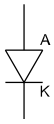
रिवर्स बायस की स्थिति में केवल लीकेज करंट माइक्रो एम्पियर की सीमा में प्रवाहित होता है। जब रिवर्स वोल्टेज किसी विशिष्ट तय किये गये वोल्टेज पर पहुँच जाता है तो संधि टूट जाता है। जिसे जेनर भंजन (avalanche breakdown) कहा जाता है।

जब नियत वोल्टेज पर उच्च धारा प्रवाहित होता है। वोल्टेज लगातार नियत रहता है। आगे यदि वोल्टेज में वृद्धि होती है तो धारा अचानक बढ़ जाता है। Fig 8 जेनर डायोड का रिवर्स बायस अभिलाक्षणित प्रदर्शित करता है।

Fig 8



Few more special diodes listed below in Table 1

Sl.No	Name	Purpose	Symbol
1	LED	Light emitting diode - exhibits light in conduction	
2	TUNEL or ESAKI	Un effected by change in temperature	
3	SCHOTTKY	Fast switching	
4	VARICAP	Varactor -Variable capacitance diode or tuning diode	
5	SCHOKLEY	Constant current diode	
6	PHOTO DIODE	Light dependent diode	
7	IMPATT DIODE	Heavily doped PN layers	
8	PIN DIODE	Low capacitance switching	

दिष्टकारी (Rectifiers)

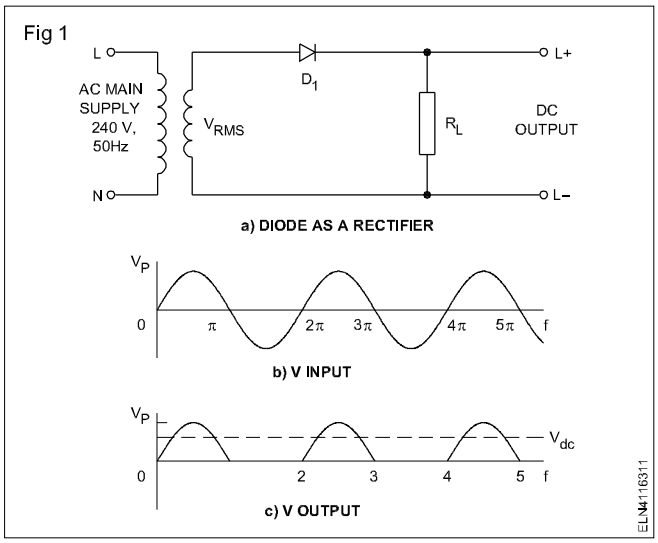
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **शक्ति आपूर्ति परिपथ में दिष्टकारी के प्रायोजन बताना**
- **अर्ध तरंग दिष्टकारी, पूर्ण तरंग दिष्टकारी के कार्य का वर्णन करना**
- **सर्किटों को ठीक करने के लिए फिल्टर सर्किट की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **फिल्टर सर्किट के लिए रेक्टिफायरों और उनकी कार्यविधि स्पष्ट करना।**

अधिकांश उपकरण मनोरंजन तथा व्यवसाय दोनो को ही कार्य करने के लिये DC वोल्टता की आवश्यकता होती है। शक्ति आपूर्ति, AC आपूर्ति वोल्टता को DC में बदलती है।

अर्धतरंग दिष्टकारी (Half wave rectifier): AC को DC में बदलने का सबसे सरलतम रूप, (Fig 1) में दर्शाय गए अनुसार एक डायोड के प्रयोग से हैं, AC को DC में ऐसे परिवर्तक को अर्धतरंग दिष्टकारी कहते है।

Fig 1



डायोड D_1 तथा भार प्रतिरोध R_L को अपचायक ट्रांसफार्मर के द्वितीयक के आरपार श्रेणी में जुड़ा जाता हैं। (Fig 1a) ट्रांसफार्मर आवश्यकतानुसार आपूर्ति वोल्टता को उच्चायित या अचवायित करता है। ट्रांसफार्मर, शक्ति लाइन को विलग करता हैं तथा विद्युत प्रघात के जोखिम को कम करता है। निवेश लाइन आवृत्ति के धनात्मक अर्ध-चक्र के समय (Fig 1b) कैथोड़ के सापेक्ष में डायोड एनोड को धनात्मक बनाया जाता है। डायोड D_1 संचालित होती हैं क्यों कि यह अग्र अभिनति का हैं। डायोड D_1 तथा R_L के द्वारा धारा आपूर्ति के धनात्मक सिरे से निवेश के ऋणात्मक सिरे की तरफ प्रवाहित है। इस समयावधि में R_L के आरपार वोल्टता विकसित होती है। वोल्टता की ध्रुवता (Fig 1c) में संकेत किये गये अनुसार होती है।

AC निवेशी लाईन आवृत्ति के ऋणात्मक अर्धचक्र के समय, डायोड विपरीत अभिनति का होता है। प्रायोगिक रूप से डायोड तथा लोड R_L में से कोई धारा नही प्रवाह होती तथा वोल्टता निर्गम नहीं होता है।

DC निर्गम (DC Output) : अग्र अभिनति डायोड के आरपार वोल्टता में पतन कम होता है, क्योकि अग्र-अभिनति डायोड का प्रतिरोध बहुत कम होता है। Ge डायोड में पतन 0.3V होता है तथा Si डायोड में पतन 0.7V होता है। डायोड के आरपार कम वोल्टता पतन को ध्यानहीन करते हुए, हम AC निवेशी तथा DC निर्गम वोल्टता के बीच सम्बंध का पता लगा सकते है।

AC निवेशी तरंग-रूप को (Fig 1b) में दर्शाया गया है।

$$V_{rms} = 0.707\ V_p$$

$$V_p = \frac{V_{rms}}{0.707}$$

(Fig 1c) में, DC निर्गम दर्शाया गया है। डयोड AC निवेश का केवल अर्धचक्र उत्पन्न करता है। इस अर्धतरंग का औसत मान DC निर्गत वोल्टता है।

$$V_{dc} = 0.318\ V_p$$

$$= 0.318\ x\ \frac{V_{rms}}{0.707}$$

$$= 0.45\ V_{rms}$$

उदाहरणार्थ यदि निवेशी AC वोल्टता 24 वोल्ट है तो अर्धतरंग दिष्टकारी का निर्गत DC होगा V_{dc} =0.45x24=10.8V. DC भार धारा हैं।

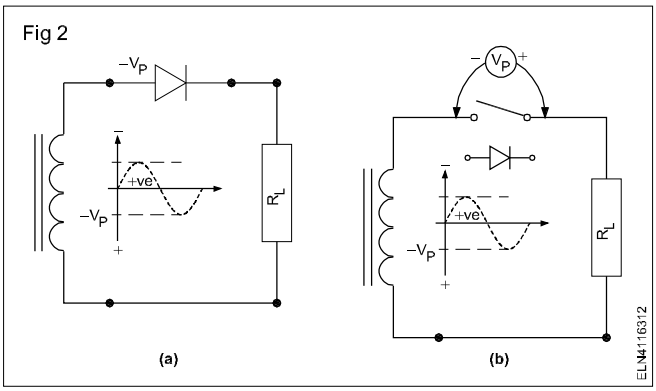
$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L}$$

ऊर्मिका आवृत्ति (Ripple frequency) : (Fig 1) से यह स्पष्ट है कि दिष्टकारी स्पंदमान DC की आवृत्ति वही है जो निवेश AC सिग्नल की आवृत्ति के समान ही है। यह सभी अर्ध तरंग दिष्टकारी के लिए सही है।

प्रतिलोम शिखर वोल्टता (Peak inverse voltage) : (Fig 1a) अर्ध तरंग दिष्टकारी को दर्शाता है, उसी क्षण द्वितीयक वोल्टता अपने अधिकतम ऋणात्मक शीर्ष पर होती हैं।

इस स्थिति में क्योंकि डायोड विपरीत अभिनति का है, यह (Fig 2b) में दर्शाये गये अनुसार एक खुली कुंजी की तरह कार्य करता है। क्योंकि डायोड विपरीत अभिनति का है इसलिये भार R_L के आरपार कोई वोल्टता नही है। इसलिये किरचाफ वोल्टता नियम से, (Fig 2b) में दर्शाये गये अनुसार सभी द्वितीयक वोल्टता, डायोड के आरपार प्रकट होती है।

यह अधिकतम प्रतीप वोल्टता है जो डायोड के आरपार प्रतीप अभिनति की स्थिति में प्रकट होती है। इस वोल्टता को प्रतीप शिखर वोल्टता या अधिक साधारणतः शिखर प्रतीप वोल्टता (PIV) कहते है। इसलिये अर्ध-तरंग दिष्टकारी में डायोड के आरपार अधिकतम प्रतीप वोल्टता द्वितीयक वोल्टता $V_{s(peak)}$ के ऋणात्मक शिखर मान के बराबर होता है। क्योंकि एक ज्यावक्रीय तरंग में एक अर्ध -तरंग में ऋणातम्क शिखर वोल्टता तथा धनात्मक शिखर वोल्टता, परिमाण में समान होती हैं, इसलिए एक अर्ध तरंग दिष्टकारी में डायोड के आरपार शिखर प्रतीप वोल्टता (PIV) को $V_{s(peak)}$ के रूप में लिया जा सकता है।



पूर्व में विचार किये गये उदाहरण में डायोड के आरपार PIV निम्न होगी।

$$V_{s(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 33.9 = 34 \text{ volts}$$

प्रयुक्त हुये डायोड को विभंग (Break down) रोकने के लिए अभिकल्पित (डिजाईन) किये गये HW दिष्टीकारी के डायोड के आरपार प्रकट PIV डायोड के PIV निर्धार से कम होना चाहिये। उदाहरणार्थ, उपयुक्त उदाहरण में डायोड के विभंग को रोकने के लिए डायोड की PIV निर्धार को 34 वोल्ट से अधिक होना चाहिए।

तथापि जब निर्गम DC परिपथ में एक फिल्टर संधारित्र उपयोग होता है तो यह स्थिति परिवर्तित हो जाती है।

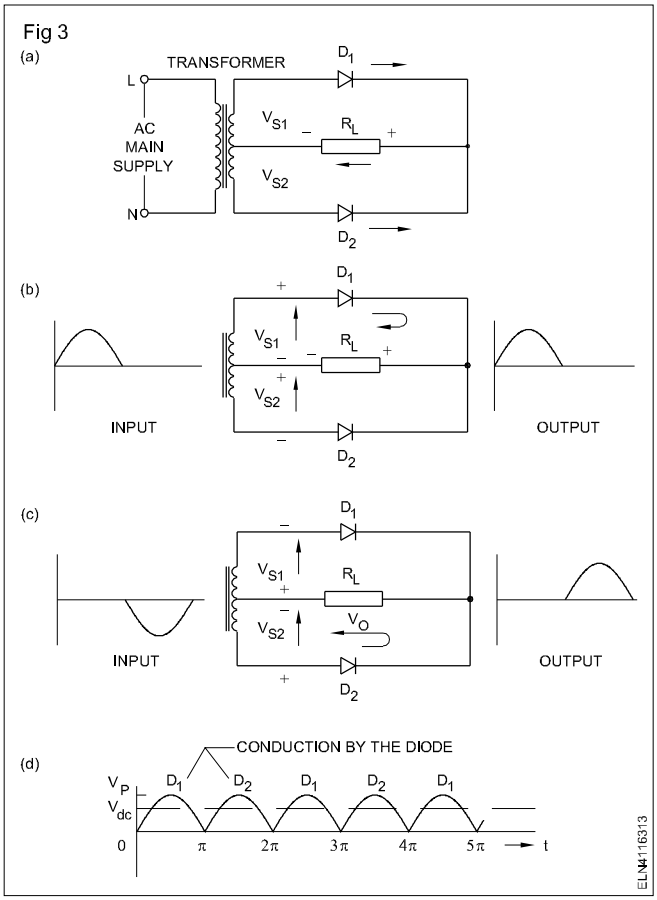
पूर्ण तरंग दिष्टकारी (FW) (Full-wave rectifier (FW)) : एक पूर्ण तरंग दिष्टकारी का परिपथ (Fig 3a) में दर्शाया गया है। ट्रांसफार्मर का द्वितीयक कुंडलन केन्द्र-टैप होती हैं। द्वितीयक वोल्टता को दो समान अर्धो में विभाजित किया जाता है। भार R_L का एक सिरा, केन्द्र टैप से तथा R_L का दूसरा सिरा, डायोडों से योजित रहता है।

यह देखा जाता है कि दो अर्ध तरंग दिष्टकारी निवेश AC के एकान्तर अर्ध चक्रों पर संचालित है।

द्वितीयक वोल्टता के धनात्मक अर्ध चक्र के समय डायोड D_1 अग्र अभिनति का होता है तथा डायोड D_2 विपरीत अभिनति का होता है।(Fig 3b) धारा, द्वितीयक लपेटन के ऊपरी आधी तथा डायोड D_1, भार प्रतिरोध R_L में से प्रवाह होता है।

द्वितीयक वोल्टता के ऋणात्मक अर्ध चक्र के समय डायोड D_2 अग्र अभिनति का होता है तथा डायोड D_1 विपरीत अभिनति का होता है। इसलिए धारा भार प्रतिरोधक RL, डायोड D_2 तथा द्वितीयक लपेटन के निचले आधे में से प्रवाह होता है। (Fig 3c)

भार की धारा, AC निवेशी के दोनो अर्ध चक्र के समय, सामान दिशा में होती है। पूर्ण तरंग दिष्टकारी का निर्गत (Fig 3d) में दर्शाया गया है।



DC निर्गत (DC output) : क्योकि पूर्ण तरंग दिष्टकारी कुछ नही बल्कि दो अर्ध तरंग दिष्टकारियों का संयोजन है, इसलिए पूर्ण तरंग दिष्टकारी का औसत या DC मान उसी द्वितीयक वोल्टता से चलने वाले अर्ध तरंग दिष्टकारी के निर्गत का प्राकृतिक रूप से दो गुना होता है।

(Fig 3) से यह स्पष्ट है कि पूर्ण तरंग दिष्टकारी निर्गत का DC मान का औसत है

$V_{dc}=0.318V_{s(peak)}+0.318V_{s(peak)}$

$V_{dc}=0.636V_{s(peak)}$

जहॉ $V_{s(peak)}$ ट्रांसफार्मर सेकेन्द्री के A तथा B किसी भी एक सिरे तथा केन्द्र टैप के बीच का अधिकतम वोल्टता के बराबर होता है।

पूर्ण तरंग दिष्टकारी के $V_{s(rms)}$ V_{dc} के रूप में हैं

$V_{s(rms)} = 0.707\ V_{s(peak)}$

इसलिए,

$$V_{dc} = 0.636 = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = 0.9\ V_{s(rms)}$$

***उदाहरण* (Example) :**

माना कि ट्रासफार्मर का द्वितीयक वोल्टता 24-0-24V(rms) है, इस ट्रासफार्मर का उपयोग करते हुए पूर्ण तरंग दिष्टकारी का DC निर्गत वोल्टता निम्न होगी,

दो डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी के लिए

V_{dc} =0.9 $V_{s(rms)}$

अतः दिये गये उदाहरण में

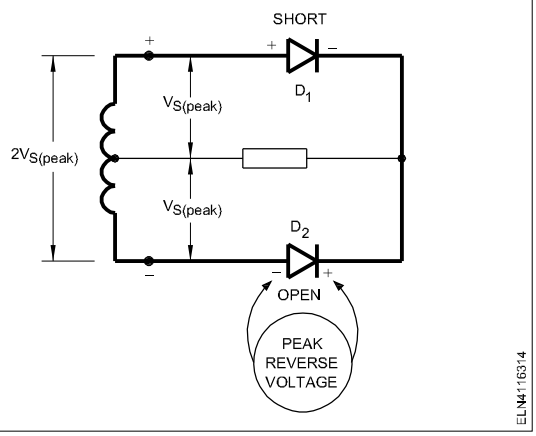
V_{dc} =0.9 x $V_{s(rms)}$ = 0.9 x 24 = 21.6V

पूर्ण तरंग दिष्टकारी में ऊर्मिका आवृत्ति (Ripple frequency in a full wave rectifier) : (Fig 3c) से यह देखा जा सकता है कि AC वोल्टता के प्रत्येक AC निवेशी चक्र के लिए निर्गत को दो चक्र हाते है। ऐसा इसलिए है क्योकि पूर्ण तरंग दिष्टकारी में निवेश वोल्टता के ऋणात्मक अर्धचक्र को विपरीत कर दिया है। इसके परिणाम से पूर्ण तरंग दिष्टकारी का निर्गम निवेश AC आवृत्ति से दो गुनी आवृत्ति रखता हैं। यदि पूर्ण तरंग दिष्टकारी के निवेश के रूप में मुख्य AC का प्रयोग किया जाता हैं, क्योंकि मुख्य आवृत्ति 50Hz है, इसलिए स्पन्दमान DC की निर्गम आवृत्ति 100Hz होगी।

टिप्पणी: जब स्पन्दमान DC मसृणित (smooth) की जाती हैं तो इस वर्धित ऊर्मिका आवृत्ति के अनेक लाभ होते हैं। इस पर अगले पाठ में चर्चा की जाएगी।

प्रतीप शिखर वोल्टता (Peak inverse voltage) : (Fig 4) पूर्ण तरंग दिष्टकारी को दर्शाता है, जिस क्षण द्वितीयक वोल्टता अपने अधिकतम धनात्मक मान पर पहुँचती हैं।

Fig 4



बाहरी लूप के आजुबाजु किर्शोफ नियम का अनुप्रयोग करने पर हम प्राप्त होगा $2V_{s(peak)}$ - प्रत्यावर्ती वोल्टेज (PIV)

बाहरी पाशग्आरपार अग्र वोल्टता D_1 = O

D_1 के आरपार छोटी अग्र वोल्टता की उपेक्षा करते हुए, हम पाते है, $2V_{s(peak)}$ = D_2 के आरपार PIV + 0 = 0

या D_2 के आरपार PIV=$2V_{s(peak)}$

उपर्युत्त से यह स्पष्ट है कि पूर्ण तरंग दिष्टकारी में प्रत्येक डायोड का PIV निर्धार पूर्ण द्वितीयक वोल्टता के शीर्षमान $2V_{s(peak)}$ से अधिक होना चाहिये।

पूर्व में विचार किये गए उदाहरण में डायोड के PIV को $2V_{s(peak)}$ होना चाहिये।

$$V_{s(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} \quad = \quad 2\,V_{s(peak)} = \frac{2 \text{ x } V_{s(rms)}}{0.707}$$

$$= \frac{2 \text{ x } 24}{0.707} = 68 \text{ volts (approx.)}$$

पूर्ण-तरंग दिष्टकारी में डायोडों की धारा का निर्धार (Current rating of diodes in a fullwave rectifier) : यदि पूर्ण तरंग दिष्टकारी में लगा हुआ R_L भार, माना 10Ω हो तो उसमें DC धारा

$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{10\,\Omega}$ होगी।

उपरोक्त में विचार किये गये उदाहरण में V_{dc}=21.6 volt इसलिए

$I_{dc} = \frac{21.6}{10} = 2.16$ amps. = 2.16 एम्पियर

यह नोट करना रूचिकर होगा कि यह धारा I_{dc}, दो डायोड D_1 तथा D_2 में बट जाती है। यह इसलिए है क्योकि प्रत्येक डायोड, केवल एक आर्ध चक्र को संचालन करता है। अतः प्रत्येक डायोड में से DC धारा, कुल DC भार धारा I_{dc} का आधा होता है। इसलिए 10Ω भार वाले प्रत्येक डायोड में से अधिकतम धारा 2.16/2 =1.08 एम्पियर होगी। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि प्रत्येक डायोड का धारा निर्धार अधिकतम / निर्धारित भार धारा का केवल आधा होनी चाहिए।

टिप्पणी : अर्ध-तरंग दिष्टकारी में क्योंकि केवल एक डायोड होता, इसलिए प्रयुक्त डायोड का धारा निर्धार भार में से अधिकतम धारा होना चाहिए, जो पूर्ण तरंग दिष्टकारी की तरह नहीं, जिसमें प्रयुक्त डायोडो का धारा निर्धार भार में अधिकतम धारा का केवल आधार होता है।

उदाहरण: 1.8 एम्पियर की भार धारा के आवश्यकता वाले एक द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी में, उपयोग डायोड का धारा निर्धार क्या होगा ?

चूंकि यह द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी है, इसलिए प्रत्येक डायोड का धारा निर्धार = 1/2 कुल भार धारा।

इसलिए डायोड का I_f (max)=1.8 एम्पियर/2 होना चाहिए।

यदि इस दिष्टकारी परिपथ के लिए 1 एम्पियर धारा निर्धार का एक डायोड का प्रयोग किया जाता है तो यह उत्तम होगा।

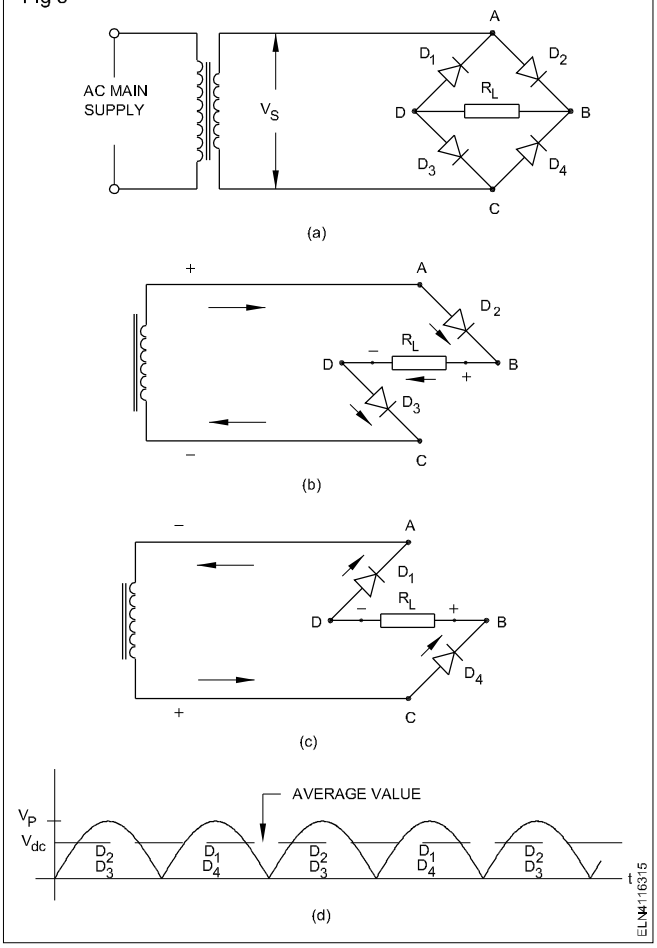
द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी की हाँनिया (Disadvantages of TWO DIODE fullwave rectifier) : दो डायोड तथा केन्द्र टैप ट्रांसफार्मर उपयोग होने वाले पूर्ण तरंग दिष्टकारी की हानियां निम्नलिखित है।

- एक केन्द्र टैप ट्रांसफार्मर जो प्रत्येक द्वितीयक कुण्डलन के प्रत्येक अर्ध पर समान वोल्टता उत्पन्न करें, को बनाना कनि तथा मंहगा होता है।
- सामान्य ट्रांसफार्मरों की अपेक्षा केन्द्र टैप ट्रांसफार्मर सामान्यतः भारी होते है तथा इसलिए अधिक स्थान घेरते है।

- एक द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी में एक समय पर केवल आधी द्वितीयक वोल्टता का प्रयोग किया जाता हैं, चाहे यह वह धनात्मक तथा ऋणात्मक दोनों अर्ध चक्रो में संचालित हो।

सेतु दिष्टकारी (Bridge rectifier) : यह पूर्ण तरंग दिष्टकारी है। परिपथ को (Fig 5) में दर्शाया गया। सेतू दिष्टकारी में चार डायोड उपयोग होते है। ट्रांसफार्मर के द्वितीयक पर कोई टैप नही होता हैं।

Fig 5



द्वितीयक वोल्टता के धनात्मक अर्ध भाग के समय, डायोड D_2 तथा D_3 अग्र अभिनत के होते है। अतः द्वितीयक के दूसरे सिरे तक धारा, डायोड D_2 भार प्रतिरोध RL तथा D_3 में से प्रवाहित होती है। इसे Fig 5b में दर्शाया गया है। द्वितीयक वोल्टता के ऋणात्मक अर्ध के दौरान, डायोड D_1 तथा D_4 संचालित होते हैं। द्वितीयक के दूसरे सिरे तक धारा डायोड D_4, प्रतिरोध R_L तथा D_1 में से प्रवाहित होती है। इसे (Fig 5c) में दर्शाया गया है।

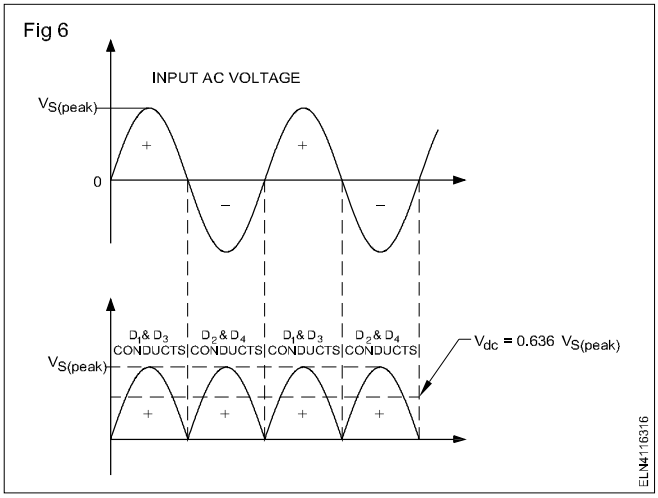
दोनों स्थितियों में धारा, भार प्रतिरोधक में से उसी दिशा में प्रवाहित होती है। अतः भार प्रतिरोधक RL के आरपार एक अस्थिर DC धारा विकसित होती हैं। इसे (Fig 5d) में दर्शाया गया है।

DC निर्गम (DC Output) : (Fig 6) में सेतु दिष्टकारी का निवेशी AC तथा निर्गत स्पन्दमान DC उत्पन्न तरंग-रूप दर्शाया गया है।

यह तरंग रूप, एक केन्द्र-टैप ट्रासफार्मर के उपयोग से पूर्ण तरंग दिष्टकारी के तरंग-रूप के सामान होती है। अतः, औसत DC मान का निर्गत हैं,

$V_{dc} = 0{,}636\ V_{s(peak)}$

Fig 6



या $V_{dc} = 0.9\ V_{s(rms)}$

जहां $V_{s(rms)}$ पूर्ण द्वितीयक AC rms वोल्टता है।

टिप्पणी : एक द्वि डायोड पूर्ण-तरंग दिष्टकारी में $V_{s(rms)}$, कुल द्वितीयक वोल्टता के आधे को निर्दिष्ट करता है, जबकि सेतु दिष्टकारी में $V_{s(rms)}$, वह पूर्ण द्वितीयक वोल्टता को निर्दिष्ट करता है।

उदाहरण : (Fig 5) में यदि ट्रासफार्मर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(rms)}$ 24 वोल्ट है तो भार R_L के आरपार दिष्टकृत DC वोल्टता V_{dc} होगी।

समीकरण 2 से, सेतु दिष्टकारी के लिए V_{dc} को निम्न से दिया जाता है

$V_{dc} = 0.9\ V_{s(rms)}$

दिये गए उद्धाहरण में, $V_{s(rms)}$ = 24 वोल्ट।

अतः $V_{dc} = 0.9 \times 24 = 21.6$ वोल्ट

टिप्पणी : उसी ट्रांसफार्मर का प्रयोग करते हुये, एक द्वि-डायोड पूर्ण-तरंग दिष्टकारी ने केवल 10.8 volt दिये होगें, जो सेतु दिष्टकारी निर्गम का आधा है।

शिखा प्रतीप वोल्टता - सेतु दिष्टकारी (Peak Inverse voltage - Bridge rectifier) : (Fig 7) में एक सेतू दिष्टकारी दर्शाया गया है, जब द्वितीयक वोल्टता अपने अधिकतम मान पर पहुंचती हैं।

डायोड D_4 आदर्श रूप से लघुपथित (जैसे यह संचालित होती है) तथा D_1 आदर्श रूप से खुला होता है। बाहरी पाश (लूप) के चारो तरफ वोल्टताओं को जोडते तथा किरचाफ नियम को लागू करते हुए

$V_{s(peak)} - D_1$ के आरपार PIV + 0 = 0 या D_1 के आरपार PIV = $V_{s(peak)}$

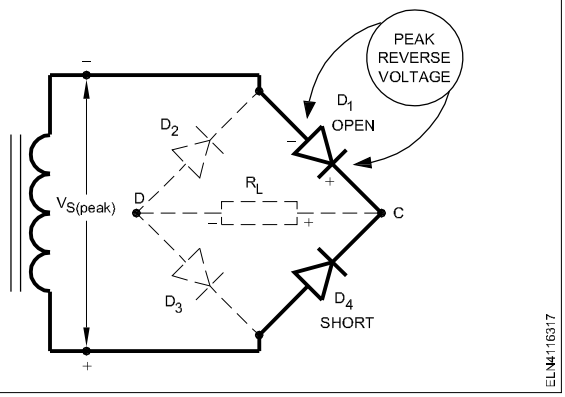
इसलिए D_1 के आरपार शिखर प्रतीप वोल्टता शिखर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(peak)}$ बराबर होती हैं।

इस तरह से प्रत्येक डायोड के आरपार शिखर प्रतीप वोल्टता ट्रासफार्मर द्वितीयक की शिखर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(peak)}$ के बराबर होगी। अतः प्रयुक्त डायोडों के PIV निर्धार $V_{s(peak)}$ से बडे होने चाहिये।

उदाहरण (Example)

Fig 7 में ट्रान्सफर्मर का सेकन्डरी वोल्टेज $V_{s(rms)}$, 24 है, प्रयुक्त डियोड का न्यूनतम PIV ज्ञात करें। ब्रिज रेक्टिफायर PIV पूरे डियोड में समान है और $V_{s(peak)}$ के बराबर है,

Fig 7



अतः दिए गए उदाहरण में,

$$PIV = V_{sd(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 34 \text{ volts}$$

(Fig 7) में यदि ट्रासफार्मर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(rms)}$, 24 वोल्ट हैं तो प्रयुक्त डायोडों का न्यनतम PIV ज्ञात करें। एक सेतु दिष्टकारी में डायोडों के आरपार PIV समान तथा $V_{s(peak)}$ के बराबर होता हैं। अतः दिये गए उद्धाहरण में प्रयुक्त

$$PIV = V_{sd(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 34 \text{ volts}$$

सेतु दिष्टकारियों में डायोडों का धारा निर्धारण (Current rating of diodes in bridge rectifiers) : जैसे एक द्वि डयोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी की स्थिति में है, (Fig 5) में दर्शाये गये सेतु दिष्टकारी में भी डायोड युग्म D_1, D_3 तथा D_2, D_4 में पूर्ण भार धारा का आधा वहन करते है। यह ऐसा है क्योकि प्रत्येक डायोड युग्म केवल AC निवेश चक्र के आधे के समय में ही संचालन करता है।

सेतु दिष्टकारी में भी D_1, D_3 तथा D_2, D_4 का केवल एक हानि यह है कि पूर्ण तरंग दिष्टकरण के लिए द्वि डायोड पूर्ण दिष्टकारी में दो के बदले चार डायोडों का प्रयोग करते हैं। लेकिन सेतु दिष्टकारी की सरल ट्रासफार्मर आवश्यकता तथा उच्चतर DC निर्गत तल द्वारा यह हानी क्षतिपूरित हो जाती है। अतः अधिकांश अनुप्रयोगो के लिए सेतु दिष्टकारी बहुत लोकप्रिय AC से DC दिष्टकारी है।

DC निर्गम के लिए तथा दो टर्मिनलो तथा AC निवेश के लिए दो टर्मिनलो के साथ एक ही पैके के रूप में प्रावरणित सेतु दिष्टकारी उपलब्ध है।

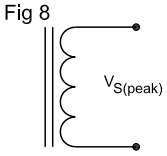
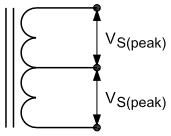
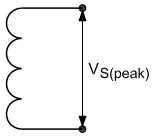
एक एम्पियर के धारा निर्धार वाले सामान्यः उपयोग होने वाले डायोड के लिए निम्नलिखित टेबल में आंकडें दिये गए है।

अधिकतम रेटिंग (MAXIMUM RATINGS)

रेटिंग	प्रतीक	नम्बर के प्रकार							यूनिट
		IN 4001	IN 4002	IN 4003	IN 4004	IN 4005	IN 4006	IN 4007	
अधिकतम पुनरावृत्ति रिवर्स वोल्टेज अधिकतम कार्य रिवर्स वोल्टेज DC ब्लाकिंग वोल्टेज	$V_{RM(rep)}$ $V_{RM(wkg)}$ V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
गैर पुनरावृत्ति अधिकतम रिवर्स वोल्टेज (हाफ वेव 1-ϕ, 50 H2 पीक)	$V_{RM\ (nonrep)}$	75	150	300	600	900	1200	1500	Volts
RMS रिवर्स वोल्टेज	Vr	35	70	140	280	420	560	700	Volts
फारवर्ड धारा का रेक्टी फाइड़ औसत (1-ϕ रजिस्टिव लोड 50 H_2, T_A=75°C पीक)	Io			1.0					Amp
गैर पुनरावृत्ति (हाफ साइन वेव t = 10 msec)	IFM			30					
तापमान से एम्बियेंट का अधिकतम थर्मल प्रतिरोध (लीड लम्बाई 25 mm)	TJA			85					
अधिकतम आपरेटिंग तथा स्टोरेज जंक्शन तापमान रेंज	T_jT_{stg}			-65 to 175					

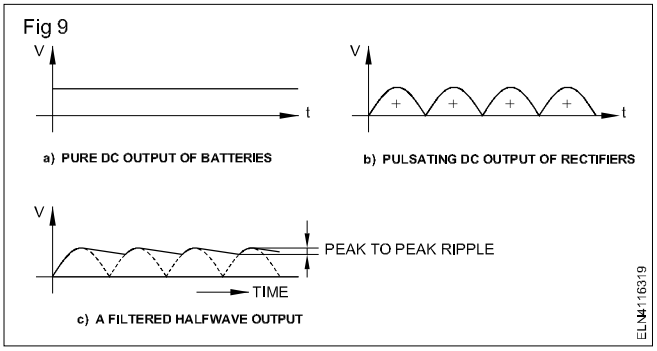
दूसरे डायोड के विनिर्देशन को आंकडा पुस्तक से प्राप्त कर सकते हैं ।

हाफ वेव, फुल वेव तथा ब्रिज रेक्टिफायर की तुलना टैबुलर फार्म में नीचे दी गयी है ।

	हाफ वेव	फुल वेव	ब्रिज
ड़ायोड की संख्या आवश्यक	1	2	4
ट्रान्सफार्मर पीक आउटपुट वोल्टेज	Fig 8 		
DC आउटपुट वोल्टेज V_s (peak)	$0.318 Y_{s(peak)}$	$0.636V V_{s(peak)}$	$0.636V V_{s(peak)}$
DC आउटपुट वोल्टेज V_s (rms)	$0.45 V_{s(rms)}$	$0.9 V_{s(rms)}$	$0.9V_{s(rms)}$
ड़ायोड धारा रेटिंग	$I_{L(max)}$	$0.5 I_{L(max)}$	$0.5I_{L(max)}$
पीक इंन्वर्स वोल्टेज	$V_{s(peak)}$	$2V_{s(peak)}$	$V_{s(peak)}$
रिपल फ्रिक्वेन्सी	f_{input}	$2f_{input}$	2_{finput}

फिल्टर सर्किट (Filter circuits) : जैसे (Fig 9a) में दर्शाया गया है कि बैटरी के निर्गत के समान स्थिर DC वोल्टता को उपलब्ध कराने के लिए प्रत्यावर्ती धारा को दिष्टकारित किया जाता है। लेकिन स्पन्दमान DC में दिष्टकारियों का निर्गत जैसे कि (Fig 9b) में दर्शाया गया है ।

Fig 9



अधिकांश इलेक्ट्रोनक परिपथो में स्पन्दी DC वोल्टता को उपयोग नही किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, यदि दिष्टकारी के निर्गत में से ये स्पन्दमान नही हटाये जाते है तो रेडियो से गुंजन की ध्वनि प्राप्त होगी। दिष्टकारी के DC निर्गत में से स्पन्दन को कम करने या शोधन (Filter) करने के लिए उपयोग हुए परिपथ को मसृणकारी (स्मूथिंग) परिपथ या प्रसिद्व रूप से ऊर्मिका (Ripple) फिल्टर कहते है।

ऊर्मिका (Ripple): (Fig 9c) में दर्शाये गये अनुसार फिल्टर के निर्गम में कम वोल्टता के उतार चढाव को ऊर्मिका कहते है।

फिल्टर (शोधन) **परिपथ घटक (Filter circuit components) :** फिल्टर परिपथ सामान्यतः संधारित्रों, प्रेरकों तथा प्रतिरोधों का संयोजन होते है।

फिल्टर (शोधन) **परिपथों के प्रकार (Types of filter circuits):** उपयोग होने वाले विभिन्न शोधन परिपथ निम्न है।

1 संधारित्र निवेश शोधन

2 RC शोधन

3 श्रेणी चालक शोधन

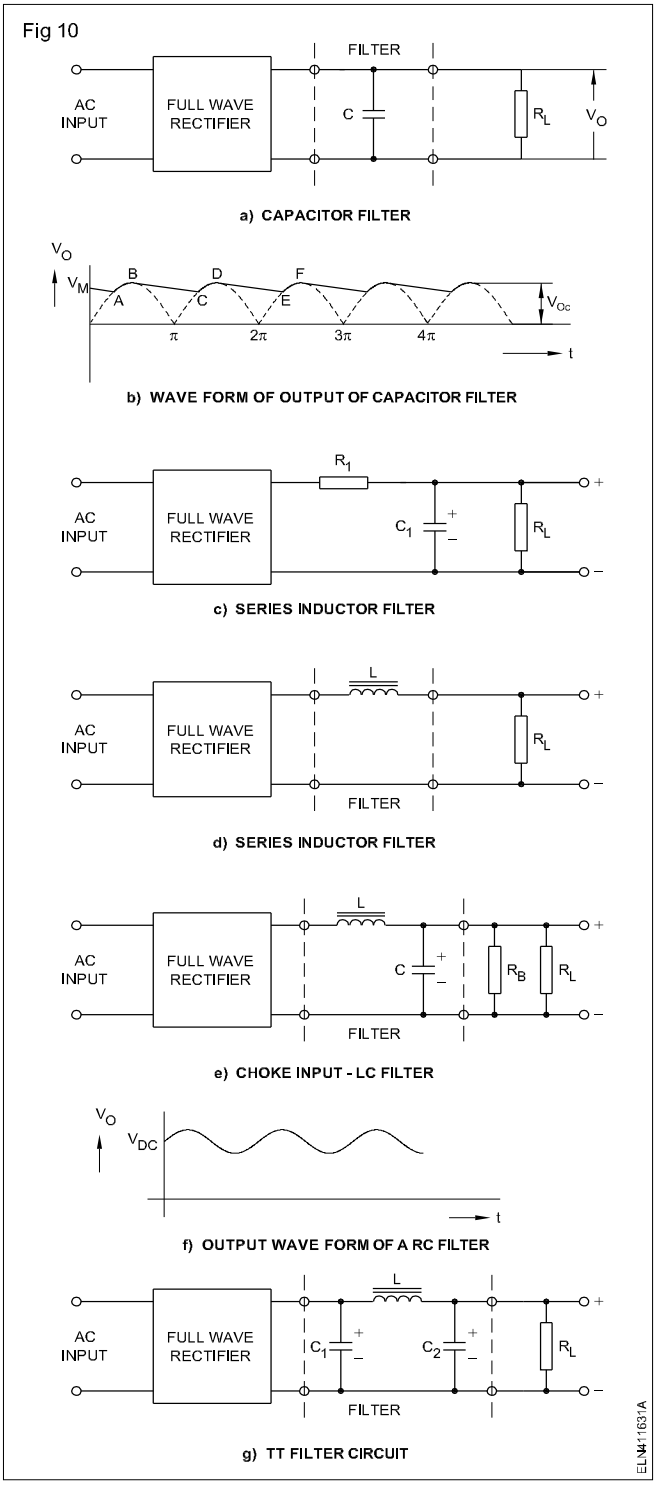
4 प्रतिबन्धक चोक निवेश LC शोधन

5 π शोधन

1 संधारित्र शोधक (Capacitor filter): संधारित्र शोधक सबसे सरल एवं सस्ता फिल्टर है। यहॉ पर एकबडा मान संधारित्र C भार प्रतिरोधक RL के आरपार जोडा जाता हैं, जैसा कि (Fig 10a) में दर्शाया गया हैं। धारा के AC घटकों को धारिता निम्न प्रतिकार्यता (Reactance) पथ देता है तथा DC को बहुत उच्च प्रतिरोध प्रस्तुत करता है। इसलिए पूरी DC धारा भार में से गुजरती है।

कार्यप्रणाली (Working): जब दिष्टकारित निर्गम वोल्टता बढ़ रही हो तो संधारित्र, शिखर वोल्टता Vm तक आवेशित होता है। धनात्मक शिखर पर पहुॅचने पर दिष्टकारी की निर्गत वोल्टता कम होने का प्रयास करती है। (Fig 10b) में तरंग रूप का अवलोकन करें। बिन्दु B पर संधारित्र के आरपार +Vm वोल्ट है, क्योंकि स्त्रोत वोल्टता Vm से कुछ कम हो जाती है इसलिए संधारित्र धारा को डायोड में से वापिस भेजने का प्रयास करेगा, जो डायोड को प्रतीप अभिनत बनाती है।

डायोड, भार से स्त्रोत को अलग करता है। संधारित्र भार के द्वारा निरावेशित होना प्रारम्भ होता है। अतः भार के आरपार वोल्टता शून्य



तक नही गिरेगी। संधारित्र लगातार निरावेशित होगा जब तक कि बिन्दु C पर स्त्रोत वोल्टता, संधारित्र वोल्टता से अधिक न हो जाये। डायोड पुन संचालन प्रारंभ करता है तथा संधारित्र शिखर मान V_m तक आवेशित होता है। संधारित्र के लिए आवेशित अवधि के समय दिष्टकारी संधारित्र के द्वारा आवेशित धारा I_c तथा भार धारा I_L के द्वारा आपूर्ति करती है।

(Fig 10b) में बिन्दु B तथा C के बीच संधारित्र जिस दर पर निरावेशित होती है, वह समय नियतांक R_LC पर निर्भर होता है। यह समय नियतांक जितना अधिक होगा, निर्गत वोल्टता उतनी ही स्थिर होगी।

ऊर्मि का परिकलन (Calculation of ripple): शोधन परिपथ को डिजाइन करते समय, शोधन परिपथ के निर्गम में ऊर्मिके वोल्टता, सैद्धान्तिक परिकलित करने के लिए निम्नलिखित विधियों का उपयोग किया जा सकता है।

विधि 1 (Method 1)

आवृत्ति f तथा धारिता C के दिये गये मान के लिए आपेक्षित भार धारा I_L जानते हुए, निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करते हुए शिखर से शिखर ऊर्मिका वोल्टता प्राप्त की जा सकता है।

$$V_{rip(p-p)} = \frac{I_L}{F_rC} \text{..........(2)}$$

जहॉ $V_{r(p-p)}$= शिखर से शिखर ऊर्मिका वोल्टता वोल्ट में हैं

I_L = आपेक्षित DC भार धारा एम्पियर में

F_r = ऊर्मिका आवृत्ति Hz में,

C = धारिता फैराडे में

अनुमेय $V_{r(p-p)}$ को नियत कर के तथा f तथा I_L को जानते हुए, इस सूत्र के उपयोग से C के लिए आपेक्षित मान को भी ज्ञात किया जा सकत है।

विधि 2 (Method 2)

निर्गम DC में ऊर्मिका को व्यक्त करने की दूसरी विधि है ऊर्मिका गुणक r से हैं जिसे निम्नानुसार परिभषित किया जाता है।

ऊर्मिका गुणक, $r = \dfrac{V_{r(rms)}}{V_{dc}}$ जहाँ

r = ऊर्मिका गुणक (विमा रहित)

$V_{r(rms)}$ = ऊर्मिका वोल्टताओं के लिए rms मान

V_{dc} निर्गम पर मापी गई DC वोल्टता है

2 RC शोधन (RC filter): (Fig 10c) में एक सरल RC शोधन परिपथ दर्शाया गया है। इसमें एक प्रतिरोधक R_1 तथा संधारित्र C_1 होते हैं, जिन्हें दर्शाये गये अनुसार जोडा जाता है। प्रतिरोधक R_1 संधारित्र के निरावेशित समय को लम्बा करते हुए संधारित्र द्वारा उपलब्ध कराये शोधन में सहायता करता है।

3 श्रेणी प्रेरक शोधन (Series inductor filter): (Fig 10d) में एक श्रेणी प्रेरक शोधन परिपथ दर्शाया गया है। प्रेरक एक युक्ति है जो अपने में से प्रवाहित धारा में किसी भी परिवर्तन का विरोध करने की मूलभूत विशेषता रखता है। इस विशेषता का श्रेणी प्रेरण शोधन में उपयोग किया जाता है।

कार्यप्रणाली (Working): जब कभी प्रेरक में से धारा परिवर्तित होने का प्रयास करती है तो प्रेरक में एक पश्च विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है, जो धारा को अपना मान परिवर्तन होने से रोकता है। एक श्रेणी प्रेरक शोधन का प्रचालन उसमें से प्रवाहित धारा पर निर्भर करती है। इसलिए इस शोधन को एक पूर्ण-तरंग दिष्टकारी के साथ ही केवल प्रयोग किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त भार धारा में वृद्धि से ऊर्मिका कम होती है।

4 चोक-निवेश LC शोधन (Choke-input LC filter): एक चोक निवेश शोधक में श्रेणी में एक प्रेरक L तथा भार सहित शंट में एक संधारित्र C होता हैं, जैसा कि (Fig 10e) में दर्शाये गया हैं।

कार्यप्रणाली (Working): एक LC शोधन में, श्रेण प्रेरक शोधन तथा शन्ट संधारित्र शोधन दोनो के अभिलक्षण सम्मिलित होते है। चोक (लौह क्रोड प्रेरक) DC घटक को सरलता से गुजरने देता हैं क्यों कि यह DC के प्रति कोई प्रतिरोध प्रस्तुत नही होने देता है। संधारित्र AC ऊर्मिकाओं को गुजरने देता है। लेकिन DC को रोकता हैं। इसके फलस्वरूप, समस्त DC धारा भार प्रतिरोधक R_L में से गुजरती है। LC शोधन का निर्गम तरंग-रूप (Fig 10f) में दर्शाया गया हैं।

स्त्रावी प्रतिरोधक (Bleeder resistor): जब अधिक धारा प्रवाहित होती है तो प्रेरक अधिक अच्छा कार्य करता है क्योकि यह अपने प्रचालन के लिए धारा पर निर्भर करता है। इष्टतम (Optimum) कार्य के लिए परिपथ में एक स्त्रावी प्रतिरोध R_B सम्मिलित किया जाता हैं जैसे कि (Fig 10e) में दर्शाया गया है।

5 PI–शोधन (PI-filter): यह परिपथ (Fig 10g) में दर्शाया गया है। इसे संधारित्र निवेशी स्त्रावी भी कहते है। यह परिपथ एक प्रेरक तथा दो वैद्युत विशलेपी संधारित्रों का प्रयोग करता है। इसे संधारित्र निवेशी शोधन भी कहते हैं क्योकि C_1 प्रथम शोधन घटक है। इसे PI शोधन भी कहते है क्योंकि परिपथ π (यूनानी अक्षर) की तरह दिखता है।

कार्यप्रणाली (Working): दिष्टकारी निर्गत पहले C को जाता है जो संधारित्र शोधन की स्थिति के अनुसार एकान्तर रूप से आवेशित तथा निरावेशित होता है। संधारित्र C_2 भी समरूप शोधन क्रिया करता है। C_2 के निर्गम तथा भार द्वारा कर्पित धारा दोनों में प्रेरक परिवर्तनों का विरोध करता हैं। LC शोधन निवेश पर वोल्टता स्पाइक (Spikes) को हटाने के भी योग्य होता है।

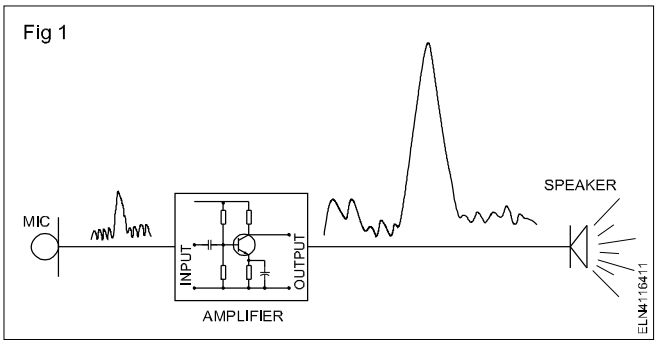
ट्रांजिस्टर (Transistors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रांजिस्टर का वर्णन करना**
- **PNP तथा NPN ट्रांजिस्टर की कार्यप्रणाली का वर्णन करना**
- **महत्वपूर्ण पैकेज तथा टाईप नम्बर प्रणालियों का वर्णन करना**
- **ट्रांजिस्टर के परीक्षण का वर्णन करना।**

परिचय (Introduction): ट्रांजिस्टर एक क्रियाशील युक्ति है जो आधुनिक इलेक्ट्रानिक्स का हृदय है। यह छोटे विद्युत संकेत को या तो निवेशी पर वोल्टता या धारा के रूप में स्वीकार करता है। फिर आवर्धित आयाम को बढ़ाता है, तथा Fig 1 में दर्शाये गये अनुसार निर्गत पर बड़े सिग्नल उपलब्ध कराता हैं । ट्रांजिस्टर लगभग सभी इलेक्ट्रनिक गजट जैसे रेडियो, टी. वी. टैपरिकार्डर, कम्प्यूटर, इत्यादी में उपयोग होता हैं ।

Fig 1



ट्रांजिस्टर के अविष्कार से पहले (1947) निर्वात नली या वाल्व थे जिनका प्रयोग प्रवर्धकों में किया जाता था ।

वर्तमान के ट्रांजिस्टरों की तुलना में निर्वात नली, आमाप (साइज) में बड़ी होती थी, अधिक शक्ति उपभोग करती थी, बहुत अवांछित ताप उत्पन्न करती थी तथा कमजोर थी । अतः जैसे ही ट्रांजिस्टर बाजार में आये तो निर्वात नली अप्रचलित हो गई ।

बैल टेलिफोन प्रयोगशाला के वाल्टर H ब्राजील तथा जान बॉरलो ने 23 दिसम्बर 1947 को ट्रांजिस्टर का अविष्कार किया था। निर्वात नली से तुलना में, ट्रांजिस्टर के कई लाभ है। कुछ महत्वपूर्ण लाभ नीचे दिये गये है ।

- आमाप (साइज) में बहुत छोटे
- भार में कम
- ऊष्मा के रूप न्यूनतम या कोई हानि नही
- निम्न प्रचालन वोल्टता।
- दृढ़ रचना

विभिन्न अनुप्रयोगो को पूरा करने के लिए विभिन्न प्रकार की ट्रांजिस्टर, विभिन्न पैकिंग में मिलते है। जैसा डायोडो में हैं, अभिलक्षण पर निर्भर करते हुए ट्रांजिस्टरों को टाइप नं. दिए जाते हैं, जैसे BC107, 2N6004 आदि। इन टाइप नम्बरों के अनुरूप अभिलक्षण आंकड़ा, आंकड़ा पुस्तकों में दिये गये हैं।

ट्रांजिस्टर द्वि ध्रुव, क्षेत्र प्रभाव तथा यूनिट जंक्शन (संधि) जैसे में मिलते है ।

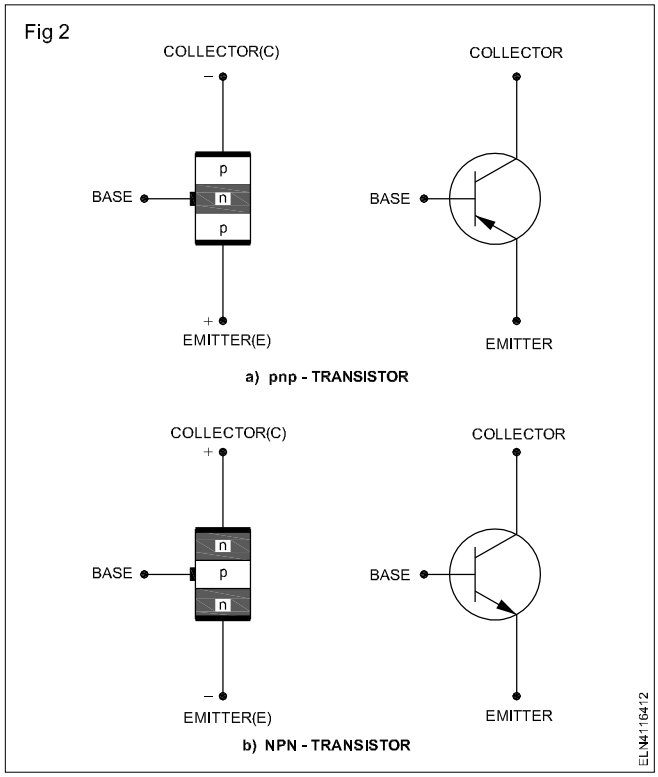
द्वि ध्रुवी (bi polar) संधि ट्रांजिस्टर, स्नेहक लेपित (doped) अर्ध चालक की दो विपरीत धुवता का उपयोग करते हैं, जैसे N टाइप तथा P टाइप ।

क्षेत्र प्रभाव (फील्ड इफेक्ट) ट्रांजिस्टर, अपनी कार्यप्रणाली के लिए आवेशित किये हुए वाहक की वैद्युत प्रतिकर्षण क्षेत्र (Electrostatic) का उपयोग करते है ।

एक संधि ट्रांजिस्टर, P तथा N प्रकार के अर्ध चालक के एकल संधि का उपयोग करते है ।

द्वि ध्रुवी संधि ट्रांजिस्ट की रचना (Construction of bipolar junction transistors): द्वि ध्रुवी संधि ट्रांजिस्टर बिन्दु सम्पर्क, संवृद्ध संधि (grown junction), अलाय संधि, विसरण संधि तथा एपीटेक्सीय (अधिरोही) जैसे विभिन्न विधियों से सिल्किन या जर्मेनियम पदार्थ के बने तीन-घटक युक्ति (उत्सर्जक, आधार, संग्राहक) से बने होते है। ट्रांजिस्टर की रचना तथा चिन्ह NPN तथा PNP को Fig 2 में दर्शाया गया है।

Fig 2



ट्रांजिस्टर को दर्शाये गये चिन्ह से प्रदर्शित किया जाता है। उत्सर्जक का तीर, ट्रांजिस्टर में से प्रवाह होने वाली धारा को दर्शाता हैं।

अधिकांश ट्रांजिस्टरो में संग्राहक क्षेत्र को उत्सर्जक क्षेत्र की अपेक्षा भौतिक रूप से कुछ बडा बनाया जाता है, क्योंकि उसे अधिक ऊष्मा क्षय करना होता है। आधार बहुत हल्के रूप से स्नेक लेपित (doped) होते है तथा बहुत पतले होते है। उत्सर्जक अत्याधिक रूप से स्नेहक लेपित होता है। संग्राहक का स्नेहक लेपन, आधार से अधिक होती है लेकिन उत्सर्जक से कम होता हैं।

ट्रांजिस्टरो का वर्गीकरण (Classification of transistors)

1 प्रयुक्त अर्धचालक के आधार पर। (Based on the semi-conductor used)

- जर्मेनियम ट्रांजिस्टर,
- सिलिकन ट्रांजिस्टर

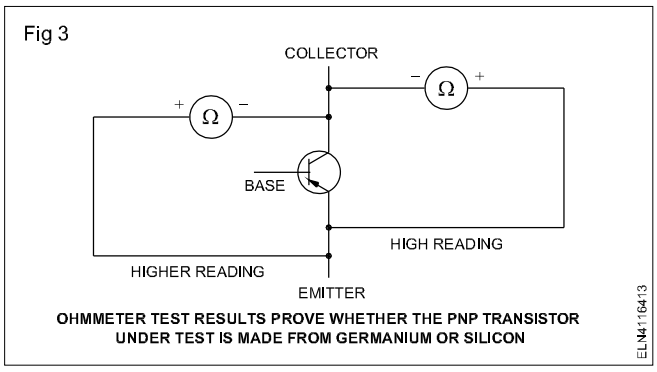
जैसा डायोड में है, उपयुक्त दो महत्वपूर्ण अर्ध चालकों में से किसी एक का उपयोग करके ट्रांजिस्टर बनाये जा सकते है। तथापि, अधिकांश ट्रांजिस्टर सिलिकन के उपयोग से बनते है। यह इसलिए है क्योकि सिलिकन ट्रांजिस्टर, एक व्यापक तापमान परास (उच्चतर ऊष्मीय स्थिरता) पर जर्मेनियम ट्रांजिस्टरो की अपेक्षा अधिक अच्छी तरह से कार्य करते है।

ट्रांजिस्टर में उपयोग हुए अर्धचालक को ज्ञात करने की विधि (Method of finding the semi conductor used in Transistor)

किसी विशेष ट्रांजिस्टर में प्रयुक्त अर्धचालक के बारे में सूचना ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तके देती है।

आंकड़े की अनुपस्थिति में फिर भी एक ओह्ममापी से यह शीघ्रता से जाँच किया जा सकता है कि ट्रांजिस्टर सिलिकॉन या जरमेनियम का बना है। Fig 3 में दर्शाये गये अनुसार PNP ट्रांजिस्टर के परीक्षण में पहले ओह्ममापी की ऋणात्मक लीड को संग्राहक से तथा धनात्मक लीड को उत्सर्जक से जोडे। इस संलग्नी (hook-up) से उत्सर्जक से संग्राहक को उच्च प्रतिरोध का पाचांक दर्शायेगा।

Fig 3



OHMMETER TEST RESULTS PROVE WHETHER THE PNP TRANSISTOR UNDER TEST IS MADE FROM GERMANIUM OR SILICON

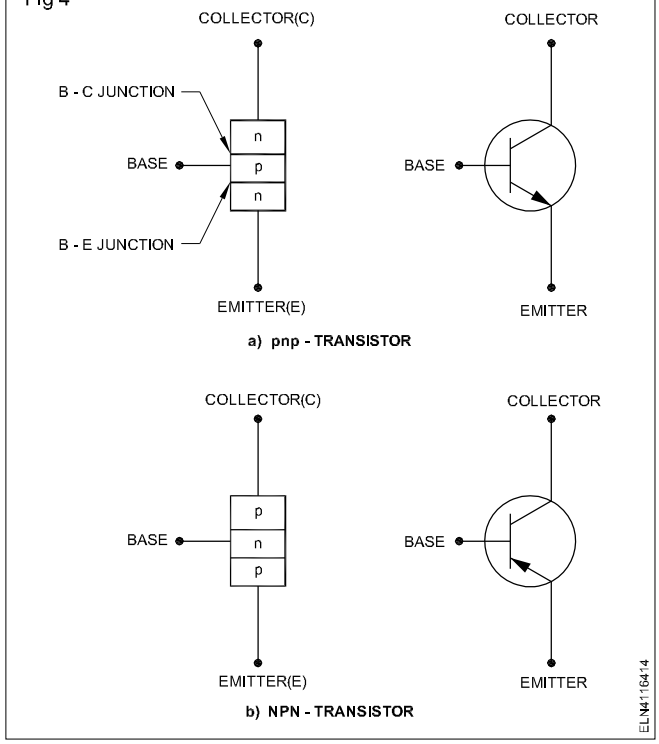
फिर ओह्ममापी के लीड के कनेक्शन को विपरीत करें तथा प्रतिरोध का पाचांक और उच्च होगा। यदि मीटर पैमाने पर ओह्म को पढ़ना सम्भव हो तो वह जरमेनियम ट्रांजिस्टर है। यदि पाचांक मेगा ओह्म से अनंत परास का हो तो वह सिलकान ट्रांजिस्टर है।

2 P तथा N संधि की व्यवस्था पर आधारित, जैसे Fig 4 में दर्शाया गया है।

- NPN तथा
- PNP ट्रांजिस्टर।

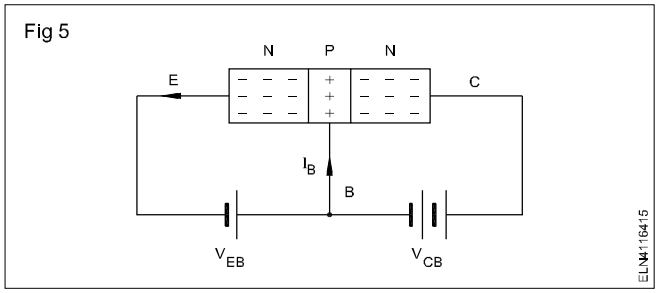
इलेक्ट्रानिक परिपथों में NPN तथा PNP दोनों ट्रांजिस्टर, सामान रूप से उपयोगी है। फिर भी NPN ट्रांजिस्टरो को प्राथमिकता दी जाती है क्योकि PNP की तुलना में NPN की स्विचन गति उच्च होती है।

Fig 4



NPN ट्रांजिस्टर का प्रचालन (Operation of NPN transistor): ट्रांजिस्टर के सामान्य प्रचालन के समय उत्सर्जक, आधार संधि को अग्र अभिनति का होना चाहिए तथा आधार, संग्राहक संधि को विपरीत अभिनति का होना चाहिए, जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है।

Fig 5

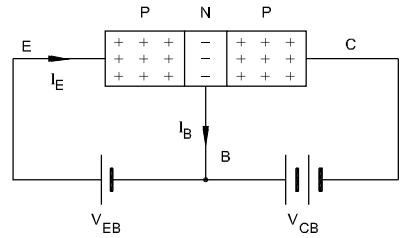


यदि V_{EB} रोधिका विभव (जर्मेनियम के लिए 0.3V तथा सिलिकन के लिए 0.7V) से अधिक हो तो V_{EB} की ऋणातमक ध्रुवता से उत्सर्जक में इलेक्टान प्रतिकर्षित होंगे तथा आधार को भेजे जायेंगे। आधार में कुछ होल्स (holes) को भरने के बाद ये इलेक्ट्रान किसी भी दो दिशा में प्रवाह हो सकते हैं। कुछ इलेक्ट्रान, V_{EB} के धनात्मक टर्मिनल की तरफ आकर्षित होंगे जिससे आधार, धारा I_B उत्पन्न होती है। आधार तथा संग्राहक के अनेक इलेक्ट्रान V_{CB} के उच्च स्थिति विभव से आकर्षित होते है। जिससे संग्राहक धारा I_C उत्पन्न होती है। उर्त्सजक धारा I_E , आधार तथा संग्राहक धारा के बराबर होती है।

$I_E = I_B + I_c$

PNP ट्रांजिस्टर की कार्यप्रणाली (Working of PNP transistor): PNP ट्रांजिस्टर के उचित प्रचालन के लिए आधार उत्सर्जक संधि को अग्र अभिनति तथा संग्राहक आधार संधि को विपरीत अभिनति का होना चाहिए, जैसा कि Fig 6 में दर्शाया गया है।

Fig 6



होल्स, जो मुख्य धारा वाहक है वे उत्सर्जक से आधार क्षेत्र में अंत:क्षिप्त (inject) किये जाते है। आधार संग्रहक संधि के विपरीत अभिनति से संग्राहक क्षेत्र, आधार के सापेक्ष ऋणात्मक बनता है तथा इसलिए होल्स (कोटर) जो धनात्मक आवेश ले जाते है, वे आधार में भेदन करते है तथा संग्राहक संधि के बीच प्रवाहित होते है तथा लगायी गई बाहरी वोल्टता में प्रवाहित होते है।

NPN तथा PNP ट्रांजिस्टर को पहचानने की विधि (Method of identify PNP and NPN transistors): ट्राजिस्टर NPN तथा PNP का है इसे ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तक से पता लगाया जा सकता है।

आंकड़े की अनुपस्थिति में, ट्रांजिस्टर के प्रकार को पहचानने के लिए निम्नलिखित विधि अपनाई जाती है, कि ट्रांजिस्टर NPN या PNP है।

PNP को पहचानना (PNP Identification): ट्रांजिस्टर के प्रकार को पहचानने के लिए, पहले ओह्ममापी से यह सुनिश्चित कर ले कि धनात्मक लीड तथा ऋणात्मक लीड कौन सी है। आवश्यकता हो तो अपकरण के लिए पिछले भाग को निकाले तथा लीड के जोड़ (धनात्मक से धनात्मक, ऋणात्मक से ऋणात्मक) के सापेक्ष बैटरी की ध्रुवता की जाँच करे।

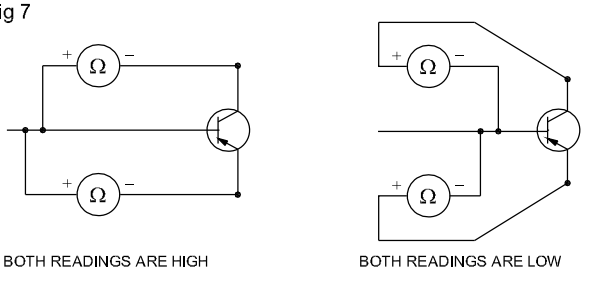
ट्रांजिस्टर को उसके प्रकार के लिए जाँच करना।

1 धनात्मक लीड़ को ओह्ममापी से ट्रांजिस्टर के आधार की तरफ हुक करें। (Fig 7)

2 ऋणात्मक सिरे को ओह्ममापी से जोड़े, पहले एक ट्रांजिस्टर के सिरे को, फिर दूसरे को।

3 यदि दोनो पाचांक, उच्च प्रतिरोध दर्शाये तो ऋणात्मक ओह्ममापी लीड को ट्रांजिस्टर के आधार से हुक करें। (Fig 7)

Fig 7

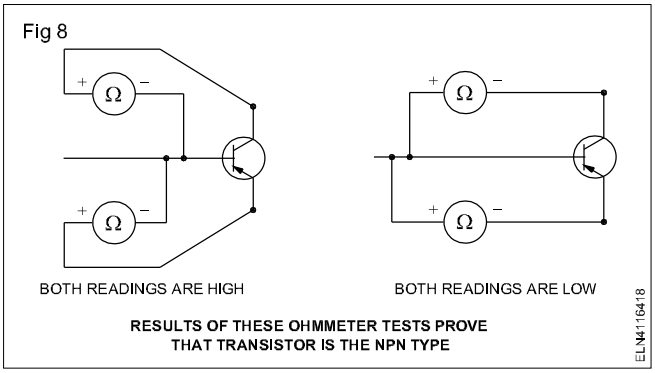


4 धनात्मक लीड को ओह्ममापी से पहले एक ट्रांजिस्टर के सिरे से, फिर दूसरे से जोडे।

5 यदि दोनो पाचांक कम प्रतिरोध दर्शाये तो वह PNP ट्रांजिस्टर है।

NPN को पहचानना (NPN identification): माना कि ओह्ममापी का परीक्षण, ट्रांजिस्टर के आधार से जुडे ऋणात्मक ओह्ममापी के सिरे तथा दूसरी लीड को ट्रांजिस्टर की लीड से ट्रांजिस्टर की लीड को स्विच किये हुए, के साथ उच्च प्रतिरोध दर्शाता है। संदर्भ के लिए Fig 8 देखें।

Fig 8



परीक्षण को निम्नानुसार लगातार करें।

1 ओह्ममापी के सिरो को विपरीत करें, विपरीत लीड को ट्रांजिस्टर के आधार से जोडें।

2 ओह्ममापी की ऋणात्मक लीड को पहले एक ट्रांजिस्टर की लीड से तथा फिर दूसरे से जोड़े।

3 यदि पाचांक कम प्रतिरोध दर्शाये तो वह NPN ट्रांजिस्टर है।

3 ट्रांजिस्टरों की शक्ति प्रहस्तन क्षमता के आधार पर, इन्हे निम्नानुसार वर्गीक्रृत किया जाता है। (Based on the power handline capacity of transistors, they are classified as)

1 कम शक्ति के ट्रांजिस्टर, 2 वाट से कम।

2 मध्यम शक्ति के ट्रांजिस्टर 2 से 10 वाट के बीच होते है।

3 उच्चतर शक्ति के ट्रांजिस्टर 10 वाट से अधिक।

कम शक्ति के ट्रांजिस्टरों को जिन्हे छोटे सिंग्नल प्रवर्धक भी कहते है, इनका प्रयोग सामान्यत: प्रवर्धक के प्रथम चरण में किया जाता है, जिसमें प्रवर्धित किए जाने वाले सिंग्नल (संकेत) का सामर्थ्य कम होता है। उदाहरणार्थ एक माइक्रोफोन, टैप हैड, परातरिंत्र (ट्रांस्ड्यूसर) (Transducer) इत्यादि।

मध्यम शक्ति तथा उच्च शक्ति के ट्रांजिस्टर जिन्हे बडे सिंग्नल प्रवर्धक भी कहते है, का प्रयोग मध्यम से उच्च शक्ति के प्रवर्धन को प्राप्त करने के लिए लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए लाउडस्पीकरों आदि को दिया जाने वाला सिंग्नल उच्च शक्ति ट्रांजिस्टर सामान्यत:, धातु की चेसिस या भौतिक रूप से धातु के बडे टुकड़े, जिसे ऊष्मा ग्राही (हीट सिंक) कहते है, पर आराहित किया जाता है। ऊष्मा ग्राही का कार्य ट्रांजिस्टर से ऊष्मा लेना तथा वायु में छोड़ना है।

विभिन्न ट्रांजिस्टरों की शक्ति प्रहस्तन क्षमता के बारे में सूचना ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तक में उपलब्ध है।

4 अनुप्रयोग की आवृत्ति पर आधारित (Based on the frequency of appication)

- निम्न आवृत्ति ट्रांजिस्टर (A/F ट्रांजिस्टर की श्रव्य आवृत्ति)
- उच्च आवृत्ति ट्रांजिस्टर (R/F ट्रांजिस्टर की रेडियो आवृत्ति)

टेपरिकार्डर, PA सिस्टम आदि में निम्न या श्रव्य परास आवृत्तियों के संकेतों के लिए आपेक्षित प्रवर्धन में A/F ट्रांजिस्टर का प्रयोग होता है। उच्च तथा बहुत उच्च आवृत्तियों जैसे रेडियो रिसीवर, टेलीविजन रिसिवर आदि जैसे के संकेत के लिए आवश्यक प्रवर्धन में R/F ट्रांजिस्टर उपयोग होते है।

ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तक किसी विशेष ट्रांजिस्टर के बारे में सूचना देता है कि वह A/F या R/F ट्रांजिस्टर है।

5 निर्माण की विधि के आधार पर (Based on the manufacturing method)

- वर्धित (grown) संधि
- मिश्रण संधि
- प्लेनर सम्पर्क
- अधिस्तर (Epitoxial)
- मेसा (Mesa)

प्रत्येक निर्माण प्रक्रम का उद्देश्य, एक विशेष प्रकार के अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त ट्रांजिस्टर का उत्पादन करना है।

ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तकें, सामान्यतः ट्रांजिस्टर के निर्माण की अपनाई गई प्रक्रिया के बारे में जानकारी नही देती है। फिर भी, ट्रांजिस्टर के निर्माताओं से सम्बंधित वर्णन प्राप्त किया जा सकता है।

6 अन्तिम पैकिंग के प्रकार पर आधारित (Based on the final packaging)

- धातु
- प्लास्टिक
- सिरेमिक

सामान्यतः धातु से पैक किये गये ट्रांजिस्टरों का प्रयोग मध्यम तथा उच्च शक्ति के प्रवर्धनों में किया जाता है। निम्न शक्ति प्रवर्धन के लिए सामान्यतः प्लास्टिक पैकिंग को उपयोग किया जाता है। कुछ प्लास्टिक पैकिंग धातु ऊष्मा ग्राही के साथ मिलते है। ऐसे ट्रांजिस्टरों का प्रयोग, मध्यम शक्ति प्रवर्धन के लिये होता है। उच्च ताप स्थिरता, बहुत उच्च आवृत्ति अनुप्रयोग के लिए विशेष प्रयोजन के लिए सिरेमिक पेकिंग का प्रयोग किया जाता है।

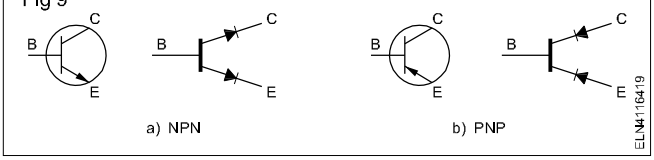
ट्रांजिस्टरों के साथ प्रयुक्त पैकेजिंग टाईप कोड के कुछ उदाहरण हैं TO-3,TO-92-SOT-25 इत्यादि।

ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तकों में पैकेजिंग के प्रकार तथा उसके केस की रूपरेखा के बारे में सूचना देता है। तीन लीड के उपकरण जैसे ट्रांजिस्टर, SCR, ट्रैक (Triacs) इत्यादि, TO (ट्रांजिस्टर रूपरेखा) या SOT (ट्राजिस्टर के लिये अर्ध चालक रूपरेखा) के बाद नम्बरों के जैसे पैकेज नम्बर में केस में होते है। अभिकल्पनाकार (डिजार्नस) के बाद पैकेज का नम्बर, परिपथ के अभिकल्पनाकार से विरल रूप से उपयोग किये जाते है तथा अप्रचलित हो गये है। तीन लीड युक्ति के लिये प्रायः उपयोग होने वाले कुछ महत्वपूर्ण रूपरेखा निम्ननुसार है।

ट्रांजिस्टर की परीक्षण (Testing of transistor): ट्रांजिस्टर को आंकड़ा पुस्तक में दर्शाये गये सभी विनिर्देशो के लिए परीक्षण किया जा सकता है, लेकिन कुछ के अतिरिक्त लगभग सभी विनिदेशो के सत्यापान के लिए विस्तृत सेप अप की आवश्यकता होती हैं तथा ट्रांजिस्टर को स्थायी रूप से क्षतिग्रस्त कर सकता हैं।

दो डायोडों को पश्च से पश्च जोडने पर ट्रांजिस्टर की स्थिति Fig 9(a) तथा (b) में दर्शाये गये अनुसार होगी। ओह्ममापी को संधि की जाँच करने के लिए उपयोग किया जा सकता है कि क्या वह खुला परिपथ या लघु परिपथ है। लघु को R से संकेत किया जा सकता है, प्रयोगिक रूप से शून्य ओह्म ।

Fig 9



अनन्त ओह्म की दिशा में बहुत अधिक मेगा ओह्म का बहुत उच्च R का अर्थ है, खुला परिपथ। ओह्ममापी के पाचांक के लिए परिपथ में शक्ति को बन्द कर देना चाहिए।

युक्ति को प्राथमिकता देते हुए परिपथ से बाहर रखा जाता है जिससे कि किसी भी सामान्तर पथ का विलोपन हो सकें, जो प्रतिरोध के पाचांक को ट्रांजिस्टर के लिए प्रभावित कर सकें। आधार से उत्सर्जक के लिए कम प्रतिरोध या आधार से संग्राहक अग्र अभिनति को दर्शायेगा, तथा जब ओह्ममापी / बहुमापी की लीड को स्थानान्तरित किया जाता है तो प्रतिरोध को विपरीत अभिनति को संकेत करते हुए बहुत उच्च होना चाहिए।

संभावित सम्भवनाएँ निम्न है (Probable possibilities are)

1 जब विपरीत से अग्र R का अनुपात बहुत उच्च हो तो संधि अच्छी है।

2 जब दोनों बहुत कम, शून्य के निकट हो तो संधि, लघुपथित है।

3 जब दोनो अग्र तथा विपरीत R बहुत उच्च हो, अनन्त के निकट तो, संधि खुला है।

4 जब दोनो संधि अच्छे हो तो ट्रांजिस्टर अच्छा है।

5 टर्मिनल विवरण के बिना वाले ट्रांजिस्टर के लिए, संग्राहक तथा उत्सर्जक टर्मिनल के बीच पहचानते हुए, आधार को सरलता से पहचाना जा सकता है।

सामान्यतः किसी भी शक्ति ट्रांजिस्टर के लिए, उत्पन्न अतिरिक्त ऊष्मा को क्षय करने के लिए सग्राहक को धातु के भाग / केस से जोड़ा जाता है।

6 उच्च वोल्टता बहुमापी से (9V सेल में Ω x 100 परास के साथ Motwane बहुमापी) जेनर क्रिया के कारण उत्सर्जक आधार संधि

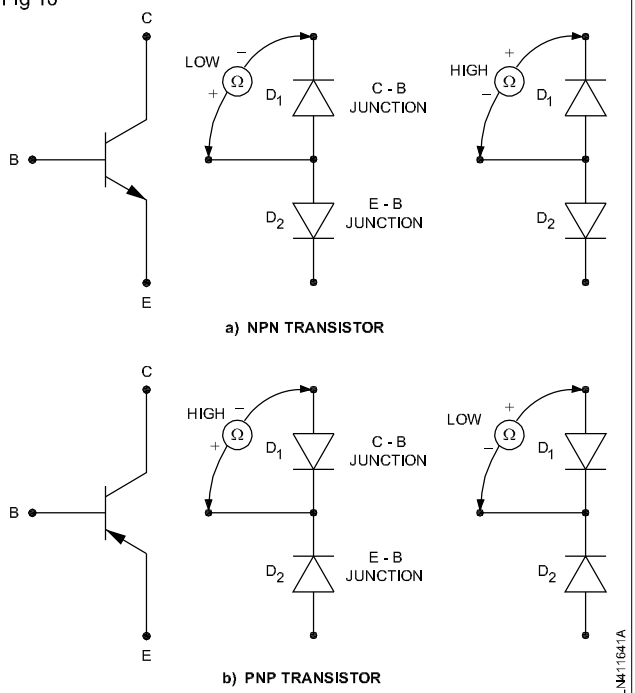
कुछ विपरीत प्रतिरोध दर्शाता है, जिसे सभी प्रयोजनो के लिए उच्च प्रतिरोध की तरह मानना चाहिए।

जर्मेनियम ट्राजिस्टर की प्रत्येक संधि के लिए अग्र प्रतिरोध बहुत कम होता है तथा विपरीत दिशा में उच्च प्रतिरोध होता है। जबकि सिलिकन ट्रांजिस्टर का साधारण अग्र प्रतिरोध तथा अनन्त विपरीत प्रतिरोध होता है।

Fig 10a में NPN ट्रांजिस्टर दर्शाया गया है तथा Fig 10b में PNP ट्रांजिस्टर दर्शाया गया है। काल्पनिक डायोड 1 तथा 2 को, किसी भी डायोड को परीक्षण करके परीक्षण किया जा सकता है। जब डायोड को परीक्षण किया जाता है तो यदि ओह्ममापी एक दिशा में उच्च प्रतिरोध तथा दूसरी दिशा में निम्न प्रतिरोध दर्शाता है तो उस डायोड संधि के संगत डायोड को अच्छा कहा जा सकता है। ट्रांजिस्टर में नोट किये जाने वाला एक महत्वपूर्ण बिन्दु यह है कि ट्रांजिस्टर को अच्छा घोषित करने के लिए ट्रांजिस्टर के दोनों डायोड़ों को अच्छ होना चाहिये।

ओह्ममापी के उपयोग से ट्रांजिस्टर का परीक्षण करते समय यह सलाह दी जाती है कि मध्य ओह्ममापी का परास (Rx 100) का उपयोग करें, क्योकि कम परास में ओह्ममापी अत्याधिक धारा उत्पन्न कर सकता है तथा उच्च परास में ओह्ममीाप अत्याधिक वोल्टता उत्पन्न कर सकता है, जो छोटे सिग्नल के ट्रांजिस्टर को क्षति पहुँचाने के लिए पर्याप्त है।

Fig 10



ट्राँजिस्टर बायसिंग और विशेषताएँ (Transistor biasing and characteristics)

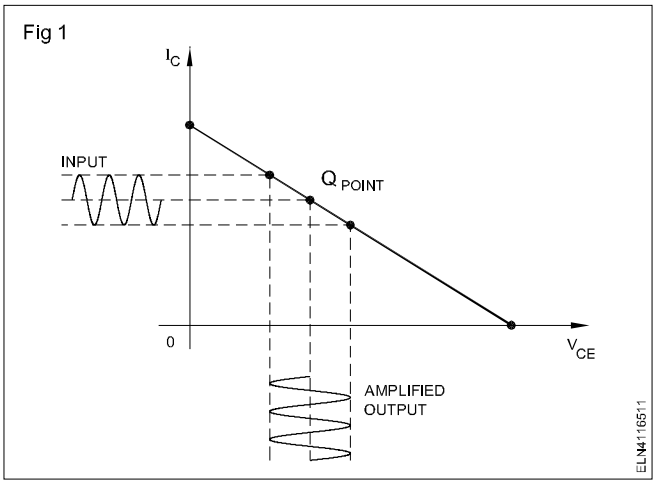
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रांजिस्टर के बायसिंग की आवश्यकता एवं प्रकार बताना**
- **ताप और β_{dc} परिवर्तन के कारण Q बिंदु बदलने का कारण बताना**
- **ट्रांजिस्टर की विशेषताएँ बताना**
- **DC लोड लाइन और Q बिंदु का ट्रांजिस्टर अभिलाक्षिणक के महत्त्व बताना।**

ट्राँजिस्टर बायसिंग की आवश्यकता (Need of biasing of transistor)

किसी को मोटर सायकल की सवारी करने या कार चलाने से पहले उसे इंजन को शुरू करना होता है और इंजन को चालू रखना पड़ता है। सामान्य पदों में ट्रांजिस्टर बायसिंग उसी प्रकार है कि इसका वास्तविक उपयोग से पहले इसे शुरू करके रखना। एक बार जब ट्रांजिस्टर कार इंजन की तरह शुरू हो जाता है तब इसे प्रवर्धित किया जा सकता है। जैसे कि कार को चलाकर दूरी तय किया जाता है।

ट्रांजिस्टर को AC सिग्नल दिया जाने से पूर्व यह आवश्यक है कि इसके लिए प्रचलन बिंदु या मौन बिंदु Q तैयार किया जाये। सामान्य रूप से यह Q पाइंट DC लोड लाइन के मध्य बिंदु पर सेट किया जाता है। एक बार जब Q पाइंट सेट किया जाता है तब इनकमिंग AC सिग्नल Q पाइंट के ऊपर और नीचे उतार चढ़ाव उत्पन्न कर सकता है जैसा कि (Fig 1) में



ट्रांजिस्टर प्रवर्धक परिपथ के सामान्य प्रचालन के लिए यह आवश्यक है कि वह

a) एमीटर-बेस (उत्सर्जक-आधार) संधि फॉरवर्ड बॉयस में हो और

b) कलेक्टर-बेस (संग्राहक-आधार) संधि रिवर्स बॉयस में है

इसके अतिरिक्त Q बिंदु के स्थापना के लिए बॉयसिंग की आवश्यकता महत्त्वपूर्ण है जिसे चाही गई प्रचालन मोड द्वारा निकाला जाता है।

यह ट्रांजिस्टर को सही बॉयसिंग नहीं किया गया है तब-

1) यह अकुशलता के साथ कार्य करता है

2) आउटपुट सिग्नल में विक्षोभ उत्पन्न करता है।

यह वांछित है कि एक बार चयनित किया गया Q बिंदु स्थिर रहे इसका मान ताप में वृद्धि के कारण β (V_{BE}) परिवर्तन या लीकेज करंट के कारण बदलना नहीं चाहिए।

इसके बाद इनपुट सिग्नल के धारा और वोल्टेज में आयाम परिवर्तन होने पर था तो संतृप्तता में कट ऑफ होने तक नहीं चलाना चाहिए।

स्थिर Q बिंदु (Stable Q point): एक प्रवर्धक ट्रांजिस्टर का सेट किया हुआ Q बिंदु तापमान में वृद्धि और ट्रांजिस्टर के β मान परिवर्तन के कारण बदल जाता है अतः एक अच्छे बायसिंग का यह उद्देश्य है कि Q बिंदु के बदलाव को रोका जा सके या एक स्थिर Q बिंदु प्राप्त किया जा सके।

Q बिंदु कुछ और नहीं बल्कि ट्रांजिस्टर के आउटपुट आभिलाक्षणिक का एक बिंदु है। यह बिंदु I_B, I_Cऔर V_{CE} के विशिष्ट मान के अनुरूप होता है। इसके बाद संग्राहक धारा I_C ट्रांजिस्टर के I_B और β दोनों पर निर्भर करता है। यदि I_B बदलता है तो I_c भी बदलता है और इसलिए Q बिंदु भी बदलता है यदि β बदलता है तो फिर से I_C भी बदलता है। इसलिए Q भी बदल जाता है।

ताप परिवर्तन के कारण Q बिंदु को बदलना (Shifting of Q point due to temperature): याद रखें कि ट्रांजिस्टर ताप संवेदी युक्ति है। संधि पर किसी प्रकार के ताप वृद्धि के परिणाम स्वरूप लीकेज करंट होता है। यह बढ़ा हुआ लीकेज धारा पुनः ताप में वृद्धि करता है इस प्रकार यह प्रभाव को बढ़ाता है। यह श्रृंखलाबद्ध क्रिया थर्मल रन अवे (thermal run away) कहलाता है। यदि थर्मल रन अवे को नहीं रोका जाता है तो ताप के अधिकता के कारण पूरा ट्रांजिस्टर नष्ट हो सकता है। ट्रांजिस्टर में बढ़े हुए लीकेज धारा के कारण बेस धारा बढ़ता है और इसलिए Q बिंदु बदल जाता है। Q बिंदु हा यह परिवर्तन एम्प्लीफायर कार्य को विक्षोभ के परिणाम स्वरूप प्रभावित करता है।

β_{dc} के कारण Q बिंदु को बदलना (Shifting of Q point due to β_{dc} changes): प्रायोगिक तौर पर दो समान प्रकार के ट्रांजिस्टर के β मान भिन्न-भिन्न हो सकता है। यह ट्रांजिस्टर के निर्माण प्रक्रिया के कारण होता है। इसलिए जब कोई ट्रांजिस्टर निकाला जाता है और लगाया जाता है तो भिन्न मान के ट्रांजिस्टर निकाला जाता है और लगाया जाता है तो भिन्न मान के ट्रांजिस्टर लगाये जाने पर Q बिंदु पुनः बदल जाता है।

अतः एक स्थिर बायसिंग वह है जिसमें Q बिंदु में बदलाव न हो जबकि ट्रांजिस्टर तापमान में परिवर्तर या β के मान में परिवर्तन किया जाए।

ट्रांजिस्टर बायसिंग की भिन्न विधियाँ (Different methods for transistor biasing): ट्रांजिस्टर के रैखिक प्रचालन की कई विधियाँ है अर्थात Q बिंदु की DC लोड लाइन के मध्य बिंदु पर सेट करने की कई विधियाँ हैं।

ट्रांजिस्टर को बायसिंग प्रदान करने की निम्न विधियाँ है

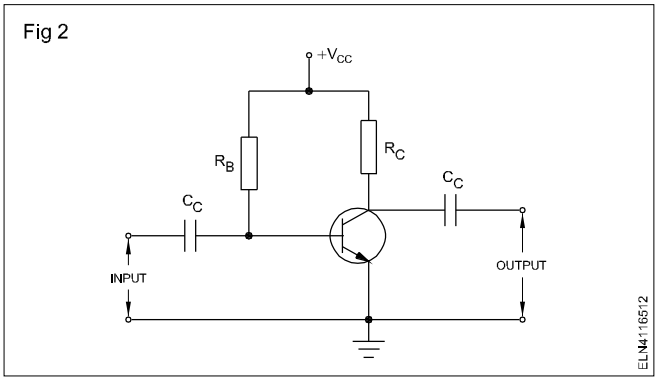
1 फिक्स्ड बॉयस या बेस बॉयस (fixed bias or base bias)

2 सेल्फ बॉयस या एमीटर बॉयस या एमीटर फीड बैक बॉयस (self-bias or emitter bias or emitter feed back bias)

3 वोल्टेज डिवाइडर बॉयस (voltage divider bias)

फिक्स्ड बॉयस या बेस बॉयस (Fixed bias or base bias): Fig 2 में एक फिक्स्ड बॉयस परिपथ दिखाया गया है जिसमें पॉवर स्रोत V_{cc} और प्रतिरोध R_B द्वारा फिक्स्ड बायसिंग है।

Fig 2



सेल्फ बॉयसिंग व्यवस्था कम मान के धारा के लिए प्रायेगिक नहीं है क्योंकि निम्न कारणों से DC Q बिंदु बदल जाता है

– खराब β संवेदनशीलता

– ट्रांजिस्टर प्रचालन के दौरान तापमान में परिवर्तन के बॉयस वोल्टेज और धारा एक समान नहीं रहता है।

बेस बॉयस ट्रांजिस्टर में स्थिर Q बिंदु सेट करना असंभव है। अतः रैखिक प्रवर्धक परिपथ में प्रायः ट्रांजिस्टर के बेस बॉयसिंग नहीं किया जाता है। हांलाकि बेस बॉयसिंग सामान्य रूप से डिजिटल सर्किट में (आगे के पाठ में किया गया है) जहाँ ट्रांजिस्टर का उपयोग एक स्विच की तरह किया जाता है न कि रैखिक प्रवर्धक के रूप में।

2 सेल्फ बॉयस या एमीटर बॉयस या एमीटर फीड बैक बॉयस (SELF BIAS or EMITTER BIAS or emitter feedback bias): Fig 3 में एमीटर बॉयस ट्रांजिस्टर दिखाया गया है। इस प्रकार के बॉयसिंग तापमान के उतार-चढ़ाव को यह सामंजित करता है और Q बिंदु को काफी हद तक स्थिर रखता है।

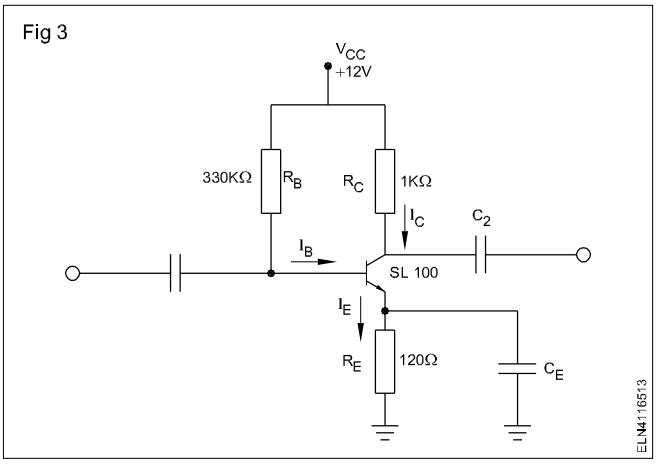
माना कि तापमान में वृद्धि से I_c में वृद्धि होती है जिससे I_c बढ़ जाता है तब R_E में धारा का मान बढ़ जाता है बढ़ा हुआ धारा R_E के सिरों पर DC वोल्टेज ड्राप को बढ़ाता है। जो बेस बायस के कुछ उत्सर्जन और बेस धारा को घटाता है और इसलिए संग्राहक धारा घट जाता है। अतः स्वयं बायसिंग प्रतिरोध R_E,I_c में वृद्धि को घटाता है। जिससे प्रचालन बिंदु स्थिर हो जाता है।

हालांकि यदि β_{dc} बढ़ता है तो क्लेक्टर धारा बढ़ता है यह एमीटर में पुनः वोल्टेज का मान बढ़ा देता है। यह एमीटर पर बढ़ा हुआ वोल्टेज बेस एमीटर संधि के वोल्टेज को घटा देता है। इसलिए बेस धारा घट जाता है। इस घटे हुए बेस धारा के कारण कम कलेक्टर धारा प्राप्त होता है जोकि β_{dc} वृद्धि के कारण बढ़े I_c धारा को संतुलित करता है।

एमीटर बॉयस की एमीटर फीड बैक बॉयस के रूप में भी माना जाता है ऐसा इसलिए कि एक आउटपुट राशि अर्थात कलेक्टर करंट एक इनपुट राशि जैसे आधर करंट में परिवर्तन उत्पन्न करती है। फीड बैक शब्द का मतलब आउटपुट का एक हिस्सा इनपुट में वापिस दिया जाता है। उत्सर्जक बायस में उत्सर्जक प्रतिरोध फीडबैक अवयव है क्योंकि यह आउटपुट और इनपुट दोनों सर्किट के लिए उभयनिष्ठ है।

Fig 3 को लेते हुए हम आगे विश्लेषण करते हैं तो हम पाते हैं कि यदि हम कलेक्टर लूप के चारों ओर वोल्टेज जोड़ते हैं तो हमें प्राप्त होता है,

Fig 3



$I_CR_C + V_{CE} + I_ER_E - V_{CC} = 0$ ..... (1)

चूंकि I_E , I_c के लगभग बराबर है (जबकि I_B का मान तुलनात्मक रूप से कम है), हम समीकरण..(1) को निम्न रूप में लिख सकते हैं,

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E} \quad .....(2)$$

यदि हम बेस लूप के चारों ओर के वोल्टेज को जोड़ते हैं तब हमें प्राप्त होता है,

$$I_BR_B + V_{BE} + I_ER_E - V_{CC} = 0 \quad ...(3)$$

चूंकि $I_E = I_c$ and $I_B = I_c/\beta_{dc}$, अतः समीकरण को हम इस प्रकार लिख सकते हैं,

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + R_D/\beta_{dc}} \quad .....(4)$$

समीकरण ..(4), से β की उपस्थिति यह दर्शाता है कि I_c का मान β पर निर्भर करता है एमीटर फीड बैक बॉयस का उद्देश्य β_{dc} के प्रभाव से निकल जाता है यह तब संभव है जब R_E का मान R_B/β_{dc} से बहुत अधिक हो। हालांकि प्रायोगिक परिपथ में R_E का मान बहुत अधिक नहीं लिया जाता है क्योंकि R_E का अधिक मान ट्रांजिस्टर को रैखिक प्रचालन क्षेत्र से बाहर

ले जाता है। इस समस्या के कारण एमीटर फीड बैक बॉयस β_{dc} के परिवर्तनों के लिए लगभग संवेदनशील है जैसे कि बेस बॉयस में है। अतः इसलिए एमीटर फीड बैक बॉयस को भी ट्रांजिस्टर बॉयस के रूप में प्राथमिकता नहीं दी जाती और इसे भी छोड़ दिया जाता है।

एमीटर बॉयस में संतृप्तता धारा का मान होगा,

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_E + R_C} \quad .....(1)$$

जब ट्रांजिस्टर संतृप्त हो जाता है तब V_{CE} का मान 0.2 से 0.3V हो जाता है अतः इसे सभी प्रायोगिक उद्देश्य के लिए उपेक्षित किया जा सकता है।

Fig 3 में संतृप्तता धारा,

$$I_{C(sat)} = \frac{12V}{1000\Omega + 120\Omega} = 10.71mA$$

नोट:

$V_{CE(sat)}$ of 0.2 v उपेक्षित किया गया है

जब β_{dc} = 100, equation...(4) gives,

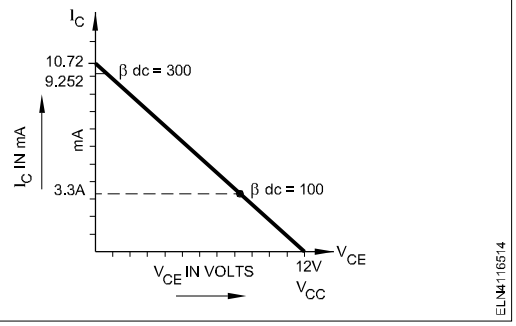
$$I_C = \frac{12V - 0.7V}{120\Omega + 330\,K\Omega/100} = 3.3mA$$

जब β_{dc} = 300, तब सभी...(4) से,

$$I_C = \frac{12V - 0.7V}{120\Omega + 330\,K\Omega/300} = 9.262mA$$

Fig 4 किए गए गणनाओं को संक्षेप में प्रस्तुत करता है। यह DC लोड लाइन और दो Q बिंदु को दर्शाता है। यह देखा जा सकता है कि β_{dc} में 3:1 में परिवर्तन होने पर संग्राहक धारा I_c में 3:1 में परिवर्तन उत्पन्न हो जाता है। यह परिवर्तन एक स्थायी बायसिंग के लिए स्वीकार योग्य नहीं है।

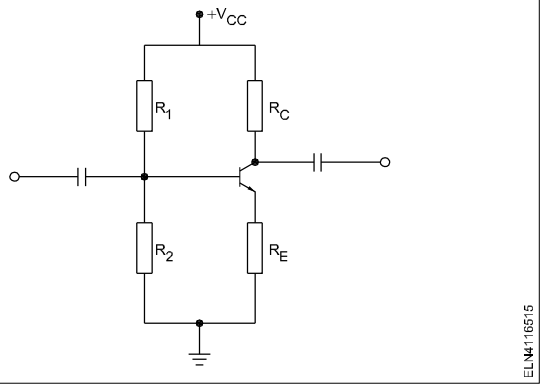
Fig 4



नोट : ट्रांजिस्टर के रैखिक प्रचालन के लिए बेस प्रतिरोध RB का मान βR_c के मान से अधिक होना चाहिए। एक $\beta_{dc}R_c$ से कम प्रतिरोध एमीटर फीड बैक बायस परिपथ में संतृप्तता पैदा करता है

3 वोल्टेज-डिवाइडर बॉयस या कलेक्टर टू बेस बॉयस (VOLTAGE-DIVIDER bias: Collector to base bias): Fig 5 एक प्रकार के वोल्टेज डिवाइडर बॉयस को प्रदर्शित करता है। इस प्रकार का बॉयसिंग को यूनिवर्सल बॉयसिंग भी कहा जाता है क्योंकि रैखिक परिपथ में बायसिंग के लिए इसका उपयोग सर्वाधिक किया जाता है।

Fig 5



एक प्रकार का बॉयसिंग वोल्टेज डिवाइडर बॉयस के नाम से जाना जाता है क्योंकि प्रतिरोध R_1 और R_2 के बीच वोल्टेज का विभाजन हो जाता है। प्रतिरोध R_2 के सिरों पर वोल्टेज ड्राप इस प्रकार होना चाहिए कि एमीटर डायोड फॉरवर्ड बॉयस में हो।

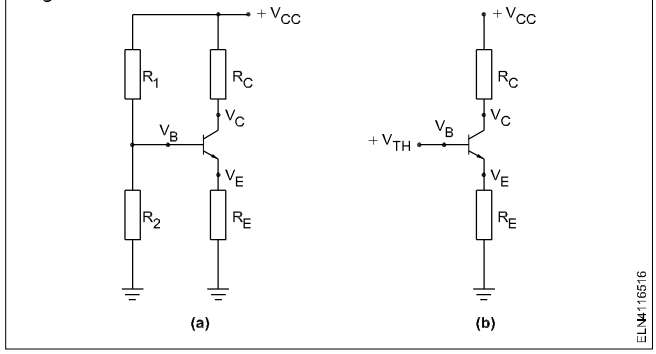
वोल्टेज डिवाइडर बॉयस में एमीटर धारा (Emitter current in voltage divider bias) : मान लो कि Fig 6b की तरह बेस लीड खुला है पुनः अन लोडेड वोल्टेज डिवाइडर को देखें,

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V_{CC}.$$

नोट : V_{TH} थेविनिन वोल्टेज के रूप में जाना जाता है, थेविनिन प्रमेय से संबंधित पुस्तक का संदर्भ लें।

मान लें कि बेस लीड Fig 6a के अनुसार वापस वोल्टेज डिवाइडर से जुड़ा है तब वोल्टेज V_{TH} ट्रांजिस्टर के बेस को चलाता है। दूसरे शब्दों में परिपथ Fig 6a में सरलीकृत होता है और ट्रांजिस्टर धारा नियंत्रित स्त्रोत की तरह कार्य करता है।

Fig 6



क्योंकि एमीटर बेस पर स्ट्रेप है,

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E}$$

क्लेक्टर धारा I_c एमीटर धारा I_E के लगभग बराबर होगा।

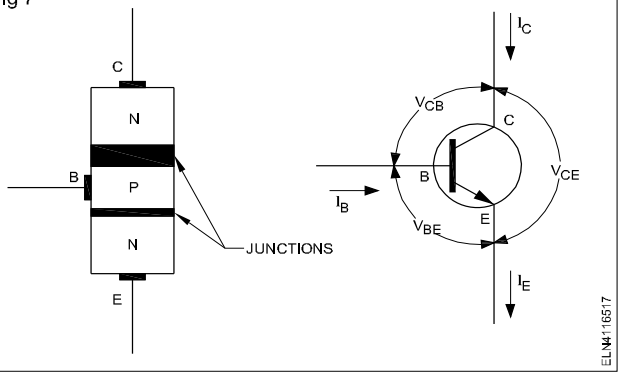
ध्यान दें कि β_{dc} सूत्र में दिखाई नहीं दे रहा है। इसका अर्थ है कि यह परिपथ β_{dc} के परिवर्तन पर निर्भर नहीं करता है। इसका अर्थ यह है कि वोल्टेज डिवाइडर बॉयस में स्थिर Q बिंदु होता है।

स्थिर Q बिंदु होने के कारण ट्रांजिस्टर के रैखिक परिपथ में वोल्टेज डिवाइडर बॉयस को सर्वाधिक प्राथमिकता दिया जाता है। अतः वोल्टेज डिवाइडर बॉयस लगभग सभी जगह प्रयोग किया जाता है।

ट्रांजिस्टर की विशेषताएँ (Transistor characteristics)

एक ट्रांजिस्टर में दो PN संधि होते हैं उसके बाद तीन वोल्टेज कारक V_{BE}, V_{BC}, V_{CE} और तीन धारा कारक I_B, I_C, I_E Fig 7 में है।

Fig 7



किसी एक कारण में परिवर्तन के कारण अन्य सभी कारकों में परिवर्तन हो जाता है। अतः एक कारक में परिवर्तन के साथ दूसरे कारक के परिवर्तन को संबंधित करना बहुत आसान नहीं है। इनके संबंधों को स्पष्ट रूप से समझने के लिए किसी ट्रांजिस्टर के लिए कम से कम दो अभिलाक्षणिक ग्राफ पर तैयार किया जाना चाहिए। ये निम्न हैं,

- इनपुट अभिलाक्षणिक (Input characteristics)
- आउटपुट अभिलाक्षणिक (Output characteristics)

समझने में सरलता के लिए (Fig 8) में कामन एमीटर एम्पलीफायर परिपथ लिया गया है। दो अभिलाक्षणिक ग्राफ Fig 9 और Fig 10 में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 8

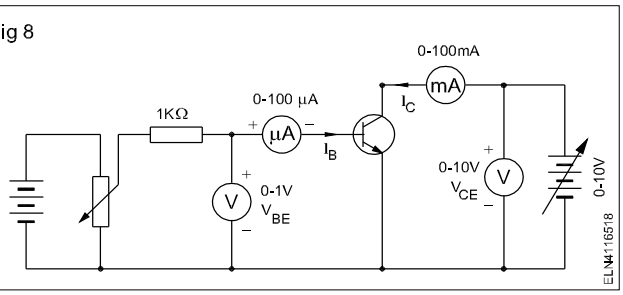
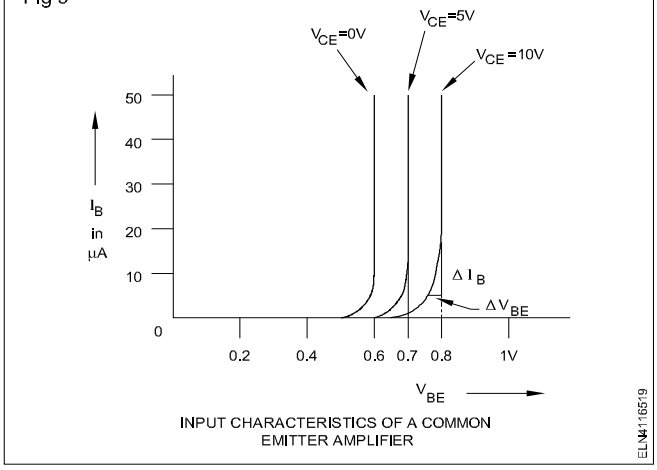


Fig 9 में प्रदर्शित ग्राफ इनपुट वोल्टेज V_{BE} और इनपुट धारा I_B की बीच V_{CE} के अलग-अलग मानों के लिए संबंध प्रदर्शित करता है।

Fig 8 से इनपुट अभिलाक्षणिक प्राप्त करने के लिए परिपथ में V_{CE} = 0 नियत रखें, V_{BE} का मान क्रमशः 0.1V बढ़ाये जायें और प्रत्येक पद के लिए

Fig 9



I_B का मान नोट करे उपरोक्त प्रक्रिया को V_{CE} के अन्य मान V_{CE} = 5V और 10V के लिए दोहरायें।

इनपुट अभिलाक्षिण वक्र V_{BE} को X अक्ष पर तथा I_B को Y अक्ष पर रखकर खींचा जा सकता है। एक प्रकार का इनपुट अभिलाक्षिणक Fig 9 में है।

V_{CE}, के 5V और 10V पर V_{CE} के शून्य वोल्ट के अभिलाक्षिणक वक्र से बदलाव का कारण यह है कि V_{CE} के अधिक मान पर कलेक्टर में एमीटर से कुछ अधिक इलेक्ट्रान इकट्ठे हो जाते हैं जिससे बेस धारा I_B कम हो जाता है। इसलिए V_{CE} के अधिक मान पर दिए गए बेस वोल्टेज V_{BE} पर बेस धारा I_B का मान थोड़ा घट जाता है, यह घटना को शीघ्र प्रभाव (early effect) के रूप में जाना जाता है।

हालांकि प्रायोगिक उद्देश्य के लिए हाँ यह अंतर इतना कम होता है कि इसे नगण्य माना जा सकता है।

कामन एमीटर इनपुट अभिलाक्षणिक PN डायोड के फॉरवर्ड बॉयस अभिलाक्षणिक से मिलते जुलते हैं। इनपुट प्रतिराध की गणना दिये गये सूत्र के प्रयोग से किया जा सकता है।

$$R_{in} = \frac{V_{BE}}{I_B} = \frac{0.72 - 0.7}{20\,\mu A - 10\mu A} = \frac{0.02}{10\mu A} = 2k\Omega$$
$$(\mu = \text{micro})$$

वोल्टेज लाभ की गणना सूत्र का उपयोग करके किया जा सकता है:

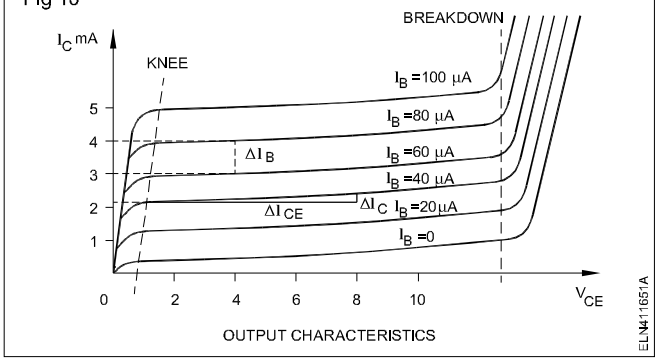
$$V_{gain} = \frac{V_{CE}}{I_{BE}} = \frac{10\ V - 5\ V}{0.15\,\mu A - 0.65\mu A} = \frac{5\ V}{0.1\mu A} = 50$$

कामन एमीटर आउटपुट अभिलाक्षणिक (Output CE characteristics): आउटपुट अभिलाक्षणिक प्राप्त करने के लिए I_B=0 μA पर नियत रखें, V_{CE} का मान 1V चरणबद्ध बढ़ायें और प्रत्येक पद के लिए संग्राहक धारा I_C का मान वोट करें। उपर्युक्त प्रक्रिया को $_B$ = 20 μA, 40 μA और 60 μA के लिए दोहराएँ।

आउटपुट अभिलाक्षिणक वक्र V_{CE} को X अक्ष पर तथा I_c को Y अक्ष पर रखकर खींचा जा सकता है, एक प्रकार का आउटपुट अभिलाक्षिण वक्र Fig 10 में प्रदर्शित है।

यह देखा गया है कि V_{CE} का मान 0 से बढ़ने पर I_c का मान तेजी से बढ़ता है जब तक कि यह I_B के नियत मान के संतृप्तता स्तर तक नहीं पहुँच जाता।

Fig 10



जैसे कि दिखाया गया है कि जब I_B= 0 है तब कलेक्टर धारा I_c का एक अल्प मात्रा प्रवाहित होता है लीकेज धारा I_{CEO} कहा जाता है क्योंकि मुख्य कलेक्टर धारा शून्य हो तो ट्रांजिस्टर को कट-ऑफ कहा जाता है।

समझने में सरलता के लिए आउटपुट अभिलाक्षिण वक्र पर विचार करें जहाँ, I_B = 40 µA है।

आउटपुट प्रतिरोध की गणना सूत्र से की जा सकती है,

$$R_0 = \frac{V_{CE}}{I_C} = \frac{8 - 2}{2.15\,mA - 2\,mA} = \frac{6}{0.15\,mA} = 40\,k\,ohms.$$

करंट लाभ की गणना दिये गये सूत्र से ज्ञात किया जा सकता है

$$\text{Beta } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{4mA - 3\,mA}{80\,\mu A - 60\,\mu A} = \frac{1mA}{20\,\mu A} = 50$$

कामन बेस संरचना के लिए धारा लाभा की गणना निम्न सूत्र से की जा सकती है,

$$\text{Alpha } \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{50}{1+50} = 0.98$$

कामन एमीटर आउटपुट विशेषताओं का विश्लेषण (Analysis of common emitter output characteristics)

सक्रिय क्षेत्र (Active region) : सक्रिय क्षेत्र में कलेक्टर संधि रिवर्स बॉयस तथा एमीटर संधि फारवर्ड बॉयस में होता है। सक्रिय क्षेत्र में कलेक्टर धारा I_c बेस धारा I_B से बीटा गुना अधिक होता है। अतः अल्प बेस धारा I_B का इनपुट अधिक आउटपुट धारा I_c उत्पन्न करता है।

संतृप्तता (Saturation regions) : संतृप्तता क्षेत्र में एमीटर और कलेक्टर दोनों संधि फारवर्ड बायस में होते हैं। जब ट्रांजिस्टर संतृप्तता क्षेत्र में प्रचालित किया जाता है यह एक बंद अवस्था स्विच की भांति कार्य करता है जहाँ V_{CE} = 0 तथा I_c अधिकतम होता है।

V_{CE} के अलग-अलग मानों पर Ic का व्यवहार नीचे वर्णन किया गया है:

- जबV_{CE} शून्य है तब कलेक्टर-बेस डायोड रिवर्स बॉयस में नहीं है अतः कलेक्टर धारा अत्यंत कम है और परिवर्तन बिंदु तक इसी प्रकार रहता है।
- V_{CE} का मान 0.7V और 1V, के बीच के लिए परिवर्तन बिंदु वोल्टेज तक कलेक्टर डायोड रिवर्स बॉयस प्राप्त करता है। एक बार रिवर्स बॉयस होने पर कलेक्टर अवक्षय पर्त को पार करने वाले सभी इलेक्ट्रान को इकट्ठा कर लेता है अतः कलेक्टर धारा तेजी से बढ़ता है और लगभग नियत हो जाता है।
- परिवर्तन वोल्टेज के ऊपर और भंजन वोल्टेज (break down voltage), के नीचे कलेक्टर धारा तेजी से नहीं बढ़ता है या V_{CE} का मान बढ़ाने पर भी धारा का मान लगभग स्थिर हो जाता है अतः इस क्षेत्र में ट्रांजिस्टर नियंत्रित स्थिर करंट स्रोत की तरह कार्य करता है।
- मानलो कि ट्रांजिस्टर के लिए $ß_{dc}$ लगभग 50 कलेक्टर धारा लगभग बेस करंट का 100 गुना है, जैसा कि Fig 4 (1mA,20 µA का 50 गुना है)।
- यदि V_{CE} का मान भंजन स्थर से और अधिक बढ़ाया जाता है तब कलेक्टर बेस डायोड का भंजन हो जाता है और सामान्य ट्रांजिस्टर का कार्य विधि समाप्त हो जाता है। तब ट्रांजिस्टर आगे धारा स्रोत की तरह कार्य नहीं करता है जैसे ही कलेक्टर-बेस टूट जाता है संधि शार्ट हो जाता है और भंजन बिंदु के ऊपर धारा का मान तेजी से बढ़ता है। जैसा कि Fig 10 में है।

कटा हुआ क्षेत्र (Cut off region) : कटे हुए क्षेत्र में एमीटर और कलेक्टर संधि रिवर्स बॉयस में होते हैं जब ट्रांजिस्टर को कटे हुए क्षेत्र के अंतर्गत प्रचालित किया जाता है तो यह खुले स्विच की तरह कार्य करता है जहाँ $V_{CE} = V_{cc}$ और I_c = 0

भंजन क्षेत्र (Break down region) : जब कलेक्टर वोल्टेज बहुत अधिक हो जाता है तब कलेक्टर डायोड कलेक्टर धारा में तेजी से वृद्धि के कारण टूट जाता है। सामान्यतया निर्माता भंजन क्षेत्र में ट्रांजिस्टर के प्रचालन को वर्जित करते हैं क्योंकि अधिक मात्रा में शक्ति अपव्यय से ट्रांजिस्टर नष्ट हो सकता है। जैसे कि एक 2N3904 का कलेक्टर भंजन वोल्टेज 40V से कम होना चाहिए।

अधिकतम शक्ति अपव्यय क्षेत्र (Maximum power dissipation region) : अधिकतम शक्ति अपव्यय ($P_{o\,max}$), अधिकतम कलेक्टर धारा $I_{c\,max}$ और अधिकतम कलेक्टर एमीटर वोल्टेज $V_{CE\,max}$ के गुणनफल के रूप में परिभाषित किया जाता है। जिसमें कि आउटपुट अभिलाक्षणिक के परवलय (hyperbola) से घिरे क्षेत्र में प्रचालन निषिद्ध है।

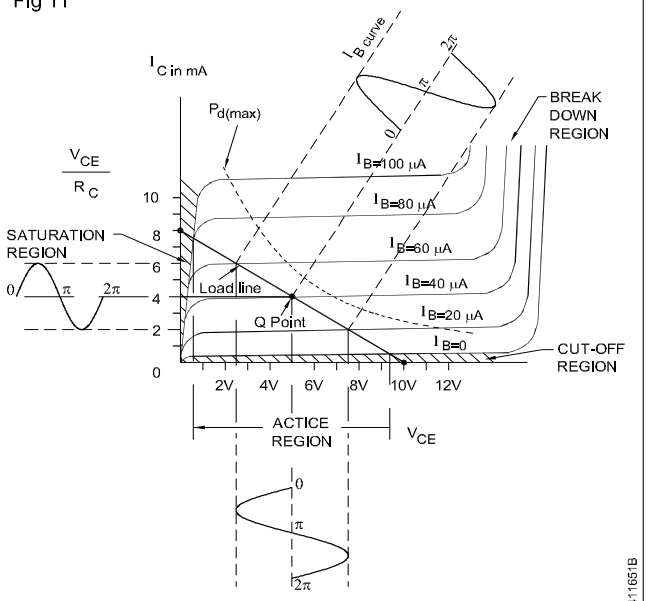
सक्रिय अवस्था में ट्रांजिस्टर के कार्य को समझने के लिए संतृप्तता क्षेत्र और भंजन क्षेत्र को काट दिया जाता है Fig 11 को देखें।

कलेक्टर वक्र अत्यधिक महत्त्पूर्ण है क्योंकि जब किसी प्रवर्द्धक परिपथ का प्रारूप तैयार करने के लिए किसी विशिष्ट ट्रांजिस्टर के चयन के लिए इस वक्र से महत्त्वपूर्ण आवश्यक जानकारियाँ प्राप्त की जा सकती है;

- ट्रांजिस्टर के DC धारा लाभ का मान I_B और V_{CE} के सेट किये गये मानों पर
- I_B और I_c के सेट किये गये मान पर आरोपित किये जाने वोल्टेज V_{CE} का अधिकतम मान।
- I_B के सेट किये गये मान पर प्रवाहित होने वाले धारा I_c का अधिकतम मान।

प्रचालन बिंदु (Operation point) : DC लोड लाइन पर प्रचालन बिंदु की स्थिति क्लिपिंग होने से पहले प्राप्त किये जा सकने वाले अधिकतम संकेत

Fig 11



OUTPUT CHARACTERISTIC WITH LOAD LINE SUPERIMPOSED

को निर्धारित करता है। प्रचालन बिंदु या मौन बिंदु वह बिंदु है जो DC लोड लाइन पर I_c और V_{CE} के मान को दर्शाता है जो कि ट्रांजिस्टर सर्किट में रहता है जब कोई इनपुट सिग्नल नहीं दिया जाता है। इस बिंदु के लिए सबसे अच्छी स्थिति कट-ऑफ और संतृप्तता बिंदु के बीच का मार्ग है जहाँ $V_{CE} = 1/2\ V_{cc}$.

ट्रांजिस्टर की डी सी लोड लाइनें (DC load lines of transistors): ट्रांजिस्टर किस तरह कार्य करता है इसकी आंतरिक जानकारी और कलेक्टर अभिलाक्षणिक के किस क्षेत्र में यह अधिक अच्छा कार्य करता है उसे DC लोड लाइन का उपयोग करके देखा जा सकता है।

Fig 12a. के अनुसार एक फॉरवर्ड बॉयस पर विचार करें। Fig 12b उपयोग किये गये ट्रांजिस्टर का कलेक्टर अभिलाक्षणिक प्रदर्शित करता है।

Fig 12a में दिए गए परिपथ में निम्न स्थितियों पर विचार करें,

– अधिकतम कलेक्टर धारा, $I_{c(max)}$

– न्यूनतम कलेक्टर धारा, I_c

प्रथम स्थिति के लिए माना कि V_{CE} शून्य है या कलेक्टर शार्ट किया है। इस स्थिति में कलेक्टर धारा केवल कलेक्टर प्रतिरोध R_c के द्वारा सीमित किया जा सकता है।

इसलिए

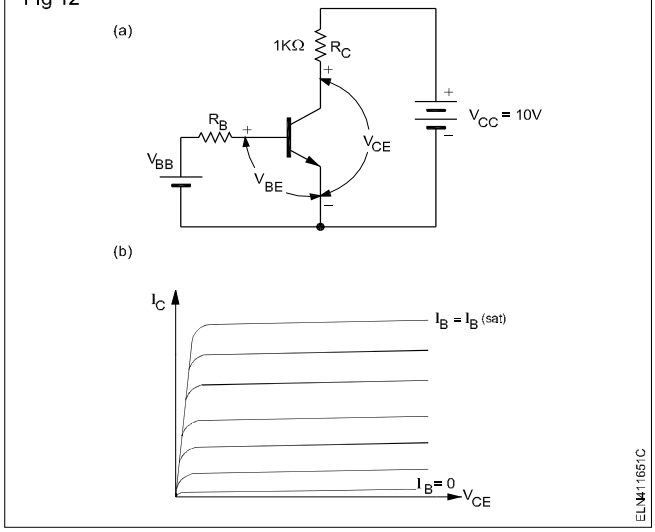
$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \text{ at } I_{CE} = 0$$

इस प्रकार की स्थिति के लिए Fig 12a परिपथ में कलेक्टर I_c = 10V/kΩ = 10mA

जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है ट्रांजिस्टर के कलेक्टर अभिलाक्षणिकों में V_{CE}=0 के साथ I_c=10mA को बिंदु A से चिह्नित किया गया है।

द्वितीय स्थिति के लिए माना कि V_{CE} का मान अधिकतम हे या कलेक्टर एमीटर खुला है, इस स्थिति में कलेक्टर धारा शून्य है।

Fig 12



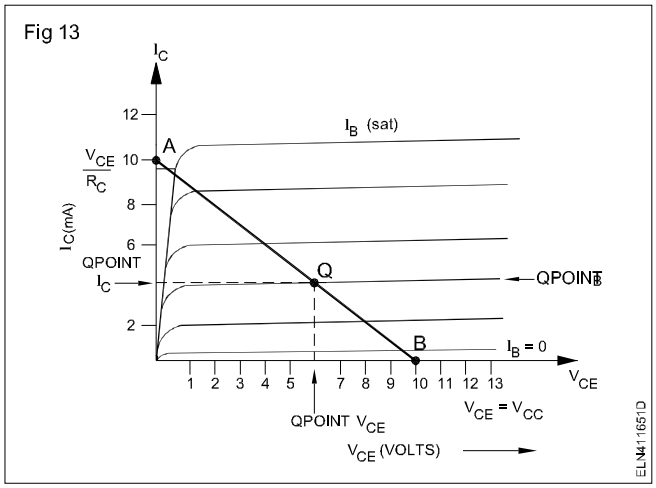
इसलिए,

$V_{CE} = V_{cc}$ परिपथ 6a, में $V_{CE} = V_{CC} = 10V$

Fig 13 के अनुसार ट्रांजिस्टर के कलेक्टर अभिलाक्षणिकों में $I_C = 0$ और V_{CE} = 10 V पर बिंदु B चिह्नित किया गया है।

Fig 13 में दर्शाये अनुसार चिह्नित बिंदु A और B को सीधी रेखा के द्वारा जोड़ो। यह लाइन लोड लाइन कहलाती है।

Fig 13



जिस बिंदु पर लोड लाइन $I_B = 0$ को प्रतिच्छेद करती है। कट-ऑफ बिंदु के रूप में जाना जाता है। कट-ऑफ बिंदु पर $I_B = 0$ है अतः एमीटर डायोड फॉरवर्ड बॉयस में नहीं है और ट्रांजिस्टर कार्य नहीं करता है।

वह बिंदु जिस पर लोड लाइन $I_B = I_B(sat)$ को प्रतिच्छेद करता है। संतृप्तता बिंदु (saturation point) कहलाता है। इस बिंदु पर बेस धारा अधिकतम होती है और कलेक्टर डायोड रिवर्स बॉयस से बाहर हो जाता है इसलिए ट्रांजिस्टर का सामान्य कार्य बंद हो जाता है।

ट्रांजिस्टर के सामान्य कार्य करने के लिए जैसे कि नियंत्रित धारा स्रोत के रूप में इस कट-ऑफ या संतृप्तता में कार्य करने के लिए नहीं बनाना चाहिए। इसलिए आदर्श बिंदु लोड लाइन पर इन चरम बिंदुओं के बीच कहीं होगा। यह मध्य बिंदु मौन बिंदु या Q बिंदु के रूप में जाना जाता है। Fig 13 में Q बिंदु को जानकर हम प्रतिरोध RC और RB का मान परिपथ के लिए ज्ञात कर सकते हैं।

स्विच, सीरीज़ वोल्टेज रेक्यूलेटर और एम्लिीफायर के रूप में ट्रांजिस्टर (Transistor as a switch, series voltage regulator and amplifiers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विच्छेद तथा संतृप्त स्थिति में ट्रांजिस्टर के प्रचालन का वर्णन करना**
- **स्विच के रूप में ट्रांजिस्टर के प्रचालन का वर्णन करना**
- **ट्रांजिस्टर स्विच परिपथ के प्रचालन का वर्णन करना**
- **ट्रांजिस्टर स्विच का प्रयोग करते हुए सीरीज वोल्टेज ऐयूलर का अनुप्रयोग बताना**
- **एम्पिलफायर का वर्गीकरण स्पष्ट करना।**

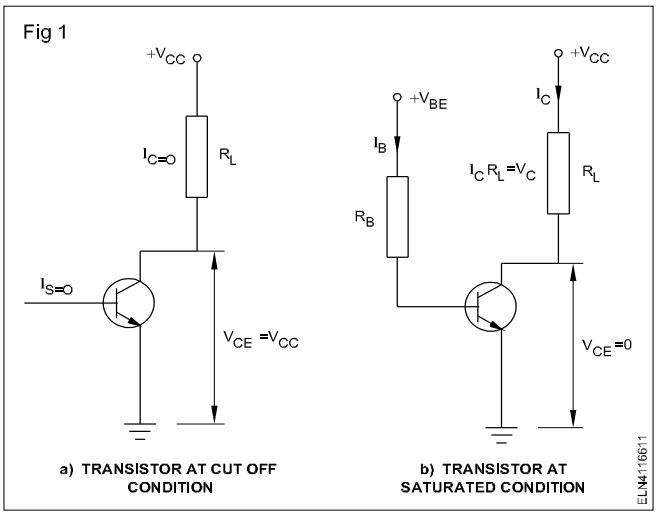
विच्छेद स्थिति पर ट्रांजिस्टर का प्रकार्य (The function of a transistor at cut-off condition): जब उत्सर्जक तथा संग्राहक संधि, दोनों प्रतीप अभिनत हो तो ट्रांजिस्टर विच्छेद स्थिति पर तब प्रचालित होता है। Fig 1 में परिपथ पर विचार करें।

$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \times R_L)$ .....(1)

क्योकि $I_B = 0$ तथा $I_C = 0$ $V_{CE} = V_{CC}$

ट्रांजिस्टर को सरल कारण से विच्छेद माना जाता है कि यह कोई भी धारा को चालिन नही करता है जैसे कि Fig 1a में दर्शाया गया हैं। यह खुली स्थिति में एक कुंजी के सदृश होता है। अतः विच्छेद पर ट्रांजिस्टर को खुली अवस्था पर कहते हैं।

Fig 1



संतृप्ति स्थिति पर ट्रांजिस्टर का प्रकार्य (The function of a transistor at saturated condition): जब उत्सर्जक तथा संग्राहक संधि दोनों अग्र अभिनति के हो तो ट्रांजिस्टर संतृप्ति स्थिति पर प्रचालन होता है।

Fig 1b में यदि R_B तथा R_L के मान ऐसे हैं कि V_{CE} शून्य बनता है तो ट्रांजिस्टर को संतृप्ति कहा जाता हैं। समीकरण (1) में $V_{CE} = 0$ रखने पर हमें प्राप्त होता है

$V_{CE} = 0 = V_{CC} - I_C R_L$ या $I_C = V_{CC} - R_L$

यह नोट किया जाना चाहिए कि संतृप्त होने पर ट्रांजिस्टर नगण्य प्रतिरोध के बन्द कुंजी की तरह कार्य करता है। यह स्पष्ट है कि संतृप्त स्थितियों में,

- समस्त V_{CC} का पात होता है R_L के आरपार
- संग्राहक धारा अधिकतम संभव मान रखती हैं जिसे $I_{C(SAT)}$ कहते है।

कुंजी के रूप में ट्रांजिस्टर का प्रचालन (The operation of transistor as switch): Fig 2 में Q_1 के लिए कुंजी की क्रिया दर्शाती है कि निवेश पर निर्गम धारा को कैसे नियंत्रित किया जा सकता हैं। निम्नलिखित महत्वपूर्ण प्रचालन अभिलक्षणो को नोट करें

- जब तक अग्र वोल्टता आधार उत्सर्जक परिपथ पर प्रयुक्त नहीं की जाती, किसी धारा के बिना ट्रांजिस्टर सामान्यतः बन्द रहता है।
- आधार धारा को नियंत्रित करने वाली अग्र वोल्टता निर्गम धारा की मात्रा को ज्ञात करता है।

Fig 2 में निवेश का नियंत्रण परिपथ आधार धारा को निर्धारित करता है। शक्ति परिपथ के लिए निगम संग्राहक धारा होती हैं। Q_1 के लिए NPN ट्रांजिस्टर उपयोग होता है, इस प्रकार का धनात्मक V_{BE} अग्रवोल्टता अपेक्षित होती है। उत्सर्जक दोनों के लिए उभयनिष्ट होती हैं, (a) निवेश पर नियंत्रण परिपथ तथा (b) शक्ति निर्गत परिपथ।

Fig 2

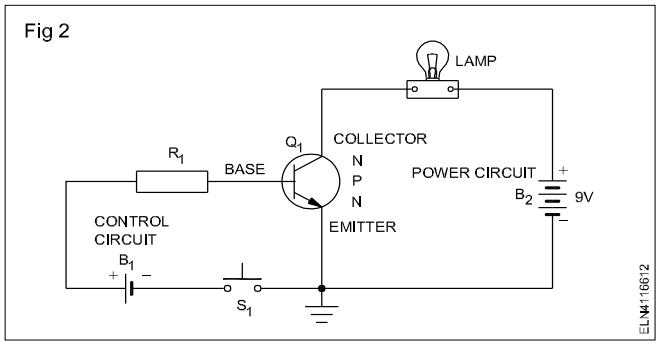


Fig 2 में Q_1 का आधार उत्सर्जक संधि बैटरी B_1 से अग्र अभिनत किया जाता है। अग्र वोल्टता प्रयुक्त करने के लिए कुंजी S_1 को बंद होना चाहिए। B_2 द्वारा Q_1 के संग्राहक के लिए प्रतीप वोल्टता प्रदाय की जाती है। प्रतीप ध्रुवता का अर्थ है कि आधार तुलना में N संग्राहक की अपेक्षा अधिक धनात्मक होता है। कुंजी S_1 को खुला होते हुए आधार उत्सर्जक (या नियंत्रण) परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नही होती है।

कारण यह है कि अग्र वोल्टता प्रयुक्त नही होती है। अतः उत्सर्जक से ट्रांजिस्टर से संग्राहक तक प्रतिरोध बहुत उच्च होता है। शक्ति परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नही होती है तथा लैम्प प्रदीप्त नही होता है।

आगे माने कि कुंजी S_1 बन्द है। इससे कारण नियंत्रण परिपथ में एक छोटी धारा प्रवाहित होती हैं। आधार परिपथ के लिए R_1 एक धारा सीमित प्रतिरोधक है। अतः ट्रांजिस्टर के संग्राहक के प्रति उत्सर्जक का प्रतिरोध कम होता है, जिसके फलस्वरूप शक्ति परिपथ में एक बड़ी धारा प्रवाहित होती है, जिसके कारण बल्ब जलने लगता है।

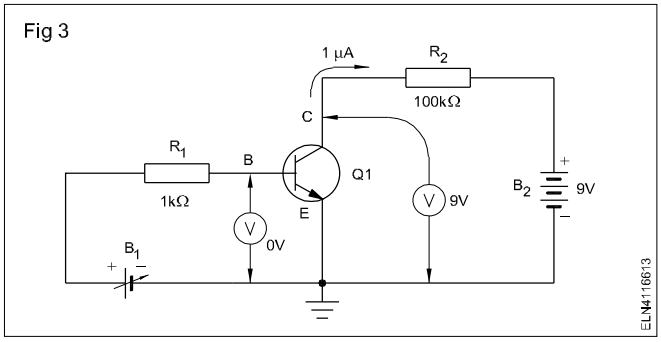
अन्ततः नियत्रंण परिपथ में कुंजी S_1 के खुलने से, शक्ति परिपथ में बल्ब बुझ जायेगा। यह ऐसा इसलिए होता है क्योकि उत्सर्जक (E) से Q_1 के संग्राहक (C) तक का प्रतिरोध पुनः लगभग अनंत तक बढ़ गया है।

संक्षेप में नियंत्रित परिपथ में छोटी धारा के कारण शक्ति परिपथ में अधिक धारा प्रवाह कराती है। नियंत्रण परिपथ में कोई धारा न होने के साथ ट्रांजिस्टर, खुली कुंजी की तरह कार्य करता है। नियंत्रण परिपथ में कुछ धारा होने पर, ट्रांजिस्टर बन्द कुंजी की तरह कार्य करता है।

ट्रॉंजिस्टर स्विचन परिपथ का प्रचालन (Operation of transistor switching circuit): Fig 3 में कार्यप्रदर्शी परिपथ "ट्रांजिस्टर ऑफ परिपथ" में मापी गयी वोल्टता तथा संग्राहक धारा I_C को दर्शाता है। यह नोट करें कि उत्सर्जक से संग्राहक को एक माइक्रो एम्पियर की बहुत कम क्षरण (लीकेज) धारा प्रवाहित होती है। E से C तक, प्रतिरोध को निम्नानुसार ज्ञात किया जाता है।

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9\ V}{0.000001\ A} = 9\ \text{megohm}$$ (मेगओह्म)

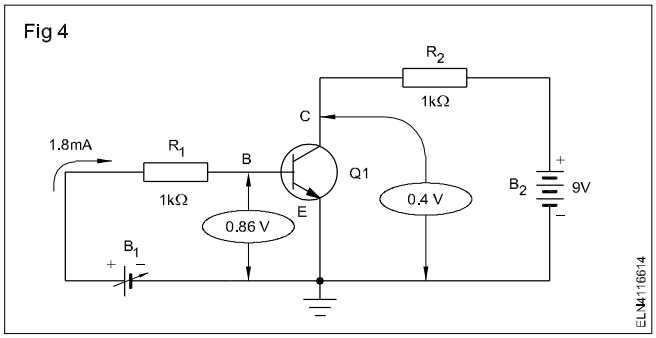
Fig 3



ट्रॉंजिस्टर का प्रतिरोध 9 मेगा ओह्म है, जो स्विचन खुली या ऑफ स्थिति के जैसा है।

Fig 4 में कार्यप्रदर्शी चित्र "ट्रांजिस्टर ऑन" परिपथ में मापी गयी वोल्टता तथा धारा को दर्शाता है। पहले B_1 को समायोजित करते हुए उत्सर्जक से आधार को वोल्टता बढ़ायी जाती हैं। ट्रांजिस्टर के उत्सर्जक-आधार संधारित्र स्थल पर 0.86 V के अग्र अभिनति वोल्टता के कारण, नियंत्रण परिपथ में 1.8 mA प्रवाह होती है। इस धारा के कारण ट्रॉंजिस्टर के प्रतिरोध में E से C तक कमी होती है। इसका प्रभाव यह है कि 85mA की

Fig 4



अधिक धारा, ट्रॉंजिस्टर के संग्राहक से प्रवाहित होती है। Fig 5 में E से C तक के प्रतिरोध को निम्नानुसार ज्ञात किया गया है।

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.4\ V}{0.085A} = 4.7\ \text{ohm}$$

ट्रॉंजिस्टर के प्रतिरोध का E से C तक 9 मेगा ओह्म के, उसके पूर्व के उच्च मान से 4.7 ओह्म के निम्न मान पर पतन हुआ है। इसके परिणाम से, ट्रांजिस्टर एक बन्द कुंजी की तरह कार्य करता है।

Fig 3 में ट्रांजिस्टर को विच्छेद स्थिति में पर कहा जाता है। वह अपने अधिकतम प्रतिरोध E से C तक पहँच गया है तथा धारा को विच्छेद कर दिया है। अब भी, बहुत कम धारा प्रवाह होने के कारण, ट्रॉंजिस्टर में, अल्पसंख्यक धारा वाहक का होना है, जो क्षरण धारा है।

ट्रांजिस्टर को Fig 4 में संतृप्त (Saturation) कहा जाता है। वह न्यूनतम प्रतिरोध E से C तक पहँच गया है, जो अधिकतम को संग्राहक धारा उत्पन्न करता है। जब कुंजी की तरह उपयोग किया जाये तो उत्सर्जक आधार वोल्टता के कारण आधार धारा से ट्रांजिस्टर संतृप्ती या विच्छेद तक चलता है।

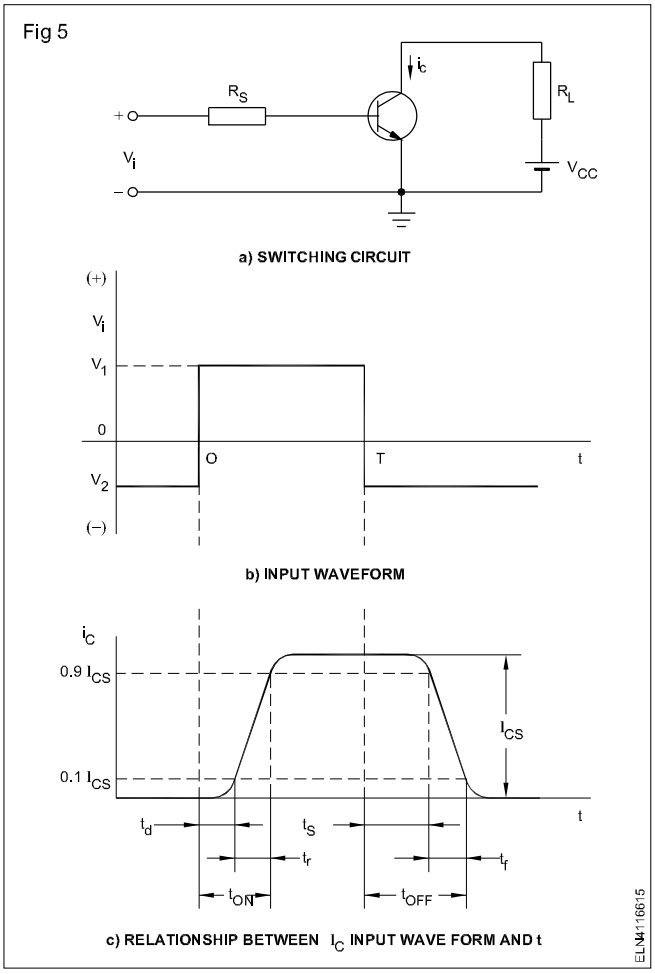
ट्रांजिस्टर का स्विचन समय (Transistor switching times): अब हम ट्रांजिस्टर के व्यवहार पर ध्यान देंगे जैसे कि वह एक स्थिति से दूसरे स्थिति में संक्रमण बनाता है। Fig 5b में दर्शाये गये तरंग रूप से चलने वाले, Fig 5a में दर्शाये गये अनुसार ट्रांजिस्टर परिपथ पर विचार करें। यह तरंग रूप से वोल्टता तल V_2 तथा V_1 के बीच संक्रमण बनाता है। V_2 पर ट्रांजिस्टर विच्छेद पर होता है तथा आधार तथा उत्सर्जक के बीच प्रतिरोध R_2 के माध्यम से विभव V_1 प्रभावित किया जाता है जो कि स्पष्टः परिपथ में सम्मिलित किया जा सकता है, या स्त्रोत के निर्गत प्रतिबाधा को तरंग के रूप में प्रकट करता है। (Fig 5b)

निवेशी तरंगरूप को संग्राहक धारा I_C की अनुक्रिया, उस तरंग रूप से सम्बंधित उसके समय के साथ Fig 5c में दर्शाया गया है। धारा, निवेशी संकेत की तुरंत प्रतिक्रिया (respond) नही करती है। इसके बदले कुछ विलंब होता है, तथा इस विलंब की समय अवधि में व्यतीत समय, धारा को उसके अधिकतम (संतृप्ति) के मान $I_{cs} = V_{cc} / R_L$ के 10 प्रतिशत तक बढ़ने के लिए आवश्यक समय के साथ $I_{cs} = V_{cc} / R_L$ को डिले (विलम्ब) समय t_d कहते है। धारा तरंगरूप का उान समय (rise time) tr, शून्य नहीं होता है, जो धारा को I_{cs} के 10 से 90 प्रतिशत उाव के लिए आवश्यक समय होता है। कुल (turn-on time) टर्न ऑन समय, विलंब तथा चढ़ाव के समय का योग होता है।

$$t_{ON} = t_d + t_r$$

जब निवेशी संकेत, अपनी प्रारंभिक अवस्था, t = T (Fig 5b) पर वापिस पहँचता है तो, धारा पुनः तुरंत अनुकिया करने में विफल होती है। अंतराल जो निर्गत तरंग रूप तथा समय के संक्रमण के बीच व्यतीत हुआ है। जब $I_{C,}$ का I_{CS} के 90 प्रतिशत तक पतन हुआ है, उसे संग्रह समय I_C (storage time) t_s कहते है। संग्रह अंतराल, पतन समय (fall time) tt, के बाद होता है जो, I_C के लिये I_{CS} के 90 से 10 प्रतिशत के पतन होने के लिये आवश्यक समय होता है। t_{off} को टर्न आफ (turn-off time) समय को संग्रह तथा पतन समय के योग से परिभाषित किया जाता है।

Fig 5



$t_{off} = t_s + t_f$

ट्रांजिस्टर कुंजी का अनुप्रयोग (The application of transistor switch): ट्रांजिस्टर कुंजी का प्रयोग किया जाता हैं।

- इलेक्ट्रानिक ऑन तथा ऑफ के रूप में।
- स्थिर, एक-स्थिर तथा द्वि-स्थिर या थप थप बहु-कम्पारित्र परिपथ में।
- काउंटर तथा स्पन्द जनित्र परिपथ में।
- क्लिपिंग परिपथों में।
- केथोड किरण दोलनदर्शी उपस्कर में प्रसर्प प्रवर्तन कुंजी के रूप में।
- रिले के में, लेकिन यांत्रिक रिले के रूप में नही क्यों कि ट्रांजिस्टर का कोई चल पुर्जा नहीं होता हैं।

स्विचन ट्रांजिस्टर का वर्गीकरण (Classification of the switching transistor): ट्रांजिस्टर कुंजियों का प्रायः उपयोग किया जाता है क्यों कि वे छोटे, हल्के तथा कम शक्ति खपत करते है। एक स्विचन ट्रांजिस्टर के महत्वपूर्ण विनिर्देश है। विलम्ब समय, वृद्धि समय, भंडारन समय तथा पात समय के आंकीय मान। टेक्सास मापीयंत्रों के लिए विशिष्ट स्थितियों में n-p-n सिलिकन ट्रांजिस्टर 2N3830, t_d =10nsec, t_r = 50nsec, t_s = 40nsec तथा t_f = 30nsec तक कम हो सकता है।

श्रेणी वोल्टेज रेगुलेटर (Series voltage regulator)

वोल्टेज रेगूलेटर पावर सप्लाई के लिए जेनर डायोड का प्रयोग वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में सामान्य रूप से किया जाता है लेकिन जेनर वोल्टेज रेगुलेटर के मुख्य दो हानियाँ हैं:

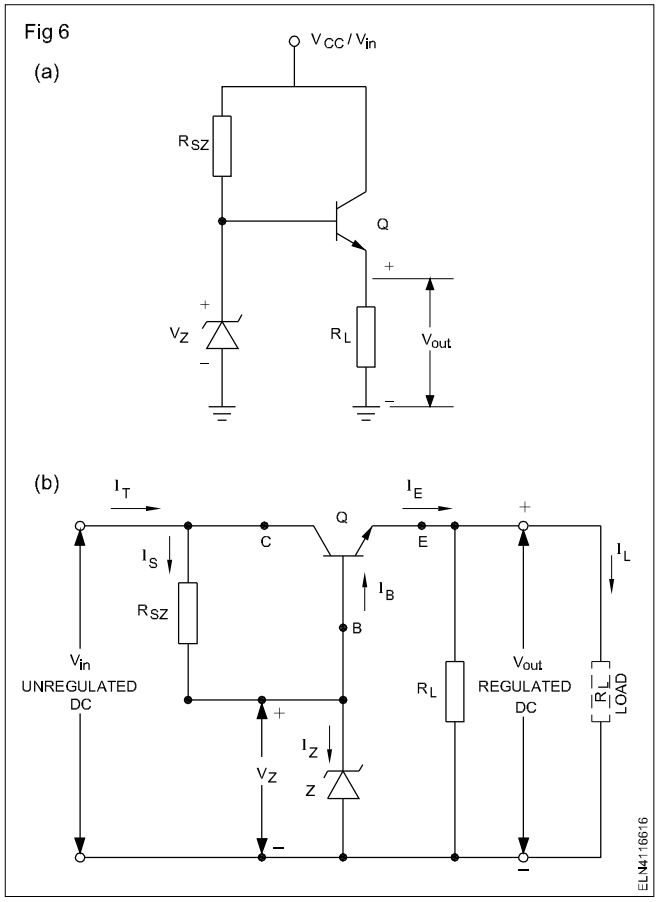
1 जब अधिक लोड धारा की आवश्यकता होतीस है तो कुछ एम्पियर के मान के अनुसार जेनर रेगुलेटर को बहुत ज्यादा वॉटेज वाले जेनर डायोड की आवश्यकता होती है जो अधिक करंट में प्रचालित हो सके।

2 जेनर रेगुलेटर में लोड प्रतिरोध एक आउटपुट इम्पीडेंस देता है जो जेनर इम्पीडेंस R_Z के बराबर होता है इसकी सीमा लगभग कुछ ओह्म से लेकर 100 ओह्म के अंदर (जैसे कि 5Ω से 25Ω) होता है। यह उच्च आउटपुट इम्पीडेंस विचारणीय है क्योंकि आदर्श पॉवर सप्लाई के लिए उसका आउटपुट एम्पीडेंस शून्य होना चाहिए।

जेनर रेगुलेटर की ये दो हानियों को सामान्य सीरीज रेगुलेटर में दूर किया गया है जो Fig 6 में प्रदर्शित है।

Fig 6a में एक सरल सीरीज रेगुलेटर है। Fig 6b में कुछ और नहीं बल्कि एक जेनर रेगुलेटर है जो एमीटर फालोअर का अनुसरण करता है। इस प्रकार का परिपथ लोड वोल्टेज को लगभग स्थिर बनाये रखता है अतः एक वोल्टेज रेगुलेटर की तरह कार्य करता है।

Fig 6



इस परिपथ के लाभ नीचे दिये गये हैं;

1 जेनर डायोड पर कम लोड (Less load on the zener diode)

प्रतिरोध R_Z में से प्रवाहित धारा जेनर फायर्ड रखने के लिए आवश्यक धारा और अल्प बेस धारा I_B के योम के बराबर होता है।

$$I_B = \frac{\text{emitter curent}}{\beta_{dc} \text{ of transistor}} = \frac{I_E}{\beta_{dc}} = \frac{I_L}{\beta_{dc}}$$

चूंकि बेस धारा एमीटर धारा या लोड धारा की अपेक्षा बहुत कम होती है इसलिए बहुत कम वाट का जेनर डायोड इसके लिए उपयुक्त होता है।

उदाहरण के लिए एक लोड 1 एम्पियर का है, यदि ट्रांजिस्टर का β_{dc} का मान 100 है तब जेनर डायोड का केवल जरूरत होगी,

$$I_Z = I_{Z(min)} + \frac{I_L}{\beta_{dc}} = I_{Z(min)} + \frac{1Amp}{100}$$

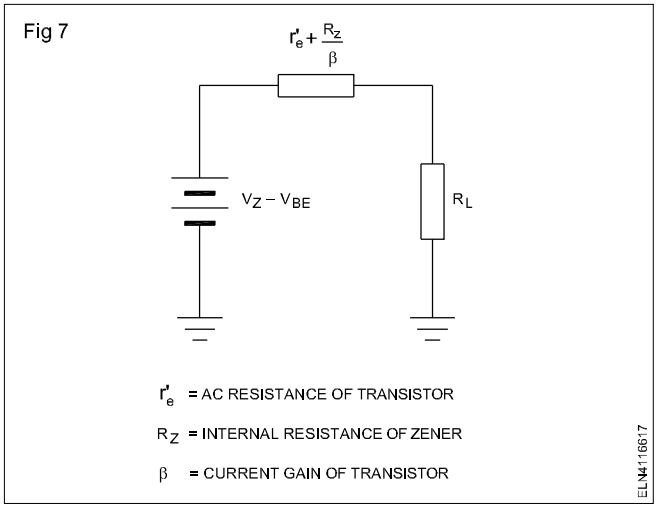
चूंकि $I_{Z(min)}$ का मान सामान्यतः 5 से 10mA की सीमा में होता है इसलिए I_Z = 10mA + 10mA = 20mA.

2 निम्न आउटपुट इम्पीडेंस (Lower output impedance)

यदि जेनर प्रतिरोध R_Z का मान 7Ω, हो तब जेनर रेगुलेटर के अध्याय 9 में बताए अनुसार पॉवर सप्लाई का आउटपुट इम्पीडेंस लगभग जेनर प्रतिरोध R_Z = 7Ω होगा।

Fig 7 Fig 6 पर सीरीज रेगुलेटर का समतुल्य आउटपुट सर्किट प्रदर्शित करता है। Fig 7, के अनुसार पॉवर सप्लाई का आउटपुट एम्पीडेंस होगा,

Fig 7



$$Z_{out} = r'e + \frac{R_Z}{\beta}$$

चूंकि लोड धारा $I_E = I_L$ का मान बहुत अधिक होता है इसकी तुलना में r'_e बहुत कम होता है अतः r'_e पद को अपेक्षित किया जा सकता है। इसलिए Fig 6 में आउटपुट इम्पीडेंस होगा,

$$Z_{out} \cong \frac{R_Z}{\beta} = \frac{7}{100} = 0.07\Omega$$

यह आउटपुट इम्पीडेंस का निम्नमान 0.07Ω आदर्श पॉवर सप्लाई के लिए आवश्यक शून्य इम्पीडेंस के बहुत नजदीक है।

सरल सीरीज रेगुलेटर की कार्य प्रणाली (Working of a simple series regulator)

Fig 6b, में प्रतिरोध R_{SZ} में से प्रवाहित धारा का मान ट्रांजिस्टर के Q मान के लिए कम से कम जेनर भंजन धारा और बेस धारा के योग के बराबर होना चाहिए।

जेनर डायोड के सिरों पर वोल्टेज V_Z बेस के एमीटर फालोअर को चलाता है इसलिए डीसी आउटपुट वोल्टेज जेनर वोल्टेज के एक वोल्टेज ड्राप V_{BE} में बूट स्ट्रेप किया जाता है। रेगुलेटेड आउटपुट वोल्टेज होगा,

$$V_{out} = V_Z - V_{BE} \quad .....[1]$$

ट्रांजिस्टर पर कलेक्टर-एमीटर सिरों पर वोल्टेज इनपुट और आउटपुट वोल्टेज के अंतर के बराबर होगा।

$$V_{CE} = V_{in} - V_{out}$$

यदि इनपुट वोल्टेज V_{in} बढ़ाया जाता है तो बूट स्ट्रैप्ड जेनर वोल्टेज के कारण आउटपुट वोल्टेज V_{out} नियत रहता है। इसलिए कलेक्टर एमीटर के सिरों पर वोल्टेज ड्राप V_{CE} बढ़ता है जो इनपुट वोल्टेज V_i की वृद्धि को समायोजित करता है।

उदाहरण के लिए Fig 6 में सीरीज रेगुलेटर दिखाया गया है यदि V_{in} =15V और V_{out} = 12 हो तो V_{CE} होगा

$$V_{CE} = V_{in} - V_{out} = 15\text{-}12 = 3 \text{ V}.$$

यदि V_{in} 20 V तक बढ़ता है जब V_{CE} का मान 20-12=8 V, तक बढ़ता है अतः यह आउटपुट वोल्टेज 12v अपरिवर्तित रखता है। चूंकि ट्रांजिस्टर का कलेक्टर और एमीटर Fig 6 में इनपुट और आउटपुट टर्मिनल के सीरीज में है इस प्रकार का रेगुलेटर सीरीज वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में जाने जाते हैं।

चुंकि ट्रांजिस्टर सीरीज में है और पूरा लोड धारा ट्रांजिस्टर में से होकर प्रवाहित होती है इसलिए ट्रांजिस्टर को पास ट्रांजिस्टर (pass transistor) संदर्भित किया जाता है।

इस तथ्य के कारण कि पूरे लोड धारा को पास ट्रांजिस्टर से होकर प्रवाहित होना होता है और जब V_{in} में वृद्धि होती है तो V_{CE} का मान बढ़ता है। अतः पास ट्रांजिस्टर का वाल्टेज निर्धारण उच्च होना चहिए ताकि यह पॉवर खपत को सहन कर प्रचालित कर सके।

उदाहरण के लिए जब 300 mA, का लोड धारा प्रवाहित होता है जब V_{in} 20 V पर और V_{out} पर तब V_{CE} 8V होगा इसलिए ट्रांजिस्टर या पॉवर खपत होगा,

$P_D = V_{CE} \times I_L$ = 8 x 300 mA = 2400 mw = 2.4watts

इसको समायोजित करने के लिए चयन किए जाने वाले पास ट्रांजिस्टर का वाल्टेज निर्धारण 2.4 वाट से अधिक होना चाहिए।

नोटः कम से कम 20% अधिक का निर्धारण करना चाहिए उदाहरण के लिए उपरोक्त ट्रांजिस्टर के लिए निर्धारण 2.4 + 2.4 का 20% = 2.4+0.48 = 3 w (लगभग)

क्योंकि यहाँ पर लोड धारा की आवश्यकतानुसार बहुत अत्यधिक पॉवर खपत हो सकती है। अतः माध्यमिक ट्रांजिस्टर हाई पॉवर पास ट्रांजिस्टर उपयोग किया जाता है।

आउटपुट वोल्टेज पर तापमान का प्रभाव (Temperature effect on output voltage)

जब तापमान बढ़ता है V_{BE} घटता है इसलिए V_{BE} में धारा में परिवर्तन से V_{out} भी घट जाता है।

ट्रांजिस्टर की आँकड़ा सूची से सामान्यतया इस संबंध में यह जानकारी देती है कि तापमान में परिवर्तन के साथ V_{BE} कितना बदलता है।

सभी व्यवहारिक उद्देश्यों के लिए प्रति डिग्री ताप वृद्धि में लगभग 2 mV, V_{BE} का मान घट जाता है। उदाहरण के लिए ट्रांजिस्टर का तापमान 25°C (कमरे का ताप) से 75°C (पॉवर खपत के कारण तापमान में वृद्धि), V_{BE} लगभग100mV घट जाता है। अतः इसे उपेक्षित किया जा सकता है।

ताप का एक और प्रभाव जेनर डायोड के सिरों पर आरोपित वोल्टेज पर पड़ता है। जेनर डायोड के सिरों पर वोल्टेज में किसी भी कमी या वृद्धि आउटपुट को परिवर्तित करती है। अतः जब जेनर डायोड का चयन किया जाता है तो यह जानना उतना ही महत्त्वपूर्ण है कि इसका ताप गुणांक क्या है। खासतौर पर जब पॉवर सप्लाई कुछ अधिक एम्पियर धारा के उच्च लोड से जुड़ा हुआ होता है।

प्रवर्धक का प्रयोजन (The purpose of an amplifier): प्रवर्धक एक इलेक्ट्रानिक परिपथ है जिसका उपयोग निर्बल निवेशी संकेतो को बहुत उच्च निर्गत संकेत में बढ़ाने या प्रवर्धित करने के लिए उपयोग किया जाता है। अधिकांश परिपथो में ट्रांजिस्टर को प्रवर्धक की तरह उपयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त प्रवर्धक परिपथो को पूर्ण बनने के लिए प्रतिरोधक, संधारित्र तथा अभिनति बैटरी की आवश्यकता होती है।

प्रायः सभी इलेक्ट्रोनिक प्रणाली, प्रवर्धक के साथ कार्य करते है। हम अपने रेडियो पर समाचार तथा अन्य कार्यक्रम को इसलिए सुन सकते है क्योंकि रेडिया में लगे प्रवर्धक, उसके ऐंटीना से प्राप्त निर्बल सिग्नलो को प्रवर्धित करता है।

प्रवर्धक का वर्गीकरण (Classification of amplifiers): रेखीय प्रवर्धको को उनके प्रचालन के ढ़ंग के अनुसार वर्गीकृत किया जाता है। अर्थात पूर्व में ज्ञात मान के सेट के अनुसार प्रचालन करने की उनकी विधि, विभिन्न प्रवर्धको का वर्णन निम्नलिखित घटको पर आधारित है।

1 ट्रांजिस्टर के विन्यास पर आधारित
   - a उभयनिष्ट उत्सर्जक (CE) प्रवर्धक
   - b उभयनिष्ट संग्राहक (CC) प्रवर्धक
   - c उभयनिष्ट संग्राहक (CC) प्रवर्धक

2 निर्गम पर आधारित
   - a वोल्टता प्रवर्धक
   - b धारा प्रवर्धक
   - c शक्ति प्रवर्धक

3 निवेशी पर आधारित
   - a छोटे सिग्नल के प्रवर्धक
   - b बडे सिग्नल के प्रवर्धक

4 युग्म (कप्लिंग) पर आधारित
   - a RC युग्मित प्रवर्धक
   - b ट्रांसफार्मर युग्मित प्रवर्धक
   - c प्रतिबाधा युग्मित प्रवर्धक
   - d सीधे युग्मित प्रवर्धक

5 आवृत्ति की अनुक्रिया पर आधारित
   - a श्रव्य आवृत्ति (AF) प्रवर्धक
   - b इंटरमीडियेट आवृत्ति (IF) प्रवर्धक
   - c रेडियो आवृत्ति (RF) प्रवर्धक
   - d VHF तथा UHF प्रवर्धक

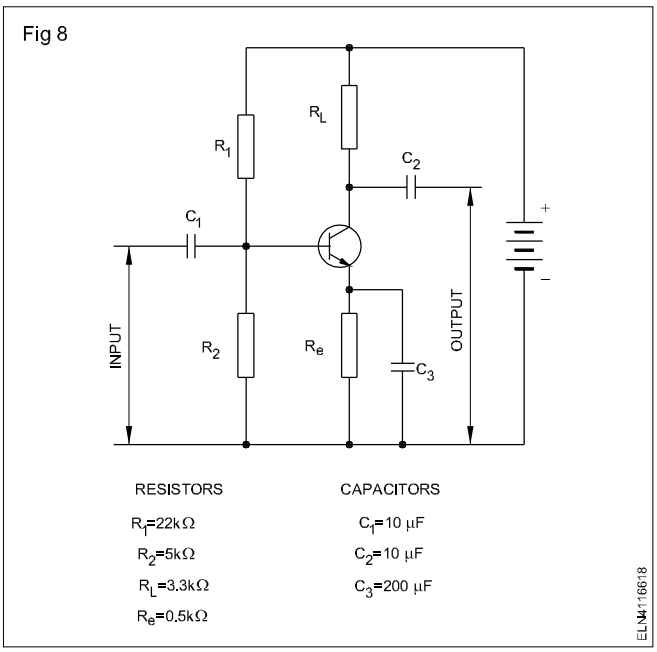
6 फीड बैक (प्रतिसंभरण) पर आधारित
   - a धारा श्रेणी प्रतिसंभरण प्रवर्धक
   - b धारा सामान्तर प्रतिसम्भरण प्रवर्धक
   - c वोल्टता श्रेणी प्रवर्धक
   - d वोल्टता समान्तर श्रेणी प्रवर्धक

7 अभिनति की स्थिति पर आधारित
   - a क्लास A शक्ति प्रवर्धक
   - b क्लास B शक्ति प्रवर्धक
   - c क्लास AB शक्ति प्रवर्धक
   - d क्लास C शक्ति प्रबर्धक

ऊपर वर्णित मे से क्रमांक एक तथा दो का, इस स्तर पर वर्णन किया गया है। इस पुस्तक में वर्णित कुछ प्रवर्धकों के विस्तृत अध्ययन के लिए छात्र, उनकी विशेष रूचि पर निर्भर करते हुए शेष भागों के लिए किसी भी मानकीय पुस्तको को देख सकते है।

कॉमन - एमिटर एम्प्लिफायर (Common-emitter amplifier) : जहाँ तक हो सके इस प्रकार के सर्किट को प्रयोग अधिकतर किया जाता है। इसमें सर्वाधिक ऊर्जा प्राप्ति, पर्याप्त करन्ट और वोल्टेज प्राप्ति होती है और बहुस्तरीय प्रचालन में जब उच्च प्राप्ति की आवश्यकता हो तो यह विशेष लाभकारी है। एक कॉमन-एमिटर एम्प्लिफायर स्टेज जिसमें सिंगल D.C सप्लाई बैटरी बियासिंग लगी हो वह Fig 8 में दर्शाया गया है।

Fig 8



A.C. सिग्नल को बेस और एमीटर के बीच से लगाया जाएगा और आऊटपुट कलेक्टर के द्वारा लिया जाता है। ट्रान्जिस्टर चले उसके लिए एमीटर बेस जन्कशन को फोरवर्ड-बयास होना चाहिए। रेसिस्टर R_1 और R_2 को बेस सेटिंग पे होना चाहिए जिससे एमीटर फारवर्ड वियाम होगा। कलेक्टर करन्ट लोड रसिस्टर R_L और R_e पारित होता है और कलेक्टर पर R_L से विकसित वोल्टेज आऊटपुट है।

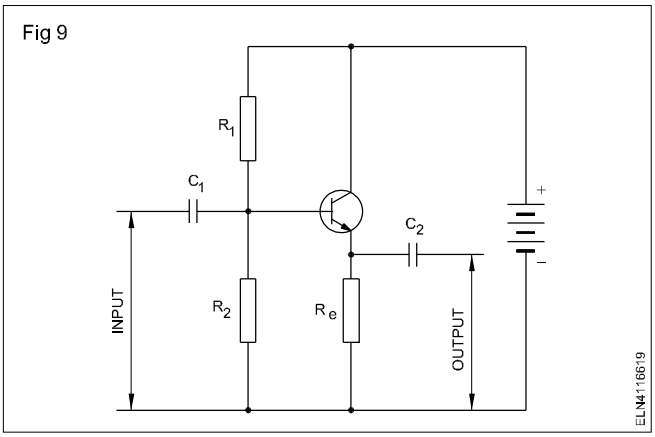
ट्रांजिस्टर की वोल्टता लब्धि (gain), इस विशिष्टि प्रतिरधेक के मान से बहुधा ज्ञात की जाती है क्योकि इसके बीच उत्पन्न वोल्टता, संग्राहक धारा में परिवर्तन के कारण निवेश सिंगनल से आधार प्रतिरोधक के बीच उत्पन्न से बहुत अधिक होती है।

संग्राहक धारा में ताप के परिवर्तन के प्रभाव को न्यूनतम करने के लिए प्रतिरोधक R_e को सम्मिलित किया जाता है। R_e को धारा प्रतिसंभरण से सिग्नल लब्धि को कम होने से रोकने के लिए R_e के साथ सामान्तर में एक संधारित्र C_3 को सम्मिलित किया जा सकता है।

संधारित्र C_1 तथा C_2 को दिष्ट धारा के प्रवाह को रोकने के लिए प्रयुक्त किया जाता है, जिससे कि DC अभिनति की स्थिति किसी भी तरह से सिग्नल परिपथ से प्रभावित न हो। इस तरह से, एक स्तर पर DC की स्थिति को अगले स्तर को प्रभावित होने से रोकती है, जिससे कि केवल DC सिग्नल, एक स्तर से दूसरे पर जा सकें।

उभयनिष्ट संग्रहक प्रवर्धक (Common collector amplifier): इस विन्यास में संग्राहक, निवेशी तथा निर्गत परिपथ के लिए उभयनिष्ट बिन्दु होती है, आधार तथा संग्राहक के बीच निवेश सिग्नल लगाया, तथा उत्सर्जक तथा संग्राहक के बीच हटाया जाता है। Fig 9 नोट किये जाने वाला लक्षण विशाल निवेशी प्रतिबाधा है जो R_1 तथा R_2 के समांतर परिपथ के वस्तुतः बराबर है। निर्गत प्रतिरोध फिर भी कम होता है तथा इसलिये वह अनुसरण करता है कि वोल्टता लब्धि कम है, लेकिन उच्च धारा प्रवर्धन प्राप्त प्राप्त किया जा सकता है।

Fig 9

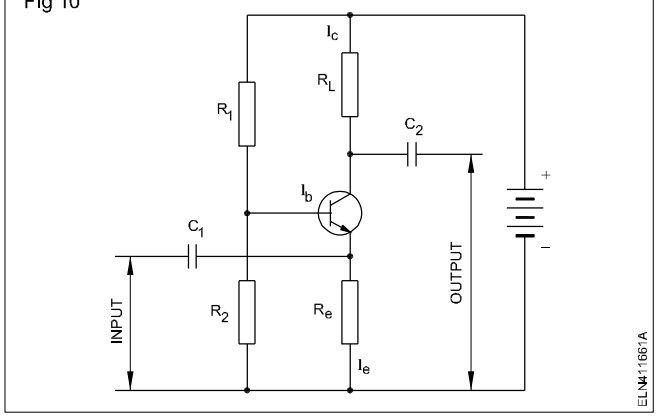


संधारित्र C_1 तथा C_2 का कार्य, उभयनिष्ट-उत्सर्जन के जैसी ही समान है। क्योंकि विभांतर तंत्र R_1 तथा R_2 जो उत्सर्जक - आधार संधि के लिये अग्र अभिनति की व्यवस्था करता है। उभयनिष्ट सग्रांहक परिपथ का मुख्य लाभ उसकी तैयारी है जिससे उसे वोल्टता के ध्यानहीन करते हुये परिपथ में किसी भी बिंदु पर सीधे जोड़ा जा सकता है। परिपथ को प्रायः उत्सर्जक अनुचर क्हा जाता है, क्योकि उत्सर्जक वोल्टता, निवेशी वोल्टता को अनुसरण करने की ओर प्रवृत्ति होती हैं, दोनों के बीच का अन्तर ट्रांजिस्टर के आधार उत्सर्जक संधि के बीच AC वोल्टता है, जो बहुत कम है। इसलिये निर्गत लब्धि एक से कम होती है। धारा लब्धि 50 से 500 होती है, फिर भी उच्च, जो उभयनिष्ट उत्सर्जक परिपथ के लगभग बराबर है, निर्गत प्रतिरोध बहुत कम (100 ओह्म से कम) है। इसलिये उत्सर्जक से संग्राहक का प्रतिरोध कम है तथा संग्राहक के परिपथ में कोई प्रतिरोध नही है।

संग्राहक परिपथ का बाहरी प्रतिरोध, ट्रांजिस्टर से भार को दी गई प्रतिबाधा फिर भी बहुत उच्च (300KΩ) है तथा इसलिए उत्सर्जक अनुचर परिपथ, बहुत उच्च निवेशी प्रतिबाधा को निम्न निर्गत प्रतिबाधा में रूपांतरण करता है। यह वास्तव में प्रतिबाधा ट्रांसफार्मर है, इसलिये इसका मुख्य अनुप्रयोग प्रतिरोधक (buffer) के जैसे है अर्थात प्रतिबाधा को मिलान करने वाली युक्ति, जिसमें उसे मिलान न करना या अनुपयुक्त के कारण बिना अतिरिक्त शक्ति की हानि के साथ उच्च प्रतिबाधा स्त्रोत तथा निम्न प्रतिबाधा भार के बीच जोड़ा जा सकता है।

उभयनिष्ट-आधार प्रवर्धक (Common-base amplifier): इस परिपथ में आधार उत्सर्जक सिरे तथा संग्राहक सिरे के बीच उभयनिष्ट सिरा होता है। उत्सर्जक धारा I_e, निवेशी धारा तथा संग्राहक धारा I_C, निर्गत धारा है। (Fig 10) क्योकि $I_e = I_b + I_C$ तथा क्योंकि इस परिपथ में I_C से I_e, I_B के मान से बडा है, इसलिये धारा लब्धि I_C / I_e सदैव एक से कुछ कम होगी। इसलिए उभयनिष्ट आधार परिपथ में धारा लब्धि नही हो सकती हैं। फिर भी अग्र अभिनति उत्सर्जक आधार संधि की कम प्रतिबाधा तथा पश्च अभिनति संग्राहक-आधार संधि की उच्च प्रतिबाधा के कारण अच्छे आमाप (साइज) की वोल्टता लब्धि प्राप्त होती है। उदाहरण के लिए, यदि हम माने कि निवेश प्रतिरोध 200Ω, भार प्रतिरोध 50K तथा धारा लब्धि 0.98 हो तो, वोल्टता लब्धि 0.98 x 50k/200 = 245 होगी।

Fig 10



बहुस्तरीय प्रवर्धक के लिए उभयनिष्ट - आधार परिपथ उपयुक्त नही है क्योकि उभयनिष्ट-उत्सर्जक के साथ तुलना करने पर, उसकी धारा तथा शक्ति लब्धि कम होती है। उसका कम निवेशी प्रतिबाधा भी किसी भी पिछले स्तर के भार के प्रतिरोध को शंट करती है, जिसके कारण उस स्तर से निर्गत वोल्टता कम हो जाती है जिसके कारण कुल लब्धि से संगत कमी होती है। फिर भी उच्च आवृत्ति पर उसके प्रचालन की योग्यता, उसे v.h.f प्रवर्धक में उपयोगी बनाता है। बहुत कम प्रतिबाधा निवेशी तथा निर्गत परिपथ को लिंक करने वाले बहुत कम प्रतिबाधा (उत्सर्जक-

संग्राहक प्रतिबाधा) के कारण ऐसी आवृत्ति पर, उभयनिष्ट-उत्सर्जक प्रर्वधक की अपेक्षा यह परिपथ अधिक स्थायी होता है।

वोल्टता प्रवर्धक (Voltage amplifier): प्रवर्धक एक परिपथ है जिसमें एक या अधिक ट्रांजिस्टर होते है तथा निवेशी टर्मिनल को लगाये प्रत्यावर्ती सिग्नल को बढ़ाने के लिए डिजाइन किये होते है। इसे वोल्टता प्रवर्धन कहते है। यदि निर्गत वोल्टता का आमाप (साइज) या परिमाण, निवेश वोल्टता से विचारणीय अधिक हो तो, उसे प्रवर्धक की वोल्टता लब्धि कहते है। वोल्टता प्रवर्धक का मुख्य कार्य, न्यूनतम विकृति के साथ दिये गये लब्धि को उत्पन्न करना है। अर्थात निर्गत वोल्टता को वही तरंग रूप में होना चाहिए जो निवेशी तरंग का रूप है। लेकिन परिमाण में निश्चित रूप से पर्याप्त अधिक होना चाहिए। वोल्टता प्रवर्धक के उदाहरण, उभयनिष्ट आधार तथा उभयनिष्ट उत्सर्जक प्रवर्धक है।

धारा प्रवर्धक (Current amplifier): धारा प्रवर्धक का कार्य यह है कि जब आधार में धारा दी जाती है तो उत्सर्जक-संग्राहक परिपथ में, भार बहुत अधिक धारा को प्रवाह होने के लिए प्रभावित कर सकता है।

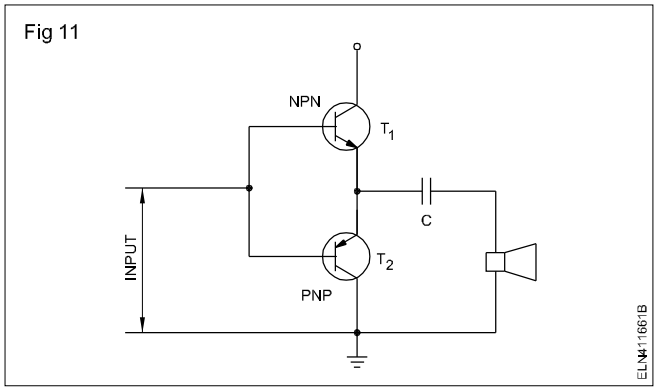
ध्यान देने योग्य परिणाम यह है कि यदि आधार-धारा को निश्चित अनुपात से बढ़ाया जाता है तो, संग्राहक धारा में आधार धारा को तदानुसार बढ़ायेगी, लेकिन संग्राहक धारा में बहुत अधिक परिवर्तन होगा। हमने धारा को प्रवर्धित करने की प्राप्ति कर ली है। निर्गत धारा से निवेशी धारा के अनुपात को प्रवर्धक का धारा लब्धि कहते है।

धारा प्रवर्धक का उदाहरण, उभयनिष्ट उत्सर्जक, उभयनिष्ट संग्राहक प्रवर्धक है। उभयनिष्ट उत्सर्जक प्रवर्धक की धारा लब्धि 50 से 300 होती है जबकि उभयनिष्ट संग्राहक प्रवर्धक को 50 से 500 होती है।

शक्ति प्रबर्धक (Power amplifier): शक्ति प्रवर्धक का उपयोग निर्गत यंत्ररचना (मैकेनिज्म) को चलाने के लिए किया जाता है। उदाहरण- लाउडस्पीकर, एक जोड़ा इयर फोन, चल कुण्डल मापी या कछ अन्य प्रकार की संकेतक युक्ति। शक्ति प्रवर्धक का मुख्य कार्य निर्गत युक्ति या भार परिपथ में अविकृत शक्ति का अच्छा परिमाण देना हैं। जैसे प्रवर्धक प्रायः उत्पन्न करता हैं। शक्ति प्रवर्धक के लिए उद्धाहरण - क्लास A, क्लास B, क्लास AB तथा क्लास C हैं।

Fig 11 में पूरक समिति क्लास B कर्षाकर्षी (push pull) शक्ति प्रवर्धक परिपथ दर्शाया गया हैं। शक्ति प्रवर्धक पूरक जोड़े में, उनमें से एक NPN (टाइप) प्रकार तथा दूसरा PNP प्रकार हैं। बिना निवेशी संकेत के कोई भी ट्रांजिस्टर संचालन नही करता हैं, तथा निर्गत शून्य होता हैं। जब निवेशी संकेत धनात्मक दिया जा रहा हो, तो NPN ट्रांजिस्टर संचालन करता हैं तथा PNP ट्रांजिस्टर विच्छेद होता हैं। जब ऋणात्मक संकेत दिया जाता है तो T_1 को ट्यून आफ जबकि T_2 संचालन करता हैं। इस परिपथ की अधिकतम दक्षता लगभग 78% होती हैं।

Fig 11



फँक्शन जनरेटर और कैथोड-रे आसिलोस्कोप (CRO) (Function generator and cathode ray oscilloscope (CRO))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

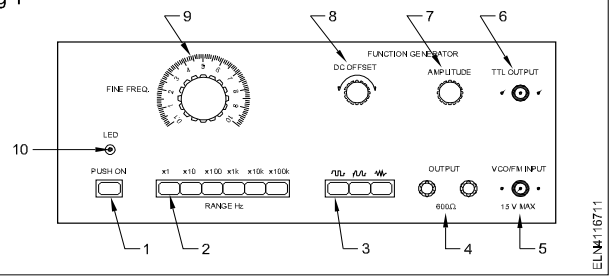
- **फँक्शन और आडियो फ्रीक्वेंसी जनरेटर के उपयोग एवं नियंत्रण का वर्णन करना**
- **CRO का कार्यप्रणाली रैखिक आरेखा के साथ वर्णन करना**
- **CRO में विभिन्न प्रकार के कार्य प्रचालन को बताना**
- **इलेक्ट्रानिक परिपथ में CRO का उपयोग बताना।**

परिचय (Introduction) : फँक्शन जरनेटर एक ऐसा उपकरण है जो भिन्न - भिन्न आवृत्ति और आयाम पर ज्या वर्ग और त्रिभुजाकार वेव आउटपुट प्रदान कर सकता है। इसका अधिकतम शिखर से शिखर आयाम 20v होता है। एक फंक्शन जनरेटर फ्रिक्वेंसी मॉड्यूल टोन कंट्रोल आडियो इलेक्ट्रानिक्स अन्य प्रयोगशाला और शोधकार्यों के लिए प्रयोग किया जाता है।

फंक्शन जरनेटर का पैनल कंट्रोल और अन्य सुविधाएँ (Panel controls and features of function generator)

(Fig 1) में फंक्शन जनरेटर के सामने का कंट्रोल पैनल है।

Fig 1



1 **पॉवर आन-आफ स्विच (Power ON-OFF switch):** फंक्शन जनरेटर को आन-आफ करने के लिए इस बटन को दबाया जाता है। बंद करने के लिए उसी बटन को फिर से दबाया जाता है।

2 **रेंज सेलेक्टर (Range selectors):** रेंज सेलेक्टर दशक 10 K फ्रिक्वेंसी प्रकार का होता है, आउटपुट फ्रिक्वेंसी चयन किये गये रेंज और डायल पर दर्शाये गये आवृत्ति के गुणनफल द्वारा दिया जाता है। उदाहरण के लिए यदि 2 पर है तब आउटपुट फ्रिक्वेंसी 20 KHz होगा।

3 **फंक्शन सेलेक्टर (Function selectors):** ये सेलेक्टर चाही गई आउटपुट वेवफार्म का चयन करते हैं। स्क्वायर साइन या त्रिभुजाकार)।

4 **आउटपुट जैक (Output jack):** फंक्शन स्विच के द्वारा चयन किये गये वेवफार्म इस जैक पर उपलब्ध होते हैं।

5 **VCO इनपुट जैक (VCO input jack):** एक बाहरी इनपुट वोल्टेज जो आउटपुट फ्रिक्वेंसी को परिवर्तित करता है, फ्रिक्वेंसी में परिवर्तन इनपुट वोल्टेज के सामनुपाती होता है।

6 **TTL जैक (TTL JACK):** एक TTL (ट्रांजिस्टर, ट्रांजिस्टर लॉजिक) पर स्क्वायर वेवफार्म उपलब्ध होता है यह आउटपुट आयाम से स्वतंत्र होता है।

7 **एम्पलीट्यूड नियंत्रण (Amplitude control):** यह आउटपुट सिग्नल के एम्पलीट्यूड को नियंत्रित करता है।

8 **आफसेट नियंत्रण (Offset control):** यह आउटपुट के डीसी आफसेट को नियंत्रित करता है।

9 **फाइन फ्रिक्वेंसी डायल (Fine frequency dial):** वेव फार्म के आउटपुट फ्रिक्वेंसी इस डायल के सेटिंग के और चयनित रेंज के गुणनफल के द्वारा दिया जाता है।

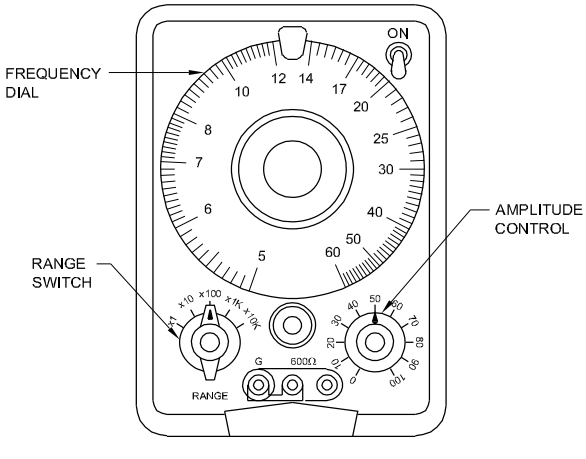
प्रचालन जानकारी (Operating information): फंक्शन जनरेटर को 240V, AC मुख्य सप्लाई से पॉवर दी जाती है जब पॉवर स्विच दबाया जाता है एक LED प्रकाशित होता है।

चाही गई फ्रिक्वेंसी को रेंज स्विच को दबाकर और फाइन फ्रिक्वेंसी डायल को सेट करके प्राप्त किया जाता है।

चयनित किये गये आउटपुट सिग्नल का एम्पलीट्यूड, एम्प्लीट्यूड नियंत्रण नॉब के द्वारा समायोजित किया जाता है। प्रदर्शित एम्पलीट्यूड में शून्य से 0-20 V शिखर तक परिवर्तन संभव है। TTL आउटपुट एम्प्लीट्यूड कंट्रोल द्वारा प्रभावित नहीं होता है।

ऑडियो फ्रिक्वेंसी (AF) जनरेटर (Audio Frequency (AF) Generator) (Fig 2): ऑडियो फ्रिक्वेंसी जनरेटर 20 Hz से 20 kHZ तक के साइन वेव सिग्नल उत्पन्न करते हैं। विशेष प्रकार के AF जरनेटर 100 kHZ तक साइन वेव उत्पन्न करते हैं। इसके अतिरिक्त स्क्वायर वेव उत्पन्न करने की सुविधा भी होती है।

Fig 2



AUDIO FREQUENCY GENERATOR

इस जनरेटर में एक परिवर्तनशील एम्पलीट्यूड कंट्रोल होता है। जो सिग्नल एम्पलीट्यूड को 10 mv से 20V तक बदलता है। इस जनरेटर के मदद से रेडियो, टी.वी., ऑडियो एम्पलीफायर आदि के ऑडियो एम्पलीफायर चरणों की जाँच की जाती है।

इन फ्रिक्वेंसी रेंज स्विच चाही गई फ्रिक्वेंसी रेंज स्विच का चयन करता है चाही गई फ्रिक्वेंसी रेंज फ्रिक्वेंसी डायल का उपयोग करके चाही गई रेंज की फ्रिक्वेंसी प्राप्त की जा सकती है।

कैथोड रे ऑसिलोस्कोप (CRO) (Cathode ray oscilloscope (CRO))

परिचय (Introduction): ऑसिलोस्कोप एक इलेक्ट्रानिक मापक यंत्र है जो सिरों पर लगाये गये इनपुट वेव फार्म का दृश्य प्रस्तुत करता है। जिस प्रकार टेलीविजन ट्यूब कैथोड रे ट्यूब (CRT) दृश्य प्रस्तुत करता है, उसी प्रकार स्क्रीन पर लगाया गया वेवफार्म प्रदर्शित होता है। एक इलेक्ट्रान बीम ट्यूब के मुख भाग पर विक्षेपित किया जाता है जो स्वीप (sweep) करता है जिससे इनपुट सिग्नल का प्रदर्शन प्राप्त होता है।

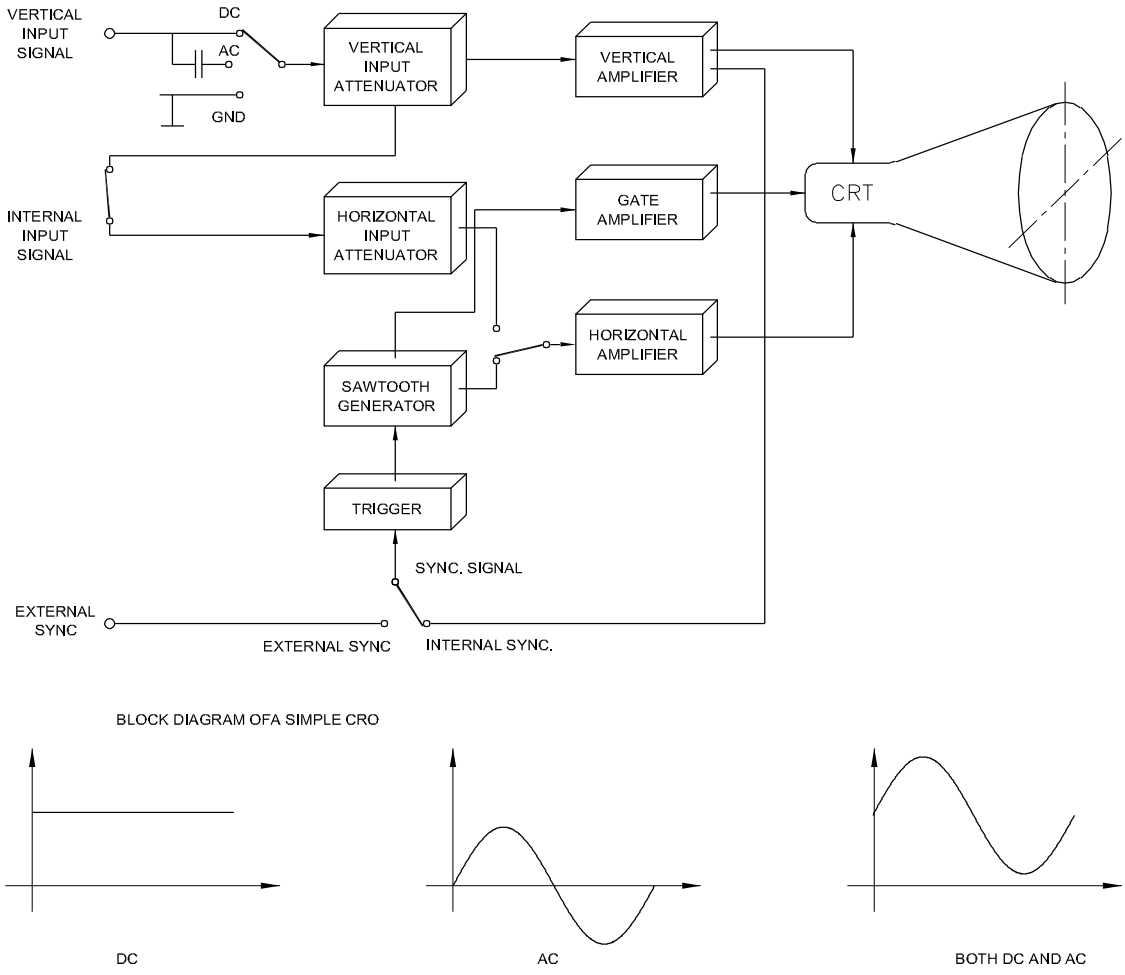
एक ऑसिलोस्कोप में सामान्यतः निम्न भाग होते हैं:

- एट्टेन्यूटर (Attenuator)
- एम्पीलीफायर्स (amplifiers)
- सा-टूथ जनरेटर (saw-tooth generator)
- गेट एम्पलीफायर्स या जेड-एम्पलीफायर (gate amplifiers or Z-amplifier)
- ट्रीगर (Trigger)
- सी आर टी (कैथोड रे ट्यूब) (CRT (cathode ray tube))
- पावर सप्लाई (power supply)

Fig 3 में एक सरल कैथोड रे ऑसिलोस्कोप का आरेख चित्र प्रदर्शित है,

अट्टेन्यूटर (Attenuator) : एम्प्लीफायर के सिरों पर इनपुट सिग्नल को दिये जाने से पहले उसे उचित परिमाण के सिग्नल में अट्टेन्यूटेड (क्षीण) किया जाना चाहिए। अट्टेन्यूटर वर्टिकल और हारिजेन्टल दोनों एम्पलीफायर के लिये लगाया जाता है।

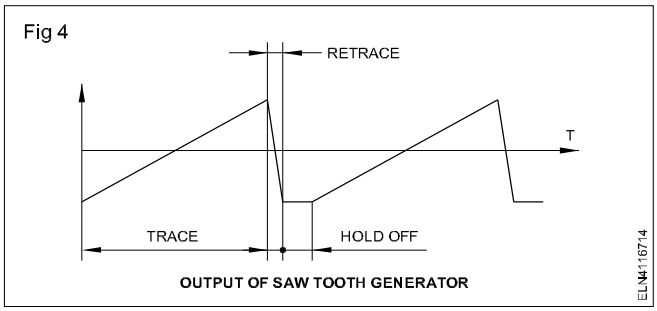
Fig 3



प्रवर्द्धक (Amplifier) : ऑसिलोस्कोप में वर्टिकल और हारिजेन्टल को Y-प्लेट पर आरोपित करने से पहले एम्पलीफाई करते हैं। हारिजेन्टल एम्पलीफायर सिग्नल को X-प्लेट से जोड़ने से पहले एम्पलीफाई करते हैं।

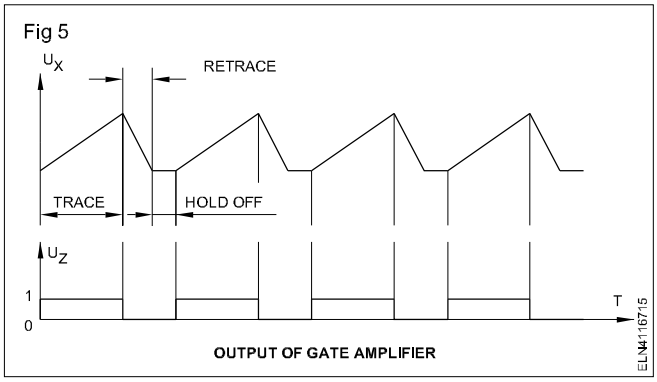
सा-टूथ जनरेटर (Saw-tooth generator): किसी भी आकार के मापक सिग्नल को Y-इनपुट प्लेट से जोड़ा जाता है तब यह स्क्रीन पर दिखाई देता है। X-प्लेट पर सिग्नल इस प्रकार होना चाहिए कि स्क्रीन पर प्राप्त छवि Y-प्लेट के समान होना चाहिए। अतः एक सा-टूथ सिग्नल X-प्लेट से जोड़ने की आवश्यकता होती है जो कि स्क्रीन पर बने दृश्य को वर्टिकल प्लेट से जुड़े सिग्नल की तरह बना सके। सा-टूथ सिग्नल को टाइम बेस सिग्नल कहा जाता है और यह सा-टूथ जनरेटर से उत्पन्न होता है। सा-टूथ सिग्नल की आकृति

Fig 4 में प्रदर्शित है। टाइम बेस सिग्नल ट्रेस, रिट्रेस और होल्ड ऑफ पीरियड से मिलकर बनता है।



गेट एम्लीफायर या Z-एम्लीफायर (Gate amplifier or Z-amplifier): यह वांछनीय है कि CRT के स्क्रीन पर प्रदर्शित होने वाला इमेज लगातार स्क्रीन पर दिखे। इसके लिए इलेक्ट्रान बीम को चाहिए कि वह टाइम बेस सिग्नल के केवल ट्रेस पीरियड स्क्रीन पर दखाई नहीं देना चाहिए। इसके लिए एक गेट एम्लीफायर की आवश्यकता होती है जो इलेक्ट्रान बीम को इस क्रम में नियंत्रित करता है कि केवल ट्रेस पीरियड ही स्क्रीन पर दिखाई देता है।

गेट एम्लीफायर पर एक स्क्वायर वेव सिग्नल प्राप्त होता है और यह टाइम बेस सिग्नल से जुड़ा होता है। Fig 5 में यह निर्दिष्ट है।



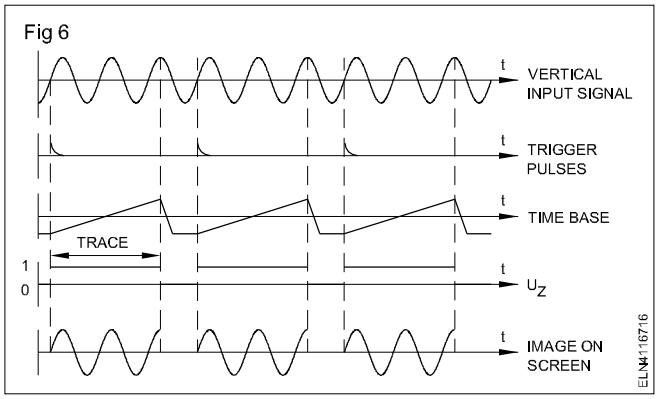
ट्रीगर (गेट एम्लीफायर आउटपुट) (Trigger (Gate amplifier output)) : जैसे कि पहले उल्लेख किया गया है कि मापा जाने वाला सिग्नल वेव फार्म Y-इनपुट से जोड़ा जाता है जो स्क्रीन पर दिखता है। इस वेव फार्म को स्क्रीन पर स्थिर बनाने के लिए यह आवश्यकत है कि टाइम बेस सिग्नल का प्रारंभिक बिंदु Y के इनुपुट सिग्नल से संबंधित तथा नियत बिंदु हो। यह सिंक्रोनाइजेशन के नाम से जाना जाता है। वे पर जो सिंक्रोनाइजेशन करते हैं, ट्रीगर हैं।

ट्रीगर टाइम बेस के ट्रिगरिंग के लिए पल्स या एम्पल्स उत्पन्न करेगा हमेशा टाइम बेस को ट्रीगर करके एक सॉ-टूथ वेव उत्पन्न किया जाता है।

यह ऑसिलोस्कोप में तीन प्रकार का ट्रिगरिंग किया जाता है।

आंतरिक ट्रिगरिंग (Internal triggering) : सिग्नल जो कि ट्रिगर को दिया जाता है CRO से उत्पन्न आंतरिक सिग्नल होता है जिसे वर्टिकल इनपुट सिग्नल से प्राप्त सिग्नल का उपयोग करके प्राप्त किया जाता है। सिग्नल के प्रक्रियाओं का क्रम Fig 6 में प्रदर्शित है।

बाह्य ट्रिगरिंग (External triggering) : सिग्नल जो कि ट्रीगर को दिया जाता है बाह्य सिग्नल होता है यह सिग्नल बाहरी सिग्नल का उपयोग करके उत्पन्न किया जाता है।



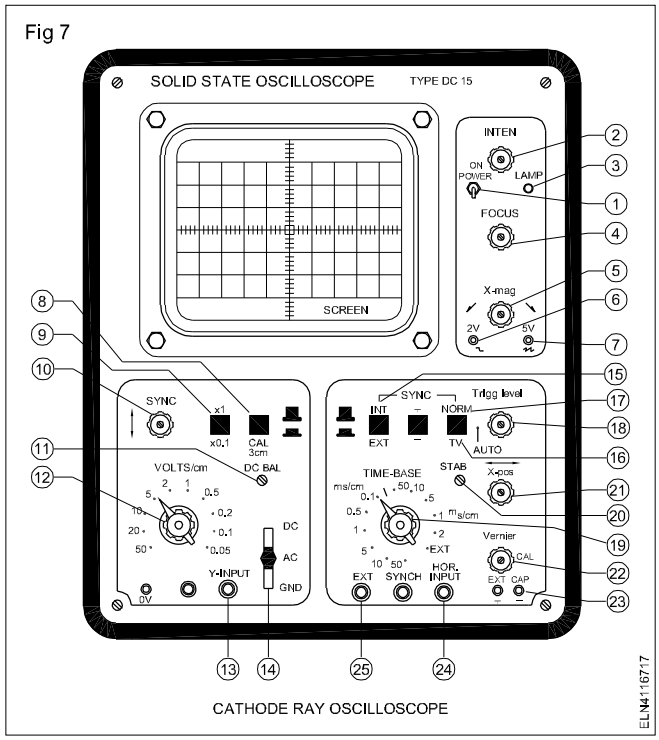
लाइन ट्रिगरिंग (Line triggering) : सिग्नल जो कि ट्रिगर को दिया जाता है CRO के पॉवर सप्लाई से प्राप्त सिग्नल होता है। (आरेख चित्र में प्रदर्शित नहीं है)

ट्रीगर का फार्म चयन करने के लिए आवश्यकतानुसार स्विच प्रदान किये जाते हैं। CRO में उचित समय भी चयन किया जा सकता है ताकि स्क्रीन पर बनने वाला इमेज स्थायी रहे।

CRO (कैथोड रे ट्यूब) (The Cathode ray tube): संरचनात्मक सुविधाओं को इस पाठ्यांश के बाद दिया गया है।

पॉवर सप्लाई (Power supply): निम्न वोल्टेज उच्च वोल्टेज जिस प्रकार के डीसी सप्लाई की आवश्यकता ऑसिलोस्कोप के लिए होती है रेक्टीफायर, फिल्टर और स्विच मोड पॉवर सप्लाई परिपथ द्वारा उत्पन्न किया जाता है।

CRO में नियंत्रण और उनकी कार्यप्रणालियाँ (Controls and their functions in a CRO): सामान्य ऑसिलोस्कोप के प्रचालन नियंत्रक जोकि सामने पैनल पर होते हैं। Fig 7 में प्रदर्शित है। नियंत्रक के नाम औश्र कार्य प्रणाली नीचे सूची में दी गई है।



सामान्य (General)

पावर-ऑन (Power-on) (1) : यह एक टॉगल कुंजी है, जो शक्ति को ऑन करने के लिए बनी है । ऑन स्थिति में, मापीयंत्र को शक्ति आपूर्ति की जाती है तथा नियान बल्ब जलता है ।

तीव्रता (Intensity) (2) : यह ट्रेस की तीव्रता को शून्य से अधिकतम तक नियंत्रित करता है ।

यह ट्रेस की तीक्षणता (Sharpness) को नियंत्रित करता है । ट्रेस की तीव्रता को बदलने के पश्चात इस नियंत्रण के पुनः समायोजन की आवश्यकता हो सकती है ।

X -आवर्धन (X-Magnification) (5) : यह समय-आधार की लम्बाई को 1 से 5 गुना तक लगातार बढ़ता है, तथा समय-आधार को अधिकतम 40 ns/cm तक बढ़ाता है ।

वर्गाकार तरंग (Square wave) (6): यह दोलनदर्शी के Y-अनुसंशोधन की जाँच करने के लिए दोलनदर्शी के उपयोगकर्ता का 2V(p-p) के आयाम की वर्गाकार तरंग उपलब्ध करता हैं।

आरी दन्त तरंग (Saw - tooth wave) (7) : यह 5V(p-p) के निर्गत के साथ प्रसर्प-गति कुंजी से समपाती, आरी-दंत तरंग-रूप निर्गत उपलब्ध करता हैं। भार के प्रतिरोध को 10k ओह्म से कम नही होना चाहिये।

उर्ध्वाधर सैक्शन (Vertical Section)

Y (10) : यह नियंत्रण, y-अक्ष के साथ प्रदर्शन को गति करने देता है।

Y (13) : यह AC-DC-GND कपलिंग कुंजी (14) के द्वारा उर्ध्वाधर प्रवर्तक से निवेशी सिग्नल को जोड़ता है।

AC-DC-GND कपलिंग कुंजी (Coupling switch) (14): यह उर्ध्वाधर प्रवर्धक को DC मोड में युग्मन का चयन करता हैं, यह सिग्नल को निवेशी में सीधे युग्मित करता है, AC मोड में यह सिग्नल को 0.1MF, 400-V संधारित्र के द्वारा निवेशी सिग्नल को युग्मित करता है। GND स्थिति में, क्षीणकारी (12) को Y-निवेशी, भूसम्पर्कित होता हैं, जब कि Y-निवेशी विलगित रहता है।

Volt/ cm (क्षीणकारी) (Attenuator) (12): यह 10-स्थिति की एक क्षीणकारी कुंजी है। यह उर्ध्वाधर प्रवर्धक की सुग्रहिता को 50m V/cm से 50 V/cm तक 1, 2, 5, 10 के अनुक्रम में समायोजन करता है। क्षीणकारी की यथार्थता $\pm$3% है।

x1 या 0.1 कुंजी (Switch)(9)

जब x 0.1 या स्थिति में कुंजी आन किया जाता हैं तो, यह मूल सुग्राहिता को 5 m V/cm से 50 m V/cm तक आवर्धित करता हैं।

CAL कुंजी (Switch) (8) : जब दबाया जायें तो, x1-x0.1 स्विच (9) की स्थिति पर निर्भर करते हुए, यह उर्ध्वाधर प्रवर्धन को, एक 15 mV या 150 mV का DC का सिग्नल (संकेत) दिया जाता हैं।

DC बॉल (DC bal) (11) : यह पैनल पर एक पूर्व में सेट किया हुआ नियंत्रण है। जब कोई भी x1 –x0.1 कुंजी (9) दबी हो, या AC-DC-GND युग्मन कुंजी (14) को परिवर्तित किया जायें, तब यह ट्रेस को गति न करने के लिए समायोजित किया जाता है।

X-स्थिति (Position) (21): इस नियंत्रण के द्वारा प्रदर्शन को X - अक्ष के साथ चलाया जा सकता है।

ट्रिगर स्तर (Trigger level) (18): यह ट्रिगिंग करने के मोड को चयन करता है। AUTO स्थिति में, निवेशी सिग्नल की अनुपस्थिती में, समय-आधर रेखा प्रदर्शित होती है। जब निवेशी सिग्नल उपस्थित हो तो, प्रदर्शन (डिस्पले) स्वचलित ट्रिगर हो जाता है। नियंत्रण का विस्तार, ट्रिगर बिन्दु को हस्त रूप से चयन करने के योग्य बनता है।

समय-आधार (Time base) (19) : यह सेक्टर कुंजी प्रसर्प गति को, 50 ms/cm से 0.2Ms/cm तक 11 पदों में चयन करती है। EXT अंकित स्थिति का उपयोग तब होता है जब, क्षेतिज निवेशी को बाहरी सिग्नल दिया जाता है।

वर्नियर (Vernier) (22): यह नियंत्रण, समय-आधारित प्रसर्प-चयनक कुंजी (19) से सम्बधित सूक्षम समायोजन है। यह प्रसर्प के परास को 5 के गुणक से बढ़ाता है। प्रसर्प गतियों को अनुसंधोशित करने के लिए इसे CAL स्थिति पर पूर्ण रूप से दक्षिणावर्त घूमना चाहिये।

तुल्यकालन चयनक (Sync selector) (15,16,17) : INT/EXT कुंजी (15), आंतरिक या बाहरी ट्रिगर सिग्नल का चयन करती है। धनात्मक या ऋणात्मक कुंजी (16), यह चयन करती है कि क्या ट्रिगर किया जाने वाला तरंग-रूप, धनात्मक या ऋणात्मक पद पर किया जाना है। NORM/ TV कुंजी (17), सामान्य या TV (रेखा आवृत्ती) फ्रेम में अनुमति देता है।

स्टेब (Stab) (20) : यह पैनल पर एक पूर्व में सेट किया हुआ नियंत्रण है। इसे, इसलिये समायोजित किया जाना चाहिये जिससे कि, आपको ट्रिगर लेवल नियंत्रण (18) की AUTO स्थिति में ीक आधार रेखा प्राप्त हो सकें। ट्रिगर लेवल नियंत्रण को किसी भी अन्य स्थिति में, आपको आधार रेखा प्राप्त नही होना चाहिए।

Ext कैप (Ext cap) (23) : सम्बंधको का यह युग्म, इन सम्बंधको पर संधारित्र को जोड़ते हुए समय आधार परास को 50ms/cm से आगे तक विस्तार करने के योग्य बनाता है।

क्षेतिज निवेशी (Hor input) (24) : यह बाहरी सिग्नल को क्षेजित प्रवर्धक से जोडता है।

बाहरी तुल्यकालक (Ext sync) (25) : यह तुल्यकालन के लिए बाहरी सिग्नल को ट्रिगर परिपथ के साथ जोडता है।

CRO का अनुप्रयोग (APPLICATION OF CRO)

AC वोल्टता का माप (AC voltage measurement): केथोड किरण दोलनदर्शी के पर्दे पर सेंटीमीटर विभाजन में अकिंत किया हुआ सामान्यतः, एक प्लास्टिक का आयाम अध्यास्तरण होता है। किसी भी तरंग रूप का लम्बवत आयाम (Amplitude), शीर्ष से शीर्ष (शिखर से शिखर) वोल्टता का दर्शाता है।

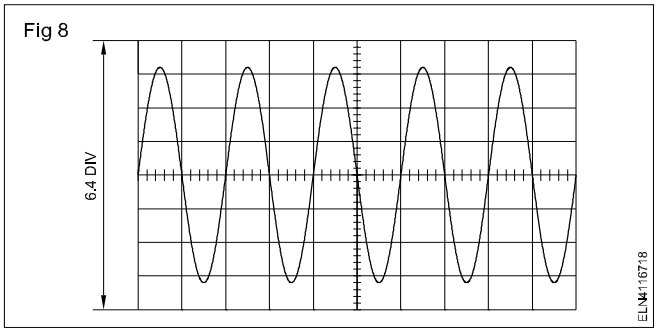
अज्ञात AC वोल्टता को मापने के लिए मुख्य आपूर्ति AC को विलगन ट्रांसफार्मर के द्वारा अलग कर देना चाहिए तथा क्षीणकारी को 50V/ डिवीजन पर सेट किया जाता है। AC-DC कुंजी को AC स्थिति (आउट) पर सेट किया जाता है। मापी जाने वाली वोल्टता को निवेशी (इनपुट)

तथा उभयनिष्ट (common) टार्मिनल से जोड़ा जाता है। समय-आधार कुंजी को तरंग रूप के अनेक सायकल (चक्र) का प्रदर्शित करने के लिये सेट करें। V/ विभाग कुंजी का सुविधाजनक ऊँचाई पर तरंग-रूप प्राप्त करने के लिय समायोजित करें जिससे कि धनात्मक तथा ऋणात्मक शीर्ष, पर्दे के अंदर दिखाई दें।

पर्दे पर वोल्टता के लम्बवत आयाम (शीर्ष से शीर्ष विभाग की संख्या) का मापे। अब शीर्ष से शीर्ष वोल्टता के मान को ज्ञात करने के लिये आयाम को वोल्ट / विभाजन सेटिंग से गुणा करें।

उदाहरण : Fig 8 में दर्शाये गये अनुसार 6.4 लम्बवत विचलन तथा वोल्ट / विभाजन की सेटिंग 5 वोल्ट को माने।

Fig 8



शीर्ष से शीर्ष वोल्टता = 6.4 x 5 = 32 V

अतः शीर्ष वोल्टता = 16 V

अतः RMS वोल्टता = 16 x 0.707 = 11.31V

शीर्ष से शीर्ष वोल्टता

या RMS वोल्टता

2.83

$$= \frac{VPP}{2 \times \sqrt{2}} = \frac{32}{2 \times \sqrt{2}} = 11.31v$$

DC वोल्टता की माप (DC voltage measurement): निवेशी चयनकारी कुंजी को DC स्थिति पर सेट करें। पर्दे के केन्द्र पर ट्रेस प्राप्त करने के लिए Y-विस्थापित स्थिति को समायोजित करें। यह रेखा शून्य DC वोल्ट को प्रदर्शित करती है। मापी जाने वाली DC वोल्टता के धनात्मक को निवेशी टर्मिनल तथा ऋणात्मक को उभयनिष्ट (common) टर्मिनल से जोड़े। अब क्षेतिज रेखा ऊपर की ओर उेगी (विपरीत ध्रुवता के लिए नीचे) वोल्ट / विभाजन कुंजी को आवश्यकता अनुसार सेट करें।

अब शून्य संदर्भ रेखा से विभाजन में लम्बवत दूरी को मापे। लम्बवत दूरी (विभाजन) से वोल्ट / विभाजन सेटिंग से गुणां करके DC वोल्टता को प्राप्त किया जा सकता है।

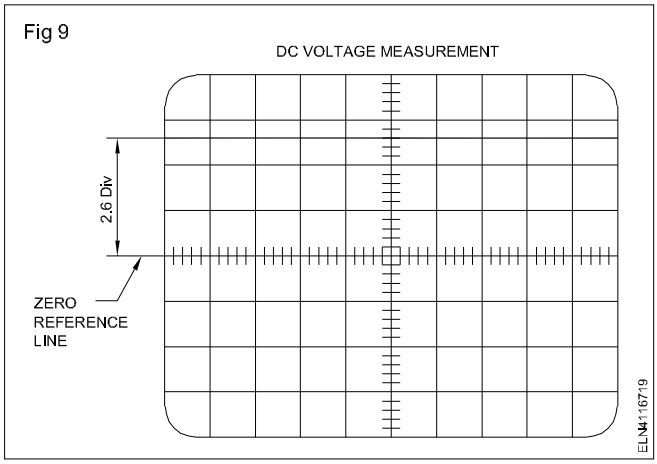
Fig 9 के संदर्भ में एक उदाहरण हल किया गया है।

माना कि लम्बवत विक्षेप 2.6 विभाजन तथा वोल्ट / विभाजन की सेटिंग 20 वोल्ट है।

DC वोल्टता = 2.6 x 20 = 52V.

समय तथा आवृत्ति का माप (Measurement of time and frequency): मापे जाने वाली तरंग रूप को V निवेशी से जोड़े। वोल्ट / विभाजन कुंजी को तरंग रूप के उचित लम्ब आयाम को प्रदर्शन करने के लिए सेट करें। मापे जाने वाले तरंग रूप से लगभग दो साइकल को

Fig 9



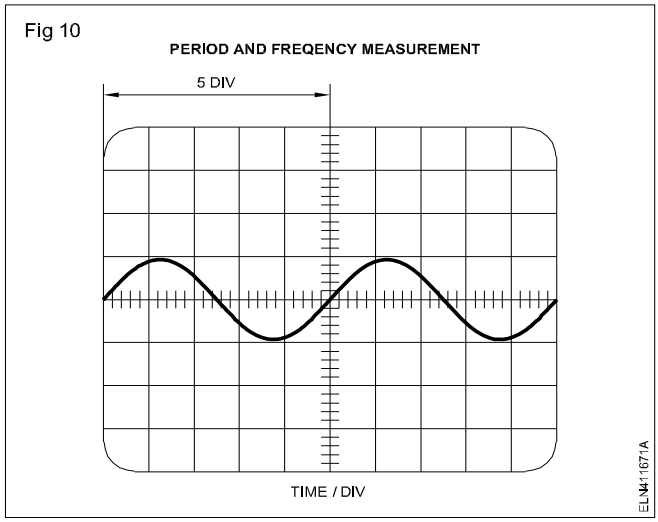
प्रदर्शन करने के लिये समय/ विभाजन कुंजी को सेट किया जाता है। ट्रेस को चलाने के लिए Y-विस्थापन नियंत्रण को समायोजित करें, जिससे कि मापने की बिंदु क्षेतिज केन्द्र रेखा पर हो। माप की बिंदु के प्रारंभ को सुविधाजनक संदर्भ रेखा पर हटाने के लिए X-विस्थापन को नियंत्रण किया जाता है।

एक साइक्ल (चक्र) के बिंदुओ के बीच की दूरी (विभाजन) को Fig 10 में दर्शाये गये अनुसार मापा जाता है।

एक साइकल के विभाजन तथा समय/ विभाजन कुंजी की सेटिंग का गुणनफल, एक चक्र की आवर्तकाल (Period) कहते है।

आवृत्ति को निम्न सूत्र से ज्ञात किया जा सकता है। (Fig 10)

Fig 10



$$\text{आवृत्ति} = \frac{1}{\text{समयावधि}}$$

जहां आवृत्ति, हटर्ज में तथा समय, सेकेंड में है।

***उदाहरण* (Example):**

समय = विभाजन x समय आधार सेंटिग

= 5 x 0.2ms = 1 ms

इसलिये आवृत्ति $= \frac{1}{T} = \frac{1}{1x10^{-3}} = 1000Hz$

आवृत्ति = 1kHz

प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड्स (PCB) (Printed circuit boards (PCB))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एचिंग के लिए प्रयुक्त एचेन्ट का प्रकार एवं एचेन्ट का प्रकार एवं एचेन्ट विलियन तैयार करना एवं बताना**
- **एचिंग करते समय एचेन्ट लियन को उत्तेलित करने वाले कारकों को बताना**
- **PCBs पर छिद्र करते समय महत्त्वपूर्ण बिंदुओं की सूची बनाना**
- **PCBs पर अवयवों (पुर्जों) की स्थिति चिह्न्ति करने के लाभ की सूची बनाना।**

परिचय (Introduction)

प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड जिसमें ताँबें की कनेक्टिंग तारों को ताँबे की एक पतली चालन द्वारा बदल दिया जाता है जिसे इंसुलेटेड बोर्ड के एक तरफ ढाला गया होता है। इंसुलेटर बोर्ड प्रायः फोनेटिक पेपर या फाइबर ग्लास या एपॉक्सी का बना होता है। ढाला गया चालक परिपथ जिसे कि ट्रेक के रूप में जाना जाता है उसका आकार परिपथ के पॉवर पर निर्भर करता है। ट्रेक की चौड्राई कुछ मिमी से कुछ एक मिलीमीटर जो परिपथ पर निर्भर करती है।

एक पतली ट्रेक जो कि एक मिमी से कम हो चाँदी की बनी ट्रेक होती है जहाँ पर आईसी सर्किट और माइक्रो कंट्रोलर सर्किट बनाया जाता है वहाँ प्रयुक्त होता है। पीसीबी बनाने की कई विधियाँ है इसे नीचे वर्णन किया गया है।

एचिंग (Etching)

एक बार कापर के पलते पर्त के आवश्यक भाग को कॉपर साइड को लेमिनेट कर सुखाया जाता है अगले पद में लेमिनेशन के अनमास्क्ड भाग में उपस्थित भाग के कॉपर पर्त को हटाना होता है। यह प्रक्रिया एचिंग के रूप में जाना जाता है।

कॉपर की पर्त के अवांछित क्षेत्र के एचिंग के बाद ही लेमिनेशन का बचा हुआ द्यात्विक भाग परिपथ संयोजन के लिए आवश्यक आकृति प्राप्त करता है।

एचिंग निम्न में से किसी एक रसायन का प्रयोग करके किया जाता है;

– एल्केलाइन अमोनिया (Alkaline ammonia)

– सल्फ्यूरिक हाइड्रोजन परास्साइड (Sulpuric-hydrogen peroxide)

– फेरिक क्लोराइड (Ferric chloride)

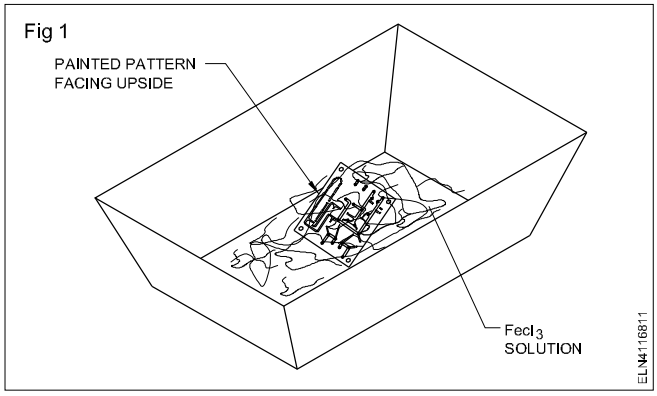
– क्यूप्रिक क्लोराइड (Cupric chloride)

शुरूआत करने वालों और किफायती तरीके से मेनुअल एचिंग प्रोसेस सबसे अधिक लोकप्रिय है, यह प्रायः फेरिक क्लोराइड के विलयन का उपयोग करके किया जाता है। फेरिक क्लोराइड द्रव, पावडर और क्रिस्टल रूप में उपलब्ध होता है।

जब एचिंग विलयन तैयार करते हैं तब सांद्र फेरिक क्लोराइड पावडर /क्लियन गुनगुना पानी (27°F) के साथ मिलाकर काँच की छड़ से अच्छी तरह हिलाया जाता है। यह तनु (dilute) एसिड ($FeCl_3$) विलयन तैयार करता है।

फेरिक क्लोराइड और जल का अनुपात एचिंग की दर को निर्धारित करता है। उदाहरण के लिए 100mg सांद्र फेरिक क्लोराइड पावडर/द्रव एक लीटर पानी के लिए प्रयोग किया जाता है। यह $Fecl_3$ प्लॉस्टिक के उचित साइज के ट्रे जिसमें कि पेंटेड लेमिनेट जिसमें एचिंग किया जाता है पूरी तरह से डूब जाये में तेयार किया जाता है। जैसा कि Fig 1 में प्रदर्शित है।

Fig 1



चूंकि फेरिक क्लोराइड एक acidic विलियन है, हांलाकि यह तनु होता है फिर भी त्वचा के लिए नुकसानदायक है इसलिए इस विलयन में कार्य करते समय रबर ग्लोब्स उपयोग करना चाहिए।

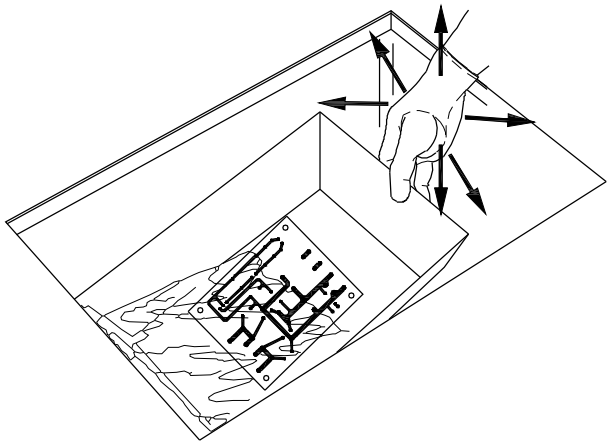
पेंटेड लेमिनेट जिसका एचिंग किया जाना है, उसके आवश्यक भाग को ही सरकाकर $Fecl_3$ विलयन में डालना चाहिए। साथ ही Fig 1 में प्रदर्शित किये अनुसार लेमिनेट का पेंटेड सतह ऊपर की तरफ होना चाहिए ताकि एचिंग प्रक्रिया की प्रगति एचिंग की सीमा दिखाई दे।

एक समान एवं तेजी से एचिंग के लिए एचेंट विलयन को हिलाकर तथा Fig 2 में प्रदर्शित अनुसार ट्रे को झुकाकर उत्तेजित (क्रियाशील) किया जाता है विलयन को बहुत अधिक उत्तेजना करने से बचना चाहिए क्योंकि इससे पैंट किये गये ट्रेक के अंतिम सिरे उखड़ सकते हैं और जिन भागों का एचिंग नहीं किया जाना है वो भी हट सकते हैं।

जैसे एचिंग में प्रगति होती है अनचाहे भाग से कॉपर धीरे-धीरे हटता जाता है जब एचिंग पूर्ण हो जाता है अनचाहे भागों से पूरा कॉपर अदृश्य हो जाता है और एचिंग किये गये भाग का रंग लेमिनेटेड बोर्ड के इंसुलेटर के रंग का हो जाता है।

एक बार कॉपर के अनचाहे भाग जब पूरी तरह एचिंग हो जाता है तो बोर्ड विलचन से बाहर निकाल किया जाता है और इसे साफ पानी से धोकर बचे हुए $Fecl_3$ विलयन को हटा दिया जाता है। यह आगे किसी प्रकार के एचिंग क्रिया को होने से रोकता है।

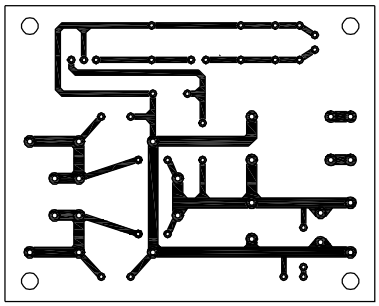
Fig 2



ELN4116812

पानी से बोर्ड को साफ करने के बाद सूखाकर एच प्रतिरोधी इंक/पेंट जो कि ले-आउट पैटर्न में होते हैं उसे साल्वेंट जैसे कि थीनर या पेट्रोल का उपयोग करके हटाया जाता है तब साफ किये गये बोर्ड पर चमकदार कॉपर पट्टी और पैड होता है। जोकि Fig 3 में दर्शाये अनुसार केवल आवश्यकता को प्रदर्शित करते हैं।

Fig 3



ELN4116813

PCBs पर छिद्र बनाना (Drilling holes on PCBs)

एचिंग और मास्क या पेंट हटाने के बाद पुर्जों को लगाने के लिए इनपुट, आउटपुट और V_{cc} तथा ग्राउण्ड कनेक्शन आदि के लिए आवश्यक व्यास का छिद्र पेड पर बनाना। अगला स्टेप होता है। होल करते समय अत्यधिक सावधानी रखना पड़ता है क्योंकि ड्रीलिंग करते समय असावधानी से कॉपर के सतही क्षेत्र उखड़ सकता है। पीसीबी पर छिद्र बनाने के लिए कुछ उपाय नीचे दिए गए हैं;

– ड्रिलिंग प्रारंभ करने के पूर्व यदि जिसे बिंदु पर ड्रिल किया जाना है स्पष्ट नहीं है तो उस बिंदु को पुनः पंच कर देना चाहिए ताकि ड्रिल बिट ठीक उसी पंच किये गये बिंदु पर बैठें।

– हाई स्पीड ड्रिल/मशीन उपयोग करें।

– आवश्यक आकार के ड्रिल बीट का उपयोग करें यदि उचित आकार का ड्रिल बीट उपलब्ध न हो तो एक साइज छोटे आकार का ड्रिल बिट उपयोग करें लेकिन कभी भी बड़े आकार का ड्रिल बिट उपयोग न करें।

– पीसीबी को लकड़ी के गुटकों के साथ वाइस पर अच्छी तरह फिक्स करें, ताकि ड्रिलिंग और पेड एरिया के कॉपर छिलने के दौरान पीसीबी ढीला न हो।

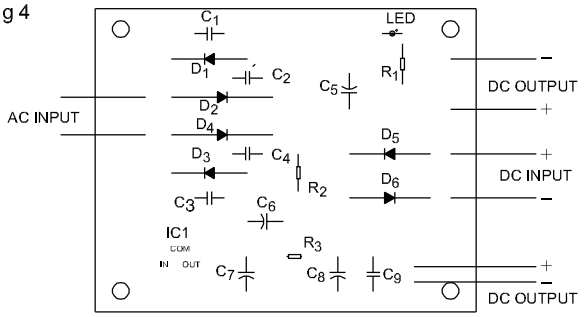
– सुनिश्चित करें कि सभी आवश्यक बिंदु ड्रिल किया जा चुका है क्योंकि एक बार पुर्जों को लगा दिया जाता है और पुनः ड्रिलिंग से कंपन्न के कारण लगाये गये पुर्जो को नुकसान होता है।

छिद्रों की ड्रिलिंग के बाद पीसीबी को साफ करें ताकि धूल ओर अवशिष्ट से मुक्त हो जाये। ले-आउट पैटर्न पर वार्निश लगाएँ ताकि कॉपर के पैटर्न को कोरोजन से बचाया जा सके।

अवयवों/पुर्जों का ले-आउट तैयार करना और चिन्हित करना (Preparing and marking component lay out)

पीसीबी के पुर्जे के स्थिति का चिन्हांकन करने के दो मुख्य लाभ हैं। (Fig 4)

Fig 4



COMPONENT SIDE LAYOUT

ELN4116814

पीसीबी के पुर्जे की तरफ पुर्जों के स्थिति का चिन्हांकन करने के दो मुख्य लाभ है,

– इससे पुर्जों को लगाने की गति बढ़ जाती है, जिससे कि पुर्जों को लगाने के लिए सही स्थान खोजने की जरूरत समाप्त हो जाती है।

– बोर्ड पर लगाये जाने वाले पुर्जों के ध्रुवता (polarity) को चिह्नित किया जा सकता है, ताकि बोर्ड तैयार करते समय ध्रुवता दोष समाप्त किया जा सके।

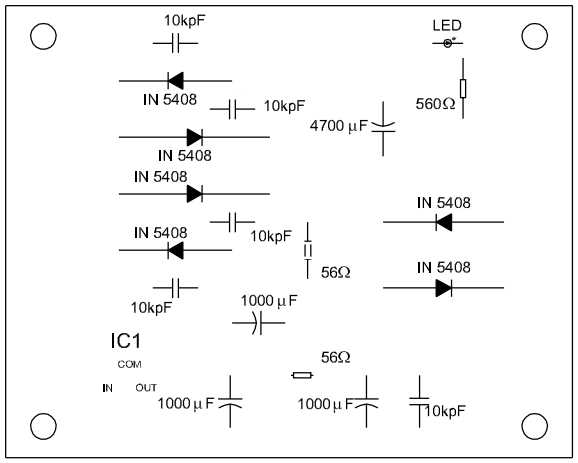
पुर्जों का चिन्हांकन की मानक प्रक्रिया के लिए या तो पुर्जे का सिम्बाल उसके कोड नम्बर के साथ या केवल पेड के सरों पर कोड नंबर चिह्नित किया जाता है जैसे कि Fig 4 में प्रदर्शित है।

पुर्जों को इक्ट्ठा करने और PCB तैयार करते समय एक अलग पुर्जो अनुसार जानकारी के लिए तैयार करना चाहिए।

पुर्जे	कोड	विवरण
प्रतिरोध	R1 R2,R3	1K Ohms,1W, 5% 680 Ohms,1/4W,10%
केपेसिरटर	C1 C2 to C7	1000uF, 50V, axial 0.01uF, 100V, ceramic disc
डायोड	D1,D2, D3,D4	1N4007

कम संख्या में पुर्जे वाले परिपथ के लिए अलग से पुर्जों की सूची बनाने की जगह प्रिंटेड सर्किट बोर्ड पर सीधे पुर्जों का मान चिह्नित कर दिया जाता है, जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

Fig 5



COMPONENT SIDE LAYOUT

मैनुअल रूप से तैयार करने के लिए पीसीबी के पुर्जों के ले-आउट को पेड के पीछे सोल्डर की स्थिति के ले-आउट को एक ग्राफ शीट पर खींचा जाता है और पुर्जों की स्थिति और ध्रुवता मानक संकेतों का उपयोग करके दर्शाया जाता है। पुर्जों को गिनकर पुर्जों की एक सूची तैयार की जाती है।

पुर्जों के तरफ ले-आउट को तब कार्बन शीट और पंसिल का उपयोग कर इंसुलेटर के पुर्जे की तरफ पीसी बोर्ड पर ट्रेस किया जाता है। ट्रेस किये गये भागों को बोर्ड पर परमानेंट मार्कर पेन या पेंट और पतले ब्रश का उपयोग करके पुनः खींचा जाता है या स्पर्श किया जाता है।

पावर इलेक्ट्रानिक उपकरण - UJT और FET (Power electronic devices - UJT and FET)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

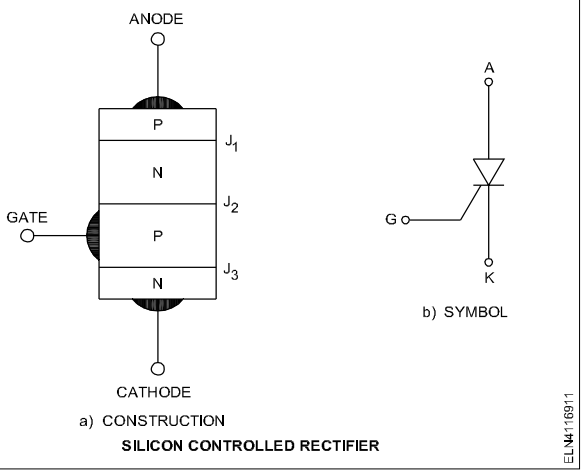
- **SCR की संरचना और कार्य अभिलाक्षणिकों तथा इसकी जाँच विधि स्पष्ट करना**
- **ट्रिगरिंग गेट सर्किट के लिए UJT का उपयोग बताना**
- **DIAC और TRIC की कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **FET का सिद्धांत, कार्य, बायसिंग और अनुप्रयोग बताना**
- **JFET का सिद्धांत, बायसिंग और एम्प्लीफायर के रूप में उसको स्पष्ट करना।**

परिचय (Introduction)

थायस्टिर एक चार लेयर युक्ति है जो मोटरों एवं अन्य इलेक्ट्रिकल उपकरणों के अत्यधिक मान की धारा को इलेक्ट्रानिकली स्विच आन 'ON' एवं ऑफ 'OFF' कर सकता है। सिलिकान कंट्राल रेक्टीफायर (SCR) और ट्रायक थायरिस्टर के उदाहरण हैं। आधुनिक उद्योगों में लगभग सभी इलेक्ट्रानिक नियंत्रण उपयोग किए जाते हैं जो थायरिस्टर के साथ इलेक्ट्रानिक परिपथ होते हैं।

SCR की संरचना (Construction of SCR): एक विशिष्ट SCR का क्रास सेक्शनल एरिया और सिम्बल Fig 1 में दिखाया गया है। मूलरूप से SCR में P और N टाइप अर्द्धचालक मटेरियल की चार-परत गोली होती है। सिलिकॉन का उपयोग आंतरिक सेमी कंडक्टर के रूप में किया जाता है जिसमें उचित अशुद्धियों को जोड़ा जाता है।

Fig 1



SCR कार्य प्रणाली (Working of SCR): SCR एक चार परत वाला उपकरण है जिसमें तीन टर्मिनल होते हैं, एनोड, कैथोड और गेट। जब एनोड को कैथोड के सापेक्ष में पॉजीटिव रखा जाता है तो (Fig 1 के अनुसार), तब J_2 रिवर्स बायस में होता है और जिसमें केवल लीकेज करंट डिवाइस से प्रवाहित होती है।

SCR तक ऑफ-स्टेट (off-state) या अग्र अवरूद्ध कहलाता है। जब एनोड से कैथोड वोल्टेज बढ़ जाता तब रिवर्स बायस्ड जंक्शन J_2 उच्च वोल्टेज वृद्धि के कारण बीच का पर्त टूट जाता है। यह अवेलेन्च पर्त का टूटना कहलाता है। चूंकि अन्य जंक्शन J_1 और J_3 फॉरवर्ड बायस है। इसलिए सभी तीनों जंक्शन पर फ्री कैरियर यूवमेंट में होगा जिसके परिणाम स्वरूप एक बड़ा एनोड-टू-कैथोड फारवर्ड करंट I_F होगा तब वोल्टेज ड्रॉप V_F डिवाइस के सिरों पर चार परतों में ओमिक ड्राप कहलाता है और फिर उपकरण चालन स्थिति या ऑन-स्टेट में कहा जाता है।

ऑन स्टेट में करंट को एक्सटर्नल इम्पीडेंस द्वारा सीमित किया जाता हैब यदि एनोड व कैथोड के बीच वोल्टेज को घटा दिया जाता है, क्योंकि अवक्षय पर्त (depletion layer) और रिवर्स बायस जक्शन J_2 का अस्तित्व कैरियर (वाहकों) के मुक्त प्रवाह के कारण नहीं रह जाता है। अतः डिवाइस लगातार ऑन अवस्था में रहेगा। जब फारवर्ड करंट का मान होल्डिंग करंट I_h, से कम हो जाता है, तो जंक्शन J_2 के अवक्षय क्षेत्र में वाहकों की कमी के कारण अवक्षय पर्त विकसित होने लगता है और डिवाइस अवरूद्ध स्थिति में चला जाता है। इसी प्रकार जब SCR स्विच आन किया जाता है, तब परिणामी फारवर्ड करंट को लैचिंग करंट I_L से अधिक होना चाहिए।

यह आवश्यक है कि जंक्शन के सिरों पर वाहकों की मात्रा को बनाकर रखा जाये, नहीं तो जैसे ही एनोड-टू-कैथोड वोल्टेज कम होगा डिवाइस ब्लाकिंग स्टेट में वापस चला जायेगा। होल्डिंग करंट सामान्यतया कम होता है लेकिन लैचिंग करंट के बहुत नजदीक होता है। इसका परिणाम कुछ के लिए एम्यिर में होता है। जब कथौड को एनोड के सापेक्ष धनात्मक रखा जाता है जंक्शन J_1 और J_3 रिवर्स बायस में होते हैं और SCR में से होकर बहुत कम लीकेज धारा प्रवाहित होती है। यह डिवाइस का रिवर्स ब्लॉकिंग अवस्था है।

जब SCR रिवर्स बायस में होता है जब वह ठीक उसी प्रकार व्यवहार करता है जैसे सीरीज में जुड़े दो डायोड के सिरों पर रिवर्स बायस वोल्टेज लगाने पर करता है। SCR के दो आंतरिक क्षेत्र बाहरी पर्त की अपेक्षा हल्का डोपिंग किया हुआ होता है।

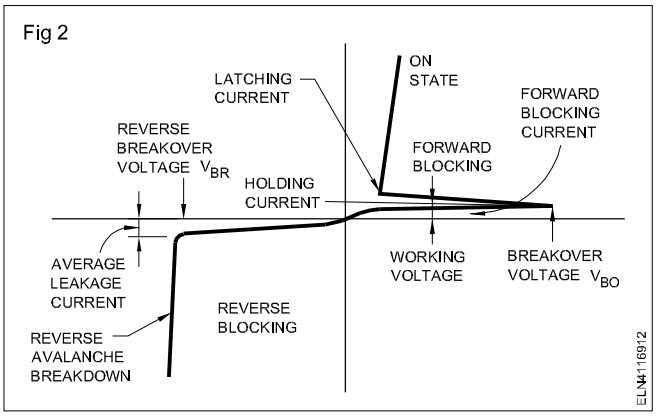
अतः फॉरवर्ड बायस की स्थिति में J_2 के डिप्लेशन लेयर (अवक्षय पर्त) की मोटाई J_1 और J_3 के रिवर्स बायस में अवक्षय पर्त की कुल मोटाई से अधिक होगा इसलिए फॉरवर्ड ब्रेक ओवर वोल्टेज V_{BO} रिवर्स ब्रेक ओवर वोल्टेज से सामान्यतया अधिक होगा।

SCR के दो स्थायी और उत्क्रमणीय प्रचालन स्थितियाँ है, ऑफ-स्टेट से ऑन-स्टेट में परिवर्तन को टर्न ऑन कहा जाता है, जो कि फॉरवर्ड वोल्टेज को V_{BO} को बढ़ाकर प्राप्त किया जाता है। इसके विपरित स्थिति टर्न ऑफ है जिसे फॉरवर्ड करंट का मान I_h से घटाकर बनाया जाता है। एक अधिक सुविधाजनक और उपयोगी विधि डिवाइस में गेट-ड्राइव लगाकर टर्न-ऑन करना है।

SCR के अभिलक्षण (Characteristics of SCR)

SCR का वोल्टेज करंट अभिलक्षण (SCR voltage current characteristic): Fig 2 एक SCR का वोल्टेज करंट अभिलाक्षणिक प्रदर्शित करता है। जिसका गेट संयोजित नहीं है (खुला)। जब एनोड-कैथोड सर्किट रिवर्स बायस में हैं तब बहुत अल्प करंट माइक्रो एम्पियर में SCR में प्रवाहित होता है। रिवर्स ब्लॉकिंग करंट कहलाता है। जब रिवर्स ब्रक ओवर वोल्टेज V_{BR}, पीक रिवर्स वोल्टेज के बराबर हो जाता है तब SCR रिवर्स एवेलेन्च ब्रेकडाउन के कारण चालन करने लगता है और करंट का मान तेजी से एम्पियर में बढ़ता है।

Fig 2



अधिकतर स्थितियों में इस मोड में SCR क्षतिग्रस्त हो जाता है। SCR का रिवर्स-बायस मोड में व्यवहार आभिलाक्षणिक वोल्टेज करंट VI द्वारा Fig 2 में प्रदर्शित है।

जब SCR फॉरवर्ड बायस में होता है तब अल्प फॉरवर्ड लीकेज करंट (जैसा कि Fig 2 में है) को फॉरवर्ड ब्लॉकिंग करंट कहते हैं। जो कि तब तक अल्प ही रहता है जब तक कि फॉरवर्ड ब्रेकडाउन वोल्टेज V_{BO} तक पहुँच जाता है। यह फॉरवर्ड एवेलेन्च क्षेत्र है।

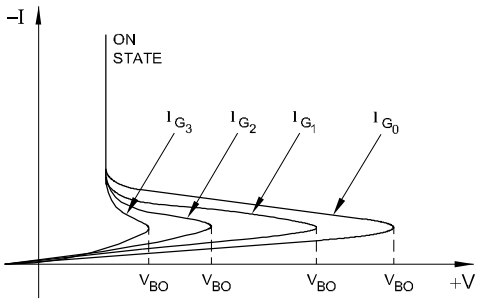
उस बिंदु पर करंट एकाएक उच्च चालन स्तर पर बढ़ता है। इस बिंदु पर SCR का एनोड-टू-कैथोड एजिस्टेंस बहुत अल्प होता है और SCR एक क्लोज स्विच की तरह कार्य करता है। SCR के सिरों पर वोल्टेज ड्रॉप लगभग 1.4V. होता है। अतः हम कह सकते हैं कि फॉरवर्ड-बायस मोड में आरोपित वोल्टेज B_{FO} से कम हो तब SCR ओपन स्विच की भांति व्यवहार करता है और जब आरोपित वोल्टेज का मान B_{FO} से अधिक हो तो क्लोज स्विच की भांति व्यवहार करता है। SCR में से प्रवाहित होने वाली धारा का मान बाहरी रजिस्टेंज के द्वारा सीमित किया जाता है।

होल्डिंग और लैचिंग करंट (Holding and latching currents): होल्डिंग करंट +I (फॉरवर्ड बायस करंट) का वह मान है जो SCR को ऑन अवस्था में बनाये रखने के लिए एनोड सर्किट के लिए आवश्यक है। लैचिंग करंट +I का वह मान है जो SCR को ऑफ अवस्था से ऑन अवस्था तक लाने के लिए एनोड सर्किट के लिए आवश्यक है। यह करंट विशिष्ट होता है जो होल्डिंग करंट से लगभग तीन गुना अधिक होता है। जब SCR को चालन में बदल दिया जाता है तब गेट वोल्टेज को एनोड करंट के लिए लंबे समय तक पर्याप्त मात्रा में होना चाहिए ताकि करंट लैचिंग के मान तक पहुँच सके।

SCR का ट्रिगरिंग (Triggering of SCR): SCR को चालन स्विच के रूप में फॉरवर्ड वोल्टेज को V_{BO} से बढ़ाकर या जब यह फॉरवर्ड बायस में हो तो गेट पर पॉजीटिव सिग्नल लगाकर प्राप्त किया जा सकता है। इन दो विधियों में दूसरी विधि गेट कंट्रोल विधि कहलाती है। जिसका उपयोग पॉवर कंट्रोल के लिए अधिक दक्षता एवं आसानी से किया जाता है।

गेट-करंट कंट्रोल (Gate-current control): SCR में गेट करंट लगाने पर ब्रेकओवर वोल्टेज घट जाता है जैसा कि Fig 3 में प्रदर्शित है। यहाँ I_{GO} के लिए गेट करंट शून्य है। यह अवस्था Fig 2 में प्रदर्शित अवस्था के समान ही है, लेकिन Fig 3 में गेट करंट वृद्धि के लिए अन्य उदाहरण हैं। ध्यान दें कि जैसे ही गेट करंट बढ़ता है ब्रेक ओवर वोल्टेज घट जाता है।

Fig 3



जब वहाँ पर पर्याप्त गेट करंट होता है तब प्रचालन वोल्टेज या SCR का फॉरवर्ड ब्लॉकिंग वोल्टेज से ब्रेकओवर वोल्टेज कम हो जाता है। इस प्रकार से SCR का उपयोग किया जाता है। गेट करंट निवेशित करने पर ब्रेक ओवर वोल्टेज से कम कर देता है जिससे SCR ऑन हो जाता है।

ध्यान दें कि Fig 3 में गेट करंट के सभी मानों के लिए ऑन अवस्था एक समान है। गेट करंट SCR को ट्रीगर करके ऑन करता है लेकिन जब SCR फॉरवर्ड करंट का चालन करता है उसका निर्धारण एनोड सर्किट के एम्पीडेंस द्वारा किया जाता है।

अनुप्रयोग (Applications): SCR के निम्नलिखित मुख्य अनुप्रयोग हैं:

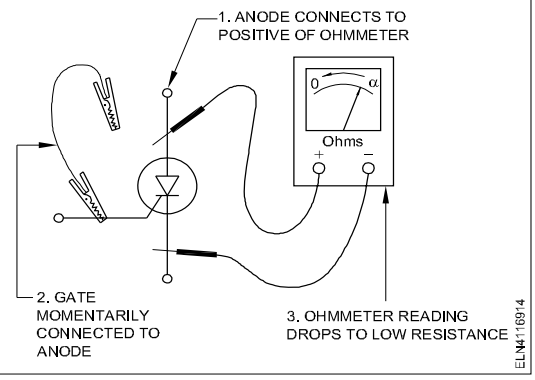
- पॉवर कंट्रोल (Power control)
- अधिक वोल्टेज सुरक्षा (Over voltage protection)
- टाइम डिले सर्किट (Time delay circuit)
- सॉफ्ट स्टार्ट सर्किट (Soft start circuit)
- लॉजिक एण्ड डिजिटल सर्किट (Logic and digital circuits)
- पल्स सर्किट रिफरेन्स (Pulse circuits references)
- ए.सी. पॉवर कंट्रोल में फेज कंट्रोल (Phase control in AC power control)
- फुल-वेव कंट्रोल सर्किट (full-wave control circuit)
- मोटर के स्पीड कंट्रोल (Speed control of motors)
- रेगुलेटेड डीसी पॉवर सप्लाई (Regulated DC power supplies)
- डीसी मोटर कंट्रोल (DC motor control)

मल्टीमीटर से SCR की जाँच करना (Testing of SCR by multimeter)

SCR की जाँच मल्टीमीटर से निम्न पदों में की जा सकती है।

मल्टीमीटर को निम्न रेंज में सेट करें समायोजक नॉब के द्वारा शून्य और अनंत को समंजित करें। SCR को प्रदर्शित Fig 4 की तरह संयोजित करें। मल्टीमीटर कोई रीडिंग नहीं देगा। यहाँ तक कि टेस्टिंग प्रोड बदलने पर भी जंक्शन के कारण रीडिंग नहीं देगा। मल्टीमीटर अनंत प्रतिरोध दर्शाता है। Fig 4 की तरह SCR को जोड़ें जब गेट को एनोड प्रोड के साथ क्षण भर के लिए स्पर्श कराया जाता है तब मीटर 30 से 40 ओह्म के बीच निम्न प्रतिरोध मान देता है। जब गेट को हटा दिया जाता है तब भी मीटर 30 से 40 ओह्म के बीच का प्रतिरोध लगातार मीटर पर स्थिर रहता है।

Fig 4



इसका अर्थ हे कि SCR अच्छी कार्य स्थिति में हैं। यदि मीटर कोई रीडिंग नहीं देता है तो SCR दोषयुक्त है। जब गेट को अल्प फारवर्ड बायस दिया जाता है तब गेट SCR की स्विचिंग करता है और जंक्शन का रेजिस्टेस कम हो जाता है। एक बार जब SCR चालन करने लगता है, तब यदि गेट का फारवर्ड बायस हटा दिये जाने पर भी SCR का एनोड टू कैथोड मीटर में से होकर प्रवाहित होता है और मल्टीमीटर लगातार 30 से 40 ओह्म का प्रतिरोध का रीडीम देता है।

डायक और ट्रायक (The DIAC and TRIAC)

UJT की तरह, थाइरेस्टर द्वारा परिपथ तथा ट्रायक के लिए ट्रिगर युक्ति की तरह अत्याधिक उपयोग होने वाला डायक भी एक अर्ध चालक युक्ति है। इसके सबसे प्रारंभिक रूप में डायक, बिना द्वार टर्मिनल के एक, तीन परत की युक्ति होती है। जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है।

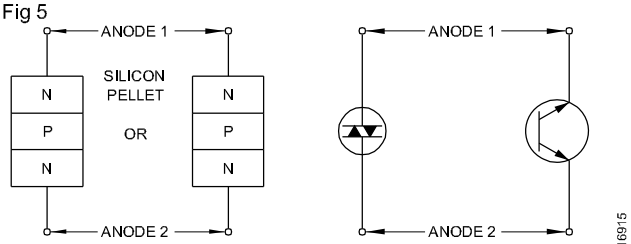
जैसा कि Fig 5 में देखा जा सकता है, डायक में तीन परत, दोनों दिशाओं में धारा को संवहन करने के योग्य दो टर्मिनल अर्ध चालक युक्ति होती है।

डायक, आधार कनेक्शन के बिना एक NPN या PNP द्वि ध्रुवीय ट्रॉंजिस्टर के अनुरूप होता है। द्वि ध्रुवीय ट्रॉंजिस्टर से भिन्न डायक की एक समान रचना होती है। इसका अर्थ है कि, दोनों संधियों पर N प्रकार तथा P का मादन (अपमिश्रण) (Doping) अनिवार्य रूप से समान होती है, जैसे कि Fig 5 में दर्शाया गया है। डायक या तो NPN या PNP संरचना की तरह बना हो सकता है।

Fig 6a में डायक के परीक्षण के लिए प्रयोगात्मक व्यवस्था (Stepup) दर्शायी गई है। परिपथ को मुख्य आपूर्ति से पृथक करने के लिए एक पृथककारी ट्रांसफार्मर उपयोग होता है। परीक्षण किये जाने वाले डायक को परिवर्ती वोल्टता देने के लिए एक परीवर्ती ट्रांसफार्मर उपयोग होता है। Fig 6b में विशिष्ट डायक का अभिलक्षण वक्र दर्शाया गया है।

Fig 6a में दर्शाये गये प्रयोगात्मक व्यवस्था (सेटअप) में, जब डायक के आरपार किसी भी ध्रुवता की कम वोल्टता को प्रयुक्त किया जाता है तो,

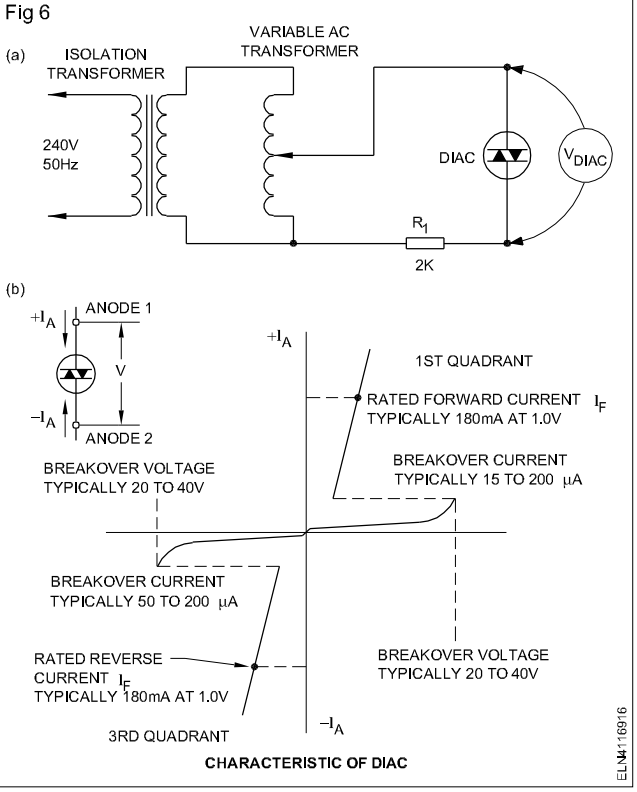
Fig 5



a) BASIC CONSTRUCTION OF DIAC b) COMMON SYMBOLS USED FOR DIAC

धारा प्रवाह बहुत कम होता है जैसे कि उसके अभिलक्षण में प्रथम तथा तृतीय चतुर्थांश में देखा जा सकता है। यदि प्रयुक्त वोल्टता को अपरिवर्तीत रूप से बढ़ाया जाय तो, धारा कम मान पर रहेगी। जब तब कि प्रयुक्त वोल्टता, Fig 6b में दर्शाये गये अनुसार डायक के विभंग वोल्टता कहलाये जाने वाले मान तक न पहँच जाए। एक बार इस बिंदु तक पहँचने पर डायक धारा तीव्रता से बढ़ती है, तथा डायक वोल्टता कम मान तक कम होती है। इस बिंदु पर डायक, ऋणात्मक प्रतिरोध अभिलक्षण प्रदर्शित करता है। (धारा संवहन में वृध्दि होती है जबकि युक्ति के आरपार वोल्टता में कमी होती है)।

Fig 6



डायक अब लगातार धारा संवहन करेगा जब तक कि धारा, दो डायोडों को समान तरह से कार्य करता है जो विपरीत समांतर मे जुड़े है, तथा इसलिए यह दोनों अर्ध चक्र के समय AC वोल्टता को दिष्टकारित करने के योग्य होती है। डायक के लिए उपयोग हुए चिन्ह को Fig 5b में दर्शाया गया है। डायोग के अभिलक्षण को ज्ञात करने की विधि, अभ्यास 840 में दी गई है।

डायक का अनुप्रयोग (Application of DIAC): डायक को निर्दिष्ट वोल्टता तल पर SCR या ट्रायक को ट्रिगर करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

डायक का परीक्षण (DIAC testing): डायक के पश्च से पश्च योजित दो डायोड के समान होता है, तथा किसी भी दिशा में विभंग होता है। एक बार प्रयुक्त वोल्टता, डायोड के विभंग वोल्टता तक पहँचने पर एवं प्रवाहित धारा के डायोड की विभंग वोल्टता पर पहँचती है, किसी भी दिशा में विभंग हो जाती है। ओह्म मापी के उपयोग से डायक का परीक्षण करते समय, उसे किसी भी दिशा में जाँच करते समय उच्च प्रतिरोध (अनन्त प्रतिरोध) दर्शाना चाहिए। शीघ्र परीक्षण केवल यह पुष्टि करता है कि डायक लघुपथित नहीं है। फिर भी, परिपथ में डायक का उपयोग करने से पूर्व यह शीघ्र परीक्षण करना उचित है।

ट्रायक (TRIAC): ट्रायक, किसी भी दिशा में AC को नियंत्रण करने के लिए एक, तीन टर्मिनल द्वार की अर्धचालक युक्ति हैं। शब्द ट्रायक का अर्थ ट्रायोड AC अर्ध-चालक है। ट्रायक, विपरीत समातंर में योजित दो SCR के बहुत समरूप होता है। ट्रायक एक दिशा में या उचित ध्रुवता के द्वार स्पंद से दूसरी दिशा में ट्रिगर ऑन होने से दोनों दिशाओं में अधिक धारा को संचालन करने के योग्य होता है।

UJT और उसका ट्रिगरिंग सर्किटिंग में अनुप्रयोग (UJT and its applications of triggering circuits)

UJT को वोल्टता या धारा संवेदी अनुप्रयोग तथा इलेक्ट्रानिक स्विचन को सम्मिलित करते हुए अनेक परिपथों में उपयोग किया जाता है। इनमें निम्नलिखित सम्मिलित होते है

- थाइरेस्टर के लिए ट्रिगर
- दोलित्र की तरह
- स्पंदी तथा आरादन्त जनित्र की तरह
- काल समंजक परिपथ
- नियामक शक्ति आपूर्ति
- द्वि स्थितिक परिपथ आदि

अब हम Fig 7 दर्शाये गये अनुसार विश्रांति दोलित्र के सापेक्ष R_1 तथा संधारित्र के आरपार उत्पन्न तरंगरूप का विश्लेषण करेंगे।

UJT अभिलक्षण ऋणात्मक- प्रतिरोध के भाग, विश्रांति दोलिन को उत्पन्न करने के लिए Fig 7 में दर्शाये गये परिपथ मे उपयोग होता है।

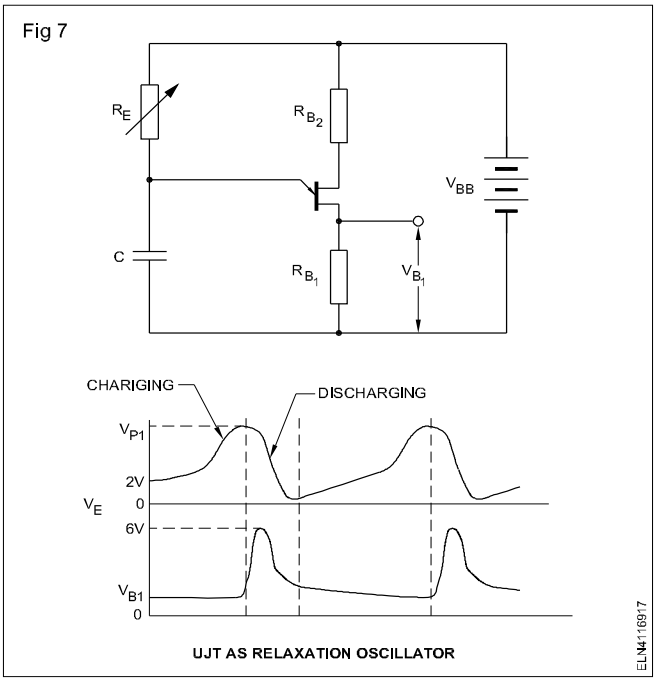
संधारित्र के आरपार उत्पन्न तरंग रूप का Fig 7 में V_E के जैसे दर्शाया गया है, जबकि R_{B1} प्रतिरोधक के आरपार उत्पन्न तरंग रूप को स्पंद V_{B1} की तरह दर्शाया गया है।

दोलन की आवृत्ति $f = \frac{1}{R_E C}$ है,

जहाँ R_E परिवर्तीय प्रतिरोध का मान ओह्म में है तथा C, संधारित्र का मान फैरड में है।

R_E के मान को परिवर्तन करने से, दोलित्र की आवृत्ति को बदला जा सकता है, फिर भी, DC आपूर्ति वोल्टता का उपयोग करने वाले ऐसे दोलित्र को, SCR को ट्रिगरन करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। प्रत्यावर्ती धारा के चक्र के साथ स्पंद को तुल्यकाल करने में दोष हो सकता

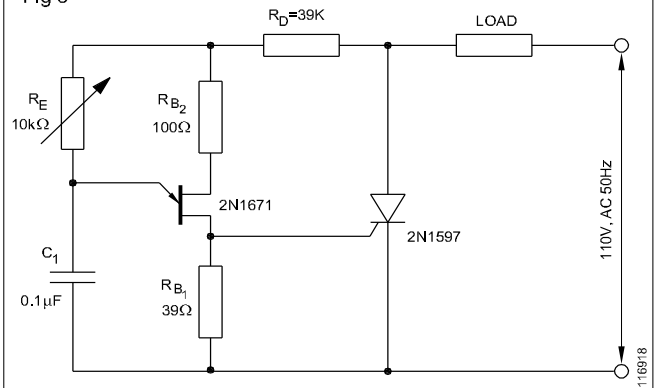
Fig 7



UJT AS RELAXATION OSCILLATOR

है। Fig 8 में, एक SCR के लिए स्थिर ट्रिगरिंग परिपथ दर्शाया गया है। जिसमें प्रहार कोण को 0° से 180° तक परिवर्तित किया जा सकता है।

Fig 8



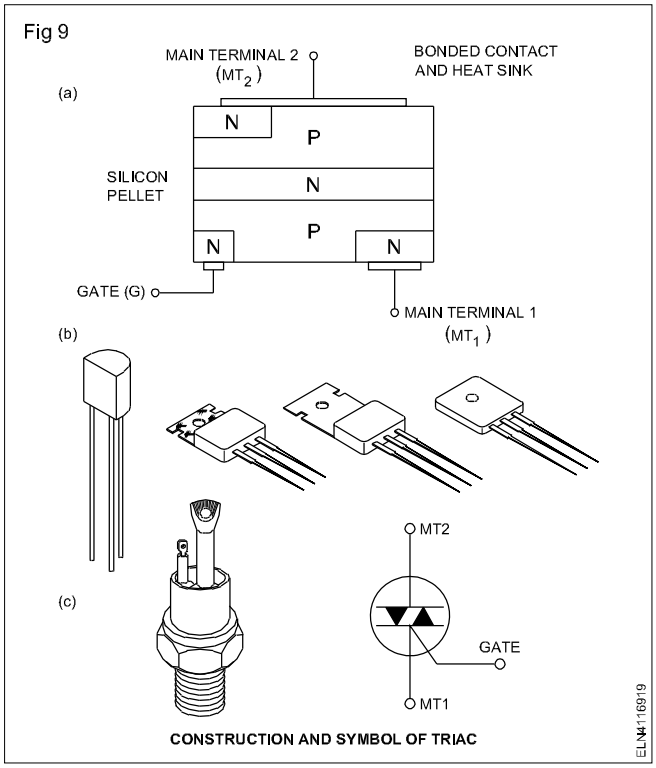
UJT RELAXATION OSCILLATOR USED FOR TRIGGERING THE SCR

UJT की कम निर्गत प्रतिबाधा (39 ओह्म), SCR को चलाने के लिए आदर्श होती है, जिसमें द्वार से कैथोड़ तक आपेक्षाकृत कम निवेशी प्रतिबाधा होती है।

प्रतिरोधक R_D को UJT के आरपार शिखर वोल्टता को उसके विनिर्देश के अंदर सीमित करने के लिए वोल्टतापाती (Dropping) प्रतिरोधक की तरह उपयोग किया जाता है।

परिवर्तीय प्रतिरोधक R_E को परिवर्तन करने से, दोलित्र की आवृत्ति को बदला जा सकता हैं, जिससे उसके द्वारा ट्रिगर स्पंद की आवृत्ति को परिवर्तित किया जा सकता है जो, SCR को ट्रिगरन करने के लिए उपयोग किया जाता है। SCR को स्विचन करने में विलंब के लिए उपयोग हुए समय को, कुंजी ऑन के समय से स्टॉप वाच के द्वारा मापा जा सकता है।

ट्रायक की मूल रचना, उसका चिन्ह तथा विशिष्ट ट्रायक को Fig 9a, 9b तथा 9c में दर्शाया गया है। Fig 9 में यह देखा जा सकता है कि, ट्रायक के इलेक्ट्रोडों को निम्नानुसार अंकित किया गया है।



- मुख्य टर्मिनल-1 (MT_1)
- मुख्य टर्मिनल-2 (MT_2) तथा
- द्वार (G)

टर्मिनलों को ऐसा इसलिए अंकित किया गया है क्योंकि, यह युक्ति दोनों दिशाओं में प्रचालित होती है तथा इसीलिए शब्द एनोड तथा कैथोड़ लागू नहीं होते है।

ट्रायक ट्रिगरिंग (TRIAC Triggering): ट्रायक को निम्नानुसार ट्रिगर किया/ ऑन किया जा सकता है।

1 द्वार धारा देकर

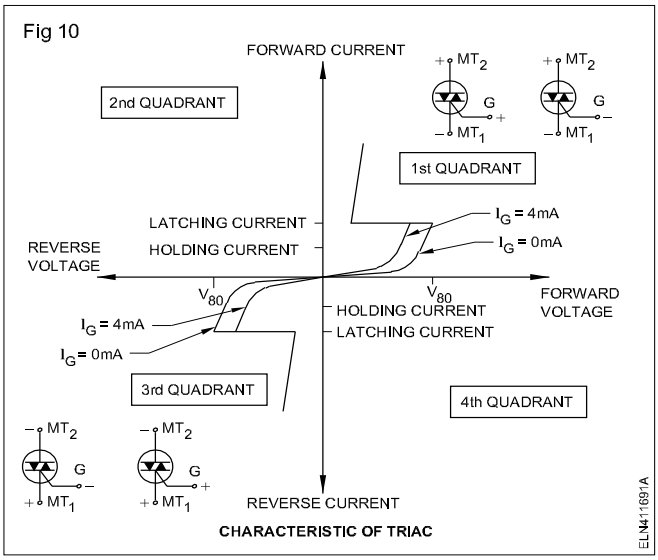
2 अवधान (ऐवलांशी) विभंग वोल्टता V_{BO} से अधिक वोल्टता देकर

3 MT_1-MT_2 प्रयुक्त वोल्टता को, अधिकतम dv/dt मान से अधिकता की दर पर वृद्धि होने दिया जावें।

विधि 2 तथा 3 को सामान्य ट्रायक प्रचालन में उपयोग नहीं किया जाता है, लेकिन उन्हे परिपथ डिजाइन में सीमित घटक के जैसे विचार किया जा सकता है। इसलिए सभी आगे की व्याख्या में ट्रायक को द्वार के मार्ग से ट्रिगर करने को प्रतिबंधित किया गया है। क्योंकि ट्रायक एक द्वि दिशी युक्ति है, इसलिए उसे ऋणात्मक या धनात्मक द्वार संकेत से संवहन में ट्रिगर किया जा सक्ता है। ट्रायक विभव को, मुख्य टर्मिनल - 1(MT_2) के सापेक्ष भी विचार किया जा सकता है। यह निम्नलिखित संभव प्रचालन की स्थितियाँ या मोड़ (Modes) देता है।

- MT_1 के सापेक्ष MT_2 धनात्मक - द्वार संकेत धनात्मक (प्रथम चतुर्थांश +)
- MT_1 के सापेक्ष MT_2 धनात्मक - द्वार संकेत ऋणात्मक (प्रथम चतुर्थांश -)
- MT_1 के सापेक्ष MT_2 ऋणात्मक - द्वार संकेत धनात्मक (तृतीय चतुर्थांश +)
- MT_1 के सापेक्ष MT_2 ऋणात्मक - द्वार संकेत ऋणात्मक (तृतीय चतुर्थांश -)

दुर्भाग्य से, ट्रायक उपरोक्त बताये गये सभी पद्धतियों में समान रूप से संवेदी नही होता है। यह तृतीय चतुर्थांश पद्धति में न्यूनतम संवेदी होता है। (MT_1 के सापेक्ष MT_2 ऋणात्मक तथा धनात्मक द्वार संकेत से ट्रिगर किया हुआ) इसलिये यह पद्धति अभ्यास में बहुत कम उपयोग होती है। जब ट्रायक ऑन हो तो, MT_1 तथा MT_2 के बीच धारा प्रवाह को मुख्य (Principal) धारा कहते है। ट्रायक, तब तक ऑन रहेगा जब तक कि उसमें धारा प्रवाह, Fig 10 में ट्रायक के स्थैतिक अभिलक्षण में दर्शाये गये अनुसार, धारक धारा से अधिक होगी।

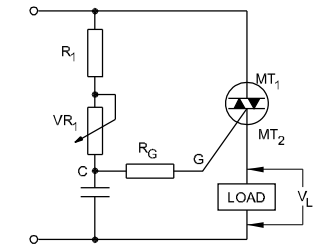


ट्रायक स्थैतिक अभिलक्षण से, जब MT_2, MT_1 के सापेक्ष धनात्मक होगी तो, ट्रायक (Fig 6), उसके स्थैतिक अभिलक्षण के प्रथम चतुर्थांश में प्रचालित होगा, यदि वह ट्रिगर नहीं होता है तो, वोल्टता में वृद्धि के साथ अल्प अग्र धारा धीरे-धीरे बढ़ेगी, जब तब कि विभंग वोल्टता V_{BO} न प्राप्त हो जायें, तथा फिर धारा में तीव्रता से वृद्धि होगी। उचित द्वार धारा के अन्तः क्षेपण से अल्प अग्रधारा पर सामान्यतः ऑन करके युक्ति को चालू किया जा सकता है तथा द्वार धारा को शून्य से 4mA तक वृद्धि के प्रभाव को अभिलक्षण वक्र मे दर्शाया गया है। द्वार धारा को तब तक बनाये रखे (maintained) जाना चाहिए, जब तक कि मुख्य धारा कम से कम सिटकनी धारा (latching) के बराबर न हो जायें। जब MT_2 के सापेक्ष टर्मिनल MT_1 धनात्मक हो तो, ट्रायक तृतीय चतुर्थांश में प्रचालित होता है तथा धारा विपरीत दिशा में प्रवाह होती है।

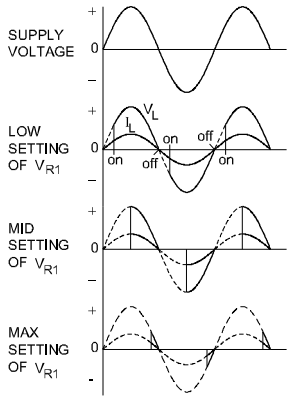
ट्रायक के उपयोग से पूर्ण तरंग नियत्रंण (Full wave control using a TRIAC): Fig 11a में AC परिपथ में धारा के प्रवाह को नियंत्रण करने के लिए उपयोग हुए ट्रायक को दर्शाया गया है। POT V_{R1} की विभिन्न सेटिंग के साथ तरंग रूप को Fig 11b में दर्शाया गया है।

नोटः ट्रायक में आगे और पीछे शब्द कोई माईने नहीं रखते हैं क्योकि यह द्वि दिशीय है।

Fig 11



a) SIMPLE TRIAC CONTROL CIRCUIT



b) TRIAC CONTROL WAVEFORMS

ELN411691B

TRIAC का त्विरित परीक्षण (Quick testing TRIAC): ट्रायक पर ओह्म मापी के उपयोग से शीघ्र परीक्षण किया जा सकता है। यदि लिया गया पाचांक नीचे सारणी में दर्शाये गये अनुसार तुल्यनीय हो तो, ट्रायक को संतोषजनक माना जा सकता है तथा परिपथ में उपयोग किया जा सकता है।

मीटर की ध्रुवता +	प्रतिरोध
MT_2	MT_1 > 1M
MT_1	MT_2 > 1M
MT_2	G > 1M
G	MT_2 > 1M
MT_1	G > 300Ω
G	MT_1 > 300Ω

फील्ड-इफेक्ट ट्रांजिस्टर (FET) (Field-effect transistor (FET))

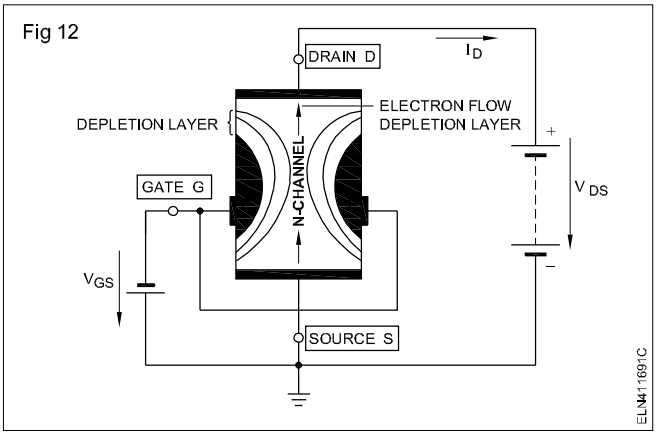
फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर सेमीकण्डक्टर पदार्थों से बना तीन टर्मिनल युक्ति है। जिसमें धारा का प्रवाह केवल एक प्रकार के कैरियर (होल्स या इलेक्ट्रान) के द्वारा ही होता है ।

बाई-पोलर ट्रांजिस्टर एक धारा द्वारा नियंत्रित युक्ति है (Bi-Polar transistor is a current controlled device) : साधारण शब्दों में इसका मतलब मुख्य धारा, बाइपोलर ट्रांजिस्टर की (कलेक्टर धारा) को बेस धारा के द्वारा कन्ट्रोल करते हैं ।

फील्ड-इफेक्ट ट्रांजिस्टर एक वोल्टेज द्वारा नियंत्रित युक्ति है (Field effect transistor is a voltage controlled device) : इसका मतलब यह है कि गेट पर वोल्टेज को मुख्य धारा के द्वारा कन्ट्रोल करते हैं । (एक बाई-पोलर ट्रांजिस्टर के आधार के समान)

उपरोक्त विवरण के अतिरिक्त बाई-पोलर ट्रान्जिस्टर (NPN और PNP), में मुख्य करन्ट हमेशा N-डोप्ड और P- डोप्ड सेमिकन्डटर पदार्थों से प्रवाहित होता है। जबकि फिल्ड एफेक्ट ट्रान्जिस्टर में मुख्य करन्ट यातो केवल N-डोप्ड सेमिकन्डर से प्रवाहित होता है जैसा कि Fig 12 में दर्शाया गया है।

Fig 12



यदि मुख्य करन्ट केवल N-डोप्ड पदार्थ से प्रवाहित होता है तो FET को N-चैनल अथवा N-प्रकार FET के रूप में संदर्भित किया जाता है। N-प्रकार के FET में N-डोप्ड पदार्थ केवल इलेक्ट्रोन्स हैं।

यदि मुख्य करन्ट केवल N-डोप्ड पदार्थ से प्रवाहित होता है तो FET को N-चैनल अथवा N-प्रकार FET के रूप में संदर्भित किया जाता है। P-डोप्ड पदार्थ में से करन्ट P-प्रकार के FET में केवल होल्स हैं।

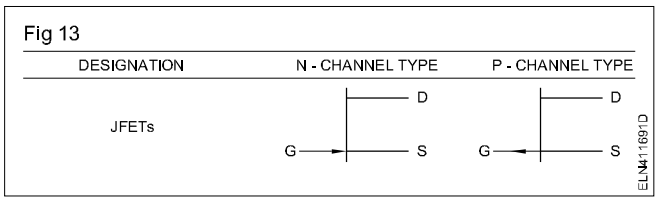
प्रमुख करन्ट इलेक्ट्रोन्स और छिद्रों से प्रवाहित होता है न कि बाइपोलार ट्रानिस्टरों के तरह । इसके विपरीत प्रकार (P अथवा N प्रकार) के आधार पर FET में इलेक्ट्रोन्स अथवा छिद्रों FETs को यूनिपोलार ट्रान्सिस्टर्स अथवा यूनिपोलार उपकरण को कहा जाता है।

अनेक प्रकार के FET होता हैं। इस पाठ में एक आधारभूत प्रकार जिसको जन्कशन फिल्ड एफेक्ट ट्रान्जिस्टर (JFET) कहते हैं उस पर चर्चा की गई है।

जंक्शन फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (JFET) (Junction Field effect transistor (JFET))

यह एक तीन टर्मिनल्स युक्ति है और बाई-पोलर ट्रांजिस्टर के समान दिखाता है । N - चैनल तथा P - चैनल प्रकार के FET Fig - 13 में दिखाये गये हैं ।

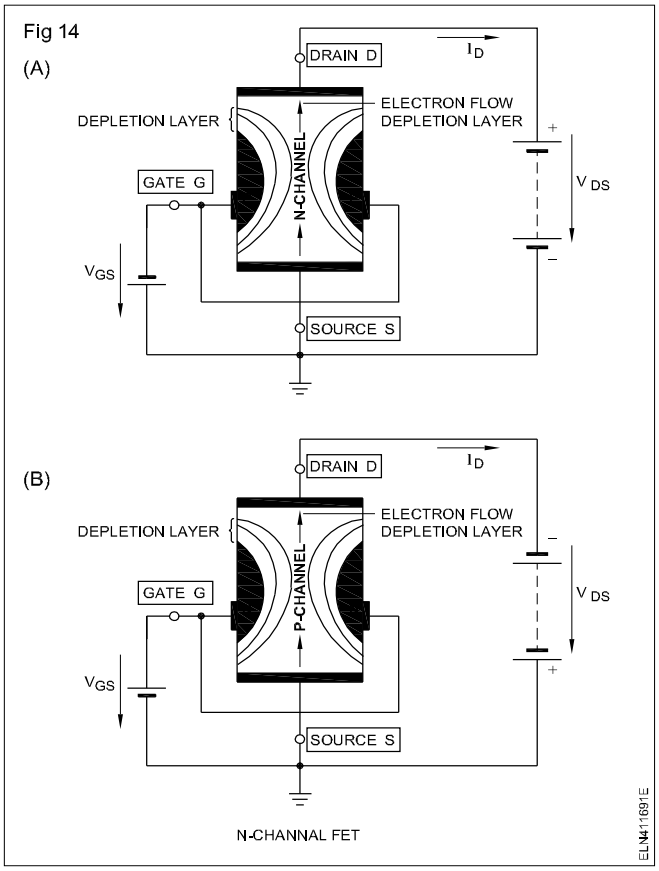
Fig 13



N - चैनल FET का Fig 14 में दिखाया गया है ।

FET के कुछ नोटिफिकेशन नीचे दिये गये हैं ।

1 **सोर्स टर्मिनल (Source terminal)** : वह टर्मिनल जिसके द्वारा मेज्योरिटी (Majority Carriors) कैरियर्स N - चैनल और होल्स (Holes) P - चैनल बार में प्रवेश करते हैं । सोर्स टर्मिनल (Source Terminal) कहलाते हैं ।



2 **ड्रेन टर्मिनल (Drain terminal) :** वह टर्मिनल जिसके द्वारा मैजोरिटी (majority) कैरीयर (carrier) बाहर निकलते हैं उसे ड्रेन टर्मिनल कहते हैं ।

3 **गेट टर्मिनल (Gate Terminal) :** N - प्रकार बार के दोनों ओर उच्चतम दर्जे की डोपिंग (dopping) से P - प्रकार क्षेत्र बनाया जाता है जिसे गेट (Gate) कहते हैं अक्सर दोनों तरफ के गेट को आपस में जोड़कर एक गेट रखा जाता है ।

4 **चैनल (Channel) :** स्त्रोत (Source) तथा ड्रेन (drain) के बीच के क्षेत्र अर्थात दोनों गेट के बीच के क्षेत्र को चैनल (channel) कहते हैं। इसका कार्य मैजोरिटी कैरियर (majority carrier) को पथ प्रदान करता है ।

FET की कार्यप्रणाली (Working of FET)

FETs में बाइपोलर ट्रान्जिस्टर के समान संयोजन के कार्यकारी बिंदु और स्टबलाइजेशन की आवश्यकता होती है।

FET का कार्य (Working of FET)

बाईपोलर ट्रांजिस्टर की तरह ही, FET के लिए जरूरी स्थापन तथा प्वाइंट के एडजस्टमेन्ट का कार्य करता है ।

JFET की बायसिंग (Biasing a JFET)

- गेट हमेशा रिवर्स बायस्ड होते हैं । गेट धारा जीरो होगी ।
- सोर्स टर्मिनल को हमेशा सप्लाई के आखिरी में जोड़ते हैं जोकि जरूरी या आवश्यक चार्ज कैरीयर उत्पन्न कराते हैं । N - चैनल JFET सोर्स टर्मिनल S से नकारात्मक DC पावर सप्लाई से जोड़ते हैं तथा JFET से धनात्मक DC पावर सप्लाई से ड्रेन टर्मिनल को जोड़ते हैं ।

जहाँ P - चैनल JFET, सोर्स पावर सप्लाई के धनात्मक टर्मिनल से जुड़ा है तथा ड्रेन पावर सप्लाई के नकारात्मक टर्मिनल से जुड़ा है । ड्रेन P - चैनल के द्वारा होल्स जहाँ होल्स चार्ज कैरियर्स हैं ।

माना अब - चैनल में वोल्टेज द्वारा ड्रेन धनात्मक सोर्स की तुलना में दिखाया गया है । जब गेट से सोर्स वोल्टेज जीरो है, वहाँ कंट्रोल वोल्टेज नहीं होता है तथा अधिकतम इलेक्ट्रान धारा सोर्स से चैनल - ड्रेन की ओर बहती है । यह इलेक्ट्रान धारा सोर्स से ड्रेन की ओर ड्रेन धारा I_D होती है ।

जब गेट रिवर्स बायस्ड होता है तब नकारात्मक वोल्टेज V_{GS} जैसा कि Fig 4b में दिखाया गया है ।

यदि V_{GS} नकारात्मक है तो चैनल की चौड़ाई कम होगी तब ड्रेन धारा कम हो जायेगी । जब नकारात्मक गेट वोल्टेज अधिक होता है तब दो डिप्लीजन लेयर मिलकर तथा Fig 4C में बहनेवाली ड्रेन धारा को कट-ऑफ करके चैनल को ब्लॉक करती है ।

यह वोल्टेज पिंच ऑफ वोल्टेज V_P होता है ।

गेट तथा सोर्स के बीच बायस्ड वोल्टेज रिवर्स बढ़ता है तो ड्रेन धारा, अधिकतम धारा तथा जीरो धारा ($-V_{GS}$ = पिन्च ऑफ वोल्टेज) के बीच बढ़ती है इसलिए JFET एक वोल्टेज कंट्रोल डिवाइस है ।

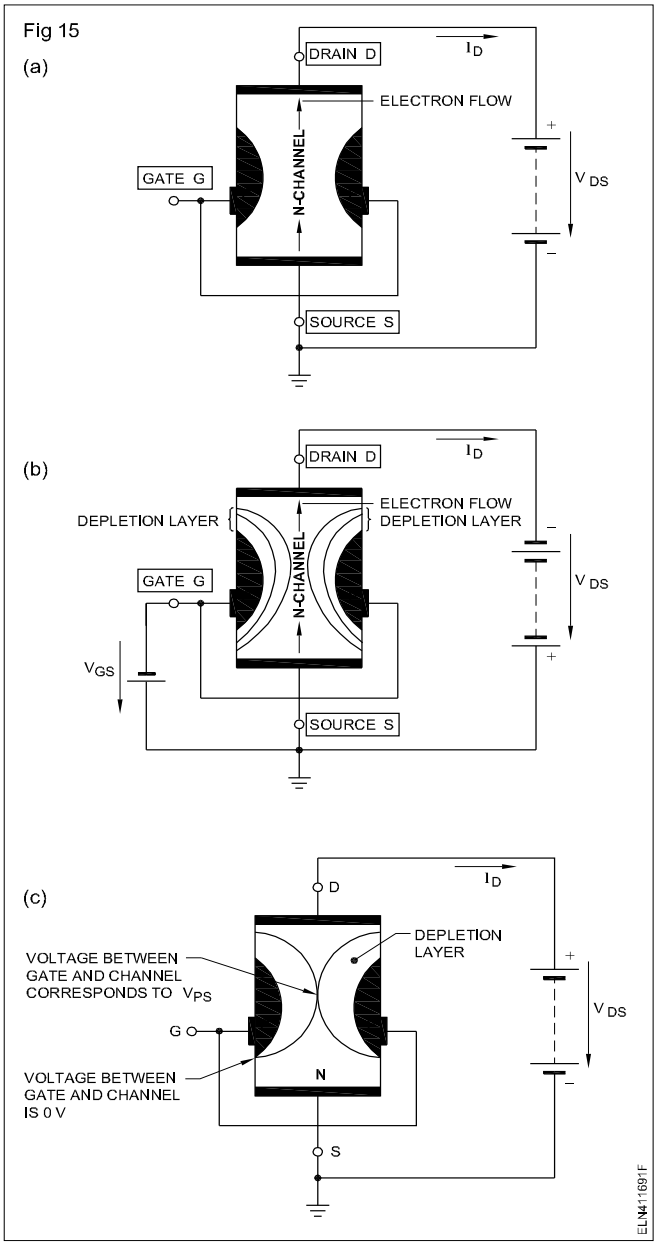
अतः गेट और सोर्स के बीच रिवर्स बायस वोल्टेज ($-V_{GS}$), बदलकर ड्रेन करंट का मान अधिकतम करंट ($-V_{GS}$=0 पर) और शून्य करंट (V_{GS}= पिंच आफ वोल्टेज पर) के बीच बदला जा सकता है। अतः JFET वोल्टेज कंट्रोल्स डिवाइस के रूप में संदर्भित किया जाता है।

P चैनल JFET का प्रचालन उपरोक्त वर्णित के समान ही होता है। केवल बायस वोल्टेज विपरीत होते हैं तथा चैनल के मुख्य वाहक होल्स होते हैं।

टिपिकल JFET के जरूरी विनिर्देशन (Important specifications of typical JFETs)

	BF 245B	BFW10
युक्ति की ध्रुवता (-प्रकार/-प्रकार)	Nj	Nj
अधिकतम ड्रेन-सोर्सवोल्टेज, V_{DS}	30 V	30 V
अधिकतम गेट-सोर्स वोल्टेज, V_{GS}	30 V	30 V
अधिकतम ड्रेन धारा, I_D	25 mA	20 mA
अधिकतम फारवर्ड गेट धारा I_G	10 mA	10 mA
पिन्च ऑफ वोल्टेज (I_D = 0), V_P		8 V
अधिकतम पावर डिसिपेशन P_{max}	300 mW	300 mW
पैकेज प्रकार	TO92	TO72
पिन डायग्राम (6605 डाटा मैनुअल)	fig W141e	fig W158b

Nj विनिर्देशन यह दर्शाता है कि N प्रकार का JFET है ।



FET की आवश्यकता भी सही बायरिंग (biasing) व्यवस्था के कार्य के लिए होती है । जैसे ट्रान्जिस्टरों, FET विभिन्न प्रकार के कान्फीगरेशन (समाकृति) से जुड़ा है । Fig 16 में FET कान्फीगरेशन के सामान्य तुलना और विवरण दिया है ।

FET के लाभ (Advantages of FET)

1 ये वोल्टेज कन्ट्रोल एम्प्लीफायर होते हैं इनका इनपुट इम्पीडेन्स अधिक होता है ।

2 इनके आउटपुट में कम शोर होता है । यह उपयोगी प्रीएम्प्लीफायर बनाता है जहाँ शोर बहुत कम होना चाहिए क्योंकि दिये गये स्टेजों में लाभ अधिक होता है ।

3 इनमें अच्वी लीनियरिटी (रेखीय) होती है ।

4 इनमें इंटरइलेक्ट्रोड क्षमता कम होती है ।

JFET के अनुप्रयोग (Typical application of JFET)

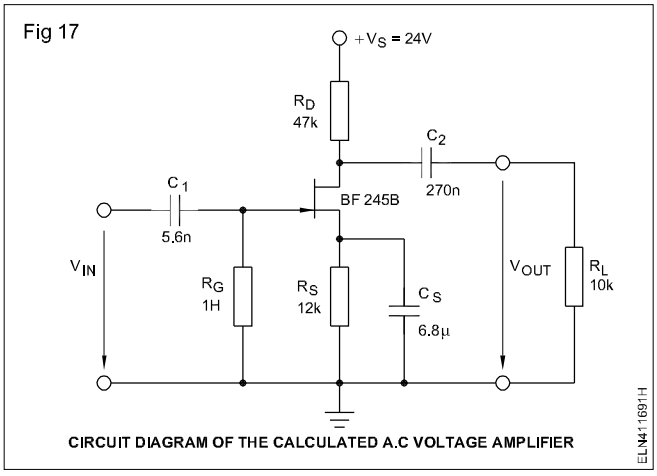
JFET की एक बहुत जरूरी अभिलक्षणिक (Characteristic) है । इसका इनपुट इम्पीडेन्स बहुत अधिक 10^9 ओम के आर्डर में होता है । यह FET की अभिलक्षणिक है, इसकी इनपुट स्टेज पर अधिकतम (majority) इलेक्ट्रानिक परिपथ बहुत पापुलर है ।

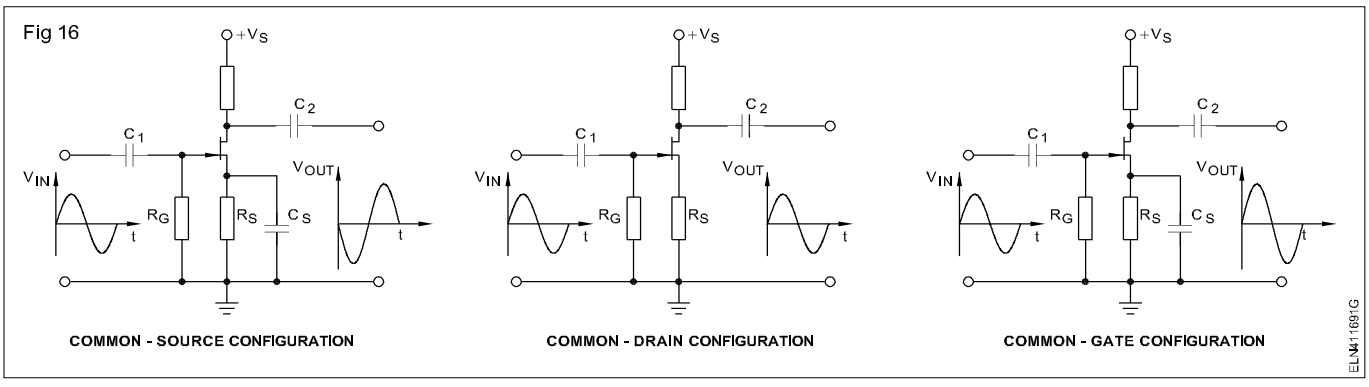
FET के डिस्क्रीट पुर्जों (discrete component) का मुख्य उपयोग,

- DC वोल्टेज एम्प्लीफायर
- AC वोल्टेज एम्प्लीफायर (इनपुट स्टेज एम्प्लीफायर HF और LF रेजों में)
- कान्सटैन्ट धारा स्त्रोत (Constant current source)
- एनालॉग और डिजिटल टेक्नोलॉजी दोनों इंटीग्रेटेड परिपथों में

FET AC वोल्टेज एम्प्लीफायर (FET AC voltage amplifier)

Fig 17 के परिपथ में, डिजाइन के द्वारा निर्धारित एम्प्लीफिकेशन है । इसको वैरिएबल बनाने के लिए ड्रेन प्रतिरोध और स्त्रोत प्रतिरोध की लिमिट को कम ज्यादा करके कर सकते हैं । इस कार्य के लिए को Pots श्रेणी क्रम में जोड़ सकते हैं ।





पावर आपूर्ति - समस्या समाधान (Power supplies-troubleshooting)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **समस्या-समाधान से जुड़े प्रारंभिक गतिविधियों की सूची तैयार करना**
- **समस्या-समाधान से जुड़े तीन सामान्य चरणों को सूचीबद्ध करना**
- **समस्या-समाधान के दो मुख्य लोकप्रिय विधियों को सूचीबद्ध करना और वर्णन करना**
- **पावर सप्लाई में संभावित खराबियों की सुची तैयार करना**
- **समस्या-समस्या वृक्ष और सेवा प्रवाह आरेख का अर्थ एवं उपयोग बताना।**

परिचय (Introduction)

किसी उपकरण या सर्किट में समाधान से जुड़ी गतिविधियाँ निम्न हैं:

– समस्या के उचित प्रकार की पहचान करना।

– समस्या के कारण के भाग की पहचान करना।

– पृथक करना और सही कारण तक पहुँचना।

– आवश्यक जाँच के द्वारा कारण को सुनिश्चित करना।

– समस्या पैदा करने वाले भाग को परिवर्तित करना।

– पुनः जाँच कर संतोषजनक कार्य सुनिश्चित करना।

समाधान से जुड़े सामान्य पद निम्नलिखित है:

i भौतिक और संवेदी जाँच (Physical and sensory tests)

– सबसे सामान्य भौतिक दोषों की तलाश करना जैसे टूटे हुए तार फटा हुआ सर्किट बोर्ड, शुष्क सोल्डर और जले हुए पुर्जे आदि।

– गर्म या जले हुए पुर्जे की गंध के लिए।

– अवांछित रूप से गर्म पुर्जों को ऊँगली से स्पर्श कर पहचान करना।

ii लक्षण निदान (Symptom diagnosis)

ब्लॉक आरेख की सहायता से मरम्मत किये जाने वाले उपकरण के प्रचालन को समझना और इसके इनपुट और आउटपुट विवरण को जानना।

खराब सिस्टम के द्वारा उत्पन्न लक्षणों का प्रेक्षण करना और आकलन करना कि किस भाग या कार्यप्रणाली द्वारा लक्षण उत्पन्न हुआ होगा।

iii खराब पुर्जों को जाँचना और बदलना (Testing and replacing defective components)

जब संभावित खराब भाग का निदान किया जाता है तब सर्किट के उस भाग के उस पुर्जे की जाँच की जाती है जो कि दिये गये क्रम कें खराब हो जा सकता है। पुर्जों को नीचे दिए गए क्रम में जाँच किया जाना चाहिए क्योंकि यह वह क्रम है जिसमें ज्यादातर मामलों में आते हैं।

– **सक्रिय उच्च शक्ति पुर्जे (Active high power components):** उदाहरण के लिए पुर्जे जैसे कि ट्रांजिस्टर, आईसी एवं डायोड हाई पावर डिवाइस भौतिक रूप से आकार में बड़े होते हैं और हाईपावर सहन करने के लिए प्रायः आउटपुट सर्किट में बनाया जाता है।

– **सक्रिय निम्न पॉवर पुर्जे (Active low power components):** ये पूर्व में बताये अनुसार ही होते हैं लेकिन भौतिक रूप से छोटे और कम पावर सहन करने वाले होते हैं।

– **उच्च वोल्टेज/पावर निष्क्रिय पुर्जे (High voltage/power passive components):** पुर्जे जैसे कि रजिस्टर, कैपेसिटर, ट्रांफार्मर क्वायल्स आदि है जो अधिक मात्रा के वोल्टेज और पॉवर को सहन करते हैं। ये पावर सप्लाई और आउटपुट सर्किट में पाये जाते हैं।

– **निम्न पावर निष्क्रिय पुर्जे (Low power passive components):** ये सब हाई पावर निष्क्रिय पुर्जे की तरह होते हैं लेकिन भौतिक रूप से छोटे और तुलनात्मक रूप से कम पावर वाले तथा निम्न मान वाले होते हैं। (ओह्म, माइक्रोफैराड, माइक्रोहेनरी आदि)

> **नोटः यह प्रक्रिया हमेशा सही नहीं हो सकती इसलिए इसे ना बदलें सामान्य समझ से मीटर से मापन की प्रक्रिया करें।**

जब किसी इलेक्ट्रानिक सिस्टम का समाधान किया जाता है तो प्रायः दो मुख्य विधियाँ प्रयोग की जाती हैं। ये हैं:

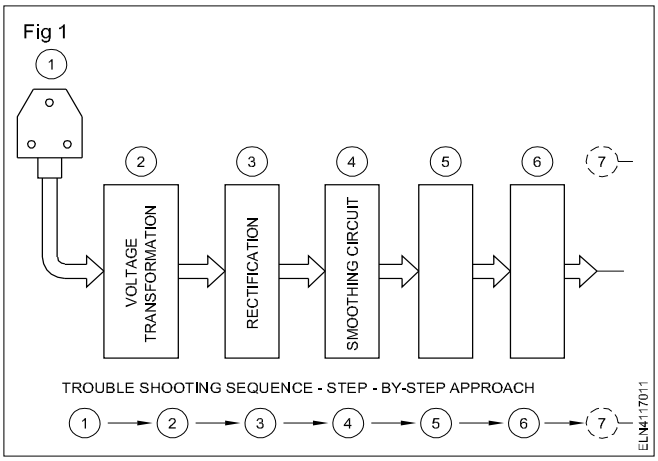
समाधान की चरणबद्ध विधि (Step-by-step method of troubleshooting): यह विधि को शुरूआती लोगों के लिए प्राथमिकता दी जाती है। इस विधि में समस्या के कारण के भाग का प्रभाग की पहचान उसके भागों या प्रभागों की जाँच Fig 1 में दर्शाये अनुसार प्रारंभ से अंत तक की जाती है।

यद्यपि इस विधि में अधिक समय लगता है फिर भी यह शुआती लोगों के लिए सबसे अधिक उचित होता है।

समाधान की शीघ्र या तार्किक पहुँच विधि (Shortcut or logical approach method of troubleshooting): यह विधि अनुभवी सर्विस प्रदाताओं द्वारा उपयोग किया जाता है। इस विधि में समस्या कारक भाग या प्रभाग की पहचान समस्या के लक्षणों से की जाती है। सही कारण तक पहुँचने के लिए विभाजित करना और जाँच करने की प्रक्रिया अपनाई जाती है। तुलनात्मक रूप से यह विधि कम समय लेती है।

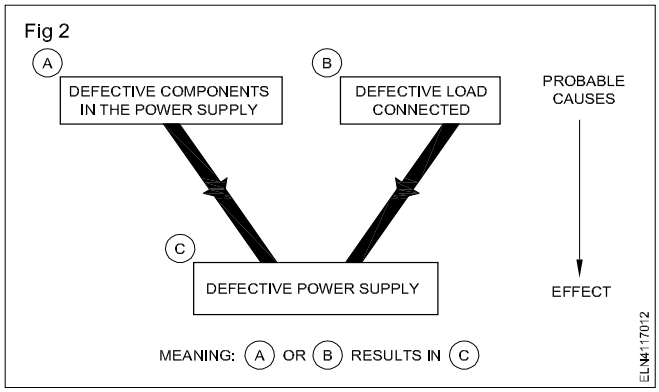
शक्ति आपूर्ति समस्या-समाधान (Troubleshooting power supplies): सभी इलेक्ट्रानिक सिस्टम को उनकी कार्यप्रणाली के आधार पर उनको ब्लाकों में विभक्त किया जा सकता है। Fig 1 सामान्य शक्ति आपूर्ति के विभिन्न ब्लाकों को प्रदर्शित करता है। प्रत्येक ब्लाक एक विशिष्ट कार्य के लिए होता है।

Fig 1



शक्ति आपूर्ति के समस्या समाधान करने के पूर्व पहला काम यह किया जाना चाहिए कि पावर सप्लाई से जुड़े हुए लोड को पृथक कर लिया जाए। ऐसा इसिलिए कि जुड़े हुए लोड में स्वयं में कुछ समस्या हो सकता है, जैसा कि Fig 2 में समस्या वृक्ष दिखाया गया है।

Fig 2



एक बार जब यह सुनिश्चित हो जाये कि लोड को हटा लेने पर भी शक्ति आपूर्ति में वही खराबी है तब आप शक्ति आपूर्ति समाधान के लिए चरणबद्ध विधि (step-by-step) या तार्किक विधि का अनुसरण कर सकते हैं।

शक्ति आपूर्ति के लिए समस्या-समाधान की चरणबद्ध पहुँच विधि (Step-by-step approach to troubleshoot power supply): समाधान के चरणबद्ध विधि में आने वाले शक्ति आपूर्ति के विभिन्न ब्लाकों को Fig 1 में दिखाया गया है और ब्लाक 1 के पुर्जों के साथ सभी ब्लाकों के पुर्जों को एक-एक करके नीचे दिए गए पदों में जाँच करते हैं।

पद 1 (Step 1): मुख्य आपूर्ति जो कि शक्ति आपूर्ति को शक्ति प्रदान करता है उसकी उपस्थिति और संतोषजनक स्तर की जाँच करें।

पद 2 (Step 2): शक्ति आपूर्ति स्विच को ऑन करें और समस्या के सही प्रकृति की जाँच करें और नोट करें। हालांकि प्रारंभ में ही समस्या की प्रकृति कही गई होती है लेकिन सही समस्या की प्रकृति सुनिश्चित करना आवश्यक है। ऐसा इसलिए कि वास्तविक जीवन में ग्राहक ऐसा तकनीकी व्यक्ति नहीं होता है, जो समस्या के सही प्रकृति की जानकारी दे सके।

पद 3 (Step 3): भौतिक और संवेदनात्मक परीक्षण करें।

पद 4 (Step 4): किसी भी गलत ध्रुवीय संयोजन की जाँच करने के लिए परिपथ की जाँच करें।

पद 5 (Step 5): शक्ति आपूर्ति के पावर कार्ड को मुख्य सप्लाई से हटाये और पावर कार्ड की जाँच करें।

पद 6 (Step 6): ट्रांसफार्मर का परीक्षण करें।

पद 7 (Step 7): रेक्टिफायर भाग के डायोड की जाँच करें।

पद 8 (Step 8): फिल्टर भाग के कैपेसिटर की जाँच करें।

पद 9 (Step 9): ब्लीडर प्रतिरोध, सर्ज प्रतिरोध एवं अन्य प्रतिरोधों की जाँच करें।

पद 10 (Step 10): आउटपुट इंडीकेटर लैंप/एलईडी का परीक्षण करें।

उपरोक्त पदों को पूर्ण करने के बाद पहचाने गये दोषपूर्ण पुर्जों से समस्या के मूल कारण का विश्लेषण करें और सुनिश्चित करें ताकि यदि पहचाने गये पुर्जे को बदल दिया जाये तो समस्या पुनः नहीं होगा।

पद 11 (Step 11): पहचाने गये खराब पुर्जों को बदल दें।

पद 12 (Step 12): पहले बिना लोड के पावर स्विच ऑन करें और जाँच करें तब लोड को इससे जोड़ें।

शक्ति आपूर्ति समस्या-समाधान की तार्किक पहुँच विधि (Logical approach to troubleshoot power supply): इस पहुँच विधि में 1 से 4 पद तक सभी पद चरणबद्ध पहुँच विधि के समान है। अगला पद पहचानी गई समस्या के लिए तार्किक सर्विस फ्लो डाइग्राम से संदर्भित करें और (SFD) में दिए गए निर्देशों के आधार पर समाधान के लिए आगे बढ़ें।

समाधान के लिए SFD एक बहुत अच्छा साधन है। यह इन्हें लेकर भागों में विभाजित करता है और जाँच करने की तकनीक है। अतः यह शक्ति आपूर्ति में खराबी के समाधान में लगने वाले कुछ समय को घटा देता है।

एक सामान्य शक्ति आपूर्ति में संभावित प्रकार के दोष जो कि ब्रिज रेक्टीफायर, कैपेसीटर इनपुट फिल्टर को लेकर बना है के लिए उनके SFD संख्या के साथ नीचे दिए गए हैं।

ब्रिज रेक्टीफायर और कैपेसीटर फिल्टर वाले शक्ति आपूर्ति में संभावित खराबियाँ (Possible defects in a power supply using bridge rectifier and filter capacitor)

i आउटपुट वोल्टेज नहीं है (No output voltage)

यह खराबी शक्ति आपूर्ति में परिपथ के एक या अधिक पुर्जों के कारण हो सकती है। इस पाठ के अंत में समस्या के कारण के लिए प्रॉब्लम ट्री 1 (PT-1) दिया गया है।

यह PT खराब पुर्जों का समस्या के साथ कारण प्रभाव संबंध को दिखाता है। कारण को सबसे ऊपर तथा प्रभाव को सबसे नीचे दिया गया है। इसका केवल यही कारण है कि प्रायः किसी पृष्ठ को ऊपर से नीचे की ओर पढ़ा जाता है।

PT-1 दो प्राब्लम ट्री को प्रदर्शित करता है। पहला सूची 1 में एक सामान्य वृक्ष है जिसका स्तर-1 समस्या के कारण को बताता है। स्तर-2 उसी समस्या का विस्तार है जो कि कारण के लिए एक और स्तर देता है जिसे सामान्य वृक्ष के स्तर-1 में दिया गया है।

अनुदेशक के लिए निर्देश : अनुदेशक PT-1 पर चर्चा करें और सुनिश्चित करें की प्रशिक्षणार्थी PT के आवश्यकता और अर्थ समझ गए हैं।

इस पाठ के अंत में सूची 2 खराब शक्ति आपूर्ति के लिए अपनाए जाने वाले क्रम को दर्शाता है। सेवा प्रवाह अनुक्रम - 1(SFS-1) सूची 2 में स्वव्याख्यात्मक है। इस प्रकार दिये गए उपाय SFS के माध्यम से जाने के लिए इसे आसान बनाते हैं।

- प्रवाह ऊपर से नीचे की ओर है।
- आयातकार ब्लाक किए जाने वाले कार्य काय होने वाले गतिविधि को दर्शाते हैं।
- तीर के चिन्ह पथ का अनुसरण करें।
- डायमण्ड ब्लाक लिए जाने वाले निर्णय को दर्शाता है जो कि किसी जाँच या माप के बाद लिया जाता है। यदि डायमण्ड ब्लाक में दिए गए प्रश्न का उत्तर हाँ (YES) हो तो हाँ, (YES) कि पथ अनुसरण करें। यदि उत्तर नहीं (NO) है तो नहीं (NO) के पथ का अनुसरण करें।
- गोल आयताकार ब्लाक कार्य के अंत को दर्शाते हैं।

ii कम आउटपुट या आउटपुट में रिपल की वृद्धि (Low output voltage/increased ripple in output)

ध्यान दें कि यहाँ दो खराबियों को जोड़ा गया है कारण यह है कि सामान्यतः दो खराबी एक साथ होते हैं। यदि आउटपुट वोल्टेज कम है तो इसके परिणाम स्वरूप रिपल में वृद्धि भी हो जाती है और इसके विपरित भी होता है। निश्चित रूप से कोई एक उपवाद को छोड़कर यदि मुख्य स्तर स्वयं कम है या ट्रांसफार्मर के वाइंडिंग में शार्ट होने के कारण इसका निम्न आउटपुट वोल्टेज के साथ रिपल में वृद्धि हो जाती है। इस खराबी के लिए कारण का प्रॉब्लम ट्री PT-2 सूची 3 में है। सूची 4 खराबी की मरम्मत के लिए सर्विस फ्लो डायग्राम (SFS-2) को दर्शाता है।

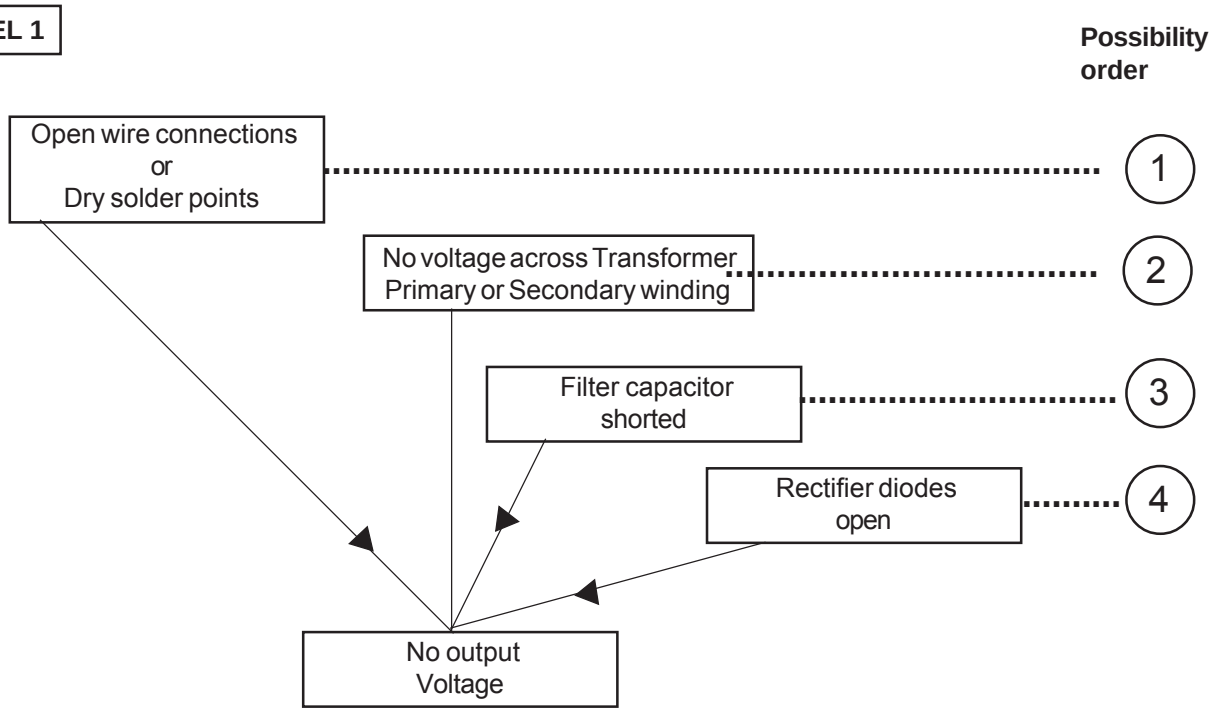
नोट: SFSs और PTs फुलवेव रेक्टिफायर फिल्टर केपेसिटर के साथ ब्रिज रेक्टिफायर के लिए लगभग एक समान ही होता है हालांकि प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे अपने अभ्यास और विधि की अच्छी समझ के लिए फुलवेव रेक्टिफायर शक्ति आपूर्ति का SFSs और PTs तैयार करें।

Problem Tree - PT1

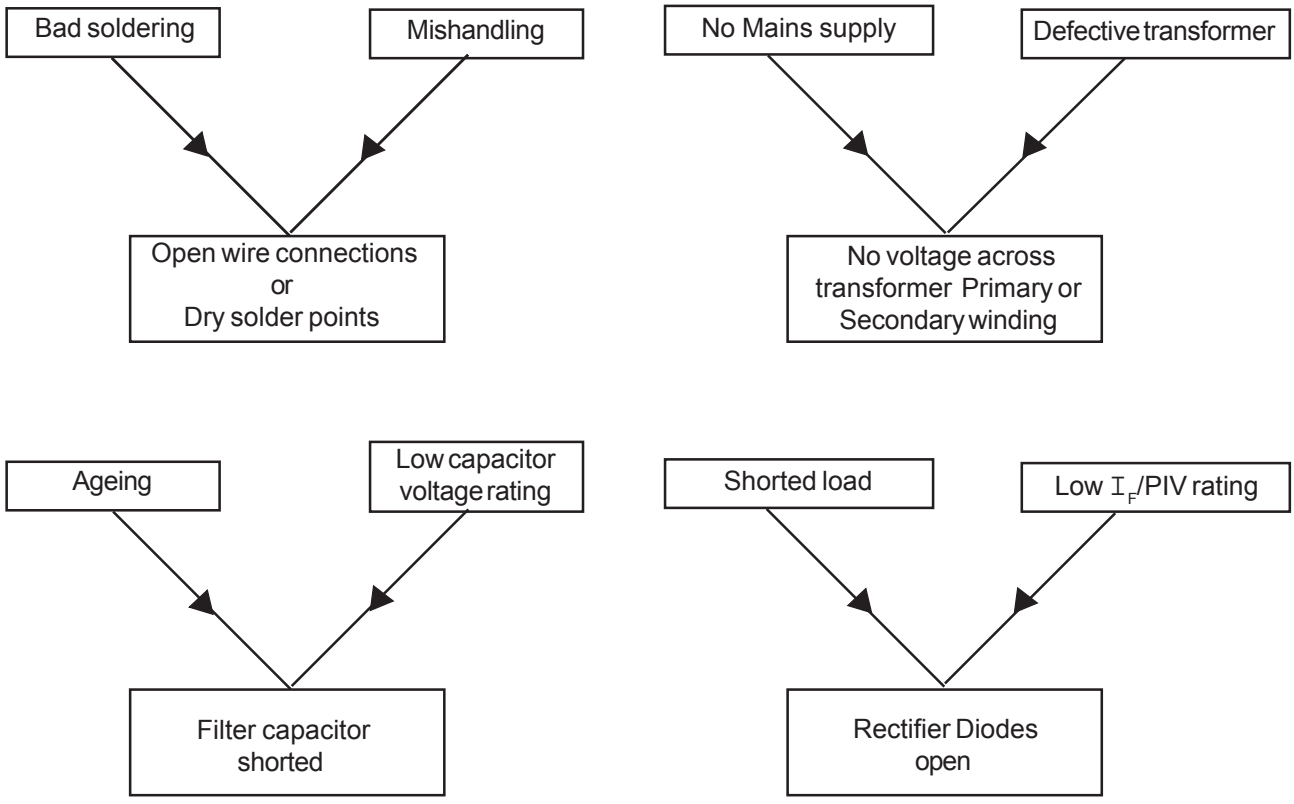
दोष की प्रवृति : **आउटपुट वोल्टाज का अभाव**

सिस्टम का प्रकार : **केपेसिटर फिल्टर के साथ ब्रिड्ज रेक्टिफायर**

LEVEL 1

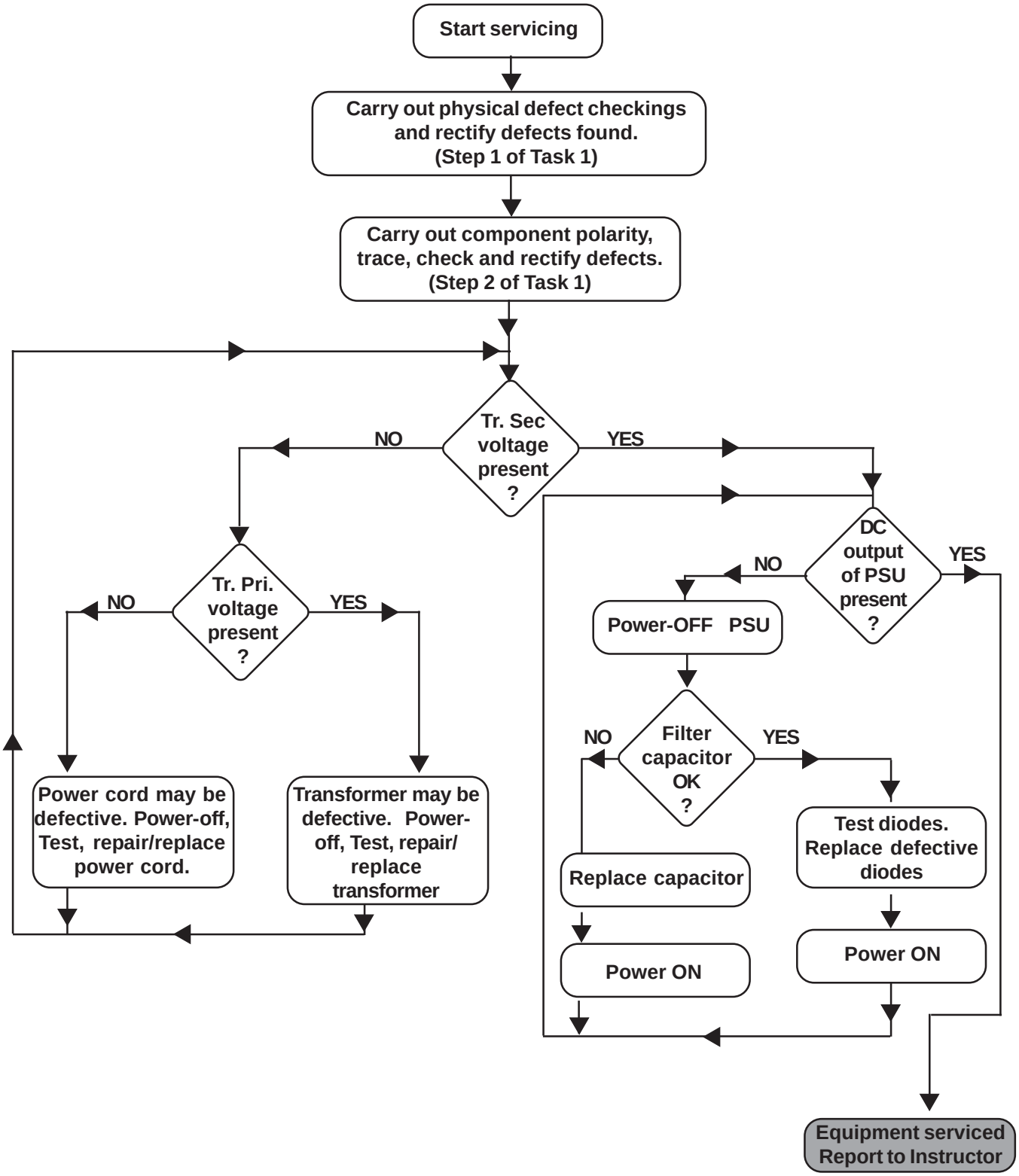


LEVEL 2



सेवा दोष की श्रृँखला (SFS-2)

दोष की प्रवृति : **नो आउटपुट वोल्टाज के साथ दोषपूर्ण पावर आपूर्ति**

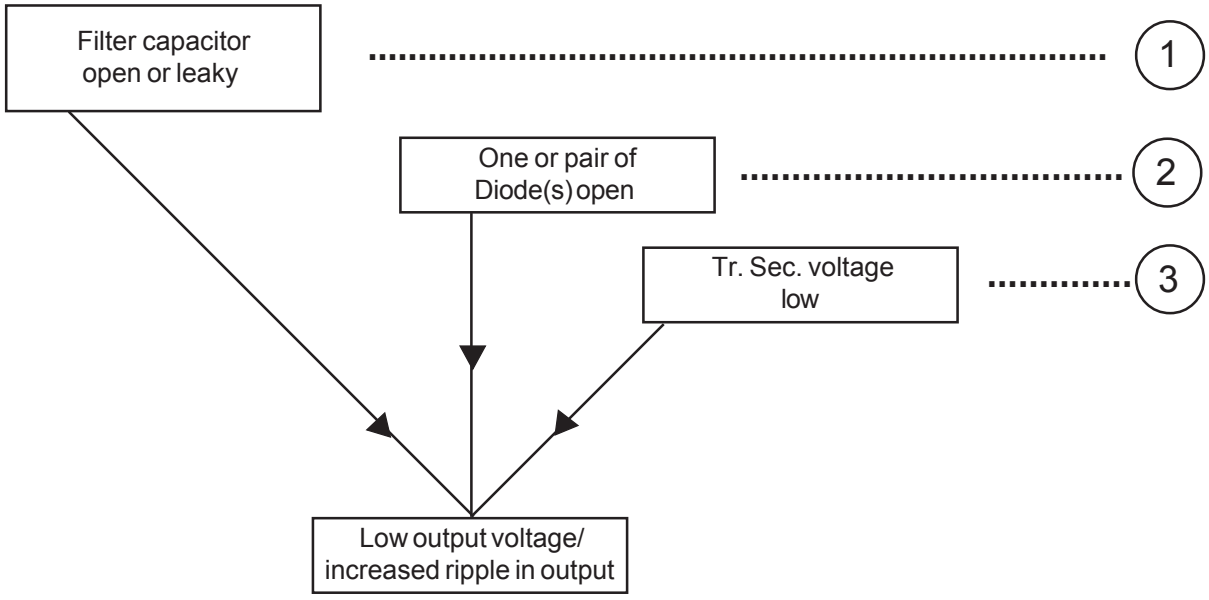


Problem Tree - PT2

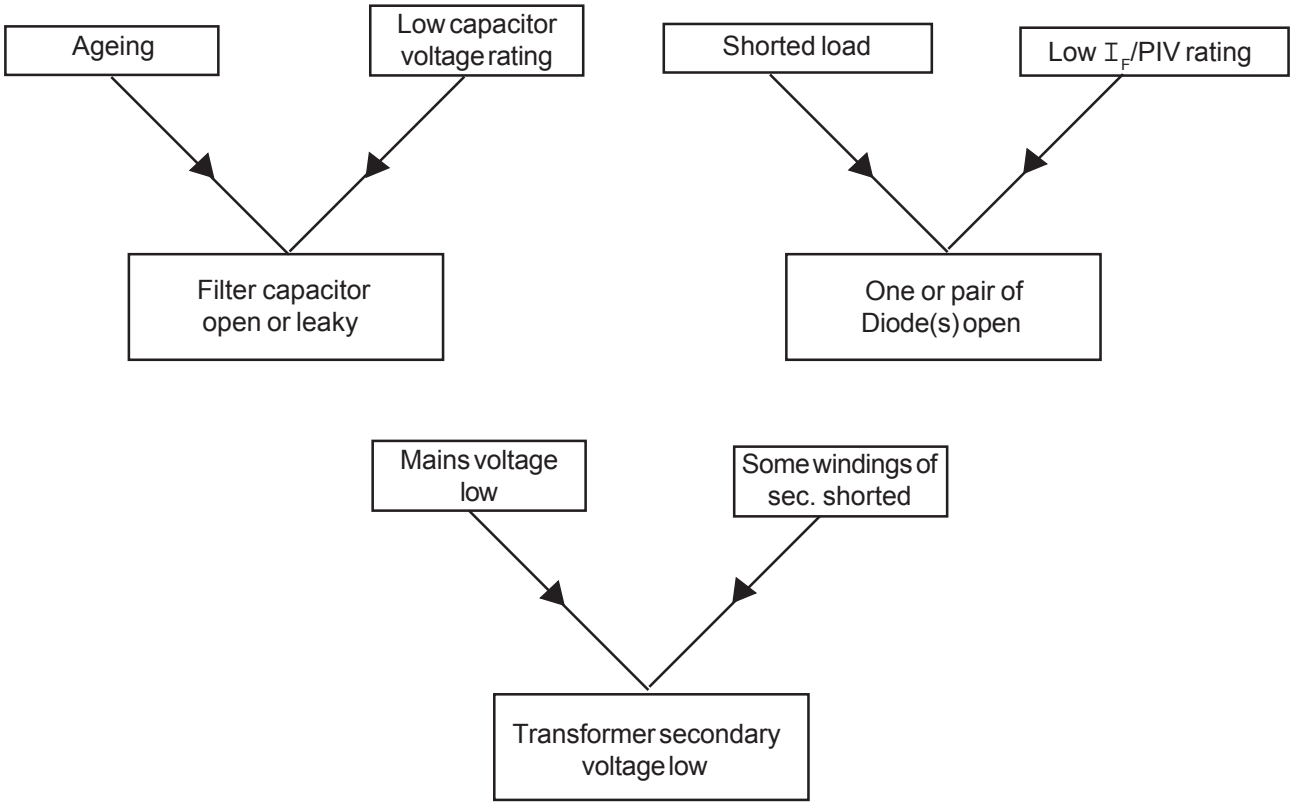
दोष की प्रवृति : **निम्न आउटपुट DC/अभिवृद्धि हुई तरंगे**

सिस्टम का प्रकार : **केपेसिटर फिल्टर के साथ रेक्टिफायर**

LEVEL 1



LEVEL 2



SCR, DIAC, TRIAC एवं IGBT का उपयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट (Power control circuit using SCR, DIAC, TRIAC & IGBT)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **SCR,DIAC,TRIAC और IGBT की संरचना और कार्यप्रणाली स्पष्ट करना**
- **SCR का प्रयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट को स्पष्ट करना**
- **DIAC और TRIAC का प्रयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट को स्पष्ट करना**
- **IGBT की संरचना तथा उपयोग को स्पष्ट करना।**

पावर इलेक्ट्रोनिक्स उपकरणों का परिचय (Introduction to power electronics devices)

आद्योगिक इलेक्ट्रानिक्स के विषय में मुख्य रूप से इलेक्ट्रानिक्स को औद्योगिक उपकरणों, कन्ट्रोल करने और संसाधित करने में प्हरयोग किया गया है । एक जरूरी अनुप्रयोग इलेक्ट्रनिक्स का औद्योगिक में मशीनों को कन्ट्रोल करना है ।

कम्यूनिकेशन (संचार व्यवस्था) इलेक्ट्रानिक्स में घरेलू और मनोरंजन इलेक्ट्रानिक्स, साधारणतया इलेक्ट्रानिक युक्तियों को धारा के माइक्रोएम्पियर से मिलीएम्पियर के साथ आपरेट किया जाता है । औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए, अधिकतम प्रायः युक्तियों की जरूरत धारा की रेजों को एम्पियर से कई हजार एम्पियर तक संभालने की आवश्यकता होती है । इनको अधिक पावर इलेक्ट्रानिक युक्तियों के लिए पुकारते हैं । एक अधिक हाई पावर इलेक्ट्रानिक युक्ति का प्रायः प्रयोग सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर का प्रयोग डीसी मोटर को चलाने, एक एसी पावर स्त्रोत से, पावर औजार की चाल को कन्ट्रोल करने, छोटे अनुप्रयोगों के मोटर की स्पीड को कन्ट्रोल करने जैसे, मिक्सर तथा ग्राइन्डर, इल्यूमिनेशन कन्ट्रोल, तापमान कन्ट्रोल आदि में भी किया जा सकता है ।

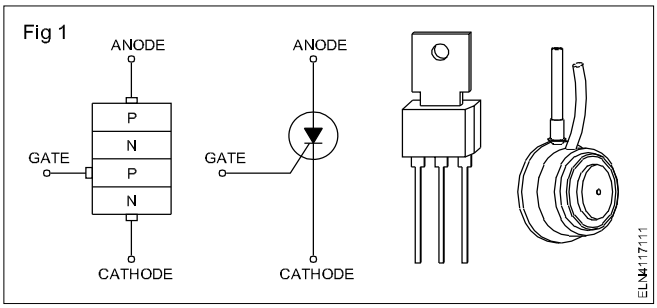
सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर (Silicon control rectifier (SCR))

सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर का आविष्कार (invented) 1956 से पूर्व हुआ था, एक कांच ट्यूब युक्ति थ्रेटान कहते हैं का प्रयोग अधिक पावर अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है । सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर (SCR) थायरिस्टर फैमिली की पहली युक्ति है । थायरिस्टर थ्रेट्रान-ट्रांजिस्टर के अभिव्यक्ति के द्वारा बनाया गया है । सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर एक सेमीकंडक्टर (अर्ध्दचालक) युक्ति हैं । SCR कन्ट्रोल रेक्टिफिकेशन का कार्य करता है । एक रेक्टिफायर डायोड से असमान, सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर एक अतिरिक्त टर्मिनल गेट है जिसे रेक्टिफिकेशन से कन्ट्रोल करते हैं । (गेट सिलिकान रेक्टिफायर सिलिकॉन कन्ट्रोल डायोड से असमान, सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर एक अतिरिक्त टर्मिनल गेट है जिसे रेक्टिफिकेशन से कन्ट्रोल करते हैं । (गेट सिलिकान रेक्टिफायर) ।

सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर का सामान्य सिद्धान्त अनुप्रयोग पावर डिलिवर्ड से एक लोड (मोटर, लैम्प आदि) मात्रा को कन्ट्रोल करने में करते हैं ।

एक रेक्टिफायर डायोड एक PN जंक्शन होगा । सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर दूसरे शब्दों में दो PN जंक्शन (P-N-P-N परत) कहेंगे ।

Fig 1 में विद्युत आरेख, सामान्य संरचना तथा प्रतिकात्मक SCR पैकेजों को देखें ।



सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर का सामान्य आपरेशन (Basic Operational SCR)

जब एक गेट धारा गेट टर्मिनल से सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर में फारवर्ड धारा चालन (Conduction) शुरू कर (commences) अप्लाई करते हैं । (लैच्ड से चालन) (Latched into conduction) जब गेट धारा हट जाती है । फार्वड धारा सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर के द्वारा कट-ऑफ नहीं होता है । इसका मतलब एकबार सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर लैच से चालन होता है, गेट लॉसेस को चालन से कन्ट्रोल करते हैं । के द्वारा धारा को टर्न ऑफ कर सकते हैं केवल धारा को कम करके (लोड धारा) एक क्रिटिकल (संकटपूर्ण) मान के नीचे या कम होल्डिंग धारा (holding current) कहलाती है ।

Fig 2 में SCR कैसे गेट से चालन (Conduction) अथवा टर्न ऑफ कर सकता है को Fig 2 में दिखाया गया है ।

Fig 2a में स्विच S_1 को खुला (Open) SCR को ऑफस्टेट और लोड द्वारा कोई धारा नहीं बहती है ।

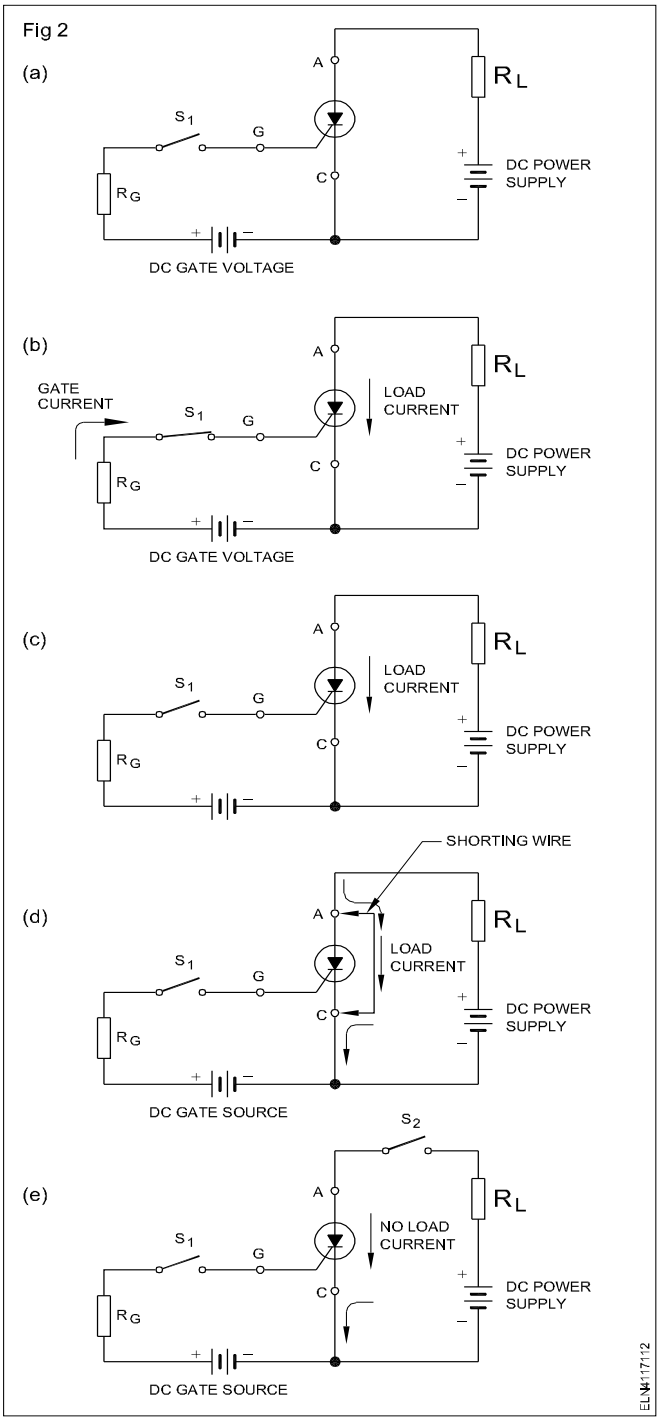
Fig 2b में, जब स्विच बन्द होता है, एक कम गेट धारा (लगभग 1/1000 अथवा इससे कम लोड धारा की तुलना मे) टर्न ऑन (फायर) SCR है । एक भारी लोड (भार) धारा SCR द्वारा बह रही है और लोड (भार) R_L है ।

Fig 2c में, जब स्विच S_1 खुला है, गेट धारा जीरो (zero) होती है । इसका धारा पर कोई प्रभाव नहीं होगा SCR और भारी लोड धारा लगातार SCR के द्वारा बहती है ।

Fig 2d में, यदि एक शर्टिंग तार (Shorting wire) को एनोड टर्मिनल और कैथोड टर्मिनल के एक्रास स्थान पर है, तो SCR द्वारा धारा बाइपास हो जाती है तथा सभी धारा शार्टेड तार से बहना शुरू कर देती है सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर के स्थान पर शुरू करती है इसका मतलब धारा सिलिकान

कन्ट्रोल रेक्टिफायर के द्वारा धारा को रेटेड होल्डिंग धारा से कम करके (कम धारा SCR को लैच्ड में रखने के लिए) कता है । इससे SCR टर्न ऑफ होता है । जब शार्टिंग तार को हटा देते हैं तो SCR ऑफ स्टेट में आ जाता है ।

Fig 2e में एक अल्टरनेटिव तरीके को SCR के टर्निंग ऑफ को दिखाया गया है । इसके स्थान पर SCR के एनोड और कैथोड टर्मिनल्स शार्ट होते हैं, लोड धारा स्विच S_2 के खुला होने पर कट-ऑफ हो जाती है इस कम हुई धारा को SCR के द्वारा होल्डिंग धारा से कम करके और SCR टर्न ऑफ हो जाता है । एक बार SCR टर्न ऑफ हो गया तो SCR टर्न ऑन नहीं होता है यदि स्विच S_2 बन्द है । SCR फायर को पनः बनाने के लिए, स्विच S_2 को बन्द करें, स्विच S_1 को बन्द करने के द्वारा गेट धारा बननी चाहिए । Fig 2(a), b, c, d, e



सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर रिवर्स दिशा में चालन नहीं करता है, SCR का एनोड सदैव कैथोड चालन के लिए धनात्मक होना चाहिए ।

SCR के जरुरी लक्षण (Important features of SCR)

- बहुत कम गेट धारा, एक अधिक लोड धारा को स्विचिंग करके कन्ट्रोल करेंगे ।

AC आपूर्ति के साथ SCR आपरेशन (SCR operation with AC supply)

SCR का आपरेशन एसी परिपथ के साथ आपरेशन सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर के प्रथम वृत्तपाद और तीसरे वृत्तपाद के आपरेशन के समान उपर्युक्त अनुच्छेद में वर्णन किया गया है । में एसी कन्ट्रोल परिपथ के के कार्य का वर्णन किया गया है ।

SCR गेट परिपथ से बना हुआ रजिस्टर R_1 विभवमापी (Potentiometer) R_2 और सिलिकान डायोड D_1 है । रजिस्टरों R_1 और R_2 एक वैरीएबल वोल्टेज डिवाइडर (Variable voltage divider) की तरह कार्य करते हैं । R_2 के मान को व्यवस्थित करके (adjusting) गेट धारा I_G उपयुक्त रूप से (Suitably) संशोधक (modified) करते हैं । डायोड D_1 नकारात्मक वोल्टेज को रोककर गेट से अप्लाई करता है जब एसी सप्लाई नकारात्मक हॉफ साइकिल या चक्र (negative half cycle) में हो ।

[X] धनात्मक हॉफ चक्र के दौरान एसी पावर स्त्रोत होता है, जैसे धनात्मक हॉफ चक्र वोल्टेज बढ़ता है, तब गेट धारा I_G भी बढ़ती है । जब गेट धारा I_G ट्रिगर लेवल (Trigger level) में पहुँचती है तो SCR अग्निप्रज्जवल तथा लोड धारा I_L को लोड द्वारा बहने (flow) की सहमति (allow) देता है । इस प्वाइंट के द्वारा आगे बढ़ता हुआ (onwards) सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर (SCR) इम्पीडेन्स कम हो जाता है और भार धारा I_L लगातार धनात्मक हॉफ चक्र में बहने लगती है यहाँ तक की यद्यपि (though) गेट धारा ट्रिगर मान से कम हो जाती है । स्मरणः (recall) एक बार SCR सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर अग्निप्रज्जवल हुआ इसे लगातार चालन में यहाँ तक कि यदि गेट ट्रिगर कम हो जाती है अथवा अलग हो जाती है ।

[Y] एसी सप्लाई स्त्रोत के धनात्मक हाफ चक्र के अन्त पर, धनात्मक वोल्टेज ड्राप जीरो (zero) और (SCR) सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर मार्गदर्शन बन्द करके (स्मरणः एक तरीका SCR सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर के टर्निंग ऑफ से धारा को कम करके सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर के द्वारा होल्डिंग धारा (Holding current) को कम कर देता है । यह या तो लोड परिपथ के खुलने से या सप्लाई के कम होकर जीरो होने के द्वारा कर सकते हैं ।) अतः सिलिकान कन्ट्रोलर रेक्टिफायर ऑफ स्टेट द्वारा नकारात्मक आधा चक्र (Negative half cycle) होती है ।

चक्र [X] और चक्र [Y] दोहरायें और लोड धारा Fig 3d में दिखाये गये अनुसार पल्स में बहती है ।

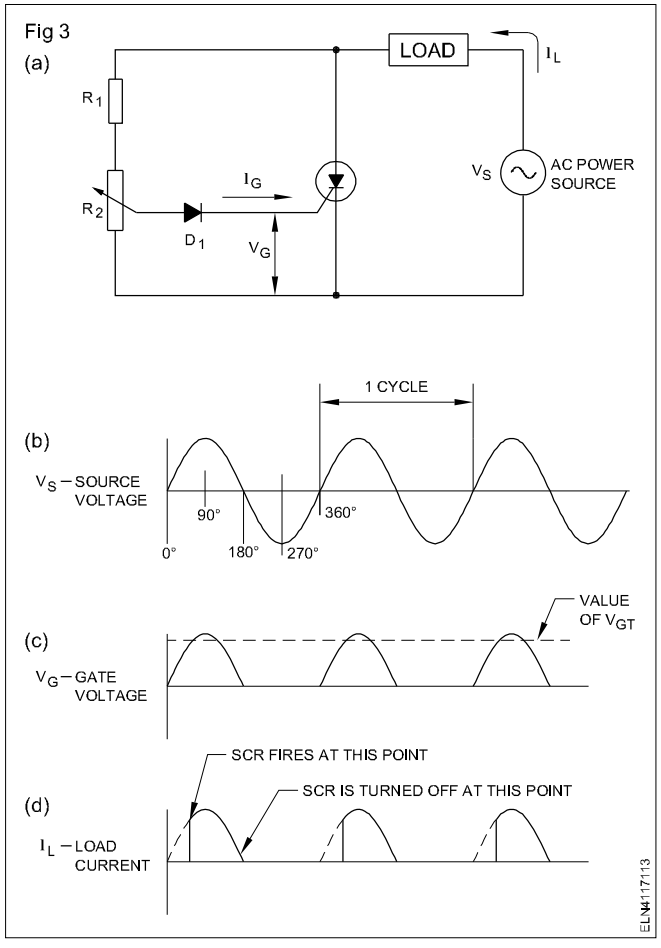
Fig 3b, 3C में वोल्टेज वेवफार्म के स्त्रोत और गेट वोल्टेज को दिखाया गया है ।

यदि R_2 का मान कम ज्यादा (varied) होता है जोकि प्वाइंट पर SCR ट्रिगर

भी अग्नि प्रज्जवलक प्वाइंट के बदलने पर घटता बढ़ता है Fig 6d में देखें । यह परिपथ Fig 3a में दिखाया गया है, SCR के अग्निप्रज्वलक को 180° (अधिकतम) से 90° (न्यूनतम) के बीच कहीं भी एडजस्ट (adjust) कर सकते हैं ।

यह साधारण एसी कन्ट्रोल परिपथ Fig 3a में दिखाया गया है । SCR का प्रयोग धारा को कन्ट्रोल करने में कर सकते हैं । एसी की धनात्मक आधा चक्र (Positive half cycle) लोड के दौरान धारा का कन्ट्रोल SCR के द्वारा कर सकते हैं । नकारात्मक आधे चक्र (Negative half cycle) के दौरान SCR टर्न ऑफ हो जाता है । अतः SCR का प्रयोग एक श्रेष्ठ या उच्च (excellent) स्विचिंग युक्ति (switching device) में एसी परिपथों को कन्ट्रोल करने में करते हैं ।

Fig 3 में परिपथ का प्रयोग केवल सीमित अनुप्रयोग (limited applications) जैसे सोल्डरिंग आयरन आदि का तापमान कन्ट्रोल करने में करते हैं ।



SCR का प्रयोग करते हुए पावर नियंत्रण (Power control using SCR)

- DC मोटर नियंत्रण
- AC मोटर नियंत्रण
- नियामक DC शक्ति आपूर्ति
- शक्ति नियत्रंण
- परिपथ विच्छेदक
- समय विलंब परिपथ
- मृदु प्रारंभ परिपथ
- स्पंद, तर्क तथा अंकीय परिपथ आदि

DC मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of DC motors): इस सम्बंधित सिद्धांत की जानकारी में नियंत्रण परिपथ की केवल संक्षिप्त रूप रेखा का वर्णन किया गया है। आवश्यकता के अनुसार व्यहारिक परिपथ, लपेटन में प्रेरकत्व प्रभाव, मोटर भार धारा में उचित विविधता को रूपांतरित किया जाना चाहिए। DC मोटर में क्षेत्र लपेटन तथा आर्मेचर लपेटन होता है। DC मोटर की गति को दो विधियों से परिवर्तित किया जा सकता है। (1) क्षेत्रधारा को नियंत्रण करके (2) आर्मेचर वोल्टता को नियंत्रित करके

प्रथम विधि को मोटर की निर्धारण गति से उच्च मोटर की गति को नियंत्रण करने के लिए उपयोग किया जाता है। द्वितीय विधि को मोटर की निर्धारण गति से नीचे (निम्न) मोटर की गति को नियंत्रण करने के लिए उपयोग किया जाता है।

आर्मेचर वोल्टता को नियंत्रण करके DC शंट मोटर की गति का नियंत्रण (Speed control of DC shunt motor by controlling the armature voltage): यह DC शंट गति को नियंत्रण करने की सबसे प्रसिद्ध विधि है। Fig 4 में अलग-अलग क्षेत्र उत्तेजित के साथ DC शंट मोटर का गति नियंत्रण को दर्शाया गया है। क्षेत्र लपेटन को, पूर्ण तरंग सेतु दिष्टकारी से DC आपूर्ति दी जाती है। आर्मेचर को समरूप अर्ध नियंत्रण सेतु दिष्टकारी के उपयोग से दिष्टकारी DC आपूर्ति दी जाती है। SCR 1 तथा 2 को नियंत्रण करते हुए, आर्मेचर पर DC वोल्टता परिवर्तित तथा इसी प्रकार से मोटर की गति को परिवर्तित किया जा सकता है। Fig 4a पर परिपथ के प्रचालन के सिंद्धात को Fig 4b में दर्शाये गये धारा तथा वोल्टता तरंग रूप को परीक्षण करते हुए समझा जा सकता है। SCR-1 तथा 2 अर्ध चक्र में प्रहारित (fired) होती है। धनात्मक अर्द्ध चक्र के समय SCR-1 तथा D_1 संचालन करेगें। SCR प्रहार कोण को भी सेट किया जाता हैं। इसलिए कम हुई प्रयुक्त आर्मेचर वोल्टता को छाया से दर्शाया गया है। आर्मेचर को इस प्रयुक्त वोल्टता को, उचित कला नियंत्रण परिपथ के उपयोग से प्रहारित कोण को बदलते हुए परिवर्तित किया जा सकता है। जब SCR_2 तथा D_2 का संचालन हो रहा हो तब Fig 4b में दर्शाये गये अनुसार ऋणात्मक अर्द्ध चक्र के समरूप प्रचालन होगा।

नोटः प्रहार कोण को डिजाइन करते तथा सेट करते समय विशेषतः जानने के लिए कुछ और वर्णन हैं। वर्णन के लिए SCR पर निर्देश पुस्तक को पढ़े।

Fig 5a में DC मोटर की गति नियंत्रण के लिए एक और सरल परिपथ दर्शाया गया है। गति नियंत्रण, SCR के द्वारा आर्मेचर को नियंत्रित पूर्ण तरंग दिष्टकारी आपूर्ति पर आधारित है। यह नियंत्रण परिपथ केवल शंट या पृथक उत्तेजित मोटर के लिए उपयुक्त है। वोल्टता तथा धारा तरंग रूप Fig 5b में दी गयी है। कृपया नोट करे कि DC श्रेणी मोटर को इस परिपथ के द्वारा नियंत्रित नहीं किया जा सकता हैं। कारण के लिए मोटर नियंत्रण परिपथ पर पुस्तक को देखें।

Fig 4

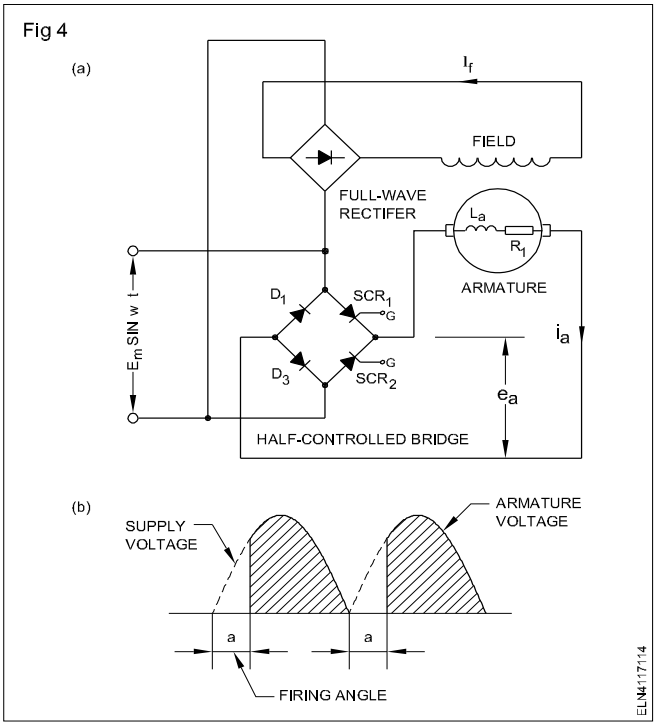
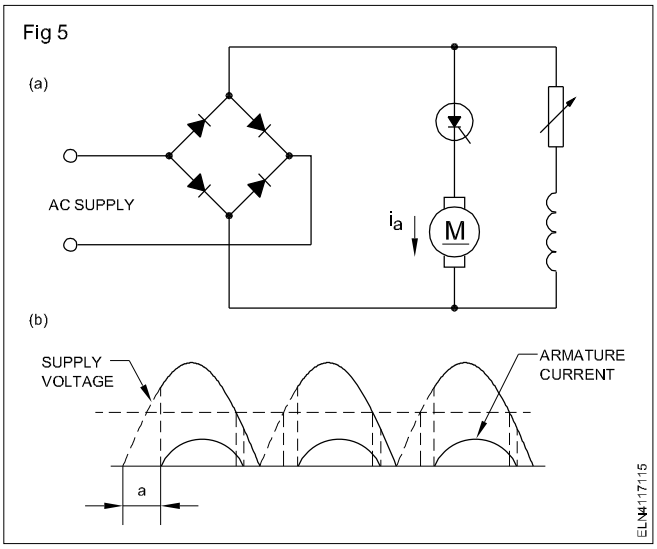
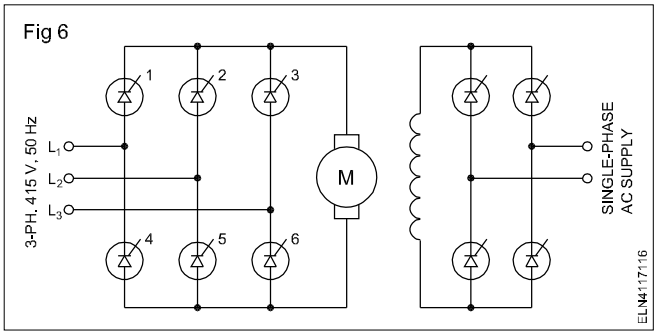


Fig 5



पृथक उत्तेजित 415 वोल्ट DC मोटर के लिए आर्मेचर नियंत्रण विधि से गति के नियंत्रण को Fig 6 में दर्शाया गया है।

Fig 6



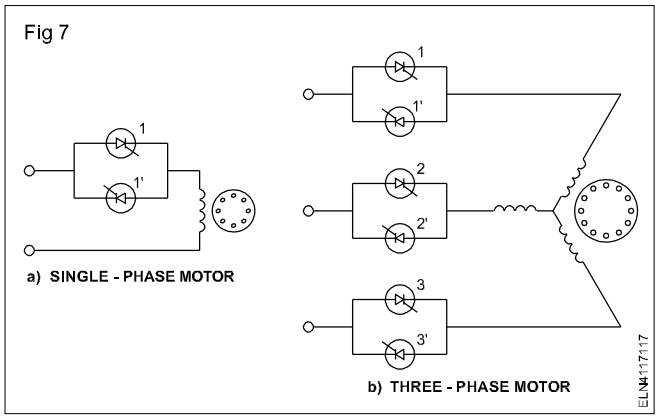
अन्य DC मोटरों के गति नियंत्रण परिपथों को, मोटर की गति नियंत्रण में SCR के साथ लगने वाले कुछ और पुर्जो के बारे पढ़ने के बाद आगे के पाों में वर्णन किया गया है।

AC मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of AC motors): AC मोटर की गति नियंत्रण के लिए भी कला नियंत्रण को सुविधाजनक रूप से उपयोग किया जा सक्ता है। इसे मोटर को परिवर्तीय वोल्टता, जिसकी गति को नियंत्रण करना होगा, को देकर प्राप्त किया जाता है। जैसा कि निवेशी वोल्टता को परिवर्तित करने से तुल्यकालिक मोटरों की गति परिवर्तनीय नहीं होती है, इसलिए यह विधि केवल दिकपरिवर्तक या प्रेरण मोटर के लिए उपयोग होती है।

AC मोटरों के लिए पूर्ण तरंग कला नियंत्रण परिपथस की आवश्यकता होती है। Fig 7 में एकल कला तथा तीन कला प्रेरण मोटर के गति नियंत्रण के लिए योजनाबद्ध आरेख दर्शाया गया है।

उपरोक्त Fig 7 में SCR के प्रहार कोण को परिवर्तित करने मोटर को RMS निवेशी वोल्टता को परिवर्तित किया जा सकता है। इस तरह से मोटर की गति बदलती है।

Fig 7



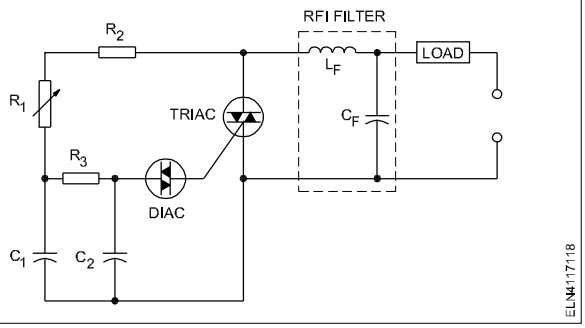
TRIAC और DIAC का प्रयोग करते हुए पावर सर्किट (Power circuit using TRIAC and DIAC)

AC मोटर को गति नियंत्रण के लिए ट्रायक या SCR(TRIAC or SCR for speed control of AC motors): SCR की तुलना में, Triac, सर्वात्रिक मोटर के गति नियंत्रण तथा दीप्ति मंदक परिपथ के लिये संतोषजनक कार्य करता है तथा सबसे प्रसिद्ध है। SCR तथा TRIAC दोनों को कला नियंत्रण तथा लैम्प या मोटर के द्वारा धारा परिवर्तन के लिए उपयोग किया जा सकता है। फिर भी ट्रायक पूर्ण तरंग युक्ति होते हुए भी प्रयुक्त AC की दोनों अर्धचक्र की कला को समरूपता से नियंत्रण करता है। परिणामी पूर्ण तरंग धारा, फिर मसृणित (स्मूय) लैम्प या मोटर प्रचालन करती है। परिणामी पूर्ण तरंग धारा, फिर स्मूथ लैम्प या मोटर प्रचालन करती हैं। जिससे SCR के उपयोग से अर्ध तरंग दिष्टकारी प्राप्त किया जा सकता है। इसे विशेषतः कम/ मंद प्रकाश की आवश्यकता या मोटरों की कम गति के समय, नोट किया जाता है।

Fig 8 पर परिपथ में सर्वात्रिक मोटर की गति या लैम्प की चमक को नियत्रंण करने के लिए TRIAC कला नियत्रंण परिपथ को दर्शाया गया है।

Fig 8 के परिपथ में दर्शाया गया भार, मोटर के चिन्ह की अपेक्षा एक सामान्य भार है क्योकि, इस परिपथ को ऊष्मक के नियंत्रण के लिए तथा दीप्तिमंदक के लिए भी उपयोग किया जा सकता है। इस परिपथ में दोहरे समय नियत कला विस्थापन जाल (नेटवर्क) का लक्षण होता है। यह ट्रायक के प्रहार में हिस्टेरिसेस को कम करता है जिससे दीप्तिमंदक प्रचालन के मानवीय समायोजन या ऑफ गति नियंत्रण को अधिक पुनरावृत्त बन जाये।

Fig 8



डायक को ट्रिगरन की युक्ति की तरह उपयोग करने से, परिपथ की विश्वासनीयता बढ़ जाती है। तात्विक निम्न-पास (Low-Pass) फिल्टर में L_F तथा C_F होता है जो बहुत सी रेडियो-आवृत्ति व्यक्तिकरण (RFI) को अविकृत करता है, जो उत्पन्न होती है तथा शक्ति रेखा में प्रवेश करने का प्रयास करती है। यह उच्च आवृत्ति (FR1) ऊर्जा, ट्रायक के तीव्र आरंभन समय से उत्पन्न होती है। जिसे दिष्टीकृत तरंग रूप के उच्च आवृत्ति अंश के कारण रेडियो के व्यक्तिकरण को रोकने के लिए विलोपित किया जाना चाहिए नहीं तो आवृत्ति कही भी मुख्य लाईन परिपथ में या निकट स्थानों पर अभिग्रहण (Reception) के साथ व्यतिकरण कर सकती है।

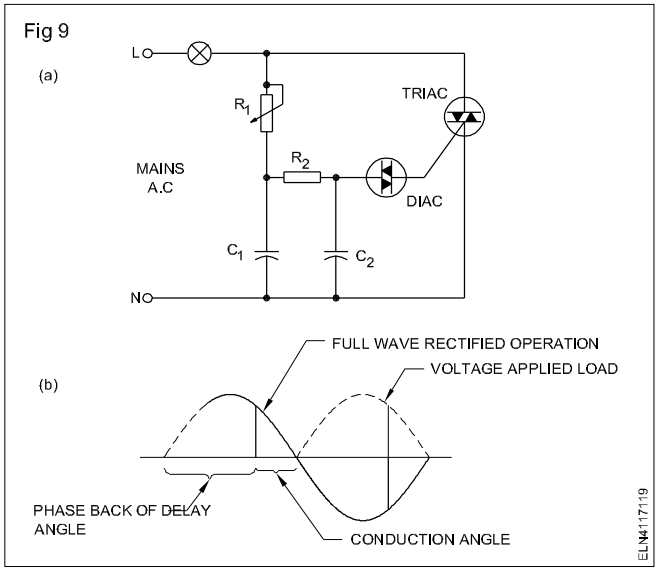
लैम्प दीप्तिमंदक (Lamp Dimmers): दीप्ति मंदक एक परिपथ है जो, जैसे ही उद्दीप्ति लैंप को AC शक्ति आपूर्ति दी जाती है तो लैम्प से उत्सर्जित प्रकाश की तीव्रता को लगभग शून्य से पूर्ण चमक तक नियंत्रित करती है।

उद्दीप्ति प्रकाश का पारम्परिक तथा मृदु प्रांरभ दीप्तिमंदक (Conventional and soft-start dimming of incandescent lights): स्वचल ट्रांसफार्मर से जुड़े दीप्ति मंदक की अपेक्षा अर्द्ध चालक आधारित दीप्तिमंदक के लाभ पुरानी तकनीक के प्रकाश दीप्तिमंदक, उच्च वोल्टता के रिहोस्टेट समायोजनीय स्वचल ट्रांसफार्मर या संतृप्य रिऐक्टर का उपयोग करते थे जो आकार में बड़े, खर्चीले, विचारणीय ऊष्मा उत्पन्न करते तथा शक्ति हानि देते थे। वर्तमान स्द्यामय के अर्द्ध चालक प्रकाश दीप्तिमंदक ने इन सब कनिाइयों को दूर किया है तथा इसीलिए अनेक उपसाधनों के लिए बहुत प्रसिद्ध हो गए हैं। आधुनिक अर्द्धचालक दीप्तिमंदक सस्ते, विश्वसनीय हैं, कम ऊर्जा उत्पन्न करते हैं, तथा सरल सक सुदूर (रिमोट) नियंत्रण किये जाते है। इन गुणों ने न केवल अर्द्ध चालक दीप्तिमंदक को नाट्यशाला तथा स्त्रोतकक्ष (Auditorium) में उत्तम परिणाम के साथ विस्थापित किया है बल्कि अन्त निर्मित प्रकाशीय, मेज तथा भूतल लैंप प्रक्षेपण (Projection) उपकरण तथा अन्य उपयोगों के लिए दीप्तिमंदक को व्यवहारिक बनाया है।

अर्द्ध चालक आधारित प्रकाश दीप्तिमंदक (Semi - conductor based light dimmers): उद्दीप्ति प्रकाश बल्ब के लिए दो प्रकाशीय दीप्तिमंदक की व्याख्या नीचे की गयी है। ये दानों दीप्तिमंदक परिपथ, बल्ब के साथ श्रेणी में जुड़े ट्रायक के संवहन कोण को समायोजित करते हुए प्रकाश की तीव्रता को नियंत्रित करते है। प्रथम दीप्तिमंदक बहुत सरल परिपथ का उपयोग करता है, जो न्यूनतम मूल्य की आवश्यकता के साथ उच्च सघन अनुप्रयोगों के लिए आदर्श है। दूसरा दीप्तिमंदक का लक्षण तीव्र (Rush) धारा में कम के लिए मृदु प्रांरभ करना है तथा इसके परिणाम से लैंप की दीर्घ जीवन मिलता है। मृदु प्रारंभ लैंप दीप्ति मंदक, प्रक्षेपण लैंप तथा फोटो ग्राफिक लैम्प के जैसे अल्पायु के साथ मंहगे प्रकाश के लिये विशेषतः उपयोगी होते है।

सरल प्रकाश दीप्ति मंदक (Simple light dimmer): Fig 9 में दर्शाया गया परिपथ, बहुत कम भागों को उपयोग करने वाला एक विस्तृत परास का प्रकाश दीप्तिमंदक है। परिपथ के पुर्जो के उचित मान का चयन करते हुए (240V,50Hz) किसी भी मुख्य आपूर्ति स्त्रोत का उपयोग करते हुए प्रचालन किया जा सकता है। परिपथ, उद्दीप्ति लैंप को, 1000 वॉट तक की शक्ति को नियंत्रित कर सकता है।

Fig 9



बल्ब को शक्ति, ट्रायक के संवहन कोण को नियंत्रित करते हए परिवर्तित की जाती है। कला नियंत्रण के लिए अनेक परिपथों का उपयोग किया जा सकता है। लेकिन उपयोग हुआ एकल ट्रायक परिपथ सरलतम हैं तथा इसलिए इसे विशिष्ट अनुप्रयोग के लिए चयन किया गया है।

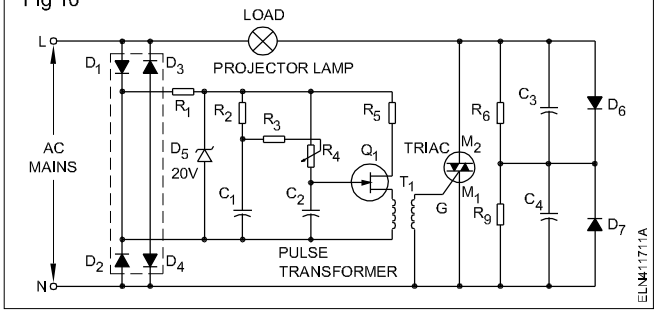
इस ट्रायक के लिए नियंत्रण परिपथ को Fig 9b में दर्शाये गये अनुसार कार्य करना चाहिए। नियत्रंण परिपथ को, समय जिसके लिए परिपथ को वाल्टता दी जा रही है तथा समय जिसके लिए भार लगाया जा रहा है के बीच विलम्ब उत्पन्न करना चाहिए। ट्रायक को प्रत्येक एकान्तरण के शेष भाग के लिए भार के द्वारा संवहन धारा तथा इस विलंब के बाद ट्रिगरन किया जाता है। यह परिपथ 0° से लगभग 170° तक के संवहन कोण को नियंत्रित कर सकता है, तथा पूर्ण शक्ति नियंत्रण की 97% से अधिक की व्यवस्था कर सकता है।

मृदु प्रारंभ विकल्प के साथ प्रकाश दीप्तिमंदक (Light dimmer with soft-start option): Fig 10 को परिपथ, मृदु आरंभ विकल्प के साथ प्रकाश दीप्तिमंदक का है। उसके गर्म प्रतिरोध की तुलना में शीत लैंप के तंतु के बहुत कम प्रतिरोध के कारण मृदु आरंभन अनिवार्य है। प्रारंभ में कुंजी को ऑन करते समय, लैंप के कम प्रतिरोध के कारण बहुत उच्च अन्तर्वाह धारा होती है। जिसके कारण तंतु लघु पथित लैंप की अल्पायु होती है। उच्च अन्तर्वाह धारा के कारण लैंप के विफल होने को, मृदु आरंभ लक्षण से विलोपित किया जाता है, जो उच्च सर्ज (क्षणिक) को विलोपित करने के लिए पर्याप्त मंद रूप से बल्ब को धारा देती है।

Fig 10 पर परिपथ का प्रचालन तब आरंभ होता है जब D_4 के द्वारा D_1 के डायोड सेतु को वोल्टता प्रयुक्त होती है। सेतु, निवेशी को दिष्टकारित

करती है तथा जेनर डायोड D_5 तथा प्रतिरोधक ट्रांजिस्टर R_1 को DC वोल्टता प्रयुक्त होती है। जेनर एकल संधि ट्रांजिस्टर Q_1 को 20 वोल्ट की नियत वोल्टता उपलब्ध करता है, अतिरिक्त इसके कि प्रत्येक एकान्तरण के अंत पर, जब लाइन वोल्टता का पतन शून्य तक होता है। प्रारंभ में संधारित्र C_1 के आरपार वोल्टता शून्य होती है तथा संधारित्र C_2, Q_1 को ट्रिगर करने के लिए आवेशित नहीं कर सकता है। C_1, आवेशित होना प्रारंभ होता है, लेकिन वोल्टता कम होने के कारण केवल अर्ध चक्र के अंत के निकट Q_1 को ट्रिगरन करने के लिए C_2 पर पर्याप्त वोल्टता होगी। इस समय लैंप का प्रतिरोध कम होने के बाद भी, लैंप की प्रयुक्त वोल्टता कम होती है तथा अन्तर्वाह (Inrush) धारा कम होती है। चक्र में Q_1 को C_2 के द्वारा शीघ्र ट्रिगरन होने देते हुए फिर C_1 पर वोल्टता में वृद्धि होती है। उसी समय प्रयुक्त वोल्टता में धीरे - धीरे वृद्धि होने से लैंप गर्म होता है तथा जब तक लैंप को प्रयुक्त शिखर वोल्टता अपने उच्चतम मान पर होती है तब तक बल्ब पर्याप्त रूप से गर्म हो चुका होता है, जिससे कि शिखर अन्तर्वाह (Inrush) धारा को उचित मान पर रखा जाता है। प्रतिरोधक R_4, C_2 के आवेशित दर को नियंत्रित करता है तथा बल्ब को मंद करने के साधन की व्यवस्था करता है। R_4 के प्रतिरोध को परिवर्तित करके भार को शक्ति, मानवीय रूप से समायोजित की जा सकती है। T_1 एक स्पन्द ट्रांसफार्मर हैं, ट्रायक को ट्रिगर की आपूर्ति करने के अतिरिक्म, यह ट्रांस्फार्मर कम शक्ति ट्रिगरन परिपथ से उच्च धारा भार परिपथ को पृथक करता है।(ट्रायक के लिए द्वार पृथक विधि का वर्णन आगे के अनुछेदों में किया गया है)

Fig 10



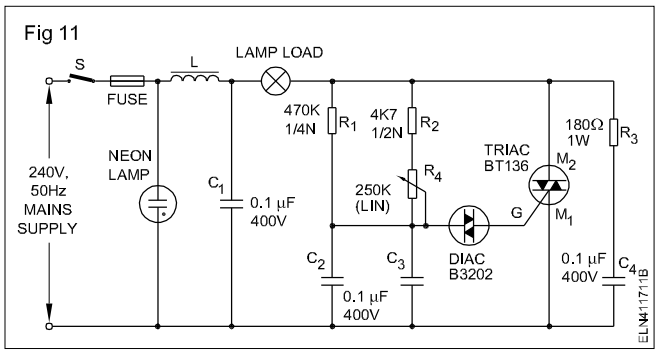
सरल दीप्तिमंदक कम (Cum), सर्वात्रिक मोटरगति नियंत्रक (A simple lamp dimmer cum Universal motor speed controller): Fig 11 में दर्शाये गये लैंप दीप्तिर्मेदक कम सर्वात्रिक गति नियंत्रक परिपथ में ट्रायक को नियत्रंण युक्ति की तरह उपयोग किया गया है। ट्रायक के संवहन कोण को नियंत्रण करने के लिए कला नियत्रंण का उपयोग किया गया हैं, जो लैम्प को पालित शक्ति को नियंत्रित करता है।

ट्रायक को AC मुख्य आपूर्ति के साथ श्रेणी में एक लैंप L जोड़ा होता है। डायक के द्वारा ट्रायक के द्वार को ट्रिगरन स्पंद दी जाती है। दोनों धनात्मक तथा ऋणात्मक अर्द्ध चक्र के समय समान ब्रेक ओवर (Breakover) वोल्टता स्तर (Level) 30V पर डायक को ट्रिगर किया जाता है। सर्वात्रिक मोटर की गति या प्रकाश की तीवृता को बदलने की सुविधा का प्रबंध विभवमापी R_4 करता है।

प्रघाती ऊर्जा अवशोषक परिपथ (Snubber Circuit): ट्रायक नियंत्रण के साथ एक समस्या यह है कि उसके संवहन के रूकने के तुरंत बाद, ट्रायक के आरपार विपरीत वोल्टता का अचानक अनुप्रयोग। यह गंभीर समस्या है जब भार, मोटर की तरह उच्च प्रेरणिक हो। dv/dt से व्यक्त इस पुनः प्रयुक्त वोल्टता कला नियंत्रण को हानि के साथ युक्ति को ट्रिगर आन कर कर सकती है (अन्वाच्छित या गलत ट्रिगरिंग) इस गलत ट्रिगरिंग को रोकन के लिए परिपथ (Fig 11 में दर्शाये गये अनुसार R4 तथा C_4) के आरपार एक R तथा C श्रेणी जाल को स्थित किया जाता है। यह RC जाल ट्रायक के आरपार प्रयुक्त वोल्टता की वृद्धि को कम करता है। ट्रायक परिपथ के आरपार जुड़े इस परिपथ को प्रघाती ऊर्जा अवशोषक (Snubber) परिपथ कहते है। ट्रायक के शीघ्र आन तथा आफ करने से उत्पन्न रेडियो आवृत्ति व्यतिकरण (RF) को वास्तविक रूप से कम करने के लिए प्रेरकत्व L तथा संधारित्र C_1 एक निम्न पास फिल्टर (Low Pass) बनाता है।

पंखे का गति नियंत्रक (Fan speed regulator) Fig 11 पर लैंप दीप्तिमंदक परिपथ को पंखे की गति नियंत्रक की तरह समान रूप से उपयोग किया जा सकता है। किया जाने वाले केवल परिवर्तन यह है कि Fig 11 पर परिपथ में दर्शाये गये लैप को स्थान में पंखे को जोड़ना है। POT R_3 को केवल घुमाते हुए ही गति को लगभग शून्य से पूर्णगति तक परिवर्तित किया जा सकता है।

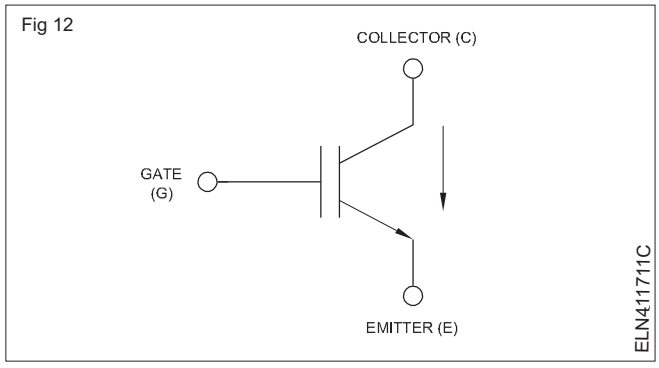
Fig 11



आई जी बी टी (इन्सुलेटेड गेट बाइपोलर ट्रांजिस्टर) (IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

इन्सेलेटेड गेट वाइपोलर ट्रांजिस्टर (आई जीबीटी) पावर इलेक्ट्रानिक्स की आधुनिक युक्ति है । बी जे टी और मास्केट की प्रापर्टीज को संयुक्त की करके इस (obtained) करते हैं । हम जानते हैं बी जे टी कलेक्टर धारा के अधिकमान के लिए स्टेट लॉसेस कम पर होता है । लेकिन ड्राइव की जरूरत बी जे टी थोड़ा कठिन है । मास्केट ड्राइव बहुत साधारण (गेट और स्त्रोत के बीच केवल वोल्टेज अप्लाई) है । लेकिन मास्फेट में स्टेट लॉसेस हाई- ऑन होते हैं । मास्फेट का गेट परिपथ और बीजेटी का कलेक्टर एमीटर परिपथ एक साथ संयुक्त रूप से एक नयी युक्ति (new device) द्वारा होते हैं । इस युक्ति को आईजीबीटी (IGBT) कहते हैं । अतः आई जी बी टी का लाभ दोनों बी जे टी और मास्फेट हैं । Fig 12 में IGBT के चित्र को देखें । आब्जर्व करें कि चित्र मास्फेट और बी जे टी के संयुक्त रूप को दर्शाता है ।

Fig 12

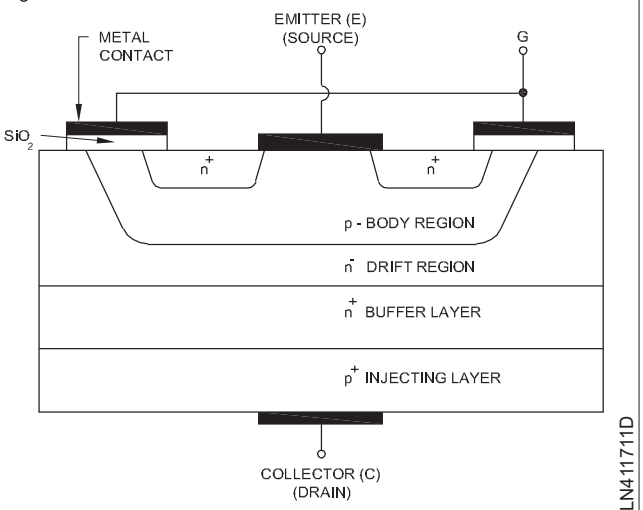


IGBT के तीन टर्मिनल होते हैं - गेट (G), कलैक्टर (C) और एमीटर (E) धारा कलैक्टर से एमीटर की ओर बहती है जब एक वोल्टेज गेट और एमीटर के बीच अप्लाई होता है । IGBT टर्न आन हो जाता है । जब गेट एमीटर वोल्टेज हट जाता है । IGBT टर्न-ऑफ हो जाता है । जब गेट से एमीटर वोल्टेज को अप्लाई करते हैं तो बहुत कम (ना के बराबर) धारा बहती है इसके समान मास्फेट के गेट परिपथ में होता है । ऑन स्टेट कलैक्टर से एमीटर ड्राप बहुत कम जैसे BJT होती है ।

आईजीबीटी की संरचना (Structure of IGBT)

आईजीबीटी का चित्र मास्फेट के समान ही होता है में आईजीबीटी का लम्बवत क्रास-सेक्शन को दिखाया गया है इस चित्र में एडिशनल P+ परत को आब्जर्व करते हैं यह परत कलैक्टर (ड्रेन) IGBT की होती है । (Fig 13)

Fig 13



यह P+ इंजेक्शन परत भारी डॉटड (heavily doped) है । इसकी डोपिंग (intensity) 10^{19} आद्रता प्रति घन सेंमी है । दूसरी परत की डोपिंग मास्फेट के समान है । n+ परत 10^{19} प्रतिघन सेंमी है । P-प्रकार बॉडी रीजन का डोपिंग लेवल 10^{16} प्रति घन सेंमी है । n - ड्रिप्ट (drift) रीजन हल्का डाप्ड होता है । (10^{14} प्रति घन सेंमी)

आई जीबीटी के द्वारा पंच (Punch through IGBT) :

IGBT के आपरेशन के लिए n+ बफर की आवश्यकता नहीं होती है । जिस IGBT में n+ बफर परत होती है उसे आईजीबीटी का पंच कहते हैं । इन आईजीबीटी की वोल्टेज ब्लाकिंग क्षमता असममित (asymmetric) होती है । पंच के द्वारा आईजीबटी (IGBT) में फास्टर टर्न ऑफ समय होता है। अतः इनका प्रयोग इन्वर्टर के लिए और चॉपर परिपथों में किया जाता है।

आईजीबीटी के द्वारा नॉन पंच (Non-punch through IGBT)

आईजीबीटी n+ बफर परत के बिना को आईजीबीटी के द्वारा नॉन पंच कहते हैं । इन IGBT के पास एक सा अथवा सममितीय वोल्टेज ब्लाकिंग क्षमता होती है । इन IGBT का प्रयोग रेक्टिफायर टाइप के अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है ।

आईजीबीटी का ऑपरेशन (Operation of IGBT)

जब V_{GS} बड़ा होता है V_{GS} (थ्रेसहोल्ड) से ($V_{GS} > V_{GS}$ threshold), तब चेनल के इलेक्ट्रान गेट के नीचे की ओर सम्मत होते हैं जैसा कि Fig 14 में दिखाया गया है । ये इलेक्ट्रान P^+ परत से होल्स की ओर आकर्षित होते हैं । अतः होल्स के भीतर से P^+ परत से n^- - ड्रिफ्ट भाग (drift region) होता है । अतः होल्स/इलेक्ट्रान धारा कलैक्टर से एमीटर की ओर बहना शुरू हो जाती है । जब होल्स P - टाइप बॉडी रीजन में प्रवेश करते हैं, तब वे बहुत से इलेक्ट्रानों के द्वारा n^+ परत में आकर्षित हो जाते हैं यह क्रिया पूरी तरह से मास्फेट की तरह ही है ।

Fig 14

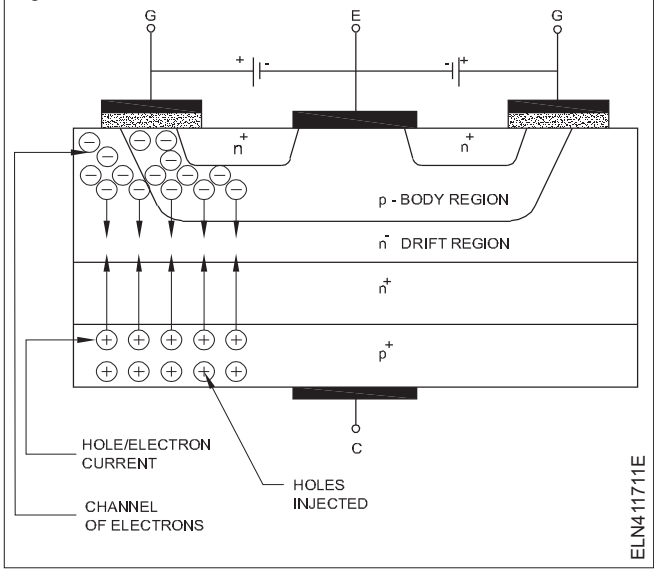
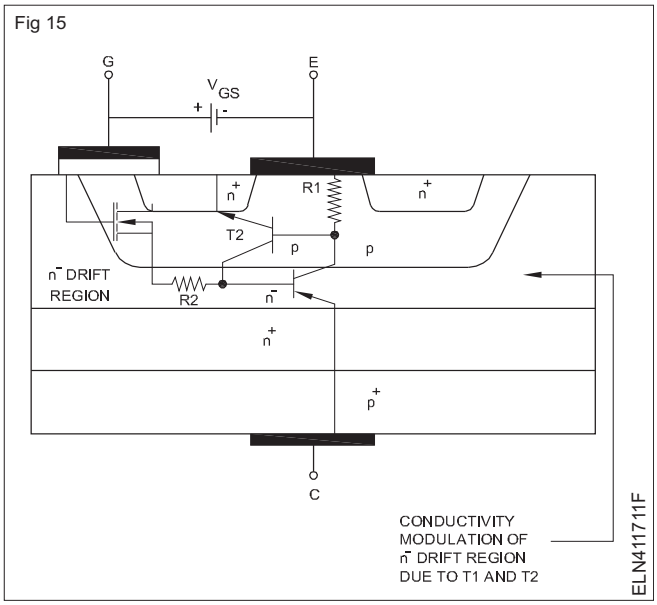


Fig 15 में आई जी बी टी का चित्र दिखाया गया है कि कैसे इन्टर्नल मास्फेट और ट्रांजिस्टर सम्मत होते हैं । मास्फेट इनपुट गेट, एमीटर स्त्रोत की तरह, और n - ड्रिफ्ट रीजन ड्रेन की तरह सम्मत होते हैं । दो ट्रांजिस्टर T_1 और T_2 को Fig 15 में देखें ।

Fig 15

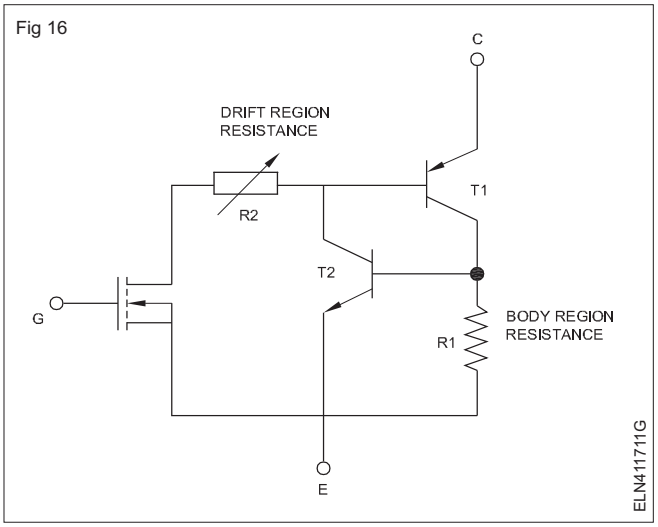


होल्स P+ इंजेक्टिंग परत द्वारा n - ड्रिफ्ट रीजन के भीतर जाते हैं । यह n+ ड्रिफ्ट रीजन ट्रांजिस्टर T_1 का आधार और ट्रांजिस्टर T_2 का क्लैक्टर होता है । होल्स n ड्रिफ्ट रीजन में फिर से P - टाइप बॉडी रीजन में जाते हैं, जिसे एमीटर से जोड़ा जाता है । इलेक्ट्रान n+ रीजन (जिसे एमीटर कहते हैं) के द्वारा ट्रांजिस्टर T_2 में पास होते हैं और फिर से n - ड्रिफ्ट रीजन में पास होते हैं । अतः होल्स और इलेक्ट्रान बड़ी संख्या में - ड्रिफ्टीरीजन में जाते हैं । ये प्रतिरोध को कम करके - ड्रिफ्ट रीजन (drift region) को

कम करते हैं इसको चालकता (conductivity) n- ड्रिफ्ट रीजन की चालकता माडुलेशन कहते हैं । अतः चालकता माडलेशन (conductivity modulation) मास्फेट में प्रवेश नहीं करता है । ट्रांजिस्टर T_1 और T_2 का कनेक्शन होल्स/इलेक्ट्रान ड्रिफ्ट रीजन के भीतर अधिक संख्या में होते हैं । ट्रांजिस्टर T_1 और T_2 ट्रांजिस्टर सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर की तरह ही होते हैं । जोकि रिजनरेटिव (regenerative) होते हैं । ट्रांजिस्टर T_1 के द्वारा गेट ट्रिगर सर्व के द्वारा अंदरूनी मास्फेट की तरह सम्मत होता है Fig 15 में इसका इक्वीवैलेन्ट (के समान या बराबर) परिपथ दिखाया गया है । इस चित्र में जब गेट अप्लाई $V_{GS} > V_{GS}$ (th) को आब्जर्व करें, इन्टरर्नल इक्वीवैलेन्ट मास्फेट टर्न आन हो जाता है । यह बेस आधार ड्राइव से ट्रांजिस्टर T_1 को देता है अतः ट्रांजिस्टर T_1 कन्डक्टिंग होना शुरू कर देता है । ट्रांजिस्टर T_1 का कलैक्टर, ट्रांजिस्टर T_2 का आधार होता है तब ट्रांजिस्टर T_2 भी टर्न ऑन हो जाता है । ट्रांजिस्टर T_2 का आधार ट्रांजिस्टर T_1 है अतः रिजनरेटिव लूप शुरू होता है और अधिक संख्या में कैरियर्स (carriors) n- ड्रिफ्ट रीजन में भीतर की ओर होते हैं । यह आईजीबीटी के स्टेट लॉस को कम करता है जैसे BJT यह n - ड्रिफ्ट रीजन की चालकता माडुलेशन होती है ।

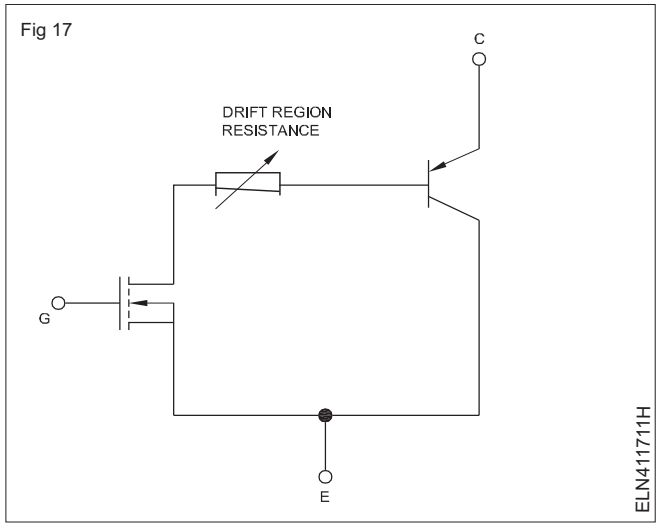
जब गेट ड्राइव को हटा दिया जाता है, IGBT टर्न ऑफ हो जाता है, जब गेट को हटा दिया जाता है तब उत्पन्न चैनल लुप्त (vanished) होगा और अंदरूनी समतुल्य (equivalent) मास्फेट टर्न-ऑफ हो जायेगा अतः ट्रांजिस्टर T_1 टर्न ऑफ होगा यदि ट्रांजिस्टर T_2 टर्न ऑफ होगा यदि P टाइप बाडी रीजन का प्रतिरोध R_1 बहुत कम है इस स्थिति के अन्दर, अतः (Virtually) आधार और एमीटर लगभग शार्ट हैं अतः ट्रांजिस्टर T_2 टर्न ऑफ है । ट्रांजिस्टर भी टर्न ऑफ होगा । ट्रांजिस्टर भी टर्न ऑफ होगा । अतः आईजीबीटी (IGBT) की संरचना बाडी रीजन के प्रतिरोध (R_1) को बहुत क्रम आयोजित करता है । (Fig 16)

Fig 16



यदि प्रतिरोध R_1 बहुत कम है, तब ट्रांजिस्टर T_2 कभी नहीं कंडक्ट (conduct) करेगा और आईजीबीटी का समतुल्य परिपथ को में दिखाया गया है । आईजीबी (IGBT) से अलग मास्फेट क्योंकि धारा का चालन कलैक्टर से समीटर की ओर होता है । मास्फेट के लिए, ऑन स्टेट लॉसेस अधिक, प्रतिरोध ड्रिफ्ट रीजन का समान है लेकिन आईजीबीटी, प्रतिरोध के ड्रिफ्टरीजन को कम करता है जब गेट ड्राइव को अप्लाई करते हैं । यह प्रतिरोध कम होता है क्योंकि इंजेक्टिंग रीजन होता है । अतः ऑन स्टेट लॉस आईजीबीटी बहुत कम होता है । (Fig 17)

Fig 17



IGBT के लाभ, हानि तथा अनुप्रयोग (Merits, Demerits and Application)

IGBT के लाभ (Merits of IGBT)

1 वोल्टेज कन्ट्रोल युक्ति है अतः ड्राइव परिपथ बहुत साधारण होता है ।

2 ऑन-स्टेट लॉसेस को कम करता है ।

3 स्विचिंग फ्रीक्वेंशी थायरिस्टर से अधिक होती है ।

4 कम्यूटेशन परिपथों की आवश्यकता नहीं होती है ।

5 गेट पूरी तरह से कन्ट्रोल IGBT के आपरेशन में होता है ।

6 IGBT लगभग फ्लैट तापमान गुणांक होता है ।

IGBT की हानियाँ (Demerits of IGBT)

1 IGBT में स्टैटिक चार्ज समस्या होती है ।

2 IGBT, BJT तथा मास्फेट से महंगा होता है ।

IGBT के अनुप्रयोग (Application of IGBT)

1 एसी मोटर ड्राइव जैसे इन्वर्टर

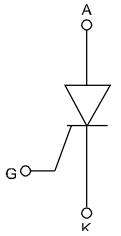
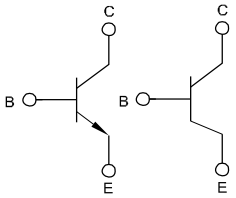
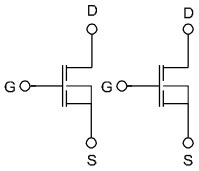
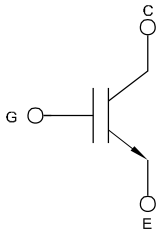
2 डीसी से डीसी पावर सप्लाई जैसे - चॉपर

3 यूपीएस सिस्टम

4 हारमोनिक कम्पनसेंटर

पावर युक्तियों की तुलना (Comparison of Power Devices)

पावर युक्तियों की तुलना स्विचिंग फ्रीक्वेंशी, गेट ड्राइव परिपथ, पावर हैण्डिलिंग क्षमता आदि के आधार पर करते हैं सारणी 1 में SCR, BJT मास्फेट तथा IGBT में तुलना को देखें ।

संख्या	मापदण्ड	SCR	BJT	MOSFET	IGBT
1	प्रतीक				
2	ट्रिगर जैसे-लैचिंग अथवा लीनियर	ट्रिगर आथवा लैचिंग युक्ति	लीनियर ट्रिगर	लीनियर ट्रिगर	लीनियर ट्रिगर
3	युक्ति में कैरियर के प्रकार	बहुमत कैरियर युक्ति	बाईपोलर युक्ति	बहुमत कैरियर युक्ति	बहुमत कैरियर युक्ति
4	गेट अथवा आधार का कन्ट्रोल	एक बार टर्न आन करके गेट के कन्ट्रोल ना करना	आधार पूरी तरह से कन्ट्रोल	गेट पूरी तरह से कन्ट्रोल	गेट पूरी तरह से कन्ट्रोल
5	ऑन-स्टेट ड्राप	< 2 वोल्ट	< 2 वोल्ट	4 से 6 वोल्ट	3.3 वोल्ट
6	स्विचिंग फ्रीक्वेंशी	500 हट्र्स	10 किलो हट्र्स	100 तक किलो हट्र्स	20 किलो हट्र्स
7	गेट ड्राइव	धारा	धारा	वोल्टेज	वोल्टेज
8	स्नबर	अनपोलराइज्ड	पोलराइज्ड	जरुरी नहीं	जरुरी नहीं
9	तापमान गुणांक	नकारात्मक	नकारात्मक	धनात्मक	लगभग फ्लैट लेकिन धनात्मक अधिक धारा पर
10	वोल्टेज तथा धारा रेटिंग	10 kV/4kA	2 kV/4kA	1 kV/4kA	1.5 kV/4kA
11	वोल्टेज ब्लाकिंग क्षमता क्षमता	सममितता तथा असममितता (दोनों)	असममिता	असमितता	असममिता
12	अनुप्रयोग	एसी से डीसी कन्वर्टर एसी वोल्टेज कन्ट्रोलर, इलेक्ट्रानिक सर्किट ब्रेकर	डीसी से एसी कन्वर्टर इंडक्शन मोटर ड्राइव, यूपीएस एसएमएमपीएस चापर	डीसी चापर, कम पावर, यूपी एसएमपीएस, ब्रशलेश डीसी मोटर ड्राइव	डीसी से एसी कन्वर्टर, एसी मोटर ड्राइव, UPS चापर, SMPS आदि में

इंटीग्रेटेड सर्किट वोल्टेज रेगुलेटर (Integrated circuit voltage regulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **इंटीग्रेटेड सर्किट का वर्णन करना**
- **इंटीग्रेटेड सर्किट का वर्गीकरण बताना**
- **IC वोल्टेज रेगुलेटर के प्रकार को बताना**
- **एक आवश्यक वोल्टेज के लिए वोल्टेज रेगुलेटर तेयार करना**
- **नियत वोल्टेज रेगुलेटर को परिवर्तनीय आउटपुट रेगुलेटर बदलना, सर्किट।**

आई सी परिचय (IC introduction)

इंटीग्रेटेड सर्किट (Integrated circuit)

इलेक्ट्रानिक परिपथ एक निश्चित संख्या अलग-अलग पुर्जों को एक दूसरे से विशिष्ट तरीके से जोड़कर बनाया जाता है। उदाहरण के लिए सीरीज वोल्टेज रेगुलेटर परिपथ जिसकी चर्चा पिछले पाठ में किया गया है, ट्रांजिस्टर, जेनर डायोड, प्रतिरोध आदि को एक परिभाषित तरीके से जोड़कर एक रेगुलेटर की तरह कार्य करने के लिए संयोजित किया जाता है। यदि इन सभी पुर्जों को बोर्ड पर बनाये जाने के स्थान पर सेमीकंडक्टर क्रिस्टल के पर्त (वेफर) पर बनाया जाये तो परिपथ का भौतिक आकार बहुत छोटा हो जाता है। हालांकि छोटा होने परर भी यह वही कार्य करता है जो कि परिपथ को तार और विभिन्न पुर्जों का उपयोग करके बनाये जाने पर करता है। इस प्रकार के लघुकृत या छोटी इलेक्ट्रानिक परिपथ प्रायः एक ही किस्ट्रल पर आमतौर पर सिलिकान में इंटीग्रेटेड परिपथ या IC के रूप में बनाये जाते हैं। इंटीग्रेटेड परिपथ (IC) हजारों सक्रिय पुर्जे जैसे-ट्रांजिस्टर डायोड और अक्रिय पुर्जे जैसे प्रतिरोध और केपेसिटर को कुछ विशिष्ट क्रम में रखा जा सकता है। ये पूर्व निर्धारित अनुसार कार्य करते हैं जैसे कि वोल्टेज रेगुलेटर प्रवर्द्धक (amplifier) या दोलित एवं अन्य इसी प्रकार।

इंटीग्रेटेड सर्किट का वर्गीकरण (Classification of Integrated circuits): इंटीग्रेटेड परिपथ को कई प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है हालांकि सबसे अधिक लोकप्रिय वर्गीकरण निम्नानुसार है:

1 परिपथ के आधार पर प्रकार

- i एनालॉग IC - उदाहरण: एम्प्लीफायर IC, वोल्टेज रेगुलेटर IC आदि।
- ii डिजिटल IC - उदाहरण: डिजिटल गेट्स, फ्लीप-फ्लोप, एड्स आदि।

2 बने हुए IC में लगे ट्रांजिस्टर की संख्या के आधार पर

- i स्माल स्केल इंटीग्रेशन (SSI) - 1 से 10 ट्रांजिस्टर से बना हो।
- ii मीडियम स्केल इंटीग्रेशन (MSI) - 10 से 100 ट्रांजिस्टर से मिलकर बना हो।
- iii लार्ज स्केल इंटीग्रेशन (LSI) - 100 से 1000 ट्रांजिस्टर से मिलकर बना हो।
- iv व्हेरी लार्ज स्केल इंटीग्रेशन (VLSI) - 1000 और उससे अधिक।

3 उपयोग किये गए ट्रांजिस्टर के प्रकार के आधार पर

- i बाईपोलर - इलेक्ट्रान और होल करंट दोनों वाहक होते हैं।
- ii मेटल ऑक्साइड सेमी कंडक्टर (MOS) - इलेक्ट्रॉन या होल करंट।
- iii कम्पलीमेंटरी मेटल ऑक्साइड सेमी कंडक्टर (CMOS) - इलेक्ट्रॉन या होल करंट।

नोट: MOS और CMOS ट्रांजिस्टर के अन्य प्रकार हैं और प्रशिक्षणार्थियों से अनुरोध किया जाता है कि आगे के संदर्भ के लिए किसी मानक इलेक्ट्रॉनिक पुस्तक का उपयोग करें।

IC कई प्रकार के आकार और पैकेज में उपलब्ध है कुछ सामान्य पैकेज हैं:

- डुअल इन द पैकेजेस (DIP)
- सिंगल इन द पैकेजेस (SIP) और
- मेटल कैन पैकेजेस

IC हीट सींक के साथ दिए गए IW की अपेक्षा अधिक पॉवर सहन कर सकता है।

इंटीग्रेटेड सर्किट का विविक्त परिपथ की अपेक्षा लाभ (Advantages of integrated circuits over discrete circuit) (टेबल 1 देखें)

टेबल 1

इंटीग्रेटेड सर्किट	विविक्त सर्किट
लाभ	
1 सभी एक ही चाप में होते हैं	सभी विविक्त पुर्जे अलग-अलग होते हैं।
2 आकार छोटा होने के कारण कम स्थान की आवश्यकता होती है।	अधिक स्थान की आवश्यकता हो होती है।
3 बड़े पैमाने पर निर्माण के कारण सस्ते होते हैं।	पृथक पुर्जों के कारण महंगे होते हैं।
4 विशिष्ट संरचना के कारण अधिक विश्वसनीय होते हैं।	कम विश्वसनीय हैं।
5 सेवा प्रकार्य और मरम्मत आसान होता है।	सेवा प्रकार्य और मरम्मत कठिन होता है।

हानियाँ	
1 IC में विशिष्ट अनुप्रयोग के लिए विशिष्ट परिपथ बनाए जाते हैं।	विवक्ति परिपथ किसी भी डिवाइस में उपयोग किया जा सकता है।
2 यदि IC का एक भाग खराब हो जाता है तो पूरा IC बदलना पड़ता है।	केवल खराब हुए विशेष पुर्जे को बदलने की आवश्यकता होती है।

जब लाभ पर विचार करते हैं तो IC की हानियाँ उपेक्षणीय हैं। ये अधिकतर विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों जैसेः- वोल्टेज रेगुलेटर ऑडियो एम्प्लीफायर टी.वी. सर्किट्स, कम्प्यूटर्स, इंडस्ट्रियल एम्प्लीफायरर्स आदि में उपयोग किया जाता है। IC विभिन्न परिपथ के लिए विभिन्न उचित वाह्य आरेखों में विभिन्न पिन संरचना में उपलब्ध होते हैं।

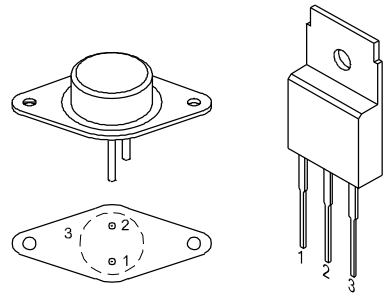
इंटीग्रेटेड सर्किट (IC) वोल्टेज रेगुलेटर्स (Integrated circuit (IC) voltage regulators): सीरीज वोल्टेज रेगुलेटर जिसकी चर्चा पिछले अध्याय में की गई है। वे इंटीग्रेटेड सर्किट के रूप में उपलब्ध है। ये वोल्टेज रेगुलेटर IC के रूप में जाने जाते हैं।

वोल्टेज रेगुलेटर IC के दो प्रकार हैं। वे हैं,

- फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर्स IC
- एडजस्टेबल आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC

फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC (Fixed output voltage regulator ICs): फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC के नवीनतम उत्पाद में केवल तीन पिन Fig 1 के समान होते हैं। ये या तो धनात्मक या ऋणात्मक रेगुलेटर DC आउटपुट वोल्टेज प्रदान करने के लिए तैयार किये जाते हैं।

Fig 1



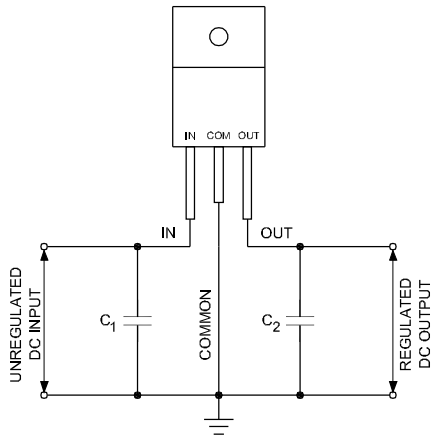
3 PIN IC REGULATOR

ELN417211

ये IC उन सभी पुर्जों को लगाकर बने होते हैं और छोटे पैकेज में उनसे भी अधिक पुर्जे वाले होते हैं। ये Fig 1 में है। जब ये IC वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में प्रयोग किये जाते हैं तो उसमें दो छोटे कैपेसिटर के अलावा अन्य पुर्जों की आवश्यकता नहीं होती है। (Fig 2)

कैपिसटर C_1 के उपयोग के पीछे कारण यह है कि जब वोल्टेज रेगुलेटर IC फिल्टर केपेसिटर से कुछ इंच बड़ा हो तब लीड का इंडक्टेंस IC में दोलन उत्पन्न कर सकता है केपेसिटर C_1 इस प्रकार के दोलन की स्थापना को रोकता है बाई पास केपेसिटर C_1 के मान की सीमा 0.220μF से 1μF तक होती है। यह ध्यान देना महत्त्वपूर्ण है कि C_1 को IC के उतना अधिक नजदीक संयोजित किया जाये जितना अधिक संभव हो।

Fig 2



ELN417212

केपेसिटर C_2 का उपयोग रेगुलेटर आउटपुट वोल्टेज के परिवर्तनशील व्यवहार को सुधारने के लिए किया जाता है। केपेसिटर C_2 इन परिवर्तनशील उत्पादों को ऑन/ऑफ की अवधि में बाईपास कर देता है। केपेसिटर C_2 का मान सीमा 0.1μF से 10μF तक होती है।

फिक्स्ड वोल्टेज तीन टर्मिनल रेगुलेटर विभिन्न आउटपुट वोल्टेज (जैसेः-5V, 9v, 12V, 24V) के लिए अलग-अलग IC निर्माताओं द्वारा उपलब्ध है जिसमें अधिकतम लोड करंट रेटिंग 100mA से 3A तक होती है।

सबसे अधिक लोकप्रिय तीन टर्मिनल IC रेगुलेटर हैं,

1 LMXXX-X श्रंखला

उदाहरण: LM320-5, LM320-24 आदि।

2 78XX और 79XX श्रंखला

उदाहरण: 7805, 7812, 7912 आदि।

IC विवरणिका पुस्तक में लोकप्रिय तीन टर्मिनल रेगुलेटर की एक सूची दी गई है।

तीन टर्मिनल IC रेगुलेटर्स का विशेष विवरण (Specifications of three terminal IC regulators): समझने में सरलता के लिए हम तीन टर्मिनल IC μA7812 पर विचार करते हैं। नीचे दी गई टेबल 2 में μA7812 का विशेष विवरण सूचीबद्ध है।

टेबल 2

मापक Parameter	न्यूनतम Min.	प्रकार Type.	अधिकतम Max.	इकाईयाँ Units
आउटपुट वोल्टेज	11.5	12	12.5	V
आउटपुट रेगुलेशन		4	120	mV
शार्ट सर्किट आउटपुट करंट			350	mA
ड्राप आउट वोल्टेज			2.0	V
रिपल रिजेक्शन	55	71		dB
पीक आउटपुट करंट		2.2		A

आउटपुट वोल्टेज (Output voltage): यह विवरण IC से प्राप्त किए जा सकने वाले रेगुलेटेड DC आउटपुट वोल्टेज को दर्शाता है। यह देखा जा सकता है कि निर्माता ने ऊपर दिए गए सारणी में प्रारूप विवरण में न्यूनतम और अधिकतम वोल्टेज का विवरण दिया है। जब IC कार्य करता है, तब यह विशिष्ट मान ग्रहण करता है। जो सामान्य इनपुट और लोड कंडीशन पर होते हैं।

आउटपुट रेगुलेशन **(Output regulation):** यह निर्धारित अधिकतम लोड कंडीशन पर आउटपुट वोल्टेज में हो सकने वाले परिवर्तन को दर्शाता है। उदाहरण के लिए µA7812 IC में आउटपुट वोल्टेज इसके निर्धारित 12V DC से 4mV परिवर्तित हो सकती है जबकि निर्धारित विशिष्ट लोड करंट 2.2A।

शार्ट सर्किट आउटपुट करंट (Short circuit output current): यदि आउटपुट शार्ट हो जाता है, तो यह शार्टेड करंट I_{SC} को दर्शाता है। µA7812 में जब आउटपुट टर्मिनल शार्ट होता है तब आउटपुट करंट 350mA तक सीमित है।

इस रेगुलेटर का उपयोग फोल्डबेक करंट सीमित करने के लिए किया जा सकता है।

ड्राप आउट वोल्टेज (Drop out voltage): उदाहरण के लिए µA7812 में जिसका आउटपुट वोल्टेज +12V रेगुलेटर के लिए अनरेगुलेटेड DC वोल्टेज आउटपुट वोल्टेज की अपेक्षा उच्च होना चाहिए। विवरण में दिया गया ड्रापआउट वोल्टेज IC के रेगुलेटर की तरह प्रचालन के लिए इनपुट और आउटपुट वोल्टेज के बीच के धनात्मक अंतर को दर्शाता है। उदाहरण के लिए µA7812 में इनपुट अनरेगुलेटेड वोल्टेज रेगुलेटेड DC आउटपुट वोल्टेज 12V से कम से कम 2V अधिक होना चाहिए अर्थात् µA7812 के लिए इनपुट कम से कम 14V होना चाहिए।

IC के इनपुट और आउटपुट सिरों पर वोल्टेज का अंतर बहुत अधिक ज्यादा भी नहीं होना चाहिए क्योंकि इससे अनचाहा शक्ति खपत होता है। अंगूठा नियम (thumb rule) के अनुसार रेगुलेटर के इनपुट वोल्टेज को अधिकतम रेगुलेटर के आउटपुट वोल्टेज के दो गुना तक प्रतिबंधित किया गया है। उदाहरण के लिए µA7812 के लिए अनरेगुलेटेड वोल्टेज 14V से अधिक और 24V से कम होना चाहिए।

– रिपल रिजेक्शन

  यह इनपुट और आउटपुट के बीच रिपल रिजक्शन के अनुपात को दर्शाता है इसे डेसीबल में व्यक्त किया जाता है,

– पीक आउटपुट करंट

यह अधिकतम आउटपुट या लोड करंट को दर्शाता है जो प्रवाहित हो सकता है। इस निर्धारित अधिकतम करंट के ऊपर IC के सुरक्षा की गारंटी नहीं होती है।

IC के टाइप नंबर से आउटपुट वोल्टेज निर्धारित अधिकतम करंट की पहचान करना (Identification of output voltage and rated maximum load current from IC type number)

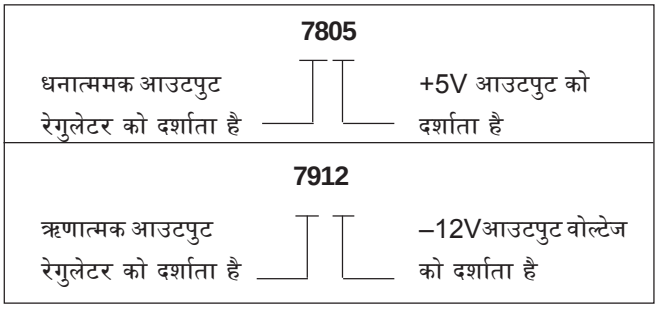
– 78XX और 79XX श्रृंखला 3 टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर हैं।

– सभी 78XX श्रृंखला धनात्मक आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर हैं।

– सभी 79XX श्रृंखला ऋणात्मक आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर हैं।

पद XX निर्धारित आउटपुट रेगुलेटर वोल्टेज को दर्शाता है।

उदाहरण



यह नोट करना महत्त्वपूर्ण है कि 78 XX/ 79XX श्रृंखला के विभिन्न निर्माता जैसे फेयर चाइल्ड (MA/Mpc), मोटोरोला, सिग्नेटिक्स (SS) तीन पिन रेगुलेटर के निर्धारित अधिकतम करंट को दर्शाने के लिए थोड़ा अलग कोडिंग योजना अपनाते हैं। IC के इसी प्रकार की एक योजना नीचे दी गई है।

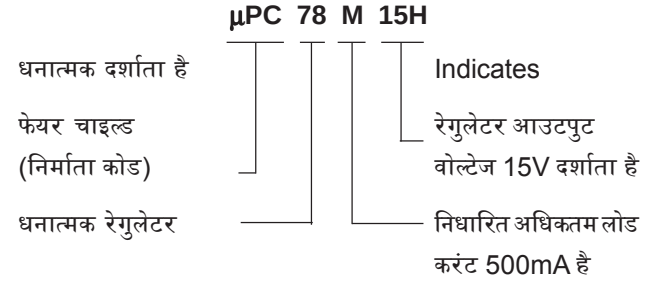
78LXX - L निर्धारित अधिकतम लोड करंट 100mA के रूप में दर्शाता है।

78MXX - M निधारित अधिकतम लोड करंट 500mA के रूप में दर्शाता है।

78XX - 78 और XX के बीच एक अक्षर का नहीं होना निर्धारित अधिकतम लोड करंट 1A दर्शाता है।

78SXX - S निर्धारित अधिकतम लोड करंट 2amp दर्शाता है।

उदाहरण

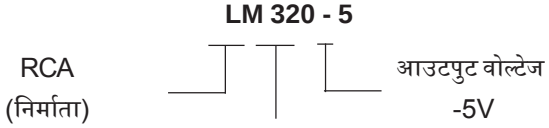


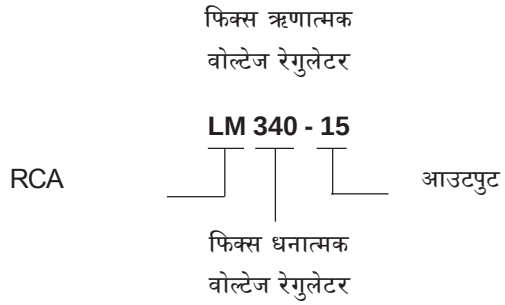
तीन टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर की LM 3XX श्रृंखला (LM 3XX series of 3 terminal voltage regulators): LM श्रृंखला के तीन टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर के विवरण को ज्ञात करने के लिए इसके विवरणिका का संदर्भ लेने की सलाह दी जाती हे। हालांकि नीचे दिए गए निर्देष यह पहचान करने में सहायक होंगे कि IC फिक्स धनात्मक या फिक्स ऋणात्मक रेगुलेटर है।

LM320-X और LM320-XX → फिक्स ऋणात्मक वोल्टेज रेगुलेटर

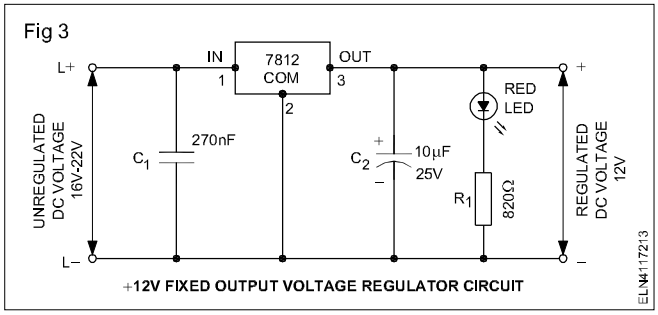
LM340-X या LM340-XX → फिक्स धनात्मक वोल्टेज रेगुलेटर

उदाहरण

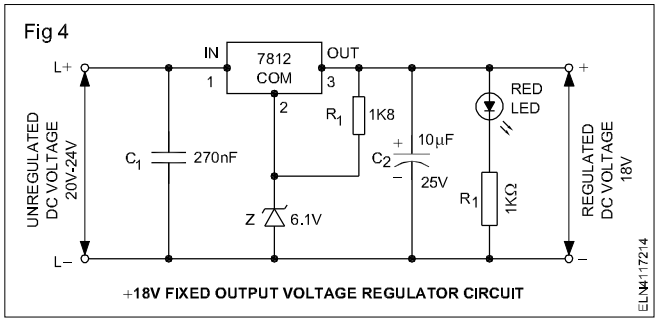




78XX और 79XX वोल्टेज रेगुलेटर का प्रयोग (Practical 78XX and 79XX voltage regulator): Fig 3 7812 का उपयोग कर एक 12V, 1A रेगुलेटर शक्ति आपूर्ति का परिपथ संयोजन दर्शाता है।

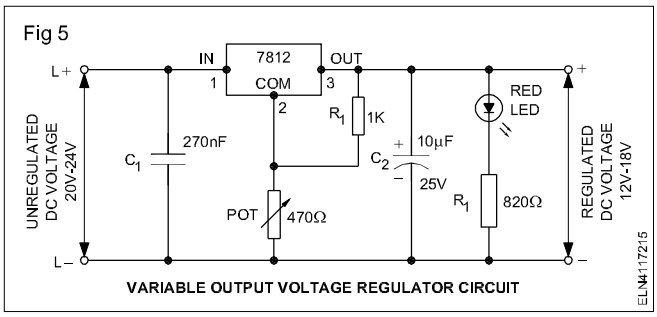


3-टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर IC का आउटपुट वोल्टेज IC के कॉमन टर्मिनल (COM) से संदर्भित है। जब कॉमन टर्मिनल को भू-संपर्किक (ग्राउण्डेड) कर दिया गया है। तब IC का आउटपुट वोल्टेज IC के पूर्व निर्धारित आउटपुट वोल्टेज के रूप में Fig 3 की तरह होगा लेकिन IC का आउटपुट वोल्टेज कॉमन टर्मिनल पर वोल्टेज बढ़ाकर उसके पूर्व निर्धारित आउटपुट वोल्टेज से अधिक बढ़ाया जा सकता है जैसा कि Fig 4 में है। 6.1V वोल्ट के जेनर डायोड के कारण IC का कॉमन टर्मिनल पर वोल्टेज पूर्व निधारित वोल्टेज से बढ़ सकता है। जैसा कि Fig 4 में है। 6.1V जेनर के कारण आउटपुट वोल्टेज होगा। 6.1V + 12V = 18.1V या 18V लगभग जैसे कि Fig 4।



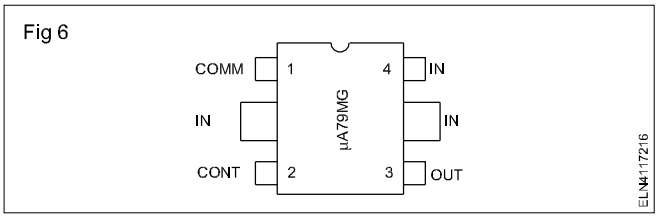
जब IC के COM टर्मिनल को Fig 2 की तरह भूसंपर्किक किया जाता है तो 78 श्रृंखला में मौन धारा (quiescent) COM टर्मिनल से ग्राउण्ड की ओर प्रवाहित होता है जो लगभग 8µA है। इस धारा का मान घटता है जैसे-जैसे लोड धारा बढ़ता है जब जेनर को Fig 4 की तरह कॉमन टर्मिनल से जोड़ा जाता है यह सुनिश्चित करने के लिए कि यह हमेशा रिवर्स ऑन स्थिति में है, प्रतिरोध R_1 का उपयोग किया जाता है यदि R_1 = 1.8K , I_z का मान 7mA होगा जो कि जेनर को हमेशा ऑन रखने के लिए पर्याप्त है।

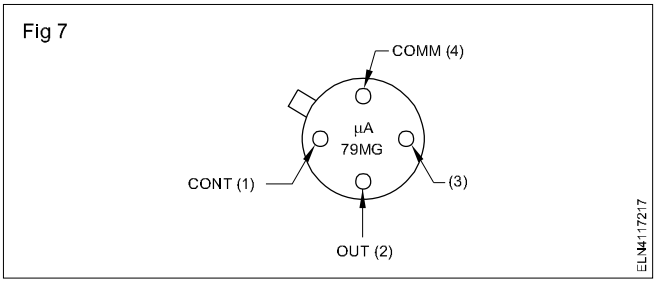
Fig 5 एक परिवर्तनशील आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर को दर्शाता है परिवर्तनीय संदर्भित वोल्टेज कॉमन टर्मिनल पर POT का उपयोग करके प्राप्त किया जाता है।

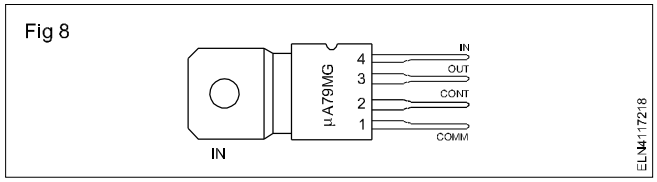


चार-टर्मिनल रेगुलेटर्स (Four-terminal regulators): ये समायोजित किये जा सकने वाले आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर है और धनात्मक और ऋणात्मक रेगुलेटर के रूप में भी उपलब्ध है। इन IC में आंतरिक संदर्भित वोल्टेज होता है और ये आंतरिक रूप से थर्मल ओवर लोड और शार्ट सर्किट से सुरक्षित होते हैं। सारणी 1 बहुत सामान्य IC का महत्त्वपूर्ण विवरण प्रदान करता है।

Fig 6 से 8 सामान्य उपयोग किए जाने वाले वोल्टेज रेगुलेटर और उसके टर्मिनल को चिह्नित करता है और Fig 9 से 11 उसके परिपथ संरचना को दर्शाता है।







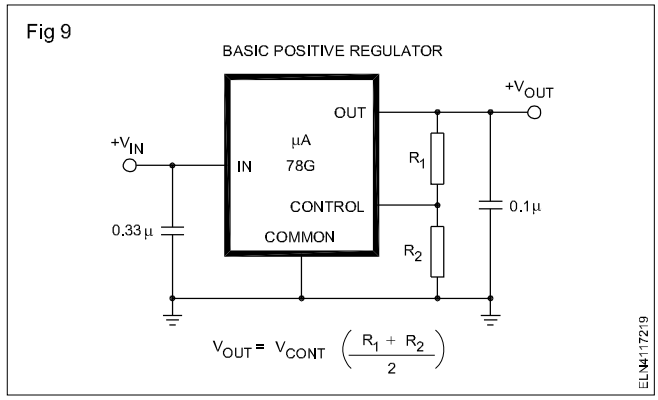


Fig 10

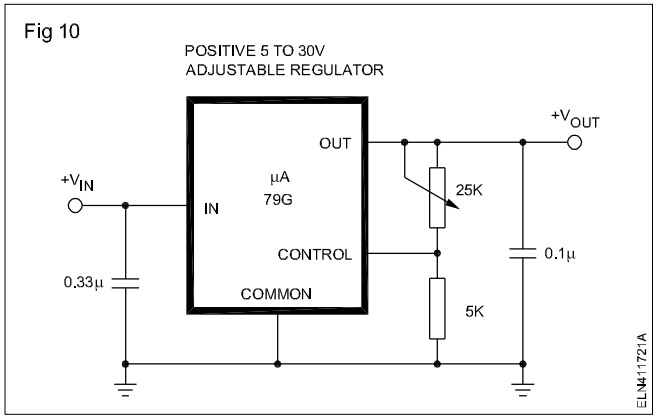
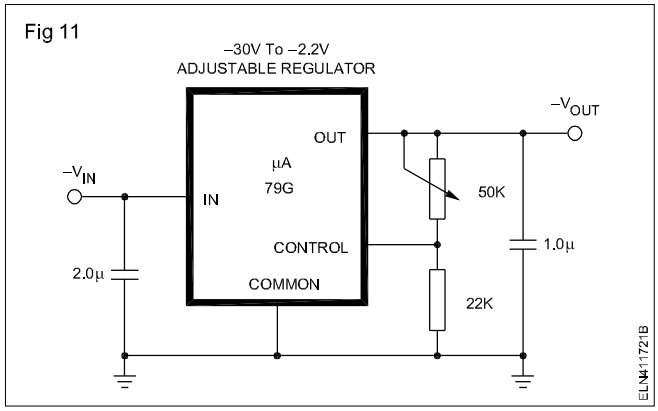


Fig 11



टेबल 3

चार टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर का विवरण

क्रं. सं.	आई सी	MA 78G	MA78MG	MA79G	MA79MG
1	इनपुट वोल्टेज सीमा	7.5V to 40V	7.5V to 40V	–7V to –40V	–7V to –40V
2	आउटपुट वोल्टेज सीमा	5V to 30V	5V to 30V	–2.23V to –30V	–2.23V to –30V
3	लाइन रेगुलेशन	← सभी के लिए 1% से अच्छा →			
4	लोड रेगुलेशन	← सभी के लिए 1% से अच्छा →			
5	ड्राप आउट वोल्टेज	3V	3V	2.5V	2.5V
6	पीक आउटपुट करंट	2.2A	800mA	2.2A	–800mA
7	कंट्रोल पिन करंट	5μA	5μA	2 μA	2μA
8	शार्ट सर्किट करंट	750mA			100mA
9	आंतरिक संदर्भ वोल्टेज	5V	5V	2.23V	2.23V
10	रिपल रिफ्लेक्टशन {जब $[(V_{IN}) - (V_{OUT})] > 10$ V}	← 1000 से अच्छा →			

बाइनरी संख्याएँ, गेट्स और संयोजन सर्किट (Binary numbers, logic gates and combinational circuits)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डिजिटल इलेक्ट्रोनिक्स सिद्धांत और पोजिशनलन नोशन एवं वेइटेज को स्पष्ट करना**
- **डेसिमल से बाइनरी रूपान्तर तथा बाइनरी ओडोमीटर को स्पष्ट करना**
- **हेक्साडेसिमल संख्या प्रणाली को स्पष्ट करना**
- **डेसिमल को हेक्सा और हेक्सा को डेसिमल तथा BCD प्रणाली में रूपान्तरित करना**
- **ट्रूथ टेबल के द्वारा लोजिक गेट्स सिद्धांत - NOT, OR और AND गेट्स स्पष्ट करना**
- **ट्रूथ टेबल और लोजिक पल्सर के द्वारा संयुक्त गेट्स - NAND, NOR को स्पष्ट करना।**

परिचय (Introduction)

जब हम 'संख्या' शब्द सुनते हैं तो तुरन्त (immediately) हम डेसिमल डिजिट (decimal digit) 0, 1, 2... 9 को सोचते हैं और उनके संयुक्त (combination) को रिकॉल (recall) करते हैं । अंकीय पारिपथों (digital circuits) डेसीमल संख्याओं के तरीके से नहीं करते हैं । इसकी जगह पर वे बाइनरी संख्याओं के साथ काम करते हैं । जिसमें केवल '0' और '1' का प्रयोग करते हैं । बाइनरी संख्या पद्धति और डिजिटल कोड अंकीय इलेक्ट्रानिक्स के फण्डामेन्टल होते हैं । लेकिन लोग बाइनरी संख्या के साथ काम करता पसन्द नहीं करते हैं क्योंकि वे बहुत लम्बे होते हैं जब लार्जर डेसीमल क्वान्टिटीज को दर्शाना होता है । अंतः अंकीय कोड (digital codes) जैसे ऑक्टल हेक्साडेसीमल तथा बाइनरी कोड डेसीमल का अधिकतम प्रयोग बाइनरी संख्याओं की लम्बी स्टिंग को कम करने (compress) के लिए प्रयोग करते हैं ।

बाइनरी संख्या पद्धति 1 और 0 है । अतः इस संख्या पद्धति में डिजिटल इलेक्ट्रानिक्स को सही माना गया है ।

डेसीमल संख्या पद्धति का अधिकतम प्रयोग संख्या पद्धति में किया गया है । इसका प्रयोग 10 विभिन्न प्रकार के चरित्रों से संख्याओं का मान दिखाने के लिए किया गया है । इस पद्धति का बेस (आधार) 10 होता है । संख्या पद्धति (number system) का आधार विभिन्न प्रकार के चरित्रों (characters) के द्वारा कैसे प्रयोग किये गये हैं । गणितीय टर्म में एक संख्या पद्धति के लिए आधार रैडिक्स (radix) होता है ।

डेसीमल संख्या पद्धति में चरित्रों का प्रयोग 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 किया गया है।

पोजीशनल नोटेशन तथा वेटेज (Positional Notation and weightage)

एक डेसीमल इंटीजर (decimal integer) के मान को यूनिटों, दस (tens), सौ (hundred), एक हजार (thousands) और इसी प्रकार आगे जैसे उदाहरण डेसीमल संख्या 1967 को इस प्रकार भी लिख सकते हैं -

				$1 \times 10^3 = 1000$
10^3	10^2	10^1	10^0	$9 \times 10^2 = 900$
				$6 \times 10^1 = 60$
1	9	6	7	$7 \times 10^0 = 7$
				1967

i.e. $[1967]_{10} = 1(10^3) + 9(10^2) + 6(10^1) + 7(10^0)$

इस दशमलव संख्या पद्धति (decimal number system) में एक उदाहरण की स्थिति का नोटेशन है । प्रत्येक डिजिट की स्थिति एक भार (weightage) प्रत्येक डिजिट के बढ़ने के लिए क्रम 10^o, 10^1, 10^2, 10^3 आदि महत्वपूर्ण (significant) डिजिट से शुरुवात करें ।

डिजिट के जोड़ को उसके दिये गये पूरे भार से गुणा करके पूरी मात्रा (amount) को प्रदर्शित करें ।

इसी प्रकार से, बाइनरी संख्या को भार (weightage) के रूप में लिख सकते हैं ।

डेसीमल के बराबर देगा, तब भार की स्थिति को इस प्रकार लिखेंगे ।

$$[1010]_2 = 1(2^3) + 0(2^2) + 1(2^1) + 0(2^0)$$
$$= 8 + 0 + 2 + 0$$
$$[1010]_2 = [10]_{10}$$

कोई बाइनरी संख्या को डेसीमल संख्या में स्थिति वेटेज तरीके के द्वारा बदल सकते हैं ।

डेसीमल से बाइनरी में बदलना (Decimal to binary conversion)

जैसा कि दिखाया गया है दिये गये डेसीमल संख्या को 2 से भाग देते हैं और शेषफल (remainder) को लिखते हैं जब भागफल (quotient) जीरो (zero) हो ।

उदाहरण :

	0		
2	1	1	⟶ MSB
2	2	0	
2	4	0	
2	8	0	
2	17	1	
2	34	0	⟶ LSB

प्रत्येक डिविजन के द्वारा उत्पन्न हुये शेषफल से बाइनरी संख्या मिलती है। पहला शेषफल होता है और आखिरी शेषफल बाइनरी संख्या का होता है।

Therefore, $[34]_{10} = [100010]_2$

बाइनरी संख्या की गिनती (Counting binary number)

बाइनरी संख्या को कैसे काउन्ट करते हैं यो समझते है, माना एक चक्कर मापी अथवा मीलमापी (odometer) (एक कार का किलोमीटर इंडीकेटर) (km indicator of a car) डेसीमल संख्या के साथ काउन्ट करते हैं।

एक नयी कार का चक्कर मापी (odometer) 0000 रीडिंग के साथ शुरू होता है । 1 किलोमीटर चलने के बाद रीडिंग 0001 होती है ।

सक्सेसिव किलोमीटर 0002, 0003 और इसी प्रकार 0009 उत्पन्न करती है।

आखिरी में 10 किलोमीटर पर, यूनिट व्हील (unit wheel) वापस 1 से 0 पर लौटता है, इस व्हील बल से 10 व्हील 1 से एडवांस होता है । इसका मतलब जब संख्या से में बदलती है तब व्हील यूनिट से रीसैट होती है और कैरी को टेन्स व्हील पर भेजती है । माना इसी प्रकार फैमिलर एक्शन को रिसैट कर और कैरी को रिकॉल करते हैं । चक्करमापी का दूसरा चक भी रिसैट कर कैरी करता है ।

99 किलोमीटर करने के बाद चक्कर 0999 मापी दिखाता है । अगले किलोमीटर के बाद, यूनिट व्हील रिसैट और कैरी करता है, टेन्स व्हील भी यही कार्य करता है, सौ व्हील भी रिसैट और कैरी करता है और 1000 हजार व्हील 1 के द्वारा 01000 रीडिंग पाता है ।

बाइनरी ऑडोमीटर (Binary odometer)

बाइनरी चक्करमापी, एक युक्ति है जोकि व्हील के केवल दो डिजिट 0 और 1 हैं । जब प्रत्येक व्हील घूमता है 0 और 1 तथा तब 0 से पीछे होता है और यही चक्र बार बार दोहराता है । एक चार डिजिट बाइनरी चक्कर मापी 0000 के साथ शुरू होता है ।

1 किलोमीटर के बाद, यह 0001 प्रदर्शित करता है ।

अगले किलोमीटर फोर्स यूनिट व्हील से रिसैट करके और कैरी को भेजता है । इसलिए संख्यायें 0010 से बदलती है ।

3rd किलोमीटर का निष्कर्ष 0011 होता है ।

4km के बाद, यूनिट व्हील रिसैट करके और कैरी भेजता है, दूसरा व्हील रिसैट और दूसरी कैरी तथा तीसरा व्हील 1 अग्रिम (advance) करता है अतः यह 0100 सूचकांक करता है ।

नीचे सारणी में देखें सभी बाइनरी संख्याओं 0000 से 1111 के बराबर से डेसीमल 0 से 15 होता है ।

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

बाइनरी संख्याओं का जोड़

जोड़	कैरी
0 + 0 = 0	0
1 + 0 = 1	0
0 + 1 = 1	0
1 + 1 = 0	1 (1 + 1 बराबर जीरा)

उदाहरण : 1

```
   1 0
+  1 1
------
 1 0 1
```

उदाहरण : 2

1 + 1 + 1 = 1

```
   1
 + 1
```

(One plus one plus one is equal to one with carry one)

```
  10
+  1
----
  11
```

हेक्साडेसीमल संख्या पद्धति (Hexadecimal number system): हेक्साडेसीमल पद्धति में 16 चरित्र (characters) होते हैं । वे 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F होते हैं । जहाँ A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15 डेसीमल में होता है । इस पद्धति का आधार 16 होता है । यह पद्धति मुख्यतः कम्प्यूटर के लिए प्रोग्राम को डेवलेप करने में प्रयोग की जाती है ।

उदाहरण

$[23]_{16} = [35]_{10}$; $16^1 \times 2 + 16^0 \times 3 = 32 + 3 = 35$;

$[2C]_{16} = [44]_{10}$;$16^1 \times 2 + 16^0 \times 12 = 32 + 12 = 44$;

डेसीमल को हेक्सा डेसीमल में बदलना (Decimal to hexadecimal conversions)

डेसीमल से हेक्सा डेसीमल में कन्वर्जन बाइनरी कन्वर्जन के जैसे ही है केवल अन्तर सिर्फ इतना है कि डेसीमल नम्बर के आधार 16 से भाग देते है और शेषफल (remainder) को लिखते हैं ।

	0		
16	1	1	⟶ MSB
16	27	11	or B
16	432	0	⟶ LSB

$[432]_{10} = [1B0]_{16}$

हेक्साडेसीमल को डेसीमल में बदलना (Hexadecimal to Decimal)

इस कन्वर्जन को पोजीशन नोटेशन को रखकर भी कर सकते हैं ।

उदा : $223A_{16} = 2 \times 16^3 + 2 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + A \times 16^0$

$= 2 \times 4096 + 2 \times 256 + 3 \times 16 + 10 \times 1$

$= 8192 + 512 + 48 + 10$

$= 8762_{10}$

बाइनरी कोडेड डेसीमल (BCD (Binary Coded Decimal))

बाइनरी कोडेड डेसीमल प्रत्येक डेसीमल डिजिट के साथ बाइनरी कोड दिखाने का तरीका है, केवल 10 कोड ग्रुप बाइनरी कोड डेसीमल पद्धति में है । यह एक बहुत सरलता से डेसीमल से BCD पद्धति में बदला है । क्योंकि डेसीमल पद्धति का प्रयोग पढ़ने और लिखने के लिए करते है, बीसीडी कोड एक बहुत अच्छा इन्टरफेरेन्स से बाइनरी पद्धति में उपलब्ध कराता है । विद्युत परिपथ अंतरफलक का उदाहरण की पैड इनपुट और डिजिटल रीडआउट है ।

8421 कोड (8421 code)

8421 कोड एक बाइनरी कोड डेसीमल प्रकार का कोड है, बाइनरी कोड डेसीमल का मतलब प्रत्येक डेसीमल डिजिट 0 से 9 को एक बाइनरी कोड के 4 बिट्स के द्वारा प्रदर्शित करता है । 8421 का काम बाइनरी वेटेज को 4 बिट्स (2^3, 2^2, 2^1, 2^0) से दर्शाता है । 8421 के बीच कन्वर्जन कोड संख्या और डेसीमल संख्या के मुख्य लाभ इस कोड के द्वारा कन्वर्जन करता है । आप सभी को दस बॉइनरी संयोजन याद है जोकि दस डेसीमल डिजिट को दर्शाते हैं सारणी 1 में देखें ।

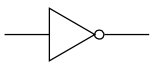
डेसीमल डिजिट	0	1	2	3	4
BCD	0000	0001	0010	0011	0100
डेसीमल डिजिट	5	6	7	8	9
BCD	0101	0110	0111	1000	1001

8421 कोड प्री-डोमिनेन्ट बीसीडी कोड है और जब हम बीसीडी के आधार पर करते हैं, तो हम सदैव 8421 कोड का मतलब जबतक दूसरा स्टेट ना हो ।

इन्वर्टर (नॉट गेट) (Inverters (NOT Gate))

एक इन्वर्टर एक गेट होता है इसमें केवल एक इनपुट सिग्नल और एक ही आउटपुट सिग्नल होता है इसका आउटपुट सदैव इनपुट स्टेट के उल्टा होता है । Fig 1 में लॉजिक चित्र को देखें ।

Fig 1

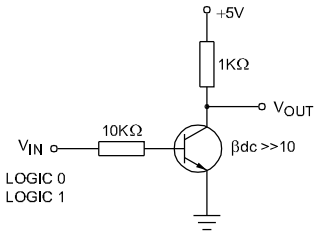


ELN4117311

ट्रान्जिस्टर इन्वर्टर (Transistor inverter)

Fig 2 में ट्रान्जिस्टर इन्वर्टर परिपथ को देखें । परिपथ एक कॉमन एमीटर एम्प्लीफायर जिसे सचुरेशन रीजन (saturation region) अथवा कट ऑफर रीजन (outoff region) के इनपुट वोल्टेज पर निर्भर करता है । जब इनपुट वोल्टेज V_{in} बहुत कम लेवल ट्रान्जिस्टर कटइन वोल्टेज 0.6V वोल्ट सिलिकॉन प्रकार से कम होता है ट्रांजिस्टर कट-ऑफ स्थिति में हो जाता है और कलेक्टर धारा (collector current) जीरो (zero) हो जाती है। जहाँ आऊटपुट वोल्टेज V_{out} = +5 वोल्ट जिसे अधिक लॉजिक लेवल लेता है दूसरे शब्दों में जब इनपुट वोल्टेज अधिक लेवल में होता है तो ट्रांजिस्टर सचुरेट करता है और $V_{out} = V_{sat} = 0.3$ वोल्ट अतः लो लेवल (low level).

Fig 2



TRANSISTOR INVERTER

ELN4117312

सारणी में कार्य-विधि को प्रस्तुत करना

V_{in}	V_{out}
कम (0)	अधिक (1)
अधिक (1)	कम (0)

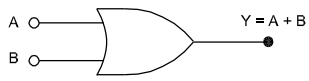
इन्वर्टर के लिए लॉजिक अनुसरण का पालनः माना इनपुट वैरिएबल 'A' और आऊटपुट वैरिएबल Y, तब आऊटपुट $Y = \overline{A}$.

OR और AND गेट सर्किट (OR and AND gate circuits)

OR गेट (OR Gate)

OR गेट में हम एक या एक से अधिक इनपुट दे सकते हैं और केवल एक ही आऊटपुट प्राप्त होता है । केवल जब सभी इनपुट जीरो होंगे तो आउटपुट थी जीरो होगा । Fig 3 में OR गेट के सिम्बल को देखें :

Fig 3



ELN4117313

OR गेट का बूलियन एक्सप्रेशन Y=A+B.

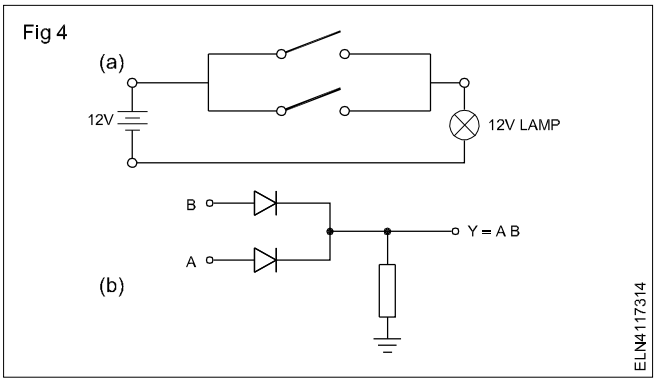
इस समीकरण को पढ़ सकते हैं Y बराबर है A या B । दो इनपुट सत्य सारणी में दिये गये हैं जो OR गेट की परिभाषा के बराबर है ।

OR गेट की सत्य सारणी

A	B	Y=A + B
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

विद्युत समतुल्य परिपथ (Electrical equivalent circuit)

Fig 4a में विद्युत समतुल्य परिपथ OR गेट का दिखाया गया है यदि कोई एक स्विच (कुंजी) बन्द होगी, तो आऊटपुट होगा ।



डायोड का प्रयोग करके OR गेट का इनपुट (2 in-put OR gate using diode)

Fig 2b वन-वे (one way) से बना एक 2-इनपुट OR गेट डायोड का प्रयोग करके बनाया गया है इनपुट A तथा B है और आउटपुट Y है ।

Assume लॉजिक 0 = 0V (कम)

लॉजिक 1 = +5V (अधिक)

दो इनपुट OR गेट जहाँ केवल चार सम्भव केस हैं;

Case 1: A कम है और B कम है । दोनों इनपुट वोल्टेज कम, दोनों डायोड सहायक अतः आउटपुट Y कम लेवल का है ।

Case 2: A कम है और B अधिक है, इनपुट वोल्टेज B अधिक है (+5V) फारवर्ड बायइ लोअर डायोड, आदर्श उत्पन्न वोल्टेज +5V (सम्भवतः +4.3V डायोड लेगा वोल्टेज डाप 0.7V वोल्ट से कन्सीडर करते हैं). अतः आउटपुट अधिक लेवल का है । इस स्थिति के दौरान, डायोड A इनपुट के रिवर्स बायर्स (reverse bias) अथवा ऑफ स्थिति से जुड़ा हुआ है ।

Case 3: A अधिक है, B कम है, इसमें case 2 के समान स्थिति है । इनपुट A पर डायोड ऑन तथा B इनपुट पर डायोड ऑफ (OFF) और आउटपुट अधिक लेवल का है ।

Case 4: A अधिक है, Y भी अधिक है दोनों इनपुट +5V हैं, दोनों डायोड फारवर्ड बायर्स होंगे तब इनपुट वोल्टेज समान्तर आउटपुट वोल्टेज +5V आदर्श [+4.3V से एक लगभग]. अतः आऊटपुट Y-अधिक लेवल पर है ।

OR गेट आई.सी. (IC) के फार्म में भी उपलब्ध हैं । IC7432 एक T.T.L OR गेट आई सी के अन्दर 4 OR गेट होते हैं ।

गेट के साधारम अनुप्रयोग (Simple application of OR gate)

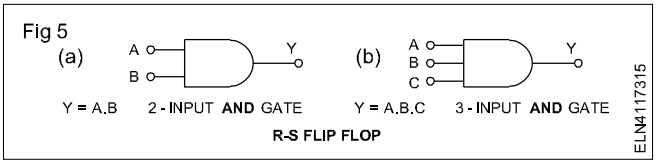
अनधिकार प्रवेश खोज (Intrusion detection)

एक अनधिकार प्रवेश खोज (intrusion detection) और अलार्म पद्धति (alarm system) में दो विन्डोज(खिड़कियाँ) और एक दरवाजा (door) होता है । सेन्सर चुम्बकीय स्विचों से एक अधिक (1) आऊटपुट उत्पन्न करते हैं जब विन्डोज और दरवाजे खुले हों और एक कम आउटपुट जब खिड़कियाँ और दरवाजे बन्द हो । लम्बे खिड़कियाँ और दरवाजे संरक्षित हो, स्विच बन्द होते हैं और सभी तीनों OR गेट इनपुट कम (low(0)) हैं । जब एक विन्डो (windows) अथवा दरवाजा (door) खुला हो, एक अधिक (हाई) (1) आउटपुट OR गेट का इनपुट उत्पन्न करता है और गेट का आउटपुट अधिक (high) हो जाता है । तब एक अलार्म परिपथ की गतिविधि (activities) अनाधिकार प्रवेश (intrusion detection) की चेतावनी देता है ।

AND गेट (AND gates)

AND गेट में दो या दो से अधिक इनपुट देते हैं लेकिन केवल एक ही आउटपुट प्राप्त होता है । सभी इनपुट सिग्नल हाई हैं तो आऊटपुट भी हाई अधिक होगा । यदि एक इनपुट लो (कम) है, तो आउटपुट भी कम (low) प्राप्त होता है ।

AND गेट का सिम्बल (symbols) 2 इनपुट के लिए और तीन इनपुट गद्येट को Fig 5a तथा 5b में देखें ।



सत्य सारणी (Truth table)

दो इनपुट AND गेट

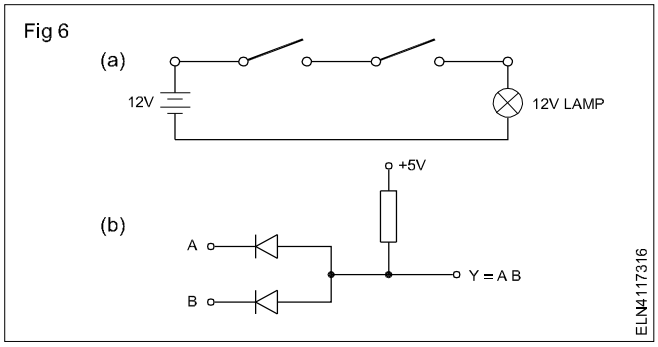
A	B	Y=AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

तीन इनपुट AND गेट

A	B	C	Y=ABC
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

एक AND गेट का विद्युत समतुल्य परिपथ (Electrical equivalent circuit of an AND gate)

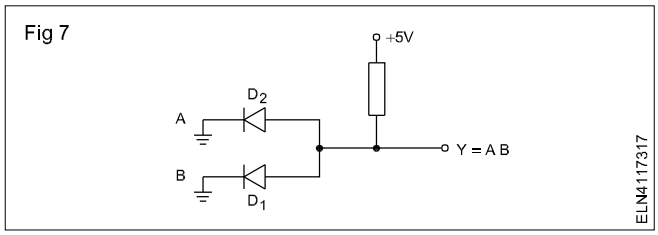
जब दोनों स्विच (कुंजियाँ) ऑफ (बन्द) होगें तब आऊटपुट उपलब्ध होता है। आई सी 7408 एक T.T.L चतुर्श AND गेट IC. (आंकड़ा पुस्तिका के पिन डायग्राम के लिए) एक AND गेट का विद्युत समतुल्य तथा AND गेट में डायोड का प्रयोग Fig 6a और 6b में देखें ।



डायोड का प्रयोग करके दो इनपुट AND गेट (Two input AND gate using diode)

स्थिति I (I condition)

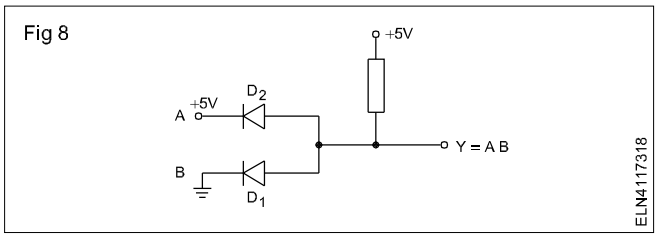
A=0, B=0, Y=0 Fig 7 में देखें ।



इस स्थिति के दौरान (I/P) इनपुट A औप B ग्राउण्ड से लॉजिक लो इनपुट से जुड़े होते हैं । इस स्थिति के दौरान दोनों डायोड कन्डक्ट और आउटपुट Y को लॉजिक - 0 (logic-0) से खींचते हैं ।

स्थिति II (II condition)

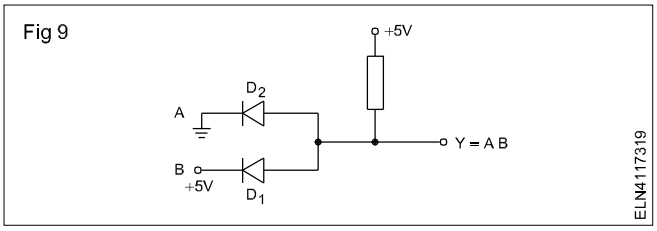
A=0, B=1, Y=0 Fig 8 में देखें ।



स्थिति II के fig में देखें । डायोड D_1 लॉजिक -0 इनपुट से जुड़ा है और डायोड D_2 +5V [लॉजिक अधिक] से जुड़ा है । डायोड D_1 फारवर्ड बायर्स (forward bias) में है और कंडक्ट (conduct) करता है । डायोड D_2 बराबर सामर्थ्य (equal potential) (+5V) पर एनोड तथा कैथोड है । अतः डायोड D2 कंडक्ट (conduct) नहीं करता है । आउटपुट Y नीचे की ओर लॉजिक 0 (logic zero) के खींचता है अतः डायोड D_1 कन्डक्टिंग (conducting) ।

स्थिति III (III condition)

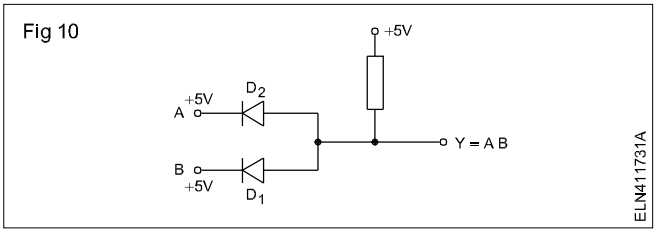
A=1, B=0, Y=0 Fig 9 में देखें ।



तीसरी स्थिति (III condition) भी दूसरी स्थिति की तरह है । डायोड D_2 फारवर्ड बायस होता है । डायोड D_1 रिवर्स बायस (reverse biased) है अतः आउटपुट Y पर लॉजिक 0 (logic-0) है ।

स्थिति IV (IV condition)

A=1, B=1, Y=1 Fig 10 में देखें ।

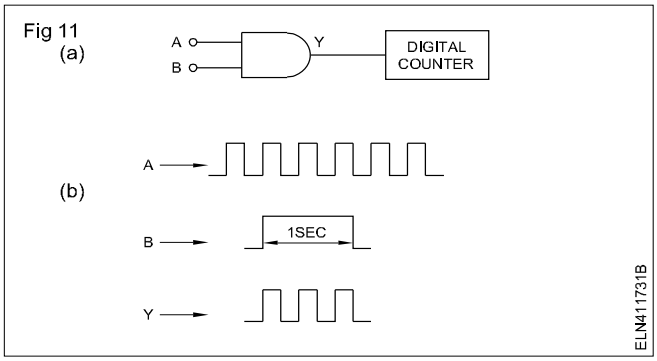


इस स्थिति में दोनों डायोड रिवर्स बायस (reverse biased) होते हैं । इसलिए दोनों डायोड खुले परिपथ (open circuit) की तरह कार्य करते हैं । अतः आउटपुट y +5V लॉजिक 1 (logic-1) स्थिति में है ।

AND गेट एक प्राप्त करने/निवास के रूप में युक्ति (AND gate as an Enable/Inhibit device)

AND गेट का कॉमन अनुप्रयोग (Common application) से प्राप्त करना (enable) (सहमति देता है) एक सिग्नल की स्वीकृति (passage) पल्स वेवफार्म (pulse waveform) एक प्वाइंट से दूसरे प्वाइंट विशेष समय (certain time) में बाँधा डालता है (inhibit) रोकता है (prevent) ।

Fig 11a AND गेट एक सिग्नल की स्वीकृति को कन्ट्रोल करके वेवफार्म A से एक अंकीय काउन्टर है । इस परिपथ का कार्य यह है कि वेवफार्म A की फ्रीक्वेशी को मापता है असहमत पल्स 1 सेकण्ड में एक विश्त जब एनेबल पल्स B पर अधिक है, वेवफार्म A काउन्टर गेट से जाती है तथा जब एनेबल पल्स कम है तो सिग्नल पास नहीं हो पाता Fig 11b में वेवफार्म को देखें।



1 सेकेण्ड समय अन्तराल में एनेबल पल्स, एक वेवफार्म A की संख्या की पल्स AND गेट के काउन्टर द्वारा पास होगी । पल्सों की संख्या काउन्टर के बराबर फ्रीक्वेंशी के वेवफार्म A के द्वारा काउन्ट (गिनती) करते हैं । उदाहरण: यदि 1000 पल्स 1 सेकण्ड समय अन्तराल में गेट से पास होती है एनेबल पल्स, तो वहीं 1000 पल्स/सेकण्ड होगा । इसका मतलब फ्रीक्वेंशी 1000Hz है ।

NOR और NAND संयोजन गेट सर्किट (Combinational gate circuits - NOR and NAND)

NOR गेट (NOR Gate)

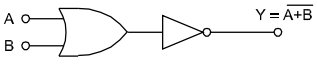
Fig 12a में आउटपुट y, कॉम्प्लीमेन्ट A OR B के बराबर है, क्योंकि परिपथ OR गेट और NOT गेट से मिलकर बना है । अधिक आउटपुट [लॉजिक -1], दोनों इनपुट कम (लो) होने चाहिए [लॉजिक - 0].

OR गेट + NOT गेट = NOR गेट

OR गेट और NOT गेट से मिलकर NOR गेट बनता है इसलिए जो OR गेट का आउटपुट होता है वो NOT गेट का इनपुट होता है ।

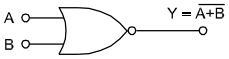
Symbol (Fig 12b) :

Fig 12(a)



ELN411731C

Fig 12(b)



ELN411731C

हम NOR गेट को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं :

NOR का आउटपुट 0 है, यदि एक इनपुट लॉजिक 1 है केवल जब दोनों इनपुट लॉजिक 0 है तो आउटपुट लॉजिक 1 है ।

सत्य सारणी Truth table

A	B	A + B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

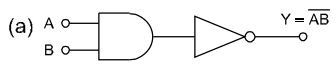
IC7402 एक टी टी एल NOR गेट आईसी है । ये 4 NOR गेट कन्टेन करती है पिन ब्यौरे के लिए, ऑकड़ा पुस्तिका को देखें ।

NAND गेट (NAND gate)

NAND गोट AND गेट और NOT गेट से मिलकर बना होता है जैसा कि Fig 13a. में दिखाया गया है इस गेट से एक लो (कम) आउटपुट (लॉजिक =0), पाते है, सभी इनपुट अधिक (हाई) होंगे तो हाई आउटपुट मिलता है, कोई एक इनपुट अथवा दोनों इनपुट कम (लो) होने चाहिए ।

Fig 13b में NAND गेट के लिए स्टैण्डर्ड सिम्बल को देखें । इन्वर्टर त्रिभुज हटाकर और नॉट को AND-गेट के आउटपुट पर लगायें ।

Fig 13



ELN411731D

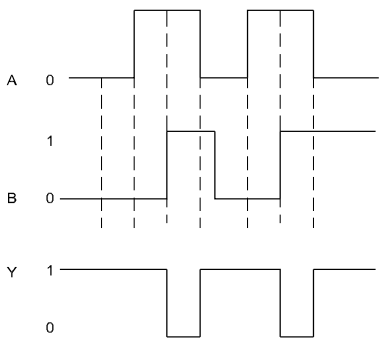
NAND गेट के लिए सत्य सारणी

A	B	$Y = \overline{AB}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

पल्सड् ऑपरेशन (Pulsed operation)

आउटपुट वेवफार्म Y कम (low) है जब केवल समय अन्तराल दोनों इनपुट A और B अधिक (हाई) है । टाइमिंग Fig 14 में देखें ।

Fig 14

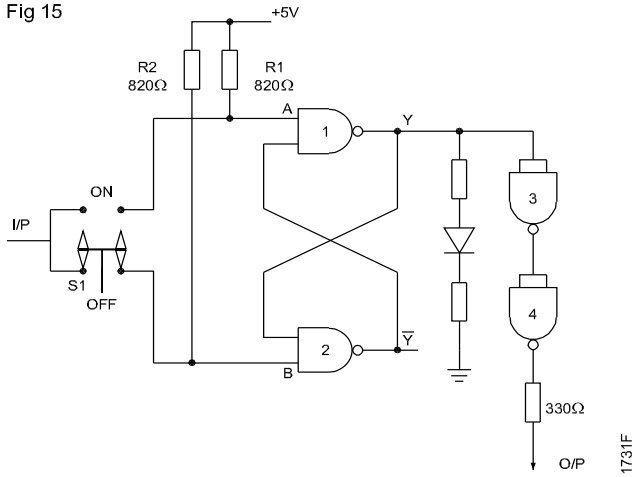


ELN411731E

लॉजिक पल्सर (Logic pulser)

Fig 15 में लॉजिक पल्सर के चित्र को देखें । NAND गेट का परिपथ डिबाउन्सर परिपथ(dibouncer circuit) के साथ जुड़ा है और इसका आउटपुट डबल इन्बटर (Double inver) है । LED, पल्स के ऑन, ऑफ स्टेट को दर्शाती है ।

Fig 15



LOGIC PULSER

ELN411731F

जब स्विच S1 को नहीं दबाते हैं (ऑफ स्थिति) B इनपुट NAND गेट नम्बर 2 को ग्राउण्ड करें अतः आउटपुट लॉजिक हाई देगा यह हाई आउटपुट फीडबैक NAND गेट 1 है, NAND गेट 1 का इनपुट भी अधिक रजिस्टर R_1 (820Ω) और NAND गेट -1 का आउटपुट 'Y' कम पर है । यह लॉजिक कम आउटपुट LED में ऑफ स्थिति और यह लॉजिक कम फिर से इन्वर्टर पर लॉजिक पल्सर NAND गेट 3 के द्वारा और NAND गेट 4 के द्वारा पल्सर ट्रिप पर लॉजिक कम होता है ।

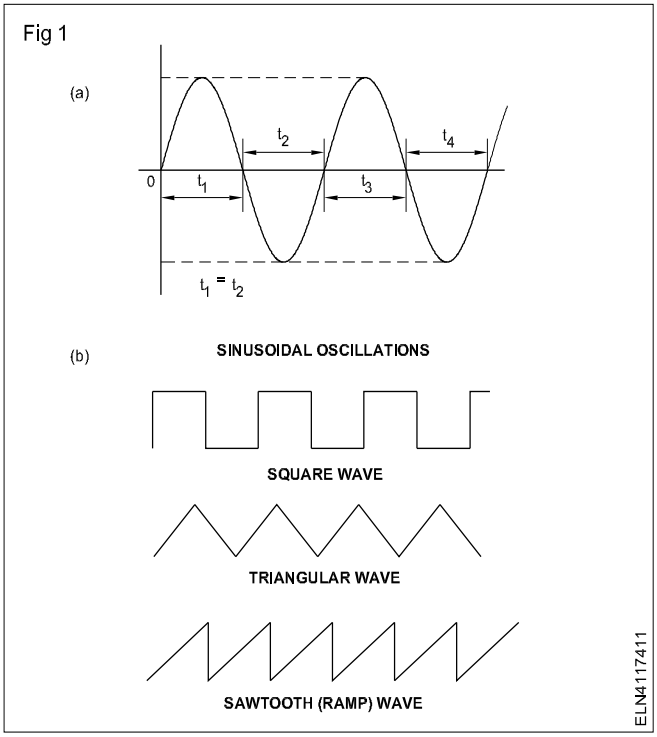
जब स्विच S1 को ऑ करते हैं, NAND गेट के इनपुट A से लॉजिक लो देगा । अतः आउटपुट NAND गेट का लॉजिक हाई होगा । लॉजिक 1 पर 'Y' आउटपुट है, इसलिए LED चमकता है और एक लॉजिक-हाई (अधिक) प्रॉब ट्रिप पर है । Y आउटपुट पर अधिक लिखें, NAND गेट 2 के इनपुट भी लॉजिक हाई पर भी और NAND गेट-2 का आउटपुट कम देता है । स्विच S1 लम्बे समय तक ऑन स्थित में है तो प्रॉब अधिक होती है । जब स्पिंग ऑप स्थिति पर जाती है और आउटपुट वापस एक लॉजिक लो स्थिति पर होता है ।

तरंग आकार-दोलित्र और मल्टीवाइब्रेटर (Wave shapes - oscillators and multivibrators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **दोलित का कार्य सिद्धांत तथा उसका गेईन स्पष्ट करना**
- **RC फेज़-शिफ्ट दोलित का वर्णन करना और आवृत्ति की संगणा करना**
- **हार्टली, कॉलपिट्स और क्रिस्टल दोलिवों की विशेषताएँ, गेइन और आवृत्ति स्पष्ट करना**
- **बाइस्टेबल और मोनोस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर का CRO का प्रयोग करते हुए कार्य सिद्धांत स्पष्ट करना।**

दोलित्र (Oscillator): दोलित्र समय के सापेक्ष नियत फैशन में परिवर्तन हाने वाली वोल्टता को उत्पन्न करने के लिये एक परिपथ है। दोलित्र के निर्गत तरंग-रूप, Fig 1a तथा Fig 1b में दर्शाये गये अनुसार समय के बराबर क्रमिक अन्तराल में की तरह से दोहराये जाते है।



दोलित्र का निर्गम तरंग-रूप, Fig 1a में दर्शाये गये अनुसार ज्यावक्रीय (sinusoidal) हो सकता है। ऐसे दोलित्र को ज्या तरंग दोलित्र या सरल आवर्ती दोलिक कहते हैं।

दोलित्र का निर्गत, Fig 1b में दर्शाये गये अनुसार वर्ग, त्रिभुजाकार या आरा-दन्त तरंग रूप का हो सकता हैं। ऐसे दोलित्र को ज्यावक्रेतर दोलित्र (non -sinusoidal) या शिथिलन (relaxation) दोलित्र कहते हैं।

पूर्व में यह वर्णन किया जा चुका है कि प्रतिसंभरण के परिणाम से प्रवर्धक को दोलित्र में बदला जा सकता है। धनात्मक प्रतिसंभरण की कल्पना करने के लिए प्रतिसंभरण के संकेत को निवेशी संकेत के साथ कला में होना चाहिये, जिससे कि वह निवेशी संकेत के साथ जुड़ जायें।

अभ्यास में, दोलित्र में निवेश संकेत होता ही नहीं है लेकिन फिर भी वह ac संकेत को उत्पन्न करता है। दोलित्र में केवल DC आपूर्ति होती है। दोलक परिपथ, dc आपूर्ति के समय स्विचन पर प्रतिरोध में उत्पन्न शोर (noise) का उपयोग करता है, तथा लगातार दोलन करता है।

दोलित्र बनाने के लिए, निम्नलिखित वाछंनीय है;

– एक प्रवर्धक

– एक परिपथ जो निर्गत से निवेशी पर धनात्मक पुनः निवेशन (feed-back) उपलब्ध करें।

पुनः निवेशन के साथ प्रवर्धक की लब्धि निम्नानुसार व्यक्त की जाती है,

$$A_{vf} =$$

kA_V को प्रवर्धक का पाश लब्धि कहते है। प्रर्वधक की स्थिति में जब kA_V के साथ लगा चिन्ह ऋणात्मक हो तो, हर का मान 1 से अधिक होता है। तथा इसलिए Avt का मान सदैव A_V से कम होगा (ऋणात्मक पुनः निवेशन)। लेकिन kA_V का मान अधिक हो तो, जिससे कि वह इकाई पर पहुँचे, तथा यदि kA_V से सम्बंधित चिन्ह ऋणात्मक हो तो हर का मान एक से कम पर घटेगा, तथा इसलिए $A_{Vf,}$ A_V से अधिक होगा।

दोलित्र की स्थिति में, यदि पाश लब्धि kA_V को धनात्मक बनाया जाये अर्थात पश्च संकेत देकर (feeding back signal), जो निर्गत संकेत के साथ कला में है तो, कोई बाहरी निवेशी संकेत न होने के बाद भी निर्गत संकेत होगा। दूसरे शब्दो में प्रवर्धक को धनात्मक पुनः निवेशन से परिर्वतिर्त करके दोलित्र बनाया जाता है जिससे की वह अपने स्वयं का निवेशी संकेत को प्रदाय कर सकें।

उदाहरण (Example)

एक प्रवर्धक का पुनः निवेशन के बिना, वोलटता लब्धि ४० है। वोल्टता लब्धि ज्ञात कीजिए जब, निम्नलिखित मात्रा का धनात्मक पुनः निवेशन प्रयुक्त हो रहा है।

(i) k = 0.01 (ii) k = 0.02 (iii) k = 0.025

हल (Solution)

i) $A_{vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V} = \frac{40}{1 - 0.01 \times 40} = \frac{40}{0.6} = 66.7$

ii) $A_{vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V} = \frac{40}{1 - 0.02 \times 40} = \frac{40}{0.2} = 200$

(iii) $A_{vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V} = \frac{40}{1 - 0.025 \times 40} = \frac{40}{0} = \infty$ (Infinity)

प्रवर्धक कि लब्धि (iii) में, अनन्त हो जाती है, जब पाश की लब्धि $kA_V = +1$ हो। इसे पाश लब्धि के kA_V का क्रांतिक मान कहा जाता है। यह नोट करना महत्वपूर्ण है कि निर्गत वोल्टता अनन्त नहीं हो सकती है। इसके बदले प्रवर्धक, किसी अलग निर्गत की अवश्यकता के बिना दोलित्र कि तरह कार्य करना प्रारंभ करेगा। यदि पुनः निवेशन पथ में वरणात्मक जाल (नेटवर्क) की आवृत्ति हो तो $kA_V = 1$ की आवश्यकता, किसी एक विशिष्ट आवृत्ति पर ही पूरी हो सकती है, जैसे की दोलित्र का निर्गत एक विशिष्ट आवृत्ती पर ही ज्यावक्रीय संकेत होगा। ऐसे दोलित्रों को ज्यातरंग दोलित्र कहते है।

एक सरलतम रूप का ज्यातरंग दोलित्र, कला विस्थापन दोलित्र है। Fig 2 में RC कला विस्थापन दोलित्र का सिद्धान्त दर्शाया गया है।

Fig 2

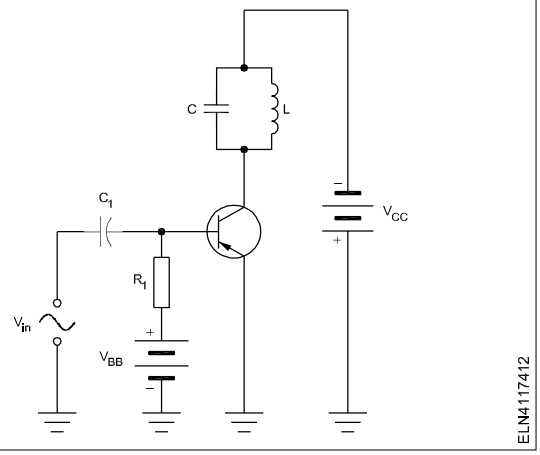


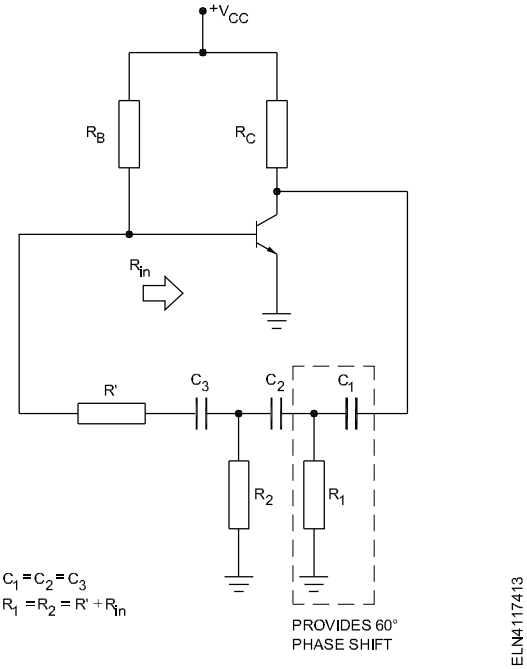
Fig 3 में दर्शाया गया पुनः निवेशन जाल (नेटवर्क) में प्रतिरोधक तथा संधारित्र होते हैं जो 180° के आवश्यक कला विस्थापन को उपलब्ध करते हैं। पुनःनिवेशन जाल में संधारित्र की उपस्थिति के कारण, पुनः निवेशन जाल को ऐसा अभिकल्पित (डिजाइन) किया जाता है, जिससे कि निम्नानुसार दिये जाने वाली विशिष्ट आवृ त्ति पर की 180° का आवश्यक कला विस्थापन उपलब्ध हो,

$$f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

दोलन होने के लिए पूर्ती होने कि दूसरी शर्त यह है की पाश लब्धि kA_V को इकाई के बराबर होना चाहिए। इस शर्त की पूर्ती करने के लिए, चिरसम्मत (classicial) जाल विश्लेपण के प्रयोग से, यह ज्ञात किया जा सकता है कि k के मान को, k = 1/29 होना चाहिए। इसलिए प्रवर्धक A_V की वोल्टता लब्धि को 1/ k से अधिक या 29 से अधिक होना चाहिए, जिससे कि kA_V, 1 के बराबर हो जाए।

ट्रांजिस्टर RC कला विस्थापन दोलित्र (Transistor RC phase shift oscillator): Fig 3 में पुनः निवेशन जाल में प्रतिरोध तथा संधारित्र के प्रयोग से एकल ट्रांजिस्टर कला विस्थापन दोलित्र दर्शाया गया है।

Fig 3



पुनः निवेशन नेटवर्क में R तथा C के तीन विभाग हैं। विशिष्ट आवृत्ति पर प्रत्येक RC विभाग 60° कला विस्थापन का उपलब्ध करता है जिसके परिणाम से 180° कला विस्थापन होता है, जो धनात्मक पुनः निवेशन के लिए आवश्यक है। यह दोलित्र के लिए अवश्यक दो शर्तों में से एक को पूर्ण करता है। Fig 3 में प्रवर्धक स्तर निवेशी प्रतिरोध R_{in} के साथ श्रेणी में पुनः निवेशन प्रतिरोध R^1 के द्वारा पुनः निवेशन संकेत युग्मित किया हुआ है। दोलित्र आवृत्ति को समायोजित करने के लिए प्रतिरोधक R^1 को परिवर्तनीय बनाया जा सकता है। R_C कला विस्थापन जाल के तीन विभागों में से प्रत्येक के लिये 60° कला विस्थापन उत्पन्न करने के लिए यह अवश्यक है कि $C_1 = C_2 = C_3$ तथा $R_1 = R_2 = R' = R_{in}$

दोलिन के लिए अवश्यक दूसरी शर्त, अर्थात पाश लब्धि kA_V को इकाई होना चाहिए, जो Fig 2 में परिपथ से पूर्ण होती है, जब परिपथ में उपयोग हुए ट्रांजिस्टर का β है

$$h_{fe} = \beta = 23 + 29\frac{R}{R_C} = +4\frac{R_C}{R} \qquad \text{.....(2)}$$

जहॉ $R_1 = R_2 = R$

जब β, समीकरण (2) से दिया न्यूनतम मान हैं या Fig 2 में परिपथ से अधिक हो तो, वह दोलन करेगा।

प्रायोगिक ट्रांजिस्टर RC कला विस्थापन दोलित्र

Fig 4 में प्रायोगिक ट्रांजिस्टर RC कला विस्थापन दोलित्र दर्शाया गया है जो, Fig 2 में दर्शाये गये के समान है।

Fig 4 में नोट करें की आवृत्ति के समायोजन के लिए उपयोग हुए प्रतिरोधक R_3 (Fig 2 में R' से व्यक्त किया गया है) RC विभाग के एक प्रतिरोधक के साथ श्रेणी में योजित है। ट्रांजिस्टर के प्रचालन के लिए आवश्यक अभिनति की स्थिरीकरण, प्रतिरोधक R_4 उपलब्ध कराता है।

यह नोट करें की छोटे मान का संधारित्र C_4, निवेशी के साथ समान्तर में योजित है। C_4 का प्रायोजन, अवांछित उच्च आवृत्ति दोलन को भू को उपनिकास करना है। R_3 के मान को, दोलन की आवृत्ति को समायोजित करने के लिए परिवर्तित किया जा सकता है। फिर भी, R_3 से प्राप्त हो सकने वाली विधियों सीमित है।

Fig 4

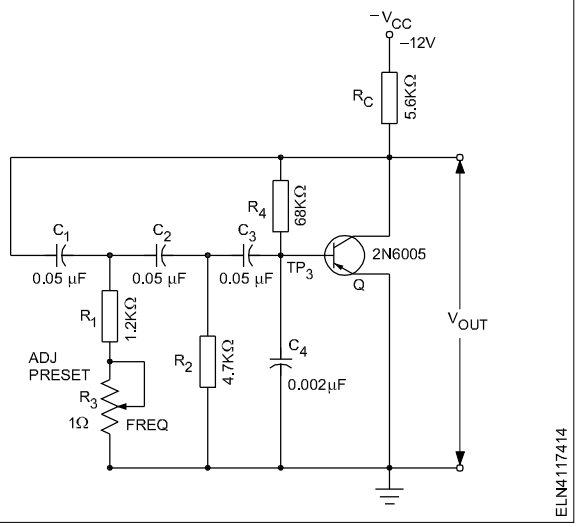


Fig 3 में परिपथ के लिए दोलन की आवृत्ति को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है,

$$f = \frac{1}{2\pi C\sqrt{6R_1^2 + 4R_1R_C}} \quad .....(3)$$

जहॉ $C = C_1 = C_2 = C_3$

Fig 3 के परिपथ में प्रयुक्त ट्रांजिस्टर का β या hfe का न्यूनतम मान निम्नानुसार होना चाहिये।

$$h_{fe} = \beta = 23 + 29\frac{R_1}{R_C} + 4\frac{R_C}{R1}$$

Fig 3 पर घटक के मान का प्रयोग करते हुए, उपयोग हुए ट्रांजिस्टर के β को निम्नलिखित का न्यूनतम होना चाहिये।

$$\beta = 23 + 29\frac{1.2K}{5.6K} + 4\frac{5.6K}{1.2K} = 47.89$$

संकेत: दोलन की आवृत्ति को, R के मान को घटाकर या C के मान को घटाकर, बढ़ाया जा सकता है।

Fig 3 के प्रयोगिक परिपथ में संग्राहक पुनः निवेशन अभिनति को, यह सुनिश्चित करने के लिए उपयोग किया गया है कि ट्रांजिस्टर कभी भी संतृप्त नहीं होगा। ट्रांजिस्टर के DC अभिनति के लिए अन्य अभिनति तकनीक भी उपयोग की जा सकती है, जैसे वोल्टता विभाजक अभिनति। क्योंकि दोलन की आवृत्ति केवल पुनःनिवेशन कला विस्थापन जाल से ही निर्धारित होती है। इसलिए अभिनति प्रतिरोधक पर, दोलन कि आवृत्ति का कोई प्रभाव नहीं होता। नोट करने वाला महत्वपूर्ण बिन्दु यह है कि ट्रांजिस्टर के β को लगातार, दोलन करने के लिए समीकरण 2 में दिए गए न्यूनतम β से अधिक होना चाहिए।

हार्टले दोलित्र (Hartley oscillator)

ज्यावक्रीय या सरल आवर्त (हार्मोनी) का सिद्धात (Principle of sinusoidal or harmonic oscillations): Fig 5a में समान्तर LC अनुनादी परिपथ के रूप में समान्तर पथ संयोजित एक प्रेरेक तथा संधारित्र को दर्शाया गया है। समांतर LC परिपथ को समस्वरित परिपथ या टंकी परिपथ भी कहते हैं।

Fig 5a में जब कुंजी S को स्थिति A में रखा जाता है तो संधारित आवेशित हो जाता है, जिसकी तल प्लेट ऋणात्मक तथा शीर्ष प्लेट धनात्मक होती है। इसका अर्थ है कि विद्युत आवेश के रूप में ऊर्जा संधारित्र में संचित होती है।

जब कुंजी S को, Fig 5b के अनुसार स्थिति B में रखा जाता है तो प्रेरक के माध्यम से संधारित्र निरावेशित होने लगता है तथा L के चारों ओर एक विस्तृरित चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता हैं। क्योंकि प्रेरक में अपने में धारा में तत्कान परिवर्तन को विरोध करने का गुण होता है, इसलिए धारा धीरे-धीरे बनती है।

संधारित्र के एक बार पूर्णतः निरावेशित होने पर, L के चारों ओर बना चुम्बकीय क्षेत्र समाप्त होने लगता है। निपाती (collapsing) चुम्बकीय क्षेत्र L में एक वोल्टता (पश्च-emf) को प्रेरित करता है। यह पश्च- emf, L में से इलेक्ट्रान प्रवाह उसी दिशा में बनाये रखने का प्रयास करता है, जैसे C निरावेशित हो रहा था। अतः प्रेरक में यह पश्च-emf संधारित्र को विरोधी ध्रुवता के साथ आवेशित करना आरंभ करता है, जैसा कि Fig 5c में दर्शाया गया हैं। चुम्बकीय क्षेत्र के पूर्ण समाप्त होने के बाद, Fig 5c में दर्शाये गये अनुसार, C विपरीत दिशा में आवेशित हो जाएगा।

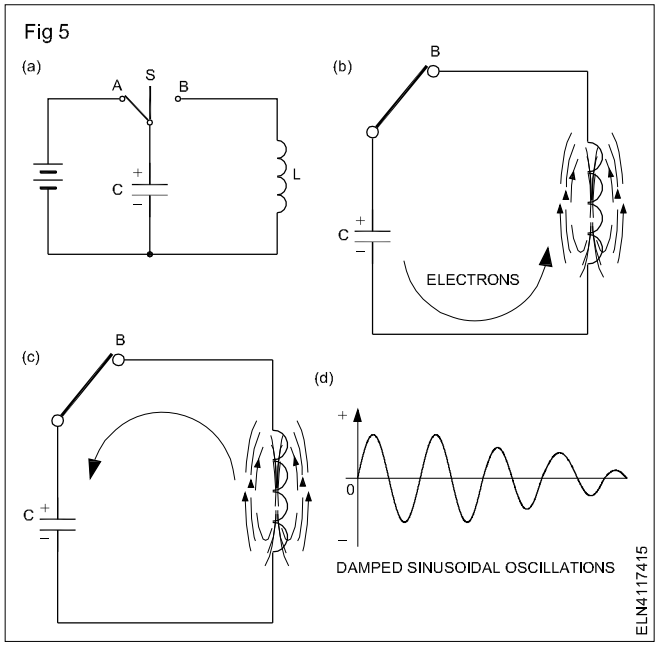
ज्यावक्रीय तरंग-रूप (Sinusoidal wave form): यद्यपि एक प्रायोगिक प्रेरक में प्रतिरोध तथा परिणामी I^2R (ताप हानि) के कारण संधारित्र की हानियों के कारण, दोलन का आयाम धीरे धीरे कम होता (अवमंदित) हैं तथा Fig 5d में दर्शाये गये अनुसार दोलन समाप्त हो जाता हैं।

अनुनादी आवृत्ति द्वारा उत्पन्न दोलन की आवृत्ति को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है।

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

आविरत दोलनों के लिए टंकी परिपथ में हानिया को नियंत्रित करना (Overcoming losses in tank circuit for sustained oscillations): दोलनों के अवमंदन को रोकने के लिए, जब परिपथ में प्रदत्त ऊर्जा उपयोग हो चुकी हो तो, यह आवश्यक है कि संधारित्र को पुनःआवेशित करके अधिक ऊर्जा दी जाये। जैसे कि Fig 5a में दर्शाया गया है कि उपयुक्त समय पर A तथा B के बीच, कुंजी S को आनॅ करने से दोलन को बनाये रखा जा सकता है। इस प्रकार से नियत आयाम एवं आवृत्ति की ज्यावक्रीय तरंग-रुप प्राप्त होती है।

LC टंकी परिपथ को अनवमंदित दोलन देते रहे, इसके लिए दूसरी विधि, Fig 6 में दर्शाये गये अनुसार प्रवर्धक के निर्गम में टंकी परिपथ को जोडना है।



DC आपूर्ति V_{BB} से प्रवर्धक विच्छेदित रखा जाता है जो आधार-उत्सर्जक परिपथ को विपरीत अभिनत करता है। एक ज्यातरंग को आधार परिपथ में ऐसे आयाम के साथ अतः क्षेपित किया जाता है जिससे कि संग्राहक धारा, निवेश ज्या तरंग के ऋणात्मक प्रत्यावर्तन के शीर्ष पर प्रवाहित होती हैं। इसमें ट्रांजिस्टर के सग्राहक में LC परिपथ को उत्तेजित करता है तथा टंकी दोलन जारी रहता है। यदि निवेश ज्यातरंग की आवृत्ति वहीं हो जो टंकी परिपथ के दोलन की आवृत्ती है तो, LC टंकी में दोलन बने रहेगें।

Fig 7 में परिपथ का संशोधित रूप Fig 6 में दर्शाया गया है। Fig 5a में ट्रांजिस्टर प्रवर्धक इस तरह से जोड़ा है कि वह किसी बाह्य संकेत की आवश्यकता के बिना अवमंदित दोलन कर सकता है। ऐसे परिपथ को दोलित्र कहते हैं।

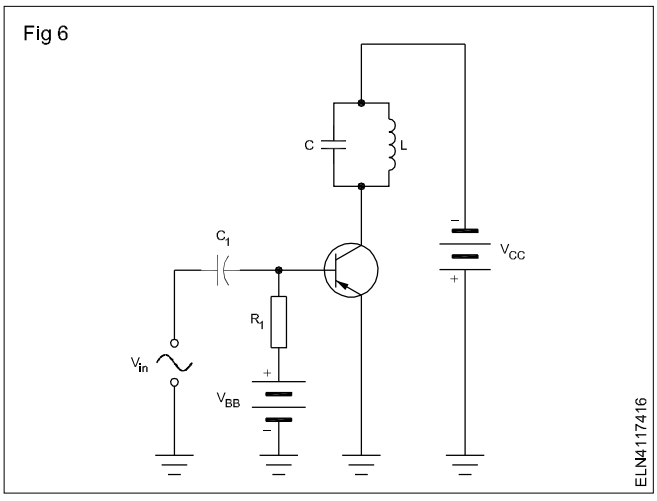


Fig 7 पर दोलित्र परिपथ को संपोषक (tickler) - कुण्डली दोलित्र कहते हैं। यहॉ L_1 प्रेरणिक रूप L से युग्मित है। जब परिपथ को शक्ति प्रथम बार चालू की जाती है तो ट्रांजिस्टर में धारा प्रवाहित है। धारा L में से जैसे प्रवाहित होती है, तो वह L_1 में वोल्टता को प्रेरित करती है, जो ट्रांजिस्टर के आधार से युग्मित तथा प्रवर्धित होता है। यदि पुनः निवेशन वोल्टता की कला (फेस) सहायक हो तो संग्राहक धारा में वृद्धि होगी। इस क्रिया से अधिक धारा स्पन्द संघटित होती है, जो LC टंकी को दोलनों के लिए उत्तेजित करती है। L_1 द्वारा ट्रांजिस्टर के आधार का प्रदत्त संकेत, उसी आवृत्ति की ज्यातरंग होती है, जैसा LC परिपथ में होती है तथा लगातार दोलन करने के लिए उचित कला में है। इस प्रकार आधार में प्रेरित संकेत दोलित्र को एक बाह्य निवेश की आवश्यकता को समाप्त करता हैं तथा परिपथ की जब तक DC शक्ति चालू रहती हैं, तो LC टंकी तब तक दोलन करेगी।

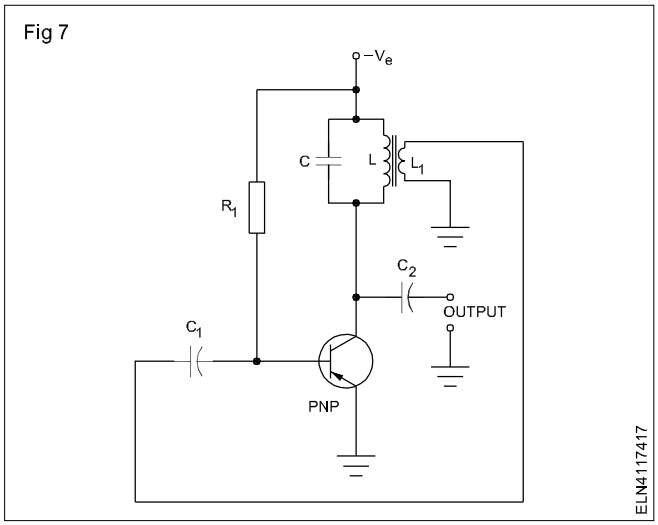


Fig 7 में प्रवर्धक को उचित कला का दिया पुनः निवेश, जिससे कि दोलन लगातार बने रहे, इसे धनात्मक पुनः निवेशन या पूर्वयोजित पुनः निवेशन कहा जाता है।

बार्क हाउजन निकष (Barkhausen Criterion): प्रवर्धक अपने आप दोलित हो इसका, गणितीय विश्लेशण नीचे दिया गया है:

- Fig 7 में दर्शाये गये प्रवर्धक में, माने की प्रवर्धक की लब्धि A तथा पुनः निवेशन गुणक β है। यदि $A\beta$ का गुणफल 1 ($A\beta<1$) से कम है तो निर्गम संकेत अवमंदित दोलन होगा जो Fig 8a में दर्शाये गये अनुसार समाप्त हो जायेगा।
- यदि $A\beta>1$ हो तो निर्गम वोल्टता Fig 8b में दर्शाये गये अनुसार बनेगी। ऐसे दोलनों को वर्धिन दोलन (growing oscillations) कहते हैं।
- यदि $A\beta = 1$ तो दोलन का निर्गम आयाम स्थिर रहेगा जैसा Fig 8c में हैं।

जब पुनः निवेशन धनात्मक (पूर्वयोजित) हो तो पूनः निवेशन (A_1) के साथ प्रवर्धक की कुल लब्धि निम्नानुसार होगी,

$$A_f = \frac{A}{1 - A\beta}$$

जब $A\beta = 1$ तो समीकरण का हर, शून्य होगा, अतः A_f = अनंत। लब्धि का अनंत होने का अर्थ यह है कि किसी निवेश के बिना, निर्गत उपलब्ध है। अर्थात अर्थात प्रर्वधक दोलित्र बन जाता है। यह शर्त $A\beta=1$ को दोलनों के लिए बार्क हाउजन निकष कहते हैं।

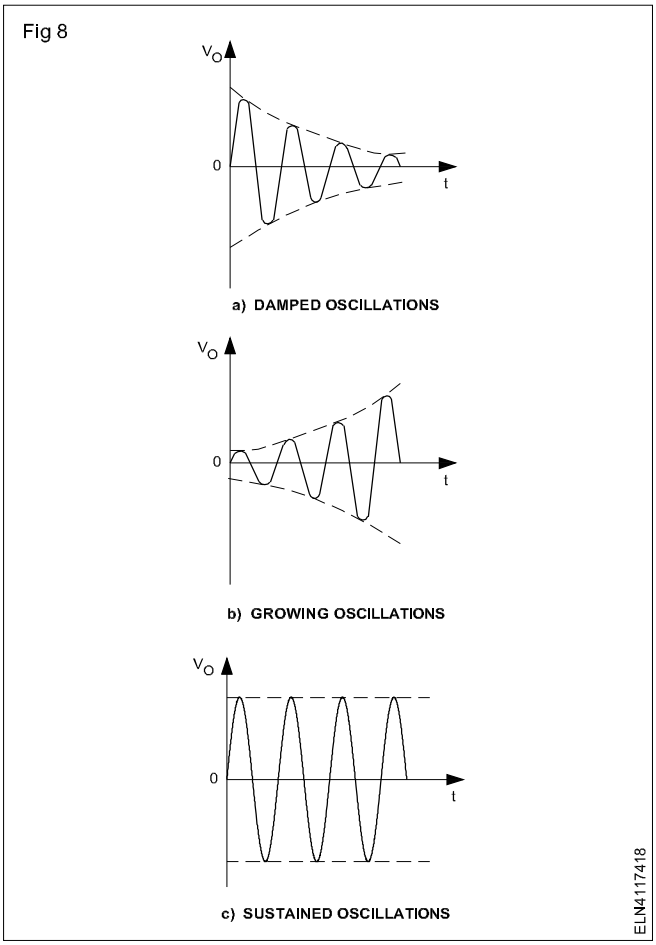


Fig 8

संक्षेप में, एक दोलित्र की मूल आवश्यकता निम्नलिखित है;

- एक स्थिर DC शक्ति आपूर्ति स्त्रोत
- एक प्रवर्धक
- निर्गम से निवेश को एक पूर्वयोजित (धनात्मक) पुनः निवेशन
- दोलन की आवृत्ति को निर्धारित करने के लिए एक LC टंकी परिपथ।

दोलित्रों के लिए प्रवर्तन संकेत (Starting signal for oscillators): जैसा कि ऊपर वर्णन किया गया है कि एक बार जब प्रवर्धक का पुर्नयोजी पुनः निवेश दिया जाता है तो दोलित्र एक निवेश संकेत के बिना प्रत्यावर्ती निर्गत वोल्टता देता है। लेकिन प्रायोगिक दोलिक परिपथ में, दोलन चालू करने के लिए कोई प्रवर्तन निवेश संकेत उपलब्ध नहीं होता है। फिर भी, दोलित्र परिपथ संकेत उत्पन्न किया जाता हैं। परिपथ में उपयोग प्रतिरोधकों में इलेक्ट्रान की यादृच्छिक (random) गति के कारण ऐसी रव (Noise) वोल्टताएं उत्पन्न होती है।

रव वोल्टता में छोटे आयाम कि लगभग सब ज्यावक्रीय आवृत्तियां होती है। फिर भी, वह प्रवर्धित रव पुनः निंवेश नेटवर्क को चालित करता है, जो कि अनुनादी टंकी परिपथ होता है। इस समस्वरित टंकी परिपथ के कारण, विशेष आवृत्ती f_r पर पुनः निवेश वोल्टता Aβ अधिकतम होती है, जो दोलित्रों की आवृत्ति होगी। इसके अतिरिक्त, धनात्मक पुनः निवेश के लिए आवश्यक कला विस्थापन, केवल इस आवृत्ति f_r पर ीक से होती है। अतः रव वोल्टता में चाहे कई आवृत्ति घटक हो, फिर भी दोलित्र के निर्गम में एक ही ज्यावक्रीय आवृत्ती $f_{r,}$ टंकी परिपथ के अनुनादी आवृत्ति होगी।

संक्षेप में, दोलित्र के साथ प्रवर्तन करने तथा अविरत दोलनों की दोलित्र परिपथ की निम्नलिखित आवश्यकताये हैं

- उसमे धनात्मक पुनः निवेशन होना चाहिए।
- प्रारंभ में लूप लब्धि गुणक Aβ >1 होना चाहिए।
- परिपथ को दोलन आरंभ करने के बाद लूप लब्धि गुणनफल Aβ को घटकर एक होना तथा एक ही रहना चाहिए।

हार्टले दोलित्र (Hartley oscillator): हार्टले दोलित्र, एक सरलतम प्रकार का ज्यावक्रीय दोलित्र है, जो Fig 9a तथा Fig 9b में दर्शाया गया है। Fig 9a में श्रेणी-प्रदत्त हार्टले दोलित्र दर्शाया गया है। यह परिपथ, Fig 7 में दर्शाये संपोषक (टिकलर) कुण्डली दोलित्र के समान है, लेकिन टिकलर परिपथ कुण्डली L_1, भौतिक रूप से L से जुड़ी होती है तथा इसप्रकार L का एक भाग है (स्व-ट्रांस्फार्मर की तरह)। इस दोलित्र को श्रेणी प्रदत्त कहते हैं क्योंकी उत्पन्न उच्च आवृत्ति के दोलन तथा DC पथ समान हैं, ीक वैसे ही जैसे वे श्रेणी परिपथ में होते हैं। श्रेणी-प्रदत्त हार्टले दोलित्र को उनके दोलनों की निर्बल स्थिता के कारण वरीयता नहीं दी जाती हैं।

Fig 9b में समान्तर-प्रदत्त हार्टले दोलित्र है, जिसे रेडियो रिसीवर (ग्राही) सामान्यतः उपयोग होता है। समान्तर-प्रदत्त हार्टले दोलित्र अपने दोलनों की उच्च स्थिरता के लिए प्रसिद्ध है।

Fig 9b का परिपथ वास्तव में लगातार दोलन करने के लिए धनात्मक (पुनः उत्पादन) पुनः निवेशन के साथ, एक प्रवर्धक है। संधारित C_2 तथा प्रेरिक L_2, संग्राहक में परिपथ के भूयोजन के लिए RF धारा के लिए पथ बनाते हैं। RF धारा, L_2 के द्वारा L_1 में दोलन बनाए रखने के लिए उचित कला तथा आयाम की वोल्टता प्रेरित करती है।

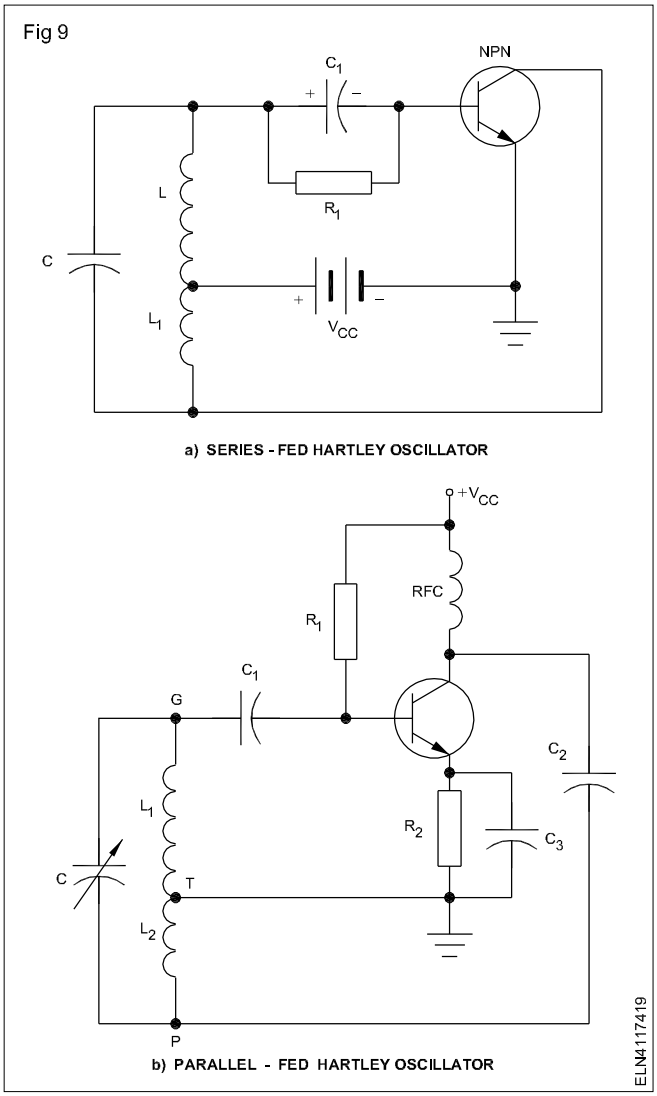
L_1 तथा L_2 की संधि पर टैप की स्थिति यह ज्ञात करती है कि आधार परिपथ को कितना संकेत पुनःर्निवेशित किया जाना है।

संधारित्र C तथा प्रेरित L_1+ L_2 दोलित्र का अनुनादी टंकी परिपथ बनते हैं, जो दोलनों की आवृत्ति को ज्ञात करता है। दोलित्र की विभिन्न आवृत्तियों के समस्वरण के लिए संधारित्र C को परिवर्तनी संधारित्र बनाया जा सकता है। C_1 तथा $R_{1,}$ RC परिपथ बनाते हैं जो धारा पर अभिनति वोल्टता उत्पन्न करते हैं।

संग्राहक पर एक RF चोक, उच्च आवृत्ति AC संकेत को V_{CC} आपूर्ति से बाहर रखता हैं। सस्ते दोलित्र परिपथों में RF चोक के बदले प्रतिरोधक लगाया जाता है। उत्सर्जक में जुड़े प्रतिरोधक R_2, DC स्थिरीकरण देता हैं। AC पुनरोत्पादन रोकने के लिए C_3 से R_2 को उपनिकास किया जाता है।

हार्टले दोलित्र कुण्डली में तीन सम्बंधन होते हैं। ये सामान्यतः कुण्डली पर अंकित होते हैं। यदि ऐसा नहीं हो तो इन्हें प्रतिरोध के जाँच से पहचानना संभव है। Fig 10 में दर्शाया गए T तथा G टैपों के बीच प्रतिरोध, T तथा G के बीच के प्रतिरोध से कम होता है। यदि कुण्डली सम्बंधन ीक तरह से न बने हो तो दोलित्र कार्य नही करेगा।

Fig 9



दोलित्र आवृत्ति की जॉच करना (Checking oscillator frequency): यदि L ($L=L_1+L_2$) तथा C का मान ज्ञात हो तो सूत्र का प्रयोग करके दोलित्र की आवृत्ती परिकलित की जा सकती हैं।

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

जहॉ f हर्टज में, L हेनरी में तथा C फैरेड में हैं। दोलित्र की आवृत्ति दो तरह से मापी जा सकती हैं।

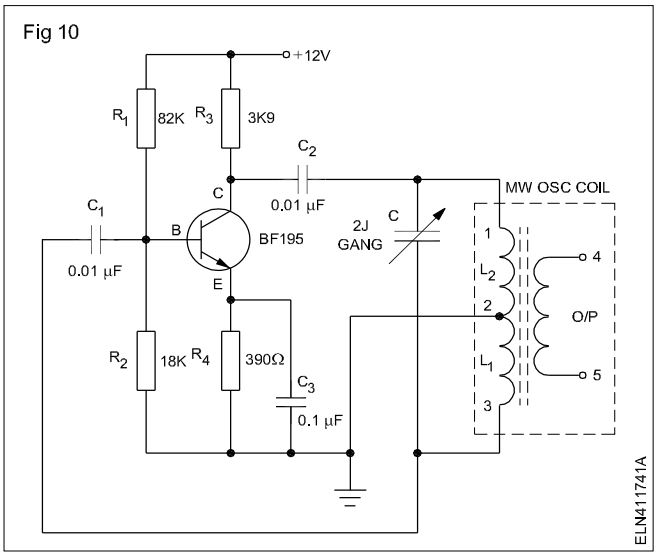
- सीधे पन आवृत्ति मापी के प्रयोग से, जिसे आवृत्ति गणक भी कहते हैं, जो बहुत परिशुद्ध, प्रसिद्ध तथा प्रयोग में सरल हैं।
- तरंग-रूप की अवधि को मापने के लिए अंशांकित समय आधार वाले दोलनदर्शी का प्रयोग करके। मापी गई अवधि के सूत्र के प्रयोग द्वारा। आवृत्ति परिकलित की जा सकती हैं।

$$f = \frac{1}{t}$$

जहॉ f हर्टज (Hz) में आवृत्ति तथा t सैकेंड मे समय अवधि (आवर्तकाल) है।

दोलनों तथा बर्कहाउजन अपकर्ष के लिए स्थितियों पर आगे विवरण के लिए इस पुस्तक के लिए संदर्भ पुस्तकों को निर्दिष्ट करें। Fig 10 में एक

Fig 10



प्रायोगिक हार्टले दोलिक परिपथ दर्शाया गया है, जिसमें L के रूप में मध्यम-तरंग दोलक कुण्डली का प्रयोग किया हैं।

L के लिए मध्यम तरंग दोलित्र या कुण्डली के प्रयोग का लाभ यह है कि कुण्डली के द्वितीयक कुण्डलन (4 तथा 5) से निर्गत लिया जा सकता है। प्रयुक्त ट्रांजिस्टर, एक सिलिकन उच्च आवृत्ति ट्रांजिस्टर (BF श्रेणी) है क्योकी दोलिक आवृत्ती 1MHz के परास में है।

DC स्थितियां बनाने के लिए विभाजक अभिनति लगाई जाती है, जिससे कि प्रवर्धन वर्ग A की तरह कार्य करें। भारी पुनः निवेशन (अधिक β) के साथ, अधिक पुनः निवेशन संकेत ट्रांजिस्टर के आधार को संतृप्ती तथा विच्छेद करता हैं। यह बडा पुनः निवेश संकेत आधार पर ऋणात्मक DC क्लैम्पिंग उत्पन्न करता है तथा वर्ग A से वर्ग C में प्रचालन बदलता हैं।

इससे ऋणात्मक क्लैम्पिंग से AB का मान को 1 पर स्वतः समायोजित हो जाता है। यदि पुनः निवेशन बहुत अधिक हो तो इसके परिणाम से विविधत शक्ति हानी के कारण निर्गत वोल्टता में कुछ कमी होगी।

जब आप एक दोलित्र बनाए तो आप निर्गत वोल्टता को अधिकतम करने के लिए पुनः निवेशन की मात्रा को समायोजित कर सकते हैं। इसके लिए युक्ति यह है कि सब स्थितियो (ट्रांजिस्टर तापमान, वोल्टता आदी) के अन्तर्गत प्रवर्तन के लिए पर्याप्त पुनः निवेशन का प्रयोग किया जायें। लेकिन इतना अधिक नही कि आप आवश्यकता से अधिक निर्गम की हानी करें।

गैंग संधारित्र (C_4) के गैंग की शॉफ्ट की स्थिति को परिवर्तित करते हुए Fig 6 के दोलित्र परिपथ के दोलिनों की आवृत्ती को परिवर्तित कर सकते हैं ।

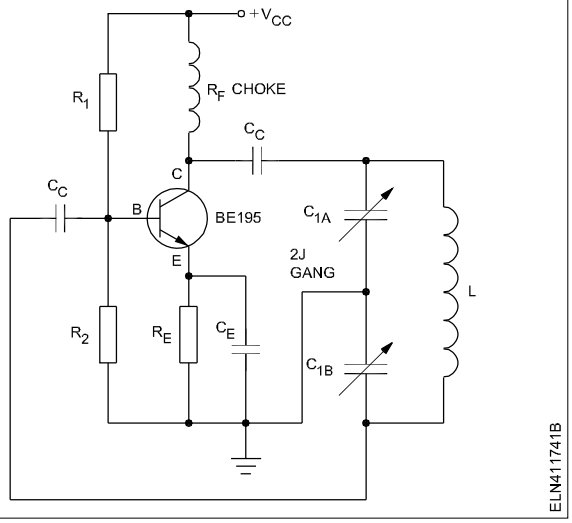
कालपिट दोलित्र (Colpitt's oscillator): कालपिट दोलित्र एक अन्य प्रकार का ज्यावक्रीय दोलित्र या सरल आवर्ती (हार्मोनिक) दोलित्र है जो दोलनों के लिए टंकी परिपथ का प्रयोग करता है। कालपिट दोलित्र बहुत प्रसिद्व है तथा व्यापारिक संकेत जनित्रों तथा संचार ग्राहियों में बहुत उपयोग होते है।

Fig 11 में दर्शाया प्ररूपी कालपिटस दोलित्र, हार्टले दोलित्र के सामान है। अन्तर केवल यह है कि कालपिट दोलित्र में टंकी के लिए विपाटित

संधारित्र का प्रयोग होता है, जबकी हार्टले दोलित्र में विपाटक प्रेरित्र उपयोग होता है।

Fig 11 में दशार्य गये समान्तर-प्रदत्त या समान्तर-पथ-प्रदत्त कालपिटस दोलित्र, सामान्य उत्सर्जक विन्यास का प्रयोग करता है। वोल्टता विभाजक से संधारित्र C_{1A} तथा C_{1B} पुनर्निवेश संकेत उपलब्ध कराते थे। C_{1B} को आरपार वोल्टता पतन, पुनर्निवेश वोल्टता को ज्ञात करता है। इस परिपथ में अन्य सभी पुर्जे का फलन वही है, जैसा कि हार्टले परिपथ में है।

Fig 11



कालपिट दोलित्र के दोलनों की आवृत्ति को निम्नानुसार दिया जाता है

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

जहॉ

f दोलन की आवृत्ति हार्टज में है।

L कुण्डल का प्रेरकत्व हेनरी में है

C कुल धारिता फैरड में है जो निम्नानुसार है

$$C = \frac{C_{1A} \times C_{1B}}{C_{1A} + C_{1B}}$$

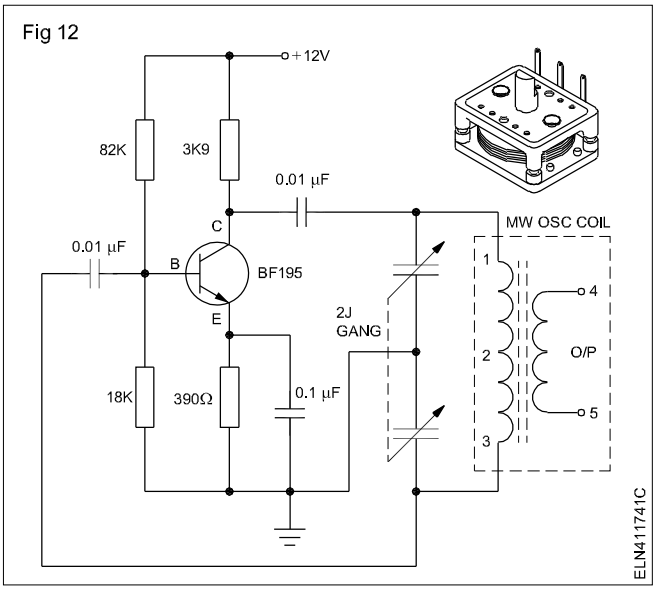
C_{1A} तथा C_{1B} के लिए लघु समूहित (मिनिएचर) संधारित्र के प्रयोग से दोलन की आवृत्तियों को बदला जा सकता है।

समूहित संधारित्र की शॉफ्ट को परिवर्तित करके C_{1A} तथा C_{1B} दोनों संधारित्र परिवर्तित होते है तथा इस तरह से दोलित्र के दोलनों की आवृत्ति में विभिन्नता होती है।

1MHz से अधिक आवृत्तियां को उत्पन्न करने के लिए सामान्यतः कालपिट दोलित्र उपयोग होते है।

C_{1A} तथा C_{1B} के लिए समूहित संधारित्र तथा L के लिए माध्यम तरंग दोलित्र कुण्डली का प्रयोग करता प्रायोगिक कालप्टि दोलत्र परिपथ Fig 12 में दर्शाया गया है।

Fig 12



क्रिस्टल दोलित्र (Crystal oscillators): LC दोलित्र परिपथों जैसे हार्टले तथा कालपिट में आवृत्ति अस्थिरता की समस्या होती है। LC दोलित्र में आवृत्ति स्वल्पामाओं का मुख्य कारण है टंकी परिपथ के प्रेरकत्व तथा धारिता के मान में परिवर्तन है जो ताप बदलने के कारण होता है। जैसे ही तापमान बढ़ता या घटता है तो L तथा C के मान विचलित होते है, जिससे परिपथ वांच्छित अनुनादी आवृत्तिय से भिन्न आवृत्ति पर दोलन करता है। आवृत्ति विचलन के अन्य कारण है, ट्रांजिस्टर की लीड्स, अन्तः इलेक्ट्रोड तथा वायरिंग धारिताएं।

उच्च Q कुण्डलों तथा अच्छे गुण के संधारित्रों के प्रयोग से आवृत्ति स्वल्पांतर की समस्या मुख्यतः हल की जा सकती हैं। लेकिन सामान्य प्रेरको तथा संधारित्रों के साथ कुछ सौ से अधिक Q के मान को प्राप्त करना बहुत कनि या असंभव है।

रूढ़ समस्वरित परिपथ के स्थान पर स्फटिक (Quartz) क्रिस्टल के उपयोग से आवृत्ति की स्थिरता में बहुत सुधार प्राप्त किया जा सकता है। ऐसे दोलित्र परिपथो को क्रिस्टल नियंत्रित दोलित्र कहा जाता है।

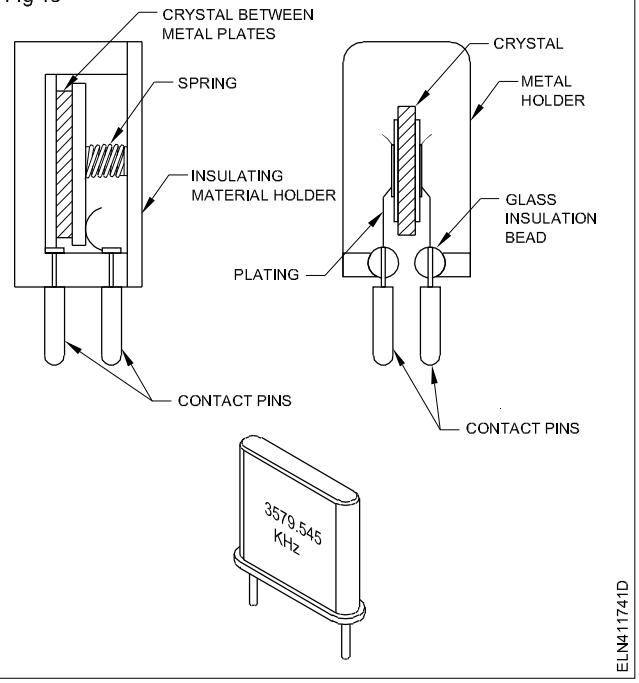
दाब-विद्युत प्रभाव (Piezo-electric effect): यह पाया गया कि कुछ क्रिस्टल जैसे स्फटिक तथा रोशेल साल्ट विशेष गुण प्रदर्शित करते है, जिसे दाब-विद्युत गुण कहते है। एक स्फटिक क्रिस्टल पतले तुषारित कॉच खण्ड की तरह दिखता है जिसे सामान्यतः ¼ से 1 इंच वर्गो में काटा जाता है जैसा Fig 13 में दर्शाया गया है।

जब ऐसे क्रिस्टल को दो स्पाट धातु के प्लेटों के बीच रखकर तथा एक साथ दबाया जाता है तो, प्लेटो के बीच में एक छोटा विद्युत वाहक बल (emf) विकसित होगा है जैसे कि क्रिस्टल उस क्षण के लिए बैटरी बन गया हो। जब प्लेटों को हटाया जाता है तो, क्रिस्टल अपने पूर्व आकार में स्प्रिंग की तरह वापिस आता है तथा दो प्लेटो के बीच में विपरीत ध्रुवता का विद्युत-वाहक बल उत्पन्न होता है। इस तरह से, क्रिस्टल यांत्रिक ऊर्जा/ बल, विद्युतीय ऊर्जा में बदलते हैं। इस गुण का प्रयोग ग्रामाफोन रिकार्ड के लिए पिक अप में किया जाता है। ग्रामाफोन रिकार्ड में जब कोई सुई ग्रामोंफोन खॉचों पर चलती है तो छोटे यांत्रिक कम्पन उत्पन्न होते हैं। ये कम्पनमान बल पिक अप टर्मिनलों पर अंकित ध्वनि को निरूपित करते हैं, अनुरूपी वोल्टता उत्पन्न करते है।

क्रिस्टल के उपरोक्त गुण के अतिरिक्त जब क्रिस्टल के दो प्लेटो के आरपार विद्युत वाहक बल दिया जाता है तो क्रिस्टल अपने सामान्य आकार से परिवर्त होता है। इस तरह से ये क्रिस्टल विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में भी परिवर्तित करते है।

क्रिस्टल के उपरोक्त दो पारस्परिक क्रियाओं को दाब-विद्युत प्रभाव कहते है। क्रिस्टल होल्डर में रखे हुए ऐसे क्रिस्टल को Fig 13 में दर्शाया गया है।

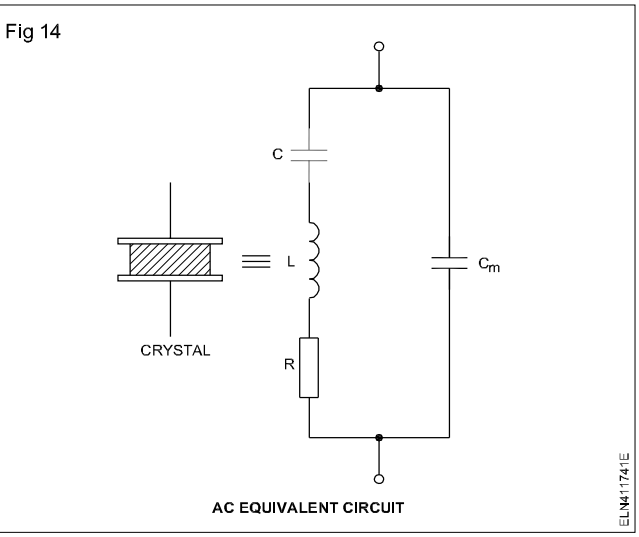
Fig 13



दाब-विद्युत गुण वाले अनेक क्रिस्टलों के बीच, क्वार्टर्ज क्रिस्टल सबसे प्रसिद्व है क्योंकि इस क्रिस्टल में यांत्रिक दोलन चालू किये जाते है तथा दोलन को समाप्त होने में अधिक समय लगता हैं। अतः क्वार्टज क्रिस्टल बहुत उच्च यांत्रिक Q के होते है।

जहां तक विद्युत गुणों का सम्बंध है, एक क्वाटर्स क्रिस्टल, Fig 14 में दर्शाये गए LC अनुनादी परिपथ के तुल्य है।

Fig 14



L, R, C तथा C_M के मान क्रिस्टल के भौतिक आकार पर तथा क्रिस्टल को मूल द्रव्य में से कैसे काटा गया है पर निर्भर करता है। धारितीय C_M आरोहण की धारिता को प्रदर्शित करता है। इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में क्रिस्टल का प्रयोग करने के लिए, उसके दो फलकों पर दो चालक इलेक्ट्रोड रखें जाते है। तब इन इलेक्ट्रोडों के साथ योजी तारों को जोड़ा जाता है। जब सिरो को दोलयमान वोल्टता के स्त्रोत से जोडा जाता है तो क्रिस्टल में यांत्रिक कम्पन उत्पन्न होते है। यदि दोलक वोल्टता की आवृत्ति, क्रिस्टल की अनुनादी आवृत्ति के निकट हो तो क्रिस्टल, दोलायमान वोल्टता पर, क्रिस्टल की दोलायमान आवृत्ति के अनुरूप होने पर बल देता है। अतः दोलन में, LC अनुनादी परिपथ के स्थान पर क्रिस्टल का प्रयोग करने से, दोलन की आवृत्ति लगभग पूर्णतः क्रिस्टल द्वारा निधारित की जाती है। 20,000 से अधिक मं Q का मान को सरलता से उपलब्ध क्रिस्टलो से सरलता से प्राप्त किया जा सकता है, जिसके फलस्वरूप उच्चतम स्थिर दोलायमान आवृत्ति प्राप्त होती है।

अतः जब दोलन की आवृत्ति की यर्थाथता तथा स्थिरता महत्वपूर्ण हो तो, हार्टले या कालपिट दोलित्र के बदले क्वार्टज क्रिस्टल दोलित्र प्रयोग किया जाता है। क्रिस्टल की आवृत्ति का परास सामान्यतः 0.5 से 30MHz के बीच होता है।

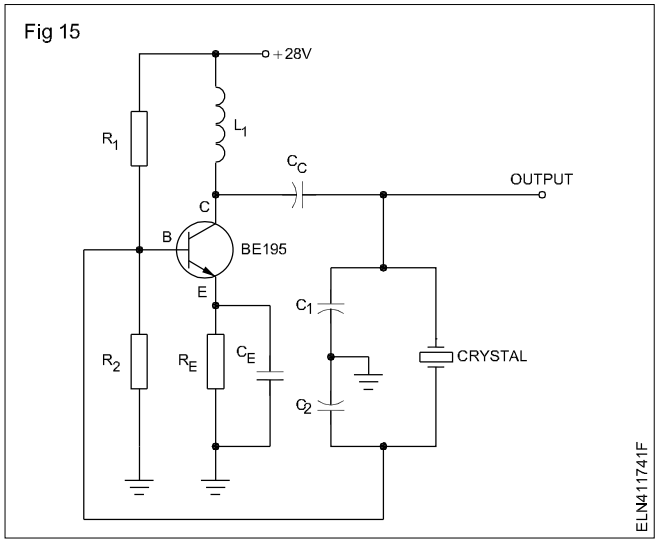
संवेदन क्रिस्टल दोलित्र (Pierce crystal oscillator): Fig 15 में दर्शाये गये संवेदन क्रिस्टल दोलित्र का प्रयोग प्रायः किया जाता है क्योंकि इसमें बहुत कम घटकों की आवश्यकता होती है तथा इसकी अच्छी आवृत्ति स्थिरता होती है।

संवेदन क्रिस्टल दोलित्र कोलपिट के समान होता है लेकिन इसमें प्रेरणिक कुण्डली क्रिस्टल से बदली जाती है। यहां संग्राहक के आरपार क्रिस्टल तथा ट्रांजिस्टर के आधार (टर्मिनल) अन्तस्तंहो दोलन की आवृत्ति को ज्ञात करते है। कॉलपिट दोलित्र की तरह संधारित्र C_1 तथा C_2 पुनर्निवेश के लिए संधारित्र वोल्टता विभाजक बनाते है। C_2 के आरपार AC वोल्टता आधार को आवश्यक धनात्मक पुनः निवेश उपलब्ध कराती है।

Fig 15 में, क्रिस्टल प्रेरक की तरह कार्य करता है जो C_1 तथा C_2 के साथ अनुनादी होता है। आधार परिपथ में, R_1, R_2 विभाजक V_{CC} से अग्र अभिनति वोल्टता प्रदत्त करता है। उत्सर्जक परिपथ में $R_E C_E$ संयोजन से अभिनति स्थायीकरण उपलब्ध होता है।

Fig 15 में, यदि क्रिस्टल की अनुनादी आवृत्ति, माना 3579.545Hz हो तो, दोलित्र उसी आवृत्ति पर दोलन करेगा तथा 3579.545Hz का ज्यावक्रीय निर्गत देता हैं।

Fig 15



क्रिस्टल दोलित्र का प्रयोग सामान्यतः निम्न में किया जाता है,

- चल रेडियो ट्रांस्मीटर तथा ग्राही (receiver)
- परीक्षण के उपकरण जैसे संकेत जनित्र जहां सही आवृत्ति तथा अति उच्च आवृत्ति स्थाईकरण अत्यंत महत्वपूर्ण है।
- क्रिस्टल नियंत्रित दोलित्रों में आवृत्ति अल्पांतर 1Hz प्रति 10^6 Hz से कम होगा।

मल्टीवाइब्रेटर (Multivibrator)

अस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर की वृद्धि से जिसे पुनरावृत्तीय पल्स वेव आऊटपुट से देता है, दूसरे प्रकार के मल्टी वाइब्रेटर जिसे आचरण के ऊपर निर्भर कर वर्गीकृत किया है जोकि बहु वाइब्रेटर के दो स्तरों ऑन तथा ऑफ स्टेट को आपस में बदल कर करते हैं । वे हैं :

मोनो-स्टेबल बहुवाइब्रेटर (Mono-stable multivibrator) (एक स्टेबल स्टेट होता है)

बाइस्टेबल बहुवाइब्रेटर (Bistable multivibrator) (दो स्टेबल स्टेट होता है)

मोनोस्टेबल बहुवाइब्रेटर (Monostable Multi-vibrator)

Fig 16 में प्रतीकात्मक मोनो-स्टेबल बहु-वाइब्रेटर भी मोनो शॉट अथवा एक शॉट के नाम से जानते हैं ।

एक मोनोशॉट एक स्टेबल स्टेट के साथ एक ट्रान्जिस्टर संचालित करना तथा दूसरा ऑफ (बन्द) करना । यह स्टेट केवल अस्थायी रूप से (temporarily) दिये गये इनपुट पल्स (pulse) के द्वारा बदल सकते हैं जिसे साधारणतया ट्रिगर पल्स (trigger pulse) के नाम से जानते हैं ट्रिगर पल्स से ट्रांजिस्टर जिसे ऑफ कर देता है । लेकिन इसमें बदलाव स्टेट वापस पीछे से ओरिजनल स्टेबल स्टेट के बाद R तथा C के मान द्वारा एक पीरियड समय अन्तराल में बदलाव करते हैं ।

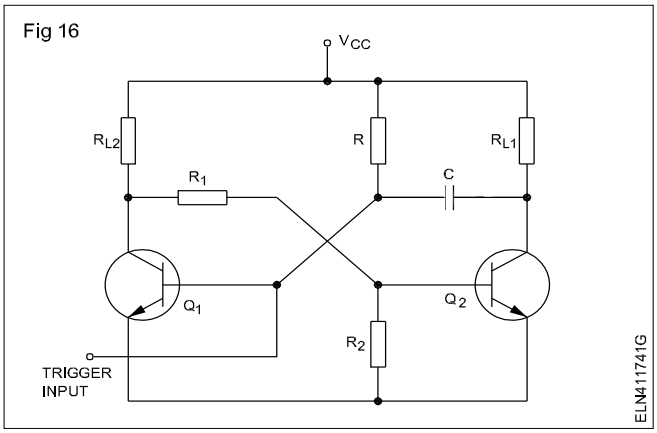
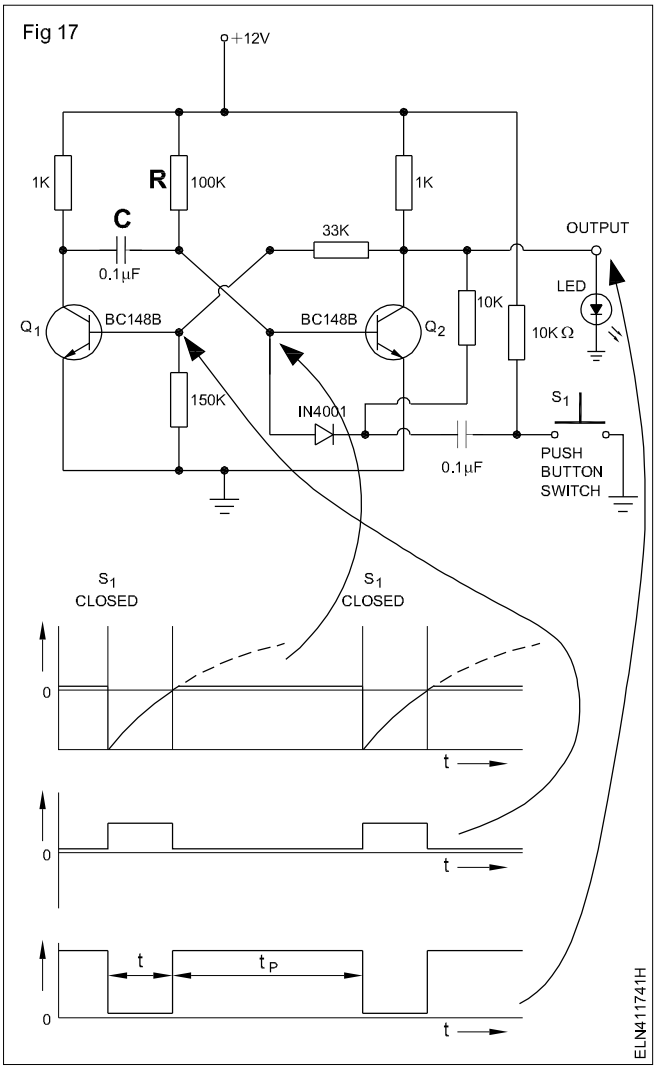


Fig 17 में देखें एक प्रायोगिक मोनो स्टेबल मल्टी वाइब्रेटर के साथ ट्रिगर इनपुट हैं । Fig 17 में यह भी दिखाया गया है कि परिपथ के विभिन्न प्वाइंटों पर वेवफार्म को देखें ।

t समय अन्तराल के लिए Q_2 को अस्थायी रूप से ऑफ रखकर दिये गये मोनोस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर का बहुत विस्तृत रूप से (extensively) प्रयोग इलेक्ट्रानिक टाइमिंग कन्ट्रोल परिपथों में टाइमर्स (timers) के लिए किया जाता है ।

Fig 17



बाइस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर (Bistable multivibrator)

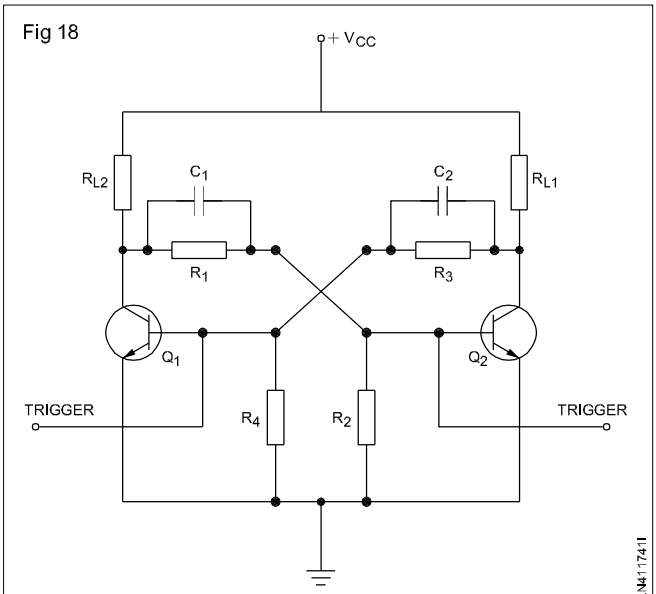
बाइस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर (Bistable Multivibrators)

एक अस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर अपने आप से (automatically) कुंजियों के द्वारा एक स्टेट से दूसरे (ऑन से ऑफ अथवा ऑफ से ऑन) जहाँ, एक बाइस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर का स्टेट बदलेगा (ऑन से ऑफ अथवा ऑफ से ऑन) जब ट्रिगर तथा नया स्टेट (ऑन अथवा ऑफ) होगा । इसका मतलब एक बाइस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर के पास दो स्टेबल स्टेट होते हैं । Fig 18 में प्रतीकात्मक बाइस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर परिपथ दिखाया गया है ।

Fig 18 का परिपथ पूरी तरह से सममितीय अथवा एक सा (symmetrical) है । विद्युत विभाजकों (Potential dividers) R_1, R_2 तथा R_3, R_4 एक जैसे बायस (Identical Bias) नेटवर्क ट्रांजिस्टर के आधार पर होता है । प्रत्येक ट्रांजिस्टर बायस्ड से कलेक्टर के दूसरे ट्रांजिस्टर से बायस होता है । उचित थोड़ा सा मतभेद ट्रांजिस्टरों के पैरामीटरों में होता है, जब परिपथ, स्विच ऑन होता है । किसी एक के दो ट्रांजिस्टर के टर्न ऑन पर होंगे और दूसरे ऑफ स्थिति में होंगे ।

के परिपथ में दो एक जैसे एमलीफायर की स्टेजों को जोड़कर आऊटपुट के एक फेड (fed) से इनपुट के दूसरे फेड द्वारा प्रतिरोध R_1, R_3 तथा विद्युत उपमार्ग द्वारा संधारित्रों (Capacitors) C_1, C_2 जुड़े हुये हैं । संधारित्र का उद्देश्य (purpose) कुछ नहीं है लेकिन स्विचिंग अभिलक्षणिक के परिपथ

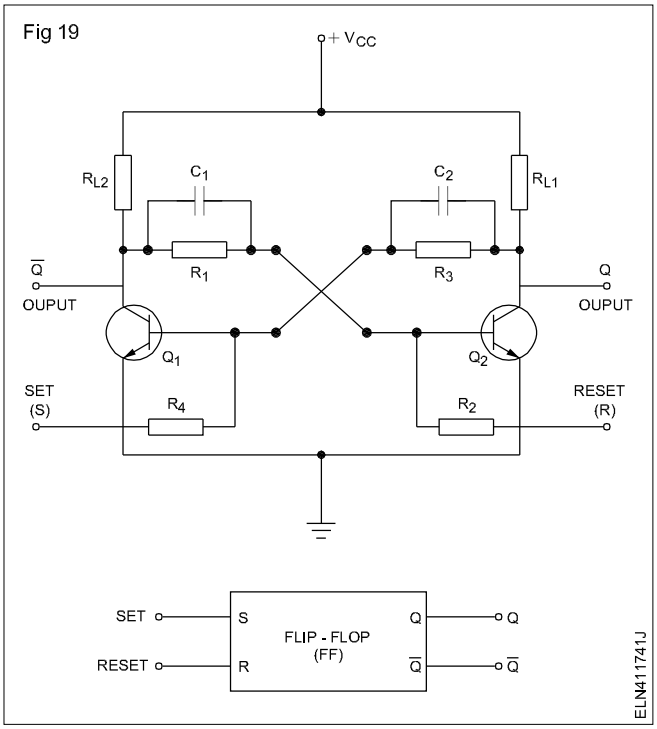
Fig 18



की चाल बढ़ाकर, रुकावटों को (तोड-मरोड़) आऊटपुट वेवफार्म को रुकावटों को कम करते हैं संधारित्र C_1 तथा C_2 को कम्यूंटेटिंग कैपसिटर से भी जानते हैं ।

एक बाइस्टेबल मल्टी बाइब्रेटर को फ्लाप से भी जानते हैं आउटपुट टर्मिनलों को साधारणतया Q तथा $\overline{Q}$ (Q-बार) से पहचानते हैं । Fig 19 में देखें ।

Fig 19

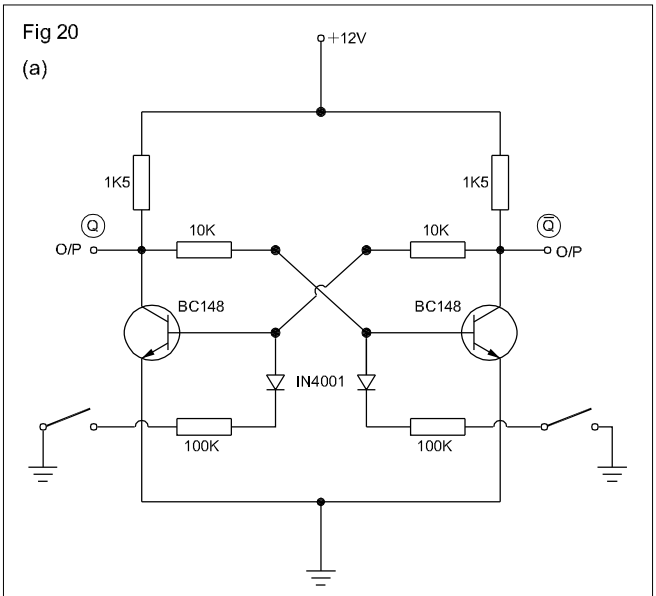


जब Q अधिक स्टेट (लॉजिक) 1 स्टेट डिजिटल इलेक्ट्रानिक से जानते हैं $\overline{Q}$ (Q बार) कम स्टेट (लॉजिक स्टेट से जानते हैं) इस परिपथ कोफ्लिप फ्लाप परिपथ से जानते हैं क्योंकि यदि एक आऊटपुट फ्लिप (हाई/लाजिक 1) दूसरा आऊटपुट फ्लाप (कम/लाजिक 0) है । एक फ्लिप फ्लाप कुंजी से एक स्टेट से दूसरे के द्वारा सही ट्रिगर इनपुट लागू करते हैं । फ्लिप फ्लाप का प्रयोग बेसिक मेमोरीसेल में डिजिटल कम्प्यूटरों में जानकारी स्टोट करने के लिए करते हैं । फ्लिप-फ्लापों का प्रयोग अधिक सभी डिजिटल सिस्टम के काउन्टर फ्रीक्वेंशी विभाजक आदि में करते हैं ।

प्रायोगिक बाइस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर के साथ असममितीय (unsymeetrical) और सममितीय (symmetrical) ट्रिगरिंग व्यवस्था (arrangement) को Fig 20a और Fig 20b में देखें ।

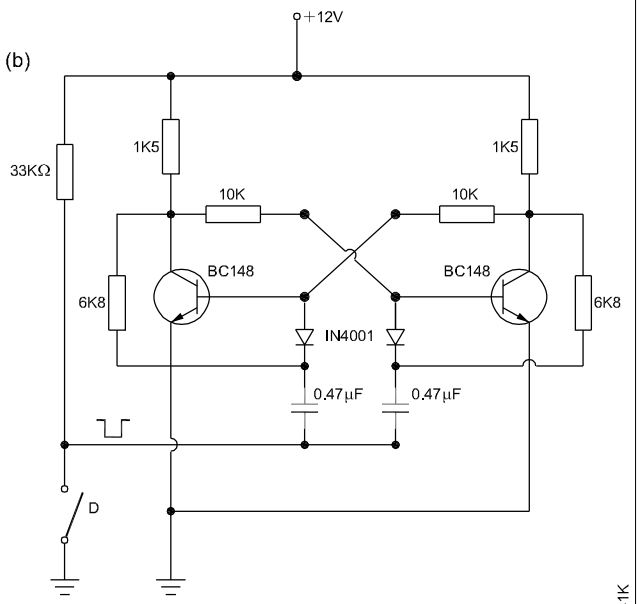
Fig 20

(a)



UNSYMMETRICALLY TRIGGERED
BISTABLE MULTIVIBRATOR

(b)



SYMMETRICALLY TRIGGERED
BISTABLE MULTIVIBRATOR

नियंत्रण अवयव, सामग्री - कंट्रोल केबिनेट का लेआउट (Control elements, accessories - layout of control cabinet)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **लेआउट मार्किंग विधि और आवश्यकता का वर्णन करना**
- **अवयवों और उनके सहायक सामग्री के मार्किंग, कटिंग, ड्रिलिंग और फिक्सिंग की विधि बताना**
- **वायरिंग सामग्रियों को लगाने की विधि का वर्णन करना**
- **नियंत्रण पैनल बोर्ड के लिए उपयोग किए जाने वाले विभिन्न नियंत्रण अवयवों को बातना**
- **कंट्रोल पैनल वायरिंग में प्रयोग होने वाले विभिन्न वायरिंग के सहायक सामग्री की सूची बनाना।**

परिचय (Introduction)

नियंत्रण केबिनेट पर लेआउट ड्राइंग और मार्किंग की तैयारी बहुत आवश्यक है, हमारे पास पैनल बोर्ड। नियंत्रण केबिनेट पर लगाये जाने वाले घटकों (अवयवों) और उनके स्थान की स्पष्ट पहचान होनी चाहिए।

नियंत्रण केबिनेट पर लेआउट बनाने के लिए ऐसी कोई विशेष विधि नहीं है, हालांकि नियंत्रण केबिनेट पर एक स्वच्छ लेआउट की बहुत आवश्यकता है।

डिस्प्ले और सूचित करने वाले उपकरणों को केबिनेट की ऊपरी पोजीशन पर चयन करना चाहिए, भारी और दुर्लभ आपरेटिंग डिवाइस जैसे फ्यूज ब्रेकर आदि को नियंत्रण केबिनेट के नीचे भाग पर लगाया जाना चाहिए।

भविष्य में अवयवों की मरम्मत (या) आवश्यकतानुसार बदलने के लिए अवयवों के बीच पर्याप्त स्थान होना चाहिए लेकिन बहुत अधिक स्थान प्रदान नहीं किया जाना चाहिए जो कि केबिनेट के आकार को अनावश्यक रूप से बढ़ा दे। जब लेआउट को अंतिम रूप दिया जाता है तो बेहतर परिणाम के लिए संबंधित IE (relevent IE) नियम का पालन करना चाहिए।

लेआउट मार्किंग (Layout marking)

ऑटोमेटिक स्थर-डेल्टा स्टार्टर के उचित संचालन के लिए उसके पॉवर और कंट्रोल सर्किट का एक व्यवस्थित ले-आउट बनाना चाहिए । प्रोटेक्टिव यंत्रों, कंट्रोल अवयवों और आवश्यक सामान को मापने के प्रकार को अंतिम रूप दिया जाना चाहिए ।

एक स्टार्टर को कंट्रोल पैनल में व्यवस्थित रूप से लगाने के लिए उचित ले-आउट बनाने की आवश्यकता है । ले-आउट बनाते समय कंट्रोल पैनल के सभी मुख्य विशेषताओं (features) का ध्यान रखना होता है ।

एक कंट्रोल पैनल के डिजाइन करने समय उसके बाहरी आयामों (dimensions), केबिनेट के दरवाजे की स्थिति, मेनटिनेंस करने के लिए पर्याप्त जगह और टूल किट रखने के लिए उचित स्थान को ध्यान में रखना होता है ।

कंट्रोल पैनल अकसर ऐसे स्थान में रखे जाते है जहाँ उसे गर्मी, आद्रता और धूल मिट्टी से बचाया जा सकें । इसलिए पैनल में उचित कूलिंग और आद्रता को कम करने के लिए डि-ह्यूमिडिफायर (De-hunidifier) लगा होना चाहिए ।

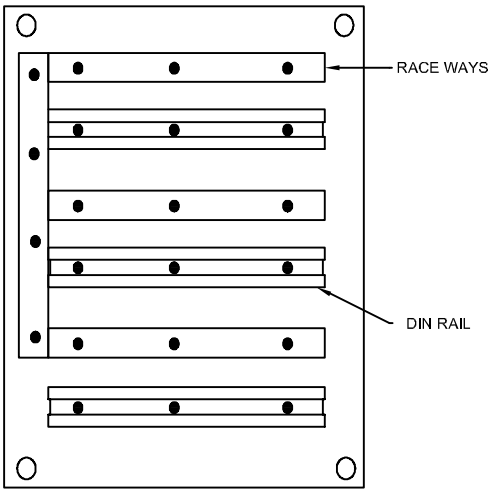
कंट्रोल पैनल का आकार उसमें लगने वाले सभी प्रकार के कंट्रोलिंग, सुरक्षा यंत्र (Protective device), मापन यंत्र (measuring device), इंडिकेटिंग और वायरिंग सामग्री को ध्यान में रखा कर किया जाए ।

पैनल में लगने वाली कंट्रोलिंग और प्रोटेक्टिव सामग्री को लेते समय पैनल पर लगनेवाला फुल लोड करंट, फुल लोड और इसकी ड्यूटी सायकल को ध्यान में रखा जाना चाहिए । एक साथ लोड डालने पर पैनल की 25% अधिक लोड की क्षमता होनी चाहिए ।

पैनल से जुड़े सर्किट या उससे चलने वाली मोटर की उच्चतम (highest) रेटिंग कर लेना चाहिए । पैनल में किसी भी प्रकार के शार्ट सर्किट और ओवर लोडिंग से बचाने के लिए जो भी सुरक्षा यंत्र लगाया जाए उसका सही स्थान, उसकी सही स्थान उसकी सही कीमत व यंत्र की संवेदनशीलता को ध्यान में रखना चाहिए ।

अंतिम ले आउट का डिजाइन भिन्न हो सकता है । अलग-अलग व्यक्ति अपने अनुसार पैनल का ले-आउट बनाता है । Fig 1a और Fig 1b में ले-आउट मार्किंग का एक उदाहरण दिया गया है ।

Fig 1



TYPICAL LAYOUT MARKINGS

एक बार जब ले-आउट तैयार हो जाता है, तो अब यह निश्चय करना होता है कि कौन-सी सामग्री कहा और कैसे लगेगी ।

ले-आउट के अंतिम रूप को पैनल पर किसी मार्कर से मार्किंग करना आरंभ करते है ।

कटिंग और ड्रिलिंग (Cutting and drilling)

जैसा कि Fig 2 में दर्शाया गया है कि केबिनेट के फ्रंट डोर (front door) में उचित अकार के फिक्सिंग होल्स (fixing holes) किये जाते है । जिसे (mounting) माउटिंग भी कहा जाता है ।

Fig 2

CONTROL PANEL WITH RACEWAYS/DIN RAILS

ELN4217512

डिल रेल एक प्रकार के मेटल रेल होते है । ये कोल्ड रोल कार्बन स्टील के बने होते है । इसके ऊपर जिंक प्लेटिंग या क्रोमेट की परत चढ़ाई जाती है । इनकी सहायता से पैनल में बिना स्क्रू सर्किट ब्रेकर और कंट्रोल सामग्री लगाई जाती है । डिन रेल पैनल के अंदर पहले ही लगा दी जाती है । फिर उस पर अन्य सामग्री लगाई जाती है । (Fig 3)

Fig 3

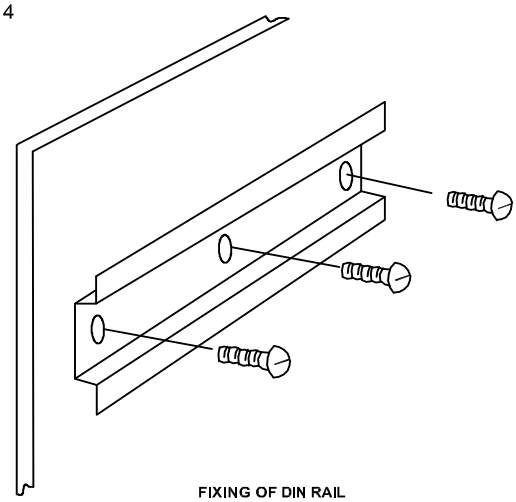
CONTROL PANEL WITH MOUNTING AND FIXING HOLES

ELN4217513

EN50022 व्यापक रूप से उपलब्ध डिल रेल है । इसका मानक आकार 35mm चौड़ाई और 15mm या 75mm गहराई है । डिन रेल को जरूरत के अनुसार लम्बाई में काट कर केबिनेट में माऊँट कर दिया जाता है । फिर उसमें अन्य सामग्री लगाई जाती है । जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है।

रेस वे एक प्रकार का केवल डक्टिंग (Cable ducting) होता है । जो विभिन्न भागों को जोड़ने वाले वायरों को उचित ढंग से बाँधे रखता है । पैनल के अंदर जितने भी वायर लीड्स केबल होती है । इन्हीं रेसवे से होकर निकाली जाती है । जब कभी वायरों की जाँच करना होता है तो रेसवे के कवर को हटा कर देख सकते हैं ।

Fig 4



FIXING OF DIN RAIL

ELN4217514

किसी भी भाग (अवयव) (compenent) और रेसवे के बीच 415V के सिस्टम में 100mm होनी चाहिए । वही 415V से कम वोल्टेज वाली सर्किट में यह दूरी 50 से 75mm रह जाती है । इसके बाद पैनल बोर्ड पे लगने वाली अन्य सामग्री क्लिप की सहायता से रेलवे के साथ वायरिंग की जाती है ।

कंट्रोल पैनल में माउटिंग और वायरिंग सामग्री (Mounting and wiring the accessories in control panel)

पैनल में लगने वाले उपकरण डिन रेल में इस तरह से माऊँट किये जाते हैं कि आगे चल कर उसमें वायरिंग करने और किसी प्रकार के दोष का सुधार करना आसान है । केवल में होने वाले कंपन या खिंचाव से डिन रेल की माऊँटिंग को सरकना नहीं चाहिये ।

कान्टेक्टर पैनल के चेचिस में फ्लश माँउटेड किये जाते है, या तो इन्हें डिन रेल पर माऊँट किया जाता है । ऐसे OLR (Overload relay) जोकि तीन पिन वाले कनेक्टर वाले कान्टेक्टर के साथ माऊँट होते है । ये माउटिंग में लगनेवाली वायरिंग, समय और मेहनत भी बचाते हैं ।

कान्टेक्टर को रेल में माऊँट करने के लिये उसके पीछे के ग्रूव को उठा कर रेल के ऊपर रखना होता है । फिर उसे रेल के नीचे की तरफ ढकेलना पड़ता है । कान्टेक्टर में जो स्पिंग होता है वो रेल में अच्छे से करना जाता है । कांटेक्टर अच्छे से फिट हो जाये इसके लिये उसमें स्क्रू भी लगाये जाते हैं ।

कांटेक्टर और टर्मिनल्स की स्थिति BS 5583 के नियम अनुसार रखी जाती है । उदाहरण के लिये कांटेक्ट के लिये और 2 NO कांटेक्ट के लिये 3 और 4 कांटेक्टर और OLR के इनकमिंग टर्मिनल्स को विषम संख्या 1, 3, 5 से और आउट गोईंग टर्मिनल्स को 2, 4 और 6 जैसी सम संख्या से दर्शाते हैं ।

कनेक्टर के वायरों की क्रासिंग न हो इसलिये इसके इंटरनल वायरों को कनेक्टर के ऊपर की तरफ मोड देते हैं । और एक्सटर्नल वायरों में कनेक्टर के नीचे की तरफ मोड देते हैं ।

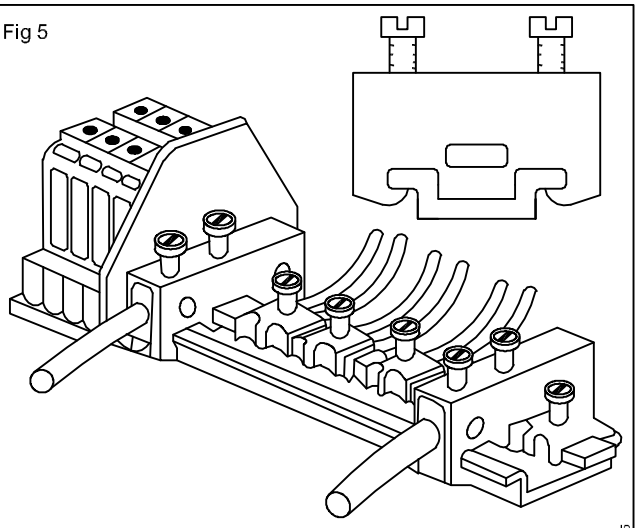
केबलों में बलेसीवल कंड्यूट की सहायता से मोटर तक ले जाया जाता है । ताकी उसे पानी, धूल आदि से बचाया जा सके ।

केबिनेट और डोर को अच्छे से अर्थ करते हैं । अर्थिंग के लिये हरे रंग का वायर लिये जाता है । अर्थ वायर को क्लैंप की सहायता से रेल में जोड़ देते हैं ।

पैनल में लगे हर भाग को एक दूसरे से इंसूलेट करने के लिये इंसूलेटेट सेपरेटर (Insulated separator) डाला जाता है । टर्मिनल्स के छोरों को स्क्रू से करना जाता है । जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है ।

कंट्रोल पैनल को अच्छे से अर्थ करना बहुत जरूरी है । यदि अर्थिंग वायर एक से अधिक होते है तो एक अर्थिंग प्लेट बोल्ट नट की सहायता से लगा दी जाती है । जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है ।

Fig 5

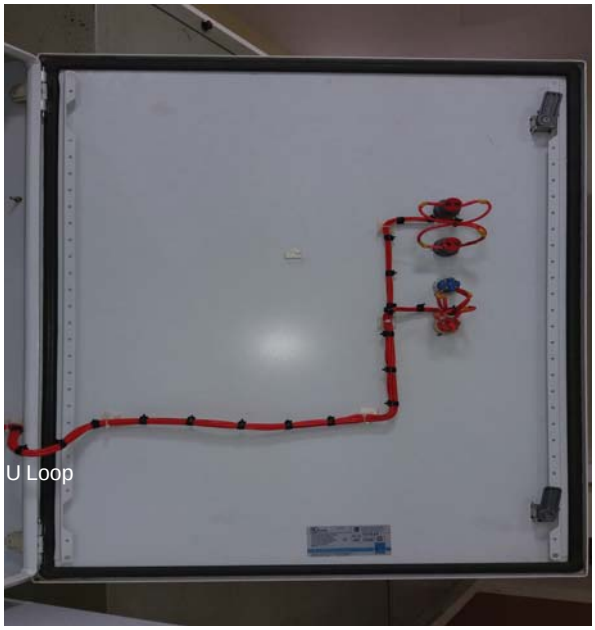


TERMINAL CONNECTORS / EARTH TERMINAL WITH SEPERATOR

ELN4217515

केबलों को U लूप की सहायता से केबीनेट के डोर से बाहर लाना चाहिये । केबिनेट में जहाँ तक हो सके स्लीवस फ्लैक्जिबल कंडक्टर का प्रयोग करना चाहिये । जैसा Fig 6 में दर्शाया है । केबिनेट के दरवाजों के लगे हुए तारों के गुच्छों की सावधानी से माउटिंग की जानी चाहिये । क्योंकि दरवाजे को खोलने और बंद करने में यह कर सकते हैं । केबिनेट में केवल टाई का उपयोग कम से कम करना चाहिये । क्योंकि सुधार कार्य के समय इन्हें काट कर अलग करना होता है । इसकी अपेक्षा वहाँ रेसवे का उपयोग करना चाहिये ।

Fig 6



U loop of cables

रूटिंग और बंचिंग (Routing and bunching)

रूटिंग (Routing)

कंडक्टरों और केबलों को एक टर्मिनल से दूसरे टर्मिनल ले जाते में किसी भी प्रकार के ज्वाइंट और क्रास ओवर नहीं होना चाहिये । कनेक्टर और टर्मिनलों के पास थोड़ी लंबाई में वायर छोड़ दिया जाना चाहिये भविष्य में सुधार कार्य करने में उन्हें काटा भी जा सकता है । मल्टीकोर केबल को सही ढंग से टर्मिनल में लगाना चाहिये जिससे टर्मिनलों पर भार न पड़े ।

भिन्न भिन्न रंगों के प्रयोग से हम कार्य को सरल व स्वच्छ बना सकते हैं ।

अर्थ और न्यूट्रल के कंडक्टर फेज के साथ ही चलना चाहिये । जिससे सर्किट में कोई लूप रजिस्टेंस न हो ।

रेसवे में कुछ खाली जगह छोड़ देनी चाहिये । अगर आगे चल कर उसमें कोई और तार डालना हो तो आसानी हो ।

पंचिंग और टाईंग (Punching and tying)

तारों को हमेशा क्षैतिज (hotizontal) और ऊर्ध्वाधर (Vertical) लाइनों में ही चलना चाहिये । जहाँ तक हो सके वायरिंग तिरछी (diagonal) न हो । वायर को किसी दूसरे उपकरण के ऊपर से नहीं गुजरना चाहिये । स्क्रू टर्मिनल के स्थान पर स्प्रिंग केज टर्मिनल का उपयोग करना चाहिये । इसमें कम गलतियाँ होती है । और वायरिंग की मेंटेनस और महनत भी कम लगती है ।

सभी टर्मिनल, वायर और उपकरणों का सही लेबलिंग और मार्किंग की जानी चाहिये । उचित मार्किंग और लेबलिंग से कार्य करने से गलतियाँ नहीं होती ।

किसी भी उपकरण को लगाते समय उसके लिये जो कंडक्टर लें, उसका सही नाप लें । उसके सिरे में फेरूल डाले और उचित लग्स (lugs) और थिंबल (Thimbul) का प्रयोग करें ।

पॉवर और कंट्रोल वायरिंग के अलग अलग रेखवे से निकलना चाहिये । जिनसे किसी भी प्रकार का रेडियो इंटरफियेंस ट्रबल शूटिंग टाइम न हो ।

पैनल के बाहरी वातावरण की धूल, मिट्टी, तापमान और अन्य कीड़े मकोड़े से सुरक्षित करने के भी उपाय करना आवश्यक है ।

यदि कुछ अधिक ध्यान दिया जाए, जैसा कि - किट नियंत्रण, धूल नियंत्रण, पर्याप्त टर्मिनल प्रेसर, सही वायर का चुनाव आदि से निश्चित रूप से कन्ट्रोल पैनल कभी असफल नहीं होगा और थोड़े से रखरखाव से यह पेनल पूरी आयु के लिए रहेगा ।

जब एकाधिक अर्थों को प्रयुक्त किया जाते हैं तो आवश्यक है कि एक सांझा अर्थ टर्मिनल अथवा कनेक्टरों का प्रयोग किया जाए जैसा कि Fig 6 में दर्शाया गया है ।

एक पूर्ण रूप से तैयार कंट्रोल पैनल वायरिंग और उसके डोर वायरिंग की रूटिंग, बंचिंग और टाईंग का पूर्ण विवरण Fig 8 में दर्शाया गया है ।

परीक्षण (Tests)

कंट्रोल पैनल को सप्लाई देने से पहले उसके सभी भागों का परीक्षण करना

आवश्यक है । पैनल से लगे सभी उपकरणों वायरिंग और टर्मिनल कैसे हो सर्किट का ओपन, शार्ट और अर्थिंग की कंटीन्यूटी जाँच लेना चाहिये । सप्लाई वोल्टेज और सप्लाई आवृत्ती को भी जाँच करना आवश्यक है ।

कंट्रोल इलेमेन्ट्स (Control elements)

कंट्रोल पैनल और स्विच बोर्ड में अंतर (Difference between control panel and switch board)

एक पैनल बोर्ड में एक सिंगल पैनल व अनेक सिंगल पैनलों का समूह हो सकता है । इसमें बस-बार्स, सुरक्षा संयत्र व विभिन्न कंट्रोल स्विच और मापन यंत्र व स्टार्टर आदि लगे होते हैं ।

इन पैनल बोर्डों में अंदर की तरफ वायरिंग की जाती है । और बाहर केवल उपयोग के आनेवाले स्विच और मापन यंत्र दिखाई पड़ते हैं ।

वही दूसरी ओर एक **स्विच बोर्ड** में एक सिंगल पैनल होता है । जिसमें स्विच गेयर्स की एक बड़ी एसम्बली होती हैं । इसमें किसी प्रकार के मापन यंत्र नहीं लगे होते । पैनल बोर्ड की तरह स्विच बोर्ड को किसी केबिनेट में नहीं रखा जाता है । ये सिर्फ सामने से ही कार्य करते हैं ।

किसी कंट्रोल पैनल की वायरिंग के लिये निम्न अवयवों व सामग्री की आवश्यकता होती हैं :

- आइसोलेटिंग स्विच (Isolating switch)
- पुश बटन स्विच (Push button switch)
- इंडिकेटिंग स्विच (Indicating lamp)
- MCB (Miniature Circuit Breaker)
- कॉनटेक्टर्स (Contactors)
- थर्मल ओवर लोड रिले (Electro mechanical relays)
- विद्युत चम्बकीय रिले (Thermal overload relays)
- टाइमर रिले (Time delay relay (timers))
- रेक्टीफायर (Rectifiers)
- लिमिट स्विच (Limit switches)
- कंट्रोल टांसफार्मर (Control transformers)

कन्ट्रोल पेनल के लिए नियंत्रक अवयव (Control elements for control panel)

1 आइसोलेटिंग स्विच (Isolating switch) (Fig 7)

आइसोलेटिंग स्विच एक मेन्युअल रूप से ऑपरेट करने वाला स्विच है । ये किसी भी सर्किट को सप्लाई से जोड़ने व अलग करने के लिये उपयोग में लाये जाते हैं । साधारणतः आइसोलेटर हमेशा "Off load" सर्किट में ही उपयोग किये जाते हैं ।

ये विभिन्न करंट और वोल्टेज रेटिंग में व साइज के उपलब्ध होते हैं ।

Fig 7

ISOLATING SWITCH

ELN4217517

2 पुश बटन स्विच (Push button switch) (Fig 8)

Fig 8

PUSH BUTTON SWITCHES

ELN4217518

पुश बटन एक साधारण केनिकल स्विच है । जो किसी भी सर्किट को जरूरत पड़ने पर जोड़ता व अलग करता है । ये हार्ड प्लास्टिक व मेटल के बने होते हैं । इसके काथ इंडिकेटिंग (Indicating) लैम्प लगे होते हैं । जो इनकी Off और On स्थिति को दर्शाते हैं ।

3 इंडिकेटिंग स्विच (Indicating lamp) (Fig 9)

Fig 9

INDICATING LAMP WITH HOLDER

ELN4217519

इनमें निम्न वोल्टेज के घंटे फिलामेंट व नियॉन या लैम्प होते हैं । जो किसी भी सर्किट में सप्लाई को दर्शाते हैं । किसी भी मोटर की या स्थिति, मेन्स का ट्रिप होना, या सप्लाई का फेल होना आदि इन्हीं लैम्पों द्वारा किया जाता हैं ।

ये अलग-अलग साइज और रंगों में उपलब्ध होते हैं । ये हमेशा पैनल के फ्रंट पर होल्डर के साथ लगे होते हैं ।

4 मिनियेचर सर्किट ब्रेकर (MCB) (Miniature Circuit Breaker) (MCB) (Fig 10)

Fig 10

MINIATURE CIRCUIT BREAKER

ELN421751A

यह एक विद्युत चुम्बकीय सुरक्षा यंत्र है । जो किसी भी सर्किट को शार्ट सर्किट और ओवर लोडिंग से बचाता है । जब किसी सर्किट में सीमा से अधिक धारा प्रवाह होती है । तो ऑटोमेटिक स्विट्च हो जाती है ।

5 फ्यूज (Fuse)

फ्यूज एक सुरक्षा युक्ति है । जिसे फेज वायर के साथ सीरिज में लगाया जाता है । यह सर्किट को शार्ट सर्किट और अर्थ फाल्ट से बचाता है ।

6 कॉनटेक्टर्स (Contactors) (Fig 11)

Fig 11

MINIATURE CIRCUIT BREAKER

ELN421751B

कॉन्टेक्टर एक रलैक्ट्रिकल कंट्रोल डबल ब्रेक युक्ति है । यह एक स्विच है, जो सर्किट को On और Off करने में सहायक होता है । यह एक रिले के समान होता है जो हाई करंट रेटिंग में भी काम करते हैं । इसको कंट्रोल करने के लिए लो-पॉवर रेटिंग का सर्किट होता है जो स्विचिड सर्किट से भिन्न होता है ।

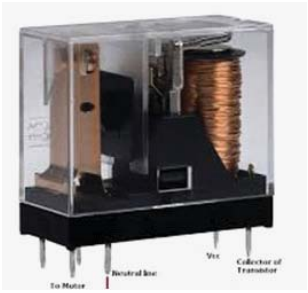
7 एलेक्ट्रो मैकेनिकल रिले (Electro mechanical relays) (Fig 12)

एलेक्ट्रो मैकेनिकल रिले एक विद्युत स्विच है जो हाई पॉवर सर्किट और लो सिगनल में कार्य करता है । इसे कंट्रोल के काम में लाया जाता है । जब इसकी क्वाइल से करंट गुजरती है, तो एक चुम्बकीय क्षेत्र बनता है और आर्मेचर सक्रिय हो जाता है, और सर्किट ब्रेक करता है ।

8 थर्मल ओवरलोड रिले (Thermal overload relays) (Fig 13)

विद्युत चम्बकीय रिले में थर्मल ऑपरेटेड विद्युत युक्ति है । ताप में अंतर आने पर रिले कार्य करते हैं । ये किसी मोटर को ओवर होटिंग और ओवर लोडिंग से बचाते हैं ।

Fig 12



ELECTRO MECHANICAL RELAY

ELN421751C

Fig 13

THERMAL OVERLOADED RELAYS

ELN421751D

9 टाइम डिले रिले (टाईमर्स) (Time delay relay (timers)) (Fig 14)

Fig 14

TIMER

ELN421751E

टाइम डिले रिले, जिसका आंतरिक मेकेनिजम टाइम बेस्क होता है । में किसी भी सर्किट को टाइम डिले से कंट्रोल करते हैं ।

इसके कॉन्टेक्टस एक पूर्व निर्धारित समय सीमा में ओपन और क्लोज होते है । जो NVC (No Volt Coil) को सक्रिय और निषक्रिय करता है । ये मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं ON Delay timer और OFF Delay timer

10 रेक्टीफायर (Rectifiers) (Fig 15)

Fig 15

RECTIFIER

ELN421751F

रेक्टिफायर एक स्टैटिक (स्थिर) उपकरण है । इसमें एक या अधिक डायोड का उपयोग करके AC सप्लाई के DC में बदलते हैं । डायोड एक one-way वाल्व जैसा होता है । जो करंट के एक ही दिशा में प्रवाहित करता हैं ।

11 लिमिट स्विच (Limit switches) (Fig 16)

लिमिट स्विच एक प्रेरक स्विच की तरह काम करता है । यह मोटर की गति के मनुरूप कार्य करता है ।

Fig 16

LIMIT SWITCHES

ELN421751G

जब कोई गतिमान वस्तु या मशीन प्रेरक के संपर्क में आती है तो इसके कान्टेक्ट इसे सर्किट में जोड़ने या अलग करने का कार्य करते हैं । ये किसी मशीन के भागों के बीच चालन कोण या उनके बीच की दूरी को कंट्रोल करता हैं ।

12 कंट्रोल टांसफार्मर (Control transformers)

पैनल के कंट्रोल या सहायक (auxiliary) सर्किट को मुख्य सप्लाई से न जोड़ कर इन्हें एक कंट्रोल ट्रांसफार्मर से सप्लाई दी जाती हैं । ये ट्रांसफार्मर उच्च वोल्टेज को निम्न वोल्टेज में परिवर्तित करता है ।

13 पैनल मीटर (वोल्टमीटर और एमिटर) (Panel meter (voltmeter and ammeter))

ये ऐसे माप उपकरण है जो सर्किट के विभिन्न विद्युत पैरामीटर को मापने हैं जैसे वोल्टेज, करंट, फ्रीक्वेंन्सी आदि ।

कंट्रोल पैनल की वायरिंग हेतु वायरिंग सामग्री (Wiring accessories for control panel wiring)

1 PVC चैनल/रेस वेस (PVC Channel / Race ways) (Fig 17)

Fig 17

PVC CHANNEL

ELN421751H

ये एक निरीक्षण प्रकार का संलग्न चैनल होता है । जो एक कंट्रोल पैनल की विद्युत वायरिंग को पथ प्रदान करता है । इसके दोनों सिरों में खुले स्लॉट होते हैं । जो वायरिंग को अच्छा वेंटीलेशन प्रदान करते हैं । और इनसे वायरिंग का निरीक्षण भी आसान होता है ।

ये वायरिंग के स्पूल आद्रता, जंग उष्मा व यांत्रिक छीत से बचाता है ।

2 डिन रेल (Din Rail) (Fig 18)

ये जिंक प्लेटेड या क्रोमेट धातु की बनी पट्टीयाँ होती हैं । इसकी सहायता से बिना स्क्रू के उपयोग के पैनल के अंदर विभिन्न MCB जैसे एसेसरिज और OLR आदि कोन्टाकट्र्स एसेंम्बल करते हैं ।

Fig 18

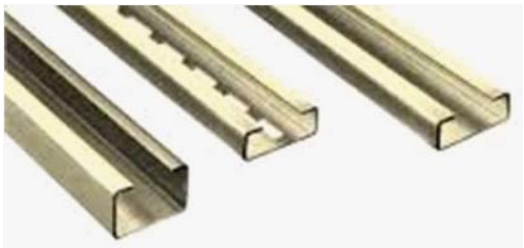
DIN RAILS

ELN421751I

3 G - चैनल (G-Channel) (Fig 19)

ये जिंक कोटेड मेटल चैनल होते हैं । इसका उपयोग कंट्रोल पैनल में स्प्रिंग लोड, डबल ट्रेक टर्मिनल कनेक्टरों को माऊंट करने के लिये किया जाता है। पैनल के अंदर स्क्रू न लगा कर G-चैनल को प्रयोग करते है ।

Fig 19



'G' CHANNEL

ELN421751J

4 टर्मिनल कनेक्टर (Terminal Connectors) (Fig 20)

इसके दोनों सिरों पर इंसुलेटेड स्क्रू का सेट होता है । ये कंट्रोल वेनल के भिन्न-भिन्न अवयवों को बाहरी कंट्रोल स्विच, लिमिट स्विच, इनपुट सप्लाई और मोटर के टर्मिनल से जोड़ते है ।

Fig 20

TERMINAL CONNECTORS

ELN421751K

बैरियर स्ट्रीप और क्लेंपिंग प्लेटों के साथ लगे हुए टर्मिनल कान्टेक्टर विद्युत वायरिंग को मजबूती प्रदान करते हैं । ये विभिन्न आकार वोल्टेज व करंट रेटिंग में उपलब्ध हैं ।

5 वायर फेरूल (Wire ferrules) (Fig 21)

Fig 21

WIRE FERRULES

ELN421751L

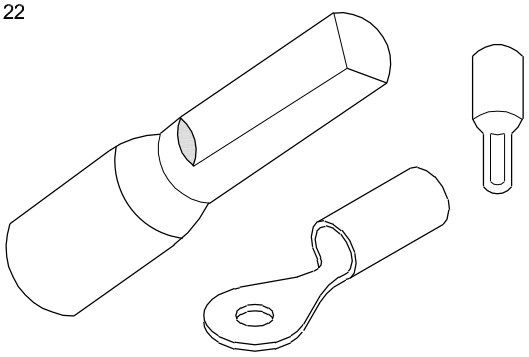
ये पॉलीमर प्लास्टिक या रबर या फाइबर के बने घेटे रिंग जैसे होते हैं । जिन्हें वायर के अंतिम सिरों पर लगाया जाता है । इससे ये ज्ञात होता है कि किसा वायर को किस टर्मिनल से जोड़ना है ।

इन्हें वायर के सिरों पर कॉलर या ब्रास्लेट की तरह डाल दिया जाता है ।

ये भिन्न-भिन्न रंगों, और आकार में मिलते है । जैसे 1 sq.mm, 1.5 sq.mm आदि साधारणतः ये पीले रंग के होते है जिनमें संख्या या अल्फाबेर लिखे होते हैं ।

6 लग्स और थिम्बल्स (Lugs and thimbles) (Fig 22)

Fig 22



LUGS AND THIMBLES

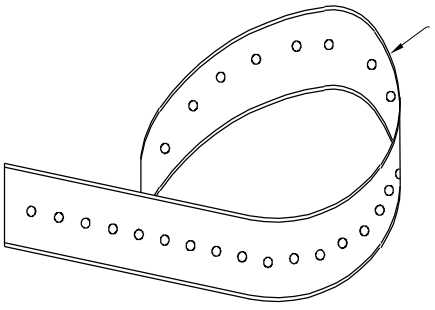
ELN421751M

विद्युत केवल और वायरों के टर्मिनल से सही ढंग से जोड़ने के लिए एल्मुनियम व कॉपर से बने हुए सिलिंड्रिकल बैरल लगाये जाते है । ये गोल रिंग, या में भी आते है । ये मशीनों के टर्मिनल को मजबूती से जोड़ते है । ये सर्किट में होनेवाले लूज कनेक्शन और स्पार्किंग से बचाते है । इन्हें वायर के साथ जोड़ने के लिए एक विशेष प्रकार का क्रिंपिंग टूल का उपयोग किया जाता है । ये विभिन्न आकार में उपलब्ध है जैसे 1 sq.mm, 4 sq.mm, 25 sq.mm, 70 sq.mm, और 125 sq.mm

• थिम्बल को सॉकेट भी कहा जाता है ।

7 केबल बाइन्डिंग स्ट्रेप और बटन (Cable binding straps and button) (Fig 23)

Fig 23



CABLE BINDING STRAPS AND BUTTON

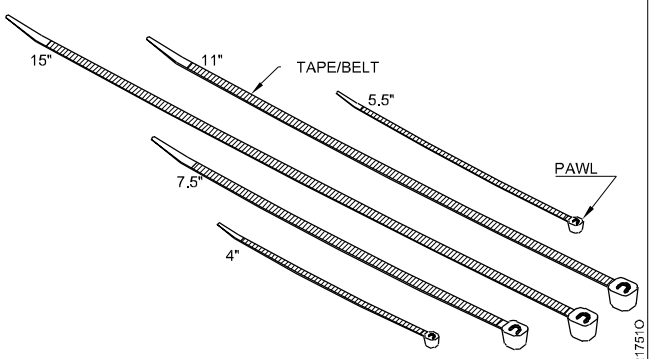
ELN421751N

ये PVC या पॉलीमर के बने बैल्ट होता है । इसमें बराबर अंतराल पर छेद होते है । ये वायर और केबल को सही तरीके से बाँधने और सुव्यवस्थित रखने में सहायक होते है । ये बेल्ट उष्मा (heat) और विद्युत के अच्छे कुचालक होते है ।

ये साधारणतः 8 mm, 10 mm और 12 mm चौड़ाई में उपलब्ध होते हैं ।

8 नाईलॉन केबल टाई (Nylon cable ties) (Fig 24)

Fig 24



NYLON CABLE TIES

ELN421751O

- इस प्रकार के फास्टनर वायरों और केबलों के गुच्छे के पकड़ने और बाँधने के लिये उपयोगी होते हैं ।
- ये नायलॉन के बेल्ट जैसे होते हैं जिनके ऊपरी सतह पर दाँते बने होते हैं, जो उसके सिरों पर बने छेद में कस जाते हैं और अच्छे ग्रीप देते हैं ।
- साधारणतः इस प्रकार की टाई को दोबारा खोलना या निकालना संभव नहीं होता । वर्तमान में पुनः उपयोग में आनेवाले टाई (reusable) भी उपलब्ध हैं ।
- ये भिन्न-भिन्न लम्बाई, चौड़ाई और रंगों में उपलब्ध होते हैं ।
- इनकी कीमत कम होती है इसलिए अधिक उपयोग में आते हैं ।

9 स्लीव (Sleeves) (Fig 25)

Fig 25

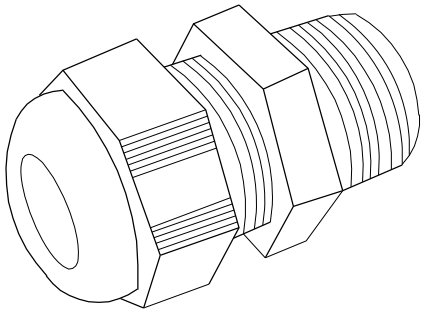
WIRE SLEEVES

ELN421751P

- ये लचीले ट्यूब होते है जो कि अच्छे कुचालक होते हैं । सर्किट ये लगने वाले सभी विद्युत वायर और केबल इन्हीं के अंदर से ही होकर जाते हैं ।
- ये अच्छे इन्सूलेशन के साथ-साथ वायरों की पहचान करने में भी सहायक होते है । ये वायरों को यांत्रिक, रसायनिक और रेडियो इंटरफियरेंस से बचाते हैं ।
- ये विभिन्न रंग, प्रकार और मटेरियल के होते है । जैसे कार्बन फाईबर, फेब्रिक, टेफलॉन, नायलॉन, पालीइर्थिलिर वर्ण, ब्रेडेड मेटल और हीट शिंक स्लीवस् ।

10 ग्रोमेट (Grommets) (Fig 26)

Fig 26



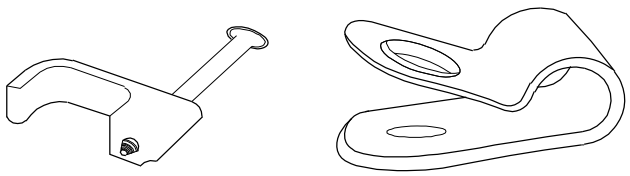
GROMMETS

ELN421751Q

ये एक प्रकार की बुशिंग होती है । जब वायर या केबल पैनल के किसी होल या ड्रिल से निकाले जाते है तो ये इंसूलेशन का कार्य करते है । ये रबर, प्लास्टिक कोटेड मेटल के बूने होते हैं । ये केबल को ट्वस्टि, कट, ब्रेक और वायब्रेट होने से बचाते है । चैनल को धूल-मिट्टी और पानी से भी सुरक्षित रखते है । इन्हें ग्लैडस् भी कहा जाता है ।

11 वायर क्लिप्स (Wire Clips) (Fig 27)

Fig 27



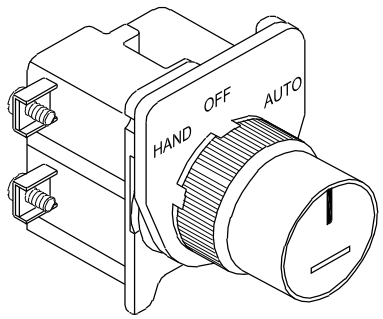
WIRE CLIPS

ELN421751R

ये एक प्रकार की फिक्सिंग और पंचिंग युक्तियाँ है । ये वायरों और केबलों को व्यवस्थित रूप से संयोजित करने से सहायक होती है ।

रोटरी प्रकार के स्विच (Rotary type switches) (Fig 28)

Fig 28



ROTARY SWITCH

ELN421751S

रोटरी स्विचों का उपयोग लेथ, मिलिंग मशीनों में सामान्यतया अधिक किया जाता है क्योंकि इनकी स्थिति स्पष्ट दिखाई देता है और ये परिचालन में सरल है। ये स्विच लीवर या नॉब द्वारा परिचालित होते है जो आन्तरिक कैम को घुमाते है जिसके द्वारा ब्लॉक के अन्दर विभिन्न टर्मिनल क्रम से सम्पर्क करते है। ये कैम या ब्लॉक कठोर P.V.C. से बने होते है और इस प्रकार डिजाईन किये हुए होते है जो बहुत अधिक परिचालन को सह सकते है। कई प्रकार की कैम और सम्पर्क ब्लॉकों से कई प्रकार के मिश्रित सर्किट बनाये जा सकते है। चूंकि सम्पर्क ब्लॉक, टर्मिनल और कैम स्प्रिंग से भारित होते है, इसलिए इन स्विचों की मरम्मत के लिए अनुभव हीन व्यक्तियों द्वारा इन्हें नही खोलना चाहिए। Fig 28 shows 250V AC 15 Amps 2-pole three position flush mounting coin-slot operator.

कार्य (Function): कैम और कॉन्टैक्ट ब्लॉक के संयोजन पर निर्भर करते हुए रोटरी स्विच अनेक कार्य कर सकती है। इनके अनुसार ये निम्न प्रकार का सूत्र की हो सकती है।

तीन फेज़ मोटरों के लिए पावर और कन्ट्रोल सर्किट्स (Power and control circuits for three phase motors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **3-फेज़ इन्डक्शन मोटर को चालू करने के लिए स्टार्टरों की आवश्यकता स्पष्ट करना और स्टार्टरों के प्रकार बताना**
- **चालू करने और रोकने के लिए सिंगल पुश बटन वाले आधारभूत कान्टाक्टर सर्किट की व्याख्या करना**
- **DOL स्ट्रार्टर, अर्द्ध एवं पूर्ण ऑटोमेटिक स्टार डेल्टा स्टार्टर के प्रकार्य बताना**
- **जोगिंग इचिंग फोरवर्ड और रिवर्स कन्ट्रोल सर्किट के प्रकार्य स्पष्ट करना**
- **रिमोट स्टेशन कन्ट्रोल सर्किट को स्पष्ट करना**
- **क्रमिक कन्ट्रोल मोटरों को स्पष्ट करना।**

स्टार्टर की आवश्यकता (Necessity of starter): एक गिलहरी प्रेरण मोटर स्टार्टिंग से पूर्व एक लघु परिपथ द्वितीयक वाइंडिंग वाले पोलीफेज ट्रांसफार्मर की तरह की जाती है। यदि स्थिर मोटर को सामान्य वोल्टेज किये जाये तो ट्रांसफार्मर की तरह प्रारम्भिक करंट बहुत अधिक प्रवाहित होगा जो कि सामान्य भार करंट से 5 से 6 गुणा तक होता है जो कि मुख्य सप्लाई से लेगी। यह प्रारम्भिक अत्याधिक धारा आपत्तिजनक है, क्योंकि यह लाइन में अधिक वोल्टेज ड्राप करा देती है, जिसके कारण अन्य विद्युत उपकरणों व उसी लाइन सेजुड़े प्रकाश परिपथ के परिचालन पर प्रभाव पड़ता है।

स्टार्टिंग के समय स्टेटर वाइंडिंग को दी जाने वाली वोल्टेज को कम करके इस अत्याधिक प्रारम्भिक धारा को नियंत्रित किया जा सकता है, और जब मोटर अपनी पूर्ण चाल के लगभग प्राप्त कर लेती है तब सामान्य पूर्ण वोल्टेज स्टेटर वाइंडिंग को प्रदान किये जाते है। तीन अश्व शक्ति 3 Hp तक की छोटी

क्षमता की मोटरों को प्रारम्भ में सामान्य पूर्ण वोल्टेज दिये जा सकते है। इसलिए मोटर को स्टार्ट व स्टॉप करने के लिए और मोटर को ओवर लोड करंट व कम वोल्टेज से सुरक्षा प्रदान करने के लिए मोटर सर्किट मे स्टार्टर की आवश्यकता पड़ती है । इसके अतिरिक्त स्टार्टिंग के समय स्टार्टर प्रदाय वोल्टेज को भी कम कर सकता है।

स्टार्टरों के प्रकार (Types of starters0: गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरों को स्टार्ट करने के लिए निम्नलिखित विभिन्न प्रकार के स्टार्टर उपयोग किये जाते है।

- डायरेक्ट ऑन-लाइन स्टार्टर (Direct on-line starter)
- स्टार डेल्टा स्टार्टर (Star-delta starter)
- स्टेप डाऊन ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Step-down transformer starter)
- ऑटों ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Auto-transformer starter)

उपरोक्त स्टार्टरों में dol स्टार्टर के अतिरिक्त प्रारम्भन के समय गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के स्टेटर वाइंडिंग को कम की हुई वोल्टेज दी जाती है और जब मोटर पूर्ण चाल प्राप्त कर लेती है, तो सामान्य पूर्ण वोल्टेज दे दी जाती है।

स्टार्टर का चयन (Selection of starter): जब प्रारम्भिक उपकरण का चयन किया जाता है तो कई तथ्यों पर विचार किया जाता है । इन तथ्यों में प्रारम्भन धारा, पूर्ण भार धारा, मोटर की निर्धारित वोल्टेज, वोल्टेज ड्राप, परिचालन अवधि, भार का प्रकार, मोटर की सुरक्षा व परिचालक की सुरक्षा सम्मिलित है।

कॉन्टैक्टर (Contactors): सभी स्टार्टरों में कॉन्टैक्टर मुख्य भाग होता है। कॉन्टैक्टर को इस प्रकार परिभाषित किया जाता है कि यह एक ऐसी स्विचिंग डिवाईस है जो भार परिपथ को जोड़ सकती है, वहन करती है और प्रति घण्टा में 60 या अधिक बार की आवृत्ति के साथ सर्किट को तोड़ सकती है। इसे हाथ से (यान्त्रिक रूप से) विद्युत चुम्बकत्व, वायु या विद्युत वायु रिले (electro-pneumatic relays) द्वारा परिचालित किया जा सकता है।

कान्टैक्टर जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है, में मुख्य सम्पर्क सहायक सम्पर्क व नो वोल्टे क्वाइल है। Fig 1 के अनुसार यहाँ नारमली ओपर के तीन सैट है जिनमें 1 और 2, 3 और 4, 5 और 6, मुख्य सम्पर्क है और दो सैट नारमली आपेर के सहायक सम्पर्क है जो 23 और 24, 13 और 14, और एक सैट नारमली क्लोज्ड का सहायक सम्पर्क है जो 21 और 22 टर्मिनल की बीच बनता है। सहायक सम्पर्क मुख्य सम्पर्कों की अपेक्षा कम करंट वहन कर सकते है। सामान्य कॉन्टैक्टरों में पुश बटन स्टेशन व ओवर लोड रिले नहीं होते जो मुख्य भाग है परन्तु ये अतिरिक्त सामग्री के रूप में कान्टैक्टरों के साथ उपयोग होकर एक स्टार्टर का कार्य करते है।

एक चुम्बकीय कान्टैक्टर के मुख्य भाग Fig 1 में दिखाये गये है। Fig 2 कान्टैक्टर का सैकमेटिक डायाग्राम दिखा रहा है जिसमें यह फ्युज स्विच (ICTP) पुश बटन स्टेशन और ओवरलोड रिले के साथ है जो गिलहरी पिंजरा मोटर को मुख्य सप्लाई के साथ सीधा प्रारम्भ करने के लिए जोड़ता है । इसी प्रकार DOL स्टार्टर में कान्टैक्टर, ओवर लोड रिले व पुश बटन स्टेशन एक ही आवरण में स्थिर होते है।

Fig 1

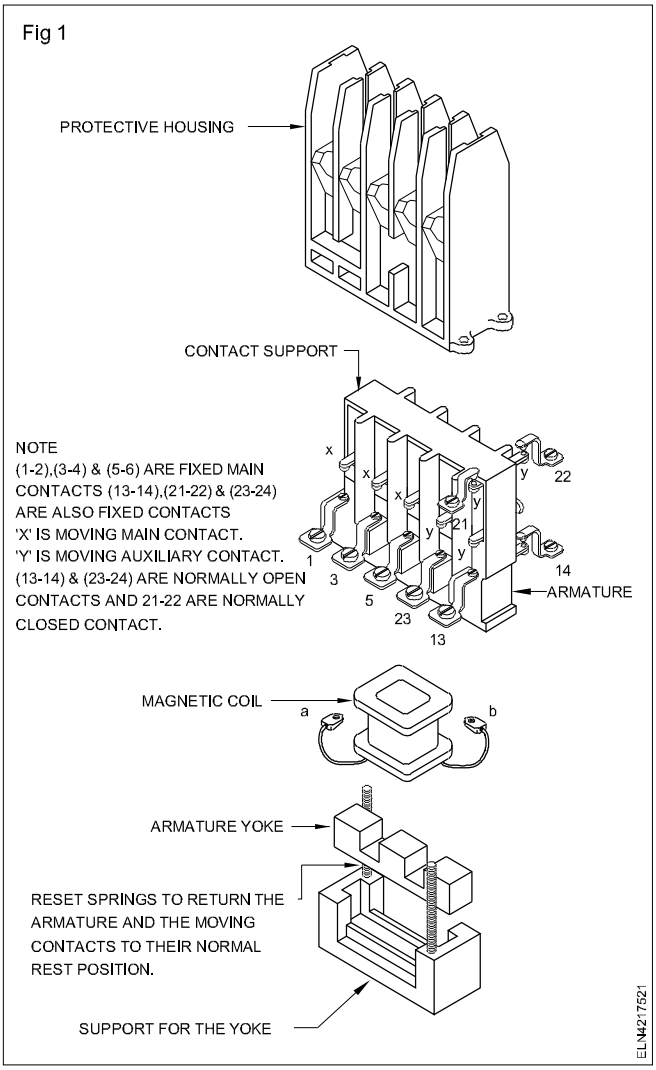
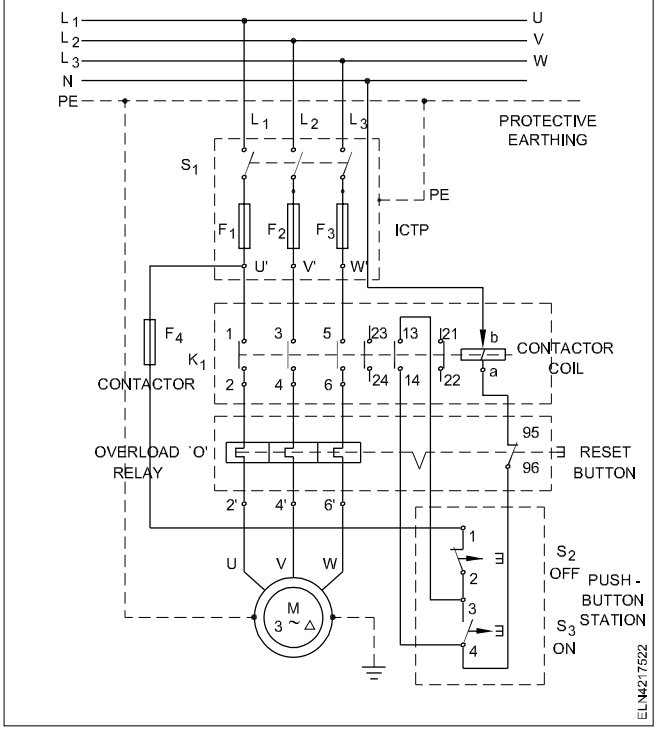


Fig 2



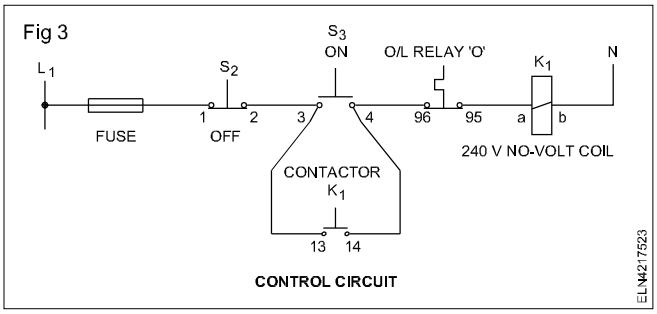
कार्य वर्णन (Functional description)

पावर परिपथ (Power circuit): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है कि जब मुख्य ICTP स्विच को ऑन किया जाता है तो कान्टेक्टर K_1 परिचालित हो जाता है। मोटर की सभी तीनों वाइंडिंग U V & W मुख्य स्विच ICTP के माध्यम से प्रदाय टर्मिनल R Y B व कान्टैक्टरर व ओवर लोड रिले के साथ जुड जाती है।

मोटर की अतिभारित होने पर ओवर लोड करंट रिले (द्विधातु रिले) सुरक्षा प्रदान करती है जबकि फ्युज F1/F2/F3 फेज से फेज से फ्रेम के बीच होने वाले लघू परिपथ दोष से मोटर परिपथ की सुरक्षा प्रदान करते है।

नियंत्रण परिपथ (Control circuits)

एक स्थान से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from one operating location): जैसा कि Fig 2 मे स्टार्टर का सम्पूर्ण परिपथ दिखाया गया है, और Fig 3 में कन्ट्रोल परिपथ दिखाया गया है। जब ऑन पुशन बटन S_3 को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल परिपथ क्लोज्ड हो जाता है, कान्टैक्टर क्वाईल उर्जित हो जाती है और कान्टैक्टर K_1 क्लोज हो जाता है। एक नारमली ओपन सहायक सम्पर्क13,14 भी K_1 के साथ साथ क्रियाशील हो जाता है। यदि यह नारमली ओपन सम्पर्क स्विच S_3 के समान्तर जोड दिया जाता है तो यह सेल्फ होल्डिंग सहायक सम्पर्क कहलाता है।

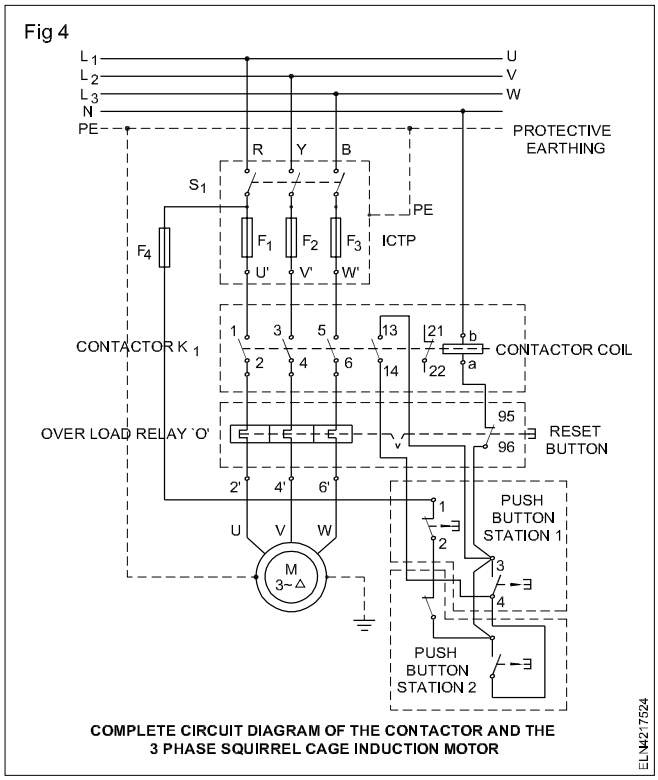


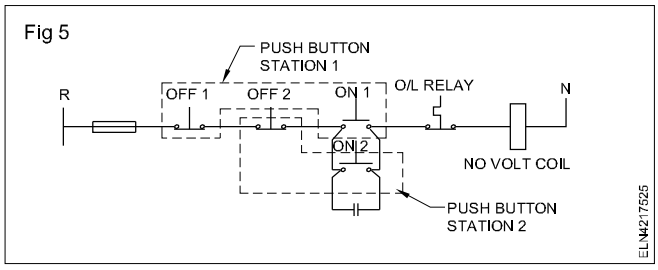
S_3 से जब दबाव हटाया जाता है, तब करंट सेल्फ होल्डिंग सम्पर्क 13,14, के माध्यम से प्रवाहित होता है और कॉन्टैक्टर लगातार क्लोज्ड रहता है। कॉन्टैक्टर को खोलने के लिए स्विच S_2 को दबाया जाता है। यदि स्विच S_3 और S_2 को एक साथ दबाया जाये तो कॉन्टैक्टर अप्रभावित रहेगा।

जब पावर सर्किट में ओवर लोड हो जाता है तो नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट 95 और 96 जो ओवर लोड रिले `O' के कॉन्टैक्ट है, खुल जोते है ओर ये कन्ट्रोल सर्किट को स्विच ऑफ कर देते है। इस प्रकार K_1 मोटर सर्किट को स्विच ऑफ कर देता है।

एक बार ओवर लोड रिले `O' के क्रियाशील होने पर जब कॉन्टैक्ट 95 व 96 के बीच खुला परिपथ हो जाये तो ये कॉन्टैक्ट खुले ही रहेंगे और ऑन बटन S_3 कोदबाने से मोटर पुनः स्टार्ट नही होगी। अब रिसैट बटन को दबाने से नारमली क्लोज्ड अवस्था पुनः प्राप्त की जा सकती है। कुछ विशेष स्टार्टरों में ऑफ बटन को दबाने सेभी रिसैट किया जा सकता है क्योंकि यह बटन ओवरलोड रिले की लाईन में जुडा होता है।

दो स्थानों से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from two operating locations): यदि किसी कॉन्टैक्टर को दो स्थानों से ऑन या ऑफ करने की आवश्यकता हो तो इसके लिए दोनों स्थानों के ऑफ पुश बटन श्रेणी में जोडे जाते है और ऑन पुश बटन समानांतर में जिनका सम्पूर्ण आरेखा Fig 4 में व नियन्त्रण आरेख Fig 5 में दिखाया गया है।





यदि दो ऑन पुश बटन में से किसी एक को क्रियाशील किया जाये तो K_1 ऊर्जित हो जाता है और नारमली ओपन कान्टैक्ट 13 व 14 की सहायता से क्लोज्ड हो कर होल्ड रहता है यदि दो ऑफ पुश बटन में से किसी एक को दबाया जाता है तो कॉन्टैक्टर खुला जाता है।

स्टार्टरों के प्रकार (Tripping of starters): निम्नलिखित कारणों से स्टार्टर ट्रिप कर सकते है।

- कम वोल्टेज या पावर सप्लाई का न होना
- मोटर पर अधिक भार का आ जाना।

प्रथम कारण में नो वोल्ट क्वाइल के कारण ट्रिपिंग होती है जिसके कारण वोल्टेज निश्चित मान से कम होने पर सम्पर्क खुल जाते है। जैसे ही सप्लाई सामान्य होती है स्टार्टर को पुनः स्टार्ट किया जा सकता है।

ओवर लोड होने पर रिले स्टार्टर को ड्रिप कर देती है। यह तब पुनः स्टार्ट किया जा सकता है जब रिले को पुनः सेट किया जाये और भार सामान्य हो जाये।

नो-वोल्ट क्वाइल (No-volt coil): नो वोल्ट क्वाइल पतले तार व अधिक टर्नों से कुण्डलित होती है।

कॉईल वोल्टेज (Coil voltages): वास्तविक सप्लाई वोल्टेज के उपलब्ध अनुसार कॉईल का चयन किया जाता है। क्वाइल वोल्टेज की परास काफी है जैसे 24V, 40V, 110V, 220 V 230/250 V, 380V 400/440V AC या DC मानक उपलब्ध है जो कान्टैक्टर और स्टार्टर के लिए उपयोगी है।

कान्टैक्टरों में दोष एवं समाधान (Troubleshooting in contactor): टेबल 1 में सामान्य होने वाली खराबी के लक्षण, कारण व उपचार दिया गया है।

टेबल 1

लक्षण	कारण	उपचार
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही होती है। परन्तु कान्टैक्टर के आर्मेचर को हाथ से दबाने से मोटर स्टार्ट होती है और रन करती है।	नो वोल्ट क्वाइल सर्किट में खुला दोष होना	मुख्य प्रदाय वोल्टेज के स्वीकार्य मान से कम होने पर चैक करें। मुख्य वोल्टेज कोठीक करें ढीले कनैक्शन के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चेक करें नो वोल्ट क्वाइल वाइंडिंग को प्रतिरोध टेस्ट करें यदि गलत हो तो क्वाइल को बदल दें।
ऑन बटन दबाने से मोटर स्टार्ट होती है ऑन बटन को छोडने से यह तुरन्त रूक जाती है	स्टार्ट बटन के समानांतर में जुड़ा सहायक सम्पर्क क्लोज्ड नही हो रहा है।	आन बटन के समानांतर में जुडे सहायक सम्पर्क के संयोजन का परीक्षण करें। कॉन्टैक्ट के इस दोष को दूर करें। कॉन्टैक्ट के सहायक सम्पर्क पर जंग या गड्ढों का निरीक्षण करें। यदि ये खराब हो तो बदल दें।
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नहीं हो रही है फिर भी स्टार्टर से हमिंग और चटरिंग का शोर सुनाई दे रहा है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट के चल आर्मेचर व स्थिर भाग मजबूती से आकर्षित नही हुये है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट की दो मिलने वाली सतहों के बीच धूल व गन्दगी को साफ करें। प्रदाय वोल्टेज कम है । इसका कारण का पता लगाये व दोष को दूर करें। AC मैग्नेट होने पर शेडिंग रिंग टूट सकता है तब कॉन्टैक्टर के आर्मेचर को बदल दें।
नो वोल्ट क्वाइल के अधिक गर्म होने पर कॉन्टैक्टर का खराब हो जाना	आने वाली प्रदाय वोल्टेज में वृद्धि होना नो वोल्ट क्वाईल की क्षमता अधिक नही है।	सामान्य वोल्टेज से अधिक वोल्टेज आने पर इनपुट वोल्टेज को कम करें। नो वोल्ट क्वाइल की वोल्टेज क्षमता कम है, मानक वोल्टेज के अनुसार बदल दें।
OL के ड्रिप होने के बाद OL रिले को रिसेट करने के बाद भी मोटर तुरन्त स्टार्ट नही होती	ऊष्मीय द्विधातु पत्ती ठण्डा होने से व रिसैट होने में थोड़ा समय लेती है।	पुनः स्टार्ट करने में 2 से 4 मिनट का इन्तजार करें
नो वोल्ट क्वाइल के टर्मिनलों केपार्श्व में सप्लाई वोल्टेज उपलब्ध होने पर भी क्वाइल ऊर्जित नही हो रही है।	NVC सर्किट में खुला परिपथ दोष NVC क्वाइल जल सकती है	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। स्टार्ट बटन के नीचे नाइलोन बटन को चैक करें। ओवर लोड रिले रिसेट नही हुई है।
रिले क्वाइल को बदला गया फिर भी स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही हो रही।	रिले के कन्ट्रोल सर्किट में दोष है।	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। कन्ट्रोल स्टेशन से सम्पर्कों को साफ करें। ओवर लोड रिले रिसैट नही हुई है।
हमिंग व चैटरिंग का शोर	कम वोल्टेज योक व आर्मेचर के बीच चुम्बकीय सतह का साफ न होना। लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग न होना	उचित वोल्टेज का प्रबन्ध करें योक व आर्मेचर के बीच सतह को साफ करें लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग लगायें।

D.O.L. स्टार्टर (D.O.L. starter)

D.O.L. स्टार्टर एक ऐसा स्टार्टर है जिसमें एक नो-वोल्ट क्वाइल सहित एक कान्टैक्टर, ऑन व ऑफ बटन और ओवरलोड रिले एक ही आवरण में बन्द होते है।

संरचना व प्रचालन (Construction and operation): एक समान्यतया उपयोग होने वाला डायरेक्ट ऑन लाईन पुश बटन प्रकार का स्टार्टर Fig 6 में दर्शाया गया है। यह एक सरल स्टार्टर है जो सस्ता है और स्थापित करने व देखभाल करने में आसान है।

अभ्यास 3.1.04 के सम्पूर्ण कान्टैक्टर परिपथ जिसका पूर्व में वर्णन किया जा चुका है में ओर D.O.L.स्टार्टर में कोई अन्तर नही है, केवल इतना अन्तर है कि D.O.L.स्टार्टर एक धातु या PVC के आवरण में बद्ध होता है, अधिकतर स्थितियों में D.O.L. स्टार्टर की नो-वोल्ट क्वाइल 415V के लिए निर्धारित होती है और Fig 1 के अनुसार दो फेजों के पार्श्व में संयोजित होती है। आगे ओवर लोड रिले ICTP स्विच व कॉन्टैक्टर के बीच स्थित होती है या कॉन्टैक्टर व मोटर के बीच जैसा Fig 6 में दर्शाया गया है, यह स्टार्टर के डिजाईन पर निर्भर करता है। प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि अभ्यास 3.1.04 में किये गये वर्णन अनुसार जो एक कान्टैक्टर परिपथ है का अध्ययन करके स्वयं D.O.L. स्टार्टर की कार्यप्रणाली लिखें।

पूर्ण कान्टेक्टर परिपथ की व्याख्या अभ्यास 4.2.175 (i) में दी गई है।

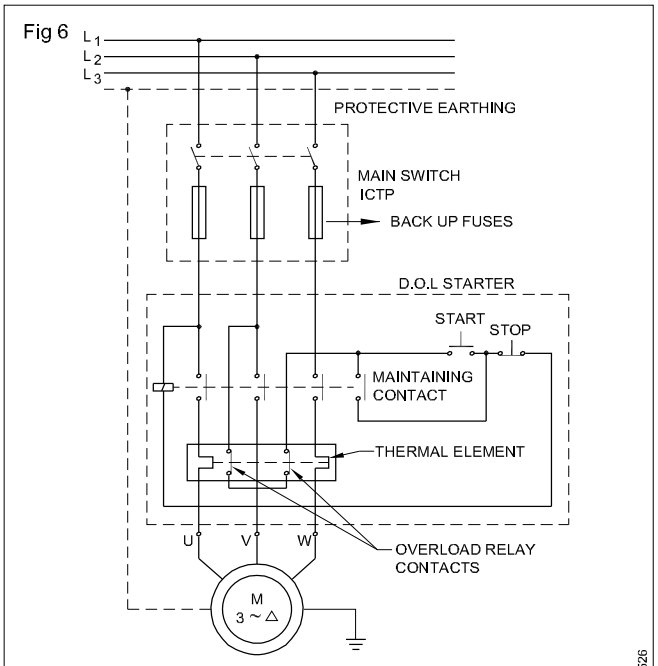
3 फेज प्रेरण मोटर को आगे और पीछे करना (Forward and reversing of 3 phase induction motors)

कई मशीनों में जैसे बड़ी मीलिंग मशीन यह आवश्यक होता है कि मोटर फॉरवर्ड और रिवर्स दोनों दिशाओं में चले। लिफ्ट में भी फॉरवर्ड और रिवर्स प्रचालन आवश्यक है।

किसी भी दो फेज के अनुक्रम को बदलने से 3 फेज मोटर की रोटेशन दिशा को बदला जा सकता है, लेकिन जरूरत होने पर भी, 3 फेज सप्लाई की किसी भी दो फेज को इंटरचेंज करना प्रायोगिक रूप से संभव नहीं है। यह समय लेता है और उपकरण को भी हानि पहुँचाता है।

अतः यह जरूरी है कि 3 फेज प्रेरण मोटर के फॉरवर्ड और रिवर्स प्रचालन के लिए एक परिपथ हो। (Fig 7)

Fig 6



WIRING DIAGRAM OF A DIRECT ON-LINE STARTER WITH PROTECTIVE DEVICES

सप्लाई टर्मिनल L_1 मोटर टर्मिनल A_1 के साथ दोनों दिशा में चलाये जाने पर संयोजित है। (Fig 7)

सप्लाई टर्मिनल L_2 और L_3 फॉरवर्ड दिशा में मोटर के B_1 और C_1 से संयोजित है जबकि रिवर्स संपर्क उत्तेजक सप्लाई टर्मिनल L_2 को मोटर के टर्मिनल C_1 से और L_3 टर्मिनल B_1 के साथ संयोजित किया गया है। अतः फेज सिक्वेंस बदला जाता है तो घूर्णन की दिशा भी बदल जाती है।

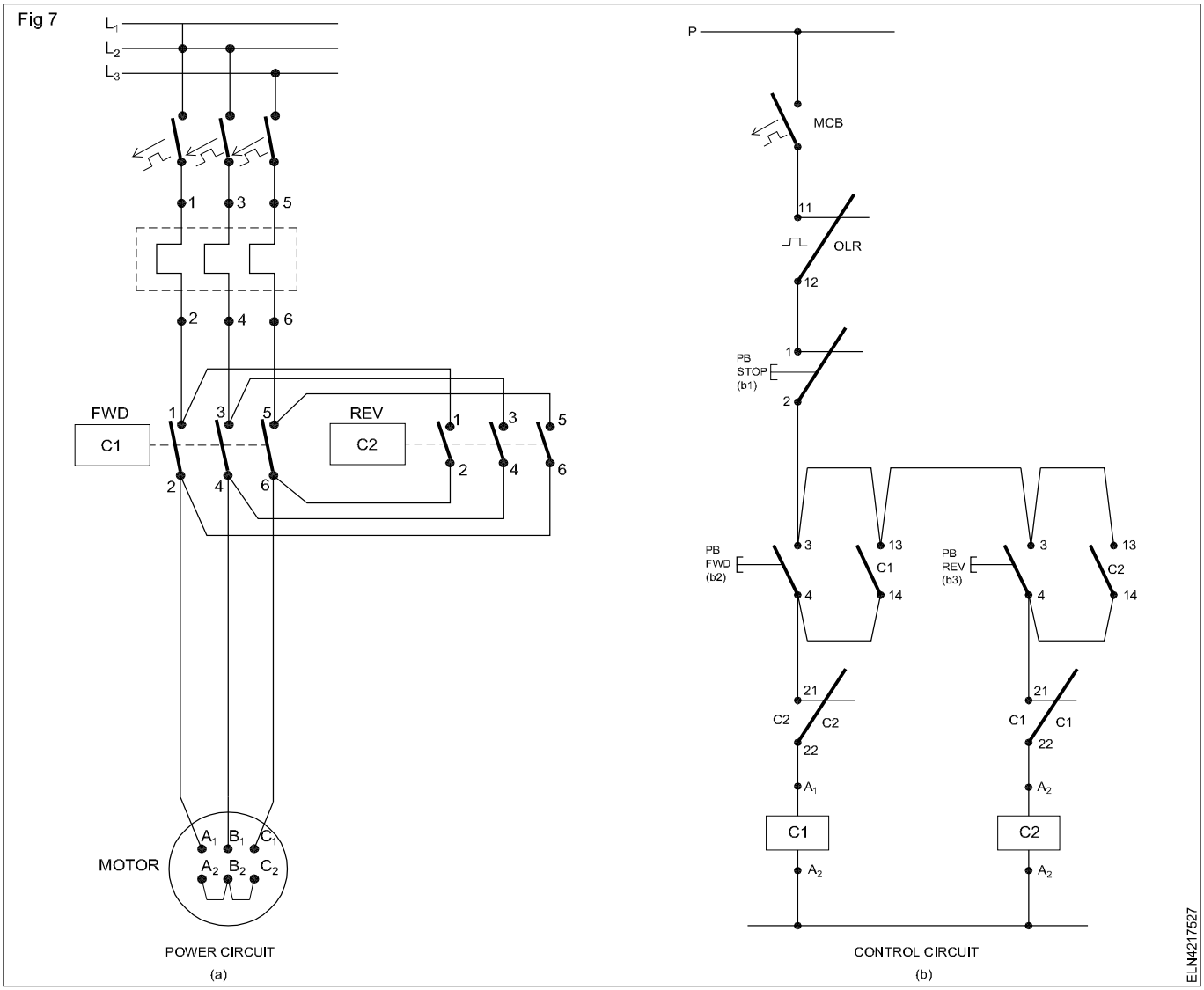
साधारणातः आन्तरिक लोकिंग सुरक्षा फोरवर्ड और रिवर्स कोन्ट्राक्टरों के क्लोस्ड कोन्टाक्टों (NC) से संगठित की जाती है (Fig 7b)। इससे जब फोरवर्ड कोन्टाक्टर्स काम कर रहा होता है और यदि रिवर्स पुश बटन गलती से दब जाता है तो मोटर समान दिशा में बिना रूकावट के निरन्तर चलती रहेगी।

दिशा को केवल स्वीट्च ऑफ और पीछे की दिशा वाले पुश बटन को दबाकर ही बदला जा सकता है।

मोटर सुरक्षा के लिए रिले की रेंज व बैक-अप फ्यूज का टेबल

Sl. No.	Motor ratings 240V 1-phase			Motor ratings 415V 3-phase			Relay range A	Nominal back-up fuse recommended
	hp	kW	Full load current	hp	kW	Full load current	a	c
1				0.05	0.04	0.175	0.15 - 0.5	1A
2	0.05	0.04		0.1	0.075	0.28	0.25 - 0.4	2A
3				0.25	0.19	0.70	0.6 - 1.0	6A
4	0.125	0.11		0.50	0.37	1.2	1.0 - 1.6	6A
5	0.5	0.18	2.0	1.0	0.75	1.8	1.5 - 2.5	6A
6	0.5	0.4	3.6	1.5	1.1	2.6	2.5 - 4.0	10A
7				2.0	1.5	3.5	2.5 - 4.0	15A
8	0.75	0.55		2.5	1.8	4.8	4.0 - 6.5	15A
9				3.0	2.2	5.0	4.0 - 6.5	15A
10	1.0	0.75	7.5	5.0	3.7	7.5	6.0 - 10	20A
11	2.0	1.5	9.5	7.5	5.5	11.0	9.0 - 14.0	25A
12	3.0	2.25	14	10.0	7.5	14	10.0 - 16.0	35A.

Fig 7



सेमी-ऑटोमैटिक स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Semi-automatic star-delta starter)

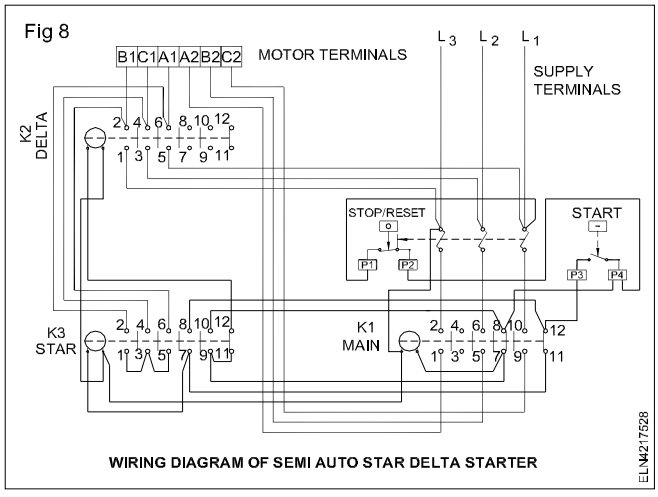
मानक गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर जिसकी तीनों वाइन्डिंग में प्रत्येक के दोनो सिरे (छः टर्मिनल) बाहर निकले होते है, स्टार डेल्टा मोटरें कहलाती है। यदि आवश्यक संख्या व उचित प्रकार से वायरिंग युक्त कॉन्टैक्टर स्टार्टर उपयोग किया जाये तो मोटर को स्टार में आरम्भ करके डेल्टा में चालू रख सकते है।

मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर के उचित उपयोग के लिए व रखरखाव के लिए विशेष कौशल की जरूरत पड़ती है । मैनुअल लीव को धीमा ऑपरेट करने से कई बार चल व स्थिर सम्पर्क, मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर में क्षतिग्रस्त हो जाते है।

मुख्य लाइन के साथ संयोजन बनाने व विच्छेदन के लिए कॉन्टैक्टरों का उपयोग किया जाता है। Fig 8 में वायरिंग आरेख व Fig 9 पावर सर्किट व कंट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दर्शा रहे है।

परिचालक (Operation): Fig 9a, 9b में पावर सर्किट औरकंट्रोल सर्किट को ध्यान से देखें। जब स्टार्ट बटन S_2 को दबाते है तो कॉटैक्टर K_3 की क्वाइल P_4, P_3 के माध्यम से व नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट K_1 के 12 व 11 के माध्यम से ऊर्जित हो जाती है। जब कॉन्टैक्टर K_3 का सर्किट क्लोज्ड होता है तो

Fig 8



WIRING DIAGRAM OF SEMI AUTO STAR DELTA STARTER

इसके सहायक सम्पर्क K_3 ,11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड से खुल जाते है व K_3 के सम्पर्क 10 व 9 के बीच निर्मित हो जाते है। मुख्य कॉन्टैक्टर K_1 बिन्दू P_4 K_3 के 10 व 9 के माध्यम से ऊर्जित हो जाता है। जब एक बार कॉन्टैक्टर K_1 ऊत्रित हो जाता है तो K_1 के नो सम्पर्क, बिन्दु 8 व 7 सहायक सम्पर्क K_3 के 10 व 9 टर्मिनल के समानांतर में स्थापित हो जाते है।

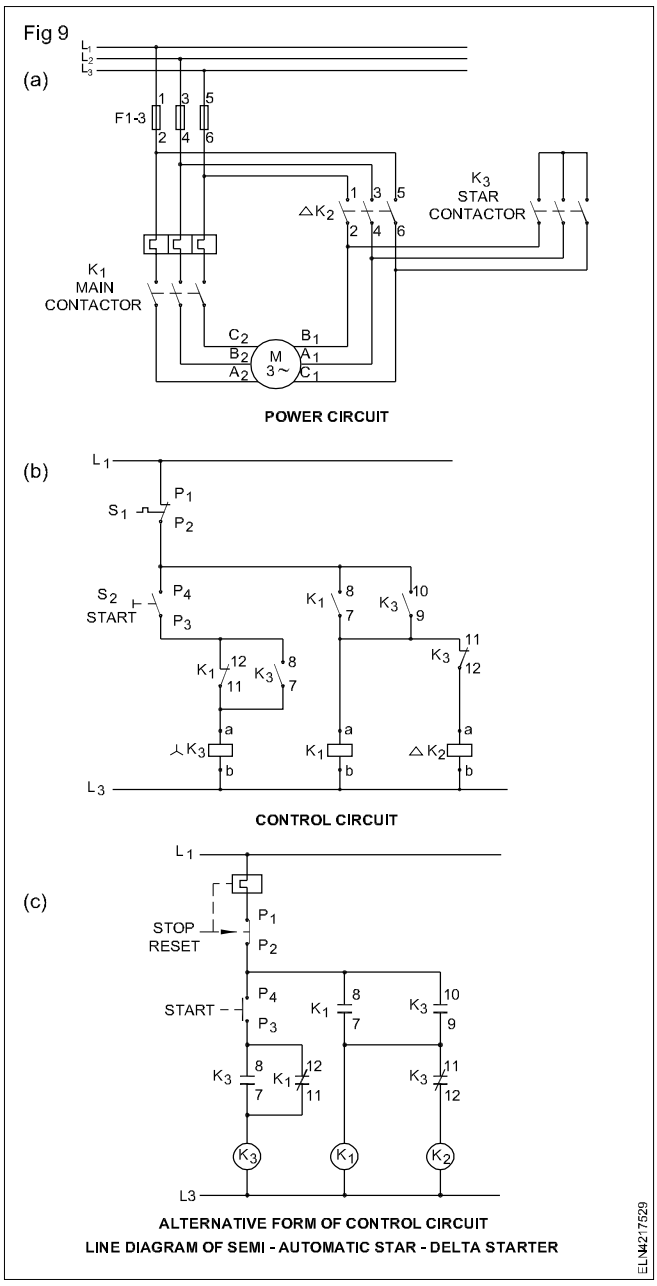
जब तक स्टार्ट बटन को दबाये रखेंगे तब तक स्टार कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जित रहेगा। एक बार स्टार्ट बटन को छोड़ देने से K_3 की कुण्डली ऊर्जा हीन हो जायेगी।

K_3 सम्पर्क परिचालित नही हो सकता क्योंकि नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट टर्मिनल 12 व 11 बीच इलैक्ट्रिकल इन्टरलॉक है।

जब कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जा हीन हो जाता है तो सम्पर्क K_3 टर्मिनल 11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड रूप में स्थापित होता है और कॉन्टेक्टर K_2 - की कुण्डली परिपथ भी स्थापित हो जाता है। डेल्टा कॉन्टैक्टर K_2 क्लोज हो जाता है।

प्रेरण मोटर के संतोषजनक आरम्भन औरचलने के लिए ऑपरेटर को मोटर के आरम्भ और तुल्यकालिक गति के 70% तक पहुँचने तक अवलोकन करना चाहिए।

Fig 9c में कंट्रोल सर्किट को बताने के लिए विकल्प दिया गया है।



अनुप्रयोग (Applications) : स्टार डेल्टा मोटरे प्राथमिक रूप से बड़े केन्द्रीय वातानुकुलित इकाई को चलाने वाले अपकेन्द्री चिलर (entrifugal chillers) पंखे, बलोअर व पम्प का चलाने के लिए उपयोग में लाई जाती है, और ऐसी परिस्थिति जहाँ पर कम प्रारम्भन बलघूर्ण की आवश्यकता पड़ती है। जहाँ पर कम आरम्भन धारा चाहिए वहाँ परभी स्टार डेल्टा संयोजित मोटरें उपयोग में लाई जाती है।

स्टार डेल्टा मोटरों में सारी वाइंडिंग उपयोग होती है और प्रतिरोधक या ऑटो ट्रांसफार्मर जैसे नियन्त्रक युक्तियाँ नही होते है। स्टार-डेल्टा मोटरें इस प्रकार के भारों पर अधिक की जाती है जहाँ पर उच्च जडत्व और लम्बी त्वरण अवधि होती है।

ओवरलोड रिले की सेटिंग (Overload relay settings) : स्टार डेल्टा स्टार्टर में तीन अधिभार रिले उपलब्ध रहते है। ये रिले इसलिए लगाई जाती है कि ये मोटर वाइन्डिंग धारा को वहन कर सके। इसका अर्थ यह है कि रिले यूनिट का चयन का चयन इस प्रकार होता है कि यह वाइन्डिंग धारा वहन कर सके, और न कि डेल्टा संयोजित पूर्ण भार धारा। मोटर पर अंकित नेम प्लेट में डेल्टा संयोजित पूर्ण भार धारा होती है, वाइन्डिंग धारा ज्ञात करने के लिए इसे 1.73 से भाग दें। इस वाइन्डिंग धारा को आधार बना कर मोटर वाइन्डिंग सुरक्षा रिले की सेटिंग व चयन करना चाहिए।

परिचालन (Operation) : Fig 10a, 10b, 10c में स्वचालित स्टार डेल्टा स्टार्टर का पावर व कन्ट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दिखाया गया है। स्टार्ट बटन S-को दबाने से स्टार कान्टैक्टर K_3 ऊर्जित हो जाता है (करंट K_4T NC के टर्मिनल 15 & 16 और K_2 और NC टर्मिनल 11 & 12 के माध्यम से प्रवाहित होती है।) एक बार K_3 के ऊर्जित होने K_3 के NO कॉन्टैक्ट बन्द हो जाते है। (टर्मिनल 23 & 24) और कॉन्टैक्टर K_1 को बन्द करने के लिए धारा के लिए मार्ग प्रदान करते है। K_1 के बन्द होने पर स्टार्ट बटन के समानांतर में लगे K_1 के NO टर्मिनल्स 23 & 24 के द्वारा मार्ग स्थापित हो जाता है।

Fig 11 में उपरोक्त वर्णन अनुसार धारा की दिशा व कॉन्टैक्ट के बन्द होने का वर्णन दर्शाया गया है।

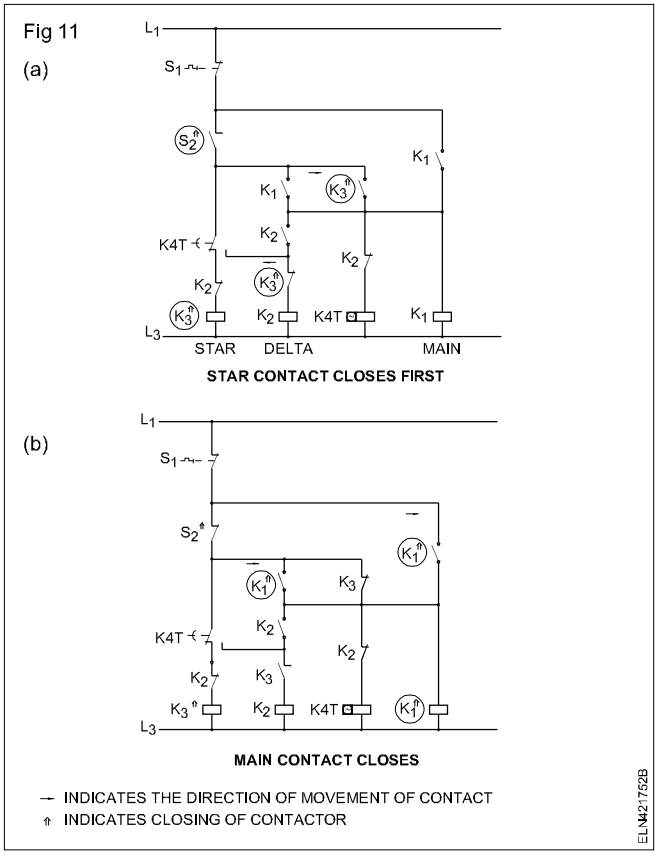
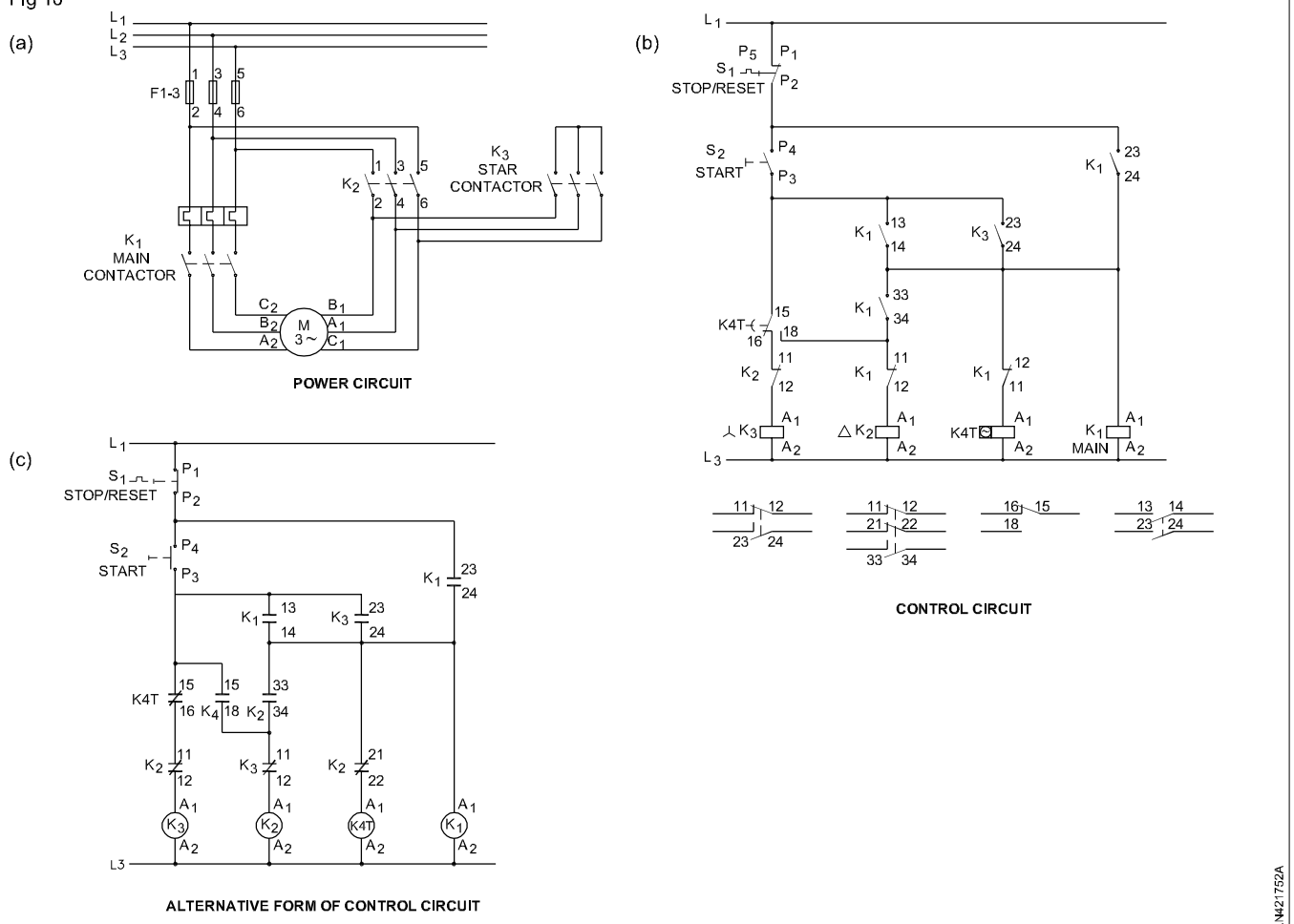
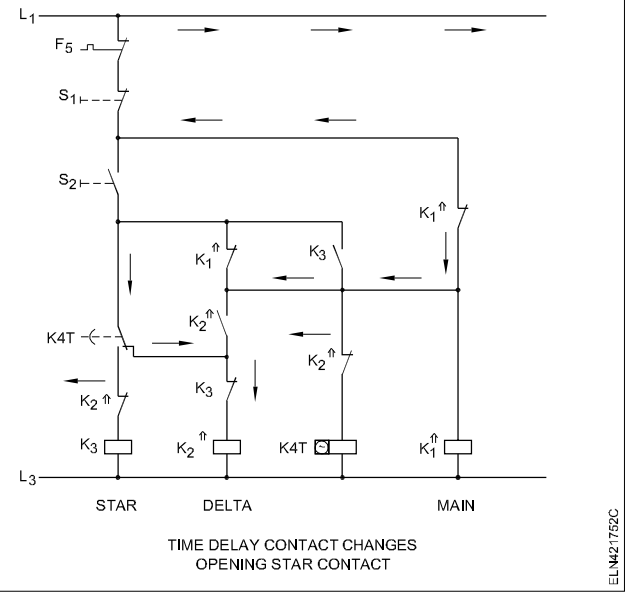


Fig 10



इसी प्रकार Fig 12 में टाइमर रिले द्वारा परिचालित कॉन्टैक्ट K_4T की क्रिया दर्शायी गई है।

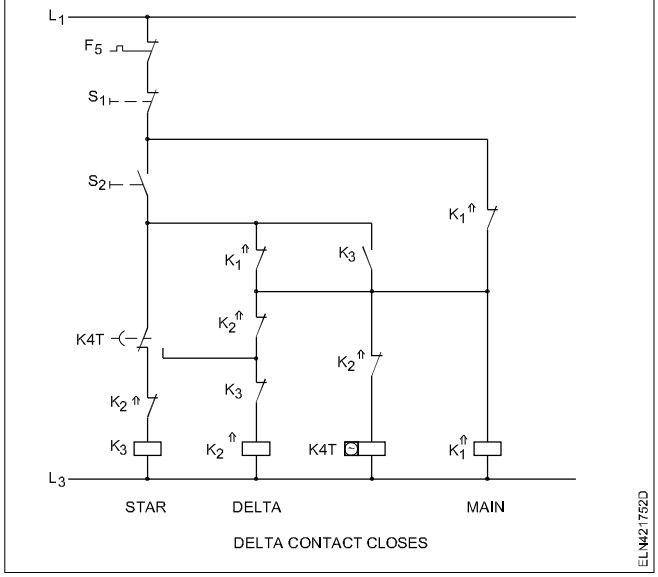
Fig 12



टाइम रिले कॉन्टैक्ट बदल कर स्टार कॉन्टैक्ट को खोल देते है।

Fig 13 में दर्शाया गया है कि कॉन्टैक्टर K_1 और K_2 क्लोज्ड होने पर संयोजन बनने के बाद मोटर डेल्टा में चल रही है।

Fig 13



डेल्टा कॉन्टैक्ट क्लोज है।

फॉरवर्ड और रिवर्स नियंत्रण के साथ ऑटोमेटिक स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Automatic star - delta starter with forward and reverse control)

यह एक स्टार्टर है जो थ्रीफेज मोटर को स्टार में स्टार्ट करता है और कुछ पूर्व निर्धारित समय के बाद स्वतः ही डेल्टा में या तो फॉरवर्ड या रिवर्स

दिशा में आवश्यकता के अनुसार घूर्णन कराता है। अन्य स्टार्टरों की तरह यह स्टार्टिंग करंट को घटाता है, मोटर की ओवर लोड से सुरक्षा करता है और शक्ति आपूर्ति असफल होने पर मोटर को सप्लाई से अलग करता है।

Fig 14 और 15 फॉवर्ड और रिवर्स प्रचालन के साथ ऑटोमेटिक स्टार डेल्टा स्टार्टर के पॉवर और नियंत्रण परिपथ को दर्शाता है।

इसके मुख्य अवयव पाँच पॉवर कान्टेक्टर्स, एक ऑन-डिले टाइमर, तीन पुश बटन और एक थर्मल ओवर लोड रिले (OLR) पाँच कान्टेक्टर्स में (C_1) फॉरवर्ड दिशा, (C_2) रिवर्स दिशा, (C_3) मुख्य कान्टेक्टर, (C_4) स्टार कान्टेक्टर और (C_5) डेल्टा कान्टेक्टस के लिए है।

छः इंडीकेटर लैम्प का उपयोग भी किया जाता है जो थ्री फेज सप्लाई की उपलब्धता, उपलब्धता नियंत्रण वोल्टेज और मोटर फॉरवर्ड में चल रहा है या रिवर्स में यह दर्शाते हैं। ये इंडीकेटर लैंप कंट्रोल पैनल पर तीन पुश बटन के साथ सामने के दरवाजे पर लगाया जाता है।

तीन पुश बटन में एक स्टॉप पुश बटन एक नार्मली क्लोज (NC) संपर्क के साथ, फॉरवर्ड और रिवर्स प्रचालन एक नार्मली ओपन (NO) संपर्क के लिए होता है।

Fig 15

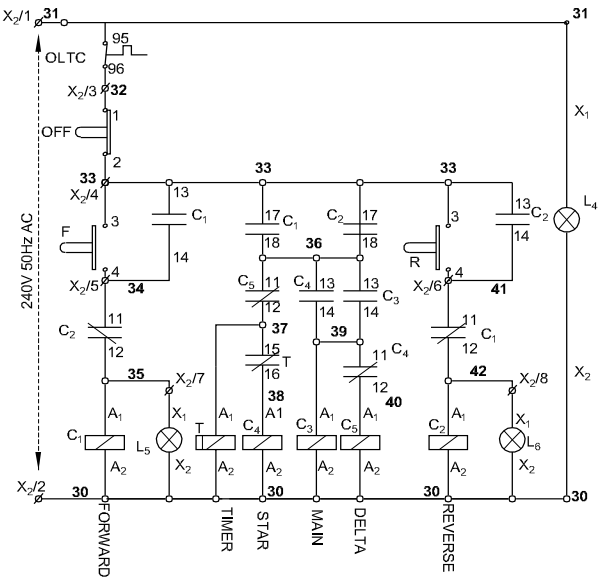
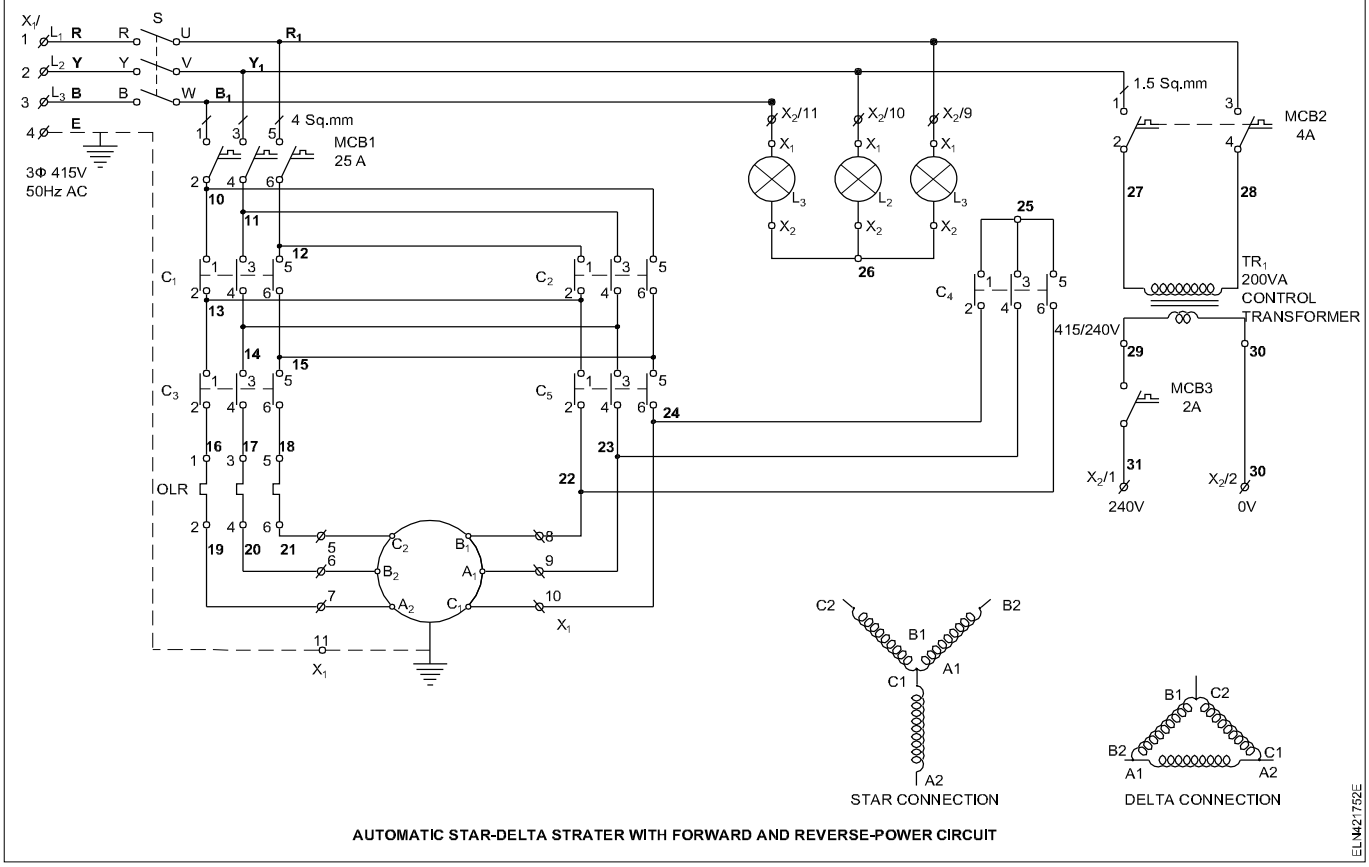


Fig 14



कंट्रोल सर्किट का वोल्टेज और शक्ति का चयन कान्टेक्टर के नो वोल्ट क्वाथल की रेटिंग पर निर्भर करता है कि इसे AC चाहिए या DC। यहाँ पृथक 415/240V, 200 VA ट्रांसफार्मर कंट्रोल सर्किट के लिए उपयोग किया जाता है।

कान्टेक्टर्स का चयन सप्लाई वोल्टेज, लोड पॉवर, लोड आभिलाक्षणिक और कार्य चक्र पर निर्भर करता है। कान्टेक्टर्स का मानक कार्य चक्र नीचे दिया गया है।

AC लोड के लिए (For AC loads)

AC1 - प्रतिरोधात्मक लोड को ऑन-ऑफ करने के लिए। उदाहरण- हीटर ओर भट्ठी।

AC2 - प्रतिरोधात्मक और इंडक्टिव लोड को शुरू करने और बंद करने के लिए। उदाहरण- स्लिपरिंग इंडक्शन मोटर।

AC3- उच्च इंडक्टिव लोड को ऑन-ऑफ करने के लिए और लगातार चल रहे प्रचालन को रोकने के लिए।

AC4- उच्च इंडक्टिव लोड को ऑन/ऑफ करने और बार-बार तथा कम समय के लिए प्रचालन को रोकने के लिए। जैसे- माध्यमिक प्रचालन, इंचिंग और जोगिंग। उदाहरण- क्रेन, लिफ्ट और होएस्ट।

DC लोड के लिए (For DC loads)

DC1- प्रतिरोधात्मक लोड मोटर लोड छोड़कर

DC2- शंट मोटर को स्टार्ट करने और बंद करने के लिए।

DC3- इंचिंग के साथ्न स्टार्ट और बंद करना और रोकना।

DC4- सीरीज मोटर को स्टार्ट करना और बंद करना।

DC5- सीरीज मोटर को इंचिंग और प्लगिंग के साथ स्टार्ट और बंद करना।

सहायक संपर्क या तो कांटेक्टर के ऊपर या बगल में लगाये जाते हें जो इसके डिजाइन पर निर्भर करता है।

स्टार्टर की कार्यप्रणाली (Working of starter) : जब तीन फेज की सप्लाई आइसोलेटर स्विच (S) के द्वारा ऑन किया जाता है इंडीकेटर लैंप (L_1, L_2 और L_3) उपलब्ध सप्लाई को दर्शायेंगे (Fig 14), नियंत्रण ट्रांसफार्मर MCB2 के द्वारा सप्लाई प्राप्त करता है और इंडीकेटर लैम्प (L_4) कंट्रोल वोल्टेज की उपलब्धता को दर्शाता है।

अग्र दिशा के लिए प्रचालन का क्रम (Sequence of operations for forward direction)

1 यदि पुश बटन (F) दबाया जाता है तो फॉरवर्ड कान्टेक्टर का NVC (C_1) ओवर लोड रिले ट्रिप कान्टेक्ट (OLTC), स्टाप पुश बटन और (C_2) के NC कान्टेक्ट के माध्यम से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करता है। अब C_1 उत्तेजित हो जाता है और अपने NO कान्टेक्ट के द्वारा स्वतः स्थायत्व प्राप्त करता है, (C_2 पर निर्भर नहीं करता है)। इसलिए 'F' पुश बटन को छोड़ने पर भी C_1 लगातार उत्तेजित अवस्था में ही रहेगा।

2 C_1 का एक और NO कान्टेक्ट बंद हो जाता है जिससे स्टार कान्टेक्टर्स का NVC (C_4) और टाइमर, डेल्टा और टाइमर के NC कान्टेक्ट के माध्यम से एक साथ कंट्रोल आपूर्ति प्राप्त करते हैं, अतः NVC (C_4) और टाइमर (T) उत्तेजित हो जाते हैं।

3 C_4 का NO कान्टेक्ट बंद हो जाता है और मेन कान्टेक्टर contact of C_3 का NVC उत्तेजित हो जाता है अब मोटर स्टार में फॉरवर्ड दिशा में शुरू हो जाता है और मेन कान्टेक्टर C_3 इसके खुद के NO कान्टेक्ट के माध्यम से स्व स्थायित्व प्राप्त कर लेता है जबकि डेल्टा कान्टेक्टर (C_5) उत्तेजित नहीं होगा क्योंकि C_4 का NC कान्टेक्ट जो C_5 के साथ श्रेणी क्रम में जुड़ा है, खुली अवस्था में है।

4 कुछ पूर्ण निर्धारित समय के बाद टाइमर के NC के खुल जाने के कारण C_4 निरावेशित हो जाता है और डेल्टा कान्टेक्टर C_5,C_4 के NC कान्टेक्ट के माध्यम से उत्तेजित हो जाता है। अब मोटर फॉरवर्ड दिशा में डेल्टा कनेक्शन में घूर्णन करता है।

5 जब मोटर फॉरवर्ड दिशा में चलता रहता है तो यदि गलती से भी रिवर्स पुश बटन (R) दबाया जाता है तो रिवर्स कान्टेक्टर (C_2) को कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त नहीं होगा क्योंकि C_1 का NC कान्टेक्ट C_2 के साथ श्रेणी क्रम में इन्टरलॉक है।

6 यदि स्टॉप पुश बटन ऑफ (OFF) दबाया जाता है C_1, C_3 और C_5 कान्टेक्टर एक साथ निरावेशित हो जाते हैं और मोटर बंद हो जाता है इसके अलावा यदि OLTC ओवरलोड या आपूर्ति असफल होने के कारण खुल जाता है तो मोटर बंद हो जायेगा। तब मोटर या तो फॉरवर्ड या रिवर्स पुश बटन को दबाकर शुरू किया जा सकता है। इसके बाद अगर OLTC को रिसेट किया जाता है तो भी स्वतः शुरू नहीं होता है, जबकि OLTC के रिसेट होने के बाद ठंडा होने दें या पुनः पावर सप्लाई प्राप्त हो जाये।

पश्चवर्ती दिशा में प्रचालन का क्रम (Sequence of operations for reverse direction)

1 यदि रिवर्स पुश बटन (R) को दबाया जाता है तब रिवर्स कान्टेक्टर (C_2) का NVC (नो वोल्ट क्वायल) ओवरलोड रिले ट्रिप कान्टेक्ट (OLTC), स्टॉप पुश बटन और C_1 के NC कान्टेक्ट के माध्यम से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करता है अब C_2 उत्तेजित हो जाता है और खुद के NO कान्टेक्ट से स्व स्थायित्व प्राप्त करता है। इसलिए रिवर्स पुश बटन "R" को छोड़ने पर भी C_2 लागतार उत्तेजित अवस्था में रहेगा।

2 C_2 का एक और NO कान्टेक्ट बंद है इसलिए स्टार कान्टेक्टर (C_4) का NVC और टाइमर डेल्टा और टाइमर NC के माध्यम से एक साथ कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करते है अतः C_4 और टाइमर (T) उत्तेजित हो जाते हैं।

3 C_4 का NO कान्टेक्ट बंद होता है और मेन कान्टेक्टर (C_3) का NVC उत्तेजित हो जाता है। अब मोटर स्टार में रिवर्स दिशा में शुरू हो जाता है और मुख्य कान्टेक्टर (C_3) अपने स्वयं के NO कान्टेक्ट से स्व स्थायित्व प्राप्त कर लेता है। जबकि डेल्टा कान्टेक्टर (C_5) उत्तेजित नहीं होगा, क्योंकि C_4 का NC कान्टेक्ट जो कि C_5 के साथ श्रेणी क्रम में जुड़ा है, खुली अवस्था में है।

4 कुछ पूर्व निर्धारित समय के बाद टाइमर के NC कान्टेक्ट खुल जाने के कारण C_4 निरावेशित हो जाता है और डेल्टा कान्टेक्टर C_5, C_4 के NC कान्टेक्ट के माध्यम से उत्तेजित हो जाता है। जब मोटर डेल्टा में रिवर्स दिशा में घूर्णन करता है।

5 जब मोटर रिवर्स दिशा में चल रहा है तब गलती से भी फॉरवर्ड पुश बटन (F) दबाये जाने पर फॉरवर्ड कान्टेक्टर C_1 को कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त नहीं होगा, क्योंकि C_2 का NC कान्टेक्टर C_1 के साथ श्रेणी क्रम में इन्टरलॉक है।

6 यदि स्टॉप पुश बटन (OFF) दबाया जाता है C_2, C_3 और C_5 कान्टेक्टर्स एक साथ निरावेशित हो जाते हैं और मोटर बंद हो जाता है। इसके अतिरिक्त यदि या तो OLTC ओवर लोड के कारण खुल जाता है या आपूर्ति असफल हो जाती है तो मोटर बंद हो जायेगा तब मोटर केवल फॉरवर्ड या रिवर्स पुश बटन को दबाकर ही शुरू किया जा सकेगा। जैसा आवश्यकता हो OLTC को पुनः रिसेट करने

के बाद भी स्वतः शुरू नहीं होता है चाहे OLTC को ठंडा होने पर पुनः रिसेट करें या पुनः शक्ति आपूर्ति मिल जाये।

जागिंग (इंचिंग) (Jogging) (inching): कुछ औद्योगिक कार्यों में मशीन के घूमने वाले भाग को थोडा थोड़ा चलाना पड़ता है। इसे जिस नियन्त्रण प्रणाली से किया जाता है उसे जागिंग या इचिंग कहते है। मोटर को विरामअवस्था से बार बार चलाने के लिए परिपथ क्लोज्ड करने को जागिंग के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसके द्वारा मशीन को थोडा थोडा चलाया जाता है। जॉग पुश बटन को दबाने से चुम्बकीय स्टार्टर ऊर्जित हो जाता है और मोटर चलने लगती है; जब जॉग पुश बटन को छोड़ा जाता है तो मोटर रूक जाती है।

जब जागिंग सर्किट का उपयोग किया जाता है तो मोटर को तब तक ऊर्जित रखा जा सकता है जब तक कि जॉग बटन को दबा कर रखा जाये। इसका अर्थ है ऑपरेटर का मोटर ड्राइव पर क्षणिक नियन्त्रण होता है।

जागिंग/इंचिंग नियंत्रण का उद्देश्य (Purpose of jogging/inching controls): सामान्यतः जागिंग (इंचिंग) नियन्त्रण से निम्नलिखित मशीनों में उनके सामने दर्शायी गई परिचालन सुविधा के लिए उपयोग किया जाता है।

- खराद मशीन नियन्त्रण- जॉब की trueness जाँचने के लिए और आरम्भ में टूल की सैटिंग के लिए।
- मीलिंग मशीन का नियंत्रण - आरम्भन सेटिंग में कटर की कान्सेट्रिक चाल को चैक करने में और कटर के फीड की गहराई के लिए अंशाकित कालर को सैट करने के लिए ।
- ग्राइंडिंग मशीन नियंत्रण- व्हील की उचित माउन्टिंग की जाँच करने के लिए।
- पेपर कटिंग मशीन - कट को समायोजित करने के लिए।

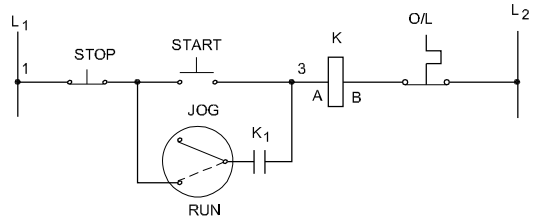
उपरोक्त के अतिरिक्त, इंच कंट्रोल का उपयोग क्रेन में, हविस hoists और कनवेयर conveyor बेल्ट की यंत्रावली में प्रमुख रूप से किया जाता है । ताकि थोडा-थोडा विस्थापन चलित मशीनरी में उर्ध्वाधर या क्षैतिज रूप में किया जा सके।

जागिंग निम्नलिखित विधियों द्वारा पूरी की जा सकती है।

- सलैक्टर स्विच
- पुश बटन
- जॉग रिले सहित पुश बटन

सिलेक्टर स्विच के उपयोग से जागिंग नियन्त्रण (Jogging control using a selector switch): सलैक्टर स्विच का उपयोग करते हुए, वर्तमान स्टार्ट बटन का उपयोग, इसके स्टार्टिंग पुश बटन कार्य के साथ साथ जागिंग पुश बटन के रूप में भी किया जा सकता है। कॉन्टैक्टर के होल्डिंग सम्पर्क जो स्टार्ट बटन के समानांतर में होते है, को विच्छेदित कर दिया जाता है और सलैक्टर स्विच को जॉग स्थिति में रखा जाता है जो कि Fig 16 में परिपथ में दर्शाया गया है और Fig 17 में इसका पैनल लेआउट दर्शाया गया है।

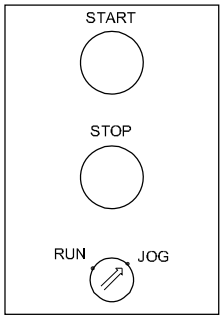
Fig 16



CONTROL CIRCUITS WITH JOG-RUN SELECTOR SWITCH.

ELN421752G

Fig 17



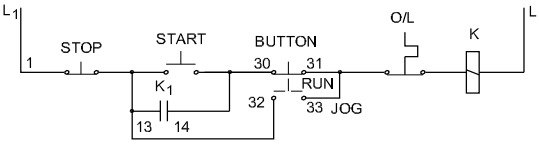
A PANEL OF A STATION IN WHICH THE START BUTTON CAN BE USED FOR INCHING OR JOGGING.

ELN421752H

मोटर को जागिंग/इंचिंग स्टार्ट बटन द्वारा स्टार्ट व स्टाप किया जा सकता है। जब तक स्टार्ट बटन दबा रहेगा तब तक मोटर परिचालित रहेगी।

पुश-बटन के उपयोग से जॉगिंग (Jogging control using a push-button): Fig 18 में एक D.O.L. स्टार्टर का कन्ट्रोल सर्किट दर्शाया गया है जो स्टार्ट जाम-स्टॉप पुश बटन स्टेशन से जुड़ा हुआ है। जब ऑन पुश-बटन को दबाया जाता है, कुण्डली K ऊर्जित हो जाती है क्योंकि सामान्यतया बन्द जाग बटन के सम्पर्क 30 & 31 द्वारा नो वोल्ट क्वाइल सर्किट पूर्ण हो जाता है। इसलिए मुख्य कान्टैक्टर के ऑन होने पर मोटर चलने लगती है। सेल्फ-होल्डिंग सहायक सम्पर्क K_1 टर्मिनल 13 व 14 के बीच क्लोज्ड हो जाता है और ऑन बटन को छोड़ने के बाद भी नो-वोल्ट क्वाइल सर्किट कार्य करता रहता है।

Fig 18



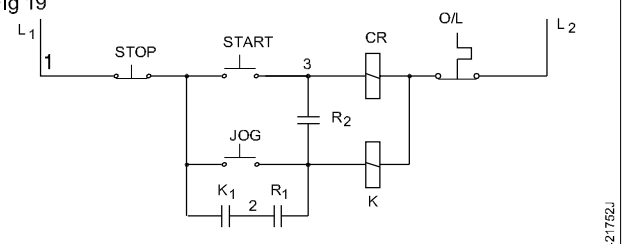
CONTROL CIRCUIT WITH JOG PUSH-BUTTON

ELN421752I

जैसे ही जॉग पुश बटन को दबाया जाता है, क्षणिक रूप में नो- वोल्ट क्वाईल सर्किट खुल जाता है, कॉन्टैक्टर ऊर्जा विहितहो जाता है और यदि मोटर चल रही हो तो रूक जाती है। तब जॉग बटन नीचे वाले सम्पर्क 32 & 33 को क्लोज करते है तब नो-वोल्ट क्वाईल परिपथ क्लोज हो जाते है और मोटर तब तक चलने लगती है जब तक जॉग-बटन को दबाये रखा जाता है। बार बार जॉग-बटन को दबाने या छोडने से मोटर स्टार्टर होती है और रूकती है जिसके कारण चलित मशीनरी आवश्यक दिशा में इंच-इंच आगे बढती है। दूसरी तरह स्टार्ट बटन को दबाने पर मोटर सामान्य रूप में चलती है।

रिले के उपयोग से जागिंग नियंत्रण (Jogging control using a relay): Fig 19 में D.O.L. स्टार्टर का नियंत्रण परिपथ दिखाया गया है जो अन्य उपयोगी पुर्जों के साथ कंट्रोल रिले से जुड़ा है। जब स्टार्ट बटन को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल रिले की क्वाइल CR ऊर्जित हो जाती है और कॉन्टैक्टर R_1 और R_2 क्लोज हो जाते है। इस प्रकार थोड़े समय के लिए रिले के R_2 सम्पर्क द्वारा नो वोल्ट क्वाईल `K' का सर्किट पूर्ण हो जाता है इसके फलस्वरूप नो वोल्ट क्वाईल रिले K का K_1 सहायक सम्पर्क स्वतः होल्ड हो जाता है और मोटर लगातार चलती रहती है जबकि स्टार्ट बटन से दबाव हटा लिया जाये।

Fig 19



LINE DIAGRAMS USING CONTROL RELAYS IN TYPICAL INSTALLATIONS

ELN421752J

जब मोटर नही चल रही होती है तब यदि जॉग बटन दबा दिया जाये तो नो-वोल्ट क्वाइल K का सर्किट पूर्ण हो जाता है और मोटर तब तक चलती रहती है जब तक कि जॉग बटन को दबाये रखा जाये क्योंकि होल्डिंग सर्किट R_1 के द्वारा पूर्ण नही होता और कंट्रोल रिले (CR) के ऊर्जित न होने से स्टार्टर क्वाइल सर्किट पूर्ण नही होता है।

एक 3-फेज, मोटर के लिए D.O.L. स्टार्टर जिसमें रिले द्वारा जॉग कन्ट्रोल होता है, में चार नारमली ओपन कॉन्टैक्ट (3 मुख्य व 1 सहायक) की आवश्यकता होती है और कंट्रोल रिले में दो नारमली ओपन कॉन्टैक्ट होने चाहिए जैसा कि Fig 19 में दिखाया गया है।

मोटरों का क्रमिक नियंत्रण (Sequential control of motors)

यह कई मोटरों का किसी विशेष तरीके से नियंत्रण है, जिसे टाइमर या लिमिट स्विच था सेंसर द्वारा किया जाता है जो कि अनुप्रयोग या उद्योगों के आवश्यकता पर निर्भर करता है।

इस विधि में सामान्यतया दो या दो से अधिक पृथक मोटरों के विशिष्ट स्तर के पूर्णतः या विशिष्ट समय अंतराल के सापेक्ष नियंत्रण के लिए उपयोग किया जाता है। प्रथम मोटर का प्रचालन दूसरे या अन्य मोटर के प्रचालन को नियंत्रित करेगा और दूसरा मोटर अन्य दूसरे मोटरों के प्रचालन को इसी प्रकार नियंत्रित करेगा।

इस प्रकार के नियंत्रण प्रणाली मानव और मानव शक्ति के कारण होने वाले त्रुटियों को कम करता है और प्रचालन की शुद्धता को बढ़ाता है, मशीन के आदर्श समय को घटाता है और दक्षता और उद्योगों के उत्पादन को बढ़ाता है।

इस प्रकार के क्रमिक नियंत्रण प्रणाली का एक उदाहरण नीचे विवरण से बातया गया है, जो कि उत्प्रेरक उद्योग का है।

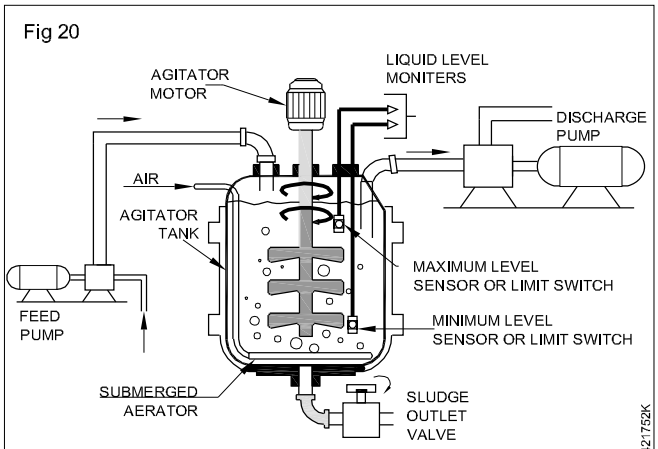
औद्योगिक उत्प्रेरक (Industrial agitator)

यह एक मशीन है जिसमें इलेक्ट्रिक मोटर लगी होती है, जिसके लंबे शाफ्ट में इम्पेलर लगी होती है और यह उत्प्रेरक टंकी में फिट की जाती है जिसका उपयोग रासायनिक खाद्य एवं दवा उद्योगों में किया जाता है।

- विभिन्न प्रकार के तरल या रासायनों को एक ही तरीके से मिलाना।
- द्रवों या पदार्थों के रासायनिक गुणों में सुधार करना।
- संग्रहित तरल को विशिष्ट गर्मी और उनके गुणों में रखें और हिलाएँ।

Fig 20 प्रोसेस रिएक्टर को फिट करने के पहले कीचड़ को हटाने और तरल या रसायन के रसायनिक गुणों में सुधार करने वाला छोटी औद्योगिक उत्प्रेरक का उपयोग दिखाता है। इसमें एक फीडिंग पंप उत्प्रेरक और डिस्चार्ज पंप होते हैं। उपचार किये जाने वाले तरल को फीड पंप के माध्यम से उत्प्रेरक टैंक में फीड किया जाता है। जिसे मेनुअल रूप में शुरू किया जाता है।

Fig 20



INDUSTRIAL AGITATOR SYSTEM

ELN421752K

कुछ समय के बाद उत्प्रेरक मोटर टाइमर के साथ स्टार्ट होता है और तरल को लगातार हिलाता है जब तक कि तरल का स्तर अधिकतम स्तर तक न पहुँच जाये जब तरल का स्तर उत्प्रेरक में अधिकतम स्तर तक पहुँचता है तो टेंक में स्थापित सेंसर/लिमिट स्विच फीड पंप को बंद कर देता है।

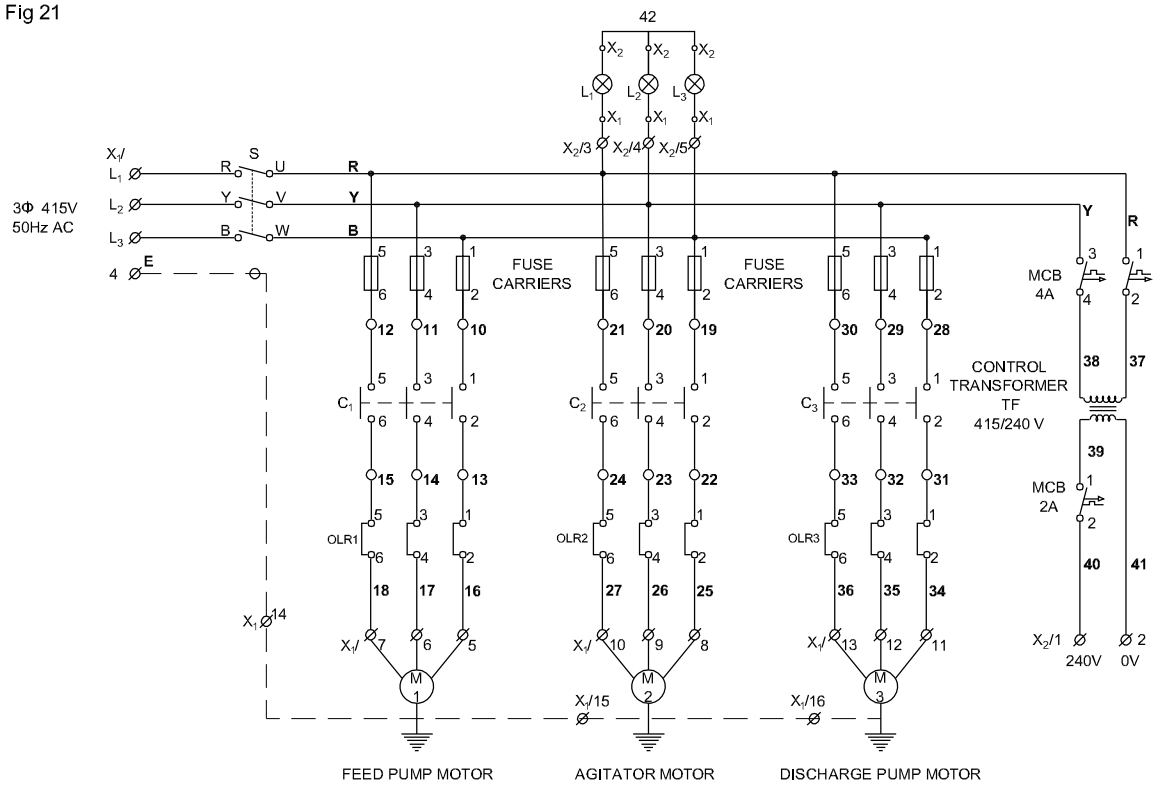
निर्धारित समय के बाद उत्प्रेरक मोटर को स्टार्ट करने के बाद डिस्चार्ज मोटर को एक टाइमर को माध्यम से स्टार्ट किया जाता है ताकि तरल के आगे की प्रक्रिया संपन्न हो सके। जब उत्प्रेरक में तरल का स्तर निम्नतम स्तर पर पहुँच जाता है तो टेंक में स्थापित सेंसर या लिमिट स्वच डस्चार्ज पंप को बंद कर देता है।

उत्प्रेरक के पास जलमग्न(submerged) जलवाहक (aerator) भी होती है जिसके माध्यम से हवा को फीड किया जाता है, टेंक में तरल का स्तर बनाये रखने के लिए अवांछित कीचड़ न्यूनतम और अधिकतम स्तर पर सेंसर या लिमिट स्विच के द्वारा निर्वाहन करने के लिए वाल्व के साथ एक कीचड़ निर्वाहन लाइन होता है।

सभी तीन फेज मोटरों का क्रम से नियंत्रण के लिए वायरिंग के साथ कंट्रोल पैनल और सुरक्षा डिजाइन को स्थापित किया जाता है। Fig 21 और Fig 22 उत्प्रेरक प्रणाली के साथ तीन मोटरों के क्रम से नियंत्रण का पॉवर और कंट्रोल परिपथ दिखाता है।

सभी तीनों मोटरों में ओवर लोड और शार्टसर्किट सुरक्षा के लिए DOL स्टार्टर का अलग-अलग पॉवर सर्किट होता है। कंट्रोल पैनल में सप्लाई को ऑन-ऑफ करने के लिए एक आइसोलेशन स्विच होता है। इसमें पॉवर

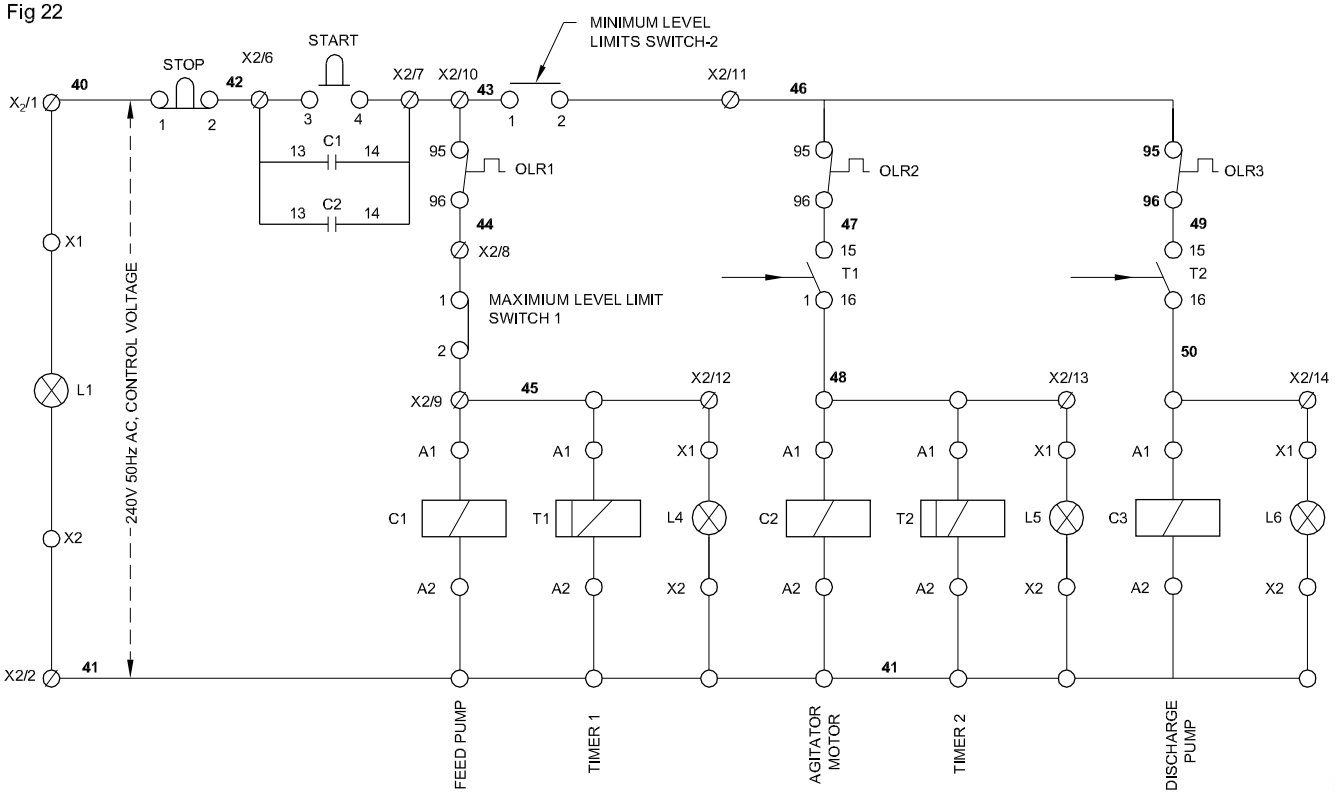
Fig 21



POWER CIRCUIT FOR SEQUENTIAL CONTROL OF THREE MOTORS

ELN4217521

Fig 22



CONTROL CIRCUIT OF SEQUENTIAL CONTROL OF AGITATOR SYSTEM WITH THREE MOTORS

ELN4217521

सप्लाई और कंट्रोल सप्लाई की उपलब्धता को सूचित करने के लिए इंडीकेटर लैंप होते हैं, और यह फीड पंप, उत्प्रेरक पंप और डिस्चार्ज पंप की रनिंग स्थिति को भी सूचित करता है।

तीन मोटर वाली उत्प्रेरक प्रणाली के प्रचालन क्रम से क्रमिक नियंत्रण (Sequence of operations of the sequential control of the agitator system having three motors)

जब स्टार्ट पुश बटन को दबाया जाता है तो फीड पंप मोटर का NVC

कोन्टेक्टर (C_1) और टाइमर 1 (T_1) द्वारा स्टॉप पुश बटन OLTC के OLR1 और अधिकतम स्तर लेमिट स्विच के NC के माध्यम से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करता है।

C_1 और T_1 उत्तेजित हो गये हैं और इसे NO (C_1) के माध्यम से सेल्फ होल्ड कर सकते हैं इसलिए स्टार्ट पुश बटन को छोड़ने के बाद भी C_1 और T_1 लगातार उत्तेजित अवस्था में रहेंगे।

पूर्व निर्धारित समय के पश्चात टाइमर 1 NO कान्टेक्ट बंद हो जाता है और उत्प्रेरक मोटर का कान्टेक्टर C_2 और टाइमर 2 (T_2) का NVC को लिमिट स्विच के न्यूनतम स्तर और OLTC के OLR 2 से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त होता है।

अब C_2 उत्तेजित हो गया है और स्वयं यह NO स्थिति में रहता है, लिमिट स्विच के अधिकतम स्तर पर पहुँचने से C_1 अक्रिय (de-energized) हो जायेगा और C_2 लगातार सक्रिय (energized) रहेगा।

कुछ समय बाद टाइमर 2 का NO कांटेक्ट बंद हो जाता है और डिस्चार्ज पंप मोटर कान्टेक्टर (C_3) को कंट्रोल वोल्टेज मिल जाता है और सक्रिय हो जाता है।

यदि उत्प्रेरक का तरल स्तर निम्न स्तर तक कम हो जाता है तो न्यूनतम स्तर का लिमिट स्विच के खुले संपर्क के कारण C_2 और C_3 अक्रिय हो जाता है।

जब तीनों मोटर कार्य कर रहे हैं, यदि OLT1 का OLRC (C_1) को अक्रिय कर देगा और C_2 के सेल्फ होल्डिंग कान्टेक्ट द्वारा C2 और C3 लगातार सक्रिय रहेंगे।

यदि ओवर लोड के कारण OLT2 को OLRC खुला हो जाता है तो C_2 अक्रिय हो जायेगा और C_1 सक्रिय स्थिति में रहेगा। दूसरी तरफ यदि लिमिट स्विच के अधिकतम स्तर पर सक्रिय होने के स्थिति में C_1 पहले से ही ऑफ स्थिति में है C_3 भी अक्रिय हो जायेगा।

यदि In case if the OLT3 of the OLRC ओवर लोड के कारण खुला हो जाता है। C_3 भी अक्रिय हो जायेगा।

कंट्रोल पैनल में यंत्रों और सेंसरों की स्थापना और इसके प्रदर्शन की जाँच (Installation of instruments and sensors in control panel and its performance testing)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सेंसर की मुख्य विशेषता, अनुप्रयोग की आवश्यकता और प्रकारों का अध्ययन करना**
- **पैनल बोर्ड में आवश्यक सेंसर की विशेषताएँ और प्रकारों का अध्ययन करना**
- **पैनल कंट्रोल बोर्ड के प्रदर्शन के जाँच का वर्णन करना।**

पैनल बोर्ड में यंत्र (Instruments in panel board)

औद्योगिक संचालन में किसी भी प्रक्रिया के लिए कई मशीनों/उपकरणों के लिए आपूर्ति सप्लाई और निरंतर उत्पादन बनाये रखने की आवश्यकता होती है। कुछ मशीनों के लिए ऑपरेटर को हमेशा प्रक्रिया पर कई नियंत्रण संचालित करने की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए एक लेथ मशीन में अलग-अलग कार्यों को करने के लिए जैसेः- टर्निंग, सेपिंग में हमेशा सहायक की आवश्यकता पड़ती है परंतु एक ही कार्य प्रचालन के लिए मशीन को लगातार मेनुअल ऑपरेटर की आवश्यकता नहीं पड़ती।

कार्यशाला में अपने इच्छित कार्य को करने के लिए AC या DC मोटर को प्रचालित किया जाता है। एक बार मशीन स्टार्ट होन के बाद यह अपने निर्धारित काम के लिए कार्य करने जारी रखेगा और इसे सिर्फ ऑन-ऑफ प्रचालन की आवश्यकता होगी। इस प्रचालन की वर्कशॉप के विभिन्न स्थानों में आवश्यकता पड़ सकती है। इस प्रचालन को समय अंतराल में नियंत्रित और देख-रेख करना पड़ता है और निरंतर निगरानी की भी आवश्यकता पड़ सकती है।

यंत्रों का उपयोग विद्युत मात्राओं को मापने में किया जाता है। जो बदले में लोड की स्थिति और प्रदर्शन का फीडबैक देता है। एक मोटर लगातार धारा लेती हे जो अमीटर को जोड़कर मूल्यांकन किया जा सकता है, उसी तरह निर्धारित वोल्टेज, आवृत्ति शक्ति गुणांक आदि को भी मीटरों के द्वारा जाँच किया जा सकता है। यदि मशीनों और मीटरों की संख्या अधिक है तो मापदंडों को अलग-अलग स्थानों पर देखना मुश्किल है। इन मीटरों को स्थापित करने वाला एक पैनल बोर्ड एक स्थान में डाटा एकत्र करने में सहायक होता है। जहाँ विभिन्न मशीनें कार्य कर रही हैं।

मीटरों का चयन मशीन की रेटिंग और कार्यकारी वोल्टेज सीमा में होना चाहिए, एक कम रेंज वाले मीटर को भारी लोड मशीन में रीडिंग के लिए नहीं जोड़ा जा सकता है। यह मीटर और उसके वायरिंग को खराब कर सकता है।

सेंसर के प्रकार, वर्गीकरण और इसका अनुप्रयोग (Sensors types, classification and its application)

सेंसर एक ऐसी युक्ति है जो भौतिक मात्रा को मापता है एक मोटर अपने रेटेड rpm के साथ चल रही है लेकिन कभी-कभी मोटर पर विभिन्न लोड होती है। उत्पन्न की गुणवत्ता मशीन की सटीकता पर निर्भर करती है तब इसे मोटर के रेटेड rpm पर चलाना बहुत महत्त्वपूर्ण है। सर्किट के स्वचालित rpm का सुधार संभव है लेकिन एक सेंसर को कंट्रोल सर्किट में काम करने वाले rpm को वापिस लगाना होगा। इस मामले में एक टेको जनरेटर मोटर के rpm में फीडबैक उत्पन्न करने वाला उपकरण है। टेको जनरेटर को मोटर के शाफ्ट पर लगाया जा सकता है और परिणामी फीडबैक मात्रा (V या I) को कंट्रोल बोर्ड में लाया जा सकता है।

इसी तरह तापमान का माप उपयुक्त सेंसर द्वारा किया जा सकता है चूंकि तापमान सभी विद्युत अनुप्रयोगों के लिए बड़ी समस्या है। तापमान पर निरंतर निगरानी करने से मशीनों के आयु और एक समान उत्पादन के साथ निर्दिष्ट गुणवत्ता बढ़ाने में सहायक होती है। इस तरह तापमान को उपयुक्त सेंसर लगाकर नियंत्रित किया जा सकता है, जो थर्मामीटर-PTC या NTC के साथ तापमान को सुरक्षित सीमा के अंदर नियंत्रित करने में सहायता मिलेगा। सेंसर अवयव को वाइंडिंग में रखते हैं और इससे संबंधित केबल को कंट्रोल पैनल के तापमान सूचक इकाई में सूचना के लिए जोड़ते हैं।

सेंसर एक विशेष प्रकार का ट्राँसड्यूडर है जिसका उपयोग माप इन्स्ट्रुमेंशन या कंट्रोल सिस्टम में इनपुट सिग्नल उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। भौतिक मात्रा जैसेः- त्वरण, तापमान, दूरी वेग, प्रकाश स्तर आदि विद्युतीय एनॉलाजी द्वारा सेंसर से सिग्नल पैदा की जाती है।

सेंसर के प्रकार : सेंसर के दो प्रकार हैं (Types of sensors: There are two types of sensors)

a) पेसिव सेंसर (Passive sensor)

b) एक्टिव सेंसर (Active sensor)

a) पेसिव सेंसर (Passive sensor): इसमें सिग्नल उत्पन्न करने के लिए बाहरी पॉवर सप्लाई की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए डायफ्राम का उपयोग दबाव या वेग गेस चादर के दोलनों को ध्वनि तरंग में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है।

b) एक्टिव सेंसर (Active sensor): यह सेल्फ जरनेटिंग सेंसर है जिसमें सिग्नल उत्पन्न करने के लिए बाहरी पॉवर स्त्रोत की आवश्यकता नहीं पड़ती। उदाहरणः- फोटो वोल्टाइक सेल, थर्मोकपल, पिजोइलेक्ट्रिक डिवाइस।

सेंसर का वर्गीकरण (Classification of sensors): आउटपुट, अनप्रयोग आदि के आधार पर इसे कई वर्गों में विभाजित किया गया है। इसे मुख्यतः दो भागों में विभाजित किया गया है- a) डिजीटल सेंसर और b) एनालॉग सेंसर।

डिजीटल सेंसर (Digital sensor): इस सेंसर की रिसॉल्यूशन सबसे सटीक और अधिकतम गति वाली है। संविदेत मात्रा में परिवर्तन का पता लगाने की क्षमता उत्कृष्ट है। आउटपुट को हमेशा 180, उच्च और निम्न या हाँ या ना के रूप में लिया जाता है।

एनॉलाग सेंसर (Analog sensor): डिजीटल की अपेक्षा इस सेंसर का रिसॉल्यूशन, कम सटीक कार्पोरेट है यह छोटे परिवर्तन या बदलाव का रिकार्ड करता है, जिसके परिणाम स्वरूप अधिक त्रुटि आती है। इसका उपयोग आमतौर पर बहुत छोटे परिवर्तनों या विविधताओं को रिकार्ड करने के लिए किया जाता है।

इसके अलावा, सेंसर मुख्य रूप से विद्युत सर्किट में तापमान और RPM को मापने के लिए उपयोग किया जाता है। तापमान मापन के लिए उपयोग किये जाने वाले सेंसर निम्नलिखित हैं-

a) थर्मो कपल (Thermo couple)

b) RTD (Resistance Temperature Detector)

c) थर्मीस्टर (Thermistor)

d) आई आर सेंसर (IR sensors (Infra Red))

e) सेमी कंक्डर सेंसर (Semi conductor sensors - VDR, LDR, Photo diode etc.,)

मोटर के RPM मापन के लिए उपयोग किये जाने वाले विभिन्न प्रकार के सेंसर निम्न है,

a) शाफ्ट इनकोडर्स (रोटरी प्रकार) 1-5000 पल्सेस

b) फोटोइलेक्ट्रिक (ऑप्टिकल प्रकार)

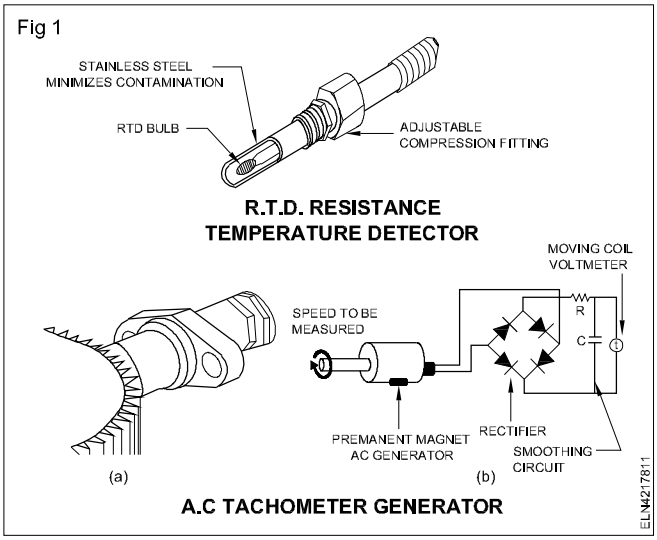
c) चुंबकीय घुर्णीय गति (निकटता प्रकार) - मध्यम या निम्न RPM.

d) फोटो सेंसर रिफ्लेक्शन टॉरगेट - टेकोमीटर - 20-20,000 रेंज

सेंसर असेम्बली और मापन (Sensor assembly and measurements)

रेजिस्टैंस टेम्परेचर डिटेक्टर (RTD) और $\sqrt{1}$ इसके स्थिति का समायोजन का उपयोग करके तापमान मापन, टेकोमीटर सेंसर असेम्बली और AC टोकोमीटर Fig 1 में दिया गया है।AC सप्लाई के दिष्टकरण (rectified) के लिए किया जाता है। प्रेरित emf का आयाम (amplitude) और आवृत्ति शाफ्ट की गति पर निर्भर करता है। इस आयाम और आवृत्ति का उपयोग कोणीय वेग (angular velocity) को मापने के लिए किया जाता है।

Fig 1



पैनल बोर्ड के प्रदर्शन की जाँच (Performance testing of panel board)

यह देखना जरूरी है कि पैनल बोर्ड की स्थापना सावधानी पूर्वक करना है क्योंकि इसमें बहुत सारे कनेक्शन और नियंत्रक लगे होते हैं, कोई भी ढीला या गलत कनेक्शन डिवाइस (युक्ति) के प्रदर्शन को प्रभावित करेगा और इसकी लागत अधिक हो सकती है।

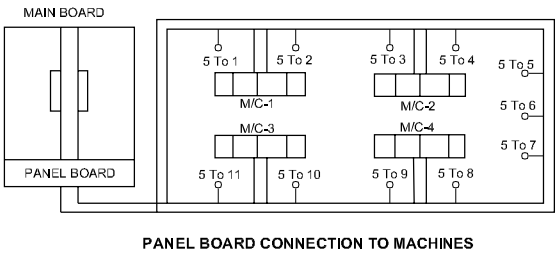
प्रदर्शन का परीक्षण करते समय यह सुनिश्चित करलें कि सभी कनेक्शन और वायरिंग IE नियम के अनुसार सही है। गलत कनेक्शन और खराब सामग्री पैनल बोर्ड को भारी हानी पहुँचायेगी। केबल की कंटीन्यूटी (निरंतरता), अर्थ रजिस्टेंस मान सामान्य IE नियम के अनुसार सुरक्षित स्तर पर रखा जाता है।

पैनल बोर्ड और सभी धात्विक भागों को उचित रूप से अर्थ से जोड़ना चाहिए। यदि पैनल बोर्ड में करंट की मात्रा अधिक है तो इसे अलग से अर्थिंग प्रदान करना चाहिए और मानक के अनुसार रखरखाव करना चाहिए।

पैनल बोर्ड से मशीन का कनेक्शन जितना कम से कम दूरी संभव हो करना चाहिए। यदि मशीन कम धारा लेती है लाइन ड्राप भी कम से कम होगा और परिणामी पॉवर लॉस भी कम होगा। इस तरह केबल की लंबाई भी कम होगा और इसे नगण्य नहीं किया जा सकता, यदि केबल की लंबाई अधिक है तो लाइन लॉस भी बहुत अधिक होगा और यह मशीन और उससे जुड़े केबल की आयु को कम कर देगा। परिस्थितियों और सुविधाओं के अनुसार केबल का प्रयोग करना चाहिए। सीधे सूर्य प्रकाश, गीली स्थिति और आग के समीन या अन्य दूसरी प्रदूषित क्षेत्रों से इसे दूर रखें।

Fig 2 में लोड पॉवर के लिए एक साधारण मॉडल पैनल बोर्ड आपके मार्गदर्शन के लिए दिखाया गया है।

Fig 2



AC/DC ड्राइव्स (AC/DC drives)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **AC और DC ड्राइवों के प्रकार और उनकी कार्यविधि बताना**
- **AC और DC ड्राइवों का प्रचालन स्पष्ट करना**
- **ब्लोक डायग्राम, DC ड्राईवों के भाग और DC ड्राईव के लाभ तथा हानियाँ बताना।**

पावर ड्राइव (Power drives)

इलेक्ट्रिक ड्राइव को परिभावित किया जा सकता है इलेक्ट्रोमेकेनिकल उपकरणों के रूप में जो इलेक्ट्रिकल ऊर्जा को मेकेनिकल ऊर्जा में परिवर्तित करके उसके मोशन या चाल प्रगति को विभिन्न मशीन और मेकेनिज्म को दिया जाता है ताकि विभिन्न प्रकार की प्रक्रिया नियंत्रित की जा सके ।

परिवहन सिस्टम, रोलिंग मिल्स, पेवर मशीन, टेक्सटाबल्स मिल्स, मशीन टूल्स, पंखे, पम्प, रोबोट, वाशिंग मशीन आदि जैसे बड़ी संख्या में औद्योगिक और घरेलू अनुप्रयोगों में मशीन कंट्रोल की आवश्यकता होती है ।

गति नियंत्रण के लिए नियोजित प्रणालियों को ड्राइव कहा जाताहै गति नियंत्रण के लिए यांत्रिक ऊर्जा की आपूर्ति के लिए डीजल या पेट्रोल इंजन, गैस या स्टीम टर्बाइन, स्टीम इंधन, हाइड्रोलिक मोटर्स और इलेक्ट्रिक मोटर्स जैसे किसी भी मूवर्स का काम करना और इलेक्ट्रिक मोटर्स पर मोशन कंट्रोल ड्राइव का इस्तेमाल करना इलेक्ट्रिक ड्राइव कहलाता है ।

इलेक्ट्रिक ड्राइव का वर्गीकरण (Classification of Electric Drives)

i ऑपरेशन के मोड के अनुसार

- निरंतर ड्यूटी ड्राइव्स
- कम समय की ड्यूटी ड्राइव्स
- रूक रूक कर ड्यूटी ड्राइव्स

ii नियंत्रण के साधन के अनुसार

- मैनुअल या हस्तचालित
- अर्ध स्वचालित
- स्वचालित

iii मशीनों के संख्या के अनुसार

- व्यक्तिगत ड्राइव
- ग्रूप ड्राइव
- मल्टीमोटर ड्राइव

iv डायनामिक और क्षणिक के अनुसार

- अनियंत्रित क्षणिक समय
- नियंत्रित क्षणिक समय
- गतिनियंत्रण की विधि के अनुसार
- प्रतिवर्ती और गैर प्रतिवर्ती स्टेप चाल नियंत्रण
- परिवर्तित स्थिति नियंत्रण
- प्रतिवर्ती और गैर प्रतिपर्ती स्मूथ गति नियंत्रण

पावर ड्राइव्स के लाभ (Advantage of electrical drives)

1 इनका लचीला नियंत्रण अभिलक्षण या विशेषता होती है ।

2 ड्राइव स्वतः दोष का पता लगाने प्रणालियों के साथ प्रदान किया जा सकता है प्रोग्रामेबल लॉजिक नियंत्रक (PLC) और कम्प्यूटर को वांपित अनुक्रम में स्वचालित रूप से ड्राइव ऑपरेशन को नियंत्रित करने के लिये नियोजित किया जा सकता है ।

3 वे विस्फोटक और रेडियोधर्मी वातावरण जैसे लगभग किसी भी परिचालन स्थितियों के लिए उपयुक्त है ।

4 वे टार्क गति और शक्ति की विस्तृत श्रृंखला में उपलब्ध होता है ।

5 यह गति-टॉर्क प्लान के सभी चार quadrants में काम कर सकते हैं।

6 यह तुरंत शुरू किया जा सकता है और तुरंत पूरी तरह लोड किया जा सकता है ।

7 गति नियंत्रण, स्टार्टिंग और ब्रेकिंग के लिए नियंत्रण गियर की आवश्यकता आभतौर पर सरल और संचालित करने में आसान है ।

पावर ड्राइव का विकल्प या चयन (Choice (or) selection of electrical drives)

- इलेक्ट्रिक ड्राइव का चयन महत्वपूर्ण कारको पर निर्भर करता है ।
- स्टडी स्टेट ऑपरेटिंग परिस्थितियों की आवश्यकताएँ ।

स्पीड-टॉर्क अभिलक्षण की प्रकृति, स्पीड रेगुलेशन, स्पीड रेंज, दक्षता, ड्यूटी साइकिल, ऑपरेशन का क्वाड्रान्ट्स (quadrants) गति में उतार चढाव यदि कुछ हो, रेटिंग इत्यादि ।

- क्षणिक ऑपरेशन की आवश्कताएँ ।
- त्वरण और मंदन की वैल्यु, स्टार्टिंग ब्रेकिंग और रिर्वसिंग प्रदर्शन ।
- स्त्रोत से संबंधित आवश्यकताएँ।

स्त्रोत के प्रकार और उसकी क्षमता, वोल्टेज की मात्रा वोल्टेज उतार चढ़ाव, पावर फेक्टर हारमोनिक्स और अन्य लोड पर उनका प्रभाव, रिर्जनरेटिव पावर को स्वीकार करने की क्षमता ।

- यदि कोई हो तो स्थान और वजन का प्रतिबंध ।
- पर्यावरण और स्थान ।
- विश्वसनीयता ।

ग्रूप इलेक्ट्रिक ड्राइव (Group electric drive)

इस ड्राइव के एक एकल मोटर होती है, जो बियरिंग पर लगे एक या एक से अधिक लाइन शाफ्ट को ड्राइव करता है । लाइन शाफ्ट या तो पुली और बेल्ट या गियर के साथ फिट हो सकते है, जिसके माध्यम से मशीनों या तंत्र का एक समूह संचालित किया जा सकता है । इसको कभी कभी **शाफ्ट ड्राइव** भी कहते हैं ।

लाभ (Advantages)

छोटे मोटर्स की संख्या के बजाय बड़े मोटर का इस्तेमाल किया जा सकता है ।

हानियाँ (Disadvantages)

इसमें कोई लचीलापन नहीं होता है । यदि सिंगल मोटर दोष को बढ़ाता है तो पूरी प्रक्रिया बंद हो जाती है ।

व्यक्तिगत इलेक्ट्रिक ड्राइव (Individual electric drive)

इस ड्राइव में प्रत्येक व्यक्तिगत मशीन एक अलग मोटर द्वारा संचालित होती है । यह मोटर मशीन के विभिन्न भागों में गति प्रदान करता है ।

मल्टीमोटर इलेक्ट्रिक ड्राइव (Multi motor electric drive) : इस ड्राइव सिस्टम में, कई ड्राइव है जिनमें से प्रत्येक ड्राइव तंत्र के काम करने वाले भागों से एक को क्रियान्वित करता है ।

जैसे जटिल धातु काटने वाली मशीन टूल्स

पेपर बताने वाले उद्योग

शेलिंग मशीन इत्यादि

एक आधुनिक वेरिएबल स्पीड इलेक्ट्रिकल सिस्टम में निम्नलिखित घटक है ।

- इलेक्ट्रिकल मशीन और भार
- पावर मॉड्यूलेटर
- स्त्रोत
- नियंत्रण इकाई
- सेन्सिंग इकाई

पावर मशीन (Power machine)

गति नियंत्रण अनुप्रयोगों के लिए सबसे ज्यादा इस्तेमाल होनेवाली इलेक्ट्रिकल मशीन निम्नलिखित है ।

DC मशीन (DC machines)

शंट, सीरिज्, कम्पाउण्ड, सेक्रेटली एक्साइटेड DC मोटर्स और स्वीच रिलक्टेन्स मशीन ।

AC मशीन (AC machines)

इंडक्शन, वाउण्ड रोटर, सिन्क्रोनस, PM सिक्रोनस और सिन्क्रोनस रिल्केटन्स मशीन ।

विशेष मशीन (Special machines)

ब्रशलेस DC मोटर्स, स्टेपर मोटर्स स्वीच रियक्टेंस मोटर्स का उपयोग होता है ।

पावर मॉड्यूलेटर (कंट्रोलर) (Power Modulators (Controller))

कार्य (Functions)

- यदि स्त्रोत से मोटर को प्रवाह या शक्ति को नियंत्रित करते है तो लोड से आवश्यक गति हॉर्क विशेषताओं को प्रदान किया जाता है ।
- क्षणिक ऑपरेशन के दतौरान, जैसे स्टार्टिंग, ब्रेकिंग और स्पीड रिवर्सल, जायज सीमा के साथ मोटर करंट को घटा देता है ।
- यह स्त्रोत की इलेक्ट्रिकल ऊर्जा को मोटर से मुताबिक परिवर्तित कर देता है ।
- यह मोटर के संचालक के तरीके को चुनता है (i.e) मोटरिंग और ब्रेकिंग ।

पावर मॉड्यूलेटरर्स के प्रकार (कंट्रोलर) (Types of power modulators (Controllers))

- इलेक्ट्रिकल ड्राइव सिस्टम में पावर मॉड्यूलेटर निम्नलिखित में से एक हो सकता है ।
- कंट्रोल्ड रेक्टिफायर (AC to DC converts)
- इन्वर्टर (DC to AC converters)
- AC वोल्टेस कन्ट्रोलर (AC to DC converters)
- DC चोपर (DC to DC converters)
- साइक्लो कन्वर्टर (Frequency conversion)

पावर स्त्रोत (Power sources)

बहुत कम पावर ड्राइव आमतौर पर सिंगल फेज स्त्रोतों से लिया जाता है । शेष ड्राइव 3-फेज स्त्रोत से संचालित होते है । 415V आपूर्ति से लो और मध्यम पावर मोटर्स को fed किया जाता है । उच्च रेटिंग के लिए मोटर्स को 3.3KV, 6.6 KV और 11 KV रेटेड किया जाता है । कुछ ड्राइव बैटरी से संचालित होती है ।

सेन्सिंग यूनिट (Sensing unit)

- स्पीड सेन्सिंग (मोटर से)
- टॉर्क सेन्सिंग
- पोजिशन सेन्सिंग
- करेंट सेसिंग और वोल्टेज सेन्सिंग (लाइन से या लोड से या मोटर टर्मिनल से)
- तापमान सेन्सिंग

कंट्रोल यूनिट (Control Unit)

कंट्रोल यूनिट में कंट्रोल यूनिट के लिए पावर मॉड्यूलेटर को दिया जाता है लोड की आवश्यकता को मिलाने के लिए मोटर और पावर कन्वर्टर को मिलाते है ।

DC और AC ड्राइव्स की तुलना

DC ड्राइव्स	AC ड्राइव्स
पावर सर्किट और कंट्रोल सर्किट आसान होता है ।	पावर सर्किट और कंट्रोल सर्किट .... हुआ होता है ।
इसको निरंतर रखरखाव की जरूरत होती है ।	कम रखरखाव
कम्युटेटर के कारण मोटर बडी महंगी और भारी हो जाती है ।	इस तरह की कठिनाईयाँ इसके नहीं होती है और यह सस्ती होती है विशेषतः स्किवरल केज मोटर्स
तेज प्रतिक्रिया और विस्तृत गति सीमा कंट्रोल, पारंपरिक और स्टेट कंट्रोल के द्वारा आसानी से प्राप्त किया जा सकता है ।	सॉलिड स्टेट कंट्रोल में गति सीमा बहुत होती है और पारंपरिक विधियाँ स्टेटड और कम होती है ।
कम्युटेशन के कारण गति और डिजाइन रेटिंग कम होती है ।	स्पीड और डिजाइन रेटिंग की सीमाएँ ज्यादा होती है ।

अनुप्रयोग (Applications)

- पेपर मिल
- सिमेंट मिल
- टेक्टाइल मिल
- शुगर मिल
- स्टील मिल
- इलेक्ट्रिक ट्रेक्शन
- पेट्रोकेमिकल इंड्रस्ट्री
- इलेक्ट्रिकल व्हेहीकल्स

'एड्डी करंट ड्राइव' एक ओर 'इलेक्ट्रिक ड्राइव' का प्रकार होता है ।

एड्डी करंट ड्राइव (Eddy current drives)

एड्डी करंट ड्राइव, फिक्स स्पीड मोटर और एडी करंट क्लच में होता है । क्लच, फिक्स स्पीड रोटर और समायोज्य स्पीड रोटर छोटे से हवा के अंतराल से अलग होते है । फिल्ड क्वाइल में डायरेक्ट करंट मेग्नेटिक फिल्ड उत्पन्न करता है । इससे टॉर्क को ज्ञात किया जाता है जो इनपुट रोटर से आउटपुट रोटर में संचारित होता है । नियंत्रक, परिवर्तित क्लच करंट के द्वारा बंद लूप गति रेगुलेशन देता है, वांछनीय गति पर क्लच केवल उतना ही टॉर्क संचारित करता है जितना संचालित होने के लिए आवश्यक है । विशेषतः स्पीड फीड बैक इंटीग्रल AC टेकोमीटर द्वारा दिया जाता है ।

एड्डी करंट ड्राइव, स्लीप नियंत्रक प्रणाली होता है । स्लीप ऊर्जा सभी ऊष्मा डिसीवेटेड के लिए आवश्यक होता है । इस तरह में ड्राइव्स कम दक्ष वाले होते है । इसकी तुलना में AC/DC-AC परिवर्तन ड्राइव्स ज्यादा दक्ष होते है । मोटर, लोड के द्वारा आवश्यकता के कारण टॉर्क उत्पन्न करता है और पूर्ण गति पर संचालित होता है । पावर, टॉर्क x गति का पाति होता है । इनपुट पावर मोटर स्पीड टाइम, ऑपरेटिंग टॉर्क के आनुपाती होता है । जबकि आउटपुट पावर, आऊटपुट गति समय ऑपरेटिंग टॉर्क होता है । मोटर की गति और आउटपुट गति के बीच के अंतर को स्क्षीप स्पीड कहते है । पावर, **स्लीप स्पीड** समय ऑपरेटिंग टॉर्क के समानुपाती होता है जो क्लच में उष्मा के रूप में जमा होता है ।

DC ड्राइवों का कार्य सिद्धांत (Working principle of DC drives)

DC मोटर में, स्पीड आर्मेचर वोल्टेज के अनुपाती होती है और फिल्ड करंट के व्युक्तमानुपाती होती है, और साथ में, आर्मेचर करंट मोटर टॉर्क

$N \propto \frac{E_b}{I_f}$ and $I_a \propto T$ इसलिए प्रयुक्त वोल्टेज को बढ़ाने या घटाने से

मोटर की गति भी परिवर्तित होती है । यह रेटेड वोल्टेज तक ही संभावित होती है । यदि बेस स्पीड से ज्यादा स्पीड की आवश्यकता होती है तो फील्ड करंट घट जाती है । (Fig 1)

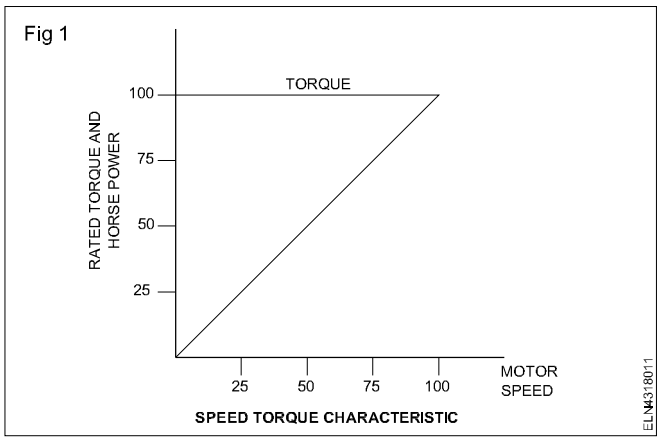
फील्ड करंट को कम करके, मोटर का फ्लक्स भी घट जाता है और यह आर्मेचर काउंटर emf को घटा देता है । जब कि यह आर्मेचर करंट मोटर टॉर्क को बढ़ाता है और स्पीड बढ़ जाती है । यह दो मूल सिद्धांता DC ड्राइव यह कार्य करते है और मोटर की स्पीड को नियंत्रित करते है ।

आर्मेचर नियंत्रण DC ड्राइव में आर्मेचर वोल्टेज को परिवर्तित करने से परिवर्तित स्पीड मिलती है जिसे Fig 1 में दिखाया गया है ।

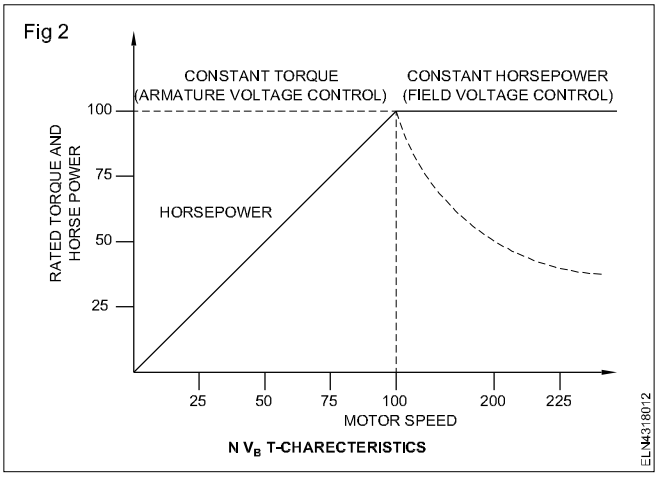
सामान्यतः DC ड्राइव फिक्स फील्ड सप्लाय दी जाती है । पूरी स्पीड रेंज में टॉर्क स्थिर रहता है (जिसे लोड के द्वारा व्याख्या की गई है), मोटर आउटपुट हॉर्स पॉवर, गति का समानुपाती होता है । मोटर अभिलक्षण जो इस ड्राइव का है उसे Fig 1 में दर्शाया गया है ।

स्थिरांक टॉर्क ऑपरेशन (Constant torque operation)

आर्मेचर और फील्ड कंट्रोल्ड ड्राइव्स के मामले में, मोटर के आर्मेचर वोल्टेज को कंट्रोल, मोटर के आधार गति तक कान्सटेन्ट टॉर्क परिवर्तित



HP ऑपरेशन के लिए किया जाता है । और बेस स्पीड ऑपरेशन के ऊपर लिए, ड्राइव को कान्सटेन्ट HP- घटता टॉर्क ऑपरेशन के लिए फील्ड कंट्रोल में स्विच की अधिकतम गति को Fig 2 में दिखाया गया है । हम स्थिति में, फील्ड करंट को कम करने से मोटर की गति इसकी अधिकतम गति तक बढ़ जाता है । Fig 2 में दिखाया गया है ।



अधिकांश उदाहरणों में, शंट फील्ड वाइंडिंग एक्साइटेड होती है, साथ में कंट्रोलर से स्थिर लेवल वोल्टेज के साथ, शंट फील्ड वाइंडिंग एक्साइटेड होती है । SCR (silicon controller rectifier) जिसे धायरिस्टर के नाम से भी जाना जाता है । जो पावर स्त्रोत के अल्टरनेटिंग करंट को परिवर्तित DC आऊटपुट में बदलता है । जो DC मोटर के आर्मेचर पर प्रयुक्त किया जाता है । मोटर के आर्मेचर वोल्टेज को रेग्युलेट करके गति नियंत्रण को प्राप्त किया जाता है ।

थायरिस्टर ब्रिज एक तकनीक है जो सामान्य रूप से DC वोल्टेज को परिवर्तित करके DC मोटर की गति को कंट्रोल करता है । महत्वपूर्ण बात यह है कि DC में प्रयुक्त होने वाला वोल्टेज रेटेड नेम प्लेट वोल्टेज से ज्यादा नहीं होना चाहिए ।

टेकोमीटर (फीडबैक डीवाइस) वास्तविक गति को इलेक्ट्रिकल सिरनल में बदलता है जो कि वांछनीय आधार सिग्नल का योग होता है । जोड़ या योग वाले जंक्शन का आऊटपुट कंट्रोलर के त्रुटि सिग्नल में दिया जाता है जिससे गति सही होती है ।

आधुनिक **DC** ड्राइव में **SCRs** को MOSFET s और IGBTs से पूरी तरह से बदल दिया जाता है, ऐसा उच्च गति स्वीचिंग को प्राप्त करने के लिए किया जाता है । स्विचिंग के दौरान AC इनकमिंग पावर और करंट में आनेवाले विकृति को दूर करता है । और ड्राइव्स बहुत दक्ष और शुद्ध होता है ।

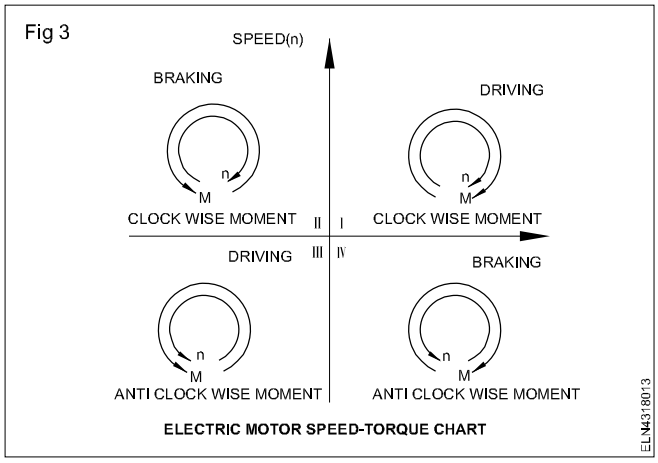
सिलिकॉन कन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर (Silicon controlled rectifier) (SCRs) का बहुत उपयोग होता है यह उपयोग बड़े DC मोटर ड्राइव्स में होते है पावर कन्वर्सन यूनिट में होता है । गेट टर्मिनल में कम वोल्टेज प्रयुक्त होने पर SCR संचालित होता है प्राणात्मक साइकिल के शुरू होने तक यह लगातर कंडक्ट होता है और यह स्वतः ही बंद हो जाता है SCR के पार्श्व में वोल्टेज तब तक O रहेगा जब तक दूसरा गेट सिग्नल नहीं मिलता है ।

DC ड्राइव्स में SCRs को उपयोग करने का कारण फिक्स AC सप्लाय को वेरिएबल DC सप्लाय में परिवर्तित करना होता है जो मोटर की स्पीड को कंट्रोल करता है । सिंगल फेज AC सप्लाय से कुछ SCR DC ड्राइव्स को सप्लाई दी जाती है और DC रेक्टिफिकेशन के लिए 4 SCRs को ब्रिज के रूप में उपयोग किया जाता है । उच्च पावर DC ड्राइव के मामले में DC ड्राइव के मामले में DC रेक्टिफिकेशन के लिए SCRs को 3-सप्लाय साथ उपयोग किया जाता है ।

DC ड्राइव्स के क्वाइरेन्ट (quadrant) ऑपरेशन के मामले में (फारवर्ड मोटरिंग, फोरवर्ड ब्रेकिंग, रिवर्स मोटरिंग और रिवर्स ब्रेकिंग) ब्रिज रेटिफायर में 12 SCRs होते है साथ 3 फेस इनकमिंग सप्लाय उपयोग होती है । हर एक क्वाइरेंट ऑपरेशन के दौरान SCRs ट्रि फेज एंगल पर ट्रिगर होता है जो मोटर के DC वोल्टेज की जरूरत के लिए उस ही क्रम में दिया जाता है ।

ड्राइव ऑपरेशन (Drive operation)

ड्राइव अनुप्रयोग को सिंगल क्वाडरेंट, टू-क्वाडरेंट, थ्री-क्वाडरेंट या चार-क्वाडरेंट के चार्ट को (Fig 3) निम्न प्रकार के व्याख्या की गई है ।



क्वाडरेंट I (Quadrant I) : सकारात्मक गति और टॉर्क के साथ ड्रायविंग या मोटरिंग, रिवर्स एक्सीलरेटिंग क्वाडरेंट ।

क्वाडरेंट II (Quadrant II) : सकारात्मक गति और सकारात्मक टॉर्क के साथ जनरेटिंग या ब्रेकिंग, फॉरवर्ड ब्रेकिंग - मंदन क्वाडरेंट ।

क्वाडरेंट III (Quadrant III) : नकारात्मक गति और टॉर्क के साथ ड्राइविंग या मोटरिंग, रिवर्स एक्सीलेटरिंग क्वाडरेंट ।

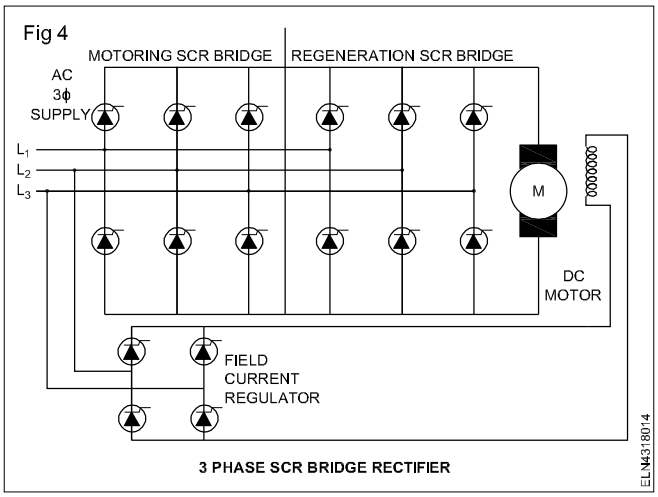
क्वाडरेंट IV (Quadrant IV) : नकारात्मक गति और सकारात्मक टॉर्क के साथ जंरेटिंग या ब्रेकिंग, रिवर्स ब्रेकिंग मंदन क्वाडरेंट ।

बहुत से अनुप्रयोग सिंगल क्वाडरेंट लोड क्वाडरेंट I में ऑपरेट होता है, जैसे कि परिवर्तित टॉर्क (उदा. सेन्ट्रफ्यूगल पम्प या पंखा इत्यादि)

कुछ अनुप्रयोग टू क्वाडरेंट लोड क्वाडरेंट I और II में ऑपरेट होते है जहाँ गति सकारात्मक होती है किन्तु टॉर्क ध्रुव को बदलता है कुछ स्त्रोत 2 क्वाडरेंट ड्राइव जो लोड की तरह क्वाडरेंट I और III में ऑपरेट होते है जहाँ गति और टॉर्क समान दोनों दिशाओं में समान ध्रुवता (सकारात्मक या नकारात्मक) में वाले होते है ।

कुछ उच्च प्रदर्शन करने वाले अनुप्रयोग चार क्वाडरेंट लोड में (Quadrants I to IV) में शामिल होते है जहाँ गति और टॉर्क कि सी भी दिशा में हो सकते है । जैसे होइस्ट, एलीवेटर और हीलि कन्वेयर्स । ड्राइव्स DC लिंकबस में रिजनरेशन होता है जब इन्वर्टर वोल्टेज मेग्निट्यूड कम होता है तब मोटर बेक - EMF और इन्वर्टर वोल्टेज और बेक - EMF समान ध्रुवता में होते हैं ।

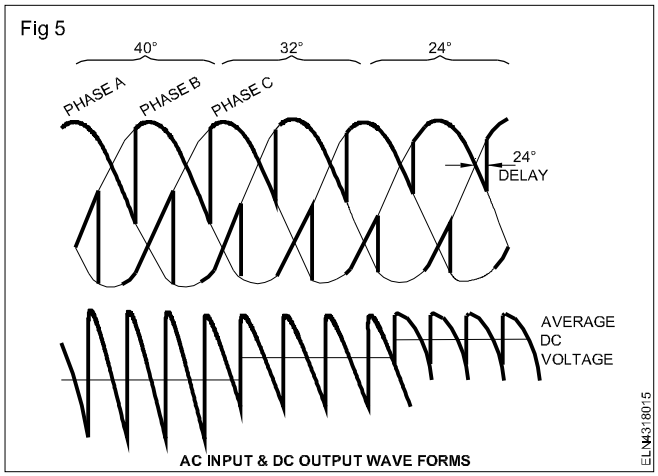
ड्राइव के 4 क्वाइरेंट ऑपरेशन के लिए SCRs कनेक्शन DC आऊटपुट में इनकमिंग 3 फेज़ एसी सप्लाय से होता है जिसे Fig 4 में दर्शाया गया है । इसमें मोटरिंग SCR ब्रिज और रिजनरेशन SCR ब्रिज 4 क्वाडरेंट ऑपरेशन ड्राइव को प्राप्त किया जाता है । कन्ट्रोलर (एनॉलोग और डिजिटल) से गेट सिग्नल प्राप्त किया जाता है ।



'O' डिग्री फेज़ एंगल के साथ यदि SCRs गेट है तो रेक्टिफायर की तरह ड्राइव कार्य करता है जो मोटर को पूर्ण रेक्टिफाइड रेटेड DC सप्लाय डाला जाता है और SCRs के फायरिंग एंगल में परिवर्तन के द्वारा मोटर को परिवर्तित DC सप्लाय दी जाती है ।

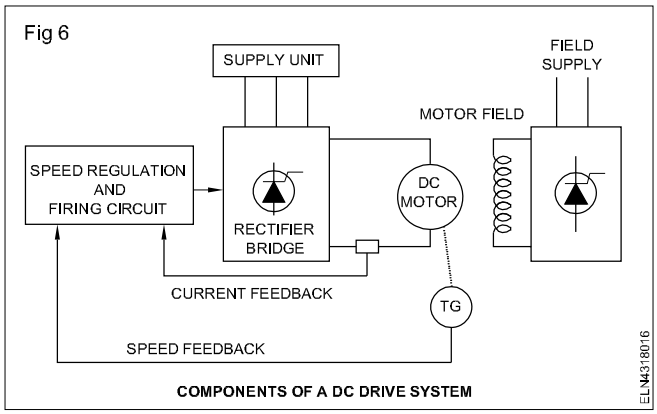
DC आउटपुट वोल्टेज वेवफार्म के साथ AC वेवफार्म का संबंध ऊपर सर्किट में (Fig 5) दिखाया गया है । यह औसत DC आउटपुट वोल्टेज 40°, 32° और 24° फायरिंग एंगल में प्राप्त होता है । इस प्रकार से औसत आऊटपुट SCRs के परिवर्तित फायरिंग फेज एंगल द्वारा कंट्रोल किया जाता है ।

फील्ड वाइंडिंग को भी रेग्युलेटेड DC सप्लाय की जरूरत होती है, फील्ड ब्रिज कन्वर्टर में केवल 4 SCRs का उपयोग किया जाता है । यह इसलिए है क्योंकि फील्ड को कभी ऋणात्मक करंट की कभी आवश्यकता नहीं होती है और इस प्रकार दूसरे SCRs सेट की आवश्यकता नहीं होती है, जो आर्मेचर में मोटर को प्रत्यावर्ती घुमाने के लिए उपयोग होती है ।



DC ड्राइव का ब्लॉक डायग्राम (Block diagram of DC drive)

DC ड्राइव सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम Fig 6 में दिखाया गया है ।



DC ड्राइव इनपुट (DC drive input) : कुछ थायरिस्टर जो DC ड्राइव पर आधारित होते है, सिंगल फेज सप्लाय पर ऑपरेट होते है । और फुल वेव रेक्टिफिकेशन के लिए 4 थायरिस्टर उपयोग होते है । बड़ी मोटर के लिए 3 फेज़ सप्लाय की जरूरत होती है क्योंकि वेवफार्म बहुत ज्यादा स्मूथ होती है । इस तरह के मामलों में फुलवेव रेक्टिफिकेशन के लिए 6 थायरिक्टर की जरूरत होती है ।

रेक्टिफायर ब्रिज (Rectifier Bridge) : कंट्रोल DC ड्राइव के पावर अवयव फुल वेव ब्रिज होते है जो 3 - फेज या सिंगल फेज सप्लाय से चलते है । ऊपर बताया गया है कि कई थायरिस्टर सप्लाय वोल्टेज पर निर्भर रहता है और परिवर्तित हो सकता है ।

मोटर आर्मेचर में, 6 थायरिस्टर ब्रिज रेक्टिफायर, इनकमिंग AC सप्लाय को DC सप्लाय में बदलता है । इन थायरिस्टर के फायरिंग एंगल नियंत्रण मोटर के वोल्टेज को बदलता है । (3 - फेस कन्वर्टर के मामले में)

फील्ड सप्लाय यूनिट (Field Supply Unit (FSU)) : फील्ड वाइंडिंग में प्रयुक्त होनेवाला वोल्टेज आर्मेचर पावर से बहुत कम होता है ।

बहुत से मामलों में 3 - फेज इनपुट से 2 फेज सप्लाय मिस मिलती है (यह सप्लाय आर्मेचर को पावर आर्मेचर) अतः आर्मेचर सप्लाय यूनिट से फील्ड एक्साइटर जोड़ा जाता है ।

फील्ड सप्लाय यूनिट का कार्य फील्ड वाइंडिंग को काल्सटेंट वोल्टेज देना होता है ताकि मोटर में फ्लक्स या स्थिर फील्ड बनता है । कुछ मामलों में, यह यूनिट थायसिक्टर के साथ फिल्ड में प्रयुक्त वोल्टेज को कम करने के लिए

सप्लाय देता है बेस स्पीड के ऊपर मोटर की गति नियंत्रित हो जाती है । परमानेंट मेग्नेट डी सी मोटर्स के मामलों में, ड्राइव में सप्लाय यूनिट नहीं जोड़ा जाता है ।

स्पीड रेग्युलेशन युनिट (Speed Regulation unit) : यह आपरेटर के निर्देशों के साथ फीडबैक सिग्नल की तुलना करता है और कायरिंग सर्किट को उपयुक्त सिग्नल भेजता है । एनालोग ड्राइव में, यह रेगुलेटर यूनिट में वोल्टेज और करेंट रेगुलेटर दोनों को रखता है । वोल्टेज रेगुलेटर राति त्रुटि को इनपुट की तरह अपनाता है और आऊटपुट वोल्टेज उत्पन्न करता है जो बाद में करंट रेग्युलेटर में प्रयुक्त किया जाता है ।

करंट रेग्युलेटर आवश्यक फायरिंग करेंट फायरिंग सर्किट के लिए उत्पन्न करता है । यदि ज्यादा गति की आवश्यकता होती है, अतिरिक्त करंट वोल्टेज रेग्युलेटर से निकलता है और तब थायरिस्टर ज्यादा समय के लिए चालू रहता है । सामाम्यतः यह रेग्युलेशन (दोनों वोल्टेज और करंट) समानुपाती - इंट्रीग्रल - डेरिवेटीव कंट्रोलर के साथ पूरा करता है ।

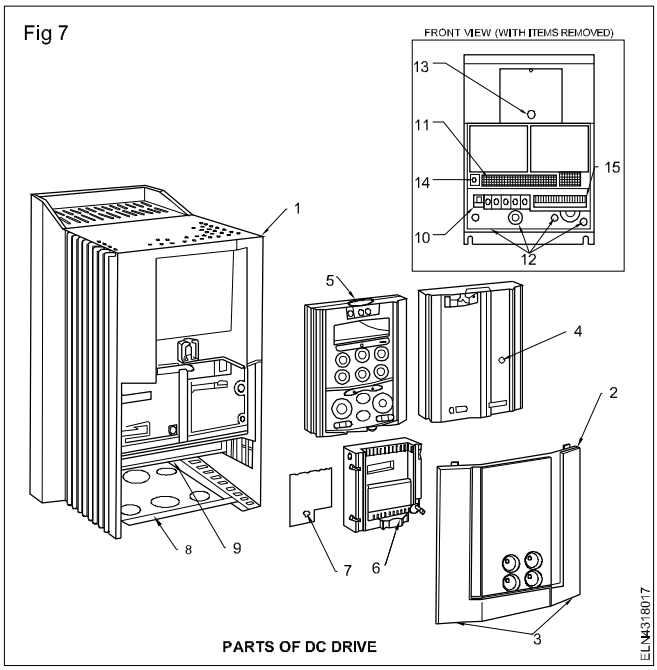
जहाँ बेस स्पीड से ज्यादा स्पीड की जरूरत होती है वहाँ भी फील्ड करंट रेग्युलेटर दिया जाता है ।

DC ड्राइव के भाग (Parts of DC drive)

DC ड्राइव विभिन्न रेटिंग के साथ बहुत से ब्रांड बाजार में उपलब्ध है । इन्हें सामान्य धातु बद्ध या छेद्र में रखा जाता है । पैनल के सामने पावर टर्मिनल, कंट्रोल टर्मिनल, ड्राइव को कंट्रोल करने के लिए की पेड होता है। इसमें प्रोग्राम योग्य ड्राइव के लिए पी सी सेकनेक्ट करने का प्रावधान है ।

DC ड्राइव के मुख्य भाग नीचे दिये गये है और Fig 7 में दर्शाया गया है ।

Fig 7



PARTS OF DC DRIVE

1 मेन ड्राइव असेम्बली

2 टर्मिनल कवर

3 टर्मिनल कवर को बनाए रखने के लिए स्क्रू

4 खाली कवर

5 कीपोड

6 COMMS तकनीकी बॉक्स (वैकल्पिक)

7 गति फीडबैक तकनीकी कार्ड (वैकल्पिक)

8 रलैंड प्लेट

9 पॉवर टर्मिनल शील्ड

10 पावर टर्मिनल

11 कंट्रोल टर्मिनल

12 अर्थिंग / ग्राउण्ड पाइंट

13 कीपेड भाग

14 प्रोग्रामिंग भाग

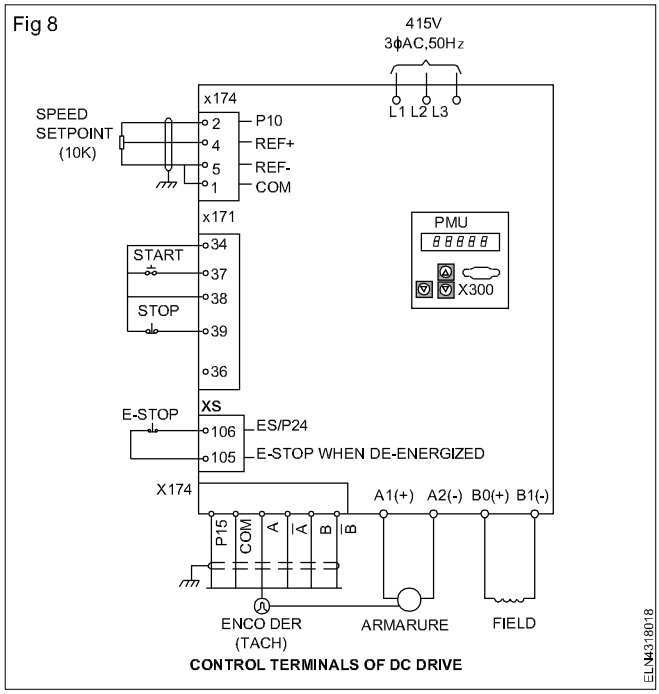
15 सहायक पावर, बाह्य कान्टेक्टर, ब्लोअर और आइमोलेटेड थर्मीस्टर टर्मिनल

पावर और कंट्रोल टर्मिनल (Power and control terminals)

DC ड्राइव में, सामने पैनल के पावर टर्मिनल, L_1, L_2 और L_3 होता है जहाँ 3 फेज इनपुट सप्लाय 415V जोड़ा जा सकता है ।

गति समायोजित पोटेंशियोमीटर के लिए कंट्रोल टर्मिनल दिया जाता है । यह टार्क समायोजित पोटेशियो मीटर, स्टार्ट / रन / स्टॉप स्वीच, JOG / RUN / स्वीच, ऑटो / मेन स्वीच, फॉरवर्ड / रिवर्स स्वीच इत्यादी के लिए भी दिया जाता है । क्रमशः आर्मेचर और फील्ड कनेक्शन के लिए टर्मिनल A_1 & A_2 और B_0 & B_1 होता है । नाम और स्थिति Fig 8 में दर्शाया गया है ।

Fig 8



CONTROL TERMINALS OF DC DRIVE

DC ड्राइव के लाभ (Advantages of DC drive)

- AC से DC को सिंगल पावर के साथ रूपांतरम DC ड्राइव में कम जटिल होता है ।

- DC ड्राइव समान्यतः कम महेंगा होता है ।
- समायोज्य स्पीड मशीन के जैसे लंबे परंपरागत उपयोग DC मोटर्स में होते है और बहुत ज्यादा रेंज में इस उद्देश्य के लिए विकल्प उपलब्ध है ।
- कूलिंग ब्लोअर और इनलेट एयर निकला हुआ कि तारा स्थिर टॉर्क पर बहुत ज्यादा स्पीड रेंज के लिए हवा को ठंडा करने के लिए प्रदान किया जाता है ।
- सामग्री बढ़ते हुए कि तारे और किट को फीडबैक टेकोमीटर और इनकोडर को माउंटिंग के लिए लेते है ।
- ओवर होल्डिंग लोड के लिए निरंतर रिजनरेशन के अनुप्रयोग की जरूरत के लिए DC रिजनरेटिक ड्राउल्य प्रदान किया जाता है ।
- ब्रश को सही प्रयुक्त और कम्युटेटर का रखरखाव कम होता है ।
- DC मोटर रेटेड वोल्टेज का बहुत ज्यादा 400% में स्टार्टिंग और एक्सीलरेटिंग टॉर्क को देने के लिए DC मोटर योग्य रहता है ।
- कुछ AC ड्राइव सुनने योग्य मोटर शोर उत्पन्न कर सकते है जो कुछ अनुप्रयोगों के लिए अवांछनीय होता है ।

DC ड्राइव की हानियाँ (Disadvantages of DC drive)

- कम्युटेटर और ब्रशों के कारण बहुत उलझा हुआ रहता है ।
- AC मोटर से ज्यादा भारी होता है ।
- उच्च रखरखाव की आवश्यकता होती है ।
- AC ड्राइव से ज्यादा बड़ा और बहुत महंगा होता है ।
- उच्च गति संचालन के लिए उपयुक्त नहीं होता है ।

VVVF/AC ड्राईव से 3 फेज़ इन्डक्शन मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of 3 phase induction motor by VVVF/AC drive)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **AC ड्राइवों (VFD/VVFD) और AC ड्राइव के द्वारा AC मोटर की स्पीड को बदलने की क्रिया को स्पष्ट करना**
- **AC ड्राइव के ऑपरेशन को ब्लॉक डायग्राम के साथ समझाना**
- **AC ड्राइव के लाभ और हानि की सूची बनाना**
- **AC ड्राइव के भाग और पावर और कंट्रोल टर्मिनल को समझाना**
- **मानदण्ड सेटिंग- AC/DC ड्राइवों / VFD/VVVFD (वेरियबल फ्रिक्वेन्सी ड्राईव/वेरियेबल वोल्टेज/वेरियेबल फ्रिक्वेन्सी ड्राईव)- स्पष्ट करना**
- **वैश्विक मोटर के गति-नियंत्रण को स्पष्ट करना।**

AC ड्राइव्स / VFD/VVVFD (परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव परिवर्तित/ वोल्टेज व परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव) (AC drives / VFD/VVVFD (Variable Frequency Drive/ Variable Voltage Variable Frequency Drive))

AC ड्राइव उद्योग तेजी से बढ़ रहा है । आज यह हर किसी से ज्यादा महत्वपूर्ण है, टेक्नीशियन और रखरखाव व्यक्ति के लिए AC ड्राइव संस्थापन को आसानी से चलने के चलाये रखा जा सकता है । ड्राइव मोटर को दी जाने वाली पावर सप्लाय के वोल्टेज और फ्रिक्वेंसी को बदलकर AC मोटर की गती को बदला जा सकता है । पावर फेक्टर को बनाए रखने और अत्यधिक उष्मा को कम करने के क्रम के लिए नेम प्लेट वोल्ट्स/हट्र्ज अनुपात को बनाए रखना चाहिए । यह VFD (परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव) का मुख्य कार्य होता है ।

AC ड्राइव के अनुप्रयोग (Applications of AC drives)

1 AC ड्राइव का उपयोग स्किवरल केज इंडक्शन मोटर के स्पेपलेस स्पीड कंट्रोल के लिए किया जाता है । सबसे ज्यादा इसका उपयोग प्रक्रिया प्लांट में खुरदुरापन और संबी लाइफ में रखरखाव मुक्त होता है ।

2 AC ड्राइव बदला इनाउटपुट वोल्टेज और फिक्वेंसी को सोफीस्टीकेटेड (जटिल) माइक्रोप्रोसेसर कंट्रोल इलेक्ट्रानिक उपकरण के द्वारा AC मोटर की गति को नियंत्रित किया जाता है ।

3 AC ड्राइव में रेक्टिफायर और इन्वर्टर यूनिट होती है । रेक्टिफायर AC को DC वोल्टेज में बदलता है और इन्वर्टर DC वोल्टेज को वापिस AC वोल्टेज में बदलता है ।

AC ड्राइव के उपयोग के द्वारा AC मोटर के गति को बदलना (Changing of speed of AC motors by using AC drive)

AC मोटर के कार्य सिद्धांत से मोटर की सिन्क्रोनस स्पीड N_s rpm में जो आवृत्ति पर निर्भर करती है । इसलिए पावर सप्लाई की फ्रिकवेंसी को AC ड्राइव के द्वारा बदला जाता है । यह सिन्क्रेनस स्पीड का कंट्रोल कर सकता है ।

स्पीड (rpm) = आवृत्ति (Hertz) x 120 / ध्रुवों की संख्या

जहाँ

आवृत्ति = पावर सप्लाय की विद्युत आवृत्ति हटने में

पोलों की संख्या = मोटर स्टेटर में इलेक्ट्रिकल पोल की संख्या इसलिए AC मोटर की गति आसानी से मोटर पर प्रयुक्त होनेवाली आवृत्ति को घटन परिवर्तित कर समायोजित किया जा सकता है । दूसरा रास्ता भी है जिसके द्वारा विभिन्न गति पर AC मोटर काम कर सकती है अर्थात् पोलों की संख्यत को परिवर्तित करने के लिए, VFD मोटर इनपुट के आवृत्ति और वोल्टेज का कंट्रोल प्रदान करता है । चूंकि आवृत्ति वाले की तुलना में आसानी से बदला जाता है । AC ड्राइव जल्दी जल्दी उपयोग में आते है ।

स्थिरांक V/F अनुपात ऑपरेशन (Constant V/F ratio operation)

यदि समान वोल्टेज घटी हुई आवृत्ति पर प्रयुक्त की जाती है तो, मेग्नेटिक फ्लक्स बढ़ जाता है और मेग्नेटिक कोर को सेच्युरेट कर देता है । जिससे मोटर का प्रदर्शन खराब हो जाता है । मेग्नेटिक सेच्युरेशन को दूर करने के लिए ϕ_m को स्थिर रखना पड़ता है ।

सभी AC ड्राइव वोल्टेज से आकृति (फ्रिक्वेंसी) (V/f) अनुपात को स्थिर बनाए रखता है । यह सभी स्पीड पर लागु होता है और यह कारण है फेज वोल्टेज V, आवृत्ति f और मेग्नेटिक फ्लक्स ϕ में संबंध समीकरण

$V=4.444\ f\ N\ \phi_m$

या

$V/f = 4.444x\ N\ \phi_m$

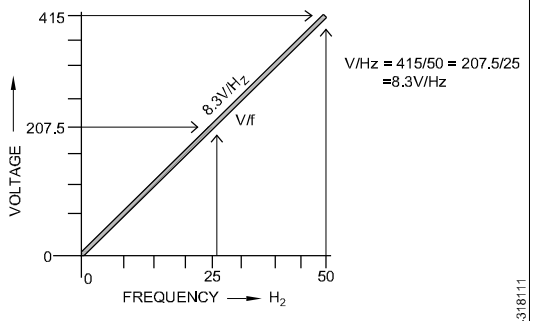
जहाँ N = Turn/phase की संख्या

ϕ_m = मेग्नेटिक फ्लक्स

AC मोटर टॉर्क स्टेटर फ्लक्स और रोटर करंट का गुणनफल होता है । सभी गति पर रेटेड टॉर्क को बनाए रखने के लिए, कांन्सटेन्ट फ्लक्स उसकी रेटेड वेल्यु पर बने रहना चाहिए । जो कि सामान्यतः वोल्टेज से आवृत्ति (V/f) अनुपात का कान्सटेन्ट रखकर किया जा सकता है ।AC ड्राइव का सटेन्ट लगभग प्लस्थ जीरो (0) से मोटर की नेमप्लेट कि आवृत्ति (सामान्यतः 50Hz) के साथ मोटर को ऑपरेट करने के लिए सक्षम होता है । यह कान्सटेन्ट टॉर्क रेंज होती है । जब तक सतत वोल्ट्स/हट्र्ज अनुपात बने रहेगा मोटर टॉर्क अभिलक्षण भी सतत रहेगा । AC ड्राइव आवृत्ति को परिवर्तित करता है तो मोटर की गति भी बदलती है और वोल्टेज समानुपातिक सतत् फ्लक्स को बनाएं रखता है । Fig 1 में ग्राफ दिखाया है जिसमें वोल्ट/हट्र्ज अनुपति की 415 v, 50 Hz मोटर है ।

415 v मोटर को 50% गति पर सही अनुपात के साथ संचालित करते है, प्रयुक्त वोल्टेज और आवृत्ति 207.5V volts, 25 Hz होना चाहिए । वोल्टेज और आवृत्ति अनुपात 50Hz तक की किसी भी गति को बनाए रख सकता है । यह सतत् टार्क रेंज की ऊपर लिनिट की व्याख्या करता है।

Fig 1

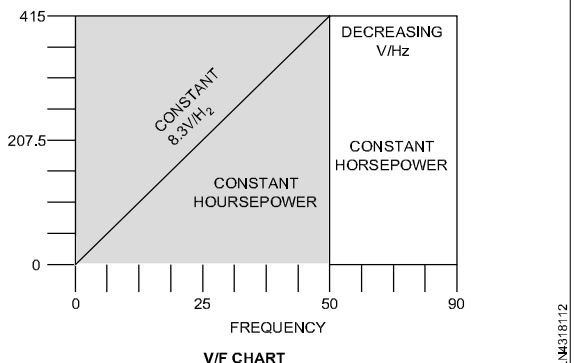


V/F RATIO CHART

ELN4318111

कुछ अनुप्रयोग को मोटर की आवश्यकता होती है तो ऊपर दी गई बेस स्पीड पर संचालित होते है । इस तरह के अनुप्रयोग की प्रकृति की कम टॉरर्क उच्च गति पर, की आवश्यकता होती है । वोल्टेज, कभी भी सप्लाय वोल्टेज से उच्च नहीं हो सकता है । यह Fig 2. में सचिव दिखाया है । वोल्टेज 50Hz से ऊपर किसी भी गति पर 415 v ही रहता है । मोटर उसकी रेटेड आवृत्ति से ज्यादा पर ऑपरेट होता है तो यह जिस क्षेत्र में ऑपरेटिंग होता है । वह सतत् हॉर्स पावर कहलाता है । सतत् वोल्ट/हट्र्ज और टॉर्क 50Hz तक बने रहता है । 50Hz के ऊपर V/Hz अनुपात घट जाता है । V/Hz अनुपात 25 Hz पर 8.3, 50Hz पर 8.3, 70Hz पर 5.93 और 90Hz पर 4.61 होता है । फ्लक्स (Φ) और टार्क (T) घट जाता है । मोटर का ऑपरेशन रोक नेमप्लेट स्पी (बेस स्पीड) के ऊपर संभव है, किंतु इस स्थिति की सीमा यह है कि इसे मोटर की नेमप्लेट रेटिंग से ज्यादा की आवश्यकता नहीं होती है । यह कभी-कभी "फिल्ड विकनींग" और कहलाता है AC और मोटर, रेटेड V/Hz से कम बर और रेटेड नेमप्लेट स्पीड से ज्यादा पर ऑपरेट होती है ।

Fig 2



V/F CHART

ELN4318112

AC ड्राइव का ब्लॉक डायग्राम (Block diagram of AC drive)

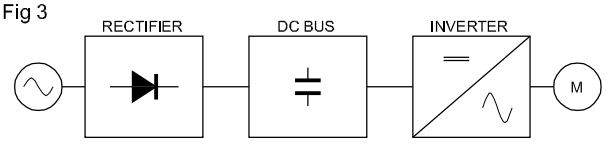
इंसुलेटेड - गेट - बायागेलर - ट्राजिस्टर (IGBT) में, जैसे इन्वर्टर स्विचिंग उपकरण होता है, पिछले को दशकों से वर्चस्व में आया है ।

IGBTs (इन्सुलेटेड गेट बायपोलर ट्रांजिस्टर) उच् स्पीड स्विचिंग गति देता है जो PWM (पल्स विड्थ मोड्युलेशन) इन्वर्टर ऑपरेशन के लिए जरूरी होता है । IGBTs कई हजार गुना सेकंड के लिए स्विचिंग ऑन और ऑफ के योग्य होता है । IGBT 400 नैनोसेकंड 5 से भी कम में टर्न ऑन और लगभग 500 नैनोसेकंड में ऑफ हो जाता है । IGBT में गेट, कनेक्टर और एमीटर होता है । जब IGBT के गेट पर धनात्मक वोल्टेट (+15 VDC) प्रयुक्त किया जाथ्ता है तो IGBT टर्न ऑन से जाता है । इस ही तरह से स्वीच का बंद होना होता है । करंट कलेक्टर और एमीटर के बीच बहती है ।

जब गेट से धनात्मक वोल्टेज को हटा दिया जाता है तो IGBT टर्न ऑफ हो जाता है । ऑफ स्टेट के दौरान IGBT गेट वोल्टेज सामान्य रूप से कम ऋणात्मक वोल्टेज (-15 VDC) कि उपकरण को टर्निंग ऑफ से बचाने के लिए दिया जाता है । लो IGBT का गेट स्विचिंग ऑन ऑफ ऑपरेशन को कंट्रोल कर सकता है ।

Fig 3 AC ड्राइव का ब्लॉक डायग्राम दर्शाता और Fig 4 आंतरिक कनेक्शन डायग्राम को दर्शाता है । AC ड्राइव मूल चयन है, रेक्टि फायर, DC बस और इन्वर्टर AC ड्राइव में रेक्टिफायर का उपयोग इनकर्मिंग AC पावर को DC पावर में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है रेक्टिफायर में पावर को रेक्टिफाय करने के लिए डायोड, सिलिकॉन कन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर (SCR) या ट्रांजिस्टर का उपयोग किया जाता है । यह AC ड्राइव में ट्रांजिस्टर में किया जाता है तो इसे "एक्टिव फ्रंट ऐंड" कहते है ।

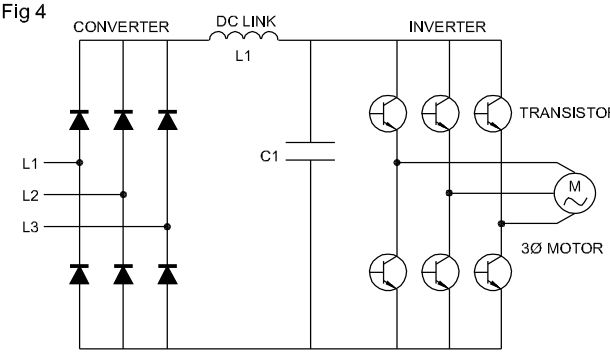
Fig 3



BLOCK DIAGRAM OF AC DRIVE

ELN4318113

Fig 4



INTERNAL CONNECTION OF AC DRIVE

ELN4318114

बाद में रेक्टिफायर के द्वारा पावर प्रवाहित होती है, यह DC में संग्रहित होती है । DC बस में केपेसिटर लगे होते है जो पावर को रेक्टिफायर से अपनाते है संग्रहित करते है, और बाद में इन्वर्टर सेक्शन के द्वारा पावर को पहुँचाते हैं । DC बस में इंडक्टर, DC लिंक, चोक या इंडक्टर के समान सामग्री हो सकते है इनके द्वारा इनकमिंग पावर सप्लास को DC बस में दिया जाता है ।

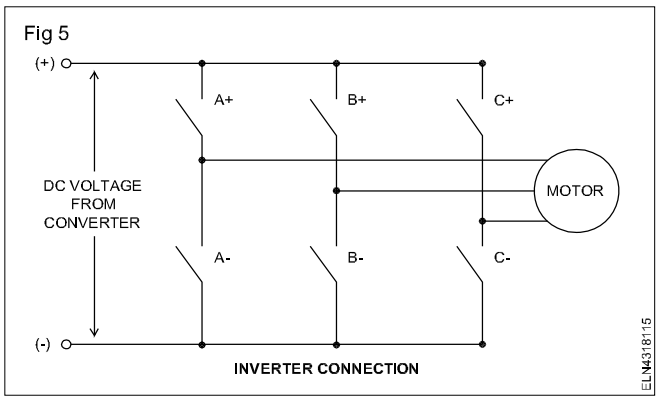
इन्वर्टर (Inverter) : इन्वर्टर वह उपकरण होता है जो DC को AC में परिवर्तित करता है । इन्वर्टर में ट्रांजिस्टर होते है जो पावर को मोटर में पहुँचाते है । "इंसुलेटेड गेट वाइपोलर ट्रांजिस्टर" (IGBT) आधुनिक AC

ड्राइव के लिए समाना विकल्प है । IGBT कई हजार गुणा/सेकंड में स्विच ऑन और ऑफ हो सकते है । और मोटर से पहुँचना वाली पावर को कंट्रोल भी करता है । "पल्स विड्थ मॉड्युलेश्न" (PWM) विधी में IGBI का उपयोग किया जाता है । जो मोटर की वांछनीय आवृत्ति पर साइनवेव करंट देता है ।

निम्नलिखित उदा. में कैसे तीन फेज आउटपुट का एक फेज़ में विकसित और नियंत्रण होता है । वोल्टेज जो विशिष्ट क्रम में खुलने और स्विचिंग के बंद होने से प्रत्यावर्त होता है धनात्मक और ऋणावर्त होता है धनात्मक औरर ऋणात्मक के बीच और विकसित होता है । उदाहरण के लिए स्टेप एक और दो के दौरान A+ और B- बंद है । A और B के बीच में आउटपुट वोल्टेज धनात्मक है । स्टेप 3 में A+ और B+ बंद है । A और B के बीच विभान्तर 'O' (zero) है । आउटपुट वोल्टेज 'O' होगा । स्टेप 4 और 5 के दौरान A- और B+ होगा । स्टेप 6 के दौरान A- और B- बंद होगे और A और B के बीच फिर से विभवान्तर 'O' होगा ।

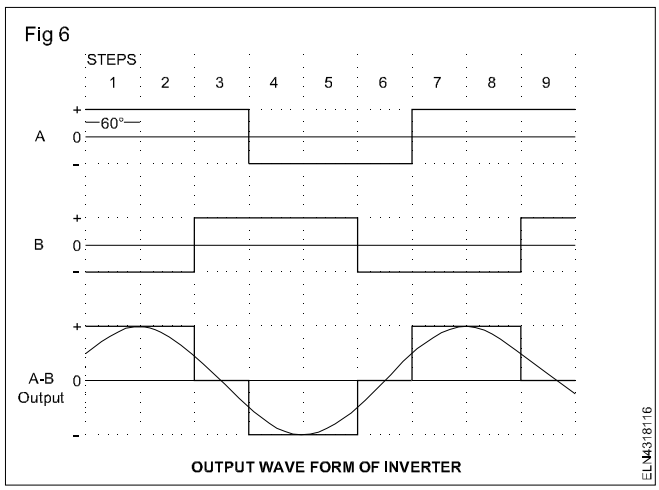
यह समान प्रक्रिया 1 से 6 को दोबारा स्टेप 7 और उससे भी ज्यादा करेंगे । यह निरंतर होगा । Fig 5 इन्वर्टर का आंतरिक कनेक्शन दिखाता है जो DC को AC में परिवर्तित करता है । Fig 6 इन्वर्टर की आउटपुट वेवफॉम को दिखाता है । केवल एक एकल वेवफार्म को A और B के बीच स्विचिंग क्रिया को दर्शाता है । दो दूसरी वेवफॉर्म B और C और A और C एक साथ बनती है जो 3 फेस AC सप्लाय की वेवफॉर्म होती है । आउटपुट वोल्टेज का मेग्निटयूड और आकृति IGBTs के स्विचिंग क्रिया के स्पीड पर निर्भर करती है ।

Fig 5



INVERTER CONNECTION

Fig 6



OUTPUT WAVE FORM OF INVERTER

AC ड्राइव के लाभ और हानियाँ (Advantages and disadvantages of AC drive)

लाभ (Advantages)

- बहुत सारे अनुप्रयोगों में 3 फेस AC इंडक्शन मोटर्स परंपरागत कम लागत में उपयोग होता है ।
- वास्तव में AC मोटर्स को रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है और अनुप्रयोग के लिए पसंद किया जाता है । जहाँ पर मोटर ऐसे क्षेत्र में लगी होती है जहाँ सर्विसिंग पर पहुँचा और बदलाव आसान नहीं होता है ।
- AC मोटर्स छोटी, हल्की, आसानी से मिलने वाली और DC मोटर्स की तुलना में कम महंगी होती है ।
- AC मोटर्स, उच्च स्पीड ऑपरेशन के लिए बहुत अच्छी होती है चूँकि इसमें कोई ब्रंश नहीं होता और कम्युटेशन भी परेशानी नहीं होती है।
- जब कभी ऑपरेटिंग वातावरण वाला हो, कोरोसिव या एक्सप्लोजिव हो तो विशेष मोटर के तरफ से बंद करने की आवश्यकता होती है । विशेष AC मोटर इनक्लोसर प्रकार आसानी से कम किमत पर मिल जाती है ।
- सिस्टम में बहुत सारी मोटर्स एक ही आकृति/राति पर एक साथ ऑपरेट होती है ।

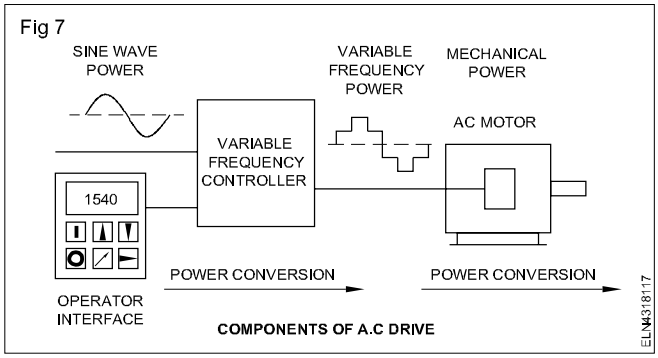
हॉनियाँ (Disadvantages)

- विशेष मोटर की वाइडिंग पर्याप्त रूप से डंडी नहीं हो पाती यह कम गति या इलेक्ट्रिकल वेवफॉर्म के सही नहीं होने पर होती है ।
- भारी वाइंडिंग के साथ AC ड्राइव को मोटर को संस्तापित करने की जरूरत होती है ।
- AC ड्राइव की जटिल इलेक्ट्रानिक सर्किट होता है तो दोष रेक्टिफिकेशन की लागत ज्यादा होती है ।
- AC ड्राइव समान वेवफॉम उत्पन्न करता है परफेक्ट साइज वेव नहीं बनाता/पावर समानता में यह नीचे दिखाता है ।

AC ड्राइव के अवयव (Components of AC drive)

परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव वह उपकरण है जो ड्राइव सिस्टम में उपयोग होता है और यह ३ मुख्य सबस्टेन में होता है । AC मोटर, मुख्य ड्राइव कंट्रोलर, असेम्बली और ड्राइव/ऑपरेटर इन्टरफेस जो Fig 7 में दर्शाया है ।

Fig 7



COMPONENTS OF A.C DRIVE

AC मोटर (AC motor)

AC इलेक्ट्रिक मोटर VFD में उपयोग की जाती है यह सामान्यतः 3 फेज इंडक्शन मोटर होती है । कुछ प्रकार की सिंगल फेज मोटर भी उपयोग की जा सकती है, किंतु 3 फेज मोटर को ही अपनाया जाता है । कुछ परिस्थितियों में विभिन्न प्रकार की सिन्क्रोनस मोटर्स लाभ देती है किंतु 3-फेस इंडक्शन मोटर्स कई उद्देश्यों के लिए सही होती है और सामान्यतः इकोनॉमीकल मोटर का चयन किया जाता है । मोटर जो फीक्स स्पीड ऑपरेशन के लिए डिजाइन की जाती है का उपयोग करते है । इन्डक्शन मोटर पर लगाया गया वोल्टेज स्ट्रेस जो सप्लाय VFD से मिलता है इसलिए कुछ मोटर (डिजाइनाइर) निश्चित प्रयोजन इन्वर्टर फेड ड्यूटी के लिए डिजाइन किया जाता है ।

कंट्रोलर (Controller)

VFD कंट्रोलर सोलिड स्टेट पावर इलेक्ट्रानिक परिवर्तन होता है, सिस्टम में 3 अलग सब-सिस्टम होते है, रेक्टिफायर ब्रिज कन्वर्टर, डायरेक्ट करंट लिंक और इन्वर्टर वोल्टेज स्वोत इन्वर्टर (VSI) ड्राइव बहुत सामान्य प्रकार का ड्राइव है । बहुत से ड्राइव AC से AC ड्राइव होते है जो AC लाइन इनपुट की AC इन्वर्टर आउटपुट में परिवर्तित करता है । जैसे कुछ अनुप्रयोगों में, जैसे सामान्य DC बस या सोलर अनुप्रयोग, ड्राइव्स में DC-AC ड्राइव्स होते है । VSI ड्राइव के लिए बहुत सामान्य रेक्टिफायर कन्वर्टर है जो 3 फेस, 6 पल्स, फुलवेव डायोड ब्रिज होता है ।

VSI ड्राइव में, DC लिंक में केपेसिटर होते है जो DC आउटपुट रिवल को कन्वर्टर बाहर कर देता है । और कडोर इनपुट इन्वर्टर को प्रदान करता है । यह साफ DC वोल्टेज आधी-साइजों सोइबल AC वोल्टेज आउटपुट में परिवर्तित होता है और इन्वर्टर सक्रिय स्विचिंग तत्व में उपयोग होता है । VSI ड्राइव उच्च पॉवर फेक्टर देता है और कम हार्मोनिक विकृति देता है । यह फेस-कंट्रोल करंट - स्रोत इन्वर्टर (CSI) और लोड-कम्युटेटेड इन्वर्टर (LCI) ड्राइव की तुलना में देता है ।

हालांकि, स्पेस वेक्टर पल्स बीडथ मोड्युलेशन (SVPWM) बहुत ज्यादा प्रसिद्ध हो रहा है । साइनो सोइडल PWM (SPWM) बहुत सीधी फॉरवर्ड विधि है जो ड्राइव मोटर वोल्टेज (या करंट) और आवृत्ति को बदलता है । (SPWM) कंट्रोल कठोर - साइनो सॉइल्स के साथ परिवर्तित - पल्स - विड्थ आउटपुट का निर्माण मोड्यूलेटिंग साइनो साइडल सिसल के साथ सा-टूथ केरियर सिग्नल के आंतरिक विभाजन से होता है । जो ऑपरेटिंग आवृत्ति में परिवर्तित होती है साथ ही साथ वोल्टेज (या करंट) में ।

एम्बेडेड माइक्रोप्रोसेसर VFD कंट्रोलर के पूरे ऑपरेशन को चलाता है । माइक्रो प्रोसेसर की बेसिक प्रोग्रामिंग यूजर - इनएक्सेसिबल फर्मवेयर की जैसा प्रदान किया है । यूजर प्रोग्रामिंग डिस्ले, परिवर्तित और फक्शन ब्लाक पेरामीटर नियंत्रण, सुरक्षा और VFD, का निरीक्षण, मोटर और ड्रिवन उपकरण के लिए दिए गए है ।

ऑपरेटर इन्टरफेस (Operator interface)

मोटर को स्टार्ट और बंद (स्टॉप) के लिए आपरेटर होता है । जिसके लिए ऑपरेटर इंटरफेस दिया गया है और यह ऑपरेटिंग गति को समायोजित करता है । अतिरिक्त ऑपरेटर कार्य को नियंत्रित रखता है जिसमें रिवर्सिंग और हस्तचालित गति समायोजन और स्वचालित नियंत्रण के बीच स्विचिंग होता है जो बाह्य प्रक्रिया नियंत्रण सिग्नल से मिलता है । ऑपरेटर इंटरफेस में अक्षराकीय डिसप्ले होता है और इंडीकेशन लाइट और मीटर जो ड्राइव के ऑपरेशन के बारे में पूरी जानकारी प्रदान करें ।

VFD कंट्रोलर के सामने ही ऑपरेटर इंटरफेस की पेड और डीसप्ले यूनिट दी जाती है जो Fig 7 में प्रदर्शित है । कीपेड डिसप्ले यूनिट अक्सर केबल से जुड़ा होता है और VFD कंट्रोवप ले कम दूरी पर लगाया जाता है । यह इनपुट और आउटपुट (I/O) टर्मिनल के साथ भी दिये जाते हैं जो पुश बटन, स्वीच और अन्य ऑपरेटर इन्टफेस उपकरण या कंट्रोल सिग्नल से जुड़े होते है । VFD में सिरियल कम्युनिकेशन, पोर्ट को भी अनुमति दी गई है जो VFD की व्यवस्था, समायोजन, निरीक्षण और नियंत्रण करता है यह कम्प्यूटर का उपयोग करके करता है ।

AC ड्राइव का ऑपरेशन (Operation of AC drive)

जब VFD प्रयुक्त आवृत्ति पर शुरू की जाती है और वोल्टेज नियंत्रण दर या रेम्प पर बढ़ता है तो लोड़ त्वरित होता है । यह स्टार्टिंग विधि विशेषतः मोटर के रेटेड टॉर्क का 150% विकसित करने के लिए अनुभति देता है जब कि VFD लो स्पीड रेज पर मेन्स से रेटेड करंट का 50% कम ही लेता है । VFD को समायोजित किया जा सकता है जिससे स्टडी 150% स्टर्टिंग टॉर्क उत्पन्न हो सके और यह फुलस्पीड तक खड़ा रह सके। जब कभी, मोटर कूलिंग बिगड़ता है स्पीड घट जाती है इस प्रकार कम-गति ऑपरेशन बढ़ाना साथ में महत्वपूर्ण टॉर्क संभव नहीं है यदि अलग से मोटराइण्ड पंखा वेन्टीलेशन न हो ।

VFD, के साथ, बंद होने का क्रम, चालू होने के क्रम से बिलकुल विपरीत होता है । कंट्रोल रेट पर आवृत्ति और वोल्टेज जो मोटर में प्रयुक्त होते है बढ़कर गिर जाते है । जब आवृत्ति की पहुँच होती है तो मोटर बंद हो जाती है । ब्रेक्रिंग सर्किट में अतिरिक्त ब्रेकिंग टॉर्क प्राप्त किया जा सकता है । ब्रेकिंग एनर्जी को डिसिपेट करने के लिए ये किया जाता है । (प्रतिरोध कंट्रोल, ट्रांजिस्टर के द्वारा) ।

AC ड्राइव के भाग (Part of AC drive) (Fig 8a & 8b)

AC ड्राइव विभिन्न रेटिंग के बहुत से ब्रांड बाजार में आसानी से मिल जाते है यह सामान्यतः धालिक इनक्लोसर में जोड़े जाते है । फ्रंट पेनल में पावर इनपुट और आउटपुट टर्मिनल कंट्रोल टर्मिनल, कीपेड (ऑपरेटर इन्टरफेस) ड्राइव को कंट्रोल के लिए इत्यादि होते है । ड्राइव की प्रोग्रामिंग करने के PC को जोड़ने का प्रस्ताव होता है ।

मुख्य भाग नीचे दिये गये है और Fig 8a और 8b में दर्शाया गया है ।

1 माउटिंग स्क्रु छेद

2 नेमप्लेट लेबल

3 नीचे का कवर

4 डीजिटल की पेड

5 ऊपर का कवर

6 वेन्टीलेशन या रोशनदान छेद

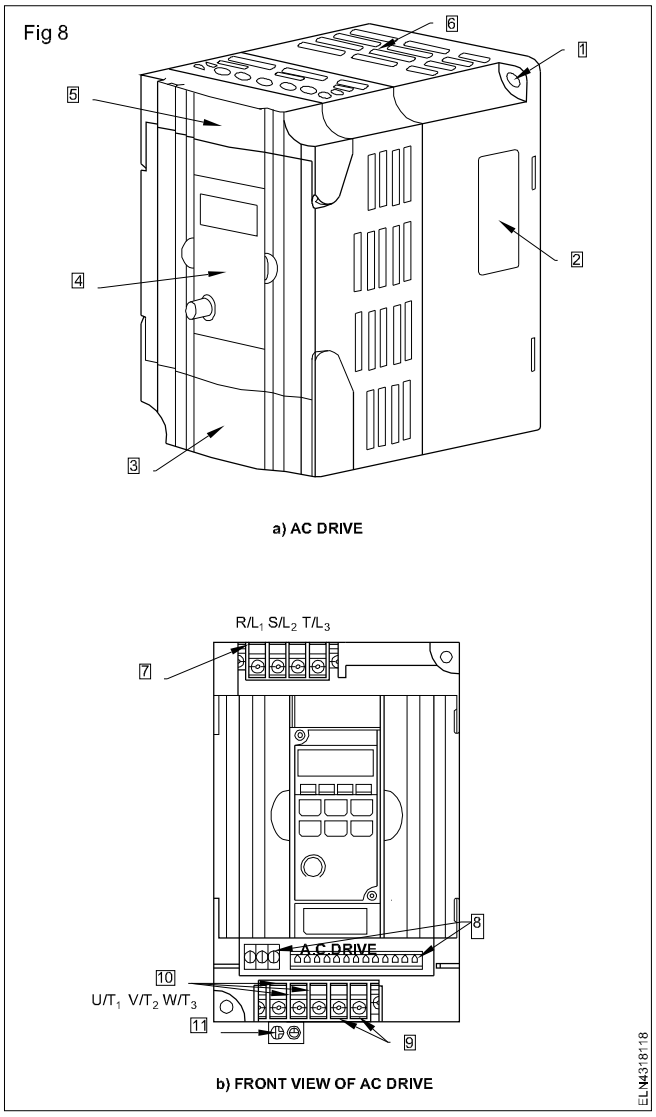
7 इनपुट टर्मिनल

8 कंट्रोल यूनिट/आउटपुट टर्मिनल

9 बाह्य ब्रेक प्रतिरोध टर्मिनल

10 आउटपुट टर्मिनल

11 ग्राइण्डिंग



पावर और कंट्रोल टर्मिनल (Power and control terminals)

AC ड्राइव में फ्रंट पेनल पर, इनपुट पावर टर्मिनल होते है viz R/L_1, S/L_2 और T/L_3 जहाँ 3 ∅ AC 415V, 50Hz सप्लाय जुड़ी होती है । 3∅ इंडक्शन मोटर आउटपुट पावर टर्मिनल से जुड़े होते है जैसे U/T1, V/T2 और W/T3.

कंट्रोल टर्मिनल viz M0, M1, M2, M3, GND, +10V, AV1 इत्यादि । यह स्टार्टिंग स्टापिंग / रिवर्सिंग और स्पीड कंट्रोल क्रिया के लिए होते है नाम और स्थिति Fig 9 में दी है ।

DC ड्राइव के पेरामीटर की सेटिंग या व्यवस्था (Parameter settings of DC drive)

पिछले पाठ में चर्चा हो चुकी हैं DC मोटर की स्पीड आर्मेचर वोल्टेज (E_b) के समानुपाती और फील्ड करंट के अनुक्रमानुपाती होता है और आर्मेचर करेंट (Ia) को भी समानुपाती होता है ।

आर्मेचर कंट्रोल DC ड्राइव में ड्राइव यूनिट रेटेड करंट और रेटेड स्पीड तक किसी भी स्पीड पर टॉर्क प्रदान करता है ।

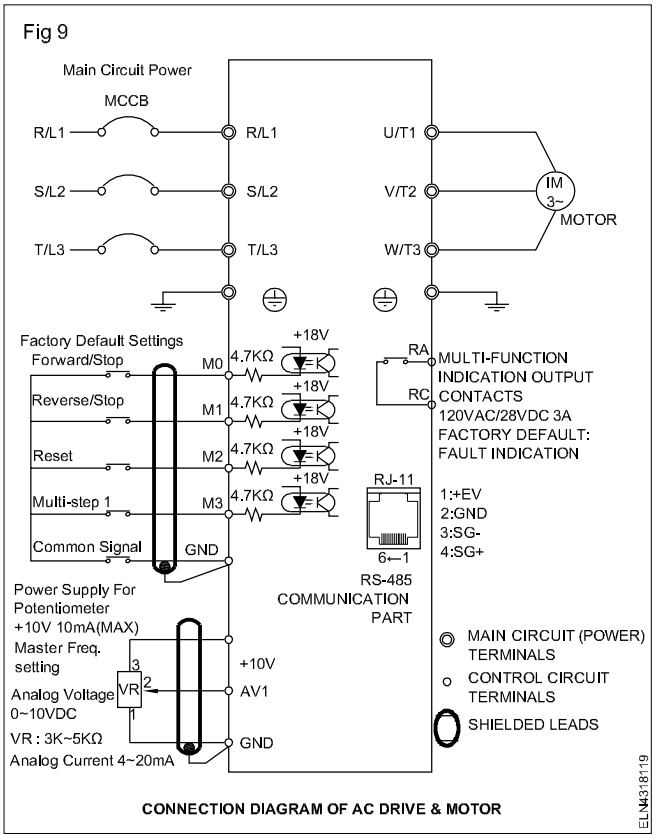
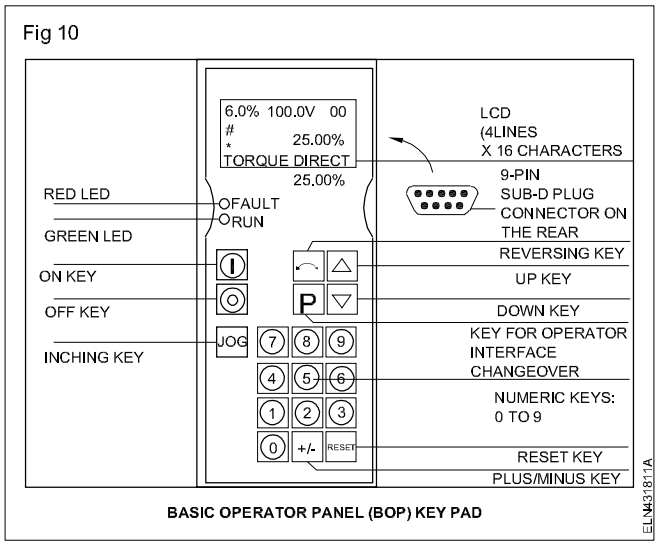


Fig 10 **बेसिर ऑपरेटर पेनल (BOP)** कीपेड को दिखाता है जो फ्रंट पेनल पर दिया जाता है मतलब ड्राइव को नियंत्रित करने के लिए।



LCD का उपयोग का पेरामीटर का निरीक्षण करने के लिए होता है । मोटर को चालू करने के लिए 'ON' की को दबाना पड़ता और मोटर बंद करने के लिए 'OFF' की को दबाना पड़ता है । यहाँ एक जोग की दी जाती है जो इंचिंग ऑपरेशन के लिए होती है ।

ऑपरेटर इंटरफेस के लिए एक की 'P' दी गई है । पेरामीटर सेटिंग को बदलने के लिए इस की का उपयोग करना है । इसक की के साथ (Δ) की और (∇) की होती है । पेरामीटर्स जैसे वोल्टेज, करंट, टॉर्क इत्यादि 'P' Key/button को दबाने से एक के बाद एक दिखाई देंगे ।

(Δ) या (∇) की वेल्यु को घटाने या बढ़ाने के लिए उपयोग किया जाता है। 'न्यूमेरिक की' का उपयोग वेल्यु की सीधे प्रवेश करने में किया जाता है ।

LED इंडिकेटर ड्राइव की स्थिति को दिखाने के लिए दिया जाता है । हरी LED सिस्टम के चलने को दर्शाता है जबकि लाल LED सिस्टम के बंद होने या दोष उत्पन्न होने को दर्शाता है ।

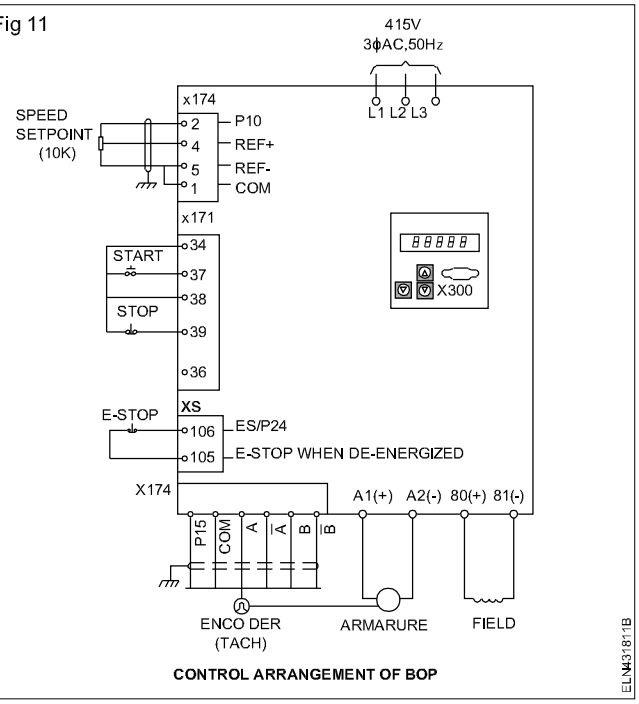
स्वयं के कम्प्यूटर (PC) द्वारा भी DC ड्राइव की प्रोग्रामिंग संभव है । इस प्रयोजन के लिए रेअर पेनल पर इंटरफेसिंग केबल दी गई है जिसके द्वारा कनेक्टर PC को जोड़ता है ।

यहाँ नाम और टर्म्स में विभिन्नता आ सकती है । डिसप्ले सेटिंग इत्यादि के लिए विभिन्न ब्रांड हैं ।

DC ड्राइव के द्वारा मोटर का ऑपरेशन (Operation of motor through DC drive)

Fig 11 में कंट्रोल व्यवस्था के ऑपरेशन को दर्शाया है जिसे बेसिक ऑपरेटर पेनल कहते हैं । (BOP)

Fig 11



CONTROL ARRANGEMENT OF BOP

इनपुट सप्लाय कनेक्शन आर्मेचर और फील्ड कनेक्शन Fig 11 में सचित्र दर्शाया गया है । इनपुट 3 फेस. AC, 415V, 50Hz सप्लाय L_1, L_2, L_3 से जोड़ सकते हैं । आर्मेचर A_1 और A_2 के पार्श्व में जोड़ा जाता है । जबकि फील्ड B_0 और B_1 के पार्श्व में जोड़ा जाता है । (टर्मिनल के नाम उसके टाइप और मेक पर निर्भर करता है इसलिए बदल सकता है) और उपकरण ग्राउण्ड चालक (ग्राउण्ड वायर) को कन्ट्रोलर माउण्टींग पेनल से जोड़ना चाहिए । उपकरण ग्राउण्डिंग चालक से दूसरे मुख्य अवयव Viz, मोटर, ड्राइव इनक्लोसर आइसोलेशन ट्रांसफार्मर मामले (यदि हो) को प्रथक किया जाता है । कंट्रोल कनेक्शन पाइंट को सिस्टम में निरंतर जोड़कर रखना चाहिए ।

AC इनपुट सप्लाय दी जा रही है । कंट्रोलर की नेम प्लेट से उसके वोल्टेज और आवृत्ति में मिला होना चाहिए । अव्यवस्थित वोल्टेज उपकरण को प्रकशान पहुँचा सकता है और अपर्याप्त करंट ड्राइव के अनियमित ऑपरेशन का कारण होगा ।

शील्ड केबल टेकोमीटर के लिए सिफारिश की जाती है और सभी लो लेवल सिग्नल सर्किट इलेक्ट्रिकल व्यवधानों को हटाने की कोशिश करता है।

कुछ DC ड्राइव में मोटर की गती को परिवर्तित करने के लिए गति समायोजित पोटोशियोमीटर दिया जाता है यह आर्मेचर इनपुट वोल्टेज के द्वारा नियंत्रित करता है बाद में नियंत्रक के बाद प्रारंभ होता है । कभी कभी टॉर्क समायोजित पोटेंशियल मीटर की गति समायोजित पोटोशियोमीटर के स्थान पर उपयोग किया जाता है । यह मोटर टॉर्क को, मोटर आर्मेचर में DC करंट को नियंत्रित करके, नियंत्रित करता है ।

DC मोटर की गति का प्रारंभन और नियंत्रण (Starting and controlling the speed of DC motor)

जब BOP के 'ON' बटन को दबाया जाता है, तो मोटर चलना शुरू कर देती है । बटन के द्वारा वांछनीय गति को प्राप्त किया जा सकता है और Δ & ∇ बटन का भी प्रयोग करके ।

जब "OFF" बटन को दबाया जाता है तो मोटर बंद हो जाती है किंतु AC लाइन वोल्टेज कंट्रोलर से जुड़ी रहती है और पूर्ण फील्ड वोल्टेज उपस्थित है । आर्मेचर वोल्टेज घटकर जीरो हो जाता है । जब दोबरा "ON" बटन को दबाया जाता है तो मोटर अपनी पहले से सेट हुई गति पर त्वरित हो जा जाती है ।

इंचिंग ऑपरेशन (Inching operation)

इंचिंग ऑपरेशन के लिए 'JOG' स्थिति को चयनित करना चाहिए जब तक "ON" बटन को दबाकर रखा जाएगा तब तक कंट्रोलर ऑपरेट होगा ।

घूमने की दिशा को परिवर्तित करना (Changing the direction of rotation)

कुछ नमूनों में, रिवर्सिंग स्विच मोटर की घूमने की दिशा को परिवर्तित करने के लिए दिया जाता है मोटर के आर्मेचर कनेक्शन पर यह स्वीच ध्रुवता को बदलने के लिए जिम्मेदार होता है । सबसे पहले मोटर का चालू करने के लिए START बटन दबाएँ मोटर फॉरवर्ड दिशा में घूमेगी । घूमने की दिशा को बदलने के लिए OFF बटन को दबाए और यह देखे की मोटर पूरी तरह से बंद हो गई है । अब रिवर्सिंग बटन को दबाएँ और बाद में ON बटन को दबाए । मोटर अब रिवर्स दिशा में घूमेगी । रिवर्सिंग स्विच को होने से, एक दिशा से दूसरी दिशा में सीधे स्थानांतरण से बचाता है ।

DC ड्राइव के संस्थापन, कनेक्शन और ऑपरेशन के दौरान सावधानियाँ (Precautinos during installation, connection and operation of DC drive)

- सही टॉर्क रेटिंग के लिए सभी स्क्रु कसे हुए हो ।
- संस्थापना के दौरान, सभी स्थानीय इलेक्ट्रिक और सुरक्षा कोड को अपनाएँ ।
- इसका ध्यान रखे कि सही ढंग से सुरक्षा उपकरण (सर्किट ब्रेकर (MCB) या फ्यूज) पावर सप्लाय और DC ड्राइव के बीच में जुड़े हुए है ।
- यह देखे की ड्राइव सही ढंग से अर्थ की गई है ।

- जब पावर DC ड्राइव पर प्रयुक्त की जा रही हो तो वायरिंग को ना तो जोड़े और ना हटाएँ ।

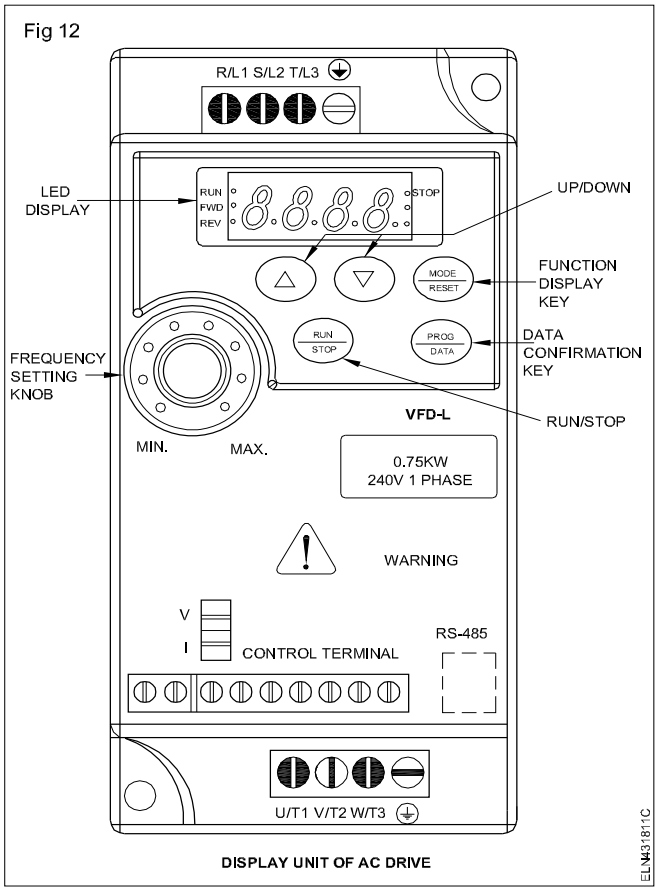
AC ड्राइव के पेरामीटर की सेटिंग (Parameter setting of AC drive)

पहले भी व्याख्या की गई है कि ए सी इंडक्शन मोटर की स्पीड (N) पावर सप्लाय में प्रयुक्त होनेवाली वोल्टेज और आवृत्ति के सीधे समानुपाती होता है । बेस स्पीड सीमा में टॉर्क को, सतत् वोल्टेज/आवृत्ति (V/F) अनुपात को बनाए रखकर सतत् रखा जा सकता है ।

बेस स्पीड सीमा से ज्यादा स्पीड को बढ़ाया जा सकता संभव है किन्तु टॉर्क की लागत पर । (VFD /VVVFD (परिवर्तित वोल्टेज परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव) को AC मोटर्स के दक्ष गति नियंत्रण के लिए उपयोग किया जाता है । स्पीड को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किये जाने वाले ड्राइव के लाभ पहले ही देख चुके हैं ।

AC ड्राइव फ्रंट पेनल पर होता है जिसमें दो भाग जुड़े है । डिसप्ले पैनल और की पेड । डिसप्ले पैनल, पैरामीटर डिसप्ले के साथ प्रदान किया जाता है और AC ड्राइव के ऑपरेशन स्थिति को दिखाता है । कीपेड यूजर और AC ड्राइव के बीच प्रोग्रामिंग इंटरफेस प्रदान करता है । Fig 12 बटन की स्थिति और AC ड्राइव के फ्रंटपैनल पर डिसप्ले यूनिट को दिखाता है ।

Fig 12



DISPLAY UNIT OF AC DRIVE

मोड / रिसेट बटन (Mode / Reset button)

इस बटन को दबाने से फिर से AC ड्राइव के स्टेटस डिसप्ले पर दिखने लगेंगे । जैसे कि मुख्य आवृत्ति और आउटपुट करंट । यदि दोष के कारण ड्राइव बंद हो जाए तो पहले दोष को सुधारे उसके बाद इस बटन को ड्राइव को रिसेट करने के लिए दबाना चाहिए ।

प्रोग/डाटा बटन (Prog/Data button)

इस बटन को दबाने से प्रवेशित डाटा संग्रहित हो जाता है या पुराना संग्रहित डाटा दिखाने लगता है ।

रन/स्टॉप बटन (Run/Stop button)

AC ड्राइव ऑपरेशन के लिए 'start' या 'stop' बटन को दबाते है ।

यह बटन AC ड्राइव को केवल बंद करने के लिए उपयोग होती है, जब यह बाह्य नियंत्रण टर्मिनल से नियंत्रित की जाती है ।

अप Δ / डाउन ∇ बटन (UPΔ / down ∇ button)

'अप' और 'डाउन' बटन को रूककर दबाने से पेरामीटर को सेटिंग बदल जाती है । विभिन्न ऑपरेटिंग मान या पेरामीटर के लिए इस 'की' को स्क्रोल (Scroll) की तरह भी उपयोग कर सकते हैं । 'अप (UP)' 'डाउन (Down)' बटन को दबाने से यह सिंगल यूनिट बटन में पेरामीटर की सेटिंग को बदल देता है । सेटिंग की रेंज में यदि जल्दी रन करवाना होतो, डाउन बटन को दबाकर रखें ।

आवृत्ति सेटिंग नॉब (Frequency setting knob)

इस नॉब का उपयोग करके आवृत्ति में बदलाव किया जा सकता है ।

'RS 485' कम्युनिकेशन पोर्ट ('RS 485' communication port)

स्वयं के कम्प्यूटर द्वारा भी AC ड्राइव की प्रोग्रामिंग की जा सकता है । इसके लिए ड्राइव का PC के साथ 'RS 485' पोर्ट के द्वारा इंटरफेस होना चाहिए ।

डिसप्ले यूनिट में LED डिसप्ले होता है जो 'RUN', 'FWD' और 'REV' जैसे ड्राइव के स्टेटस को दर्शाता है ।

AC मोटर का ऑपरेशन मोटर ड्राइव के द्वारा (Operation of AC motor through drive)

ड्राइव के द्वारा AC मोटर का ऑपरेशन मोटर और ड्राइव के कनेक्शन Fig 13 में सचित्र दिखाया गया है । 3∅ , 415V, 50Hz AC सप्लाय ड्राइव इनपुट टर्मिनल R/L_1, S/L_2 और T/L_3 से कनेक्ट होता है । इसी तरह से ड्राइव के आउटपुट टर्मिनल जैसे U/T_1, V/T_2 और W/T_3 3 फेस इंडक्शन मोटर से कनेक्ट रहता है । (टर्मिनल के नाम उनके प्रकार और make पर निर्भर होने के कारण बदल सकता है) ।

इनपुट सिरा और आउटपुट सिरा दोनों को अलग से अर्थ करते हैं ।

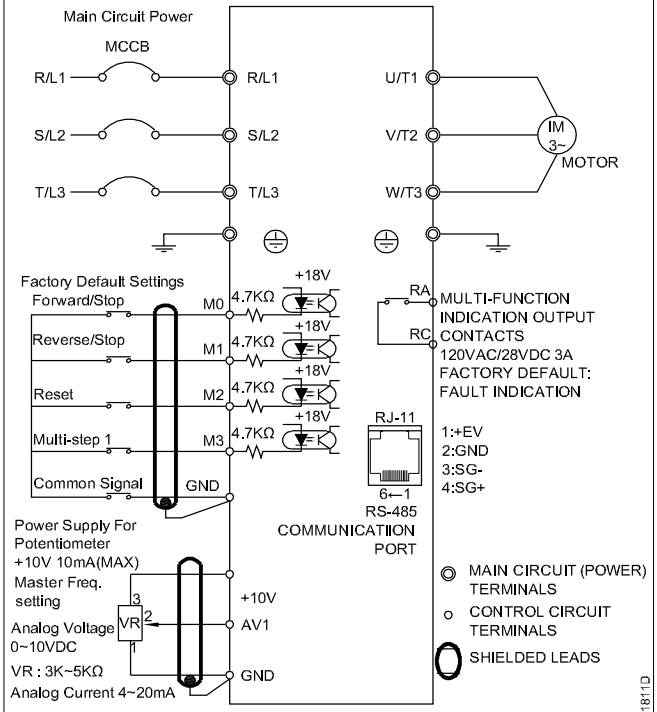
स्पीड का परिवर्तत (Changing of speed)

नेमप्लेट में दिये अनुसार AC इनपुट सप्लाय के वोल्टेज और आवृत्ति में मिलान होना चाहिए । अव्यवस्थित वोल्टेज ड्राइव को नुकसान पहुँचा सकता है ।

प्रोग्रामिंग 'MOD/RESET' बटन साथ में Δ और ∇ बटन के द्वारा की जा सकती है और ड्राइव की स्पीड बदली जा सकती है । ड्राइव 'RUN'/ STOP' बटन से स्टार्ट होता है ।

आवश्यक स्पीड के लिए मोटर विभिन्न स्पीड पर प्रोग्रामिंग के द्वारा रन कर सकती है ।

Fig 13



CONNECTION DIAGRAM OF AC DRIVE AND MOTOR

घूमने की दिशा का परिवर्तन (Changing the direction of rotation)

घूमने की दिशा को परिवर्तित किया जा सकता है इसको करने के लिए 'RUN/STOP' बटन को दबाएं । जब मोटर पूरी तरह से बंद हो जाए तो 'rev' पेरामीटर को चयन करें और 'RUN/STOP' बटन को पुनः दबाए । अब मोटर उल्टी दिशा में घुमने लगेगी ।

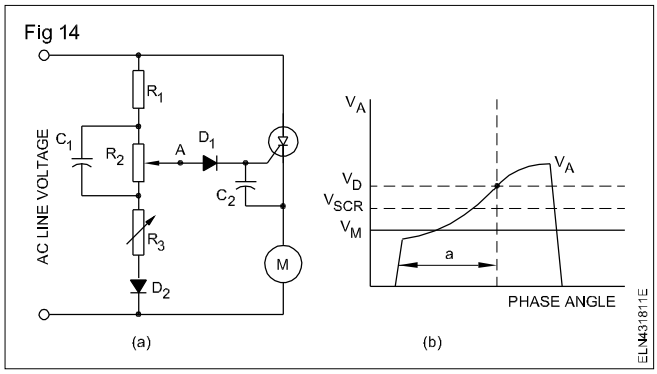
AC ड्राइव के संस्थापन, कनेक्शन और ऑपरेशन के दौरान सावधानियाँ (Precautions to be absorved during installation, connection and operation of AC drive)

- AC पावर को U/T1, V/T2, W/T3 से नहीं जोड़ना चाहिए । यह AC ड्राइव को नुकसान पहुँचाता है ।
- सही या उचित टॉर्क रेटिंग के लिए सुनिश्चित कर लेना चाहिए कि सभी स्क्रू कसे हुए हो ।
- संस्थापन के दौरान, स्थानीय इलेक्ट्रीकल और सुरक्षा कोड़ को अपनाना चाहिए ।
- यह सुनिश्चित कर लेना चाहिए कि उपयुक्त सुरक्षा उपकरण (सर्किट ब्रेकर या फ्यूज) पावर सप्लाय और AC ड्राइव के बीच जुड़े हो ।
- यह सुनिश्चित कर ले की लीड सही जुड़े है और AC ड्राइव उपयुक्त ग्राउण्ड है । (ग्राउण्ड प्रतिरोध 0.1Ω से ज्यादा नहीं होना चाहिए)
- ग्राउण्ड लीड स्टैण्डर्ड हो और संभव हो की छोटी हो ।
- बहुत सारे VFD-L यूनिट एक स्थान पर संस्थापित हों । और सभी यूनिट कॉमन ग्राउण्ड टर्मिनल से सीधे ही ग्राउण्ड हों ।
- यह सुनिश्चित कर ले की सही वोल्टेज को आपूर्ति के लिए पावर स्त्रोत सक्षम है और DC ड्राइव के लिए आवश्यक करंट ।
- AC ड्राइव को जब पावर दिया जाता है तो वायरिंग को ना तो जोड़े और ना ही हटाएँ ।
- AC ड्राइव ऑपरेशन के दौरान सर्किट बोर्ड पर सिगनल का निरीक्षण ना करें ।
- यदि EMI (Electro Magnetic interference), को कम करने के लिए फिल्टर की आवश्यकता है तो इसे AC ड्राइव के पास स्थापित करें ।

SCR का प्रयोग कर यूनिवर्सल मोटरों का गति नियंत्रण (Speed control of universal motors using SCR) : अधिकांश घरेलू उपकरण जैसे- इलेक्ट्रिक ड्रिलिंग मशीन, मिक्सर आदि में यूनिवर्सल मोटर प्रयोग किया जाता है। यूनिवर्सल मोटर के गति नियंत्रण के नीचे हाफ वेव या फूल वेव में से किसी भी विधि से नियंत्रण किया जा सकता है। यूनिवर्सल मोटर कि एक अद्वितिय विशेषता हैं, जो कि प्रतिक्रीया सर्किट के साथ उसकी गति को बहुत आसानी और कुशलता पूर्वक नियंत्रित करती है। (Fig 14)

Fig 14a में सर्किट मोटर को फेज नियंत्रित हाफ वेव पावर प्रदान करता है। नेगेटिव हाफ साइकिल की स्थिति में SCR करंट को ब्लॉक करता है। SCR नेगेटिव दिशा में करंट प्रवाह को ब्लॉक करता है, जिससे मोटर एक पल्सेटिंग DC करंट द्वारा संचालित होता है। जिसका आयाम SCR के फेज कंट्रोल पर निर्भर होता है। Fig 14b में दिखाए गए सर्किट का प्रचालन निम्न है:-

Fig 14



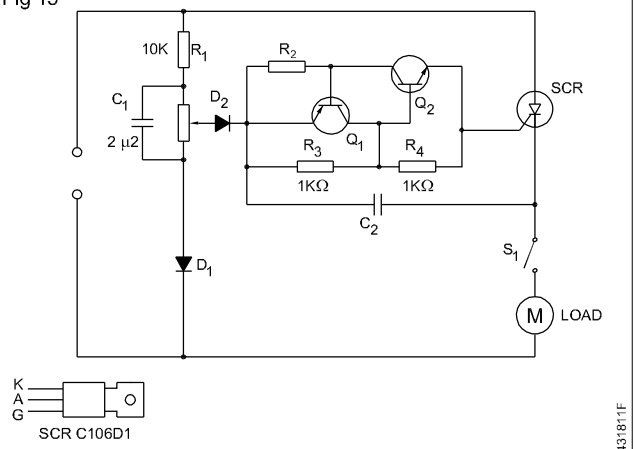
- यह मानते हुए कि मोटर चल रहा है, सर्किट में प्वाइंट A वोल्टेज डायोड D_1, के फारवर्ड से आवश्य अधिक होनी चाहिए और SCR, के कैथोड के गेट ड्राप से बड़ा होना चाहिए। मोटर के अवशिष्ट चुम्बकत्व से पर्याप्त emf प्राप्त करने के लिए SCR को फारवर्ड ट्रिगर करना चाहिए।
- प्वाइंट A का वेव फार्म (V_A) Fig 14b में एक पॉजिटिव हाफ में दिखाया गया है और V_{SCR} तथा V_D तथा मोटर जनरेटेड emf V_M दिखाया गया है। फेज एंगल जिस पर SCR को फारवर्ड ट्रिगर किया जाना है, उध्वोधर डॉटेड लाइन द्वारा दिखाया गया है।
- अगर किसी कारण से मोटर की स्पीड बढ़ती है, तब V_M (मोटर जनरेटड emf) बढ़ जाता है, तब ट्रिगर ऊपर की ओर दाईं ओर बढ़ जायेगा ताकि SCR बाद में आधे चक्र में ट्रिगर हो जाये, जिससे मोटर को कम शक्ति मिलेगी, जिससे यह धीमा हो जाता है, इसी तरह अगर मीटर की गति कम हो जाती है, तो ट्रिगर बिंदु बाईं ओर

घूम जायेगा। और वक्र को नीचे ले जायेगा, जिससे SCR पहले चक्र में ट्रिगर हो जायेगा। जिससे मोटर को अधिक शक्ति प्रदान की जायेगी, जिससे उसकी गति बढ़ जायेगी।

- डायोड D_1 और C_1 के साथ प्रतिरोध R_1, R_2, R_3 एक रैम्प जनरेटर बनाता है। कैपेसिटर C_1 पॉजिटिव हाफ साइकिल के दौरान वोल्टेज ड्राप R_1, R_2 और R_3 द्वारा चार्ज किया जाता है। डायोड D_2 नेगेटिव आधे चक्र के दौरान नेगेटिव प्रवाह को रोकता है। इसलिए C_1, R_2 और R_3 के मध्य निर्वहन करता है। नेगेटिव हाफ साइकिल के दौरान R_2 के मान को बदलने से ट्रिगर एंगल α भी बदलता है।

Fig 15 में यूनिवर्सल मोटर का स्पीड कंट्रोल सर्किट का प्रायोगिक रूप दिखाया गया है।

Fig 15



CIRCUIT DIAGRAM OF UNIVERSAL MOTOR SPEED CONTROLLER

देखा जा सकता है कि Fig 15 में दिया गया सर्किट Fig 14 में दिये गये सर्किट के समान है, दो ट्रांजिस्टर एवं कुछ रजिस्टरों के योग को दिखाने के लिए।

Fig 6, में Q_1 - Q_2 का कार्य SCR को चालन में ट्रिगर करने के लिए पर्याप्त गेट करंट प्रदान करना है।

Q_1 - Q_2 और उसके संबंधित प्रतिरोध एक वोल्टेज संवेदनशील स्विच के रूप में कार्य करते हैं। C_2 प्रत्येक आधे चक्र में प्रतिरोध R_1 के माध्यम से चार्ज करने में सक्षम है। जैसे ही C_2 में निर्धारित मान तक वोल्टेज बढ़ता है- Q_1 और Q_2 दोनों स्विच ऑन तथा आंशिक रूप से C_2 SCR के गेट में इस प्रकार एक हाई करंट पल्स SCR गेट को वितरीत करता है। SCR गेट के लिए उच्च धारा RV1 के किसी भी करंट ड्राइव के सीमाओं से स्वतंत्र है। Q_1, Q_2 और C_2 नेटवर्क लगभग इस प्रकार किसी भी SCR को अपनी संवेदनशीलता विशेषताओं के बावजूद सर्किट में उपयोग करने में सक्षम बनाता है।

यूनिवर्सल मोटर स्पीड कंट्रोल सर्किट Fig 15 में मोटर स्पीड नियंत्रण को सिंगल कंट्रोल के माध्यम से अधिकतम 0 से 75% तक सुचारू रूप से नियंत्रित करने में सक्षम बनाता है। यह मोटर गति की क्षतिपूर्ति में अंतर्निहित मोटर गति को भी शामिल करता है, जो किसी भी गति सेटिंग, लोड परिवर्तन के संबंध में कम से कम होती है।

वोल्टेज स्टेबलाइजर और UPS (Voltage stabilizer and UPS)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **स्टेबलाइज़र की मूलभूत अवधारण स्पष्ट करना**
- **ब्लोक का चित्र बनाना और प्रत्येक ब्लोक का प्रकार्य स्पष्ट करना**
- **विभिन्न प्रकार के वोल्टेज स्टेबलाइजरों की कार्यविधि बताना**
- **UPS सिस्टम के आधारभूत आयाम स्पष्ट करना**
- **ऑफ लाइन UPS के चित्र को स्पष्ट करना और उसके विभिन्न कन्ट्रोल एवं प्रकार्य बताना**
- **ON लाईन UPS का चित्र स्पष्ट करना और उसके लाभ तथा हानियाँ बताना।**

वोल्टेज स्टेबलाइजर (Voltage stabilizer)

यह एक ऐसी इलैक्ट्रानिक युक्ति है, जो इनपुट वोल्टेज में किसी भी प्रकार की परिवर्तन के होने पर भी यह आउटपुट में एक समान वोल्टेज देता है । इनपुट वोल्टेज निम्न होने पर यह आउटपुट सर्किट को बंद कर देता है ।

बहुत से इलेक्ट्रिकल उपकरण एक निश्चित वोल्टेज पर ही कार्य करते है । यदि उन्हें रेटेड वोल्टेज न मिले तो वे खराब हो सकते है । इनका पॉवर सप्लाई वोल्टेज 5% से कम या ज्यादा होना हानिकारक होता है ।

सप्लाई वोल्टेज के परिवर्तन से उपकरणों से पड़नेवाले प्रभाव नीचे दिये गये है ।

क्र. सं.	उपकरण का नाम	निम्न वोल्टेज	उच्च वोल्टेज
1	इन्डन्सन्ट लैम्प	यदि वोल्टेज कम किया जाता है तो लैम्प की क्षमता घटती है ।	लैम्प का टिकाअपन कम होता है अथवा चरम मामलों में लैम्प का फ्यूज उड़ जाता है
2	फ्लोरोसेन्ट लैम्प	यदि वोल्टेज बहुत कम है तो लैम्प जलेगा नहीं ।	ट्यूब/चौक का विकाअपन कम हो जाएगा
3	इलेक्ट्रिक स्टोव, इलेक्ट्रिक इस्त्री, वाटर हीटर, टोस्टर आदि	गरम करने का समय बढ़ायें क्योंकि कम गरमी तैयार हो रही है ।	गरम करनेवाले तब्बों का टिकाऊपन कम करता है अथवा गरम करनेवाले तत्त्व जल जाते हैं ।
4	पंखें, वाकूम क्लिन	कार्य क्षमता कम होती है	उपकरण का टिकाअपन कम हो जाता है ।
5	धूलाई मशीन, रेफ्रिजेटर और एयर कन्डिशन	मशीन की मोटर लाईन में से ज्यादा करन्ट खींचेंगी जिसके कारण मोटर अधिक गरम होगी और फलस्वरूप जल सकती है ।	मोटर इन्स्यूलेशन खराब होकर अधिक पावर खींच सकता है और इसके कारण जल सकता है ।
6	रेडियो तथा टेलिवीज़न सैट्स	रिसेप्शन की गुणवत्ता कम होना, टेलिवीजन सैट में चित्र स्पष्ट नहीं दिखाई देगा ।	उपकरण का टिकाअपन घट सकता है ।

कुछ इलेक्ट्रानिक उपकरण जैसे TV को निर्माता इस तरह से डिजाइन करते हैं कि वोल्टेज स्टेबलाइजर इसके अंदर ही फिट होता है । जिसे SMPS (Switch Mode Power Supplies) कहते हैं । इसके साथ अलग से स्टेबलाइनजर नहीं लगाना पड़ता ।

AC स्टेबलाइजर के प्रकार (Types of AC voltage stabilizers)

1 स्टेप्ड वोल्टेज स्टेबलाइजर (Stepped voltage stabilizer)
   a) मन्युअल (Manual)
   b) ऑटोमेटिक रिले प्रकार (Automatic relay type)
2 सर्वो वोल्टेज स्टेबलाइजर (Servo voltage stabilizer)
3 नियत वोल्टेज ट्रांसफार्मर (Constant voltage transformer)

स्टेप्ड वोल्टेज स्टेबलाइजर (Stepped voltage stabilizer)

इस प्रकार के स्टेबलाइजर में आउटपुट वोल्टेज को रेग्यूलेट करने के लिए आटो-ट्रांसफार्मर लगाया जाता है । इसे मेनुआली ऑपरेट करते है । जैसा Fig 1 में दिखाया है । ऑटोमेटिक रिले टाइप स्टेबलाइजर में एक सेंसिंग सर्किट होता है, जो रिले को रेग्यूलेट करता है और इससे आऊटपुट वोल्टेज रेग्यूलेट होता है । Fig 2 में ऑटोमेटिक स्टेबलाइजर का व्यवस्थित सर्किट डायग्रम बना है ।

Fig 1

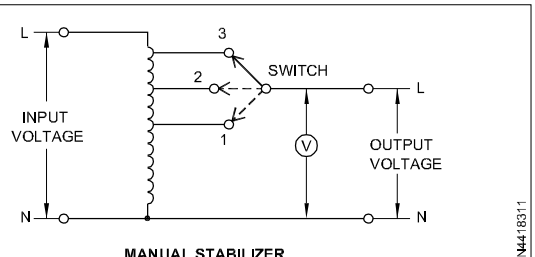
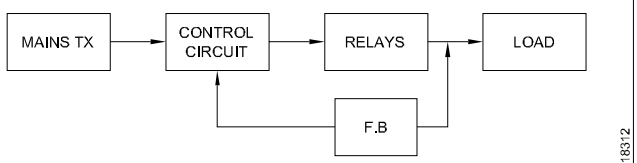


Fig 2



BLOCK DIAGRAM OF VOLTAGE STABILIZER

ELN4418312

मेइन्स Tx (Mains Tx)

यह ट्रांसफार्मर द्वि स्तर वोल्टेज प्रदान करना है- लो वोल्टेज और उच्च वोल्टेज, जिसे आवश्यतानुसार सप्लाई किया जाता है। लोड की आवश्यकताओं को पूरा करने में स्टेबलाइजर द्वारा विशेष अनुप्रयोग किये जाते हैं। मुख्य ट्रांसफार्मर द्वारा कंट्रोल सर्किट की आवश्यकता के लिए अतिरिक्त सप्लाई प्रदान करते हैं।

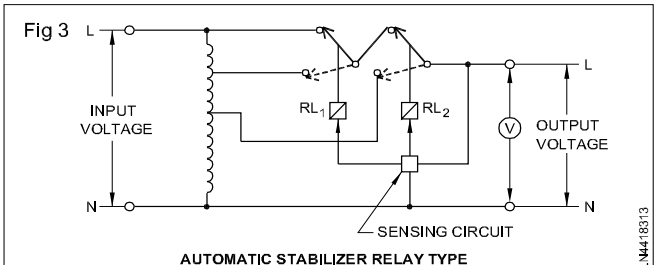
नियंत्रण परिपथ (Control circuit)

साधारण वोल्टेज स्टेबलाइजर्स में नियंत्रण सर्किट रिले ऑपरेशन, आउटपुट वोल्टेज को नियंत्रित करता है। जब इनपुट वोल्टेज सेट वोल्टेज के नीचे गिरता है, H.T साइड रिले संचालित होगा और उच्च वोल्टेज उत्पन्न होगा। LT साइड रिले ऑपरेट होने पर प्रचालित वोल्टेज बनाये रखेगा। रिले क्वायल की सप्लाई को नियंत्रित करके रिले ऑपरेशन नियंत्रित किया जाता है। जिसे अलग से DC वोल्टेज लेवल को सेट करना होता है।

रिले (Relays)

यह विद्युत चुम्बकीय रिले है, जो दो अलग-अलग क्वायल वोल्टेज को संचालित करता है। DC क्वायल वोल्टेज तय करता है कि किस रिले को संचालित करना है, यह ट्रांसफार्मर पर इनपुट AC वोल्टेज सप्लाई पर निर्भर करता है। Fig 3 में एक स्वचालित रिले प्रकार का स्टेबलाइजर दिखाया गया।

Fig 3



AUTOMATIC STABILIZER RELAY TYPE

ELN4418313

फीड बैक (Feed back)

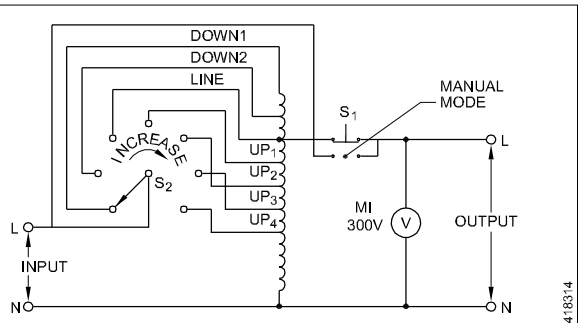
मैनुअल वोल्टेज स्टेबलाइजर में DC voltage को फीड बैक की मात्रा में लिया जाता हैं, जो रिले कॉइल को संचालित करता है। कॉइल DC वोल्टेज कम और उच्च वोल्टेज AC input conditions के मामले में रिले को सक्रिय करने के लिए दो अलग वोल्टेज होंगे।

लोड (Load)

स्टेबलाइजर से जुड़ा लोड कुछ भी हो सकता है। कुछ विद्युत उपकरणों को संचालित करने के लिए एक निरंतर इनपुट वोल्टेज की आवश्यकता होती हे। इस तरह के मामले में एक हमेशा स्टेबलाइजर की आवश्यकता होती है परंतु आटोमैटिक स्टेबलाइजर की एक हानि यह है कि क्षणिक रेखा (वोल्टेज स्तर में परिवर्तन) का नुकसान होता है जिसके कारण स्टेबलाइजर स्वतः बंद हो जाता है, कुछ सेकंड के लिए।

स्टेपड वोल्टेज स्टेबलाइजर मैनुअल टाइप (Stepped voltage stabilizer - manual type) : Fig 3 में एक ऑटो ट्रांसफार्मर दिखाया गया है । जिसका आऊटपुट वोल्टेज स्विच S_1 को क्लाकवाइस घूमा कर बढ़ाया जा सकता है । आऊटपुट वोल्टेज बाहर लगे वोल्टमीटर में देख सकते है । जैसे Fig 4 में दिखाया है । आऊट पुट वोल्टेज को S_2 स्विच को घूमा कर बढ़ाया या घटाया जा सकता है । इस वोल्टेज चाहे गए आऊटपुट वोल्टेज के ±10% रहता है । S_1 पुश बटन से इनपुट वोल्टेज मिलता है ।

Fig 4

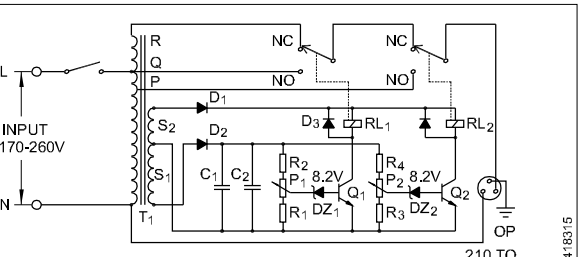


STEPPED VOLTAGE STABILIZER-MANUAL

ELN4418314

स्टेपड् वोल्टेज स्टेबलाइजर - ऑटोमेटिक टाइप (Stepped voltage stabilizer - automatic type) : Fig 5 में स्टेप्ड वोल्टेज स्टेबलाइजर ऑटोमेटिक टाइप दिखाया गया है, जो रिले से ऑपरेट किया जाता है । T_1 एक ऑटो ट्रांसफार्मर एक मल्टीपल टेपिंग वाला ट्रांसफार्मर है । S_1 और S_2 रिले ऑपरेशन के लिए माध्यमिक है । S_1 का माध्यमिक वोल्टेज, रेक्टिफाई और फिल्टर होकर सेंसिंग सर्किंग को मिलता है । S_2 का रेक्टिफाई और फिल्टर वोल्टेज रिले ऑपरेशन के लिए उपयोग किया जाता है । P_1 और P_2 दो प्री-सेट रजिस्टर है जो समायोजन के लिए लगाए गये है । R_1, P_1 और R_2 जेनर डायोड को सेंसिंग वोल्टेज प्रदाय करते है । Q_1 और Q_2 दो ट्रांजिस्टर है जो एक स्विच की तरह काम करते है । RL_1 और RL_2 दो रिले है ।

Fig 5



STEPPED VOLTAGE STABILIZER-AUTOMATIC

ELN4418315

जब सप्लाई वोल्टेज 200 से कम हो तो DZ_1 और DZ_2 ये दोनों कंडक्ट नहीं करेंगे । क्योंकि जेनर डायोड वोल्टेज से कम वोल्टेज है । इसी कारण दोनों ट्रांजिस्टर कर ऑफ रहेंगे और रिले भी बंद होंगे । रिले के off होने पर टर्मिनल R से No कानटेक्ट जुड़ा रहेगे । और आऊटपुट वोल्टेज मिलता है।

जब S_1 इनपुट वोल्टेज 210V से ज्यादा परंतु 240V से कम होता है । यह प्री-सेट वोल्टेज को बढ़ाता है, जिससे जेनर डायोड कंडक्ट करने लगता है । अतः DZ_1 के चालू होने पर ट्रांजिस्टर Q_1 ON हो जाता है । ऑपरेट करना शुरू करता है और आउटपुट में वोल्टेज मिलने लगता है । इसमें इनपुट और आउटपुट वोल्टेज एक समान रहता है ।

जब सप्लाई वोल्टेज 240V से अधिक होता है । P_2 जेनर डायोड DZ_2 को सक्रिय कर देता है । अब Q_2 ON हो जाता है । इससे रिले RL_2 सक्रिय होकर

RL_2 के N.O. पाइंट पर आऊटपुट देता है । अब आऊटपुट वोल्टेज इनपुट से कम होता है ।

आमतौर पर 12V DC रिले ही स्टेबलाइजर में लगाए जाते है । डायोड या केपेसिटर ट्रांजिस्टर को रिवर्स इंडयूज emf से बचाते है । आपेरेशन का मोड OFF, ON, buck, normal हो तो इंडिकेटर पर दिखाई देता है ।

बहुत सारे इलेक्ट्रानिक उपकरणों में इस प्रकार के स्टेबलाइजर का उपयोग किया जाता है । इसमें एक से तीन रिले लगा कर आऊटपुट में 200-240V तक सप्लाई वोल्टेज की रेटिंग KVA में 170 से 270 volts तक की होती है।

कुछ स्टेबलाइजर में ओवर वोल्टेज और अंडर वोल्टेज कट-ऑफ प्रोटेक्शन लगा होता है ।

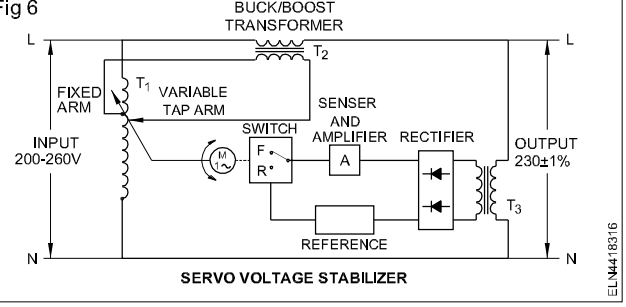
उपयोग (Applications) : इस प्रकार के स्टेबलाइजर रेफ्रिजरेटर, च/एयरकंडिशनर (air conditioners), TVs, VCR आदि में लगे होते हैं । आज कल के नये उपकरणों में ये इनबिल्ट लगे होते है जिनका ऑपरेशन 130 से 260 v तक होता है ।

सर्वो-वोल्टेज स्टेबलाइजर (Servo - voltage stabilizer)

सर्वो वोल्टेज स्टेबलाइजर में सेनसिंग सर्किट द्वारा एक टोरोडियल (toroidal) आटो ट्रांसफार्मर और सर्वो मोटर चलाई जाती है । आउटपुट और नॉमिनल वोल्टेज ये जो भी अंतर आता है, उसे सेंसिंग सर्किट सेंस करता है और सर्वो मोटर को चलाता है । सप्लाई वोल्टेज में परिवर्तन से सर्वो मोटर क्लाक वाइस या एंटी-क्लाक वाइस घूमती है और वोल्टेज का मान सुधारती है ।

VARIAC के आऊटपुट से सिरीज बूस्ट ट्रांसफार्मर T_2 चलता है, बूस्ट वेरियेबल के आर्म के नीचे गिरने से चलता है और ऊपर आने से बक होता है । ट्रांसफार्मर T_3 रिफरेंस और सेंप्लिंग वोल्टेज देता है जिससे मोटर चलती है । (Fig 6)

Fig 6



SERVO VOLTAGE STABILIZER

जब इनपुट वोल्टेज रिफरेंस वोल्टेज से कम होता है तो सेंस सर्किट मोटर को एक दिशा में घुमाता (इसका परिणाम ये होता है कि आऊटपुट वोल्टेज बढ़ा हुआ मिलता है) ।

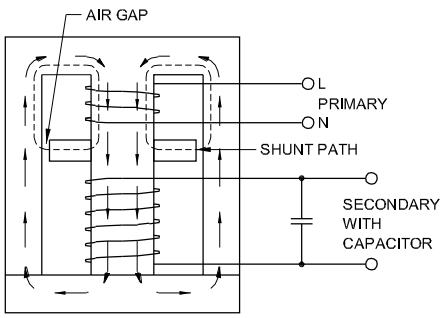
जब इनपुट वोल्टेज अधिक होता है । तो मोटर विपरीत दिशा में चलती है । और जब आऊटपुट और इनपुट वोल्टेज बराबर हो जाते है तो सर्किट मोटर को OFF कर देती है ।

सर्वो स्टेबलाइजर का स्थिर वोल्टेज की रेंज ±1% या ±0.5% तक होती है । इसकी करेक्शन रेंज 10 से 30 v की होती है ।

सर्वो स्टेबलाइजर सटीक तरीके से काम करते है और महंगे भी होती है । इसलिए ये महंगे उपकरणों जैसे कंप्यूटर, जॉरोक्स मशीन मीडिया उपकरणों में लगते है ।

स्थिर वोल्टेज ट्रांसफार्मर (Constant voltage transformer (CVT)) : एक साधारण ट्रांसफार्मर में प्राथमिक और माध्यमिक वाइंडिंग आपस में कपलिंग की हुई होती है । प्राथमिक में जो भी परिवर्तन आता है । उसका सीधा प्रभाव माध्यमिक साइड पर पड़ता है । ये परिवर्तन इसके टर्नों के अनुपात पर निर्भर करता है । एक CVT, में प्राथमिक और माध्यमिक आपस में ढीली कपलिंग से जुड़ी होती है । जैसा Fig 7 में दिखाया है । दोनों क्वाइल के बीच एक शंट पाथ निकाला जाता है । एक केपेसिटर माध्यमिक के पारेलल में लगा होता है ।

Fig 7



WINDINGS ARRANGEMENT IN CVT

अब जबकि प्राथमिक में वोल्टेज देना आरंभ करते हैं शुरूवात में शून्य फिर धीरे धीरे बढ़ाया जाता है । तब ट्रांसफार्मर के लोवर हॉफ कोर में फ्लक्स बनता है । शंट पाथ के कारण में यह पाथ में नहीं आता है । जैसे Fig 7 को बडे तीरों से दिखाया है । इसका परिणाम यह होता है कि सेकण्डी का वोल्टेज प्रायमरी के समानुपाती बढ़ता है । सेकण्डी का वोल्टेज बढ़ते से क्वाइल का इंपीडेंस, केपेसिटेंस के बराबर हो जाता है ।

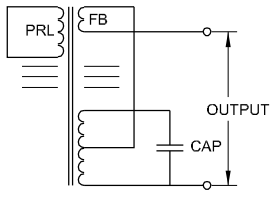
$$XL = XC \text{ or } 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}.$$

इस रिजोनेंस की स्थिति में, LC से उच्च मान का करंट बहता है । इस करंट से सेकण्डरी में अचानक वोल्टेज बढ़ता है (Fig 7), और ट्रांसफार्मर की कोर सेच्यूरेट (saturate) हो जाती है ।

एक बार जब सेकण्डरी सेच्यूरेट हो जाये तो ये प्रायमरी के फ्लक्स को आने नहीं देती । और प्रायमरी में बढ़नेवाली फ्लक्स शंट पाथ से गुजरने लगता है । और सेकण्डरी में एक समान वोल्टेज मिलता है । Fig 8 में दिखाया है । आऊटपुट वाइंडिंग को केपेसिटर सर्किट के साथ लगाया है । और इसे टेपिंग से जोड़ा गया है ।

CVT को उन सर्किट के साथ नहीं लगाते, जहाँ SCR का उपयोग होता है । यहाँ इंडक्टर और केपेसिटर AC सर्किट या मोटर के साथ भी उपयोग नहीं किया जाता है । यह केवल TV, कंप्यूटर, FAX मशीन के साथ लगता है ।

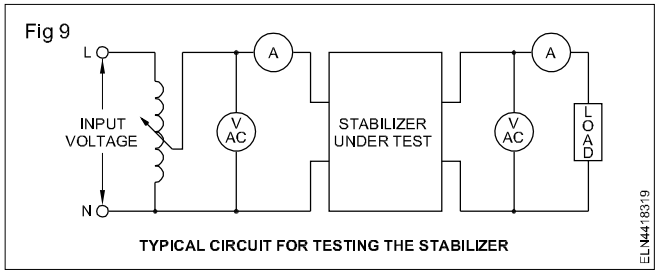
Fig 8



CVT WITH FEED BACK WINDING

स्टेबलाइजर की टेस्टिंग (Testing a stabilizer) :

स्टेबलाइडर की टेस्टिंग के लिए एक VARIAC और वोल्टमीटर और एमीटर के साथ रेटेड लोड की आवश्यकता होती है । स्टेबलाइजर की टेस्टिंग के लिए एक सरल सर्किट Fig 9 में दिखाया गया है ।



TYPICAL CIRCUIT FOR TESTING THE STABILIZER

स्टेबलाइजर के ऊपर दिखाये गये सर्किट में लगाये और फिर इनपुट वोल्टेज को रेटेड वोल्टेर के अनुरूप 170 से 260V या 130 से 270V तक परिवर्तित करें । इस समय आऊटपुट वोल्टेज में 200 से 240V के अलावा को परिवर्तन नहीं होना चाहिए । किसी भी प्रकार की हीटिंग या फेलूअर हो तो इसे नोट करना आवश्यक होता है।

UPS सिस्टम का आधार (Basics of UPS systems)

अधिकांश लोग AC मेन्स का उपयोग उसके बारे में जाने बिना लापरवाहीपूर्वक करते हैं, उसके अंतर्निहित दोष व खतरे अच्छे व संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में देखे जाते हैं। तापदीप्त लैम्प, ट्यूब, पंखे, टी वी और फ्रीज जैसे घरेलू उपकरणों में AC मेन्स की आपूर्ति से बहुत अधिक फर्क नहीं पड़ता, लेकिन जब कम्प्यूटर, चिकित्सा उपकरणों और दूरसंचार उपकरणों के लिए प्रयोग किया जाता है, तो साफ, स्थिर, रूकावट रहित बिजली की आपूर्ति का अत्यधिक महत्व है।

अधिक से अधिक लोग पर्सनल कम्प्यूटर, वर्ड प्रोसेसर व डाटा टर्मिनल जैसे-व्यवसायों में अपना रास्ता खोजते हैं। UPS सिस्टम जो बिजली की आवश्यकताओं को पूरा करते हैं और छोटे व्यवसायों व कार्यालयों के लिए मूल्य सीमा (पावर वेनिडेन्स बैकप पावर) का निर्माण किया जा रहा है।

सभी उद्योग व व्यवसायिक क्षेत्र में कम्प्यूटर की महत्ता व उसकी आवश्यकतका को देखते हुए स्थिर व बिना रूकावट पावर सप्लाई की माँग बढ़ गई है।

पहले डाटा ऑपरेटिंग सिस्टम (DOS) में कोई शट डाउन प्रक्रिया नहीं होती थी, तो बिजली के विफलता के मामले में यह आपरेटिंग सिस्टम को प्रभावित नहीं करता था। नवीनतम ऑपरेटिंग सिस्टम विंडो 9x एवं एप्लीकेशन साफ्टवेयर को उचित शट डाउन और एजॉस्ट प्रोडक्ट की आवश्यकता होती है, इस प्रक्रिया के लिए समय की आवश्यकता होती है, जो कि UPS के द्वारा प्रदान की जाती है।

UPS (बिना रूकावट बिजली की आपूर्ति) एकमात्र ऐसा साधन है, जो अत्यधिक लोड के लिए बिजली के उच्च गुणवत्ता को समस्या का सामना करने वाले एक व्यक्तिगत ग्रहक के लिए उपलब्ध है। सभी UPS डिजाइन में बैटरी चार्ज होती है, ताकि बैटरी को पूरी तरह से बिजली द्वारा चार्ज किया जा सके। छोटा UPS सामान्य रूप से एक सील तथा मेंटेनेंस फ्री बैटरी के साथ आता है, जो 10 से 15 मिनट का पावर बैकप प्रदान कर सकता है। बैटरी की क्षमता के साथ बैकप समय बढ़ाने के लिए ट्यूबलर बैटरी या ऑटोमेटिक बैटरी माध्यम या बड़ी क्षमता UPS में प्रयोग की जाती है।

UPS का वर्गीकरण (UPS classification)

UPS टोपोलॉजी-ऑफ लाइन और ऑन लाइन की दो व्यापक श्रेणियाँ हैं। इन टेपोलॉजी के तरीके अलग-अलग होते हैं। जब मेन्स उपस्थित हों और लोड लिया जाता है, तो बहुत अच्छा परिणाम देता है, इनकी सुविधाएँ व मूल्य निर्धारण भी निम्न-निम्न होती है।

ऑफ-लाइन एवं ऑन लाइन (OFF-Line and ON-Line)

ऑफ-लाइन UPS मुख्य सप्लाई को फिल्टर करता है और अधिकतर समय सीधे लोड पर जुड़ा रहता है। जब सामान्य वोल्टेज में थोड़ी भी परिवर्तन होती है, तो लोड हेतु तेजी से रिले द्वारा स्विच ऑन किया जाता है। आमतौर पर आधे से कम साइकल में एक बैटरी से अपनी शक्ति प्राप्त करने वाले इनवर्टर लगाये जाते हैं। इनवर्टर अधिकांश कम्प्यूटर के लिए सप्लाई संतोषजनक रूप से प्रदान करने के लिए एक वर्ग या स्टेप्ड वेवफार्म उत्पन्न करता है। यह विशेष तकनीक न्यूनतम लागत समाधान का प्रतिनिधित्व करती है।

ऑनलाइन UPS AC मेन्स को पहले DC में फिर इनवर्टर के द्वारा लोड को AC सप्लाई प्रदान करता है। AC सप्लाई आउटपुट करते समय यह अपने साइनवेव फार्म को दर्शाता है। DC लिंक से जुड़ी एक बैटरी backup पावर स्रोत के रूप में कार्य करती है।

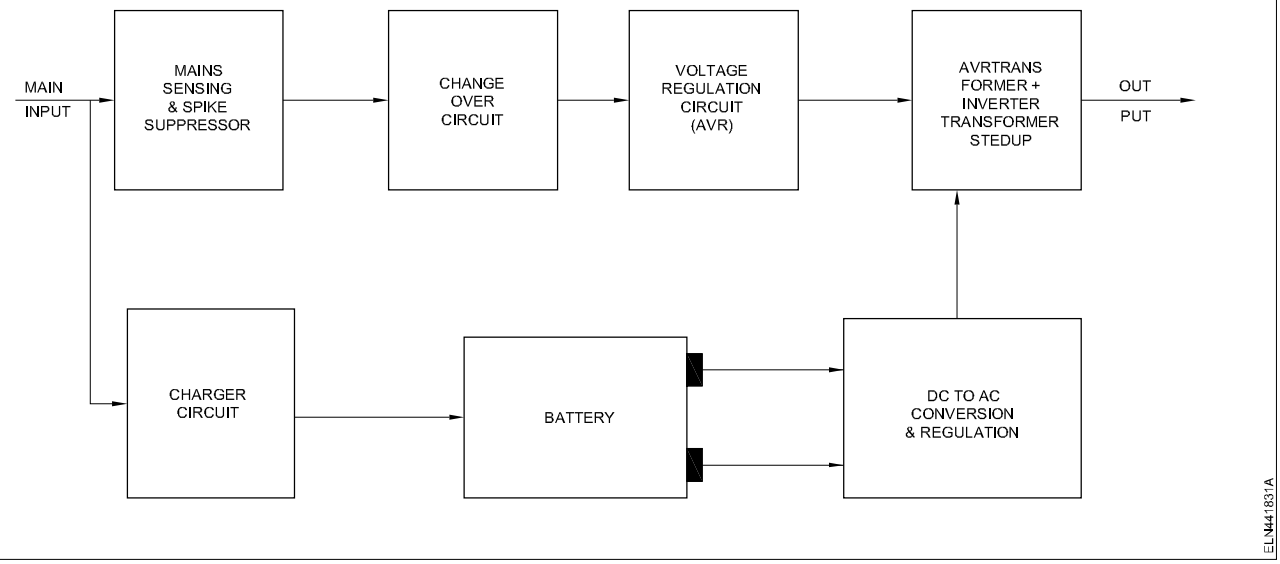
यह कम्प्यूटर को सप्लाई देता है तथा इनपुट मेन को लोड से पूरी तरह अलग करता है। जब मुख्य सप्लाई के रिफल व होने पर एक आवाज आती है, जिससे बिना अवरोध के कार्य जारी रहता है।

स्टैण्डबाई/ऑफलाइन ब्लॉक डायग्राम (Standby/OFF Line block diagram) (Fig 10)

ऑफ लाइन UPS, में लोड मुख्य सप्लाई से सीधे जुड़ा रहता है, जब मुख्य सप्लाई उपस्थित रहता है। ओवर वोल्टेजरू/अंडर वोल्टेज स्थिति में कार्य करते समय यह मुख्य सप्लाई से अलग हो जाता है, ऑफलाइन UPS में लोड, इनवर्टर को स्थानांतरित होता है। जब सप्लाई उपस्थित हाता है, तो बैटरी चार्जर बैटरी को चार्ज करता है और इनवर्टर या तो बंद हो सकता है या धीमा (idling) हो सकता है। इस प्रकार एक ऑफ लाइन UPS, में हर बार लोड ट्रांसफर शामिल होता है, तथा मुख्य सप्लाई में बाधा उत्पन्न होता है। यह ट्रांसफर शामिल एक चेंज ओवर रिले या स्टेटिक स्विच से प्रभावित होता है। किसी भी मामले में एक संक्षिप्त अवधि होगी, जिसके लिये लोड को वोल्टेज के साथ प्रदान नहीं किया जाता है। यदि लोड एक कम्प्यूटर है तथा ट्रांसफर समय 5ms से अधिक है, तो यह कम्प्यूटर डिस्क को रीबूट करने का मौका होगा।

कुछ संशोधित डिजाइनों में ट्रांसफार्मर टैपिंग द्वारा सीमित मात्रा में वोल्टेज रेगुलेशन, RF फिल्टर और MOV (Metal Oxide Varistor) का उपयोग करके कुछ सुरक्षा प्राप्त होती है। ऑफ लाइन UPS सस्ता और सरल डिजाइन की होती है, इसलिए इसे छोटी रेटिंग तथा कम लागत वाली इकाई के रूप में अलग-अलग पर्सनल कम्प्यूटर के लिए बाजार में उपलब्ध है। आमतौर पर स्क्वायर वेव आउटपुट ऑफलाइन UPS कम लोडिंग क्षमता के साथ बाजार में उपलब्ध हैं।

Fig 10



ऑफ लाइन UPS के लाभ (Advantages of OFF line UPS): उच्च दक्षता, छोटा आकार, कम मूल्य।

हानियाँ (Disadvantages): ऑफ लाइन UPS में शिकायत पर बदलाव हो सकता है। ऑफलाइन UPS बैटरी पर निर्भर करती है। यदि बैटरी असफल होती है, तो पूरा सिस्टम असफल हो जाती है। कभी-कभी चेंजओवर के दौरान कम्प्यूटर रीबूट करता है और फाइलों का नुकसान हो जाता है। एक अन्य नुकसान यह है कि आउटपुट वोल्टेज 200V-240V तक बदलता रहता है, इसलिए सभी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए उपयुक्त नहीं है।

UPS में फ्रंट पैनल संकेत और रियर पैनल सॉकेट/स्विच प्रयोग किये जाते हैं। (Front panel indications and rear panel sockets/ switches used in UPS)

सभी UPS सिस्टम में निम्न भाग होते हैं

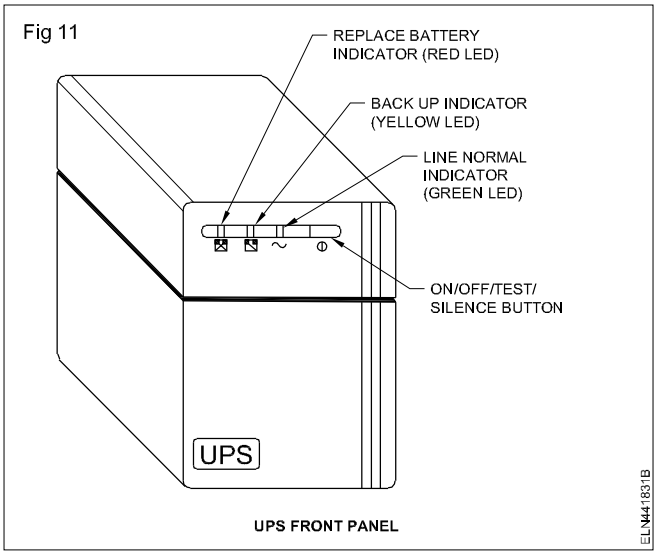
- फ्यूज/फ्यूज होल्डर (Fuse/Fuse holder)
- स्विच (Switches)
- सॉकेट (Sockets)
- पैनल इंडीकेटर (Panel indicator (LED and Neon lamp))
- मीटर (वोल्टमीटर/अमीटर) (Meters (Volt/Ampere))

Fig 11 और 12 में फ्रंट और रीमर पैनल कंट्रोल/सॉकेट दिखया गया है।

स्विच (Switches): ऑन/ऑफ और रिसेट स्विच कॉमन रूप से UPS में प्रयोग किये जाते हैं। एक ओवरलोड सर्किट को काटने और आपूर्ति को फिर से शुरू करने के लिए रीसेट स्विच का उपयोग किया जाता है। इस स्विच को पुश करने पर ऑफ हो जाता है। सामान्य अवस्था में यह सर्किट को ऑन रखता है और जब पुश किया जाता है, तो यह सर्किट को ऑफ कर देता है।

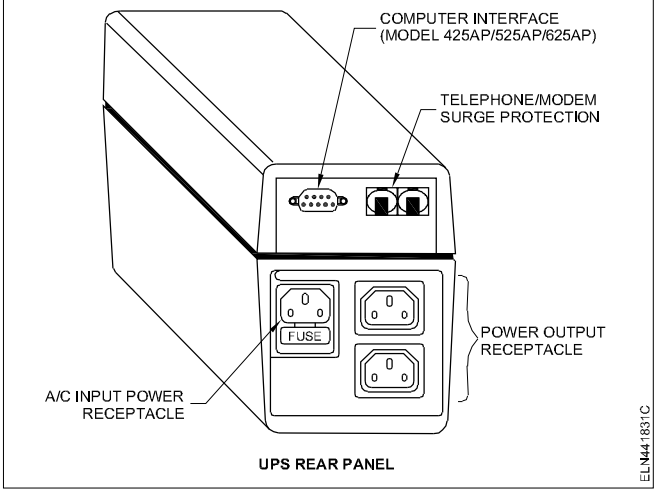
सॉकेट (Socket): एक साधारण 5 A या 15 A थ्री पावर आउटपुट सॉकेट का उपयोग UPS से विभिन्न उपकरणों को आउटपुट प्रदान करने के लिए किया जाता है। UPS आउटपुट के लिए साधारण 5/15A प्लग कनेक्ट कर सकते हैं।

Fig 11



UPS FRONT PANEL

Fig 12



UPS REAR PANEL

विभिन्न LED बजर को UPS में इंडीकेशन के रूप में उपयोग (Different LED indications/buzzers that are used in UPS)

मेईन ऑन इंडीकेशन (Mains ON indication): यह सूचित करता है कि UPS में मुख्य सप्लाई उपस्थित है तथा कार्य की स्थिति में है।

मेईन लो इंडीकेशन (Mains Low indication): यह सूचित करता है कि मुख्य सप्लाई अपने निर्धारित मान से कम है।

मेईन हाई इंडीकेशन (Mains high indication): यह सूचित करता है कि मुख्य सप्लाई उच्च है।

इन्वर्टर ऑन इंडीकेशन (Inverter ON indication): यह सूचित करता है कि UPS बैटरी मोड में है और मुख्य सप्लाई ऑफ है।

UPS से आउटपुट प्राप्त करने के लिए इन्वर्टर के ON स्विच को ON करो (To get the output from UPS switch ON the 'Inverter ON' switch)

यूपीएस ट्रिप इंडीकेशन (UPS Trip indication): यह सूचित करता है UPS आउटपुट बंद/ट्रिप है।

आवेरलोड इंडीकेशन (Overload indication): यह सूचित करता है कि लोड करंट निर्धारित मान से अधिक है।

ओवरलोड बजर (Overload buzzer): ओवरलोड की स्थिति में यह आवाज उत्पन्न करता है।

लो बैटरी वार्निंग (Low battery warning): यह सूचित करता है कि बैटरी वोल्टेज अपने रेटेड वोल्टेज से कम है। साथ में बजर भी सूचित करता है।

बैटरी चार्जिंग इंडीकेशन (Battery charging indication): यह सूचित करता है कि बैटरी चार्जिंग अवस्था में है।

आउटपुट वोल्टेज लो इंडीकेशन (Output voltage low indication): यह सूचित करता है कि आउटपुट वोल्टेज अपने निर्धारित मान से कम है।

सामान्य विशेषता एवं UPS सुरक्षा (General specifications & UPS protections)

UPS 500VA से 20KVA या अधिक रेंज में उपलब्ध होते हैं। यहाँ VA यानि वोल्टे एम्पीयर है।

पावर फैक्टर विशेषता अलग-अलग उत्पादकों का अलग-अलग होता है। मान लो 1 KVA UPS का पावर फैक्टर 0.6 है, तब-

लोड 1000 x0.6 = 600 watts.

सामान्यतः एक PC, 180 वाट के लिए उपयोग किया जाता है, इसमें आउटपुट के लिए साइन वेव, स्क्वायर वेव, क्यूसी स्क्वायर वेव उपलब्ध होता है। उपयोग के आधार पर साइन वेव UPS, स्क्वायर वेव UPS से अच्छा माना जाता है।

सामान्य विशेषताएँ (General specifications)

आउटपुट कैपेसिटी = आउटपुट कैपेसिटी को वोल्ट एम्पीयर में लिया जाता है।

इनपुट वोल्टेज = 230V AC ±20%, 50 Hz, सिंगल फेज साइन वेव में।

आउटपुट वोल्टेज = 230V AC ±10%, 50 Hz, स्क्वायर वेव या साइन वेव में।

= 230V AC ±2%, 50 Hz (for ON-Line)

बैटरी = 7 AH, 12V SMF (Sealed Maintenance Free), ऑफ लाइन के लिए (UPS की क्षमता पर निर्भर करता है)।

= ट्यूबलर बैटरी 40 AH to 160 AH (12V to 120V) आनॅ-लाइन के लिए (UPS की क्षमता पर निर्भर करता है)।

ऑटोमेटिक वोल्टेज रेगुलेशन (AVR) के उपलब्धता का प्रदर्शन

बैटरी के 90% चार्ज कैपेसिटी होने में 5 घण्टे का समय लगता है।

UPS में अलग-अलग प्रकार के सुरक्षा (Different types of protection in UPS)

मेन्स में इनपुट फ्यूज (Input fuse on mains): यह सिस्टम को हाई वोल्टेज इनपुट, लाइन डिस्टर्बेंस और शॉर्ट सर्किट आदि से बचता है।

MOV (Metal Oxide varistor) सुरक्षा (MOV (Metal Oxide varistor) protection): MOV में जब अधिक इनपुट वोल्टेज जाता है, तो वह फ्यूज को जला देता है।

पालीस्टर कैपेसिटर के द्वारा लाइटनिंग प्रोटेक्शन (Polyester capacitor for lightening protection): यह ट्रांसफार्मर वाइंडिंग के साथ लगा रहता है तथा जब लाइटनिंग होती है। तब यह जल जाती है तथा ट्रांसफार्मर को बचा लेती है।

मॉसफेट के सुरक्षा के लिए फ्यूज (Fuses to protect the MOSFETS): त्वरित करंट परिवर्तन के लिए MOSFETS अत्यधिक संवेदनशील होते हैं। इस प्रकार फ्यूज, MOSFET को सुरक्षा प्रदान करते हैं।

चार्जर सर्किट के सुरक्षा के लिए चार्जर फ्यूज (Charger fuse to protect the charger circuit): यदि चार्जर सर्किट में कोई दोष उत्पन्न होते हैं, तो फ्यूज जलकर SCR को सुरक्षा प्रदान करता है।

MOV का आउटपुट हाई वोल्टेज सुरक्षा (Output high voltage protection MOV): यह MOV आउटपुट सॉकेट के फेज व न्यूट्रल के साथा जुड़ा हुआ है। यदि फीडबैक सर्किट विफल हो जाती है, तो आउटपुट वोल्टेज 300 v से भी अधिक हो जाती है। ऐसी स्थिति में लोड की सुरक्षा के लिए MOV का प्रयोग किया जाता है।

ओवरलोड सुरक्षा (Overload protection): यह UPS में विशेष रूप से MOSFET/IGBT की सुरक्षा करता है। जब आउटपुट करंट प्रीसेट करंट से अधिक होती है। (overloading the UPS), तो UPS आउटपुट एक संकेत के साथ बंद हो जाता है।

बैटरी ओवर चार्जिंग/डिस्चार्जिंग सुरक्षा (Battery over charge/ discharge protection): यह बैटरी को उच्च मान चार्जिंग सुरक्षा प्रदान करता है (SMF बैटरी को 15.8V तक चार्ज करने पर) और ट्यूबलर बैटरी को 14.1V तक चार्ज होने पर बचाता है। यह बैटरी को डिस्चार्ज होने के निचले स्तर पर जाने से भी बचाता है। यदि बैटरी वोल्टेज 10.5V से नीचे डिस्चार्ज किया जाता है, UPS स्वतः बंद हो जाता है।

UPS जाँच के लिए सामान्य दिशानिर्देश (General tips for testing a UPS)

- फ्यूज वायर का उपयोग करके बैटरी के टर्मीनलों को कनेक्ट करें। यदि परीक्षण के दौरान कोई गड़बड़ी होती है तो फ्यूज वायर जलकर UPS

को सुरक्षा प्रदान करता है।

- नो लोड की स्थिति में परीक्षण करें।
- दो MOSFET बैंकों के गेट वोल्टेज की जाँच करें, यह एक समान होना चाहिए। यदि PWM गेट पल्स उपस्थित नहीं है, तब गेट वोल्टेज 5.6V के आसपास होना चाहिए। यदि PWM गेट पल्स उपस्थित है, तो गेट वोल्टेज 2-2.5v के आसपास होना चाहिए।
- कुछ फ्रीक्वेंसी मीटर केवल AC फ्रीक्वेंसी को मापने के लिए बनाये जाते हैं। यदि UPS आउटपुट स्क्वायर वेव है, तो रीडिंग सही नहीं होगी। निश्चित रूप से UPS आउटपुट के साथ 60/100W का लोड कनेक्ट करने पर सही फ्रीक्वेंसी मिलनी चाहिए। तभी वह फ्रीक्वेंसी मीटर निकटवर्ती सही फ्रीक्वेंसी दिखाएगी।
- ऑन-लाइन UPS में ओवरलोड सेटिंग के लिए लोड करंट की गणना आउटपुट वोल्टेज के साथ अधिकतम लोड को विभाजित करके की जाती है। इसे आउटपुट टर्मीनल पर क्लैम्प मीटर का भी प्रयोग करके मापा जाता है। लोड करंट के इस मान पर ओवरलोड करंट मापा जाता है।
- जब UPS में आउटपुट/इनपुट के साथ एक्सटेंशन बॉक्स उपयोग किया जाता है, तो यह लाइन लीकेज शॉक खतरे को उत्पन्न कर सकती है।
- यदि MOSFET समांतर में जुड़ी हुई हैं, तो इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि सभी MOSFET एक ही Rds के होने चाहिए। MOSFET के लिए Rds मान (drain to source resistance) और करंट रेटिंग महत्त्वपूर्ण है।

लाइन UPS सिस्टम में चेंजओवर (Changeover in OFF-Line UPS system)

इस प्रकार के UPS में रिले बैटरी के वोल्टेज को नियंत्रित करता है, जो रिले क्वायल पर आरोपित किया जाता है। यदि बैटरी वोल्टेज बहुत कम है, तो स्विच को ट्रिगर करने के लिए रिले क्वायल को पर्याप्त सप्लाई नहीं मिलेगी। इससे मेन वोल्टेज सही और अच्छी स्थिति में होते हुए भी कम दिखाएगा। इस प्रकार के ऑफ-लाइन प्रणालियाँ बैटरी पर निर्भर करती है।

कुछ ऑफ-लाइन सिस्टम बैटरी से स्वतंत्र होती है। इसकी क्वायल को सप्लाई मुख्य सप्लाई द्वारा ही प्रदान की जाती है, मुख्य सप्लाई को कम करके रेक्टिफाई करता है। यह रेक्टिफाइड सप्लाई चेंजओवर रिले क्वायल को दी जाती है। बैटरी की कम वोल्टेज रिले क्वायल के आपूर्ति को प्रभावित नहीं करता, इस प्रकार की ऑफलाइन UPS बैटरी के स्थिति के बावजूद मुख्य आउटपुट प्रदान करती रहती है।

इन्वर्टर का आइसोलेशन (Isolation of inverter)

एक और महत्त्वपूर्ण बात यह है कि मुख्य सप्लाई के उपस्थिति के दौरान इनवर्टर सेक्शन को अलग करना, यह कार्य चेंजओवर रिले के द्वारा किया जाता है। इनवर्टर साइड को सर्किट से अलग करने के लिए स्विचिंग ट्रांजिस्टर का उपयोग किया जाता है। यह स्विचिंग ट्रांजिस्टर शट डाउन पिन वोल्टेज ऑसिलेटर IC को नियंत्रित करता है, जब मुख्य सप्लाई उपलब्ध होता है, तो यह शट डाउन पिन वोल्टेज को उच्च रखता है।

एक बार शट डाउन पिन उच्च हो जाता है, तो ऑसिलेटर IC, MOSFET के लिए जनरेशन पल्स निकालना बंद कर देता है, जिसे MOSFEET ऑफ हो जाता है तथा इनवर्टर सेक्शन निष्क्रिय हो जाता है। जब मुख्य सप्लाई बंद हो जाता है, तो ट्रांजिस्टर द्वारा पिन वोल्टेज को जपरेटिंग गेट पल्स में बदल दिया जाता है।

इनवर्टर सेक्शन का ऑफ-लाइन तथा ऑन-लाइन UPS मेन्स ऑफ की स्थिति में एक जैसा व्यवहार करता है।

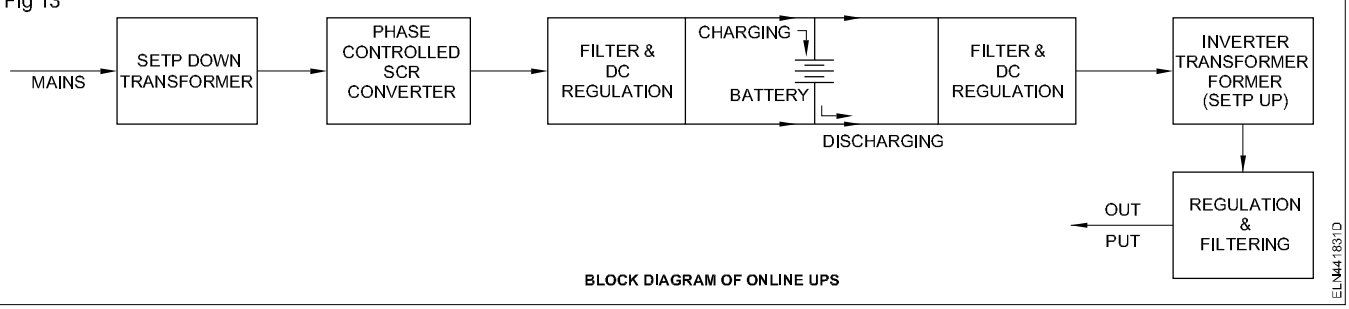
ऑफ-लाइन UPS में मेन्स डिले कैपेसिटर लगाया जाता है, यह मेन्स इनपुट वोल्टेज के शीघ्र परिवर्तन को रोकता है। यदि मेन्स की स्थिति जल्दी-जल्दी बदल रही है, तो UPS को वैकल्पिक रूप से बैटरी मोड और मेन्स मोड पर जल्दी-जल्दी ऑन-ऑफ करना होता है, चूँकि MOSFET इस तेजी से चलने वाली बदलाव को सहन कर सकता है, इसलिए यह जल जाती हे। इससे बचने के लिए मेन्स इनपुट में एक डिले कैपेसिटर (1Mf) संयोजित कर दिया जाता है, जितनी जल्दी मुख्य सप्लाई ऑटो कपलर को सेंस करता है, मेन्स ऑन इंडीकेशन दिखा देता है। कुछ सेकेण्ड बाद इस कैपेसिटर के कारण चेंज ओवर रिले मेन्स को परिणाम देता है। इस कैपेसिटर को हटाने से चेंज ओवर समय घट जाता है, लेकिन इससे MOSFET को नुकसान पहुँचता है।

ऑन-लाइन UPS (ON line UPS)

ऑन-लाइन UPS में इनवर्टर हमेशा लोड को सप्लाई प्रदान करता है। भले ही बिना बिजली के मुख्य पावर उपलब्ध हो या ना हो, लोड हमेशा इनवर्टर से जुड़ा रहता है, इसलिए इसमें कोई हस्तांतरण प्रक्रिया शामिल नहीं है। जब मुख्य सप्लाई उपस्थित होती है, तो इसे ठीक किया जाता है और और बैटरी के समांतर संयोजित किया जाता है। इसलिए सभी सप्लाई सिस्टम में बैटरी को अलग से लगाया जाता है, ताकि इनवर्टर हर लोड पर निरंतर आयाम की शुद्ध साइन-वेव देता रहे।

Fig 13 में ऑन-लाइन UPS का बेसिक ब्लॉक डायग्राम दिखाता है।

Fig 13



BLOCK DIAGRAM OF ONLINE UPS

ब्लॉक डायग्राम (Fig 13) में मेन्स इनपुट को निम्न स्तर तक नीचे लाया गया है, जो एक थायरिस्टर आधारित फेज कंट्रोल्ड AC से DC कनवर्टर को नियंत्रित करता है। तथा फायरिंग एंगल (α) को भी नियंत्रित करता है। PWM जो आमतौर पर बैटरी मोड में त्रिकोणीय/स्क्वायर वेव मॉडुलेशन करके पल्स चौड़ाई को बनाये रखता है तथा आउटपुट में फिल्टर किया गया सप्लाई देता है। PWM इनवर्टर को पावर रेटिंग के आधार पर (50Hz) फ्रीक्वेंसी तक स्विच किया जाता है और इसलिए इनवर्टर द्वारा लिए जाने DC करंट में स्विचिंग अवयव होंगे।

चार्जिंग करंट के साथ ही इनवर्टर में DC साइड करंट का हारमोनिक कम्पोनेंट भी बैट्री में प्रवाहित होता है। इस हारमोनिक का मान काफी अधिक होता है। जो बैट्री में अनावश्यक विकृति पैदा करती है। यह इस डिजाइन का एक प्रमुख नुकसान है। जो बैट्री के कार्य काल को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है।

जब मुख्य सप्लाई उपस्थित होता है, तो कनवर्टर के द्वारा लोड को पावर पहुँचता है तथा कनवर्टर से बैट्री और इनवर्टर में प्रवाहित होता है। इस प्रकार पावर का हबल रूपांतर होता है। इस प्रक्रिया में कनवर्टर इनवर्टर और दो लेवल शिफ्टिंग ट्रांसफार्मर बिजली को हानि करते हैं। इसलिए इस डिजाइन की दक्षता आफ लाइन डिजाइन से कम हैं।

एक अच्छे से डिजाइन किए गए कंट्रोल सिस्टम में बैट्री वोल्टेज को मापा जाता है और सेट फ्लोट वोल्टेज के साथ तुलना की जाती है। दोष को अनुपातिक कंट्रोल में फीड किया जाता है तथा फीड दोष, बैट्री में प्रवाहित होने वाली चार्जिंग करंट को तय करती है।

आन लाइन UPS के लिए चार्जिंग करंट का मान स्थिर होगा। अकसर यह पाया जाता है कि मुख्य सप्लाई उपस्थित होने पर भी बैट्री चार्ज मोड में यानि बैट्री मुख्य सप्लाई के साथ लोड करंट को साझा करती है। यह तब होता है, जब मुख्य सप्लाई वोल्टेज कम है, या आउटपुट में 75% से अधिक लोड जुड़ा है। बुस्ट प्रकार के पावर फैक्टर सुधारक परिपथ प्रयोग करके ON line UPS की दक्षता बढ़ाया जा सकता है।

लाभ (Advantages)

- स्थिर आउटपुट वोल्टेज (No AVR card) कम ज्यादा होने वाले वोल्टेज से मुक्त हैं।
- स्थिर चार्जिंग करंट।

हानियाँ (Disadvantages)

- डिजाइन में जटिल, कम दक्षता उच्च लागत आकार में बड़ा और बैट्री मे विकृति।

ON लाइन UPS के प्रीसेट (Presets of an ON-Line UPS)

आन लाइन UPS के प्रीसेट OFF लाइन UPS से भिन्न होते हैं।

ON-Line UPS प्रीसेट (ON-Line UPS presets)

आउटपुट हाई कट प्रीसेट (Output high cut preset): मान लीजिए PWM या फीड बैक सेक्शन में कोई विफलता है। आउटपुट वोल्टेज 300V AC से ऊपर बढ़ जाएगा। यह बढ़ा हुआ आउटपुट वोल्टेज आउटपुट लोड को नुकसान पहुँचाता है। इस आउटपुट को रोकने के लिए हाई कट प्रीसेट का उपयोग किया जाता है। जब आउटपुट वोल्टेज निर्धारित सीमा तक पहुँच जाता है। तो यह प्रीसेट आउटपुट को काट देता है। इस सीमा को सेट करने के लिए PWM आउटपुट वोल्टेज कंट्रोल प्रीसेट का उपयोग करके आउटपुट वोल्टेज को 265V पहुँचने तक बढ़ाया और इस आउटपुट को सेट करने के लिए आउटपुट हाई कट प्रीसेट को बंद किया।

इमरजेंसी लाइट (Emergency light)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **इमरजेंसी लाइन के ब्लॉक डायग्राम का वर्णन करना**
- **इमरजेंसी लाइट सर्किट डायग्राम और बैटरी चार्जिंग का वर्णन करना।**

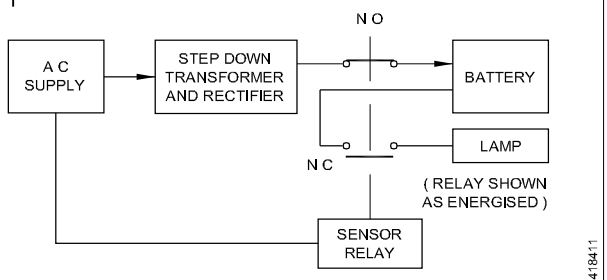
इमरजेंसी लाइट (Emergency light)

इमरजेंसी लाइट सिस्टम सामान्य रूप से सार्वजनिक भवनों, कार्य, स्थलों, आवासों आदि में प्रयोग किया जाता है। उद्योगों में इमरजेंसी लाइट का मुख्य कार्य निम्न है-

- ESCAPE मार्गों को सूचित करना। (बाहर जाने पर)
- फायर फाइटिंग उपकरणों के स्थिति को सूचित करना।
- फायर फाइटिंग उपकरणों के स्थिति को सूचित करना।

Fig 1 में इमरजेंसी लाइट का ब्लॉक डायग्राम दिखाया गया है। बैटरी के बिना ओवर चार्जिंग सुरक्षा के लिए या ट्रिकल चार्जिंग के लिए आधारभूत सर्किट के बारे में व्याख्या किया गया है। आधुनिक इमरजेंसी लाइट ये सुविधाएँ प्रदान करती है।

Fig 1



BLOCK DIAGRAM OF AN EMERGENCY LIGHT HAVING INCANDESCENT LAMP

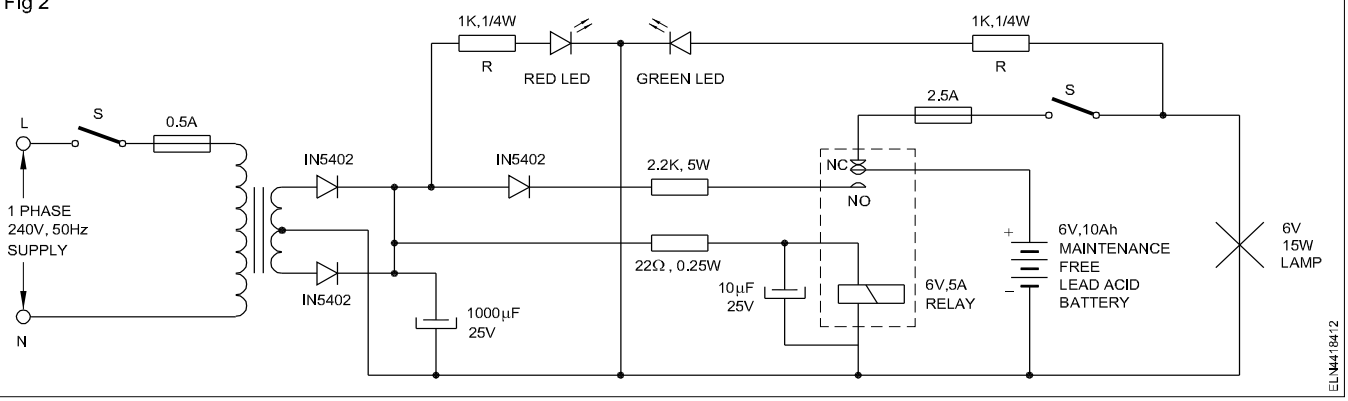
जैसा कि-ब्लॉक डायग्राम में दिखाया गया है-AC मेन सप्लाई को ट्रांसफार्मर में कनेक्ट किया गया है, फिर इसे सेंसर रिले कि माध्यम से बैटरी को चार्ज करने के लिए संयोजित किया गया है। एक लैम्प बैटरी सर्किट में रिले के माध्यम से जुड़ा है, जब AC सप्लाई की आपूर्ति बंद हो जाती है, तो रिले सामान्य रूप से NC कांटेक्ट के माध्यम से लैम्प सर्किट बैटरी से जुड़ा जाता है और लैम्प प्रकाशित होता है।

जब AC सप्लाई प्रदान की जाती है, तब बैटरी रिले के NO के माध्यम से बैटरी को चार्जिंग करंट प्रदान करता है। चार्जिंग करंट को सीरीज प्रतिरोध के माध्यम से नियंत्रित किया जाता है, इसमें 2.2 ओह्म प्रतिरोध 5 वाट प्रतिरोध, दो LED एक लाल एवं एक हरा सर्किट में Fig 2 के अनुसार लगाया गया है। जो AC सप्लाई के उपलब्धता और बैटरी के द्वारा लैम्प जलने को सूचित करता है।

DC आपूर्ति को सुचारू करने के लिए रेक्टीफायर सर्किट में 1000 µf कैपेसिटर का उपयोग किया जाता है और रिले ऑपरेशन की दक्षता बढ़ाने के लिए रिले के साथ 10 µf कैपेसिटर का उपयोग किया जाता है।

इमरजेंसी ट्यूब लाइट सर्किट (Emergency tube light circuit): इमरजेंसी लाइट जो एक साधारण इनकैंडीसेंट लैम्प से जुड़ी होती है, कम रोशनी देती है। अगर फ्लोरोसेंट लैक्प का उपयोग इमरजेंसी लाइट में किया जाता है, तो इससे कई गुना अधिक रोशनी मिलती है, इसलिए अधिकांश आपातकालीन रोशनी फ्लोरोसेंट ट्यूबलाइट के साथ जोड़ी जाती है।

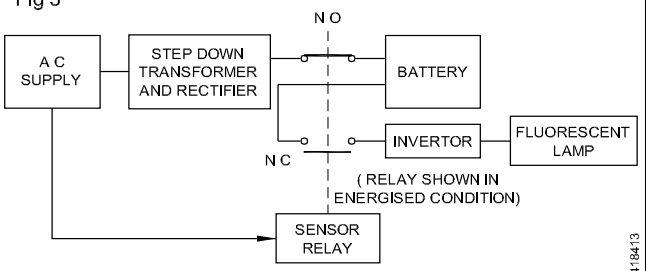
Fig 2



इनवर्टर सर्किट को साधारण इनकैंडीसेंट लैम्प के साथ जोड़ा जाता है, जिसका ब्लॉक डायग्राम (Fig 3) में दिखाया गया है। ट्यूबलाइट के संचालन के लिए हाई वोल्टेज की आवश्यकता पड़ती है। इनवर्टर का उपयोग DC सप्लाई को AC में बदलने के लिए किया जाता है और फिर इससे फ्लोरोसेंट ट्यूब को जोड़ा जाता है। इनवर्टर सर्किट सेंसर रिले के द्वारा बनाया जाता है, जब AC सप्लाई उपलब्ध नहीं होता या यो पावरफेल्योर के दौरान बैटरी वोल्टेज इनवर्टर को संचालित करता है, जिससे DC को AC में परिवर्तित किया जाता है और फ्लोरोसेंट ट्यूब को प्रकाशित करने के लिए हाई वोल्टेज प्रदान किया जाता है।

इनवर्टर मूल रूप से ट्रांजिस्टर ऑसिलेटर है जैसा Fig 4 में दिखाया गया है। वे लगभग 6.6 kHz की आवृत्ति पर दोलन करने के लिए बनाये जा सकते हैं। परिपथ की आवृत्ति को परिपथ में प्रतिरोध और केपेसिटर के

Fig 3



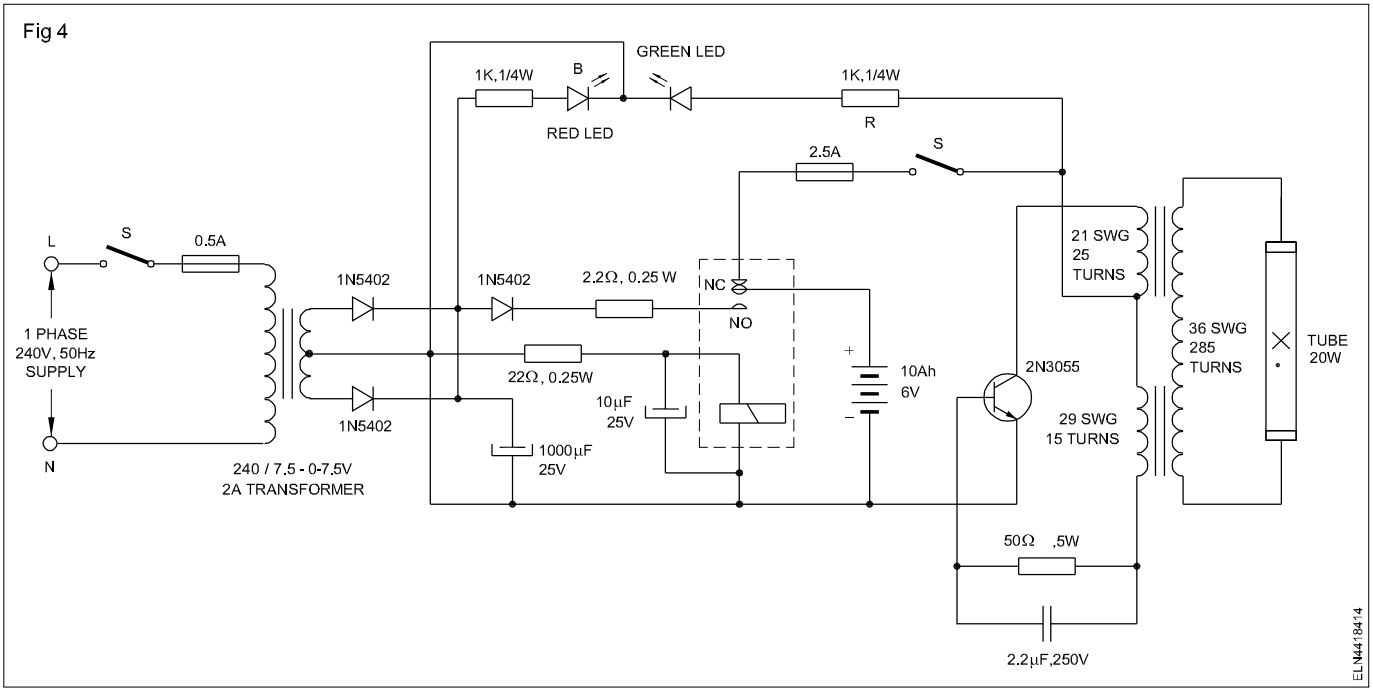
BLOCK DIAGRAM OF AN EMERGENCY LIGHT HAVING FLUORESCENT LAMP

मान को बदलकर बदला जा सकता है। जो ट्रांजिस्टर के आधार में जुड़ा होता है।

जब AC सप्लाई की आपूर्ति फिर से शुरू होती है तो सेंसर रिले चार्जिंग के लिए बैटरी टर्मिनलों को रेक्टिफाइड DC परिपथ से जोड़ता है तथा इनवर्टर सर्किट को रिले द्वारा परिपथ से अलग कर दिया जाता है।

अपने तापमान के भीतर पॉवर ट्रांजिस्टर के तापमान को बनाये रखने के लिए उचित मान हीटसिंग (heat sink) पॉवर ट्रांजिस्टर के साथ लगाया जाता है।

Fig 4



बैटरी चार्जर और इनवर्टर (Battery charger and inverter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ब्लॉक डायग्राम की सहायता से बैटरी चार्जर की कार्यविधि का वर्णन करना**
- **विभिन्न बैटरियों का मरम्मत, मान, चार्जिंग की प्रक्रिया की व्याख्या करना**
- **बैटरी चार्जिंग परिपथ तथा उसका ऑटोमेटिकली बंद होने की प्रक्रिया का व्याख्या करना**
- **ब्लॉक डायग्राम की सहायता से इनवर्टर के सिद्धांत का अध्ययन करना**
- **पॉवर इनवर्टर तथा इनपुट, आउटपुट वोल्टेज, आवृत्ति एवं पॉवर संबंध की व्याख्या करना।**

बैटरी चार्जर (Battery charger)

इनवर्टर UPS या जहाँ भी बैटरी का उपयोग किया जाता है बैटरी के उचित कार्य के लिए बैटरी का उचित चयन और रखरखाव बहुत आवश्यक है।

विभिन्न प्रकार के बैटरी विभिन्न कार्यों के लिए उपयोग किया जाता है। सभी का अपना-अपना लाभ तभा हानियाँ हैं।

सामान्यतः निम्न चार प्रकार के बैटरियों का उपयोग इनवर्टर सिस्टम तथा UPS में किया जाता है।

- ऑटोमोबाइल बैटरीज
- ट्यूबलर/औद्योगिक लैड एसिड बैटरीज
- सील्ड मेंटेनेंस फ्री बैटरीज (smf)
- निकिल कैडमियम बैटरीज

ऑटोमोबाइल बैटरीज (Automobile batteries)

इस प्रकार की बैटरियाँ आमतौर पर ऑटोमोबाइल सेक्टर, कार, ट्रक आदि में उपयोग की जाती है। यह अन्य बैट्रियों से सस्ता पड़ता है। इसमें कई सारे ड्रा बैंक होते हैं। जिनका उपयोग बैट्रियों को जोड़कर एक बड़े ड्रा बैक के रूप में होता है। फ्लोर चार्जर के दौरान लंबी अवधि में इसके द्वारा पॉजीटिव ग्रिड विकसित करके प्रदान करने पर बैकप समय कम हो जायेगा।

ऑटोमोबाइल लैड एसिड बैटरी की एक अच्छी गुणवत्ता का जीवन केवल 250-300 पूर्ण चार्ज/डिस्चार्ज साइकल है।

ट्यूबलर/औद्योगिक लैड एसिड बैटरी (Tubular/Industrial lead acid battery)

इस प्रकार के बैटरियों को अधिक दक्षता प्राप्त करने के लिए तैयार किया जाता है।

इस प्रकार आयु 1000 साइकल चार्ज/डिस्चार्ज से अधिक होती है। इस प्रकार की बैटरियों को नियमित रखरखाव की आवश्यकता होती है क्योंकि इन बैटरियों में एसिड की वजह से व्यवधान पैदा करने वाले गैस निकलती है और इसी कारण इन्हें कम्प्यूटर कमरों और अन्य AC कमरों में नहीं रखा जा सकता।

सील्ड मेंटनेंस फ्री (SMF) बैटरियाँ (Sealed maintenance free (SMF)batteries)

ये बैटरियाँ पूरी तरह से बंद होती हैं इसलिए इन्हें किसी भी तरह के नियमित रखरखाव की आवश्यकता नहीं है। इन बैटरियों के साथ किसी भी प्रकार का वेट एसिड या लैड पेस्ट बैटरी नहीं रखना चाहिए। यह आकार में छोटा होता है और इसे इनवर्टर के साथ AC रूम में रखा जा सकता है।

यह अन्य बैटरियों की तुलना में अधिक महंगा है तथा अन्य बैटरियों के तुलना में अधिक संवेदनशील है। अगर इस बैटरी का कार्यकायरी तापमान 40°C से अधिक होता है तो बैटरी की जीवन तथा उसकी क्षमता आधी हो जाती है।

निकिल कैडमियम बैटरीज (Nickel cadmium batteries)

बहुत ही महंगी बैटरियाँ हैं तथा इसका उपयोग भी भिन्न है। इनका उपयोग स्पेस सेंटर तथा न्यूक्लिअर साइंस में होता है। इनका निर्माण लंबी अवधि तक चलने के लिए किया जाता है।

बैटरी के रेटिंग (Rating of battery)

सामान्यतः बैटरियाँ 6V,12V,24V,48V, तथा 120V आदि में उपलब्ध होती हे। सामान्य रूप से 6 ,12 तथा 24 V की बैटरियाँ अधिक उपलब्ध होती हैं। बैटरियों की क्षमता को एम्पियर ऑवर (Ampere Hour(AH)) में लिया जाता है।

बैटरियों का बैकप समय उनकी एम्पियर ऑवर दक्षता पर निर्भर करती है। अधिक एम्पियर पावर क्षमता की बैटरी का बैकप समय भी अधिक होता है।

बैटरी का चार्जिंग (Charging of battery)

बैटरी का जीवन उसकी चार्जिंग करने की प्रक्रिया पर निर्भर होती है।

बैटरियों को चार्ज करने के लिए निम्न तीन प्रकार की विधियाँ प्रयोग की जाती हैं:-

- स्थिर वोल्टेज (Constant voltage)
- स्थिर करंट (Constant current)
- स्थिर वोल्टेज-स्थिर करंट (Constant voltages- constant current)

स्थिर वोल्टेज (Constant voltage)

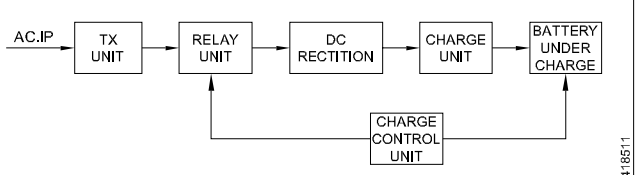
इस प्रकार की चार्जिंग प्रक्रिया सीरीज रेगुलेटर के साथ में SMF बैटरियों को चार्ज करने के लिए उपयोगी होता है परंतु ऑटोमेटिक एवं ट्यूबलर बैटरियों को चार्ज करने के लिए यह विधि उपयोगी नहीं है।

स्थिर करंट (Constant current)

इस प्रकार की चार्जिंग प्रक्रिया शंट रेगुलेटरों के साथ ऑटोमेटिक और ट्यूबलर/ औद्योगिक लैड एसिड बैटरी को चार्ज करने के लिए उपयोग की जाती है, परंतु यह SMF बैटरी को कनेक्ट करने पर ओवर चार्ज करके खराब कर सकती है।

बैटरी चार्जर की कार्य विधि को समझने के लिए एक सामान्य ब्लॉक आरेख (बैटरी चार्जर की) के माध्यम से व्याख्या की गई है। (Fig 1)

Fig 1



BLOCK DIAGRAM OF BATTERY CHARGER

ट्रांसफार्मर (Transformer)

मुख्य ट्रांसफार्मर प्राधमिक ऑटो-ट्रांसफार्मर के माध्यम से जुड़ा रहता है और रिले के माध्यम से ऑटो ट्रांसफार्मर को सप्लाई दी जाती है। एक स्वचालित चार्ज नियंत्रण सप्लाई हमेशा चार्ज कंट्रोल यूनिट ट्रांसफार्मर के प्राइमरी में मौजूद होती है।

रिले इकाई (Relay unit)

बैटरी की चार्जिंग के लिए आवश्यक DC इनपुट रिले यूनिट के द्वारा रेक्टिफाई DC सप्लाई दी जाती है। यह रिले यूनिट बैटरी के पूर्ण चार्ज होने पर इनवर्टर की AC सप्लाई आपूर्ति को भी बंद करता है।

डीसी रेक्टिफायर (DC rectifier)

यह रेक्टिफायर यूनिट हमेशा एक फुल वेव ब्रिज रेक्टिफायर होता है, जो अत्यधिक चार्जिंग करंट की पूर्ति करने में सक्षम होता है। इन परिपथों में अधिकांशतः उच्च करंट मेटल रेक्टिफायर का प्रयोग किया जाता है परंतु हाई करंट क्षमता की उपयोग के लिए सेमी कंडक्टर डायोड लगाया जाता है।

चार्जिंग इकाई (Charging unit)

यह दर्शाता है कि बैटरी के द्वारा चार्जिंग करंट लिया जा रहा है और यह ऑन-ऑफ स्विच के द्वारा नियंत्रित किया जाता है। बैटरी की चार्जिंग स्थिति को देखने के लिए एक परीक्षण स्विच दिया जाता है।

बैटरी सेक्शन (Battery section)

बैटरी को चार्जिंग करने के लिए हमेशा एक अच्छे वेंटिलेशन रूप में रखना चाहिए तथा उसके वेंट प्लग को आसानी से खोलकर उसके सेल्स के द्वारा संघनित गैसों को बाहर निकलने का रास्ता देना चाहिए।

चार्ज नियंत्रक इकाई (Charge control unit)

एक बार जब बैटरी पूर्ण चार्ज हो जाता है तब उसकी DC सप्लाई आपूर्ति ऑटोमेटिकली बंद हो जाती है। वोल्टेज सेंसिंग परिपथ AC इनपुट यूनिट को रेक्टिफायर यूनिट तक जाने के लिए कंट्रोल यूनिट को सक्षम बनाता है। जिससे चार्जिंग वोल्टेज बंद हो जाता है।

स्थिर वोल्टेज और स्थिर करंट (Constant voltage and constant current)

इस चार्जिंग प्रक्रिया के अधिक लाभ हैं यह प्रक्रिया ऑटोमोबाइल और ट्यूबलर/औद्योगिक लैड एसिड बैटरी तथा SMF बैटरी दोनों के लिए उपयोगी है। यह प्रक्रिया रेगुलेटेड चार्जिंग के माध्यम से बैटरी के जीवन को बढ़ाती है।

बैटरी के चार्जिंग प्रचालन (Charging operation of battery)

जब A.C सप्लाई की आपूर्ति चालू रहती है तथा रिले के द्वारा ऑटो-ट्रांसफार्मर टेपिंग के 0-240V टेपिंग के साथ मुख्य सप्लाई जुड़ा रहता है।

तब यह एक स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर की तरह कार्य करता है जिसकी प्राइमरी 0-240 V के साथ जुड़ा रहता है तथा सेकंडरी 12-0-12 V के साथ जुड़ा रहा है।

सेकेण्डरी से प्राप्त वोल्टेज बैटरियों को चार्ज करने में उपयोग किया जाता है।

ट्रिकल चार्जिंग (Trickle charging)

इनवर्टर में जब A.C मुख्य सप्लाई उपलब्ध रहता है तो बैटरी चार्ज होते रहता है। जब बैटरी पूर्ण चार्ज हो जाती है तब चार्जर ऑटोमेटिक बंद हो जाता है अगर पूर्ण चार्ज होने के उपरांत चार्जिंग बंद न हो तो बैटरी खराब हो सकती है।

ट्रिकल चार्जिंग एक विशेष चार्जिंग प्रक्रिया है जो बैटरी को हमेशा फूल चार्ज की स्थिति में रखता है तथा बैटरी स्थिर रूप से चार्ज होती रहती है। चार्जिंग की यह प्रक्रिया सामान्य चार्जिंग प्रक्रियाओं से एकदम भिन्न होती है। ट्रिकल चार्जिंग की स्थिति में सामान्य चार्जिंग की अवस्था से 100वाँ भाग करंट बैटरी को दी जाती है।

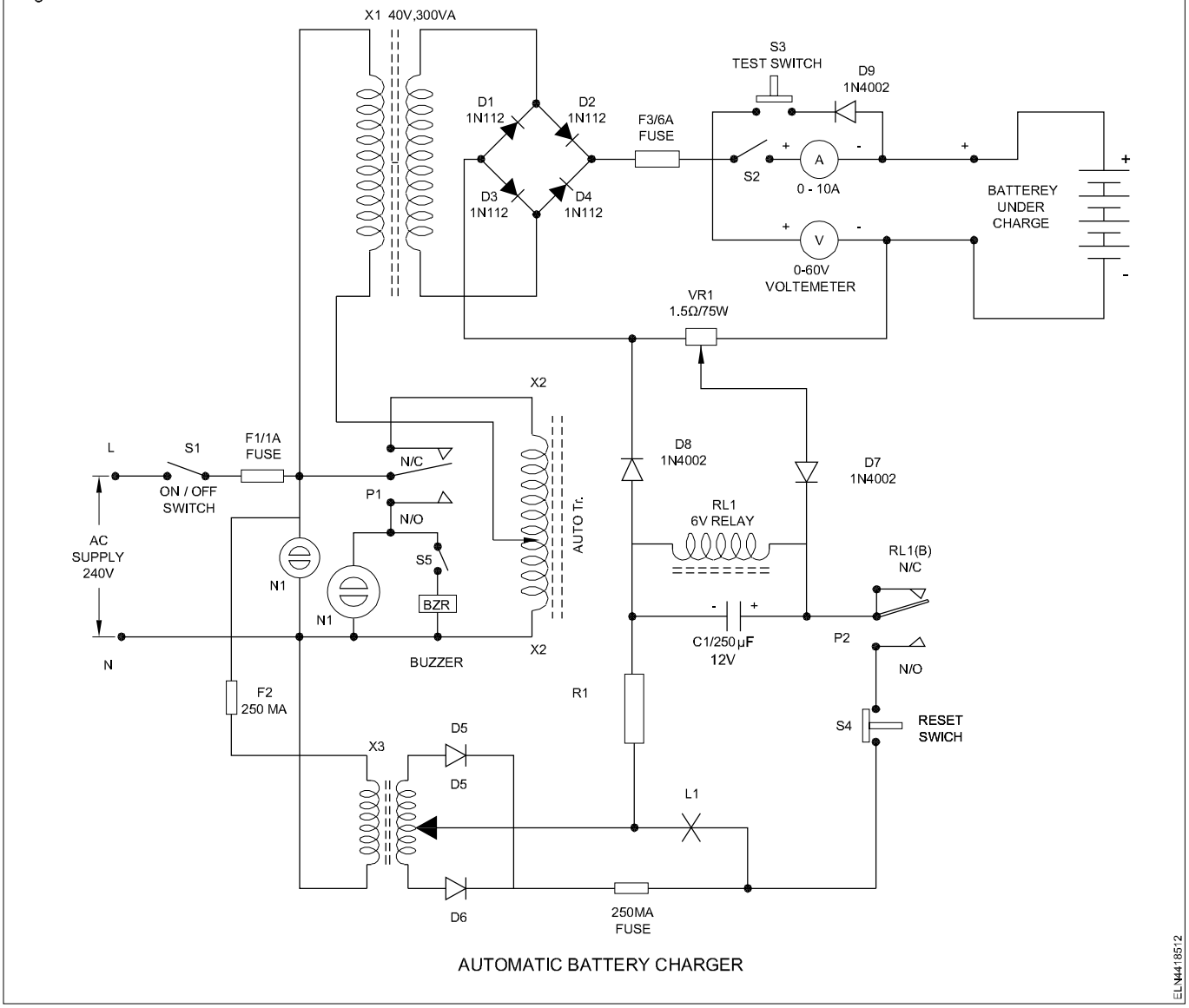
एक सामान्य बैटरी चार्जर (A Simple battery charger)

एक चार्जर से 6V,12V और 24V की बैटरी को उसके निर्धारित करंट मान पर चार्ज किया जाता है। इस परिपथ में बैटरी के ओवर चार्ज होने तथा रिवर्स पेलेरिटी होने आदि से सुरक्षा साधन दिया रहता है।

एक चार्जर में ऑटो-ट्रांसफार्मर X_2, से स्थिर करंट तथा वोल्टेज प्रदान करने का (Fig 2) में दिया गया है।

एक चार्जर ट्रांसफार्मर 'X_1' ऑटो ट्रांसफार्मर से जुड़ा हुआ है तथा X_1 का सेकेण्डरी फुल वेव ब्रिज रेक्टिफायर के द्वारा बैटरी को सप्लाई प्रदान कर रहा है इसमें बैटरी चार्जिंग के साथ अमीटर, वोल्टमीटर तथा पोटेन्सियल मीटर, वोल्टमीटर तथा पोटेस्यिल मीटर लगा हुआ है। (Fig 2)

Fig 2



एक स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर X_3 का उपयोग कट-ऑफ रिले को चार्जर परिपथ AC मुख्य सप्लाई की अनुपस्थित होने पर उत्तेजित (सक्रिय) अवस्था में रखने के लिए किया जाता है। RL_1 रिले का उपयोग AC मुख्य सप्लाई चार्जर परिपथ्ज्ञ से बंद करने के लिए किया जाता है। RL_1 रिले का पोल P_1 AC मुख्य सप्लाई से जुड़ी रहती है और पोल P_2 परिपथ को बंद करने के लिए लगा रहता है।

पोटेंशियोमीटर के सेंटर टेपिंग से रिले को सक्रिय किया जाता है जो इस तरह से लगाया जाता है कि सर्किट में विद्युत प्रवाह बढ़ जाता है फिर यह सक्रिय हो जाता है तथा पोल P_1 और P_2 सामान्य रूप से नारमली ओपन (NO) कांटेक्ट से जुड़े रहते हैं। जिसमें AC मुख्य सप्लाई का स्विच होता है।

परीक्षण स्विच S_3 बैटरी पोलेरिटी की जाँच करने के लिए जुड़ा रहता है। रेस्ट स्विच S_4 कोई दोष ओने पर चार्जर को सर्किट से अलग करने के लिए लगा रहता है। चार्जर को बंद करने के लिए स्विच 'S_1' मुख्य ऑन/ऑफ पाइंट पर लगा रहता है।

एक पूर्ण रूप से चार्ज लैड-एसिड बैटरी चार्ज अवस्था में 2.1v प्रति सेल में दिखाता है। यह 2.7V प्रति सेल तक बढ़ सकता है। बैटरी का आउटपुट वोल्टेज सेलों की संख्या को गुणा करने से प्राप्त होता है।

डिस्चार्ज की स्थिति में वोल्टेज 1.8V प्रति सेल होता है, बैटरी को इस अवस्था से अधिक डिस्चार्ज अवस्था में नहीं रखना चाहिए, नहीं तो उसके सेल्स पूर्ण रूप से खराब हो सकते हैं।

उदाहरण, एक 100AH (ampere hour) बैटरी बनाने के लिए 10 A चार्जिंग करंट 10 घंटे देने में पूर्ण चार्ज होगी तथा पूर्ण डिस्चार्ज करने के लिए 5A करंट 20 घंटे तक ले सकते हैं।

पूरी तरह से डिस्चार्ज की गई बैटरी को चार्ज होने के लिए लगभग 11/2 गुना अधिक करंट की आवश्यकता होती है यदि बैटरी लंबे समय से बंद हो या उपयोग में न हो तो भी परिपथ में से सामान्य करंट बहती रहेगी। इन बंद बैटरियों को पूर्ण चार्ज करने के लिए उच्च चार्ज वोल्टेज की आवश्यकता होगी।

बैटरी का परीक्षण करना (Checking of battery)

एक इलेक्ट्रोलाइट का आपेक्षिक घनत्व और एसिड स्तर वह बैटरी की स्थिति दर्शाता है कि उसे चार्जिंग की आवश्यकता है या नहीं।

हाइड्रोमीटर का उपयोग बैटरी का एसिड स्तर का परीक्षण करने में किया जाता है। हाइड्रोमीटर में 1100 से 1300 तक पैमाना अंकित रहता है, जब इसे बैटरी के अंदर डाला जाता है तब रीडींग

i) 1100 -1150 - सूचित करता है कि बैटरी का चार्जिंग (एसिड) स्तर कम है।

ii) 1200 -1250 - सूचित करता है कि बैटरी ठीक है।

iii) 1250 -1300 - सूचित करता है कि बैटरी की चार्जिंग स्तर अधिक है।

वोल्टेज परीक्षण (Voltage testing)

हाई रेटेड डिस्चार्ज टेस्टर से परीक्षण करने पर प्रत्येक सेल का वोल्टेज 2.1V होना चाहिए। यदि वह 1.8V से कम दर्शाता है तो वह सूचित करता है कि बैटरी पूर्ण रूप से डिस्चार्ज अवस्था में है। यदि वह 1.8V से भी कम होते जाता हैं तब बैटरी पूर्ण रूप से खराब या डेड अवस्था में है कहा जायेगा।

वोल्टेज परीक्षण करते समय हाई रेटेड डिस्चार्ज टेस्टर को अधिक समय तक लगाये नहीं रखना चाहिए अन्यथा यह बैटरी पर अत्यधिक लोड डालता है जिससे सेल पूर्ण रूप से डिस्चार्ज होने का खतरा रहता है।

यदि बैटरी के कंटेनर में इलेक्ट्रोलाइट का स्तर कम हो जाता है, तो उसे डिस्टिल वाटर से पूरा करना चाहिए। अलग से तैयार किया गया इलेक्ट्रोलाइट बैटरी में प्रयोग नहीं करना चहिए।

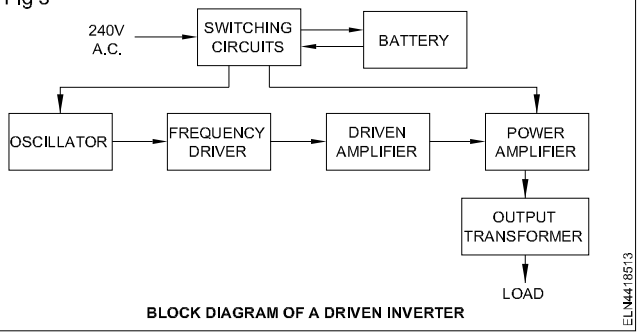
गर्मियों के समय में बैटरी के इलेक्ट्रोलाइट का स्तर की जाँच एवं पूर्ति प्रत्येक 15 दिन में करनी चाहिए।

इनवर्टर (Inverter)

यह एक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति है, जो एक सामान्य लैड एसिड बैटरी से D.C वोल्टेज लेकर बढ़ा हुआ AC वोल्टेज देती है जो कि घरों के सामान्य AC वोल्टेज के बराबर होता है।

यह इनर्वर के दोष के निवारण का पता लगाना जो साइन वेव आउटपुट प्रदान करता है या PWM (Pulse Width Modulation) तकनीक का उपयोग बहुत मुश्किल है। (Fig 3)

Fig 3



BLOCK DIAGRAM OF A DRIVEN INVERTER

स्विचिंग परिपथ (Switching circuits)

यह इनवर्टर का इनपुट स्टेज होता है। यह परिपथ अगले स्तर पर पावर सप्लाई करता है और बैटरी से जुड़ा रहता है। DC से प्राप्त DC सप्लाई को विभिन्न आवश्यकताओं के लिए स्विचिंग सर्किट में प्रयोग किया जाता है।

ऑसिलेटर (Oscillator)

यह एक इलेक्ट्रॉनिक सर्किट है, जो IC सर्किट या ट्रांजिस्टर सर्किट द्वारा ऑसोलेटिंग पल्स उत्पन्न करता है। यह ऑसिलेटर निरंतर पॉजिटिव व नेगेटिव पल्स उत्पन्न करते हैं, जो कि विशेष फ्रीक्वेंसी पर बैटरी से प्राप्त किया जाता हैं। ये सामान्यतः स्क्वायर वेव रूप में रहते हैं, इसलिए इन्हें स्क्वायर वेव इनवर्टर कहा जाता है।

एक 50Hz स्टेटिक इनवर्टर का पूर्ण सर्किट डायग्राम Fig 4 में दिखाया गया है।

इनवर्टर के ऑसिलेटर सेक्शन के नियंत्रण व ड्रिनर सेक्शन के नियंत्रण के लिए सिग्नल फ्रीक्वेंसी का उत्पादन के लिए एक IC सर्किट का उपयोग किया जाता है। प्राप्त ऑसिलेटिंग फ्रीक्वेंसी को पावर ट्रांजिस्टर या मॉसफेट का उपयोग करके एम्पलीफाइड पावर, हाई करंट के लिए प्राप्त किया जाता है। IC 7473 का उपयोग ड्रिवन ट्रांजिस्टर के फ्रीक्वेंसी को नियंत्रित करने और पावर एम्लीफिकेशन के लिए किया जाता है। (Fig 4)

दो समांतर जुड़े हुए पावर ट्रांजिस्टर T5, T6 और T7, T8 आउटपुट ट्रांसफार्मर के साथ जुड़े रहते हैं जिनका उपयोग एम्पलिफायर स्टेज में AC सप्लाई के कम स्तर को बढ़ाने, निर्धारित स्तर तक लाने में किया जाता है।

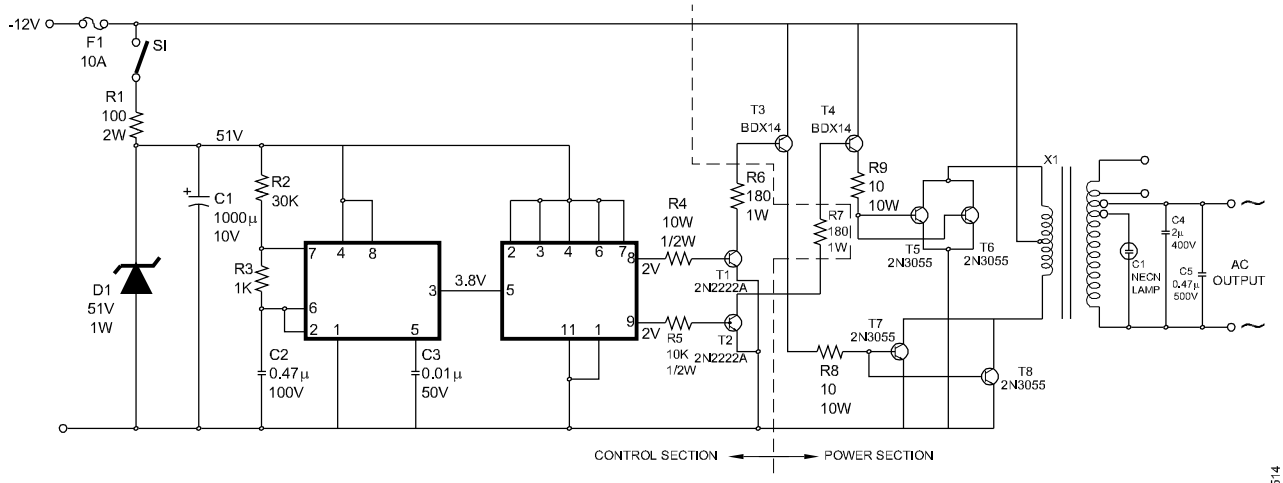
ट्रांसफार्मर का सेकेण्डरी आवश्यक AC 240V सप्लाई करता है। वोल्टेज प्रेरण की प्रक्रिया में जो ऑसिलेशन पैदा होता है, ट्रांसफार्मर वाइंडिंग को पार करने में सक्षम होता है।

इनवर्टर कोई पावर उत्पन्न नहीं करता हे, पावर तो DC स्रोत द्वारा उत्पन्न की जाती है। इनवर्टर को एक विश्वसनीय पावर स्रोत की आवश्यकता होती है, जो सिस्टम के निर्धारित पावर माँग को पूरा करने में सक्षम हो।

एक इनवर्टर स्क्वायर वेव उत्पन्न करता है, जिसे मॉडिफाई करके साइन वेव या पल्स साइन वेव या पल्स चौड़ाई मॉटुलेटेव वेव (PWM) बनाया जाता है। साइन वेव सर्किट के डिजाइन पर निर्भर करता है।

तीन से अधिक स्टेज वाले इनवर्टर जटिल एवं अधिक मूल्य के होते हैं। अधिक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति शुद्ध साइन वेव पर कार्य करते हैं। AC मोटर सीधे नॉन-सिनोसाइडल पावर पर कार्य करते हैं, अधिक ऊष्मा उत्पन्न करते हैं तथा उनका अलग-अलग स्पीड टॉर्क विशेषता होता है।

Fig 4



COMPELETE CIRCUIT DIAGRAM OF 50Hz STATIC INVERTER

स्टेबलाइजर, बैटरी चार्जर, इमरजेंसी लाइट, इनवर्टर और यूपीएस (Stabiliser, battery charger, emergency light, inverter and UPS)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **सामान्य रख-रखाव के लिए सावधानियों का अध्ययन करना**
- **ब्रेक डाउन मरम्मत के क्रम के पालन का वर्णन करना**
- **वोल्टेज स्टेबलाइजर, इमरजेंसी लाइट, बैटरी चार्जर, इनवर्टर व यूपीएस की मरम्मत करना**
- **समस्या निवारण चार्ट का विश्लेषण करना और समस्या को ढूँढना तथा उसका निवारण करना।**

दोष को मार्क करने के लिए फ्लो चार्ट और समस्या निवारण चार्ट का उपयोग (Use of flow chart and troubleshooting charts for fault location) : इस संबंध में Fig 1 में सर्किट डायग्राम दिया गया है। मुख्य तार, फ्यूल, रिले कांटेक्ट ऑटो ट्रांसफार्मर की वाइंडिंग आदि का कार्य, इलेक्ट्रॉनिक सर्किट और रिले क्वायल की जाँच के लिए टेस्ट लैम्प या सीरीज लैम्प या वोल्टमीटर का उपयोग करके आसानी से जाँच की जा सकती है। एक सीरीज लैम्प या टेस्ट लैम्प का उपयोग टेस्टिंग के लिए नहीं किया जाना चाहिए, क्योंकि ये टेस्टिंग के समय खराब हो सकते हैं।

दोष निवारण की विधि (Method of trouble shooting) : Fig 1 का संदर्भ लेते हुए हम पाते हैं कि-S_1, S_2 या DC वोल्टेज से नियंत्रिण वोल्टेज की अनुपस्थिति दोनों रिले की निष्क्रिय कर देगी और इसलिए इनपुट वोल्टेज की तुलना में उच्च आउटपुट वोल्टेज के परिणामस्वरूप बंद स्थिति में होगा। दोनों ट्रांजिस्टर खुले होने पर भी वही परिणाम प्राप्त होगा।

जब दो ट्रांजिस्टर शॉर्ट हैं-जैसे कलैक्टर और एमीटर शार्ट हैं या दोनों जिनर डायोड शॉर्ट है, तब रिले सक्रिय होता है। तब आउटपुट वोल्टज, इनपुट वोल्टेज से कम होगा।

जब सर्किट में से एक रिले कार्य नहीं कर रहा है, तो वह उपयुक्त कार्य नहीं कर पायेगा। जैसे कि बैक या बूस्ट फंक्शन अनुपस्थित रहेगा।

जब PCB पर लगे अवयव को खराब होने का संदेह होता है तो पहले सर्किट में सभी संभावित परीक्षणों से पता लगाया जाता है और फिर PCB से अवयव को तभी हटाया जायेगा जब बिल्कुल आवश्यक हो। यहाँ तक कि परीक्षण के अवयवों को हटाने से जितना संभव हो, कम करना चाहिए।

PCB से अवयवों को हटाते समय, PCB से अवयव की स्थिति, टमर्निल कनैक्शन और लगे हुए वायर का कनैक्शन ध्यान में रखना चाहिए, ताकि इलेक्ट्रीशियन उसे पुनः जोड़ने में सक्षम हो। यदि अवयवों को बदलते समय उसी मान का ही या समकक्ष मान का होना चाहिए, ताकि मरम्मत के बाद उपकरण सही काम कर सकें।

दोषनिवारक का चार्ट टेबल 1 में समस्या को दिखाता है-सेक्सशन, संभावित कारण तथा कार्यवाही के लिए आवश्यक हो सकता है, जिसके चरणबद्ध ऑटोमेटिक वोल्टेज स्टेबलाइजर आवश्यक है।

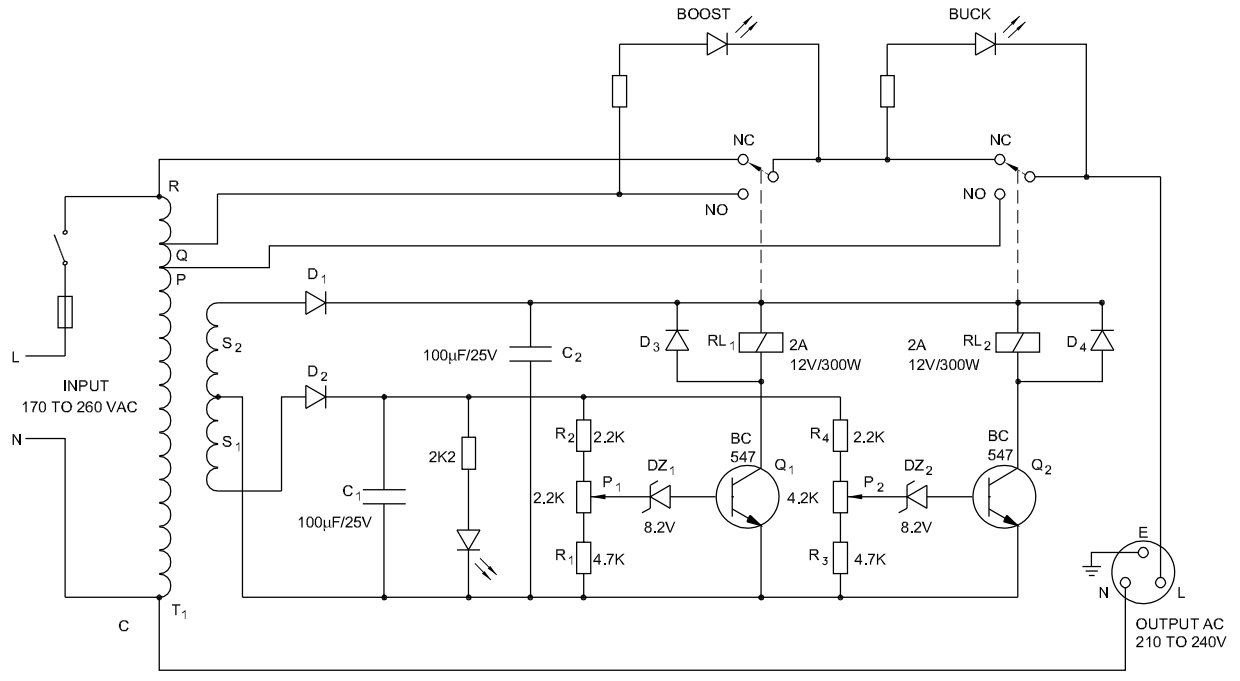


Fig 1

TYPICAL CIRCUIT DIAGRAM OF A STABILZER

निरोधक मरम्मत के लिए सामान्य सावधानियाँ (General precautions for preventive maintenance)

किसी उपकरण के मरम्मत के लिए संबंधित व्यक्ति का मशीन के बारे में कार्य का ज्ञान होना बहुत जरूरी है। उदाहरण के लिए स्टेबलाइजर के वोल्ट एम्पीयर रेटिंग का उपलब्ध होना मरम्मत में महत्त्वपूर्ण है। निम्न क्वालिटी, उपमानक अवयव का प्रयोग कभी नहीं करना चाहिए। ओवरलोड स्थिति में तापमान नियंत्रण के लिए उचित कदम उठाना चाहिए। मरम्मत किये जाने वाले उपकरणों का उचित प्रचालन क्रम और कार्य प्रणाली का पालन करना चाहिए।

ब्रेक डाउन रखरखाव के समय पालन किए जाने वाले चरण (Steps to follow break down maintenance)

ब्रेक डाउन कहीं भी किसी भी समय हो सकता है, इसलिए सभी उपकरणों के अच्छे से प्रचालित करने के लिए आवश्यक सावधानियाँ रखनी चाहिए। मशीनों के लगातार चलने के कारण कभी भी मरम्मत की आवश्यकता या मानव त्रुटि के कारण ब्रेक डाउन की स्थिति आ जाती है।

अगर किसी मशीन में ब्रेक डाउन अथवा मरम्मत की आवश्यकता है, तो उस उपकरण का पूर्ण रूप से अध्ययन करना जरूरी है, अच्छे परिणाम की प्राप्ति के लिए मशीन की मरम्मत अथवा सुधार के लिए हमेशा अधिक से अधिक व्यक्तियों की टीम रहनी चाहिए। संगठित और तुलनात्मक प्रयास से ही अच्छे परिणाम आते हैं। सभी सुझावों को महत्त्व देना चाहिए, अनुभवी विशेषज्ञों को प्राथमिकता देना चाहिए। मरम्मत एवं सुधार के लिए अच्छी सोच दृष्टि के साथ तैयार रहना चाहिए, अनुभवी सुधारकों के पास सभी पार्ट्स की उपलब्धता मशीन के संबंधित पूर्व रिकार्ड, डायग्राम एवं उपकरण का पुराना विवरण जैसे स्थापना दिनांक उपलब्ध रहने चाहिए। इसके अलावा सर्विस रिकार्ड और ब्रेक डाउन के साथ-साथ उसकी फ्रीक्वेंसी भी पता होनी चाहिए। वोल्टेज स्टेबलाइजर का दोष निवारण चार्ट नीचे दिया गया है।

टेबल 1

स्पेड ऑटोमेटिक स्टेबलाइजर का समस्या निवारक चार्ट

क्रं. सं.	समस्या	खराब हुए भाग	खराब होने के संभावित कारण	निवारण
1	आउटपुट सॉकेट में वोल्टेज नहीं आना	इनपुट का बंद होना या रिले का खराब होना	मेन कार्ड, स्विच, फ्यूज, ट्रांसफार्मर और रिले के कारण	भागों की पहचान कर सुधार करना अथवा बदलना
2	आउटपुट वोल्टेज अधिक मिल रहा है, वह नियंत्रित नियंत्रित नहीं हो रहा है	इलेक्ट्रॉनिक सर्किट या रिले	रेक्टीफायर, डायोड या जेनर डायोड का ओपन/शॉर्ट होना	खराब हुए भागों की पहचान करना एवं बदलना
3	आउटपुट वोल्टेज, इनपुट के बराबर प्राप्त हो रहा है। जो नियंत्रित नहीं हो रहा है	ट्रांसफार्मर या इलेक्ट्रॉनिक सर्किट	ट्रांजिस्टर या रिले कांटेक्ट का अलग होना या ट्रांसफार्मर लीड का आंशतः खुला होगा।	परीक्षण एवं बदलाव किया
4	आउटपुट वोल्टेज कम है। नियंत्रित नहीं हो रहा है।	इलेक्ट्रॉनिक सर्किट	जीनर डायोड अथवा ट्रांजिस्टर का शॉर्ट होना या प्रतिरोध का खुला होना।	परीक्षण एवं बदलाव किया
5	रिले का चटचटाना	इलेक्ट्रॉनिक सर्किट या रिले	लीकेज कैपेसिटर	बदलाव किया

UPS का समस्या निवारण (Trouble shooting of UPS)

UPS की समस्या निवारण एवं सुधार कठिन होता है, क्योंकि यह सर्किट इतने सारे कार्यों के साथ जटिल हैं। एक उचित विश्लेपण के साथ UPS की समस्या स्टेप-बाइ-स्टेप समस्या निवारण करना बहुत महत्त्वपूर्ण है। टेबल 2 में UPS की इस संबंध में समस्या निवारण चार्ट दिया गया है।

टेबल 2

UPS का निवारण चार्ट

क्रं.सं.	दोष	संभावित कारण	दोष निवारण
1	UPS, 240V AC मेन्स पर कार्य करता है परंतु बैट्री को प्रचालित नहीं करती	1 बैटरी फ्यूज जल गया है। 2 बैटरी डिस्चार्ज है।	1 बैटरी फ्यूज की जाँच करें यदि फ्यूज जल गया है। इसे बदले यदि यह ढीला है तो कसें।

क्रं.सं.	दोष	संभावित कारण	दोष निवारण
			2 बैटरी को पुनः आवेशित करें। ध्रुवता की भी जाँच करें।
2	जब UPS का स्विच ऑन किया जाता है, तो चार्जर ऑन नहीं होता	1 मुख्य आपूर्ति का फ्यूज जल सकता है, 2 चार्जर इनपुट फ्यूज जल सकता है।	1 यदि फ्यूज जल गया है, तो फ्यूज की जाँच करें। 2 बैटरी की ध्रुवता और स्थिति की जाँच करें। यदि गलत है, तो सही करें। 3 मुख्य आपूर्ति की जाँच करें यदि सटी तब रिले वायरिंग की जाँच करें। रिले क्वाहल की जाँच करें।
3	240V AC मुख्य आपूर्ति उपलब्ध नहीं है।	1 मुख्य आपूर्ति बंद है। 2 इनपुट AC आपूर्ति बहुत कम है। 3 इनपुट वायरिंग में ढ़ीला कनेक्शन है।	1 मुख्य आपूर्ति की जाँच करें। 2 वोल्टेज की जाँच करें। 3 डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड से आ रही वायरिंग के कनेक्शन को कसें।
4	DC वोल्टेज ठीक है, परंतु UPS DC अण्डर वोल्टेज दिखाता है, और ट्रीप हो जाता है	1 इनवर्टर फ्यूज जल गया है। 2 बैटरी कनेक्शन में धूल जमना या ढीला होना	1 फ्यूज बदलें। 2 कनेक्शन की जाँच करें।
5	जब UPS को बाहरी लोड के साथ ऑन किया जाता है, तो ऑन लोड पर DC अण्डर वोल्टेज सूचित करता है। कनेक्शन	1 लोड अत्यधिक है। 2 बैटरी टर्मीनल का ढीला 3 लोड में लघु अथवा अर्ष दोष	1 लोड की जाँच करें, लोड को धीरे बढ़ाएँ। 2 बैटरी की ध्रुवता की जाँच करें और कनेक्शन को कसें। 3 लोड परिपथ वायरिंग की जाँच करें।
6	जब AC मुख्य सप्लाई अनुपस्थित हैं, और UPS बैटरी से प्रचालित होता है, DC अण्डर वोल्टेज संकेतक ऑन हो जाता है।	1 बैटरी विरोवेशित है। 2 बैटरी टर्मीनल पर धूल जमी है, ढ़ीले कनेक्शन है।	1 बैटरी को पुनः आवेशित करें और बैटरी सर्किट में उचित करंट कैपेसिटी केबल का प्रयोग करें। 2 कनेक्शन की जाँच करें।
7	DC फ्यूज जल गया है,	1 ओवर लोड या शार्ट सर्किट	1 DC फ्यूज को बदलें। 2 लोड कम करें। यदि पावर ट्रांजिस्टर शार्ट या लिकेज है, तो उन्हें बदलें।
8	UPS ऑन नहीं होता है,	1 फ्यूज जलने के कारण सप्लाई बंद हो गई है या केबल टूटा हुआ है। 2 शर्ट सोल्डरिंग या डी सोल्डरिंग के लिए कंट्रोल कार्ड में DC सप्लाई नहीं है।	1 फ्यूज बदलें, केबल की जाँच करें। 2 ड्रार्ट सोल्डरिंग व डि सोल्डरिंग की जाँच करें एवं सही करें। 3 कंट्रोल कार्ड वायरिंग की जाँच करें।
9	पूर्ण लोड संयोजित होता है तो UPS ट्रिप हो जाता है।	1 ओवर लोड सेटिंग गलत है।	1 ओवर लोड सेटिंग को समायोजित करें, लोड के पावर खपत की जाँच करें और लोड को धीरे-धीरे बढ़ायें।

क्रं.सं.	दोष	संभावित कारण	दोष निवारण
10	UPS आउटपुट उच्च है।	1 फ्रीडबैक लूप में कुछ कनेक्शन टूट गया है। 2 कंट्रोल काड ठीक से कार्य नहीं कर रहा है। 3 उच्च वोल्टेज ऐसिंग में दोष है।	1 फीड बैक ट्रांसफार्मर वायरिंग की जाँच करें और पूर्व निर्धारित फीड बैक वोल्टेज को समायोजित करें। 2 कंट्रोल कार्ड की जाँच करें और बदलें 3 ओवरलोड सेंसिंग सर्किट की जाँच करें।
11	UPS बैटरी मोड पर ऑन नहीं होता हे।	1 मुख्य अर्थिंग ठीक से कार्य नहीं कर रहा है। 2 इंनवर्टर परिपथ में समस्या है।	1 अर्थ कनेक्शन की जाँच करें। 2 बैटरी, मासफेट, आसिलेक्टर सेक्शन ड्रायवर सेक्शन तथा आउटपुट सेक्शन की जाँच करें।
12	बैटरी वायर जल गया है।	1 रिले पाइंट आपस में जुड़ गए हैं।	1 रिले की जाँच करें अथवा बदलें।
13	चेंज ओवर समय उच्च हैं। चेंज ओवर के समय UPS से जुड़ा कम्प्यूटर रिबुट करता है।	1 ऑसिलेटर परिपथ की की जाँच करें।	1 ऑसिलेटर सेक्शन के IC और अन्य अवयवों की जाँच करें अथवा बदलें।
14	बैंक समय निम्न है।	1 मुख्य फील्टर कैपेसिटर में दोष है। 2 बैटरी में शार्ट सर्किट है अथवा डिस्चार्ज है।	1 कैपेसिटर की जाँच करें और बदलें। 2 बैटरी की जाँच करें यदि आवश्यक है तो बदलें।

बैटरी चार्जर में दोष-निवारण और एमर्जन्सि लाइट (Trouble shooting of battery charger and emergency light)

जैसा कि हम देखते हैं कि एक बैटरी चार्जर सर्किट UPS की तुलना में काफी सरल परिपथ होता है। बैटरी चार्जर का मख्य कार्य बैटरी को निर्धारित DC वोल्टेज प्रदान करना है। इस समय हम सिर्फ चार्जर सर्किट के दोष एवं उसके निवारक के बारे में चर्चा करेंगे। बैटरी की मरम्मत के बारे में इस चार्ट में चर्चा नहीं करेंगे।

Fig 1 में बैटरी चार्जर का सर्किट दिया गया है, जिसे नीचे दिए गए समस्या निवारक चार्ट के माध्यम से विश्लेषण करेंगे।

टेबल 3

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
1	चार्जिंग टर्मीनल पर DC वोल्टेज की अनुपस्थिति	1 दोष युक्त अमीटर (open circuit)	पुराना/अत्यधिक धारा	अमीटर को बदलें
		2 फ्यूज का जलना	अत्यधिक धारा	फ्यूज को बदलें
		3 दोषयुक्त रेक्टीफायर डायोड	पुराना/ओवरलोडिंग	सभी डायोडों को बदलें
		4 खराब ट्रांसफार्मर	पुराना/ओवरलोडिंग	ट्रांसफार्मर को बदलें
		5 खराब रिले कांटेक्ट	बार-बार बंद चालू करना	कांटेक्ट को बदलें
		6 खुला रिले क्वायल	अत्यधिक वोल्टेज/करंट	रिले को बदलें
		7 मुख्य फ्यूज का जल जाना	ओवर लोडिंग	फ्यूज को बदलें
		8 मीटर और बैटरी के मध्य कनेक्टिविटीन होमा	ढीला कनेक्शन	कनेक्शन को कसें
		9 खराब ऑटो ट्रांसफार्मर	ओवर लोडिंग	ट्रांसफार्मर को बदलें

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
2	लो टर्मीनल वोल्टेज	कोई एक डायोड का खराब होना खुला परिपथ	पुराना	चारों डायोडों की बदलें
		ट्रांसफार्मर के किसी भाग का शॉर्ट होना	अत्यधिक गर्म	ट्रांसफार्मर को बदलें
3	चार्जिंग वोल्टेज का स्वचालित बंद न होना	खराब पोटेंशियोमीटर	लंबे समय तक उपयोग	पोटेंशियोमीटर को बदलें
		ड्रायवर डायोड का खुला होना	पुराना	दो (D7) को बदलें
		इलेक्ट्रोलाइट कैपेसिटर का खराब होना	पुराना	कैपेसिटर (C_1) को बदलें
		खराब ब्लेडर रेजिस्टेंस	अत्यधिक धारा	रेजिस्टेंस (R_1) को समान मान से बदलें
		कंट्रोल सर्किट के रेक्टीफायर डायोड का खुला होना	पुराना अत्यधिक धारा	डायोड (D_5 & D_6) दोनों को बदलें
		ट्रांसफार्मर के LT वाइंडिंग का खुला होना	पुराना / अत्यधिक धारा	ट्रांसफार्मर (x_3) को बदलें
		LT फ्यूज का खुला होना	अत्यधिक धारा	फ्यूज (F_2) को बदलें
		खराब सहायक रिले टर्मिनल	बार-बार प्रचालन	कांटेक्ट RLI(B) को बदलें।
4	ओवर वोल्टेज के कट-ऑफ में अनियमितता	खराब पोटेंशियोमीटर ड्रायवर डायोड का शॉर्ट होना	डिस्क का ढीला संपर्क होना	पोटेंशियोमीटर (VP1) को नया बदलें
		रिले कांटेक्ट का ढीला होना	पुराना/अधिक धारा	डायोड (d7) को नया बदलें
		इलेक्ट्रोलाइटेक कैपेसिटर में लीकेज होना	कांटेक्ट का बार-बार प्रचालित होना पुराना	कांटेक्ट को बदलें इलेक्ट्रोलाइटिक कैपेसिटर को बदलें

टेबल 4

इमरजेंसी लाइट के लिए समस्या निवारण चार्ट

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
1	दोनों स्थिति में लैम्प का बंद रहना	ट्यूब का खराब होना	पुराना	ट्यूब लैम्प को बदलें
		इनवर्टर ट्रांसफार्मर का खराब होना	अधिक लोड/पुराना	इनवर्टर ट्रांसफार्मर को बदलें
		ड्रायवर का खराब होना	अधिक लोड/पुराना ट्रांजिस्टर	ट्रांजिस्टर (213055) को बदलें
2	AC सप्लाई के अनुपस्थिति में लैम्प का बुझ जाना	बैटरी का कम चार्जिंग/ खराब होना	पुराना	बैटरी को बदलें

सरल परिपथ के उपकरणों के मरम्मत की चर्चा की जा चुकी है। अन्य उपकरणों की मरम्मत के लिए अलग सर्किट तथा अलग समस्या निवारक चार्ट होते हैं। इनका आधारभूत सिद्धांत ब्लॉक डायग्राम में दिया रहता है। इसे हम उपकरणों के मरम्मत के लिए गाइडलाइन के रूप में ले सकते हैं।

इनवर्टर में दोष निवारण (Trouble shooting of inverter)

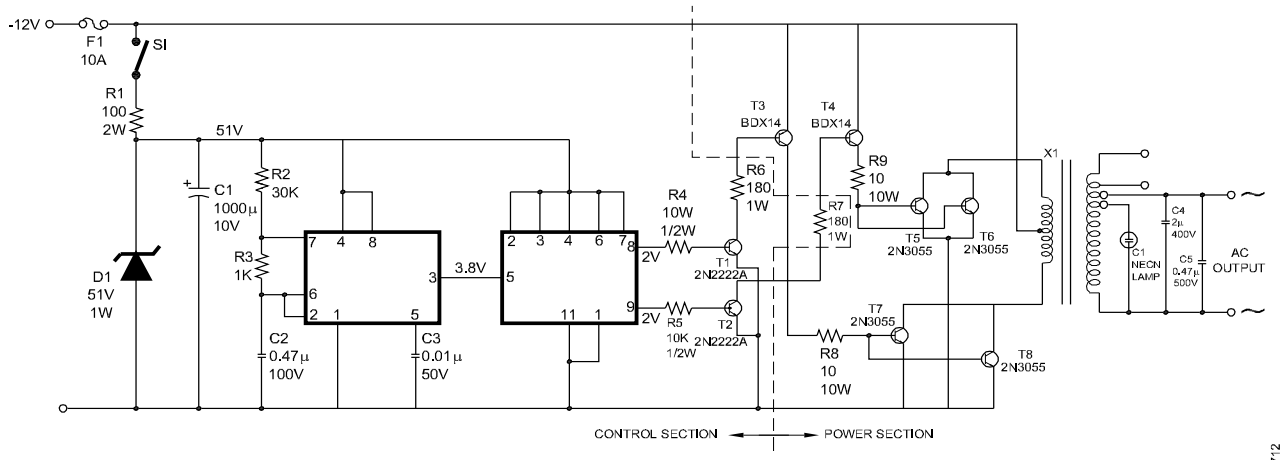
DC को AC में बदलने के लिए थोड़ा जटिल परिपथ होता है। इसमें ज्यादा प्रक्रियाएँ होती हैं, जैसे कि- स्विचिंग सर्किट, ऑसिलेटर सर्किट, पावर एम्पीफायर का कंट्रोल सर्किट, ड्रायवर और अंत में ट्रांसफार्मर के द्वारा

आउटपुट सर्किट। इसके अलावा एक फीडबैक आउटपुट ट्रांसफार्मर के द्वारा प्राप्त करना तथा दिये गये कंट्रोल सर्किट के द्वारा नियंत्रित करना होता है।

स्थिर आउटपुट पावर प्राप्त करने के लिए एक स्थिर DC स्रोत की आवश्यकता होती है, इसके लिए कनवर्टर सर्किट या बैटरी बहुत विश्वसनीय स्रोत है। DC से AC रूपांतरण में एक विशेष फ्रीक्वेंसी और निश्चित वेव में प्राप्त करना बहुत ही कठिन है।

टेबल 5 में दिए गए समस्या निवारक चार्ट की मदद से इनवर्टर सर्किट की दोषो का अन्वेषण करना (Fig 2 के अनुसार) है। Fig 2 में दिए गए 50Hz स्टेटि इनवर्टर सर्किट के हिसाब से दोष एवं समस्याओं की चर्चा करें।

Fig 2



COMPELETE CIRCUIT DIAGRAM OF 50Hz STATIC INVERTER

टेबल 5

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
1	आउटपुट का बंद हो जाना	- आउटपुट ट्रांसफार्मर	- ट्रांसफार्मर का खुला/शॉर्ट होना	ट्रांसफार्मर को सुधारना
		- DC स्रोत	- CT & ट्रांसफार्मर का खुला होना - बैटरी द्वाराDC नहीं प्राप्त होना - बैटरी का खराब होना	CT कनेक्शन को सुधारना बैटरी को बदलना
2	कम या अधिक आवृत्ति	- ऑसिलेटर IC (555)	- IC का खराब होना	IC को बदलें
		- कंट्रोल IC JK Flip-Flop	- खराब IC - IC में सप्लाई नहीं होना (सीरिज प्रतिरोध का खुला होना) - IC 555 से की लगे कैपेसिटर का शॉर्ट होना	IC को बदलें प्रतिरोध को बदलें खराब कैपेसिटर को चार्ज करें या बदलें
3	कम वोल्टेज की आवृत्ति	- ड्रायवर ट्रांजिस्टर	ड्रायवर ट्रांजिस्टर में दोष होना	ट्रांजिस्टर को आवेशित करें
		- पावर ट्रांजिस्टर (आउटपुट ट्रांजिस्टर)	पॉवर ट्रांजिस्टर में दोष होना आउटपुट ट्रांसफार्मर वाइडिंग के भागों में शार्ट दोष होना	पावर ट्रांजिस्टर को बदलें ट्रांसफार्मर दोष को सुधारें या ट्रांसफार्मर को बदलें
4	आउटपुट को बार-बार कट ऑफ होना	- बैटरी	- बैटरी की कम एम्पियर ऑवर क्षमता	बैटरी को बदलें
		- IC में दोष	- IC का अधिक गर्म होना	
		- पावर ट्रांजिस्टर में दोष	- पावर ट्रांजिस्टर का अधिक गर्म होना	IC की हीट सींक प्रदान करना ट्रांजिस्टर को हीट सींक प्रदान करना

घरेलू वायरिंग में इनवर्टर की स्थापना (Installation of inverter in domestic wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक इनवर्टर को स्थापित करते समय उसके मुख्य बिंदुओं को क्रमशः ध्यान में रखना**
- **इनवर्टर और बैटरी को स्थापित करने के लिए उचित स्थान के चयन का अध्ययन करना**
- **एक इनवर्टर तथा बैटरी को स्थापित करने की व्याख्या करना और उसके कार्यों की जाँच करना**
- **इनवर्टर के रेटिंग सरल गणनाओं का वर्णन करना।**

इनवर्टर को स्थापित करने के पूर्व ध्यान देने योग्य महत्त्वपूर्ण बिंदु (Important points to be considered before installing an inverter)

कई बार जब एक इनवर्टर ठीक तरह से काम नहीं करता, तब केवल उसके अनियमित स्थापना में ही दोष होता है, न कि-इनवर्टर में।

एक और मुख्य बिंदु जब हम एक इनवर्टर को लाइन से जोड़ते हैं, तो पूरे लोड को इनवर्टर के द्वारा देते हैं। जो कि सामान्यतः इनवर्टर के कैपेसिटी से 80% से ज्यादा नहीं होना चाहिए।

प्वाइंटों को इनवर्टर से जोड़ने के पहले, इनवर्टर में पूर्व के दिये गये लोड की गणना अवश्य कर लेनी चाहिए।

यदि ओवर लोड की स्थिति होती है, तब ओवरलोड सुरक्षा के कारण इनवर्टर आउटपुट बंद हो जाता है तथा लोड कम हो जाता है तब हमें रिसेट की को दबाना चाहिए। यदि इनवर्टर में ओवरलोड सुरक्षा नहीं दिया गया है, तो ब ओवरलोड के समय खराब हो सकता है, इनवर्टर की क्षमता से अधिक लोड होने के कारण।

इनवर्टर को स्थापित करने के लिए जगह का चुनाव (Selection of place for installation of inverter)

एक इनवर्टर को सप्लाई लाइन में जोड़ने से पहले उसे रखने के लिए एक सही जगह का चुनाव करना आवश्यक है। यह जगह आवश्यक रूप से एनर्जी मीटर के पास होना चाहिए तथा वहाँ पर एक ICDP स्विच तथा एक थ्री पिन सॉकेट मुख्य सप्लाई के साथ लगा हुआ होना चाहिए, जिससे इनवर्टर को मुख्य सप्लाई लाइन से जोड़ा जा सके, जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

इनवर्टर का स्थापना (Installation of inverter)

एक सही इनवर्टर के चयन के साथ-साथ उसमें स्थापित किया जाने वाले SMF (sealed free maintenance) बैटरी को एकत्रित करें एवं उनके उचित कार्यों की जाँच करें।

इनवर्टर के नजदीक में इनवर्टर बैटरी को रखें और बैटरी को इनवर्टर से जोड़ें। (Fig 1)

बैटरी को इनवर्टर के जितनी नजदीक हो सके, रखें। ताकि बैटरी टर्मीनल से इनवर्टर टर्मीनल को जोड़ने वाला वायर छोटा लगेगा तथा करंट की हानि भी कम होगी। यह सुनिश्चित कर लें कि बैटरी स्थापित करने से पहले पूर्ण आवेशित होना चाहिए।

बैटरी के पॉजिटिव टर्मीनल (लाल तार) को इनवर्टर से पॉजिटिव टर्मीनल से तथा बैटरी के नेगेटिव टर्मीनल (काला तार) को इनवर्टर के नेगेटिव टर्मीनल से जोड़ना चाहिए।

जब टर्मीनल को इनवर्टर टर्मीनल से जोड़ने के लिए इस विशेष ऑटो वायर्स का उपयोग करना चाहिए न कि कॉमन वायर जैसे कि '3/20' और 7/20 आदि। इन वायरों का उपयोग करने पर बैटरी टर्मीनल एवं इनवर्टर टर्मीनल में उचित कनेक्शन नहीं मिलता।

बैटरी के टर्मीनल को जोड़ने के बाद उस पर थोड़ा सा ग्रीस या वैसलीन लगा देना चाहिए, जो टर्मीनल के संक्षारण को रोकता है।

सभी कनेक्शन पूर्ण होने के बाद इनवर्टर के आउटपुट से पावर लोड लेने के लिए सॉकेट हो लगाना चाहिए। लोड लेने के लिए कॉपर का 1/18 तार उपयोग करना चाहिए। 3/20, 3/22 या 7/20 वार का उपयोग नहीं करना चाहिए, क्योंकि ये वायर घरों की वायरिंग में सामान्यतया प्रयोग होते हैं।

आउटपुट को इनर्वटर के फेज आउटपुट पिन पर सॉकेट लगाकर देना चाहिए और उस पर एक ऑन-ऑफ स्विच लगाना चाहिए। जैसा कि Fig 1 में दिया गया है।

न्यट्रल लाइन इनवर्टर आउटपुट एवं मेन्स आउटपुट के लिए एक ही होगा, इसलिए केवल एक फेज वायर ही इनवर्टर से सॉकेट द्वारा स्विचों में कनेक्ट किया जाता है।

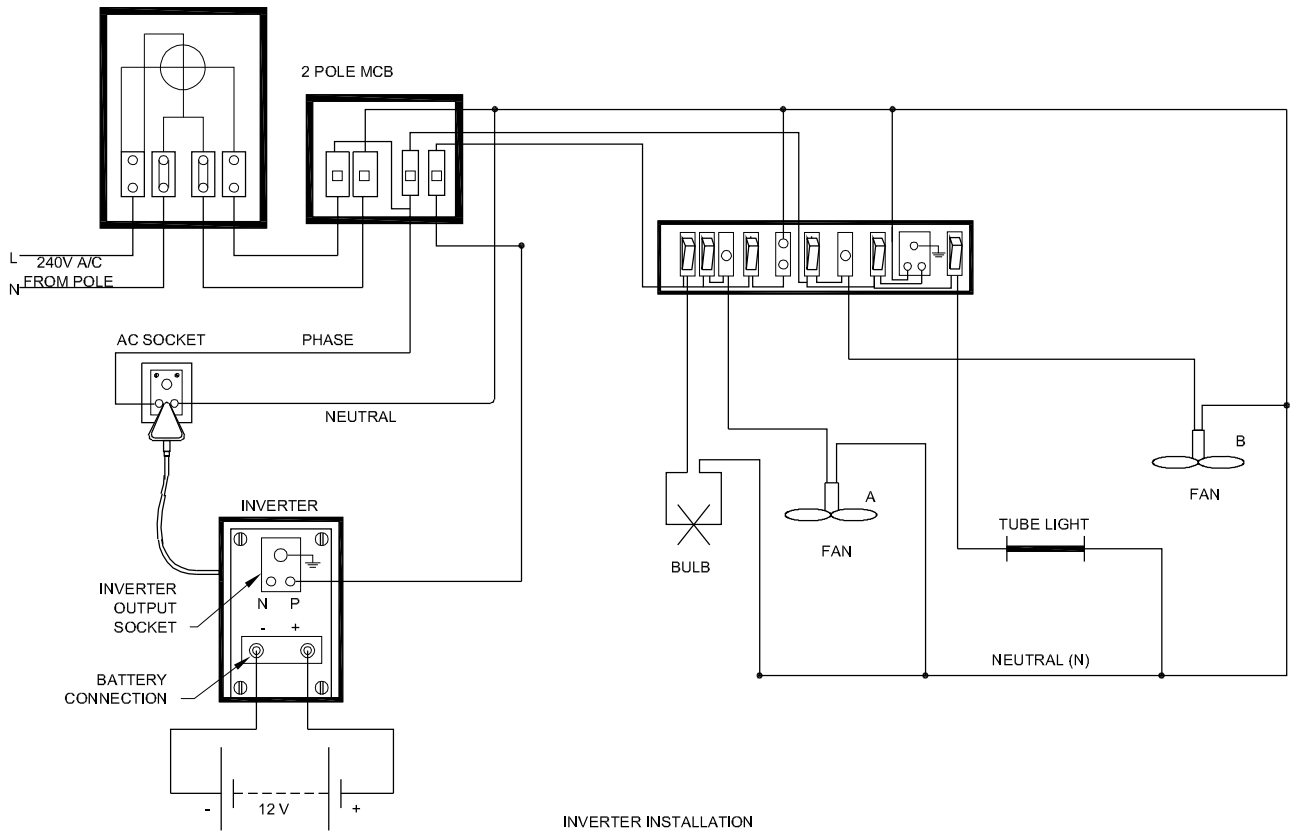
Fig 1 में इनवर्टर आउटपुट से एक बल्ब, एक पैसा और एक टू पिन (2 pin) आउटपुट सॉकेट से जोड़ा गया है, बाकि अन्य लोड को जैसे कि- ट्यूबलाइट, पंखा तथा 3 pin सॉकेट को सीधे A/C मुख्य सप्लाई दिया गया है।

2 pin सॉकेट से AC मुख्य सप्लाई ऑफ होने के दौरान बहुत ज्यादा लोड को नहीं जोड़ना चाहिए, उनके केवल छोटे लोड जैसे कि mosquito repeller आदि को जोड़ा जा सकता है।

जैसा कि Fig 1 में इनवर्टर से जुड़ा हुआ लोड की सप्लाई भी A.C मेन्स से मिलती है, इसलिए जब A.C मेन सप्लाई चालू रहेगा, उस समय अन्य उपकरणों को भी कार्य करने के लिए सप्लाई AC मेन सप्लाई से प्राप्त होगी क्योंकि ये लोड सीधे AC मेन सप्लाई से जुड़े हुए हैं।

परंतु A.C मुख्य सप्लाई बंद होने के समय, AC मुख्य सप्लाई से जुड़े हुए लोड (युक्ति) बंद हो जायेंगे। लेकिन जो लोड इनवर्टर आउटपुट से जुड़े हुए है, वह इनवर्टर सप्लाई से लगातार चलता रहेगा।

Fig 1



बाद में जब मुख्य सप्लाई वापस आती है, तो पुनः इनवर्टर के साथ लगे लोड A.C मुख्य सप्लाई पर कार्य करने लगते हैं, यह पूरी कार्यप्रणाली Fig 2 में दिखाई गई है।

इनवर्टर दर की गणना करना (Inverter rating calculation)

साधारणतः इनवर्टर 200w, 300w, 400w, 500w, 600w, 1000w, 1200w,1500w रेटिंग पर उपलब्धा है। इनवर्टर का मूल्य वॉटेज VA की क्षमता के अनुसार होती है। इनवर्टर खरीदने से पूर्व इसका अवश्य ध्यान रखना चाहिए।

पावर खपत की गणना (Calculation of power consumption)

वास्तविक शक्ति = आभापी शक्ति x पावर फैक्टर

।,

माना कि लोड - 2 ट्यूबलाइट,(ie) 2x40W = 80W

- 1 पंखा (ie) 1x60W = 60W

- 1 बल्ब (ie) 1x40W = 40W

Total load = 180 W

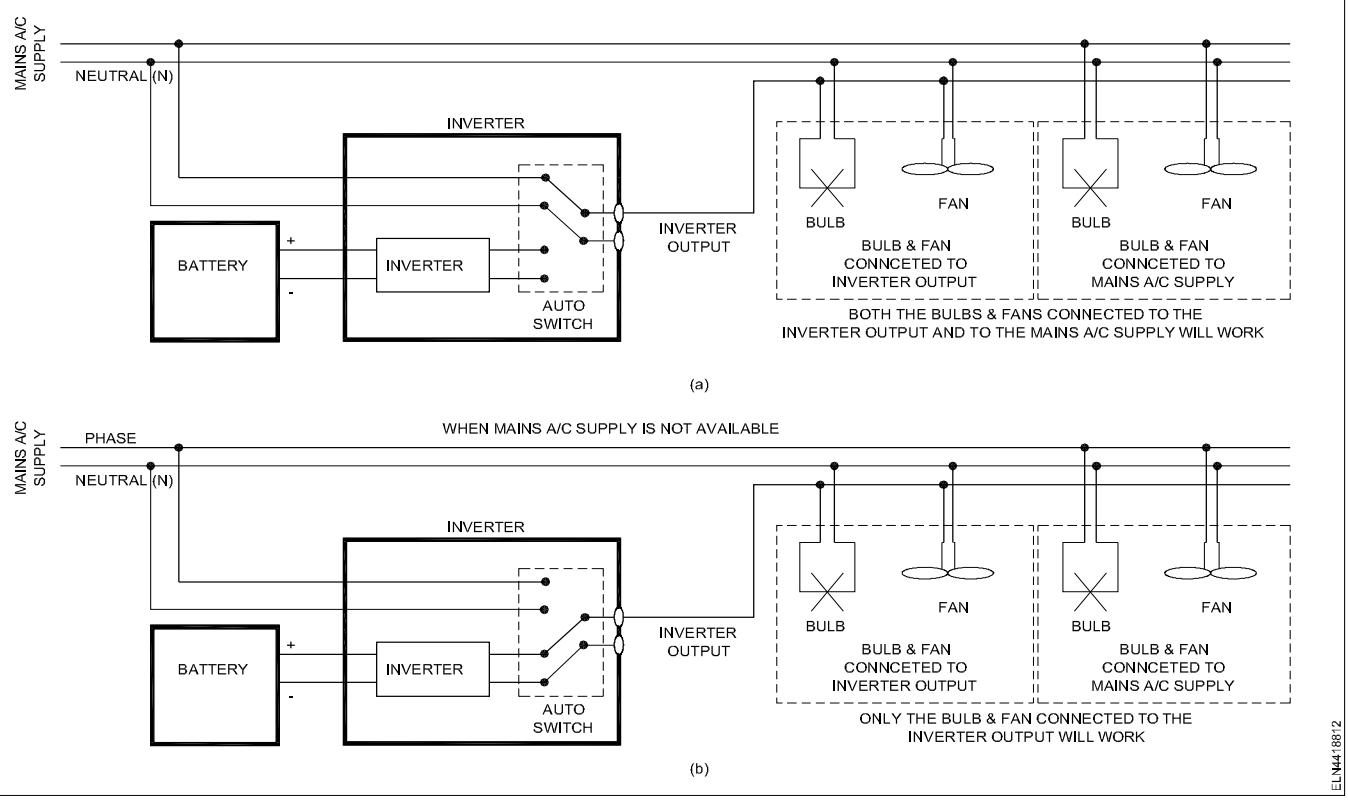
यदि कुल लोड 180W है, तो सुरक्षा की दृष्टि से 300W इनवर्टर का प्रयोग करना चाहिए।

इनवर्टर खरीदते समय हमेशा इस बात का अवश्य ध्यान रखना चाहिए कि भविष्य में घरों में प्रयोग होने वाले उपकरण बढ़ सकते हैं।

पावर खपत टेबल

युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
इनकैंडीसेंट बल्ब (B.C bulbs)	25W	20	40-00
इनकैंडीसेंट बल्ब	40W	32	25-00
इनकैंडीसेंट बल्ब	60W	48	16-40
इनकैंडीसेंट बल्ब	100W	80	10-00
फ्लोरोसेंट ट्यूब 61 cms	20W	16	50-00
फ्लोरोसेंट ट्यूब122 cms	40W	32	25-00
4 फीट नाइट लैम्प	15W	12	66-40

Fig 2



युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
मच्छर मारक	5W	4	200-00
पंखा	60W	48	16-40
एयर-कूलर	170W	136	5-50
एयर-कंडीशनर (1 to 1.5 टन)	1500W	1200	0-40
रेफ्रीजरेटर (165 लीटर)	225W	180	4-30
मिक्सर/ब्लेंडर/ जूसर	450W	360	2-15
टोस्टर	800W	640	1-15
हाट प्लेट	1000W	800	1-00
ओवन	1000W	800	1-00
इलेक्ट्रिक केतली	1000W	800	1-00
आयरन	450W	360	2-15
वाटर हीटर: (a) तत्काल गीजर 1.5 - 2 लीटर)	3000W	2400	0-20

युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
वाटर हीटर: (b) स्टोरेज प्रकार (10-12 लीटर)	2000W	1600	0-30
वाटर हीटर: (c) इमर्शन रॉड रॉड	1000W	800	1-00
वैक्यूम क्लीनर क्लीनर	700W	560	1-25
वाशिंग मशीन	325W	260	3-00
वाटर पम्प	750W	600	1-20
टेलीविजन (TV)	60W	48	16-00
रेडियो	15W	12	66-00
विडियो	40W	32	25-00
टेप रिकार्डर	20W	16	50-00
स्टिरियो सिस्टम	50W	40	20-00
PC कॉप.	120W	150	8-20

युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
PC/XT कॉप.	185W	230	5-25
PC/AT कॉप.	255W	320	3-55
386& उच्च कॉप.	320W	400	3-08
मोनो क्रोम मॉनिटर	44W	55	22-45
CGA मॉनिटर	64W	88	15-35
EGA मॉनिटर	80W	100	12-30
VGA मॉनिटर	120W	150	8-20
80-कॉलम डॉट मेट्रिक्स प्रिंटर	64W	80	15-40
160-240 cps प्रिंटर	100W	125	10-00
132- कॉलम डॉट मेट्रिक्स प्रिंटर	140W	175	7-08
इमेज राइटर II	80W	80	12-30
लेजर राइट प्लस	880W	1100	1-08
HP लेजर जेट प्रिंटर	840W	1050	1-11
एक्सटर्नल हार्ड डिस्क	80W	100	12-30
टेप बैक अप	140W	175	7-08

निवारक एवं ब्रेकडाउन मरम्मत (Preventive and breakdown maintenance)

निवारक रखरखाव (Preventive maintenance) : यह एक बड़ी मरम्मत के बजाय किसी उपकरण के प्रदर्शन और सुरक्षा को बेहतर बनाता है और इन जोखिमों को कम करने के लिए लगातार रखरखाव की आवश्यकता होती है। इससे सभी उपकरणों के प्रदर्शन में सुधार आता है। यह अनियोजित मरम्मत और अप्रत्याशित रखरखाव की आवश्कताओं से बचने में भी मदद करता है।

निवारक रखरखाव को आगे दो भागों में बाँटा गया है। वे हैं;

a सुनियोजित निवारक रखरखाव (Planned preventive maintenance and)

b अनियोजित निवारक रखरखाव (Unplanned preventive maintenance)

a सुनियोजित निवारक रखरखाव (Planned preventive maintenance)

यह सुनियोजित निवारक रखरखाव उपकरणों के गुणवत्ता को बढ़ाते हुएए उसके जीवनकाल को भी बढ़ती है तथा असमायिक रखरखाव एवं मूल्य को कम करती है। इसके निम्न लाभ हैं-

a अतिरिक्त समय के कारण होने वाली हानि को कम करती है।

b समस्याओं के जोखिम को कम करता है।

c मरम्मतों की संख्या में कमी करता है।

d छोटे मरम्मतों की समय-समय पर आवश्यकता पड़ती है।

e सभी उपकरणों को सुरक्षित एवं अच्छे स्थिति में रखते हैं।

f ये सुरक्षित एवं वातावरण मानक के होते हैं।

g ये कारीगत की सुरक्षा एवं स्वस्थ्य में सुधार करता है।

b अनियोजित निवारक रखरखाव

अनियोजित निवारक रखरखाव एक नियमित रखरखाव के कार्य के अलावा और कुछ नहीं है। उदाहरण के लिए सफाई, नट व बोल्टों को कसना रखरखाव के समान है। इसमें कोई पूर्व निर्धारित कार्य शामिल नहीं है। निम्नलिखित अनियोजित निवारक रखरखाव का ड्रा बैक है,

a सामग्री की कुल लागत को बढ़ाता है।

b जनशक्ति का अनियमित उपयोग।

c गुणवत्ता, मात्रा या उत्पादन की मात्रा की कोई गारंटी नहीं होती है।

d मशीन के स्थिति की कोई गारंटी नहीं होती है।

e समस्याओं में जोखिम बढ़ जाता है।

f उत्पादक एवं गुणवत्ता में अनचाही समस्याएँ आती है।

ब्रेकडाउन रखरखाव सामग्री या उपकरण को सुधारे जाने का एक रूप है, जो उपकरण या सामग्री की कार्यक्षमता व गुणों को खो देने के बाद किया जाता है।

ब्रेकडाउन रखरखाव उस रखरखाव के समान है, जो किसी उपकरण के टूट जाने या अनुप्रयोगी होने के बाद किया जाता है। यह सब ब्रेक एक ब्रेकडाउन रखरखाव ट्रिगर पर आधारित है।

ब्रेकडाउन रखरखाव की हानियाँ (Demerits of breakdown maintenance)

a उत्पादकता में हानि एवं व्यवसाय के अनिश्चितता

b मरम्मत के लिए अधिक खर्च

c सामानों एवं विशेषज्ञों की अनुपलब्धता

d दुर्घटना एवं वातावरणीय समस्या

e बड़ी दुर्घटना की वजह से जीवन हानि

f समय आधारित आपूर्ति से कच्चे माल की बर्बादी

एक सुनियोजित निवारक रखरखाव से मशीनों की असामयिक ब्रेकडाउन से बचा जा सकता है तथा उसकी गुणवत्ता, उत्पादकता एवं कम्पनी की मापदण्ड को बनाये रखने में सहायक होता है।

ऊर्जा के स्त्रोत - थर्मल पावर उत्पत्ति (Sources of energy - Thermal power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पारम्परिक एवं गैर-पारम्परिक ऊर्जा स्त्रोतों का अर्थ स्पष्ट करना**
- **ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोत बताना**
- **पावर उत्पत्ति में प्रयुक्त विभिन्न प्रकार के ईंधन के नाम बताना**
- **कूल एवं न्युकलियर आधारित थर्मल पावर स्टेशन के कार्य सिद्धांत को स्पष्ट करना**
- **थर्मल, डिज़ल और गैस टर्बाइन पावर उत्त्पत्ति के आरेखात्मक क्रम और संरचना को स्पष्ट करना।**

विद्युत उत्पादन का परिचय (Introduction of power generation)

विद्युत ऊर्जा का उत्पादन किसी देश की आर्थिक व्यवस्था के विकास की मूलभूत आवश्यकता है । प्रकृति में ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोत उपलब्ध हैं । इसमें विद्युत ऊर्जा अति महत्वपूर्ण है । आधुनिक समाज पूर्णतः विद्युत ऊर्जा पर निर्भर है । विद्युत का जीवन स्तर से घनिष्ठ संबंध है । ऊर्जा की प्रति व्यक्ति खपत लोगों के जीवन के स्तर का माप है ।

विद्युत ऊर्जा के लाभ (Sources of electrical energy)

विद्युत ऊर्जा प्रकृति में स्थित विभिन्न रूपों से उत्त्पन की जाती है, यह वांच्छनिय है कि ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोतों का पता लगाया जाए। विद्युत को उत्पन्न करने के विभिन्न स्त्रोत नीचे प्रकार हैं: :

i सूर्य (Sun)

ii पवन (Wind)

iii जल (Water)

iv ईंधन (Fuels)

v परमाणु ऊर्जा (Nuclear energy)

vi ज्वार (Tidal)

इन सभी स्त्रोतों में से, सौर्य और पवन ऊर्जा का उपयोग कुछ बातों के कारण सीमित है । वर्तमान में जल, ईंधन और परमाणु ऊर्जा विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए उपयोग में लिये जा रहे हैं।

i सौर्य (Sun) : सौर्य ऊर्जा का प्राथमिक ऊर्जा का स्त्रोत है। सूर्य द्वारा विकिरित गर्मी ऊर्जा संवेदकों के माध्यम से एक छोटे क्षेत्र पर केंद्रित हो सकती है। इस ऊष्मा का उपयोग वाष्प बनाने के लिए किया जाता है। और बिजली की ऊर्जा टर्बाइन अल्टरनेटर संयोजन की सहायता से तैयार की जा सकती है । सौर कौशिकाओं में से एक भी ऐसे तरीकों में से एक है जो कि वर्तमान दिनों में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करता है। ये विधि सीमित अनुप्रयोग है क्योंकि,

a इस संयंत्र को लगाने में ज्यादा क्षेत्र की आवश्यकता होती है। परन्तु विद्युत उत्पादन कम ही हो पाता है।

b ये रात में और बारिश के दिन में काम नहीं कर सकता है।

c ये विधि आर्थिक रूप से उचित नहीं होती।

ii पवन ऊर्जा (Wind) : इस विधि का उपयोग वहाँ किया जाता है जहाँ हवा का वेग तेज होता है । हवा का वेग पवन चक्कियों को घूमाता है जिससे जनेरेटर जुड़े होते है । एक पनव चक्की से विद्युत ऊर्जा को लगातार प्राप्त करने के लिए, जनरेटर को बैटरी की चार्ज करने की व्यवस्था की जाती है, बैटरी ऊर्जा की अपूर्ती बंद हवा में भी करती है । इसका लाभ ये है कि इसका रखरखाव और उत्पादन कीमत निगणय है । इसकी कमियाँ ये है कि ये अविश्धसनिय है क्योंकि हवा का दाब निश्चित नहीं होता और इसका उत्पादन कम ही होता है।

iv ईंधन (Fuels) : ऊर्जा के मुख्य स्त्रोत इंधन है । कोयला ोस ईंधन के रूप में, तेल तरल ईंधन और प्राकृतिक गैस, गैस के रूप में ईंधन है। ईंधन की ऊष्मीय ऊर्जा यांत्रिक ऊर्जा में उपयुक्त प्रमुख मूवर्स जैसे कि भाप इंजन, स्टीम टर्बाईन, आंतरिक दध्न इंजन आदि द्वारा परिवर्तित की जाती है । मुख्य प्रेरक एक वैकल्पिक यंत्र को चलाता है जो विद्युत ऊर्जा में यांत्रिक ऊर्जा को बदलता है । हालांकी, ईंधन ऊर्जा के अत्याधिक उपयोगी स्त्रोत है । पर दिन-प्रति-दिन इनका संग्रह खत्म होता जा रहा है ।

v परमाणु ऊर्जा (Nuclear energy) : द्वितीय विश्ध युद्ध के बाद यह पाया गया कि यूरेनियम और अन्य विखंडनीय सामग्रियों के संलयन से बड़ी मात्रा में ऊष्मीय ऊर्जा का प्राप्त होती है । अनुमान है कि 1Kg परमाणु ईंधन द्वारा निर्मित ऊष्मीय ऊर्जा 27,50,000 kg कोयले के बराबर ऊर्जा उत्पादन करता है । परमाणु विखंडन के कारण प्राप्त ऊष्मा को माप उत्पादन के लिए किया जाता है । माप से स्टीम टर्बाईन चलाया जाता है। अतः टर्बाइन द्वारा अल्टरनेटर को यांत्रिक ऊर्जा दे कर विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जाती है ।

ऊर्जा स्त्रोतों की तुलना (Comparision of energy sources)

विद्युत ऊर्जा उत्पादन के मुख्य स्त्रोत, जल, ईंधन परमाणु है । नीचे टेबल 1 में इन सभी की तुलना की गई है

टेबल 1

क्र.सं.	शर्त	वाटर पावर	ईंधन	नाभिकीय ऊर्जा
1	आरंभिक कीमत	उच्च	निम्न	उच्चतम
2	चलाने की कीमत	कम	उच्च	सबसे कम
3	आरक्षित	स्थायी	रिक्त होने योग्य	रिक्त नहीं होता
4	स्वच्छता	सबसे स्वच्छ	सबसे गंदा	साफ
5	सरलता	सरलतम	जटिल	सर्वाधिक जटिल
6	विश्वसनीयता	सर्वाधिक विश्वसनीय	कम विश्वसनीय	अधिक विश्वसनीय

विद्युत उत्पादन में प्रयुक्त ईंधनों के प्रकार (Types of fuels used for power generaitons)

ईंधन को तीन वर्गों में बाँटा गया है ;

1 ठोस ईंधन (Solid fuels)

2 द्रव ईंधन (Liquid fuels)

3 गैस ईंधन (Gaseous fuels)

ठोस ईंधन (Solid Fuels)

इसे और वर्गीकृत करते हैं :

a प्राकृतिक ठोस ईंधन (Natural solid fuel)

b अप्राकृतिक ठोस ईंधन (Artifical soild fuel)

प्राकृतिक ठोस ईंधन के अंतर्गत लकड़ी और विभिन्न प्रकार के कोयला उत्पाद अति है । वही चारकोल कोक और पलवराईज ईंधन अप्राकृतिक ोस ईंधन के प्रकार है ।

द्रव ईंधन (Liquid Fuels)

यह भाप के उत्पादन के लिए कोयले की जगह ले सकता है । प्रमुख तरल ईंधन में पेट्रोलियम आता है । निम्न लिखित को थी द्रव ईंधन कहा जाता है:

1 गैसोलिन (Gasoline (Petrol))

2 कैरोसिन (Kerosene)

3 गैस ऑइल (Gas oil)

4 डीजल (Diesel)

गैसीय ईंधन (Gaseous Fuels)

इस ईंधन को निम्न वर्गों में बाँटा गया है ।

1 प्राकृतिक गैस (Natural Gas) - यह धरती से प्राप्त होती है । इसे कुँआ खोद कर पम्प से निकाला जाता है ।

2 प्रोड्यूसर गैस (Producer Gas) - यह CO और H_2 का मिश्रण होती है । इसमें कुछ अंश CO_2 का भी होता है ।

3 अन्य गैसे (By product gases) - ये गैस ब्लास्ट फर्नेस और को ओवन से प्राप्त होती है ।

तरल (द्रव) ईंधन के लाभ और हानियाँ (Advantages and disadvantages of liquid fuel)

लाभ (Advantages)

i इस संयंत्र की डिजाइन और ले आऊट सरल होता है । इसे लगाने में ज्यादा जगह की आवश्यकता भी नहीं होती है । इसमें साथ लगाने वाले सहायक यंत्रों की संख्या भी कम और आकार में छोटी होती है ।

ii इसे शुरू करने में कम समय लगता है और कम समय में ही इसमें लोड़ डाल सकते है ।

iii इसमें नुकसान का खतरा नहीं होता है ।

iv इसकी कीमत कोयले की अपेक्षा कम पड़ती है ।

v कोयले की अपेक्षा इसकी थर्मल दक्षता अधिक होती है ।

vi कम ऑपरेटिंग स्टाफ की आवश्यकता होती है ।

हानियाँ (Disadvantages)

i क्योंकि संपूर्ण संयत्र ईंधन से चलाया जाता है और द्रव ईंधन जैसे पेट्रोल, डीजल की कीम ज्यादा है । ये महंगा होता जा रहा है ।

ii इससे केवल निम्न पॉवर जनेरेट हो रहा है ।

ठोस ईंधन के लाभ और हानियाँ (Advantage and disadvantage of solid fuel) :-

लाभ (Advantages)

i उपयुक्त ईंधन (कोयला) सस्ता होता है ।

ii कोयले का साइट तक ट्रेन या रोड से पहुँचाया जाता है ।

iii जल-विद्युत परियोजना की अप्रेक्षा कम जगह लेता है ।

iv इसकी कीमत डीजल से कम होती है ।

हानियाँ (Disadvantages)

i इसके जलने से धूँआ निकलता है जो पर्यावरण के लिए नुकसानदायक है ।

ii इसकी प्रबंधन कीमत अधिक होती है ।

विद्युत ऊर्जा उत्पादन के प्रकार (Types of electrical power generation)

मूल रूप से विद्युत उत्पादन के दो प्रकार है :

a पारम्परिक विद्युत उत्पादन (Conventional power generation)

पारम्परिक विद्युत उत्पादन ऊर्जा के गौर नवीकरणीय स्त्रोत जैसे कि जल, थर्मल और परमाणु आदि तरीको के माध्यम से विद्युत उत्पादन को पारंपरिक विद्युत उत्पादन कहा जाता है ।

b गैर-परंपरागत (पारंपरिक) विद्युत उत्पादन (Non conventional power generation)

नवीकरमीय ऊर्जा स्त्रोतों जैसे पवन, ज्वार, सौर्य आदि से जब विद्युत ऊर्जा का उत्पादन किया जाता है तो इसे गैर-परंपरागत विद्युत उत्पादन कहते है।

उत्पादन स्टेशन (Generating stations)

बल्क (अधिक) इलेक्ट्रिक पावर का उत्पादन विशेष प्लांट द्वारा किया जाता है । जिसे पॉवर प्लांट या उत्पादन स्टेशन कहते है । इसमें एक जनेरेटर के साथ एक प्रमूवर को कपल करके विद्युत उत्पादन किया जाता है । उत्पादित विद्युत पॉवर को आगे संप्रेषण और वितरण द्वारा उपभोक्ता तक पहुँचाया जाता है ।

उत्पादन स्टेशनों का वर्गीकरम उसमें किसी ऊर्जा के उपयोग से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न हो रही है इस आधार पर होता है :

1 स्टीम पॉवर स्टेशन/धर्मल पॉवर स्टेशन

2 हाइड्रो - इलैक्ट्रिक पॉवर स्टेशन (जल-विद्युत परियोजना)

3 डीजल पॉवर स्टेशन

4 परमाणु पॉवर स्टेशन

5 गैस-टर्बाईन पॉवर स्टेशन

1 थर्मल पॉवर स्टेशन (Thermal /steam power station)

ऐसा जनरेटिंग स्टेशन जहाँ कोयले को जला का जो ऊष्मा मिलती है । (उससे भाव बनाकर) उससे विद्युत ऊर्जा बनाई जाती ही, स्टीम पॉवर स्टेशन कहलाता है । (steam power station)

यहाँ जनरेशन दो चरणों में होता है (i) बॉयलर हाऊज में स्टीम बनाते हैं (ii) जनेरेटर रूम में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करके ।

बॉयलर में पानी को कोयला जला कर भाप बनाते है । भाप को सुपर-हीटर में अधिक प्रेशर में लाकर, टर्बाइन की ब्लेड पर से गुजरते है, तो टर्बाइन घुमता है । अतः जेनरेटर में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है ।

जेनेरेशन रूप में टर्बाइन एक प्रामूवर जैसा कार्य करता है । ये अल्टरनेटर को घूमाता है । अल्टरनेटर यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है । अल्टरनेटर को सर्किट ब्रेकर और फिर बस बार से जोड़ा जाता है ।

इस प्रकार के पॉवर प्लांट उस स्थान पर ही लगाए जा सकते है, जहाँ पानी और कोयले की आपूर्ती हो सके । इसकी आपूर्ती से अधिक विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा सकती है ।

2 हाइड्रो-इलैक्ट्रिक पॉवर स्टेशन (Hydro - electric power station)

ऐसा पॉवर स्टेशन जहाँ पानी की स्थितिज ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है । उसे हाइड्रो इलेक्ट्रिक पॉवर स्टेशन कहते है ।

जल ऊर्जा एक बड़ा स्त्रोत है । जल दो तरह की ऊर्जा रखता है । बहते पानी में गतिज ऊर्जा (kinetic energy) और हरे हुए पानी में स्थितिज ऊर्जा (potential energy) होती है । पानी को डेम बनाकर एकत्रित किया जाता है । और ऊँचाई से जब उसे टर्बाइन की ब्लेड पर गिराते है । तो टर्बाइन तेजी से घूमता है । और टर्बाइन अल्टरनेटर या प्रमूबर होता है । इस प्रकार हाइड्रोपॉवर प्लांट में बिजली बनती है । इस प्रकार के प्लांट में शुरूवाती दौर में खर्च व मेहनत ज्यादा होती है । बाँधा और अन्य में अधिक क्षेत्र व मजदूरी की आवश्यकता पड़ती है । परन्तु इसका विद्युत उत्पादन अधिक होता है । इसलिए अधिक रूप इस विधि को अच्छा माना जाता है ।

3 परमाणु ऊर्जा स्टेशन (Nuclear Power Station)

इस पॉवर स्टेशन में परमाणु ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा बनाई जाती है ।

परमाणु ऊर्जा, यूरनियम जैसे रेडियोधर्मी पदार्थ के संलयन से प्राप्त ऊर्जा को कहा जाता है । इस संलयन से प्राप्त ऊष्मा से भापा बनाई जाती है और इस भाप को अधिक प्रेशर से टर्बाइन पर डालते है । अंततः टर्बाइन जनेरेटर को घूमाता है और विद्युत ऊर्जा प्राप्त होती है । इस पॉवर स्टेशन में यूरोनियम और थरोरियम जैसे रेडियोधर्मी पदार्थ उपयोग में लाये जाते है । अनुमानित, तौर पर 1Kg परमाणु ईंधन से जितनी ऊष्मा मिलती है उतनी ही ऊर्जा 27,50,000 kg कोयला जलाने पर मिलती है । परमाणु ऊर्जा का अधिक उपयोग इसलिए भी किया जा रहा है क्योंकि अब धरती में कोयला और पेट्रोल का अस्तित्व खत्म होने की कगार पर है ।

4 गैर-परंपरागत ऊर्जा (Non conventional energy)

यह स्पष्ट है कि जीवाशम ईंधन पर उपलब्ध सभी ऊर्जा संसाधनों की उपलब्धता में सीमाएँ और जल्द ही समाप्त हो जाएगा । अतः गैर पारंपरिक ऊर्जा स्त्रोतों के साथ ऊर्जा आपूर्ति जीवन के लिए दीर्घकालिक विकल्प है । ये संसाधन अतुलनीय है और अगले सैकड़ों हजारों वर्षों के लिए हमें प्राप्त होते रहेंगे ।

उदाहरण के लिए सौर्य ऊर्जा, पवन ऊर्जा, ज्वार ऊर्जा, तरंग, भू-ताप ऊर्जा आदि ।

स्टीम पावर स्टेशन के लिए साइट का विकल्प (Choice of site for steam power stations)

संपूर्ण अर्थव्यवस्था को प्राप्त करने के लिए एक स्टिम पावर स्टेशन के लिए एक साइड का चयन करते समय निम्न बिंदुओं पर विचार किया जाना चाहिए ।

i **ईंधन की आपूर्ति (Supply of fuel) :** स्टीम पावर स्टेशन कोयले की खानों के निकट स्थित होना चाहिए ताकि ईंधन की परिवहन लागत न्यूनतम हो । अगर किसी कारण ऐसी जगह ये प्लाट लगया भी जाए तो परिवहन सुविधा को ध्यान में रखना चाहिए ।

ii **पानी की आपूर्ति (Availability of water) :** कंडेनसर के लिए पानी की भारी मात्रा की आवश्यकता होनी है, इसलिए इस तरह के प्लांट में पानी की सुविधा हेतु नदी या नहर के किनारे लगाए जाते है।

iii **परिवहन सुविधा (Transportation facilities) :** एक आधुनिक स्टीम पावर स्टेशन को अक्सर सामग्री और मशीनरी के लिए परिवहन की आवश्यकता होती है । इसलिए पर्याप्त परिवहन सुविधा मिले, इसलिए साइट को अन्य स्थानों से रेलमार्ग और रोड मार्ग से जुड़ा होना अनिवार्य है ।

iv **जमीन की कीमत और प्रकृति (Cost and type of land) :** स्टीम पावर स्टेशन उस स्थान पर स्थित होना चाहिए जहाँ जमीन सस्ती हो और यदि आवश्यकता हो तो अधिक विस्तार किया जा सकें । जमीन की असर क्षमता से अधिक पर्याप्त होना चाहिए ताकि भारी उपकरण या मशीनें स्थापित की जा सकें ।

v **लोड़ केन्द्र से निकटता (Nearness to load centers) :** ट्रांसमिशन की कीमत को करने के लिए संयंत्र लोड के केन्द्र के पास स्थित होना चाहिए, यह विशेष रूप से महत्वपूर्ण है यदि DC सप्लाई सिस्टर अपनाया गया हो । हालांकि, अगर AC सिस्टम ट्रांसमिशन होता है तो यह कारक अपेक्षाकृत कम महत्वपूर्ण हो जाता है । क्योंकि AC वोल्टेज में हाई वोल्टेज में ट्रांसमिट करते है । इससे संचरण लागत कम हो जाती है ।

vi **घनी आबादी से दूरी (Distance from populated area) :** स्टीम पावर स्टेशन में अधिक मात्रा में कोयला जलने से घूँआ निकलता है । जो वातावरण को दूषित करता है । अगर बहा आबादी हो तो लोगों में बीमारियाँ फैल सकती है ।

निष्कर्ष (Conclusion) : यह स्पष्ट है कि सभी कारक अनुकूल नहीं हो सकते हैं । इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए कि वर्तमान में सप्लाई सिस्टम AC में हो रहा है । इसमें संपेषण और वितरण आसान है । साइट का चुनाव ऐसे स्थान पर किया जाए जो नदी के समीप हो और ईंधन का परिवहन आसानी से किया सकें ।

स्टीम पावर स्टेशन की व्यवस्थिति कार्य प्रणाली (Schematic arrangement of steam power station)

स्टीम पावर स्टेशन में कोयले को जलाकर ऊष्मा उत्पन्न की जाती है जो बाद में विद्युत ऊर्जा बनाती है। इस प्लांट में अनेक व्यवस्था बनाई जाती है। जिससे ऊर्जा उत्पादन होता है । नीचे दिये गये Fig.1 में इसका सचित्र वर्णन किया गया है ।

1 कोयले और राख का रखरखाव

2 स्टीम जनरेटिंग प्लांट

3 स्टीम टर्बाइन

4 अल्टरनेटर

5 फीड वॉटर

6 शीतलन व्यवस्था

स्टीम पावर स्टेशन के घटक (Constituents in steam power station)

आधुनिक स्टीम पॉवर स्टेशन काफी जलिट संरचना का होता है । इसमें विभिन्न प्रकार के उपकरण और सहायक सामग्री लगी होती है :

1 स्टीम जनेरेटिंग उपकरण

2 कंडेन्सर

3 प्रमूवर

4 वाटर ट्रिटमेंट प्लांट

5 इलेक्ट्रिकल उपकरण

1 स्टीम जेनेरेटिंग उपकरण (Steam generating equipment)

स्टीम जेनेरेटिंग उपकरण इस पॉवर स्टेशन का मुख्य भाग है । इसमें सुपर हीटेड स्टीम बनाने के लिए बॉयलर, फर्नेस, सुपर हीटर, इकोनोमाजर अन्य हीट रिक्लेमिंग उपकरण लगे होते है ।

i **बॉयलर (Boiler) :** बॉयलर एक बंद कंटेनर है जिसमें पानी को गरम करके भाप बनायी जाती है । इसमें कोयले को गला कर पानी गरम किया जाता है ।

a वॉटर ट्यूब बॉयलर b फायर ट्यूब बॉयलर

वॉटर ट्यूब वॉयलर में पानी ट्यूब के अंदर से गुजरता है और ट्यूब के बाहर गरम गैसे होती है जो पानी को गरम करती है । फॉयर ट्यूब बॉयलर में ट्यूब में पानी में डाला जाता है । और इस ट्यूब में अंदर से गरम गैसे गुजारी जाती है । फॉयर ट्यूब को अपेक्ष वॉटर ट्यूब वॉयलर के अधिक लाभकारी है । जैसे वॉटर ट्यूब कम जगह लेता है । ड्रम और ट्यूब का आकार छोटा होता है । छोटा ड्रम होने के कारण प्रेशर अधिक होता है । वॉयलर के फटने की संभावना कम होती है । इसलिए इसका उपयोग अधिक से अधिक किया जाता है।

ii **बॉयलर फर्नेस (Boiler furnace) :** बॉयलर फर्नेस एक चैम्बर है जहाँ ईंधन को जलाया जाता है। जहां ऊष्मा उत्पन्न है। फर्नेसू, बरनर को कवर करके ईंधन के दहन को पूर्णत : दहन होने में मदद करता है फर्नेस की दीवारे फायर क्ले, सिलिका, कॉवलिंग आदि की बनी होती है। इन पदार्थों के उपयोग से बनी फर्नेस गरम होने पर भी अपनी भैतिक परिस्थिति नहीं बदलती। जैसे ऊँचाई, चौड़ाई आदि।

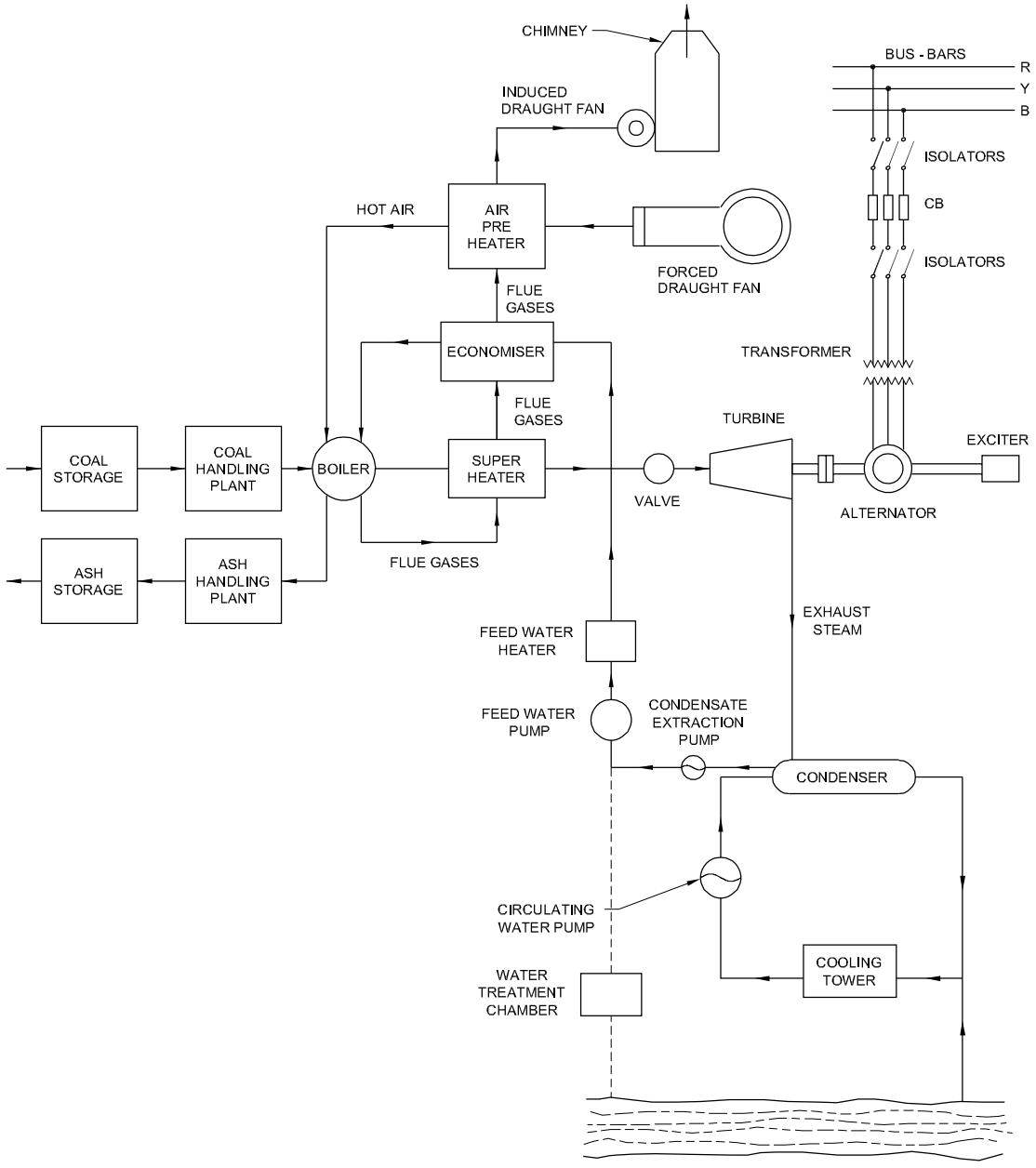
फर्नेस का आकार कम-से-कम रखा जाता है । ताकि उसकी कीमत और अन्य बातों को प्रभावित न करें ।

iii **सुपर हीटर (Super heater) :** सुपर हीटर वॉयलर में उत्पादित आपको और अधिक गरम करके सुपर हीट करता है । इससे प्लांट की दक्षता बढ़ती है । इसमें अनेक ट्यूबों का समूह होता है जो कि विशेष प्रकार की मिश्र धातु (chromium-molybdenum) की बनाई जाती है । वॉयलर से निकलने वाली आप जब सुपर हीटर से गुजरती है तो अधिक गरम हो जाती है । ये मुख्यतः दो प्रकार के होते है जो उसमें से बहने वाली गैसे के आधार पर वर्गीकृत किया गया है ।

a रेडिएंट सुपर हीटर (Radiant super heater)

b कनवेक्शन सुपर हीटर (Convection super heater)

Fig 1



SCHEMATIC ARRANGEMENT OF STEAM POWER STATION

iv इकोनामाइजर (Economiser) : यह एक ऐसा उपकरण है जो पानी को वॉयलर में फीड करने से पहले ही गरम कर देता है । इससे ईंधन की बचत होती है । बॉयलर की दक्षता में वृद्धी होती है । ये बॉयलर के प्रेशर को कम करता है । इकोनॉमाइजर में सटे हुए सामांतर स्टील के ट्यूब लग होते है । वॉयलर का फीट वॉटर इन ट्यूबों में से होकर गुजरता है बाहर जो गैसे होती है । वो पानी को गरम करती है । गैसों से पानी गरम होता है । और वॉयलर में फीड़ किया जाता है ।

v एयर प्रि-हीटर (Air Pre-heater) : सुपर हीटर और इकोनामाइडर से गुजरने के बाद गैसें प्रि-हीटर से गुजरती है । जहाँ हवा का तापमान बढ़ाया जाता है । प्रि-हीटेड एयर फर्नेस में भेजी जाती है । इससे फर्नेस का तापमान बढ़ता है । और कोयला जल्दी जलता है । इससे समय और ईंधन की बचता होती है । इससे फर्नेस की दक्षता बढ़ती है । फ्लू गैसे से हवा में ऊर्ष्मा के संचरण के आधार पर प्रि-हीटर को वर्गीकृत करते हैं ।

a रिक्यूपरेटिव टाइप (Recuperative type)

b रिजनेरेटिव टाइप (Regenerative type)

2 कंडेनसर (Condensers)

कंडेनसर एक ऐसा उपकरण है जो वाष्प और टर्बाइन निकास को कंडेनस करता है। यह दो काम करता है। पहला यह फायर टरवाइन के निकास पर बहुत कम दबाव पैदा करता है। इससे भाव का विस्ताप बढ़ता है । प्रमूवर की यांत्रिक ऊर्जा को उत्पन्न करने के लिए ऊर्जा देता है। दूसरा, कंडेनस स्टीम को बॉयलर को बॉयलर को फीड वॉटर के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। यहाँ दो तरह के कंडेनसर होते है।

a जैट कन्डेनसर (Jet condenser)

b सर्फेस कंडेनसर (Surface condenser)

3 प्राइम मूवर्स (Prime movers)

प्रयममूवर स्टीम ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलते है। स्टीम प्रयममूवर दो प्रकार के होते हैं :- स्टीम इंजन और स्टीम टर्बाइन। स्टीम इंजन की अपेक्षा स्टीम टर्बाइन के अनेक फायदे हैं। जैसे उच्चतम दक्षता, सरल संरचना, हाई स्पीड, कम क्षेत्रफल की आवश्यकता, न्यूनतम रखरखाव और कीमत। इसलिए वर्तमाम स्टीम पॉवर स्टेशनों में स्टीम टर्बाइन का उपयोग किया जा रहा है।

स्टीन ब्लेड को किसी तरह घूमा रही है इस आधार पर स्टीम टर्बाइन के दो प्रकार होते है।

a इम्पल्स टर्बाइन (Impulse turbines)

b रिएक्शन टर्बाइन (Reaction turbines)

इम्पलस टर्बाइन में स्टीम पूरी नोजलों (fixed blades) में फैलती है । चलित ब्लेडों में स्टीम का प्रेशन स्थिर रहता है। ऐसा करने से भाप उच्च गति और चलनेवाले ब्लेड पर आवेगी बल देता है जो रोटर को सेट करता है।

रिएक्शन टरवाइन में स्टीम आंशिक रूप से नोजलों (स्थिर) में फैलती है और बाकी स्टीम का विस्तार चलित ब्लेडों पर पड़ती है। परिणाम यह है कि वाष्प की गति चलती ब्लेड पर प्रतिक्रिया बल का कारण बनती है। जो गति में रोटर निर्धारित करता है।

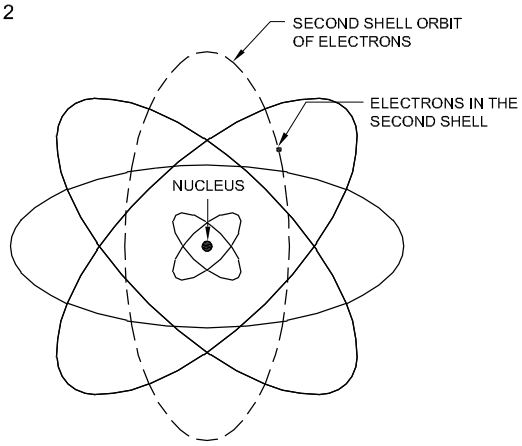
4 वॉटर ट्रिटमेंट प्लांट (Water treatment plant)

बॉयलरों के लम्बे जीवन काल के लिए स्वच्छ और नरम पानी की आवश्यकता होती है। लेकिन बेहतर है बॉयलर फीड पानी का स्त्रोत आम तौर पर एक नहीं या झील के पानी में अशुद्धियां, गैसे आदि शामिल हो सकती है। इसलिए यह बहुत महत्वपूर्ण है कि पानी पहले शुद्ध और रासायनिक उपचार से नरम हो गया और फिर बॉयलर को दिया जाता है। आपूर्ति के स्त्रोत से पानी भंडारण टैकों में जमा होता है। पानी में जो अशुद्धियों को अवसादन, जमावट और छानने के माध्यम से हटाया जाता है। पानी में घूली गैसों को वातन और डिगैसीफिकेशन द्वारा हटाया जाता है। पानी को नरम करने के लिए स्थाई व अस्थाई प्रकार की रासायनिक प्रक्रियाएँ की जाती है । शुद्ध और नरम पानी का ही वॉयलर में डाला जाता है।

नाभिकीय ऊर्जा उत्पादन संयंत्र (Nuclear based thermal power stations)

परमाणु नाभिकीय संरचना (Composition of an atomic nucleus) कहा जाता है कि धातु का परमाणु छेटे कणों से बना होता है और परमाणु में स्वयं प्रोटान, न्यूट्रान और इलेक्ट्रान जो एक व्यवस्थित ढंग से संगति होते है। परमाणु के केन्द्र में प्रोटान और न्यूट्रान द्वारा गति बहुत घने नाभिक होते है। नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रान घुमते है। कि वैसे ही जैसे की सौर्यमंडल में ग्रह और सूर्य Fig 2 में दिखाया गया है। नाभिक की त्रिज्या 10^{-12} cm होती है। और इलेक्ट्रानिक का आर्बिट 10^{-5} cm होती है।

Fig 2



REPRESENTATION OF SPINNING OF ELECTRONS

परमाणु संरचना के महत्वपूर्ण गुण : प्रोटॉन और न्यूट्रॉन का द्रव्यमान लगभग समान होता है, जबकि प्रत्येक इलेक्ट्रान का द्रव्यमान प्रोट्रान या न्यूट्रॉन के 1/1840 गुना होता है, जो दर्शाता है कि द्रव्यमान का परमाणु केवल नाभिक के कारण होता है । एवोगेड्रो परिकल्पना (avogadro's hypothesis) के अनुसार एक ग्राम परमाणुओं की संख्या 6.03×10^{23} होती है ।

$$= \frac{1.008}{6.03 \times 10^{23}}$$

$= 1.67 \times 10^{-24}$ gm $= 1.67 \times 10^{-27}$ kg..... (1)

अतः इलेक्ट्रान का चार्ज

$$= \frac{1.67 \times 10^{-27}}{1840} = 9.10 \times 10^{-31} \text{ kg} \text{.....(2)}$$

इसे प्रायोगिक रूप से सिद्ध किया गया है कि हाइड्रोज का एक अणु डिपोजिट करने में 96,493.7 कूलाम विद्युत की आवश्यकता होती है।

अतः, प्रत्येक इलेक्ट्रोन पर आवेश

$$= \frac{96.493.7}{6.03 \times 10^{23}}$$

$= 1.602 \times 10^{-19}$ कूलाम ..... (3)

प्रोटॉन का चार्ज भी इलेक्ट्रान के बराबर होता है।

$= 1.602 \times 10^{-19}$ coulombs ..... (4)

इलेक्ट्रान, प्रोटॉन और न्यूट्रान के चार्ज और द्रव्यमान इस तरह समझ सकते हैं

परमाणु सामग्री का नाम परिवर्तन	कोलम्ब में विद्यूतिय	किलोग्राम में द्रवमान	परमाणु द्रवमान इकाई में द्रवमान (a.m.u)[2]
1 इलेक्ट्रोन	-1.602×10^{-19}	9.10×10^{-21}	0.000, 548
2 प्रोटोन	$+1.602 \times 10^{-19}$	1.67×10^{-27}	1.00,758
3 न्यूट्रोन	0	1.67×10^{-27}	1.00,898

*1 a.m.u = 1.6597×10^{-19} kg.

परमाणु क्रमांक और द्रवयमान अंक (द्रव्यमान संख्या) (Atomic number and mass number) : किसी भी परमाणु के रासायनिक गुण उसमें उपस्थित प्रोटॉन की संख्या पर जो न्यूकलियस में है उसमें निर्भर करती है।

परमाणु क्रमांक (atomic number) किसी परमाणु के नाभिक में प्रोटान की संख्या को दर्शाते है । इसे Z से प्रदर्शित करते है ।

माने के N = नाभिक के न्यूट्रान की संख्या है और A = द्रव्यमान की संख्या (mass number)

A= Z +N

परमाणु संख्या का सबसे बड़ा लाभ यह है कि ये विशिष्ट रूप से एक परमाणु का प्रतिनिधित्व करता है।

उदाहरण के लिए, एक सोडियम परमाणु को $_{12}Na^{23}$ से दर्शाते है, जहाँ परमाणु संख्या (Z) (A) 12 है और द्ववमान से (mass number) 23 है।

परमाणु में न्यूट्रान की संख्या (N)

N = A - Z = 23-12 = 11

टेबल 1 में कुछ तत्वों के परमाणु संख्या, द्रवमान और न्यूट्रान की संख्या दी गई है।

टेबल 1

तत्व	चिह्न	परमाणु संख्या = Z	द्रवमान No =A	न्यूट्रोन A - Z
हाइड्रोजन	$_1H_1$	1	1	0
हिलियम	$_2He_4$	2	4	2
आक्सिजन	$_8O_{16}$	8	16	8
यूरानियम	$_{92}U_{238}$	92	238	146

परमाणु ऊर्जा केन्द्र (संयंत्र) (Nuclear power station)

उत्पादन केन्द्र जहाँ, परमाणु ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है, वह परमाणु ऊर्जा केन्द्र (संयंत्र) कहलाता है ।

परमाणु ऊर्जा केन्द्र में, यूरेनियम (U^{235}) और थयोरियम (Th^{232}) कैसे भारी तत्वों का उपयोग किया जाता है। एक विशेष उपकरण जिसे रिएक्टर कहते है, उसमें इन तत्वों का नाभिकीय संलगन होता है। और इस नाभिकीय संल्यन के होने पर उत्सर्जित ऊष्मा का उपयोग उच्च तापमान पर भाप बनाई जाती है। भाप का तापमान और दाब अधिक होता है। इस भाप से स्टीम टर्बाइन चलाया जाता है। और टर्बाइन से अल्टरनेटर चलता है। इस प्रकार परमाणु ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है।

इस संयंत्र की सबसे बड़ी खासियत से है कि कम ईंधन के उपयोग से अधिक विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है। इसमें अन्य पारंपरिक संयंत्रों की तुलना में ईंधन की खपत कम होने पर भी विद्युत उत्पादन अधिक होता है। हालांकि, कोयले और गैस की तुलना में इसके निसकासित ईंधन का निसकासन कनि होता है।

लाभ (Advantages)

i कम ईंदन की आवश्यकता होती है। इसलिए, परिवहन खर्चे भी कम हो जाते है।

ii बाकि प्लांट की तुलना में कम जगह लगती है।

iii इसके रनिंग चार्ज कम है। कम ईंधन में अधिक विद्युत उत्पादन।

iv आर्थिक रूप से बेहतर।

v इसे लोड केन्द्र के पास लगाया जा सकता है। क्योंकि अधिक पानी की आवश्यकता नहीं होती है। इससे प्रायमरी डिस्ट्रीब्यूशन का खर्चा बचता है।

vi प्राकृतिक परमाणु ईंधन के स्त्रोत अधिक है और कई वर्षों कर उपयोग किये जा सकते है।

vii सरल आपेरेटिंग है।

हॉनियाँ (Disadvantages)

i ईंधन को धरती से निकालना कनि है और ये महंगा भी है ।

ii अन्य प्लांट की तुलना में इसकी पूंजी लागत अधिक है ।

iii इसके निर्माण और चलाने के लिए अधिक कुशल और ज्ञाता आपेरेटर की आवश्यकता होती है।

iv इस उपयुक्त पदार्थ रेडियो-एक्टिव होते है। जो खतरनाक रेडियो-एक्टिव प्रदूषण करते है।

v इसका रखरखाव और मरम्मत कार्य कनि और महंगा होता है।

vi भिन्न-भिन्न लोड के लिए कार्य नहीं करता है। इसकी लोड फ्लक्यूएशन दक्षता कम होती है। (load fluctuations efficiently)

vii इसका अपाशिष्ट (कचन) का निपटान एक बड़ी समस्या होती है क्योंकि ये रेडियोधर्मी पदार्थ होता है। इस गहरा गड्द खोद कर गड़या जाता है या समुद्र में फेक जाता है जहाँ तट न हो।

परमाणु ऊर्जा स्टेशन की प्रबंधन व्यवस्था (Schematic arrangement of nuclear power station)

Fig 3 में परमाणु ऊर्जा स्टेशन की प्रबंधन व्यवस्था दिखाई गई है । पूरी व्यवस्था निम्न चरणों में बाँटी गई है ।

i परमाणु रिएक्टर (Nuclear reactor)

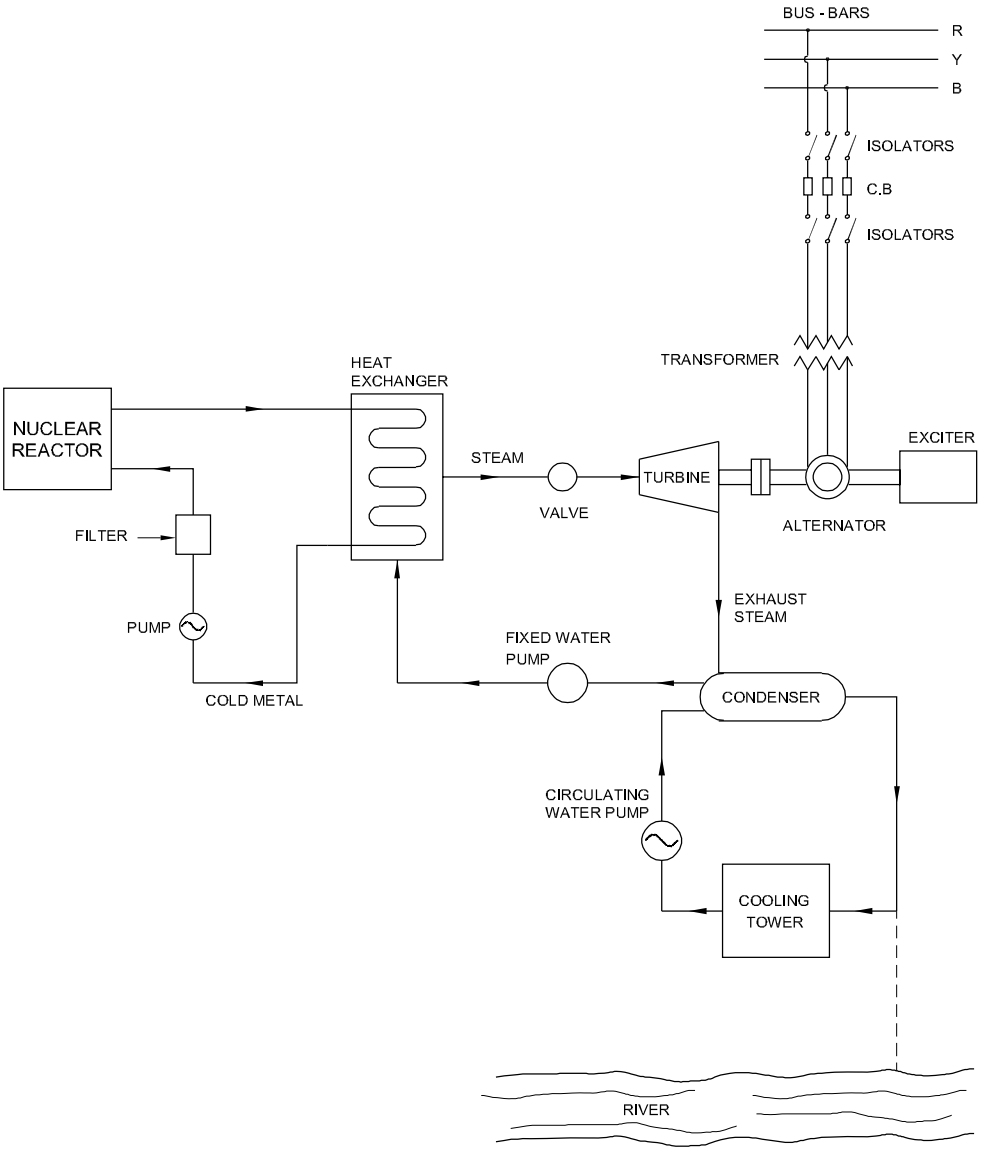
ii हीट एक्सचेंजर (Heat exchanger)

iii स्टीम टर्बाइन (Steam turbine)

iv अल्टरनेटर (Alternator)

i **परमाणु रिएक्टर (Nuclear reactor) :** यह एक उपकरण है जिसमें परमाणु ईंधन (U^{235}) का परमाणु विखंडन होता है । यह श्रृंखला की प्रतिक्रिया को नियत्रित करती है जो विखंडन हो जाने बाद शुरू होती है । अगर चेन रिएक्शन को नियंत्रित नहीं किया जाता है तो उत्सर्जित ऊर्जा में तेजी से वृद्धि के कारण परिणाम विस्फोटक होगा ।

Fig 3



SCHEMATIC ARRANGEMENT OF NUCLEAR POWER PLANT

परमाणु रिएक्टर के बेलनाकार मजबूत वेसल (पोत्र) है जिसमें यूरेनियम की छड़ मोडरेटर और कंट्रोल छड़े होती है । (Fig 4 में देखें) ।

धन की छड़ों में फ्यूजन (संलयन) पदार्थ होता है । जब इसमें धीमी गति से चलने वाले न्यूट्रानों की बौछार की जाती है तो इसमें से अधिक मात्रा में ऊर्जा उत्सर्जित होती है । मोडरेटर में ग्रेफाइट की छेड़ होती है जो ईंधन छडों को घेरे रहती है ।

मोडरेटर न्यूट्रान की गति का धीमा करती है । रिएक्टर के अंदर कैडमियम की कंट्रोल छड़े डाली जाती है । कैडमियम एक मजबूत न्यूट्रान अवशोषक है और संलयन के लिए न्यूट्रान की आपूर्ति को विनियमित करता है ।

जब कंट्रोल छड़ों को रिएक्टर में डाला जाता है तो ये न्यूट्रान को अवशोषित करती है और कुछ जो रह जाते है वो चेन रिएक्शन में काम करते है। रिएक्शन में श्रृंखला चलती जाती है। और चेन रिएक्शन के होने से हीट (ऊष्मा) उत्सर्जित होती है । अतः कंट्रोल छड़ों को अंदर डालने से रिएक्टर को पावर घटती है और निकाने पर बढ़ती है ।

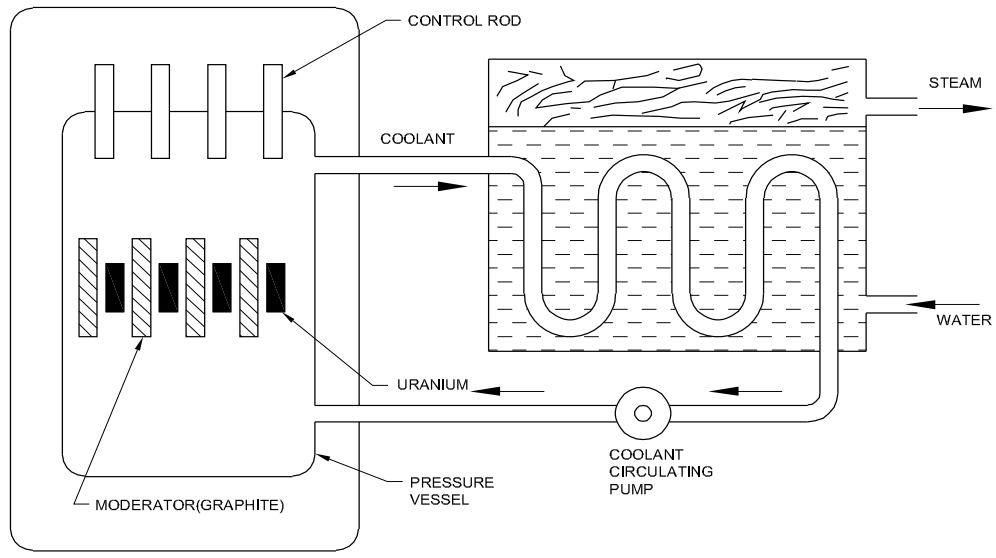
वास्तविक प्रक्रिया में कंट्रोल रॉड को ऑटोमेटिक सिस्टम द्वारला चलाया जाता है। रिएक्टर में उत्पन्न ऊष्मा को कम करने के लिए कूलेंट का उपयोग करते है। सोडियम को कूलेंट की तरह उपयोग करते है । कूलेंट ऊष्मा को हीट एक्सचेंजर तक ले जाता है।

ii **हीट एक्सचेंजर (Heat exchanger) :** कूलेंट (ऊष्मा) हीट को हीट एक्सचेंजर को देता है। और इस तरह स्टीम बनती है। हीट एक्सचेंजर को हीट देकर कूलेंट दोबारा रिएक्टर में फीड कर दिया जाता है।

iii **स्टीम टर्बाइन (Steam turbine) :** हीट एक्सचेंजर में बनी स्टीम को स्टीम टर्बाइन में वाल्व के द्वारा दिया जाता है। टर्बाइन पर काम करने के बाद स्टीम कंडेनस्र में चली जाती है। कंडेनसर स्टीम को पानी में बदलता है और दोबारा पम्प के द्वारा हीट एक्सचेंजर में पहुँचा देता है।

iv **अल्टरनेटर (Alternator) :** स्टीम टर्बाइन से अल्टरनेटर को चलाया जाता है। जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है। अल्टरनेटर का आऊट पुट ट्रांसफार्मर, सर्किट ब्रेकर और आइसोलेटर से होता हुआ बस बार को दिया जाता है।

Fig 4



NUCLEAR REACTOR

अल्टरनेटर को डा रखने के लिए हवा या हाइड्रोजन का उपयोग करते है। अल्टरनेटर को एक्साइटेशन देने के लिए मेन से सप्लाई देते है और अल्टरनेटर की शाफ्ट के साथ पॉयलेट एक्साइट कंपल किया जाता है ।

परमाणु ऊर्जा स्टेशन के लिए साइट का चुनाव (Selection of site for nuclear power station)

नाभिकीय पावर स्टेशन के लिए स्थान का चयन करते समय अधोलिखित बिन्दुओं को ध्यान में रखना चाहिए :

i **पानी की उपलब्धता (Availability of water) :** कूलिंग के लिए पर्याप्त मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है। इसलिए साइट के पास पानी का स्त्रोत होना आवश्यक है।

ii **अवशिष्ट का निपटान (Disposal of waste) :** संलग्न के बाद शेष राख को निपटान के लिए पर्याप्त व्यवस्था होनी चाहिए। इसे जमीन में गड़या जाता है या बीच समुद्र में फेका जाता है । जो किसी प्राणी को नुकसान न पहुँचा सकें।

iii **आबादी वाले इलाकों से दूर (Distance from populated areas) :** परमाणु ऊर्जा स्टेशन को रिहाइशी इलाकों से दूर लगाया जाता है। क्योंकि इस उपयोग होने वाला ईंधन रेडियो - धर्मी होता है। जो स्वास्थ के लिए हानिकारक होता है। इससे वायुमंडल में रेडियोधर्मी होता है । जो स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होता है। इससे वायुमंडल में रेडियोधर्मी किरणों व कण कैलते है। जो खतरनाक होते है।

iv **परिवहन सुविधा (Transportation facilities) :** परमाणु ऊर्जा स्टेशन के लिए उचित परिवहन सुविधा होनी चाहिए। ताकी उपाशिष्ट निपटान केलिए परेशानी न हो और कर्मचारियों को भी सुविधा हो।

ऊपर से बताये गये सभी घटकों को ध्यान में रखते हुए परमाणु ऊर्जा स्टेशन का नदी या समुद्र के किनारे लगाया जाता है।

परमाणु रिएक्टर (Nuclear reactors)

परमाणु रिएक्टर को निम्न आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।

A न्यूट्रॉन ऊर्जा के आधार पर

1 धर्मल रिएक्टर (Thermal reactors)

2 फास्ट ब्रीदर रिएक्टर (Fast breeder reactors)

B ईंधन के आधार पर

1 प्राकृतिक यूरानियम (Natural uranium)

2 समृध्द यूरानियम (Enriched uranium)

C मॉडरेटर के आधार पर

1 ग्रेफाइट रिएक्टर (Graphite reactors)

2 बेरलियम रिएक्टर (Beryllium reactors)

D कूलेंट के आधार पर

1 वॉटर कूल्ड रिएक्टर (साधारण या कोर जल)

i बॉयलिंग वॉटर रिएक्टर

ii प्रेशराइज़ड वॉटर रिएक्टर

iii ंडा कोर जल और माडरेट रिएक्टर

2 गैस कूल्ड रिएक्टर

3 लिक्विट मेटर कूल्ड रिएक्टर

4 ऑर्गेनिक लिक्विड कूल्ड रिएक्टर

E कोर के प्रकार के आधार पर

1 सदृश रिएक्टर (Homegenous reactors)

2 असदृश रिएक्टर (Heterogenous reactors)

बायलिंग वॉटर रिएक्टर (Boiling water reactor (BWR))

इस रिएक्टर में समृध्द यूरानियम का उपयोग किया जाता है। पानी को मॉडरेटर और कूलेंट की तरह उपयोग करते है। कूलेंट के लिए हल्के वॉटर का उपयोग किया जाता है । जब रिएक्टर में ही स्टीम बनती है तो पानी को रिएक्टर के तली में डाला जाता है। और संलयन की ऊर्जा से भाप बनने लगती है।

स्टीम रिएक्टर में ऊपर की तरफ उकर बाहर आती है। जो बाद टर्बाइन को घूमाती है। यूरेनियम ईंधन को एक विशेष प्रकार की जाली रखकर प्रेशर वेसल में रखा जाता है। डाला गया पानी मॉटरेटर और कूलेंट से होता हुआ फ्यूज कूलेंट से होता हुआ। फ्यूज एलीमेंट पर पड़ता है। (Fig 5) में बॉयलिंग वॉटर रिएक्टर दर्शाया है।

लाभ (Advantages)

1 इसमें हीट एक्सचेंजर सर्किट को अलग कर दिया गया है। इससे कीमत कम होती है और धर्मल दक्षता बढ़ती है। (30% से 20% प्रेशर वॉटर रिएक्टर)

2 पानी रिएक्क्र के अंदर बॉयइल होता है। इससे रिएक्टर के अंदर प्रेशर कम होता है। इससे रिएक्टर को कम मोटाई का बनाया जाता है। स्वच किम होता है।

3 BWR की दक्षता PWR से अधिक होती है।

4 मेटलर सर्फेस का तापमान कम होता है। क्योंकि वॉयलिंग रिएक्टर के अंदर हो रही है।

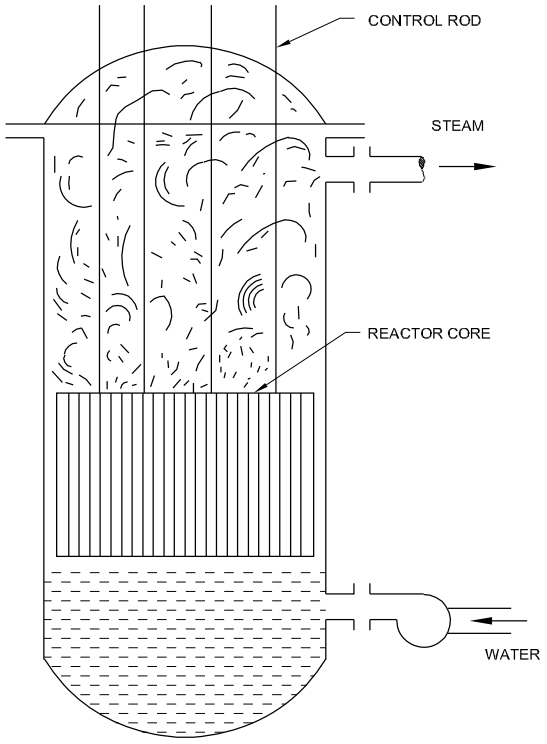
5 PWR की अपेक्षा BWR उपयुक्त समझा जाता है। (BWR को सेल्फ कंट्रोल रिएक्टर कहा जाता है) ।

हॉनियाँ (Disadvantages)

1 टरबॉइन तंत्र रेडियो धर्मी पदर्थों से दूषित हो जाता है। और किसी भी प्रकार के कार्य बाधित करता है। इसके लिए कुछ सुक्षात्मक कार्य करने होते है। जिससे खर्चा बढ़ जाता है।

2 भाप का अपव्यय होने से, लोड ऑपरेशन पर तापीय दक्षता को कम करता है।

Fig 5

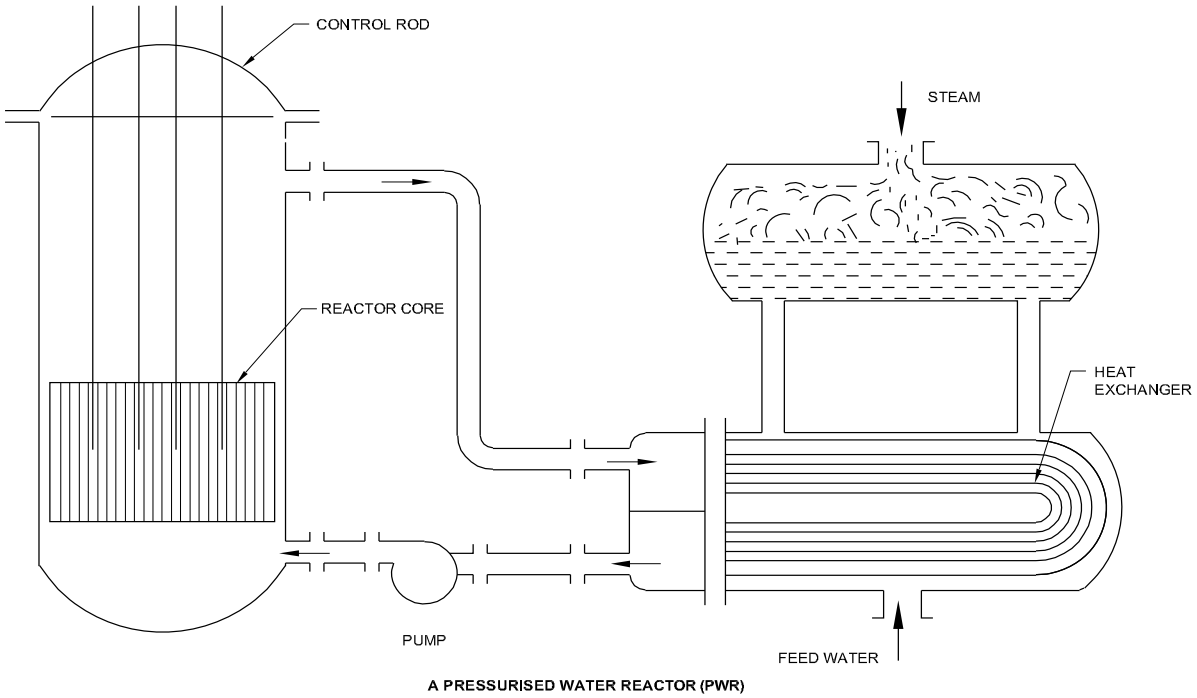


BOILING WATER REACTOR (BWR)

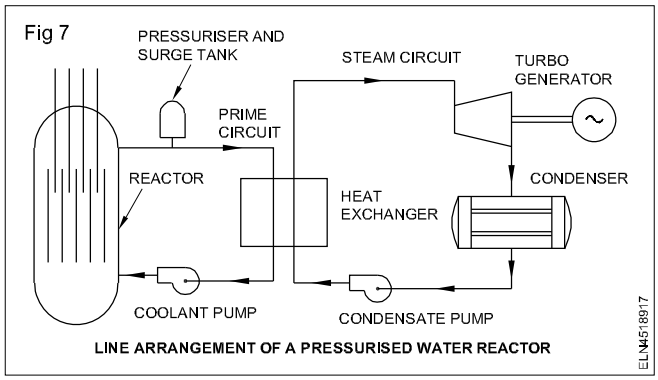
प्रेशराईजड़ वॉटर रिएक्टर (Pressurized Water Reactor (PWR))

Fig 6 में प्रेशराईजड वॉटर रिएक्टर दिखाया गया है। PWR का हीट एक्स्चेंजर के साथ का सर्किट Fig 7 में दिखाया गया है।

Fig 6



A PRESSURISED WATER REACTOR (PWR)



इसमें ईंधन के तौर पर समृध्द यूरेनियम केन्द्र के साथ स्टेनलेस स्टील या जिरकोनियम धातु का उपयोग करते है। मॉडरेटर और कूलेंट में पानी का उपयोग होता है। इस प्रकार के रिएक्टर में कोर के अंदर कूलेंट वॉटर बॉयल नहीं हो पाता है। इसमें पम्प द्वारा पानी को अधिक प्रेशर (140 Kg/cm^2) के साथ कोर के चारों तरफ घूमाते है। पानी ऊर्ष्मा को अवशोषित कर वॉयलर से सेकण्डरी लूप में पहुँचाया जाता है। बॉयलर में हीट एक्सचेंजर और स्टीम ड्रम होता है।

प्रेशराइजर और सर्ज टैंक पाइप लूप से जुड़े होते है। ये वॉटर प्रेशर को कंट्रोल करते है। एक विद्युत हीटिंग क्वाइल पानी को भाप बनाने में सहायता करती है और ये स्टीम कूलेंट सर्किय में जाती है। जब प्रेशर को कम करना होता है तो पानी के बौछार की जाती है। जिससे स्टीम कंडेन्स हो जाती है।

अतः रिएक्टर से निकला पानी रेडियो एक्टिव हो जाता है। इसलिए हीट एक्सचेंजर और प्रायमरी सर्किट को सीलड किया जाता है।

लाभ (Advantages)

1 अन्य रिएक्टर को तुलना में आकार में छोटा होता है।

2 U-238 की कवरिंग करके इसमें प्लोटोनियम का उपयोग भी कर सकते है।

3 उच्च ऊर्जा घनत्व होता है।

4 हीट एक्सचेंजर के होने से विखंडन की रोकथाम करना संभव होता है।

5 मॉटरेटर, कूलेंट और रिफरेक्टर के लिए लाइट वाटर (सादे पानी) का उपयोग होता है जो सस्ता है।

6 लोड़ बढ़ने पर रिएक्टर अधिक पॉवर सप्लाई देता है। (साकारात्मक बिजली की मांग गुणाक, यह स्वचालित बना सकता है)

हॉनियाँ (Disadvantages)

1 मॉडरेटर में अधिक दबाव होने के कारणइसको मजबूत वेसल से बनाया जाता है।

2 जंक से बचाने के लिए महंगा केल्डिंग मटेरियल लगता है।

3 हीट एक्सचेंजर के उपयोग से हीट लॉस होता है।

4 अधित्क सुरक्षात्मक उपकरणों की आवश्यक पड़ती है।

5 रिएक्टर कम लचिला होता है। अर्थात् इसे बंद और चालू करने में समय लगता है।

6 PWR की अपेक्षा PWR की थर्मल दक्षता 20% कम होती है।

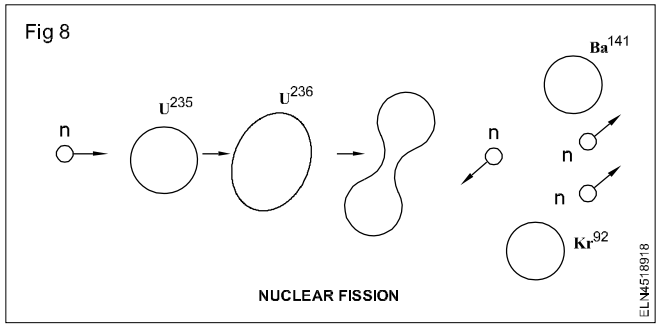
जोकि PWRs और BWRs की आवश्यकता की तुलना में बहुत कम है। हानियों में हैं : घिसाई की अत्यधिक ऊँची दूर, रिसाव की समस्या और डिजाइन का बहुत ऊँचा मानदण्ड आदि।

परमाणु विखंडन और संलयन (Nuclear fission and fusion)

परमाणु विखंडन (Nuclear fission) : जब यूरानियम के न्यूकलियस में धी मी गतिवाले न्यूट्रॉनों की बौछार की जाती है। तो एक विस्फोट होता है और यूरानियम बेरियम और क्रिप्टान के दो बराबर हिस्से में बँट जाता है।

प्रक्रिया जब एक भारी परमाणु का न्यूकलियस दो भागों में बँटता है तो अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्सर्जित होती है। इस प्रक्रिया को परमाणु विखंडन कहते है। विखंडन में ऊर्जा के रूप में γ-(गामा) किरणों तीम न्यूटॉन के साथ निकलती है ।

Fig 8 में दिखाया गया है कि U-235 का एक न्यूकलियस उत्तेजित होता है और फिर डम्बल के आकार में आता है और अंततः Ba^{141} और Kr^{92} दो भागों में बँट जाता है और तीन न्यूट्रान उत्सर्जित करता है।



यह देखा गया है कि बेरियम और क्रिप्टान विखंडन के उत्पाद तो है ही साथ ही एक भिन्न-भिन्न परमाणु क्रमांकों 34 से 58 के है।

श्रृंखला अभिक्रिया (Chain reaction)

विखंडन की प्रक्रिया में प्रत्येक विखंडन में दो या तीन न्यूटॉन उत्सर्जित होते है।

जब $_{92}U^{235}$ का न्यूक्लियस तीन न्यूट्रान उत्सर्जित करता है। तीन में से एक न्यूट्रान बिना यूरानियम परमाणु से मिले खाली रह जाता है। बाकी दो न्यूट्रान आपस में टकराते है और फिर तीन न्यूट्रान उत्सर्जित करते है। और इस तरह चेन (श्रृंखला) चलती जाती है। अतः प्रत्येक विखंडन में औसत रूप में एक न्यूट्रान उत्पन्न होता है।

यह विखंडन प्रक्रिया लगातार बढ़ती चली जाती है। इसे इसलिए श्रृंखला अभिक्रिया (चेन रिएक्शन) कहते हैं। Fig 8 में यूरोनियम का श्रृंखला अभिक्रिया दिखाया गया है। चेन रिएक्शन तभी संभव होता है जब विखंडनिय पदार्थ का प्रवमान क्रिटिकल द्रवमान से अधिक होता है।

हाइडल पावर संयंत्र (Hydel power plants)

उद्देश्य : इस पा के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

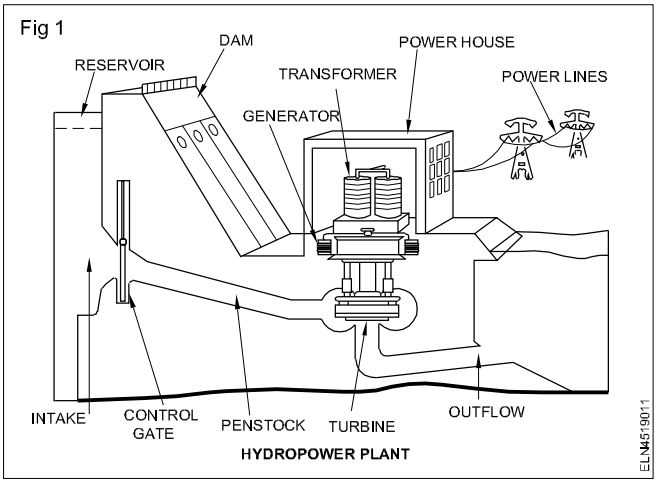
- **जल विद्युत शक्ति संयंत्र के विभिन्न प्रकार बताना**
- **थर्मल पॉवर प्लांट की तुलना में हाइड्रो पॉवर प्लांट के लाभ और हानियाँ बताना**
- **हाइड्रो पावर प्लांट के लिए स्थान चयन के कारणों की सूची बनाना**
- **हाइड्रो पावर प्लांट का प्रबंधन एवं व्यवस्था स्पष्ट करना**
- **हाइड्रो पॉवर प्लांट में लगानेवाले टर्बाइन और उसके उपयोग के उचित कारण स्पष्ट करना**
- **हाइड्रो पावर प्लांट का वर्गीकरण करना ।**

हाइड्रो इलैक्ट्रिक पॉवर स्टेशन (Hydro - electric power stations)

विद्युत ऊर्जा के उत्पादन के लिए पानी की स्थितिज ऊर्जा (potential energy) का उपयोग किया जाता है । ऐसे प्लांट को "हाइड्रो पावर प्लांट" कहा जाता है ।

H.E.P का मूलभूत मॉडल Fig 1 में दर्शाया गया है । इसे ही जल विद्युत परियोजना या हाइड्रो पॉवर प्लांट कहते हैं ।

Fig 1



आमतौर पर हाइड्रो पावर प्लांट को पहाड़ी इलाकों में बनाया जाता क्योंकि ऐसे स्थानों में बाँध (dam) बनाना आसान होता है और पानी के स्त्रोत भी बहुत होते है । बाँध बनाकर पानी को प्रेशर से टर्बाइन पर गिराया जाता है । टर्बाइन पानी की हाइड्रालिक ऊर्जा (hydraulic energy) को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है ।

टर्बाइन, अल्टरनेटर को घूमाता है जिससे यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है । वर्तमान में अधिकतम स्थानों में हाइड्रो पॉवर प्लांट लगाए जाते है क्योंकि दिन व दिन ईंधन की आपूर्ति करना संभवनहीं हो रहा ।

लाभ (Advantages)

i इसमें किसी प्रकार का ईंधन नहीं लगता क्योंकि ऊर्जा उत्पादन पानी द्वारा किया जा रहा होता है ।

ii ये साफ सुथरा होता है क्योंकि किसी प्रकार का धुआँ या राख नहीं है ।

iii परिचालन लागत कम होती है क्योंकि पानी प्राकृतिक स्त्रोत है ।

iv साधारण संरचना और कम रखरखाव ।

v शुरू करने में कम समय लगता है ।

vi ये मजबूत होते है और इनका जीवन काल भी तम्बा होता है ।

vii इस प्लांट से ऊर्जा उत्पादन के साथ साथ अन्य कार्य भी किये जा सकते है जैसे सिचाँई और मत्सपालन ।

viii प्लांट को बनाते समय कुशल करिगारों को जरूर होती है पर जब उत्पादन कार्य शुरू होता है कुशल कारिगरों को आवश्यक नहीं होती।

हानियाँ (Disadvantages)

i संरचना के अधिक लागत लगती है।

ii पानी की आपूर्ति के लिए मौसम पर निर्भर करता है ।

iii बाँध बनाने के लिए कुशलतम कारिगरों की आवश्यकता होती है।

iv प्लांट लोड स्टेशन से दूर होता है। इस कारण इसकी संप्रेषण लागत बढ़ जाती है।

हाइड्रो पॉवर प्लांट के लिए साइट का चुनाव (Choice of site for hydro - electric power stations)

साइट का चुनाव करते समय निम्नलिखित बिन्दुओं पर गौर किया जाता है।

i **पानी की आपूर्ति (Availability of water) :** प्लांट की प्राथमिक आवश्यकता अधिक मात्रा ये पानी का होना है । अतः ऐसे स्थान का चुनाव किया जाता है । जल नदी या झील हो ।

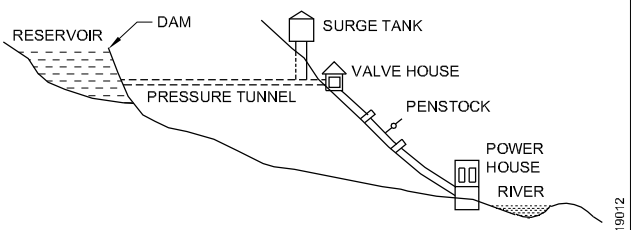
ii **संचयन (Storage of water) :** पानी का आपूर्ति वर्ष भर एक समान नहीं होती इसलिए पानी का संचयन करना आवश्यकता होता है । इसके लिए बांध बनाया जाता है ।

iii **जमीन की कीमत और गुणवत्ता (Cost and type of land) :** जहाँ प्लांट लगान हो वहाँ जमीन की कीमत अधिक न हो और जमीन की मजबूती व क्षमता अधिक होनी चाहिए।

vi **परिवाहन सुविधा (Transportation facilities) :** साइट ऐसे स्थान पर होना चाहिए जहाँ अन्य सामग्री लाने ले जाने के लिए उचित परिवहन सुविधा हो।

हाइड्रो पावर प्लांट का योजनाबद्ध प्रबंधन (Schematic arrangement of hydro - electric power station) : (Fig 2)

Fig 2



SCHEMATIC ARRANGEMENT OF A HYDRO - ELECTRIC PLANT

Fig 2 में हाइड्रो पावर प्लांट का व्यवस्थित प्रबंधन में दिखाया गया है । नदी या झील के किनारे बांध बनाया जाता है । और बांध के पीछे जल आरक्षित क्षेत्र में पानी एकत्र किया जाता है । पानी को रिजर्वियर से एक सुरंग से एक सुरंग से पेनस्टॉक के स्टार्ट में ले जाया जाता है ।

वाल्व हाऊज में एक मुख्य स्लोइस वाल्व और एक ऑटोमेटिक आइसोलेटिंग वाल्व होता है । पानी के बहाव को पॉवर हाऊज तक पहुँचाया जाता है और उसे बहाव को कंट्रोल भी किया जाता है । पेनस्टॉक एक स्टील का मोटा पाइव होता है, जिससे पानी वाल्व हाऊज से टर्बाइन तक पहुँचाया जाता है । टर्बाइन हाइड्रालिक ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है। टर्बाइन अल्टरनेटर को चलाता है। जिससे यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

जल विद्युत संयंत्र के घटक (Constituents of Hydro - Electric Plant)

हाइड्रो पावर प्लांट के निम्न घटक है (1) हाइड्रालिक संरचना (hydraulic structures((2) वॉटर टर्बाइन (water turbines) और (3) विद्युत उपकरण (electrical equipment).

1 हाइड्रालिक संरचना (Hydraulic Structures)

हाइड्रालिक संरचना में बाँध, स्लिपवे, हेडवर्क सर्जटैंक, पेनस्टाक और अन्य सहायक उपकरण है।

i **बाँध (Dam) :** पानी को ऊँचाई तक एकत्र करके रखने के लिए बाँध बनाया जाता है । बाँध सीमें कांकरीट, पत्थर आदि से बनाया जाता है । बाँध का प्रकार और व्यवस्था स्थलाकृति (topography) पर निर्भर करती है । बांध का प्रकार उसकी नीव, उपलब्ध सामग्री और परिवहन पर भी निर्भर करती भूकंप और अन्य आपदाओं को भी ध्यान रख कर बाँध बनाया जाता है।

ii **स्पिल वेज (Spillways) :** कई बार नदी का प्रवाह बाँध के रिर्जवायर (reservoir) की क्षमता से अधिक हो जाता है । इस तरह की परिस्थिति आरक्षित क्षेत्र में भारी बारिश के दौरान उत्पन्न होती है। बांध के इस अधि शेष जल को (surplus water) का निर्वहन करने के लिए बांध में एक डाउन स्ट्रीम बनाई जाती है जहाँ स्पिल वेज का उपयोग होता है।

iii **हेडवर्क्स (Headworks) :** हेडवर्क्स में एक डायवशन (मोड़) बनाया जाता है जो इनटेक (सिरे) के हेड पर होता है । वे आमतौर पर फ्लोटिंग मलबे को हटाने के लिए ब्लूम और रैक शामिल करते है । टर्बाइन के प्रवाहव्र को नियंत्रित करने के लिए सेडिमेंट और वाल्वों को लगाया जाता है । हेट के ऊपर से बहने वाला पानी शांत होता है । ताकी हेड के किनारे न कटें ।

iv **सर्ज टैंक (Surge tank) :** अगर टर्बाइन को दिया जानेवाला पानी खुले कंड्यूट (नालियाँ) में से दिया जाए तब सर्ट टैंक की कोई आवश्यकता नहीं होती है परन्तु जब कंड्यूट बंद होते है । तो पानी का प्रेशर बढ़ने से इनके फटने की संभावना होती है । अतः ऐसी स्थिति से बचने के लिए सर्ज टैंक बनाएँ जाते है । सर्ज टैंक एक छोटा सा टैंक होता है जो ऊपर से खुला होता है । इसका वॉटर लेबल कंड्यूट में पानी के प्रेशन के अनुरूप घटता बढ़ता रहता है ।

कंट्यूट के शुरुवाती सिरे पर सर्ज टैंक बना होता है । जब टर्बाइन एक स्थिर लोड़ पर चल रहा होता है । तो कंड्यूट से उचित मात्रा में पानी प्रवाह होता रहता है । पर जब कभी टर्बाइन का लोड घटता है तो गवरनर टर्बाइन के गेट को बंद कर देता है । और पानी का प्रवाह कम हो जाता है ।

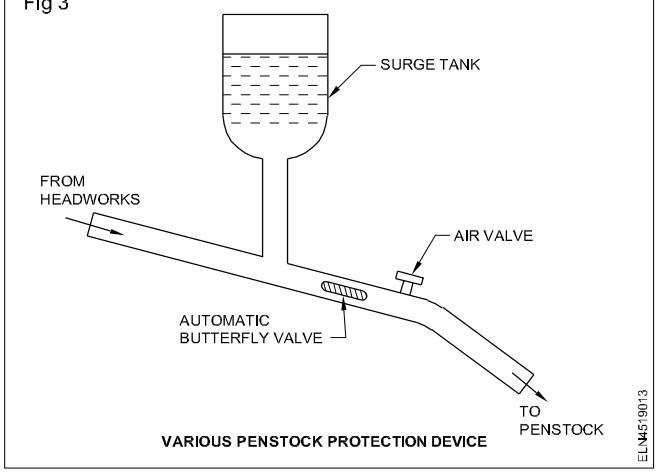
कोन्ड्यूट के नीचले सिरे का अतिरिक्त पानी सर्ज टेन्क में वापस आ जाता है और उसके जल स्तर को बढ़ा देता है। इस प्रकार कोन्ड्यूट फटने से बच जाता है। वहीं दूसरी और जब टर्बाइन पर भार बढ़ता है तो सर्ज टेन्क से अतिरिक्त पानी खींचा जाता है जिससे बढ़े हुए भार की आवश्यकता की आपूर्ति होती है। अतः सर्ज टेन्क, कान्ड्यूट में अस्वभाविक दबाव को सहता है जब टर्बाइन में भार बढ़ जाता है और टर्बाइन रिजरवायर के रूप में कार्य करता है।

v **पेनस्टाक्स (Penstocks) :** पेन स्टाक एक खुला या बंद कंड्यूट (नाली) होता है जो पानी को टर्बाइन तक ले जाता है। ये कॉनकरीट या स्टील के बनाए जाते है। पानी के प्रेशर के आधार पर पेनस्टाक की मोटाई निर्धारित होती है।

पेन स्टाक की सुरक्षा के लिए विभिन्न उपकरण लगाए जाते है जैसे ऑटोमेटिक बटर फ्लाई वाल्व, एयर वाल्व और सर्ज टैंक। ऑटोमेटिक बटरफ्लाई वाल्प पेनस्टाक से पानी के प्रवाह को रोकता है। एमर वाल्व पेनस्टाक के हवा के प्रेशर के बराबर बनाए रखता है।

पेन स्टानक के अंदर बहने वाले पानी का बहाव (प्रेशर) बाहर के पानी से अधिक होता है। शुरूवात में पेनस्टाक में एक वैक्यूम उत्पन्न हो सकता है इसलिए एक वाल्व लगाए जाते है। एक पेनस्टाक और उसके सुरक्षात्मक उपकरण का व्यवस्थित Fig 3 में दर्शाया गया है।

Fig 3



VARIOUS PENSTOCK PROTECTION DEVICE

vi टेल रेस (Tail race) : टेल रेस एक नहर (channel) जैसी होती है। जिसमें टर्बाइन में उपयोग हो। चुका पानी पावर हाउज से दूर ले जाने के लिए बनाई जाता है। ये प्राकृतिक नहरों जैसा ही होती है। टेल रेस ये बहने वाली पानी टेल रेस लेवल या टेरेस कहलात है।

vii ड्राफ्ट ट्यूब (Draft tube) : रिएक्शन टर्बाइन में पानी का प्रेशर वायुमंडलीय दाब से भिन्न होता है। इस लिए इस टर्बाइन को पूर्णतः कवर किया जाता है। अतः इस बात को ध्यान में रखकर टर्बाइन के आऊट लेट में लगाए जानेवाले पाइप की गार्डिंग की जाती है और टेलरेस की मोटाई (cross sectional area) बढ़ाया जाता है।

ड्राफ्ट ट्यूब लगाने के दो मुख्य कारण है :

1 ये निगेटिव या सकशन हेड को रनर निकासी (runner head) पर स्थापित करता है । जिससे हेट को नुकसान नहीं पहुँचाता और टर्बाइन को टेल स्टेप से आसानी से जोड़ता है ।

2 ये रनर से निकासित गतिज ऊर्जा को प्रेशर हेड को दे कर उपयोग करता है । कह सकते है कि यह एक रिक्यूपेरेटर की तरह काम करता है (recuperator of pressure energy) ।

2 वॉटर टर्बाइन (Water turbine)

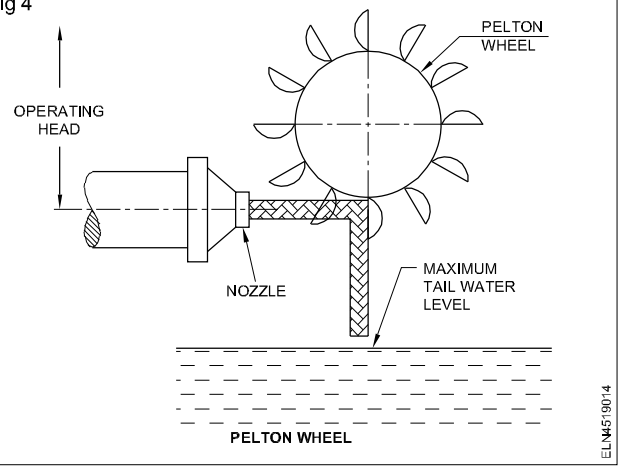
वॉटर टर्बाइन गिरते हुए पानी की ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है । सैद्धांतिक आधार पर टर्बाइन दो तरह के होते हैं :

i इम्पल्स टर्बाइन (Impulse turbines)

ii रिएक्शन टर्बाइन (Reaction turbines)

i इम्पल्स टर्बाइन्स (Impulse turbines) : इम्पल्स टर्बाइन ऊँचे हेड वाले प्लांट में उपयोग किये जाते है । इम्पल्स टर्बाइन में पानी की सारी गतिज ऊर्जा (kinetic energy) को एक नोजल में एकत्र करते है । जेट ड्राइव के वेग से व्हील को न्यूमाया जाता है। जैसे पेल्टन व्हील Fig 4 में दिखाया गया है । इस व्हील (पहिया) के किनारों पर दीर्घ वृत्ताकार बुल्टी जैसी लगी होती है । नट के नोज़ल से तेज धार वाला पानी इनपे पड़ता है और टर्बाइन घूमने लगता है । टर्बाइन पर पड़ने वाली पानी की धारा को निडिल या स्पीयर से कंट्रोल करते है । (जैसा Fig 4 में दिखाया है) उसे टिप पर एक नोज़ल लगा हुआ है ।

Fig 4



निडिल को गवरनर कंट्रोल करता है । यदि टरवाइन का लोड कम होता है तो गवरनर निडिल को नोजल के अंदर कर देता है । जिससे पानी की मात्रा कम निकलती है । इसके विपरीत लोड बढ़ने पर निडिल को बाहर कर देता है।

ii रिएक्शन टर्बाइन (Reaction turbines) : रिएक्शन टर्बाइन को निम्न और मध्यम ऊँचाई के हेड के लिए उपयोग करके बै । इस टर्बाइन में रनर में पानी की कुछ मात्रा प्रेशर, ऊर्जा से और कुछ वेलोसिटी हेड (velocity head) से दी जाती है प्रमुख रिएक्शन टर्बाइन है।

a. फ्रांसिस टर्बाइन (Francis turbines)

b. कापलान टर्बाइन (Kaplan turbines)

फ्रांसिस टर्बाइन का उपयोग कम और मध्यम हेट के लिए किया जाता है। इसमें टर्बाइन आवरण के लिए स्थिर गाइड ब्लेड की एक बाहरी रिंग होती है और आपेरेटिंग रिंग के लिए रनर बनाने के लिए आंतरिक रिंग होती है । टर्बाइन पर पानी के वेग को गाइड ब्लेड की कंट्रोल करती है । इस टर्बाइन में पानी की दिशा बदलती रहती है । इसलिए इसे रिएक्शन टर्बाइन कहते है ।

कापलान टर्बाइन वहाँ उपयोग करते है जहाँ कम हेड होता है और पानी की मात्रा अधिक होती है । ये फ्रांसिस टर्बाइन के जैसा ही होता है सिवाय इसके की इसके रनर पर पानी अक्षीय दिशा से गिरता है ।

3 विद्युत उपकरण (Power equipment)

हाइड्रो पावर प्लांट में अल्टरनेटर, ट्रांसफार्मर, सर्किट ब्रेकर और स्विच और सुरक्षात्मक यंत्र लगे होते है ।

हाइड्रो इलेक्ट्रिक संयंत्र के प्रकार (Types of hydro - electric plants)

विद्युत प्लांट को वगीकृत करने को तीन विद्यियां है । वर्गीकरण आधारित होता है :

a पानी की मात्रा (Quantity of water available)

b हेड (Available head)

c लोड की प्रकृति पर (Nature of load)

पानी की मात्रा के आधार पर हाइड्रो पॉवर संयंत्र का वर्गीकरण (Classificaton of Hydro - electric plants according to quantity of water available)

इस वर्गीकरम के आधार पर प्लांट तीन प्रकार से बाटें जाते हैं ।

i बिना नदी को बंद किये और बिना जलाशय

ii बिना नदी को बंद किये और जलाशय बनाकर

iii रिजरवियर (जलाशय) बनाकर

i बिना नदी को बंद किये बिना जलाशय के (Run off river plants without pondage)

जैसा कि नाम से समझ आता है । इसमें पानी को एकत्र नहीं किया जाता है । जिस मात्रा में पानी उपलब्ध होता है वैसे ही उपयोग करते है ।

ii बिना नदी को रोके और जलाशय बनाकर (Run- off river plants with pondage)

नदी को बिना रोके बांध बनाकर पानी रोका जाता है । जलाशय में पानी एकत्र करके, ऐसे जलाशय में जब नदी में पानी कम होता है । तब भी काम करते हैं ।

iii रिजर्वायर प्लांट (Reservoir plants)

इस प्लांट में बांध के पीछे पानी को एकत्र किया जाता है । इसकी क्षमता अधिक होती है और पूरा साल एकत्र आऊट दे सकते है ।

हाइड्रो पावर प्लांट का वर्गीकरण हेड के आधार पर (Classification of hydro-electric plants according to available head)

हाइड्रो पॉवर प्लांट हाई हेड, मध्यम हेड और ल्वो (निम्न) हेड के आधार पर वर्गीकृत किये जाते है । प्लांट उच्च हेड कहलाता है । यदि हेड की ऊँचाई 300 मीटर से ऊपर होती है । प्लांड हेट की ऊँचाई अगर 30 मीटर से कम होती वह निम्न हेड कहलाता है । और यदि इसके बीच की ऊँचाई हो तो मध्यम हेड कहता है ।

हाई (उच्च) हेड प्लांट में अधिक वर्षा या बर्फ बिघलने से पानी अधिक हो जाता है । लो (निम्न) हेड वाले डेम को नदियों के मोहाने पर बनाया जाता है । मध्यम हेड वाले प्लांट लो हेड जैसे ही होते है । ये 30 - 300 मीटर तक की ऊँचाई के हेड होते है ।

हाइड्रो पॉवर संयंत्र का वर्गीकरण लोड के आधार पर (Classification of Hydro- electric plants according to nature of load)

प्लांट का वर्गीकरण बेस लोड, पीक लोड, पीक लोड के लिए पम्पड् स्टोरेज प्लांट ।

इलेक्ट्रिक सबस्टेशन की मुलाकात (Visiting of electrical substation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **भ्रमण से पूर्व तैयारियों का अध्ययन एवं कार्यक्रम निर्धारित करना**
- **मुख्य भागों और उसके तैयारियों के महत्व को अलग-अलग प्रशिक्षणार्थी को बताना**
- **भ्रमण के दौरान ले जाना जाने वाली सहायक सामग्रियों की सूची तैयार करना**
- **भ्रमण पर क्या करना है और क्या नहीं करना है का सूची तैयार करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

उचित कार्यकारी वातावरण बनाने के लिये औद्योगिक भ्रमण एक महत्वपूण कदम है। प्रयोगशाला या कार्यक्रम में अभ्यास करने वाले प्रायोगिक अभ्यासों के दौरान कभी भी वास्तविक काम करने की स्थिति नहीं मिलती, क्योंकि यह एक निर्धारित समय के भीतर और बाद के चरण में एक ऑकलन के तहत पुरा करने के लिये नियोजित प्रशिक्षण का एक भाग है।

आंशिक कार्ययोजना (Initial preparatory work)

प्रशिक्षणार्थियों को वासतविक साइड पर अच्दी तरह से बातचीत की स्थिति में होनी चाहिए। प्रत्येक उद्योग तकनीकी विशेषज्ञ एक टीम पर काम निष्पादित करते हैं और बेहतर परिणाम देते है। संबंधित तकनीशियन या आपरेटर किसी विशेष कार्य के कार्य या प्रक्रिया का एक स्पष्ट विचार देने में सक्षम होंगे और आपको इसे पूरी तरह जानना होगा।

संबंधित तकनीशियन या आपरेटर से पूरी प्रक्रिया को समझने के लिये आपको उस विशेष विशेषण या प्रक्रिया का एक अच्छा ज्ञान होना चाहिए। जब आप किसी कारखाने या कार्यस्थल में औद्योगिक यात्रा पर जायें, तो आपको चुनौती को पूरा करने के लिये कार्ययोजना तैयार करना चाहिए।

भ्रमण क्षेत्र और उसके महत्व (Preparation areas and its importance)

जटिल है या बहु स्तरीय प्रक्रिया शमिल है, उस मामले में प्रशिक्षणर्थिसों को बातचीत करने या पूरी प्रक्रिया को शमिल करने के लिये छोटे बैच बनाये जाने चाहिए। ऐसे मामलों मं प्रत्येक बैंच को पहले से गठित किया जाना चाहिए और बातचीत करने के लिये सभी बैंच को एक साथ शामिल करना चाहिए।

सहायक सामग्रियाँ (Supporting materials)

जब भ्रमण जनरेटिंग स्टेशन में है, तो निम्नाकिंत चीजों की जानकारी अवश्य रखना चाहि -

1 संयंत्र की स्थापित क्षमता

2 अधिकतम लोड डिमांड

3 लोड फैक्टर

4 निकटतम लोड डिमांड

5 स्थापित किये गये आल्टसेटरों की कुल संख्या और उसकी कार्यशील स्थति

6 ईंधन का विवरण (कोयला-परमाणु, इसकी उपलब्धता गुणवता आदि) और ईंधन के दैनिक खर्च।

7 पर्यावरण इमरजेंसी के मामले में अतिरिक्त ईंधन को पूरा करने के लिये समाधान।

8 संयंत्र और उसके आसपास के स्थान का मेंप।

9 निर्देशित (guided) या अध्ययन के अलावा संबंधित पीढ़ी और वितरण तकनीकों के बारे में अधिकतम जानकारी इकठ्ठा करें।

10 अधिकतम जोखिम भरा क्षेत्र - PPE सुविधा आपातकालीन रास्ता आपातकाल की अवस्था में।

क्या करें क्या न करें (Do's & Dont's)

क्या करें (Do's)

1 पहचान पत्र के साथ यूनिफार्म पहनें।

2 सुनिश्चित कर लें कि सुरक्षात्मक गैजेट उपलब्ध हैं अन्यथा उसे ले जायें।

3 विशेष क्षेत्रों में लागाए सुरक्षा मापइदण्डों का पालन करें निर्देश को ध्यान से सुनें।

4 अपने निष्कर्षों और आकलन रिकार्ड करने के लिये सामग्रियों को ले सुने।

5 सख्त अनुशासन और समयनिष्ठता (punctuality) ध्यान दें।

6 सभी निर्देशों और नियमों का पालन करें।

7 सिर्फ निर्धारित क्षेत्रों में ही चलें।

क्या न करें (Dont's)

1 ढ़ीले कपड़े और गहने पहनने से बचें।

2 कोई भी बैग या सामग्री न ले जाये।

3 किसी भी प्रतिबंधित क्षेत्र को पार न करें।

4 मशीन के पास गुजरते समय किसी भी भाग को या मशीन से स्पर्श या खेल न करें।

5 भ्रमण के समय किसी भी मशीन या जगह पदृवर न बैठें।

6 कारखाने के अंदर भ्रमण के समय अनुपयोगी ध्वनि या उत्पन्न न करें।

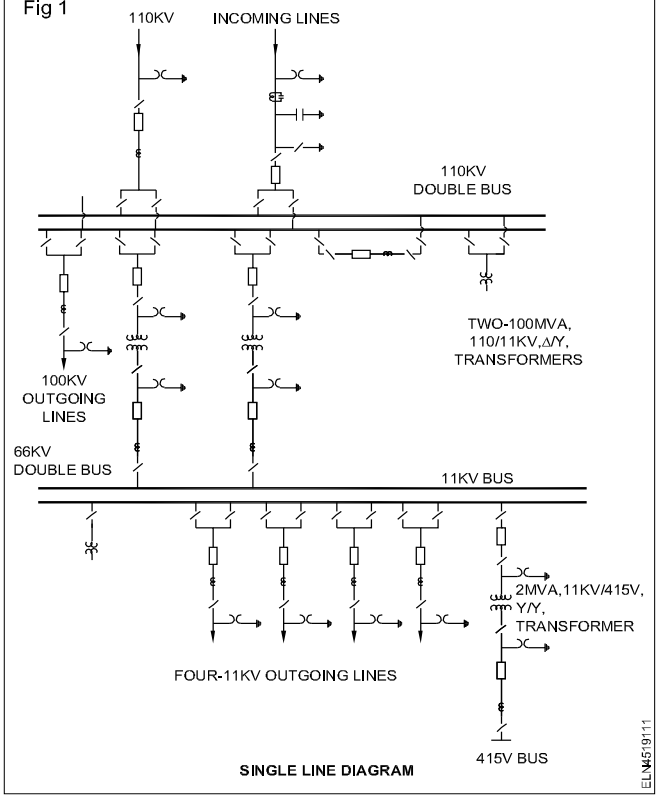
7 अलग-अलग सेक्शन या क्षेत्रों में भ्रमण के समय किसी भी प्रकार का छेड़छाड न करें।

8 आपकों किसी भी समय दिये गये निर्देशों को उपेक्षा करने या टालने की कोशिश न करें।

9 किसी भी प्रकार का छेड़छाड़ करने के लिये प्ररितज न करें या दूसरों को करने के लिये प्रोत्ससाहित न करें। यात्रा का नेत्वव करन के लिये जिम्मेदार व्यक्ति को कार्यक्रम को पहले से अच्छी तरह से व्यवस्थित करना होगा और संबंधितों को सूचित करना होगा। समय पर पहुचने के लिये परिवहन पर जाने और व्यवस्था करने की अनुमति लेना। सभी को ले जाने की व्यवस्था भी हो सकती है, जो संबंधित व्यक्ति की जिम्मेदारी है।

Fig 1 में एक ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्यूशन सबस्टेयान का एक विशिष्ट सिंगल ले आउट आरेख दिखाया गया है।

Fig 1



पावर सबस्टेशन (Power substations)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **इलेक्ट्रिक सबस्टेशनों के प्रकार्य एवं प्रयोजन बताना**
- **विभिन्न प्रकार के सबस्टेशनों का वर्गीकरण करना**
- **सबस्टेशनों में प्रयुक्त उपकरण एवं भागों की सूची बनाना**
- **चिन्हों के साथ पावर सबस्टेशन का एकल रेखा चित्र स्पष्ट करना।**

सबस्टेशन (Substations)

इलेक्ट्रिक पावर का उत्पादन पावर जनरेटिंग स्टेशनों पर किया जाता है, जो आमतौर पर लोड सेंटर से बहुत दूर स्थित होते हैं । विद्युत उत्पादन स्टेशनों और उपभोक्ताओं के बीच कई ट्रांसफारमेशन और स्वीचिंग स्टेशनों की आवश्यकता होती है । यह आमतौर पर सब स्टेशन के रूप में जाना जाता है ।

सबस्टेशन पावर सिस्टम का महत्वपूर्ण हिसासा है और जनरेटिंग स्टेशन, ट्रांसमिशन सिस्टम और डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के बीच बनता है यह इलेक्ट्रिक उपकरणों जैसे बुस-बार, स्विच गियर उपकरण, पावर ट्रांसफॉर्मर इत्यादि की असेम्बली होती है।

कार्य (Function)

इनका मुख्य कार्य जनरेटिंग स्टेशन से उच्च वोल्टेज पर ट्रांसमिट पावर को रिसिव करना होता है और ट्रांसमिशन लाइन के स्विचिंग ऑपरेशन के लिए वोल्टेज को कम करना होता है । सबस्टेशन को सुरक्षा उपकरणों दिये जाते है जिससे फाल्ट या दोष के समय उपकरण और सर्किट को अलग किया जा सके।

सबस्टेशन सुविधाजनक स्थान है जहाँ सिन्क्रोनस कंडेसर को स्थापित किया जाता है जो पावर फेक्टर को सुधार के उद्देश्य और इलेक्ट्रिक सिस्टम के विभिन्न भागों के संचालन की माप को मापने के लिए सुविधाएं प्रदान करता है ।

सबस्टोशन का वर्गीकरण (Classification of substation)

सबस्टेशन का वर्गीकरण सर्विस की आवश्यकता एवं निर्माण और के अनुसार किया जाता है । सर्विस की आवश्यकता के अनुसार ये ट्रांसफार्मर सबस्टेशन स्वीचिंग सबस्टेशन और कर्न्वटिंग सबस्टेशन में वर्गीकृत होते हैं।

1 **ट्रांसफार्मर सबस्टेशन (Transformer substations) :** सबसे ज्यादा इस तरह के ही सबस्टेशन, पावर सिस्टम में होते हैं । यह पावर को एक वोल्टेज लेवल से वोल्टेज लेवल में परिवर्तित करते हैं । ट्रांसफार्मर, सबस्टेशन में मुख्य उपकरण होता है । ट्रांसफार्मर सबस्टेशन को स्टेपअप सबस्टेशन प्रायमरी ग्रिड सबस्टेशन, सेकंडरी सबस्टेशन और डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन में अधिक वर्गीकृत किया जाता है ।

a **स्टेप-अप सबस्टेशन (Step - up substations) :** यह सबस्टेशन जनरेटिंग स्टेशन पर सिवच होता है । 11KV जनरेटिंग वोल्टेज को 220KV या 400KV के प्राथमिक ट्रांसमिशन वोल्टेज स्तर तक बढ़ाया जाना चाहिए ।

b **प्रायमरी ग्रिड सबस्टेशन (Priamary grid substations) :** प्रायमरी ट्रांसमिशन लाइन के अतिम सिरे यह सबस्टेशन स्थिति होता

है और प्रायमरी वोल्टेज उपयुक्त सेकंडरी वोल्टेज 66KV या 33KV में स्टेप डाउन होता है ।.

c **सेकंडरी सबस्टेशन (Secondary substations) :** वोल्टेज को 11KV में स्टेप डाउन किया जाता है। 11KV के पावर के साथ उपभोक्ताओं को सप्लाय की जाती है।

d **डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन (Distribution substations) :** यह सबस्टेशन स्थानीय उपभोक्त के पास स्थित रहता है और उपभोक्ता 415V तीन फेस या 240V सिंगल फेस सप्लाय करता है।

2 **स्विचिंग सबस्टेशन (Switching substations) :** इस तरह के सबस्टेशन से मतलब है कि वोल्टेज को परिवर्तित किए बिना पावर लाइन का स्वीचिंग आपरेशन करना होता है। विभिन्न ट्रांसमिशन लाइन के मध्य भिन्न कनेक्शन बनाता है।

3 **कन्वर्टिंग सबस्टेशन (Converting substation) :** इस तरह के सबस्टेशन का मतलब AC से DC या इसके विपरीत में कनवर्ट करना है । कुछ का उपयोग, उद्योग उपयोग के लिए उच्चतर से कम या इसके विपरीत में आवृत्ति को बदलने के लिए किया जाता है।

निर्माण विशेषताओं के अनुसार सबस्टेशन को इनडोर सबस्टेशन आउटडोर सबस्टेशन, अंडर ग्राउण्ड सबस्टेशन और पोल माउण्टेड सब स्टेशन को वर्गीकृत किया है ।

1 **इनडोर सबस्टेशन (Indoor substations) :** इस स्टेशन के सभी उपकरण स्टेशन बिल्डिंग के भीतर स्थापित होते हैं ।

2 **आउटडोर सबस्टेशन (Outdoor substations) :** सभी उपकरण जैसे ट्रांसफार्मर, सर्किट ब्रेकर, आइसोलेटट इत्यादि बाहर स्थापित होते हैं।

3 **अंडर ग्राउण्ड सबस्टेशन (Underground substations) :** मौटे तौर पर आबादी वाले क्षेत्रों में जहाँ खाली जगह की बड़ी समस्या है, और जमीन की लागत अधिक है, ऐसी स्थिति में सबस्टेशन अंडरग्राउण्ड रखे जाते हैं।

4 **पोल माउण्टेड सबस्टेशन (Pole mounted substations) :** यह आऊटडोर सबस्टेशन होता है, साथ में H pole या 4 pole संरचना के ओवरहेड उपकरण स्थापित किए जाते हैं ।

सबस्टेशन को निम्नलिखित तरीको से भी वर्गीकृत किया जा सकता है ।

1 **वोल्टेज स्तर के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on voltage levels) :** उदा. AC सबस्टेशन : EHV, HV, MV, LV : HVDC सबस्टेशन ।

2 **आउटडोर और इनडोर के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on outdoor or indoor) :** खुली हवा में आउटडोर सब स्टेशन होते हैं और इनडोर सबस्टेशन बिल्डिंग के अंदर होते हैं ।

3 **विन्यास के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on configuration)**

- परम्परागत हवा इंसुलेटेड आउटडोर सबस्टेशन या
- SF6 गैस इंसुलेटेड सबस्टेशन (GIS)
- समग्र सबस्टेशन जिसमें ऊपर दिए हुए दोनों का संयोजन होता है ।

4 **अनुप्रयोग के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on application)**

- **स्टेप अप सबस्टेशन (Step up substation) :** जनरेटिंग स्टेशन के साथ जुड़ा हुआ होता है क्योंकि जनरेटिंग वोल्टेज कम होती है ।
- **प्रायमरी ग्रिड सबस्टेशन (Primary Grid substation) :** प्रायमरी ट्रांसमिशन लाइनों के साथ उचित लोड केन्द्र पर बनाया जाता है । यह EHV लाइन से 400KV, 220 KV, 132KV पावर रिसिव करता है और अल्टीमेट उपभोक्ता के लोड और दूरी दोनों के संबंध में स्थानीय आवश्यकताओं के अनुरूप वोल्टेज को 66KV, 33KV या 22KV (22KV असमान्य है) में बदलता है ।
- **सेकंडरी सबस्टेशन (Secondary substation) :** सेकंडरी ट्रांसमिशन लाइन के साथ 66/33KV के दर पर पावर रिसिव होती है जो आमतौर पर 11KV तक नीचे आ जाती है ।
- **डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन (Distribution substation) :** बनाया जहाँ ट्रांसमिशन लाइन वोल्टेज, सप्लाय वोल्टेज को स्टेप डाउन करता है ।
- **थोक आपूर्ति और औद्योगिक सबस्टेशन (Bulk supply and industrial substation) :** डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन के समान होता है लेकिन प्रत्येक उपभोक्ता के लिए अलग से बनाया जाता है ।
- **खनन सबस्टेशन (Mining substation) :** इलेक्ट्रिक सप्लाय के संचालन में आवश्यक सुरक्षा के लिए अतिरिक्त सावधानी के कारण इसको विशेष डिजाइन के विचार की आवश्यकता होती है ।
- **मोबाइल सबस्टेशन (Mobile substation) :** ट्रांसफार्मर आदि को आपातकालीन प्रति स्थापन के लिए बनाया जाता है ।
- **डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन (Distribution substations) :** इस पर 11KV, 6.6 KV प्राप्त होता है और उपयुक्त वोल्टेज को LV डिस्ट्रीब्युशन उद्देश्य के लिए स्टेप डाउन किया जाता है, आमतौर पर 415 वोल्ट पाया ।

सबस्टेशन में स्थापित भाग, उपकरण और घटक (The parts, equipment and components installed in substation)

प्रत्येक सबस्टेशन के निम्नलिखित भाग और उपकरण हैं।

1 **आउटडोर स्विचयार्ड (Outdoor switchyard)**

- इनकमिंग लाइन (Incoming lines)
- आउटगोइंग लाइन (Outgoing lines)
- बुसबार (Busbar)
- ट्रांसफॉर्मर (Transformer)
- बस पोस्ट इंसुलेटर और स्ट्रिंग इंसुलेटर
- सब स्टेशन उपकरण जैसे सर्किट ब्रेकर, आइसोलेटर, अर्थिंग स्विच, सर्ज अरेस्टर, CTs, PTs न्युट्रल अर्थिंग उपकरण।

- स्टेशन अर्थिंग सिस्टम में ग्राउंड मेट, राइज़र, सहायक मेट, अर्थिंग स्ट्रिप्स, अर्थिंग स्पाइक और अर्थ इलेक्ट्रोड शामिल है।
- ओवरहेड अर्थवाइल शिल्डिंग against लाइटनिंग स्ट्रोक (लाइटनिंग स्ट्रोक के विरुद्ध ओवरहेड अर्थवाइस शिलिंडग)
- लोवर उपकरण सपोर्ट के लिए गेल्वेनाइज्ड स्टील संरचना ।
- PLCC उपकरण सहित लाइन ट्रेप, ट्युनिंग यूनिट, कपलिंग केपेसिटर etc.
- पावर केबल्स
- सुरक्षा और नियंत्रण के लिए कंट्रोल केबल
- रोड़, केबल ट्रेंच
- स्टेशन इल्युमिनेशन सिस्टम

2 मेन ऑफिस बिल्डिंग (Main office building)

- प्रशासनिक भवन
- सम्मेल कक्ष इत्यादि

3 6.6/11/22/33/66/132 KV स्विच गियर LV

- इनडोर स्विच गियर

4 स्विचगियर और कंट्रोल पेनल बिल्डिंग (Switchgear and control panel building)

- लो वोल्टेज AC स्विच गियर
- कंन्ट्रोल पेनल, सुरक्षा पेनल

5 बैटरी रूम और DC डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम (Battery room and DC distribution system)

- DC बैटरी सिस्टम और चार्जिंग उपकरण
- DC डिस्ट्रिब्युशन सिस्टम

6 मेकेनिकल, पावर और अन्य सहायक (Mechanical, electrical and other auxillaries)

- अग्निशमन प्रणाली
- D.G (डीजल जनरेटर) सेट
- तेल शोधन प्रणाली

एक सबस्टेशन द्वारा किया जानेवाला महत्वपूर्ण कार्य स्विचिंग है, जो सिस्टम से ट्रांसमिशन लाइनों या अन्य घटकों को जोड़ता या डिसकनेक्ट करता है। ट्रांसमिशन लाईन या ट्रांसफार्मर को जोड़ने या हटाने के लिए एक ट्रांस मिशन लाइन या अन्य घटकों को रखरखाव के लिए नए निर्माण के लिए बिना सक्रिय किये जाने की आवश्यकता हो सकती है । सभी काम करने के लिए, नए सबस्टेशन जोड़ने के लिए नियमित परीक्षण पूरे सिस्टम को चालू रखने के दौरान किया जाना चाहिए।

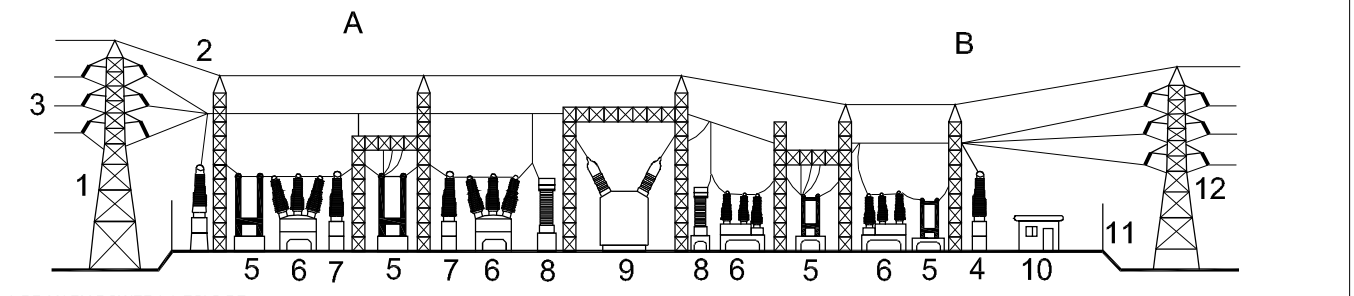
दोप ट्रांसमिशन लाईन या अन्य अवयवों में आ सकते हैं । इस लाइन दोप के कुछ उदाहरण लाइटिंग के द्वारा और आर्क विकसित होती है । सब स्टेशन का कार्य है कि वह कम से कम मुमकिन समय में प्रयुक्त भाग को अलग कर सके ।

सबस्टेशन ले आउट और उनके घटक (Substation layout and their components)

Fig 1 में प्ररूपी सबस्टेशन का लेआऊट दिखाया गया है, इसमें निम्न घटक होते हैं और नीचे समझाया गया है ।

पावर ट्रांसफार्मर (Power transformer) : पावर ट्रांसफार्मर का उपयोग जनरेशन और ट्रांसमिशन नेटवर्क में, जनरेटिंग स्टेशन में स्टेपिंग अप

Fig 1



वोल्टेज और डिस्ट्रीब्युशन के लिए वोल्टेज को स्टेप डाउन करने के लिए किया जाता है । सबस्टेशन के सहायक उपकरणों के पावर सहायक ट्रांसफार्मर द्वारा दिया जाता है । (Fig 2).

करंट ट्रांसफार्मर (Current transformers (CT)) : सब स्टेशन में लाइनें हजारों एम्पीयर की करंट लेती है । माप उपकरणों को करंट के कम वेल्यु के लिए डिजाइन किया गया है । करंट ट्रांसफार्मर (CT) माप उपकरणों और सुरक्षात्मक रिले को सप्लाय देने के लिए लाइन में जुड़े हुए होते है । उदाहरण के लिए 100/1A CT , 100A, की लाइन के साथ जुड़ा होता है और करंट ट्रांसफार्मर CT का द्वितीयक करंट 1A होता है । (Fig 3)

पोटेशिंयल ट्रांसफार्मर (Potential transformers (PT)) : स्टेशन की लाइने उच्च वोल्टेज पर कम करती है । माप उपकरणों को वोल्टेज के कम वेल्यु के लिए डिजाइन किया जाता है । पोटेशिंयल ट्रांसफार्मर माप उपकरणों और सुरक्षात्मक रिले की आपूर्ति के लिए लाइनों में जुड़ा होता है ।

Fig 2

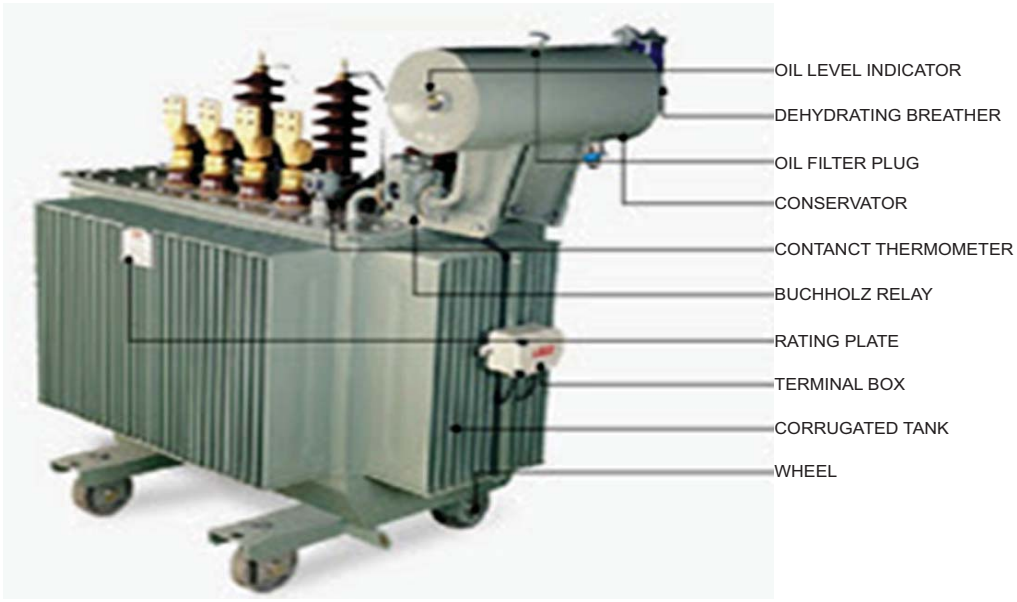
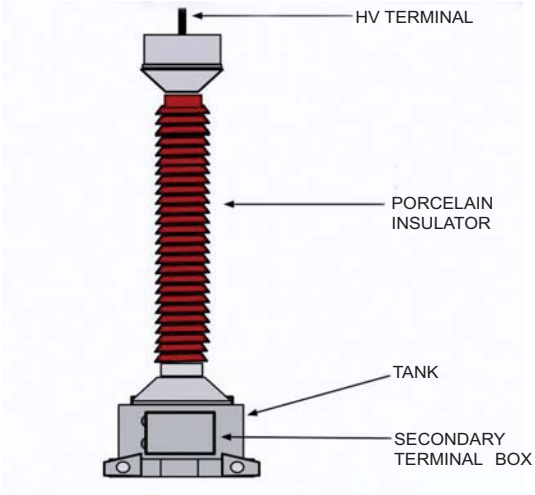


Fig 3



उच्च वोल्टेज के माप के लिए यह ट्रांसफार्मर, कम वोल्टेज यंत्र के लिए उपयुक्त होते हैं । उदाहरण के लिए 11KV/110V PT पावर लाइन से जुड़ा होता है और लाइन वोल्टेज 11KV है तो द्वितीयक वोल्टेज 110V है। (Fig 4)

Fig 4

सर्किट ब्रेकर (Circuit breaker (CB)) : सामान्य और असामान्य दोनों स्थिति में सर्किट को खोलने और बंद करने के लिए सर्किट ब्रेकर का उपयोग किया जाता है । विभिन्न प्रकार के सर्किट ब्रेकर है जैसे ऑयल सर्किट ब्रेकर, एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर, वेक्युम सर्किट ब्रेकर और SF_6 सर्किट ब्रेकर ।

आइसोलेटिंग स्विच के लिए आइसोलेटर (Isolators for isolating switches) : सामान्य रखरखाव के लिए सिस्टम के हिस्से को प्रथक करने के लिए, आइसोलेटर सबस्टेशन में कार्यरत होते है । आइसो लेटर स्विच केवल लोड की स्थिति में संचालित होते हैं । आइसोलेट सर्किट ब्रेकर के हर तरफ या दोनों तरफ दिये जाते हैं ।

लाइटनिंग अरेस्टर्स (LA) (Lightning arresters) (LA) : लाइटनिंग अरेस्टर्स सुरक्षात्मक युक्तियाँ हैं जो उपकरणों बिजली के झटकों से बचाने के लिए प्रयुक्त की जाती हैं ।

अर्थ स्विच (Earth switch) : यह एक स्विच है जिसे आमतौर पर खुला, और पृथ्वी और कंडक्टर के बीच जोड़ा जाता है । यदि स्विच बंद होता है तो यह इलेक्ट्रिक चार्ज को भूमि पर डिस्चार्ज करता है । जो बिन्द चार्ज की लाइन पर उपलब्ध होता है ।

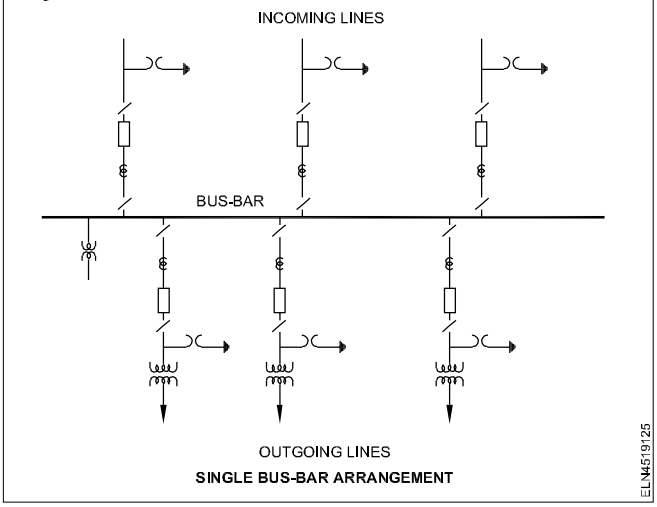
वेव ट्रेप (Wave trap) : यह उपकरण सबस्टेशन में स्थापित किया जाता है ताकि रिमोट सबस्टेशन से लाइन पर भेजे गए हाई फ्रिक्वेंसी संचार सिग्नल को ट्रेप करने और उन्हें सबस्टेशन कंट्रोल रूप में दूरसंचार पैनल में बदल दिया जा सके ।

कपलिंग केपेसिटर (Coupling capacitor) : कपलिंग केपेसिटर का इस्तेमाल सबस्टेशन में वहाँ किया जाता है, जहाँ कम्युनिकेशन या संचार AC पावर लाइन द्वारा किया जाता है । यह हाई फ्रिक्वेंसी केरिअर सिग्नल के लिए बहुत कम प्रतिबाधा (impedance) प्रदान करता है और उन्हें लाइन मेचिंग यूनिम में प्रवेश करने और लोफिक्वेंसी को ब्लॉक करने की अनुमति देता है।

बुस-बार (Bus - bar) : जब समान वोल्टेज स्तर पर संचालित होनेवाली लाइनों की संख्या को इलेक्ट्रिकली जोड़ने की जरूरत होती है वहाँ बुस-बार का उपयोग किया जाता है। बस बार कॉपर या एल्युमिनियम के बने हुए कंडक्टर होते है, जो बहुत कम प्रतिबाधा और हाई करंट को ले जाने की क्षमता रखते हैं। विभिन्न प्रकार की बुस-बार व्यवस्था जैसे सिंगल बुस-बार व्यवस्था, सिंगल बसबार सेक्शन लाइजेशन, डबल बुस-बार व्यवस्था, सेक्शन लाइज्ड डबल बस बार व्यवस्था, डबल मेन और सहायक बुस-बार व्यवस्था, ब्रेकर और हाफ स्कीम/1.5 ब्रेकर स्कीम और रिंग बुस-बार स्किम है।

सिंगल बुस-बार व्यवस्था (Single bus-bar arrangement) : इसमें सिंगल बुस-बार शामिल है / इनकमिंग और आउटगोइंग दोनों सिंगल बस बार से जुड़े होते हैं (Fig 5). इस व्यवस्था के फायदे कम रखरखाव, कम प्रारंभिक लागत और सरल आपरेशन है । इस व्यवस्था की कमी यह है कि अगर कोई भी मरम्मत कार्य बुस-बार पर किया जाता है, तो पूरी प्रणाली बाधित हो जाएगी ।

Fig 5

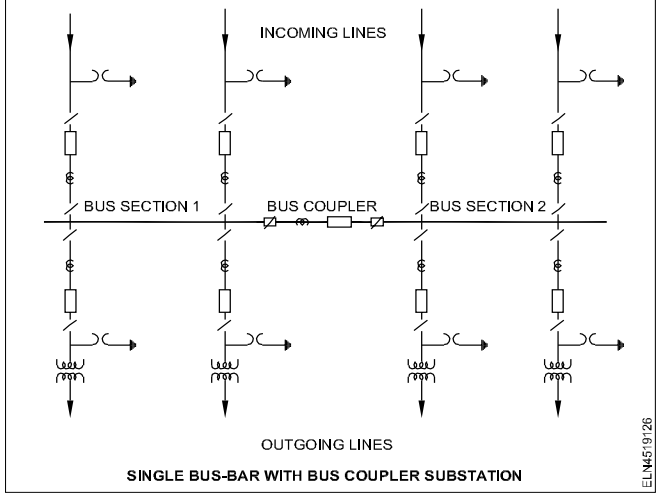


SINGLE BUS-BAR ARRANGEMENT

सेक्शनलाइजेशन के साथ बुस-बार (Single bus-bar with sectionalization) : सिंगल बुस-बार को सेक्शन में बांटा गया है । सर्किट ब्रेकर और आइसोलेटर्स द्वारा कोई भी दो सेक्शन जुड़े होते हैं । दोष या रखरखाव के दौरान विशेष सेक्शन को डी. एनरजाइज्ड (सक्रियहीन) किया जा सकता है । यह सिस्टम को पूरे तरह से बंद करने से बचाता है ।

Fig 6 दर्शाता है कि दो इनकमिंग और दो आउट गोइंग लाइन बस सेक्शन I से जुड़ी है और दूसरी दो इमकमिंग और दो आउटगोइंग लाइनों को बस कपलर के द्वारा बस सेक्शन 2 से जोड़ा हुआ है ।

Fig 6

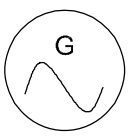


SINGLE BUS-BAR WITH BUS COUPLER SUBSTATION

डबल बुस-बार व्यवस्था (Double bus - bar arrangements) : इस व्यवस्था को डुप्लीकेट बुस-बार सिस्टम के रूप में भी जाना जाता है । इसमें दो बार-बार मुख्य और अतिरिक्त ('spare') एक ही क्षमता की होती है। इनकमिंग और आउटगोइंग लाइनों को बस-कपलर, ब्रेकर और आउसोलेटर या तो बस से जोड़ा जा सकता है । सर्किट की सप्लाय की निरंतरता की मुख्य बस- के रखरखाव के दौरान या उसके पर होने वाले दोष पर को बनाए रखा जा सकता है ।

सबस्टेशन के लिए सिंगल लाइन डायग्राम (Single line diagram for substation) : कोई भी काम्पलेक्स पावर सिस्टम बल्कि 3 फेस सर्किट है, सिंगल लाईन डायग्राम द्वारा दर्शाया जा सकता है, इलेक्ट्रिक पावर सिस्टम के विभिन्न इलेक्ट्रिक घटकों को दिखाता है और उनका एक दूसरे से संबंध को भी दिखाता सिंगल लाईन में सबस्टेशन के विद्युत घटक जैसे पावर ट्रांसफार्मर, इनकमिंग और आउटगोइंग लाइन, बुस-बार, स्विचिंग और सुरक्षा उपकरण, मानक प्रतीकों द्वारा दर्शाया जाता है और उनके बीच उनके इंटरकनेक्शन लाइन द्वारा दिखाया जाता है । सिंगल लाइन डायग्राम सबस्टेशन ले आउट की प्लानिंग बनाने में उपयोगी होते हैं ।

सब स्टेशन घटकों को दर्शाने के लिए प्रयुक्त कुछ मानक प्रतीकों को नीचे तालिका में दिया गया है ।

क्र.सं.	पावर भाग	चिह्न
1	AC जनरेटर	
2	बुस बार	

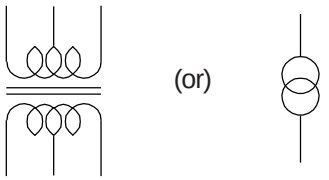
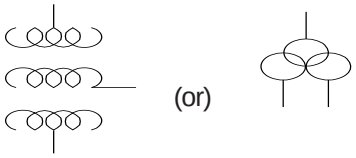
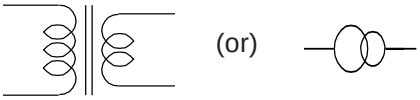
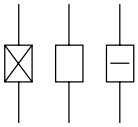
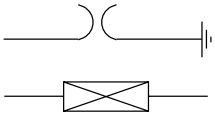
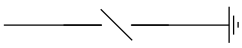
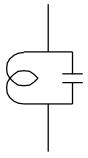
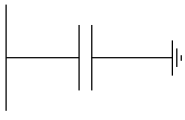
क्र.सं.	पावर भाग	चिह्न
3	पावर ट्रान्सफार्मर - दो वाइन्डिग	 (or)
4	तीन वाइन्डिंगवाला ट्रान्सफार्मर	 (or)
5	करन्ट ट्रान्सफार्मर (CT)	
6	बोल्टेज ट्रान्सफार्मर अथवा पोटेन्शियल ट्रान्सफार्मर (PT)	 (or)
7	सर्किट ब्रेकर (CB)	
8	सर्किट ब्रेकर आइसोलिटर के साथ	
9	आइसोलेटर अथवा समुह प्रचालित स्विट्च (GOS)	
10	बीजली अरेस्टर (LA)	
11	अर्थ स्विट्च (ES)	
12	वेव अथवा लाईन टेप	
13	कपलिंग कैपेसिटर (CC)	

Fig 7 और 8 में सबस्टेशन ले आउट ड्राइंग के उदा. (1 & 2) के साथ सारे उपकरण के सिम्बोल या प्रतीक को दिखाया गया है ।

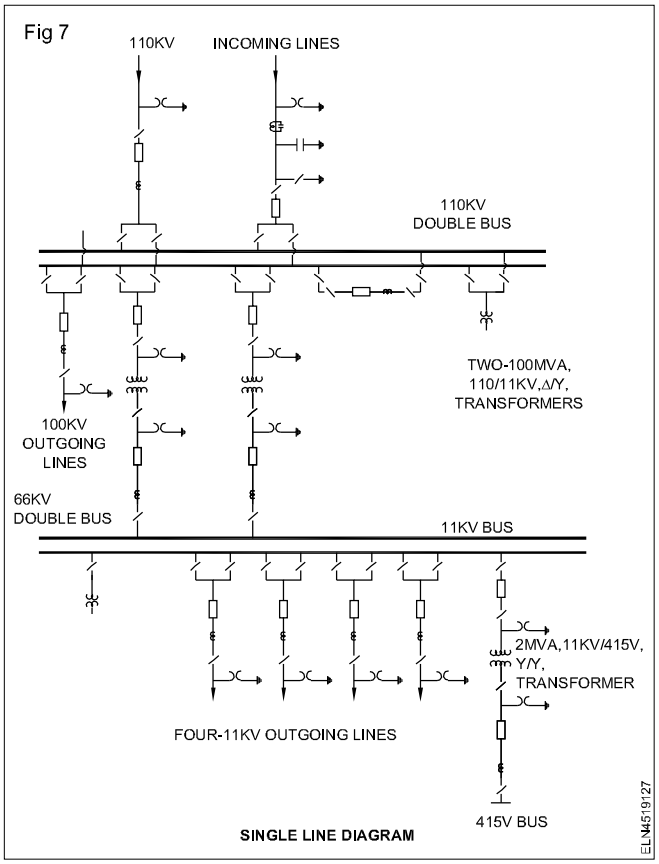
उदाहरण 1

निम्न उपकरण वाले सबस्टेशन के सिंगल लाईन डायग्राम को बनाइये ।

i इनकमिंग लाइन्स : Two, 110KV

ii आउटगोइंग लाइन्स : (a) One, 110KV (b) Four, 11KV

iii ट्रांसफार्मर : (a) Two, 100MVA, 110/11KV, Δ/Y (b) 1, 2MVA, 11KV/ 415V, Y/Y

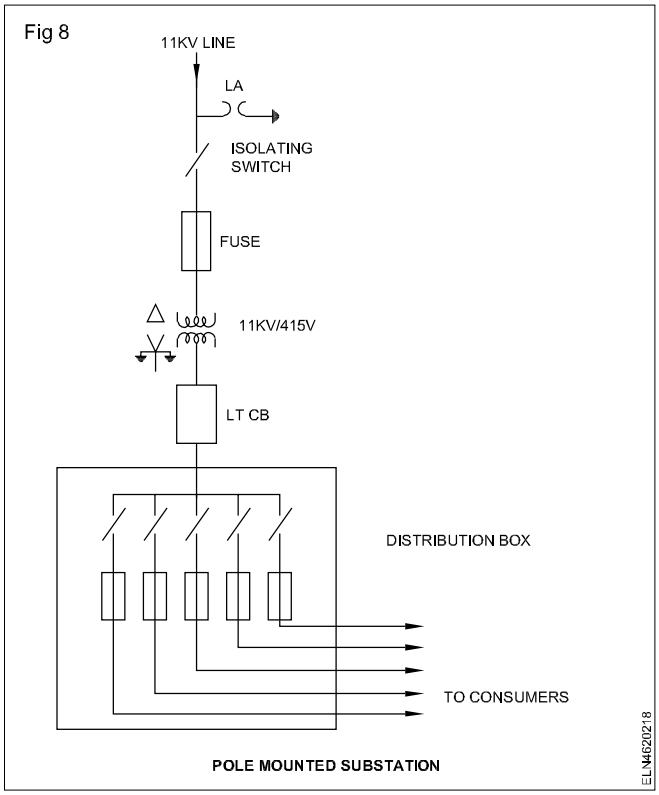


iv बुस-बार : 110KV- डुप्लीकेट बुस-बार, 11KV सिंगल बुस-बार CTs, PT आइसोलेटर लाइटनिंग अरेस्टर, सर्किट ब्रेकर की स्थिति को दर्शाता है ।

Fig 7 में सबस्टेशन का सिंगल लाइन डायग्राम दिखाया गया है ।

उदाहरण - 2

पोल माउण्टेड सबस्टेशन का सिंगल लाईन डायग्राम खिंचिए। पोल माउण्टेड सबस्टेशन का प्रारूपी सिंगल लाईन डायग्राम Fig 8 में दर्शाया है।



गैर - पारम्परिक विधियों से पावर पावर उत्पत्ति (Power power generation by non conventional methods)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **गैर - पारम्परिक ऊर्जा का अर्थ बताना**
- **बायो-गैस, माइक्रो-हाईडल, डाइडल, मेग्नेटिक हाइड्रो डाइनामिक पावर जरनेशन से पावर जनरेशन की विधियाँ बताना**
- **गैस-पारम्परिक ऊर्जा उत्पादन के लाभ एवं हानियाँ बताना।**

गैर पारंपरिक ऊर्जा (Non - conventional energy)

ऐसी ऊर्जा जो सौर्य, पवन, ज्वार, भूऊणिय ताप, फार्म और पशुओं के अपशिष्ट व बायोमास से उत्पादित की जाती है उसे गैर-पारंपरिक ऊर्जा कहते हैं। ये सारे ऊर्जा के स्त्रोत नवीकरणीय और अनंत होते हैं और इनसे प्रदूषण भी नहीं होता है ।

परंपरागत ऊर्जा स्त्रोतों की तुलना में गैर-पारंपरिक ऊर्जा स्त्रोतों के गुण (Mertis of non - coneventional over conventional sources of energy)

1 अधित ऊर्जा देते हैं ।

2 किसी प्रकार का खतरा नहीं होता है जैसे परमाणु ऊर्जा में होता है ।

3 प्रदूषण रहित ।

4 परिचालन और रखरखाव का खर्चा कम होता है ।

5 कमी खराब नहीं होते ।

6 शुरूवाती लागत अधिक होने पर भी इसका लाभ अधिक होता है । जैसे सौर्य ऊर्जा की ।

7 ग्रीन हाउस इफेक्ट और गोलबल वार्मिंग से बचाता है ।

8 पर्यावरण से संबंधित कोई समस्या नहीं होती है ।

परंपरागत ऊर्जा स्त्रोतों की तुलना गैर पारंपरिक ऊर्जा स्त्रोतों के दोष (Demerits of non conventional over conventional sources of energy)

1 अनेक गैर पारंपरिक स्त्रोत अभी अविकसित है । इन्हें कई अनुसंधान और विकास प्रयासों की आवश्यकता है । सौर्य ऊर्जा का उपयोग बहुत ही धीमी क्रिया है । सोलर सेल में केडमियम की फिल्म लगाई जाती है । जो जहरीली होती है ।

2 उच्च प्रारंभिक लागत

3 कम विश्वसनीय

4 लोड के अनुरूप कार्य करना असंभव

5 निम्न दक्षता खास तौर पर सोलर सेल की।

बायो-गैस पावर उत्पत्ति (Bio-gas power generation)

बायो-गैस का उपयोग करते हुए वैद्यत ऊर्जा के उत्पत्ति की विधि को बायो-गैस जनरेशन पावर जनरेशन कहते हैं।

बायो - गैस (Bio-gas)

बायोगैस एक अच्छा ईंधन है। जैविक द्रवमान जैसे पशुओं की विष्ठा, वनस्पति का अवशिष्ट और बीज ऑक्सिजन के अभाव में गल जाते हैं और गैसों का एक मिश्रण तैयार होता है। यह मिश्रण ही बायोगैस है। इसका प्रमुख पदार्थ मिथेन है। इसका प्रयोग खाना पकाने में और प्रकाश हेतु होता है।

एरोबिक और एनारोबिक बायो-रूपातंरण प्रक्रिया (Aerobic and anaerobic bio- conversion process)

बायो मास से ऊर्जा बनाने के लिए मुख्यतः तीन एरौबिक और एनारोबिक बायो कन्बरर्जन प्रक्रियाएँ होती है ;

बायो प्रोडक्टस (Bio products) : बायो मास को ऐसे उत्पाद बनाने के लिए रसायन में परिवर्तित करना जो आमतौर पर पेट्रोलियम से बने होते है।

बायो ईंधन (Biofuels) : परिवहन के लिए बायोमास को तरल ईंधन में परिवर्तित करना।

बायो पॉवर (Biopower) : बायो मास को जलाना, या उसे गैस ईंधन या तेल ईंधन में बदल कर विद्युत उत्पादन करना।

बायोगैस के गुण (Properties of biogas)

बायो गैस के प्रमुख गुण हैं :

1 अपेक्षाकृत सरल और आसानी से उत्पादित किया जा सकता है।

2 बिना धुएँ के जलता है और कार्ई भी अपशिष्ट (राख) नहीं छोड़ता।

3 घरेलू अपशिष्ट और जैव कचरे को पूरी तरह से और स्वस्थ ढंग से उपयोग करने का निपटान किया जा सकता है।

4 इसके उपयोग से लकड़ी की खपत कम हो गई है, जिससे पर्यावरण को नूकसान होने से बचाया जा सकता है।

5 बायोगैस प्लांट से निकली स्लरी एक उत्कृष्ट खाद होती है।

बायेगैस प्लांट की प्रौद्योगिकी और स्थिति (Biogas plant technology & status)

बायो गैस प्लांट के प्रमुख भाग :

1 डायजेस्टर (digester) इस टैंक में बायोमास का अपघटन होता है।

2 मिश्रण टैंक, जहाँ बायो मास को मिलाया जाता है।

3 टैंक जहाँ स्लरी को एकत्र करते है (आऊट फ्लो टैंक)

4 गैस भंडारण की व्यवस्था ।

ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में बैक्टीरिया सक्रिय होकर बायो मास से गैस बनाते है । इस गैस को एक टैंक में एकत्रित करते है । गैस होल्डर टाइप के टैंक में गैस भरने पर सिलेंडर ऊपर आ जाता है । डोम आकार के प्लांट की भंडारण क्षमता गैस होल्डर टाइप प्लांट से कम होती है । गैस प्लांट का अवशिष्ट एक अच्छी खाद का काम करता है ।

बायो गैस प्लांट विभिन्न आकृति और आकार में बनाए जाता है । छोटे आकार के 0.5 m^3/day से बड़े आकार के 2500 m^3/day के होते हैं ।

बायो गैस प्लांट दो तरह के होते है ।

- निरंतर प्रकार और बैच प्रकार के
- ड्रम टाइप और डोम टाइप

निरंतर प्रकार (Continuous type)

इस प्रकार के प्लान में लगातार गैस का उत्पादन होता रहता है और बायो मास भी निरंतर देना होता है । ये भी दो प्रकार के होते हैं ।

A एकल चरण निरन्तर प्रकार बायोगेस प्लान्ट (Single stage continuous type biogas plant)

इस प्लांट में दो चरणों में गैस बनती है। पहले चरण में एसिड बनता है और दूसरे में मीथेनेशन होता है। परन्तु दोनों चैंबर किसी भी बेरियर से विभाजित नहीं होते है। इस प्रकार के प्लांट का आपेरेश, कंट्रोल, डिजाइन, सरल होता है । आर्थिक दृष्टी से भी ये अच्छा होता है । ये छोटे और मध्यम आकार के होते है । इसमें दो चरण वाले प्लांट से कम गैस बनती है।

B द्वि-चरण निरन्तर प्रकार बायोगेस प्लान्ट (Two stage continuous type biogas plant)

इसमें भी दो चरणों में गैस बनती है। पहले चरण में एसिड बनता है व दूसरे में मीथेन का उत्पादन होता है। परन्तु इसमें दोनों चैम्बर अलग होते है। इसमें एकल चरण से अधिक गैस बनाई जाती है। हालांकि इसकी प्रक्रिया कनि है। इसका डिजाइन जटिल होता है। आपेरेशन और रखरखाव भी कनि होता है । यह सिस्टम बडे बायोगैस प्लांट के लिए उपयुक्त होती है।

बैच टाइप बायोगैस प्लांट (Batch type biogas plant)

इसमें बायोगास की एक एक खेप (गुट/समूह) बनाकर एक निश्चित अंतराल में टैंक में डालते है। एक खेप को टैंक में अपघटन में समय लगता है (30 से 50 दिन) । अपघाटन पूरा होने पर टैंक में अपशिष्ट बचता है और नया बैच (खेप) डालने का समय आ जाता है। नया बायोमास डाल कर उसमें हवा या नाइट्रोजन गैस दी जाती है । नाइट्रोजन गैस दी जाती है और डाइजेस्टर को कवर कर देते है। इसके बाद 10 से 15 दिनों में डाइजेस्टन से बायोगैस बाहर और लगती है । किव्वन (Fermentation) की प्रक्रिया पूरो 30 से 50 दिनों तक चलती है।

मुख्य विशेषताएँ (Salient features)

1 बैच टाइप प्लांट में गैस निरंतर नहीं मिलती बल्की कुछ अंतराल में मिलती है ।

2 इस प्रकार के प्लांट में अनेक डाइजेस्टर होते है । जिनमें अनुक्रमिक तरीके से बायोगस डाला जाता है और इसी क्रम में बायो गैस आऊटपुट में मिलती है ।

3 इसकी पाचन समय सीमा अधिक होती है (longer digestion time) जिससे ऐसे पद्वर्था जो कोर होते है वो भी अपघटित हो जाते है जैसे रेशोदार बायोमास ।

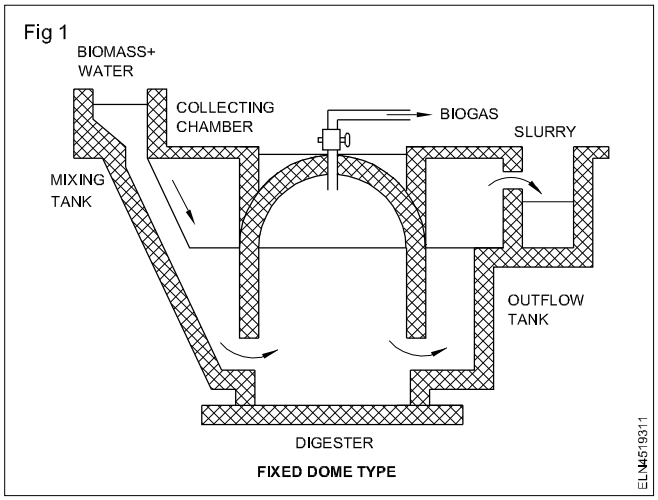
4 बैंच टाइप बायोगैस प्लांट को बैच को ज्यादा मात्रा को समायोजित करने के लिए पचाने की बड़ी मात्रा की आवश्यकता होती है ।

5 बैंच टाइप बायोगैस प्लांट को बैंच की ज्यादा मात्रा को समायोजित करने के लिए पचाने की बड़ी मात्रा की आवश्यकता होती है । इसलिए इसकी प्रारंभिक लागत अधिक होती है ।

6 इसका ऑपरेशन और रखरखाव बहुत जटिल होता है । इसको चलाने के लिए बहुत ही व्यवस्थिति और योजना बुद्ध फीडिंग की आवश्यकता होती है । इस प्रकार के प्लांट यूरोपीय कृषक अधिक उपयोग करते है। भारत में इस विधि का प्रयोग न के बराबर है ।

स्थिर डोम प्रकार का डायजेस्टर (Fixed dome type digester) (Fig 1)

Fig 1



स्थिर डोम वाले डायजेस्टर में डायजेस्टर और गैस चैंम्बर एक ही चैम्बर में बंद होते है । इस प्रकार की संरचना बैच टाइप प्लांट के लिए उपयुक्त होती है । इसे जमीन पर या जमीन के अंदर बनाया जाता है । जो की ठंडा देता है । डायजेस्टर को ईंट और टेराकोटा से बनाते है ।

जैसे-जैसे डायजेस्टर में गैस बनती है, डोम में प्रेशर बहता जाता है । गैस डायजेस्टर के ऊपरी भाग में एकत्रित होती जाती है । एक आऊट लेट पाइप डोम में फिक्स होता है । इसके अलावा एक अलग से गैस टैंक बनाया जाता है । जो की डायजेस्टर से अलग होता है ।

पृथक गैस कलेक्टर में टेपिंग की जाती है । उससे गैस बाहर निकाली जाती है । इससे मुख्य डायजेस्टर के प्रेशर प्रभावित नहीं होता है । एक वॉटर सील टैंक होती है । जो गैस को वापस डायजेस्टर जाने नहीं देता है।

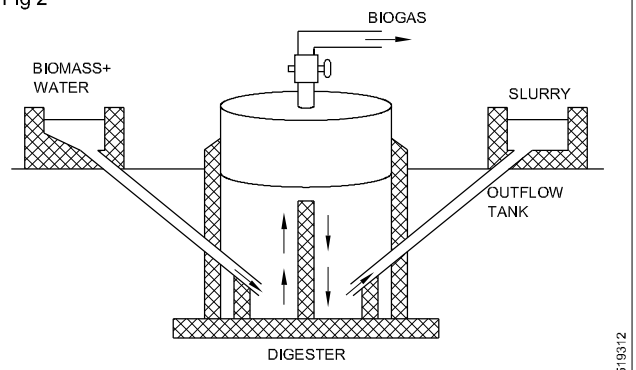
एक अलग डिसप्लेसमेंट चैंबर होता है । जिसमें स्लरी एकत्रित करते है । स्थिर डोम वाले प्लांट में रोज स्लरी डाली जाती है । स्लरी की मात्र आवश्यकता से अधिक होने पर डिसप्लेसमेंट चेंबर में चली जाती है ।

स्लरी की मात्रा प्रेशर और गैस के आयत के अनुसार बदलती रहती है । स्थिर डोम और डिस्प्लेसमेंट गैस कलेक्टर का प्रेशर डायजेस्टर के आऊट के प्रेशर के बराबर होता है ।

तैरता गैस होल्डर प्रकार (Floating gas holder type) (Fig 2)

इस डिजाइन में एक डीम जो स्लरी के ऊपर तैरता रहता है। Fig 2 में दिखाया है। डायजेस्टर टैंक कंकरीक का बनाया जाता है। इसके ऊपर पेंट किया हुआ स्टील का तैरता हुआ डोम लगाया जाता है। डोम गाइड शाफ्ट फ्लोटिंग डोम (तैरते हुए डोम) को अक्ष प्रदान करता है।

Fig 2



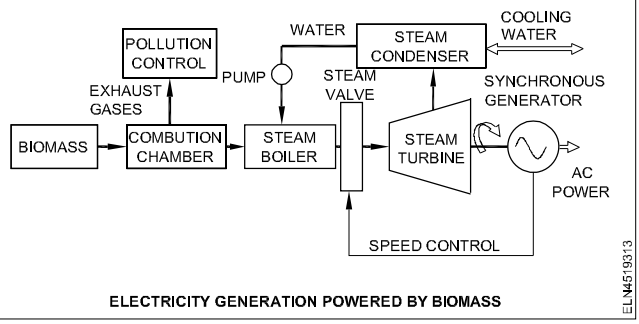
FLOATING GAS HOLDER TYPE

जैसे जैसे डायजेस्टर में गैस बनती है। फ्लोटिंग डोम अपनी जगह पर ऊपर उता जाता है। वॉटर सील टैंक गैस और स्लरी को अलग करता है। और गैस आऊट लेट से बाहर आती है।

विद्युत उत्पादन प्लांट (Electricity generating plant) (Fig 3)

बायो गैस से विद्युत उत्पादन के लिए जो प्लांट बनाया जाता है। उसके मुख्य भाग धर्मल प्लांट जैसे ही होते है केवल उनमें कुछ बदलाव किये जाते है। इसका व्यवस्थित Fig 3 में किया गया है ।

Fig 3



ELECTRICITY GENERATION POWERED BY BIOMASS

सह-उत्पादन (Co - generation)

क्योंकि बायो मास ईंधन की दक्षता कम होती है । इसलिए इस थर्मल या कोल प्लांट में सह-उत्पादन के तौर पर उपयोग करते है ।

पर्यावर्णीय मुद्दे (Environmental issues)

बायो मास पूर्णतः पर्यावरण के हित में है । यह पर्यावरण को किसी प्रकार का नुकसान नहीं पहुँचाती है । इससे प्राप्त स्लरी एक अच्छी खाद होती है। और वायो गैस प्लांट के आस-पास की भूमि उपजाऊ हो जाती है

माइक्रो हाइडल पावर उत्पादन (Micro hydel power generation)

माइक्रो हाइडल ऊर्जा (Micro-Hydel Power (MHP))

विद्युत उत्पादन की ऐसी विधि जिसमें कम हेड वाले या कम प्रवाह (वेग) से बहनेवाले पानी से किया जाता है तो इसे माइक्रो हाइडल ऊर्जा कहते हैं।

छोटे पैमाने पर माइक्रो हाइड्रो पावर ऊर्जा का एक कुशल और विश्वसनीय रूप है, जो अधिकतर उपलब्ध होता है । हालांकि इसके निर्माण कार्य में कुछ समस्याओं के चलाते कुछ घनियाँ भी होती है । अगर कुशलता से माइक्रो हाइडल का उपयोग किया जाए तो यह एक यह छोटी जल धाराओं से नवीकरण ऊर्जा उत्पन्न करनने की उत्कृष्ट विधि है ।

लाभ (Advantages)

a कुशल ऊर्जा स्त्रोत (Efficient energy source)

इसमें कम पानी के प्रवाह और छोटे हेड के पानी के भंडारण में भी ऊर्जा बनाई जा सकती है।

b विश्वसनीय विद्युत स्त्रोत (Reliable electricity source)

इस निरंतर विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है।ंड के मौसम के जब बिजली की आवश्यकता अधिक होती है । तब इससे ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है।

c जलाशय की जरूरत नहीं (No reservoir required)

माइक्रो हाइडल को नदी प्रणाली का ही एक भाग माना जाता है। इसमें जनेरेटर के माध्यम से गुजरने वाली नदी को वापस नहर बना कर नदी में प्रवातीत करते है। इसलिए जल भंडारण की आवश्यकता नहीं होती है ।

d लागत प्रभावी ऊर्जा समाधान (Cost effective energy solution)

छोटे पैमाने के हाइड्रो पावर प्लांट निर्माण में कम लागत लगती है। इसकी कीमत विद्युत ऊर्जा की मांग और स्थिति पर निर्भर करती है। अन्य विधियों की तुलना में इसका मेंटेनेस खर्च भी कम होता है।

e विकासशील देशों के लिए ऊर्जा स्त्रोत (Power for developing countries)

क्योंकि इसकी लागत कम होती है । विकासशील देशों के लिए यह ऊर्जा का अच्छा स्त्रोत है । छोटे शहरों और कस्बों में विद्युत ऊर्जा का उचित साधन है ।

f स्थानीय पावर ग्रिड के साथ एकीकृत (Integrate with the local power grid)

यदी साइट में अतिरिक्त ऊर्जा का उत्पादन होता है, तो कुछ पावर कंपनियाँ आपके बिजली के अतिप्रवाह को वापस खरीद लेती है ।

g आवश्यक साइट विशेषताएँ (Suitable site characteristic required)

अधिक से अधिक लाभ के लिए साइट का सही चुनाव आवश्यक है। कुछ घटक जिनको ध्यान में रखा जाता है जैसे पावर स्त्रोत से दूरी, नहर का आकार, इनवर्टर, बैटरी, कंट्रोलर, संप्रेषण लाइन और पाइप लाइन ।

हानियाँ (Disadvantages)

a ऊर्जा को बढ़ाना संभव नहीं (Energy expansion not passible)

छोटी नहर और नदी की साइट को बढ़ाया नहीं जा सकता । इसलिए इसकी ऊर्जा शक्ति सीमित होगी ।

b गर्मियों में निम्न ऊर्जा उत्पादन (Low - power in the summer months)

छोटी नदियाँ वर्षा पर निर्भर होती है । अतः गर्मी के मौसम में पानी कम होता है अतः उत्पादन में अंतर आता है।

c पर्यावरण पर प्रभाव (Environmental impact)

इसका पर्यावरण में कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता है। केवल छोटी नदियों व नहरों का उनके मार्ग से विस्थापित किया जाता है।

माइक्रो हाइडल विद्युत संयंत्र के प्रमुख घटक (Micro-hydel electric system basic components)

यहाँ माइक्रो हाइडल के कुछ भागों का संक्षिप्त विवरण किया जा रहा है । इसका मुख्य उपकरण ग्रिड-इंटरटिड और off ग्रिड है । अन्य उपकरण निम्नलिखित है ।

- इनटेक
- पाइप लाइन
- टर्बॉइन
- कंट्रोल
- डम्प लोड
- बैचरी बैंक
- मीटरिंग
- मेन DC डिस्कनेक्ट
- इनवर्टर
- AC ब्रेकर पैनल

इनटेक (Intake)

इनटेक एक साधारण से स्क्रीन बाक्स होते है । जो पानी के अंदर डूबे होते है। इसका उद्देश्य पानी को पाइप लाइन में बिना हवा लिए जाने देना है । पानी को पाइप लाइन से होते हुए टर्बाइन तक पहुँचाना एक जटिल प्रक्रिया है। अगर इनटेक सही डिजाइन का न बनाया जाए तो आगे चल कर प्लांच का मरम्मत कार्य बढ़ जाता है।

पाइप लाइन (Pipe line)

प्लांट में इनटेक से लेकर टर्बाइन तक पाइप की लम्बाई कम से कम रखनी होती है। एक पाइप लाइन टर्बाइन से बाहर जाने वाले पानी के लिए भी डाली जाती है । पाइप का व्यास 1 इंच से 1 फुट या अधिक रखा जाता है। पाइप में होनेवाले घुर्षण से प्लांट की दक्षता प्रभावित होती है।

टर्बाइन (Turbine)

टर्बाइन पानी की गतिज ऊर्जा को विद्युत में बदलने में सहायक होता है। टर्बाइन अनेक आकार प्रकार के आते है । यह पानी की मात्रा और हेड पर निर्भर करता है ।

कंट्रोल (Controls)

कंट्रोल का काम हाइड्रो सिस्टम में लोड में आनेवाले परिवर्तन के अनुसार उत्पादन को नियंत्रित करना होता है। यह बैटरी आधारित हाइडल सिस्टम में लगा होता है। यह बैटरी की ओवर चार्जिंग को नियंत्रित करता है। कंट्रोलर सेकण्डरी में ऊर्जा देते है। जहाँ सोलर कंट्रोलर लगे होते है। वे ओवर चार्जिंग के समय सर्किट को अलग नहीं कर पाते और इससे टर्बाइन के खराब होने का खतरा रहता है।

डम्प लोड (Dump load)

डम्प लोड एक इलेक्ट्रिकल रजिस्टेंस हीटर होता है। जो फूल जनेरेटिंग केपेसिटी को सह सकें। डम्प लोड एयर या वॉटर हीटर होता है। डम्प लोड कंट्रोलर से चार्ज होता है। जब कभी बैटरी या ग्रिड उत्पादित ऊर्जा को नहीं ले पाती। तब ये डम्प लोड सिस्टम को खराब होने से बचाता है । अतिरिक्त ऊर्जा शंट द्वारा डम्प लोड को दी जाती है।

बैटरी बैंक (Battery Bank)

बैटरी बैंक में रासायनिक रूप में विद्युत ऊर्जा को स्टोर करके रखती है । जब ऊर्जा का उत्पादन खपत से अधिक होता है तो उसे बैटरी बैंक में एकत्रित करते है। और जरूरतः पड़ने पर बैटरी बैंक से घरेलू उपकरणों को चलाया जा सकता है।

मीटरिंग (Metering)

माइक्रो हाइडल प्लांट में विभिन्न आकड़ों को मापने के लिए एक मीटरिंग सिस्टम लगाया जाता है। ये विद्युत उत्पादन के लगे सभी उपकरण के स्टेटस जैसे बैटरी, उत्पादित उर्जा आदि को नापता है।

मेन DC डिसकनेक्ट (Main DC disconnect)

बैटरी आधारित सिस्टम में, बैटरी और इनवर्टर के बीच डिसकनेक्ट सिस्टम लगा होता है। ये DC ब्रेकर एक शीट-मेटल से बाक्स पर माऊट होता है। ये इनवर्टर को बैटरी से डिसकनेक्ट करता है। और उसकी सुरक्षा करता है।

इनवर्टर (Inverter)

इनवटेर बैटरी में स्टोर DC को AC में बदलता है। इस AC का उपयोग घरेलू उपकरणों को चलाने में किया जाता है। ग्रिड टाइड सिस्टम में इनवर्टर को आऊटपुट के साथ सिक्रोनाइज कर देते है । off ग्रिड सिस्टम में बैटरी बेसड इनवर्टर का उपयोग होता है। बैटरी चार्जिंग के लिए बैटरी बैंक या बैक अप जनरेटर लगाया जाता है।

माइक्रो हाइडल पॉवर वर्किंग प्रिंसिपल (Micro hydel power working principle)

हाइड्रो पावर बहुत ही साधारम अवधारण पर कार्य करता है । बहते पानी से टर्बाइन को घूमाया जाता है । टर्बाइन जनेरेटर को घूमाता है और विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है । और अन्य उपकरण भी इस प्लांट में लगे होते है परन्तु इसका मुख्य काम पानी के प्रवाह पर निर्भर करता है ।

पानी की ऊर्जा दो बातों पर निर्भर करती है हेड और प्रवाह । पानी को अलग एक नहर से निकाल कर पाइप लाइन की सहायता से टर्बाइन पर डालते है। हैड के कारण पानी का प्रेशर बढ़ता है। उत्पन्न विद्युत ऊर्जा पानी

की ऊर्जा से कम ही होती है क्योंकि ये टर्बाइन और पूरे सिस्टम की दक्षता पर निर्भर करती है ।

पानी का पावर आयतन प्रति समय ("volume per time") में दर्शाया जाता है । जैसे गैलन प्रति मिनिट (gallons per minute (gpm)) क्यूबिक प्रति सेक (cubic feet per second (cfs)) या फिर लीटर प्रति मिनिट (lpm). पानी का प्रवाह घटता-बढ़ता रहता है । जैस वर्षा ऋतु में अधिक और गीष्म ऋतु में कम ।

ज्वारीय बिजली उत्पादन (Tidal power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ज्वारीय बिजली उत्पादन की विशेषताएँ बताना**
- **सिस्टम जिस पर ज्वारीय बिजली उत्पादन काम करता है उसे समझाना**
- **ज्वारीय बिजली उत्पादन के लाभ और हानियाँ बताना।**

ज्वारीय शक्ति का उपयोग कर बिजली का उत्पादन, ज्वारीय विद्युत उत्पादन कहा जाता है। क्योंकि यह मूल रूप से ज्वारीय शक्ति का परिवर्तन है जो समुद्र व महासागरों में उने वाली तेज लहरों व ज्वारों में एकत्र ऊर्जा के रूप में होती है।

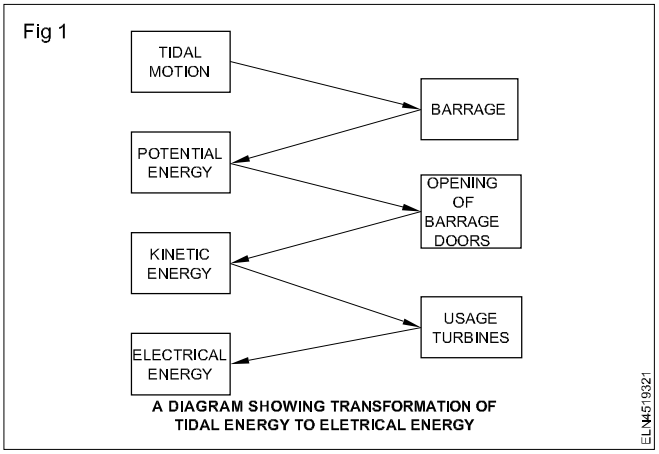
टाइडल पावर (Tidal power)

टाइडल पावर, समुद्र और महासागरों के पानी की गति से उत्पन्न ज्वार से उत्पन्न की जाती है। ज्वार को परिभाषित ऐसे कर सकते हैं कि समुद्री जल का ऊपर नीचे होना व अपने स्थान पर ऊची लहरें लेना ही ज्वार है । अन्य स्त्रोतों को उत्पन्न करने के लिए इस स्त्रोत का प्रयोग औद्योगिक अनुप्रयोगों में उपयोगी हो सकती है ।

इसके लिए समुद्र तट पर एक बैराज या डेम्प बनाया जाता है । जो लहरों के आने पर भरता है। बैराज में हरा पानी स्थितिज ऊर्जा लिए होगा जो संभावित ऊर्जा के लिए काम आयेगा।

जब बैराज के गेट खोले जाते है, तब पानी की स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में बदली है। गतिज ऊर्जा को गतिशील गतिज ऊर्जा में बदल दिया जाता है जो टर्बाइन को घूमाती है । (Fig 1)

Fig 1



A DIAGRAM SHOWING TRANSFORMATION OF TIDAL ENERGY TO ELETRICAL ENERGY

ज्वारीय घटना की भौतिक अवधारणा (Physical concepts of the tidal phenomena)

दुनिया के कुछ क्षेत्रों में पानी के स्तर की वृद्धि के कारण या किसी क्षेत्र में पानी के स्तर में कमी के कारण समुद्र में ज्वार आता है ।

यह मूलत : दो कारकों के कारण होता है :

1 सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी के बीच गुरूत्वाकर्षण बल

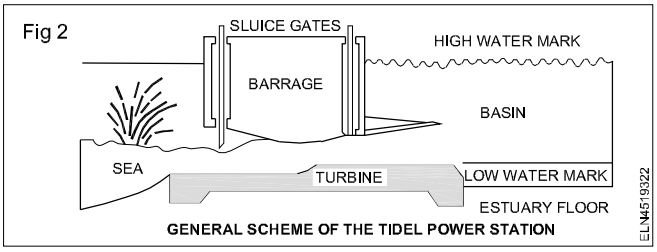
2 चंद्रमा और पृथ्वी का घूर्णन

पृथ्वी और चंद्रमा के गुरुत्वाकरण बल के कारण समुद्र और महासागरों का पानी ऊपर की तरफ खींचता है । इसके विपरीत, पृथ्वों के घूर्णन के कारण पानी नीचे की ओर आता है । इस प्रकार को टाइट को **लूनर टाइड** कहते है।

टाइडल पावर सिस्टम की कार्यप्रणाली (Working of tidal power generation system)

समुद्री तट और खाड़ी में बैराज बनाया जाता है। कम लेबल के लिए छोटे बाँध भी बनाये जाते है। इस से एक छोटा रास्ता निकाल कर पानी को टर्बाइन घूमाने के लिए प्रेशर के साथ प्रवाहित करते है। टर्बाइन की सहायता से विद्युत उत्पन्न करते है। Fig 2 में सिस्टम का डायग्राम बना है।

Fig 2



GENERAL SCHEME OF THE TIDEL POWER STATION

टाइडल पावर स्टेशन के प्रमुख भाग :

1 **बैराज (A barrage) :** पानी को रोक कर रखने के लिए खाड़ी या तट पर एक मजबूत दीवार बनाई जाती है।

2 **टर्बाइन (Turbines) :** टर्बाइन एक उपकरण हो जो दी गई स्थितिज ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदलता है। यह पानी के प्रवाह के रास्ते में रखा जाता है। जो बैराज का गेट खोलते है तो पानी गति के साथ टर्बाइन पर गिरता है।

3 **स्लूइस (Sluices) :** यह बैराज में लगे गेट होते है जो पानी को प्रवाहित करते है। इसका Fig 2 में देख सकते है।

4 **एम्बैंकमेट (Embankments) :** तटबंध, बोध के कुछ हिस्सों में पानी के प्रवाह को रोकने के लिए कानकरीट की दीवारे बनाई जाती है। ये बांध के रखरखाव व विद्युत उपकरणों को सुरक्षा के लिए होते है।

टाइडल पावर स्टेशन में पॉवर उत्पन्न करने की विभिन्न विधियाँ

1 घटती हुई लहर (Ebb method)

1st - समुद्र की तरफ जाती है ।

2nd - पानी का स्तर बढ़ाने के लिए बेसिन के द्वार को बंद रखा जाता है।

3rd - अब पानी को टर्बाइन से होते हुए फिर समुद्र की ओर छोड़ते है। जिससे विद्युत उत्पादन होता है ।

2 फ्लड विधि (Flood method)

1st - बेसन जब खाली होता है तो पानी को अंदर आने देते है ।

2nd - पानी के अंदर आने पर टर्बाइन घूमता है और विद्युत ऊर्जा उत्पादन होता है।

3 एब प्लस पम्पिंग विधि (Ebb plus pumping method)

1st- टर्बाइन एक पम्प की तरह काम करता है और बाढ़ के समय पानी को बेसिन के अंदर लेता है ।

2nd - बेसिन में पानी का स्तर ऊँचा हो जाता है । और हेड बढ़ जाता है।

3rd - घटती हुई लहर के समय भी ऊर्जा उत्पादित की जा सकती है। क्योंकि वॉटर हेड बढ़ा रहता है।

4 टू-वे पावर जनेरेटर (Two way power generation)

1st - बेसिन शुरूवात से ही भरा हुआ रहता है और गेट को खोलने पर पानी बाहर आता है और ऊर्जा उत्पादन होता है ।

2nd - पानी जब विपरित दिशा में प्रवाहित होता है तो टर्बाइन ही उसी दिशा में घूमता है ।

3rd - उच्च ज्वार या बाढ़ के समय बेसिन का वॉटर हेड बढ़ जाता है ।

4th - बाँध के पीछे पानी का स्तर बढ़ता है ।

5th - जब उचित वॉटर हेड तक पानी का स्तर पहुँच जाता है । तब गेट को खोलना शुरू करते है और इस पानी की बाढ़ से जनेरेशन सायकल प्रारंभ होती है ।

5 दो बेसिन वाली जनेरेशन विधि (Two basin generation method)

1st - इस विधि में दो बेसिन बनते है हाईलेवल बेसिन और लो लेबल बेसिन ।

2nd - टर्बाइन को इन दो बेसिन को बाँटने वाली दीवार पर लगाया जाता है ।

3rd - हाई लेवल बेसिन उच्च ज्वार या बाद के समय भरता है ।

4th - लो लेवल बेसिन टर्बाइन से होते हुए हाई टरबान के पानी से भरता है।

5th - लो लेबल बेसिन घटती हुई लहर (ebb) के समय खाली हो जाता है।

टाइडल पावर जनेरेशन के लाभ (Advantages of tidal power generation)

टाइडल पावर जनेरेशन के कुल लाभ नीचे सूचि बनाकर दिये गये है ।

- टाइडल पावर एक नवीकरणीय और ऊर्जा का अनंत स्त्रोत है ।
- फॉसिल (जीवांशम) ईंधर की निर्भरता को खत्म करता है ।
- किसी प्रकार का तरल या ोस प्रदूषण नहीं करता है ।
- टाइडल पावर पूरे विश्व में उपलब्ध है । समुद्र और महासागर इसके बड़े स्त्रोत है ।
- साधारण और सरल संरचना और मरम्मत कार्य होते है ।
- पवन ऊर्जा की अपेक्षा टाइडल पावर अधिक आऊटपुट देता है ।
- टाइडल का 15-m का टर्बाइन जो ऊर्जा देता है वही पवन चक्की का 60m - वाला टर्बाइन देता है ।
- पवन ऊर्जा और सौर ऊर्जा की तुलना में ज्वारीय ऊर्जा (टाइडल पावर) अधिक विश्वसनीय और पूर्व अनुमानित होती है। इसका आऊट पुट कार्य करने से पहले ही सही-सही निकाला जा सकता है।
- इसे पर्यावरण का पूर्ण सहयोग प्राप्त होता है। जैसा पवन और सौय उर्जा में समस्याएँ आती है कि वो हमेशा एक समान ही होती है । टाइडल में इस प्रकार की समस्या नहीं होती।
- समुद्र जल का घनत्व पवन की अपेक्षा 832 गुना अधिक होता है । इसलिए 5-knot ocean current की गतिज ऊर्जा 270 km/h की पवन वेग के बराबर होती है।

टाइडल पावर जनेरेशन की बाधाएँ और हानियाँ (Disadvantages and constraint to tidal power generation)

दुर्भाग्यवश, टाइडल पावर जनेरेशन की कुछ सीमाएँ और हानियाँ भी है;

- वर्तमान में टाइड और वेब ऊर्जा दोनों ही अभिविन्यास समस्याओं (orientation problems) का सामनाकर रही है । अर्थात् पारंपरिक स्त्रोतो को तुलना पर इस ऊर्जा का उपयोग अभी संभव नहीं हो पा रहा है।
- ज्वारीय विद्युत उर्जा निरंतर प्राप्त करना मुश्किल होता है। यह जरूरी नहीं की ऊर्जा कुशलता से प्राप्त होती रहें । किसी भी ऊर्जा का स्टोरेज काफी नुकसान में रहता है। ये पारंपरिक स्टेशनों में सहायक स्त्रोत के तौर पर काम कर सकते हैं।
- टाइडल की फेंस (बाढ़) के कारण मछलियों के पलायन में बाधक होती है।

मैग्नेटो हाइड्रो डायनामिक (MHD) विद्युत उत्पादन (Magneto hydro dynamic (MHD) power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **मैग्नेटों हाइड्रो डायनामिक (MHD) पावर उत्पादन की विशेषताएँ बताना**
- **मैग्नेटों हाइड्रो पावर जनेरेशन के सिस्टम घटकों को समझाना**
- **MHD पावर उत्पादन के लाभ बताना ।**

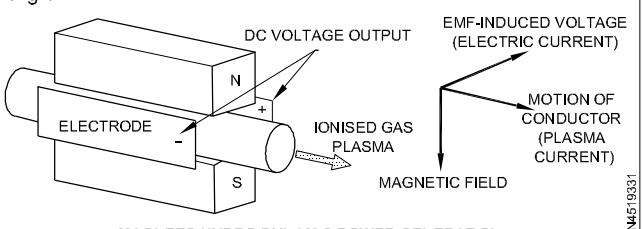
मैग्नेटो हाइड्रो डायनामिक पावर जनेरेशन (Magneto hydrodynamic power generation)

बिना किसी चलित यांत्रिक (moving mechanical) भाग जैसे टर्बाइन और जनेरेटर के केवल आयनित तेज गति वाली गैसों से जब विद्युत उत्पन्न करते है तो उसे मैग्नेटो हाइड्रो डायनामिक पावर जनेरेशन कहते है ।

कार्य सिद्धांत (Working principle)

Fig 1 में MHD का कार्य सिद्धांत समझाया गया है। MHD जनेरेटर को एक फ्लूड डायनामो (fluid dynamo) कहा जा सकता है। यह यांत्रिक डायनामो के जैसा ही होता है। जिसमें एक मेटल चालक (वायर) को किसी चुम्बकीय क्षेत्र में घूमाते है तो उस वायर में विद्युत धारा बहने लगती है। MHD में मेटल वायर के स्थान पर कंडक्टिंग गैस प्लाजमा (conducting gas plasma) या आयनित गैस होती है।

Fig 1



MAGNETO HYDRO DYNAMIC POWER GENERATION

जब किसी चुम्बकीय क्षेत्र (magnetic field) में से कंडक्टिंग प्लाजमा को निकाला जाता है तो प्लाजमा के समकक्ष एक वोल्टेज उत्पन्न होता है। यह वोल्टेज, मेग्नेटिक फील्ड और प्लाजमा के बहने की दिशा के लंबवत होता है। यह फ्लेमिंग के दाय हाथ के नियम के अनुसार आपस में लम्बवत होते है।

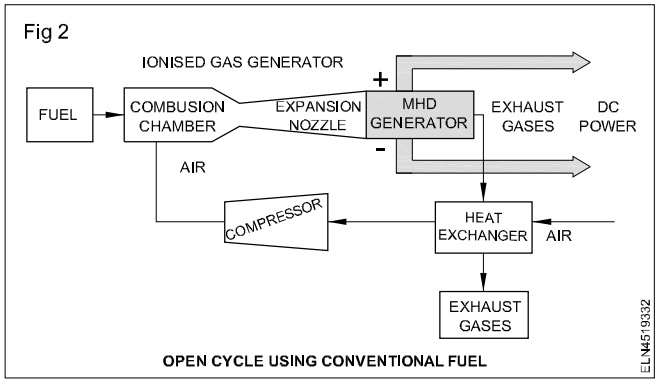
MHD सिस्टम (The MHD system)

MHD में उच्च तापमान वाली गैस की आवश्यकता होती है । जो या तो न्यूक्लीयर रिएक्टर का कूलेंट हो सकती है या जीवांशय तो जला कर बनाई गई उच्च तापमान वाली गैस हो सकती है । Fig 2 में इसके सभी भागों को दिखाया गया है ।

विस्तार नोजल (Expansion nozzle)

यह गैस के प्रेशर को कम करता है और प्लाजमा की गति को बढ़ा देता है। पिर जब गैस जनेरेटर डक्ट से गुजरती है तो आऊट पुट बढ़ जाता है। यह बरनॉली नियम से होता है। उसी समय जब प्रेशर कम होता है, तो प्लाजमा का तापमान भी कम होता है (ग्रे-लूसक नियम से) जिसके कारण प्लाजमा का प्रतिरोध बढ़ जाता है। अतः बरनॉली और गे-लूसक के नियमों के बीच ताल-मेल बैा कर ही, इस सिस्टम पर काम होता है ।

Fig 2



OPEN CYCLE USING CONVENTIONAL FUEL

ईंधन के दहन दर को बढ़ाने के लिए कंप्रेसर को एग्जास्ट से निकली उष्मा से चलाया जाता है। परन्तु अतिरिक्त ऊष्मा बेकार जाती है।

प्लाजमा (The Plasma)

MHD सिस्टम की प्राथमिक आवश्यकता कंडक्टिंग गैस प्लाजमा बनाना और उसका प्रबंध करना है। क्योंकि पूरा सिस्टम इस कंडक्विंग प्लाजमा पर निर्भर करता है। ठोस, तरल और गैस के बाद प्लाजमा ही पदार्थ की चौथी स्थिति होती है। प्लाजा के परमाणुओं और अणुओं से ऐसे इलेक्ट्रान हटा दिये जाते है जो धनात्मक चार्ज आयनों को छोडते है। नोबल गैसे और अल्काली मेटल वेपर ऐसी ही फ्लूड गैसे होती है।

गैस प्लाजमा (The gas plasma)

उच्च चालकता को प्राप्त करने के लिए धनात्मक चार्ज किये गये प्लाजमा को छोड़कर, परमाणुओं से इलेक्ट्रानों को अलग करके गैस का विश्लेषण किया जाना चाहिए। जब प्लाजमा को कुछ डिजाइन में जो ध्वनि की गति से अधिक होती है, उसे चुम्बकीय क्षेत्र से गुजारते है, तो एक चलिक विद्युत चालक प्राप्त होता है जो बाहरी सर्किट को करंट प्रदान करता है।

गैस के आयनीकरण की विधियाँ (Methods of lonising the gas)

गैस की आयनीकरण के विभिन्न तरीके होते है, ये सभी तरीके गैस को दी गई ऊर्जा पर निर्भर करते है। यह कार्य गैस को X-rays या गामा किरणों के साथ हीटिंग या विकिरण द्वारा किया जाता है। न्यूक्लीयर रिएक्टर से निकला कूलेंट जो कि हीलियम और कार्बन डाई-आक्साइड होता है। उसे भी MHD के प्लाजमा ईंधन के लिए उपयोग करते है। इससे निकली हुई गैस को हीट एक्सचेंजर में दे कर स्टीम को बढ़ाया जाता है जिससे टर्बाइन घूमता है।

गैस प्लाजमा के पूर्ण दहन के लिए गैस की चालकता और आयनीकरण को बढ़ाने के लिए कुल द्रावमान का 1% पोटासियम कार्बोनेट या सिसियम मिलाया जाता है।

रोकथाम (Containment)

डक्ट जिसमें प्लाजमा रखा जाता है उसे कुचालक पदार्थ से बनाया जाता है। क्योंकि प्लाजमा का तापमान 1000°C ऊपर होता है । इसलिए डक्ट में इस तापमान को सहन करने की क्षमता होना आवश्यक है । इसमें उपयोग होनेवाले इलेक्ट्रोड अच्छे चालक व ऊष्मा रोधी होने चाहिए ।

फेराडे करंट (The Faraday Current)

प्रवाहित प्लाजमा के एक शक्तिशाली इलेक्ट्रो मेग्नेट से मेग्नेटिक फील्ड दिया जाता है । जो प्लाजमा से लम्बवत फील्ड देता है । प्लाजमा के दोनों तरफ दो इलेक्ट्रोड लगाये जाते है । जिन पर जनेरेटेड वोल्टेज मिलता है । प्लाजमा और इलेक्ट्रोड के बीच बहने वाली धारा ही फेराडे करंट कहलाती हैं । यह MHD मुख्य विद्युत आऊटपुट होता है ।

पावर आऊटपुट (Power output)

सिस्टम का आऊटपुट पावर, आयनाइज प्लाजमा के प्रवाह की दर और उसके क्रस-सेक्शनल ऐरिया (क्षेत्रफल) के आनुपालिक होता है । इस प्रक्रिया में चालक का तापमान और गति भी घट जाती है । MHD जेनरेटर चालक पदार्थ का तापमान, प्लाजमा के तापमान (1000°C) तक कम करता है ।

MHD जनेरेचर में DC करंट जनेरेट होता है । जिसे आगे चलकर इनवरटर के द्वारा AC में बदला जाता है और ग्रिड को दिया जाता है ।

दक्षता (Efficiency)

MHD की दक्षता 10 से 20 प्रतिशत होती है । क्योंकि इसमें ऊष्मा हानियाँ अधिक होती है । इस कारण MHD का अनुप्रयोग सीमित है । इसका उपयोग किसी दूसरे जनेरेटिंग सिस्टम के साथ सहायक के रूप में किया जाता है । जिसमें स्टीम टर्बाइन में स्टीम की ऊष्मा को बढ़ाकर उसकी दक्षता 65% तक ली जाती है ।

अनुभव (Experience)

कई देशों में 50 MW या उससे अधिक क्षमता वाले प्रदर्शन प्लांट बनाए गए है, लेकिन MHD जनरेटर महंगे हैं। इसका विशिष्ट अनुप्रयोग हो सकता है, लेकिन वे संयुक्त चक्र गैस टर्बाइन (combined-cycle gas turbines) से कम कुशल है। इसकी बहुत ही कम स्थापनाएँ है। और MHD को कमर्शियल पावर के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता है ।

MHD जनरेटर के लाभ (Advantages of MHD generation)

अन्य पारंपरिक विधियों की तुलना में MHD के लाभ :

1 इसमें चलित फ्लूड के अलावा कोई चलित भाग नहीं होता, इसलिए इसमें यांत्रिक हानियाँ नहीं के बराबर होती है और आपेरेशन सरल होता है ।

2 MHD की दीवारों को फ्लूड का तापमान बनाये रखता है ।

3 इसमें पूर्ण शक्ति स्तर तक पहुँचने की क्षमता होती है ।

4 पारंपरिक जनरेटरों की तुलना में MHD की कीमत बहुत कम होती है।

5 MHD की उच्च दक्षता होती है । यह सभी पारंपरिक और गैर पारंपरिक जनरेटिंग विधियों से अधिक होती है ।

पावर जनरेशन एवं सबस्टेशन (Power generation by solar and wind energy)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

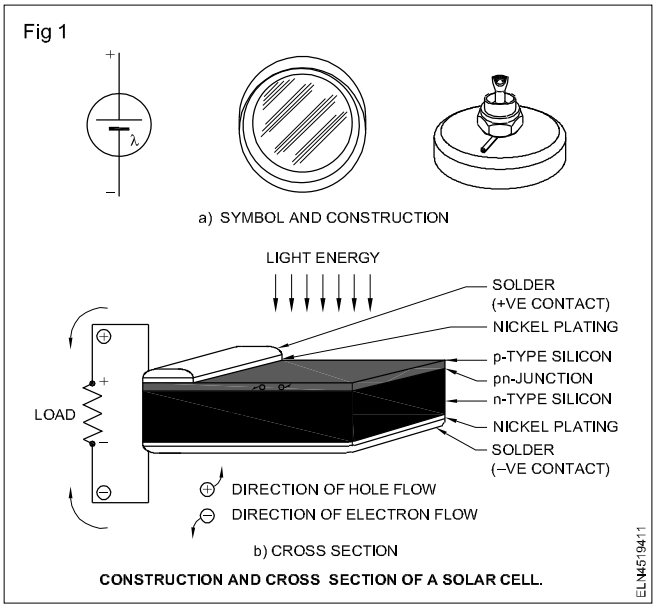
- **ऊर्जा के प्राकृतिक स्त्रोतों के आवश्यकताओं का वर्णन करना**
- **सोलर सेल के बुनियादी सिद्धांत और संरचना का वर्णन करना**
- **सोलर सेल के विशेषता एवं सामान्य वर्गीकरण का वर्णन करना**
- **सोलर पावर जनरेशन सिस्टेम के बनावट का वणर्न करना**
- **पवन ऊर्जा जनरेशन सिस्टम के बनावट का वर्णन करना**
- **निर्धारित पावर आवश्यक के सोलर सेल के आवश्यक सीरीज पैरेलल ग्रुप की गणना करना।**

सोलर सेल (Solar cells) : मानव को भोजन पकाने के साथ-साथ ठंडी जलवायु में गर्म रखने के लिये ऊष्मा ऊर्जा सबसे अधिक माँगी जाने वाली ऊर्जा है। वनों के कटाई के कारण ईंधन के लिये लकड़ी का उपयोग लगभग समाप्त हो गया है। ईंधन की आवश्यकता के कारण मानव ने कोयला और तेल का उपयोग करना शुरू किया, हालाँकि ये वस्तुएँ तेजी से धट रही है और कुछ सौ वर्षों के बाद दोनों पूरी तरह से गायब हो जायेंगी। जैसे कि- यह आवश्यक है कि मानव जाति को प्रकृित से ऊर्जा का वैकल्पिक स्त्रोत खोजना चाहिए।

इसलिए कई वैज्ञानिकों द्वारा सूर्य से प्राप्त गर्मी जैसे प्रकृित संसाधनों का उपयोग कर ऊर्जा संकट के समाधान में से एक सोलर सैल का अविष्कार है। सोलर सेल अनिवार्य कप से एक बड़ी फोटो डायोड है, जो पूरी तरह से वोल्टाइक डिवाइज के रूप में संचारित करने और यथासंभव अधिक आउटपुट पावर देने के लिये डिजाइन की गई है। जब से सेल सूर्य से प्रकाश किरणों के प्रभाव में होती है, तो ये लगभग 100 mw/cm^2 शक्ति देती है।

एक विशिष्ट विद्युत सौर सेल का निर्माण और क्रॉस सेक्शन Fig 1 में है। ऊपरी सतह में पी-टाइप अर्धचालक सामग्री की एक बहुत पतली परत होती है, जिसके माध्यम से प्रकाश जंक्शन तक प्रवेश करता है।

Fig 1



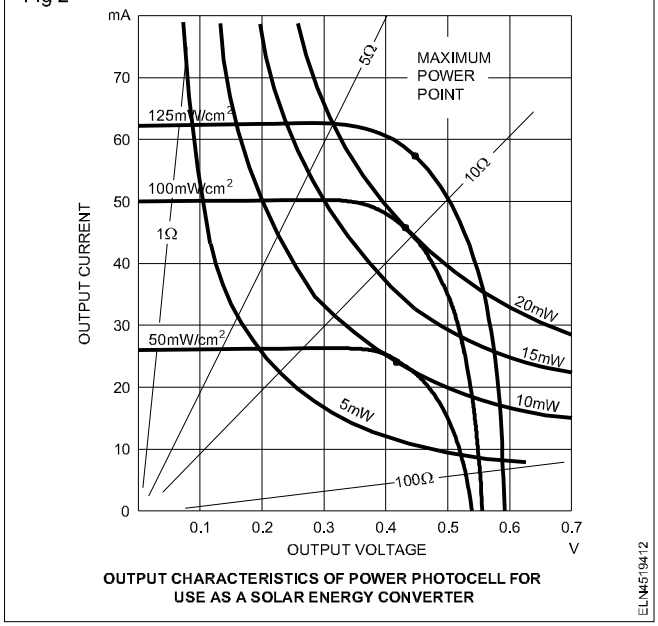
CONSTRUCTION AND CROSS SECTION OF A SOLAR CELL.

निकिल प्लेट p मटेरियल पॉजिटिव टर्मीनिल का कार्य करता है और नीचे का प्लेट मेगेटिव आउटपुट टर्मीनिल का कार्य करता है। समान्यतः उत्पादित सोलर सेल व्यवसायिक कप से फ्लैट स्ट्रिप फार्म में है जो, सौर सेल के उपलब्ध सर्किट Fig 1 में दिखाया गया है।

अलग-अलग मापदंण्ड़ों के अनुसार आउटपुट पावर 50mw/cm^2 से 125mw/cm^2 भिन्न होती है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है 100mw/cm^2 सोलर सेल ग्राफ की विशेषता दर्शाता है। विशेषता वक्र को ध्यान में रखते हुए यह स्पष्ट है कि सेल 50mA का आउटपुट करंट विपरीत करेगा। जब आउटपुट टर्मीनलों को कम परिचालित किया जाता है, तब आउटपुट वोल्टेज शून्य होगा। दूसरी ओर सेल का ओपन सर्किट वोल्टेज 0.55mv होगा, लेकिन आउटपुट करंट शून्य है, इसलिये फिर से उत्पादन शक्ति शून्य है। अधिकतम आउटपुट पावर के लिये डिवाइज की विशेषता के निम्न बिन्दु पर संचालित किया जाना चाहिए। सैर सेल में कुछ तापमान पर उत्पादन शक्ति घट जाती है।

सोलर एनर्जी परिवर्तन के फोटो सेल उपयोग के आउटपुट पावर का विशेषता Fig 2 में दिखाया जाता है -

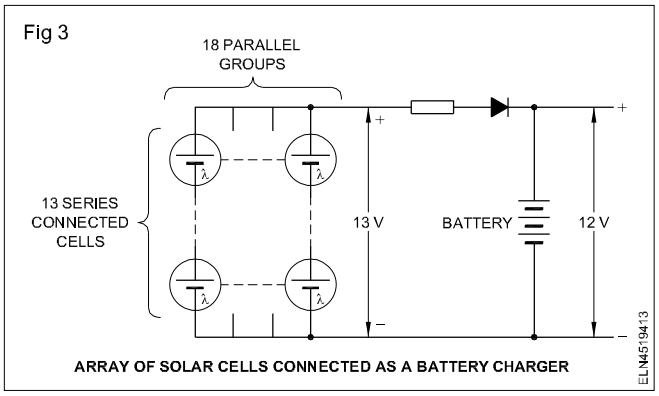
Fig 2



OUTPUT CHARACTERISTICS OF POWER PHOTOCELL FOR USE AS A SOLAR ENERGY CONVERTER

Fig 3 में सोलर सेल को बैटरी चार्जर से कनेक्ट किया गया है।

Fig 3 में बैटरी चार्जर के रूप में कार्य कर रहे सीरीज-पैरेलल जुड़े सोलर सेल के एक समूह को दर्शाता है। अधिकांश सेल सीरीज कनेक्टेड है और आवश्यक क्षमता के वोल्टेज उत्पादित कर रहे हैं और पैरेलल ग्रुप की संख्या आश्यक आउपुट करंट प्रदान कर रहे हैं।



उदाहरण (Example)

एक गाँव के कल्याण कल्ब के पास ब्लैक और व्हाइट TV है जो 24V से संचालित होता है और चार घण्टे के लिये 3amp की करंट लेता है।

आमतौर पर सोलर सेल का उपयोग एक 24V बैटरी को चार्ज करने के लिये किया जाता है और सूर्य से प्रकाश स्त्रोत उपलब्ध करने के लिये एक दिन में लगभग10 घण्टे सेल को सक्रिय करता है। 125mw/cm^2 के सोलर सेल के कुल संख्या और आवश्यक सीरीज पैरेलल ग्रुप की गणना करें।

हल (Solution)

Fig 2 ग्राफ के अनुसार सौर सेल को लगभग 0.45V और 57mA में संचालित किया जाना चाहिए। मान लो कि चार्ज वोल्टेज 24V के वोल्टेज से अधिक होना चाहिए, सौर सेल की बैटरी चार्ज करने के लिए 26.4 वोल्ट आपूर्ती करनी चाहिए।

$$\text{सीरीज में जुड़े सेलों की संख्या} = \frac{\text{आउटपुट वोल्टेज}}{\text{सेल वोल्टेज}} = \frac{26.4}{26.4}$$

$$= 58.5 = \text{say } 59 \text{ cells}$$

TV के कार्यक्रम के हर दिन के बाद बैटरी द्वारा लिया गया जार्च 3amp x 4hours = 12 ampere घण्टे होगा। यह 10 घण्टे में सौर सेलों द्वारा आपूर्ती की जानी चाहिए, इसलिए इतनी करंट की आवश्यकता होगी।

$$\text{करंट} = \frac{\text{Ampere hours}}{\text{hours}} = \frac{12}{10}$$

$$= 1.2 \text{ amp}$$

पैरेलल में सेलों के कुल ग्रुपों की संख्या

$$= \frac{\text{Output current}}{\text{cell current}} = \frac{1.2\text{amp}}{57\text{mA}}$$

$$= \text{say } 21 \text{ cells}$$

तब सेलों की आवश्यकता संख्या

= सीरीज में सेलों की संख्या x पैरेलल में सेलों की ग्रुप संख्या

= 59 x 21

= 1239 cells.

सौर ऊर्जा उत्पादन (Solar energy generation)

सौर ऊर्जा, ऊर्जा का एक अतुलनीय स्त्रोत है । सूर्य से पृथ्वी तक प्राप्त ऊर्जा 1.8 x 1011 MW, के बराबर होती है । जो कि पृथ्वी पर उपभोग होने वाली सभी वाणिज्य ऊर्जा स्त्रोतो से कही अधिक है । ये वर्तमान और भविष्य में पूरे विश्व के लिए ऊर्जा का बड़ा स्त्रोत है ।

सौर ऊर्जा की दो प्रमुख विशेषताएँ है । एक तो यह फासिल फ्यूल और न्यूक्लियर पॉवर की तरह, पर्यावरण में प्रदूषण नहीं करती और दूसरा यह सारे विश्व में एक समान पर्याप्त मात्रा में मिलती है ।

हालाकी इसके उपयोग में अधिक समस्याओं का सामना करना पड़ता है । सौर ऊर्जा पृथ्वी के कुछ हिस्सों में अधिक गरम होता है । जैसे भूमध्यम रेखा में । तकनीकी उपयोग के लिए 1 KW/m^2, से कम ऊर्जा कम नहीं लाई जा सकती है । इसके लिए अधिक क्षेत्रफल की जरूरत होती है जो महंगा पड़ता है ।

सौर्य विद्युत ऊर्जा (Solar electricity)

जब फोटो वोल्टिक पैनल पर सूर्य की किरणों पड़ती हो विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है। सोलर पैनल से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करना ही सौर विद्युत कहता है।

सोलर पैनल से उत्पादित विद्युत ऊर्जा पैनल में लगे पदार्थ के फोटोवोल्टिक प्रभाव पर निर्भर करती है। ऐसे कुछ पदार्थ हो जो सौर किरणों के सामने रखने पर विद्युत धारा प्रवाहीत करते है। यह प्रभाव तक देखने मिलता है जब दो सेमीकंडक्टर (अर्धचालक) पदार्थों की दो परतें आपस में लगाई जाती है। एक परत से अनेक इलेक्ट्रिनों का व्यय होता है।

जब किरणों एक परत पर पड़ती है वो यो सूर्य किरणों से फोटोनों में अवशोषित करती है और इलेक्ट्रानों में उत्तेजित कर देती है। यह इलेक्ट्रान निकल कर दूसरी परत में जाने लगते है। इस प्रक्रिया से दोनों परतों के बीच विभवांतर होता है। जिससे धारा प्रवाह शुरू हो जाता है।

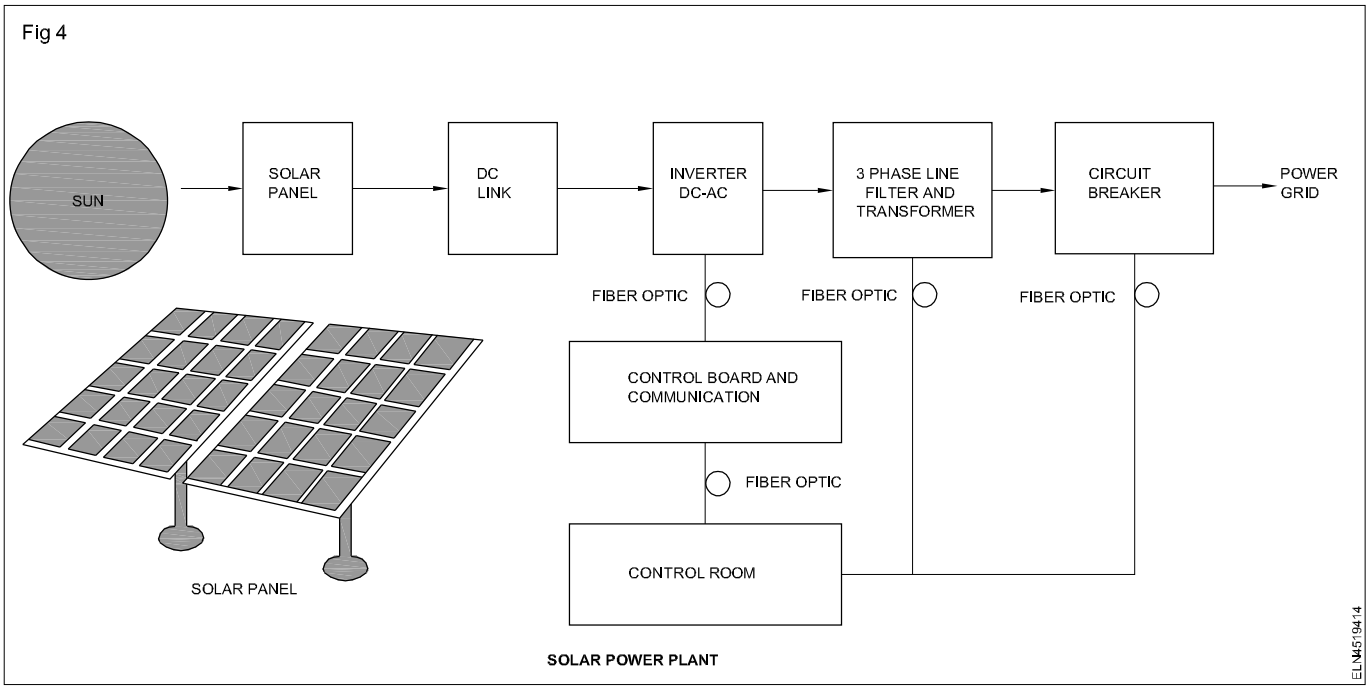
ऐसी इकाई जिसकगो अर्ध्दचालकों का उपयोग करके बनाया जाता है और उसे जब सूर्य की किरणों पर सीधा रखा जाता है तो विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है उसे सोलर सेल कहते है। सोलर सेल बनाने के लिए सिलिकान का उपयोग किया जाता है। सेल के अंदर सिलिकॉन की पतली पतली परते लगाई जाती है। ये परते आपस में डोपिंग करते जोड़ी जाती है।

एक साथ अनेक सोलर सेलों को सीरिज और पेरेलल में जोड़ कर एक पैनल बनाते है। जितनी आवश्यकता हो उतने सेल लगाए जाते है ।

सोलर सेल बदली वाले मौसम में और रात को चांद की रोशनी में भी काम करता है। यह रोशनी की तीव्रता पर निर्भर करता है।

Fig 4 में सोलर पावर प्लांट का रेखा चित्र दिखाया गया है। इसमें सोलर पैनल कंट्रोलरह, इंवर्टर और बैटरी लगी होती है ।

Fig 4



SOLAR POWER PLANT

सौलर पैनल स्थापति करने का मापदण्ड (Solar panel installatio norms)

सोलर माड्यूल्स कनाने के लिये कुछ मानक औद्योगिक क्षेत्र है, जिन्हें (STC) (Standard Test Condition) के नाम से जाना जाता है।

यह माड्युल्स के जाँच करने का एक साधन है, जिसमें मुख्यतः निम्न कारक होते है -

सौर प्रकाश तीव्रता (Irradiance) (sunlight intensity))

यह एक समतल सतह पर पड़ने वाली कुल सूर्य प्रकाश की मात्रा है। इसकी इकाई वाट/m^2 है। जिसके मापन के मानक इकाई 1000Kw/m^2.

एयर मास (Air mass)

यह हवा की वह माटाई व स्पष्टता है, जिसके माध्यम से सूरज की रोशनी माड्यूल तक पहूँचने के लिये गुजरती है। इसका मानक 1.5 है।

सेल तापमान (Cell temperature) : इसका परीक्षण तापमान 250°C है।

माड्यूल दक्षता (Module efficiency) : यहाँ इनपुट पॉवर तथा आउटपुट पॉवर के अनुपात को माड्यूल दक्षता कहा जाता है। माड्यूलस डी.सी बिजली का उत्पादन करने के लिये सूरज की रोशनी में फोटॉन का उपयोग करते हैं।

- आमतौर पर एक मॉड्यूल के 1 वर्ग मीटर क्षेत्र में सूर्य के प्रकाश के 1000W/M^2 बौछार होता है यदि उस वर्ग मीटर से 100W बिजली का उत्पादन किया जाता है तो मॉड्यूल दक्षता 10% है। यदि 50W बिजली उस वर्ग मीटर से उत्पन्न होती है तो उसकी दक्षता 5% है।
- **दक्ष (efficient) सेल के लिये निम्नलिखित प्रमुख कारक होने चाहिए-**
- यह उच्च शार्ट सर्किट करंट सहन करने योग्य होना चाहिए।
- इसका ओपन सर्किट वोल्टेज उच्च होना चाहिए, साथ ही साथ उपरोक्त शर्तो को पूरा करने के लिये सभी गुण होन चाहिऐ ।
- शार्ट सर्किट और ओपन सर्किट वोल्टेज के उच्च मान प्राप्त करने के लिये कम बैण्ड गैप सामग्री का चयन करें।

सोलर पैनल को जोड़ना एवं स्थापित करना (Assembling and installation of solar panels)

सोलर पैनल सुर्य से प्राप्त सोलर एनर्जी पर कार्य करती है। सोलर पैनल को घरों के छत पर सबसे ऊची जगह में स्थापित किया जाता है, ताकि यह सूर्य किरण से प्राप्त फोटॉन्स को अवशोषित कर सकें।

सौर पैनल के लिये उपयोग में आने वाले सिलिकॉन कंडक्टर सूर्य की रोशनी को डायरेक्ट करंट (DC) में बदल देते है जो इंनर्वटर में प्रवाहित होता है यह एक अक्षय ऊर्जा है। सर्य के प्रकाश को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करने की पक्रिया अन्य कन्वर्सन से अधिक विश्वयनीय है।

सौर पैनल में कई अलग-अलग सिलिकॉन सेल या सोलर सेल होती है। सूर्य से प्राप्त ऊर्जा को सौर पैनल की मदद से विद्युत से जोड़ा जाता है।

1 एक सोलर पैनल घरों के छत पर लगाया जाता है, ताकि वह सूर्य किरणों को अवशोशित कर सकें।

2 सौर पैनल के लिये उपयोग में आने वाले सिलिकॉन कंडक्टर सूर्य की रोशनी को डायरेक्ट करंट (DC) में बदल देते है। जो इनवर्टर में प्रवाहति होता है।

3 इनवर्टर के द्वारा DC को AC में बदलकर घरों में उपयोग किया जाता है।

4 अतिरिक्त विद्युत जो उपयोग में नहीं होती है, ग्रिड को वापस कर दी जाती है।

5 घरों में कम पावर बिजली के लिये सोलर पैनल प्रयोग की जाती है।

सोलर पैनल को विद्युत से जोड़ने का प्रक्रम (Process of connecting solar panel to electricity)

एक विशेष प्रकार की सेल का उपयोग करके करंट उत्पन्न करने के लिये फोटॉनों को इलेक्ट्रॉनों से जोड़ने की प्रक्रिया सोलर पेनल में किया जाता है जिसे फोटो वोल्टाइक सेल कहा जाता है। इन सेलों को आमतौर पर गणना के लिये प्रयोग की जाती है और छोटे सेल एक साथ जोड़े जाते हैं, जिन्हें सौर पैनल (फोटो वोल्टाइक) सेल कहा जाता है। यह सिलिकॉन जैसे अर्द्धचालक से बने होते हैं, जो सूर्य से प्रकाश को अवशोषित करते है। सूर्य से प्रकाश को अवशोषित करते हैं। सूर्य के प्रकाश में फोटॉन,सौर पैनल के भीतर इलेक्ट्रान को प्रवाहित करते हैं।

सोलर मॉड्यूल की मूल आधारणा, श्रृंखला और प्रणाली का संतुलन (Basic idea of a solar module, array and balance of system) (BOS)

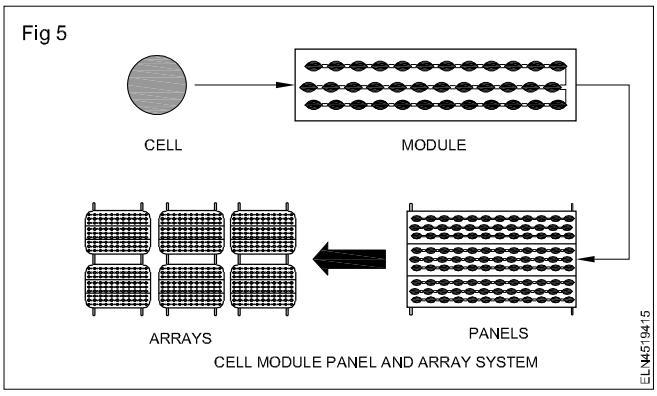
मॉड्यूल (Module)

सोलर सेल विभिन्न आकृत्यिों व आकार के बने होते है। सबसे छोटे सेलों को साधारण कैल्कूलेटर व उपकरणों में देखा जा सकता है। इस प्रकार के उपकरण में प्रयोग की जाने वाली पावर बहुत कम होती है, जबकि घरेलू लाइटिंग सिस्टम को चलाने के लिये अधिक पावर की आवश्यकता होती है। सेलों के समूह को एक साथ संलग्न किया जाता है तथा एक संलग्न समूह को एक मॉड्यूल के रूप में कहा जाता है।

यह अधिक वोल्टेज तथ अधिक पावर करने में सहायक है तथा यह पैनल को वर्षा, बर्फ तथा हवा आदि से बचाती है। मॉड्यूल के आउटपुट वोल्टेज तथा पावर की मात्रा सेलों की आकार तथा संख्या पर निर्भर करती है। इसलिये अधिक संख्या में मॉड्यूल के जोड़ को एक साधारण श्रृंखला में जोड़कर Fig 5 में दिखाया गया है।

प्राणली का संतुलन (Balance of system) (BOS)

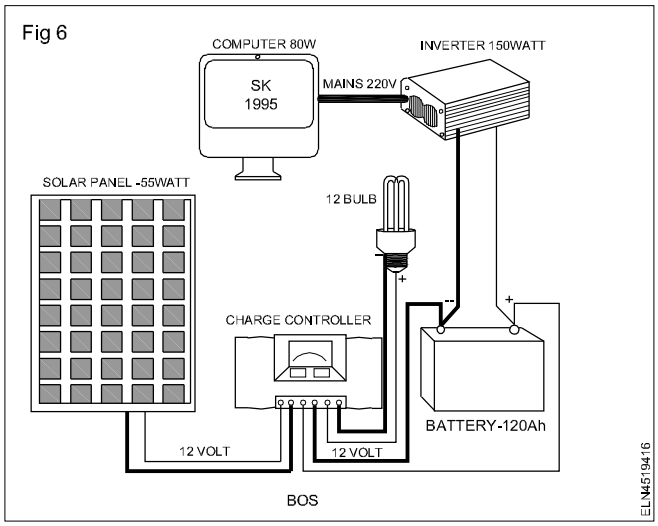
Fig 5



सेल मॉड्यूल्स और श्रृंखला विद्युत उत्पादन का हिस्सा है। छोटी युक्ति जैसे रेडियों के लिये पावर के कम मात्रा की आवश्यकता होती है, जिसे छोटे मॉड्यूल से जोड़ा जा सकता है परंतु बहुत से सुक्तियाँ व उपकरण रात्रि में अधिक पावर लेती है। मॉड्यूल, बैटरी और उपकरण असेम्बली का सरल रूप P.V प्राणाली का हिस्सा है।

मॉड्यूल को सीधे बैटरी से नहीं जोड़ा जा सकता है, इसलिये मॉड्यूल और बैटरी के बीच एक चार्ज कंट्रोलर ऑन चार्ज रेगुलेटर का उपयोग किया जाता है, और AC उपकरणों को चलाने के लिये इनवर्टर की आवश्यक्ता होती है जो पूरे सिस्टम को स्वीकार (excepts) करता है और इस मॉड्यूल को बैलेंस ऑफ सिस्टम (BOS) के रूप में जाना जाता है। (Fig 6)

Fig 6



एक BOS असेम्बली के मुख्य घटक है :

- भण्डारण बैटरी
- चार्ज कंट्रोलर
- इनवेटर (Inverter)
- आधार संरचना
- जंक्शन बॉक्स
- वायर, केबल्स और फ्यूज
- कनेक्शन और स्विच

उपरोक्त अवयवों के कार्यो को नीचे संक्षेप में समझाया गया है -

स्टोरेज बैटरी (Storage battery)

लाइटनिंग के लिये उपयोग की जाने वाली सबसे छोटी प्रणालियों में 12V तथा लंबी प्रणाली के लिये 24V बैटरी की आवश्यकता होती है। यदि वायर का साइज छोटा है, तो सिस्टम में हानि न्यूनतम होता है। इसे सावधानीपूर्वक संभालने की जरूरत है। इसे क्षति होने से बचाने के लिये कभी भी ओवर चार्ज या डिस्चार्ज न करें।

चार्ज कंट्रोलर (Charge controller)

यदि बैटरी, चार्ज को नियंत्रक करने में सक्षम नहीं है । यह कार्य एक ऑटोमेटिक डिवाइस द्वारा संपन्न होती है, जिसे चार्ज कंट्रोलर के नाम से जाना जाता है। जिनकी विधि निम्न है -

- यह बैटरी चार्ज को नियंत्रित करता है और चार्जिंग करंट को बंद करता है और नुकसान से बचाता है।
- यह बैटरी चार्ज एक निधार्रित सीमा से नीचे चला जाता है, तो यह उपकरणों को डिस्कनेक्ट करता है ।
- रिवर्स कंरट को रोकता है तथा शार्ट सर्किट से बचाता है।

इनवर्टर (Inverter)

एक सोलर सिस्टम सिर्फ DC पावर प्रदान करता है, घरेलू उपकरणों के लिये AC पावर की आवश्यकता है। CFL जैसे युक्ति को चलाने के लिये इनवर्टर द्वारा DC को AC में परिवर्तित करता है।

आधार संरचना (Support structure)

एक सौर मॉड्यूल को साधारणतया जमीन या छत पर नहीं रखा जा सकता है। इसके लिये एक कोण पर सूर्य किरण इकठ्ठा करने की आवश्यकता होती है। तेज हवा से मॉड्यूल को सूरक्षित रखने के लिये सोलर PV सिस्टम के संरचना का उपयोग किया जाता है।

जंक्शन बॉक्स (Junction boxes)

यह कई वायरों का सीधे बिंदु (meeting point) होती है। ये मॉड्यूल कि बीच में या मॉड्यूल व बैटरी बेंक के बीच में लगते हैं। जंक्शन बॉक्स एक मजबूत सामग्री (पॉली कार्बोनेट) से बना होता है, यह उच्च प्रवाह के लिये तांबे के कनेक्टर के उपयोग करता है। यह सिस्टम को नमी से बचता है।

वायर एवं फ्यूज (Wires and fuses)

सोलर सिस्टम से लो वोल्टेज व हाई करंट प्राप्त होता है। इसलिये अधिक व्यास वाले वायरों की आवश्यकता होती है। इसमें लगे फ्यूज इस उपकरण की शॉर्ट सर्किट से बचता है।

सी. एफ. एल. (Compact Fluorescent Lamp)

यह न केवल एक ऊर्जा बचत लैम्प है, अपितु यह लम्बी आयु (8000 घण्टे) एवं कम गर्मी वाला सामान्य CFL लैम्प है :

- 5W - 235 Lumens
- 7W - 370 Lumens
- 9W - 600 Lumens
- 11W -900 Lumens

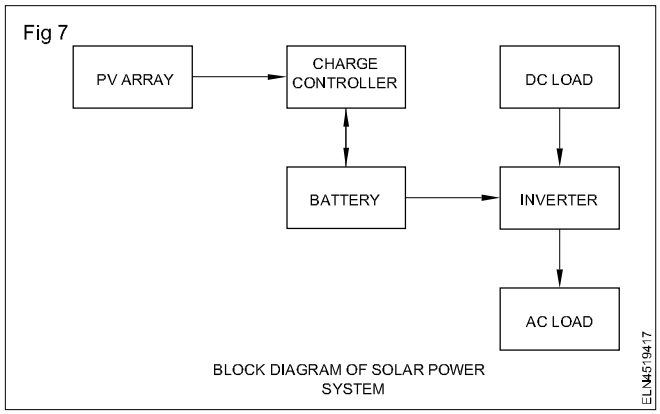
स्थापित सोलर पैनल के कुछ अनुप्रयोग निम्न है :

- सोलर पावर प्लान्ट
- सोलर लालटेन
- सोलर लाइटिंग सिस्टम
- सोलर वाटर पम्पिंग सिस्टम
- सोलर बैटरी चार्जिंग सिस्टम
- सालर हायब्रिड सिस्टम
- सोलर ग्रिड कनेक्टेड पावर प्लान्ट
- सोलर होम सिस्टम सोलर बाटर हीटर आदि
- सोलर वाटर हीटर आदि

घरेलू सोलर सिस्टम को सथापित को स्थापित करने के प्रक्रिया का उदाहरण नीचे वर्णन किया गया है।

Fig 7 सोलर पैनल स्थापन का ब्लॉक डायग्राम दिखाता है।

Fig 7



BLOCK DIAGRAM OF SOLAR POWER SYSTEM

- सिस्टम को पैकिंग से इकठ्ठा करो।
- सिस्टम के विभिन्न भागों के कई बाहरी क्षति की जॉच करो।
- लोड को जंक्शन बॉक्स कंट्रोलर से कनेक्ट करो।
- जंक्शन बॉक्स को लोड करने के लिये सभी लाइटिंग लोड को चार्ज कंट्रोलर के साथ संबंधित केबल से कनेक्ट करो।
- बैटरी कॉक्स पर चार्ज कंट्रोलर रखें, बैटरी को अंदर रखें।
- फायर मॉड्यूल को सहायक संरचना पर लगायें।
- सिस्टम बॉक्स ले-आउट देखो।

चार्ज कंट्रोलर की स्थापना (Mounting of charge controller)

- कंट्रोलर को दीवार सामग्री से दीवार में स्क्रू द्वारा फिट किया।
- कंट्रोलर के साथ आपूर्ति की गई फ्यूज के साथ बैटरी केबल असेम्बली को कनेक्ट किया।
- पहले कंट्रोलर को कनेक्ट करो और तब बैटरी दोनों मॉड्यूल्स को।
- वायर को लोड के साथ कनेक्ट करें तथा कंट्रोलर से भी कनेक्ट करें।

वैद्युतिक संबंध (Power connection)

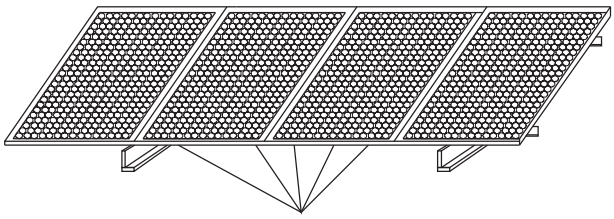
- पूर्ण आवेशित बैटरी को ही सिस्टम के साथ कनेक्ट करें।
- चार्ज बैटरी से लोड को 2 - 3 दिनों तक लगातार संयोजित न रखें। (जब बैटरी पूर्ण आवेशित हो, तभी लोड संयोजित करें)।
- संबंधित केबल को चार्ज कंट्रोलर से उचित ध्रुवता के साथ कनेक्ट करें।
- स्विच को ऑफ स्थिति में रखें और लोड केबल बैटरी तथा चार्ज कंट्रोलर से संयोजित करें।
- सामान्य प्रचालन के लिये लैम्प को 'ON' करें।
- सोलर पैनल स्थापना को इसके विभिन्न फंक्शन के लिये जाँच करें।

(Fig 8a और b) मध्यक्लैम्प के साथ स्थापित सौर पैनल दिखाता है और फ्रेम माउंटेड इंस्टालेशन का चित्र है।

सोलर पैनल की कार्यविधि (Functionality of solar panel)

सूर्य प्रकाश सोलर पैनल का बुनियादी ईंधन है। इसके सामान्य प्रचानल के लिये सूर्य की किरणें आवश्यक है, परंतु बातावरण मॉडयूल्स के उचित कार्य करने में बाधा उत्पन्न करतें है।

Fig 8(a)



MID CLAMP ILLUSTRATELL

Fig 8(b)

INSTALLED SOLAR PANEL WITH FRAME ILLUSTRATELL

ELN451941B

सामान्य प्रचालन में पावर लॉस को निम्न कुछ कारक प्रभावित करते हैं -

- झुकाव कोण (Tilt Angle)
- धूल (Dust)
- छाया (Shading)
- प्रकाश तीव्रता (Light intensity)
- तापमान (Temperature)
- चार्ज कंट्रोलर (Charge controller)
- सेमी कंडक्टर एनर्जी बॉक्स (Semiconductor energy loss)
- केबलिंग लॉस (Cabing loss)
- गलत कनेक्शन (Improper connection)

झुकाव कोण (Tilt angle)

सोलर माड्यूल को सूर्य के उचित मार्ग में अवश्य स्थापित किया जाना चाहिए। और यह एक अक्षांस के बराबर कोण पर झुका होना चाहिए। यदि tilt angle में किसी भी पुकार की त्रुटि होती है, तो कुछ मात्रा में पावर क्षति होती है।

धूल (Dust)

यदि माड्यूलस को ठीक से साफ नहीं किया जाता है, तो शुष्क मौसम में माड्यूल की सतह में धूल जम जायेगी। और यह उच्च ऊर्जा क्षति 5-10% कारण बन जाती हैं।

छाया (Shading)

सोलर माड्यूल को पूरे दिन सर्य का सामना करना पड़ता है इसे ऐसी जगह पर रखना चाहिए जहाँ किसी भी प्रकार की छाया इस पर नहीं पड़ना चाहिए। लेकिन मुक्त ट्रांसफार्मर T.V एटीना आदि छाया उत्पन्न करने का कारण हो सकता हैं।

एक सोलर माड्यूल अलग-अलग सोलर सैलों को एक दूसरे से सीरीज में जोड़कर बनाया जाता है।

उदाहरण के लिए 36 सेलों के मॉड्यूल में से एक सेल पूर्ण है तो हाई रैजिस्टैस के कारण पावर आउटपुट 0 होगा। अगर एक सैल 50% रैडिड हैं, तो पावर आऊटपुट 50% तक कम हो जाता है। लेकिन उच्च प्रतिरोध प्रदान करता है।

प्रकश की तीव्रता (Light intensity)

तेज धूप से पैनल से अधिक बिजली पैदा होती है, सुर्य प्रकाश जैसे 1000W/M^2 से रेटिड आउटपुट पावर पूर्ण होगा। परन्तु 500W/M^2 से रेटिड आऊटपुट पावर आधा होगा। आऊटपुट पावर सूर्य प्रकाश में वृद्धि के सीधे आनुपातिक होता हैं।

तापमान (Temperature)

तापमान के अधिकता के कारण मॉड्यूल में आउटपुट पावर की कमी हो जाती है। जिससे पावर लास होता है, जाँच किया गया स्टैंडर्ड तापमान 25°C होता है। तेज धूपके दौरान सेल का तापमान 70°C तक पहुंच सकता है। यदि क्रिस्टलीय सिलिकान में 0.4 से 0.5% प्रति डिग्री सेटीग्रेड तापमान में कमी होती है, तो तापमान गुणांक 25°C ऊपर बढ़ जाता है। सिलिकान माड्यूल तापमान गुणांक 0.2 से 0.25% तापमान में वृद्धि होती है।

चार्ज कंट्रोलर (Charge controller)

यदि चार्जर कंट्रोलर निरंतर प्रचालन में हैं और यह कम धारा जैसे 5mA से 25mA, लेता है तो बिजली की हानि लगभग 1% होगी।

सेमीकंडक्टर एनर्जी लॉस (Semiconductor energy loss)

चार्ज कंट्रोलर में मुख्य अवयव मासफेट और ब्लाकिंग डायोड होते हैं। जिसके कारण उसमें ऊर्जा लॉस पैदा होता हैं।

केबलिंग नुकसान (Cabling loss)

केबल भी विद्युत के नुकसान का कारण है। यह तार के बड़े व्यास वाले आकार को चयन कर कम किया जा सकता है।

गलत कनेक्शन (Improper connection)

यदि विद्युत कनेक्शन उचित रूप में से नहीं किया गया है,तो इससे बैटरी को कम बिजली मिलती है। इसे साफ और टाइट कनेक्शन करके कम किया जा सकता है।

पवन ऊर्जा उत्पादन (Wind power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पवन ऊर्जा उत्पादन की विशेषताएँ बताना**
- **पवन ऊर्जा उत्पादन के लाभ और हानियाँ बताना।**

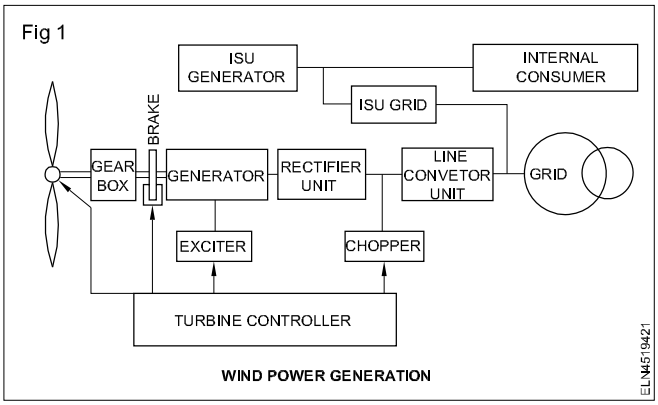
पवन की गति का उपयोग करके विद्युत उत्पादन ही पवर ऊर्जा उत्पादन कहलाता है। क्योंकि पवन में वेग और गतिज ऊर्जा है इसी का उपयोग करके विद्युत ऊर्जा बनाते हैं। इसके लिए, पवन चक्की का उपयोग कर सकते है। इसका सबसे महत्वपूर्ण भाग एक टॉवर जो ब्लेडों के साथ एक मजबूत प्लेटफार्म पर लगाया जाता है। ब्लेडों की गति पवन की गति के साथ बदलती है। इस पवन चक्की का रोटेशन अल्टरनेटर को दिया जाता और विद्युत ऊर्जा का उत्पादन होता है। अगर पवन चक्की की रोटर को पम्प से जोड़ देते है तो ये पम्प को पानी खींचने के लिए ऑपरेट करती है।

पवन ऊर्जा का उत्पादन ऐसे स्थानों में किया जा सकता है जहाँ बडे तटीय, पहाड़ी और तराई वाले क्षेत्र है। एक वपन चक्की की ब्लेड अगर 17 m के व्यास की हो तो वो 100 kw तक विद्युत उत्पन्न कर सकती है। ब्लेडों को विशेष तरह से डिजाइन किया जाता है। जो यांत्रिक ऊर्जा बनाती है।

ऑपरेशन (Operation)

पवन ऊर्जा का व्यवस्थित डायग्राम Fig 1 दिखाया गया है ।

Fig 1



WIND POWER GENERATION

जब पवन ब्लेडों से टकराती है तो ये घूमना शुरू कर देते है । एक हाई स्पीड गेयर बाक्स के साथ रोटर को लगाया जाता है । गेयर बाक्स रोटर द्वारा दी गई स्पीड को और बढ़ाता है और इसे जनेरेटर को देता है । जनेरेटर को एक बाहरी एक्साइटर से एक्साइटिंग करंट देते है । एक्साटिंग करंट को कंट्रोल करने के लिए एक टर्बाइन कंट्रोलर लगा होता है । इसमें एक सेंसर होता है जो पवन के गति के अनुरूप एक्साइटिंग करंट देता है ।

जनेरेटर का आऊट पुट वोल्टेज रेक्टीफायर देते है । रेक्टीफायर AC स्टेबल आऊटपुट देता है । जो एक ग्रीड में दिया जाता है । फिर ट्रांसफार्मर से स्टेपअप करके वोल्टेज को वितरण के लिए आगे बढ़ाते है । कुछ अन्य सहायक इकाईया जो इंटरनल यूनिट कहलाती है । जैसे मोटर, बैटरी आदि । इन्हें **(internal supply unit** - ISU) कहते है । इस ISU को ग्रेड से सप्लाई दी जाती है । एक चोंपर लगाया जाता है जो रेक्टीफायर की अतिरिक्त ऊर्जा को अवशोपित करता है जिसे रेक्टीफायर यूनिट (Rectifier Unit - RU) कहते है ।

लाभ (Advantages)

1 यह एक सस्ता कभी न खतम होनेवाला स्त्रोत है। इसे परिवन की आवश्यकता नहीं होती है।

2 इसकी संरचना सरल होती है। आसानी से और जल्दी लगाने वाला संयंत्र है।

3 हाइड्रो पावर प्लांट की तुलना में इसको अधिक महत्व इसलिए किया जा रहा है क्योंकि पानी का लेवल स्थिर नहीं होता है। पानी का लेवल बहुत हद तक मानसून पर निर्भर करता है।

4 प्रदूषण रहित होता है।

5 उच्च तकनीक की आवश्यकता नहीं होती।

6 कम कीमत में विद्युत उत्पादन होता है।

हानियाँ (Disadvantages)

1 इसका सबसे बड़ा गुणदोष यह है कि पवन का वेग हमेशा एक समान नहीं होता। इससे प्लांट के डिजाइन में कनिाइयाँ आती है।

2 टर्बाइन की ब्लेडों को घूमने के लिए बड़े क्षेत्र की आवश्यकता होती है । जिससे वे अधिक पावर उत्पन्न कर सकें।

3 कभी तेज हवाओं और तूफान की स्थिति में पूरा प्लांट बरबाद हो सकता है। इससे बचने के लिए विशेष व महंगे किसम के कंट्रोल उपकरण लगाये जाता है।

4 बताएं गये सभी दोषों के प्लांट की कीमत सबसे बडा कारण है । जिसके रहते इसका उपयोग भारतीय गाँवों में नहीं किया जा सकता है। पवन ऊर्जा से उत्पादन विद्युत को अनुमानित कीमत 1 लाख के ऊपर जाती है।

आधुनिक पनव ऊर्जा प्लांट आज भी इस समस्या का समाधान नहीं निकाल पा रही कि जब हवा न चल रही हो तो उत्पादन कैसे हो। जब हवा न चल रही हो तो बड़े टर्बाइनों में एक यूटीलिटी पावर नेटवर्क लगाया जाता है। छोटे टर्बाइनों में डीजल या विद्युत जनेरेटर को जोड़ते है। जब हवा तेज चलती है। तो अतिरिक्त ऊर्जा का बैटरी में स्टोर करते हैं।

पावन ऊर्जा संयंत्र में श्रृंखला में पवन चक्कियाँ लगाई जाती है। एक पवन चक्की में उसे 6 पंखुडियाँ हो सकती है। जो एक ही अक्ष पर घूमती है । इसके विभिन्न उपयोग है जैसे

1 कूँए से पानी खींचना

2 बैटरी चार्जिंग

3 वॉटर पम्प

4 सधारण मशीनों की आपेरेटिंग

5 कृषी कार्य और कुछ अन्य उपयोग जैसे पत्थर तोड़ना लकड़ी काटना, अनाज पीसना, सिंचाई आदि।

विद्युत आपूर्ति प्रणाली - ट्रान्समिशन - लाईन इन्सुलेटर (Power supply system - transmission - line insulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युत आपूर्ति प्रणाली और पावर सिस्टम स्किम के लेआउट का स्पष्ट करना**
- **विभिन्न विद्युत पारेषण की सूची तैयार करना**
- **AC एवं DC संचरण की तुलना करना**
- **उच्च वोल्टेज संचरण का लाभ बताना**
- **पारेषण में सिंगल फेस एवं 3 फेस वायर प्रणाली स्पष्ट करना ।**

विद्युत आपूर्ति प्रणाली (Power supply system)

पावर प्लांट से उत्पादित होनेवाली विद्युत ऊर्जा उपभोक्ताओं को वितरित की जाती है, इसका बड़ा नेटवर्क होता है जो मोटे तौर पर दो चरणों में बंट हुआ है, संचरण एवं वितरण।

पावर स्टेशन से उपभोक्ता परिसर तक विद्युत शक्ति को ले जाना, विद्युत आपूर्ति प्रणाली कहलाता है।

इलेक्ट्रिकल पावर सप्लाई सिस्टम में 3 मुख्य घटक होते है (i) पावर स्टेशन/ प्लांट (ii) ट्रांसमिशन लाइन (iii) डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम या वितरण प्रणाली। पावर प्लांट में उत्पादित होनेवाली विद्युत ऊर्जा, उपभोक्ता से दूर होती है, इस विद्युत ऊर्जा को संचरण के द्वारा दूर स्थित लोड सेंटर तक पहुँचाया जाता है और वितरण नेटवर्क (distribution network) के द्वारा उपभोक्ता तक।

आपूर्ति प्रणाली को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है :

- DC या AC सिस्टम
- सिरोपरि लाइन या भूमिगत प्रणाली

अब 3 फेस, 3 -वायर AC सिस्टम को वैश्विक रूप एक आर्थिक प्रस्ताव के रूप में अपनाया जा रहा है, कुछ स्थानों में 3 फेस - 4 वायर AC सिस्टम अपनाया गया है।

ओवर हेड सिस्टम की तुलना में भूमिगत प्रणाली अधिक महंगी है इसलिए हमारे देश में ओवर हेड सिस्टम को लगभग अपनाया गया है।

विद्युत पारेषण प्रणाली के प्रकार (Types of power transmission system)

3 - फेस - 3 वायर AC सिस्टम को लगभग हर स्थान पर अपनाया गया है । कुछ विशेष परिस्थितियों में ट्रांसमिशन के लिए दूसरी प्रणाली का भी उपयोग किया जा सकता है ।

संभावित प्रणालियाँ हैं :-

1 DC सिस्टम (DC system)

i DC 2 वायर

ii DC 2 वायर, मध्य भारा अर्थ किया हुआ

iii DC 3 वायर

2 AC एकल लाइन सिस्टम (AC single phase system)

i 1 फेस - 2 वायर

ii 1 फेस - 2 वायर, मध्य भाग अर्थ किया हुआ

iii 1 फेस, 3 वायर

3 AC 2 फेस सिस्टम (AC Two - phase system)

i 2 - फेस, 3 वायर

ii 2 - फेस, 4 वायर

4 AC 3 फेस सिस्टम (AC three phase system)

i 3 - फेस, 3 वायर

ii 3 - फेस, 4 वायर

जनरेटिंग स्टेशन और उपभोक्ता द्वारा इस्तेमाल की जानेवाली विद्युत शक्ति के मध्य लाईन नेटवर्क को 2 भागों मद्धें विभाजित किया गया है,

- **संचरण या पारेषण प्रणाली (Transmission system)**
- **वितरण प्रणाली (Distribution system)**

इस सिस्टम को प्रयामली संचरण (transmission) और सकेंडरी संचरण के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है, इसी तरह प्रायमरी विवरण और सेकंडरी वितरण है। यह Fig 1 में दिखाया गया है।

यह आवश्यक नहीं है कि डायग्राम में दिखाए गए समस्त स्टेप को दूसरी विद्युत योजनाओं (power schemes) में शामिल किया जाए। इसमें अंतर हो सकता है, कई पावर स्किम में सेकंडरी संचरण नहीं होता है तो कई छोटी पावर स्किम में संचरण होता ही नहीं है, सिर्फ विवरण होता है।

विशिष्ट विद्युत आपूर्तिप्रणाली के विभिन्न चरणों के निम्न प्रकार है :

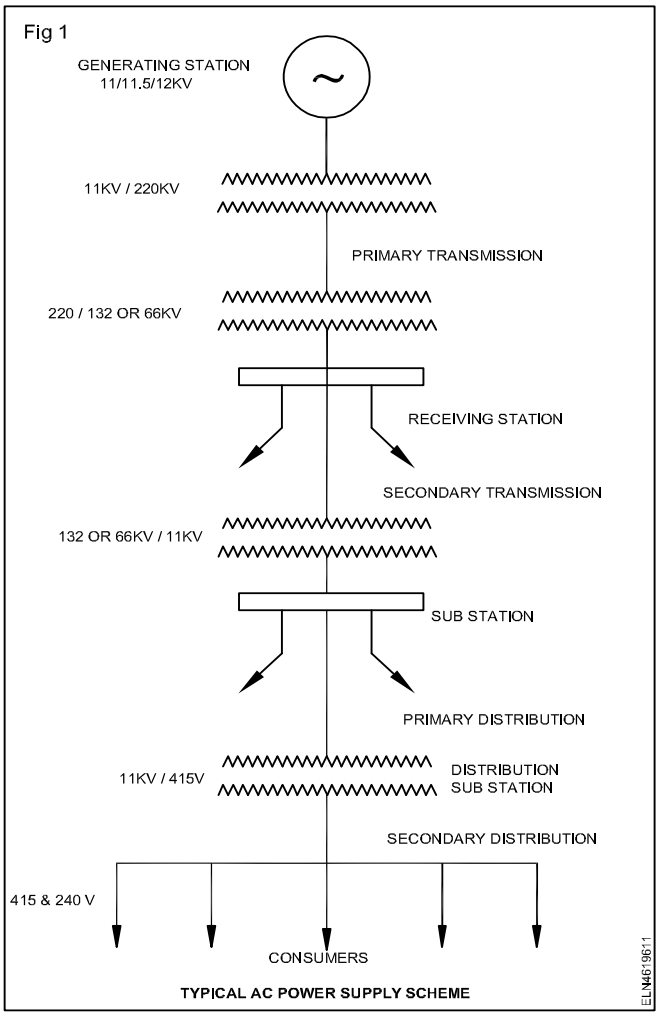
1 जनरेटिंग स्टेशन (Generating station)

2 प्रायमरी ट्रांसमिशन (Primary transmission)

3 सेंकडरी ट्रांसमिशन (Secondary transmission)

4 प्रायमरी डिस्ट्रीब्यूशन (Primary distribution)

5 सेकंडरी डिस्ट्रीब्यूशन (Secondary distribution)



जनरेटिंग स्टेशन (Generating station)

वह स्थान जहाँ पर समानांतर में जुड़े हुए 3 - फेस अल्टरनेटर्स/जनरेटर्स के द्वारा विद्युक शक्ति का उत्पादन किया जाता है। जनरेटिंग स्टेशन (पावर प्लांट) कहलाता है।

साधारण पावर प्लांट की क्षमता और उत्पन्न वोल्टेज 11KV, 11.5 KV, 12KV या 13KV तक होती है, किंतु आर्थिक रूप से, स्टेप अप ट्रांसफार्मर के द्वारा उत्पन्न वोल्टेज (11KV, 11.5KV या 12KV) को 132KV, 220KV, 400KV या 500KV इससके भी ज्यादा बढ़ाना अच्छा है।

प्रायमरी ट्रांसमिशन (Primary transmission)

3 - फेस वायर ओवरहेड ट्रांसमिशन प्रणाली द्वारा इलेक्ट्रिक सप्लाई को (132KV, 220 KV, 500KV या उससे भी ज्यादा) लोड सेंटर तक पहुँचाया जाता है।

सेंकडरी ट्रांसमिशन (Secondary transmission)

शहर से दूर स्थित क्षेत्र, रिमीविंग स्टेशन से लाइन के द्वारा जुड़ा हुआ होता है, सेंकडरी ट्रांसमिशन कहलाता है। रिसिविंग स्टेशन पर वोल्टेज के स्तर को स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर के द्वारा घटाया जाता है, (132KV, 66, 33KV) और विभिन्न सब स्टेशन पर (3 फेस - 3 वायर) ओवर हेट सिस्टम के द्वारा विद्युत शक्ति को भेजा जाता है, यही सेंकडरी ट्रांसमिशन है।

प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन (Primary distribution)

सब स्टेशन पर, सेकंडरी ट्रांसमिशन वोल्टेज (132KV, 66KV, 33KV) के स्तर को स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर के द्वारा 11KV तक घटाया जाता है।

सामान्यतः इन लाइन के द्वारा भारी उपभोक्ता जिनकी मांग 11KV, हो, को विद्युत सप्लाई की जाती है, इन लाइन का वोल्टेज 11KV होता है, पावर को नियंत्रित और उपयोग करने के लिए एक अलग सब स्टेशन बनाया जाता है।

अन्य मामलों में, भारी उपभोक्ता (बड़े पैमाने पर) जिनकी मांग 132 KV या 33KV होती है, वे इलेक्ट्रिक सप्लाय सेंकडरी ट्रांसमिशन या प्रायमारी डिस्ट्रीब्युशन से लेते हैं, और स्वयं के सबस्टेशन से स्टेप डाउन ट्रांसफ्रार्मर के द्वारा वोल्टेज के स्तर को स्टेप डाउन कर, उपयोग में लिया जाता है। (विद्युत कर्षण आदि के लिए)

सेंकडरी डिस्ट्रीब्युशन (Secondary distribution)

प्रयमरी डिस्ट्रीब्युशन लाईन (11KV) के द्वारा इलेक्ट्रिक पावर, डिस्ट्रीब्यूशन सब स्टेशन को दिया जाता है, यह सब स्टेशन उपभोक्ताओं के क्षेत्र के निकट स्थित होते हैं, जहाँ स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर का उपयोग कर वोल्टेज को 415V तक घटाया जाता है।

यह ट्रांसफार्मर डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफार्मर, (3 फेस - 4 वायर) कहलाते हैं, 3 फेस सप्लाय वायर में 2 फेज के मध्य 415 v और (1 - फेस) सप्लाय वायर में फेज वायर और न्यूट्रल के मध्य 240 v सप्लाय होती है।

घरेलु भार या लोड (पंखा, लाईट, टीवी इत्यादि) एक फेज़ वायर और न्यूट्रल वायर से जोड़ा जाता है, जबकि 3 - फेज़ भार या लोड़ जबकि 3-लाईन से जुड़े हुए होते है।

डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के तत्व (Elements of distribution system)

डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के तीन भाग है :

1 फीड़र (Feeders)

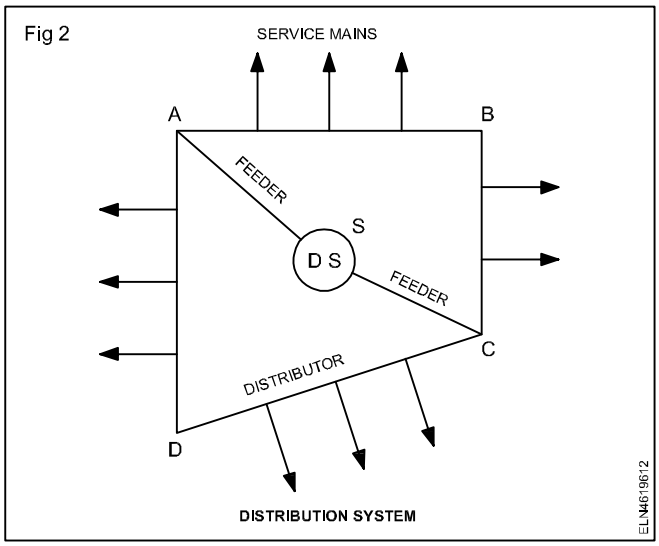
2 ड्रिस्ट्रीब्युटर्स (Distributors)

3 सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स

फीडर वे इलेक्ट्रिक लाइन जो जनरेटिंग स्टेशन (पावर स्टेशन) या सब स्टेशन को डिस्ट्रीब्युटर्स से जोड़ती है फीडर्स कहलाती है। याद रखिए फीड़र में करंट (प्रत्येक पाइंट पर) एक जैसी या समान रहती है जबकि वोल्टेज स्तर भिन्न हो सकता है, फीडर में बहने वाली करंट कंडक्टर के साइज पर निर्भर करती है।

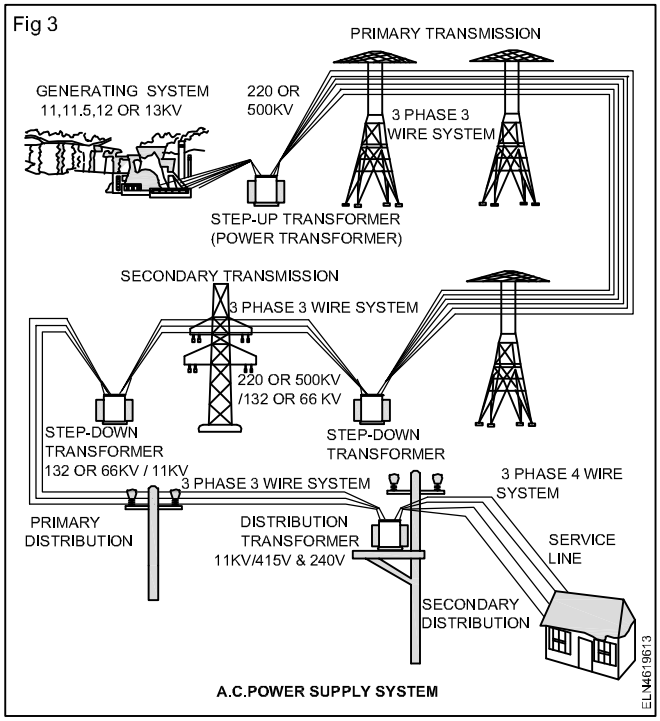
डिस्ट्रीब्युटर्स (Distributors)

वह टेपिंग जो उपभोक्ता इलेक्ट्रिक पावर की सप्लाय देने के लिए निकाली जाती है, या जहाँ से उपभोक्ता को इलेक्ट्रिक सप्लाय मिलती है, डिस्ट्रीब्युटर्स कहलाता है, जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। डिस्ट्रीब्युटर्स के हर सेक्शन या अनुभाग में करंट भिन्न होती है जबकि वोल्टेज समान हो सकता है। डिस्ट्रीब्युटर्स का सेक्शन वोल्टेज ड्राप पर निर्भर करता है और वोल्टेज ड्राप के अनुसार डिजाइन किया जा सकता है। इसके कारण उपभोक्ता नियम के अनुसार रेटेड वोल्टेज ले सकता है।



सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स (Service lines or service mains)

सामान्य केबल जो डिस्ट्रीब्युटर्स और उपभोक्ता लोड टर्मिनल के बीच जुड़ा होता है सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स कहलाता है। एक पूर्ण सामान्य एसी पावर सप्लाय सिस्टम स्किम Fig 3 में दिखाया गया है।



DC और AC ट्रांसमिशन की तुलना (Comparison of DC and AC transmission)

इलेक्ट्रिक पावर या तो DC (या) AC के द्वारा प्रेषित (ट्रांसमिट) की जा सकती है। हर एक सिस्टम के अपने लाभ और हानि होते है। AC ट्रांसमिशन और DC ट्रांसमिशन सिस्टम के निम्नलिखित लाभ एवं हानियाँ बनाई गई है।

AC ट्रांसमिशन (AC transmission)

कुछ साल पहले, इंजीनियर्स द्वारा DC ट्रांसमिशन के प्रशंसनीय लाभों के कारण, इलेक्ट्रिक पावर को DC सिस्टम द्वारा ट्रांसमिट करने का विचार किया गया था।

DC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of DC electric power transmission)

1 केवल दो कंडक्टर की आवश्यकता होती है।

2 इंडक्टेंस, केपेसिटेन्स और फेस डिसप्लेसमेंट की कोई समस्या नहीं है यह AC ट्रांसमिशन में भी समान है।

3 AC ट्रांसमिशन की तुलना में DC ट्रांसमिशन लाइन में समान लोड़ और सेंडिंग एंड वोल्टेज का वोल्टेज ड्राप कम होता है।

4 कंडक्टर पर स्कीन इफैक्ट नहीं होता है जिससे संपूर्ण कंडक्टर को उपयोगी रूप से इस्तेमाल किया जाता है, जिससे पदार्थ में बचत होती है।

5 समान वोल्टेज पर, AC ट्रांसमिशन लाइन की तुलना में DC ट्रांसमिशन के इंसुलेटिंग मटेरियल पर कम तनाव आता है।

6 DC लाईन में को रोना लॉस कम होता है औलर कम्युनिकेशन सर्किट में होने वाले हस्तक्षेप कम होते हैं।

7 सिस्टम अस्थिरता की परेशानी भी नहीं होती है जो AC ट्रांसमिशन में सामान्य है।

DC ट्रांसमिशन की हानियाँ (Disadvantages of DC transmission)

1 कम्युटेशन की कनिाई (समस्या) के कारण हाई या उच्च DC वोल्टेज पर पावर जनरेशन कनि होता है और उपयोगी रूप से उपभोक्ता सिरे पर उपयोग नहीं किया जा सकता।

2 स्टेप अप और स्टेपडाउन ट्रांसफोरमेशन, ट्रांसफार्मर द्वारा मुमकिन नहीं है।

AC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of AC electric power transmission)

1 हाई वोल्टेज पर भी पावर जनरेट की जा सकती है, कम्युटेशन की कोई कनिाई (समस्या) नहीं होती है।

2 ट्रांसफार्मर के द्वारा AC वोल्टेज को स्टेप अप एवं स्टेप डाउन किया जा सकता है।

3 AC पावर को हाई वोल्टेज ट्रांसमिशन करने पर हानियाँ कम होती है।

AC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन की हानियाँ (Disadvantages of AC electric power transmission)

1 इंडक्टेंटश की और केपेसिटेन्स की समस्या, ट्रांसमिशन लाइन में रहती है।

2 स्कीन इफेक्ट के कारण, ज्यादा कॉपर की आवश्यकता होती है।

3 AC ट्रांसमिशन लाईन का निर्माण ज्यादा जटिल और महंगा होता है।

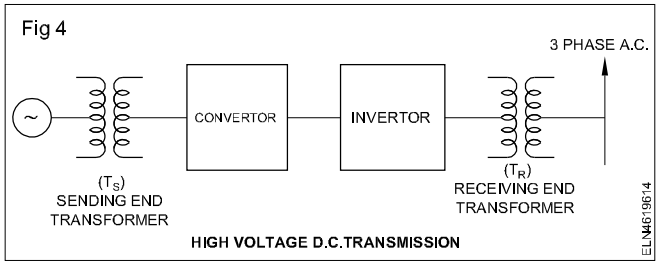
4 AC ट्रांसमिशन लाइन प्रभावी प्रतिरोध, स्कीन इफेक्ट के कारण बढ़ जाता है।

ऊपर की गई तुलना से यह स्पष्ट होता है कि, हाई वोल्टेज AC ट्रांसमिशन की तुलना में हार्ड वोल्टेज DC ट्रांसमिशन बेहतर है वर्तमान में AC ट्रांसमिशन के द्वारा इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिट किया जाता है, और DC

ट्रांसमिशन की ओर भी दिलचस्पी ली जा रही है । मर्करी आर्क रेक्टिफायर और थायरेट्रान के द्वारा AC से DC को और DC से AC को आसानी से परिवर्तित करना संभव हुआ है, कुछ उपकरण सिंगल युनिट में 400KV पर 30MW तक संचालित हो सकते है, वर्तमान में AC द्वारा जनरेशन एवं डिस्ट्रीब्युशन और DC द्वारा ट्रांसमिशिन का चलन चल रहा है ।

हाई वोल्टेज DC ट्रांसमिशन का सिंगल लाईन डायग्राम Fig 4 में दर्शाया गया है ।AC पावर जनरेट होने के बाद स्टेप अप ट्रांसफार्मर द्वारा वोल्टेज को हाई वोल्टेज में सेन्डिग एडेवर (T_s) परिवर्तित किया जाता है ।

हाई वोल्टेज पर AC पावर को मर्करी आर्क रेक्टिफायर द्वारा AC से DC में परिवर्तित किया जाता है । हाई DC वोल्टेज पर इलेक्ट्रिक पावर का ट्रांसमिशन होता है । रिसिविंग एंड पर थायरेट्रान के द्वारा DC को AC में परिवर्तित किया जाता है । डिस्ट्रीब्युशन के लिए रिसिविंग एंड पर स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर (T_R) के द्वारा वोल्टेज को स्टेप डाउन किया जाता है ।



हाई वोल्टेज ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of high voltage transmission)

ट्रांसमिशन सिस्टम के बहुत होई वोल्टेज का उपयोग किया जाता है, इसका सामान्य सिद्धांत है कि जितना ज्यादा वोल्टेज होगा, उतनी ही सस्ती सप्लाई होगी।

मतलब AC सिस्टम में पावर को व्यक्त किया जाता है **P=VI cosϕ,** इसका मतलब यह हुआ कि दिए हुए पावर में वोल्टेज को बढ़ाने पर करंट का मान कम होता है। करंट का मान कम होने से केबल, स्विच गियर साइज और लाईन पावर लॉस घट जाते है, लाइन पावर लॉस $P = I^2R$ कम हो जाता है।

132KV ग्रिड और 400KV **सुपर ग्रिड ट्रांसमिशन लाईन** में अधिकांश भाग स्टील-क्रोर एल्युमिनियम कंडक्टर का होता है जिसे स्टील लेटीस टावर पर लटकाया जाता है यह अंडरग्राउंड केबिल के तुलना में 16 गुना ज्यादा सस्ता होता है।

पोर्सलिन इन्सुलेटर स्ट्रिग्स में कंडक्टर जुड़े होते है, जो टॉवर के क्रास मेम्बर पर लगे हुए होते हैं, जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है। 3 ∅ सिस्टम के सिंगल सर्किट में तीन कंडक्टर शामिल होते है ताकि टावर के 6 आर्म्स पर दो भिन्न सर्किट को रखा जाए।

उपभोक्ता का प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन 11KV सबस्टेशन से होता है, जिसका अधिकांश भाग 33 KV सबस्टेशन से लिया जाता है। 11KV पर जिन शहरीय क्षेत्र में 100 MW से ज्यादा डिस्ट्रीब्युज होता है। वहाँ सीधे 132KV से 11KV तक ट्रांसफारमेशन किया जाता है।

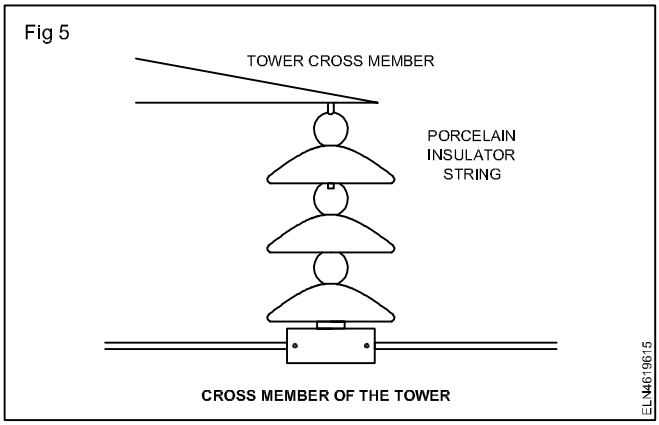
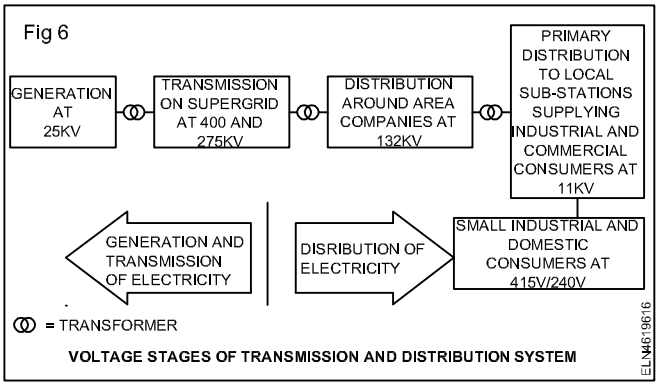


Fig 6 में ब्लॉक डायग्राम द्वारा ट्रांसमिशन एवं डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के विभिन्न स्तर पर वोल्टेज को दर्शाया गया है ।



निरंतर सप्लाय प्रदान करने 11KV डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम को रेडियल सिस्टम की तरह उपयोग किया जाता है अर्थात् रेडियल सिस्टम की तरह इस्तेमाल किया जाता है।

किसी भी इलेक्ट्रिकल इंजीनियर या सप्लाय आथोरिटी के लिए यह विचार करना आवश्यक है कि सुरक्षित सप्लाय का मेन्टनेन्स (मरम्मत) किया जाए। क्योंकि औद्योगिक क्षेत्र में सप्लाय का रूकना या उसकी हानि होतो असुविधाजनक हो सकता है जिससे वित्तीय नुकसान के साथ-साथ उपभोक्ता या जनता को भी खतरा हो सकता है।

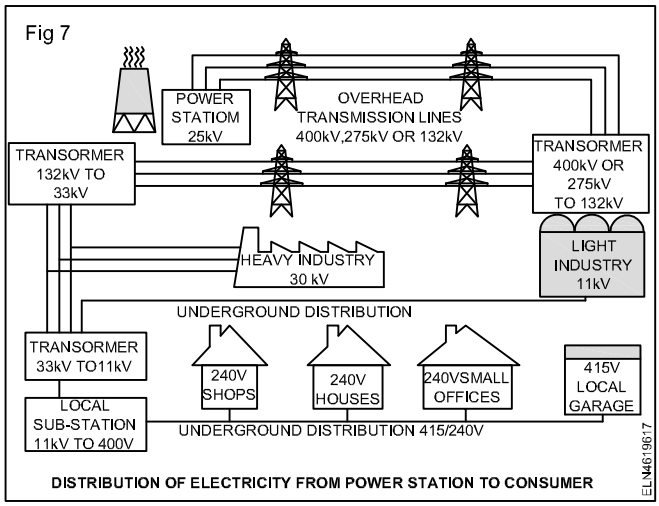
रिंग सिस्टम का यह सिद्धांत होता है कि वह दो दिशाओं से उपभोक्ता सब स्टेशन को सप्लाय देता है और ओवरलोडिंग होने पर या फाल्ट होने पर केवल प्रोटेक्शन उपकरण द्वारा सर्किट से फाल्ट का बिना ऊर्जा हानि या सप्लाय हानि के अलग कर देता है।

Fig 7 में पावर स्टेशन से उपभोक्ता तक इलेक्ट्रिसिटी डिस्ट्रीब्युशन डायग्राम दर्शाया गया है।

हाई वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन (High voltage distribution)

प्रायमरी सबस्टेशन के हाई वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन को उपयोग कर बिजली विभाग के द्वारा छोटे औद्योगिक, व्यापारिक एवं घरेलु उपभोक्ताओं को सप्लाय दी जाती है।

यह डिस्ट्रीब्युशन बड़े औद्योगिक उपभोक्ताओं के लिए भी है, जहाँ 11KV सबस्टेशन होता है जैसा कि Fig 8 में बताया गया है, यह सब स्टेशन लोड सेन्टर पर फैक्ट्री साइड के आस पास होता है।



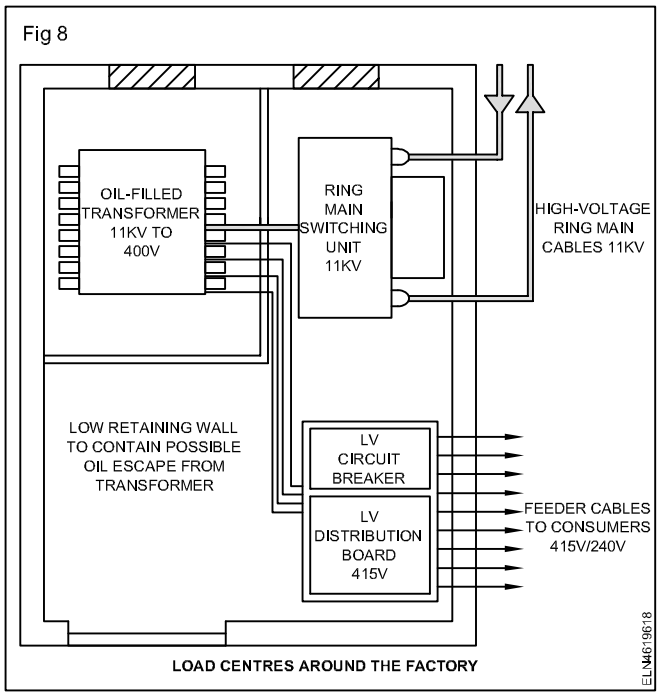


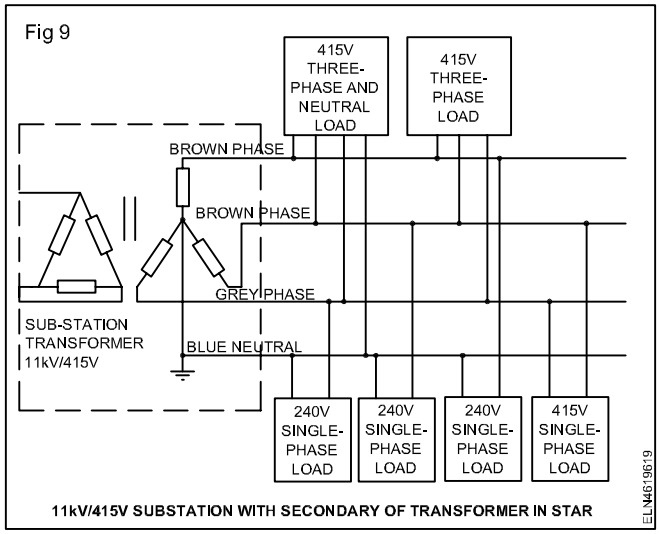
Fig 7

DISTRIBUTION OF ELECTRICITY FROM POWER STATION TO CONSUMER

Fig 8

LOAD CENTRES AROUND THE FACTORY

साधारण अंडग्राउंड रेडियल फिडर (415V/240V) के द्वारा प्लांट, डिस्ट्रीब्युशन बोर्ड, व्यापारिक और घरेलू लोड को जोड़ा जाता है डिस्ट्रीब्युशन बोर्ड में आउटगोइंग सर्किट को सर्किट ब्रेकर द्वारा सुरक्षा प्रदान की जाती है।



Δ – Y ट्रांसफार्मर के द्वारा 11KV को 415V अर्थात् 11KV/415V एवं 11KV/415V से 415 V/240V में प्राप्त किया जाता है। इस तरह का सबस्टेशन Fig 9 में दर्शाया गया है।

Fig 9

11kV/415V SUBSTATION WITH SECONDARY OF TRANSFORMER IN STAR

ट्रांसफार्मर की सेकंडरी वाइडिंग स्टार (Y) में कनेक्ट रहती है इसके स्टार पाइंट को अर्थ इलेक्ट्रोड के द्वारा जमीन में अर्थ किया जाता है और इस पाइंट के द्वारा चौथा कंडकटर लिया जाता है जिसे न्यूट्रल कहते है जो लोड 2 फेज से कनेक्ट रहते है उन्हें 415V, सप्लाय मिलती है, एवं सिंगल फेज और न्यूट्रल के बीच 240V होता है।

3∅, 415V, सप्लाय छोटे उद्योग, व्यापारिक लोड जैसे गैरेज, स्कूल, फ्लेट्स के ब्लॉक इत्यादि में दि जाती है। सिंगल फेस 240V सप्लाय संतत्र रूप से घरेलु उपभोक्ताओं को दिया जाता है।

लाइन विद्युतरोधी (Line insulators)

उद्देश्य **:** इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युतरोधी के प्रकार तथा उनके उपयोगों का वर्णन करना**
- **विद्युतरोधी की बंधक (binding) विधी का वर्णन करना ।**

लाइन इंसुलेटर (Line insulators)

शिरोपरि लाइन में लाइन इंसुलेटर या लाइन विद्युतरोधी को उपयोग करने का उद्देश्य लाइव या सजीव कंडेक्टर को पकड़ना तथा चालक से खंभे को करंट के लीकेज को रोकना है। यह पोर्सलीन क्ले के बने होते है तथा वातावरण से पोर्सलीन में नमी को अवशोषण रोकने के लिए पूर्णतः चमकदार होते है।

इंसुलेटर के गुण (Properties of insulators)

i कंडक्टर लोड, वंड लोड इत्यादि के सामने उच्च मेकेनिकल स्ट्रेंथ होती है।

ii अर्थ लिकेज करंट से बचने के लिए इंसुलेटर का रजिस्टेंस या प्रतिरोध उच्च होता है।

iii हाइ इलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ को उच्च बनाने के लिए इंसुलेटर का उच्च रिलेटिव परमिटीवी होता है।

iv इंसुलेटर में छिड नहीं होता है, अशुब्दता से मुक्त और दरार नहीं होते है अन्यथा परमिटीविटी कम हो जाती है।

v पंक्चर स्ट्रेंथ और प्लेश ओवर के बीच उच्च अनुपात होता है।

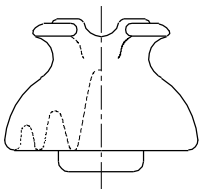
इंसुलेटर को बनाने के लिए सबसे ज्यादा पोर्सलीन का उपयोग किया जाता है किंतु कुछ सीमित स्थानों पर ग्लास, स्टेटाइट और विशेष मिक्षण वाली सामग्री से बने इंसुलेटर भी उपयोग में लाए जाते हैं।

उपयोग होनेवाले सामान्य प्रकार के विद्युतरोधी (insulators) निम्नलिखित हैं :

- पिन इंसुलेटर (Pin type insulator)
- शेकल इंसुलेटर (Shackle insulator)
- सस्पेन्शन इंसुलेटर (Suspension insulator)
- स्ट्रेन इंसुलेटर (Strain insulator)
- पोस्ट इंसुलेटर (Post insulator)
- स्टे इंसुलेटर (Stay insulator)
- डिस्क इंसुलेटर (Disc insulator)

पिन इंसुलेटर (Pin Insulators) : पिन इंसुलेटर का उपयोग खंभों की सीधी दौड़ पर लाइन चालकों को होल्ड या पकड़कर रखने के लिए किया जाता है। पिन इंसुलेटर तीन प्रकार के दोते है अर्थात् सिंगल शेड (Fig 1) डबल शेड (Fig 2) और ट्रिपलशेड पिन इंसुलेटर (Fig 3)। सिंगल शेड पिन, इंसुलेटर का प्रयोग लो और मिडियम वोल्टेज लाइन के लिए किया जाता है, 3000V से अधिक वोल्टेज के लिए डबल शेड, ट्रिबल शेड पिन इन्सुलेटर का उपयोग किया जाता है ये शेड वर्षा के जल को नीचे गिराने के लिए उपयोग होते है।

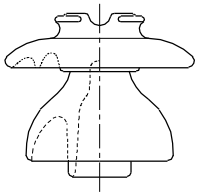
Fig 1



SINGLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

ELN4619621

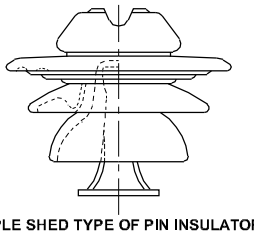
Fig 2



DOUBLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

ELN4619622

Fig 3

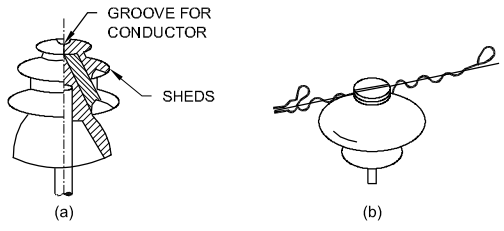


TRIPLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

ELN4619623

पिन टाइप इंसुलेटर के भाग Fig 4a और 4b में दिखाया गया है पोल पर लगे क्रांस आर्म को पिन टाइप इंसुलेटर सुरक्षित रखता है, इंसुलेटर के ऊपर एक नाली होती है इसमें कंडक्टर रखा जाता है या इसमें से होकर गुजरता है, कंडक्टर की तरह ही समान मटेरियल एनील्ड वायर से इसकी बाधा जाता है।

Fig 4

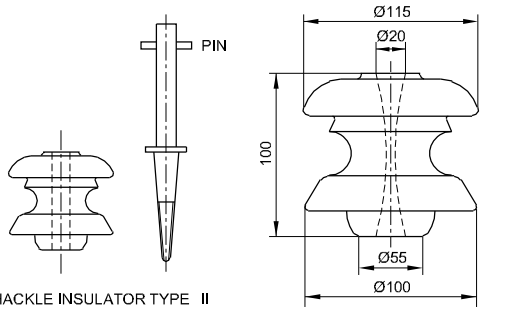


SECTION VIEW OF A PIN INSULATOR

ELN4619624

शैकल इंसुलेटर (Shackle insulators) : शैकल इंसुलेटर को कोनो के खंभों पर टर्मिनेटिंग या समापन के लिए सामान्यतः उपयोग किया जाता है। यह इंसुलेटर केवल मध्यम वोल्टेज लाइन के लिए इस्तेमाल किए जाते है। (Fig 5a & 5b)

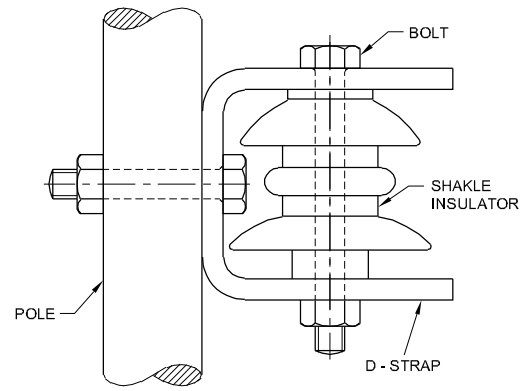
Fig 5



ELN4619625

वर्तमान में इनका उपयोग लो वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन लाइन में हो रहा है। यह इन्सुलेटर ऊर्ध्वाधर या क्षौतिज की स्थिति में लगाते है जैसा कि Fig 6 में दर्शाया गया है यह इंसुलेटर पोल के क्रास आर्म में या पोल में सीधे बोल्ट द्वारा कसा जाता है। कंडक्टर को नाली में कसने के लिए नरम बाइडिंग वायर का इस्तेमाल किया जाता है।

Fig 6



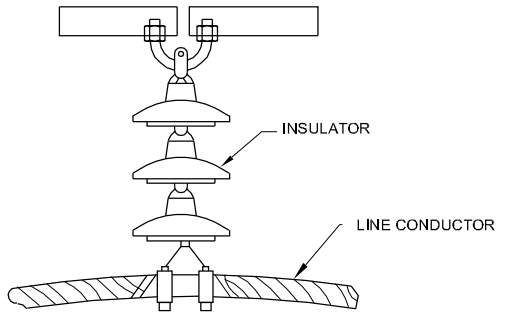
SHACKLE TYPE INSULATOR

ELN4619626

सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर (Suspension type insulators)

जैसे-जैसे वोल्टेज का मान बढ़ रहा है पिन इन्सुलेटर की कीमत भी बढ़ रही है, इसलिए यह इन्सुलेटर 33 KV के ऊपर इस्तेमाल करना आर्थिक रूप से उचित नहीं है, 33KV से ज्यादा वोल्टेज के लिए सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर का प्रयोग किया जाता है, Fig 7 में सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर दिखाया गया है । लड़ी के रूप में मेटल से कुछ निश्चित संख्या में पोर्सलीन

Fig 7



SUSPENSION INSULATOR

डिस्क सिरिज में जुड़ी हुई रहती है । इस इन्सुलेटर की एक लड़ी बनती है जिसके आखिरी में नीचे की तरफ कंडक्टर लटकाया जाता है और ऊपर की तरफ इसे टावर के क्रासआर्म पर टावर को सुरक्षित रखने के लिए लटकाया जाता है । इन्सुलेटर की हर डिस्क निम्न वोल्टेज 11KV के लिए डिजाइन होती है और वोल्टेज के ऊपर निर्भर करती है कि कितनी डिस्क को सिरिज में लगाई जाए । यदि लाईन का वोल्टेज 66KV है तो 6 डिस्क सिरिज में लगाई जाती है । यह 6 डिस्क लड़ी (string) के रूप में होती है ।

सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर के लाभ (Advantages)

1 33 KV से ज्यादा वोल्टेज के लिए सस्पेन्सन टाइप इन्सुलेटर, पिन टाइप इन्सुलेटर की तुलना में सस्ता होता है।

2 प्रत्येक डिस्क 11KV की होती है, कितनी डिस्क का इस्तेमाल होगा यह वर्किंग वोल्टेज पर निर्भर करता है।

3 यदि एक डिस्क खराब हो जाती है तो पूरे स्ट्रींग या लड़ी को बदलने की जरूरत नहीं होती है सिर्फ खराब डिस्क को बदला जा सकता है।

4 सस्पेंशन व्यवस्था, लाइन के लिए लचीली होती है। टावर के क्रास आर्म पर यह इन्सुलेटर स्वतंत्र रूप से लटका रहता है और जहाँ मेकेनिकल स्ट्रेस कम होता है यह वहाँ अपनी स्थिति ले लेता है।

5 यदि ट्रांसमिशन लाइन पर डिमांड को बढ़ाया जाए तो यह देखा गया है कि कंडक्टर के एक ओर सेट का इस्तेमाल कर लाइन वोल्टेज को बढ़ाकर डिमांड को बटाया जाता है। और इन्सुलेशन की आवश्यकता होती है। वोल्टेज को बढ़ाने पर किन्तु सस्पेन्शन व्यवस्था में आवश्यकतानुसार और डिस्क को बढ़ाया जा सकता है।

6 इन इन्सुलेटर का प्रयोग सामान्यतः स्टील टावर में होता है यदि कंडक्टर या चालक टावर के अर्थ क्रास आर्म के नीचे दौड़ रहे है तो इस इन्सुलेटर को आंशिक रूप से लाइटिंग से बचाने के लिए भी किया जाता है।

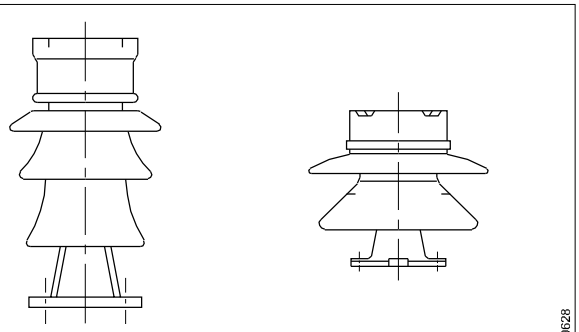
स्ट्रेन इन्सुलेटर (Strain insulators)

जब लाइन का अंतिम सिरा होता है या कोना होता है या शार्प कव्र होता है तो लाइन में बहुत ज्यादा रिवचाव (तनाव) या टेन्शन होता है। लाइन के बहुत ज्यादा तनाव (खिचाव) को कम करने के स्ट्रेन इन्सुलेटर का इस्तेमाल किया जाता है। लो वोल्टेज लाईन (<11KV) में शैकल इन्सुलेटर, इट्रेन इन्सुलेटर की तरह फार्य करती है। हाई वोल्टेज के लिए स्ट्रेन इन्सुलेटर सस्पेन्शन इंसुलेटर के समूह को लेता है। स्ट्रेन इन्सुलेटर की डिस्क ऊर्ध्वाधर कक्ष में कार्य करती है। जब लाईन का खिचाव या तनाव बहुत ज्यादा होता है तो दो या दो से अधिक लड़ीयों को समानांतर उपयोग किया जाता है।

पोस्ट इंसुलेटर (Post insulators)

कैप या पिन टाइप (Cap and pin type) (Fig 8a & 8b) : इस तरह के इन्सुलेटर को बसो पर लगाया जाता है। ड्रापआउट फ्यूज, लाइन कंडक्टर, G.O.A.B (Gang Operated Air Break) स्विच के लिए इन इन्सुलेटर का उपयोग किया जाता है। यह आउटडोर टाइप या बाहरली प्रकार के होते है और 11KV, 22KV औप 33KV की रेंज में मिलते हैं।

Fig 8

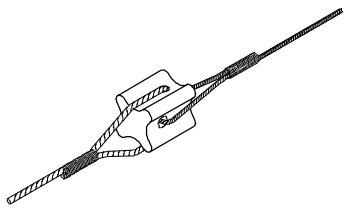


a) CAP AND PIN INSULATOR FOR GOAB SWITCH

b) ANOTHER DESIGN OF CAP AND PIN INSULATOR FOR GOAB SWITCH

स्टे इन्सुलेटर (Stay insulators) (Fig 9) : स्टे इन्सुलेटर को स्ट्रेन इन्सुलेटर भी कहते हैं और सामान्यत : 33 KV तक के लिए उपयोग किए जाते हैं यह इन्सुलेटर जमीन से 3 मीटर से कम की दूरी पर स्थापित नहीं करना चाहिए। जहाँ लाईन विकृत या स्ट्रेन हो वहाँ भी इन इंसुलेटर को उपयोग में लाया जाता है।

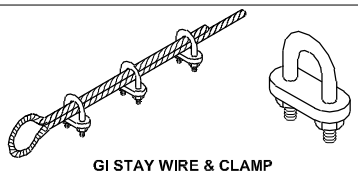
Fig 9



STAY INSULATOR

सपोर्टिंग वायर जो ओवरहेड कंडक्टर के कारण खंभे पर तनाव की विपरीत दिशा में उपयोग होता है को स्टे वायर कहते हैं। यह कंडक्टर के तनाव के कारण खंभे को मोड़ने से रोकता है। स्टे वायर में GI वायर के 4 से 7 स्ट्रेंडस होते है जैसा कि Fig 10 में दिखाया है। पोल के तनाव पर इस वायर की सही साइज निर्भर करती है।

Fig 10

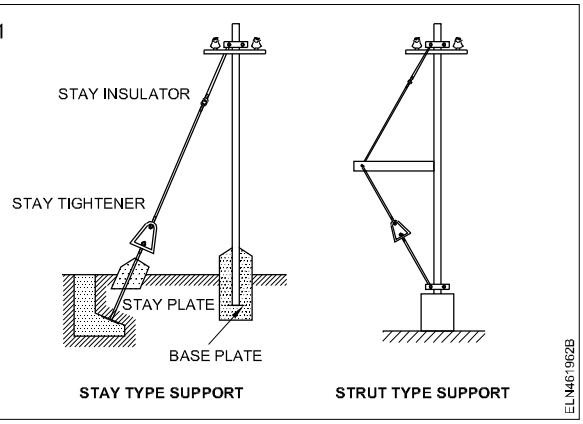


GI STAY WIRE & CLAMP

स्टे और स्ट्रटस या आलम्बन स्तंभ (Stays and struts) : स्टे और आलम्बन स्तंभ खंभों के लिए विभिन्न प्रकार के सपोर्ट देने वाले वायर होते है। स्टे का उपयोग एंगल एवं टर्मिनेटिंग खंभों को मोड़ने से रोकने के लिए और struts या आल्मबन स्तंभ का वहाँ इस्तेमाल होता है जहाँ स्टे के लिए स्थान बहुत कम होता है। Fig 11 में stay और strut दिखाए गए है।

स्टे का एक भाग पोल के ऊपर कसा होता है और क्रांकीट फाउण्डेशन में ग्राउण्ड किया होता है।

Fig 11

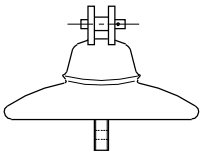


डिस्क इंसुलेटर (Disc insulators) : डिस्क इंसुलेटर चमकदार पोर्सलीन या दृढ़ ग्लास का बना हुआ होता है तथा अंतिम सिरे पर विद्युत रोधी की तरह या सीधी लाइनों पर 3.3 kV तथा अधिक वोल्टेज के लिए सस्पेन्शन टाइप की तरह उपयोग किये जाते है। (Figs 12, 13 और 14)

यह चार डिजाइन में मिलते हैं :

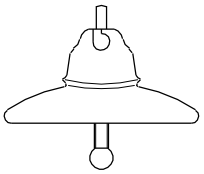
टंग और क्लैविस प्रकार (Tongue and clevis type) (Fig12) : एक यूनिट के जीवा में दूसरी के क्लैविस को धारणा करने के लिए काटर पिन के साथ एक गोल गोल पिन का उपयोग किया जाता है।

Fig 12



बॉल और सॉकेट टाइप (Ball and socket type) (Fig 13) : इस स्थिति में एक इंसूलेटर के बॉल को साइड से स्लाइड करके विद्युतरोधी को जोड़ा जाता है जिससे कि बॉल बाहर स्लाइड न हो। यह अंतिम सिरों पर उपयोग होते है।

Fig 13

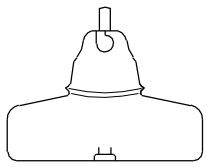


ठंडे मौसम के लिए इंसुलेटर (Insulators for cold climate) (Fig 14):ंडे मौसम के लिए क्रिपेज दूरी को प्राप्त करने के लिए, जो ंडे मौसम में आवश्यक होता है, निचले कैप की गहराई को बढ़ा दिया जाता है, इसमें 2 डिजाइन है फोग टाइप और एंटीफोग टाइप ।

गार्ड वायर (Guard wires)

समान सपोर्ट पर चालकों के बीच आवश्यक न्यूनतम अंतराल (Minimum clearance required between conductors on the same support) :- ये गिरने वाले चालकों को रोकने वाले गार्ड की

Fig 14



तरह खड़े किये जाने वाले वायर के सेट है, जिससे की लाख कंडक्टर टूटन के पश्चात् चलनेवाले वाहन और जनता के साथ संपर्क में न आये। यह उन स्थानों पर खड़े किये जाते है जहाँ लाइन सड़क, रोड़, रेल्वे लाइन OH शक्ति, कम्युनिकेशन या संचार लाइन तथा अन्य को क्रास करती है।

a L.T. लाइनें (L.T. lines)

i चालकों का ऊर्ध्वाधर विन्यास :-

भूमि और लाइव कंडक्टर के बीच 30 cms. का अंतराल होना चाहिए ।

लाइव कंडक्टर के बीच 20 cms. का अंतराल होना चाहिए।

ii चालकों का क्षैतिज विन्यास :-

सपोर्ट के किसी भी साइड पर सजीव तारे के बीच न्यूनतम अंतराल 45 cms. होना चाहिए।

सपोर्ट के समान साइड पर लाइव वायर के बीच न्यूनतम अंतराल के 30 cms. होना चाहिए।

क्रास आर्म के सिरे तथा इंसुलेटर पिन छिद्र के केन्द्र के बीच की न्यूनतम दूरी को 8cms. होना चाहिए।

b लाइनें (H.T. lines)

त्रिभुजाकार विन्यास :-

क्रास आर्म के सिरे तथा इंसुलेटर के पिन छिद्र के केन्द्र के बीच को न्यूनतम दूरी को 10 cms. होना चाहिए।

चालकों को इस तरह से स्थापित करना चाहिए जिससे कि वे कम से कम 1 metre भुजा की समबाहु स्वरूप बनाये।

बाईंडिंग की आवश्यकता (Necessity of binding) : ओवरहेड ट्रांस मिशन लाइन में आवस्यकतानुसारप सेगय झोल के साथ वायर स्ट्रेचर से तारों को खींचरने के बाद किसी भी तरह का दूसरा परिवर्तन किए बिना, कंडक्टर को सही स्थिती में बनाये रखने के लिए लाइन कंडक्टर को पोस्ट टाइप एंव शैकल टाइप इंसुलेटर से बांधना होता है।

ओवर हेड लाइन में इंसुलेटर को बांधन की विधि (Method of binding insulator in overhead lines) : इंसुलेटर को लाइन कंडक्टर के साथ कॉपर को कंडक्टर की स्थिति में कॉपर बाइडिंग वायर की सहायता से, गैलीकृत आयरन कंडक्टर के लिए गैल्वीकृत आयरन बाइडिंग वायर तता एल्युमिनियम स्टील रेनफोर्स कंडक्टर और एल्युमिनियम के लिए एल्युमिनियम बाइडिंग वायर से बाँधना चाहिए। बाइडिंग वायर के साइज को 2 sq mm. से कम नहीं होना चाहिए।

एल्युमिनियम क्रोड कंडक्टर को बांधन के बाद, बन्धन जोड़ पर रक्षम ग्रीस लगाया जाता है। बाइडिंग टर्नस को बहुत नजदीक या बिना किसी

अंतराल के तथा पर्याप्त कसे होना चाहिए जिससे चिंगारी को रोका जा सके।

बांधते समय चालक को सीधा करने के लइ केवल मैलेट का उपयोग करना चाहिए तथा हथौड़े का प्रयोग करना चाहिए।

चालक की धारा वहन क्षमता (Current carrying capacity of a conductor)

प्रस्तावना (Introduction)

एक आवरण युक्त चालक या केबल की धारा वहन क्षमता वह अधिकतम मान है,जो चालक अपनें अधिकतम निर्धारित तापमान में परिवर्तन किए बिना ले जा सकता है। उसे अम्पैसिटी (capacity) के नाम से भी जाना जाना जाता है।

केबल के उपयोग के दौरान वैद्युतिक हानियाँ होती है जो कि चालक की उष्मा, इंसुलेशन और अन्य धात्विक अवयवों पर पड़ने वाले प्रभाव से व्यक्त होता है।

केबल धारा वहन क्षमता उसके सतह पर होनें उष्मा अपव्यय एवं आसपास के बातावरण पर निर्भर करता है। केबल की तापवहन क्षमता निर्धारित करता है। केबल की अधिकतम तापमान वहन क्षमता उसके अचालक पदार्थ पर निर्भर करता है।

वातावरण के आधार पर तापमान का चयन करके (दिए गए तापमान वृद्धि सूची से) एक विशेष वातावरण के लिए केबल के अधिकतम रेटिंग की गणना की जा सकती है। केवल आवरण में प्रयुक्त पदार्थ की परत की यदि उष्मीय प्रतिरोधक के रूप में जाना जाता है, तब धरा वहन क्षमता की गणना भलिभाँति की जा सकती है।

धारा वहन क्षमता के लिये सूत्र

$$I = \left(\frac{\Delta\theta - W_d \left[\frac{1}{2} T_1 + \eta (T_2 + T_3 + T_4) \right]}{R T_1 + \eta R (1 + \lambda_1) + T_2 + \eta R (1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)} + \right)^{\frac{1}{2}}$$

जहाँ

I = निर्धारित धारा

$\Delta\theta$ = चालक तापमान में वृद्धि (K)

R = AC प्रतिरोध, चालक के प्रति ईकाई लंबाई पर (अधिकतम प्रचालन तापमान पर Ω/m) में)

T_1 = डाइइलेक्ट्रिक हानि प्रति इकाई लंबाई पर (चालक व आवरण के मध्य K_m/W)

T_2 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (आवरण व ऑर्मर के मध्य K_m/W)

T_3 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (केबल के बाह्य आवरण की K_m/W)

T_4 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (केबल के आसपास के वातावरण के मध्य K_m/W)

W_d = डाइलेक्ट्रिक हानि प्रति इकाई लंबाई पर (चालक के अचालक आवरण की W/m)

η=केबल में लोडवाहक चालकों की संख्या (समान साइज के चालक व एक समान भार) (load)

λ_1 = धात्विक आवरण पर हुई कुल हॉनियाँ तथा केबल के चालकों पर हुई हानियों का अनुपात

λ_2 = ऑर्मर पर हुई कुल हॉनियॉ तथा केबल के चालकों पर हुई हानियों कर अनुपात

राष्ट्रीय बैद्युतिक कोड NEC (National Power Code)

एक केवल का चयन करते समय इसकी वायर एम्पैसिटी रेटिंग पता होनी चाहिए। यह रेटिंग (National Power Code) (NEC)

ऑवरहैड लाइनों/पोलों की स्थापना-इन्स्यूलेटर को बांधना (Overhead lines /poles erection-fastening of insulator)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पावर ट्रान्समिशन एवं O.H लाइनों द्वारा वितरण स्पष्ट करना**
- **प्रमुख भागों की सूची बनाना और प्रत्येक को स्पष्ट करना**
- **ट्रान्समिशन लाइनों में प्रयुक्त लाइन सम्बलों को स्पष्ट करना**
- **वोल्टेज वर्गीकरण के संदर्भ में पावर लाइनों को स्पष्ट करना**
- **O.H लाइनों में कोरोना प्रभाव, झोल एवं स्किन प्रभाव स्पष्ट करना।**

ओवर हेड लाइन (Overhead lines)

इलेक्ट्रिक पावर, जो जनरेटिंग प्लांट या स्टेशन से जनरेट की जाती है और उपभोक्ता को ट्रांसमिट की जाती है, इसे डिस्ट्रीब्युट करने के लिए ओवर हेड लाइन या अंडरग्राउण्ड के बल का प्रयोग किया जाता है।

इलेक्ट्रिक ऊर्जा की बहुत ज्यादा मात्रा को जनरेटिंग स्टेशन से इलेक्ट्रिक सबस्टेशन तक इलेक्ट्रिकल पावर ट्रांसमिशन द्वारा पहुँचाया जाता है इस इंटर कनेक्शन लाइन को **ट्रांसमिशन नेटवर्क** भी कहते हैं। सब स्टेशन से उपभोक्ता तक इलेक्ट्रिकल लिंक को पावर **डिस्ट्रीब्युशन** कहते है। ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्युशन नेटवर्क मिलकर **'पावर ग्रिड'** बनता है।

लम्बी दूरी के ट्रांसमिशन में होने वाली हानियों को कम करने के लिए इलेक्ट्रिसिटी को हाई वोल्टेज पर ट्रांसमिट किया जाता है (11, 33, 66, 230, 400, और 500 Kv) पावर, ओवर हेड लाइन या अंडर ग्राउण्ड केबल के द्वारा ट्रांसमिट किया जाता है।

ओवर हेड लाइन हाई वोल्टेज 3 अल्टरनेटिंग करंट होती है और कई बार इलेक्ट्रिक ट्रेकशन सिस्टम में सिंगल फेज A.C सप्लाय का प्रयोग होता है। बहुत ज्यादा दूरी के लिए भी ज्यादा क्षमता के लिए हाई वोल्टेज डायरेक्ट करंट (HVDC) का उपयोग किया जाता है जो सब मशीन पावर केबल में उपयोग होता है और बहुत ज्यादा पावर डिस्ट्रीब्युशन नेटवर्क का स्थिर रखता है।

ओवर हेड लाइन में उपयोग होने वाले मुख्य घटक (Main components used in O.H lines)

ओवर हेड लाइन या तो इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिट करने में या डिस्ट्रीब्युट करने में इस्तेमाल होती है। ओवर हेडलाइन का सफलता पूर्वक प्रचालन काफी हद तक उसकी मेकेनिकल डिज़ाइन पर निर्भर करता है। ओवरहेड लाइन को बनाते समय इस बात का ध्यान रखा जाता है कि उस लाइन कि मेकेनिकल शक्ति इतनी हो कि सबसे संभावित मौसम अवस्था में भी लाइन को मेकेनिकल स्ट्रेंथ मिले। सामान्यतः ओवर हेड लाइन के नि. लि. मुख्य घटक है,

i कंडक्टर जो इलेक्ट्रिक पावर को सेन्डिंग एंड स्टेशन से रिर्सिविंग एंड स्टेशन तक लेकर जाए।

ii सपोर्ट जो पोल या टॉवर हो सकते है और कंडक्टर को ग्राउण्ड से निश्चित सीमा के ऊपर रखते है।

iii इंसुलेटर जो सपोर्ट से जुड़े होते है और कंडक्टर को ग्राउण्ड से इंसुलेट करते है।

iv क्रास आर्म जो इंसुलेटर को सपोर्ट प्रदान करते है।

v विविध वस्तु जैसे फेज़ प्लेट्स, डेन्जर प्लेट, लाइनिंग अरेस्टर एन्टी क्लाइम्बिंग वायर इत्यादि।

कंडक्टर सामग्री (Conductor materials)

कंडक्टर सबसे महत्वपूर्ण आइटम है जिस पर सबसे पूंजी निवेश की जाती है इससे सही पसंद और नाप के कंडक्टर को महत्वपूर्ण महत्व दिया जाता है। इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिशन या डिस्ट्रीब्युशन के लिए उपयोग में आने वाले कंडक्टर में नि. लि. गुण होना चाहिए।

i उच्च इलेक्ट्रिकल चालकता।

ii उच्च तन्यता शक्ति जो यांत्रिक तनाव का सामना करें।

iii कम कीमत जिससे लम्बी दूरी के लिए इस्तेमाल किया जा सके।

iv कम विशिष्ट गुरुत्व जिससे weight/volume कम हो सकें।

साधारणतः प्रयुक्त होने वाली कंडक्टर सामग्री (Commonly used conductor materials)

ओवर हेड लाइन में सबसे ज्यादा इस्तेमाल किए जाने वाले कंडक्टर है कॉपर,एल्युमिनियम, स्टील रेनफोर्स्ड एल्युमिनियम, गेल्वेनाइज्ड स्टील और केडमियम कॉपर। विशेष सामग्री का चयन आवश्यक इलेक्ट्रिकल और मेकेनिकल गुण, किमत और स्थानीय स्थितियों को ध्यान में रखकर किया जाता है।

ओवर हेड लाइन में सभी कंडक्टर, लड़ के रूप में लची लापन बनाए रखने के लिए होते है। स्ट्रेंड कंडक्टर में एक कंडक्टर मध्य में और इसके गोलाई में 6, 12, 18, 24... वायर होते है।

तांबा (Copper)

तांबा, ओलर हेड लाइन में आदर्श कंडक्टर माना जाता है क्योंकि इसमें उच्च इलेक्ट्रिकल चालकता एवं बहुत ज्यादा तल्यता शक्ति होती है। स्ट्रेंड कंडक्टर में इसका उपयोग हार्ड ड्रान (hard drawn) के रूप में होता है। हार्ड ड्राइंग इलेक्ट्रिकल चालकता को धीरे धीरे कम घटाती है किन्तु तन्यता शक्ति को बढ़ाती है।

एल्युमिनियम (Aluminium)

एल्युमिनियम सस्ता एवं हल्का होता है कॉपर की तुलना में किंतु इसकी चालकता एवं तन्यता शक्ति कम होती है। दोनों पदार्थों के बीच तुलना इस प्रकार है।

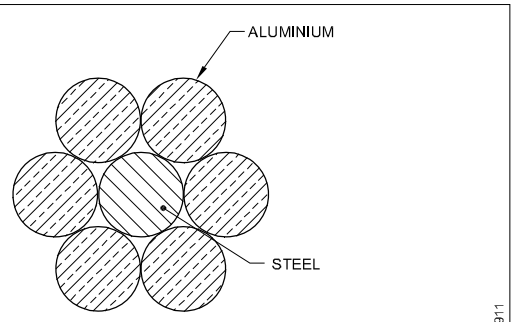
कॉपर की तुलना में एल्युमिनियम की चालकता 60% है चालकता कम होने से एल्युमिनियम की दक्षता भी कम होती है। x- सेक्शनल क्षेत्र समान प्रतिरोध पर एल्युमिनियम कंडक्टर का कॉपर की तुलना में ज्यादा होता है। कॉपर कंडक्टर के व्यास की तुलना में एल्युमिनियम कंडक्टर का व्यास 1.26 गुणा होता है।

स्टील कोर्ड एल्युमिनियम (Steel cored aluminium)

तन्यता शक्ति को बढ़ाने के लिए एल्युमिनियम के क्रोड में गोल्वेनाइज्ड स्टील वायर होता है इस कंडक्टर के मिश्रण को स्टील क्रोड एल्युमिनियम Aluminium Conductor Steel Reinforced (ACSR) कहते हैं ।

स्टील क्रोर्ड एल्युमिनियम कंडक्टर के सेन्टर में गल्वेनाइज्ड स्टील वायर व इसके चारों तरफ एल्युमिनियम वायर होते है (Fig 1), स्ट्रील और एल्युमीनियम वायर का व्यास समान होता है।

Fig 1



STEEL CORED ALUMINIUM CONDUCTOR

गाल्वनाइज्ड स्टील (Galvanised steel)

स्टील की तव्यता शक्ति बहुच उच्च होती है इसलिए गल्वेनाइज्ड स्टील कंडक्टर का उपयोग बहुत लंबी अवधी के लिए किया जा सकता है या छोटी लाइन खंडों में जहाँ वातावरण स्थिति के कारण असमान्य रूप से उच्च तनाव रहता है में उपयोग किया जाता है। यह कंडक्टर ग्रामीण क्षेत्रों में सस्ता होने के कारण आसानी से पाया जाता है। कम चालकता और उच्च प्रतिरोध के कारण स्टील और इस तरह के कंडक्टर को लम्बी दूरी के लिए अत्यधिक पावर को ट्रांसमिट करने में उपयोग में नहीं लिया जाता है।

लाईन सपोर्ट्स (Line Supports)

ओवर हेड लाइन कंडक्टर के लिए सपोर्टिंग ढांचा विभिन्न प्रकार के पोल और टॉवर होते है जिन्हें लाइन सपोर्ट कहते है। सामान्यतः सपोर्ट के निम्नलिखित गुण होना चाहिए :

i उच्च यांत्रिक शक्ति होनी चाहिए, कंडक्टर का वजन और विन्ड लोड को सहन करने के लिए

ii यांत्रिक शक्ति खोए बिना वजन में हल्का होना चाहिए

iii कीमत और मरम्मत अर्थव्यवस्था में सस्ता

iv लम्बा जीवनकाल

v मरम्मत के लिए कंडक्टर तक आसानी से पहुँचा जा सके।

विभिन्न प्रकार के लाइन सपोर्ट का उपयोग इलेक्ट्रिक पावर के ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्यूशन में किया जाता है जैसे लकड़ी के पोल, स्टील पोल, R.C.C पोल और लेटीस स्टील पावर। विशेष मामलों में सपोर्टिंग ढांचे की विकल्प लाइन अवधी, क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र, लाइन वोल्टेज, किमत और स्थानीय स्थितियों पर निर्भर करता है।

लकड़ी का पोल (Wooden poles)

यह अनुभवी लकड़ी (साल) से बनाया जाता है और मध्यम क्रास सेक्शनल लाइन और 50 मीटर तक की छोटी स्थान के लिए उपयुक्त है। इस तरह के इंसुलेटर सस्ते और आसानी से प्राप्त हो जाते है । इनमें इंसुलेशन के गुण होते है आर्थिक कारणों के कारण यह ग्रामीण क्षेत्रों में डिस्ट्रीब्युशन हेतु प्रयोग किए जाते है। 'A' और 'H' टाइप के डबल पोल जो ट्रांसर्व शक्ति (transverse strength) के कारण आर्थिक रूप से प्रयोग किये जाते है, एक पोल की तुलना में । (Fig 2)

लकड़ी के सपोर्ट में मुख्य आपत्ति यह है कि : (i) जमीन स्तर के नीचे सड़ने की प्रवृत्ति रहती है (ii) कम आयु होती है (20 – 25 वर्ष) (iii) 20 kV से ज्यादा वोल्टेज के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता है (iv) यांत्रिक शक्ति कम होती है (v) समय समय पर निरीक्षण की आवश्यकता होती है।

स्टील पोल (Steel poles)

वुडन या लकड़ी के पोल की जगह पर स्टील पोल का उपयोग किया जाता है, उनमें यांत्रिक शक्ति बहुत ज्यादा होती है, जीवन काल ज्यादा और ज्यादा लम्बे स्थान के लिए अनुमति होती है। दिखने में अच्छे होते है, मरम्मत की आवश्यकता कम होती है और इंसुलेशन गुण अच्छे होते है । इस तरह के पोल को शहरों में डिस्ट्रीब्युशन के लिए इस्तेमाल किया जाता है। इस तरह के सपोर्ट को गेल्वाइज्ड की परत या पेन्ट करने की जरूरत होती है जिससे इसकी उम्र बढ़ती है। स्टील पोल 3 प्रकार के है (i) रेल पोल (ii) टेब्युलर पोल और (iii) रोल्ड स्टील जोइंट पोल।

RCC पोल (RCC Poles)

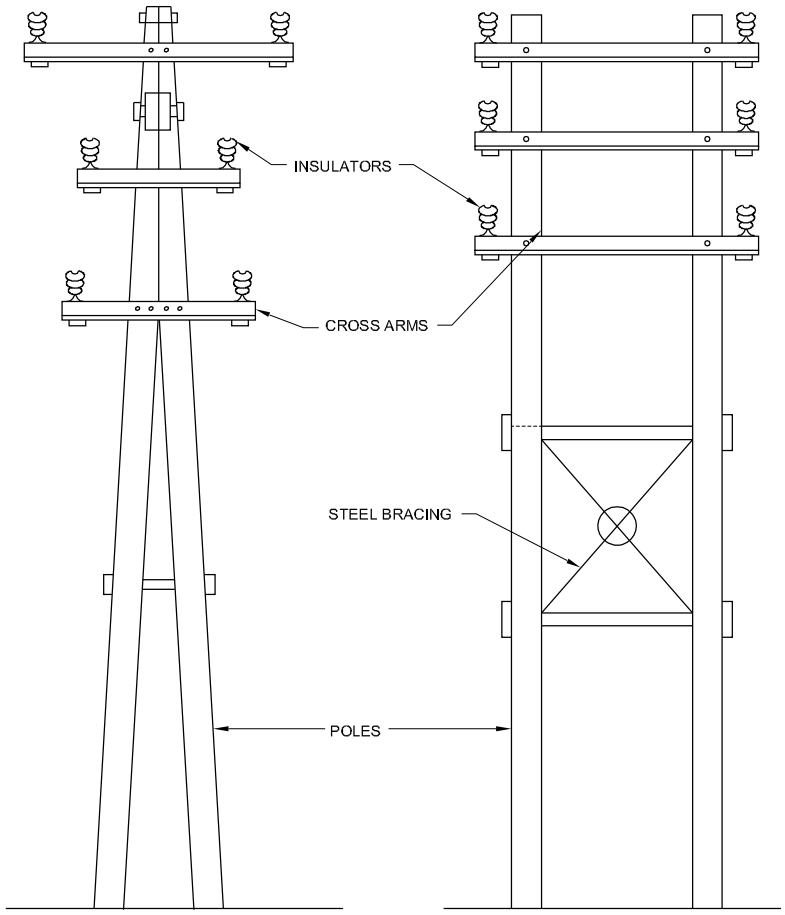
कुछ समय में सेर्फोर्स सिमेंट क्रांकीट (RCC) पोल लाईन सपोर्ट के लिए बहुत प्रचलित हुए है, इनमें बहुत ज्यादा यांत्रिक शक्ति, उम्र ज्यादा लम्बी और स्टील पोल की तुलना में ज्यादा स्थान की अनुमति होती है। दिखने में अच्छा, कम मरम्मत और अच्छा इन्सुलेशन गुण होता है। Fig 3 में सिंगल और डबल RCC पोल सर्किट दर्शाया है। इन पोल में छिद्र होते है ताकि इस पर आसानी से चढ़ा जा सके। और इस ही समय लाइन सपोर्ट के भार को कम किया जाता है।

स्टील टॉवर (Steel towers)

कम वोल्टेज के लिए 11 KV पर डिस्ट्रीब्युशन के लिए वुडन स्टील और रेनफोर्स कांकीट पोल का उपयोग किया जाता है। उच्च वोल्टेज पर लम्बी दूरी के ट्रांसमिशन के लिए स्टील टावर लगाये जाते है। स्टील टॉवर की

यांत्रिक शक्ति बहुत ज्यादा होती है, लाइफ लम्बी वातावरम की स्थिती को सहन करने और लम्बे स्थान के लिए अनुमति होती है। इंसुलेशन के टूटने या पंक्चर होने के कारण सर्विस में बाधा ना आए इसलिए लम्बे स्थान को घटाया जाता है। टावर के नीचले हिस्से को ड्रायविंग रोड के द्वारा जमीन में ग्राउण्ड किया जाता है। लाइटनिंग (बिजली चमकना या गिरना) की कठिनाई को टावर लाइनिंग कंडक्टर की तरह कार्य कर कम करता है।

Fig 2



WOODEN POLES

Fig 4 (a) में सिंगल सर्किट टावर दर्शाया है, आधुनिकता के कारण ज्यादा कीमत वाले डबल सर्किट टावर भी उपलब्ध है जैसा कि Fig 4(b) में दिखाया है ।

डबल सर्किट का यह लाभ है कि सप्लाय निरंतर रहती है, यदि एक सर्किट पर ब्रेकडाउन है तो दूसरा सर्किट सप्लाय को व्यवस्थित रख सकता है ।

पावर लाइन के प्रकार (Types of power line)

आर्थिक स्थिति के कारण इलेक्ट्रिक एनर्जी को अल्टरनेटिंग करंट के रूप में जनरेट, ट्रांसमिटेड और डिस्ट्रिब्युट किया जाता है 3-फेस, 3-वायर सिस्टम का उपयोग करके पावर स्टेशन से बननेवाली इलेक्ट्रिक एनर्जी बहुत उच्च वोल्टेज पर ट्रांसमिट किया जाता है यह ट्रांसमिशन डिस्ट्रिब्युशन के लिए स्टेप डाउन सबस्टेशन को होता है । डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के 2 पार्ट है प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन और सेंकडरी डिस्ट्रीब्युशन । प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन सर्किट 3-फेस, 3-वायर से संचालित होता है जिस पर वोल्टेज 3.3 या 6.6. या 11 KV होता है । उपयोग में आने वाले वोल्टेज से थोड़ा ज्यादा वोल्टेज होता है । यह डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफोर्मर के द्वारा पावर को सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन सर्किट में पहुँचाता है । जो उपभोक्ता क्षेत्रों के पास स्थित होता है । हर एक डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफार्मर वोल्टेज को स्टेप डाउन कर 415 V करता है और उपभोक्ता तक 415/240 V, 3-फेस, 4-वायर के द्वारा वितरित होता है ।

ओवर हेड लाइन के द्वारा इलेक्ट्रिक सप्लाय विभिन्न वोल्टेज पर ट्रांसमिट होती है और इस प्रकार निम्न लिखित पावर लाइन्स है :

a लो वोल्टेज लाईन (250V से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

b मध्यम वोल्टेज लाईन (650V से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

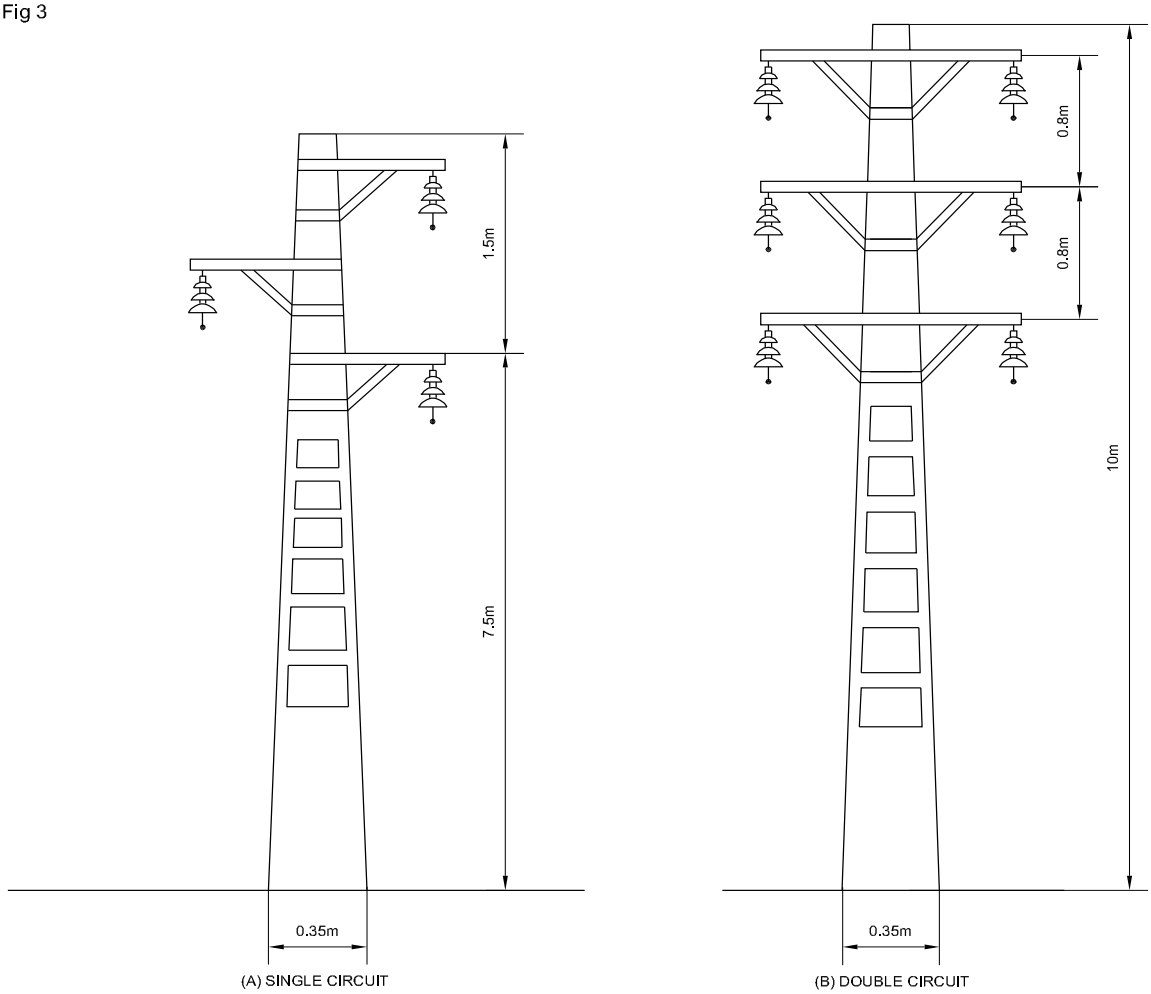
c उच्च वोल्टेज लाईन (33 KV से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

d अतिरिक्त उच्च वोल्टेज लाईन (33KV से ज्यादा)

वोल्टेज स्टेण्डर्ड (Voltage standard)

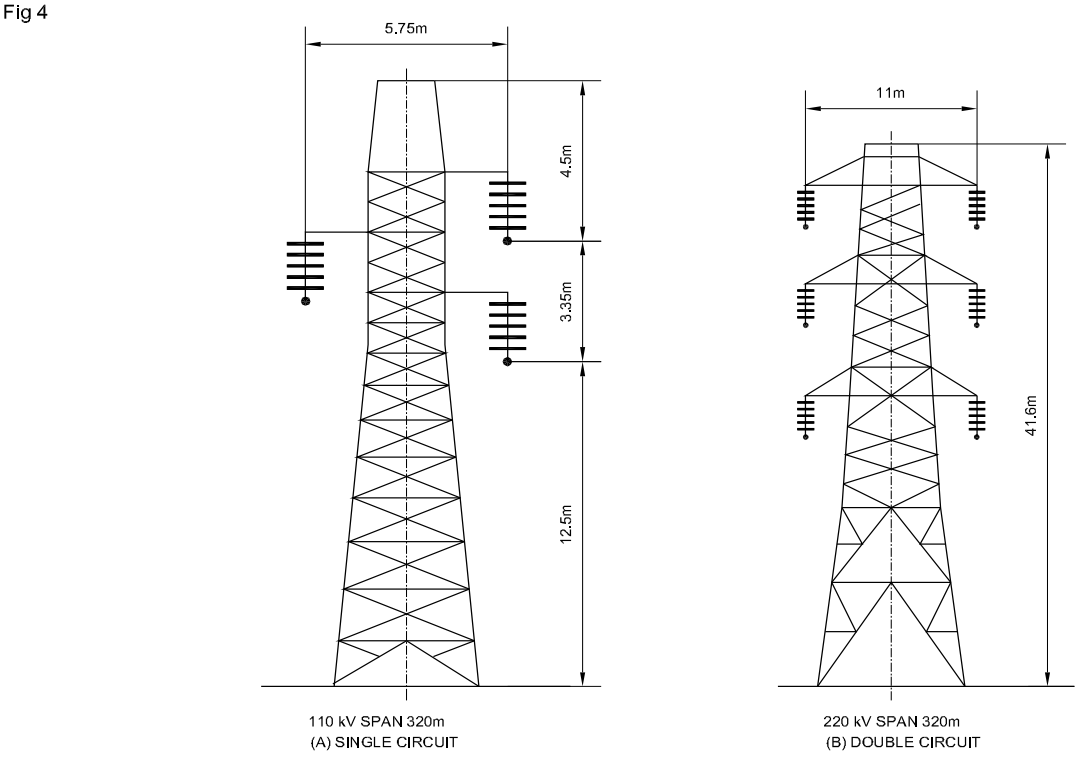
ऊपरद्वह दिए गए प्रकार के वोल्टेज स्टेण्डर्ड IE Rules 2 में परिभावित है "वोल्टेज" में दो भिन्न इलेक्ट्रिक पोटेंशियल का मान जो दो कंडक्टर या कंडक्टर और अर्थ के बीच में मापा जाता है वोल्टेज कहलाता है जिसे वोल्टमीटर द्वारा मापा जाता है;

Fig 3



RCC POLES

Fig 4



STEEL TOWERS

कम वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 250 v से ज्यादा नहीं बढ़ता।

मध्यम वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 650 v से ज्यादा नहीं बढ़ता।

उच्च वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 33,000 v से ज्यादा बढ़ता है।

"अतिरिक्त उच्च वोल्टेज" जो 33,000 v से ज्यादा बढ़ता है।

सामान्यतः निम्नलिखित नोमिनल सिस्टम वोल्टेज उपयोग लिए जाते हैं :

a 240 V
b 415 V
c 650 V
d 11 kV
e 33 kV
f 66 kV
g 110 kV
h 132 kV
i 220 kV
j 400 kV
k 800 kV

कोरोना (Corona)

वह घटना जिसमें ओवरहेड ट्रांसमिशन लाईन के आस पास बैंगनी प्रकाश सिस की आवाज और ओजोन गैस उत्पन्न हो, **कोरोना** कहलाता है।

जब दो कंडक्टर के बीच अल्टरनेटिंग पोटेंशियल डिफरेन्स स्थापित किया जाता है और उन दोनों कंडक्टर बीच उनके व्यास से ज्यादा खाली स्थान होता है, यदि लागु वोल्टेज कम हो तो वायर के आस पास की वातावरणीय हवा की अवस्था में कोई बदलाव नहीं होता है। जब भी कभी वोल्टेज निर्धारित वेल्यु से ज्यादा होती है तो उस वोल्टेज को महत्वपूर्ण विघटनकारी वोल्टेज (critical disruptive voltage) कहते हैं और कंडक्टर के आस-पास बैंगनी प्रकाश चमकता है **कोरोना** कहलाता है।

कोरोना को प्रभावित करने वाले कारण (Factors affecting Corona)

वातावरण की भौतिक स्थिति के साथ-साथ लाइन की अवस्था भी कोरोना घटना को प्रभावित करती है वह कारण जिस पर कोरोना निर्भर करती है निम्न लिखित है :

1 वातावरण (Atmosphere)

2 कंडक्टर साइज (Conductor size)

3 कंडक्टर के बीच खाली स्थान (Spacing between conductors)

4 लाइन वोल्टेज (Line voltage)

कोरोना की लाभ एवं हानियाँ (Advantages and Disadvantages of Corona)

कोरोना के बहुत से लाभ एवं हानियाँ है।

लाभ (Advantages)

i कंडक्टर के आस पास की हवा, कोरोना के बनने से कंडक्ट करने लगती है जिससे कंडक्टर का वास्तविक व्यास बढ़ जाता है। व्यास बढ़ने से इलेक्ट्रो स्टेटिक तनाव जो कंडक्टर के बीच बनता है, कम हो जाता है।

ii कोरोना, सर्ज द्वारा उत्पन्न होने वाले ट्रा-सीएन्ट (transients) के प्रभाव को कम करती है।

हानियाँ (Disadvantages)

i कोरोना से ऊर्जा की हानि होती है जिससे लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता पर प्रभाव पड़ता है।

ii कोरोना से ऊर्जा की हानि होती है जिससे लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता पर प्रभाव पड़ता है।

iii कोरोना के कारण लाइन में करंट नॉन साइनो सोइडल होती है जिसके कारम पड़ोसी कम्युनिकेशन लाइन के साथ इंडक्टीव दंखल अंदाजी होती है।

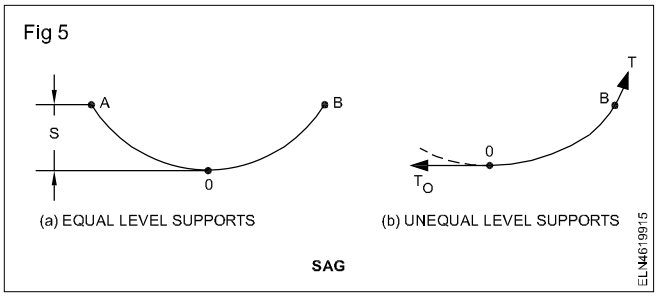
(e.g. बड़े क्रास आर्म और सपोर्ट) महत्वपूर्म सीमा को बढ़ा सकते है।

ओवर हेड लाइन में झोल (Sag in Overhead Lines)

सपोर्ट के ऊपरी बिन्दु और कंडक्टर के नीचले बिन्दु के मध्य स्तर का अंतर कंडक्टर का **'झोल (Sag)'** कहलाता है।

Fig 5 (a) में दर्शाया गया है कि दो समान सपोर्ट A और B पर कंडक्टर लटकाया गया है कंडक्टर को पूरी तरह से खींचा नहीं जाता है थोड़ा सा ढीला रखा जाता है कंडक्टर का सबसे नीचली हिस्सा O और ढोल S है। Fig 5 (b) असमान सपोर्ट को दर्शा रहा है।

Fig 5



कंडक्टर झोल एवं तनाव (Conductor sag and tension)

ओवरहेड लाइन में सबसे महत्वपूर्ण उसकी यांत्रिक बनावट पर विचार किया जाता है। आवश्यक कंडक्टर पदार्थ को घटाने के लिए कंडक्टर झोल को कम रखना चाहिए। जमीनी सतह से पर्याप्त क्लीयरेन्स होने पर पोल की अतिरिक्त ऊँचाई से बचना चाहिए।

ओवरहेड ट्रांसमिशन लाईन का वर्गीकरण (Classification of Overhead Transmission Lines)

केपेसिटेन्स प्रभाव ट्रांसमिशन लाइन के केल्वुलेशन की जटिलताओं को बताता है, तरीके के आधार पर केपेसिटेन्स को लिया जाता है। ओवर हेड ट्रांसमिशन का वर्गीकरण :

i **छोटी ट्रांसमिशन लाईन (Short transmission lines) :** जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की लम्बाई 50 km तक हो एवं लाईन वोल्टेज तुलना में कम हो (<20 KV), इसे शॉर्ट या छोटी ट्रांसमिशन लाइन कहते है। छोटी लम्बाई और कम वोल्टेज के कारण, केपेसिटेन्स प्रभाव कम या नगण्य होता है।

ii मध्यम ट्रांसमिशन लाईन (Medium transmission lines) : जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की दूरी 50 – 150 km तक होती है और वोल्टेज का मान मध्यम उच्च (20 KV - 100 KV), होता है। इसे मध्यम ट्रांसमिशन लाईन कहते है। पर्याप्त लम्बाई और वोल्टेज के कारण केपेसिटेन्स प्रभाव ही उतना ही होता है।

iii लम्बी ट्रांसमिशन लाईन (Long transmission lines) : जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की लम्बाई 150 km से ज्यादा होती है और लाईन वोल्टेज उच्च होता है (>100 KV), लम्बी ट्रांसमिशन लाईन कहलाती है। इस तरह की लाईन के लिए, लाईन कान्सटेंट (स्थिरांक) को लाईन की पूरी लम्बाई में एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है।

ट्रांसमिशन लाइन का कार्य महत्वपूर्ण दो शर्तों पर निर्भर है।

i वोल्टेज रेग्युलेशन (Voltage Regulation)

ट्रांसमिशन लाईन के रिसिविंग एंड वोल्टेज और सेन्डिंग एंड वोल्टेज के अंतर को वोल्टेज रेग्युलेशन कहते है और रिसिविंग एंड के वोल्टेज के प्रतिशत मं प्रदर्शित किया जाता है।

% वोल्टेज रेग्युलेशन =

V_s = सेल्डिंग एंड वोल्टेज

V_R = रिसिविंग एंड वोल्टेज

यह जरूरी है कि ट्रांसमिशन लाईन का वोल्टेज रेग्युलेशन कम होना चाहिए। लोड करंट को बढाने पर रिसिविंग एंड वोल्टेज में बहुत कम अंतर आना चाहिए।

ii ट्रांसमिशन दक्षता (Transmission efficiency) : लाईन प्रतिरोध में होनेवाले हानियों के कारण रिसिविंग एंड पर पावर, सेन्डिंग एंड की तुलना में कम होती है।

ट्रांसमिशन लाईन में रिसिविंग एंड पावर और सेंडिग एंड पावर के अनुपात को लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता कहते हैं।

$$\text{ट्रांसमिशन दक्षता का प्रतिशत} = \frac{\text{प्राप्त सिरे पर पावर}}{\text{भेजे जाने वाले सिरे पर पावर}} = 100$$

$$= \frac{V_R I_R \cos\phi_R}{V_S I_S \cos\phi_S} \times 100$$

जहाँ, $V_R I_R$ और $\cos\phi_R$ रिसिविंग एंड पावर है $V_S I_S$ रिसिविंग एंड वोल्टेट करंट और $\cos\phi_S$ पावर फेक्टर है इस ही तरह सेंडिग एंड पर मान है।

Constants of a Transmission Line

ट्रांसमिशन लाईन के स्थिरांक (Constants of a Transmission Line)

ट्रांसमिशन लाईन की पूरी लम्बाई में प्रतिरोध, इंडक्टेन्स और केपेसिटेन्स को एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है।

i प्रतिरोध (Resistance) : प्रतिरोध, कंडक्टर में करंट प्रवाह का विरोध करता है, प्रतिरोध को लाईन की पूरी लम्बाई में एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है जैसा कि Fig 6 में दर्शाया है।

ii इंडक्टेन्स (Inductance) : जब कंडक्टर से अल्टरनेटिंग करंट बहती है तो परिवर्तित फ्लक्स स्थापित हो जाता है जो कंडक्टर से जुड़ जाथता है, फ्लक्स लिंकेज के कारण कंडक्टर में इंडक्टेन्स दखल देता है। इंडक्टेन्स को फ्लक्स लिकेज/एम्पियर में बताया जाता है जो इस प्रकार है ।

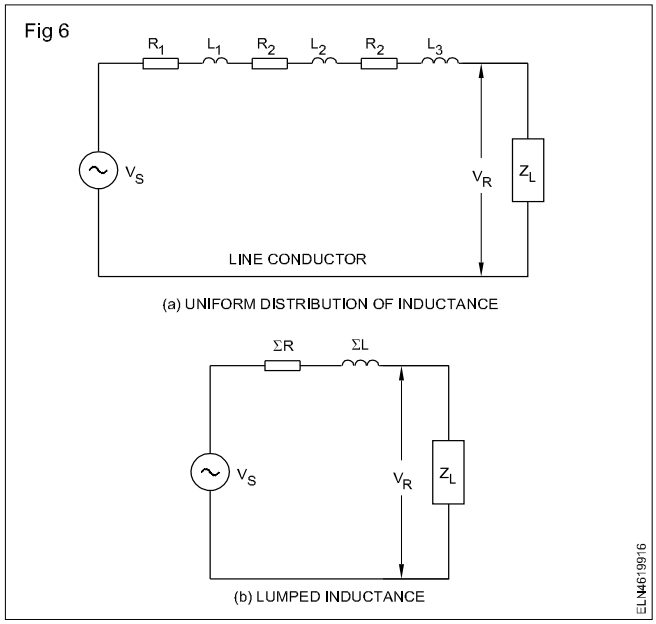
इंडक्टेन्स, L =

जहाँ ϕ = फ्लक्स लिंकेज (वेबर - टर्न)

I = करंट (एम्पीयर)

इंडक्टेन्स को भी पूरी लाईन में एक समान रूप से डिस्ट्रीब्युट किया जाता है। जैसा कि Fig 6 (a) में दिखाया है। एक बार फिर विश्लेषण की सुविधा के लिए, इसे एक साथ (इकट्ठा) लिया जाता है जैसा कि Fig 6 (b) में दर्शाया है।

Fig 6



iii केपेसिटेन्स (Capacitance) : यदि ओवर हेड लाइन के कोई भी दो कंडक्टर हवा द्वारा अलग किए जाते है तो यह इंसुलेशन की तरह कार्य करता है। केपेसिटेन्स किन्ही दो कंडक्टर के मध्य होता है । कंडक्टर के मध्य केपेसिटेन्स चार्ज/यूनिट विभवान्तर होता है। जो इस प्रकार है।

जहाँ q = लाईन में चार्ज कूलाम्ब

v = कंडक्टर के मध्य विभवान्तर वोल्ट्स में

केपेसिटेन्स को लाईन की पूरी लम्बाई में समान रूप से डिस्ट्रीब्युट किया जाता है जैसा कि Fig 7 (a) में दर्शाया है कि केपेसिटर को कंडक्टर के बीच जोड़ा जाता है। जब ट्रांसमिशन लाइन को अल्टरनेटिंग वोल्टेज प्रभावित करता है तो चार्ज कंडक्टर के किसी भी बिन्दु पर चार्ज, कंडक्टर के उसी बिन्दु के बीच के वोल्टेज के क्षणिक मान के बढ़ने या घटने के साथ बढ़ता या घटता है करंट का परिणाम (चार्जिंग करंट) करंट के बीच प्रवाह होने लगती है Fig 7 (b)। यह चार्जिंग करंट बाईन में प्रवाहित होती है चाहे सर्किट खुला हुआ क्यों न हो मतलब ना लोड पर सप्लाय। लाईन में यह वोल्टेज ड्राप को प्रभावित करती है और साथ में दक्षता और लाइन के पावर फेक्टर को भी प्रभावित करती है।

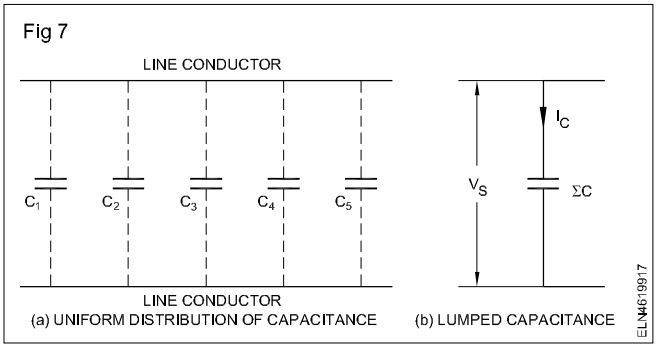


Fig 7

रजिस्टिव लाइन (Resistive Line)

ट्रांसमिशन लाइन में पावर हानि का सबसे महत्वपूर्ण कारण ट्रांसमिशन लाईन कंडक्टर का प्रतिरोध होता है। लाईन कंडक्टर का प्रतिरोध R जिसकी प्रतिरोधकता ρ लम्बाई *l*, और क्रास सेक्शनल क्षेत्र a इस प्रकार ज्ञात होता है।

R =

i सिंगल फेज या 2-वायर d.c. लाइन में कंडक्टर का कुल रजिस्टेंस या प्रतिरोध (दोहरा प्रतिरोध लूप प्रतिरोध के बराबर होता है)।

ii 3-फेस ट्रांसमिशन लाईन की दशा में प्रत्येक फेज में प्रतिरोध, एक कंडक्टर का प्रतिरोध होता है।

स्कीन प्रभाव (Skin Effect)

अल्टरनेटिंग करंट की यह प्रवृत्ति होती है कि वह कंडक्टर की सतह के आसपास ही केन्द्रित होती है, **स्कीन प्रभाव** कहलाता है।

स्कीन प्रभाव के कारण कंडक्टर की प्रभावित क्रांस सेक्शनल क्षेत्र जिससे करंट प्रवाहित होती है, घट जाती है। जब कंडक्टर AC को ले जाता है तो प्रतिरोध धीरो से बढ़ जाता है।

स्कीन प्रभाव निर्भर करता है। (Fig 8)

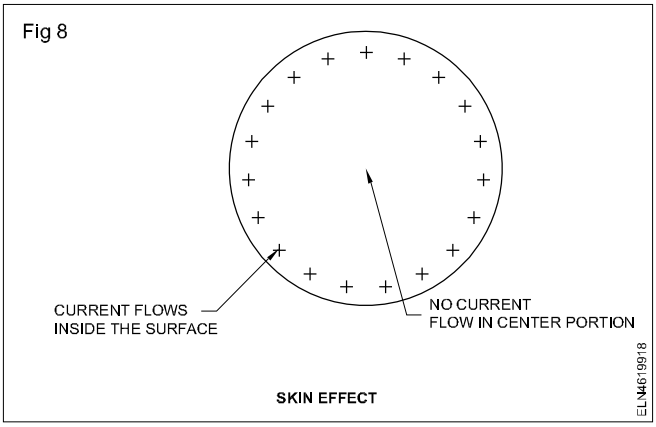


Fig 8

i मेटेरियल की प्रकृति

ii वायर का व्यास – वायर के व्यास के साथ बढ़ता है।

iii फ्रिक्वेंसी – फ्रिक्वेंसी के बढ़ने के साथ बढ़ता है।

iv वायर का आकार – स्ट्रेंडेड कंडक्टर में कम, ठेास कंडक्टर की तुलना में।

यदि सप्लाय फ्रिक्वेसी कम हो (< 50 Hz) और कंडक्टर का व्यास छोटा (<1 cm) हो तो यह देख गया है कि स्कीन प्रभाव नगव्य होता है।

ओवरहेड लाइन पोल का स्थापन (Erection of overhead line poles)

विस्तार की लम्बाई (Length of span)

लाईन सपोर्ट की विस्तृति लम्बाई, विभिन्न घटकों पर निर्भर करेगी। जैसे खम्बे का प्रकार तथा प्रयुक्त चालक, संचार की वोल्टता, वातावरण, सुरक्षा के लिए भूतंतराल आदि।

फिर भी, टेबल 1 में दिये गये निम्नलिखित आकड़े को रूक्ष मार्गदर्शन के लिए लिया जा सकता है।

टेबल 1

खम्बे के प्रकार तथा विस्तृति के बीच संबंध

क्रमांक	खम्बे का प्रकार	विस्तृती की लम्बाई m. में
1	लकड़ी के खम्बे	40 - 50
2	स्टील के नलिलाकार खम्बे	50 - 80
3	RCC के खम्बे	60 - 100
4	स्टील के स्तम्भ	100 - 300
5	G.I पाइप (मध्यम)	30 - 50

जब वितरण लाइने तथा सड़क प्रकाश व्यवस्था फिक्सचरों को एक ही सपोर्ट में स्थापित होना हो तो स्थान को 45 मीटर से अधिक नहीं होना चाहिए।

11KV से अधिक की शक्ति लाइनों के लिए अनुशंसित स्पान, सारणी 2 में दी गई है।

टेबल 2

वोल्टता, परिपथों तथा विस्तृति के बीच संबंध

नामिनल सिस्टम वोल्टेज KV (rms)	परिपथों की संख्या	वोल्टता विस्तृति का परास मीटर m
33 (वोवर पोल्स)	1	90 - 135
	2	180 - 305
66	1	240 - 305
	2	240 - 320
110	1	305 - 335
	2	305 - 365
132	1	305 - 365
	2	305 - 380
220	1	320 - 380
	2	320 - 380

विस्तृतियों का चयन (Choice of spans) : निम्नलिखित घटक, विस्तृति के चयन को प्रभावित करते है ।

i रचना की सुविधा तथा लाइन का मूल्य

ii अनुरक्षण की सुविधा तथा लाइन अनुरक्षण का मूल्य

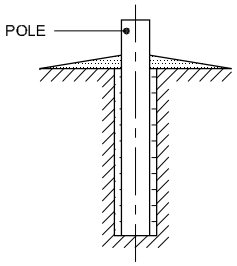
iii भू-भाग की स्थितियाँ

गर्त की गहराई, खंभे के ऊँचाई तथा मिट्टी पर निर्भर करती है (The depth of the pit depends upon the soil and height of the pole) : भूतल के नीचे गर्त की गहराई को, खंभी की लम्बाई के लगभग 1/6 होता होना चाहिए (अर्थात्) एक 9 मीटर लंबे खंभे को सतह के ऊपर 7.5 मीटर छोड़ते हुए भू के नीचे लगभग 1.5 मीटर जाना चाहिए।

फाउन्डेशन सेटिंग की गहराई, मिट्टी के घनत्व तथा कुहरा भेदन की गहराई से परतंत्र होता है। उपरोक्त के अतिरिक्त हमें भू की रचना में विक्षोम को परिकलन में लेना चाहिए क्योंकि भरी गई मिट्टी, प्राकृतिक भू से सदैव कम मजबूत होती है।

लकड़ी तथा रेनफोर्सड कंक्रीट (Wooden and reinforced concrete) : पिन विद्युतरोधी के साथ 33 Kv ओवर हेड लाइनों के लिए सपोर्ट को बिना किसी विशेष आधार के साथ भू में सीधे स्थित किया जाता है। इन सपोर्ट के लिए छिद्र को स्थापित किये जाने वाले खंभे का व्यास 5 -10 cm अधिक होता है। Fig 9 में दर्शाया है।

Fig 9

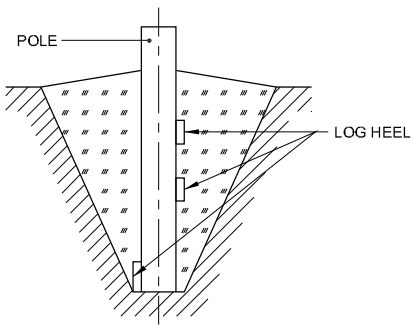


FOUNDATION ON ROCKY TERRAIN

ELN461991B

खंभों को Fig 10 में दर्शाये गये अनुसार उत्खनन के निचले भाग के क्षेत्रफल के अंदर खंभों पर स्थित लट्ठे को ऐंडी से भी प्रचलित किया जा सकता है।

Fig 10



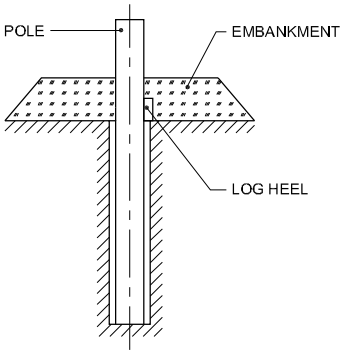
FOUNDATION ON SOLID GROUND

ELN461991A

यदि 1.5 से 2 मीटर की गहराई पर जल प्राप्त होता है तो, खंभों को भूमिगत जल के तल के ऊपर सामान्यतः स्थिर किया जाता है तथा विशेष उपाय लिये जाते है तथा या तटबंध से रेन फोर्स किये जाते है जैसा कि Fig 11 में दर्शाया गया है।

ऐसी स्थितियों में काली कपास मिट्टी में आधार के ढह जाने को रोकने के लिए द्रव्यमान क्रांकीट आधार को अपनाया जाता है।

Fig 11

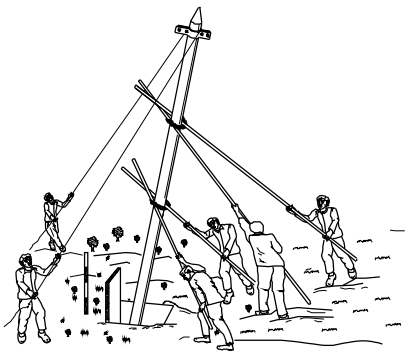


FOUNDATION ON CLAY SOIL

ELN461991B

खंभा को स्थापित करने की विधी (Method of erection of poles): स्थापित किये जाने वाले खंभों को गर्त की स्थिति के निकट पर हस्त श्रामिक से या तत्काल तैयार की गई बैल गाड़ी से लाया जा सकता है। फिर खंभों को गर्त में स्थापित किया जा सकता है। लकड़ी के सपोर्ट खंभों को भी, खंभों की गर्त की स्थिति की स्थिती पर उाकर लाने की सुविधा के लिए उपयोग किया जा सकता है, जिस की Fig 12 में दर्शाया गया है।

Fig 12



ERECTION OF POLES

ELN461991C

खंभों को गर्त में स्थित करने के पूर्व, मिट्टी तथा खंभों के बीच सतह संपर्क को बढ़ाने के लिए खंभे के नीचे RCC पेडिंग या विकल्पतः उचित आधार पट्टी दी जा सकती है। पैडिंग, मिट्टी पर खंभे के भार के कारण दाब के घनत्व को वितरित करेगी।

खम्बे को खड़ा करने के बाद, उसे रस्से को अस्थायी लंगर की तरह, उपयोग करते हुए 20/25 mm व्यास की मनीला/सीशल रेशा रससे की सहायता से, उर्ध्वाधर स्थिती में रखना चाहिए, जैसे कि खंभे को खड़ा किया जा रहा है माना, लंगर की बिंदु से अगले कोण बिंदु तक खंभों के संरेखण की जाँच करना चाहिए। दृष्टि जाँच से सेट करना चाहिए। खंभों की उर्ध्वारता को दोनों अनुप्रस्थ तथा अनुदैर्ध्य दिशाओं पर स्प्रिट लेबल से जाँच करना चाहिए।

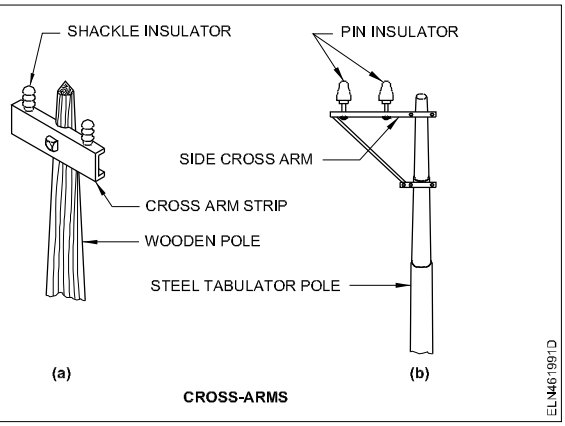
उर्ध्वाधर तथा अनुदैर्ध्य संरेखण का संतोषप्रद होने के बाद भू को भरना चाहिए। कुछ मिट्टियों में खंभों को गर्त के भडूतल तक कांकीट से भरा जाता है। खंभे को सेट होने के पश्चात्, अस्थायी लंगरो को हटा देना चाहिए।

क्रास-भुजा का उपयोग (Use of cross - arms) : इन्हें विद्युतरोधी टैंक भी कहा जाता है तथा या तो लकड़ी या एंगल लौह के बने होते है। क्रास भुजा को विद्युतरोधी, जिस पर चालक रोधित होते है, को पकड़ने के लिए खंभे के ऊपरी भाग पर स्थापित होते है। इन्हें खंभों पर उनकी आपेक्षित

स्थिति के अनुसार भी कहा जाता है । यदि क्रास-भुजा, खम्बे के केन्द्र पर स्थित हो तो उसे क्रास भुजा (Fig 13 a) कहा जाता है तथा यदि खंभे के एक साइड पर स्थित हो तो उसे साइड-क्रास भुजा कहते है (Fig 13b) U-आकार की क्रास भुजा, विशेषतः 3 फेस लाइन के लिए उपयोग होती है।

100mm x 50 mm x 7.9 kg/m मीटर साइज या 75 mm x 40 mm x 5.7 kg/m साइज की चेनल से संविरचित चैनल लोह क्रास भुजा H.T. लाइनों के लिए उपयोग होती है, तथा 50 mm x 50 mm x 6 mm साइज के एंगल लोह से बनी हुई को L.T लाइनों के लिए उपयोग किया जाता है।

Fig 13



एल्यूमिनियम चालकों का जोड़ (Joining of aluminium conductors)

उद्देश्य :इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे:

- **जोड़ों के प्रकार का वर्णन करना**
- **चालकों को जोड़ते समय उपयोग में आने वाले कनेक्टर्स के प्रकार की व्यावस्था करना**
- **ओवर हेड लाइन को जाँच करनें की क्रम/ विधि की व्यावस्था करना**
- **ओवर हेड लाइन की स्थापना के समय प्रांरभिक सुरक्षा सावधानियाँ को जानना।**

O.H लाइनों में जोड़ने के उपसाधन : O.H. एल्युमीनियम चालकों को जोड़ने के लिए सामान्यतः कनेक्टर्स प्रयुक्त किये जाते है। कनेक्टर्स विभिन्न प्रकार के हो सकते हैं, जिनमें से कुछ का वर्णन नीचे किया गया है।

1 स्लीवयुक्त जोड़

2 कनेक्टर्स/टेप के द्वारा सीधा

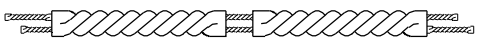
3 समान्तर खांचे (grooves) के साथ वाइस-क्लैम्प कनेक्टर्स/टैप

4 नट तथा वोल्ट कनेक्टर्स

स्लीव युक्त जोड़ (Sleeved joints)

ट्वीस्टेड जाइंट (Twisted joints) : जोड़े जानेवाले चाल को पर ओवल आकार की एल्युमिनियम स्लीव को डाला जाता है तथा फिर Fig 1 में दर्शाये गये अनुसार ऐणन हो जाता है। सभी एल्युमिनियम चालकों के लिए केवल एक ही स्लीव पर्याप्त होती है जबकि ACSR चालकों के लिए दो संकेन्द्रीय स्लीव उपयोगी होती है। पुत्येक एक एल्युमिनियम तथा स्टील के भाग के लिए 15 mm व्यास तक के चालकों के लिये ऐन या मोड़ (twisted) हुए जोड़ की अनुशंसा की जाती है। स्लीव को खीस्ट के लिए केवल विशेष रिंचों का उपयोग करना चाहिए।

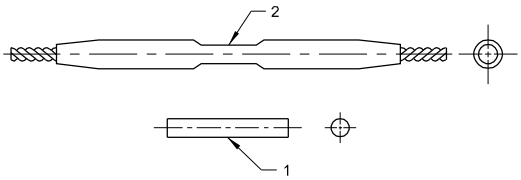
Fig 1



संपीडन जोड़ (Compression joints) : ACSR चालकों को Fig 2 दर्शाये गये अनुसार दो स्लीवों के संपीड़न जोड़ों से जोड़ा जाता है। बड़ी स्लीव एल्युमिनियम की होती है, जो पूर्ण चालक पर फिट रहती है, तथा छोटी वाली स्टील की होती है, जो तार के स्टील के भाग पर उत्केन्द्रीय फिट होती है। जोड़े जाने वाले चालकों को एक के बाद एक, स्लीव में डाला जाता है, तथा या तो हाथ से या द्रव चालित (hydraulic) दाब से संपीडित किया जाता है। एल्युमीनियम चालकों के लिए संपीडन जोड़ में एल्युमिनियम स्लीव की होती है।

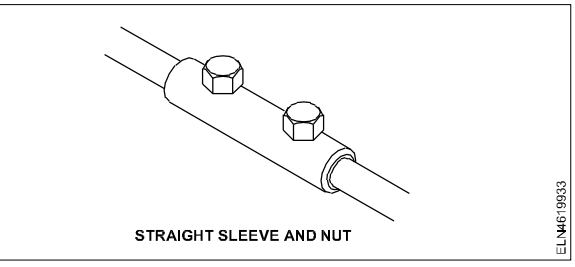
कान्टेक्टर्स/टेपों के द्वारा सीधा (Straight through connectors / taps) : तार के दो सिरे आरपार दौड़ को जोड़ने के लिए दो प्रकार के कान्टेक्टर्स प्रयुक्त होते हैं। (Fig 2)

Fig 2



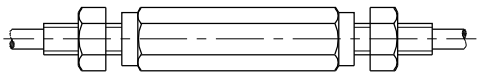
सीधा स्लीव तथा नट कनेक्टर (Straight sleeve and nut connector) : इसे Fig 3 में दर्शाया गया है यह कैडामियम लेपित पीतल या एल्युमिनियम की बनी हुई स्लीव (अनुप्रस्थ काट में गोल या अंडाकार) होती है। चालकों को स्लीव में डाला जाता है तथा नट से कसा जाता है।

Fig 3



संपीड़न कनेक्टर (Compression connector) : इसमें, चालकों को दोनों सिरों पर लपेटा जाता है फिर नट के साथ संपीडित किया जाता है जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है।

Fig 4



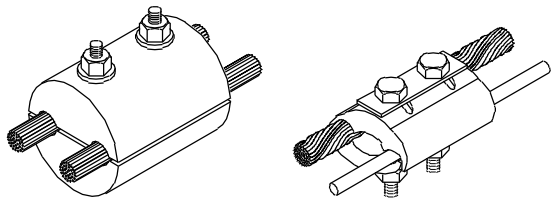
COMPRESSION CONNECTOR

ELN4619934

वाइस-क्लैम्प कान्टेक्टर्स/टैप, समान्तर खांचों के साथ (Vice-clamp connectors/taps with parallel grooves (PG)) : ये अनेक प्रकार के होते है जैसे कि नीचे वर्णन किया गया है।

मानक P.G. क्लैम्प (Standard P.G. clamps) : Fig 5 में दर्शाया गये इस क्लैम्प में दो एल्युमिनियम अर्ध्द होते है, जिनमें प्रत्येक अर्ध्द भाग में दो अर्ध्द वृत्ताराप समान्तर खांचे कटे रहते है। जोड़े जाने वाले चालकों को इसमें डालने के बाद, गैलवनीकृत स्टील के नटों को कसा जाता है। जैसे कि खांचे समान साइज के होते है, इसलिये ये केवल तभी उपयोग होते हैं जब जोड़े जाने वाले चालक भी समान साइज़ के हो।

Fig 5

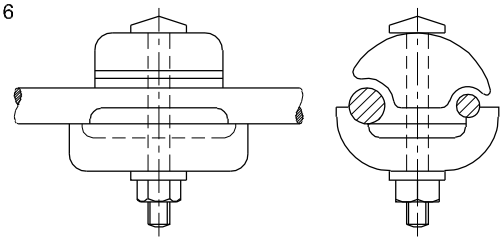


P.G. VICE CONNECTOR

ELN4619935

सार्वत्रिक P.G. क्लैम्प (Universal P.G. clamp) : इसे Fig 6 में दर्शाया गया है। इसमें भिन्न साइज के चालकों को व्यवस्थित करने के लिए कुछ भिन्न आकार के खांचे, तथा केवल एक वोल्ट होता है। ये क्लैंप अधिक भार सेवा के लिए नहीं होते है। लेकिन एल्युमिनियम चालकों के द्वारा वितरण लाइन से व्यक्तिगत उपभोक्ता का कान्टेक्टर्स टैपिंग करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

Fig 6

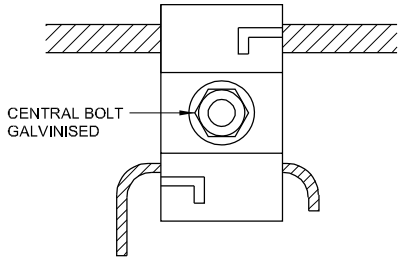


U.P.G. CLAMP

ELN4619936

द्विधात्विक सार्वत्रिक समान्तर खाँचे, का क्लैंप (BMPG क्लैम्प) : यह क्लैंप Fig 7 में दर्शाया गया है। इसमें कैडमियम लेपन के साथ पीतल की कार्य होती है। दो अर्ध्द को एक गैल्वीकृत वोल्ट से कसर जाता है, यह उपभोक्ता सेवा कान्टेक्टर्स की स्थिति में तांबे वायर को एल्युमिनियम कंडक्टर से जोड़ने के लिया उपयोग किया जाता है।

Fig 7

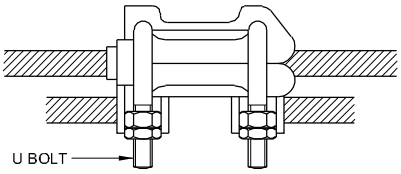


CENTRAL BOLT IS OF GALVANISED IRON

ELN4619937

U वोल्ट क्लैम्प (U bolt clamps) : इसे Fig 8 में दर्शाया गया है। इसमें 'U' वोल्ट उपयोग होता है, क्योंकि ये वोल्ट, रीतिगत सीधे वोल्टों की अपेक्षा 4 गुना अधिक दाब लगाते है। ऐसे क्लैम्प अधिक भार चालकों (heavy duty) के लिए उपयुक्त है।

Fig 8



U BOLT CLAMP

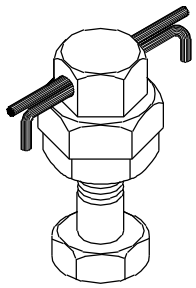
ELN4619938

नट तथा वोल्ट कनेक्टर 2 प्रकार के होते हैं (Nut and bolt connectors are of two types)

नट कन्टेक्टर (Nut connector)

इसे Fig 9 में दर्शाया गया है। इसमें अनुदैर्ध्य छिद्र होता है। जिसमें से 1 जोड़े जाने वाले चालक को डाला जाता है और फिर वोल्ट से कसा जाता है।

Fig 9

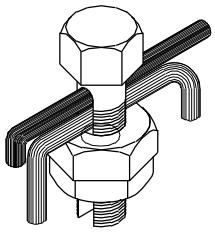


NUT CONNECTOR

ELN4619939

विभक्त वोल्ट कनेक्टर (Split bolt connector) : Fig 10 में दर्शाया गया है यह तने पर विभक्त होता है। जोड़े जानेवाले चालकों को विभक्त में डाला जाता है तथा फिर भारी नट से कसा जाता है।

Fig 10



SPLIT BOLT CONNECTOR

ELN4619939A

एल्युमिनियम कंडक्टर का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियाँ (Precautions to be followed while using aluminium conductors) : एल्युमिनियम वायर के लिए कनेक्टर में इलेक्ट्रिक कनेक्शन में सम्मिलित तकनीकी समस्या कॉपर के चालकों के लिए पायी जानेवाली समस्याओं से पर्याप्त भिन्न है। इन समस्याओं को हल करने के लिए अनेक भिन्न विधियाँ है लेकिन यह आवश्यक है कि एल्युमिनियम के लिए कनेक्टर को एल्युमिनियम के लिए विशेष रूप से डिजाईन होना चाहिए।

अनेक समस्याएँ ऊची है जिन्हें, एल्युमिनियम को कॉपर के साथ जोड़ते समय परिकलन में लेना चाहिए। ये सभी तकनीकी समस्याएँ, एल्युमिनियम की सतह पर ऑक्साइड फिल्म कनेक्टर से लगा संपर्क दाब तथा विभिन्न धातुओं के बीच गैल्विन संरक्षण की संभावना से संबंधित है।

मूलतः किसी भी विद्युतीय संपर्क की दक्षता, संपर्क सतह की सफाई पर, सम्पर्किय सतह के क्षेत्रफल पर, तथा लगाये गये दाब पर निर्भर करती है। अपघर्षण के तुरंत बाद लगाया गया जोड़ने का यौगिक, सतह को और आगे आक्सीकरण होने से रोकेगा, तथा अधिकांश कनेक्टर के साथ गंभीर रूप से हस्ताक्षेप करने के लिए पर्याप्त मोटी आक्साइड फिल्म के बनने को रोकता है।

अत्यंत चरम सीमा की स्थिति में आक्साइड के पूर्ण विलोपन को सुनिश्चित करने के लिए, उनपघर्षण के पूर्व जोड़ने वाले यौगिक को लगाये, जिससे कि यौगिक के नीचे की आक्साइड फिल्म निकल जाएगी। जोड़ने वाला योगिक, आक्साइड फिल्म को पुनः बनने को रोकता या मन्द करता है तथा इसलिए कनेक्शन के बनने के पूर्व इसे हटाना नहीं चाहिए।

एल्युमिनियम के लिए संतोषप्रद कनेक्टर कॉपर के लिए जैसे ही संतोष प्रद लगभग कुल समान दाव लगायेगा, लेकिन विचारणीय रूप से अधिक संपर्क क्षेत्रफल उपलब्ध करेगा तथा एल्युमिनियम के लिए रोक सकने योग्य मान तक इकाई प्रतिबल को धारक करेगा।

यदि कनेक्टर को कंडक्टर से भिन्न धातु का बनाया जाये तो ताप परिवर्तन के कारण दो धातुओं के प्रसार तथा सिकुडन की दर में भिन्नता, ताप परिवर्तन के कारण संपर्क दाब परिवर्तित होगा।

अधिकांशतः एल्युमिनियम चालकों को कापर चालकों के साथ जोड़ना होता है तथा गैल्वनीव्हत संचारण की संभावना को अनुमान बगाना चाहिए। जब दो विभिन्न धातु, नम्य की उपस्थिति में परस्पर संपर्क में होते है, इसके बाद उसे विद्युत अपघटय कहते हैं तो उनके बीच में कम वोल्टेज उत्पन्न होता है जिसके कारण विद्युत धारा का प्रवाह होता है।

यह विद्युत धारा अंत में कंडक्टर को संक्षारण करने का प्रयास करती है गैल्वनीकृत संक्षारण की संभावना पूर्णतः विलोपित होती है। यदि एल्युमिनियम चालक को अन्य एल्युमिनियम चालक या तांबे के चालक से जोड़ने के लिए उपयोग हुए कनेक्टर एल्युमिनियम के बने हो।

तो यह अनुशंसा की जाती है कि सम्मिलित धातु को ध्यान हीन करते एल्युमिनियम से विद्युतीय कनेक्शन पर सदैव अच्छे जोड़ने वाले यौगिक का उपयोग करना चाहिए। जोड़ने वाले यौगिक को जब उदारता से लगाया जाये तो, संपर्कीय सतहों के समीपता में सभी रिक्तियों को भर देगा । ऐसा करने से वह वायु तथा नमी के प्रवेश को वर्जित करेगा तथा आक्सीकरण या संक्षरण को संभव नहीं होने देगा।

बाजार में अनेक अच्छे जोड़ने वाले यौगिक मिलते है, जो किसी भी ग्रीस प्रकार के पदार्थ होते हैं। फिर भी समय की अवधि जिसमें जोड़ने वाले यौगिक, रक्षण प्रदान करेगा, को अनुभव के अतिरिक्त स्थापित नहीं किया जा सकता है। लेकिन जब उदारता से लगाया जाये तो किसी भी सेवा की स्थिति में वे अनेक वर्षों तक रहते हैं।

ओवरहेड लाईन का परीक्षण (Testing of overhead line) : ट्रांसफार्मर, उपकरण इत्यादि की सर्विस को कनेक्ट करने से पहले जैसा प्रभारी इंजीनियर द्वारा आवश्यक है, उपयुक्त मानक का दबाव वोल्टेज परीक्षण, लाईन पर किया जाता है।

चार्जिंग के पहले उच्च वोल्टेज समान लाइन को इंसुलेशन परीक्षण के लिए 500V मेगर का उपयोग किया जाता है।

जहाँ पर H.V. लाइन पर दबाव परीक्षण नहीं होता है वहाँ इंसुलेशन के परीक्षण के लिए 2500V/5000V मैगर का उपयोग करना चाहिए (चार्जिंग से पहले)।

जब दबाव/मैगर परीक्षण संतोषजनक हो तब ही वितरण लाइन चार्ज करना चाहिए।

चार्ज इंजीनियर की उपस्थिति में ही लाइन चालू करना चाहिए।

प्रारंभिक सुरक्षा प्रक्रिया (Preliminary safety procedures) : पोल पर किसी भी बड़े कार्य को करने से पूर्व निम्नलिखित ड्रिल करें।

- अवरहेड लाईन पर कार्य करने से पहले जो भी वहाँ पहले से मौजूद हो उसे सक्षम प्राधिकृत अधिकारियों से शट डाऊन की अनुमति लेना चाहिए ।
- ओवरहेड लाईन पर कार्य करने से पहले, जिसमें पहले से सप्लाय पावर हो को संबंधित स्वीच को खोलकर लाइन को डेड करना चाहिए और लाइन को अर्थ रॉड के द्वारा अर्थ करना चाहिए।
- पोल पर कार्य करते समय सुरक्षा बेल्ट का प्रयोग करना चाहिए।
- संरचना का निरीक्षण करना चाहिए।
- कार्य तक पहुँचने के लिए सबसे अच्छा रास्ता इस्तेमाल करना चाहिए ।
- सर्वश्रेष्ठ सीढ़ी स्थान चयनित करना चाहिए।
- सीढ़ी को खड़ा करना, सीढ़ी में फुट बने हुए हो और यह फीट या पैर फिसलते न हो और सीढ़ी पर कार्य चलता है अन्य कर्मचारी सीढ़ी को पकड़ने रखना चाहिए ।

घरेलू सर्विस लाइन - IE नियम (Domestic service line - IE rules)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **खुले एवं इंसुलेटेड चालकों के साथ घरेलू सर्विस कनेक्शन को जानना**
- **खंभे से उपभोक्ता परिसार तक केबल को विछानें/ कनेक्शन की विधि का वर्णन करना**
- **घरेलू सर्विस कनेक्शन करते समय सुरक्षा सावधानियों को जानना**
- **घरेलू सर्विस कनेक्शन से संबंधित IE नियम को सूची बद्ध करना**
- **टेपिंग सर्विस कनेक्शन की विधियों को जानान।**

सर्विस कनेक्शन (Service connections)

उपभोक्ता परिसार में वितरण सिंगल या 3 फेस में संपन्न होता है। सिंगल फेज या 3 फेज की आवश्यकता उपभोक्ता के द्वारा माँग किये गये अधिकतम लोड और घर या परिसर की वायरिंग पर निर्भर करता है। विद्युत विभाग के द्वारा माँग किये लोड का निरीक्षण करने के पश्चात आवश्यक शक्ति (power) हेतू अनुमोदन का निणर्य लिया जाता है। इस प्रकार आवश्यक /चाही गयी शाक्ति (power) हेतू कनेक्शन उपभोक्ता बिन्दु सर्विस लाइन से जोड़कर अंतिम रूप दिया जाता है।

खंभे के क्रॉस आर्म से उपभोक्ता के मुख्य बोर्ड (main panel) तक की कनेक्शन ओवर हेड या अडंर ग्राउंड होगी, यह लाइन आरेख पर भी निर्भर करता है। यदि उपभोक्ता मुख्य बोर्ड (main panel) की दूरी सर्विस खंभे से 50 मीटर से अधिक हो तत्व क्रॉस आर्य सहित अतिरिक्त खंभे pole स्थापित करना चाहिए और उस खंभे के लिए OH लाइन मेन पोल के क्रॉस आर्य से संयोजित होना चाहिए।

अनावृत कंडक्टर के साथ सर्विस कनेक्शन (Service connection with bare conductor) : निम्नलिखित विधियों में से कोई यथा विनिर्दिष्ट अपनाया जाएगा। अनावृत चालकों को दोनों सिरों पर क्रास भुजा पर लगे शैकल विद्युतरोधकों के साथ गुथा जाएगा।

प्रदाय सिरा क्रास भुजा सपोर्ट से लगाया जाए तथा एक अभिग्राही सिरे पर 5cm के अधिकतम व्यास के G.I. पाइप पर आरोपित किया जाएगा । भारतीय विद्युत नियमों के नियम 79 के अनुसार संरचना के शीर्ष से कम से कम 2.5 cm की ऊंचाई पर अनावृत कंडक्टर रखे जाऐंगे।

शीर्ष पर दोहरे मोड़ों वाला G.I. पाइप लगाया जाए। 50 mm X 6 mm के कम से कम दो क्लैम्पों से सुरक्षित किया जाए तथा उर्ध्वाधर स्थिति में दीवार पर M.S. पट्टी से लगाए जाए। इसके अतिरिक्त 7/3.15 mm G.I. तार भवन के साथ एक eye वोल्ट के स्थिरीकृत की जाएगी। सेवा कनेकशन इस GI पाइप के माध्यम से ऋतुसह//PVC विद्युत रोधी केबल के साथ दिए जाऐंगे। इस G.I. पाइप के दोनों सिरों पर लकड़ी/पीवीसी केबलें बाड़ाई जाऐंगे।

अनावृत कउंटर उपयुक्त अनुसारह शैकल विद्युत रोधकों के साथ गुथे जाऐंगे। अभिग्राही सिरे के अतिरिक्त जहाँ विद्युत रोधकों एंगल लौह की बनी प्रेकेट के साथ लगाए जाएंगे। इसका साइज 50 mm x 50 mm x 6 mm से कम नहीं होगा । प्रेकिट के सिरों को काटा तथा विघटित किया जाएगा तथा सीमेंट मसाले के साथ दीवार गाढा जाएगा। भारतीय विद्युत नियमों के नियम 79 के अनुसार अनावृत चालक (बेअट कंडक्टर) को संरचना के किनारे से कम से कम 1.2 m दूर रखा जाएगा।

सर्विस कनेक्शन न्यूनतम 4cm व्यास के GI पाइप में से प्रूफ/PVC विद्युतरोधी केबलों की दीवार से लगा दिए जाऐंगे। सेवा पूवेर्शक पास GI पाइप को नीचे की ओर मोड़ा जाए/GI पाइप के दोनों सिरों पर दीवार कटिंग लकड़ी/PVC बुश लगाये जाऐंगे।

इंसुलेटेड कंडक्टर के साथ सर्विस कनेक्शन (Service connection with insulated conductors) : सर्विस कनेक्शन 30cm प्रथक अंतरलित उपयुक्त लिंक क्लिपों या 50cm प्रथक लकड़ी/पोर्सलेन प्लीटों द्वारा दिए जाऐंगे/GI तार पर ऋतुसह/PVC विद्युतरोधित केबल द्वारा दिए जाऐंगे/GI तार न्यूनतम 10 SWG साइज की होगी । GI पाइप का एक सिरा क्लैम्प के साथ बांधा जाएगा, जो वितरण लाइने वाहन करनेवाली निकटतम खम्बे से कनेक्ट है, जहाँ सर्विस कनेक्शन दिया जाया अभीष्ट है।

GI तार का दूसरा सिर 4.5 m की विस्तृति के 5 cm. व्यास GI पाइप तार के साथ दीवार पर स्थापित है।

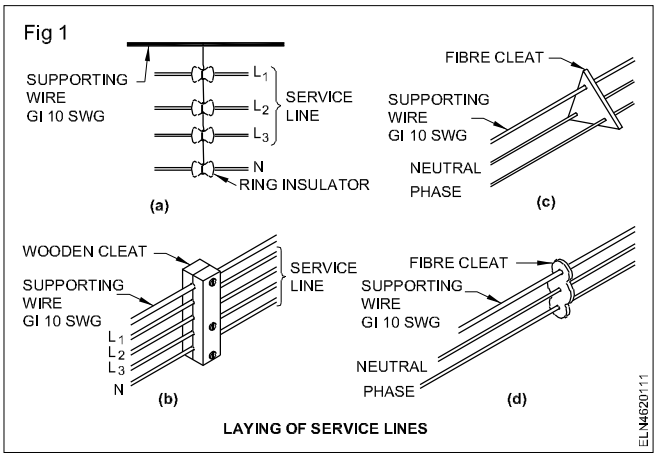
GI पाइप 40 mm x 40 mm x 6 mm के एंगल लौह के 4.5 m से अधिक स्थान के लिए उच्च सपोर्ट के लिए उपयुक्त रस्सी के साथृसाथ जगाया जाएगा। विकल्पतः जब संरचना की ऊँचाई भू मुक्तांतर की अनुमति देती है तो GI पाइप का दूसरा सिरा एक हुक, एक नेत्र वोल्ट या ब्रेकेट दीवार में सीमेंट मसाला के साथ गाढ़ा जाएगा।

ऋतु सह/PVC विद्युतरोधित केबल न्यूनतम 5 cm व्यास GI पाइप में से गुजरेगी जो अधोमुखी मुड़ा है। GI पाइप के दोनों सिरों पर दीवार फिटिंग लकड़ी/PVC बुश लगाए जायेंगे।

खम्भे से उपभोक्ता के मेइन तक सेवा केबल बिछाने की विधी (Method of laying the service cable from the pole to the consumer main) : खम्भों से उपभोक्ता मुख्य तक ऊपरी सेवा लाईन बिछाने के लिए काँच या पोर्सलीन/रिंग विद्युतरोधक या लकड़ी फाइबर क्लीटों का वस्तुतः प्रयोग किया जाता है। जैसा Fig 1 में दिखाया गया है।

उपभोक्ता परिसर को खंभे से संयोजित करते समय बरती जानेवाली सुरक्षा सावधनियाँ (Safety Precautions to follow while connecting pole to consumer premises)

1 सिंगल फेज या 3 फेज के चालकों की साइज IE नियम के अनुसार अवश्य होनी चाहिए।



2 यदि सर्विस लाइन किसी सड़क से आर-पार (cross) हो रही है तो सड़क (जमीन) से तार की ऊचाँई IE नियम के अनुसार अवश्य होना चाहिए।

3 चालकों का झोल (slag) IE नियम के अनुसार अवश्य होनी चाहिए।

4 केबल अंडर ग्राउंडिंग के समय गहराई IE नियम के अनुसार होनी चाहिए।

5 केबल के अनुपयोगी/अतिरिक्त भाग को, तथा क्वॉयल/मुड़ी हुई अवस्था में जमीन के अंदर नहीं रखनी चाहिए।

6 अतिरिक्त केबल को क्वॉयल बनाकर और खंभे के क्रॉस आर्म पर नहीं रखना चाहिए। कनेक्शन हेतु आवश्यक केबल की मात्रा का उपयोग करें।

7 यदि केबल किसी उष्मीय क्षेत्र और-चिमनी, कीचन इत्यादि से गुजरता हो तब इस हेतु केबल को पर्याप्त सुरक्षा प्रदान की जाये।

8 सर्विस केबल तनाव मुक्त हो, इस हेतु स्टे तार से कसकर बंधा होना चाहिए।

9 वर्षा का पानी केबल के साथ उपभोक्ता के मुख्य बोर्ड तक न पहुँचे इसके लिए केबल का लूपिंग दोनों ओर आवश्यक रूप से होना चाहिए।

10 मेन लाइन के साथ कनेक्शन साफ सतह पर और अच्छी तरह कसी हुई होनी चाहिए, ताकि ढ़ीला कनेक्शन, स्पार्किंग और परत जमनें से बचाया जा सके।

I.E. घरेलु सेवा कनेक्शन से सम्बन्धित नियम (I.E. Rules pertaining to domestic service connection)

नियम 10 विद्युत आपूर्ति लाइनों तथा उपसाधन की रचना स्थापित रक्षण, प्रचालन तथा अनुरक्षण (Rule 10. Construction, installation, protection, operation and maintenance of electric supply lines and apparatus)

सब विद्युत आपूर्ति लाइनें तथा उपसाधन शक्ति, आकार में पर्याप्त तथा कार्य जो उनमें आपेक्षित है, के लिए पर्याप्त यांत्रिक सामर्थ्य की होगी तथा व्यवहार्य भारतीय मानक संस्थान के मानकों के अनुसार, रचित, स्थापित, रक्षित तथा अनुरक्षित की जायेगी, जिससे कि खतरे को रोका जाए।

नियम 30 उपभोक्ता परिसर पर सेवा लाइने तथा उपकरण (Rule 30. Service lines and apparatus on consumer's premises)

1 आपूर्तक, यह सुनिश्चित करेगा कि सब विद्युत आपूर्ति लाइने, तारे फिटिंग्स तथा उपकरण जो उसके है, या उसके नियंत्रणधीन, उपभोक्ता के परिसर में सुरक्षित स्थिति में तथा ऊर्जा आपूर्ति के लिए सभी तरह उपयुक्त है तथा आपूर्तिक ऐसी आपूर्ति लाइनों, तारों, फिटिंग तथा उपकरणों पर प्रोद्रभूत खतरे से बचने के लिए उचित पूर्वोपाए करेगा ।

2 उपभोक्त भी यह सुनिश्चित करेगा कि उसके नियंत्रणाधीन स्थापना को सुरक्षित स्थिति में रखा जाता है।

नियम 31 उपभोक्ता परिसर पर कट-आऊट (Rule 31. Cut-out on consumer's premises)

केबल एक भूंसपर्कित या भूसंपर्कित न्यूट्रल कंडक्टर या उपभोक्ता के परिसर में सकेन्द्रीय केबलों के भूसंपर्कित बाह्य कंडक्टर के अतिरिक्त, आपूर्तक प्रत्येक लाईन के प्रत्येक चालक में उपयुक्त कट आऊट लगाएगा, जो सुगम स्थिति में होंगे। ऐसा कट-आउट पर्याप्त परिबद्ध अग्नि सह पात्र में अन्तर्विष्ट होगा।

जहाँ एक कॉमन सेवा लाइन के माध्यम से एक अधिक उपभोक्ता को शक्ति प्रदत्त की जाती है, ऐसे प्रत्येक उपभोक्ता के लिए साझी सेवा के बिन्दु पर एक स्वतंत्र कट-आउट की व्यवस्था की जायेगी।

नियम 33 उपभोक्ता के परिसर पर भू संपर्कित टर्मिनल (Rule 33. Earthed terminal on consumer's premises)

आपूर्तिक उपभोक्ता के परिसर पर उपभोक्ता के लिए आपूर्ति के प्रारम्भ बिन्दु पर या एक सुगम स्थिति में एक उपयुक्त भू संपर्कित टर्मिनल लगाएगा, तथा अनुरक्षित करेगा जैसा कि नियम 58 में निर्धारित है।

ऐसी स्थिति में कि मध्यम, उच्च या अति उच्च वोल्टता स्थापना की स्थिति में, उपभोक्ता ऊपर लिखित व्यवस्थाओं के अतिरिक्त, एक संवत्तर इलेक्ट्रोड के साथ अपने भूसम्पर्कन इलेक्ट्रोड के साथ अपनी भू-सम्पर्कित प्रणाली लगायेगा।

नियम 48 कनेक्टर के पूर्व क्षरण के सापेक्ष पूर्वोपाय (Rule 48. Precautions against leakage before connecting)

1 आपूर्तक अपने संकर्म के साथ आपूर्ति के लिए किसी आवेदनकर्ता के परिसर पर स्थापना या उपकरण नहीं जोड़ेंगा। जब तक कि वह उचित रूप से संतुष्ट न हो, कि उस समय कनेक्टर स्थापना से या उपकरण से धारा के पाँच हजारवें भाग से अधिक का क्षरम नहीं होगा।

2 यदि उपनियम (1) के उपलब्धों के अंतर्गत आपूर्तक कनेक्टूस बनाने से अस्वीकार करता है तो वह आवेदनकर्ता को एक लिखित सूचना जारी करेगा।

नियम 54 उपभोक्ता को आपूर्ति की घोषित वोल्टता (Rule 54. Declared voltage of supply to consumer)

उपभोक्ता की लिखित सहमति या राज्य सरकार की पूर्व स्वीकृति के अतिरिक्त, आपूर्तक, आपूर्ति के प्रारंभ बिन्दु पर वोल्टता की जैसा नियम 58 मद्धें पत्ररिभाषित है, घोषित वोल्टता से निम्न या मध्यम वोल्टता की स्थिति में 5% से अधिक या उच्च या अति वोल्टता की स्थिति में 12½ % से अधिक भिन्न होने की अनुमति नहीं देगा।

नियम 77 निम्नतम चालक का भूमि से ऊपर मुक्तांतर (Rule 77. Clearances above ground of the lowest conductor)

1 गति के आरपार स्थापित सेवा लाईन सहित ऊपरी लाइन के किसी

चालक की ऊँचाई उसके किसी भाग पर निम्नलिखित वे कम नहीं होगी :-

a निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाईन के लिए 5.791 m

b उच्च वोल्टता लाइनों के लिए 6.096 m.

2 गली के साथ-साथ स्थापित सेवा लाइनों सहित ऊपरी लाइन के किसी चालक की ऊँचाई उसके किसी भाग पर निम्नलिखित से कम नहीं होगी:

a निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाइनों के लिए 5.486 m

b उच्च वोल्टता लाइनों के लिए 5.791 m.

3 सेवा लाइनों सहित ऊपरी लाइन को कोई कंडक्टर गली के साथ या आर-पार के अतिरिक्त अन्य स्थान पर स्थापित नहीं किया जाएगा, तथा ऊँचाई पर होगा जो निम्न की तुलना में कम होगी :

a 11,000 V तक तथा सहित यदि अनावृत हो, निम्न मध्यम तथा उच्च वोल्टता लाइनों के लिए - 4.572 m

b 11,000 V तक तथा सहित यदि विद्युत रोधित हो। निम्न मध्यम तथा उच्च वोल्टता लाइनों के लिए - 3.963 m.

नियम 79 निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाइनों तथा सर्विस लाइनों का भवनों से मुक्तांतर (Rule 79. Clearances from building of low and medium voltage lines and service lines)

1 जब कोई निम्न या मध्यम वोल्टता ऊपरी लाइन किसी भवन के ऊपर या पास से गुजरती है या समाप्त होती है तो अधिकतम ढोल के आधार पर, किसी समय सुग्मय बिंदु से निम्नलिखित न्यूनतम मुक्तांतर रखा जाएगा।

a किसी स्पॉट छत, खुली बालकनी, बरामदा छत तथा छत छज्जे के लिए।

i जब लाइन भवन के ऊपर से गुजरती है तो उच्चतम बिन्दु से 2.439 m का ऊर्ध्वाधर मुक्तांतर तथा

ii लाइन जब भवन के सन्निकट जाता है तो 1.219 m का क्षैतिज मुक्तांतर।

b ढालू छत के लिए।

i जब लाइन भवस के ऊपर से गुजरती है तो टी लाइनों के नीचे 1.219 m का ऊर्ध्वाधर मुक्तांतर तथा

ii लाइन जब भवन के सन्निकट जाती है तो 1.219 m. का क्षैतिज मुक्तांतर

2 कोई चालक स्थित हो कि उपनियम (i) में विर्निर्दिष्ट की तुलना में कम मुक्तांतर है तो उसे पर्याप्त विद्युत रोधित किया जाएगा तथा उचित अन्तरालों पर धातु क्लिपों द्वारा एक अनावृत भू-तार में जोड़ा जाएगा जिसका वियोजन सामर्थ्य 517.51 kg. से कम महीं होगा ।

3 तब वायु दाब के कारण, ऊर्ध्वाधर से लाइन अधिकतम विक्षेप पर हो तो क्षैतिज मुक्तातर मापा जाएगा।

टैपिंग सर्विस कनेक्शन (Tapping service connections) : मध्य विस्तृति (span) के किसी बिन्दु से पुरानी लाइन से किसी सर्विस लाइन को केबल सहारा बिन्दु के अतिरिक्त टैप नहीं किया जाएगा। जब एक अनावृत चालक के साथ ऊपरी सेवा कनेक्शन लिया जाता है इस पर गार्ड तारे लगाई जाती है चाहिए।

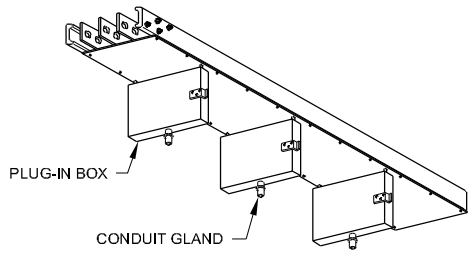
बस बार-पद्धति-शक्ति दर की शर्तें एवं परिभाषाएँ (Bus-bar system-power tariff terms and definitions)

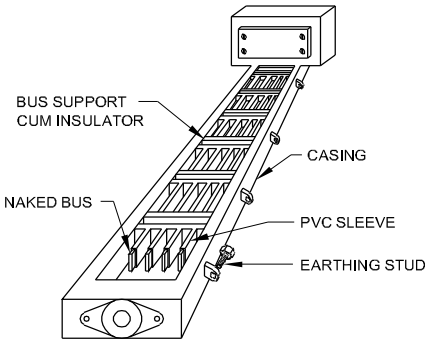
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **बस बार पद्धति और स्थापना (installation) की विधि का वर्णन करना**
- **बस बार पद्धति के लाभ को जानना**
- **बस बार की रेटिंग निर्धारित करना**
- **प्लग-इन बॉक्स, को उपयोग और उनके संरचना को वर्णन करना**
- **केबल या पाइप सिरों को प्लग-इन-बॉक्स में व्यवस्थित करना।**

औद्योगिक कार्यशालओं एंव कारखानों में सभी मशीनें सतह पर पास-पास में स्थापित (installed) होती है, परंतु वे एक दूसरे से बिल्कुल अलग-अलग होते है। इन मशीनों को ओवर हेड वायर या अंडर-ग्रांउड केबल के माध्यम से विद्युत आपूर्ति से संयोजित करना एक कठिन कार्य हो सकता है, जो दुर्घटना का कारण हो सकता है। इस प्रकार के स्थानों के लिए ओवर हेड बंद प्रकार का बस बार पद्धति को अपनानें की सलाह दी गयी है। (Fig 1a एंव 1b देखें)

Fig 1





b) OVERHEAD BUSBAR SYSTEM

इस प्रकार के बस - बार पद्धति को बस वे या बस डक्ट के नाम से जाना जात है।

बस बार व्यवस्था को जमीन/फर्श से 2.75 मीटर की ऊचाँई पर स्थापित करना चाहिए। जिसे M.S. एंगल या फ्लैट के द्वारा छत (ceiling) से लटकाकर फ्रेमयुक्त संरचना की सहायता से छत के सामानांतर जमीन से निश्चित ऊचाँई पर स्थापित करना चाहिए। (देखें Fig क्रमांक 2)

बुस कपलर (Bus coupler)

बस बार या लो उच्च चालकता शुद्ध तांबे या अयस्क के आयताकार खण्ड होते है, जो अचालक परत की सहायता से मानक लंबाई के धातु खोल (metal box) पर व्यवस्थित होते है। बस बार खण्ड मानक लम्बाई में उपलब्ध होते है (200 एम्पियर के लिए 3.65 मीटर तथा 400 एम्पियर के लिए 2.44 मीटर) जिसे आगे आने वाले अन्य बस बार के शिरे से जोड़ा जाता है। इस प्रकार लगातार बस बार को जोड़कर कार्यशाला के अनुरूप बस बार तैयार किया जाता है। 02 बस बार को जोड़ने की विधि Fig क्रमांस 3 में दर्शायी गई है।

Fig 2

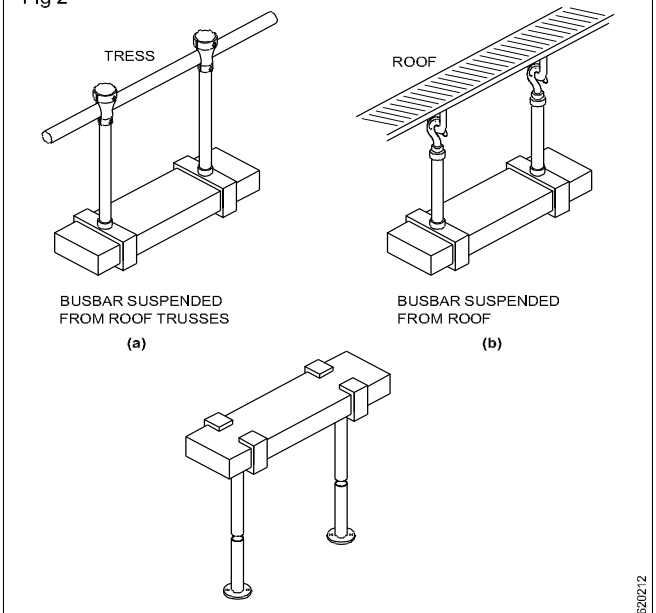
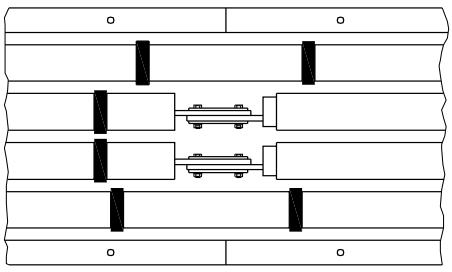


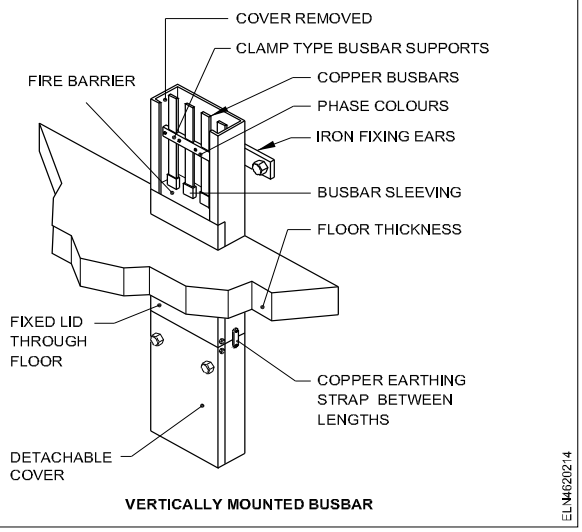
Fig 3



500 वोल्ट के रेटिंग में बस बार की मानक रेटिंग है- 100, 200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2000, 2400 और 3600 एम्पियर। ये बस बार इनडोर या आउटडोर के लिए उपलब्ध होता है जो कि फीडर से फीडर

को जोड़ने या बस बार से पावर बिन्दु तक आपूर्ति (Supply) ले जानें के उपयोग में आता है, जिनका उपयोग उत्पादन केन्द्रों, उपकेन्द्रों, धातु उद्योगों एवं कपड़ा उद्योगों में होता है। बहुमंजिलो इमारतों में सुविधा की दृष्टि से कनेक्शन हेतु बस बार को लम्बवत् (vertical) स्थापित किया जाता है- (Fig 4 देखें) प्रत्येक तल से लम्बवत् गुजरनें वाले बस बार खण्ड के ऊपर भाग में उच्च अग्निरोधी प्रदार्थ से बेरियर बना होता है यह गंदगी, नमी व धूल को एकत्रित करता है जिसे बीच-बीच में साफ किया जा सकता है। कॉपर बस बार के लिए धारा धनत्व का मान पूर्व निर्धारित 165 एम्पियर /sqcm और एल्युमिनीयम हेतू 118 एम्पियर/ वर्ग सेमी. से अधिक नही होना चाहिए।

Fig 4



VERTICALLY MOUNTED BUSBAR

एल्यूमिनियम और कॉपर (cu) के बस बार हेतू निर्धारित धारा का मान सारणी में दिया गया है।

बस बार व्यवस्था में अर्थ की निंरतरता बनाए रखनें हेतू कॉपर (cu) एवं एल्युमिनीयम (AL) की दो पट्टी (strips) होती है। जब बस बार की लम्बाई बढ़ाते है तो साथ-साथ अर्थ बिन्दु भी बढ़ाया जाता है।

नोट (Note) :

1 **उपरोक्त रेटिंग IS : 5082-1969 के अनुसार E-91 E-WP ग्रेड के आयताकार लंबे खंड के लिए है जो अब तक बिना हवा के बंद कव्हर खेल के लिए अपरिभाषित है।**

2 **0.88 के डेटिंग फैक्टर को वातावरण के लिए 30°C और 35°C के तापमान वृध्दि के लिए लागू किया जा सकता है, इसी तरह से आउटडोर एप्लीकेशन में 0.85 से 0.9 तक डेटिंग की जा सकती है। इनडोर अच्छी तरह से हवादार 0.6 से 0.8 और आंशिक रूप से हवादार क्षेत्रों में 0.5 से 0.6 तक होती है।**

mm में बुस बार का नाप	50Hz AC करंट की 35°C के औसत वातावरण में और 40°C अधिकतम तथा 50°C के तापमान वृध्दि तक की दरें				
	एल्युमिनियम				तांबा
	एकल बार	दो बार	तीन बार	चार बार	एकल बार
12.5 x 3	—	—	—	—	160
25 x 3	—	—	—	—	290
50 x 3	335	650	850	950	525
75 x 3	475	875	1150	1300	750
100 x 3	600	1075	1400	1600	970
12.5 x 4.5	125	260	315	370	205
25 x 4.5	225	525	635	750	365
32 x 4.5	320	660	800	940	510
50 x 4.5	500	970	1270	1425	650
25 x 6	350	700	950	1000	430
50 x 6	675	1300	1700	1925	760
75 x 6	950	1750	2300	2600	1080
100 x 6	1225	2150	2800	3200	1380
125 x 6	1500	2500	3200	3700	1680
25 x 10	----	----	----	----	540
50 x 10	85	1500	1950	2250	960
75 x 10	1180	2050	2650	3000	1350

mm में बुस बार का नाप	50Hz AC करंट की 35°C के औसत वातावरण में और 40°C अधिकतम तथा 50°C के तापमान वृद्धि तक की दरें				
	एल्युमिनियम				तांबा
	एकल बार	दो बार	तीन बार	चार बार	एकल बार
100 x 10	1500	2475	3150	3550	1710
125 x 10	1850	2925	3600	4200	2070
150 x 10	2100	3325	4000	4606	2430
250 x 10	2750	4100	4900	5700	—
25 x 12.5	—	—	—	—	650
50 x 12.5	—	—	—	—	1120
75 x 12.5	1350	2250	800	3200	1570
100 x 12.5	1750	2700	3350	3900	2050
125 x 12.5	2100	3100	390	4500	2420
150 x 12.5	2400	3500	4450	5100	2820
200 x 12.5	3050	4500	5300	6100	—

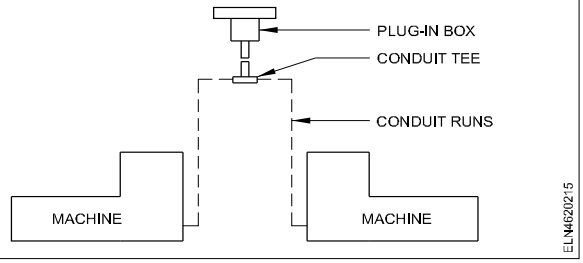
बस बार पद्धति के लाभ (Advantages of Bus-bar system)

बास बार पद्धित के लाभ निम्नलिखित है

1 **कम लागत (Reduced cost) :** बस बार की स्थापना सरल तरीके से भवन के ज्यादा कटाई-छिनाई बिनाए शीघ्रता से सम्पन्न हो जाता है और इसके नियमित उपयोग के समय मरम्मत की अधिक आवश्यकता नहीं होती और तत्कालिक खर्च कम पड़ता है।

2 **अधिकतम लचीलापन (Maximum Flexibility) :** चूँकि प्लग इन प्वांइट 60.96 सेमी. (2 फीट) अन्तराल पर प्रदान किये जाते है, बस बार की प्रत्येक लम्बाई के साथ दोनों तरफ स्थापित मशीनों के लिए कनेक्शन लिया जा सकता है। (Fig 5 देखें)

Fig 5



3 **संपूर्ण सुरक्षा (Complete Safety) :** चूँकि प्लग-इन- प्वाइंट पूरी तरह से आवरण युक्त (इन्सुलेटेड) रहता है, इसलिए व्यक्तिगत रखरखाव तथा प्रचानल की दृष्टि से सुरक्षित होती है।

4 **लाइव कनेक्शन ('Live' connection) :** चूँकि प्लग-इन-बॉक्स की लाइव बस बार को सुरक्षित एवं शीघ्रता से शट-डाउन किए बिना संयोजित किया जा सकता है जिससे समय की बचत होती है तथा उधोग के सामान्य कार्य को प्रभावित किए बिना संपन्न किया जा सकता है।

5 **सुरक्षा की गारंटी (Guaranteed Safety)** चूँकि प्लग-इन-बॉक्स की फ्यूज H.R.C प्रकार की होती है जो कि शॉर्ट सर्किट की स्थिति में सकारात्मक एवं विश्वस्नीय सुरक्ष प्रदान करता है।

6 **उद्योग में ले-आउट संसोधन के लिए आसानी से बढ़ाया जाना (Easily Extended for layout modification in the factory) :** बस बार को सहायक सामाग्रियों की सहायता से ले आउट के अनुसार सीधे लम्बाई या एक कोण पर बढ़ाया जा सकता है, कुछ ही समश में इसे व्यवस्थित (Arrange) और पुनः व्यवस्थित (Rearrange) किया जा सकता है।

7 **प्रारंभिक स्थापना में समय की बचत (Saving of time while initial erection) :** इस प्रणाली के फायदे यह है कि बस बार बॉक्स एवं बस बार को मशीनों की स्थापना (Installation) से पहले स्थापित किया जा सकता है। स्थापित करने के तुरंत पश्चात सप्लाई से सयोजित कर कार्य लिया जा सकता है।

8 **फीडर वोल्टेज ड्राप में कमी (Reduction of voltage drop in feeders) :** भारी (heavy) मुख्य फीडर को वास्तविक लोड से बस बार द्वारा संयोजित करने पर सामान्य वायर की अपेक्षा वोल्टेज ड़ाप में कमी आती है।

9 **परिवर्धन और परिवर्तन (Additional and alterations) :** उद्योग के ले आउट परिवर्तन के समय बस बार आसानी से बढ़ाया और परिवर्तन किया जा सकता है। बस बार को सेक्शन से आसानी से अलग कर किसी भी स्थिति/दिशा में उपयोग कर सकते हैं।

10 **वेल्डर के लिए आंतरिक ग्रिड (Internal grid for welders) :** जहाँ अधिक संख्या में इलेक्ट्रिक वेल्डर स्टेप -डाउन ट्रांसफार्मर से अत्यधिक धारा का उपयोग कर हो वहाँ ओवर हेड बस बार पद्धति विशेष रूप से लाभदायक है।

11 प्लग-इन -बॉक्स से अल्प भार हेतू शाखाएँ (Branching From plug-in-boxes for small loads) : यदि अधिक संख्या में छोटी मशीनों को उपयोग में लाना हो तो इसके लिए बस बार बॉक्स (ट्रकिंग-सिस्टम) के पास वितरण बॉक्स लगे होते है तथा सुरक्षा के लिए उचित (Suitable) क्षमता का H.R.C फ्यूज परिपछ में संयोजित होता है।

12 टिकाऊ और समस्या मुक्त सेवा (Durable and trouble free service) :सामान्य बस बार अडंर ग्राऊंड (UG) केबल की अपेक्षा अधिक टिकाऊ होता है और वर्षों तक समस्या मुक्त सेवा देता है।

बार के रेटिंग निर्धारण की विधि (Method of determining the ratings of the bus-bars)

एक छोटे कारखाने में 5 HP रेटिंग की कुल 10 मोटर्स स्थापित की जानी है। कुल भार लगभग 10 x 5 अर्थात् 50 HP की मोटर द्वारा ली गई फुल लोड करंट 7.5A. है। इस प्रकार कारखाने में कुल धारा 75A हो जाएगी तथा आपूर्ति सिंगल बस बार के द्वारा दिया जाना है, जिसकी रेटिंग 200A या 400A है, ताकि उसी बस-बार का प्रयोग भविष्य में लोड वद्धि होने पर भी किया जा सके। ओवर लोड की वृद्धि से बस बार की मानक लंबाई में निर्मित होते हैं- 3.65m (200A) और 2.44m (400A). मशीन ले-आउट की आंतरिक लंबाई के अनुसार बस बार की संख्या का अनुमान लगा सकते हैं।

तकनीकी डाटा

रेटिंग	ओवरऑल डायमेशेन mm में	प्लगों की संख्या
200A	3658 x 248 x 76	6
400A	2440 x 248 x 108	4

यांत्रिक संयोजन की प्रक्रिया द्वारा बस बार की लंबाई में वृद्धि की जा सकती है और मानक लंबाई के बस बार को उपयोग में लाकर किसी भी लंबाई को प्राप्त किया जाता है।

प्लग-इन बॉक्सेस (Plug-in-Boxes)

प्लग-इन बॉक्स (Fig 6) HRC फ्यूज होल्डर लिये हुए इस्पात की चादर से बनी दरवाजे युक्त एक छोटी बॉक्स होती है, जो कि स्टील की स्प्रिंग स्ट्रिप के द्वारा उच्च चालकता वाले कॉपर से क्लिप ऑन कांटेक्ट पर अच्छी तरह कसे होते है। ये क्लिप ऑन कॉटेक्ट सीधे बस बार के प्लग इन प्वांइट से जुड़े होते हैं। इन बॉक्सों पर दो अर्ध प्वाइंट स्थापित होते है, जो बस बार को प्लग इन बाक्स पर बैठाने का कार्य करता है।

Fig 6

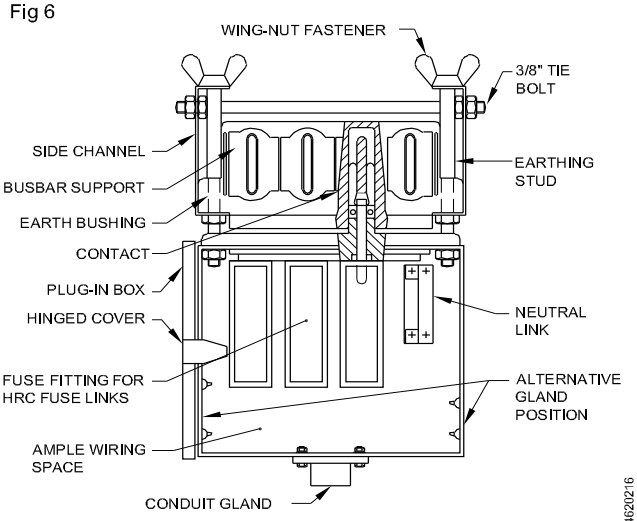


DIAGRAM SHOWING MAIN FEATURES OF PLUG-IN BOXES FITTED TO BUSBARS

प्लग-इन बॉक्स की रेटिंग (Rating of plug in boxes)

बॉक्स में लगे प्लग बस बार की धारा वहन क्षमता के अनुरूप दोषों का सामान करने में सक्षम में होना चाहिए। ये प्लग 16, 32, 63 एवं 100Amp 415/ 500 Volt पर उपलब्ध है।

आउट-गोइंग सप्लाई प्लग इन बॉक्स से केबल या चालकों के पूर्ण कनेक्शन के लिये कंड्यूट पाइप की सहायता से कंड्यूट ग्लैण्ड से होते हुए प्लग-चरण बॉक्स से या तो लम्बवत् नीचे या दोनों साइड को आउटगोइंग सप्लाई दी जाती है।

इस बात का ध्यान रखें कि -एल्यूमीनियम के जोड़ पर चलकता बनाये रखने हेतू आक्साइड अवरोधक ग्रीस का उपयोग करना चाहिए।

पावर टेरिफ शर्ते एवं परिभाषाएँ (Power tariff - terms and definitions)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **अधिकतम माँग की शर्तों का वर्णन करना**
- **औसत माँग की अवधारणा को व्यक्त करना**
- **लोड फैक्टर का वर्णन करना**
- **विभिन्न प्रकार के घटक तथा इसके अनुप्रयोगों के शतों का व्याख्या करना**
- **प्लांग यूटिलिटी फैक्टर के महत्व का वर्णन करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

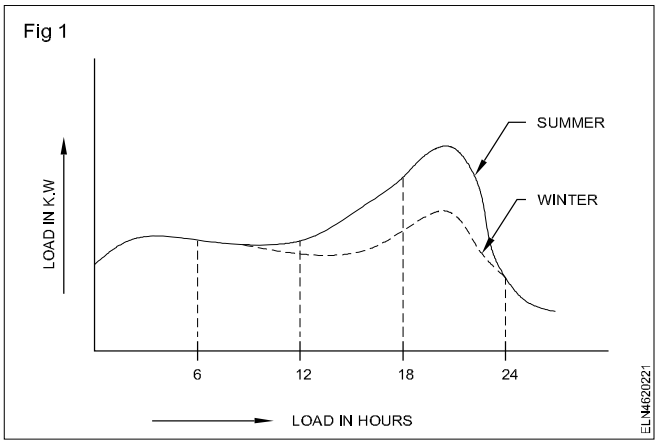
पावर स्टेशन के आल्टरनेटर की अधिक दक्षता के लिये उसकी नियत क्षमता पर चलना चाहिए और दूसरी और समय-समय पर उपभोक्ताओं की अनिश्चित भागों के कारण भार में व्यापक बदलाव होता है रहता है। यह शक्ति केंद्रों की डिजाइन में व्यवधान उत्पन्न करता है। यहाँ शक्ति केंद्रों में अनिश्चित भार से होने वाली परेशानियों पर हम अपना ध्यान केंद्रित करेंगे।

अधिकतम माँग (Maximum Demand)

यह एक महीने या विशेष अवधि में निरीक्षण की गई अधिकतम विद्युत माँग है।

गर्मियों के दौरान और सदियों के मौसम में रात समय मांग अधिकतम माँग 18 **घण्टे से** 24 घण्टे के बीच होती है। Fig 1 देखें। शेष समय में अधिकतम मांग कम होती है। इस प्रकार अधिकतम लोड डिमांड कनेक्टेड लोड की अपेक्षा कम रहता है, क्योंकि सभी उपभोक्ता एक ही समया में संयोजित लोड को ऑन नहीं करते।

Fig 1



अधिकतम माँग का ज्ञान होना अतिआवश्यक है, क्योकि यह शक्ति केंद्रों की क्षमता निर्धारण में मदद करता है और शक्ति केंद्र अधिकतम माँग को पूरा करने में सक्षम होना चाहिए।

किसी शक्ति केंद्र के अधिक्तम माँग तथा उससे जुड़ी भार के अनुपात को डिमांड फैक्टर के नाम से जाना जाता है

$$\text{Demand factor} = \frac{\text{Max. Demand}}{\text{Connected load}}$$

अधिकांशतः इसका मान एक से कम रहता है। प्लांट में लगे उपकरणों कही क्षमता निर्धारित करने हेतु डिमांड फौक्टर की जानकारी हेतू आवश्यक है।

औसत माँग (Average demand)

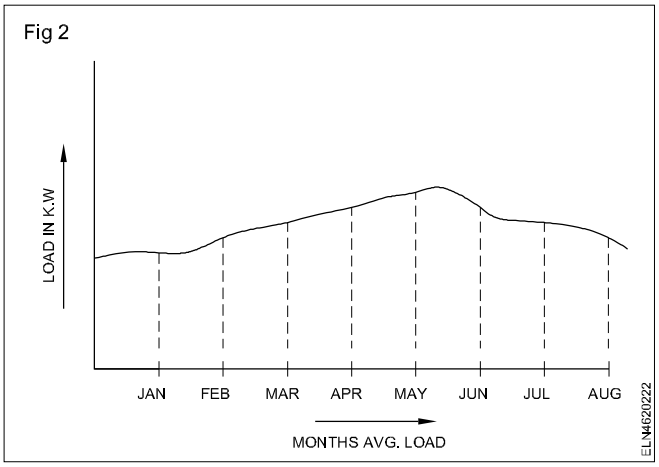
औसम माँग एक माह की कुल मांग को दिनों की संख्या में विभाजित वह मांग है जो उस समय में उपयोग की गई है।

एक निश्चित अवधि के लिये आवश्यक भार निकालने के लिये एक माह की औसत माँग Fig 2 में दर्शाई गई है। स्पष्ट है कि आवश्यक लोड प्रत्येक माह में एक समान नहीं है, क्योंकि यह वातावरण जैसे-सर्दी, गर्मी व मानसून पर निर्भर करता है।

लोड फैक्टर (Load factor)

विद्युत अभियांत्रिकी में एक विशेष समय में लोड फैक्टर और उच्चतम लोड को विभाजित करके परिभाषित किया जाता है। यह विद्युत ऊर्जा के उपयोग दर और दक्षता के द्वारा मापी जाती है। निम्न लोड यह सूचित करता है कि विद्युत प्रणाली के लोड में किसी प्रकार की असंतुलन नहीं है। यदि उपभोक्ता या उत्पादक अधिक असंतुलन उत्पन्न करते हैं, तो इलेक्ट्रक डिस्ट्रीब्यूशन में लोड फैक्टर का मान बढ़ जाएगा।

Fig 2



$$f_{Load} = \frac{\text{Total load}}{\text{Maximum load in given time period}} \text{ or } \frac{\text{Total load}}{\text{Peak load.}}$$

उदाहारण के लिये - बड़ी व्यवसायिक बिजली बिल का प्रयोग दिया गया है :

- उच्चतम माँग = 436 KW
- उपयोग = 57 200 kWh
- बिल अवधि में दिनों की संख्या = 30

इस तरह :

- लोड फैक्टर = { 57 200 kWh/ (30 d x 24 hours per day x 436 kW) } x 100% = 18.22%

यह विशेष युक्ति या प्रणाली के लोड प्रोफाइल से ज्ञात किया जा सकता है। इसका मान हमेशा एक से कम रहता है, क्योंकि अधिकतम माँग,हमेशा औसत माँग से अधिक होता है। चूँकि उपकरण 24 घण्टे पूर्ण दक्षता के साथ प्रचालित नहीं किये जाते है। उच्च लोड फैक्टर यह दर्शाता है कि पावर का उपयोग लगभग स्थिर है। निम्न लोड फैक्टर कभी-कभी उच्च माँग निर्धारण को प्रदर्शित करता है। लम्बे समय तक निष्क्रिय रहने के पश्चात्, क्षमता बढ़ाने,उच्चतम सेवा बनाये रखने के लिये सिस्टम पर लगात बढ जाती है। इलेक्ट्रीकल दर प्रकार डिजाइन किया जाता है कि- अधिक लोड फैक्टर वाले ग्राहकों को प्रति kWh कम चार्ज किया जा सकता है।

लोड फैक्टर का डिमांड फैक्टर से पारस्परिक संबंध प्रायः भ्रम उत्पन्न करता है।

$$f_{Demand} = \frac{\text{Maximum load in given time period}}{\text{Maximum possibe load}}$$

ध्यान देने योग्य मुख्य अंतर यह है कि- डिमांड फाक्टर के हर का मान पूर्ण रूप से सिस्टम पर निर्भर करता है। क्योंकि यह डिमांड लोड फैक्टर, लोड फैक्टर से प्राप्त नहीं किया जा सकता, परन्तु सिस्टम के पूर्ण भार को जोड़ने की आवश्यकता संदेह में है।

विविधता कारक (Diversity factor)

डायवर्सिटी फैक्टर वह संभवित मान है जो, कि-उपकरण के प्राप्त होमा है। पूरे सिस्टम के लिये इसे सिस्टम के विभिन्न सब डिवीजन के व्यक्तिगत

असंयोजित भार के अनुपात के रूप में परिभाषित किया गया है। जो पूरे सिस्टम की अधिकतम माँग है

$$\text{Diversity factor} = \frac{\text{Sum of individual max Demands}}{\text{Maximum Demand}}$$

विविधता कारक (diversity factor) का मान हमेशा 1 से बड़ा होता है। क्योंकि सभी घटक (components) पर्ण भार पर (full load) एक साथ होते है ताकि इसका मान 1 हो सके। कुल भार उपकरण के विशेषताओं के जैसे समय पर भी निर्भर करता है। विविधाता कारक (diversity factor) एक अनुपात है जो यह दर्शाता है कि पूर्ण भार (full load) उनके अलग-अलग भागों को योग के बराबर नहीं होता है। उदाहरण के लिए हम 10 एयर कंडीसनर्स यूनिट ले सकते है प्रत्येक 20 टन। हम आमतौर पर इन इकाइयों के लिए औसत पूर्ण भार (full load) उपकरण प्रचालन को प्रत्येक वर्ष हेतू 2000 घंटे मान लेते है। चूँकि प्रत्येक इकाईयॉ थर्मोस्टेट द्वारा नियंत्रित होती है। सुविधा हेतु दिये गये उच्च प्रत्यावर्ती A/C भार (load) से यदि 10 इकाई बड़ी है तो एक बार में सभी दस इकाइयों की तुलना में कम लोड होगा।

इस प्रकार यद्यिप प्रत्येक यूनिट जो प्रत्येक वर्ष 2000 घंटे प्रचालित वे ण्क साथ पिक लोड प्रभावित नहीं करते है। विविधता कारक (Diver Factor)हमे उपयोगिता हेतू सविधा प्रदान करता है जिसके परिणामस्वरूप दस A/C इकाइयों के लिए कुल लोड (kw)कम होगा यदि हम इस सुविधा के लिए ऊर्जा संतुलन करते है इनके कुछ कारण होते है। प्ररंतु अधिकतम लोड के लिए डिमांड बैंलेस कई kw तक दिखाता है। इस प्रकार विविधाता कारक (Diversity Factor)का उपयोग उचित अधिकतम भार (Load) के लिए कर सकते है। विविधता कारक (kwh) को प्रभावित नहीं करता है, यह सिर्फ (kw) कों प्रभावित करता है।

प्लांट यूटिलिटी फैक्टर/ उद्योग उपयोगिता कारक (Plant utility factor)

यूटिलीटी फैक्टर या उपयोगी कारक उस समय का अनुपात है, जब उपकरण कसे टुकड़ा का उपयोग कुल समय के लिए होता है जिसे उपयोग किया जाता है कि अनुपात ऊर्जा का मात्र बन जाता है। इसका उपयोग अधिकतम संभव विभाजन द्वारा किया जाता है ये परिभाषाएँ बराबर हैं।

उपयोगिता कारक K_u अधिकतम भार (load) अनुपात है, जो सिस्टम की क्षमता (capacity) का मूल्यांकन करने के लिए तैयार किया जा सकता है। यह लोड कारक factor से नजदीकी संबंधित है। यह फैक्टर उपकरण द्वारा खपत वास्तविक (पावर समय औसत में) एवं कुल पावर प्लांट की क्षमता का अनुपात है।

$$\text{Utility Factor} = \frac{\text{Ratio of maximum power}}{\text{Plant capacity}} \times 100$$

उदाहरण के लिये- एक ओवर साइड मोटर (15 kW) जब ऑन हो तब 12 kW मोटर को चलाता है तब मोटर का लोड फैक्टर 12/15 = 80%. मोटर प्रतिदिन 8 घण्टे हेतू उपयोग में लाया जा जाता है, एक वर्ष में लाया जाता है, एक वर्ष में 50 सप्ताह उपयोग के घंटे आधार मोटर की उपयोगिता कारक 2800/8760 = 31.96% होगा। प्रतिवर्ष 2800 घंटे के आधार मोटर की उपयोगिता कारक 100% होगा।

पावर प्लांट की उपयोगिता कारक विभिन्न विद्युत मार्केट से संयंत्र पर मांग के अनुसार होता है।

लाइन - प्रोटेक्टिव रिले - प्रकार - प्रचानल (Line protective relays - types - operation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **रिले के वर्गीकरण की व्याख्या करना**
- **रिले के प्रकारों तथा उनके उपयोगों की सूची तैयार करना**
- **ओवर करंट, डिफरेंशियल, अर्थ फाल्ट, दूरी और अदिशीश रिले के प्राचानल के सिद्धांत का वणर्न करना**
- **रिले के विशेषताओं का व्यख्या करना**
- **ओवर वोल्टेज और अडंर वोल्टेज रिले के प्रचालन के सिद्धांतों का वणर्न करना**
- **रिले के टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग की आवश्यकता का वर्णन करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

रिले वह अवयव है ,जो सर्किट में असामान्य स्थिति पैदा होने पर ब्रेकर को संचालित करता है, यह दोष की मात्रा (कारण) जैसे CT की आउटपुट कंरट व PT आउटपुट वोल्टेज की गणना करता है और ब्रेकर के प्रचालन के लिये ट्रिपिंग सर्किट को सूचित करता है, जो कि टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग के मान तथा विशेषता के अनुसार कार्य करता है।

रिले का वर्गीकरण (Classification of Relays

रिले को मुख्यतः तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है, जो निम्नानुसार है:

1 **मान के आधार पर (Quantity sensed) :** विद्युत धारा, वोल्टेज,एक्टिव पावर, रिएक्टिव पावर तथा इम्पीडेंस।

2 **ट्रिपिंग (Tripping) :** क्षणिक ट्रिप, निर्धारित समय में और निधार्रित समय पश्चात ट्रिप।

3 **प्रचालन सिद्धांत (Operating principle) :** विद्युत चुम्बकीय रिले, इंडक्शन रिले, थर्मल रिले और स्थैतिक या डिजीटल रिले।

रिले के प्रकार (Types or relays) : आवश्यकता के अनुसार विभिन्न प्रकार के रिले प्रयोग किये जाते है जो निम्न है -

1 ओवर करंट रिले (Over current relay)

2 ओवर वोल्टेज रिले (Over voltage relay)

3 अडंर वोल्टेज रिले (Under voltage relay)

4 डिफ्रेशिंयल रिले (Differential relay)

5 अर्थ फाल्ट रिले (Earth fault relay)

6 डिस्टेंस रिले (Distance relay)

7 इम्पीडेंस रिले (Impedance relay)

8 एडमीटेंस रिले (Admittance relay)

9 रिएक्टेंस रिले (Reactance relay)

रिले ट्रांसमिशन लाइन के उपकरणों और उपकेंद्ररों की सुरक्षा के लिये उपयोग किये जाने वाले मुख्य उपकरणों में से एक है, ट्रांसमिशन और उपकेंद्रो में वितरण के लिये उपयोग किये जाने वाले उपकरण जैसे- ट्रांसफार्मर, लाइटिंग अरेस्टर (तड़ित चालक) अर्ध स्विच, आइसोलेटर, CT PT इत्यादि बहुत महंगे होते हैं और इन्हें क्षति से निरंतर बचाने की आवश्यकता होती है। उपभोक्ताओं को आपूर्ति बाधित किये बिना इन उपकरणों को बदलना या मरम्मत करना आसान कार्य नही है। अतः उपकरणों की सुरक्षा अतिआवश्यक है।

ओवर करंट, ओवर और अंडर वोल्टेज या अर्थ दोष के कई कारण :

ओवर करंट ओवर अडंर वोल्टेज या अर्थ दोष के कई कारण होते है, दोष के प्रकार कारण और उनसे होने वाले प्रभाव की सूची Table 1में दर्शाई गई है।

सारणी 1

क्रं. सं.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव
1	फेज से न्यूट्रल का शार्ट हो जाना	- कमजोर आवरण - कमजोर अवयव - मानव त्रुटि	- लाइन में अधिक धार प्रवाह - आग लग जाना
2	टांसमिशन लाइन में फेजों का परस्पर शार्ट हो जाना	- लाइन में पेड़ की शाखाओं का गिरना - टॉवर लाइन में साँप के गुजरने - तेज हवाएँ - प्राकृतिक आपदाओं से - मानव निर्मित दोष अव्यवस्था से	- बहूत अधिक धारा का प्रवाह होना - आग लग जाना - उपकरणों का व्यापक कप से क्षति पहुँचाना

क्रं. स.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव
3	फेज और अर्थ का संयोजन	- कमजोर आवरण - कमजोर अवयव - लो वोल्टेज हो जाना।	- लाइन में अधिक प्रवाह होना - आग लग जाना
4	बिजली आँधी-तुफान आदि	- प्राकृतिक आपदाएँ	- लाइन में अत्याधिक धारा प्रवाह होना - आग लग जाना - वोल्टेज में वृद्धि
5	अत्याधिक भार को अचानक विसंयोजित	- फ्यूज का टूट जाना	- वोल्टेज में वृद्धि
6	निर्धारित स्तर से लोड का बढ़ना	- मानव त्रुटि	- लाइन में वोल्टेज की कमी - लाइन में ओवरलोड हो जाना

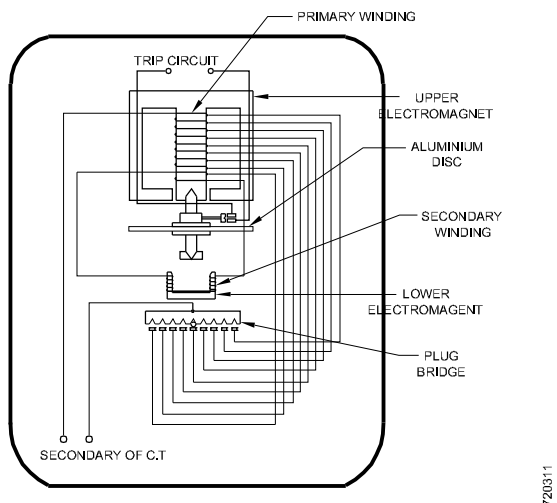
रिले के लिये प्रयोग किये जाने सेंसर (Sensors used for Relays)

रिले के कुल लाइन वोल्टेज या लोड करंट को स्वीकार नही कर सकता। विद्युत की एक अल्प मात्रा सेंसर के द्वारा रिले तक पहुँचती है, करंट ट्रांसफर्मर CT के नाम से तथा पोटेंशियल ट्रांसफर्मर PT के नाम से प्रचलित है, जो कि करंट रिले और वोल्टेज रिले के लिये सेंसर का कार्य करते हैं। लोड के आधार पर रिले को अपूर्ति की जाने वाली सेंसिंग क्वांटिटी (संवेदी मात्रा) विभिन्न इनपुट और आउटपुट अनुपात अभ्यास में दिया गया है।

करंट रिले का कार्य सिद्धांत (Working principle of current relay)

आपदाओं की स्थितियों से सुरक्षा प्रदान के लिये ट्रांसमिशन लाइनों और सबस्टेशन में व्यापक रूप से विद्युत चुम्बकीय रिले का प्रयोग किया जाता है। आधुनिक स्थैतिक (modern static) या डिजीटल रिले का नवीनतम प्रकार आजकल प्रचलन में है, प्रारंपरिक विद्युत चुम्बकीय रिले अब प्रचलन में नहीं है, क्योंकि उन्नति की दृष्टि से विद्युत चुम्बकीय रिले की कुल तुलना में डिजीटल रिले की उपयोगिता अधिक है। (Fig 1)

Fig 1



INDUCTION TYPE NON-DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY

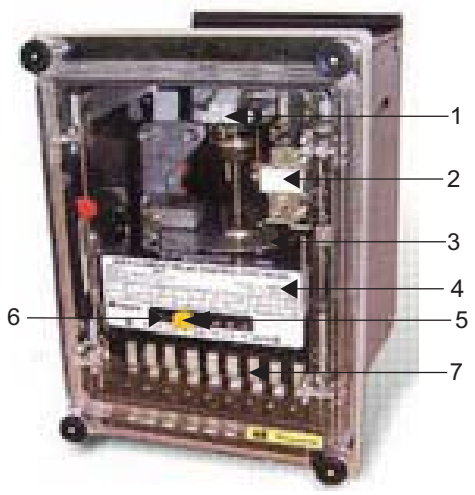
Fig में 2 विद्युत चुम्बकीय रिले के सामने (front) पैनल सेटिंग दृश्य को दर्शाता है।

1 टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग (TMS)

2 ट्रिप फ्लैग (Trip flag)

3 एल्युमिनीयम रोटेटिंग डिस्क (Aluminium rotating disc)

Fig 2



4 टाइम रिफरेंस डायल में दोष की मात्रा का प्रतिशत (Percentage fault quantity time reference dial)

5 टैप सेटिंग प्लग (Tap setting plug)

6 इनपुट फाल्ट क्वांटिटी (Input fault quantity) (V_{ONI})

7 कांटेक्ट प्लग टर्मिनल (Contact plug terminals)

एक इंडक्शन प्रकार का आवर लोड करंट रिले एक निश्चित न्यूनतम समय विशेषता के साथ विपरीत समय प्रचालन दे रहा है (Fig 1) , आवश्यक विशेषताओं हेतू एक ए.सी. एनर्जी मीटर कुछ संसोधित कर लगाया गया है। रिले में दो विद्युत चुम्बक होते है, उपर के इलेक्ट्रोमैग्नेट में दो दो बाइंडिग होती है। इसमें एक प्रायमरी वाइंडिंग होती है और यह अंतराल पर टेप की जाती है।

टेपिंग एक प्लग सेटिंग ब्रिज से जुड़ी रहती है, जिसके, द्वारा टर्न की संख्या का उपयोग किया जा सके। प्लग, ब्रिज उपयोग की दृष्टि से टेपिंग के साल मान को 25% स्टेप में 50% से 200% तक के ओवर करंट रेंज में व्यवस्थित (arranged) होता है। यदि अर्थ फाल्ट की स्थिति रिले हेतू यह आवश्यक होता है कि 10% स्टेप में 10% से 70% या 20 से 80% तक रेंज में कार्य करें। प्रत्येक टेपिंग हेतू निर्धारित मूल्यों को CT के फूल लोड प्रतिशत के संदर्भ में व्यकत किया जाता है। जिसके साथ रिले जुड़ा हुआ है और ऊपर दिये गये मान का प्रतिनिधित्व करता है जिससे डिस्क घूमने लगती है और अंत में सर्किट को ट्रिच कर देता है।

इस प्रकार पिक-अप करंट CT के निर्धारित सेकण्ड्री धारा के बराबर होता है उदाहरण के माना कि एक ओवर करंट रिले 150% करंट सेटिंग और CT 500/5A के साथ एक सप्लाई परिपथ से जुड़े है। CT का निधारित करंट (secondary) 5A है। अतः पिक अंप वोल्टेज 1.5 x 5 = 7.5 A होगा। उपरोक्त करंट सेटिंग के अनुसार रिले का प्रचालन वाल्टेज 7.5 A से अधिक या इसके बराबर होगा।

उसी तरह 50, 100 और 200% करंट सेटिंग के लिए क्रमशः रिले के लिए प्रचालन करंट 2.5A, 5 A और 10A होगा। निर्धारित करंट मान को अलग-अलग प्राप्त करनें हेतू टेपिंग वैल्यू पर एक पिन स्प्रिंग लोडेड जबडे के मध्यम (ब्रिज सॉकेट के) (insert) दिया जाता है जब सेटिंग मान को बदलने के उद्देश्य से पिन को निकाला जाता है,तो रिले स्वचालित रूप में उच्च मान पर सेट हो जाता है। इस प्रकार CT की सेक्ण्ड्री खुली नहीं है।

चलते हुए (moving) कॉटेक्ट (काँटा) डिस्क स्पिंडल में लगा रहता है। जग डिस्क को पूर्ण निर्धारित कोण पर घुमाया जाता है जो ब्रिज में दो स्थायी संपर्को (contact) को जोड़ता है वांछनीय (desired) समय देकर कोण को 0° और 360° के मध्य किसी भी मान पर सेट कर सकते हैं। आमतौर पर एक समायोजन बैक-स्टॉप को रूप में होती है जो चाप (arc) की लम्बाई को निधार्रित करती है जब डिस्क कम लम्बाई पर घूमता है। तब प्रचालन समय भी कम होगा।

गुणक की समय सीमा 0.05 के चरणों में 0 से 1 तक सत्यापित की जाती है। ये आँकड़े वास्तविक प्रचालन समय को नहीं दर्शाते परंतु ज्ञात समय को वास्तविक समय में परिवर्तन करने हेतु गुणकों का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार यदि टाइम सेटिंग 0.2, और दिया गया प्रचालन समय (PSM कर्व से) रिले के लिए 5 सेकण्ड है, तब वास्तविक प्रचालन समय 0.2 x 5 = (1 सेकण्ड) के बराबर होगा।

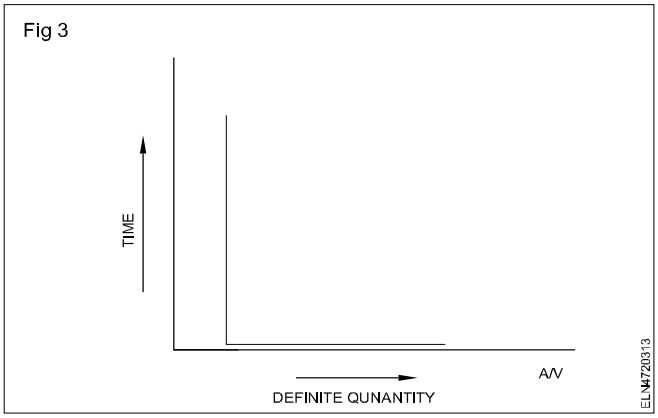
चूँकि डिस्क को निर्धारित कोण पर घूमने के लिए एक टार्क (समय के साथ)आवश्यक है जो प्रायमरी परिपथ में करंट के रूप में भिन्न होता है। अतः अधिक टॉर्क होने पर समय का मान कम होगा। इसलिए रिले का समय के साथ उल्टा विशेषता होता है।

रिले टाइम सेटिंग विशेषताएँ (Relay Time setting characteristics)

1 तत्कालिक ओव्हर करंट वोल्टेज रिले (Instsntaneous over current/voltage relay) -

दोष की स्थिति में या पूर्ण निर्धारित मान (ओव्हर/अडंर) करंट /वोल्टेज में पहँचने पर रिले तत्कालिक कार्य करता है। (Fig 3)

Fig 3

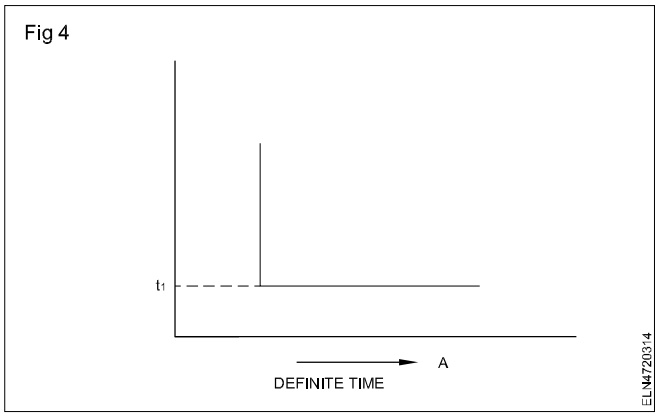


- जब फॉल्ट उनके चरम /अधिकतम मान तक पहुँच जाता है तक रिले निर्धारित समय में कार्य करता है।
- यह केवल दोष की मात्रा/मान पर कार्य करता है।
- प्रचालन/कार्य समय स्थिर (constant) रहता है।
- प्राचनल समय में निर्धारित समय से अतिरिक्त समय नहीं लेता
- यह दोष के अनुसार भिन्न होती है क्योंकि दोष और स्त्रोत के मध्य इंपीडेंस का अंतर होता है।
- यह 0.1 सेकंण्ड या उससे कम में कार्य कर सकता है।

2 निर्धारित समय (Definite time)

रिले की कार्य करनें की समयवधि को बनाए रखनें के लिए दो शर्तो को सुंतष्ट करना चाहिए। (Fig 4)

Fig 4

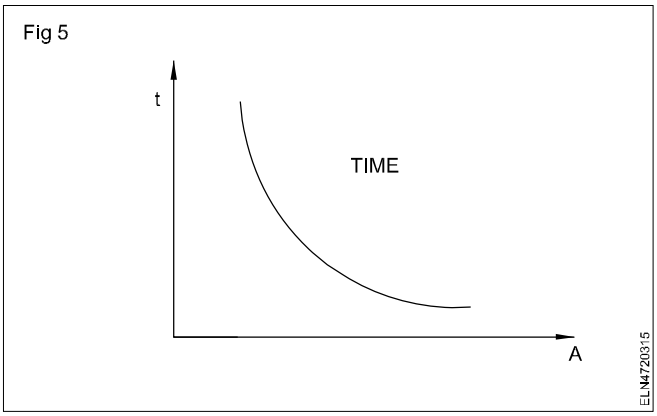


- इसका प्रचालन समय स्थिर (constant) होना चाहिए।
- फाल्ट की मात्रा का प्रचालन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
- इसमें समय को निर्धारित करने हेतू डायल होता है प्रचालन समय को सेट किया जा सकता है।
- फाल्ट/दोष कहाँ पर हुआ है अर्थात फाल्ट जगह का रिले को ट्रिपिंग सिस्टम से स्वतंत्र होना चाहिए।

3 इनवर्स टाइम (Inverse time)

प्रचालन समय - दोष की मात्रा के विपरीत होता है। इसलिए जब दोष अधिक मात्रा में होगा उतना ही फास्ट रिले काम करेगा मतलब प्रचालन में कम समय लगेगा (Fig 5) यहाँ अभ्यास के लिए कुछ सेटिंग है।

Fig 5



- स्टेडर्ड इनवर्स (Standard inverse)
- बेरी इनवर्स (Very inverse)
- एक्सट्रिमली इनवर्स (Extremely inverse)

दोष और समय में अंतर रिले का प्रचालन समय दोष (fault) मात्रा के विपरीत होता है।

इनवर्स टाइम रिले भी प्रचानल के लिए न्यूनतम रिवर्स समय (IDMT) चाहिए।

समय (time) डायल को सेट करके रिले के प्रचालन समय को बढ़ा सकते है। यदि रिले तेजी से काम करता है तब समय सेंटिग 0.5 सेकेंड और धीमा कार्य करने हेतू 10 सेकण्ड का समय होता है।

इनवर्स टाइम सेटिंग की अप्रत्यक्ष विशेषताएँ (Silent features of inverse time settings)

- दोष की मात्रा चरम सीमा में पहुंचते ही प्रचालन होता है।
- प्रचालन समय दोष की मात्रा पर निर्भर करता है।
- यह दोष में कमी होने पर करंट की विपरीत समय विशेषताएँ को बताता है और निर्धारित समय का मान बढ़ जाता है।
- यदि प्लग सेटिंग गुणक 10 के नीचे है तब विपरीत विशेषताएँ प्राप्त होती है,10 और 20 के माध्य मान निर्धारित समय विशेषताएँ को बताता है। Fig 6 विभिन्न इनवर्स टाइप को दिखाता है।

इनवर्स पर आधारित तीन विभिन्न कर्व चित्र 6 में दिखाता है-

सामान्य इनवर्स विशेषताएँ (Normal Inverse Characteristics)

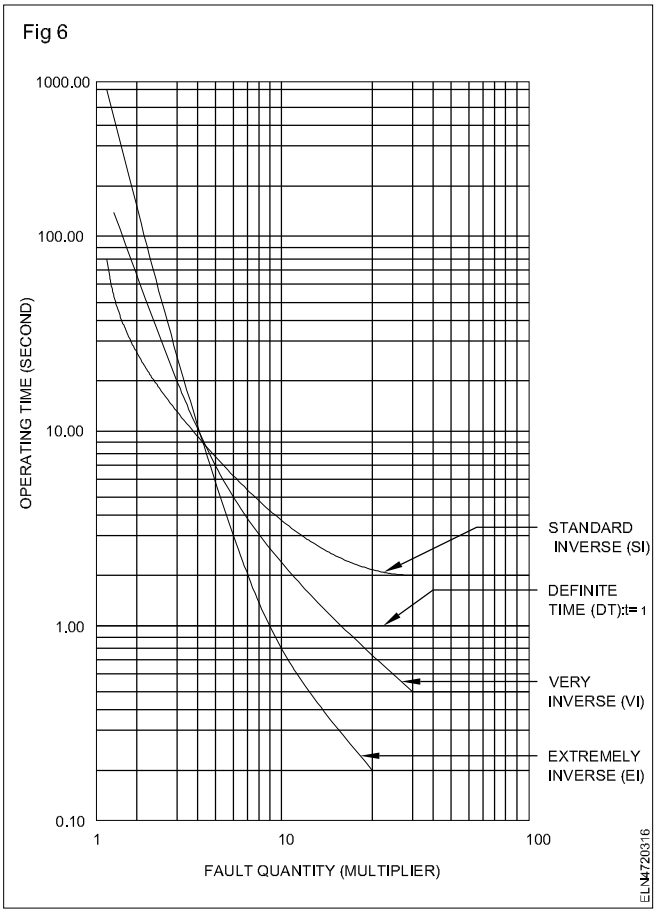
प्रचालन समय की सटीकता नामित/ दिये हुए प्रचालन समय से कुछ प्रतिशत का अंतर हो सकता है। प्रचालन (operating) समय की अनिश्चिता और प्रचालन समय प्राप्त करने के लिए एक सेकण्ड से भी कम समय के ग्रडिंग मार्जिन की आवश्यकता होती है।

सामान्य आवर करंट रिले समय के साथ प्रचालन में बहूत कम बदलाव रखते है।

अत्यधिक -विपरीत समय विशेषताएँ (Very inverse time characteristics)

- IDMT की तुलना में अधिक विपरीत लक्षण देता है।
- दोष की मात्रा में कमी होने पर इसका इस्तेमाल होता है क्योंकि स्त्रोत से दूरी बढ़ जाती है।

Fig 6



- अर्थ दोष के साथ प्रभावी है क्योकि वहाँ खड़ी विशेषताएँ है।
- उस जगह के लिए उपयुक्त है जब जहाँ पावर स्त्रोत दोष (fault)जगह से दूर है।
- खास कर उसके लिए उपयुक्त है जब सब स्टेशन से दूर शार्ट सर्किट दोष लगसतार हो रही है।
- इन विशेषताओं के कारण ग्रेडिंग मार्जिन का टाइमत बहुत कम 0.1 सेकेण्ड हो सकता है।
- जब दोष की मात्रा दोष क्षेत्र (fault location) निर्भर हो वहाँ उपयोग किया जाता है।

अत्याधिक विपरीत समय विशेषताएँ (Extremely inverse time characteristics)

- IDMT की तुलना में यह बहुत विपरीत विशेषताएँ रखता है।
- उच्च ताप होनें की स्थिति में सूरक्षा की दृष्टि से उचित होता है।
- प्रचालन समय लगभग दोष (fault) की मात्रा के वर्ग के व्यत्कमानुपाती होती है।
- करंट की मात्रा दोष की जगह में निर्भर हो तब इसका उपयोग कर सकते है।
- उच्च करंट की स्थिति जैसे फ्रीज,पम्प, वाटर हीटर इत्यादि के नियंत्रण के समय फीडर के सुरक्षा के लिए उचित है। और मंहगे केवल, ट्रांसफार्मर, जनरेटर के लिए भी उपयोगी है।

- फिडरों की सुरक्षा के लिए उपयुक्त, स्विटिचंग में पीक करन्ट (रेफ्रिजरेशन, पम्प वाटर हीटर आदि) और आवत्ति ट्रान्सफर्मर और मँहगे केबल।

अधिक समय व्युतकुम अभिलाक्षणिक (Long time inverse characteristics)

यह अभिलाक्षणिक बैक अप अथ दोष सुरक्षा के रूप में उपयोग किया जाता है जब समय दोष की मात्रा की तीव्रता के व्यतकमानुपाती होता है।

अधिक वोल्टेज और निम्न वोल्टेज रिले (Over voltage and under voltage relays)

यह इलेक्ट्रोमैग्नेटिक रिले इंडक्शन टाइप डिस्क टाइप रिले के सिद्धात पर कार्य करता है। इस रिले में उपयोग हुए संवेदक (sensor) इनपुट PT (potential transformer) से है जहाँ आउटपुट सामान्यतः AC 110v.

जब दोष (fault) उत्पन्न सब PT आउपुट में वोल्टेज उत्पन्न होता है जो डिस्क मशीन को घूमाने के लिए उत्तेजित करता है। जगब दोष लगातार बना रहता है और ट्रिप का समय सेट रहता है, रिले का डिस्क घूमता है और ब्रेकर में ट्रिप क्वाइल को ट्रिपिंग प्रक्रिया का सक्रिय करता है। ट्रिपिंग का समय चयन किए गए अभिलाक्षणिक के आधार पर पर सेट किया जाता है। रिले के पिक अप वोल्टेज का दोष वोल्टेज का दोष वोल्टेज के प्लग सेटिंग मान के साथ सत्यापित किया जाना चाहिए जो कि अधिक वोल्टेज/ निम्न वोल्टेज रिले के लिए अलग-अलग चयनित किए जाते है। टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग (TMS) को कम किया जा सकता है यदि स्थिति के अनुसार दोष की मात्रा अधिक हो।

टाइम मल्टीपलायर सेटिंग (Time multiplier setting)

यह वह सेटिंग है जो रिले के चयनित समय को रिले के किसी अन्य सेटिंग में परिवर्तन किए बिना, कम कर सकते है। टाइम मल्टीप्लायर रिले को उस स्थिति में तेजी से सक्रिय करने में मदद करता है जब दोष की मात्रा टेपिंग पर चयनित दोष मात्रा से 50% अधिक हो।

विभेदक सुरक्षा रिले (Differential protection relay)

विभेदक सुरक्षा जनरेटर, ट्रांसफार्मर, बस बार और ट्रांसमिशन लाइन को आंतरिक दोष के प्रभाव से बचाने के लिए बहुत विश्वयनीय विधि है। सामान्य प्रचालन अवस्था में CT में से प्रवाहित होने वाली धारा समान होती है अतः रिले कोइग यह बाह्य दोषों के लिए भी एक स्थिति है। विभेद सुरक्षा जनरेटर के भूसंपर्क (ground) जुड़े दोष के लिए प्रत्येक इनकमिंग लाइन में एक CT का उपयोग किया जाता है सभी इनकमिंब (अनेवाली) धाराओं के योग से तंलना की जाती है।

विभेदक सुरक्षा रिले का सामान्य योजना आरेख Fig 7 में है।

ट्रांसमिशन लाइम में पावर टांसफार्मर के लिए विभेदक रिले की स्थापना Fig 8.

दूरस्थ रिले/ एडमिटेन्स रिले (Distance relays / Admittance relay)

एक ट्रांसमिशन लाइन का इम्पीडेंस इसकी लंबाई के समानुपाती होता है। पूर्व निर्धारित बिंदु से दूरी की माप के लिए लाइन का इम्पीडेस मापी रिले

Fig 7

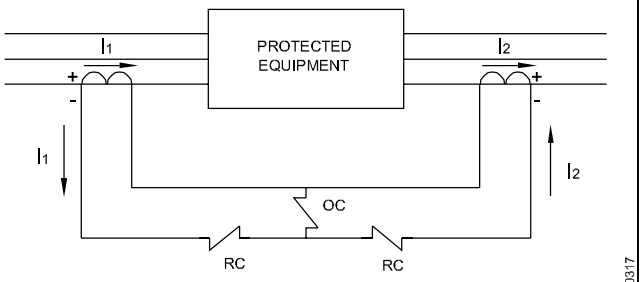
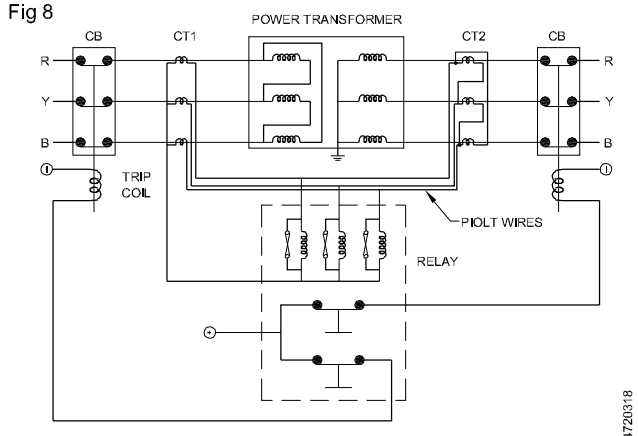


Fig 8



का उपयोग उचित है। इस प्रकार के रिले का वर्णन दूरस्थ (distance)रिले के रूप में किया गया है और इसे केवल रिले स्थान और चयनित पहुँच बिंदु के बीच प्रचालित करने के लिए तैयार किया जाता गया है। इस प्रकार विभिन्न अलग दिया जा स्कता है।

रिएम्टेंस रिले या शेडेड पोल टाइप मान डारेक्शनल रिले (Reactance relays (or) Shaded pole type non directional relay)

रिएक्टेस रिले का अभिलाक्षणिक सीधी रेखा होती है जोकि सुरक्षित लाइन के केवल रिएम्टेंस (X_L) से व्यहार करता है यह अदिशात्मक है और संपूर्ण संपूर्ण सुरक्षा को प्रतिरोध से स्वतंत्र बनाने के लिए ट्रिपिंग रिले के रूप में एडमिटेन्स रिले का पूरक है। यह विशेष रूप से छोटे लाइन लिए उपयोगी है जहाँ पर दोष आर्क प्रतिरोध के समान परिमाण के क्रम का हो।

रिले स्विच-गियर सुरक्षा में महत्वपूर्ण भागीदारी निभाता है। (विधुत चुम्बकीय) इलेक्ट्रोमेगनेटिक रिले सूरक्षा रिले की प्रथम पीढ़ी है और इसके कई गतिशील भाग होते है और प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करते है। इलेक्ट्रोमेग्नेटिक रिले एक समय में एक ही कार्य जैसे अत्याधिक घारा, अत्याधिक वोल्टेज या डिजीटल रिले के उपयोग से दूर कर ली गई जोकि कई कार्य कर सकता है और साथ ही इलेक्ट्रोमेग्नेटिक रिले से अधिक शुद्ध/ यर्थाथ होता है।

सर्किट ब्रेकर्स - भाग - कार्य - ट्रिपिंग तंत्र (Circuit breakers - parts - functions- tripping mechanism)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सर्किट ब्रेकर (circuit breaker) के संबंध में बताना**
- **विभिन्न प्रकार के सर्किट ब्रेकरों की सूची बनाना**
- **प्रत्येक सर्किट ब्रेकरों के भागों को स्पष्ट करना**
- **सर्किट ब्रेकरों के प्रचालन सिद्धांत को स्पष्ट करना**
- **सर्किट ब्रेकरों के अनुप्रयोग तथा उपयोग को स्पष्ट करना।**

सर्किट ब्रेकर (Circuit breaker)

परिपथ वियोजक (Circuit breakers), उपकरण या तंत्र है जो विद्युत परिपथ को पूर्ण करता है या अलग करता है। 240 वोल्ट सिंगल फेज सप्लाई हेतु सिंगल पोल स्विच का उपयोग परिपथ जोडने एवं अलग करने हेतू किया जा सकता है लो वोल्टेज (240) की स्थिति में चिंगारी (spark) नगण्य होता है और इससे आग नहीं लगती, क्योकि परिपथ या कांटेक्ट स्थानों में करंट का मान बहुत कम होता है।

लेकिन जग लोड एम्पियर का मान सैकडों में हो तब कांटेकटर्स में परिणामी चिंगारी अधिक होता है और यह विद्युत आग का कारण बनता है। इस समस्या के निदान के लिए कांटेक्टर्स पर चिंगारी को नियंत्रित या समाप्त करना होता है जिस उपकरण या यत्र का उपयोग विद्युत को तोड़ने और जोड़ने हेतू किया जाता है और उस समय स्पार्किंग भी समाप्त हो जाना चाहिए। ऐसा उपकरण परिपथ वियोजक (circuit breaker) कहलाता है।

परिपथ वियोजक (circuit breaker) का नामकरण उनके कांटेक्टर्स पर आग बुझाने/ चिंगारी नियंत्रित करने के आधार पर किया गया है- (1) एयर सर्किट ब्रेकर, (2) ऑयल सर्किट ब्रेकर, (3) बैक्कूम सर्किट ब्रेकर, (4) सल्फर हेक्साफ्लोराइड (SF_6) सर्किट ब्रेकर

एयर सर्किट ब्रेकर (Air circuit breaker) (ACB)

एयर ब्रेकर परिपथ वियोजक (circuit breaker) में प्राकृतिक हवा से या हवा के बौछार (blast) का उपयोग किया जाता है, चुँकि चिंगारी बंझाने के माध्यम पर ही इसका एयर सर्किट ब्रेकर्स है।

आयल सर्किट ब्रेकर्स के स्थान पर 15KV तक एयर सर्किट ब्रेकर का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है और शमन (quenching) के कारण आग लगनें की सभावना नहीं होती है।

उद्योग में व्यापक रूप सें एयर सर्किट ब्रेकर का उपयोग होता है, साथ ही ट्रांसफार्मर्स, मोर्ब्स जनरेटर्स/ आल्टरलनेटर इत्यादि के अलग-अलग सेक्शन के नियंत्रण और सुरक्षा के लिए पावर सिस्टम का उपयोग होता है और सिस्टम को स्थिर और विश्वनीय बनता है। जैसे फ्यूज, रिले , स्विच इत्यादि।

एयर सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of air - circuit breaker)

बाह्य हिस्से/ ACB के भाग (Fig 1)

1 ऑफ बटन (OFF button) (O)

2 ऑन बटन (ON button) (I)

3 मुख्य संपर्कक इंडीकेटर (Main contact position indicator)

4 ऊर्जा भंडारण यंत्र स्थिति इंडीकेटर (Energy storage mechanism status indicator)

5 रिसेट बटन (Reset button)

6 एल ई. डी. संकेतक (LED indicators)

7 नियंत्रक (Controller)

8 संयोजन परीक्षण - अलग होना और लॉक होने की यंत्र व्यवस्था ("Connection" "Test" and "isolated" position latching /locking mechanism)

9 यूजर पैडलॉक (User padlock)

10 संयोजन जॉच और परिपथ अलग होने की स्थिति में संकेतक (Connection, "Test", and isolated position indication)

11 कनेक्शन परीक्षण और पृथक स्थिति संकेत संपर्क (Connection test and isolated position indication contacts)

12 नाम पट्टिका (Name plate)

13 आंकिक पट्ट (Digital displays)

14 ऊर्जा संचायक हैंडल (Energy storage handle)

15 ड्रा आंऊट/ इन होल (Draw out /in hole)

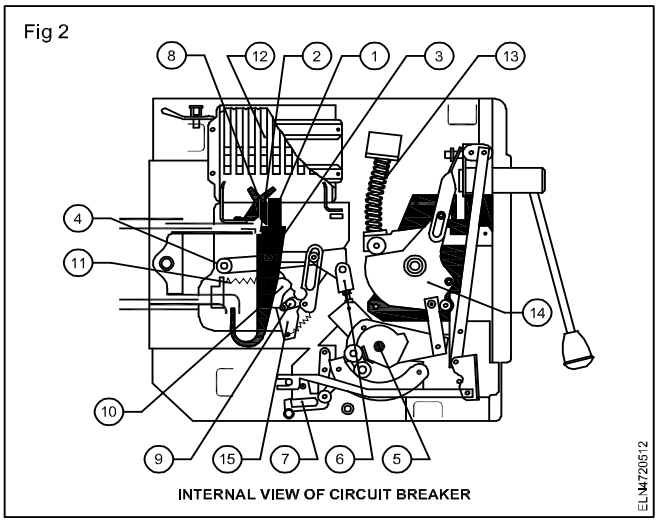
16 रॉकर रिपोजिट्री (Rocker repository)

17 ट्रिप रिसेट बटन (Trip reset button)

एयर सर्किट ब्रेकर की आतंरिक बनावट (Internal construction of air circuit breaker)

एयर सर्किट ब्रेकर के आंतरिक भाग (Fig 2)

Fig 2



1 शीट स्टील सर्पोटिंग स्ट्रक्चर (Sheet steel supporting structure)

2 प्रोटेक्शन ट्रिप इकाई हेतू करंट ट्रांसफार्मर (Current transformer for protection trip unit)

3 पोल ग्रुप इंसुलेटिंग बॉक्स (Pole group insulating box)

4 होरीजेंटल रेयर टर्मिनल (Horizontal rare terminals)

5 स्थायी मुख्य संपर्कक हेतू प्लेट (Plate for fixed main contacts)

6 स्थायी आर्किंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plates for fixed arcing contacts)

7 मुख्य मूविंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plate for main moving contacts)

8 अस्थाई आर्किंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plates for moving arcing contacts)

9 आर्किंग चैम्बर (Arcing chamber)

10 स्थायी प्रारूप/भाग हेतू टर्मिनल बाक्स- अस्थाई प्रारूप हेतू स्लाईडिंग सपंर्कक (Terminal box for fixed version - sliding contacts for withdrawable version)

11 प्रोटेक्शन ट्रिप यूनिट (Protection trip unit)

12 सर्किट ब्रेकर क्लोजिंग अज़ैर आपनिंग कंट्रोल (Circuit breaker closing and opening control)

13 क्लोजिंग स्प्रिंग (Closing springs)

14 स्प्रिंग लोडिंग व्यवस्था (Spring loading arrangement)

15 हस्तचलित रिलीजिंग लीवर (Manual releasing lever)

एयर सर्किट ब्रेकर के परिचालन सिद्धांत (Principle of operation of air circuit breaker)

- जब परिपथ वियोजक के द्वारा परिपथ खुलता है (opens) तब या तो परिपथ की स्थिति सामान्य होती है या परिपथ में कोई दोष होता है। कुछ चिंगारी मुख्य सपंर्कक (contact) में उत्पन्न होता है और कुछ करंट लोड की ओर प्रवाहित होता है जिसे आर्क द्वारा ट्राजिशन करंट कहा जाता है।
- परिपथ तोड़ते समय पैदा हुए चिंगारी को दबाया/ समाप्त जाना चाहिए दोष (fault) के दौरान चिंगारी समाप्त नहीं होने पर विद्युत आग को कारण बनेगा जिससे परिपथ लल सकता है या भारी नुकसान हो सकता है।
- आर्किंग के समय मुख्य संर्पकीकों को मध्य वोल्टेज उत्पन्न होती है जो रेटेड सप्लाई वोल्टेज से अधिक होगी जिसे ट्रांसजिशन वोल्टेज **(transition voltage)** कहते है।
- आर्क को बुझाने/समाप्त करने के लिए यह ट्रांजिशन वोल्टेज संक्रमण वोल्टेज को कम करना चाहिए। आर्कको मेंटेन करने के लिए जिस न्यूनतम वोल्टेज की आवश्यकता होती है उसे आर्क वोल्टेज कहते है। एयर सर्किट ब्रेकर में आर्क वोल्टेज को निम्नलिखत तीन तरीकों से बढ़ाया जा सकता है-
- आर्क प्लाजा को ठण्डा करके आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है। आर्क प्लाजा का मान कम होने पर, आर्क को बनाए रखनें के लिए अधिक वोल्टेज का आवश्यकता होती है।
- आर्क को कई श्रृंखलाओं में बाँटने पर भी आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है।
- आर्क पाथ की लम्बाई बढ़कर आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है। जैसे ही पाथ की लंबाई बढ़ाती है, पाथ की प्रतिरोध भी बढ़ती है। अतः आर्क वोल्टेज बढ़ जाता है।

कुछ ACB में संपर्क के दो जोड़े होते है। मुख्य जोड़े करंट को बढ़ाती है और कॉपर की बनी होती है। एक अतिरिक्त जोड़े (एयर कांटेक्ट) कार्बन का बना होता है जब ब्रेकर खोला जाता है, तो मुख्य संपर्क (contact) पहले खुलता है और आर्क कांटेक्टर्स चिपके रहते है। आर्क कांटेक्टर्स के अलग होने पर कुछ देर के लिए स्पार्किंग होती है।

अतः ट्रांजिशन वोल्टेज का मान कम होगा।

एयर सर्किट ब्रेकर के अनुप्रयोग एवं उपयोग (Application and uses of air circuit breaker)

- उद्योगों की सुरक्षा के लिए उपयोग किया जाता है।
- वैद्युतिक मशीनों की सामान्य सुरक्षा के लिए उपयोग किया जाता है।
- 15KV किला वोल्ट KVतक की विद्युत वितरण पद्धित में भी एयर सर्किट ब्रेकर का उपयोग किया जाता है।

- उच्च वोल्टेज तथा करंट एप्लीकेशनों की भाँति कम वोल्टेज तथा करंट एप्लीकेशनों में भी उपयोग किया जाता है।
- टांसफार्मर कैपीसिटर तर जनरेटरों की सुरक्षा के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

एयर सर्किट ब्रेकर के प्रकार (Types of air circuit breaker)

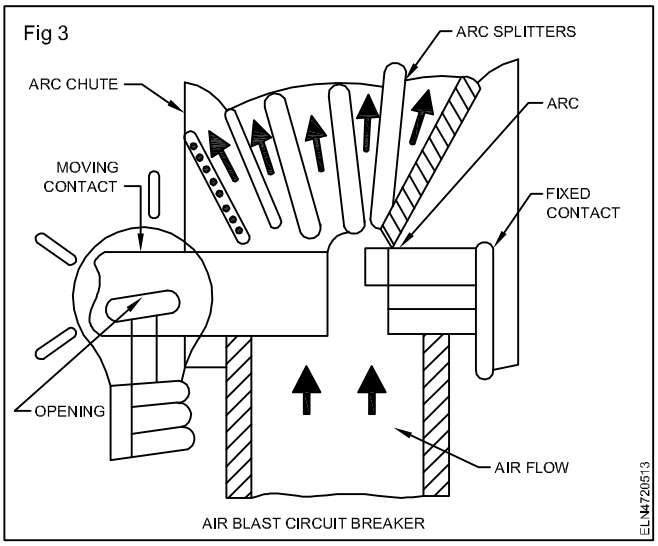
- प्लेन एयर सर्किट ब्रेकर (Plain air circuit breaker)
- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर (Air blast circuit breaker)

प्लेन एयर सर्किट ब्रकेर (Plain air circuit breaker)

सर्किट ब्रेकर में संयोजक (contact) के आप पास चारों ओर एक कक्ष स्थापित होता है। इस कक्ष को आर्क चट **("arc chute")** कहा जाता है। यह आर्क चट ठण्डा (cool) करने में सहायता करता है आर्क चट (refractory) से बने होते हैं।

आर्क चट पृथक धात्विक प्लेटों की सहायता से छोटे छोटे कई भागों में विभक्त होते हैं जिन्हें आर्क स्प्लिटंस कहते है और जो छोटे आर्क चट की तरह कार्य करते है जैसा कि Fig 3 में दर्शाया गया है। प्रारंभ में आर्क श्रेणी क्रम में विभक्त हो जाती है और आर्क वोल्टेज का मान सिस्टम वोलटेज से अधिक कर देता है कम वोल्टेज एप्लीकेशन में इन्हें प्राथमिकता दी जाती है।

Fig 3



AIR BLAST CIRCUIT BREAKER

एयर लास्ट सर्किट ब्रेकर (Air blast circuit breaker)

ACB जो आर्क विलोपन माध्यम के रूप में उच्च दबाव युक्ता हवा का उपयोग करता है, एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर कहलाता है।

इस प्रकार के सर्किट ब्रेकरि का उपयोग उच्च वोल्टेज एप्लीकेशन हेतू किया जाता है और जिसे अग्रलिखित तीन वर्गो में विभाजित किया जा सकता है।

- अक्षीय ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Axial blast air circuit breaker)
- तियंक ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Cross blast air circuit breaker)
- त्रिज्यीय ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Radial blast air circuit breaker)

एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर के लाभ (Advantages of air - blast circuit breaker)

- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर का उपयोग वहाँ होता है जहाँ तुरन्त प्रचालन (operation) आवश्यक्ता होती है कारण है इसकी कम आर्क ऊर्जा।
- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर के उपयोग से तेल के कारण आग लगने का खतरा टल जाता है।
- आर्क विलोपन की क्रिया अधिक तेज होती है।
- तेज आर्क विलोपन के कारण एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर का आकार छोटा होता है।
- धारा के सभी मान के लिए आर्क की समय अविध समान छोटी है।
- सर्किट ब्रेकर की प्रचालन गति (Operating speed) अधिक तेज होती है।
- प्रचालन की गति के कारण प्रचालन की स्थिरता उच्च होती है।
- इसे रखरखाव की आवश्यकता कम होती है।

एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर की हानियाँ (Disadvantages of air -blast circuit breaker)

- अतिरिक्त वायु आपूर्ति संयत्र (air supply plant) के लिए अतिरिक्त रखरखाव की आवश्यकता होती है।
- इसके लिए उच्च धारिता एयर कम्प्रेसर की आश्यकता होती है।
- वायु दाब रिसाव (air pressure leakage) की सम्भावना रहती है।
- उच्च दर पुनः आधाती (re - striking) वोल्टेज और धारा अवरूद्ध (current chopping) सभावना होती है।
- वायु की आर्क विलोपन (arc extinguishing) विशेषता अपेक्षाकृत तेल से कम होती है।

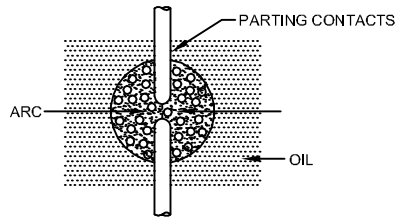
ऑयल सर्किट ब्रेकर Oil circuit breakers (OCB)

वे सर्किट ब्रेकर जो आर्क अवशोपित करने हेतू माध्यम के रूप में अनालक तेल जैसे ट्रांसफार्मर आयॅल का उपयोग करते है, ऑयल सर्किट ब्रेकर कहलाते है। OCB के मुख्य संयोजक (Contact) तेल के अन्दर खुली अवस्था में होते है और आर्क उनके बीच समाप्त हो जाती है। आर्क की ऊष्मा आसपास के तेल को वाष्पित कर देती है तथा उच्च दाब पर हाइड्रोजन गैस के रूप में अलग कर देती है।

हाइड्रोजन गैय का आयतन तेल के विघटित होने की मात्रा से हजार गुना अधिक होती है। परिणामस्वरूप तेल आर्क से दूर चला जाता है और यंयोजक के आर्क क्षेत्र के चारों ओर हाइड्रोजन गैस के बुलबुले फैल जाते है। आर्क विलोनप दो प्रक्रियाओं में पूर्ण होती है। पहले हाइड्रोजन गैंस उच्च ताप चालन करता है और आर्क को ठण्डा करता है इस प्रकार संयोजन के बीच माध्यम के निरावेषण (de-ionization) सहायता करता है।

दूसरा यह है कि गैस तेल में विक्षोभ पैदा करता है और संयोक बीच की जगह पर इसे मजबूती देता है इस प्रकार आर्क समाप्त हो है जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है। परिणाम स्वरूप आर्क शान्त जाता है और परिपथ की धारा बाधित हो जाती है।

Fig 4



CIRCUIT BREAKER

ELN4720514

आर्क शमन माध्यम के रूप में तेल के लाभ (The advantages of oil as an arc quenching medium)

i यह आर्क ऊर्जा शमन कर के तेल को गैंस में अपघटित कर देता है ,जो कि उत्कृष्ट शीतलन गुण होता है।

ii यह आचलक के रूप में कार्य करता है और मुख्य संयोजकों के बीच एक छोटे निकासी के रूप में कार्य करता है।

iii आसपास का तेल आर्क के करीब की सतह को ठण्डस करता है।

आर्क शमन माध्यम के रूप में तेल की हानियाँ (The disadvantages of oil as an arc quenching medium)

i यह ज्वलनशील है और इसमें आग लगने का खतरा है।

ii यह वायु के साथ विस्फोटक (explosive) मिश्रण का सकता है।

iii आर्किंग उत्पाद (जैसे-कार्बन) तेल में बने रहते है और अचालक तेल की गुणवत्ता को दूषित करता है।

iv अचालक तेल को नियतकालिक निरीक्षण और प्रतिसथापन की आवश्यकता होती है।

ऑयल सर्किट ब्रेकर के प्रकार (Types of oil circuit breakers)

a) प्लेन ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर (Plain break oil circuit breakers)

b) आर्क नियंत्रण ऑयल सर्किट ब्रेकर (Arc control oil circuit breakers)

ii लो आयॅल सर्किट ब्रेकर (Low oil circuit breakers)

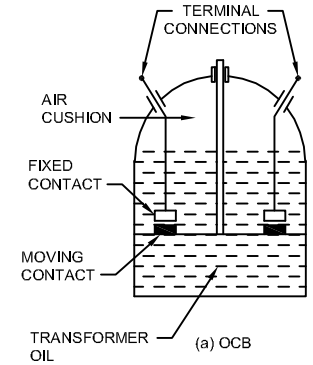
प्लेन ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर (Plain break oil circuit breakers)

प्लेन ब्रेक आयॅल सर्किट ब्रेकर में मुख्य यंयोजक (contacts) टैंक के पूरे तेल के नीचे व्यवस्थित होता है। संयोजको के पृथक्करण की लंबाई में बृद्धि के अतिरिक्त आर्क नियत्रंण की अन्य कोई विशेष प्रणाली नहीं है। आर्क का विलोपन तब छोटा है जब संयोजको के बीच विशेष गैस पहुचँ जाती है।

प्लेन ब्रेकक ऑयल सर्किट ब्रेकर सबसे पुरानी एवं सरल संरचना वाली ब्रेकर है। इसमे कड़े मौसम में भी स्थिर और अस्थिर संयोजक होते है । निश्चित स्तर तक भरी हुई अर्थ कसी टैंक तथा तेल स्तरत्त के उपर गद्देदार (cushion) वायु।

गद्देदार वायु (air cushion) असुरक्षित दबाव उत्पन्न किए बिना ही आर्क गैसों को पर्याप्त स्थान प्रदान करता है। यह उपर के तेल की गति भी अवशापित करता है Fig 5 डबल ब्रेक प्लेन ऑयल सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है। इसे डबल ब्रेक इसलिए कहा जाता है, क्योंकि यह श्रेणी में दो ब्रेक उपलब्ध करता है।

Fig 5



ELN4720515

कार्य सिद्धांत (Principle of working)

सामान्य प्रचालन परिस्थितियों में स्थिर तथा अस्थिर संयोजक बंद अवस्था में रहते है और सामान्य और सामान्य परिपथ धारा ले जाती है। जब दोष उत्पन्न होती है तो अस्थिर संयोजककों को ट्रिपिंग यंत्र द्वारा खींच लिया जाता है और एक आर्क उत्पन्न होता है जो तेल को हाइड्रोजन गैस में वाष्पीकृत करता है। आर्क विलापन निम्नखिति प्रक्रियाओं द्वारा पूर्ण होती है।

i आर्क के चारों ओर उत्पन्न हाइड्रोजन गैस के बुलबुलें चाप को ठण्डा करते है।

ii गैंस तेल में विक्षोभ उत्पन्न करता है तथा आर्क को विलोपित करने में सहायता करता है।

iii संयोजकों के पृथक्करण के कारण आर्क की लंबाई बढ़ जाती है आर्क वोल्टेज में वृद्धि हो जाती है।

परिणाम स्वरूप कुछ ही अंतराल में आर्क विलोपित हो जाता है और परिपथ की धारा बाधित हो जाती है।

हानियाँ (Disadvantages)

i अतंराल लंबाई के अतिरिक्त आर्क पर काई विशेष नियंत्रण नहीं है।

ii इन ब्रेकरों की आर्किंग समय असंगत और लंबी होती है।

iii अवरोध की गति कम होती है।

इन हानियों के कारण प्लेन-ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर का उपयोग कम वोल्टेज में किया जाता है। 11 KV से अधिक वोल्टेज के वोल्टेज के अनुप्रयोगों में नहीं जहाँ उच्च ब्रेकिंग क्षमता की आवश्यकता नहीं है।

आर्क नियंत्रण, ऑयल सर्किट ब्रेकर (Arc control oil circuit breakers)

प्लेन ब्रेक आयल सर्किट ब्रेकर में आर्क पर बहुत कम कृत्रिम नियंत्रण होता है। इसलिए आर्क को विलोपित करने के लिए आर्क का लंबा होना आवश्यक है। यदि अभी भी कुछ आर्कनियंत्रण को कम सम्पर्क अंतर (short contact gap) पर स्थापित किया जाता है, तो उसे आर्क नियंत्रण ऑयल सर्किट ब्रेकर कहते है।

ये 2 प्रकार के होते है

a सेल्फ-ब्लास्ट ऑयल सर्किट ब्रेकर (Self - blast OCB)

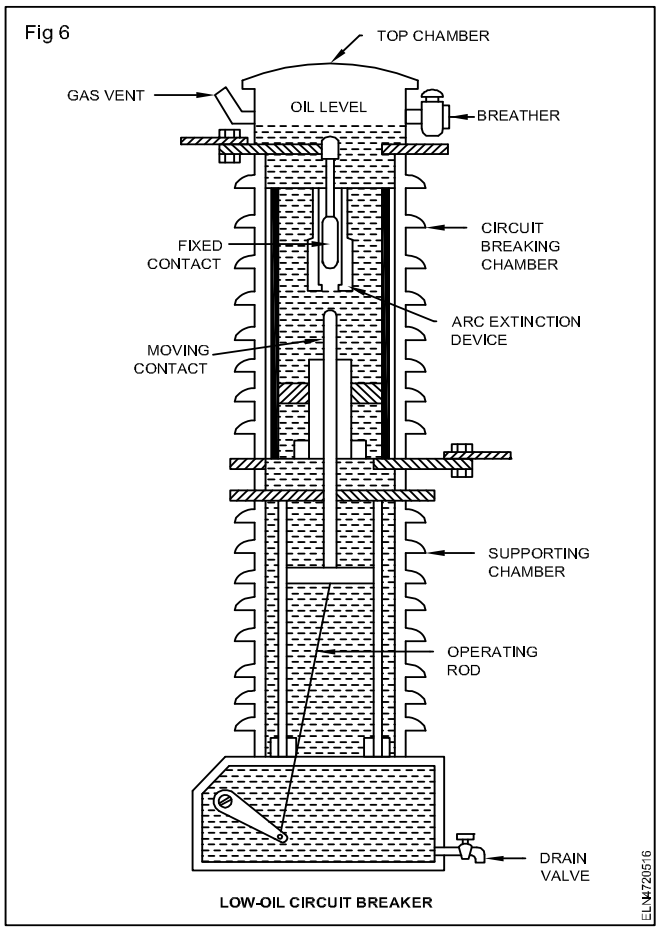
b फोर्सड्-ब्लास्ट ऑयल सर्किट ब्रेकर (Forced - blast OCB)

लो ऑयल सर्किट ब्रेकर (Low oil circuit breakers)

बल्क (bulk) ऑयल सर्किट ब्रेकर में कुछ प्रतिशत तेल (कुछ तेल का लगभग 10%) का ही उपयोग वास्तव में आर्क विलोपन हेतु किया जाता है। लेकिन बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर में भारी आयतन में उपयोग किए जाने वाले तेल, से टैंक का आकार, ब्रेकर का वजन, आग लगने का खतरा तथा रखरखाव की समस्या बढ़ जाती है।

उपरोक्त हानियों को दूर करने के लिए लो ऑयल सर्किट ब्रेकर को प्रचलन में लाया गया जिसमें अचालकता की दृष्टि से ठोस पदार्थों का उपयोग किया गया तथा कम मात्रा में तेल का उपयोग करता है, जो आर्क को विलोपित करने के लिए पर्याप्त है। उपयुक्त आर्क नियंत्रण युक्तियों (devices) का उपयोग करके, लो ऑयल सर्किट ब्रेकर में आर्क विलोपन को और सरल बनाया जा सकता है।

संरचना (Construction) : (Fig 6) सिंगल फेज लो ऑयल सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है। जहाँ दो कक्ष है, जो एक दूसरे से अलग एंव तेल से भरे है। उसकी कक्ष परिपथ वियोजन कक्ष **(circuit breaking chamber)** है जहाँ निचला कक्ष सहायक कक्ष **(supporting chamber)** है। दोनों कक्षों को अलग कर दिया जाता है और तेल को एक कक्ष से दूसरे कक्ष में मिलने से रोका जाता है।



इस व्यवस्था के तीन लाभ है।

1 परिपथ वियोजक कक्ष (circuit breaking chamber) को अल्प आयतन में तेल की आवश्यकता होती है, जो आर्क विलोपन के लिए पर्याप्त है।

2 प्रतिस्थापित होने वाले तेल की माँग काफी कम हो जाती है।

3 सहायक कक्ष (supporting chamber) में तेल आर्क द्वारा दूषित नहीं होता।

i **सहायक कक्ष (Supporting chamber) :** यह तेल से भरा हुआ चीनी मिट्टी का एक कक्ष होता है, जो परिपथ विजोजक कक्ष (circuit breaking chamber) के तेल से भौतिक रूप से अलग होता है। तेल सहायक कक्ष के अन्दर होता है। तथा चीनी मिट्टी केवल अचालक प्रायोजन हेतु रखा जाता है।

ii **परिपथ वियोजक कक्ष (Circuit breaking chamber) :** यह सहायक कक्ष के ऊपर लगा चिनी मिट्टी का बना कक्ष होता है। और तेल से भरा होता है। इसके निम्नलिखित भाग है।

a) स्थिर संयोजक (Fixed contacts)

b) अस्थिर संयोजक (Moving contacts)

c) टर्युलेटर (Turbulator)

मूविंग कान्टैक्ट एक निश्चित पिस्टन के माध्यम से उपरी कक्ष में प्रवेश करता है। टर्ब्युलेटर एक आर्क नियंत्रक युक्ति है और इसमें अक्षीय तथा त्रिज्यीय दोनों प्रकार के मार्ग (vents) होते है। कम धाराओं के लिए अक्षीय वेंट जबकि अधिक धारा रेटिंग की ब्रेकर के लिए त्रिज्यीय वेंट।

iii **ऊपरी कक्ष (Top chamber) :** यह परिपथ वियोजक कक्ष के ऊपरी में लगा एक धात्विक कक्ष होता है। यह परिपथ वियोजक कक्ष में तेल के प्रसार को स्थान देता है। ऊपरी कक्ष में भी एक गैंस वेंट पाइप तथा ब्रीदर होता है जिसके द्वारा बाहर जाने वाली गैंस तथा अन्दर प्रवेश करने वाली वायु दोषयुक्त धारा (fault current) के बेक्रिंग के दौरान परिपथ वियोजक कक्ष (circuit breaking chamber) से गुजर सकता है।

प्रचालन (Operation) : सामान्य प्रचालन की स्थिति में मूविंग कन्टैक्ट् स्थिर (Fixed) कान्टैक्ट के साथ जुड़ा होता है। जब दोष (fault) घटित होता है, तो ट्रिपिंग यंत्र के द्वारा मूविंग कान्टैक्ट को नीचे खींच लिया जाता है और आर्क उत्पन्न होता है। आर्क तेल को वाष्पित कर गैंस पैदा करता है, जो गैंस वेंट से बाहर निकल जाता है।

इस क्रिया के फलस्वरूप तेल, मूविंग कान्टैक्ट के केन्द्रीय छेद से होकर गुजरता है और तेल पर टर्ब्युलेटर से संबंधित वेंट की ओर बल लगाता है। गैंस जब वेंट से गुजरता है, तब तेल (oil) द्वारा आर्क पूर्ण रूप से बुझ जाता है।

लाभ (Advantages) : बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर की तुलना में एक लोआयल सर्किट ब्रेकर के लाभ निम्न है।

i इसके लिए ऑयल की आवश्यकता बहुत कम होती है

ii ब्रेकर की कीमत कम है

iii स्थान कम घेरता है।

iv इस ब्रेकर का वजन कम है।

iv आग लगने की संभावना कम है।

vi रखरखाव और समस्या कम है।

हानियाँ (Disadvantages) : बल्क ऑयल सार्किट ब्रेकर की तुलना में एक लो ऑयल सर्किट ब्रेकर की निम्न हानियाँ है।

i सम्पर्क जगह से गैंस के निकलने में परेशानी होती है।

ii तेल की कम लागत होने से कार्बन का प्रभाव बढ़ जाता है।

iii उच्च कार्बनीकरण की अधिकता से तेल का हाइलैक्टिव स्टैन्थ तेजी से घटता है।

बैक्यूम सर्किट ब्रेकर (Vacuum circuit breaker) (VCB)

जिस सर्किट ब्रेकर में आग बुझाने हेतु निर्वात (vacuum) माध्यम का उपयोग किया जाता है वैक्युम सर्किट ब्रेकर कहलाता है।

निर्वात में अन्य माध्यम की अपेक्षा उच्च कुचालक एंव आग बुझाने का गुण अकिध होता है, जब ब्रेकर का कान्टैक्ट निर्वाता (वैक्यूम) में खुलता है, तो आर्क के विरूद्ध तत्काल हाइलैक्ट्रिक स्टैन्थ अन्य सर्किट ब्रेकरी की तुलना में अत्याधिक होता है।

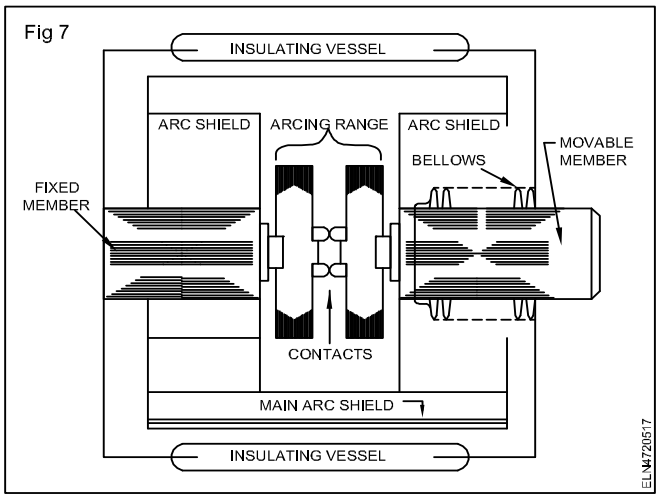
यह तकनीक केवल माध्यम वोल्टेज के लिए उचित है। उच्च वोल्टेज में उपयोग करने हेतु वैक्यूम तकनीक को विकसित किया जा रहा है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर का सिद्धान्त (Principle of vacuum circuit breaker)

- जब सर्किट ब्रेकर के कान्टैक्ट वैक्यूम (10^7 to 10^5 torr), में खोले जाते है धातु वाष्पों के आयनीकरण से कान्टैन्ट के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। (जैसे इलेक्ट्रान और आयन्स के संयोग से) हाँलाकि आर्क जल्दी से बुझ जाता है, क्योंकि धातु वाष्प के कारण हाइलैक्टिक स्ट्रैंथ उच्च होती है।
- वैक्यूम की अप्रत्यक्ष विशेषता यह है, कि जैसे ही वैक्यूम में अधिक उत्पन्न होता है, वह वैक्यूम के उच्च हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ के कारण शीघ्र बुझ जाता है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of vacuum circuit breaker)

Fig 7 में वैक्यूम सर्किट ब्रेकर के विशिष्ट भाग को दर्शाया गया है।



- फिक्स कांन्टैक्ट, मूविंग कांन्टैक्ट और वैक्यूम चेम्बर के अन्दर बंद आर्क कक्ष।
- चलित कांन्टैक्ट को स्टेनलेस स्टील द्वारा बंद कर दिया जाता है जो निंयत्रण यंत्र से जुड़ा होता है। यह रिसाव की संभावना को समाप्त करने के लिए वैक्यूम की स्थायी सिलिंग को मजबूत बनाता है ।
- बाहरी आवरण हेतु कॉच या सिरेमिक का बर्तन उपयोग होता है।
- आर्क सील्ड, बाहरी कुचालक आवरण के अन्दर धातु के वाष्प गिरने के समय रक्षा करता है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर के कार्य (Working of vacuum circuit breaker)

- जब ब्रेकर खुलता है, तो मूविंग कांन्टैक्ट्स फिल्म कान्टैक्ट्स से अलग हो जाता है और कांन्टैक्ट्स के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। आर्क का उत्पन्न होना कान्टैक्ट्स के पदार्थ और धातु के आयन्स में आयनीकरण के कारण है।
- आर्क शीघ्रता से बुझता है, क्योंकि धातु के वाष्प कम समय में ही विपरित हो जाते है ओर मूविंग तथा फिक्स कान्टैक्ट्स पर आर्क शीघ्र वापस आ जाता है।
- चूँकि वैक्यूम आर्क को तीव्रता से ढ़कने की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ करता है वेक्यूम ब्रेकर में आर्क बुझाने हेतु अलग से छोटा कान्टैक्ट्स (0.625 cm) लगा होता है।

VCB के अनुप्रयोग (Application of VCB)

- वैक्यूम सर्किट ब्रेकर का उपयोग 22KV से 66KV तक आउटडोर हेतु किया जाता है।
- ये बहुतायत ग्रामीण क्षेत्रों हेतु उपयोगी है।

सल्फर हेक्सा फ्लोराइड सर्किट ब्रेकर (Sulphur hexafluoride (SF_6) circuit breaker)

जिस सर्किट ब्रेकर में आग बुझाने हेतु सल्फर हेक्सा फ्लुराइड गैंस (SF_6) माध्यम का उपयोग होता है, उसे SF_6 सर्किट ब्रेकर कहा जाता है।

सल्फर हेक्सा फ्लुराइड गैंस (SF_6) एक इलेक्ट्रोनगेटिव गैंस है, जो इलेक्ट्रॉन को अवशोषित करने की मजबूत प्रवृत्ति रखता है। जब ब्रेकर के कान्टैक्यूस उच्च दाब के SF_6 गैंस माध्यम में खोले जाते है, तब उनके बीच आर्क उत्पन्न होता है।

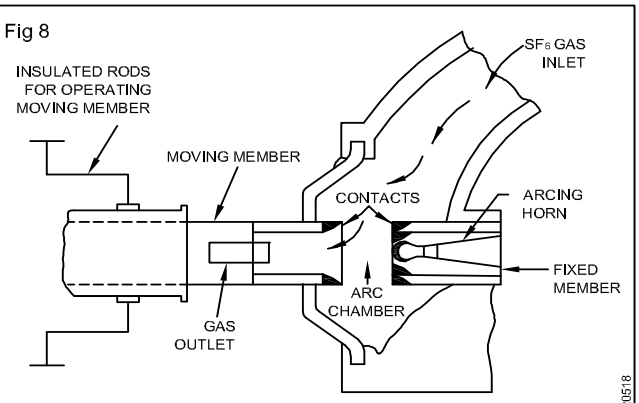
SF_6 गैंस, आर्क के मुक्त इलेक्ट्रॉन को अवशोषित कर नेगेटिव आयन्स बनाते है। नेगेटिव आयन्स इन्सुलेशन स्ट्रैन्थ को बढ़ाकर आर्क को बुझा देता है।

सल्फर हेक्सा फ्लोराइड (SF_6) सर्किट ब्रेकर उच्च शाक्ति और उच्च वोल्टेज में प्रयोग हेतु बहुत प्रभावी है।

SF6 सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of SF6 circuit breaker)

सर्किट ब्रेकर के बंद कक्ष में स्थिर और अस्थिर (moving) कान्टैक्ट्स होते है। (Fig 8) कक्ष को आर्क बाधित कक्ष (arc interruption chamber) कहा जाता है, जिसमें (SF_6) गैंस भरा होता है, जो (SF_6) गैंस के टैंक से जुड़ा होता है।

Fig 8



TYPICAL INTERNAL VIEW OF SF_6 - CB

जब ब्रेकर के कांस्टैक्ट्स खुलते है तो वाल्व यंत्र एक उच्च दबाव से हेक्सा फ्यूराइड गैंस को आर्क, वाधित कक्ष की ओर प्रवाहित करता है।

फिक्स, (fix) मूविंग और आर्किंग हार्न की युक्तियों को कॉपर टंगस्टन या आर्क प्रतिरोधी पदार्थ से लेपित किया जाता है। SF_6 गैंस महंगा होता है, अतः ब्रेकर के प्रत्येक बार उपयोग के पश्चात पुनः उपयोग हेतु उनके सहायक युक्तियों का नवीनीकरण किया जाता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर के कार्य (Working of SF_6 circuit breaker)

ब्रेकर के बंद स्थिति में कान्टैक्ट्स के चारों ओर SF_6 गैंस का दबाव 2.8 kg/cm^2 होता है। जब ब्रेकर खुलता है। मूविंग कान्टैक्ट्स अलग हो जाता है कान्टैक्ट्स के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। मूविंग कान्टैक्ट्स की गति एक वाल्व की अतः क्रिया के साथ देती है, जो SF_6 गैंस को 14kg /cm^2 दबाव के साथ SF_6 टैंक से आर्क बाधित कक्ष तक पहुँचाती है।

SF_6 गैंस का उच्च दबाव चार्ज इलेक्ट्रान्स के प्रभाव को समाप्त करता है जिससे कान्टैक्ट्स की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ तीव्रता से बढ़ती है। ब्रेकर प्रचालन के बाद वाल्व यंत्र स्प्रिंग सेट-अप से बंद हो जाता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर के लाभ (Advantage of SF_6 circuit breaker)

ऑयल तथा एयर सर्किट ब्रेकर की तुलना में SF_6 गैंस के बेहतर आर्क विलोयन (quenching) गुणों के कारण इस सर्किट ब्रेकर के कई लाभ है। कुछ लाभ नीचे दिए गए है।

1 इस प्रकार के सर्किट ब्रेकर की आर्किंग टाइम बहुत कम होती है।

2 SF_6 गैंस की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ हवा की तुलना में 2 से 3 गुना होती है, इस प्रकार के ब्रेकर धारा के अत्याधिक मान को रोक सकता है।

3 एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर की तरह SF_6 सर्किट ब्रेकर के प्रचालन (operation) के समय आवाज नहीं आती,न ही वातावरण में प्रदुषण होता है।

सर्किट ब्रेकर का ट्रिपिंग तंत्र (Tripping mechanism of circuit breakers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

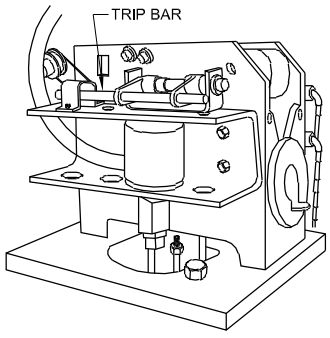
- **ट्रिपिंग तंत्र की आवश्यकता का वर्णन करना**
- **ट्रिपिंग तंत्र (mechanism) के प्रकार का वर्णन करना।**

सर्किट ब्रेकर का ट्रिपिंग तंत्र (Tripping mechanism of circuit breakers)

ट्रिप यंत्र (Trip mechanism) : ट्रिप यत्र को परिपथ की दोषपूर्ण स्थिति में चाही गयी समय में (स्वाचलित या हस्तचलित manually) परिपथ को तोड़ने हेतू लगया जाता है।

Fig 1 व्यवसथा (arrangement) दिखाता है जब सर्किट ब्रेकर ब्रद हो जाता है तब ट्रिप यंत्र एक लिंकेज पद्धित से लॉक हो जाता है। ट्रिप बार को उठाकर लॉक को स्वतंत्र (released) कर दिया जाता है।

Fig 1



ट्रिप बार एक ट्रिपिंग लीवर से जुड़ा रहता है जिसको हाथ से आपरेट/ चलाया जा सकता है। ट्रिपिंग लीवर सामान्य तौर पर लॉक स्थिति में रहता है। जब ट्रिप बार को उठाता जाता है तब सर्किट ब्रकेर के कॉटेक्ट खुल जाते है।

ट्रिप क्वॉयलें (Trip coils) : जब रिमोट प्रचालन वांछित हो (desired) ट्रिप क्वॉयल का उपयोग होता है। ट्रिप क्वायल एक छोटा सोलोनाइड होता है जो AC या DC से प्रचालित (Oprate) होता है। Fig 2 में ट्रिपिंग यंत्र का सामान्य व्यवस्था (arrangement) दिखाया गया है। एक प्लंजर सोलोनाइड में स्वतंत्र घूम सकता है जब सोलोनाइड एनरजाइज/चुम्बकित होता है तब ट्रिप स्विच का प्लंजर ऊपर उठता है और लॉक स्विच को स्वतंत्र करता है जो ट्रिप बार पकड़ उठता है। शॉर्ट सर्किट/ ओवर लोड और अडंर वोल्टेज के समय रिले कार्य करता है जैसे कि निम्न पैराग्रॉ में वर्णित है।

शंट ट्रिप क्वॉयलें (Shunt trip coils) : शंट ट्रिप क्वॉयल के लिए एक सहायक सप्लाई, C.T और रिले की आवश्यकता होती है रिले को समय-समय पर सुरक्षा देनें हेतू सेट किया जा सकता है। जब लोड करंट निर्धारित मान से अधिक हो जाती है तब रिले ट्रिप क्वॉयल परिपथ को बंद कर देती है यह रिले Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 2

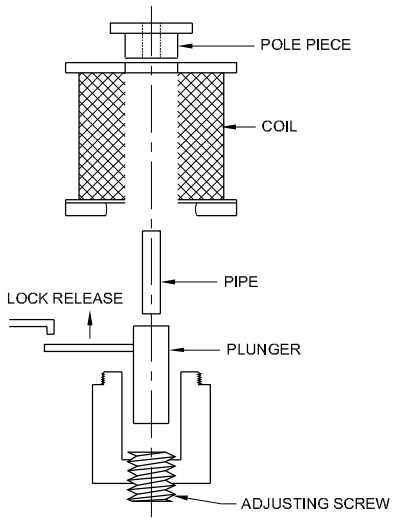
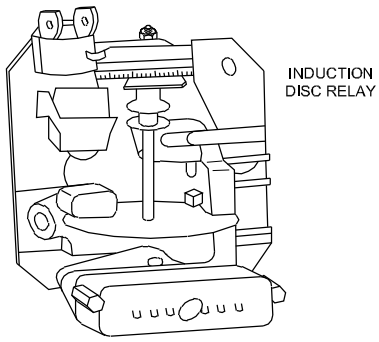
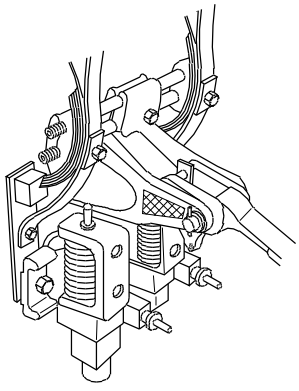


Fig 3



सीरीज ट्रिप कायल (Series trip coil) : Fig 4 में एक सीरीज ट्रिप क्वॉयल यंत्र सीरीज सोलोनायड स्प्रिंग के द्वारा नियंत्रित प्लंजर के साथ दिखाया गया है। जब लोड करंट रेटेड से अधिक होता है, तब प्लंजर के खीचाव द्वारा यंत्र ट्रिप हो जाता है।

Fig 4

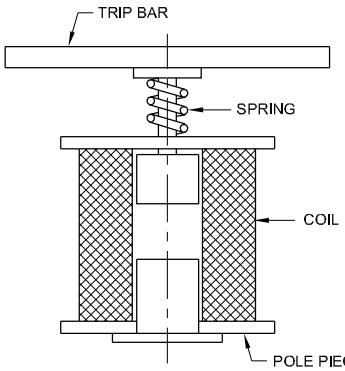


सर्किट ब्रेकर की प्रचालन के लिए जो आवश्यक करंट चाहिए वह उस स्क्रू के द्वारा सेट किया जाता है, जो प्लंजर के स्प्रिंग तनाव को नियंत्रित करता है। टाइम-लैग (प्रचालन समय धीमी) को डेस-पॉट की स्थिति को समायोजित कर सैट कर सकते है। जो ऑयल बांथ में प्लंजर के पिस्टल को जकड़ा होता है।

थ्री फेज सर्किट ब्रेकर में तीन सीरीज ट्रिप क्वॉयल होते हैं और थ्री पॉट, थ्री प्लंजर भी होता है। वे ट्रिपिंग यंत्र को एक साथ या अलग-अलग चला (Operate) सकते है।

अडंर वोल्टेज रिलीज कायल (Under voltage release coils) : वोल्टेज रिलीज क्वॉयल उन प्रतिष्ठानों/ स्थापनों में उपयोग किया जाता है जहॉ असमान्य लो वोल्टेज से परिपथ को अलग करने में की आवश्यकता होती है। अडंर वोल्टेज ट्रिप क्वॉयल की बनावट Fig 5 में, ट्रिप क्वायल के समान स्प्रिंग टेंशन से प्लंजर को दूर ले जाने वाला दिया गया है। समान्य प्रचालन स्थिति में सोलोनाइड चुम्बकत्व के कारण हैंडल स्प्रिंग तनाव के विपरीत नीचे खीचा हुआ रहता है।

Fig 5



जब सप्लाई वोल्टेज कम होता है तब अडंर वोल्टेज क्वायल की स्थिति ऐसी नहीं रहती है कि वह स्प्रिंग तनाव के विपरीत प्लंजर को पकड़ कर रख सकें। इस प्रकार प्लंजर ऊपर उठता है और ट्रिपिंग बार को सर्किट ब्रेकर को बंद (Trip) करने हेतू धकेल देता है।

सर्किट ब्रेकर (CB) का सुधार और रखरखाव (Repair and maintenance of CBs)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **OCB के सुधार और रखरखाव की विधि की व्याख्या करना**
- **ACB और VCB के सुधार रखरखाव और जॉच की विधियों का अध्ययन करना**
- **SF_6 सर्किट ब्रेकर की स्थिति में सुधार व रखरखाव के विधियों की वर्णन करना।**

किसी भी सर्किट ब्रेकर का मैलिक कार्य सर्किट को जोड़ना व तोड़ना है। डिजाइन व संचालन प्रक्रिया सर्किट के ब्रेकिंग/मेंकिंग लोड करंट पर निर्भर करती है माध्यम व चयन (ऑयल,एयर, वैक्युय या गैस) उसका आयतन सर्किट के जोड़ने व तोड़ने में मुख्य भूमिका लिभाते हैं। सर्किट ब्रेकर के लम्बी आयु को बनाये रखने के लिये उचित रखरखाव महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

ऑयल सर्किट ब्रेकर के सुधार और मरॅम्मत (Maintenance & repair of oil breaker)

विद्युत सुरक्षा परिपथ में यह प्रथम पीढ़ी का सर्किट ब्रेकर प्रयोग होता था, जो आज भी प्रचलन में है। ऑयल उच्च कुचालक है, जो शमन का प्रमुख माध्यम है और स्टोरेज ऑयल में मरम्मत कार्य करना कॉफी कठिन है जैसे बार-बार शुद्धीकरण ,रिकेडिशनिंग पुनः पूर्ति करना, और लीक प्रुफ स्टोरेज आदि। सर्किट ब्रेकर हमेशा अच्छी स्थिति में रखना चाहिए। तेल के भण्डारण, मरम्मत और रीफिलिंग की समस्या के कारण, ऑयल सर्किट ब्रेकरों को आधुनिक वैक्युम सर्किट ब्रेकर द्वारा बदल दिया है। अतं में समस्या निवारक चार्ट OCB के सुचारू रखरखाव और मरम्मत में सहायता करेगा।

ACB, और VCB का रखरखाव और मरम्मत (Maintenance & repair & ABC and VCB)

एयर सर्किट ब्रेकर बहुत निम्न,निम्न और मध्यम सर्किट ब्रेकर के चैम्बर में आर्क च्यूट्स(Air circuit) के साथ कम प्राक्रितक हवा प्रयोग होते है। VCB के लिये EHT लाइनों का उच्च वोल्टेज बड़े पैमाने पर किया जाता है।

ACB आर्क च्यूट्स के लिये उपयोग की जाने वाली प्राकृतिक हवा, या (forced air) दोनों ACB कक्ष में समान होते हैं,परंतु हाई वोल्टेज ACB में संपीड़ित हवा का प्रयोग किया जाता है। ACB को प्रचालित करने के लिये संपीडित हवा एयर चेम्बर और कम्प्रैशर आवश्यक है।

OCB के स्थिर और घूमने वाले संपर्कों में भी मरम्मत आवश्यक है कंडक्टर के टिप संपर्क भाग को बनाने के लिये मिश्र धातुओं का उपयोग किया जाता है। परंतु उपयोग में ये संपर्क आशिंक रूप से पिधल जाते है या खराब हो जाते है अन्यथा शीघ्रता से खराब हो जाते हैं।

लोडिंग स्प्रिंग और मैनुअल ऑपरेटिंग लीवर के तनाव की जाँच करें और किसी भी यांत्रिक भाग के खराब होने पर उसे ठीक करें। इसके प्रभावशाली के लिये क्वायल, इलेक्ट्रोमैग्नेट और अन्य विद्युतीय भागों की जाँच करें। विस्तृत मरम्मत और रखरखाव के लिये व्यापक सेवा चार्ट संलग्न है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर की मरम्मत और रखरखाव (Maintenance & repair of SF_6 circuit breaker)

यह इनडोर सबस्टेशन के लिये मुख्य रूप से एक उन्नत संस्कार और काम्पैक्ट है। SF_6 गैस जहरीला होता है, इसलिए SF_6 सर्किट ब्रेकर को प्रचलित करते है समय उचित सुरक्षात्मक गैजेट का उपयोग किया जाता है।

लोडिंग, ट्रिपिंग यंत्रावली VCB और ACB के समान है। उक्त रखरखाव व मरम्मत व मरम्मत को इस मामले में पालन करना पड़ता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर में मुख्य रखरखाव की आवश्यता गैस या चार्जिंग गैस को संभालना होता है। कियी भी गैस के कुल मात्रा को प्रतिस्थापित करना सभंव नहीं है। अधिक चक्र प्रचालित करने से गैस की क्षमता और दबाव में कभी आती है जो SF_6 सर्किट ब्रेकर के असफल होने का कारण बनती है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर चार्ट प्रासंगिक प्रसंगिक विफलता/ मरम्मत का वर्णन करता है।

समस्या-निवारण चार्ट - 1

क्र. न.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव/ निवारण
1	तेल का अत्यधिक गर्म होना	- डाइ-इलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ कम होना	- टैंक के अंदर अधिक समय तक ज्यादा स्पार्किंग होना - तेल को बदलें
2	तेल के स्तर का तेजी से गिरना	- टैंक में रिसाव होना	- लीकेज को ठीक करें।

क्र. स.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव/ निवारण
3	टैंक के नीचे में गंदगी जमा होना	- तेल के पुराने होने के कारण या पुराना तेल को फिल्टर करने के कारण	- टैंक के तली का उचित संपर्क न होना - तेल को फिल्टर करें।
4	सर्किट जोड़ने पर इलेक्ट्रोड संपर्क में लगातार स्पार्क होना	- चालकों के सतह का खराब होना - सही संपर्क का न होना - प्रेशर स्प्रिंग का खराब होना	- तेल का तापमान बढायें - टैंक के टुटे भाग को जोड़े - स्प्रिंग कांटेक्ट को ठीक करें।
5	मैनुअल अवस्था मे ट्रिप न होना	- लोडिंग स्प्रिंग का खराब होना - लोडिंग यंत्रावली का खराब होना	- टूटे भाग को सुधारना संभव नहीं है - ठीक करें।
6	दोष की अवस्था में ट्रिप न होना	- ट्रिपिंग यंत्रावली का खराब होना - ट्रिपिंग क्वायल का खराब होना	- दोष अवस्था ल्रगातार बनी रहेगा। - लाइन से जुड़ी मशीन खराब हो सकती है
7	प्रचालन के दौरान ACB ज्यादा आवाज करना	- एयर चेम्बर में एयर प्रेशर का कम होना	- एक बार चालू होने के बाद लगातार कंपन बना रहेगा - हवा के प्रेशर को सही करें।
8	चल संपर्क का टूटना	- अत्याधिक ऊष्मा - स्प्रिंग टेंशन का अधिक होना - एलायमेंट का सही न होना	- चल संपर्क के साथ अचल संपर्क का ठीक से संपर्क न होना - कंटेक्ट संपर्क को बदलें।
9	इलेक्ट्रोडों के ऊपरी सतह का गलत	- अधिक करंट प्रवाह सें ज्यादा स्पार्क होना - एलॉय मेटल का मापदंड सही न होना - आर्क शमन को निर्धारित मान से अधिक बढ़ाना	- अधिक घारा स्त्रोत की जाँच करें - एलॅय मेटल को उचित मापदण्ड का प्रयोग करें। - आर्क शमन को उचित माध्यम से सही तरह से करें।
10	ब्रेकर की आंतरिक ट्रिपिंग	- रिले सेटिंग का सही नहीं होना - लोडिंग स्प्रिंग का खराब/ दोषयुक्त होना - चल यंत्रावली का दोषयुक्त होना।	- सेटिंग को सही करें। - लोडिंग स्प्रिंग यंत्रावली में सुधार करें।
11	ब्रेकर से शॉक लेना	- अर्थ दोष	- अर्थ कनैक्शन को सही करें।

परियोजना कार्य (Project work)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **चयनित परियोजना का परियोजना विविरण बनाना**
- **सर्किट डायग्राम/ ले-आउट डायग्राम ड्रा करना**
- **विशेष सामाग्री और उनके भागों का सूची बनाना एवं प्राप्त करना**
- **कार्य योजना की सूची बनाना एवं उसे कार्यन्वित करना**
- **संपूर्ण कार्य योजना पर एक रिर्पोट बनाना और उसे जमा करना।**

परियोजना का चयन और उसका निष्पादन (Selection of project and its execution)

- परियोजना विस्तार से वार्तालाप आवश्यक है, जैसे मार्केटिंग फेसीलिटी,आधारित कीमत ,सामग्री की उपलब्धता एवं भविष्य में विकास और विस्तार शामिल हैं।
- कार्य शुरू करने से पहले सभी सामग्री और औजार एकत्रित कर लेना चाहिए।
- परियोजना में शामिल सभी सदस्य उससे सहमत होना चाहिए, तथा संबंधित उच्च विभाब से अनुमति प्राप्त होना चाहिए।
- निर्धारित समय सारणी के भीतर कार्य निष्पिादित करने के लिए कार्य उन्मुख्य योजना तैयार करें जिसे सभी सदस्यों द्वारा स्वीकार किया जाना चाहिए। और संबंधित प्ररिक्षक की स्वीकृति भी है।
- योजना के अनुसार परियोजना को पूर्ण करना चाहिए।
- योजना के अनुसार परियोजना का जाँच,परीक्षण, और पूर्ण करना चाहिए।
- परियोजना को उत्कृष्ट एवं कार्यकुशलता से पूर्ण करना चाहिए।

परियोजना का विवरण तैयार करना (Preparation of project report)

- विवरण रिर्पोट की शुरूआत उसके (प्रस्तावना) ज्ञात विषय से जुड़ी एक परिचयात्मक जानकारी के साथ शुरू हानी चाहिए। और वर्तमान परिस्थितियों में इसके महत्व को उजागर करना चाहिए।
- परियोजना के व्यवसायिक उपयोग और मार्केटिंग पर एक सर्वे करना चाहिए।
- एक संक्षिपत कार्य सिद्धांत और इसके संचालन को रिपोर्ट में चित्रित किया जाना चाहिए।
- रिर्पोट में रखरखाव, मरम्मत और इसके आवधिक सर्विसिंग आदि पर प्रकाश डालें।
- लागत किसी भी आरक्षण के बिना संबंधित के लिए प्रतिस्पर्धी और सस्ती होनी चाहिए।
- बड़े बदलाव के बिना उन्नत संस्करण में आगे विस्तार के लिए प्रोजेक्ट में लचीलापन होना चाहिए।
- रिर्पोट का संदर्भ प्रस्तकों और वेबसाइट के विवरणों के साथ सूचीबद्ध किया जाना चाहिए।
- रिर्पोट को पूरा कर जमा करना चाहिए।

परियोजना कार्य की सूची (List of project works)

1 बैटरी चार्जर / इमरजेंसी लाइट

2 टैंक के स्तर तक नियंत्रित करनें वाला पम्प मोटर।

3 SCR का उपयोग कर DC वोल्टेज कनर्वटर।

4 रिले का उपयोग कर लाजिक कंट्रोल कनर्वटर।

5 सेंसर का उपयोग कर अलार्म/ इंडीकेटर सर्किट।

नोट (Note) :

1 प्रत्येक समेस्टर के अनुसार कुछ परियोजना कार्य (केवल संकेत देने वाले) दिए जाए।

2 प्ररिक्षक अपने स्वयं के प्रोजेक्ट को डिजाइन कर सकता है। और इस तरह के अन्य प्रोजेक्ट को डिजाइन करने के लिए स्थानीय उद्योगों से कुछ प्रोजेक्ट भी ले सक्ता है।

3 इस परियोजना में गर्व से अधिकतम कौशल को शामिल किया जाना चाहिए। तथा उसमें कुछ समस्या निवारक कौशल भी डालना चाहिए। रीमवर्क पर जोर देना चाहिए। तालमेल/सहयोग और शक्ति की जानते हुए एक समूह में काम सौंपा जाना चाहिए। (कम से कम प्रशिक्षुओं का समुह) समूह को योजना निष्पादन, योगदान और सीखने के अनुप्रयोग का प्रदर्शन करना चाहिए। और उन्हें प्रोजेक्ट रिर्पोट प्रस्तुत करना चाहिए।

4 यदि प्रशिक्षक को लगता है, कि इस विशिष्ट परियोजना के लिए और अधिक समय की आवश्यकता है, तब वह उन घटकों और सहायक अवयवों को पूरा करने के लिए अतिरिक्त समय निश्चित कर सकता है। क्या यह पिछले सेमेस्टर में हो सकता है, या सामान्य ट्रेड प्रेक्टिकल के साथ पूरा किया जा सकता है।