

# மின் பணியாளர் (ELECTRICIAN)

NSQF நிலை - 5  
(NSQF Level - 5)

2-ஆம் ஆண்டு (தொகுதி - I of II)  
2<sup>nd</sup> year (Volume - I of II)

---

தொழிற் கருத்தியல்  
(TRADE THEORY)

---

பகுதி : பவர்  
(Sector : Power)



Directorate General of Training

பயிற்சித்துறை பொது இயக்ககம்,  
திறன்மிகு மேம்பாட்டு மற்றும் தொழில் முனைவோர் அமைச்சகம்,  
இந்திய அரசு



தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக  
தயாரிப்பு நிலையம், சென்னை

---

தபால் பெட்டி எண்: 3142, சி.டி.ஐ. வளாகம், கிண்டி, சென்னை - 600 032

பகுதி	: பவர்
Sector	: Power
காலம்	: 2 ஆண்டுகள்
Duration	: 2 Years
தொழில்	: மின்பணியாளர் - தொழிற்கருத்தியல் - 2-ஆம் ஆண்டு (தொகுதி - I of II) (NSQF நிலை -5)
Trade	: Electrician - Trade Theory - 2 <sup>nd</sup> year (Volume I of II) (NSQF Level -5)

உருவாக்கம் மற்றும் வெளியீடு



தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையம்  
தபால் பெட்டி எண்: 3142,  
கிண்டி, சென்னை - 600032  
மின் அஞ்சல்: Chennai nimi@nic.in  
இணையதளம்: www.nimi.gov.in

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்  
தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையம்  
கிண்டி, சென்னை - 600032

முதல் பதிப்பு	: செப்டம்பர் 2019	பிரதிகள் : 3000
முதலாம் மறு பதிப்பு	: நவம்பர் 2019	பிரதிகள் : 250
இரண்டாம் மறு பதிப்பு	: டிசம்பர் 2019	பிரதிகள் : 2000

ரூ: 325/-

## முன்னுரை

இந்திய அரசாங்கத்தின் பேராவல் இலக்கான, 30 கோடி மக்களுக்கு, நால்வரில் ஒருவருக்கு வேலை உத்திரவாதத்தை 2020 ஆண்டிற்குள் ஏற்படுத்த தேசிய திறன் மேம்பாட்டு கொள்கை ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

திறன் மிகு கைவினைஞர்களை உருவாக்குவதில் தொழிற் பயிற்சி நிலையங்கள் (ITI) முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. இக்குறிக்கோளின் அடிப்படையில் தற்கால தொழிற்சாலைகளின் தேவைக்கேற்ப திறன் மிகு கைவினைஞர்களை உருவாக்கி பயிற்சியளிப்பதற்காக தொழிற்பயிற்சி பாடதிட்டத்தினை (ITI syllabus) மாற்றியமைக்க, தொழிற்கல்வி பயிற்றுனர்கள் மற்றும் கல்வியாளர்கள் பிரதிநிதிகளை உள்ளடக்கிய ஒரு ஆலோசனை குழுவானது (Mentor council) உருவாக்கப்பட்டது.

திறன் மேம்பாட்டு மற்றும் தொழில் முனைவோர் (MSD & E) அமைச்சகத்தின் பயிற்சி துறை தலைமை இயக்கத்தின் (DGT) கட்டுப்பாட்டில் இயங்கும் தன்னாட்சி நிறுவனமான தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையமானது (NIMI) தொழிற்பயிற்சி பெறுபவர்களுக்கும் மற்றும் அதைச் சார்ந்த துறைகளுக்கும், மாற்றியமைக்கப்பட்ட பாடத்திட்டத்தின்படி தொழிற்பயிற்சி ஊடக சிப்பங்களை (IMPS) உருவாக்கியும், உற்பத்தி செய்தும் மற்றும் விநியோகித்தும் வருகிறது.

தற்போது மாற்றியமைக்கப்பட்ட பாடத்தின்படி “மின் பணியாளர் - தொழிற் கருத்தியல் - 2-ஆம் ஆண்டு (தொகுதி - I of II) (NSQF நிலை - 5), பவர் பிரிவு பயிற்சி ஊடகங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. NSQF நிலை - 5 பயிற்சியாளர்களுக்கு பயிற்சி ஊடகமானது தெளிவாக தயாரிக்கப்பட்டு தொழிற் பயிற்சி நிலையத்தில் பயிலுபவர்களுக்கும், பயிற்றுநர்களுக்கும் மற்றும் தொழிற் முதலீட்டார்களுக்கும் வரும் காலங்களில் பயிற்சியளிப்பதற்காக வெளியிடப்பட்டுள்ளது.

தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையத்துடன் ஒருங்கிணைந்து உழைத்து, தங்கள் பங்களிப்பை நல்கி இப்புத்தகம் வெளியிட உதவிய இயக்குநர், அனைத்து துறை பிரதிநிதிகள், ஊடக தயாரிப்பு குழு உறுப்பினர்கள் ஆகியோருக்கு எனது மனமார்ந்த பாராட்டுதல்களை உரிதாக்குகிறேன்.

இராஜேஷ் அகர்வால், I. A. S.,  
பொது இயக்குநர்/இணை செயலாளர்  
திறன்மிகு மேம்பாடு மற்றும் தொழில்  
முனைவோர் அமைச்சகம்  
இந்திய அரசு

## முகவுரை

இந்திய அரசின் தொழிலாளர் மற்றும் வேலைவாய்ப்பு அமைச்சகத்தின் கீழுள்ள வேலை வாய்ப்பு மற்றும் தொழிற்பயிற்சித் துறையின் பொது இயக்கத்தால் (D.G.E&T) (தற்பொழுது சுயத் தொழில் மற்றும் திறன் மேம்பாட்டு பயிற்சி துறையின் பொது இயக்குநரகம்) ஜெர்மனி கூட்டிணைப்பு குடியரசு தொழிற்நுட்ப உதவியுடன் தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையம் (NIMI) சென்னையில் 1986-ல் துவக்கப்பட்டது. இந்நிலையத்தின் முக்கிய குறிக்கோள் பல வேறு தொழிற்பிரிவுகளுக்கும், கைவினைஞர் மற்றும் NSQF பயிற்சி திட்டங்களுக்கு வகுத்துரைத்த பாடத் திட்டங்களின்படி கற்பித்தலுக்கான ஊடகங்களை உருவாக்கி அவற்றை வழங்குதல் ஆகும்.

தொழில் முறைப் பயிற்சியின் முக்கிய குறிக்கோள் இந்தியாவில் உள்ள தேசிய கலந்தாய்வு தொழில் முறைப்பயிற்சி (NCVT), தேசிய தொழில் பழகுநர் பயிற்சி கலந்தாய்வு ஆகியவற்றிற்கு ஒரு வேலையினை (job) தனி ஒருவனால் திறன் மேம்பாட்டுடன் செய்ய உதவும் வகையில் மனதில் கொண்டு கற்பித்தலுக்கான சாதனங்களை உருவாக்க வேண்டும். கற்பித்தலுக்கான சாதனங்கள் கருத்தியில்/அறிவியல் ஊடகங்களாக சிப்பங்கள் வடிவில் (IMP) உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஒரு கருத்தியல் ஊடக சிப்பத்தில் கருத்தியல் புத்தகம், செய்முறை புத்தகம், ஆய்வு மற்றும் வகுத்தொதுக்குதல் (Assignment) புத்தகம், பயிற்றுநர் வழிகாட்டி, கேட்பொலி காட்சி கருவி (சுவர் விளக்கப்படம் மற்றும் ஒளிபுகும் ஊடகம்) மற்றும் அதனை சார்ந்த சாதனங்கள் ஆகியவை அடங்கியிருக்கும்.

ஒரு கருத்தியல் புத்தகம், ஒரு பயிற்சியாளர் ஒரு வேலையை (job) செய்வதற்கு தேவையான அளவு சார்பு அறிவினை கொடுக்கிறது. தேர்வு மற்றும் வகுத்தொகுத்தல் பயிற்றுநருக்கு பயிற்சியாளரின் செயல்திறனை மதிப்பிடு செய்வதற்கும் அவர்களுக்கு வகுத்தொகுத்தலை தருவதற்கும் பயன்படுகிறது. சுவர் விளக்கப்படங்கள் மற்றும் ஒளிபுகும் ஊடகங்கள் பயிற்றுநருக்கு பாடங்களை சிறப்பாக எடுப்பதற்கு உதவி செய்வது மட்டுமல்லாமல், பயிற்சியாளர் எவ்வளவு புரிந்து கொண்டு உள்ளார்கள் என்பதை மதிப்பிடு செய்ய உதவுகிறது. பயிற்றுநர் வழிகாட்டி பயிற்றுநருக்கு அவரின் அறிவுரைகளை பட்டியல் திட்டத்திற்கு, தேவையான கச்சாப்பொருட்களை திட்டமிடுவதற்கு, நாள்தோறும் பாடங்களையும் மற்றும் செய்முறை விளக்கங்கள் நடத்துவதற்கு வழிசெய்கிறது.

பயனுள்ள குழு/அணி வேலைக்கு கடினமான திறன் மேம்பாடு தேவைக்கு அறிவியல் ஊடகசிப்பம் செயல்படுகிறது. வகுத்துரைத்த முக்கியமான திறன்களை சேர்ப்பதற்கு தேவையான கவனம் எடுத்துக் கொண்டு உள்ளது.

ஒரு பயிற்சி நிலையத்தில் முழுமையான கருத்தியல் ஊடக சிப்பம் இருந்தால் அது பயிற்றுநர் மற்றும் மேலாண்மை ஆகிய இரண்டுக்கும் பயனுள்ள பயிற்சியினை கொடுப்பதற்கு உதவுகிறது.

தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையத்தின் பணியாளர்களின் கூட்டு முயற்சி மற்றும் ஊடக வளர்ச்சி குழுவின்கு அரசு மற்றும் தனியார் துறை தொழிற்சாலையை சார்ந்த நபர்கள், பொது இயக்குநரகம் பயிற்சியின் (DGT) கீழ் உள்ள பல்வேறு பயிற்சி நிலையத்தின் நபர்கள், அரசு மற்றும் தனியார் தொழிற்பயிற்சி நிலையத்தின் நபர்களின் கூட்டு முயற்சியால் வெளிவந்ததுதான் இந்த கருத்தியில் ஊடக சிப்பம்.

பல்வேறு மாநில அரசுகளின் வேலைவாய்ப்பு & பயிற்சித்துறை இயக்குநர்கள், பொது மற்றும் தனியார் தொழிற்சாலையில் உள்ள பயிற்சி துறை, DGT அலுவலர்கள் மற்றும் DGT சார்ந்த பயிற்சி நிலையங்கள், தனி ஊடக வளர்ச்சியாளர்கள் மற்றும் உதவியாளர்கள், ஆகியவர்களுக்கு NIMI ஆனது உண்மையான நன்றியினை இச்சந்தர்ப்பத்தில் தெரிவித்துக்கொள்கிறது. மேலும் இவர்களின் சுறுசுறுப்பான துணைவு இல்லாமல் தேசிய கருத்தியல் ஊடக நிலையம் இந்த சாதனங்களை வெளிகொண்டு வந்திருக்க முடியாது

## ஏற்பறிவிப்பு

பவர் பிரிவு கைவினைஞர் NSQF பயிற்சி திட்டத்தின் கீழ் தொழிற் பிரிவுக்கான மின் பணியாளர் ஊடக சிப்பத்தை (தொழிற் கருத்தியல்) வெளியிட உதவிய ஊடக தயாரிப்பாளர்களுக்கும், அவர்களை அனுமதித்த நிறுவனங்களுக்கும், மற்றும் அவர்களது பங்களிப்பிற்கும், ஒத்துழைப்பிற்கும், தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடகத் தயாரிப்பு நிலையம் தனது மனமார்ந்த நன்றியினைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறது. இந்தப் புத்தகம் திருத்தப்பட்ட பாடத்திட்டத்தின்படி தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது.

### ஊடகத் தயாரிப்பு உறுப்பினர்கள் குழு

#### தமிழாக்கம்

திரு. D.S. வரதராசலு

துணை இயக்குநர்/ முதல்வர் (ஓய்வு)  
அரசினர் தொழிற்பயிற்சி நிலையம்  
அம்பத்தூர், சென்னை

திரு. G . எத்திராசலு

முதல்வர் (ஓய்வு)  
அரசினர் தொழிற்பயிற்சி நிலையம்  
கிண்டி, சென்னை

### ஊடக மேம்பாட்டின் ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திரு. நிர்மல்யா நாத்

துணை இயக்குநர்,  
மண்டல மொழி பெயர்ப்பு பொறுப்பாளர்,  
NIMI, சென்னை.

திரு. G . மைக்கிள் ஜானி

பயிற்சி அலுவலர்,  
ஒருங்கிணைப்பாளர் NIMI,  
சென்னை.

இந்த சிப்பத்தை உருவாக்கும் செயற்பாட்டில் மிகவும் சிறப்பாகவும் ஆழ்ந்த ஈடுபாடுடனும் பணியாற்றிய கணினி தட்டச்சர், கணினி வரை கலைஞர் மிசை அச்சப் பதிப்பாளர் ஆகியோருக்கு தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையம் (NIMI) தனது பாராட்டுதலைப் பதிவு செய்கிறது.

இந்த பயிற்சி கருத்தியலை உருவாக்கப் பங்களிப்பு நல்கிய இதர பணியாளர்களின் முயற்சிகளுக்கும் தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையம் (NIMI) தனது நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறது.

இந்த சிப்பத்திற்கு நேரிடையாகவும், மறைமுகமாகவும் உதவி செய்த மற்றவர்களுக்கும் தேசிய தொழிற்பயிற்சி ஊடக தயாரிப்பு நிலையம் (NIMI) தனது நன்றியினை தெரிவித்துக்கொள்கிறது.

## அறிமுகம்

தொழிற் கருத்தியல் கையேடு தொழிற் கூடத்தில் உபயோகிப்பதற்காக தயாரிக்கப்பட்டது. இதில் **மின்பணியாளர் 2-ஆம் ஆண்டு (தொகுதி - I of II)** -ல் கற்றுக் கொள்ள வேண்டிய பயிற்சிகள் வரிசையாக சேர்க்கப்பட்டுள்ளது மற்றும் பயிற்சிகள் செய்வதற்கான குறிப்புகள்/தகவல்கள் இடம் பெற்றிருக்கின்றன. இந்தப் பயிற்சிகள் NSQF நிலை - 5 வரையறுக்கப்பட்ட பாடதிட்டத்தின்படி எல்லா திறன்களும் துணை தொழிற்பிரிவு திறன் உட்பட மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது என்பதை உறுதி செய்கிறது பவர் 2-ஆம் ஆண்டு (தொகுதி - I of II) பாட திட்டத்தின் ஆறு தகவல்களாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. பல்வேறு தகவல்களுக்கு இடம் வழங்கப்பட்ட நேர விவரம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

தகவல்கு எண்	தகவல்கின் தலைப்பு	பயிற்சி	நேரம்/மணி
தகவல்கு 1	DC ஜெனரேட்டர்	8	90 மணி
தகவல்கு 2	DC மோட்டார்	8	110 மணி
தகவல்கு 3	AC 3 பேஸ் மோட்டார்	11	125 மணி
தகவல்கு 4	AC சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்	9	100 மணி
தகவல்கு 5	ஆல்டர்னேட்டர்	5	50 மணி
தகவல்கு 6	சிங்கரனோஸ் மோட்டார்		
	மற்றும் MG செட்	4	50 மணி
<b>மொத்தம்</b>		<b>45</b>	<b>525 மணி</b>

பாடதிட்டம் மற்றும் அதிலுள்ள விடயங்களை ஆழ்ந்து பார்க்கும்போது தகவல்கு ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையதாக உள்ளது மின்சார பிரிவில் இயந்திரங்கள் மற்றும் தளவாடங்கள் உள்ளதால் வேலை செய்யும் இடத்தின் அளவு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எனவே பல்வேறு தகவல்கிலுள்ள பயிற்சிகளை ஒன்றிணைத்து அதன்படி பயிற்சி மற்றும் கற்றுக்கொள்ளுதலை வரிசைபடுத்த வேண்டும். பல்வேறு தகவல்களுக்கு வழங்கப்பட்ட அறிவுரைகள் பயிற்றுநர் வழிகாட்டி புத்தகத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு வாரத்திற்கு 25 மணிநேரம் தொழிற் பயிற்சி செய்முறை அளிக்க வேண்டும். ஒரு வாரத்திற்கு 5 வேலை நாட்கள் என்று வைத்துக்கொண்டால் ஒரு மாதத்திற்கு 100 மணிநேரம் தொழிற்பயிற்சி செய்முறை அளிக்க வேண்டும்.

**தொழிற்பயிற்சி செய்முறையின் உள்ளடக்கம்**

**2-ஆம் ஆண்டு (தொகுதி - I of II)** செய்து முடிக்கப்பட வேண்டிய 45 பயிற்சிகளின் நோக்கமும், பயிற்சியின் முடிவில் பயிற்சியாளர்கள் திறன் பெற வேண்டியவைகளும் வரிசை படி கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

**நோக்கங்கள்**

ஒவ்வொரு பயிற்சியின் துவக்கத்திலும் பெறப்பட வேண்டிய திறன் குறித்து வரிசைபடுத்தப்பட்டுள்ளது.

**தேவையானவைகள்**

ஒவ்வொரு பயிற்சியின் முதல் பக்கத்தில் தேவைப்படும் கருவிகள்/அளக்கும் கருவிகள், இயந்திரங்கள்/ தளவாடங்கள், பொருட்கள் ஆகியவை தரப்பட்டுள்ளது.

**பயிற்சி வரைபடம் மற்றும் செய்முறை**

பணிமனையில் பெறவேண்டிய திறன்பயிற்சி, கருத்தியல் செய்திகளுடன் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. பயிற்சி திட்டத்தில் குறைந்த பட்ச Projects சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இது பயிற்சியாளர்களுக்கு இடையே குழுவாக பணியாற்றும் திறனை மேம்படுத்துகிறது. பயிற்சியாளர்களுக்கு உதவுதற்காக படங்கள் கம்பியமைப்பு, மின்சுற்று வரைபடம் ஆகியவை எங்கு தேவைப்படுகிறதோ அங்கு சேர்க்கப்பட்டுள்ளது வரை படங்களில் தரப்பட்டுள்ள குறியீடுகள் BIS அளவுகளின்படி வரையப்பட்டவைகள் ஆகும்.

செய்முறையை எவ்வாறு முடிவுக்கு கொண்டுவருவது என்பதும் தரப்பட்டுள்ளது. பயிற்சியாளர் மற்றும் பயிற்றுநரிடையே ஒருங்கிணைப்பு ஏற்பட இடைநிலை தேர்வு வினாக்கள் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

**திறன் தகவல்**

திறன் தகவல் தனியாக தரப்பட்டுள்ளது. திறன் உண்டாக்கும் பகுதிகள் பயிற்சியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த தொழிற்பயிற்சி செய்முறை புத்தகம் Written Instructional Material ன் ஒருபகுதியாகும். இதில் (WIM) தொழிற்பிரிவு கருத்தியல் மற்றும் சோதனைத்தாள் ஆகியவைகொண்டதாகும். சோதனைத்தாள் தேர்வுக்கான விடைகள் response தாளில் மட்டுமே எழுத வேண்டும்.



## பொருளடக்கம்

பயிற்சி எண்	பயிற்சிக்கான தொடர்பு கருத்தியல்	பக்க எண்
	<b>பகுதி 1 : DC ஜெனரேட்டர் (DC Generator)</b>	
3.1.115 & 116	D.C. ஜெனரேட்டர் - தத்துவம் - பாகங்கள் - வகைகள் - செயல் பாடுகள் e.m.f சமன்பாடு (DC generator - principle - parts - types - function - e.m.f equation)	1
3.1.117	DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தத்தை உருவாக்குதல் (Building up of a DC shunt generator)	21
3.1.118	DC இயந்திரத்திற்கான மின் தொடர்ச்சி மற்றும் இன்சுலேஷன் மின் தடையை சோதித்தல் (Test a DC machine for continuity and insulation resistance)	25
3.1.120 - 123	D.C.ஜெனரேட்டரின் குணாதிசயங்கள் (Characteristics of DC Generator)	28
	<b>பகுதி 2 : DC மோட்டார் (DC Motor)</b>	
3.2.119 & 124 - 3.2.127	DC மோட்டார் - தத்துவம் மற்றும் வகைகள் (DC Motor - principle and types)	48
3.2.128	DC மோட்டார்களின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் மற்றும் அவற்றின் பயன்கள் (Speed control methods of a DC motor and their applications)	68
3.2.129	DC இயந்திரத்தின் குறைபாடுகளை நிவர்த்தி செய்தல் (Troubleshooting in DC machines)	75
3.2.130	வையின்டிங்கில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்கள் - லீல்டு காயில் வையின்டிங் (Materials used for winding - field coil winding)	86
	<b>பகுதி 3 : AC 3 பேஸ் மோட்டார் (AC Three Phase Motor)</b>	
3.3.131 - 139	மின் தூண்டல் மோட்டாரின் தத்துவம் (Principle of induction motor)	120
3.3.140	AC வையின்டிங்குகளில் பயன்படுத்தப்படும் அடிப்படை பதங்கள் (Fundamental terms used in AC winding)	192
3.3.141	3 பேஸ் ஸ்கூரீல் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் மற்றும் ஸ்டார்ட்டர்களில் பராமரிப்பு, சீரமைப்பு மற்றும் பழுது நீக்குதல் (Maintenance, service and troubleshooting in AC 3 phase squirrel cage induction motor and starters)	225
	<b>பகுதி 4 : AC சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார் (AC Single Phase Motor)</b>	
3.4.142 - 150	சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்கள் - ஸ்பிலிட் பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார்- இன்டக்ஷன் ஸ்டார்ட்டர், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார் (Single phase motors - split phase induction motor - induction-start, induction-run motor)	241

பயிற்சி எண்	பயிற்சிக்கான தொடர்பு கருத்தியல்	பக்க எண்
<b>பகுதி 5 : ஆல்டர்னேட்டர் (Alternator)</b>		
3.5.151 - 153	ஆல்டர்னேட்டர் - தத்துவம் - துருவங்கள், வேகம் மற்றும் ஃபிரிக்குவன்சிகளுக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பு (Alternator - principle - relation between poles, speed and frequency)	276
3.5.154	ஆல்டர்னேட்டரின் குணாதிசயம் மற்றும் மின்னழுத்த ஒழுங்கு முறை (Characteristic and voltage regulation of the alternator)	289
3.5.155	3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களின் பக்க இணைப்பு இயக்க முறைகள் - பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர் (Parallel operation and synchronisation of three phase alternators - brushless alternator)	292
<b>பகுதி 6 : சிங்கரனோஸ் மோட்டார் மற்றும் MG செட் (Synchronous Motor and MG Set)</b>		
3.6.156 & 157	சிங்கரனோஸ் மோட்டார் (Synchronous motor)	300
3.6.158 & 159	MG செட், ரோட்டரி கன்வர்ட்டர் மற்றும் இன்வர்ட்டர் (MG set and rotary converter and inverter)	306
<b>ப்ராஜக்ட் வேலை</b>		<b>310</b>



**கற்றலின் முழுமையை மதிப்பிடும் செய்யும் முறை  
(LEARNING / ASSESSABLE OUTCOME)**

இப்புத்தகத்தின் முடிவில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- D.C இயந்திரங்களின் வரைபடத்தை வரைந்து, நிறுவ செய்து அதன் செயல்பாட்டை மதிப்பிடுதல்.
- D.C இயந்திரங்கள் மற்றும் மோட்டார் ஸ்டார்ட்டர்களை ஆய்வு செய்து பராமரித்தல்
- A.C மோட்டார்களின் வரைபடத்தை வரைந்து, நிறுவ செய்து, அதன் செயல்பாட்டை மதிப்பிடுதல்.
- A.C மோட்டார்கள் மற்றும் ஸ்டார்ட்டர்களை ஆய்வு செய்து பராமரித்தல்.
- ஆல்ட்டர்னேட்டர்/M.G செட்களின் வரைபடத்தை வரைந்து, ஆய்வு செய்து, அதன் செயல்பாட்டை மதிப்பிடுதல் மற்றும் பராமரிப்பு செய்தல்.
- ஆல்ட்டர்னேட்டர்களை இணை இணைப்பில் இயக்க செய்தல்.
- மோட்டார் வைன்டிங்கின் வேறுபாடுகளை விளக்கி செயல்படுத்துதல்.

## SYLLABUS

**2<sup>nd</sup> Year (Volume - I of II)**

**Duration: Six months**

Week No.	Learning Outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) with Indicative hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
53-54	Plan, Execute commissioning and evaluate performance of DC machines	115 Identify terminals, parts and connections of different types of DC machines. (10 Hrs) 116 Measure field and armature resistance of DC machines. (10 Hrs) 117 Determine build up voltage of DC shunt generator with varying field excitation and performance analysis on load. (15 Hrs) 118 Test for continuity and insulation resistance of DC machine. (5 Hrs) 119 Start, run and reverse direction of rotation of DC series, shunt and compound motors. (10 Hrs)	General concept of rotating electrical machines. Principle of DC generator. Use of Armature, Field Coil, Polarity, Yoke, Cooling Fan, Commutator, slip ring and Brushes, Laminated core etc. E.M.F. equation Separately excited and self excited generators. Series, shunt and compound generators.

<b>Week No.</b>	<b>Learning Outcome Reference</b>	<b>Professional Skills (Trade Practical) with Indicative hours</b>	<b>Professional Knowledge (Trade Theory)</b>
55-56	<p>Plan, Execute commissioning and evaluate performance of DC machines.</p> <p>Execute testing, and maintenance of DC machines and motor starters.</p>	<p>120 Perform no load and load test and determine characteristics of series and shunt generators. (12 Hrs)</p> <p>121 Perform no load and load test and determine characteristics of compound generators (cumulative and differential). (13 Hrs)</p> <p>122 Practice dismantling and assembling in DC shunt motor. (12 Hrs)</p> <p>123 Practice dismantling and assembling in DC compound generator. (13 Hrs)</p>	<p>Armature reaction, Commutation, inter poles and connection of inter poles.</p> <p>Parallel Operation of DC Generators.</p> <p>Load characteristics of DC generators.</p> <p>Application, losses &amp; efficiency of DC Generators.</p> <p>Routine &amp; maintenance.</p>
57-58	<p>Plan, Execute commissioning and evaluate performance of DC machines.</p> <p>Execute testing, and maintenance of DC machines and motor starters.</p>	<p>124 Conduct performance analysis of DC series, shunt and compound motors. (15 Hrs)</p> <p>125 Dismantle and identify parts of three point and four point DC motor starters. (10 Hrs)</p> <p>126 Assemble, Service and repair three point and four point DC motor starters. (15 Hrs)</p> <p>127 Practice maintenance of carbon brushes, brush holders, Commutator and slip-rings. (10 Hrs)</p>	<p>Principle and types of DC motor.</p> <p>Relation between applied voltage back e.m.f., armature voltage drop, speed and flux of DC motor.</p> <p>DC motor Starters, relation between torque, flux and armature current.</p> <p>Changing the direction of rotation.</p> <p>Characteristics, Losses &amp; Efficiency of DC motors.</p> <p>Routine and maintenance.</p>
59-60	<p>Execute testing, and maintenance of DC machines and motor starters.</p> <p>Distinguish, organise and perform motor winding.</p>	<p>128 Perform speed control of DC motors - field and armature control method. (10 Hrs)</p> <p>129 Carry out overhauling of DC machines. (15 Hrs)</p> <p>130 Perform DC machine winding by developing connection diagram, test on growler and assemble. (25 Hrs)</p>	<p>Methods of speed control of DC motors.</p> <p>Lap and wave winding and related terms.</p>
61-62	<p>Plan, Execute commissioning and evaluate performance of AC motors.</p> <p>Execute testing and maintenance of AC motors and starters.</p>	<p>131 Identify parts and terminals of three phase AC motors. (5 Hrs)</p> <p>132 Make an internal connection of automatic star-delta starter with three contactors. (10 Hrs)</p> <p>133 Connect, start and run three phase induction motors by using DOL, stardelta and auto-transformer starters. (20 Hrs)</p> <p>134 Connect, start, run and reverse direction of rotation of slip-ring motor through rotor resistance starter and determine performance characteristic. (15 Hrs)</p>	<p>Working principle of three phase induction motor.</p> <p>Squirrel Cage Induction motor, Slip-ring induction motor; construction, characteristics, Slip and Torque.</p> <p>Different types of starters for three phase induction motors, its necessity, basic contactor circuit, parts and their functions.</p>

<b>Week No.</b>	<b>Learning Outcome Reference</b>	<b>Professional Skills (Trade Practical) with Indicative hours</b>	<b>Professional Knowledge (Trade Theory)</b>
63-64	Plan, Execute commissioning and evaluate performance of AC motors.  Execute testing and maintenance of AC motors and starters.	135 Determine the efficiency of squirrel cage induction motor by brake test. (8 Hrs)  136 Determine the efficiency of three phase squirrel cage induction motor by no load test and blocked rotor test. (8 Hrs)  137 Measure slip and power factor to draw speedtorque (slip/torque) characteristics. (14 Hrs)  138 Test for continuity and insulation resistance of three phase induction motors. (5 Hrs)  139 Perform speed control of three phase induction motors by various methods like rheostatic control, auto transformer etc. (15 Hrs)	Single phasing prevention. No load test and blocked rotor test of induction motor.  Losses & efficiency.  Various methods of speed control.  Breaking system of motor.  Maintenance and repair.
65	Distinguish, organise and perform motor winding.	140 Perform winding of three phase AC motor by developing connection diagram, test and assemble. (20 Hrs)  141 Maintain, service and troubleshoot the AC motor starter. (05 Hrs)	Concentric/ distributed, single/ double layer winding and related terms.
66-67	Plan, Execute commissioning and evaluate performance of AC motors.  „h Execute testing, and maintenance of AC motors and starters.	142 Identify parts and terminals of different types of single phase AC motors. (5 Hrs)  143 Install, connect and determine performance of single phase AC motors. (15 Hrs)  144 Start, run and reverse the direction of rotation of single phase AC motors. (10 Hrs)  145 Practice on speed control of single phase AC motors. (10 Hrs)  146 Compare starting and running winding currents of a capacitor run motor at various loads and measure the speed. (10 Hrs)	Working principle, different method of starting and running of various single phase AC motors.  Domestic and industrial applications of different single phase AC motors.  Characteristics, losses and efficiency.
68-69	Distinguish, organise and perform motor winding.	147 Carry out maintenance, service and repair of single phase AC motors. (10 Hrs)  148 Practice on single/double layer and concentric winding for AC motors, testing and assembling. (25 Hrs)  149 Connect, start, run and reverse the direction of rotation of universal motor. (10 Hrs)  150 Carry out maintenance and servicing of universal motor. (05 Hrs)	Concentric/ distributed, single/ double layer winding and related terms.  Troubleshooting of single phase AC induction motors and universal motor.

<b>Week No.</b>	<b>Learning Outcome Reference</b>	<b>Professional Skills (Trade Practical) with Indicative hours</b>	<b>Professional Knowledge (Trade Theory)</b>
70-71	Plan, execute testing, evaluate performance and carry out maintenance of Alternator / MG set. Execute parallel operation of alternators.	151 Install an alternator, identify parts and terminals of alternator. (10 Hrs) 152 Test for continuity and insulation resistance of alternator. (5 Hrs) 153 Connect, start and run an alternator and build up the voltage. (10 Hrs) 154 Determine the load performance and voltage regulation of three phase alternator. (10 Hrs) 155 Parallel operation and synchronization of three phase alternators. (15 Hrs)	Principle of alternator, e.m.f. equation, relation between poles, speed and frequency. Types and construction. Efficiency, characteristics, regulation, phase sequence and parallel operation. Effect of changing the field excitation and power factor correction.
72	Plan, execute testing, evaluate performance and carry out maintenance of Alternator / MG set.	156 Install a synchronous motor, identify its parts and terminals. (10 Hrs) 157 Connect, start and plot 'V' curves for synchronous motor under different excitation and load conditions. (15 Hrs)	Working principle of synchronous motor. Effect of change of excitation and load. V and anti V curve. Power factor improvement.
73	Plan, execute testing, evaluate performance and carry out maintenance of Alternator / MG set	158 Identify parts and terminals of MG set. (5 Hrs) 159 Start and load MG set with 3 phase induction motor coupled to DC shunt generator. (20 Hrs)	Rotary Converter, MG Set description and Maintenance.
74-75	Project work/Industrial visit (optional) Broad Areas: a Phase sequence checker for 3 phase supply b Induction motor protection system c Motor starters with protection d Solar/wind power generation		
76-77	Revision		
78	Examination		

## D.C. ஜெனரேட்டர் - தத்துவம் - பாகங்கள் - வகைகள் - செயல்பாடுகள் e.m.f சமன்பாடு (DC generator - principle - parts - types - function - e.m.f equation)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சுழலும் மின் இயந்திரங்களின் பொதுவான கருத்தை கூறுதல்
- D.C. ஜெனரேட்டரின் தத்துவத்தை கூறுதல்
- ஃபாரடேயின் மின்காந்த தூண்டல் விதிகளை விளக்குதல்
- இயக்க திசையில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையினை உற்பத்தி செய்யும் முறைகளும் அதன் அளவு மற்றும் திசையை கண்டறிதல்
- D.C. ஜெனரேட்டரின் பாகங்கள் மற்றும் அதன் செயல்பாடுகளை விவரித்தல்
- பல்வேறு வகையான ஜெனரேட்டர்களை கண்டறிந்து வகைப்படுத்துதல் மற்றும் அவற்றின் டெர்மினல்களை குறியீடு செய்தல்
- ஆர்மெச்சூர் சுற்றின் மின்தடை மற்றும் அவற்றின் தொடர்பை விளக்குதல்
- emf சமன்பாடு மற்றும் மற்றும் D.C. ஜெனரேட்டர் கணக்குகளை வரையறுத்தல்
- தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டரை விளக்குதல்.

சுழலும் இயந்திரங்களின் பொதுவான கருத்து (General concept of rotating electrical machine)

சுழலும் இயந்திரங்களில் இரண்டு பாகங்கள் உள்ளன. அவை ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டார். சுழலும் இயந்திரங்களை இரண்டு வகைகளாக பிரிக்கலாம். அவை

- DC இயந்திரங்கள்
- AC இயந்திரங்கள்

மின் இயந்திரங்கள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. DC இயந்திரத்தில் ஸ்டேட்டார் காந்த துருவமாகவும் (field) ரோட்டார் ஆர்மெச்சூராகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதை மாற்றினால் AC இயந்திரமாக செயல்படும். அதாவது சிங்கர்னஸ் ஜெனரேட்டர் மற்றும் சிங்கர்னஸ் மோட்டாராகும். இண்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டாரின் AC சப்ளை தரப்படுகிறது. ரோட்டாருக்கு சப்ளை எதுவும் தரப்படுவதில்லை. DC இயந்திரங்கள் மற்றும் சிங்கர்னஸ் இயந்திரங்களில் பீல்டில் மின் சப்ளை தரப்படுகிறது.

### ஜெனரேட்டர் (Generator)

ஒரு மின்னியல் ஜெனரேட்டர் என்பது எந்திர ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றக்கூடிய இயந்திரமாகும்.

நேர் திசை மின்னோட்ட ஜெனரேட்டரின் அடிப்படை தத்துவம் (Principle of the Generator)

இந்த சக்தியின் மாறுதலை எளிதாக்க, ஜெனரேட்டர் ஃபாரடேயின் மின்காந்த தூண்டல் விதிகளின் அடிப்படையில் இயங்குகிறது.

ஃபாரடேயின் மின்காந்த தூண்டல் விதிகள் (Faraday's Laws of Electromagnetic Induction)

இதில் இரண்டு விதிகள் உள்ளன.

முதல் விதி கீழ்க்கண்டவாறு கூறுகிறது. (First law states)

எப்பொழுதெல்லாம் காந்த விசைக் கோடுகளின் பாதையை கடத்தி வெட்டுகிறதோ அல்லது மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறதோ அப்பொழுது எல்லாம் அதில் ஒரு மின் இயக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது.

இரண்டாவது விதி கீழ்க்கண்டவாறு கூறுகிறது. (Second law states)

இதைப் போன்ற தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையின் அளவு, சம்பந்தப்பட்ட காந்த விசைக்கோடுகள், மாறும் விகிதத்தினை சார்ந்தது.

$$e.m.f = \frac{\text{காந்த விசைக்கோடுகள் மாறுபடும் விகிதம்}}{\text{நேரம் (நொடிகளில்)}}$$

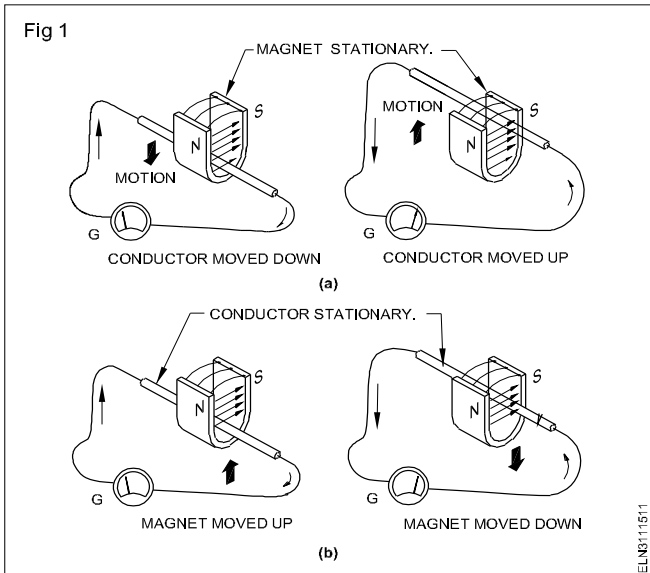
## மின்னியக்கு விசையின் வகைகள் (Types of emf)

ஃபாரடேயின் விதிகளின்படி ஒரு மின்னியக்கு விசையானது கடத்தி மற்றும் காந்தப்புலத்தின் சார்பு இயக்கத்தினாலோ, நிலையான கடத்தியின் சம்பந்தப்பட்ட பெருக்கு மாறுபட்டாலோ தூண்டப்படுகிறது.

### இயங்கு நிலையால் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை (Dynamically induced emf)

படம் 1a-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல நிலையான காந்தப்புலத்தில், கடத்தி நகர்வதால் ஏற்படும் மின்னியக்கு விசையாக இருந்தாலும், அல்லது படம் 1b-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல நகருகின்ற காந்த புலத்தில் நிலையான கடத்தி இருப்பதால் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசையாக இருந்தாலும் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசைக்கு இயங்கு நிலையில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை எனப்படும்.

படம் 1a மற்றும் படம் 1b-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் விசையின் கோடுகளை கடத்தி வெட்டுவதால் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. மின்னியக்கு விசையின் இருப்பினை கேல்வனோமீட்டர் 'G'-யின் முள் நகர்வதால் அறியலாம். இவ்வடிப்படை நேர் திசை மின்னோட்ட ஜெனரேட்டர் மற்றும் மாறுதிசை மின்னோட்ட ஜெனரேட்டர் களில் மின்சாரத்தினை உற்பத்தி செய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது.

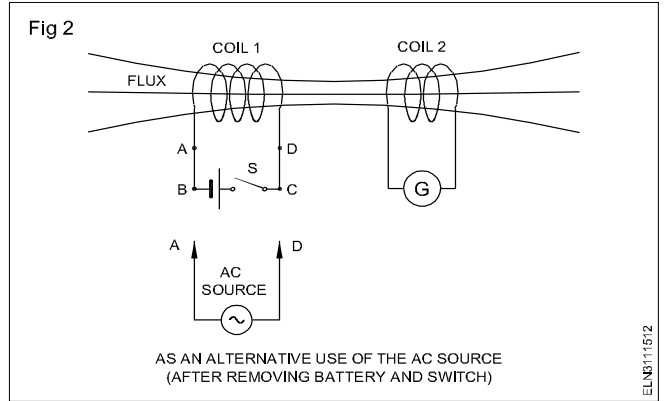


### நகராத நிலையில் தூண்டப்படும் நிலையான மின்னியக்கு விசை (Statically induced emf)

படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல நிலையான கடத்தியின் மீது, சம்பந்தப்பட்ட பெருக்கின் மாறுபாட்டினால் மின்னியக்குவிசை தூண்டப்

படுமாயின், அந்த மின்னியக்கு விசைக்கு நகராத நிலையில் தூண்டப்படும் நிலையான (static) மின்னியக்கு விசை என்று பெயர்.

படம் 2-ல் காயில் 1 மற்றும் காயில் 2-ம் ஒன்றை ஒன்று தொடாமல் உள்ளது. இவற்றுக்கு நடுவில் எந்த ஒரு மின் இணைப்பும் கிடையாது. படம் 2-ன் படி, மின்கல (நேர் மின்னோட்டம்) மின்னோட்டம் காயில் 1-ல் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. காயில் 2-ல் ஒரு மின்னியக்கு விசை, சுவிட்ச் 'S'-ஐ திறக்கும் போதும், மூடும் போதும் மட்டும் தூண்டப் படுகிறது. சுவிட்ச் நிரந்தரமாக திறந்தோ, மூடியோ வைக்கப்பட்டால் காயில் 1-ல் உற்பத்தியாகும் பெருக்கு முறையே நிரந்தரம் அல்லது '0' வாகும். ஆகவே காயில் 2-ல் எந்தவொரு மின்னியக்கு விசையும் தூண்டப்படாது. நேர்மின்னோட்ட வழித் தடத்தின் சுவிட்ச் திறக்கும் போது அல்லது மூடும் பொழுது ஏற்படும் பெருக்கின் மாற்றத்தாலே மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது.



### இயங்குநிலையில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசையின் உற்பத்தி (Production of dynamically induced emf)

எப்போது எல்லாம், ஒரு கடத்தி, காந்தப் பெருக்கினை வெட்டுகிறதோ அப்போதெல்லாம் இயங்கு நிலையில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இம்மின்னியக்கு விசை கடத்தியின் வழித்தடம் முடிவு பெற்றிருந்தால், அதில் மின்னோட்டம் பாயச் செய்கிறது.

இயங்குநிலையில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசையினை உற்பத்தி செய்ய தேவையானவை:

- காந்தப்புலம் (magnetic field)
- கடத்தி (conductor)
- கடத்தி மற்றும் காந்தப்புலத்திற்கு இடையேயான சார்பு இயக்கம்.

கடத்தியானது காந்தப் புலத்தினைப் பொருத்து 'V' என்ற சார்பு (Velocity) வேகத்தில் நகருமானால் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசை

$$E = BLV \sin \theta \text{ Volts}$$

இதில்,

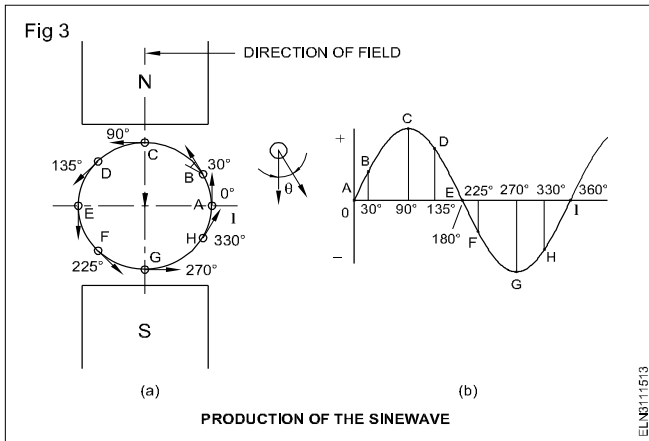
'B' என்பது காந்தப்புலத்தில் அடர்த்தி (டெஸ்லா)

'L' என்பது கடத்தியின் பயனளிக்கும் நீளம், (மீட்டர்களில்).

'V' என்பது புலம் மற்றும் கடத்திக்கு இடையேயான சார்பு வேகம் (மீட்டர்/வினாடிகளில்)

'θ' என்பது காந்தப்புலத்தினை கடத்தி வெட்டும் கோணம்.

'A' முதல் 'I' வரையிலான கடத்திகள் படம் 3a-ல் காந்த துருவங்களுக்கு கீழ் ஆர்மெச்சூரின் வெளிப்புறத்தில் இருப்பதாக கருதுவோம். படம் 3a-ல் காட்டப்பட்டுள்ள இந்த குறிப்பிட்ட ஜெனரேட்டரின் BLV-யின் மதிப்பு 100 வோல்ட் இருப்பதாக கொள்வோம்.



அதன் படி 'A' என்ற கடத்தி ஒரு மின் இயக்கு விசையை தூண்டுகிறது.

$$= BLV \sin \theta \text{ இங்கு } \theta = '0' \text{ மற்றும் } \sin \text{ கோணம் } '0' \text{-க்கு சமமாகும்.}$$

$$= 100 \times 0 = \text{சூழி}$$

கடத்தி 'B'-ல் தூண்டப்படும் மின் இயக்குவிசை

$$B = BLV \sin 30^\circ$$

$$= 100 \times 0.50$$

$$= 50 \text{ வோல்ட்.}$$

கடத்தி 'C'-ல் தூண்டப்படும் மின் இயக்குவிசை

$$= BLV \sin 90^\circ$$

$$= 100 \times 1$$

$$= 100 \text{ வோல்ட்.}$$

கடத்தி 'D'-யில் தூண்டப்படும் மின் இயக்குவிசை

$$= BLV \sin 135^\circ$$

$$= BLV \sin 45^\circ$$

$$= 100 \times 0.707$$

$$= 70.7 \text{ வோல்ட்.}$$

கடத்தி 'E'-யில் தூண்டப்படும் இயக்குவிசை

$$= BLV \sin 180^\circ$$

$$= \sin 180^\circ = 0$$

$$= 100 \times 0$$

$$= '0' \text{ (zero).}$$

இது போலவே வெளிச்சுற்றிலுள்ள மீதமுள்ள எல்லா கடத்திகளுக்கும் அவற்றின் நிலையில் தூண்டப்படும் மின் இயக்கு விசையினை கணக்கிட முடியும். 'N' மற்றும் 'S' என்ற துருவங்களுக்கிடையில் சுழலும் போது கடத்தியில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையின் சைன் அலை வடிவத்தினை இது குறிக்கும்.

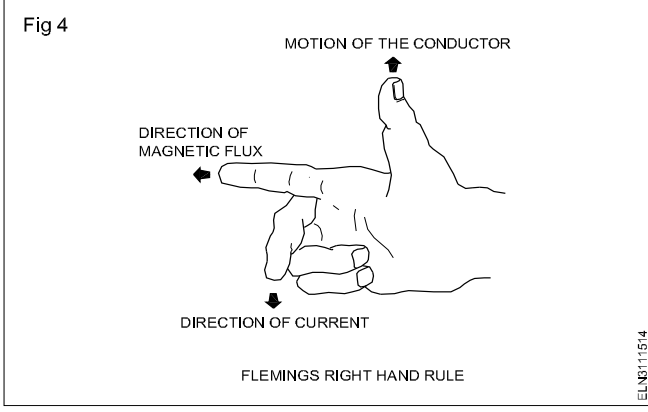
இந்த முறையில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையானது அடிப்படையில் மாறுதிசையில் இருக்கும், மேலும் இந்த மாறுதிசை மின்னோட்டமானது ஒரு நேர் திசை ஜெனரேட்டரின் காழுடேட்டரால் (commutator) நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்றப்படுகிறது.

**ஃபிளம்மிங்கின் வலக்கை விதி (Fleming's right hand rule)**

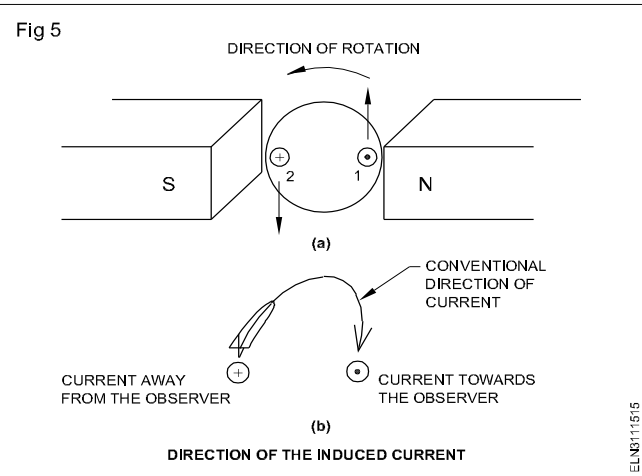
இயங்கு நிலையால் தூண்டப்படும் மின் இயக்கு விசையின் திசையினை இந்த விதியால் கண்டறிய முடிகிறது. படம் 4-ல் காட்டியுள்ளவாறு பெருவிரல், ஆள்காட்டிவிரல் மற்றும் நடுவிரல் ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று செங்கோணத்தில் இருக்குமாறு வைக்கவும். ஆட்காட்டி விரலானது புல பெருக்கத்தின் திசையில் இருக்கிறது மற்றும் பெருவிரல் கடத்தியின் நகரும் திசையில் உள்ளது. நடுவிரல் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையின் திசையினை குறிக்கிறது. அதாவது கவனிப்பவரை நோக்கியோ அல்லது அவரை விட்டு விலகியோ படம் 5a-ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒரு கடத்தி வட மற்றும் தென் துருவங்களுக்கு இடையே இடஞ்சுழி திசையில் நகருவதாக கற்பனை செய்து கொள்ளவும்.

ஃபிளம்மிங்கின் வலக்கை விதியினை பயன்படுத்துகையில், வட துருவத்துக்கு கீழ் மேல்நோக்கி நகரும் கடத்தி 1 புள்ளி குறியால் வட்டமிட்டு குறிக்கப்படும் கவனிப்பவரை நோக்கியுள்ள திசையில் மின் இயக்கு விசையினைத் தூண்டும். மற்றும் தென் துருவத்துக்கு கீழ் நோக்கி நகரும்.





கடத்தி 2 கூட்டல் குறியால் வட்டமிட்டு குறிக்கப்படும் கவனிப்பவரை விட்டு விலகியுள்ள திசையில் மின் இயக்குவிசையினைத் தூண்டும். படம் 5b-ல் மின்னோட்ட திசையினை ஒரு அம்புக்குறி வடிவில் குறிக்கிறது. புள்ளி குறியானது கவனிப்பவரை நோக்கி இருக்கும் மின்னோட்ட திசையினை காட்டும் அம்பு குறியின் கூர்மையான தலைப்பகுதியைக் காட்டுகிறது. மற்றும் கூட்டல் குறியானது கவனிப்பவரை விட்டு விலகி செல்லும் மின்னோட்ட திசையினை காட்டும் அம்பு குறியின் பின்பகுதி குறுக்கு - இறகினை காட்டுகிறது.



### DC ஜெனரேட்டரின் பாகங்கள் (Parts of DC generator)

படம் 6-ல் காட்டப்பட்டிருப்பது போன்ற பாகங்களை ஒரு DC ஜெனரேட்டர் கொண்டிருக்கிறது.

- 1 சட்டம்
- 2 காந்த துருவங்கள் மற்றும் துருவ மிதிகள் (படம் 8,9,10)
- 3 பீல்டு காயில் அல்லது பீல்டு வையின்டிங் (படம் 11)

### 4 ஆர்மெச்சூர் கோர்

5 ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங் அல்லது ஆர்மெச்சூர் கடத்திகள்

### 6 காழுடேட்டர்

### 7 பிரஷ்கள்

### 8 பேரிங் மற்றும் என்ட் பிளேட் (end plate)

### 9 மின்விசிறிக்கு தேவைப்படும் காற்று ஃபில்ல்டர்

### 10 தண்டு (Shaft)

ஆர்மெச்சூர் கோர் மற்றும் போல்களுக்கு (pole) இடைப்பட்ட காற்று இடைவெளிகள் மற்றும் போல் (pole), கோர்கள் யோக் முதலியன காந்த சுற்றை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆனால் ஆர்மெச்சூர் கடத்திகள், பீல்டு காயில்கள், காழுடேட்டர் மற்றும் பிரஷ்கள் மின்சார சுற்றை ஏற்படுத்துகின்றன.

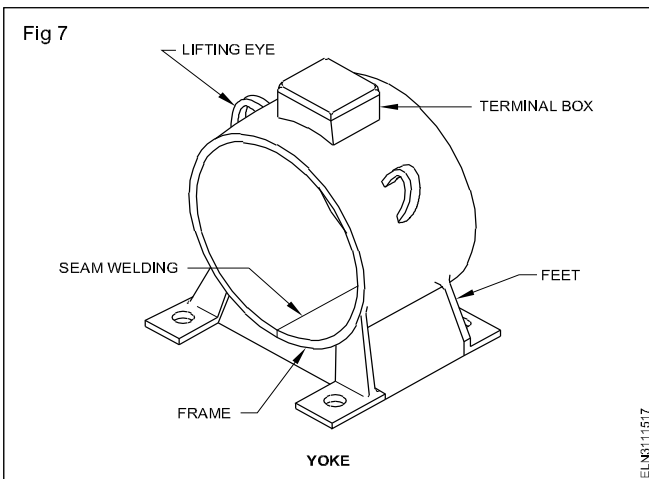
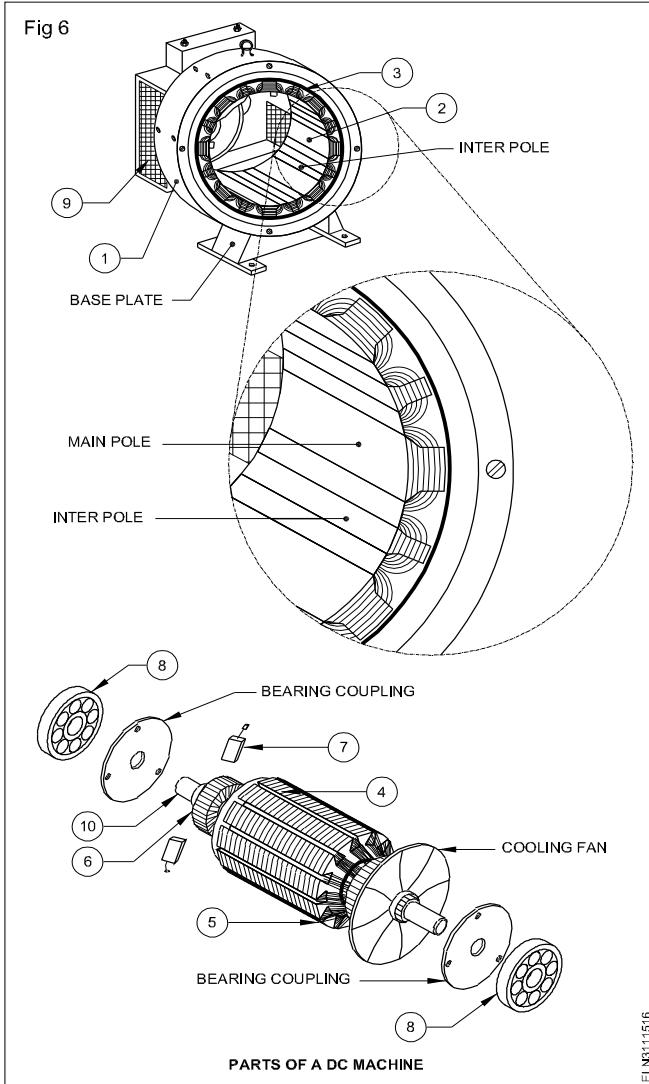
### யோக் (Yoke)

வெளிப்புற சட்டம் அல்லது யோக் இரட்டை பயன்பாட்டை கொடுக்கிறது. முதலில் இது படம் 6-ல் காட்டியுள்ளபடி துருவங்களுக்கு எந்திர ஆதரவை அளிப்பதுடன் முழு எந்திரத்திற்கும் பாதுகாப்பு உரையாகவும் செயல்படுகிறது. இரண்டாவதாக இது காந்த புலத்தை முழுமையாக சுற்றிவர அனுமதிக்கிறது.

இது வார்ப்பு இரும்பால் செய்யப்படுகிறது. ஆனால் பெரிய எந்திரங்களுக்கு வழக்கமான வார்ப்பு எஃகு அல்லது உருட்டப்பட்ட எஃகு (rolled steel) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதை வடிவமைப்பதற்கான நவீன முறையானது உருளை வடிவ தாங்கிப் பிடிக்கும் பகுதியைச் சுற்றி எஃகு பலகையால் சுற்றப்பட்டு பிறகு அவற்றின் விளிம்புகளில் பற்றவைக்கும் முறையினைக் கொண்டுள்ளது. அடிபாகங்கள் மற்றும் முகடு பெட்டிகள் முதலியவை. பிறகு படம் 7-ல் காட்டியுள்ளவாறு சட்டத்துடன் பற்றவைக்கப்பட வேண்டும். அப்படிப்பட்ட யோக்குகள் போதுமான எந்திர பலத்தை பெற்றிருப்பதுடன் அதிக ஊடுருவும் தன்மையையும் பெற்றிருக்கிறது.

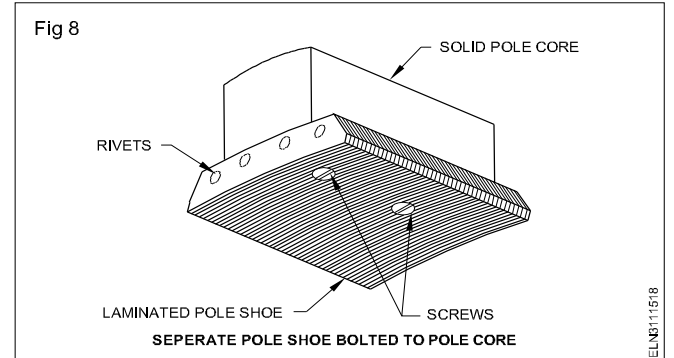
### துருவ கோர்கள் மற்றும் துருவ மிதிகள் (படம் 8) (Poles cores and pole shoes)

புல காந்தங்கள் துருவ கோர்களையும் , துருவ மிதிகளையும் கொண்டிருக்கின்றன. துருவ மிதிகள் இரண்டு பணிகளை ஆற்றுகின்றன.



- இவை காந்த கோர்களை காற்று இடைவெளிகளில் சீராக பரவச் செய்கின்றன. மேலும் அதிக குறுக்கு வெட்டை பெற்றிருப்பதால் இது காந்த பாதையின் எதிர்ப்பை குறைக்கிறது. மேலும்
  - இவை காந்த காயில்களை வெளிவராது உள் அடக்கி தாங்குகின்றன.
- துருவ கட்டமைப்பில் இரண்டு முக்கிய வகைகள் உள்ளன.

துருவ கோரானது வார்ப்பு இரும்பு அல்லது வார்ப்பு எஃகு ஆகிய ஏதோ ஒன்றால் ஆக்கப்பட்ட ஒரு திடமான தகடாக இருக்கலாம். ஆனால் துருவ மிதியானது தகடாக்கப்பட்டு படம் 8-ல் காட்டியுள்ளவாறு சாய்வு தளம் கொண்ட தலைப்பு திருகாணிகளால் துருவ முகப்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



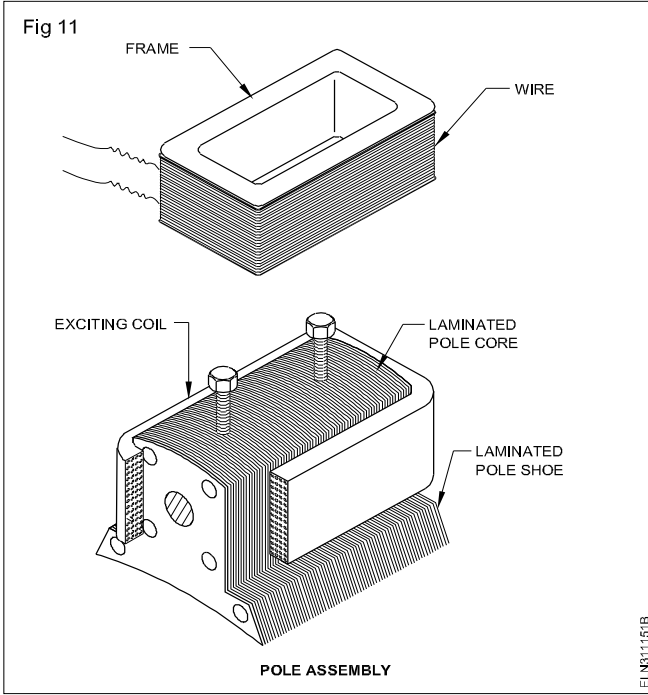
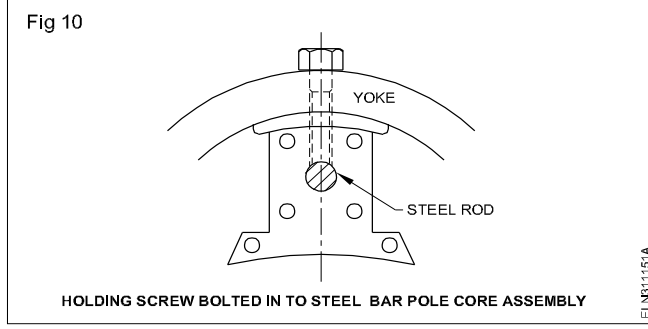
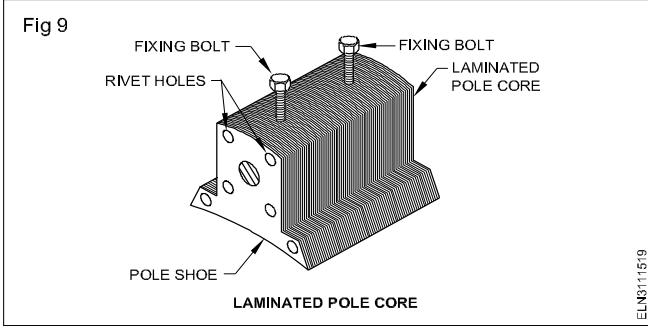
நவீன வடிவமைப்புகளில் முழுமையான துருவ கோர்கள் மற்றும் துருவ மிதிகள் கடினமாக்கப்பட்ட மெல்லிய எஃகு தகடுகளால் கட்டப்படுகின்றன. அவை தரையாணி கொண்டு அடிக்கப்பட்டு, ஹைட்ராலிக் அழுத்தத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தகடுகளின் திடத்தன்மையானது 1 மி.மீ. முதல் 0.25 மி.மீ. வரையில் மாறுபட்டிருக்கிறது. தகடாக்கப்பட்ட துருவங்கள் கீழுள்ள இரண்டு முறைகளில் ஏதாவது ஒரு முறையில் யோக்குடன் இணைக்கப்படலாம்.

ஒவ்வொரு துருவமும் படம் 9-ல் உள்ளவாறு துருவத்தின் உடல் பகுதி வழியே திருகிகளால் திருகிடப்பட்டு இணைக்கப்பட வேண்டும் அல்லது படம் 10-ல் உள்ளவாறு சமதள தகடுகளுக்கு குறுக்கேயுள்ள துருவத்தின் வழியாகச் செல்லும் எஃகு சட்டத்தில் திருகிகள் பொருத்தி இணைக்கலாம்.

### போல் காயில்கள் (பீல்டு காயில்கள்) (Pole coils) (Field coils)

போல் காயில்கள் சரியான பரிமாணங்களுக்காக அட்டையில் சுற்றப்பட்ட தாமிர கம்பியை பெற்றுள்ளன. பிறகு அட்டை நீக்கப்பட்டு சுற்றப்பட்ட கம்பிச் சுருளானது படம் 11-ல் காட்டியுள்ளவாறு கோருக்கு மேல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. (படம் 11)

காயில்கள்களின் வழியே மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் பொழுது அவை துருவங்களை காந்தப்படுத்துகிறது. அது தேவையான காந்த கோடுகளை உற்பத்தி செய்கிறது. அந்த கோடுகளை சுழலும் ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளால் வெட்டப்படுகிறது.



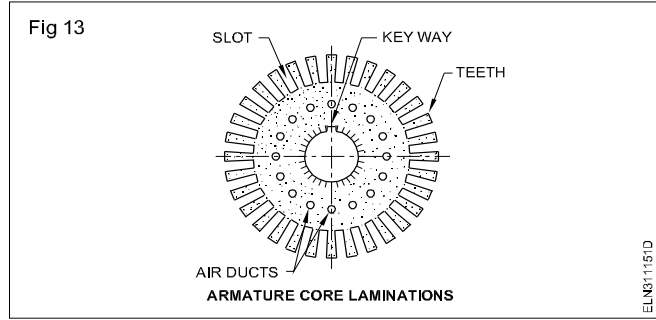
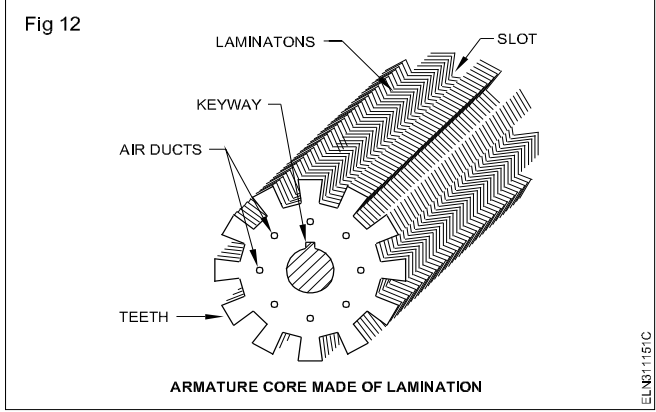
தடித்த திடமான அளவு கொண்ட வையின்டிங் (தொடர்) மற்றும் மெல்லிய திடமான அளவு கொண்ட வையின்டிங் (இணை) இரண்டும் தனித்தனி இன்சுலேஷன்களுடன் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக வைத்து சுற்றப்பட்டுள்ளன. மேலும் முனைகள் தனித்தனியே எடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### ஆர்மெச்சூர் கோர் (Armature core)

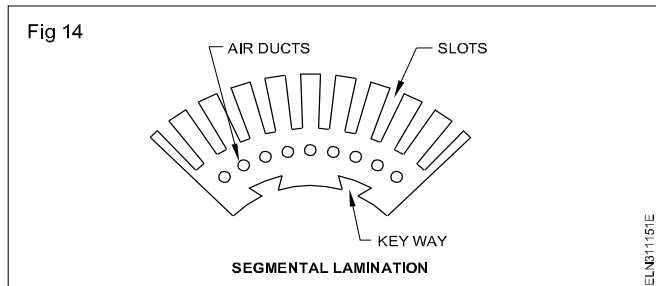
ஆர்மெச்சூர் கோர் ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளை உள்ளடக்கியுள்ளது மேலும் அது காந்த கோடுளை வெட்டத்தக்க வகையில் காந்த புலத்தில் சுழல்கிறது. இத்துடன் சேர்த்து இதனுடைய முக்கியமான பணியாதெனில் பீல்டு காந்த கோடுகளுக்கு மிகக் குறைவான

எதிர்ப்புடைய பாதையை தருகிறது. அதன் மூலம் காந்த மின்சுற்றை துருவங்களின் வழியே சென்று முழுமையடைய அனுமதிக்கிறது.

ஆர்மெச்சூர் கோர் படம் 12-ல் காட்டியுள்ளவாறு உருளை அல்லது பேரல் வடிவினை பெற்றுள்ளது. மேலும் அது படம் 13-ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஏறத்தாழ 0.5 மி.மீ. தடிமன் கொண்ட வட்ட வடிவ இரும்பு டிஸ்க் (disc) அல்லது தகடுகளால் கட்டப்பட்டுள்ளன.



துளைகள் அச்சு வெட்டுகளாகவோ, துளையிடப்பட்டவைகளாகவோ தட்டின் வெளிப்புற சுற்றில் உள்ளன. மேலும் சாவி செல்லும் வழியானது (keyway) காட்டப்பட்டுள்ளபடி உட்புற விட்டத்தில் அமைந்து உள்ளது. சிறிய எந்திரங்களில் தகட்டுக்குள் நேரடியாக அச்சுத் தண்டில் சேர்த்து இணைக்கப்பட்டுள்ளன. வழக்கமாக இந்த தகடுகள் காற்றுக் குழாய்களாக ஆர்மெச்சூர் வழியாக காற்று பாய்வதை அனுமதிக்கிறது. இப்படிப்பட்ட காற்றோட்ட துளைகள் படங்கள் 12, 13, மற்றும் 14-ல் காட்டியுள்ளபடி தகடுகளில் தெளிவாக தெரிகின்றன.



எட்டி மின்னோட்டங்களால் (eddy currents) ஏற்படும் இழப்பினைக் குறைப்பதற்காகவே தகடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு தகடுகள் மெல்லியதாக உள்ளனவோ அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு எட்டி மின்னோட்டத்திற்கு எதிரான தடை அதிகமாக இருக்கும்.

### ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங் (Armature windings)

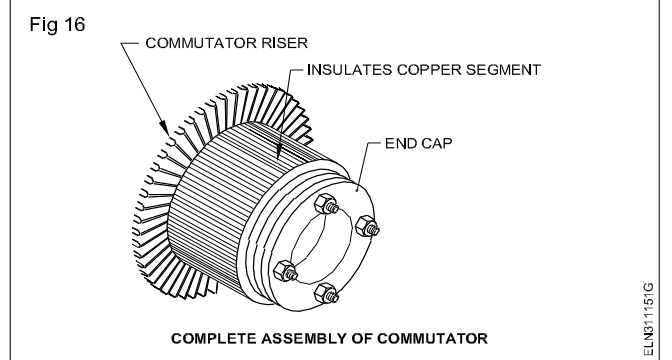
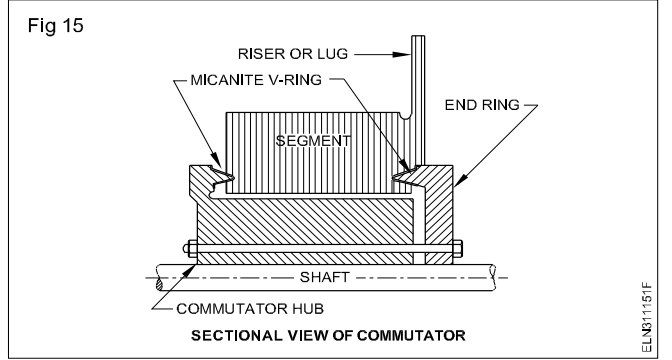
ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங் வழக்கமாக அட்டையில் சுற்றப்பட்டவைகளாக இருக்கின்றன. இவை முதலில் தட்டையான செவ்வக காயில்களாக சுற்றப்படுகின்றன. பின்பு அவை ஒரு காயில் இழுப்பானால் இழுக்கப்பட்டு சரியான வடிவத்தினை அடைகிறது. பலவகை கடத்திகள் ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து இன்சுலேட் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. உறுதியான மின் கடத்தாப் பொருளால் உட்புறமாக இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட ஆர்மெச்சூர் துவாரங்களில் வைத்தபின் துவார இன்சுலேட் ஆனது ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் மீது மடிக்கப்படுகின்றன. பின் அவை அவற்றின் இடத்தில் சிறப்பான, கடினமான மர அல்லது இழை ஆப்பின் உதவியால் நன்றாக இணைக்கப்படுகின்றன.

### காமுடேட்டர் (Commutator)

இதன் வேலையானது, ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளில் இருந்து மின்சாரத்தை திரட்டுவதற்கு உதவுவதேயாகும். இது கடத்திகளில் தூண்டப் படும் மாறு திசை மின்னோட்டத்தை வெளிப்புற சுமை மின்சுற்றுக்கான நேர் திசை மின்னோட்டமாக மாற்றுகிறது. இது உருளை வடிவம் கொண்டதாகவும், அதிக கடத்தும் தன்மை கொண்டதாகவும் ஆப்பு-வடிவ பகுதிகளை உடையனவாகவும், கடினமாக இழுக்கப்பட்ட தாமிரத்தால் ஆனதாகவும் இருக்கிறது. இந்த பகுதிகள் மெல்லிய மைக்கா அடுக்குகளால் ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து இன்சுலேட் செய்யப்பட்டுள்ளது. பகுதிகளின் எண்ணிக்கையானது ஆர்மெச்சூர் காயில்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கும். இவை மைய விலகு விசையின் காரணமாக வெளியில் பறந்துவிடுவதை தவிர்ப்பதற்காக பகுதிகள் ஆங்கில 'V' வடிவ பள்ளங்களை பெற்றுள்ளன. இந்த காடிகள் கூம்பு வடிவ மைக்காநைட் வலையங்களால் இன்சுலேட் செய்யப்பட்டுள்ளன.

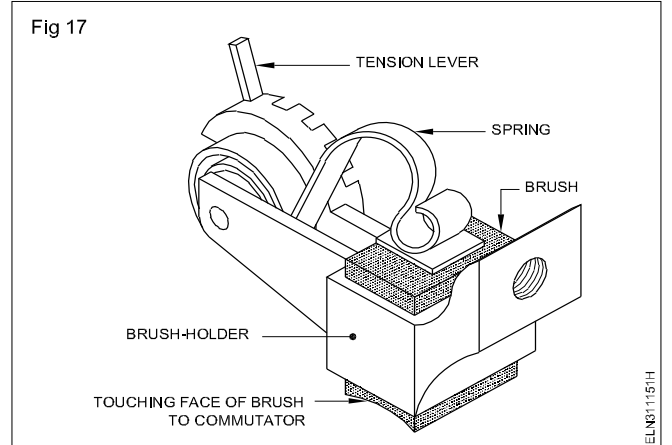
ஒரு காமுடேட்டரின் ஒரு பகுதியின் தோற்றம் படம் 15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அவற்றை

ஒன்றிணைக்கும் பொழுது கிடைக்கும் அதன் ஒட்டு மொத்த தோற்றம் படம் 16-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



### பிரஷ்கள் (Brushes)

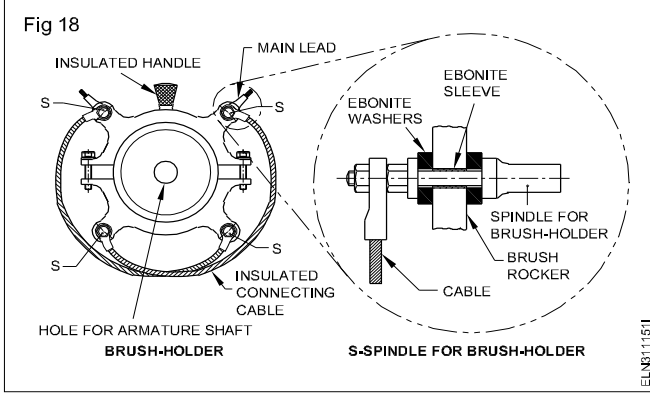
காமுடேட்டரிலிருந்து மின்சாரத்தை சேகரிக்கும் வேலையினைக் கொண்டிருக்கும் பிரஷ்கள் வழக்கமாக கார்பன் அல்லது கடின கரிமம் (கிராஃபைட்) ஆகியவற்றால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றின் வடிவம் நீள்வடிவ செவ்வகமாகும். (படம் 17)



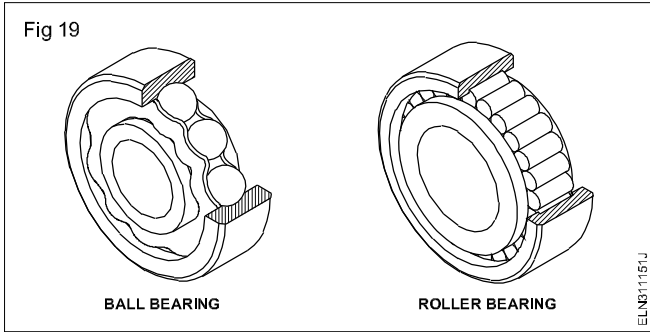
### பிரஷ்-ராக்கர் (Brush-rocker)

சுழல் அச்சானது (spindle), ஒரு பெரிய எந்திரத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ள அதிக எண்ணிக்கையிலான பிரஷ்களை கொண்டுள்ளது. ஒரு சிறிய எந்திரத்திற்கு இரண்டு பிரஷ்கள் மட்டுமே இருக்கும். எல்லா சுழல் அச்சுக்கும் இன்சுலேட் செய்யப்பட்டு பிரஷ் முன்பின் நகர்த்தக்கூடிய (ராக்கர்) வகையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

பிரஷ்-ராக்கர் ஆனது, சிறிய எந்திரங்களில் பேரிங் உறையாலோ படம் 18-ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பேரிங் யோக்கில் இணைக்கப்படுவதாகவோ தாங்கப்பட்டிருக்கலாம்.

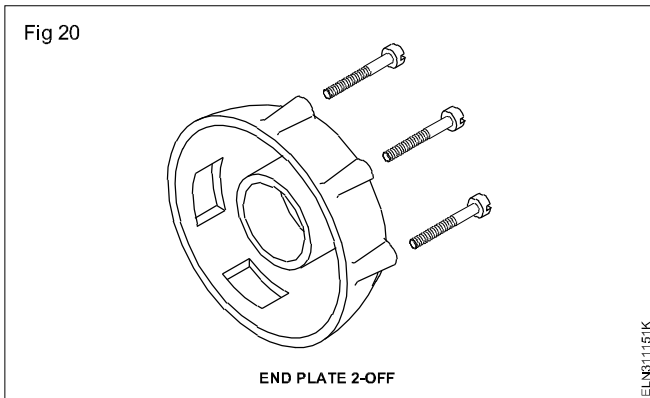


பேரிங்குகள் (Bearings) (படம் 19)



கடினமான வேலைகளுக்கு ரோலர் பேரிங் தேர்வு செய்யப்பட்ட போதிலும், அரை பேரிங் அவற்றின் நம்பகத்தன்மை காரணமாக அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உராய்வுத் தன்மையை குறைப்பதற்காகவும், ஒலி குறைந்த செயல்பாட்டிற்காகவும் பந்துகளும், உருளைகளும் பொதுவான கடினமான எண்ணெயினால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. உறையிடப்பட்ட பேரிங் பயன்படுத்தப்படும் போது அவைகள் பேரிங்குகளின் நிலைச் சட்டத்தில் உள்ள எண்ணை தேக்கத்தில் இருந்து எண்ணை வளையங்களால் உராயவிடப்படுகின்றன.

ஓர தட்டுகள் (படம் 20) (End plates)



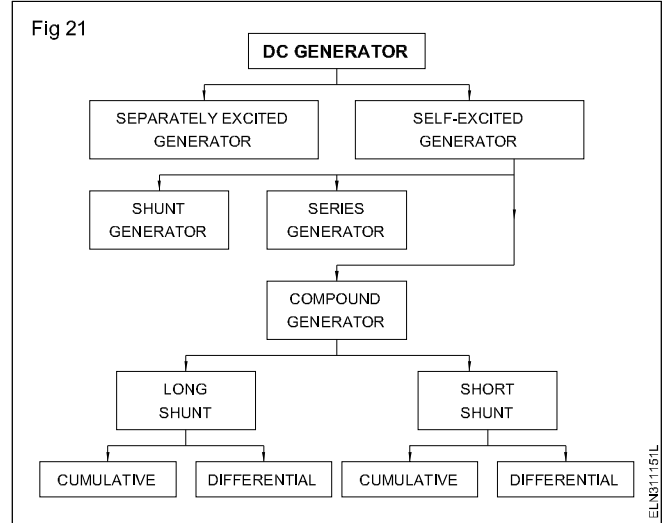
இவ்வகை ஓர தட்டுகளில் பேரிங் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் இவைகள் யோக்கில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவை ஆர்மெச்சூர் உராய்வின்றி சுழல உதவுகிறது.

குளிர்நீரும் மின்விசிறி (Cooling fan)

DC இயந்திரத்தில் உண்டாகும் வெப்பத்தை குறைக்க ஒரு கூலிங் பேன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. காற்றை செலுத்தி குளிர் வைக்கும் முறையும் வழக்கத்தில் உள்ளது. DC இயந்திரத்திற்கு அருகில் ஒரு மின்சார பேனை வைத்து, குளிர் வைக்கும் முறையும் உள்ளது. இதனால் வெப்பம் குறைக்கப்பட்டு இயந்திரம் அதிக பளுவில் செயல்பட அனுமதிக்கப்படுகிறது.

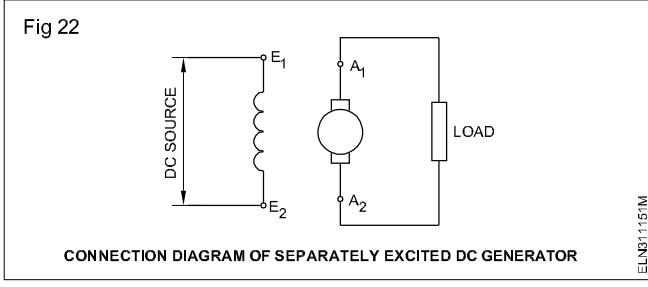
DC ஜெனரேட்டரின் வகைகள் (Types of DC generators)

DC ஜெனரேட்டரின் வகையானது, எந்த வகையில் பீல்டுக்கு காந்த கிளர்வு (excitation) கொடுக்கப்படுகிறது என்பதை வைத்தே தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக பீல்டு மற்றும் ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங் இணைப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படும் முறைகள் கீழ்க்கண்ட குழுக்களாக பிரிக்கப்படுகிறது. (படம் 21)



தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டர் (Separately excited generator)

படம் 22-ல் காட்டப்பட்டுள்ள தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டருக்கான காந்த கிளர்வு ஸ்டோரேஜ் மின்கலம் தனியான DC ஜெனரேட்டர் அல்லது வேறு மூலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட DC சப்ளை ஆகியவற்றிலிருந்து வழங்கப்படுகின்றன. பொதுவாக கிளர்வு மின்னழுத்தமானது உதாரணமாக DC 24,26 அல்லது 48V என குறைந்த மின்னழுத்தம் கொண்டதாகவே இருக்கும்.

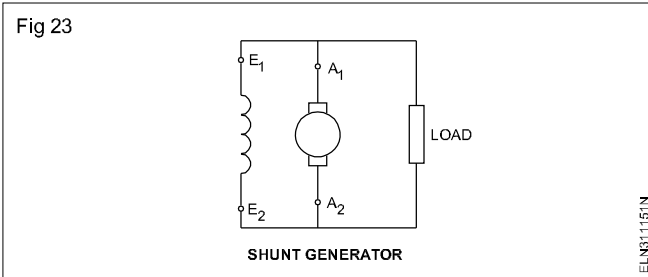


### தானாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டர் (Self-excited generator)

பீல்டு காந்த கிளர்வானது அதனுடைய சொந்த ஆர்மெச்சூரிலேயே வழங்கப்படுகிறது. இவ்வகை ஜெனரேட்டர்களில் தொடக்கத்தில் மின் அழுத்தமானது துருவங்களில் தேங்கியிருக்கும் மீந்த காந்தவியலால் (residual magnetism) உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. தானாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டர் ஷன்ட் (shunt), சீரிஸ் (series) மற்றும் காம்பௌண்டு (compound) ஜெனரேட்டர்கள் என மேலும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

### ஷன்ட் ஜெனரேட்டர் (Shunt generator)

படம் 23-ல் காட்டியுள்ளது போல் ஆர்மெச்சூர் டெர்மினல்களுக்கு இடையில் இணைக்கப்படுகின்றது. (அதாவது ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்கிற்கு பக்க இணைப்பில் ஷன்ட் பீல்டு வையின்டிங் இணைக்கப்படுகிறது) ஷன்ட் பீல்டு மெல்லிய கம்பிகளையும் அதிகமான சுற்றுகளை கொண்டுள்ளது.

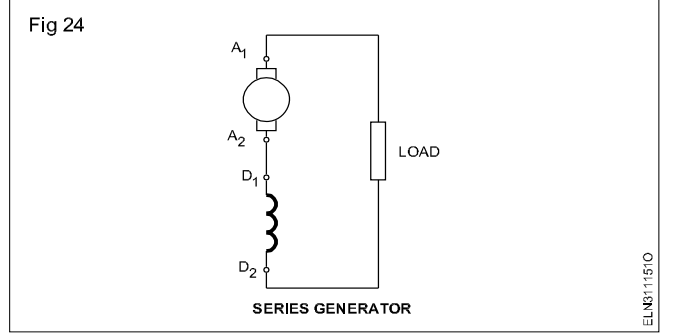


### சீரிஸ் ஜெனரேட்டர் (Series generator)

பீல்டு வையின்டிங்கானது படம் 24-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்குடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த பீல்டு வையின்டிங் கனமான சில சுற்றுகளையும் கொண்டுள்ளது. இது சுமை, மின்னோட்டத்தை எடுத்துச் செல்கிறது.

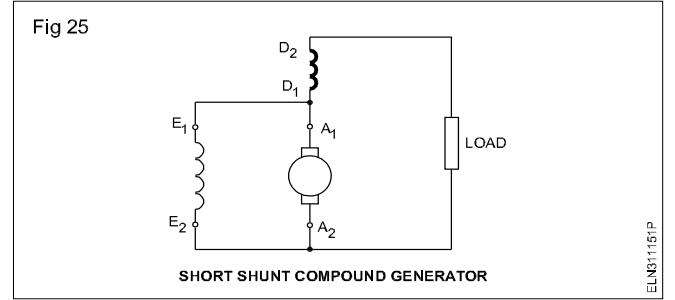
### காம்பௌண்டு ஜெனரேட்டர் (Compound generator)

பீல்டு கிளர்வானது ஷன்ட் மற்றும் சீரிஸ் கூட்டு தொகுப்பினால் வழங்கப்படுகிறது.

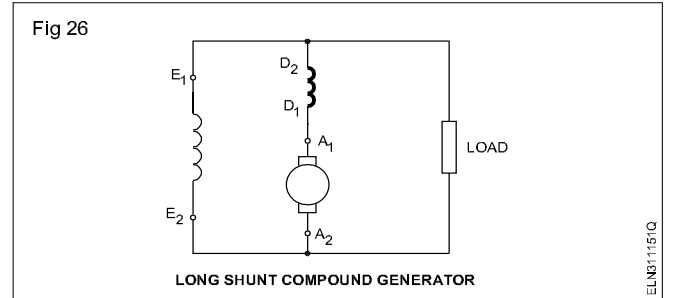


### குறுகிய ஷன்ட் காம்பௌண்டு ஜெனரேட்டர் (Short-shunt compound generator)

படம் 25-ல் காண்பித்துள்ளபடி ஷன்ட் பீல்டு ஆர்மெச்சூருக்கு இடையில் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

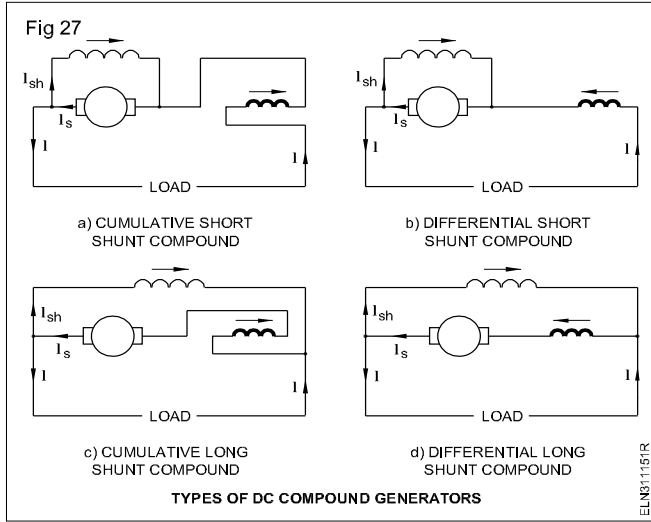


### நீண்ட ஷன்ட் காம்பௌண்டு ஜெனரேட்டர் Long-shunt compound generator: இந்த ஜெனரேட்டர் படம் 26-ல் காண்பித்துள்ளபடி சீரிஸ் பீல்டிற்கு பிறகு ஷன்ட் பீல்டு இணைக்கப்பட்டுள்ளது



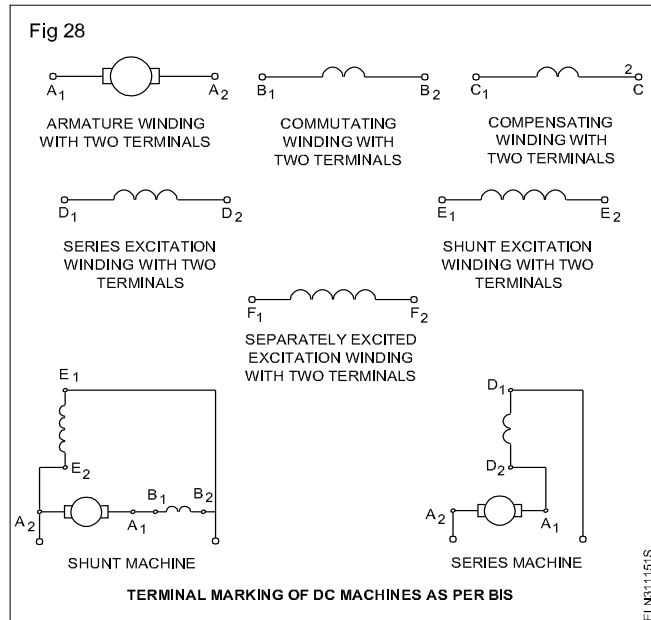
### டிஃப்பரன்சியல் மற்றும் குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்டு ஜெனரேட்டர் (Differential and cumulative compound generator)

காம்பௌண்டு ஜெனரேட்டர் குமிலேட்டிவ் மற்றும் டிஃப்பரன்சியல் என்று மேலும் பிரிக்கப்படுகிறது. குமிலேட்டிவ் ஜெனரேட்டரில் ஷன்ட் மற்றும் சீரிஸ் பீல்டுகளின் ஆம்பியர் சுற்றுகள் குமிலேட்டிவ்வாக இருக்கும். அதாவது இரண்டும் ஒரே திசையில் இருக்கும். எனினும் ஷன்ட் வையின்டிங் சீரிஸ் வையின்டிங்யை எதிர்த்தால் அது டிஃப்பரன்சியல் காம்பௌண்டு ஜெனரேட்டர் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இரண்டு வகைகளும் படம் 27-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.



**டெர்மினல் குறியீடுகள் (Terminal markings):** BIS 4718-1975 படி DC காம்பெளண்டு இயந்திரங்களுக்கான முனை குறியீடுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறியிடல் கோட்பாடுகளின் படி இருக்கும்.

- வையின்டிங் பெரிய எழுத்துக்களால் வேறுபடுத்தி காட்டப்படுகின்றன.
- வையின்டிங்கின் முனை புள்ளிகள் மற்றும் இடைபுள்ளிகள் ஆகியவை எண் இணைப்புகளால் வேறுபடுத்தி காட்டப் பட்டிருக்கின்றன.
- DC வையின்டிங்கிற்கான எழுத்துக்கள் அகர வரிசையின் முந்தைய பகுதியிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். (படம் 28)



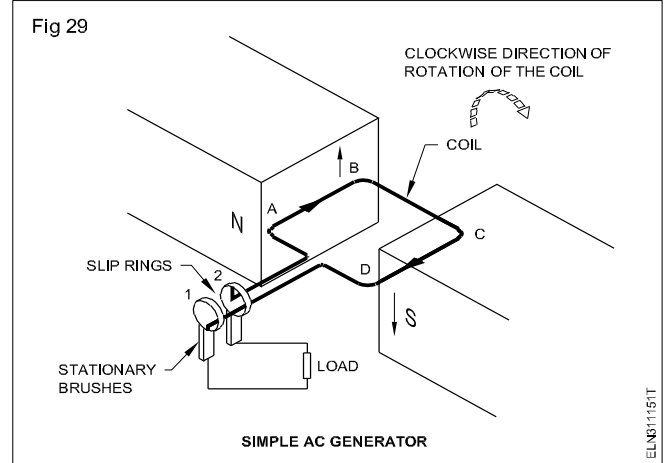
**காமுடேட்டர் (ஸ்பிலிட் ரிங்) Commutator (Split rings)**

ஒரு ஜெனரேட்டரின் கடத்திகள் ஒரு காந்த புலத்தில் சுழலுவதன் காரணத்தால், மின் திறனை உற்பத்தி செய்கிறது. உட்செலுத்தப்படும் இயந்திர

திறனை மின் திறனாக மாற்ற மின்காந்த தூண்டல் தத்துவம் பயன்படுகிறது.

**ஸ்லிப் ரிங் (Slip rings)**

படம் 29-ல் காட்டியுள்ளது போன்ற ஒற்றை லூப் கம்பியைக் கொண்டதும் ஒரு நிலைப் படுத்தப்பட்ட காந்த பீல்டுக்குள் சுழலுவதுமான ஒரு எளிய AC ஜெனரேட்டரை எடுத்துக் கொள்வோம்.



ஒற்றை லூப் காயிலின் முனையில் ஸ்லிப் ரிங் என அழைக்கப்படும் தாமிர அல்லது செம்பு வளையங்களில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேலும் இது இன்சுலேட் செய்யப்பட்டு அச்ச தண்டில் பொருத்தப்பட வேண்டும். இந்த சுழலும் கூட்டமைப்பே ஆர்மெச்சூர் என அழைக்கப்படுகிறது. ஸ்லிப் ரிங் மீது தேய்க்கத் தக்க வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு பிரஷ்களின் மூலம் வெளிப்புற மின் சுற்றில் இணைக்கப்படுகிறது. ஆர்மெச்சூர் ஒரு சீரான கோண சுழற்சியில் சுழற்றப்படும் பொழுது கடத்தியில் உண்டாக்கப்படும் மின்னழுத்தம் உண்மையிலேயே மாறுதிசை மின்னழுத்தமாக இருக்கும்.

காட்டப்பட்ட வலஞ்சுழி உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தத்தின் திசை மற்றும் வட துருவத்துக்கு கீழ் கம்பிச் சுருளுக்கு பக்கத்தில் உள்ள மின்னோட்ட விளைவு முதலியவை 'A' முதல் 'B'-க்கு இயக்கப்பட்டு ஸ்லிப் ரிங் 2-ஐ எதிர்மறையாக்குகிறது. இது 1-ஐ பிளம்மிங்கின் வலது கை விதியினை பயன்படுத்தி உறுதி செய்யப்படுகிறது. இதைப்போலவே தூண்டப் பட்ட மின் அழுத்தம் மற்றும் தென் துருவத்துக்கு கீழ் உள்ள மின்னோட்ட விளைவு ஆகியவை 'C'-யிலிருந்து 'D'-க்கு இயக்கப்பட்டு ஸ்லிப் ரிங் 1-ஐ நேர்மறை ஆக்குகிறது. கடத்தி 'AB'-யானது வட துருவத்திலிருந்து தென் துருவத்திற்கு நகரும் போது அதிலுள்ள தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையின் திசை எதிர்புறமாக திரும்பும்,



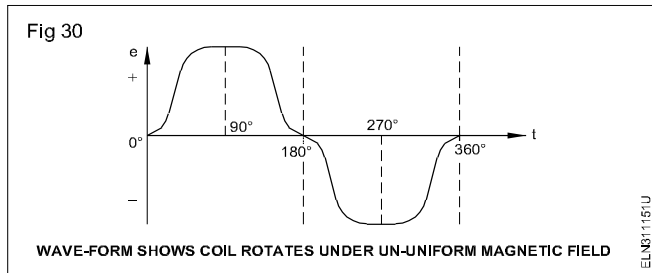
ஆகையால் மின்னோட்டமானது இப்போது 'B'-யிலிருந்து 'A'-க்கு பாய்ந்து ஸ்லிப் ரிங் 2-ஐ நேர்மறை யாக்குகிறது. அதே நேரத்தில் வையின்டிங் பக்கம் 'CD'-யானது வட துருவ பகுதிக்குள் நகர்ந்திருக்கும். மேலும் அதனுடைய தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையானது எதிர்புறமாக திருப்பப்பட்டிருக்கும் மற்றும் மின்னோட்டம் 'D'-யிலிருந்து 'C' பாய்ந்து ஸ்லிப் ரிங் 1-ஐ எதிர்மறையாக்குகிறது.

இவ்வாறாக ஒரு சுற்றில் பாதிக்கு (ஒரு இரண்டு துருவ ஜெனரேட்டருக்கு) மின் இயக்கு விசையானது 'A' முதல் 'B' வரை மற்றும் 'C' முதல் 'D' வரையான வையின்டிங்கை சுற்றி இயக்கப் படுகிறது. சுற்றின் மற்றொரு பாதிக்கு மின் இயக்கு விசையானது 'D' முதல் 'C' வரை மற்றும் 'B' முதல் 'A' வரையான வையின்டிங்கைச் சுற்றி இயக்கப்படுகிறது. வளையங்கள் 1 மற்றும் 2-ஐ தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் நிலையான பிரஷ்களின் வழியே சுமை தடையத்தில் வெளிப்புறமாக இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்னோட்டம் மாறுதிசை (ஏசி) இயல்பை பெற்றிருக்கும்.

#### தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்தின் அலை - வடிவம் (Wave-shape of the induced voltage)

அவுட்புட் மின்னழுத்தம் மின் கோணங்களுக்கு எதிரே குறிக்கப்படும் பொழுது நாம் அவுட்புட் அலை வடிவத்தை பெறுகிறோம்.

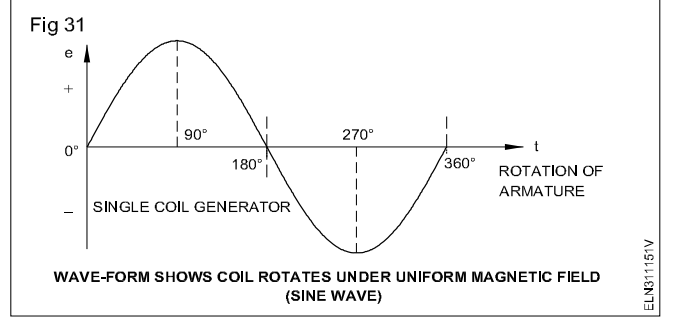
படம் 29-ல் காட்டப்பட்டுள்ள துருவ அமைப்பின் படி சுமைக்கு குறுக்கே பெறப்பட்ட அவுட்புட் அலை வடிவமானது படம் 30-ல் காட்டியுள்ளது போன்ற சீரற்ற காந்த பீல்டையும் ஆனால் செவ்வக வடிவினையும் கொண்டுள்ள காரணத்தால் சைன் வடிவத்தில் இருப்பதில்லை.



இருப்பினும் காந்த பீல்டு சீராக இருந்தால் படம் 31-ல் காண்பித்துள்ளபடி அவுட்புட் அலை வடிவம் sinusoidal வடிவமாக இருக்கும்.

#### பிரிந்த வளையங்களுடன் கூடிய எளிய ஜெனரேட்டர் (Simple generator with split-rings)

ஒரு நேர்திசை மின்னோட்ட ஜெனரேட்டர் ஸ்லிப் ரிங்களுக்கு பதிலாக பிரிந்த வளையங்களுடன் உள்ள ஒரு எளிய மாறு திசை ஜெனரேட்டராகும்.



பிரிந்த வளையம் (split ring) என்பது கடினமாக உள்ள தாமிரம் இரண்டு பகுதிகளாக வெட்டப்பட்டு உண்டாக்கப்பட்ட ஒரு வளையமாகும். மேலும் இது ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்தும் மற்றும் அது பொருத்தப்பட்டுள்ள அச்ச தண்டிலிருந்தும் இன்சுலேட் செய்யப்பட்டிருக்கும். வர்த்தக ரீதியாக இது காழுடேட்டர் என்று அழைக்கப்படும். பிரிந்த வளையங்களை அதிக எண்ணிக்கையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பிரிந்த வளையம் என்பது. ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்கால் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் ஒவ்வொரு முறையும் எதிர் திசையில் திரும்புகிறது. எனவே பிரஷ்களால் எடுக்கப்படும் அவுட்புட் மின்னோட்டமானது எப்பொழுதும் ஒரே திசையில் இருக்கிறது.

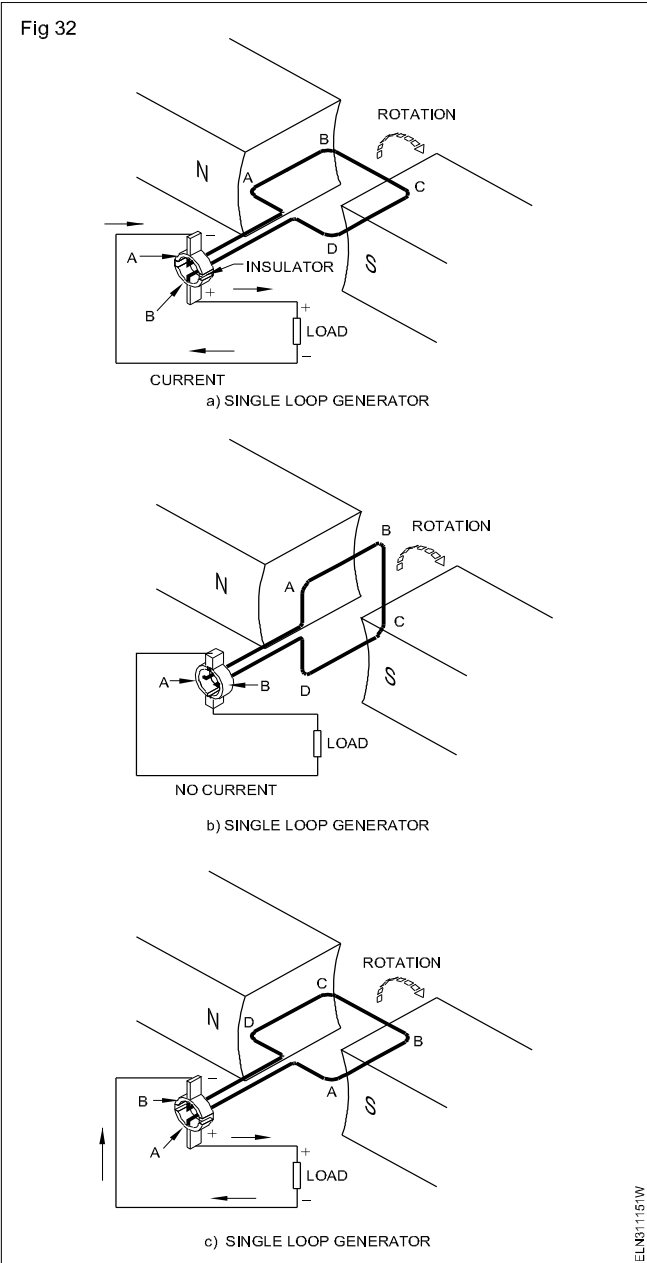
படம் 32a-ல் காட்டியுள்ளது போல் ஆர்மெச்சூர் வலஞ்சுழி திசையில் சுழல்கிறது எனில் பிரிக்கப்பட்ட வளையமும் அத்துடன் சுழல்கிறது. மற்றும் பிரஷ்கள் மற்றும் துருவங்கள் அவற்றின் நிலையிலேயே நிலையாக இருக்கின்றன. 32a-ல் காட்டியுள்ளது போல் நகரும் வையின்டிங் படுக்கைவச நிலையில் இருக்கும் பொழுது தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டமானது ABCD-யிலிருந்து செக்மெண்ட் 'B'-க்கு வையின்டிங் வழியாக positive (+ve) பிரஷ் மற்றும் negative (-ve) பிரஷ் செக்மெண்ட் A-க்கு பாய்கிறது. வெளிப்புற மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசை படங்கள் 32a மற்றும் 32c-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

ஆர்மெச்சூர் சுழலும் பொழுது வையின்டிங் 32b-ல் உள்ளதைப்போல் செங்குத்து நிலையை அடைகிறது என வைத்துக்கொண்டால் பிரஷ்கள் இரண்டு செக்மெண்டுகளையும் குறுக்கு சுற்றாக்குகிறது (short circuit) தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசை zero-வாக இருக்கும். அப்பொழுது குறுகிய நேரத்திற்கு மின்னோட்டம் சுமை மின்சுற்றின் வழியாக பாயாது.

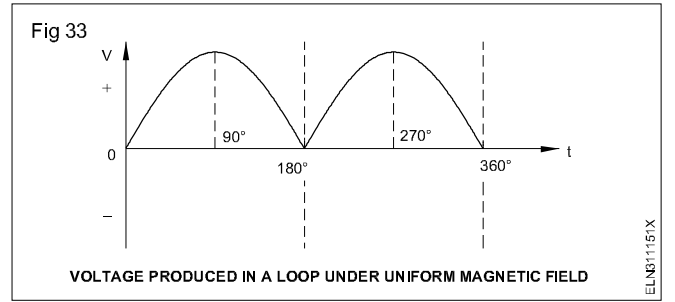
ஆர்மெச்சூர் சுழலும் போது வையின்டிங் படம் 32c-ல் காட்டப்பட்டுள்ள நிலையை அடையும்போது அதன் காயில் பக்கம் AB-யானது தென்துருவ பகுதியில் நுழையும் மற்றும் அதனுடைய தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசை

32a--ல் நகர்ந்து கொண்டிருந்த திசையோடு ஒப்பிடுகையில் எதிர்புறமாக இருக்கும். ஆனால் இது நடைபெறுகிற பொழுது பிரிந்த வளைய பகுதிகளை A மற்றும் B ஆகியவைகளையும் கம்பிசுருளுடன் சேர்ந்து சுழல்வதால் அவற்றின் நிலைகளை மாற்றிக் கொள்கின்றன.

வையின்டிங்கின் பக்கம் AB மற்றும் CD-யில் உள்ள மின் இயக்குவிசைகள் அவற்றின் முனைக் குறியீடுகளை மாற்றுவதால், அவைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ள பிரிந்த வளையங்கள் நிலையான பிரிஷ்க்கு கீழ் அவற்றின் நிலையை மாற்றிக் கொள்கின்றன. இதன் விளைவாக பிரிஷ்களின் முனை குறியீடு நிலையாக இருக்கிறது மற்றும் சுமையின் வழிச்செல்லும் மின்னோட்ட திசையும் படம் 32c-ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இருக்கிறது. இது 32a-ல் காட்டப்பட்டுள்ளதற்கு சமமாக இருக்கும்..



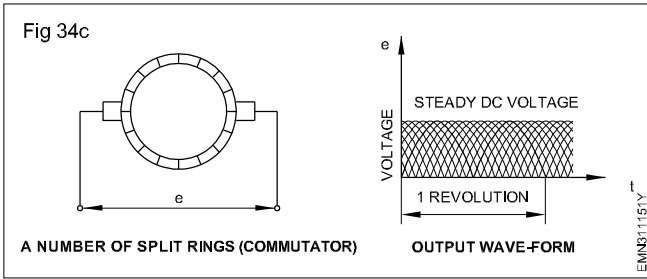
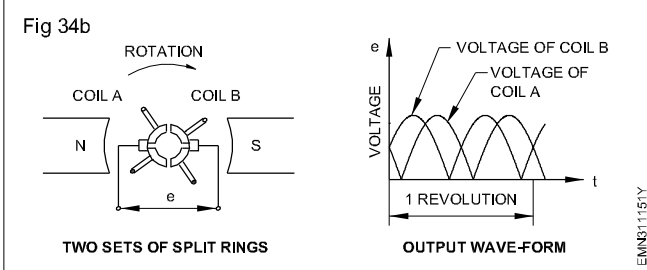
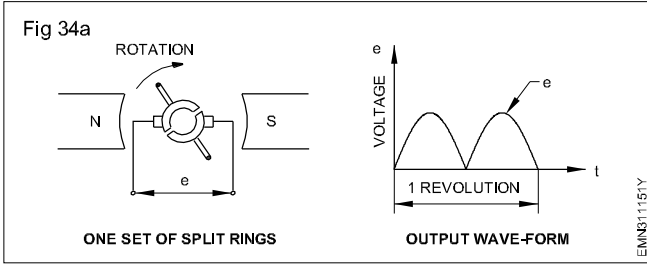
படம் 33-ல் ஒரு எளிய நேர் திசை (DC) ஜெனரேட்டரால் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தத்தைக் குறிக்கிறது. பிரிந்த வளைய செயல்பாட்டின் காரணமாக மின்னழுத்தம் ஒரே திசையில் இருக்கிறது. ஒற்றை லூப் வையின்டிங்கால் தூண்டப்படும் மின் இயக்குவிசை பருமன் அளவில் சிறியதாக இருக்கும் மற்றும் படம் 33-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் துடிப்பை இயல்பில் பெற்றிருக்கும். தொடரில் அதிக எண்ணிக்கைல் ஆன வளைவுகளைப் பெற்றிருக்கும். . மேலும் ஒரே எண்ணில், உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின் இயக்கு விசை பெருக்கப்படுகிறது. ஆயினும் ஒரு நிலையான DC மின்னோட்டத்தை பெறுவதற்கு ஆர்மெச்சூரில் உண்டாக்கப்படும் துடிப்புகளை அதிகப்படுத்தி அதன் மூலம் அவற்றின் சராசரி மதிப்பினை நிலையாக வைத்திருப்பது அவசியமாகும்.



ஆர்மெச்சூரின் ஒவ்வொரு சுழற்சியின் பொழுதும் துடிப்புகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்க இரண்டு வழிகள் உள்ளன.

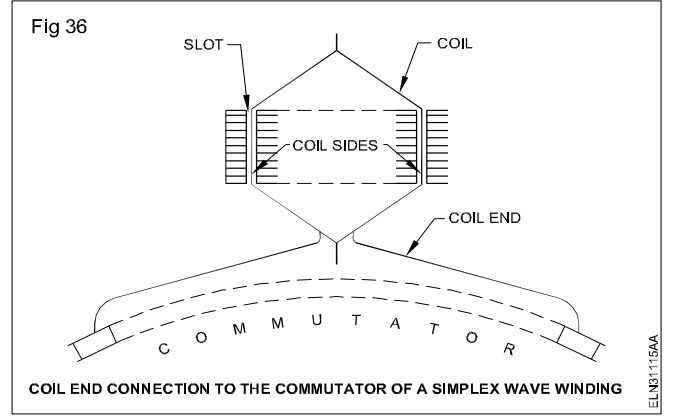
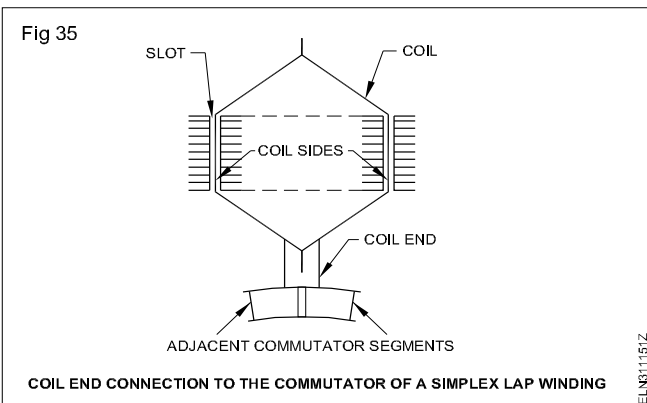
- காந்த துருவங்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்தல்.
- சில ஆர்மெச்சூரில் தனி வையின்டிங்கின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்தல்.

படங்கள் 34a மற்றும் 34b-ல் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தம் மற்றும் அவற்றின் அலைவடிவங்கள் ஆர்மெச்சூரில் வேறுபட்ட எண்ணிக்கையிலான sprit ring-கள் இருக்கும் போது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. செயல்முறை ஜெனரேட்டரின் படம் 34c-ல் காட்டியிருப்பது போல அதிக எண்ணிக்கையிலான காழுடேட்டரின் பகுதிகளை பெற்றிருக்கின்றன மற்றும் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசை இணைக்கப்பட்டுள்ள வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல இருக்கும்.



ஆர்மெச்சூர் மின்சுற்று மின்தடை மற்றும் பல்வேறு வகையான வையிண்டிங் மற்றும் பிரஸ் மின்தடை ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பு (Armature circuit resistance and its relation with different types of windings and brush resistance)

ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங் (Armature windings): படம் 35-ல் - லேப் வையிண்டிங், படம் 36-ல் - வேவ் வையிண்டிங்) ஒரு ஒற்றை லூப் கடத்தியை ஒரு காந்த மண்டலத்தின் வழியே சுழலும் போது அதில் மாறுதிசை மின்னழுத்தமானது தூண்டப் படுகிறது என்பதை நாம் ஏற்கனவே பார்த்தோம். இந்த மாறுதிசை மின்னழுத்தமானது காழுடேட்டரால் நேர்திசை மின்னழுத்தமாக மாற்றப்படுகிறது.



செயல்முறையில் ஆர்மெச்சூரில் பல காயில்கள் இருக்கின்றன. ஆர்மெச்சூரின் பள்ளங்களில் அதிக எண்ணிக்கையிலான காயில்கள் வைக்கப்படுகின்றன. காயில்களின் இந்த அமைப்பை ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆர்மெச்சூரின் இணைபாதைகளின் எண்ணிக்கையை முடிவு செய்யும் லேப் மற்றும் வேவ் போன்ற வையிண்டிங் வகையினை பொருத்தே காயில்களின் முனையானது காழுடேட்டரின் உயரமான (raisers) பகுதியுடன் பற்றவைக்கப்படுகின்றன. அதாவது இணைபாதைகளின் எண்ணிக்கையை லேப் அல்லது வேவ் வையிண்டிங் தீர்மானிக்கிறது.

தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை கணக்கிடுதல் தொடர்பான பிரச்சனைகளை சமாளிப்பதற்கு பல்வேறு வகையான வையிண்டிங் பற்றிய அடிப்படை அறிவு அவசியமாகிறது.

வையிண்டிங் முனைகளை காழுடேட்டரின் செக்மெண்டில் இணைக்கப்படும் முறையின் மூலமாக இந்த வையிண்டிங்-ஐ உடனடியாக இனம் காணலாம். படம் 35-ல் காட்டப் பட்டுள்ளதை போல் ஒரு எளிய லேப் வையிண்டிங்கின் காயில்களின் முனைகள் அருகிலுள்ள காழுடேட்டரின் செக்மெண்டில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரே முனை குறியீட்டினுடைய முனைகளுக்கு இடையேயான தூரம் ஏறத்தாழ சமமாக இருக்கத்தக்க காழுடேட்டரின் பகுதிகளுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். காயில் முனைகளில் உள்ள எளிமை ஆக்கப்பட்ட வேவ் வையிண்டிங்-ஐ படம் 36-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1-ல் லேப் மற்றும் வேவ் வையிண்டிங்களுக்கு இடையினால் முக்கியமான வேறுபாடுகளைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை 1

லேப் வையிண்டிங் (Lap winding)	வேவ் வையிண்டிங் (Wave winding)
சிம்பிளக்ஸ் (simplex) வையிண்டிங் ஆக இருந்தால் ஒவ்வொரு ஆர்மெச்சூர் காயிலின் இரண்டு முனைகள் அடுத்தடுத்து உள்ள காழுடேட்டர் செக்மெண்ட்டில் இணைக்கப்படும். டியூப் லெக்ஸ் ஆக இருந்தால் இரண்டு செக்மெண்ட் தள்ளியும், டிரிப் லெக்ஸ் ஆக மூன்று செக்மெண்ட் தள்ளியும் இருந்தால் இணைக்கப்படும்.	ஒவ்வொரு காயிலின் இரண்டு முனைகள் அருகருகே இருக்கும். துருவங்களுக்கிடையே இணைக்கப்பட்டுள்ளன.
துருவங்கள் போலவே மின்னோட்டத்திற்கு நிறைய இணைப்பாதைகள் உள்ளன.	துருவங்களின் எண்ணிக்கையை கருத்தில் கொள்ளாமல் இரண்டு இணைப்பாதைகள் மட்டுமே உள்ளன.
இணைப்பாதைகளின் எண்ணிக்கை = துருவங்களின் x plex of the winding	வேவ் வையிண்டிங் இணைப்பாதைகளின் எண்ணிக்கை = 2 x plex winding இங்கு simplex 1, duplex 2, triplex 3 ஆகும்.
பிரஸ் நிலைகளின் எண்ணிக்கை = துருவங்களின் எண்ணிக்கை	இரண்டு பிரஸ்கள் மட்டுமே இருக்கும்.
குறைந்த மின்னழுத்தம் மற்றும் அதிக மின்னோட்டம் கொண்ட இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.	குறைந்த மின்னோட்டம் மற்றும் அதிக மின்னழுத்தம் கொண்ட இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

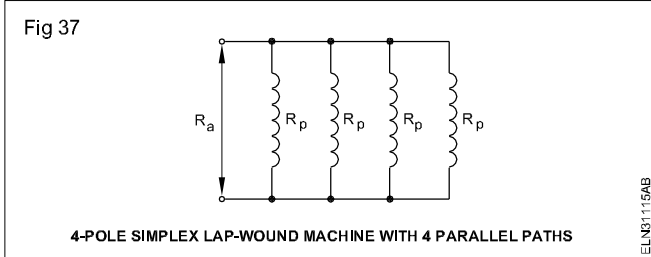
**DC ஆர்மெச்சூர் மின்சுற்று - மின்னழுத்த வீழ்ச்சி மற்றும் அதன் முக்கியத்துவம் (DC armature circuit - voltage drop and its importance):** சுமை ஏற்றப்பட்ட ஜெனரேட்டர்களின் முனைகளில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சிக்கான முக்கியமான காரணங்களில் ஒன்று ஆர்மெச்சூரில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியேயாகும். இது ஆர்மெச்சூரின் மின்சுற்று மின்தடை மற்றும் அதில் பாயும் மின்னோட்டத்தை பொருத்து அமைகிறது. ஆர்மெச்சூரின் மின்தடையை முழுமையாக புரிந்து கொள்வது ஒரு DC ஜெனரேட்டரின் திறமை கணக்கிடுவதற்கு ஒரு மின் பணியாளருக்கு உதவுவது மட்டுமின்றி வையிண்டிங்கின் அளவையும் அவற்றின் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையும் நேரடியாக சோதிக்காமல் ஆர்மெச்சூர் சுற்றின் தன்மை சரியாக உள்ளதா என்பதை சோதிக்கவும் பயன்படுகிறது. இவை நிர்மானிக்கப்பட்ட தொழிற்சாலைகளில் செய்யப்படுகின்றன. அங்கு ஒவ்வொரு DC இயந்திரத்தின் ஆர்மெச்சூருக்கு இடையே உண்டாகும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியினை காட்டுவதற்கு பதிவேடுகள் பராமரிக்கப்படுகின்றன. பதியப்பட்ட மதிப்பிற்கும் திரும்ப

சுற்றப்பட்ட ஆர்மெச்சூரிலிருந்து பெறப்பட்ட மதிப்பிற்கும் இடையில் ஏதாவது வேறுபாடு இருப்பின் அது வையிண்டிங் கம்பியின் அளவோ அல்லது சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையிலோ மாற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது என்பதை தெளிவாக அறிந்து கொள்ளலாம். மேலும் இயந்திரத்தின் செயல்படும் தன்மையானது முன்பு இருந்ததைப் போல் இருக்காது. பொதுவாக ஆர்மெச்சூரின் மின்தடையானது ஒரு ஓம் அல்லது அதற்கு குறைவான மதிப்பிலேயே இருக்கும்.

**மின்னழுத்த வீழ்ச்சி (Voltage drop):** ஒவ்வொரு இணைப்பாதையிலும் பக்க இணைப்பில் உள்ள ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் மொத்த மின் தடையினை கண்டுபிடித்து அதை இணைப்பாதைகளின் எண்ணிக்கையால் வகுப்பதன் மூலம் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியினை கணக்கிடலாம். ஆனால் நடைமுறையில் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி முறையில் கணக்கிடப்படுகிறது.

படம் 37-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மின்சுற்றினை பார்க்கவும்.

'P' என்பது ஆர்மெச்சூர் கடத்தியின் specific resistance மின்தடையாகும்.



'a' என்பது கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பு சதுர செண்டி மீட்டரில்

'L' என்பது கடத்தியின் நீளம் செண்டி மீட்டரில்

'R<sub>a</sub>' - ஆர்மெச்சூரின் மின்தடை - ohms.

'R<sub>p</sub>' - என்பது ஒவ்வொரு இணை பாதைக்குமான மின்தடை ஆகும் - ohms.

**ஆர்மெச்சூரின் மின்தடையை கணக்கிடும் முறை (Method of calculating the armature resistance):** P ஆனது ஆர்மெச்சூரில் உள்ள இணை பாதைகளின் எண்ணிக்கை ஆகும்.

Z ஆர்மெச்சூரில் உள்ள மொத்த கடத்திகளின் எண்ணிக்கை ஆகும்.

ஒரு இணைபாதையில் உள்ள கடத்திகளின் எண்ணிக்கை = Z/P.

$$\text{ஒரு இணைபாதையின் மின்தடை } R_p = \frac{Z}{P} \times \frac{\rho L}{a}$$

ஆர்மெச்சூர் மின்தடை = R<sub>a</sub> ohms

$$R_a = \frac{R_p}{\text{No. of parallel paths}}$$

**உதாரணம் (Example):** ஒரு DC 4 துருவ லேப் வையிண்டிங் இயந்திரத்தின் ஒரு கடத்தியின் மின்தடை 0.1 ohm ஆகும். அங்கு 48 கடத்திகள் இருக்கின்றன. ஆர்மெச்சூரின் மின்தடையை கணக்கிடுக.

No. of parallel paths = No. of poles (assuming simplex winding).

இது லேப் வையிண்டிங் என்பதால் இணை பாதைகளின் எண்ணிக்கை = துருவங்களின் எண்ணிக்கை.

எனவே இணைபாதைகளின் எண்ணிக்கை = 4.

Conductors per

$$\text{parallel path} = \frac{\text{Total No. of conductors}}{\text{No. of parallel paths}} = \frac{48}{4} = 12.$$

ஒரு இணைபாதையின் மின்தடை = 12 x 0.1 = 1.2 ohms.

எனவே 4 இணைபாதைகளுக்கான மொத்த ஆர்மெச்சூர் மின்தடை = 1.2/4 = 0.3 ohms.

இத்துடன் சேர்த்து மொத்த ஆர்மெச்சூரின் மின்கற்று மின்தடையானது பிரஸ் மின்தடை மற்றும் பிரஸ் தொடும் இடத்தின் மின்தடையும் உள்ளடக்கியுள்ளது. எனவே மேலுள்ள உதாரணத்தில் அளக்கப்பட்டமதிப்பானது 0.3 ohms-க்கு அதிகமாக இருக்கும்.

**பிரஷ்கள் (Brushes):** பிரஷ்களின் முக்கியமான வேலை ஆர்மெச்சூரில் இருக்கும் சக்தியினை வெளிப்பற்ற மின்கற்றுக்கு மாற்றுவதேயாகும். பிரஷ்கள் பொதுவாக கார்பன் கூட்டு மற்றும் கிராஃபைட்டால் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கும். காழுடேட்டர் மீது பிரஷ் உரையும் போது கிராஃபைட் தானாகவே உய்வு பொருளாக செயல்படுகிறது.

பிரஷ்களின் மிக முக்கியமான குணாதிசயங்கள் specific resistance , உராய்வு குணகம், மின்னோட்டத்தை எடுத்துச் செல்லும் திறமை, அதிகபட்ச செயல்பாட்டு வேகம் மற்றும் சிராய்ப்பு தன்மை ஆகியவையாகும்.

Specific resistance என்பது பிரஷ்ஷின் resistivity ஆகும்.

உராய்வுக் குணகம் (Friction coefficient) என்பது ஒரு பரப்பின் மீது மற்றொரு பரப்பு நழுவுவது போது அதற்கு தேவைப்படும் force-ன் விகிதமாகும். மேலும் அது பிரஷ்ஷின் வெப்பநிலை, அழுத்தம், மின்னோட்டம் வளிமண்டல நிலை, இயந்திரவியல் நிலை, காழுடேட்டரின் பொருள் மேற்புற படலங்கள் மற்றும் வேகம் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக பிரஸ் உடையும் நிலை ஏற்படுகிறது. குறைந்த பிரஸ் உராய்வானது 0.22-ம் அதிக பிரஷ் உராய்வானது 0.4 மதிப்புக்கு மேற்பட்டிருக்கும்.

**மின்னோட்டத்தை எடுத்துச்செல்லும் திறன் (Current-carrying capacity):** இது பிரஷ் ஆக்கப்பட்டுள்ள பொருள். செயல்படும் நிலைமை, காற்றோட்ட வகை, மற்றும் செயல்படும் வெப்பநிலை முதலியவற்றை பொருத்து அமைகிறது. அதிக மின்னோட்ட அடர்த்தியின் காரணமாக வெப்பநிலை அதிகமாக இருப்பின் பிரஸ்ஸின் ஆயுட் காலம் குறைக்கப்படுகிறது.

**வேகம் (Speed):** அனுமதிக்கப்பட்டுள்ள வேகமானது பிரஷ் தயாரிக்கப்படும் பொருளின் குணாதிசயம், ஸ்பிரிங் அழுத்தம், மின்னோட்டத்தின் அடர்த்தி, பிரஷ்

ஹோல்டரின் வகைகள், பிரஷ்ஷின் கோணம் மற்றும் காழுடேட்டரால் தொடப்பட்ட பகுதியின் பரப்பு ஆகியவற்றை பொருத்து அமைகிறது.

**சிராய்ப்பு பண்பு (Abrasiveness):** எண்ணெய் பசையின் காரணத்தால் வழக்கமாக ஏற்படும் அதிக அளவிலான படலத்தை தடுக்கும் சிராய்ப்பு பண்பு (abrasiveness) அல்லது மெருகூட்டும் செயல் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

**தரம் மற்றும் பிரஸ்களின் வகைகள் (Grade and types of brushes):**

- கிராஃபைட் (Graphite)
- கார்பன் மற்றும் கிராஃபைட் (Carbon and carbon graphite)
- எலக்ட்ரோ கிராஃபைட் (Electro-graphite)
- உலோக கிராஃபைட் (Metal graphite)

**கிராஃபைட் (Graphite):** கிராஃபைட் பிரஷ்கள் வழக்கமாக இயற்கையான அல்லது செயற்கையான கடின கிராஃபைட்டால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இயற்கையான கிராஃபைட் மாசுபட்ட பொருட்களை கொண்டுள்ளன. செயற்கை கிராஃபைட் வழக்கமாக சுத்தமாக இருக்கும். இது மிகச்சிறிய HP உள்ள இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**எலக்ட்ரோ கிராஃபைட் (Electro-graphite):** இது கார்பனின் பல்வேறுபட்ட வடிவங்களை கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வகை பிரஷ்கள் வழக்கமாக அதிக மின்னோட்ட அடர்த்தி, குறைந்தபலம், குறைந்த கடினத்தன்மை மற்றும் குறைந்த specific resistance ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளன. இவை பொதுவாக நல்ல திரட்டும் குணத்தை பெற்றுள்ளது ஆனால் எப்பொழுதும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஏனெனில் அதிக மின்னோட்டம் குறைந்த அளவில் தேவைப்படுகிறது. மற்றும் கடினமான இயந்திர நிலைகள் தேவைப்படுகின்றன.

**உலோக கிராஃபைட் (Metal graphite):** இது பொதுவாக இயற்கையாக கிராஃபைட்டால் உண்டாக்கப்படுகிறது. இறுதியில் உலோக பொடிகளாக பிரிக்கப்படுகின்றன. தாமிரம் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் உலோகமாகும். ஆனால் வெள்ளி, வெள்ளீயம், காரீயம் மற்றும் மற்ற உலோகங்களும் சில வேளைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உலோக உட்பொருட்களின் எடையானது ஏறத்தாழ 10 முதல் 95% அளவில் உள்ளது. ஒரு உயர் உலோக

உட்பொருளானது அதிக மின்னோட்ட திறனையும், அதிக இயந்திர பலத்தையும் மற்றும் உராய்வு, தொடர்பு வீழ்ச்சி ஆகியவற்றின் சில ஒன்றிணைந்த குணாதிசயத்தையும் கொடுக்கிறது. எங்கு அதிக மின்னோட்டமும் குறைந்த மின்னழுத்தமும் தேவைப்படுகிறதோ அங்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்மூலம் பூசுவதற்கான ஜெனரேட்டர்கள் பேட்டரி சார்ஜர், பற்றவைப்பு ஜெனரேட்டர் மற்றும் அதிக மின்னோட்டம் தேவைப்படும் சாதனங்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எப்பொழுதெல்லாம் பிரஸ்கள் மாற்றப் படுகின்றவோ அப்பொழுதெல்லாம் ஒரே மாதிரியான செயல்பாட்டு குணாதிசயங்களை இயந்திரங்களிலிருந்து பெறுவதற்காக அதே மாதிரியான பிரஸ்கள் பெறப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

ஒவ்வொரு மின் பணியாளரும் ஒவ்வொரு இயந்திரத்திற்கான பிரஸஸின் தரத்தையும், பராமரிப்பு கையேட்டிலிருந்தோ அல்லது நேரடியாக ஆராய்ந்தோ தெரிந்திருக்க வேண்டும். எதிர்காலத்தில் அவற்றினை மாற்றிட நேரும் போது சரியான தரம் கொண்ட பிரஸஸினை தேர்வு செய்வதற்கு ஏதுவாக அது குறித்து விவரங்கள் பராமரிப்பு அட்டையில் பதியப்படவும் வேண்டும்.

பிரஸஸின் தொடர்பு மின்தடை என்பது மின்சாரம் பாய்வதற்கு பிரஸ் மற்றும் ஹோல்டருக்கு இடைப்பட்ட மின்தடையாகும். இந்த மின்தடை மதிப்பானது பிரஸஸின் தரத்தையும், ஹோல்டருக்காக பயன்படுத்தப்படும் பொருளையும், பிரஸ் மற்றும் ஹோல்டருக்கு இடைப்பட்ட தொடர்புபடுத்தப்படும் பரப்பு மற்றும் பிரஸஸின் அழுத்தம் ஆகியவற்றை பொருத்தே அமைகிறது. பொதுவாக பிரஸ் தொடர்பு மின்தடையானது ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னோட்ட விகிதங்களில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியை வைத்தே அளக்கப்படுகிறது.

அட்டவணை 2-ல் பல்வேறு தரங்களை கொண்ட பிரஸ்கள் மற்றும் அவற்றின் குணாதிசயங்களைக் காண்பிக்கிறது.

**DC ஜெனரேட்டரின் மின்இயக்கு விசை சமன்பாடு (EMF equation of DC generator)**

ஒரு DC ஜெனரேட்டரின் ஆர்மெச்சூர் பல எண்ணிக்கை கொண்ட கடத்திகளை பெற்று காந்த மண்டலத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் சுழல்கிறது. ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங்கில் மின்இயக்கு விசையானது தூண்டப்பட்டு அது

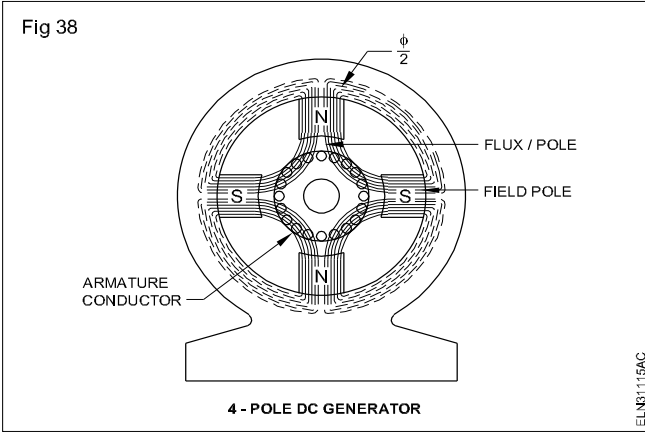
பிரஸ்ஸின் குறுக்கே கிடைக்கிறது. கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாடுகளும் கணக்குகளும் ஒரு DC இயந்திரத்தின் கட்டமைப்பு குறித்து ஒரு மின்பணியாளர் முழுமையாகவும் சரியாகவும் தெரிந்து கொள்ள உதவுகிறது.

ஒரு DC ஜெனரேட்டரில் தூண்டப்படும் மின்இயக்கு விசையினை சீழே விளக்கப் பட்டுள்ளவாறு கணக்கிடலாம்.

படம் 38 உங்கள் பார்வைக்காக கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

### அட்டவணை 2

கார்பனின் தரம்	அதிகபட்ச மின்னோட்ட அடர்த்தி செ.மீ <sup>2</sup>	அதிகபட்ச தொடர்பு மின்தடை ஓம்கள்/செ.மீ <sup>2</sup>	காழுடேட்டர் மீதான அழுத்தம் கிலோ/செ.மீ <sup>2</sup>	மின்னழுத்த வீழ்ச்சி வோல்ட்டில்
மென்மையான கிராஃபைட்	9 முதல் 9.A/செ.மீ <sup>2</sup>	-	0.12	1.6
தாமிர கார்பன்	15 முதல் 16.A/செ.மீ <sup>2</sup>	0.0000465	0.15-0.18	0.25-0.35
கார்பன்	5.5 முதல் 6.5.A/செ.மீ <sup>2</sup>	0.000062	0.22-0.27	2
எலக்ட்ரோ-கிராஃபைட்	8.5 முதல் 9.A/செ.மீ <sup>2</sup>	0.000031	0.22	1.7-1.8



$$\frac{d\phi}{dt} \text{ volt (since } N = 1 \text{)}$$

இப்பொழுது காந்தக் கோடுகள் வெட்டு ஒரு சுழற்சியில்  $(d\phi) = P\phi \text{ Wb}$  வெப்பர்

ஒரு வினாடியில் சுழற்சியின் எண்ணிக்கை =  $N/60$

ஒரு சுழற்சிக்கான நேரம்  $(dt) = 60/N$  வினாடி

ஃபாரடேயின் மின்காந்த தூண்டல் விதிகளின்படி உற்பத்தி செய்யப்பட்ட EMF/கடத்தி/விநாடி

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{P\phi N}{60} \text{ volts}$$

$\phi$  = மொத்த காந்த கோடுகள்/துருவம் வெப்பரில்

$Z$  = ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் மொத்த எண்ணிக்கை = துளைகளின் எண்ணிக்கை x கடத்திகளின் எண்ணிக்கை/துளைகள்

$P$  = ஜெனரேட்டர் துருவங்களின் எண்ணிக்கை

$A$  = ஆர்மெச்சூரில் உள்ள இணைபாதைகளின் எண்ணிக்கை

$N$  = ஒரு நிமிடத்தில் ஆர்மெச்சூர் சுழலும் சுழற்சி (r.p.m.)

$E$  = ஜெனரேட்டரில் தூண்டப்படும் மின் இயக்கு விசை

ஒரு சுற்றில், காந்த கோடுகளின் ஒரு கடத்தியில் மாறுபடும் அளவு உற்பத்தியாகும் விகிதம் சராசரி EMF = (ஃபாரடே-வின் மின்காந்த தூண்டல் விதிகள்)

ஆர்மெச்சூரில்  $A$  இணைபாதைகள் இருக்கிற போது ஜெனரேட்டரில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தம்

$$= \frac{\phi Z N}{60} \times \frac{P}{A} \text{ volts.}$$

$A = 2$  - simplex வேவ் வையிண்டிங்கிற்கு

=  $P$  - simplex லேப் வையிண்டிங்கிற்கு

**உதாரணம் (Example):** 51 துளைகளுடன் கூடிய சிம்பலக்ஸ் (simplex) வேவ் வையிண்டிங் (wave-wound) ஆர்மெச்சூர் நான்கு துருவங்களை கொண்டுள்ளது. அதன் ஒவ்வொரு துளையிலும் 20 கடத்திகள் உள்ளன. ஒரு துருவத்தின் காந்த மண்டலம் 7.0 mWb எனவும் அதன் சுழற்சியானது 1500 r.p.m எனவும் இருக்கும் போது இயந்திரத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்னழுத்தம் எவ்வளவு?



**தீர்வு (Solution):**  $E = \frac{\phi Z N}{60} \times \frac{P}{A}$  volts.

இங்கு  $\phi = 7 \times 10^{-3}$  Wb வெப்பர்,  $Z = 51 \times 20 = 1020$ ,  $P = 4$ ,  $N = 1500$  r.p.m.

சிம்பலக்ஸ் வேவ் வையிண்டிங் ஆக இருப்பதால்  $A = 2$

$$E = \frac{7 \times 10^{-3} \times 1020 \times 1500}{60} \times \frac{4}{2} = 357V.$$

**உதாரணம் (Example):**

ஒரு 8 துருவ DC ஜெனரேட்டர் 960 ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளை கொண்டுள்ளது. மேலும் 20mWb கொண்ட ஒரு துருவ காந்த மண்டலம் 500 r.p.m. சுழலுகிறது எனில் (i) ஆர்மெச்சூர் சிம்பிலக்ஸ் லேப் வையிண்டிங்காக இணைக்கப்பட்டிருக்கும் போது (ii) சிம்பிலக்ஸ் வேவ் வையிண்டிங்காக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது உண்டாகும் மின்னழுத்தத்தை கணக்கிடுக.

**தீர்வு (Solution)**

(i) சிம்பிலக்ஸ் லேப் வையிண்டிங்

$$E = \frac{\phi Z N}{60} \times \frac{P}{A}$$

$$E = \frac{20 \times 10^{-3} \times 960 \times 500}{60} \times \frac{8}{8} = 160V.$$

(ii) சிம்பிலக்ஸ் வேவ் வையிண்டிங்

$$E = \frac{20 \times 10^{-3} \times 960 \times 500}{60} \times \frac{8}{2} = 640V.$$

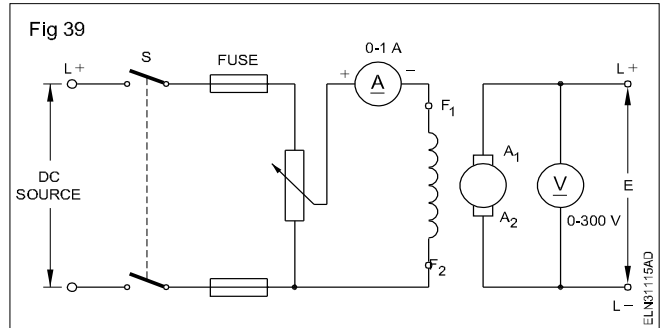
**தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட DC ஜெனரேட்டர் (Separately excited DC generator)**

**முன்னுரை (Introduction)**

ஒரு DC ஜெனரேட்டர் அதிகம் பரவலாக பயன்படுத்தப்படும் ஒரு தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டராகும். இது மின்மூலம் பூசுவதற்கும், பேட்டரி சார்ஜிங் செய்வதற்கும் பயன்படுகிறது. ஒரு தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டர் என்பது என்ன வென்றால் அதன் காந்த புலமானது வெளிப்புற நேர்திசை மூலத்திலிருந்து கிளர்வூட்டப்படுகிறது. அது DC ஜெனரேட்டர் அல்லது பேட்டரி அல்லது உலோக ரெக்டிபையருடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கலாம். பொதுவாக ஒரு மின்னழுத்த டிவைடர் (potential divider) DC மின்னழுத்த வழங்கலின் குறுக்கே படம் 39-ல் காண்பித்துள்ள படி இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஒரு அம்மீட்டர் பீல்டு மின்னோட்டத்தை அளப்பதற்காக பீல்டு மின்சுற்றில் இணைக்கப்படுகிறது. ஜெனரேட்டரின் அச்ச தண்டு prime mover-வுடன் பொருத்தப்படுகிறது. (படம் 39-ல் காட்டப்படவில்லை)

**காந்த தன்மையின் குணாதிசயங்கள் (Magnetisation characteristic):** ஒரு ஜெனரேட்டரில் காந்தபுல கோடுகளுக்கும் மற்றும் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பினை இந்த குணாதிசயம் காட்டுகிறது. ஆயினும் காந்தவயலை அளப்பது மிகவும் கடினம். எனவே அதற்கு பதிலாக காந்தவயல் மின்னோட்டம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. குணாதிசய வரைகோடு வரையப்படும் போது காந்தவயல் மின்னோட்டம் 'X' அச்சிலும் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசை 'Y' அச்சிலும் வைக்கப்படுகிறது. குணாதிசய வரைகோட்டினை வரைவதற்கு இணைப்பு- களானது படம் 39-ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஏற்படுத்த வேண்டும். மேலும் காந்தவியல் சுவிட்ச் 'S' திறந்த நிலையில் இருக்கும் போது ஒரு prime mover குறிப்பிட்ட வேகத்தில் இயக்கப்படுகிறது. முனைகளில் தோன்றும் மின்னழுத்தமானது அளக்கப்பட்டு பதிவு செய்யப்படுகிறது. இந்த சிறிய மின்னழுத்தம்  $E_r$  என்பது மீதி காந்தப்புலத்தினால் ஏற்பட்ட மின்னழுத்தம் எனப்படுகிறது.



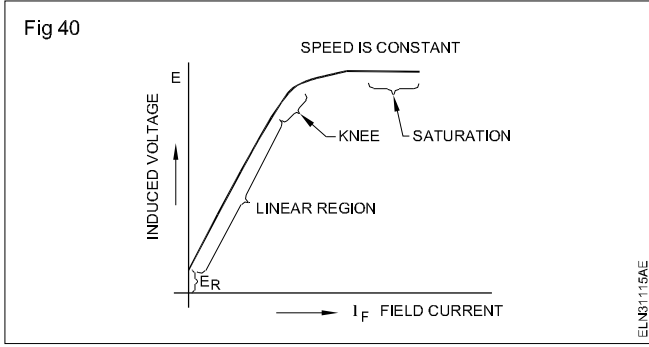
இந்த சோதனை முழுவதிலும் ஜெனரேட்டரின் வேகமானது நிலையாக வைக்கப்படுகிறது. அடுத்து பீல்டு சுவிட்ச் 'S' மூடப்பட்டு பொடன்சியல் டிவைடரை குறைந்தபட்ச நிலையில் வைக்கப்பட வேண்டும். பிறகு பீல்டு மின்னோட்டத்தை படிப்படியாக உயர்த்தப்படுகிறது. ஒவ்வொரு படியிலும் பீல்டு மின்னோட்டம் மற்றும் அதற்கு தொடர்புடைய மின்னழுத்தம் குறிக்கப்படுகிறது. அளவுகளை அட்டவணை 3-ல் பதிய வேண்டும்.

பீல்டு மின்னோட்டத்திற்கும், டெர்மினல் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே ஒரு வரைகோடு வரையப்பட்டால் அந்த வரைகோடானது படம் 40-ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இருக்கும்.

பீல்டு மின்னோட்டம்  $X$  அச்சிலும் emf  $E$   $Y$  அச்சிலும் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. வரையப்பட்ட வரைகோடானது தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டரின் காந்தவியல் குணாதிசயம் என்று கருதப்படுகிறது.

### அட்டவணை 3

வ.எண்	பீல்டு மின்னோட்டம்	டெர்மினல் மின்னழுத்தம்



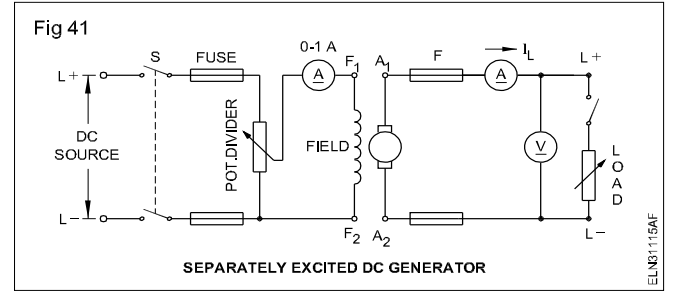
வரைகோடு எதை காட்டுகிறது என்றால் அது அதன் மையத்திற்கு சற்று மேலே துவங்கி நேரான பகுதியில் நேராக பயணம் செய்கிறது என்பதையும் தூண்டப்பட்ட emf பீல்டு மின்னோட்டம்  $I_f$ -க்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் என்பதையும் காட்டுகிறது.

துருவங்கள் saturation நிலையில் இருக்கும் போது டெர்மினல் மின்னழுத்தத்திற்கும் பீல்டு மின்னோட்டத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பானது வளைகோட்டின் வளைந்த பகுதியில் (knee portion) காட்டப்பட்டுள்ளதைப் போல் தொடர்ந்து நேர்விகிதத்தில் இருப்பதில்லை.

இறுதியாக துருவங்கள் முழுமையாக saturation நிலையை அடையும் போது தூண்டப்பட்ட emf நிலையாக உள்ளது. அதிகரிக்கப்பட்ட பீல்டு மின்னோட்டத்திலும் emf அதிகரிக்காது. இதை வரைகோட்டின் கடைசிப் பகுதியில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் அந்த பகுதி saturation region என்று பெயரிடப்படுகிறது.

தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தம் உற்பத்தியாகாமெக்கான காரணங்களும் அவற்றிற்கான தீர்வுகளும் (Reasons for not building up of voltage in a separately excited generator and their remedies): சில வேலைகளில் தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டர் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்வதில்லை. அதற்கான காரணங்களும் அவற்றிற்கான தீர்வுகளும் அட்டவணை 4-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டரின் பளு குணாதிசயங்கள் (Load characteristic of a separately excited generator): பளு குணாதிசயமானது பளு மின்னோட்டத்திற்கும் டெர்மினல் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பினைக் காட்டுகிறது. இந்த குணாதிசய வரைக்கோட்டின் வழியே நாம் பளுவில் இருக்கும் ஜெனரேட்டரின் குணத்தை அறிய முடிகிறது. பளு குணாதிசயத்தை பெறுவதற்காக ஒரு தனியாக கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட DC ஜெனரேட்டரை இணைக்கும் முறையினை படம் 41-ல் காட்டுகிறது.



ஒரு பிரைம் மூவர் துணையுடன் ஜெனரேட்டரின் வேகத்தை அளவிடப்பட்ட மதிப்பு வரை கொண்டு செல்லப்பட வேண்டும். மேலும் இதன் இயல்பான அளவிடப்பட்ட மின்னழுத்தம் வரை கொண்டு செல்ல வேண்டும். பிறகு பளுக்கான சுவிட்ச்யை மூடவேண்டும். படிப்படியாக பளுவை அதிகரிக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு முறையும் பளு மின்னோட்டம்  $I_L$  ஆம்பியரிலும், அது தொடர்பான முனை மின்னழுத்தம் 'V' வோல்ட்டிலும் குறித்துக்கொள்ளப்படுகிறது. அளவீடுகள் அட்டவணை 5-ல் அட்டவணை யிடப்பட்டுள்ளது.

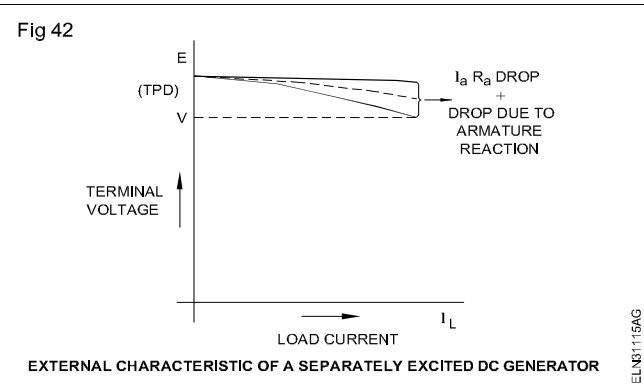
### அட்டவணை 5

வ. எண்	பளு மின்னோட்டம் $I_L$ ஆம்பியர்களில்	முனை மின்னழுத்தம் வோல்ட்களில்

அட்டவணை 4

காரணங்கள்	தீர்வுகள்
ஆர்மெச்சூர் அல்லது பீல்டு சுற்றில் திறப்பு அல்லது முறிவு	பீல்டு மற்றும் ஆர்மெச்சூர் சுற்றுகளில் திறந்த சுற்றுக்கான சோதனையை செய்யவும். பழுதினை கண்டறிந்து சரி செய்யவும்.
ஆர்மெச்சூர் அல்லது பீல்டு ஆகியவற்றில் குறுகிய மின்சுற்று	பீல்டு மற்றும் ஆர்மெச்சூர் சுற்றுகளில் ஏற்பட்டு உள்ள குறுகிய சுற்றுகளை சோதனை செய்யவும். பழுதினை கண்டறிந்து சரி செய்யவும்.
தளர்வான பிரஸ் இணைப்புகள் அல்லது தளர்வான பிரஸ் தொடர்பு தேவைப்பட்டால் சரி செய்யவும்.	பிரஸ்ஸின் இணைப்புகளை முறுக்கவும். பிரஸ்ஸின் இழுவிசையை சோதிக்கவும்.
தூய்மையற்ற அல்லது குழிகள் ஏற்பட்டுள்ள காழுடேட்டர்	காழுடேட்டரின் அழுக்கை சுத்தம் செய்யவும் தூசி மற்றும் கிரீஸ் ஆகியவைகளை சுத்தம் செய்யவும். CTC-யை பயன்படுத்த சுத்தம் செய்யவும்..
வேகம் மிகவும் குறைவு	ஜெனரேட்டரின் வேகத்தை அதன் ரேட்டட் வேக அளவிற்கு ஏற்ப அதிகரிக்கவும்.
கிளர்வுக்கான DC சப்ளை இல்லை	பீல்டு வையிண்டிங் முனைகளுக்கு குறுக்கே உள்ள DC சப்ளையை சோதனை செய்யவும். மின்வழங்கல் அங்கு இல்லையெனில் மின் வழங்கல் மூலங்களை சோதனை செய்து பழுதினை சரி செய்யவும். எங்கு ரெக்டிஃபையர் மூலமாக AC-யை DC-யாக மாற்றம் செய்யப் படுகிறதோ அங்கு பழுதான இடத்தை கண்டு பிடித்து சரி செய்ய வேண்டும்.

படம் 42-ல் காட்டப்பட்டுள்ள வரைபடம், சுமை மின்னோட்டத்தை 'X' அச்சிலும், டெர்மினல் மின்னழுத்தத்தை 'Y' அச்சிலும் கொண்டிருக்கும். தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டரின் பளு குணாதிசயம் அல்லது வெளிப்புற குணாதிசயம் ஆகும்.



ஜெனரேட்டரில் பளு ஏற்றப்படும் போது சிறிது மின்னழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது என்பதை வரைபடத்தை கவனித்தால் தெரியவரும். இது ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியாலும் ( $I_a R_a$ ) மற்றும் ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினையாலும் (armature reaction) ஏற்படுகிறது.

பளுவற்றதிலிருந்து முழு பளு உள்ளது வரையிலான மின்னழுத்த வீழ்ச்சியானது மிகவும்

குறைவாக இருந்தால் தனியாக கிளர்ச்சியூட்டப் பட்ட DC ஜெனரேட்டரானது ஒரு நிலையான மின்னழுத்த ஜெனரேட்டர் என கருதப்படுகிறது.

**ஒரு தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டரின் நன்மைகள் (Advantages of a separately excited generator)**

- 1 தானாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டர்களுடன் ஒப்பிடும் போது டெர்மினல் மின்னழுத்தமானது ஏறத்தாழ நிலையாகவே இருக்கிறது. ஏனெனில் பீல்டு மின்னோட்டமானது தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்திற்கு சார்பற்றுள்ளது.
- 2 பீல்டு காந்த கோடுகள் தன்னிச்சையாக இருப்பதால் ஆர்மெச்சூர் வீழ்ச்சியானது  $I_a R_a$  பீல்டு காந்த கோடுகளை பாதிப்பதில்லை.
- 3 அதிக அளவில் டெர்மினல் மின்னழுத்தம் தேவைப்படும் இடங்களில் இந்த ஜெனரேட்டரை பயன்படுத்த முடிகிறது.

**தீமைகள் (Disadvantage)**

- 1 தனியாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டரின் தீமையானது, கிளர்ச்சிக்கு தனியாக DC மின்சாரம் வழங்க வேண்டியுள்ளது.
- 2 இது மிகவும் விலை உயர்ந்ததாகும்

## DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தத்தை உருவாக்குதல் (Building up of a DC shunt generator)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- DC சன்ட் ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தத்தை உருவாக்கும் முறை மற்றும் நிபந்தனைகளை விளக்குதல்
- DC ஜெனரேட்டரில் எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை (residual magnetism) உருவாக்கும் முறையினை விவரித்தல்
- DC சன்ட் ஜெனரேட்டரின் காந்தவியல் குணாதிசயங்களை விவரித்தல்
- DC சன்ட் ஜெனரேட்டரின் critical மின்தடை மதிப்பினை கணக்கிடுதல்.

ஒரு தானாக கிளர்வூட்டப்பட்ட DC ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தம் உற்பத்தி செய்யப்படுவதற்கான நிபந்தனைகள் (Condition for a self-excited DC generator to build up voltage):

ஒரு தானாக கிளர்வூட்டப்பட்ட DC ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தம் உருவாக்கப்படுவதற்கு கீழ்க்கண்ட நிபந்தனைகள் நிறைவு செய்யப்பட வேண்டும். மேலும் ஜெனரேட்டர் நல்ல நிலையில் இருப்பதாகவும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

- பீல்டு கோரில் எஞ்சிய (residual) காந்தத்தன்மையானது அவசியம் இருக்க வேண்டும்.
- பீல்டு தடையானது பீல்டு critical value மின் தடையை விட குறைவாக இருக்க வேண்டும்.
- ஜெனரேட்டர் அதன் ரேட்டட் வேகத்தில் ஓட வேண்டும்.

- சுழலும் திசைக்கு பீல்டு மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே ஒரு ஒழுங்கான தொடர்பு அவசியம் இருக்க வேண்டும். இதை கீழே குறிப்பிடப் பட்டிருப்பதைப் போல விவரிக்கலாம்.

தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்தின் டெர்மினல் குறியீடானது பீல்டு மின்னோட்டத்தை உருவாக்கும். எஞ்சிய காந்த தன்மைக்கு உதவிடும் வகையிலான திசையில் இருக்க வேண்டும்.

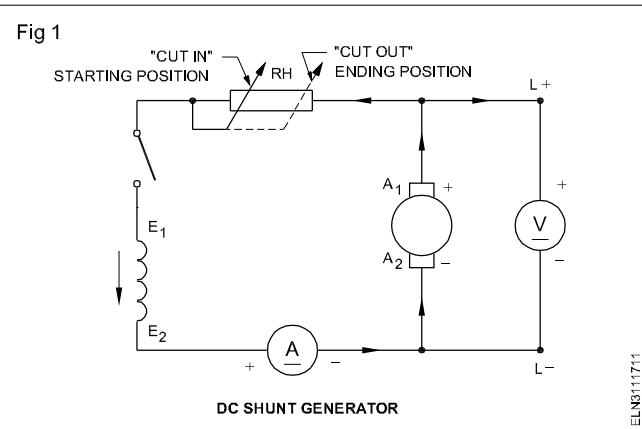
மேலே சொல்லப்பட்ட இந்த நிபந்தனைகள் நிறைவு செய்யப்பட்ட பின்னரும் தானாக கிளர்வூட்டப்பட்ட DC சன்ட் ஜெனரேட்டர் மின்னழுத்தத்தை உருவாக்க தவறினால் அதற்கு அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள காரணங்களாக இருக்கலாம்.

### அட்டவணை 1

விளைவுகள்	காரணங்கள்	சரி செய்யும் முறைகள்
பீல்டு அல்லது ஆர்மெச்சூரில் ஒரு திறப்பு அல்லது முறிவு	பீல்டு அல்லது ஆர்மெச்சூர் சுற்றில் முறிவு அல்லது தளர்வான இணைப்பு, பீல்டு critical மின்தடையை விட பீல்டு சுற்றின் மின்தடை அதிகமாக உள்ளது.	திறந்த மின்சுற்றின் இடத்தை கண்டுபிடித்து சரி செய்ய வேண்டும். பீல்டு ரெகுலேட்டரின் மின்தடையை குறைக்க வேண்டும்
பிரஷ் இணைப்புகள் அல்லது கான்டேக்குகள் (contact) தளர்வாக இருப்பது	பிரஷ் சரியான முறையில் தொடர்பு ஏற்படுத்தவில்லை	அதிகமான தேய்மானம் உள்ளதா என சோதித்துபார்த்ததும், காழுடேட்டரில் குழிகள் உள்ளதா எனவும் சரிபார்க்க வேண்டும். தேவைப்பட்டால் காழுடேட்டரை கடைசல் செய்ய வேண்டும் மோசமான பிரஷ் தொடர்பு கண்டு பிடிக்கப்பட்டால் காழுடேட்டரை சுத்தம் செய்ய வேண்டும்.

விளைவுகள்	காரணங்கள்	சரி செய்யும் முறைகள்
அழுக்கான அல்லது பள்ளங்கள் உள்ள காழுடேட்டர்	அதிகமான பளுவினால் தீப்பொறி உண்டாதல்	பிரஷ்ஷின் இறுக்கத்தினை சோதித்து தேவைப்பட்டால் மாற்றி அமைக்கவும் தளர்வான இணைப்புகளை சரி செய்யவும்..
ஆர்மெச்சூர் அல்லது பீல்டில் குறுக்கு சுற்று	அதிக பளு அல்லது அதிக வெப்பம்	மேலே கூறப்பட்ட செய்முறையை இதற்கும் கடைபிடிக்கவும். மின்தடையை சரி பார்க்கவும். பழுதை கண்டறிந்து சரி செய்யவும்

**ஒரு DC ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்து உயர்த்தும் முறை (Method of building up voltage in a DC shunt generator):** படம் 1-ல் ஒரு DC சன்ட் ஜெனரேட்டரில் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்து உயர்த்தும் முறை மின்சுற்று வரைபடத்தின் மூலம் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆரம்பத்தில் ஜெனரேட்டர் அதனுடைய அளவிடப்பட்ட வேகத்தில் ஓடச் செய்யும்போது வோல்ட் மீட்டர் குறைந்த அளவான அதாவது 4 முதல் 10 வோல்ட்களை காட்டுகிறது. இது எஞ்சிய காந்தத்தன்மையினால் (residual magnetism) ஏற்படுவதாகும். ஆர்மெச்சூரின் முனைகள் பீல்டு காயிலுக்கு இடையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் இந்த மின்னழுத்தமானது பீல்டு காயிலின் வழியே பாய காரணமாக அமைகிறது. பீல்டு காயில் மின்னோட்டம் சரியான திசையில் பாய்ந்தால் அது எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை பலப்படுத்தி அதிக மின்னழுத்தத்தை தூண்டுகிறது.



அது போலவே உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தமும் ஓரளவிற்கு உயரும், மின்னழுத்தத்தின் இந்த உயர்வானது அதிகரிக்கும் பீல்டு மின்னோட்டத்தை மேலும் உறுதிப்படுத்தி அதிக மின்னழுத்தத்தை தூண்டுகிறது. இந்த ஓட்டு மொத்த செயல்பாடானது saturation நிலையினை

அடைகிறவரை மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்து உயர்த்தும். Saturation நிலைக்கு பிறகு பீல்டு மின்னோட்டத்தை அதிகப்படுத்தினாலும் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தம் அதிகமாகாது. ஓட்டுமொத்த மின்னழுத்த உற்பத்தி செயல்பாடானது ஒரு சில வினாடிகளை மட்டுமே எடுத்துக்கொள்கிறது.

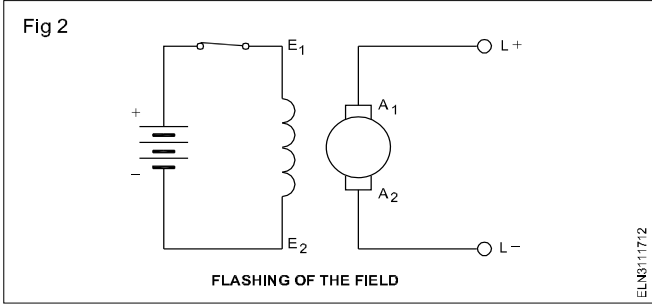
**எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை உருவாக்கும் முறை (Method of creating residual magnetism):** எஞ்சிய காந்தமில்லாமல் ஒரு தானாக கிளர்வூட்டப்பட்ட ஜெனரேட்டர் அதனுடைய மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்ய இயலாது. ஒரு ஜெனரேட்டர் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஏதாவது ஒரு காரணத்தினால் அதனுடைய எஞ்சிய காந்தத்தன்மையினை இழக்க நேரிடலாம்.

- நீண்ட காலத்திற்கு ஒரு ஜெனரேட்டரானது வேலைகள் ஏதுமின்றி வைக்கப்பட்டால்
- வலுவான குறுக்கு சுற்று
- அதிகமான பளு
- அதிகமான வெப்பத்திற்கு ஜெனரேட்டரை உட்படுத்துதல்

ஜெனரேட்டரானது அதனுடைய எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை இழக்கும் போது அதனை கீழ்க்கண்ட முறையில் மீண்டும் உண்டாக்கலாம்.

**காந்தத்துருவங்களை Flashing செய்தல் (Flashing of field):** எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை உருவாக்கும் முறைகளில் ஒன்று காந்தத்துருவங்களை flashing செய்வதாகும். ஷன்ட் பீல்டு முனைகளை ஒரு மின்கலத்தின் (battery) குறுக்கே இணைப்பதாலும் அல்லது ஏதாவது ஒரு DC மூலத்தினை சில நிமிடங்கள் படம் 2-ல் காட்டியுள்ளபடி இணைப்பதன் மூலமாகவும் செய்ய முடிகிறது.

பீல்டை flashing செய்யும் போது தற்போது உருவாக்கப்பட்ட காந்தத்தின் பொலாரிடி முனைக்குறியீடானது அது ஏற்கனவே இழந்த எஞ்சிய காந்த துருவத்தைபோல் இருக்க வேண்டும்.

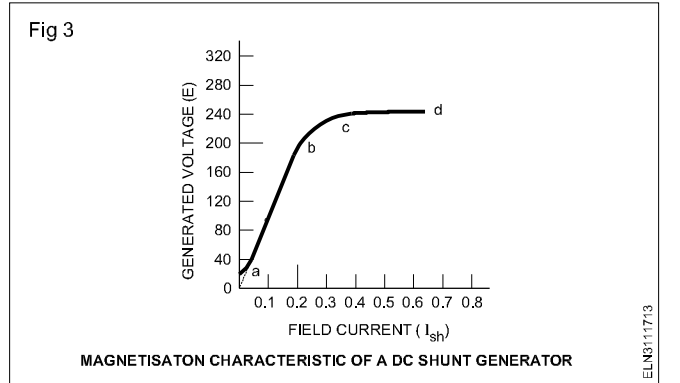


செய்முறையில் இந்த சோதனையானது சாத்தியமற்றது. மாறாக பீல்டை flashing செய்ய பயன்படுத்தப்பட்ட DC சப்ளை பொலாரிடி மற்றும் சம்மந்தப்பட்ட பீல்டு முனைகள் ஆகியவற்றை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஜெனரேட்டரை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் அளவிடப்பட்ட வேகத்தில் ஓடச் செய்ய வேண்டும். தூண்டப்பட்ட எஞ்சிய மின்னழுத்தம் மற்றும் அதன் பொலாரிடையை அளவிடுக. எஞ்சிய மின்னழுத்தத்தின் பொலாரிடி மற்றும் DC ஜெனரேட்டர் ஆகிய இரண்டும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளதா என சரிபார்க்கவும். அது எதிராக இருப்பதாக கண்டுபிடிக்கப்படின் வழங்கல் மின்னழுத்தத்தை எதிர்திசை முனைக்குறியீட்டில் இணைத்து மறுபடியும் flash செய்ய வேண்டும்.

ஒரு DC சன்ட் ஜெனரேட்டரின் காந்தவியல் குணாதிசயங்கள் (Magnetisation characteristic of a DC shunt generator): தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தம் மற்றும் பீல்டு மின்னோட்ட ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பை படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ள காந்தவியல் குணாதிசய வரைகோடு காட்டுகிறது. EMF சமன்பாட்டை பார்க்கும் போது ஒரு ஜெனரேட்டரில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையானது ஒரு துருவத்தின் காந்தமண்டலம் மற்றும் ஜெனரேட்டர் ஒரு நிமிடத்தில் சுழலும் சுழற்சிகளுக்கு சமமாக இருக்கும் ஒரு நிலையான வேகத்தில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட EMF பீல்டு காந்தகோடுகளுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

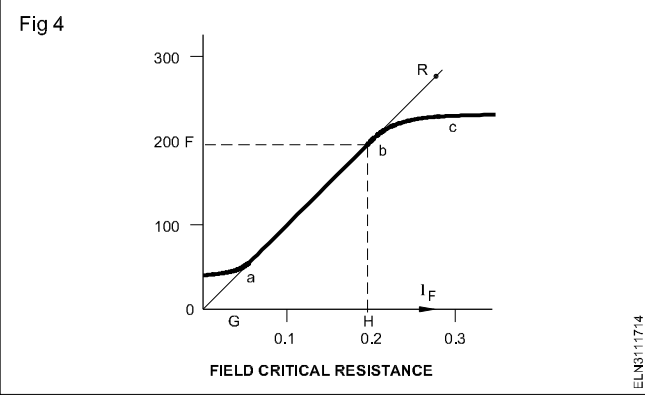
கொடுக்கப்பட்ட இயந்திரத்தில் காந்தக்கோடுகள் பீல்டு மின்னோட்டத்தை பொருத்து அமைகிறது. படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ள வரைபடம் இந்த கூற்றை விவரிக்கிறது. எஞ்சிய காந்த தன்மை காரணமாக புள்ளி 'a'-க்கு கீழேயுள்ள வளைந்த பகுதியானது zero-வில் தொடங்குவதில்லை. 'ab' புள்ளிகளுக்கிடையிலான வளைகோடு ஏறத்தாழ

ஒரு நேர் கோடாக இருக்கிறது. இந்த நேர்கோடு அந்த பகுதியில் இருக்கும் மின்னழுத்தம் பீல்டு மின்னோட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும் என்பதைக் காட்டுகிறது. 'b' மற்றும் 'c' புள்ளிகளுக்கிடையே பீல்டு மின்னோட்டத்தின் அதிகரிப்பானது மின்னழுத்தத்தில் மிகக் குறைந்த அதிகரிப்பை மட்டுமே ஏற்படுத்துகிறது. இது பீல்டு கோடர்கள் saturation நிலையை அடைந்துவிட்டன என்பதை காட்டுகிறது. மேலும் வரைவளையின் இப்பகுதியானது 'knee' வளைவு எனப்படுகிறது. 'c' மற்றும் 'd' ஆகிய புள்ளிகளுக்கு இடையேயான வளைகோடானது தட்டையாக இருக்கிறது. இது எதைக்காட்டுகிறது எனில் அதிகரிக்கப்பட்ட பீல்டு மின்னோட்டத்தால் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்க இயலவில்லை என்பதைக் காட்டுகிறது. இது பீல்டு கோடர்கள் saturation நிலையினை அடைவதால் ஏற்படுவதாகும். Saturation நிலை அடைந்ததன் காரணமாக காந்த மண்டலம் நிலையாக இருக்கிறது. மேலும் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தமானது மேற்கொண்டு அதிகரிக்க இயலாத நிலையில் இருக்கிறது. இந்த வரைவளைவு கோடானது பளு அற்ற அல்லது திறந்த சுற்று குணாதிசய வரைவளைவு என்று அழைக்கப்படுகிறது. (no-load or open-circuit characteristic curve)



**Critical மின்தடை (Critical resistance):** சன்ட் துருவத்தின் மின்தடையானது மிக அதிகமாக இருப்பின் அது அதனுடைய மின்னழுத்தத்தை உருவாக்கத் தேவைப்படும் போதுமான அளவிலான மின்னோட்டத்தை பீல்டிங்கிற்கு அனுப்புவதில்லை. இதை மற்றொரு விதமாக கூற வேண்டுமெனில், இது ஒரு திறந்த பீல்டு போல் செயல்படுகிறது. எனவே critical பீல்டு மின்தடையைவிட பீல்டு சுற்றின் மின்தடை குறைவாக இருக்க வேண்டும். Critical பீல்டு மின்தடை என்பது அதிகபட்ச சன்ட் பீல்டு மின்தடை ஆகும். இந்த மதிப்பை கொண்டு DC ஜெனரேட்டர் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி

செய்யும் இந்த மதிப்பிற்கு அப்பாற்பட்டு ஒரு ஜெனரேட்டரால் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்ய முடியாது. Critical மின்தடையை கணக்கிட படம் 4-ல் காட்டியுள்ளபடி வெளிப்புற குணாதிசய வரைவளைவு கோட்டிற்கு ஒரு தொடுகோடு (tangential line) வரைவதன் மூலமாக தீர்மானிக்க முடிகிறது. (படம் 4)



உதாரணமாக படம் 4-ல் காட்டியுள்ளபடி வெளிப்புற குணாதிசய வரை வளைகோட்டிற்கு ஒரு தொடுகோடு வரைவதன் மூலமாக அந்த தொடு கோடானது வளைவு வகை

கோட்டிலிருந்து புள்ளி 'b'-யில் பிரிகிறது என்பதைக் காண முடிகிறது. 'b'- என்ற புள்ளியிலிருந்து x அச்சிற்கும் y அச்சிற்கும் நேர்கோடுகள் வரைவதன் மூலமாக critical மின்தடை  $R_c$ -யினை கீழ்க்கண்டவாறு தீர்மானிக்கலாம்.

$R_c$  = Field critical resistance

$$= \frac{\text{voltage represented by the tangent}}{\text{current represented by the tangent}}$$

$$= \frac{OF}{OH} = \frac{200 \text{ V}}{0.2 \text{ A}} = 1000 \text{ ohms.}$$

பீல்டு மின்தடையானது பீல்டு மின்தடை மற்றும் பீல்டு ரியோஸ்டாட் மின்தடை ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகையாகும். இந்த மதிப்பானது ஜெனரேட்டர் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்யும் வகையில் 1000 ஓம்ஸ் (ohms) விட குறைவாகவே இருத்தல் வேண்டும். பொதுவாக பீல்டு ரெகுலேட்டரின் மின்தடை அதிக மதிப்பில் வைக்கும் போது தான் இது நிகழ்கிறது.



## DC இயந்திரத்திற்கான மின் தொடர்ச்சி மற்றும் இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதித்தல் (Test a DC machine for continuity and insulation resistance)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஒரு மின் இயந்திரத்தின் இன்சுலேஷன் மின் தடையை அளவிடுவதற்கான அவசியத்தை கூறுதல்
- சோதனைக்கு கால இடைவெளியினை கூறுதல்
- சோதனைக்குத் தேவையான நிபந்தனைகளை கூறுதல்
- இயந்திரத்தில் உள்ள இன்சுலேஷன் மின் தடையின் குறைவான மதிப்புக்கான காரணங்களை கூறுதல்
- DC இயந்திரத்தின் இன்சுலேஷன் மின் தடையை உயர்த்துவதற்கான வழியை கூறுதல்.

இன்சுலேஷன் மின் தடையை அளவிடுதலின் அவசியம் (Necessity of measuring insulation resistance): DC இயந்திரங்களை பராமரிப்பதில் உள்ள மிக முக்கியமான அம்சம் இன்சுலேஷனில் அக்கறை செலுத்துவது தான். DC இயந்திரத்தின் வையிண்டிங் இன்சுலேஷன், ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில் மற்றும் வெப்பநிலையில் திருப்திகரமாக இயங்கும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் மின்னியல் இயந்திர வலிமைகளை அமைப்பு மாறாத தன்மையுடன் பல ஆண்டுகளுக்கு தக்க வைத்துக்கொள்ளும் அளவிற்கு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இயக்கத்திலுள்ள DC இயந்திரத்தின் இன்சுலேஷன் மின்தடையை குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு ஒரு முறை பரிசோதனை செய்ய வேண்டும். மாதம் ஒரு முறை பரிசோதனை செய்வது நல்லது. இயந்திரம் தொடர்ச்சியாக முழுப் பளு நிலையில் இயங்கிக் கொண்டிருப்பதும், வையிண்டிங்கில் உருவாகும் வெப்பம், சுற்றுப்புற ஈரப்பதம், தூசி மற்றும் அழுக்கு ஆகியவைகளினால் இன்சுலேஷன் மின் தடையின் மதிப்பு குறைவதற்கான காரணங்களாகும். இவைகள் சரியான நேரத்தில் பரிசோதிக்கப்படாவிட்டால் இன்சுலேஷன் பலவீனமடையும். இறுதியாக இயந்திரத்தினை சேதத்திற்கு இட்டுச் செல்லும். இன்சுலேஷன் சேதமடையாமல் தடுக்கவும் உறுதி செய்யவும் இயந்திரம் பழுதடையாமல் இருப்பதை உறுதி செய்யவும் இன்சுலேஷன் மின்தடையை குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் பரிசோதனை செய்வதும் அளவிடுவதும் மற்றும் தேவையான அளவிற்கு உயர்த்துவதும் அவசியமாகும்.

இன்சுலேஷன் தடையை அளவிடுவதற்கான ஒரு பொதுவான சாதனம் நேரடியாக காட்டும் Megger இது இயந்திரத்தின் மின்னழுத்த வரம்பை

பொருத்து அளவுகள் 500/1000 வோல்ட் மின்னழுத்த அளவுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இன்சுலேஷன் தடையை அளவிடுதல் (Measurement of insulation resistance) : இன்சுலேஷன் தடை, வையிண்டிங் மற்றும் வெளிக்கூடுகளுக்கு இடையிலும் மற்றும் இரண்டு வையிண்டிங்களுக்கிடையிலும் கணக்கிட வேண்டும்.

குறைந்த மற்றும் நடுத்தர மின்னழுத்த அளவுள்ள இயந்திரங்களுக்கு உயர்ந்த மின்னழுத்த அளவுள்ள சோதனை பயன்படுத்தும் பொழுது, இன்சுலேஷன் தடை பி.ஐ.எஸ் 9320 - 1979 (B.I.S. 9320- 1979)ன் படி ஒரு மெகா ஓம் அளவுக்கு கீழ் இருக்கக்கூடாது. இன்சுலேஷன் மின் தடையை சுமார் 500 'V' அளவுள்ள நேர்திசை மின்னழுத்தத்துடன் போதிய நேர அளவுடன் இணைத்து கணக்கிட வேண்டும். அப்பொழுது தான் அளவிடும் கருவியின் அளவு நிலையாக வரும். இந்த மின்னழுத்தம் தனிப்பட்ட மின்வழங்கிகளில் இருந்து எடுக்கப்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். அல்லது அளவிடும் கருவியில் இருந்து உற்பத்தி செய்ததாக இருக்க வேண்டும்.

குறைந்தபட்ச இன்சுலேஷன் தடையின் மதிப்பை பெருவதற்கு வையிண்டிங்கை டிரை அவுட் செய்யும் பொழுது ஐ.எஸ்:900-1965 (IS:900-1965)ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள நடைமுறையை பின்பற்றலாம்.

சோதனைக்கான கால இடைவெளி (Frequency of test) : குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு ஒரு முறை சோதனை செய்வது தடுப்பு பராமரிப்பு திட்டத்தில் மின்கூட்டியே முடிவு செய்யப்படுகிறது. தடுப்பு பராமரிப்பு அட்டவணையை

திட்டமிடும் பொழுது அது கடந்த கால பணியாளர்களின் பராமரிப்பு அனுபவத்திலும் இயந்திர உற்பத்தியாளர்களின் பரிந்துரைகளின் அடிப்படையிலும் அமைய வேண்டும். வழக்கமாக முழுப்பராமரிப்பு காலத்தின் போது இன்சுலேஷன் மின்தடையை அளவிடுவது மிக அவசியமாகும். முழுப்பராமரிப்பின் கால அளவு 6 மாதத்திற்கு ஒரு முறை என்று இருக்கும். DC இயந்திரங்கள் தொடர்ச்சியாக வேலை செய்து கொண்டிருக்கும் இடங்களில் இது கண்டிப்பாக செய்ய வேண்டும். தொடர்ச்சியாக வேலை செய்யாத இயந்திரங்களுக்கு முழுப்பராமரிப்பு

என்பது தொழிற்சாலை இயக்கத்தை நிறுத்திய நேரத்தில் செய்யப்படுகிறது.

முழுப்பராமரிப்பு இடைவெளி மிக அதிகமாக அல்லது தாமதமாக உள்ள DC இயந்திரங்களில், இன்சுலேஷன் மின் தடையை தொடர்ந்து கண்காணித்தும் பரிசோதித்தும் வர வேண்டும். குறைந்தது மாதத்திற்கு ஒரு முறையாவது இன்சுலேஷன் மின் தடையை பரிசோதித்து அதன் மதிப்பை அளவை அட்டவணை 1-ல் குறிப்பிட்டவாறு ஒரு பதிவேட்டில் குறித்து பராமரித்து வர வேண்டும்.

### அட்டவணை 1

#### இன்சுலேஷன் மின்தடை சோதனை (Insulation resistance test)

தேதி	நேரம்	கால நிலை	வேலை சுழற்சி	டெர்மினல்களுக்கு இடையில் சோதனை	இன்சுலேஷன் மின்தடை	குறிப்புரை

**சோதனைக்கு தேவையான நிபந்தனைகள் (Required conditions for test):** அதிக மின்னழுத்த dielectric சோதனை மற்றும் உயர் இன்சுலேஷன் மின் தடை சோதனை போன்றவை இன்சுலேஷன் திறனையும் இயந்திரத்தின் நிலையையும் கணக்கிட மிக முக்கியமான வழிமுறைகள் ஆகும். இன்சுலேஷன் மின்தடை சோதனையானது வையிண்டிங்கின் நிலையை அறிய ஒரு அளவுகோலாக அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இன்சுலேஷன் மின்தடையானது மின்சுற்றில் சில சமயங்களில் செல்லும் கசிவு மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்தின் விகிதமாக இருக்கும். இன்சுலேஷன் மின் தடையின் அளவை கணக்கிட மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தை விட நேர்திசை மின்னழுத்தம் தான் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மின்னழுத்தத்தை பயன்படுத்தும் போது போதுமான கால அளவில் சோதனை செய்யும் போது இன்சுலேஷன் மின் தடையை பாதிக்கின்ற அடிப்படை மின்னோட்டங்கள் பின்வருமாறு

- 1 வையிண்டிங்கின் மேல்தளத்தில் உள்ள கசிவு மின்னோட்டம்
- 2 இன்சுலேஷன் பொருள்கள் மூலமாக வரும் கடத்தும் மின்னோட்டம்

3 இன்சுலேஷனை ஏற்றுக்கொள்ளும் மின்னோட்டம் முதல் இரண்டு மின்னோட்டங்கள் காலத்துடன் நிலையாக இருக்கும். ஆனால் மூன்றாவது மின்னோட்டம் ஆரம்ப உயர் நிலையிலிருந்து தோராயமாக கருதப்படுகின்ற நிலைக்கு வர தாமதமாகிறது.

இந்த இன்சுலேஷன் அளவீடானது தளத்தின் நிலைகள், (அழுக்கு, வையிண்டிங்கில் உள்ள ஈரப்பதம் இன்சுலேஷன் சுவருக்குள் உள்ள ஈரப்பதம் மற்றும் இன்சுலேஷன் வெப்பநிலை ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுகிறது). சோதனை மின்னழுத்தத்தின் அளவானது மதிப்பையும் பாதிக்கும். குறிப்பாக இன்சுலேஷன் நல்ல நிலையில் இல்லாமல் இருக்கும் போது, பாதிக்கும். எனவே இன்சுலேஷன் மின் தடையை பல வருடங்களாக இருக்கின்ற இயந்திரத்தின் நிலையை அறியலாம். அதே சூழ்நிலைகளில் அளவுகள் எடுப்பதற்கும், அதன் மதிப்புகளை சோதனை அட்டையில் பதிவு செய்வதற்கும், அட்டவணையில் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு பயன்படுத்துவது நல்லது. இருப்பினும் இன்சுலேஷன் மின்தடைக்காக வையிண்டிங்கை சோதிக்கும் முன்பு ஆர்மெச்சூர் தொடர்ச்சி சோதனை

செய்வது போலவே பீல்டு வையின்டிங்கிலும் செய்ய வேண்டும். அப்பொழுதுதான் சம்பந்தப்பட்ட மின்சுற்று நல்ல நிலையில் இருக்கிறது என்பதை உறுதிபடுத்த முடியும். சில நேரங்களில் தொடர்ச்சி சோதனை உட்புறமுள்ள மின்சுற்றை தெளிவாக விளக்காதபோது, மின்தடை அளவிடும் சோதனை செய்யப்பட வேண்டும். இரண்டு சோதனைகளையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க ஒரு பதிவேடு பராமரிக்கப்பட வேண்டும்.

**குறைந்த மதிப்பு இன்சுலேஷன் தடைக்கான காரணங்கள் (Reasons for low value insulation resistance):** முழுப்பளு நிலையில் தொடர்ந்து வேலை செய்வதால் வையின்டிங்கில் ஏற்படுகின்ற வெப்பம் அல்லது சில நேரங்களில் தொடர்ந்து அதிக பளுவுள்ளதாக இருப்பது அல்லது அடிக்கடி பளுவில் துவக்குவது போன்றவை நேர்மின் இயந்திரத்தில் உள்ள இன்சுலேஷன் தடையின் குறைவான மதிப்பிற்கு காரணமாகும். தேவையில்லாத தூசு, அழுக்கு போன்றவை சேர்வதும், பிரஸ் மூலம் ஏற்படும் கரிப்படிவம், சுற்றியுள்ள ஈரப்பதம் மற்றும் இயந்திரத்தை சுற்றியுள்ள அமிலம் மற்றும் காரம் போன்றவையும் இன்சுலேஷன் மின்தடையின் குறைந்த மதிப்பிற்கு காரணமாகும். இவைகள் கூட்டாகவோ, தனித்தனியாகவோ இன்சுலேஷன் தடை பலவீனமாவதற்கு காரணமாக அமையும். இதன் காரணமாக இன்சுலேஷன் பொருளில் உள்ள இன்சுலேஷன் தன்மை குறைகிறது. இதனால் குறைந்த இன்சுலேஷன் மின்தடை ஏற்பட்டு இன்சுலேஷன் பழுதடைகிறது. இது வையின்டிங் பாதிக்கப்பட காரணமாகிறது.

**இன்சுலேஷன் தடையை மேம்படுத்தும் முறைகள் (Method of improving insulation resistance):** ஒரு நேர் திசை மின் இயந்திரத்தின் தடுப்பு பராமரிப்பு பணியில் பலவீனமாக இன்சுலேஷன் மின்தடை ஏற்படும் போது, அதை ஒரு பாதுப்பான மதிப்பிற்கு மீண்டும் உயர்த்துவது அவசியமானதாகும்.

இயந்திரத்தில் உள்ள தூசி மற்றும் அழுக்கை நீக்கியபின் இன்சுலேஷன் மின்தடையை பின்வரும் ஏதாவது ஒரு வழியில் மேம்படுத்தலாம்.

- இயந்திரங்களுக்கிடையே சூடான காற்றை செலுத்துவதன் மூலம்
- கார்பன் filament அல்லது வெண்கடர் விளக்குகள் மூலமாக இயந்திரத்தை வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம்
- இயந்திரத்தின் வையின்டிங்குகளை பிரித்தெடுத்து வார்னிஷ் இடுவதன் மூலம்

பிரித்து வார்னிஷ் செய்வதற்கு பின்வரும் முறைகளை கையாள வேண்டும் (The following steps are to be adopted for dismantling and varnishing)

- இயந்திரத்தின் வையின்டிங் மற்றும் வெளிக்கூடுக்கு இடையில் உள்ள இன்சுலேஷன் மின்தடையின் மதிப்பை கணக்கிட்டு பதிவு செய்ய வேண்டும்.
- இயந்திரத்தின் பக்க மூடிகளை பொருத்தும் நிலையை குறித்துக் கொண்டு பின்பு பிரிக்க வேண்டும்.
- Blower இயந்திரத்தை பயன்படுத்தி பீல்டு வையின்டிங்கின் உள்ள அழுக்கு மற்றும் தூசை துடைக்கவும்..
- காழுடேட்டருக்கு சிறப்பு கவனம் செலுத்தவும். ஆர்மெச்சூரில் உள்ள தூசு மற்றும் கரியை நீக்கி சுத்தம் செய்ய வேண்டும்.
- பிரஷ், பிரஷ் ஹோல்டர், மற்றும் rocker arm போன்றவற்றை சுத்தம் செய்ய வேண்டும்.
- வையின்டிங்கில் உள்ள இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதனை கருவி மூலம் கணக்கிட்டு அதன் அளவை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.
- வெளிப்புற சாதனங்கள் மூலம் பீல்டு வையின்டிங் மற்றும் ஆர்மெச்சூர்-ஐ சூடேற்றி உலர்த்த வேண்டும்.
- ஆர்மெச்சூர் மற்றும் பீல்டு கடத்திகளில் காற்றால் உலர்ந்துவிடும் இன்சுலேஷன் வார்னிஷ்-யை பூச வேண்டும்.
- வெளிப்புற நடவடிக்கைகள் மூலம் பீல்டு வையின்டிங் மற்றும் ஆர்மெச்சூரில் உள்ள வார்னிஷ் படவத்தை உலர வைக்க வேண்டும்.
- இன்சுலேஷன் மின்தடையை அளந்து அதன் மேம்படுத்தப்பட்ட அளவைக் குறிக்க வேண்டும்.
- இயந்திரத்தை ஒன்றிணைக்க வேண்டும்.
- இயந்திரத்தின் வையின்டிங் மற்றும் வெளிக்கூடுகளுக்கு இடையில் உள்ள இன்சுலேஷன் மின்தடை அளவை அளந்து பதிவு செய்ய வேண்டும். பின்பு இதனை முதலில் பதிவு செய்த முடிவுகளுடன் ஒப்பிட்டு பார்த்து இரண்டாவது மதிப்பு அதிகமாக இருக்கிறதா? என்பதை உறுதி செய்ய வேண்டும்.
- இயந்திரத்தை மின்சாரத்துடன் இணைத்து அதனை இயக்கி அதன் இயல்பு இயக்க நிலையை பரிசோதிக்க வேண்டும்.

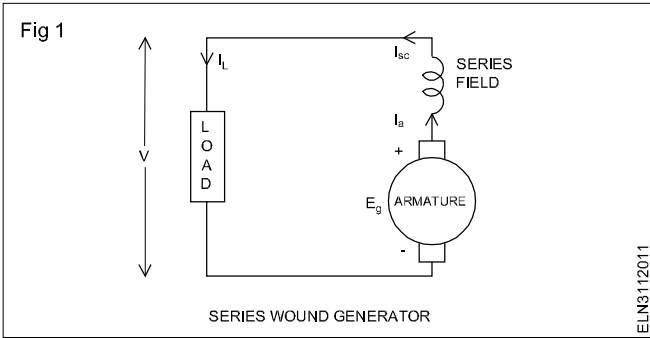
**D.C. ஜெனரேட்டரின் குணாதிசயங்கள் (Characteristics of DC Generator)**

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- D.C. சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் குணாதிசயங்களை விளக்குதல்
- D.C. ஷன்ட் ஜெனரேட்டரின் குணாதிசயங்களை விளக்குதல்
- D.C. காம்பெளண்டு ஜெனரேட்டரின் குணாதிசயங்களை விளக்குதல்
- D.C. ஷன்ட் ஜெனரேட்டர்களை பக்க இணைப்பில் இணைத்து இயக்குவதை விளக்குதல்
- ஆர்மச்சூர் ரியாக்ஷனினால் (armature reaction) ஏற்படும் விளைவுகள் மற்றும் தீர்வுகளை விளக்குதல்
- D.C. ஜெனரேட்டரின் வினை திறன் மற்றும் இழப்புகளை விளக்குதல்
- D.C. ஜெனரேட்டருக்கான நடைமுறை பராமரிப்பு குறித்து விளக்குதல்.

**சீரியஸ் ஜெனரேட்டரின் குணாதிசயங்கள் (Characteristics of series generator)**

இந்த வகை ஜெனரேட்டர்களில் பீல்டு வையின்டிங் ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங் மற்றும் வெளி பளு சுற்று ஆகிய அனைத்தும் படம் 1-ல் காண்பித்துள்ளபடி தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



ஆகையால் ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங், பீல்டு வையின்டிங் மற்றும் பளு ஆகியவற்றில் ஒரே மாதிரியான மின்னோட்டம் பாயும்.

எனவே

$$I = I_a = I_{sc} = I_L$$

இங்கு  $I_a$  = ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம்

$I_{sc}$  = சீரிஸ் பீல்டு மின்னோட்டம்

$I_L$  = பளு மின்னோட்டம்

DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரில் பொதுவாக மூன்று முக்கியமான குணாதிசயங்கள் உள்ளது. அவை சீரிஸ் பீல்டு மின்னோட்டம், உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்னழுத்தம், டெர்மினல் மின்னழுத்தம் மற்றும் பளு மின்னோட்டம் ஆகியவற்றிற்கான தொடர்பை காண்பிக்கிறது.

**DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் காந்தவியல் அல்லது திறந்த சுற்று குணாதிசயங்கள் (Magnetic or open circuit characteristic of series wound DC generator)**

பளு இல்லாத போது உள்ள மின்னழுத்தம் மற்றும் பீல்டு கிளர்வு மின்னோட்டம் ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தொடர்பை காண்பிக்கும் வளைவு காந்தவியல் அல்லது திறந்த சுற்று குணாதிசய வளைவு என அழைக்கப்படுகிறது. பளு இல்லாத போது பளு டெர்மினல்கள், திறந்த சுற்றாக உள்ளதால் பீல்டில் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. பீல்டு வையின்டிங்கை தனிமைப்படுத்துவது மற்றும் DC ஜெனரேட்டரை வெளி மூலத்துடன் இணைத்து செய்முறையில் இந்த வளைவை பெற முடியும்.

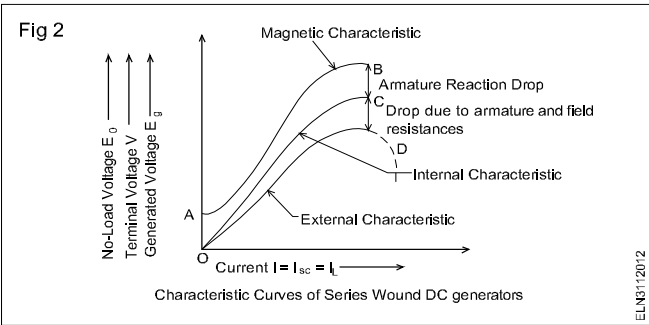
DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் காந்தவியல் குணாதிசய AB வளைவு சீழே காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. துருவங்கள் saturation அடையும் வரை வளைவு நேர் கோடாக இருக்கும். அதன் பிறகு பீல்டு மின்னோட்டத்தை அதிகரித்தாலும் DC ஜெனரேட்டரின் டெர்மினல் மின் அழுத்தத்தில் எவ்வித மாற்றமும் இல்லை. எஞ்சிய மின்காந்தம் (residual magnetism) இருப்பதன் காரணமாக ஆர்மெச்சூரில் சிறிய மின்னழுத்தம் உற்பத்தியாவதால் புள்ளி 'O'-வுக்கு சற்று மேலே புள்ளி 'A'-வில் வளைவு ஆரம்பமாகிறது.

**DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் உள் குணாதிசயம் (Internal characteristic of series wound DC generator)**

பளு மின்னோட்டம் மற்றும் ஆர்மெச்சூரில் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தத்திற்கு இடையேயுள்ள தொடர்பை உள் குணாதிசய வளைவு தருகிறது. பளு இல்லாத போதுள்ள மின்னழுத்தத்திலிருந்து ஆர்மெச்சூர் ரியாக்ஷன் (Armature reaction) விளைவினால் ஏற்படும்

வீழ்ச்சியை கழித்து இந்த வளைவு பெறப் படுகிறது. ஆகையால் பளு இல்லாதபோதுள்ள மின்னழுத்தத்தை ( $E_g$ ) விட உண்மையாக உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தம் ( $E_g$ ) குறைவாக இருக்கும். இதனால் இந்த வளைவு திறந்த சுற்று குணாதிசய வளைவிலிருந்து சிறிது கீழ்நோக்கி சாய்வாக (dropping) உள்ளது. வளைவு OC, DC ஜெனரேட்டரின் உள் குணாதிசயம் அல்லது சீரிஸ் DC ஜெனரேட்டரின் மொத்த குணாதிசயமாகும்.

**DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் வெளி குணாதிசயம் (External characteristic of series wound DC generator):** பளு மின்னோட்டம் ( $I_L$ ) ஏற்படும் போது டெர்மினல் மின்னழுத்தத்தில் உண்டாகும் மாற்றத்தை வெளி குணாதிசய வளைவு காண்பிக்கிறது. உண்மையாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தத்திலிருந்து ( $E_g$ ) ஆர்மெச்சூர் மின்தடை ( $R_a$ ) மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு மின்தடை ( $R_{sc}$ ) ஆகியவற்றில் ஏற்படும் ஓமிக் (ohmic) வீழ்ச்சியை கழித்தால் இந்த வகை ஜெனரேட்டர்களின் டெர்மினல் மின் அழுத்தத்தை பெறலாம். டெர்மினல் மின் அழுத்தம்  $V = E_g - I_L(R_a + R_{sc})$  உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை விட டெர்மினல் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருப்பதால் உள் குணாதிசய வளைவுக்கு கீழே வெளி குணாதிசய வளைவு வரையப்பட்டுள்ளது. எனவே படம் 2-ல் 'OD' வளைவு DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் வெளி குணாதிசயத்தை காண்பிக்கிறது.



**DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் குணாதிசய வளைவுகள் (Characteristic curves of series wound DC generators):** DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரின் பளு அதிகரிக்கும் போது அந்த இயந்திரத்தின் டெர்மினல் மின்னழுத்தம் அதிகமாகிறது. ஆனால் அதிகபட்ச அளவை அடைந்தவுடன் ஆர்மெச்சூர் ரியாக்ஷனின் demagnetizing விளைவின் காரணமாக குறைவான தொடங்குகிறது. இந்த அதிசய நிகழ்வு படத்தில் புள்ளிகள் உள்ள கோடால் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. பளு அதிகரிக்கும் போது பீல்டு மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கிறது. இதே போன்று பளு அதிகரிக்கும்

போது ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் saturation காரணத்தால் காந்த புலத்தின் strength மேலும் அதிகம் ஆகாததால் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தம் அதிகமாவதில்லை. ஆர்மெச்சூர் ரியாக்ஷனின் (Armature reaction) விளைவு அதிகமாகி பளு மின்னழுத்தம் மிகவும் குறைவாக காரணமாகிறது. ஓம் விதியின் படி பளு மின்னழுத்தம் குறைந்தால் பளு மின்னோட்டமும் அதற்கு தகுந்தாற்போல் குறையும். ஆகையால் பளுவை அதிகரிக்கும் போது பளு மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கும். ஆனால் பளு மின்னழுத்தம் குறையும் போது பளு மின்னோட்டமும் குறையும். இரண்டு ஒன்று பட்ட விளைவுகளின் காரணமாக வெளி குணாதிசய புள்ளிகள் இடப்பட்ட பகுதியில் பளு மின்னோட்டத்தில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் எதுவும் இல்லை. இதனால் DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டர் நிலையான மின்னோட்ட DC ஜெனரேட்டர் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

**DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டரின் வெளிப்புற /பளு குணாதிசயங்கள் (The external/load characteristic of a shunt generator):** ஒரு குறிப்பிட்ட பயன்பாட்டிற்கு பொருத்தமான ஜெனரேட்டரா? என்பதை தீர்மானிக்க அதன் வெளிப்புற/பளு குணாதிசயங்கள் முக்கியமானதாகும். ஒரு DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டரில் பளுவேற்றும் போது பளு மின்னோட்டம் அதிகரிப்பால் முனை மின்னழுத்தம் வீழ்ச்சியடைகிறது. ஒரு DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டரில் பீல்டு மின்னோட்டம் நிலையாக இருப்பதால் 'V'-யானது நிலையாக இருக்கும். ஆனால் செயல்முறையில் அப்படி இருக்காது. முனை மின்னழுத்தம் இழப்பு ஏற்படுவதற்கு இரண்டு முக்கிய காரணங்கள் உள்ளன. அவை.

- ஆர்மெச்சூர் மின்தடை இழப்பு (நேரடியாக)
- ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினை (reactance) இழப்பு (மறைமுகமாக)

மேற்கண்ட இரண்டு காரணங்களால் முனை மின்னழுத்தம் குறைகிறது. இதன் காரணமாக பீல்டு மின்னோட்டத்தையும் பாதிக்கிறது. குறைந்த பீல்டு மின்னோட்டத்தால் காந்த கோடுகள் குறைந்து தூண்டப்படும் emf-ம் குறைகிறது.

**ஆர்மெச்சூர் மின்தடை வீழ்ச்சி (Armature resistance drop):** According to formula

டெர்மினல் மின்னழுத்தம் = தூண்டப்படும் emf- ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி

$$V = E - I_a R_a$$

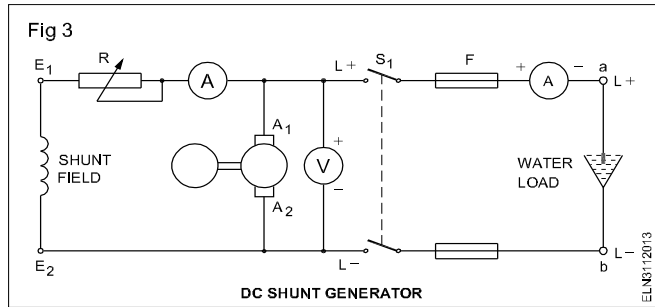
இங்கு  $I_a$  என்பது ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம்

$R_a$  என்பது ஆர்மெச்சூர் சுற்றின் மின்தடை

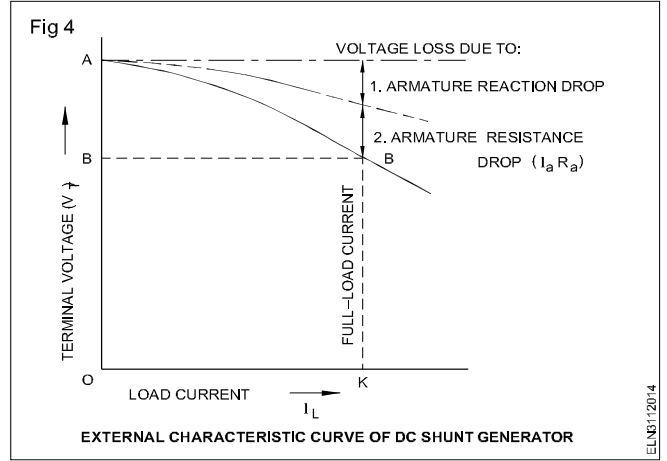
பளு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் போது ஆர்மெச்சூர் சுற்றில் அதிக மின்னழுத்தம் வீழ்ச்சியடையும். எனவே பளு ஏற்றம் அடையும் சமயங்களில் முனை மின்னழுத்தம் 'V' குறைகிறது.

**ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினை வீழ்ச்சி (Armature reaction drop):** ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினையால் மெயின் துருவ காந்தக்கோடுகள் குறைகிறது. மேலும் தூண்டப்படும் emf (E) அளவும் குறைகிறது.

வெளிப்புற குணாதிசயமானது முனை மின் அழுத்தத்திற்கும், பளுவின் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பை தருகிறது. படம் 3-ல் இந்த குணாதிசயங்களை பெறுவதற்கான மின்சுற்று அமைப்பை காட்டுகிறது. ஜெனரேட்டர் முதலில் அதன் நிர்ணயிக்கப்பட்ட அளவு மின் அழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. பிறகு சிறிது சிறிதாக முழு அளவு பளு ஏற்றப் படுகிறது. ஒவ்வொரு நிலையிலும் முனை மின்னழுத்தம் மற்றும் அதற்கு ஒப்பான பளு மின்னோட்டம் ஆகியவை பதிவு செய்யப் படுகின்றன.

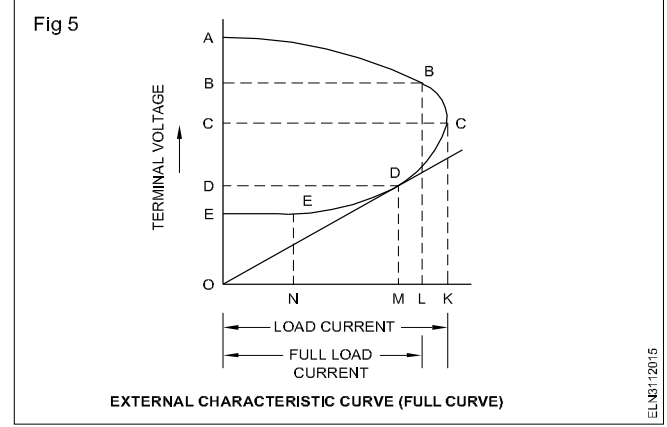


இந்த சோதனையில் பீல்டு மின்னோட்டம் நிலையாக வைக்கப்பட வேண்டும். இது பளுவின் போது டெர்மினல் மின்னழுத்த வேறுபாடு குறைவதால் பீல்டிங்கிற்கு இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ள ஆர்மெச்சூரின் வழியாக குறைந்த மின்னோட்டம் செல்கிறது. இதன் விளைவால் காந்தக்கோடுகள் குறைந்து தூண்டப்படும் மின்னழுத்தம் குறைகிறது. இந்த விளைவு டெர்மினல் மின்னழுத்தத்தை மேலும் முழுமையாக குறைக்கிறது. பெறப்பட்ட முனை மின்னழுத்தம்  $V_T$  மற்றும் பளு மின்னோட்டம்  $I_L$  ஆகியவற்றை கொண்டு வெளிப்புற குணாதிசய வளைவு படம் 4-ல் காட்டியுள்ளபடி வரையப் படுகிறது. இதற்கு  $V_T$  -ஐ 'Y' அச்சிலும்,  $I_L$  -ஐ X அச்சிலும் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். வளைவை கவனித்தால் பளு இல்லாதபோது மின்னழுத்தம் OA ஆனது அதிகமாகவும், பளுவின் போது OB வீழ்ச்சி அடைவதையும் காணலாம்.



இதிலுள்ள முழுப்பளு மின்னோட்டம் OK ஆனது ஜெனரேட்டரின் பெயர் தகட்டில் குறிக்கப் பட்டிருக்கும்.

ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினை (Armature reaction) விளைவால் பளு இல்லாத போது இருந்த மின்னழுத்தம் முழு பளுவில் குறைகிறது. ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி போற்றத்தக்க தல்ல. பொதுவாக ஜெனரேட்டரின் முழுப்பளு மின்னோட்டம்  $I_L$  வெளிவரும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். வீழ்ச்சியுறும் மின்னழுத்தம் பளு இல்லாத நிலையில் உள்ள மின்னழுத்தத்திற்கு 5 முதல் 8 சதவீதம் வரை குறையும்படி இருக்க வேண்டும். பளு மின்தடை குறைந்து பளு மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்கும் போது படம் 5-ல் காட்டியுள்ளதுபோல் வளைவானது புள்ளி 'C'-யை அடைகிறது.



இந்த புள்ளியில் டெர்மினல் மின்னழுத்தம் OC-க்கு குறைகிறது. இது பளு இல்லாத டெர்மினல் மின்னழுத்தத்துடன் ஒப்பிடும் போது போற்றத்தக்க குறைவாகும். இந்த 'C' புள்ளியில் பளு மின்னோட்டம் பெரும் அளவிலிருக்கும் டெர்மினல் மின்னழுத்தமானது பளு இல்லாத நிலை மின்னழுத்தத்தைவிட மிக குறைவாக இருக்கும் (OK) ஆன போதிலும் பளு மின்தடையை மேலும் குறைக்கும் போது பளு மின்னோட்டம் OM-க்கு குறைகிறது. மற்றும்  $V_T$  ஆனது 'OD'-க்கு குறைகிறது.

அதாவது பளு மின்னோட்டம் OK-க்கும் மேல் அதிகரிக்காது. மற்றும் புள்ளி 'C' ஆனது breakdown புள்ளி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதுவே ஜெனரேட்டர் வழங்கும் அதிகபட்ச மின்னோட்டமாகும். இந்த புள்ளி 'C'-க்கு பிறகு பளு மின்தடை குறையும் போது மிக வேகமாக வீழ்ச்சி அடைகிறது. இது பளு மின்னோட்டம் அதிகமாகவதற்கு பதிலாக குறைகிறது என்பதை காட்டுகிறது. புள்ளி 'E'-யில் ஜெனரேட்டர் குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்டுள்ளது. மற்றும்  $I_a R_a$ -க்கான இழப்பு மற்றும் ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினையால் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தம் அனைத்தும் zero அளவிற்கு குறைகிறது. இதில் OE என்பது ஜெனரேட்டரில் தங்கி இருக்கும் மின்னழுத்தமாகும் (residual voltage) செயல் முறையில் எல்லா ஜெனரேட்டர்களும் வளைவின் 'AB' பகுதியில் மட்டுமே இயங்குகின்றன ஏனெனில் இங்கு தான் வினைத் திறன் அதிகமாக இருக்கும்.

**உட்புறச் குணாதிசயங்கள் (Internal characteristic):** உட்புற குணாதிசயங்கள் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தம் மற்றும் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பை காட்டுகின்றது. ஒரு ஷன்ட் ஜெனரேட்டரில்

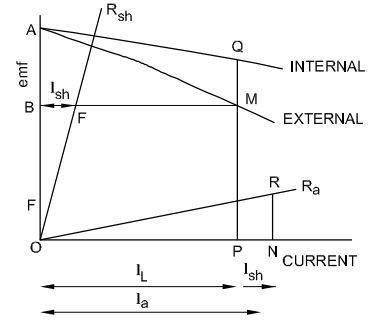
$$I_a = I_L + I_{sh}$$

$$E = V_T + I_a R_a$$

$$I_{sh} = \frac{V_T}{R_{sh}}$$

எனவே  $E/I_a$  வளைவானது படம் 4-ல் உள்ள வெளிப்புற குணாதிசயத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது. இதில் 'V' எதிர்மறையாக ' $I_{sh}$ ' என்ற படுக்கை கோட்டை வரைந்தால்  $R_{sh}$  கோடு ஆரம்ப புள்ளியிலிருந்து நேர்கோடாக இருக்கும். ஆனால் ஷன்ட் பீல்டிங்கின் அதிக மின்தடை காரணமாக படம் 6-ல் காட்டியுள்ளபடி ஒரு செங்குத்தான சாய்ந்த கோடாக அமையும். இதே போல் படம் 4-ல் காட்டியுள்ளபடி ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்திற்கு எதிராக மின்னழுத்த வீழ்ச்சியை வைத்து ஆர்மெச்சூர் மின்தடை ( $R_a$ ) கோடு வரையப்படுகிறது. வெளிப்புற குணாதிசய வளைவின் ஏதாவது ஒரு புள்ளியை ('M') எடுத்து அதற்கு செங்குத்தாக ஒரு கோடு ('MP') வரையவும். பிறகு கொடுக்கப்பட்ட டெர்மினல் மின் அழுத்தத்தில் பளு மின்னோட்டம்  $I_L = OP$  கிடைமட்டமாக 'MB' என்ற கோட்டை வரையவும். பிறகு  $BF = I_{sh}$ , மற்றும்  $PN = BF$  என்பதை 'X' அச்சில் குறிக்கவும்.

Fig 6

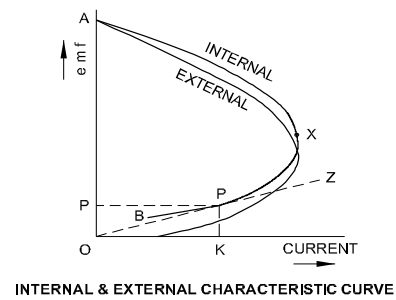


பிறகு  $ON = OP + PN = (I_L + I_{sh}) = I_a$ .

N புள்ளியிலிருந்து ஆர்மெச்சூர் மின்தடை  $R_a$  கோட்டை 'R' தொடும் வரை அதாவது R புள்ளி வரை செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரையவும். இதில் செங்குத்துக்கோடு 'RN' ஆனது ஆர்மெச்சூரில் ஏற்படும் இழப்பிற்கு சமமாகும். எனவே கோடு PM-ஐ மேலும் 'Q' புள்ளி வரை நீட்டி  $MQ = RN$ -ஐ உண்டாக்கவும். மொத்த நீளம் 'PQ' ஆனது முனை மின்னழுத்தம் மற்றும் மொத்த ஆர்மெச்சூர் இழப்பு ஆகியவற்றின் கூடுதலாகும். இது உற்பத்தியாகும் emf-க்கு சமமாகும். எனவே உட்புற குணாதிசயங்கள் பற்றி  $\phi$ -வில் பெறப்படுகிறது. மேலும் மொத்த உட்புற குணாதிசயங்கள் புள்ளிகள் 'A' மற்றும் 'Q'-வை இணைப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது.

பளு மின்தடை குறைக்கப்பட்டால் படம் 7-ல் காட்டியுள்ளபடி வளைவு பழைய நிலைக்கு திரும்புகிறது. பளு மின்தடை மிகவும் குறைந்தால் ஜெனரேட்டர் குறுக்கு இணைப்பு ஆகிவிடும் மற்றும் முதன்மை துருவங்களில் அதிக காந்த இழப்பினால் மின்விசை (emf) உற்பத்தியாவதில்லை.

Fig 7



**பளு critical தடை (Load critical resistance):** குறைந்த மதிப்புள்ள பளு மின்தடையில் ஜெனரேட்டர் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்கிறது என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. மற்றும் இதற்கு குறைவான பளு மின்தடை இருக்கும் சமயங்களில் DC ஜெனரேட்டர் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்வதில்லை. பளு மின்தடை சற்றுக் குறைவாக துவக்கப்பட்டால் டெர்மினல்

மின்னழுத்தம் 10V-க்கு மேல் அதிகரிப்பதில்லை. இதன் காரணம் மிகக்குறைந்த பளுவில் ஜெனரேட்டர் குறுக்கிணைப்பு செய்யப்பட்டது போல் உள்ளது. படம் 7-ல் உட்புற குணாதிசயங்களுக்காக APB தொடுகோடு வரையப்படுகிறது. அதனுடைய சாய்வு பளு critical மின்தடையின் அளவைக்காட்டுகிறது. இந்த பளுவுக்கு கீழே மின்தடை அளவு இருந்தால் DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டர் மின்இயக்குவிசையை (emf) உற்பத்தி செய்யாது. இந்த அளவை பளு critical மின்தடை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பளு critical மின்தடை =

$$\frac{\text{Voltage at point 'P'}}{\text{Load current at point 'P' (amps)}} = \frac{OP}{OK}$$

ஒரு ஷன்ட் ஜெனரேட்டரில் இரண்டு critical மின்தடைகள் உள்ளன. ஒன்று பீல்டு சுற்று மற்றொன்று வெளிப்புற பளு மின்சுற்றாகும்.

**DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டரின் பயன்கள் (Applications of DC shunt generator):** DC ஷன்ட் ஜெனரேட்டரின் குணாதிசயங்களிலிருந்து பளு இல்லாத நிலையிலிருந்து முழு பளுநிலை வரை மின்னழுத்த வீழ்ச்சியானது போற்றத்தக்கதல்ல. இதனால் இதை நிலையான மின்னழுத்த ஜெனரேட்டர் என்று அழைக்கப்படுகிறது. எனவே இதை நிலையான பளுக்களுக்கு பயன்படுத்தலாம்.

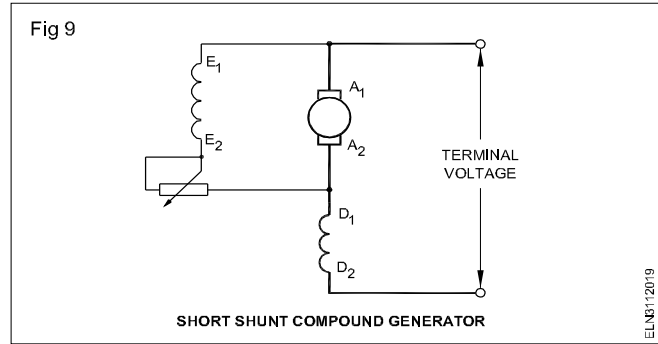
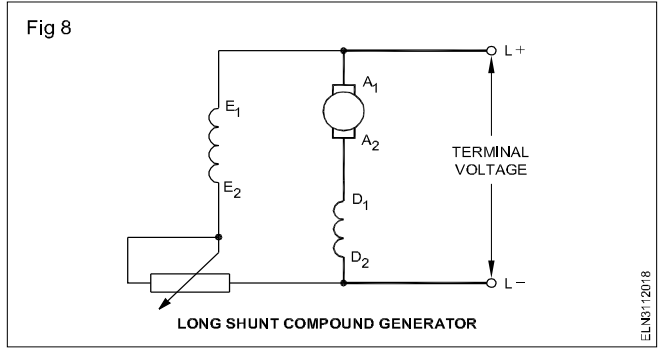
- சென்டிரிஃப்யூகல் பம்ப்
- மின்விளக்கு பளு
- மின்விசிறிகள்
- பேட்டரி சார்ஜிங் மற்றும் மின்மூலம் பூசுதல்

**காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் (Compound generator):** ஷன்ட் பீல்டு மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு இரண்டும் இணைந்து ஒரு ஜெனரேட்டர் மின்சாரத்தை வழங்கினால் அதற்கு DC காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் என்று பெயர்.

**லாங் ஷன்ட் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் (Long shunt compound generator):** தொடர் இணைப்பிலுள்ள ஆர்மெச்சூர் மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு ஆகியவற்றிற்கு சன்ட் பீல்டு இணையாக இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அந்த வகையான ஜெனரேட்டரை லாங் சன்ட் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் என்று அழைக்கப்படுகிறது. (படம் 8)

**குறுகிய சன்ட் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் (Short shunt compound generator):** ஆர்மெச்சூர் மட்டும் ஷன்ட் பீல்டுக்கு இணையாக

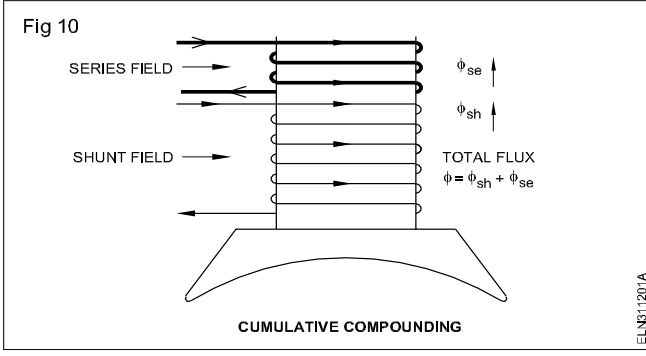
இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அதற்கு குறுகிய ஷன்ட் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் என்று பெயர். (படம் 9)



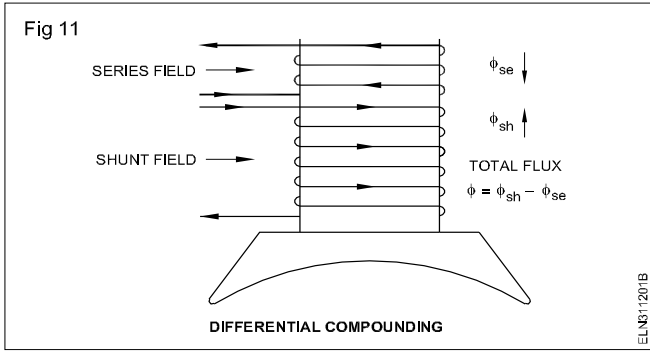
**குமிலேட்டிவ் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் (Cumulative compound generator):** ஷன்ட் பீல்டில் வெளியாகும் காந்தக்கோடுகள் சற்று ஏறக் குறைய எப்போதும் நிலையானதாகவே இருக்கும். சீரிஸ் பீல்ட் காந்த மண்டலம் மாறுபாடு அடையக்கூடியது. ஏனெனில் இதன் ஆம்பியர் சுற்றுகளானது பளு மின்னோட்டத்தை பொருத்ததாகும். பளு மின்னோட்டம் zero-வாக இருக்கும் போது குறைந்த காந்தகோடுகளையும், (லாங் ஷன்ட்) காந்தகோடுகள் இல்லாமலும் (ஷார்ட் ஷன்ட்) மற்றும் பளு மின்னோட்டம் அதிகமாக இருக்கும் போது அதிக அளவு காந்த மண்டலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. எவ்வளவு காந்தக்கோடுகளை உற்பத்தி செய்கிறதோ அதற்கேற்ப காந்த மண்டலத்தை அதிகரிக்கப்பட வேண்டும். ஏனெனில் இதன் மூலமே மின்னழுத்த வீழ்ச்சியை சமன் செய்ய முடியும்.

காம்பெளண்ட் இயந்திரத்தில் ஷன்ட் பீல்டு மீது சரியான காப்புப்பொருள் வைக்கப்பட்டு அதன் மேல் சீரிஸ் பீல்டு நேராக சுற்றப்பட்டிருக்கும். சீரிஸ் பீல்டானது ஷன்ட் பீல்டுக்கு உதவி செய்யும் வகையில் படம் 10-ல் காட்டியுள்ளபடி அமைக்கப்பட்டிருந்தால் அந்த ஜெனரேட்டர் ஆனது குமிலேட்டிவ் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் என்று அழைக்கப்படுகிறது. சீரிஸ் பீல்டின் ஆம்பியர் சுற்றுக்கள் compounding அளவை தீர்மானிக்கின்றது.





**டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர் (Differentially compounded generator):** சீரிஸ் பீல்டில் உற்பத்தியாகும் காந்தகோடுகள் ஷன்ட் பீல்டு காந்த மண்டலத்தை படம் 11-ல் காட்டியவாறு எதிர்க்கிறது. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு 'bucking' என்று பெயர். இந்த இயந்திரத்தை டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

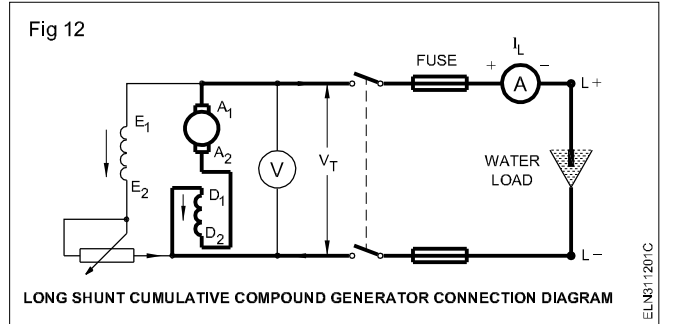


**DC காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டரின் வெளிப்புற குணாதிசயங்கள்**

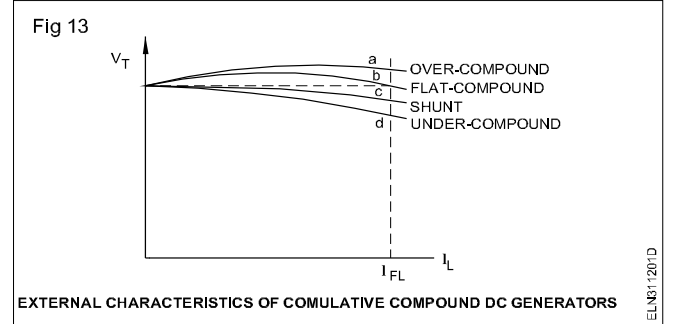
**குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர் (Cumulative compound generator):** படம் 12-ல் லாங் ஷன்ட் குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டரின் இணைப்பு வரைபடம் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இணைப்பில் சீரிஸ் பீல்டு காந்த மண்டலமானது ஷன்ட் பீல்டு காந்த மண்டலத்திற்கு துணை செய்கிறது. இதில் மொத்த காந்த மண்டலமானது இரண்டு காந்த மண்டலங்களின் கூட்டுத்தொகைக்கு சமமாகும். பல்வேறு பளு மின்னோட்டங்கள் ( $I_L$ ) மற்றும் அவற்றின் டெர்மினல் மின்னழுத்தங்களை ( $V_T$ ) அளவிட்டு  $V_T$  மற்றும்  $I_L$ -க்கு இடையேயான தொடர்பை நாம் வரைபடமாக வரையலாம். இந்த வளைவானது வெளி குணாதிசயங்களுக்கான (external characteristic curve) வளைவு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

வளைவின் வடிவமானது படம் 13-ல் காட்டப்பட்டுள்ள வளைவு 'C' போன்று இருந்தால் அது ஷன்ட் ஜெனரேட்டரின் வளைவு போன்றதாகும். இந்த ஜெனரேட்டரை நிலையான மின்னழுத்த

பளுக்களுக்கு பயன்படுத்தலாம். படம் 13-ல் காட்டப்பட்டுள்ள வளைவு 'A' போன்று இருந்தால் அது பளுமின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் போது முனை மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் என்பதை காட்டுகிறது. ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினை (armature reaction) மற்றும்  $I_a R_a$  வீழ்ச்சி ஆகியவற்றை சரி செய்ய சீரிஸ் ஆம்பியர் சுற்றுகள் அதிகமாக காந்த கோடுகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. இந்த வகை இயந்திரம் ஓவர் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர் (over-compounded generator) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த ஜெனரேட்டர் நீண்ட தொலைவு உள்ள பகிர்ந்தளிக்கும் பளுக்களுக்கு மின்சாரம் வழங்கப் பயன்படுகிறது. எனவே வழியில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியானது அதிகரிக்கும் மின்னழுத்தத்தால் ஈடு செய்யப்படுகிறது.



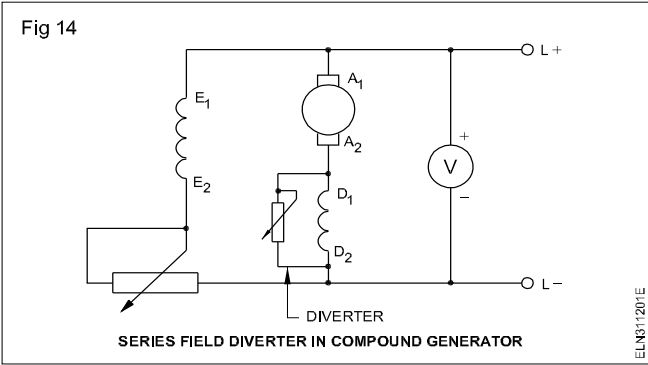
படம் 13-ல் உள்ள வளைவு 'b' குறைந்த பளு உள்ள சமயங்களில்  $I_a R_a$  வீழ்ச்சியை ஈடு கட்ட அதிகமான காந்த கோடுகளை உற்பத்தி செய்கிறது. ஆனால் முழு பளு சமயங்களில்  $I_a R_a$  வீழ்ச்சி மற்றும் ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினை ஆகியவற்றிற்கு சீரிஸ் பீல்டு காந்தகோடுகள் போதுமானதாக உள்ளது. இந்த இயந்திரம் தட்டை (flat or level) காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த இயந்திரத்தை நிலையான பளுவிற்கு குறிப்பிட்ட டெர்மினல் மின்னழுத்தத்தை வழங்க பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 13-ல் உள்ள வளைவு 'D'-ல் உள்ளது போன்று இருந்தால் சீரியஸ் ஆம்பியர் சுற்றுகளானது  $I_a R_a$  இழப்பினால் ஏற்படும் முனை மின்னழுத்தக் குறைவு மற்றும் ஆர்மெச்சூர் எதிர்வினை ஆகியவற்றை ஈடு செய்ய

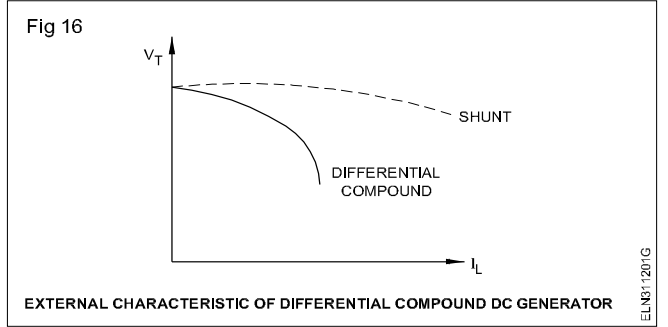
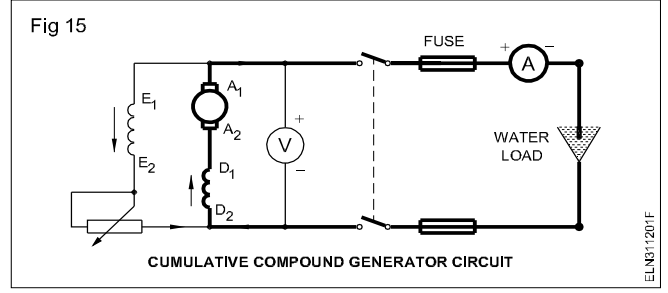
போதுமானதாக இல்லை. ஆனால் அவை தொடர்ந்து ஷன்ட் பீல்டுக்கு துணை புரிகின்றன. இந்த இயந்திரம் அன்டர் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர் (under-compounded generator) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வகை ஜெனரேட்டர் மின்முலாம் பூசுதல் அல்லது மின்விளக்கு பளுக்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டரின் கூடும் காந்த மண்டல இணைப்பின் அளவு (Degree of compoundings in a cumulative compound generator):** சீரிஸ் பீல்டு மின்னோட்டத்தை மாற்றியமைப்பதன் மூலமாக ஜெனரேட்டரின் compounding அளவை மாற்றியமைக்கலாம். சீரிஸ் பீல்டு மின்னோட்டத்தை மாற்ற ஒரு டைவர்டர் (diverter) படம் 14-ல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்படுகிறது.



**டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர் (Differential compound generator):** சீரிஸ் பீல்டின் முனைகளை படம் 15-ல் காட்டியுள்ளபடி மாற்றியமைக்கப்பட்டால் படம் 16-ல் உள்ளபடி வளைவு பெறப்படுகிறது. இத்தகைய இணைப்பில் சீரிஸ் பீல்டு ஷன்ட் பீல்டை எதிர்க்கிறது. இதன் மூலம் ஜெனரேட்டர் டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டராக மாறுகிறது. ஷன்ட் பீல்டு காந்த கோடுகளிலிருந்து சீரிஸ் பீல்டு காந்த கோடுகளை கழித்தால் கிடைப்பது உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மொத்த காந்தக்கோடுகள் ஆகும். வளைவை கவனித்தால் பளு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் போது போது முனை மின்னழுத்தமானது அதிகமாக குறைகிறது. இதன் காரணம் என்னவென்றால் சீரிஸ் ஆம்பியர் சுற்றுக்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் காந்த கோடுகள் ஷன்ட் பீல்டு காந்தக்கோடுகளை எதிர்க்கின்றன (bucking). இந்த குணாதிசயத்தை பற்றவைப்பு வேலைகளுக்கு பயன்படுத்தலாம். அங்கு ஆர்க் (arc) ஏற்படுவதற்கு முன் வேலை செய்யும் பொருளுக்கும் எலெக்ட்ரிசாடுக்கும் இடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு 100V என்றால் ஆர்க் ஏற்படும் போது

அதன் அளவு 40 முதல் 50 V ஆக குறைந்து மின்னோட்டம் பாய்வதை பராமரிக்கிறது.

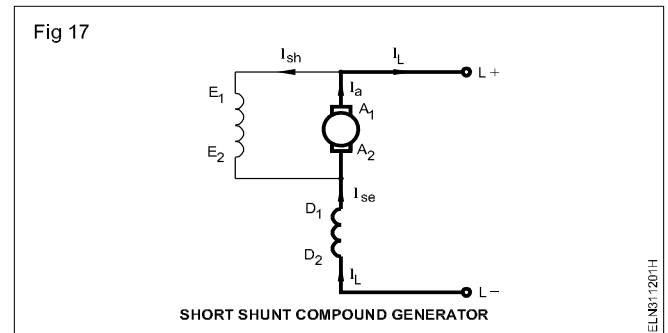


**காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டரின் பயன்கள் (Application of a compound generator):** அட்டவணை 1-ல் பல்வேறு வகையாக காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டர்களும் அவற்றின் தொழிற்சாலை பயன்பாடுகளும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

**DC ஜெனரேட்டர் சம்பந்தமான எண்ணியல் கணக்கீடுகள் (Numerical problems pertaining to DC generator):** ஜெனரேட்டரில் பளு ஏற்றும் போது ஆர்மெச்சூர் மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு ஆகியவற்றில் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படுகின்றது. கொடுக்கப்பட்ட அளவுகளை பயன்படுத்தி தூண்டப்படும் emf-யை கணக்கிட பின்வரும் வழியைப் பின்பற்ற வேண்டும்.

$$E_g = V + I_a R_a + I_{se} R_{se}$$

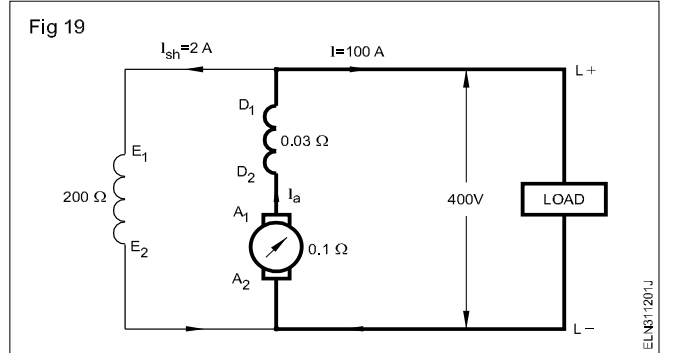
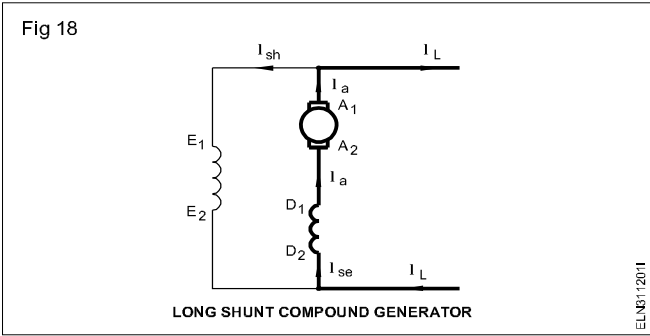
படம் 17-ல் காட்டியுள்ளபடி குறுகிய (short) ஷன்ட் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டராக இருந்தால்  $I_{se} = I_L$  and  $I_a = I_L + I_{sh}$



படம் 18-ல் காட்டியுள்ளபடி லாங் (long) ஷன்ட் காம்பௌண்ட் ஜெனரேட்டராக இருந்தால்  $I_{se} = I_a$  and  $I_a = I_L + I_{sh} = I_{se}$

## அட்டவணை 1

வ. எண்	காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டரின் வகை	பயன்கள்
1	<p>குமிலேட்டிவ் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர்</p> <p>a ஓவர் காம்பெளண்ட்</p> <p>b தட்டை அல்லது லெவல் (Flat or level) காம்பெளண்ட்</p> <p>c அன்டர் காம்பெளண்ட்</p>	<p>ரயில்வே, தெருவிளக்குகள் போன்ற குறிப்பிட்ட தூரத்தில் உள்ள பளுக்களுக்கு பயன்படுத்தலாம்.</p> <p>அருகிலுள்ள பளுக்களுக்கு அதாவது நிலையான மின்னழுத்தம் தேவைப்படும் இடங்களுக்கு உதாரணமாக சிறிய கட்டிடங்கள், கடைசல் இயந்திரம், விளக்கு மற்றும் குறைந்த திறன் உள்ள பளுக்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.</p> <p>மின்முலாம் பூசுதல், மின் விளக்குகள்</p>
2	டிஃப்ரன்சியல் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர்	ஆர்க் வெல்டிங் ஜெனரேட்டர்



இதில்  $I_a$  = ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் (ஆம்பியர்கள்)

$I_{sh}$  = சன்ட் பீல்டு மின்னோட்டம் (ஆம்பியர்கள்)

$I_{se}$  = சீரிஸ் பீல்டு மின்னோட்டம் (ஆம்பியர்கள்)

$I_L$  = பளு மின்னோட்டம் (ஆம்பியர்கள்)

**உதாரணம் (Example):** ஒரு லாங் ஷன்ட் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் 400 V மின்முத்தத்தில் 100 A பளு மின்னோட்டத்தை அளிக்கிறது. ஷன்ட் சீரிஸ் ஆர்மெச்சூர் மின்தடைகள் முறையே 200 ஓம் (ohm) மற்றும் 0.1 ohm, 0.03 ohm ஆகும். உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்னழுத்தம் மற்றும் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றை கணக்கிடுக. பிரஷ் தொடர்பு இழப்பு 1 V அனுமதிக்கப்படுகிறது.

**தீர்வு (Solution)**

ஜெனரேட்டரின் மின்சுற்று படம் 19-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$I_{sh} = 400/200 = 2 \text{ A}$$

ஆர்மெச்சூர் மற்றும் சீரியஸ் வையின்டிங்கில் செல்லும் மின்னோட்டம் சமமாக இருக்கும்.

எனவே  $I_a = I_{se} = 100 + 2 = 102 \text{ A}$ .

சீரிஸ் வையின்டிங்கில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி  $= I_{se} R_{se} = 102 \times 0.03 = 3.06 \text{ V}$

ஆர்மெச்சூரில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி  $I_a R_a = 102 \times 0.1 = 10.2 \text{ V}$ .

இரண்டு பிரஷ்கள் இருப்பதாக வைத்துக் கொண்டால் பிரஷ்களின் இழப்பு  $= 2 \times 1 = 2 \text{ V}$ .

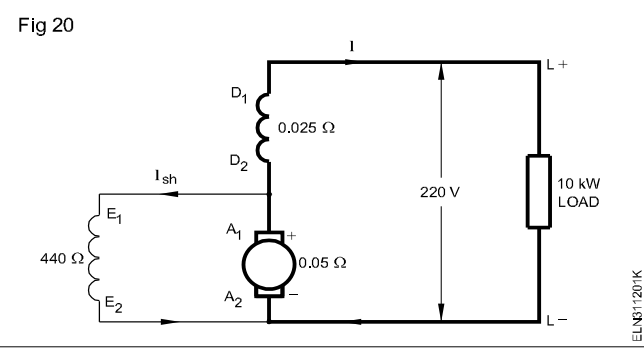
இப்பொழுது  $E_g = V + I_a R_a +$  சீரியஸ் வீழ்ச்சி + பிரஷ் வீழ்ச்சி

$$= 400 + 10.2 + 3.06 + 2 = 415.26 \text{ V}$$

**உதாரணம் (Example):** ஒரு 10 kW காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் 220V டெர்மினல் மின்னழுத்தத்தில் முழு பளுவில் வேலை செய்யும் போது ஆர்மெச்சூர், சீரிஸ், ஷன்ட் காயில்களின் மின்தடையானது முறையே 0.05 ஓம் (ohm), 0.025 ohm மற்றும் 440 ஓம்ஸ் (ohms) ஆக உள்ளது. இயந்திரமானது சார்ட் ஷன்ட் இணைப்பாக இணைக்கப்படும் போது ஜெனரேட்டரில் தூண்டப்படும் மொத்த மின்னழுத்தத்தை கணக்கிடவும்.

### தீர்வு (Solution)

ஜெனரேட்டரின் மின்சுற்று படம் 20-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



பளு மின்னோட்டம்

$$\frac{\text{Load in watts}}{\text{Terminal voltage}} = \frac{10,000}{220} = 45.45A$$

சீரிஸ் வையின்டிங்கில் உள்ள மின்னழுத்தம் =  $45.45 \times 0.025 = 1.14 V$ .

ஷன்ட் வையின்டிங்கில் உள்ள மின்னழுத்தம் =  $220 + 1.14 = 221.14 V$

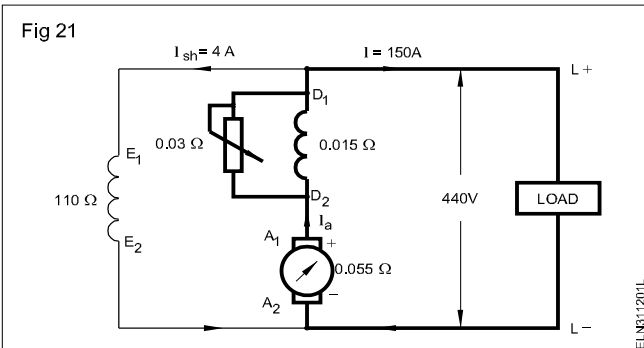
$$I_{sh} = 221.14/440 = 0.503 A$$

$$I_a = 45.45 + 0.503 = 45.953 A$$

$$I_a R_a = 45.953 \times 0.05 = 2.297 V.$$

உற்பத்தி செய்யப்பட்ட emf = Terminal voltage + ஆர்மெச்சூரில் தங்கியுள்ள மின்னழுத்தம் + சீரியஸ் பீல்டில் தங்கியுள்ள மின்னழுத்தம் + ஷன்ட் பீல்டில் தங்கியுள்ள மின்னழுத்தம் =  $220 + 2.297 + 1.14 = 223.44 V$ .

**உதாரணம் (Example):** படம் 21-ல் காட்டப்பட்டுள்ள லாங் ஷன்ட் காம்பெளண்ட் ஜெனரேட்டர் 150 A-ல் இயங்கும் போது முனை மின்னழுத்தம் 440 V ஆகும். கீழ்க்கண்டவற்றை கணக்கிடுக.



i தூண்டப்பட்ட emf

ii உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மொத்த திறன் மற்றும்

iii ஷன்ட் பீல்டு, சீரிஸ் பீல்டு, டைவர்டர் மற்றும் ஆர்மெச்சூர் ஆகியவை முறையே 110 ஓம்ஸ்

(ohms), 0.015 ohm, 0.03 ohm மற்றும் 0.055 ஓம் (ohm) அளவு மின்தடை இருந்தால் அவற்றில் பகிர்ந்து கொள்ளப்படும் திறன் எவ்வளவு?

### தீர்வு (Solution)

$$I_{sh} = 440/110 = 4A;$$

$$I_a = 150 + 4 = 154 A$$

படம் 21-ல் சீரிஸ் பீல்டு மின்தடை மற்றும் டைவர்டர் மின்தடை இரண்டும் இணை இணைப்பில் உள்ளன. அவற்றின் மொத்த மின்தடை =  $0.03 \times 0.015/0.045 = 0.01$  ஓம் (ohm)

மொத்த ஆர்மெச்சூர் சுற்றின் மின்தடை =  $0.055 + 0.01 = 0.065$  ஓம் (ohm).

சீரியஸ் மற்றும் ஆர்மெச்சூர் இடையே ஏற்பட்டுள்ள மின்னழுத்த வீழ்ச்சி =  $154 \times 0.065 = 10.01V$ .

i ஆர்மெச்சூரில் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தம்  $E_g = 440 + 10.01 = 450.01 V$ , say 450 V

ii ஆர்மெச்சூரில் உற்பத்தியாகும் மொத்த திறன் =  $E_g I_a = 450 \times 154 = 69,300 W$ .

iii ஆர்மெச்சூரில் ஏற்படும் இழப்பு =  $I_a^2 R_a = 154^2 \times 0.055 = 1304.4 W$ .

சீரிஸ் பீல்டு மற்றும் டைவர்டரில் (divertor) ஏற்படும் திறன் இழப்பு =  $154^2 \times 0.01 = 237.2 W$

ஷன்ட் பீல்டில் ஏற்படும் திறன் இழப்பு =  $V I_{sh} = 440 \times 4 = 1760 W$

பளுவிற்கு கிடைக்கும் திறன் =  $440 \times 150 = 66000 W$ .

**ஜெனரேட்டர்களை பக்க இணைப்பில் இணைத்து இயக்குதல் (Parallel Operation of DC Generators):** பல சிறிய ரேட்டிங் உடைய ஜெனரேட்டர்களை பக்க இணைப்பில் இணைத்து DC பவர் பிளேன்ட் (power plant) மின்சாரத்தை விநியோகம் செய்கிறது.

**பக்க இணைப்பு இயக்கத்திற்கான அவசியம் (The necessity of parallel operation)**

1 தொடர்ச்சியான மின்விநியோகம் (Continuity of service): பவர் பிளேன்ட்டில் ஒரு பெரிய ஜெனரேட்டர் மட்டும் மின்விநியோகம் செய்யும் போது அது பழுது அடைந்துவிட்டால் முழு நிலையமும் மூடப்படும் சூழ்நிலை ஏற்படும்.

சிறிய யூனிட்களை பக்க இணைப்பில் இணைத்து இயக்கும் போது ஒரு யூனிட்டில் பழுது ஏற்பட்டால் அதை நிறுத்தி விட்டு நல்ல நிலையிலுள்ள மற்ற யூனிட்களை இயக்கி தொடர்ச்சியாக மின்விநியோகம் செய்யலாம்.

2 வினை திறன் (Efficiency): பவர் பிளேன்ட்டின் பளு தேவை (load demand) குறையும் போது ஜெனரேட்டர் அதிக திறனுடன் வேலை செய்யும். ஒன்று அல்லது பல ஜெனரேட்டர்களை நிறுத்தி வைத்து விட்டு மீதி யூனிட்களை திறம்பட பளு ஏற்றலாம்.

3 பராமரித்தல் மற்றும் பழுது பார்த்தல் (Maintenance and repair): ஜெனரேட்டர்கள் பக்க இணைப்பில் இணைத்து செயல்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் போது பழுதடைந்த ஜெனரேட்டரை நீக்கிவிட்டு மற்ற யூனிட்கள் மூலம் மின்விநியோகம் செய்யலாம். இப்படி செய்வதால் பாதுகாப்பாகவும், பொருளாதார ரீதியாகவும் நன்மைகள் தருகிறது.

4 பிளேட்டின் capacity அதிகரிக்கிறது (Increasing plant capacity): புதிய யூனிட்களை சேர்க்க நேரிடும் போது பழைய யூனிட்களுடன் புதியதை சேர்த்து பிளேன்ட் capacity-யை அதிகரிக்கலாம்.

**D.C. ஜெனரேட்டர்களை பக்க இணைப்பில் இணைக்க கடைபிடிக்க வேண்டிய நிபந்தனைகள் (Conditions for paralleling of D.C. Generators)**

- 1 அவுட்புட் மின்னழுத்தம் சமமாக இருக்க வேண்டும்.
- 2 ஒரே மாதிரியான பொலாரிட்டி இருக்க வேண்டும்.

ஷன்ட் ஜெனரேட்டர்களை பக்க இணைப்பில் இணைத்தல் (Connecting Shunt Generators in Parallel): பிளேன்ட்டில் இருக்கும் ஜெனரேட்டர்கள் பக்க இணைப்பில் பஸ் - பார்வுடன் (bus-bars) இணைக்கப்படுகிறது. பஸ் - பார்கள் அதிக கனம் உடைய செம்பு பார்கள் ஆகும். அவைகள் +ve மற்றும் -ve டெர்மினல்களாக வேலை செய்கிறது. ஜெனரேட்டரின் +ve டெர்மினல் பஸ்-பாரின் +ve பக்கத்திலும் -ve டெர்மினல் பஸ்-பாரின் -ve வுடன் இணைக்கப்படுகிறது. படம் 22-ல் ஷன்ட் ஜெனரேட்டர் 1 பஸ்பார்வுடன் இணைக்கப்பட்டு பளுவுக்கு மின்சாரத்தை வழங்கிக் கொண்டிருப்பது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. ஜெனரேட்டர் 1-ன் திறனை விட பளு அதிகரிக்கும் போது இரண்டு ஷன்ட் ஜெனரேட்டர் முதல் ஜெனரேட்டருடன் பக்க இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டு அதிகரித்த பளுவுக்கு மின்சாரத்தை வழங்குகிறது.

**D.C. ஜெனரேட்டரை பக்க இணைப்பில் இணைத்து இயக்குதல் (Operation of paralleling of D.C. Generator)**

- 1 ஜெனரேட்டர் 2-ன் பிரைம் மூவரை நிர்ணயிக்கப்பட்ட வேகத்திற்கு கொண்டு வர வேண்டும். இப்போது ஜெனரேட்டர் 2-ன் பீல்டு சுற்றில் உள்ள சுவிட்ச்  $S_4$ -யை மூட வேண்டும் (close).
- 2 பிறகு சர்க்யூட் பிரேக்கர்  $CB_2$ -யை மூடி ஜெனரேட்டர் 2-ல் உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்னழுத்தத்தை பஸ்-பார் மின்னழுத்தத்திற்கு சமமாக கொண்டு வர வேண்டும். இது வோல்ட் மீட்டர்  $V_2$ -ஆல் காண்பிக்கப்படுகிறது.
- 3 இப்போது ஜெனரேட்டர் 2, ஜெனரேட்டர் 1 உடன் பக்க இணைப்பில் இணைய தயார் நிலையில் உள்ளது. மெயின் சுவிட்ச்  $S_3$ -யை மூடினால் ஜெனரேட்டர் 2, ஜெனரேட்டர் 1-வுடன் பக்க இணைப்பில் இணைந்து விடும். இப்போது ஜெனரேட்டர் 2 பளுவுக்கு மின்சாரத்தை வழங்குவதில்லை. காரணம் என்னவெனில் உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்னழுத்தம் பஸ்பார் மின்னழுத்திற்கு சமமாக உள்ளது. ஜெனரேட்டர் பஸ்பார் மீது மிதங்குவதாக (floating) கூறப்படுகிறது. (அதாவது பளுவுக்கு மின்சாரம் வழங்குவதில்லை) (படம் 22)
- 4 ஜெனரேட்டர் 2 ஏதாவது மின்சாரத்தை வழங்க வேண்டுமெனில் உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்னழுத்தம் E பஸ்-பார் மின்னழுத்தம் V-யை விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும். இந்த நிகழ்வில் ஜெனரேட்டர் 2 ஆல் வழங்கப்படும் மின்னோட்டம்  $I = (E-V)/R_a$  இங்கு  $R_a$  என்பது ஆர்மெச்சூர் சுற்றின் மின்தடையாகும். பீல்டு மின்னோட்டத்தை அதிகரித்து ஜெனரேட்டர் 2-யை பளுவுக்கு மின்னோட்டத்தை வழங்கச் செய்யலாம்.
- 5 பீல்டு excitation-யை சரி செய்து பளுவை ஒரு ஷன்ட் ஜெனரேட்டரிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றலாம்.  $CB_1$  மற்றும் மெயின் சுவிட்ச்  $S_1$  ஆகிய இரண்டையும் திறந்து பின்னர் ஜெனரேட்டர் 1-ஐ நிறுத்தி முழு பளுவையும் ஜெனரேட்டர் 2-க்கு மாற்றிவிடலாம்.

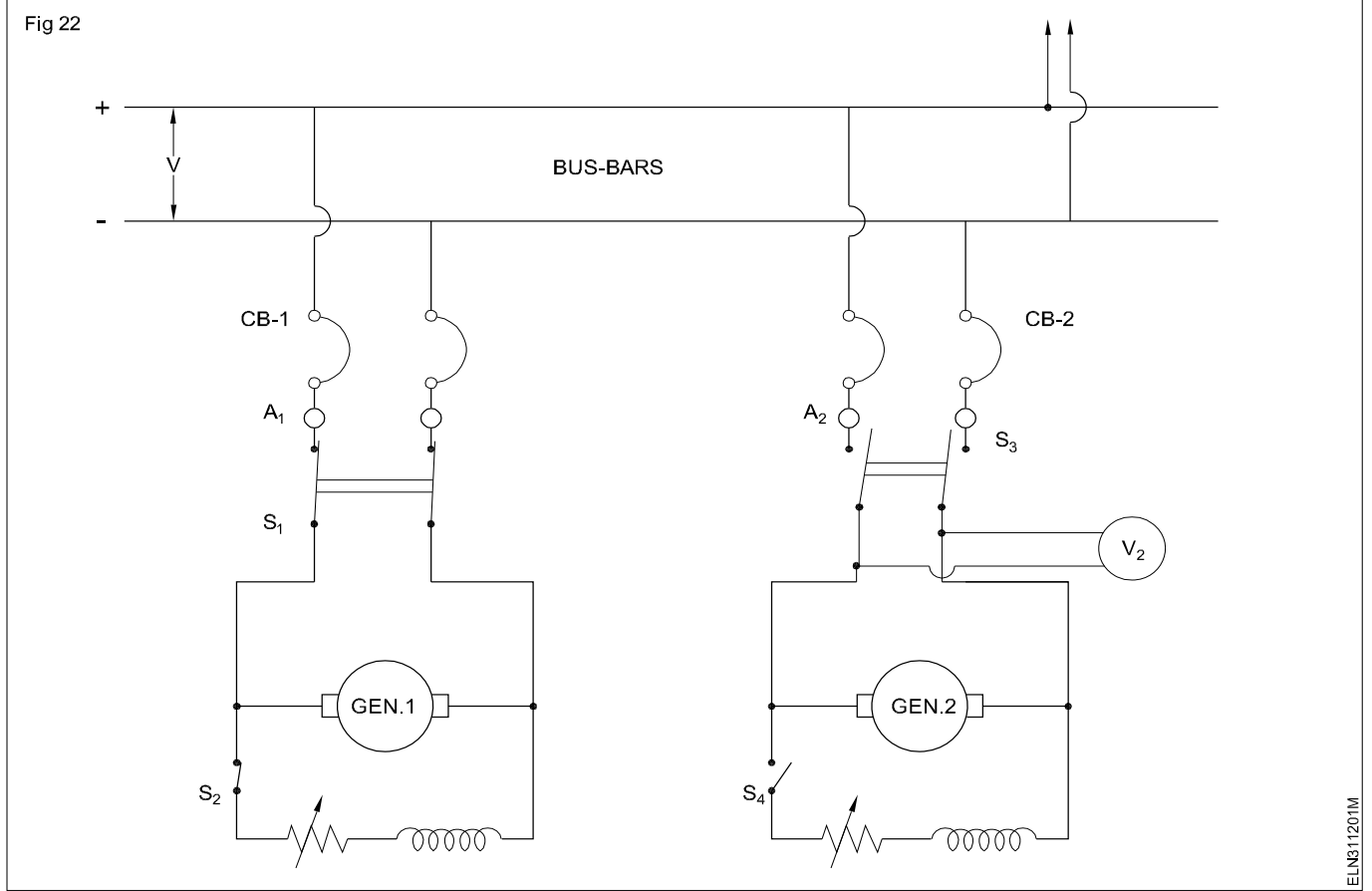
**பளுவை பங்கீடு செய்தல் (Load Sharing):** பீல்டு excitation-யை சரி செய்து ஒரு ஜெனரேட்டரில் இருந்து மற்றொரு ஜெனரேட்டருக்கு பளுவை மாற்றலாம். சமமான பளு இல்லாத இரண்டு ஜெனரேட்டர்கள் பளுவை பங்கீடு செய்யும் போது, இரண்டு ஜெனரேட்டர்களின் பளு இல்லாத சமயத்திலுள்ள மின்னழுத்தம்  $E_1, E_2$

எனவும், ஆர்மெச்சூர் மின்தடை  $R_1, R_2$  எனவும் வைத்துக் கொள்ளவும்.

$E_1$ , மற்றும்  $E_2$  அளவுகளை பொருத்து ஜெனரேட்டரின் அவுட்புட் மின்னோட்டம் இருக்கும். பீல்டு ரியோஸ்டாட்டை சரி செய்து இந்த அளவுகளை மாற்றலாம். டெர்மினல் மின்னழுத்தம் (அல்லது பஸ்-பார் மின்னழுத்தம்)

i தனித்தனியான ஜெனரேட்டர்களின் emf

ii வழங்கப்படும் மொத்த பளு மின்னோட்டம் ஆகியவற்றை பொருத்திருக்கும். பொதுவாக பஸ்-பார் மின்னழுத்தத்தை சம நிலையில் வைத்திருக்க வேண்டும். பீல்டு excitation-யை சரி செய்து இதை அடையலாம்.



### ஆர்மெச்சூரின் எதிர்வினை (Armature reaction)

ஆர்மெச்சூர் கடத்திகள் குறைந்த பளு மின்னோட்டத்தைக் கொண்டிருக்கும் போது ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளில் உற்பத்தியாகும் காந்த இயக்குவிசை மெயின் துருவ காந்தக் கோடுகளுடன் கலந்து காந்த மண்டலத்தை சிதறடிக்கப்படுகிறது. இதை குறுக்கு காந்த இறக்க விளைவு (cross-magnetizing effect) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

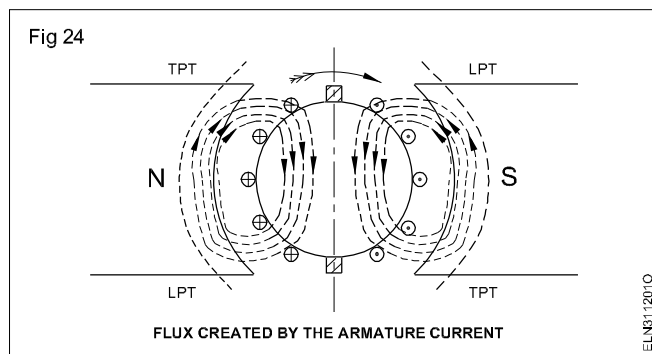
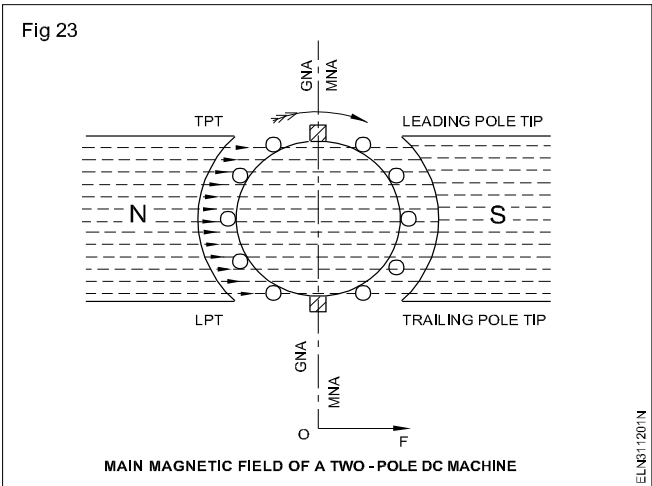
இருந்த போதிலும் ஜெனரேட்டர் சுழலும் திசையில் அதன் பிரஸ்ஸின் நிலையை சிறிது கோணம் தள்ளி வைத்தால் இந்த விளைவு இல்லாமல் சரி செய்ய முடியும்.

ஜெனரேட்டரை மேலும் பளு ஏற்றும் போது துருவ முனைகள் saturation நிலையை அடைகின்றன. இது முதன்மை காந்த கோடுகளை இறக்கம் ஏற்படுத்துகிறது. இந்த விளைவு காந்த இறக்க விளைவு (demagnetising effect) என்று

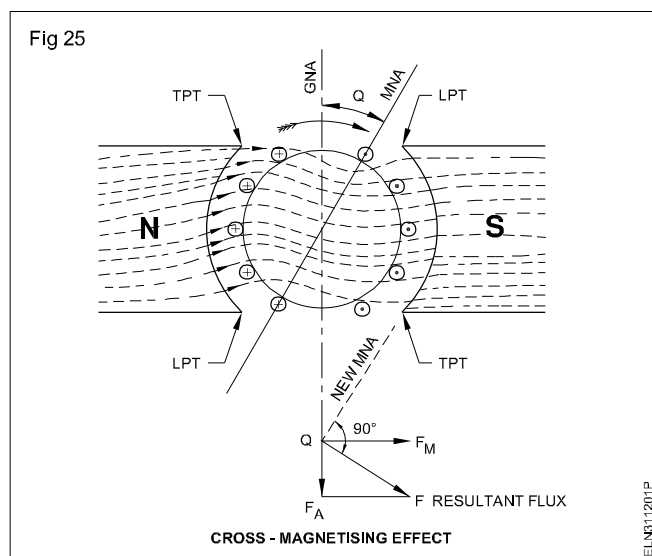
அழைக்கப்படுகிறது. இது கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கப்படுகிறது.

படம் 23-ல் மெயின் துருவ காந்த கோடுகள் பகிர்மானம் செய்யப்பட்டதை காட்டுகிறது. ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளில் மின்னோட்டம் எதுவும் இல்லாத வரையில் காந்தக்கோடுகளில் மாறுதல் இல்லாததாக இருக்கும். இப்போது GNA புவி நடுநிலை அச்சு (Geometrical Neutral Axis) மற்றும் காந்த நடுநிலை அச்சு (Magnetic Neutral Axis) ஆகியவை ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கின்றது

படம் 24-ல் ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளில் உருவாகும் காந்த கோடுகளை மட்டும் காட்டுகிறது. இங்கு மின்னோட்ட திசை வட துருவத்தின் கீழ் கூட்டல் குறியீடும் (+) மற்றும் தென் துருவத்தின் கீழ் சுழித்தல் குறியீடும் (-) படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். ஆர்மெச்சூரின் காந்தவிசை ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் மற்றும் பளு மின்னோட்டத்தை பொருத்தியிருக்கும்.



**குறுக்கு காந்த விளைவு (Cross-magnetising effect):** படம் 25-ல் மெயின் பீல்டு மற்றும் ஆர்மெச்சூர் காந்த இயக்கு விசை ஆகியவற்றின் கூட்டு விளைவால் ஏற்பட்ட காந்த மண்டல பகிர்மானத்தை காட்டுகிறது. மொத்த காந்த மண்டலமானது பின் செல்லும் துருவ முனைகளில் வலிமையுள்ளதாகவும், மற்றும் முன் செல்லும் துருவ முனைகளில் வலிமை குறைந்தும் உள்ளது. இந்த குறுக்கு காந்த ஏற்ற விளைவினால் காந்த நடுநிலை அச்ச (MNA) ஆனது புவி நடுநிலை அச்ச GNA-விலிருந்து சுழலும் திசையில் 'Q' கோணம் தள்ளி அமைகிறது.



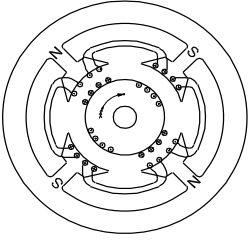
மெயின் பீல்டு காந்த கோடுகள் (FF) மற்றும் ஆர்மெச்சூர் காந்தக்கோடுகள் ( $F_A$ ) ஆகியவற்றினால் ஏற்படும் விளைவு படம் 25-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. காந்த நடுநிலை அச்ச (MNA) ஆனது கூட்டு காந்த மண்டல வலிமைக்கு செங்குத்தாக இருக்க வேண்டும். (F)

**சரி செய்தல் (Remedy):** குறுக்கு காந்த விளைவானது பிரஸ்களை GNA-விலிருந்து MNA-க்கு ராக்கர் ஆரம் (rocker arm) உதவியுடன் நகர்த்தி அமைப்பதால் நடுநிலைப்படுத்தப்படுகிறது. நகர்த்தி அமைக்கும் தூரம் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தின் அளவை பொருத்து அமையும். பிரஸ்கள் சரியான நிலையில் வைக்கப்பட்டால் தூண்டப்படும் emf உச்ச அளவிலும் மற்றும் பிரஸ்களின் ஓரங்களில் ஏற்படும் தீப்பொறி குறைவாகவும் இருக்கும்.

**காந்த இறக்க விளைவு (Demagnetising effect):** அதிகமான ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தின் காரணமாக காந்த மண்டலம் சமமில்லாத பகிர்மானத்தால் காந்த இறக்க விளைவு ஏற்படுகிறது. ஏனெனில் பின் செல்லும் துருவமுனையும் மத்தியிலுள்ள அதிக காந்த வலிமையில் மட்டுமே அந்த முனையை saturation நிலை வரை கொண்டு செல்கிறது. Saturation நிலையை அடைந்த பின்னர் பின் செல்லும் முனைகளில் காந்த வலிமை அதிகமாவதில்லை. அதே நேரத்தில் முன் செல்லும் துருவ முனைகளில் காந்த வலிமை குறைந்து காந்த இறக்க விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. மற்றும் அதிகப்பளு நிலையின் போது தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை குறைகிறது.

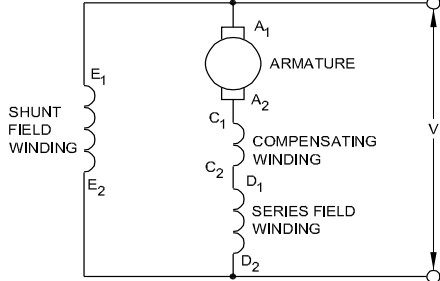
**சரி செய்தல் (Remedy):** சிறிய இயந்திரங்களின் காந்த இறக்க விளைவினால் ஏற்படும் தூண்டப்படும் emf குறைவை ஈடு செய்ய மெயின் வையின்டிங்கின் வலிமையையும் அதிகரிக்கும் வகையில் ஆம்பியர் சுற்றுக்கள் அதனுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. ஆனால் பெரிய இயந்திரங்களுக்கு படம் 26-ல் காட்டியுள்ளபடி மெயின் துருவத்தின் முனைகளில் ஈடு செய்யும் வையின்டிங் (compensating winding) அமைப்பதன் மூலம் காந்த இறக்க விளைவு ஈடு செய்யப்படுகிறது. இந்த ஈடு செய்யும் வையின்டிங் படம் 27-ல் காட்டியுள்ளபடி ஆர்மெச்சூருக்கு தொடர் இணைப்பில் (compound) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது ஒரு காம்பெளண்ட் இயந்திரமாகும்.

Fig 26



ELN811201Q

Fig 27



ELN811201R

**ஈடு செய்யும் வையின்டிங் (Compensating winding):** பெரிய இயந்திரங்களில் பளுவில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் போது, ஆர்மெச்சூரின் எதிர்வினையால் ஏற்படும் காந்த இறக்க விளைவு, இந்த வையின்டிங் மூலம் ஈடு செய்யப்படுகிறது. ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளால் செல்லும் மின்னோட்டத்திற்கு சமமாக எதிர்திசையில் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. எனவே அதில் உருவாகும் காந்த வலிமையானது ஆர்மெச்சூரில் உருவாகும் காந்த வலிமைக்கு எதிர்திசையிலும் மற்றும் சமமான அளவிலும் இருக்கும். அதனால் மாறுபடும் பளு நிலையிலும் கூட காந்த இறக்க விளைவானது ரத்து செய்யப்படுகின்றது..

### காழுடேசன் (Commutation)

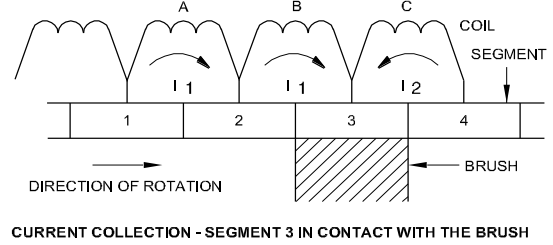
DC ஜெனரேட்டரில் பளு ஏற்றும் போது ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங் காழுடேட்டர் பிரஸ்கள் வரியாக வெளி மின்சுற்றுக்கு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த செயலின் போது எப்பொழுதெல்லாம் பிரஸ் ஆனது இரண்டு காழுடேட்டர் செக்மெண்ட் பகுதிகளுக்கிடையே வருகிறதோ அப்போது அந்த காழுடேட்டர் செக்மெண்ட்டில் இணைக்கப்பட்டுள்ள வையின்டிங் குறுக்கு இணைப்பு செய்யப்படுகின்றன. அந்த வையின்டிங் மின்னோட்ட திசையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், குறுக்கு இணைப்பிற்கு சற்று முன், குறுக்கிணைப்பின் போதும் மற்றும் அதன் பின் ஏற்படும் செயல்பாடு ஆகியவை காழுடேசன் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

மின்னோட்ட திசை மாறுபாடு சீரானதாக இருந்தால் நேர்த்தியான காழுடேசன் ஏற்படுகிறது. மாறாக மின்னோட்ட திசையில் திடீரென

மாறுபாடு இருந்தால் அது நேர்த்தியற்ற (rough) காழுடேசன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் இதன் விளைவால் பிரஷ்களின் பக்கங்களில் அதிக தீப்பொறி ஏற்படுத்துகிறது. நேர்த்தியற்ற காழுடேசனை தொடர அனுமதித்தால் அது பிரஷ்கள் மற்றும் காழுடேட்டரை பழுதடையச் செய்து அதன் விளைவாக அதிக வெப்பம் உற்பத்தியாகிறது.

படம் 28-ல் இந்த மின்னோட்ட மாறுபாடு கீழ்க்காணும் படங்கள் மூலம் விளக்கப்படுகிறது. காயில் B-ன் வழியாக மின்னோட்டம் கடிகாரத்திசையில் (clockwise) பாய்கிறது. பிரஸ் இடதுபுற வையின்டிங்கில்  $I_1$  ஆம்பியர்களையும் வலது புற வையின்டிங்கில்  $I_2$  ஆம்பியர்களையும் திரட்டுகிறது.

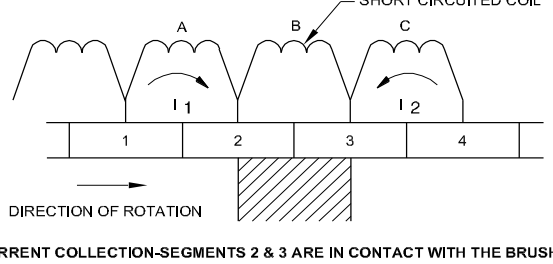
Fig 28



ELN811201S

படம் 29-ல் செக்மெண்ட் 2 மற்றும் 3 ஆகியவற்றை பிரஷ் குறுக்கிணைப்பு செய்யப்படுகிற காயில் 'B' குறுக்கு சுற்றாக்கப்படுகிறது. இதில் இடது பக்க வையின்டிங் மின்னோட்டம்  $I_1$  பிரஷ்க்கு காயில் A வழியாக பாய்கிறது. வலது பக்க வையின்டிங் மின்னோட்டம் காயில் C வழியாக பாய்கிறது. காயில் B குறுக்கிணைப்பு செய்யப்பட்டுள்ளதால் அதில் மின்னோட்டம் எதுவும் இல்லை.

Fig 29



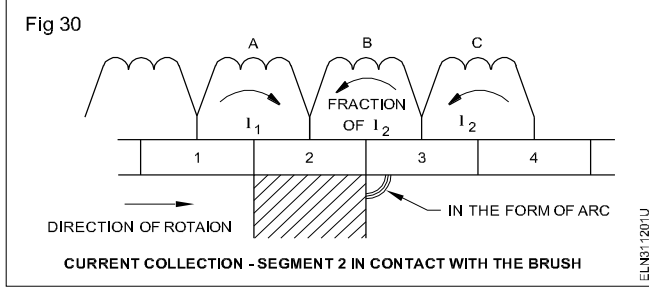
ELN811201T

படம் 30-ல் செக்மெண்ட் 2-யை மட்டுமே பிரஷ் தொடர்பில் வைத்துள்ளது. இடது பக்க வையின்டிங்கின் மின்னோட்டம் காயில் 'A' வழியாக பிரஸ்க்கு செல்கிறது. மேலும் வலது பக்க வையின்டிங்கின் மின்னோட்டம்  $I_2$  காயில் B-க்கு செக்மெண்ட் 2-ன் வழியாக பிரஷ்க்கு செல்கிறது.

இந்த நிலையில் காயில் B-ன் மின்னோட்டத்தின் திசை கடிகாரத்திசையிலிருந்து கடிகார எதிர்திசைக்கு மாற்றமடைகிறது. ஆனால்



குறுக்கிணைப்பிற்கு பின் இது முழு மின்னோட்ட மதிப்பை அடையாது. ஆகவே மின்னோட்டம்  $I_2$ -யின் பெரும்பகுதி, செக்மெண்ட் 3-யிலிருந்து ஒரு ஆர்க் (arc) வழியாக பிரஷ்-ன் வலது புறம் பாய்கிறது. இது காயில் B-யில் மின்னோட்ட திசை திடீரென மாறுபடுவதால் ஏற்படுகிறது. மேலும் இது நிலையான மின் இயக்கு விசையை (statistically induced emf) தூண்டுகிறது.



இது  $\frac{\partial}{\partial t}$  or  $\frac{I}{t}$  க்கு சமமாகும்.

இங்கு  $\partial$  என்பது மின்னோட்டம்  $I$  ஆம்பியரால் தூண்டப்பட்ட காந்த கோடுகள் ஆகும். மற்றும் 't' என்பது குறுக்கு மின்சுற்று ஏற்பட எடுத்துக்கொண்ட நேரம் (வினாடிகளில்) ஆகும்.

மேலும் எதிர்வினை (reactance) தெரிந்தால் அதிலிருந்து தூண்டப்படும் emf-யையும் கணக்கிடலாம். இது அந்த காயிலின் self-inductance-யையும் அருகிலுள்ள காயிலின் mutual inductance-யையும் பொருத்து அமையும்.

உதாரணமாக ஒரு 2 துருவ, 2 பிரஸ் உடைய DC ஜெனரேட்டர் நிமிடத்திற்கு 1440 சுற்றுகள் வேகத்தில் சுழன்று பளுவிற்கு 100 ஆம்பியர்கள் மின்னோட்டத்தை வழங்குகிறது. மேலும் இதன் காழுடேட்டரில் 24 செக்மெண்ட்டுகளை கொண்டுள்ளது. இதிலிருந்து வையிண்டிங்கில் குறுக்கு மின்சுற்றுக்கு பின் உள்ள statically தூண்டப்பட்ட emf-யை கண்டுபிடிக்கவும். பிரஸ்ஸின் இடது புறம் உள்ள மின்னோட்டம் 50 ஆம்பியர்கள் மற்றும் வலது புறம் உள்ள மின்னோட்டம் 50 ஆம்பியர்கள் ஆகும்.

எனவே மின்னோட்டத்தின் மாறுபாடானது கடிகாரத்திசையில் 50 ஆம்பியரிலிருந்து பூஜ்ஜியத்திற்கும், பிறகு கடிகார எதிர்திசையில் 50 ஆம்பியரிலிருந்து 100 ஆம்பியர் அளவிற்கும் மாறுபடுகிறது.

ஒரு சுற்றுக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம்

$$= \frac{60}{1440} = 0.04166 \text{ வினாடிகள்}$$

குறுக்கிணைப்புக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் +

$$= \frac{0.04166 \text{ seconds}}{24 \text{ segments}} = 0.001736 \text{ வினாடிகள்}$$

இது ஒரு செக்மெண்ட்டை கடக்க எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்திற்குச் சமமாகும். எனவே statistically induced emf =

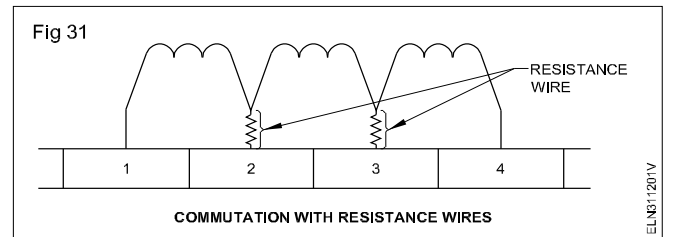
$$= \frac{I}{t} = \frac{100}{0.001730} = 57,603V.$$

இந்த தூண்டப்படும் emf லென்ஸ் விதிப்படி மாறுபடும் மின்னோட்டத்தை எதிர்கிறது. எனவே படம் 30-ல் காட்டியுள்ளபடி வலது புறம் உள்ள மின்னோட்டம் காயில் B-யின் வழியாக பாய முடியவில்லை. மற்றும் இது ஆர்க் (arc) வடிவத்தில் பிரஷ்க்கு தாவுகிறது. இதை rough commutation என்று அழைக்கப்படுகிறது.

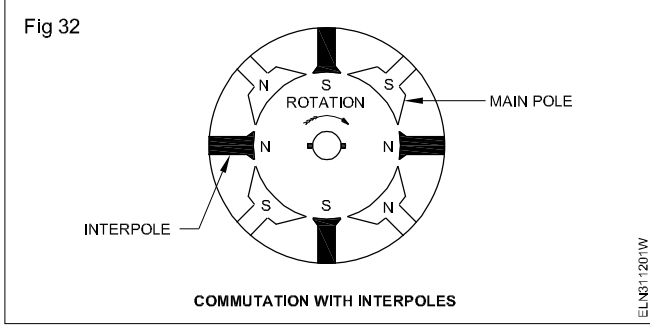
**நேர்த்தியற்ற காழுடேசனுக்கான தீர்வுகள் (Remedies for rough commutation by providing interpoles)**

பிரஸ்களில் ஏற்படும் தீப்பொறிகளை தவிர்க்க பின்வரும் முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை rough commutation-யை smooth commutation ஆக மாற்றுகிறது.

- படம் 31-ல் காட்டியுள்ளபடி காயிலின் முடிவு முனைகளுக்கும் காழுடேட்டருக்கும் இடையில் மின்தடை கம்பிகள் இணைக்கப்படுகிறது. இந்த அதிகரிக்கப்பட்ட மின்தடை மின்னோட்டத்தின் திசையை நேர்த்தியாக மாற்றவும், நேரத்தை அதிகரிக்கவும், statically தூண்டப்பட்ட emf-யை குறைக்கவும் உதவி புரிகின்றது.

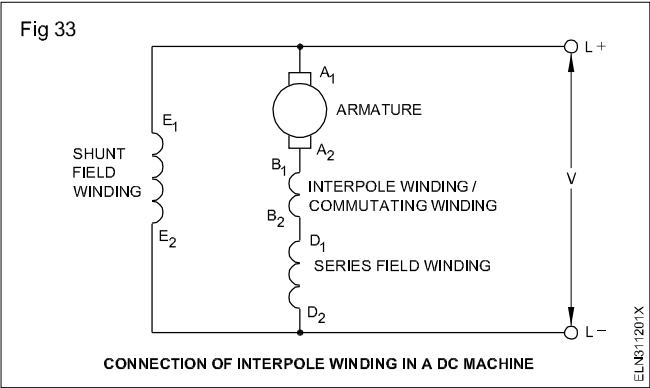


- அதிக மின்தடையுள்ள பிரஷ்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே இணைப்பு மின்தடை மாற்றமானது மின்னோட்டத்தின் திசையை நேர்த்தியாக மாற்ற உதவுகிறது. அதனால் statically தூண்டப்பட்ட emf குறைகிறது.
- படம் 32-ல் காட்டியுள்ளபடி மெனின் துருவங்களுக்கு இடையில் இடைத்துருவங்கள் அமைக்கப்படுகிறது. இந்த இடைத்துருவங்கள் ஜெனரேட்டர் சுழலும் திசையில் அடுத்து வரும் துருவத்தின் திசையிலேயே அமையும். மேலும் இந்த துருவங்கள் ஆர்மெச்சுருக்கு தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



எனவே அவை ஆர்மேச்சூர் மின்னோட்டத்தின் அளவையே பெறுகின்றன. இந்த இடைத்துருவங்கள் statically தூண்டப்பட்ட emf-க்கு எதிர்திசையில் ஒரு விசையை ஏற்படுத்துகின்றன. மற்றும் அதன் அளவு மின்னோட்டத்தை பொருத்து அமையும். அதனால் statically induced emf ரத்து செய்யப்படுகிறது.

இந்த இடைத்துருவங்கள் தடிமனான அளவு உள்ள கம்பியால் குறைந்த எண்ணிக்கை சுற்றுகளுடன் சுற்றப்பட்டுள்ளது. DC காம்பெளண்ட் இயந்திரத்தில் உள்ள இடைத்துருவ இணைப்பை படம் 33-ல் காட்டுகிறது.



## DC இயந்திரங்களின் இழப்புகள் மற்றும் வினைத்திறன் (Losses and efficiency of DC machines)

குழலும் இயந்திரங்களின் நேரடியாக பளுவை ஏற்றுவதற்கு பதிலாக இழப்புகளை கண்டறிந்து அதன் வினைத்திறனை சுலபமாக தீர்மானிக்கலாம். மேலும் நடுத்தரம் மற்றும் பெரிய இயந்திரங்களில் உண்மையான பளுவை உண்டாக்குவது இயலாக காரியமாகும். இயந்திரதின் இழப்புகள் தெரியும் பட்சத்தில் வினைத்திறனை கீழே குறிப்பிட்டுள்ள படி கண்டுபிடிக்கலாம்.

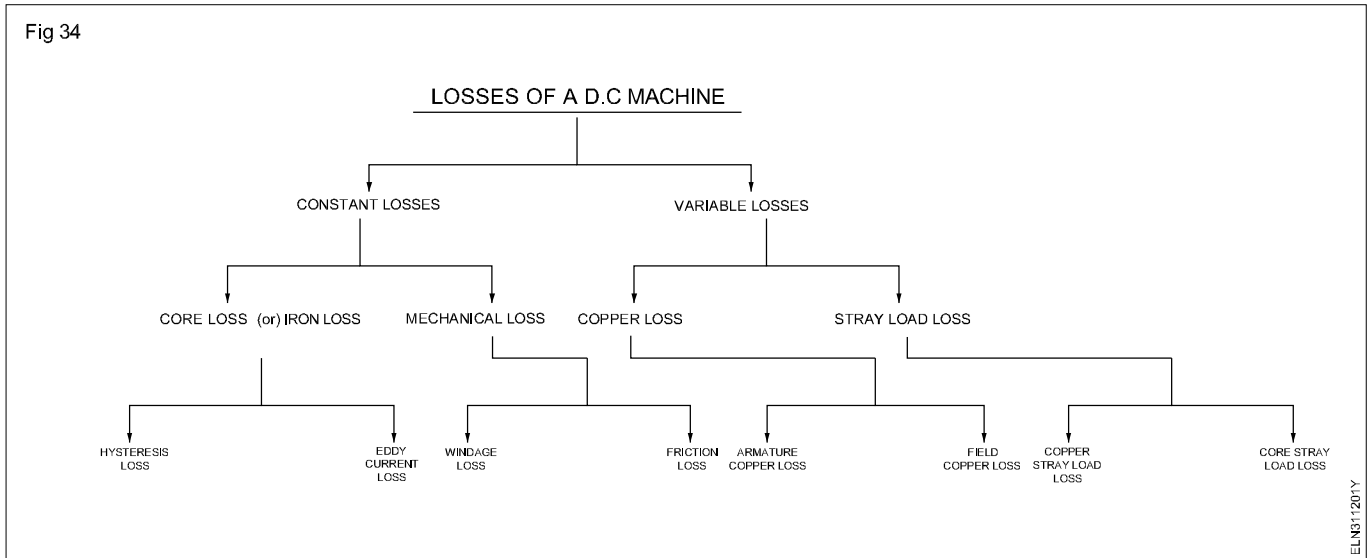
$$\frac{\text{அவுட்புட்}}{\text{அவுட்புட் + இழப்புகள்}} \quad (\text{ஜெனரேட்டர்})$$

$$\eta = \frac{\text{இன்புட்} - \text{இழப்புகள்}}{\text{இன்புட்}} \quad (\text{மோட்டார்})$$

சுழலும் இயந்திரங்களில் ஆற்றலை மாற்றம் செய்யும் நிகழ்வில் மின்னோட்டம், காந்த கோடுகள் மற்றும் சுழற்சி ஆகியவற்றின் காரணமாக மின் கடத்திகள் ferromagnetic பொருட்களில் இழப்புகள் உண்டாகின்றது. DC இயந்திரங்களில் ஏற்படக்கூடிய பல்வேறு இழப்புகள் கீழே பட்டியலிடப்பட்டுள்ளது. (DC இயந்திரங்களில் ஏற்படும் இழப்புகளை படம் 34 காட்டுகிறது).

**மொத்த இழப்புகளை இரண்டு வகைகளாக பிரிக்கலாம் (Total losses can be broadly divided into two types)**

- 1 நிலையான இழப்புகள் (Constant losses)
- 2 மாறுபடும் இழப்புகள் (Variable losses)



இந்த இழப்புகளை மேலும் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கலாம் (These losses can be further divided as)

1 நிலையான இழப்புகள் (Constant losses)

i கோர் இழப்பு அல்லது இரும்பு இழப்பு

- a ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்பு (Hysteresis loss)
- b எடி கரண்ட் இழப்பு (Eddy current loss)

ii இயந்திர இழப்பு (Mechanical loss)

- a காற்றினால் ஏற்படும் இழப்பு (Windage loss)
- b உராய்வினால் ஏற்படும் இழப்பு (Friction loss)-பிரஷ் உராய்வு மற்றும் பேரிங் உராய்வு இழப்பு

2 மாறுபடும் இழப்புகள் (Variable losses)

i செம்பு இழப்பு ( $I^2R$ )

- a ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்பு
- b பீல்டு செம்பு இழப்பு
- c பிரஷ் தொடர்பு இழப்பு

ii ஸ்டிரே பளு இழப்பு (Stray load loss)

- a செம்பு ஸ்டிரே பளு இழப்பு
- b கோர் ஸ்டிரே பளு இழப்பு

ஆர்மெச்சூர் கோர் காந்த கோடுகளுக்கு இடையில் சுழலுவதால் கோர் இழப்பு அல்லது இரும்பு இழப்பு ஏற்படுகிறது. இரும்பு இழப்பு கீழ்க்கண்டவற்றை பெற்றுள்ளது.

- a ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்பு (Hysteresis loss)
- b எடி கரண்ட் இழப்பு (Eddy current loss)

a ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்பு (Hysteresis loss)

ஆர்மெச்சூர் கோர் வட மற்றும் தென் துருவங்களுக்கு இடையே மாறி மாறி செல்வதாலும் காந்தமாதலில் மாற்றம் ஏற்படுவதாலும் இந்த இழப்பு ஏற்படுகிறது. இரும்பின் கிரேடு மற்றும் கன அளவு, காந்த கோடுகளின் அடர்த்தி  $B_m$  (flux density  $B_m$ ) மற்றும் ஃப்ரீக்குவன்சி ஆகியவற்றை பொருத்து இந்த இழப்பு ஏற்படுகிறது.

ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்பு  $W_h$ , Steinmetz சூத்திரத்தின்படி தரப்படுகிறது.

$$W_h = K_h B_m^{1.6} f v \text{ joule/sec.or watt}$$

இங்கு  $K_h$  = Constant of proportionality - கோர் பொருட்களை பொருத்துள்ளது.

$B_m$  = அதிகபட்ச காந்தக் கோடுகளின் அடர்த்தி (flux density) (wb/m<sup>2</sup>)

$f$  = ஃப்ரீக்குவன்சி (Hz)

$v$  = ஆர்மெச்சூர் கோரின் கன அளவு (m<sup>3</sup>)

b எடி கரண்ட் இழப்பு (Eddy current loss):

ஆர்மெச்சூரின் கோர், காந்தக் கோடுகளை வெட்டும் போது ஆர்மெச்சூர் கோர் மீது தூண்டப்படும் emf எடி கரண்ட் என்று அழைக்கப்படுகிறது. எடி கரண்ட் பாய்வதால் ஏற்படும் இழப்பு எடி கரண்ட் இழப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. கோரை லேமினேஷன் செய்வதாலும் அடுக்கி வைத்து ரிவிட் செய்யப்படுவதால் இந்த இழப்பு குறைக்கப்படுகிறது. லேமினேஷன்களுக்கு இடையே மெல்லிய வார்னிஷ் பூசப்பட்டு இன்சுலேட் செய்யப்பட்டுள்ளது. லேமினேஷன் செய்யப்பட்டுள்ளதால் மின்சாரம் செல்லும் பாதை குறைக்கப்படுகிறது. லேமினேஷனின் விட்டம் குறைக்கப்பட்டுள்ளதால் மின்தடை அதிகமாகிறது. இதனால் எடி கரண்ட்டில் அளவு குறைவதால் எடி கரண்ட் இழப்பு குறைகிறது.

எடி கரண்ட் இழப்பு =  $W_e$

$$W_e = K_e B_m^2 f^2 v \text{ Watt}$$

இங்கு  $K_e$  = Constant of Proportionality

$B_m$  = காந்த கோடுகளின் அதிகபட்ச அடர்த்தி Wb/m<sup>2</sup>

$f$  = ஃப்ரீக்குவன்சி (Hz)

$t$  = லேமினேஷனின் கனம் (Metre)

$v$  = ஆர்மெச்சூரின் கன அளவு (m<sup>3</sup>)

ii இயந்திர இழப்பு (Mechanical loss)

இந்த இழப்புகளில் காற்று, பிரஷ் உராய்வு, பேரிங் உராய்வு ஆகியவைகள் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

2 மாறுபடும் இழப்புகள் (Variable losses): இதில்

i செம்பு இழப்பு சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

a ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்பு ( $I_a^2 r_a$ ) (Armature copper loss ( $I_a^2 r_a$ ) loss): இந்த இழப்பு ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்கில் ஏற்படுகிறது. பளுவை பொருத்து இந்த இழப்பு மாறுபடும்.

b பீல்டு காயில் தொடுவதால் ஏற்படும் வீழ்ச்சி (Field contact drop): பீல்டு காயில் தொடுவதால் ஏற்படும் மின் தடையின் காரணமாக இந்த வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. இது நிலையான இழப்பாகும்.

c பிரஷ் தொடும் வீழ்ச்சி (Brush contact drop): பிரஷ் மற்றும் காழுடேட்டருக்கு இடையே contact மின்தடை ஏற்படுவதன் காரணமாக இது ஏற்படுகிறது. இது நிலையான இழப்பாகும்.

ii ஸ்ட்ரே பளு இழப்பு (Stray load loss): பளுக்கு ஏற்றவாறு இந்த கூடுதல் இழப்புகள் ஏற்படுகிறது.

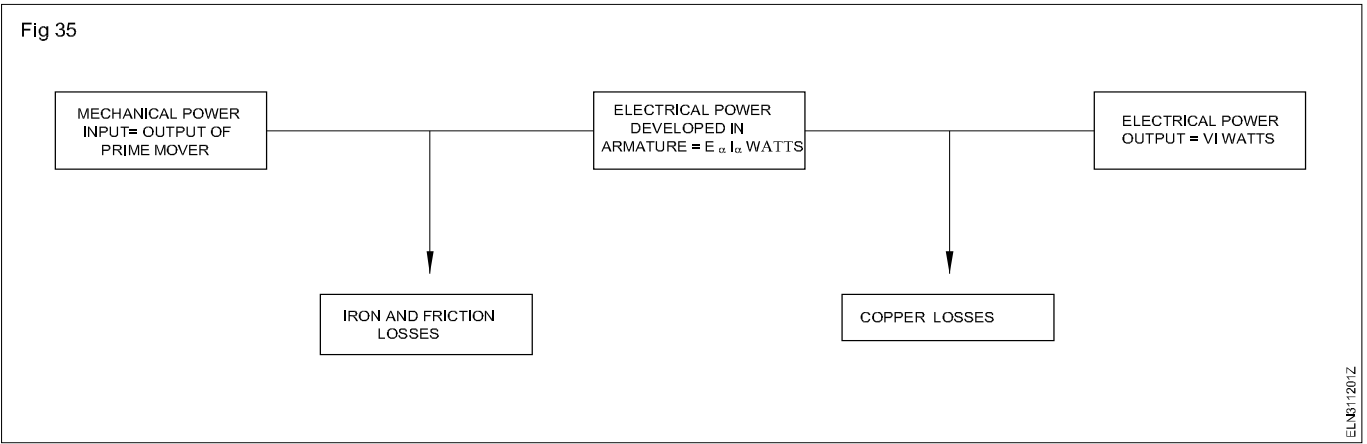
i செம்பு ஸ்ட்ரே பளு இழப்பு (Copper stray load loss): Skin விளைவு மற்றும் மின் கடத்திகளில் ஏற்படும் எடி கரண்ட் (Eddy current) ஆகியவற்றின் காரணமாக இந்த இழப்புகள் ஏற்படுகிறது. இவற்றின் வழியாக காந்தக் கோடுகள் பாய்வதை Copper stray load இழப்பு என அழைக்கப்படுகிறது.

ii கோர் ஸ்ட்ரே பளு இழப்பு (Core stray load loss): ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் வழியாக பளு மின்னோட்டம் செல்லும் போது காந்த கோடுகளின் அடர்த்தி பகிர்வு மற்றும் கோர் ஆகியவற்றில் உரு குலைவு ஏற்படுகிறது. ஸ்ட்ரே பளு இழப்பை துல்லியமாக கணக்கிடுவது கடினம் என்பதால் DC இயந்திரத்தின் அவுட்புட்டில் 1% என எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

ஒரு DC மோட்டாரின் வினைத்திறன் (Efficiency of DC generator)

DC ஜெனரேட்டரிலிருந்து வெளிவரும் மின்திறன் படம் 35-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

இங்கு என்பது  $W_e$  நிலையான இழப்பாகும்.



$$= \frac{\text{அவுட்புட்}}{\text{அவுட்புட்} + \text{இழப்புகள்}}$$

$$= \frac{V_1}{V_1 + I_a^2 R_a + W_e}$$

அதிகபட்ச வினைத்திறன் ஏற்படுவதற்கு தேவைப்படும் நிபந்தனைகள் (Condition for maximum efficiency)

$$\text{ஜெனரேட்டர் அவுட்புட்} = VI$$

$$\text{ஜெனரேட்டர் இன்புட்} = \text{அவுட்புட்} + \text{இழப்புகள்}$$

$$= VI + I_a^2 R_a + W_e$$

$$= VI + (I + I_{sh})^2 R_a + W_e \therefore I_a = (I + I_{sh})$$

எனினும் பளு மின்னோட்டத்தை ஒப்பிடுகையில்  $I_{sh}$ -யை கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட வேண்டியதில்லை.

$$I_a = I \text{ (தோராயமாக)}$$

மாறுபடும் இழப்புகளும் நிலையான

$$\therefore \eta = \frac{\text{அவுட்புட்}}{\text{இன்புட்}} =$$

$$\frac{VI}{VI + I_a^2 R_a + W_e} = \frac{VI}{VI + I^2 R_a + W_e}$$

இழப்புகளும் சமமாக இருந்தால் அதிகபட்ச வினைத்திறன் ஏற்படும்.

அதிகபட்ச வினைத்திறனுக்கு தொடர்புடைய பளு மின்னோட்டம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

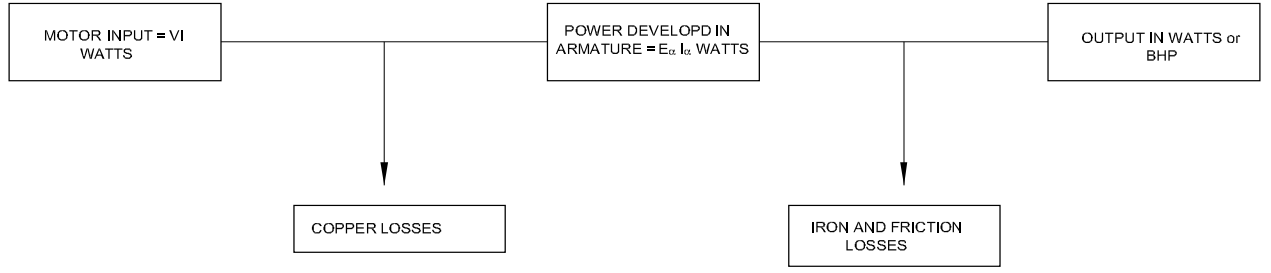
$$I^2 R_a = W_e$$

$$I = \sqrt{\frac{W_e}{R_a}}$$

DC மோட்டாரின் வினைத்திறன் (Efficiency of DC motor)

DC மோட்டாரில் மின்திறன் பாய்வது படம் 36-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

Fig 36



ELN81120AA

DC மோட்டாரின் வினைத்திறன் =

$$\frac{\text{இன்புட்} - \text{இழப்புகள்}}{\text{இன்புட்}}$$

$$= \frac{VI - I_a^2 r_a - w_e}{VI}$$

அதிகபட்ச மின்திறன் உற்பத்தியாவதற்கான நிபந்தனைகள்

$$E_b = \frac{V}{2} = I_a r_a$$

இது சமன்பாட்டில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

அதிகபட்ச வினைத்திறனுக்கான நிபந்தனை மாறுபடும் இழப்பு = நிலையான இழப்பு

$$I_a^2 r_a = w_e$$

**DC மோட்டாரின் வினைத்திறன் (Efficiency of DC motor)**

**DC ஜெனரேட்டர் மற்றும் DC மோட்டரில் ஏற்படும் இழப்புகள் (Losses in a DC generator and DC motor)**

ஜெனரேட்டர் இயந்திர சக்தியை மின் சக்தியாக மாற்றுகிறது. மோட்டார் மின்சக்தியை இயந்திர சக்தியாக மாற்றுகிறது. ஜெனரேட்டரின் இன்புட் இயந்திர சக்தியாகவும் அதன் அவுட்புட் மின்சக்தியாகவும் உள்ளது. மாறாக மோட்டாரின் இன்புட் மின்சக்தியாகவும் அதன் அவுட்புட் இயந்திர சக்தியாகவும் உள்ளது. செய்முறையில் இன்புட் திறன் முழுவதும் அவுட்புட் திறனாக மாறுவதில்லை. மாற்றம் அடையும் நிகழ்வின் போது சிறிது திறன் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இதனால் இயந்திரத்தின் வினைத்திறன் குறைகிறது.

சுழலும் இயந்திரத்தில் ஏற்படும் இழப்புகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

**DC சுழலும் இயந்திரத்தில் உண்டாகும் இழப்புகள் (Losses in a rotating DC machine)**

**1 செம்பு இழப்புகள்**

- ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்பு
- பீல்டு செம்பு இழப்பு
- பிரஷ் தொடும் இடத்திலுள்ள மின்தடையின் காரணமாக ஏற்படும் இழப்பு

**2 இரும்பு இழப்புகள்**

- ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்பு
- எடி கரண்ட் இழப்பு

**3 இயந்திர இழப்புகள்**

- உராய்வு இழப்பு
- காற்றினால் ஏற்படும் இழப்பு

இவைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

**செம்பு இழப்புகள் (Copper losses)**

இந்த இழப்புகள் ஆர்மெச்சூர் மற்றும் பீல்டு செம்பு வையின்டிங்கில் ஏற்படுகிறது. ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்பு, பீல்டு செம்பு இழப்பு மற்றும் பிரஷ் தொடும் இடத்திலுள்ள மின்தடையின் காரணமாக ஏற்படும் இழப்பு ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

**ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்பு (Armature copper loss) ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்பு =  $I_a^2 R_a$  இங்கு**

$I_a$  = ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் மற்றும்

$R_a$  = ஆர்மெச்சூர் மின்தடை

முழு பளு இழப்பில் இது 30 முதல் 40% இருக்கும். ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்பு மாறக்கூடிய மற்றும் இயந்திரத்தில் பளு ஏற்றுவதை பொருத்து மாறுபடும்.

**பீல்டு செம்பு இழப்பு (Field copper loss) பீல்டு செம்பு இழப்பு =  $I_f^2 R_f$  இங்கு**

$I_f =$  பீல்டு மின்னோட்டம் மற்றும்

$R_f =$  பீல்டு மின்தடை

ஷன்ட் பீல்டு செம்பு இழப்பு நிலையாக இருக்கும். முழு பளு இழப்பில் இது 30 முதல் 40% வரை இருக்கும்.

**பிரஷ் தொடும் இடத்திலுள்ள மின்தடையின் காரணமாக ஏற்படும் இழப்பு (Brush contact resistance):** இதுவும் செம்பு இழப்பு ஏற்பட காரணமாக அமைகிறது. பொதுவாக இந்த இழப்பு ஆர்மெச்சூர் செம்பு இழப்புடன் சேர்க்கப்படுகிறது.

**இரும்பு இழப்புகள் (கோர் இழப்புகள்) Iron losses (Core losses):** ஆர்மெச்சூர் கோர் இரும்பு உலோகத்தினால் செய்யப்பட்டு காந்த மண்டலத்திற்கு இடையில் சுழலுகிறது. இதனால் கோரில் சிறிய மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. இதன் காரணமாக எட்டி கரண்ட் மற்றும் ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்புகள் உண்டாகிறது. இரும்பு இழப்புகளை கோர் இழப்புகள் அல்லது காந்த இழப்புகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆர்மெச்சூர் கோரில் ஏற்படும் எதிரிடை காந்த விசை மாற்றத்தினால் ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்பு ஏற்படுகிறது. எதிரிடை காந்த விசையின் (magnetic reversal) ஃப்ரீக்வன்சி கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

$$f = PN/120 \text{ இங்கு}$$

$P =$  துருவங்களின் எண்ணிக்கை

$N =$  வேகம் (rpm)

Steinmetz சூத்திரத்தின்படி ஹிஸ்டரிசிஸ் இழப்பு

$$W_h = \eta B_{max}^{1.6} fV \text{ (watts),}$$

இங்கு  $\eta =$  Steinmetz ஹிஸ்டரிசிஸ் constant

$$V = \text{கோரின் கன அளவு } m^3$$

**எடி கரண்ட் இழப்புகள் (Eddy current loss):** காந்த மண்டலத்தில் ஆர்மெச்சூர் கோர் சுழலும் போது ஃபாரடே விதியின் (Faraday's law) மின் காந்த தூண்டலின்படி கோரில் ஒரு மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. (ஆர்மெச்சூர் கடத்தியில் தூண்டப்படுவது போல்)

கோரின் மின்தடை குறைவாக இருப்பதால் அதில் அதிக அளவு மின்னோட்டம் பாயும். இந்த மின்னோட்டத்திற்கு எடி கரண்ட் என்று பெயர். இந்த மின்னோட்டத்தால் ஏற்படும் இழப்பிற்கு எடி கரண்ட் இழப்பு என்று பெயர்.

**இயந்திரவியல் இழப்புகள் (Mechanical losses):** இயந்திரவியல் இழப்பில் பேரிங் உராய்வு இழப்பு மற்றும் காழுடேட்டர் உராய்வு இழப்பு ஆகியவைகளை கொண்டுள்ளது. முழு பளு இழப்பில் இது 10 முதல் 20% வரை இருக்கும்.

**ஸ்ட்ரே இழப்புகள் (Stray losses):** மேலே குறிப்பிட்டுள்ள இழப்புகளை தவிர்த்து சிறிய இழப்புகளும் ஏற்படுகிறது. அதை ஸ்ட்ரே இழப்புகள் (Stray losses) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த இழப்புகளை கணக்கிடுவது கடினம். முழு பளுவில் இந்த இழப்பு 1% என அனுமானித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

**மின்சக்தி பாயும் வரைபடம் (Power flow diagram):** மின்சக்தி பாயும் வரை படத்தை பயன்படுத்தி DC ஜெனரேட்டர் அல்லது மோட்டாரில் உண்டாகும் இழப்புகளை புரிந்து கொள்ளலாம். பல்வேறு வகையான இழப்புகளில் வீணாகும் மின்சக்தியையும், அவுட்புட்டில் உண்மையாக மாற்றம் செய்யப்படும் மின்சக்தியையும் இந்த வரைபடம் காட்சிப்படுத்துகிறது.

ஒரு DC ஜெனரேட்டர் மற்றும் ஒரு DC மோட்டாரின் வரைபடம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது. (படங்கள் 37 மற்றும் 38)

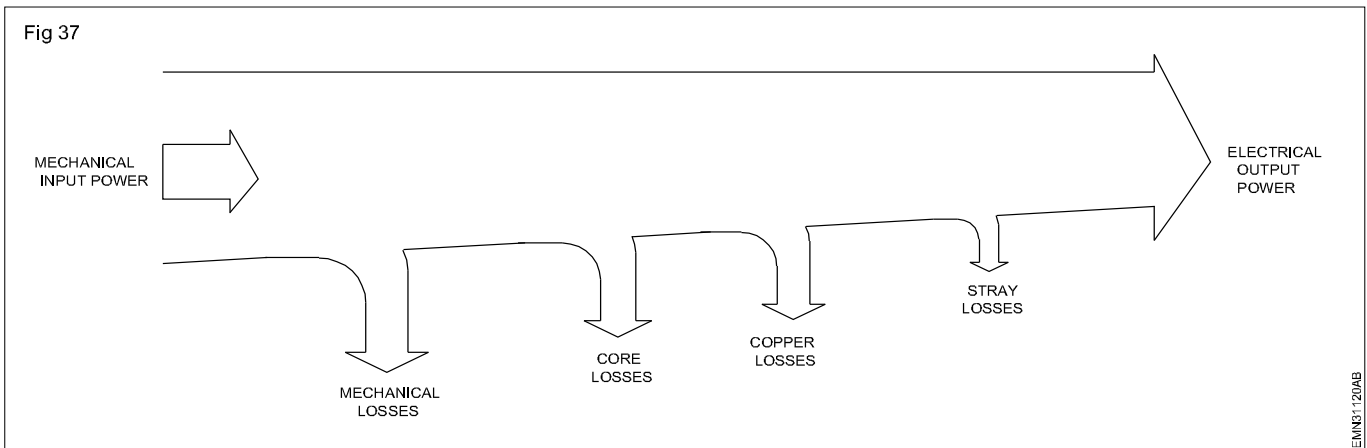
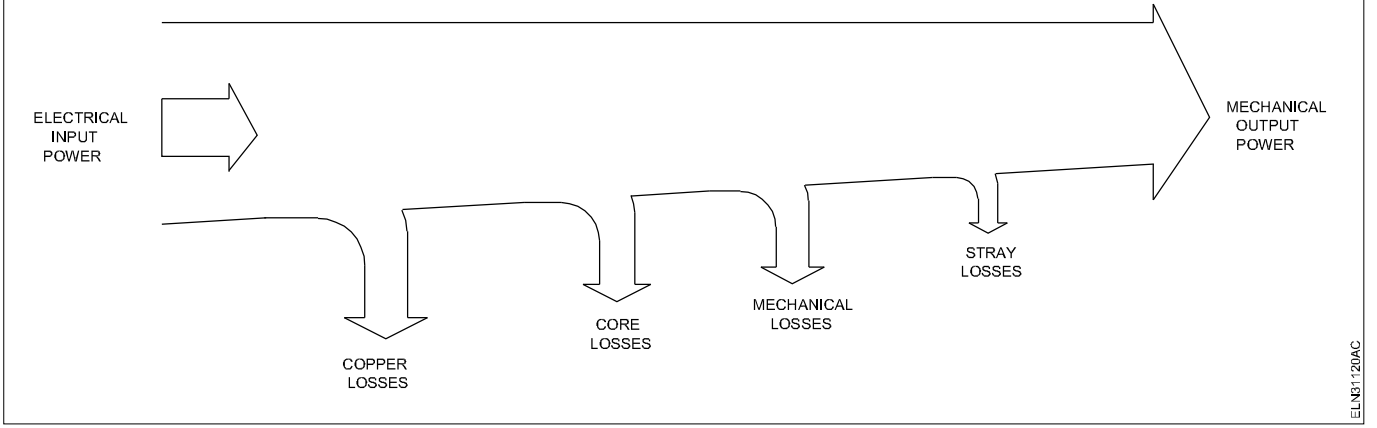




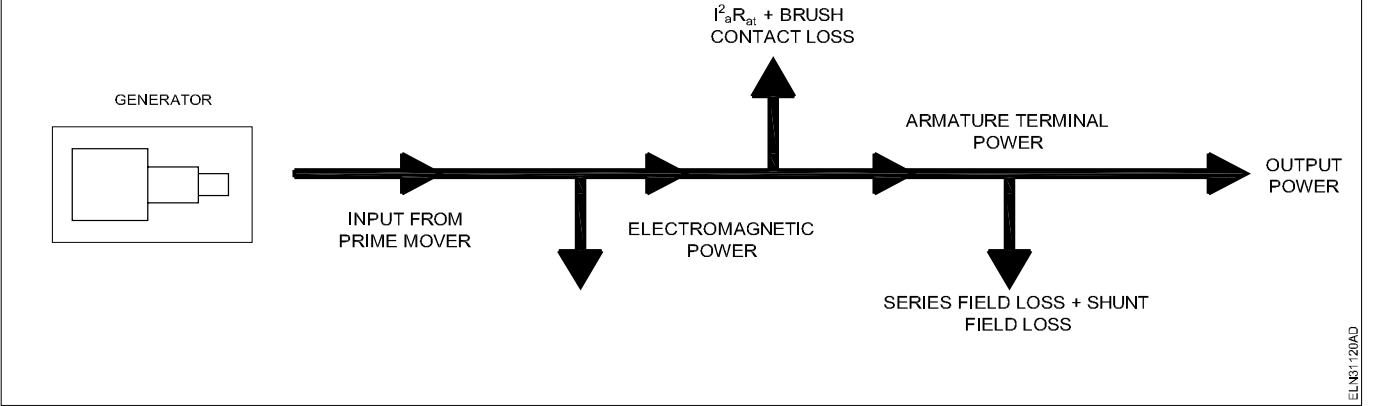
Fig 38



**DC ஜெனரேட்டரின் வினைத்திறன் (Efficiency of DC generator):** அவுட்புட் மற்றும் இன்புட் ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள விகிதத்தை வினைத்திறன் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

இங்கு  $R =$  ஆர்மேச்சூர் மின்சுற்றின் மொத்த மின்தடையாகும். DC ஜெனரேட்டரின் வினைத்திறன் line வரைபடம் 39-ல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

Fig 39



$I =$  அவுட்புட் மின்னோட்டம்

$I_{sh} =$  ஷன்ட் பீல்டு வழியாக செல்லும் மின்னோட்டம்

$I_a =$  ஆர்மேச்சூர் மின்னோட்டம்  $= I + I_{sh}$

$V =$  டெர்மினல் மின்னோட்டம்

ஆர்மேச்சூர் மின்சுற்றின் மொத்த செம்பு இழப்பு  $= I_a^2 R_a$

ஷன்ட் மின்சுற்றின் மின்சக்தி இழப்பு  $= V_{sh}$  (ஷன்ட் ரெகுலேட்டிங் மின்தடை இழப்பும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.)

இயந்திரவியல் இழப்புகள் = பேரிங் உராய்வு இழப்பு + காழுடேட்டர் உராய்வு இழப்பு + காற்று இழப்பு

ஸ்ட்ரே இழப்பு = இயந்திரவியல் இழப்பு + கோர் இழப்பு

ஷன்ட் பீல்டு செம்பு இழப்பு மற்றும் ஸ்ட்ரே இழப்பு ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை நிலையான இழப்பு என அழைக்கப்படுகிறது. இது மின்பு மின்னோட்டத்தினால் வேறுபடாது. ஆகையால் ஜெனரேட்டரின் வினைத்திறன் சமன்பாடு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

ஜெனரேட்டரின் அவுட்புட்

ஜெனரேட்டரின் அவுட்புட் + இழப்புகள்

$$\eta_G = \frac{\text{Generator output}}{\text{Generator output} + \text{losses}}$$

$$\eta_G = \frac{VI}{VI + I_a^2 R_a + V_{sh} I_R + P_R}$$

$$I_a = I_L + I_{sh}$$

## DC மோட்டார் - தத்துவம் மற்றும் வகைகள் (DC Motor - principle and types)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

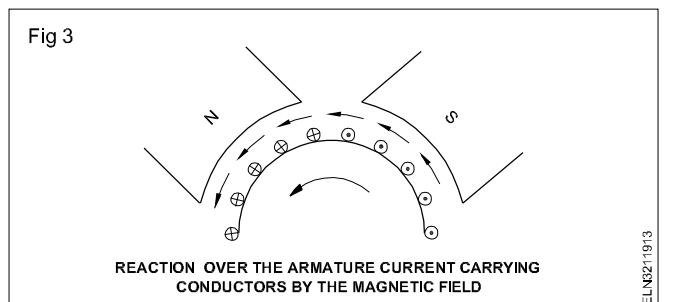
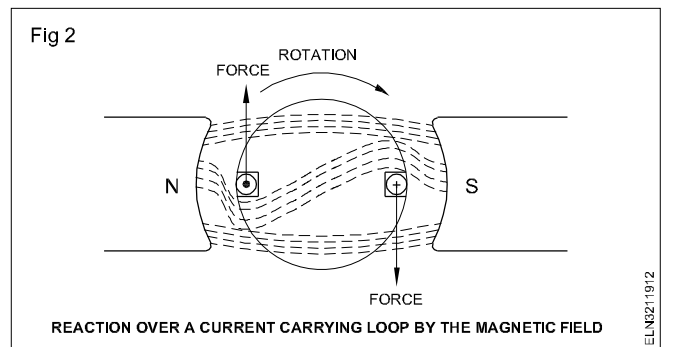
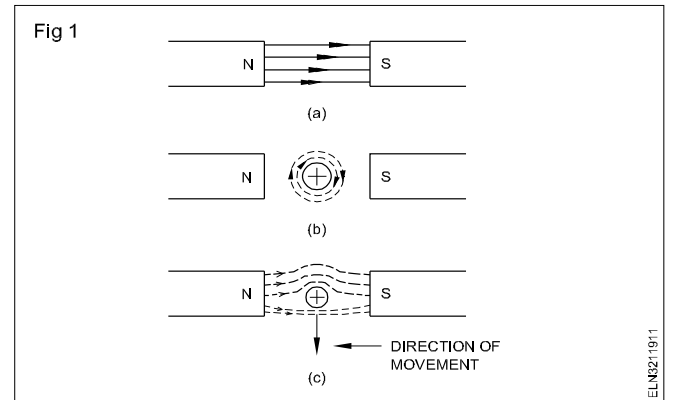
- DC மோட்டாரின் இயங்கும் தத்துவத்தை விளக்குதல்
- பல்வேறு வகையான DC மோட்டார்களை கூறுதல்.

**முன்னுரை (Introduction):** DC மோட்டார், DC மின் ஆற்றலை இயந்திர ஆற்றலாக மாற்றும் இயந்திரமாகும். DC மோட்டாரின் கட்டமைப்பு DC ஜெனரேட்டர் போன்று உள்ளது. எனவே DC இயந்திரத்தை ஜெனரேட்டர் அல்லது மோட்டாராக பயன்படுத்த முடியும். சிறந்த திருப்பு திறன், வேகம், மற்றும் மின் பளு பண்புகளைக் கொண்ட இந்த நேர்திசை மோட்டாரானது 90% சதவீதம் நுணுக்கமான இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தகுதியான மின்பணியாளர் DC மோட்டாரை அடிக்கடி கண்காணிப்பது மிக அவசியமாகும். இதனால், மின்பணியாளர்களுக்கு வேலை வாய்ப்பு அதிகமாக கிடைக்கிறது.

**DC மோட்டாரின் தத்துவம் (Principles of a DC motor):** மின்சாரத்தை தாங்கிச் செல்லக்கூடிய கடத்தி ஒரு சீரான காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும் போது கடத்தியில் ஒரு விசையானது உருவாகி காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாக அதனை நகர்த்துகிறது. மேற்கண்ட அடிப்படையில் DC மோட்டார் இயங்குகிறது. இதனை கீழ்காணுமாறு விளக்கலாம். படம் 1a-ல் ஒரு காந்தம் சீரான காந்தப்புலம் உருவாக்குவதை காட்டுகிறது. அதே போல் மின்சாரத்தை தாங்கிச் செல்லும் கடத்தியைச் சுற்றி காந்தப்புலம் உருவாவதை படம் 1b காட்டுகிறது. படம் 1a மற்றும் 1b-யின் கூட்டு விளைவை படம் 1c காட்டுகிறது. அதாவது காந்தத் தூண்டல் மற்றும் மின்சாரத்தைத் தாங்கிச் செல்லும் கடத்தியின் காந்த தூண்டல் ஆகியவைகளினால் உருவாகுவது மொத்த காந்தப்புலமாகும். இரண்டு காந்தப்புலங்களுக்கிடையேயான உட்புற வினையால் கடத்தியின் மேல் காந்த தூண்டல் அதிகமாகும். கடத்தியின் கீழே காந்த தூண்டல் குறைவடையும் என்பதை படம் 1c காட்டுகிறது. கடத்திக்கு மேல் காந்த விசையை அதிகமானதால், ஒரு விசையானது கடத்தியின் மேல் வளைந்த பாதையில் உருவாகி கடத்தி கீழ் நோக்கி நகர்கிறது.

படம் 1-ல் உள்ள கடத்தியை நீக்கிவிட்டு படம் 2-ல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு loop of wire-யை வைத்தால் மொத்த காந்த புலத்தினால் கடத்தியின் ஒரு பகுதியானது மேல் நோக்கியும்

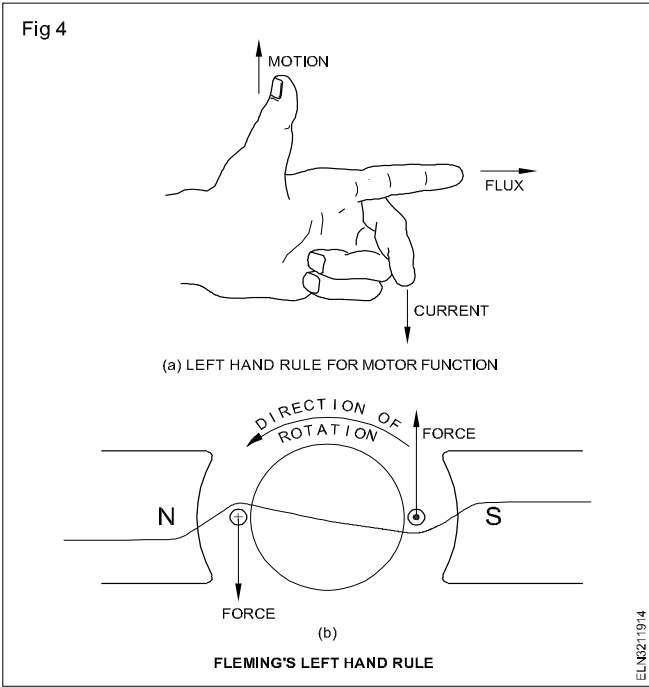
மற்றொரு பகுதியானது கீழ்நோக்கியும் நகர்த்துகிறது. இதனால் கடத்தியின் மேல் ஒரு திருப்புத்திறன் உருவாகிறது. இப்போது கடத்தி சுழலுவதற்கு ஏற்றவாறு இருந்தால், அது சுழல ஆரம்பிக்கிறது. ஆனால் நடைமுறையில் உள்ள மோட்டாரில் அதிகமான எண்ணிக்கையில் கடத்திகள் உள்ளன. படம் 3 மோட்டாரின் ஒரு பகுதியைக் காட்டுகிறது. மோட்டாரின் ஆர்மெச்சூர் மற்றும் பீல்டுக்கு மின்சாரம் செலுத்தப்படும் போது ஆர்மெச்சூர் ஒரு விசையைப் பெற்று எதிர் திசையில் சுழல ஆரம்பிக்கிறது. (படம் 3)





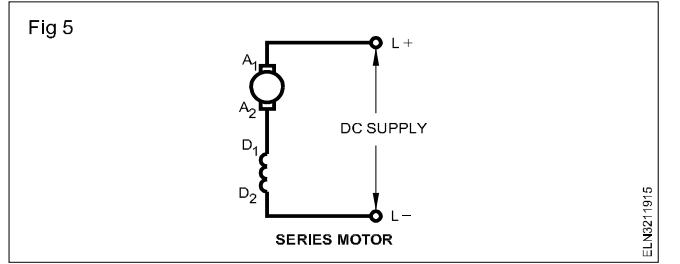
ஃபிளம்மிங்கின் இடதுகை விதியைப் பயன்படுத்தி சுழலக்கூடிய திசையைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இதனடிப்படையில் மோட்டாரின் சுழற்சி மாற்றமானது ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்ட நிலையை மாற்றுவதாலோ அல்லது பீல்டின் புல பொலாரிட்டியை மாற்றுவதாலோ செய்ய முடியும்.

**ஃபிளமிங்கின் இடதுகை விதி (Fleming's Left Hand Rule):** மின்சாரம் தாங்கிச் செல்லும் கடத்தியை ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைக்கும் போது, கடத்தியின் மேல் ஒரு விசை உருவாகிறது. அவ்விசையின் திசையை இவ்விதியை அடிப்படையாக கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம். படம் 4a-ல் காட்டியுள்ளவாறு இடதுகையின் பெருவிரல், ஆட்காட்டி விரல் மற்றும் நடுவிரல் ஆகியவைகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக உள்ளது. ஆட்காட்டி விரல் காந்தத் தூண்டலின் திசையையும், நடுவிரல் கடத்தியில் செல்லும் மின்சாரத்தின் திசையையும், காட்டினால் பெருவிரல் கடத்தியின் இயக்க திசையை காட்டும். எடுத்துக்காட்டாக, மின்சாரம் தாங்கிய ஒரு கம்பிச்சுருளை வட, தென் துருவத்திற்கு இடையில் வைக்கும் போது படம் 4b-ல் காட்டியுள்ளவாறு கடிகாரம் முள் சுழலும் எதிர்திசையில் கடத்தி சுழல்கிறது.

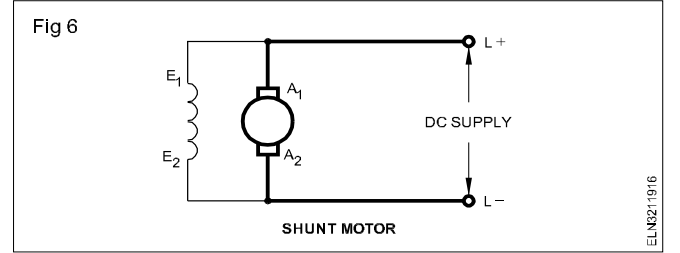


**DC மோட்டாரின் வகைகள் (Types of DC motors):** DC ஜெனரேட்டர் போலவே DC மோட்டாரின் அமைப்பும் உள்ளதால். இவைகளின் வகைகள், அதாவது 1 சீரிஸ், 2 ஷன்ட் மற்றும் காம்பெளண்ட் மோட்டார் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது. ஆர்மெச்சூர் மற்றும் மின் வழங்களுடன் இணைக்கும் பீல்ட் வையின்டிங் இணைப்பின் அடிப்படையாகக் கொண்டு இவைகள் பிரிக்கப்படுகிறது.

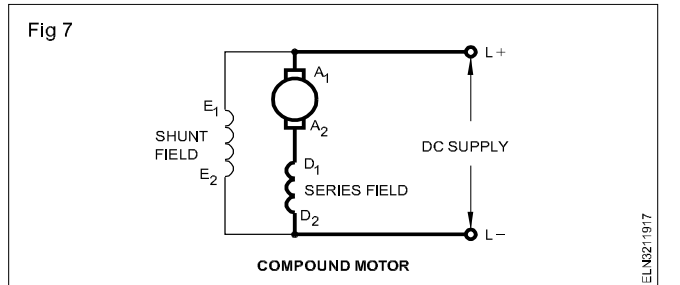
ஆர்மெச்சூர் மற்றும் பீல்டு தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் (படம் 5) இதனை சீரிஸ் மோட்டார் என்று கூறப்படுகிறது.



படம் 6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி ஆர்மெச்சூரும், பீல்டும் மின்வழங்கலுக்கு குறுக்கே இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அது ஷன்ட் மோட்டார் என கூறப்படுகிறது.



மோட்டாரில் இரு பீல்டு காயில்களில் படம் 7-ல் காட்டியுள்ளபடி ஒன்று ஆர்மெச்சூருக்கு சீரியஸ்ஸிலும் மற்றொன்று ஆர்மெச்சூருக்கு இணையாகவும் இருந்தால் இதை காம்பெளண்ட் மோட்டார் என கூறப்படுகிறது..

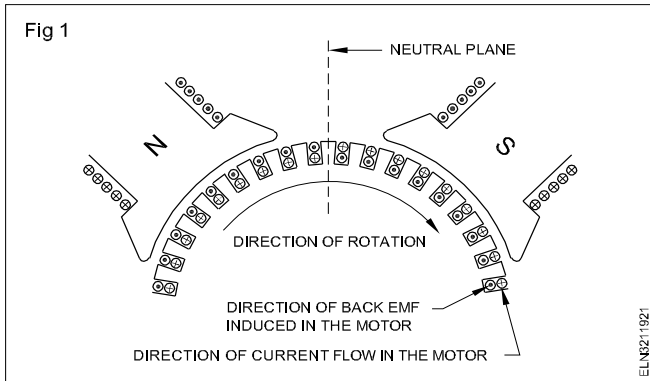


**DC மோட்டாரில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம், back emf, ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி, வேகம் மற்றும் காந்த புலன்கள் ஆகியவைகளுக்கு இடையேயான தொடர்பு - சுழலும் திசையை மாற்றும் முறை (The relation between applied voltage, back emf, armature voltage drop, speed and flux of DC motor - method of changing direction of rotation)**

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம், back emf, ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி வேகம், காந்த கோடுகள் ஆகியவைகளுக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பை விளக்குதல்
- DC மோட்டார் சுழலும் திசையை மாற்றும் முறையை விளக்குதல்.

**எதிர்மின் இயக்குவிசை (Back emf):** DC மோட்டார் சுழல ஆரம்பிக்கும் போது துருவபுலத்தில் உண்டான காந்த புலன்களை ஆர்மெச்சூர் கடத்தியானது வெட்டுகிறது. இதன் விளைவால் கடத்தியில் ஒரு emf உருவாகிறது. தூண்டப்பட்ட emf-யின் திசையானது ஆர்மெச்சூர் கடத்தியில் செல்லும் மின்சாரத்தின் திசையை எதிர்க்கிறது. அது செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை எதிர்ப்பதால் இது back emf எனப்படுகிறது. மற்றும் இது  $E_b$  என்று குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் மதிப்பும் மற்றும் ஜெனரேட்டரில் குறிப்பிட்டிருக்கும் மதிப்பும் ஒரே அளவில் இருக்கும். இதனை கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம். (படம் 1)



$$E_b = \frac{\phi ZNP}{60A} \text{ volts}$$

emf திசையை ஃபிளமிங்கின் வலதுகை விதியின் மூலம் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

**செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம் (Applied voltage):** மோட்டாரின் மின்முனைகளுக்கிடையே செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை 'V' என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது.

**ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி (Armature voltage drop):** ஆர்மெச்சூர் கடத்தியில் சில மின் தடைகள் உள்ளதால், அதன் வழியாக மின்னோட்டத்தை எடுத்துச் செல்லும் போது மின்னழுத்த இழப்பு ஏற்படுகிறது. இது  $I_a R_a$  எனப்படுகிறது. ஏனென்றால் மின்னோட்டம்  $I_a$

மற்றும் ஆர்மெச்சூர் மின்தடையின்  $R_a$  பெருக்கல் பலன் மின்னழுத்த வீழ்ச்சிக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. கீழே உள்ள சூத்திரத்தின் மூலம் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்திற்கும், emf-க்கு இடையே திட்டவட்டமான தொடர்பு உள்ளது என்பதை சூத்திரத்தின் மூலம் அறியலாம்.

$$V = E_b + I_a R_a$$

$$\text{மாறாக எழுதினால், } I_a R_a = V - E_b$$

மேலும் back emf அல்லது counter emf, ஆனது ஒரு துருவத்திலுள்ள காந்தப்புல வலிமை மற்றும் வேகம் 'N'-ஐயும் பொருத்து அமைகிறது. அதனால் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம் back emf, மின்னழுத்த வீழ்ச்சி, காந்தப்புலம் மற்றும் வேகம் ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில் உள்ளது என்பதை கீழ்க்கண்டவகையில் காணலாம்.

$$E_b = V - I_a R_a$$

$$\frac{\phi ZNP}{60A} = V - I_a R_a$$

$$\therefore N = \frac{(V - I_a R_a) \times 60A}{\phi ZP} \text{ rpm}$$

ZPA மற்றும் 60 ஆகியவை இரண்டும் கொடுக்கப்பட்ட மோட்டாரின் மாறாத மதிப்புகள் ஆகும். இதை K என்ற எழுத்தால் குறிக்கலாம்.

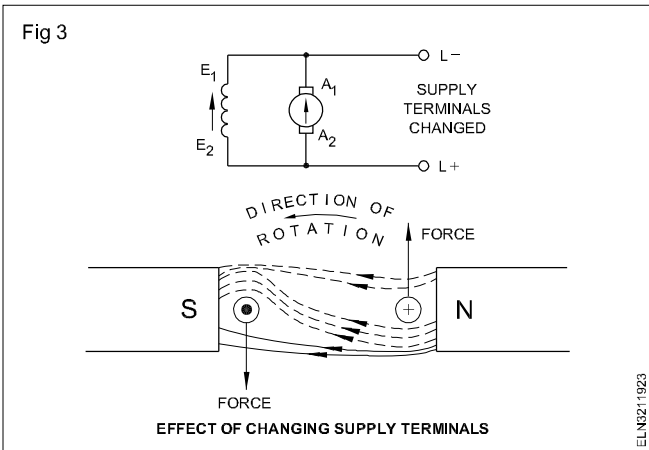
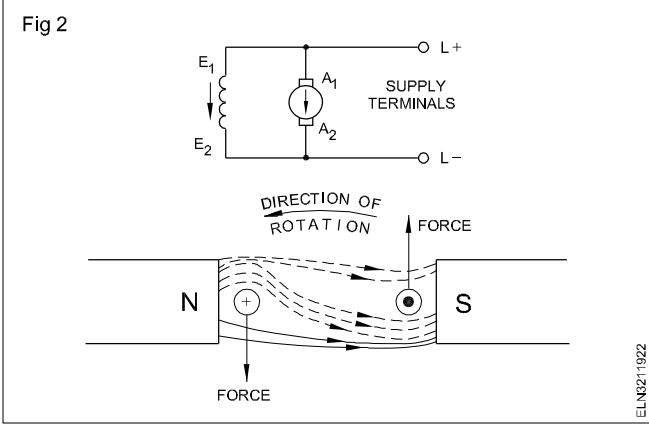
$$\text{where } K = \frac{60A}{ZP}$$

$$\text{எனவே, } N = K E_b / \phi$$

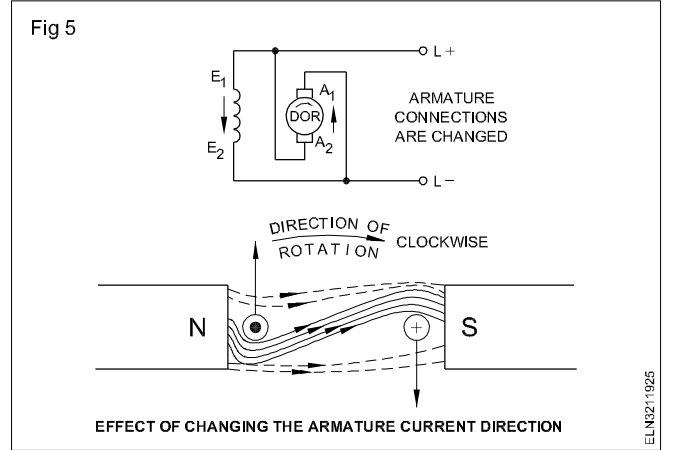
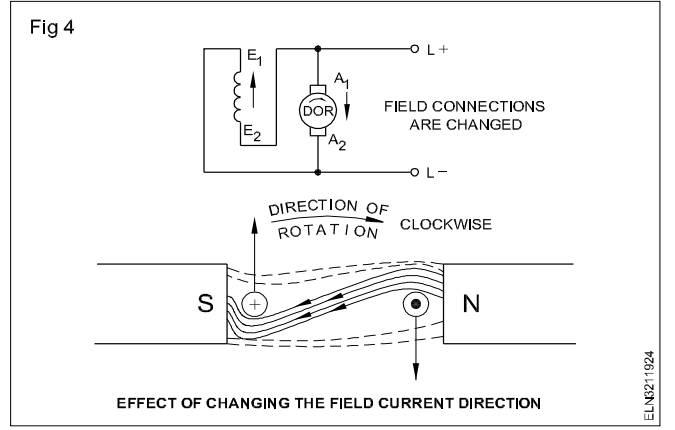
மேலும் சமன்பாட்டில் DC மோட்டாரின் வேகம்,  $E_b$ -க்கு நேர்விகிதத்திலும் காந்தப்புலவிசை  $\phi$ -க்கு எதிர்விகிதத்திலும் உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது.

**சுழலும் DC மோட்டாரின் திசையை மாற்றுவதல் (Reversing the direction of rotation of DC motors):** ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றுவதனால் அல்லது பீட்டு

மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றுவதனால் சுழலும் மோட்டாரின் திசை மாற்றப்படுகிறது. வழங்கும் மின்சாரத்தின் இணைப்பு முனைகளை மாற்றுவதனால் DC மோட்டாரின் திசையை மாற்ற முடியாது. ஏனென்றால் அது பீல்டின் மின்னோட்ட திசையையும், ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்ட திசையையும் மாற்றிவிடும் இதன் விளைவை படங்கள் 2 மற்றும் 3-ல் காணலாம்.



ஆனால் பீல்டின் மின்னோட்ட திசையை மட்டும் மாற்றுவதன் மூலம் சுழலும் திசையை மாற்றுவதை படம் 4-ல் காணலாம். அதுபோல் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்ட திசையை மட்டும் மாற்றுவதன் மூலமும், சுழலும் திசையை மாற்றலாம் என்பதை படம் 5 காட்டுகிறது.



சுழலும் காம்பெளண்ட் மோட்டாரின் பண்பு மாறாமல் அதன் திசையை மாற்றுவதற்கு ஆர்மெச்சூர் மின்சார திசையை மாற்றுவதே சிறந்த முறையாகும். ஒரு வேளை பீல்டு மின்சுருள்களின் முனைகளை மாற்றி சுழலும் திசையை மாற்ற வேண்டும் என தேவைப்பட்டால் ஷன்ட் மற்றும் சீரிஸ் மின்சுருள்களில் மின்சாரத்தின் திசையை மாற்றுவது அவசியமாகும். இல்லாவிடில் இந்த இயந்திரம் குமுலேட்டிவ் காம்பெளண்ட் மோட்டாராக இயங்கி இருந்தால் இந்தப் பண்பு டிபரன்ஷியல் காம்பெளண்ட்டாக மாறிவிடும் அல்லது நேர்மாறாக மாறிவிடும்.

## DC மோட்டாரின் ஸ்டார்ட்டர் (DC motor starters)

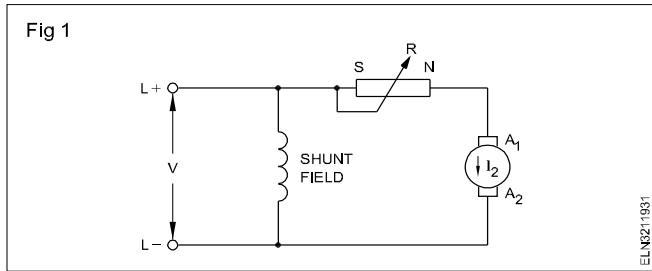
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- DC மோட்டாருக்கு ஸ்டார்ட்டரின் அவசியத்தை கூறுதல்
- பல்வேறு வகையான ஸ்டார்ட்டர்கள் வகை கட்டமைப்பு மற்றும் 2-பாயிண்ட், 3-பாயிண்ட் மற்றும் 4-பாயிண்ட் ஸ்டார்ட்டர்கள் வேலை செய்யும் தத்துவம் ஆகியவைகளை கூறுதல்.

ஸ்டார்ட்டரின் முக்கியத்துவம் (Necessity of starters): மோட்டாரின் ஆர்மெச்சூர் (armature) இயங்க ஆரம்பிப்பதற்கு முன் நிலையாக உள்ளதால் back emf வேகத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. அப்பொழுது அதன் மதிப்பு zero

ஆகும். ஆர்மெச்சூரில் மின்தடை மிகக் குறைவானதால் வரையறுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை கொடுக்கும் போது பல மடங்கு முழுப் பளு மின்னோட்டம் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது. அதனால் துவக்க

மின்னோட்டத்தினால் ஆர்மெச்சூரின் பாதிப்பு ஏற்பட சாத்தியம் உள்ளது. அதனால் இந்த அதிகமான துவக்க மின் ஓட்டத்தின் அளவினை அதன் பாதுகாப்பு கருதி தேவைக்கு ஏற்றாற்போல் குறைக்க வேண்டும். அதற்காக ஒரு மின்தடையை ஆர்மெச்சூருடன் தொடராக 5 முதல் 10 விநாடி நேர இடைவெளியில் இணைக்க வேண்டும். மோட்டாரின் வேகம் அதிகரிக்கும் போது back emf அதிகரிக்க செய்யும். அதன் பிறகு ஆரம்ப மின்தடை படிப்படியாக குறைக்கப்படுகிறது. இதன் அமைப்பு படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆரம்ப நிலையில் நகரும் முனை 'S' என்ற இடத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளதால் மின்தடை R ஆனது ஆர்மெச்சூர் மின்சுற்றில் முழு அளவில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. அதன் பிறகு 'N' என்ற இடத்திற்கு சென்றடையும் போது மின்தடை முழுவதும் நீக்கப்பட்டு மோட்டாரின் வேகம் அதிகரிக்கிறது. இம்மாதிரியான அமைப்பு நம்மால் உருவாக்கப்பட்டதால் நிலையான கண்காணிப்பு தேவைப்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக மோட்டார் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் போது மின்தடை 'R' சேர்க்கப்படவில்லை. நகரும் முனை 'N' என்ற இடத்தில் உள்ளது. மின்னோட்டம் வழங்குவது தடைபடும் பொழுது மோட்டார் ஓடாது. ஆனால் நகரும் முனை (கைப்பிடி) அதே நிலை 'N'-ல் உள்ளது. மின்சாரம் திரும்ப வரும் போது ஆர்மெச்சூர் மின்சுற்றில் மின்தடை 'R' சேர்க்கப்படுவதில்லை என்பதால் ஆர்மெச்சூர் மிக அதிக மின்னோட்டத்தை எடுத்து பழுதடைந்து விடுகிறது. இதை தடுப்பதற்காக ஸ்டார்ட்டர் என்ற கருவியை மோட்டார் மின்சுற்றில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



மின்தடை மாற்றியை ஆரம்பத்தில் பயன்படுத்தும்போது ஸ்டார்ட்டர் மின்பளுவிலிருந்து மோட்டாரை பாதுகாக்கிறது. மின்சாரம் நிறுத்தப்படும் பொழுது ஸ்டார்ட்டரால் மோட்டார் நிறுத்தப்படுகிறது. இணைக்கும் முனையின் எண்ணிக்கையை பொருத்து ஸ்டார்ட்டர் பெயரை கீழ்க்கண்டவாறு கூறலாம்.

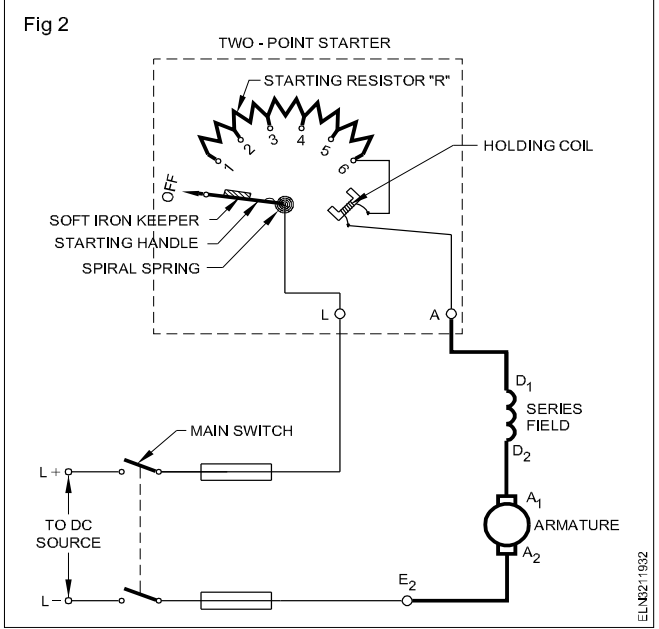
**ஸ்டார்ட்டர் வகைகள் (Types of starters):**  
நேர்திசை மோட்டாரை துவக்குவதற்கு பொதுவாக மூன்ற வகையான ஸ்டார்ட்டர்கள் உள்ளன.

- இரண்டு பாயிண்ட் ஸ்டார்ட்டர் (Two-point starter)
- மூன்று பாயிண்ட் ஸ்டார்ட்டர் (Three-point starter)
- நான்கு பாயிண்ட் ஸ்டார்ட்டர் (Four-point starter)

**இரண்டு பாயிண்ட் ஸ்டார்ட்டர் (Two-point starter):** கீழ்க்காணும் பொருள்கள் இதில் இணைந்து உள்ளன.

- மோட்டாரை துவக்குவதற்கு தொடர் மின்தடை தேவைப்படுகிறது.
- ஆர்மெச்சூர் மின்சுற்றில் மின்தடையை சேர்ப்பதற்கும் விலக்குவதற்கும் இணைப்பு முனை தேவையானதாகும். (செம்பு குமிழ்)
- மின்சாரம் நின்றவுடன் கைப்பிடியை நிறுத்தம் நிலைக்கு கொண்டு வருவதற்கு கைப்பிடியில் ஒரு ஸ்பிரிங் உள்ளது.
- துவக்க நிலையில் கைப்பிடியை பிடித்துக் கொள்ள ஒரு மின்காந்தம் உள்ளது.

DC சீரிஸ் மோட்டாரில் இரண்டு பாயிண்ட் ஸ்டார்ட்டர் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆரம்ப மின்தடை, மின்காந்த ஆர்மெச்சூர் மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு காயில் ஆகியவை தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதை படம் 2-ல் காணலாம்.

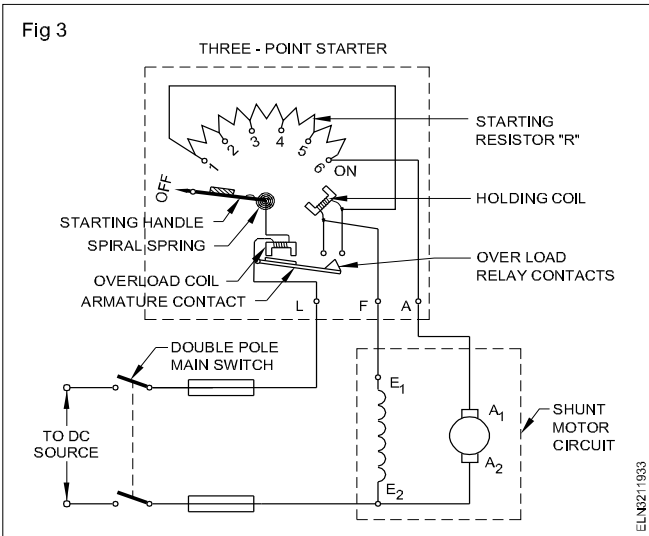


கைப்பிடி நகர்ந்து முதல் புள்ளியை தொடுகையில் மின்சுற்று முழுமையடைகிறது. அப்போது ஆர்மெச்சூர் சுழல ஆரம்பிக்கிறது. ஆர்மெச்சூரின் வேகம் அதிகரிக்கும் போது கைப்பிடியானது மெதுவாக மின்காந்தத்தின் வலது பக்கத்தை நோக்கி நகர்த்தப்படுகிறது. இதனால் ஆரம்ப

மின்தடை குறைக்கப்படுகிறது. முனையானது மின்காந்தத்தின் எதிர்திசையில் நகரும் போது ஆரம்ப மின்தடை மின்சுற்றிலிருந்து முழுவதுமாக நீக்கப்படுகிறது.

மோட்டார் ஆர்மெச்சூரில் எடுத்துச் செல்லும் நிர்ணயிக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்திற்காக கனம் அதிகமுள்ள மின் கம்பி காயிலை கொண்ட மின் காந்தம் உள்ளது. செயல்பட்டு கொண்டிருக்கும் போது இது கைப்பிடியை துவக்க நிலையிலேயே தாங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. மின்சாரம் நின்றவிட்டால், மின்காந்தம் காந்தத்தன்மையை இழக்கிறது. அப்போது ஸ்பிரிங்கின் விளைவால் கைப்பிடியானது நிறுத்து நிலைக்கு திரும்பவும் வருகிறது. இந்த ஸ்டாட்டரானது பொதுவாக அதிக பளுவிற்கெதிராக பாதுகாப்பு அளிக்காது.

**மூன்று பாயிண்ட் ஸ்டாட்டர் (Three-point starter):** மூன்று (முனை) பாயிண்ட் ஸ்டாட்டர் ஒரு DC ஷன்ட் மோட்டாருடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளதை படம் 3 காட்டுகிறது. இது இரண்டு போல் சுவிட்ச் மற்றும் பொருத்தமான ஃப்யூஸ் வழியாக மோட்டார் மின்சுற்றில் உள்ள ஸ்டாட்டருக்கு DC வழங்கப்படுகிறது. ஸ்டாட்டரை பயன்படுத்துபவர் வசதிக்காக கைப்பிடியானது இன்சுலேட் செய்யப்பட்டுள்ளது. மின் வழங்கல் ஆரம்ப மின்தடை வழியாக ஆர்மெச்சூரில் இணைக்கப்படுகிறது. ஸ்டாட்டரின் கைப்பிடி நிறுத்த நிலையிலிருந்து முதல் செம்பு தொடுபுள்ளியை நோக்கி நகர்த்தப்படுத்தும்போது மொத்த ஆரம்ப மின்தடையும் ஆர்மெச்சூருக்கு தொடர் இணைப்பில் உள்ளது என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.



ஷன்ட் பீல்டு பிடித்துக் கொள்ளும் காயிலுக்கு தொடர் இணைப்பில் இருப்பதோடு மட்டும் மல்லாமல் மின்வழங்களுக்கு இணையாகவும்

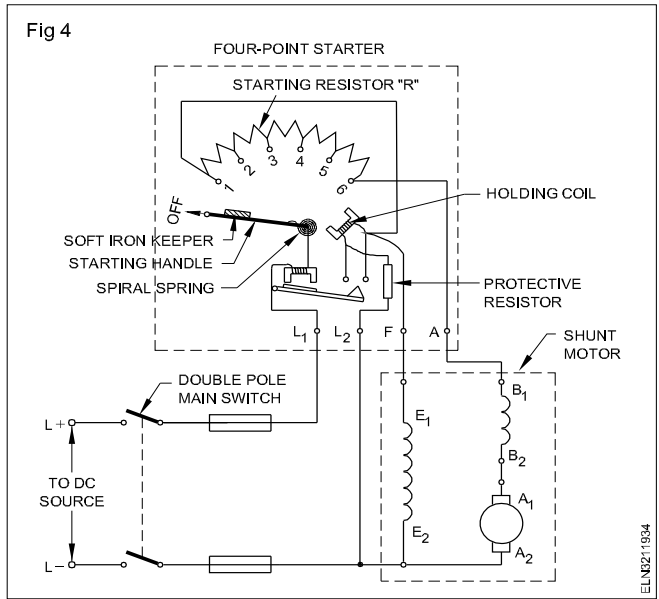
உள்ளது. இந்த மாதிரியான செயல்பாடுகளில் ஆர்மெச்சூரின் துவக்க மின்னோட்டமானது மின்தடையால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் சிறந்த ஆரம்ப திருப்புத்திறன் பெறுவதற்காக மின்புலம் மின்னோட்டம் அதிகப்பட்ச அளவில் உள்ளது.

கைப்பிடியின் முனையை வலது பக்கமாக நகர்த்தும் பொழுது ஆரம்ப மின்தடை குறைக்கப்பட்டு மோட்டார் படிப்படியாக வேகமாக சுழல ஆரம்பிக்கிறது. கடைசி தொடுநிலையை அடையும் போது, ஆர்மெச்சூர் மின் வழங்களுக்கு பக்க இணைப்பால் நேரடியாக இணைக்கப்படுகிறது. அப்பொழுது மோட்டார் முழுவேகத்தைப் பெறுகிறது. மேலும் பீல்டு விடுவிப்பை பெறுவதற்காக பிடித்துக் கொள்ளும் காயிலை ஷன்ட் பீல்ட் உடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது. பீல்டு பழுதடைந்து திறக்க நேர்ந்தால் மோட்டாரின் வேகம் அதிகரிக்கிறது. ஏனெனில் ஆர்மெச்சூர் தொடர்ந்து மின் வழங்களுடன் இணையாக உள்ளது. இந்த அதிகரிக்கும் வேகத்தை தடுக்க, பிடித்துக் கொள்ளும் காயிலை பீல்ட் காயிலுடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பீல்டு காயில் திறந்த நிலையில் இருக்கும் போது கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் பாயாது. அதனால் கம்பிச்சுருள் காந்தத் தன்மையை இழந்துவிடும். ஸ்பிரிங் விளைவால் முனையானது நிறுத்த நிலைக்கு வந்துவிடும். அதிக மின்பளுவிலிருந்து மோட்டாரை பழுதடையாமல் பாதுகாக்க over load coil பயன்படுத்தப்படுகிறது. சாதாரண பளு நிலையில் ஓவர் லோட் காயில் உண்டாக்கும் காந்த மண்டலம் அதன் அடியில் உள்ள ஆர்மெச்சூர் காண்டக்ட்டை ஈர்க்கும் நிலையில் இருக்காது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் மின்பளு அதிகரிக்கும் போது ஓவர் லோடு காயில் இரும்புத்துண்டை ஈர்க்கும். இதன் தொடு புள்ளியானது காந்த கம்பிச்சுருளை குறுக்கிணைப்பு ஏற்படுத்துவதால் பிடித்துக் கொள்ளும் கம்பிச்சுருள் காந்தத் தன்மையை இழந்து கைப்பிடியை ஸ்பிரிங் இழுவிசையால் நிறுத்த நிலைக்கு கொண்டு செல்கிறது. இம்மாதிரி வகையான ஸ்டாட்டர் ஷன்ட் மற்றும் காம்பெளண்ட் மோட்டார்களை துவக்க பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இருப்பினும் மோட்டாரின் வேகம் பீல்டு ஒழுங்கு கட்டுப்பாட்டால் கட்டுப்படுத்தப்படும் பொழுது, மூன்று பாயிண்ட் ஸ்டாட்டர், அதை நிறுத்தி விட்டுகிறது. அதன் காரணம் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்பிற்கு மேல் ஷன்ட் அல்லது காம்பெளண்ட் மோட்டாரின் வேகம் அதிகரிக்கும் போது, பீல்டு ரெகுலேட்டரில் மின்தடை அதிகமாகிறது. இதனால் பீல்டு மின்னோட்டம் மற்றும் காந்தத் தூண்டல் குறைக்கப்படுகிறது. இப்படி செய்வதனால் பீல்டுடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்ட பிடித்துக் கொள்ளும் காயிலில் மிகக் குறைந்த அளவு மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது. அதனால் மோட்டாரின் கைப்பிடியின் மேல் குறைந்த அளவு பிடித்துக் கொள்ளும் விசையை கம்பிச்சுருளின் இழுவிசைக்கு எதிராக உருவாக்குகிறது. மின்னோட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு கீழ் குறையும் போது கைப்பிடியானது இயக்க நிலையிலிருந்து நிறுத்த நிலைக்கு தள்ளப்படுகிறது. இது எதிர்பாராத விளைவாகும். இந்த விளைவை தவிர்ப்பதற்காக மூன்று பாயிண்ட் ஸ்டாட்டரில் மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளது. பிடித்துக் கொள்ளும் மின்சுற்று காயில் ஆனது பீல்ட் மின்சுற்றை சார்ந்திருக்காமல் செய்யப்பட்டுள்ளது. இம் மாதிரியான ஸ்டாட்டரை நான்கு பாயிண்ட் ஸ்டாட்டர் என்று கூறப்படுகிறது.

**நான்கு பாயிண்ட் ஸ்டாட்டர் (Four-point starter):** பல மோட்டார்களில் அதனுடைய வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்பிற்கு மேல் வேகம் அதிகரிக்கும் இடங்களில் நான்கு முனை பேஸ் பிளேட் ஸ்டாட்டர் மோட்டாரில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ள 4 முனை பாயிண்ட் ஸ்டாட்டரானது மூன்று பாயிண்ட்

ஸ்டாட்டரிலிருந்து வித்தியாசப்படுகிறது. அதாவது, பிடித்துக் கொள்ளும் காயில் ஷன்ட் பீல்டுக்கு தொடராக இணைக்கப்படுவதில்லை. இதற்கு பதிலாக மின்தடையை தொடர் இணைப்பான மூலமாக சப்ளையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேலும், இந்த மின்தடையானது பிடித்துக் கொள்ளும் காயிலில் மின்னோட்ட மதிப்பை குறைக்கிறது. பிடித்துக் கொள்ளும் காயிலானது நோ பீல்டு விடுபடுதல் அல்லாமல் நோ வோல்டேஜ் விடுபடுதலாக வேலை செய்கிறது. குறிப்பிட்ட மதிப்பிற்கு மேல் மின்னழுத்தம் குறையும் போது பிடித்துக் கொள்ளும் மின்சுருளின் காந்த ஈர்ப்புத் தன்மை குறைகிறது. அதனால் ஸ்டாட்டரின் கைப்பிடியை ஸ்பிரிங் ஆனது நிறுத்த நிலைக்கு தள்ளுகிறது.



## DC மோட்டாரின் திருப்பு திறன், காந்தப்புலவிசை மற்றும் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பு (Relation between torque, flux and armature current in a DC motor)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாட இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

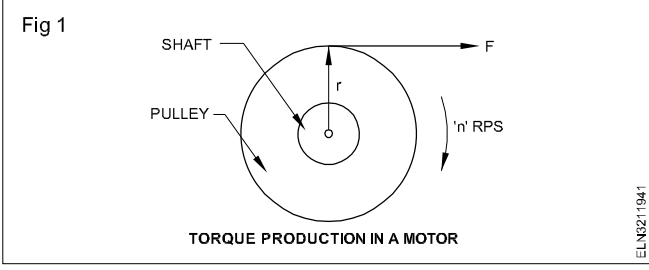
- திருப்பு திறன், காந்தப்புல விசை மற்றும் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்திற்கு இடையேயான தொடர்பை விளக்குதல்
- DC மோட்டாரில் மெட்ரிக்கு முறையில் மெட்ரிக் HP, பளு மின்னோட்டம், வரையறுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம் திருப்பு திறன் மற்றும் வேகம் ஆகியவற்றின் கணக்கை தீர்வு செய்தல் .

**ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டம், காந்தப் புலவிசை மற்றும் திருப்புதிறன் ஆகியவற்றுக்கிடையேயான தொடர்பு (Relation between armature current, flux and torque)**

**திருப்புத்திறன் (Torque):** ஒரு ஷேப்டின் மீது சுழலும் அல்லது முறுக்கு விசை திருப்புத்திறன் எனப்படுகிறது. இது விசை கப்பியின் (pulley) ஆரத்தை பெருக்கிக் கிடைக்கும் மதிப்பாகும்.

ஒரு கப்பியின் ஆரம் 'r' மீட்டர் எனவும் இக்கப்பியின் மீது செயல்படும் விசை 'F' நியூட்டன் எனவும் இவ்விசையால் கப்பியானது 'n' r.p.s. என்ற வேகத்தில் சுழலுகிறது எனவும் எடுத்துக் கொண்டால் (படம் 1)

திருப்புத்திறன்  $T = F \times r$  நியூட்டன் மீட்டர் (N-m)



ஒரு சுற்றில் இவ்விசையால் செய்யப்பட்ட வேலை  
= விசை x தூரம் ( F x d )

$$= F \times 2\pi r \text{ ஜூல்ஸ் (joules)}$$

2π என்பது ஆங்குலர் வெலாசிட்டி ய ரேடியன்ட்/செகண்ட் என்பதால்

$$= (F \times r) 2\pi n \text{ வாட்ஸ்}$$

$$(F \times r) = \text{திருப்பு விசை (Torque)}$$

$$\text{உருவான திறன்} = T \times \omega \text{ வாட்ஸ் (watts)}$$

$$P = T\omega \text{ வாட்ஸ் (watts)}$$

**மோட்டாரின் திருப்பு விசை (Torque of a motor)**

: மோட்டாரின் ஆர்மெச்சூரில் உண்டான திருப்புவிசை  $T_a$  நியூட்டன் மீட்டர் என்க. மோட்டாரின் வேகம் 'n' ஆர்.பி.எஸ்.

மோட்டாரில் உண்டாகும் திறன் =  $T_a 2\pi n$  வாட்ஸ்

மின்திறன் இயந்திர திறனாக மாறும் என்பது நாம் அறிந்ததாகும். ஆர்மெச்சூர்-க்கு கொடுக்கப்படும் மின்திறன் =  $E_b I_a$

இதில்  $E_b$  என்பது back emf.

$I_a$  என்பது ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டமாகும்.

ஆர்மெச்சூர்-க்கு கொடுக்கப்பட்ட மின்திறன் = ஆர்மெச்சூரில் உண்டான இயக்கதிறன்

நாம் பெறுவது  $E_b I_a = T_a 2\pi n$

$$\text{இதில் } E_b = \frac{\phi Z n P}{A} \text{ volts (By taking 'n' in r.p.s.)}$$

$$T_a \times 2\pi n = \frac{\phi Z n P}{A} \times I_a$$

குறுக்குப் பெருக்கலினால் நாம் அடைவது

$$T_a = \frac{\phi Z P \times I_a}{2\pi A} \text{ Newton - metre}$$

$$\text{அல்லது } T_a = \frac{0.159 \phi Z P}{A} \times I_a \text{ Newton - metre}$$

அதன் அமைப்பை பொருத்து கொடுக்கப்பட்ட மோட்டாருக்கு ZP மற்றும் A நிலையானது ஆகும்.

$\frac{0.159 ZP}{A}$  யை constant 'K' என குறிப்பிடலாம்.

$$\text{பிறகு } T_a = K I_a$$

இதில் K என்பது ஒரு காந்தப்புலத்தில் உள்ள காந்தக்கோடுகள் வெப்பரில் (weber)

$I_a$  = ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டம்

$$K = \frac{0.159 ZP}{A}$$

$T_a$  என்பது ஆர்மெச்சூரின் திருப்புதிறன் நியூட்டன் மீட்டரில் கூறுகிறோம்.

அதனால் DC மோட்டாரின் திருப்பு திறனானது காந்தப்புல வலிமை மற்றும் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கிறது.

திருப்பு விசைக்கான மற்றொரு சூத்திரம்

$$T_a = \frac{9.55 \times E_b I_a}{N} \text{ Newton - metre}$$

'N' என்பது வேகம் r.p.m-ல்

**அச்ச தண்டின் திருப்புத்திறன் (Shaft torque):**

மேலே கணக்கிடப்பட்ட மொத்த ஆர்மெச்சூரின் திருப்புத்திறனும் உபயோகமான வேலைகளுக்கு கிடைப்பதில்லை ஏனெனில் மோட்டாரில் இழப்புகள் உள்ளன.

வேலை செய்யும் போது கிடைக்கக்கூடிய திருப்புதிறன் என்பது ஷேப்ட் அல்லது அவுட்புட் திருப்பு திறன் மற்றும் இது  $T_{sh}$  என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது.

$(T_a - T_{sh})$  வேறுபாடானது, மோட்டாரின் இரும்பு, உராய்வு மற்றும் காற்றால் ஏற்படும் இழப்புகளினால் ஏற்படும் திருப்புதிறன் இழப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு H.P (மெட்ரிக் முறையில்)

$$= \frac{2\pi n T_{sh}}{735.5} = \frac{2\pi N T_{sh}}{60 \times 735.5} \text{ HP}$$

இதில் 'n' = வேகம் r.p.s-ல்

N = வேகம் r.p.m-ல்

$T_{sh}$  = அச்சின் திருப்புத்திறன் நியூட்டன் - மீட்டரில் திருப்புத்திறன் கிலோகிராம் மீட்டர் அளவில் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், சீழே கொடுத்துள்ளபடி அதை நியூட்டன் மீட்டரில் மாற்ற வேண்டும்.



நியூட்டன் மீட்டர் = சிலோகிராம் மீட்டர் x 9.81  
**உதாரணம் 1 (Example 1) :** 250 வோல்ட் 4 போல் (pole) வேவ் வையிண்டிங் செய்யப்பட்ட DC சீரிஸ் மோட்டாரின் ஆர்மெச்சூரில் 782 கடத்திகள் உள்ளன. ஆர்மெச்சூர் மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு மின்தடை 0.75 ஓம்ஸ் ஆகும். மோட்டார் எடுத்துக் கொள்ளும் மின்னோட்ட அளவு 40 ஆம்பியர்கள் ஆகும். ஒரு துருவத்தின் காந்த தூண்டல் 25 மில்லி வெபர் எனில் அதன் வேகம், ஆர்மெச்சூரின் திருப்புத்திறன் மற்றும் குதிரை திறனை கணக்கிடுக.

$$E_b = V - I_a R_a$$

$$= 250 - (40 \times 0.75)$$

$$= 250 - 30 = 220 \text{ வோல்ட்ஸ்}$$

$$\text{ஆகையால், } E_b = \frac{\phi Z N P}{A} \text{ volts}$$

$$N = \frac{E_b \times 60 \times A}{\phi Z P} = \frac{220 \times 60 \times 2}{25 \times 10^{-3} \times 782 \times 4}$$

$$= \frac{220 \times 60 \times 2 \times 10^3}{25 \times 782 \times 4} = 338 \text{ rpm.}$$

$$T_a = \frac{9.55 \times E_b I_a}{N} = \text{Nm}$$

$$T_a = \frac{9.55 \times 220 \times 40}{338} = 248.64 \text{ Nm.}$$

ஆர்மெச்சூர் மற்றும் ஷெப்ட் ஆகியவைகளின் திருப்புத்திறன் சமம் என்று கற்பனை செய்து கொண்டால்

$$\text{Metric H.P.} = \frac{2\pi N T_{sh}}{60 \times 735.5} = \frac{2 \times 22 \times 338 \times 248.64}{7 \times 60 \times 735.5}$$

$$= 11.97 \text{ HP metric.}$$

**உதாரணம் 2:** 220 வோல்ட் கொண்ட DC ஷெப்ட் மோட்டார் 500 r.p.m. செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது அதன் ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டம் 50 ஆம்பியர் ஆகும். ஆர்மெச்சூரின் மின்தடை 0.2 ஓம் ஆகும். திருப்புத்திறன் இரண்டு மடங்காகும் பொழுது வேகத்தை கணக்கிடுக.

திருப்புத்திறனானது  $I_a$  மற்றும்  $\theta$ -க்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. ஆனால்  $\theta$  ஆனது சன்ட் மோட்டாரில் மாறாத மதிப்பாகும்.

எனவே  $T_{a1} \propto I_{a1}$  மற்றும்  $T_{a2} \propto I_{a2}$ .

$$\text{ஆகவே } \frac{T_{a2}}{T_{a1}} = \frac{I_{a2}}{I_{a1}}$$

$T_{a2}$  என்பது  $T_{a1}$  போல இருமடங்கு. அதனால்

$$\frac{T_{a2}}{T_{a1}} = 2$$

$$2 = \frac{I_{a2}}{I_{a1}} = \frac{I_{a2}}{50}$$

எனவே,  $I_{a2} = 50 \times 2 = 100$  ஆம்பியர்கள்

$$E_{b1} = V - I_a R_a$$

$$= 220 - (50 \times .2)$$

$$= 220 - 10 = 210 \text{ வோல்ட்கள்}$$

$$E_{b2} = V - I_a R_a$$

$$= 220 - (100 \times .2)$$

$$= 220 - 20 = 200 \text{ வோல்ட்கள்}$$

$$\text{தற்போது } = \frac{N_2}{N_1} = \frac{E_{b2}}{E_{b1}}$$

$$= \frac{N_2}{500} = \frac{200}{210}$$

$$\text{எனவே, } N_2 = \frac{200 \times 500}{210} = 476 \text{ rpm}$$

## DC மோட்டார் ஸ்டாட்டரை பழுது பார்த்தல் மற்றும் பராமரிப்பு செய்தல் (Service and maintenance of DC motor starters)

**நோக்கங்கள் (Objectives):** இப்பாட இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

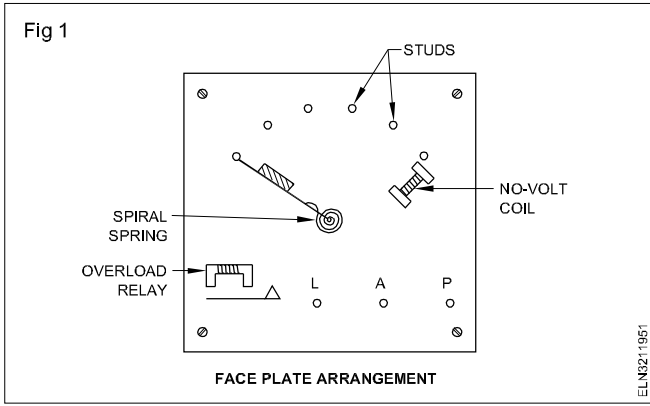
- DC மோட்டார் ஸ்டாட்டர் பராமரிப்பு மற்றும் பழுது பார்த்து நீக்குதல்
- ஸ்டாட்டர் கைப்பிடியின் ஸ்பிரிங் விறைப்பு தன்மையை சோதித்தல் மற்றும் studs தொடர்பு அழுத்தத்தை சோதித்தல் பற்றி கூறுதல்
- no-volt coil அமைப்பு முறையை சோதித்தல்
- நிர்ணயிக்கப்பட்ட மின்னோட்ட அளவிற்கு ஏற்றவாறு உள்ள ஓவர் லோடு ரிலேவை பற்றி விளக்குக.

**ஸ்டாட்டரை பழுது பார்த்தல் (Servicing the starter):** மூன்று பாயிண்ட் மற்றும் நான்கு பாயிண்ட்களில் ஸ்டாட்டர் மின்தடைகள் யூரேகா (Eureka) என்னும் மின்கம்பியால் செய்யப்பட்டதாகும். இது சுருள் வையிண்டிங்காக

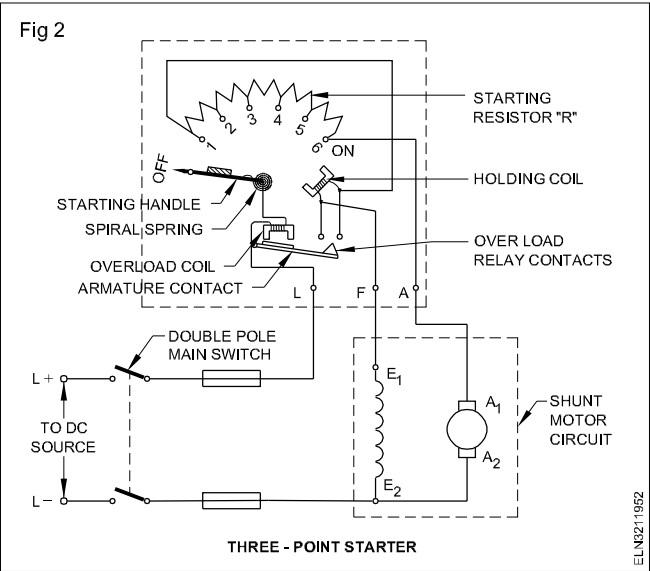
செய்யப்பட்டு ஸ்டாட்டர்களில் உள்ள studs-களுக்கிடையே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். (படம் 1) பித்தளை studs ஸ்டாட்டரின் மேல் முகப்பில் அரை வட்ட வளைவில் பொருத்தப்பட்டுள்ளதை படம் 1-ல் காட்டப்



பட்டுள்ளது. இந்த studs-கள் ஸ்டாட்டரின் மேல் முகப்பில் மிக உறுதியாக பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஸ்டாட்டர் பராமரிப்பின் போது பிசிறுகள் ஏதேனும் சிறிய அளவில் இருந்தால் இந்த studs-களை zero எண் கொண்ட sand paper கொண்டு தேய்த்து சுத்தப்படுத்த வேண்டும். பிசிறுகள் குறைவாக இருந்தால் மிருதுவான அரம் கொண்டு தேய்த்து விட வேண்டும். பெரிய பிசிறுகளுக்கு contact cleaner பயன்படுத்தி சுத்தம் செய்யவும். ஒரு வேளை ஸ்டார்ட்டர் மின் தடைகள் தொடர்ச்சியற்று இருந்தால் மூல மதிப்பிட்டிற்கு ஏற்றவாறு புதிய காயில் மின்தடையை மாற்றிவிட வேண்டும்.



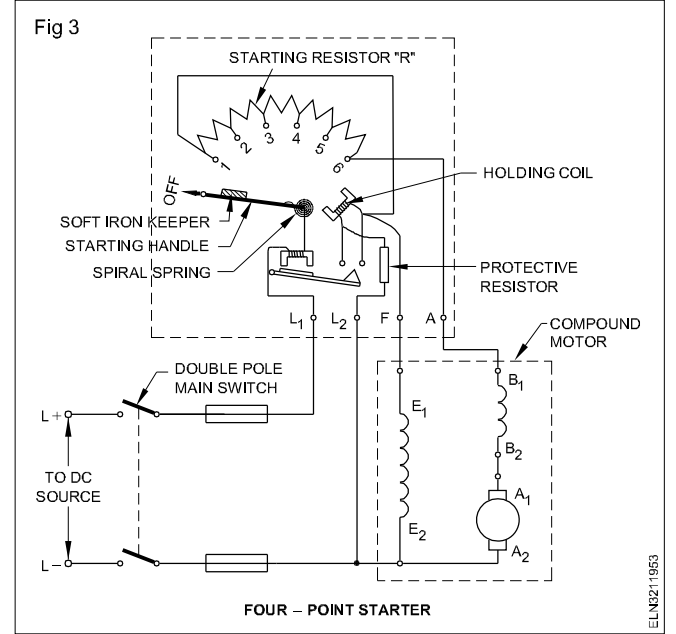
படங்கள் 2 மற்றும் 3 மூன்று பாயிண்ட் மற்றும் நான்கு பாயிண்ட் ஸ்டாட்டரின் உள் மின்சுற்று வரைபடத்தை முறையே காண்பிக்கிறது.



**கைப்பிடி (Handle):** ஸ்டாட்டரின் மேல் முகப்பு முனை மீது ஸ்டாட்டர் கைப்பிடியானது ஸ்பிரிங் உதவியால் சுலபமாக நகருவதற்கு அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

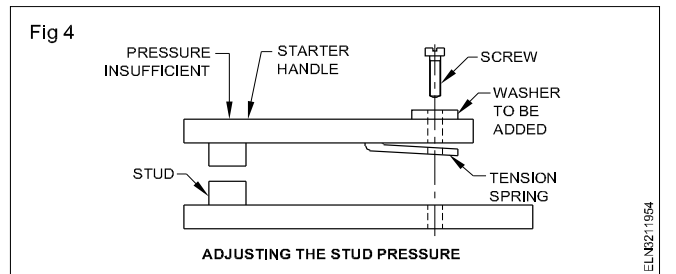
இது நோ வோல்ட் காயிலின் காந்தப்பிடிப்பு வலிமையால் ஸ்பிரிங்குக்கு எதிராக செயல்பட்டு

பிடிப்பு விசையை ஏற்படுத்தும். ஒரு வேளை ஸ்பிரிங் விசை பலவீனமாக இருந்தால் கைப்பிடியானது மின்னழுத்தம் நின்றவுடன் கூட நிறுத்த நிலைக்கு வராது.



பராமரிப்பின் போது மேற்கண்ட குறிப்புகளை மனதில் கொண்டு சோதனை செய்ய வேண்டும்.

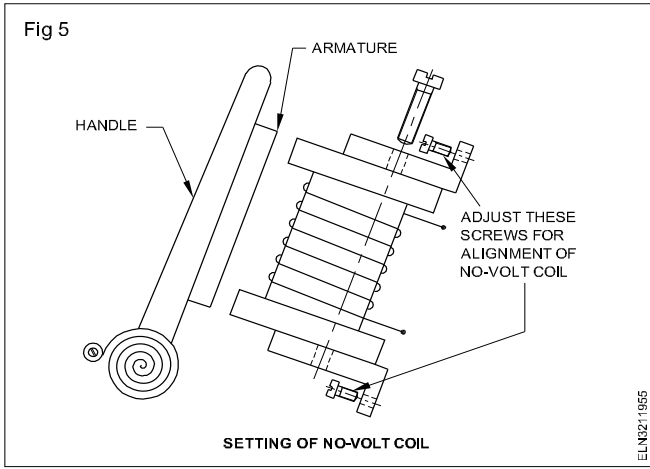
மின்னாற்றல் நின்றவுடன் கூட ஸ்டாட்டரின் கைப்பிடி நிறுத்த நிலைக்கு வரவில்லையென்றால் கைப்பிடயின் ஸ்பிரிங்கை தயாரிப்பாளரின் குறிப்புப்படி புதியதாக ஒன்றை கண்டிப்பாக மாற்றிவிட வேண்டும். மேலும் முகப்பு பரப்பின் மீதுள்ள பித்தளை முனைகள் மீது நகரும் கைப்பிடியானது குறிப்பிட்ட அழுத்தம் கொண்ட வையாக இருக்க வேண்டும். உரிய விரைப்புத் தன்மை கைப்பிடயில் இல்லாது போனால் அதற்குரிய திருகாணியை ஒன்று அல்லது இரண்டு தட்டை வளையம் வைத்து கைப்பிடயை இறுக்கமாக இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். (படம் 4)



**நோ வோல்ட் காயில் தொகுப்பை பராமரித்தல் மற்றும் பழுதுப்பார்த்தல் (Maintenance and servicing of no-volt coil assembly):** 3பாய்ண்ட் ஸ்டார்ட்டரில் No-volt coil காந்தப்புல வையிண்டிங்கிற்கு தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது மூன்று பாயிண்ட்

கொண்ட ஸ்டார்ட்டரிலும் நான்கு பாயிண்ட் கொண்ட ஸ்டார்ட்டரிலும் சப்ளைக்கு இணை இணைப்பாக ஒரு மின்தடையுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். நோ வோல்ட் காயிலானது மெல்லிய காப்பிட்ட மின் கம்பியினைக் கொண்டு அதிக எண்ணிக்கையிலான சுற்றுகள் சுற்றப் பட்டிருக்கும்.

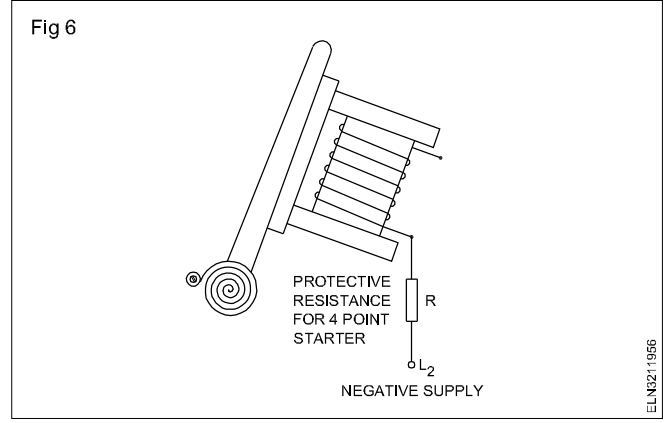
ஓடும் நிலைக்கு ஸ்டார்ட்டரின் கைப்பிடியை நகர்த்தும் போது, கைப்பிடியில் உள்ள இரும்பு துண்டு நோ வோல்ட் காயில் அமைப்பில் உள்ள இரும்பு முனைகளை தொடும். ஒரு வேளை சரியாக பொருத்திப் பிடிக்காவிடில் இரும்பு தகடுகளின் திருகாணிகளை தளர்த்தி கோரை நன்கு பொருந்தும்படியாக சீர் செய்து திருகாணியை இறுக்க வேண்டும். (படம் 5)



ஒரு வேளை NVC மின்னாற்றல் பெறாவிட்டால் வெளிப்பார்வைக்கு தெரிந்த வகையில் அதன் நிலைமைகளை பரிசோதிக்கவும் வேண்டும். இந்தச் சுருளின் மின்தடை மதிப்பையும் இன்சுலேஷன் மின் தடை மதிப்பையும் அளந்து குறித்துக் கொள்ளவும். காலமுறைக்கு ஒரு தரம் இதன் மதிப்புகளை அளந்து தயாரிப்பாளர் கொடுத்த தகவலுடன் ஒப்பிட்டு பார்க்கவும். எந்த நிலையிலும் எந்த நேரத்திலும் இதன் மதிப்பு 80% சதவீதத்திற்கு இயல்பு மதிப்பை விட குறைந்திருந்தால் புதிய NVC-யை அதே மூலமதிப்பு உடையதாக மாற்றி விடவும்.

நான்கு பாயிண்ட் ஸ்டார்ட்டரின் no-volt coil-யை மேற்கண்டவாறு பரிசோதிக்க வேண்டும். மதிப்பு சரியாக இருந்தால், அதன்பின் பாதுகாப்பு மின்தடையினை ஒரு மல்டி மீட்டரால் பரிசோதிக்கவும். அது பழுதுபட்டிருந்தால் மூல மதிப்பிற்கு ஏற்றவாறு புதியதாக மாற்றிவிடவும். (படம் 6)

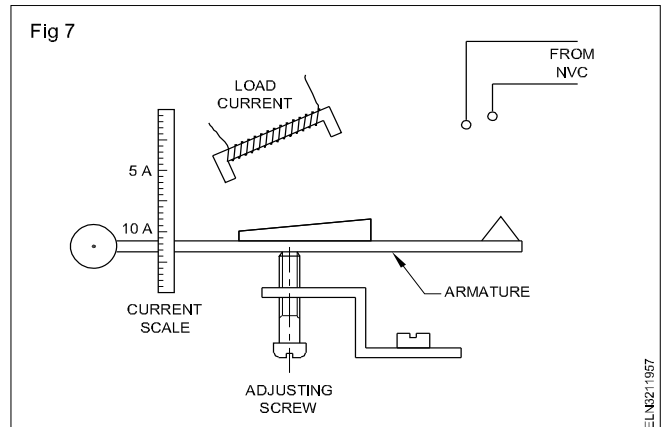
Overload relay coil ஆனது தடிமண் கொண்ட இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட கடத்தியாகவும் பளு



மின்னோட்ட அளவு தாங்கும் அளவிலும் குறைந்த சுற்றுகளைக் கொண்டிருக்கும். பளு மின்னோட்டம் குறிப்பிட்ட செட்டிங் அளவிற்கு அதிகமானால் சுருளில் காந்தவிசை அதிகமாகி அடியில் இணைத்துள்ள இரும்புத் துண்டை கவரும் வகையில் இருக்க வேண்டும்.

மேல் நோக்கி நகரும் விசையால் இந்த இரும்புத் தகடு no-volt coil முனைகளில் குறுக்கு மின்சுற்று ஏற்படுத்தும். அதனால் மின்னோட்டம் காந்தப்புல சுருளுக்கு செல்லாமல் குறுக்கு வழியாக சென்றுவிடும். இதன் விளைவால் காந்த சக்தி no-volt coil-ல் இல்லாது போகும். நோ வோல்ட் காயிலில் காந்த இழப்பு ஏற்படுவதால் கைப்பிடி விடுவித்துக் கொண்டு நிறுத்த நிலைக்குச் சென்று விடும்.

**ஓவர் லோடு காயிலை பராமரித்தல் (Maintenance of overload relay) (படம் 7):** அதிகப்பளு காந்த விசை காயில் (overload relay coil) கைப்பிடிக்கு இடது புறத்தின் ஸ்டார்ட்டரின் முகப்பு அமைப்பில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பாதுகாப்பு பளு காயிலுக்கு அடியில் இரும்புத் தகடு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அது மோட்டாரின் பளு மின்னோட்டத்திற்கு தக்கவாறு சரி செய்து கொள்ள வசதியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அதிகப் பளு பாதுகாப்பு காயிலை சோதனை செய்ய மோட்டாருக்கு பளு கொடுத்து ஓவர் லோட் ரிலே டிரிப் ஆவதை கவனிக்கலாம். .



ஒரு வேளை அதிக பளு பாதுகாப்புச் காயில் குறைந்த மின்னோட்டத்திலோ அல்லது அதிக மின்னோட்டத்திலோ செட் செய்யப்பட்ட மின்னோட்ட அளவில் ஓவர் லோட் காயில் டிரிப் ஆனால் அதனை சரியான அளவிற்கு சரி செய்ய வேண்டும்.

ஒரு வேளை நோ வோல்ட் காயிலில் உள்ள தகடு சரியாக கவரப்படாது விட்டு விட்டு சத்தம்

ஏற்பட்டால் இரும்பு கோரை சுத்தம் செய்ய வேண்டும்.

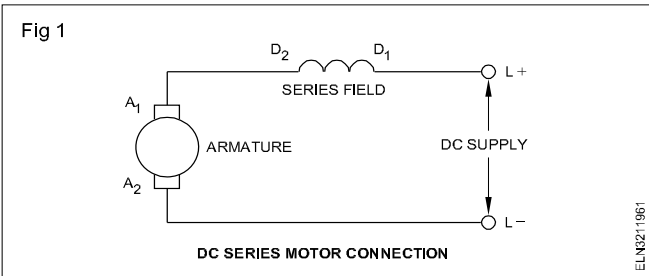
இதன் குறைபாடு நிவர்த்திக்கும் வழிமுறையை செய்முறை பயிற்சி அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. அதனை பின்பற்றவும்.

## DC சீரிஸ் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களும் பண்புகளும் பயன்களும் (Characteristics and applications of a DC series motor)

நோக்கங்கள்: இப்பாட இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- DC சீரிஸ் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களை விளக்குதல்
  - திருப்புதிறன் மற்றும் பளுவிற்கிடையே
  - வேகம் மற்றும் பளுவிற்கிடையே
  - வேகம் மற்றும் திருப்திறனுக்குமிடையே
- DC சீரிஸ் மோட்டாரின் பயன்களைக் கூறுதல்
- DC சீரிஸ் மோட்டாரின் சுழலும் திசையை மாற்றும் முறைகளை விளக்குதல்
- மோட்டாருக்கு பளு வேற்றும் முறைகளை கூறுதல் மற்றும் பிரேக் டெஸ்ட் (brake test) சோதனையை விளக்குதல்.

**DC சீரிஸ் மோட்டார் (DC series motors) :** DC சீரிஸ் மோட்டார், DC சீரிஸ் ஜெனரேட்டரைப் போன்றது. பீல்டு ஆர்மெச்சுருடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதை படம் 1-ல் காணலாம். இம்மாதிரியான இணைப்புகளில் ஆர்மெச்சூர் வழியாக செல்லக்கூடிய அனைத்து மின்னோட்டமும், பீல்டின் வழியாக கண்டிப்பாக செல்ல வேண்டும். எனவே மின் பளுவை மாற்றும் போது பீல்டின் காந்த வலிமையும் மாறுகிறது.



DC சீரிஸ் மோட்டாருக்கு ஆரம்ப திருப்புத்திறன் அதிகமாக இருக்கும். சில மோட்டாருக்கு 5 மடங்கு முழுப்பளுவின் திருப்புத்திறனைப் போன்று ஆரம்ப திருப்புத்திறன் உள்ளது. மேலும் DC சீரிஸ் மோட்டாரின் வேகம் பளுவின் மாற்றத்திற்கேற்ப மாறுபடுகிறது.

**DC சீரிஸ் மோட்டாரின் குணாதிசயங்கள் (Characteristics of DC series motors):** DC மோட்டாரின் திருப்புத்திறன் 'T' ஆனது காந்தக் கோடுகள் 'Ø' மற்றும் ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டம் 'I<sub>a</sub>'-க்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.

இந்த மோட்டாரின் வேகமானது காந்தக் கோடுகளின் விசைக்கு எதிர்விகிதத்தில் உள்ளது. இந்த காரணிகளின் தொடர்பில் அதாவது திருப்புத்திறன் மற்றும் மின் பளு, வேகம் மற்றும் மின் பளு திருப்புத் திறன் மற்றும் வேகம் ஆகியவற்றை வரைபடமாக வரைய அது மோட்டாரின் குணாதிசயங்களுக்கான வரைவு படம் எனப்படுகிறது. வேறுபட்ட நிலைகளில் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களை இந்த வரைபடத்திலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

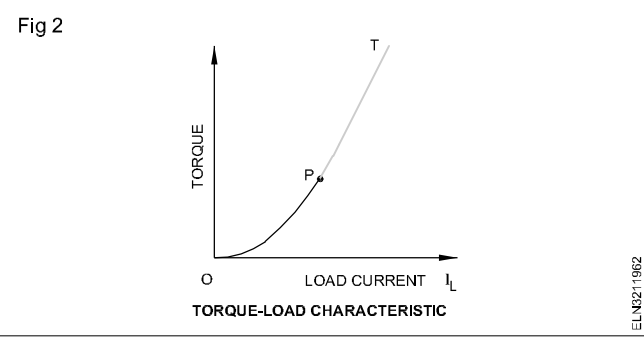
**DC சீரிஸ் மோட்டாரின் திருப்புத்திறன், மின்பளுவிற்கான குணாதிசயங்கள் (Torque load characteristics of the DC series motor):** DC சீரிஸ் மோட்டாரின் திருப்புத்திறன் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான குணாதிசயங்களை வரைபடம் 2 காட்டுகிறது. குறைந்த மின்பளுவினால் ஆர்மெச்சூரில் குறைந்த மின்னோட்டம் மற்றும் குறைந்த பீல்டு காந்தக் கோடு ஆகியவற்றால் திருப்புத்திறன் குறைகிறது. ஆனால் மின்பளு அதிகமாகும் போது திருப்புத்திறன் அதிகமாகிறது. இந்த திருப்பு திறனானது ஆர்மெச்சூரின் வர்க்க மின்னோட்டத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. இந்த மின்னோட்டம் வளைவின் 'P' புள்ளிவரை அதிகரிக்கிறது. இதை சூத்திரத்தின் மூலம் கீழ்க்கண்டவாறு விவரிக்கலாம். அதாவது  $T \propto I_a \phi_{se}$  திருப்புத்திறனானது ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டம்  $I_{se}$  நேர்விகிதத்திலும் மற்றும்  $I_{se}$

என்பது  $I_a$  - கு நேர்விகிதத்திலும் இருக்கும். எனவே

$$T \propto I_a I_{se}$$

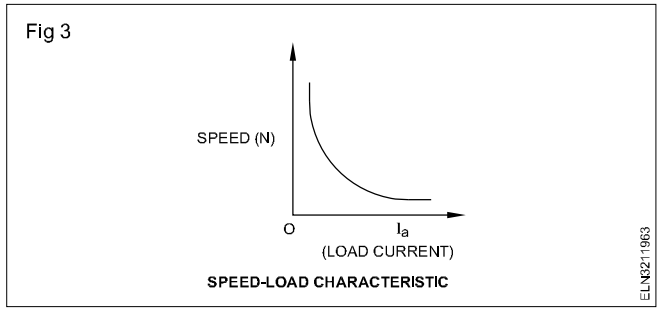
$$T \propto I_a I_a$$

$$T \propto I_a^2.$$

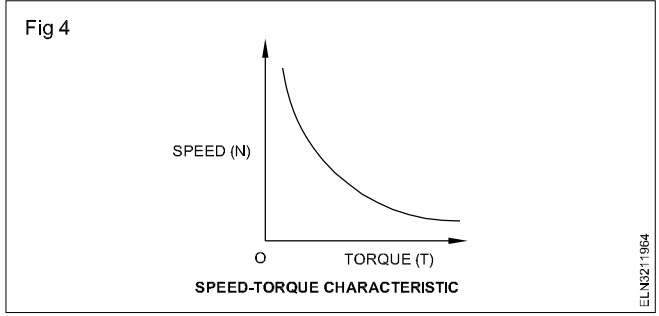


'P' புள்ளிக்கு பின்னால் வளைவு நேர்கோடாக மாறுகிறது. இது திருப்புதிறன் ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது என்பதை குறிக்கிறது. இந்த வளைவானது குறைந்த மின்பளுவில் திருப்புத்திறன் குறைவாகவும் அதிக மின்பளுவில் திருப்புத்திறன் அதிகமாகவும் உள்ளது என்பதை காட்டுகிறது. DC சீரிஸ் மோட்டாரின் ஆரம்பமின்னோட்டமானது முழு பளு மின்னோட்டத்திற்கு 1.5 மடங்காக உள்ளது. ஆரம்ப திருப்புத்திறனானது முழுப்பளு திருப்புத்திறனுக்கு 2.25 ( $1.5^2$ ) மடங்காக உள்ளது. (அதாவது துருவங்கள் முழுமையாக காந்தப்புலம் அடையாது இருக்கும் வரை என கற்பனை செய்து கொண்டால்)

**வேகம் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான குணாதிசயங்கள் (Speed Vs load characteristics) :** DC சீரிஸ் மோட்டாரின் வேகம் மற்றும் மின்பளு ஆகியவற்றிற்கிடையேயான குணாதிசய வளைவு படம்-3 காட்டுகிறது. இவ்வளைவிலிருந்து மின்பளு குறைவாக இருக்கும் போது வேகம் அதிகமாகவும், மின்பளு அதிகமாக இருக்கும் பொழுது வேகம் குறைவாகவும் இருக்கிறது என்பது தெளிவாகிறது. 'Y' அச்சுக்கு இணையாக உள்ள வளைவு குறைந்த மின்பளு இருக்கிறது என்பதை காட்டுகிறது. அதனால் வேகம் விபத்தை உருவாக்கக்கூடிய மதிப்பை அடைகிறது என்பதை காட்டுகிறது. DC சீரிஸ் மோட்டார் மின்பளு இல்லாமல் பயன்படுத்துவது நல்லதல்ல. எனவே பெல்ட் (பட்டை) பயன்படுத்தினால் மின்பளுவினால் பட்டை அறுந்துவிடாமலும், அது வழக்கி விடாமலும் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இதை தவிர்ப்பதற்காக மோட்டாரின் மின்பளுவை அதனுடன் நேரடியாகவோ, பற்சக்கரத்தின் வழியாகவோ இணைக்க வேண்டும்.



**வேகம் மற்றும் திருப்புத்திறனுக்கு இடையேயான குணாதிசயங்கள் (Speed-torque characteristics):** DC மோட்டாரின் வேகம் மற்றும் திருப்புத்திறனுக்கிடையேயான குணாதிசயங்களை படம் 4 காட்டுகிறது. இவ்வளைவு படமானது, திருப்பு திறனை குறைவாக உள்ள போது வேகம் அதிகமாகிறது என்பதை காட்டுகிறது. இதனால் குறைந்த மின்காந்த கோடுகள் இருப்பதன் காரணத்தால் ( $N \propto 1/\theta$ ) இது ஏற்படுகிறது. திருப்புத்திறன் அதிகமாகும் பொழுது மோட்டார் அதிக மின்னோட்டத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. இதனால் மோட்டாரின் வேகம் குறைகிறது. பளு அதிகமாவதால் பீல்டு காந்த கோடுகளும் அதிகமாகிறது.



**DC சீரிஸ் மோட்டாரின் பயன்கள் (Uses of a DC series motor):** DC சீரிஸ் மோட்டார் எங்கு திருப்புத்திறன் மற்றும் வேகம் மாறுதல் தேவைப்படுகிறதோ அந்த இடத்தில் பயன்படுகிறது. அதிக ஆரம்ப திருப்புத்திறன் மற்றும் அதிக அளவு முடுக்கம் (acceleration) தேவைப்படும் சுமை தூக்கும் இயந்திரங்கள், கிரேன்கள், அதிகப்பளு உயர்த்திகள் மின்சார ரயில்கள் போன்றவற்றில் பயன்படுகிறது.

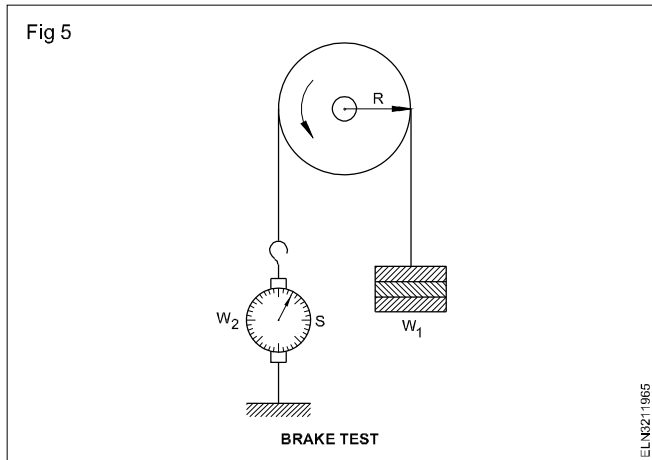
**DC சீரிஸ் மோட்டாரின் சுழலும் திசையை மாற்றும் முறை (Method of changing the direction of rotation of a DC series motor) :** பிளமிங்கின் இடது கை விதியைப் பயன்படுத்தி DC மோட்டாரின் சுழலும் ஆர்மெச்சூரின் திசையை நாம் கண்டறியலாம். பிளமிங்கின் இடது கை விதிப்படி பீல்டின் முனையை மாற்றியோ ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றியோ மோட்டாரின் சுழலும் திசையை

மாற்றி அமைக்கலாம். கொடுக்கப்படும் மின்சாரத்தின் திசையை மாற்றும் பொழுது பீட்டு முனை மற்றும் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தின் திசை இரண்டும் மாறுவதால் மோட்டாரின் திசைமாறாது. பீட்டு அல்லது ஆர்மெச்சூரில் மின்னோட்டம் பாயும் திசை இரண்டில் ஏதாவது ஒன்றை மாற்றினால் தான் மோட்டாரின் திசையை மாற்ற முடியும்.

**DC சீரிஸ் மோட்டாரில் மின்பளுவை ஏற்றும் முறை (Method of loading a DC series motor)::** DC சீரிஸ் மோட்டாரை பளு இல்லாமல் இயக்கக் கூடாது. மோட்டாரின் வேகத்தை பாதுகாப்பான எல்லைக்குள் வைத்திருக்க வேண்டும். எனவே மோட்டாரின் அச்சில் எப்போதும் ஒரு குறிப்பிட்ட பளுவை வைத்திருக்க வேண்டும். இதற்காக நேரடியாக இணைக்கப்படும் பளு அல்லது பற்சக்கர பளு இணைக்கப்பட வேண்டும்.

சோதனைச் சாலைகளில் குறைந்த திறன் கொண்ட DC சீரிஸ் மோட்டாருக்கு குறைந்த திறன் பளுவை கொடுத்து சோதனை செய்யும் முறை கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

**பிரேக் சோதனை (முறை 1) (Brake test) (Method I):** இது ஒரு நேரடி முறையாகும். மற்றும் இது படம் 5-ல் காட்டியுள்ளபடி நீரினால் குளிர்வூட்டப்படும் தொட்டியின் மீது சிறப்புப்பட்டை (camelhair) யுடனான வேகத்தடை அமைப்பை கொண்டது. பட்டையின் ஒரு முனை spring balance எடை அளவு காட்டி (S) வழியாக நிலத்துடனும் மற்றும் அடுத்த முனை தொங்கவிடப்படும், எடைக்கல் (W1) உடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மோட்டாரை சுழல வைத்து மோட்டாரில் முழுப்பளு மின்னோட்டம் வரும் வரை எடைக்கல் சரி செய்ய வேண்டும்.



$W_1$  - தொங்கும் எடை (கிலோ கிராம்)

$W_2$  - spring balance காட்டும் அளவு (kg.wt)

புள்ளியின் மீதுள்ள உராய்வினால் பட்டையின் மீதுள்ள மொத்த அழுத்தம்  $(W_1 - W_2)$  கிலோகிராம் எடை அல்லது  $9.81 (W_1 - W_2)$  நியூட்டன். புள்ளியின் ஆரம் R மீட்டராக இருந்தால் பின்னர், மோட்டாரில் உண்டாகும் மைய அச்சின் திருப்பு திறன்  $T_{sh}$

$$T_{sh} = (W_1 - W_2)R \text{ kg.m}$$

$$= 9.81(W_1 - W_2)R \text{ N-m}$$

மோட்டார் அல்லது ட்ரம்மின் வேகம் n - r.p.s.

என்றால் மோட்டாரின் (output power) =  $T_{sh} \times 2\pi n$  வாட் (watt)

$$= 2\pi \times 9.81 n (W_1 - W_2)R \text{ வாட்}$$

$$= 61.68 n (W_1 - W_2)R \text{ வாட் (watt)}$$

இதில், V = சப்ளை மின்னழுத்தம்

I = மோட்டார் எடுத்துக் கொள்ளும் பளு மின்னோட்டம்

Input power = VI வாட் (watt)

எனவே வினைத்திறன்

$$= \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{61.68n(W_1 - W_2)R}{VI}$$

மேலும், மோட்டாரில் ஏற்படும் மெட்ரிக் குதிரை திறன் (Hp) கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\text{HP மெட்ரிக்} = \frac{2\pi n T_{sh}}{735.6}$$

இதில் 'n' என்பது வேகம் r.p.s.

$T_{sh}$  என்பது மைய அச்சின் திருப்புத்திறன், நியூட்டன் மீட்டர்கள்.

மோட்டாரின் பெயர் தகட்டில் குறிக்கப்பட்டுள்ள குதிரை திறனானது மோட்டாரின் அச்சில் ஏற்படுவதாகும்.

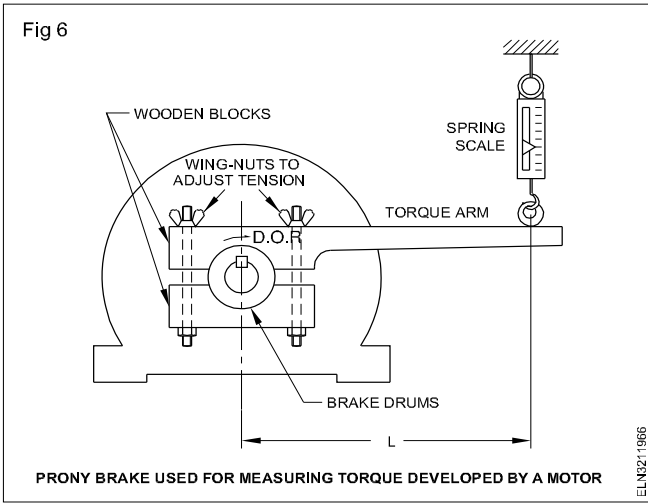
மேற்கண்ட சாதாரண பளுத்தடை சோதனையானது சிறிய மோட்டார்களுக்கு மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில், பெரிய மோட்டாராக இருந்தால் வேகத்தடையின் போது அதிக அளவில் ஏற்படும் வெப்பத்தை சிதறடிப்பது கடினம்.

**DC சீரிஸ் மோட்டாரை பளு இல்லாத நிலையில் ஒருபோதும் இயக்கப்படக்கூடாது என்பது மிக முக்கியமாக நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டியதாகும்.**

பளு இல்லாத போது பீல்டின் வலிமை மிக குறைவாக இருக்கும். பளு இல்லாத போது மோட்டாரை இயக்கினால் மோட்டார் மிக அதிக வேகத்தை அடைகிறது. அப்போது மையவிலக்கு விசையினால் வையின்டிங் சுலபமாக கிழித்துக் கொண்டு வெளியில் வந்துவிடும்.

**பிரேக் சோதனை (முறை 2) (Brake test) (Method II):** மோட்டாரில் உருவாகும் திருப்புதிறனை அளவிடும் மற்றொரு முறை புரோனி பிரேக் முறையாகும். இது படம் 6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பல வடிவங்களில் புரோனி பிரேக் அமைப்பு உள்ளது. படம் 6-ல் தடை பிடிப்பானது ஒரு பிரிக்கப்பட்ட வட்ட வடிவ மரத்துண்டினால் செய்யப்பட்டுள்ளது. இதிலுள்ள இறகு திருகிகளை இறுக்குவதன் மூலமாக, தடை பிடிப்பான் மீதுள்ள விசையை நியூட்டனில் அளவிடலாம். உருவாகும் திருப்புத்திறன் என்பது அளவுகோல் காட்டும் மொத்த விசை (நியூட்டனில்) X புள்ளியின் மையப்பகுதிக்கும் அளவுகோலின் மையப்பகுதிக்குமிடையேயான தூரம் ('L') மீட்டர்கள்.



Spring balance அளவு (KgWt) x 'L' மீட்டர்கள்.

திருப்புத்திறன் = விசை x தூரம்

மெட்ரிக் அளவில் வினைத்திறன் மற்றும் அவுட்புட் திறன் ஆகியவை மேலேயுள்ள பத்திகளில் கூறப்பட்டது போல் கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

**உதாரணம் 1 (Example 1):** ஒரு புரோனி வேகத்தடையின் கையின் நீளம் 0.4 மீட்டர் ஆகும். மோட்டாரின் புள்ளி மீதுள்ள விங் நட்டுகளை இறுக்கி 50 கிலோகிராம் எடை இருக்கும்படி செய்யப்படுகிறது. அப்போது மோட்டாரில் உருவாகும் திருப்புத்திறன் அளவு என்ன?

1 கிலோ கிராம் எடை = 9.8 நியூட்டன்

திருப்புத்திறன் = விசை x நீளம் (தூரம்)

$$= 50 \times 9.81 \times 0.4$$

$$= 196.2 \text{ நியூட்டன் மீட்டர்கள்.}$$

**உதாரணம் 2 (Example 2):** மேற்கண்ட கணக்கில் மோட்டார் அச்சத்தண்டின் வேகம் 1500 r.p.m. ஆக இருக்கும் போது மோட்டாரின் குதிரைத்திறன் மெட்ரிக் அளவில் கணக்கிடுக.

$$\text{HP மெட்ரிக்} = \frac{2\pi n T_{sh}}{735.6}$$

$$n = \text{r.p.s.} = \frac{N}{60} = \frac{1500}{60} = 25 \text{ r.p.s.}$$

$$T_{sh} = 196.2 \text{ N.m}$$

$$\text{HP மெட்ரிக்} = \frac{2\pi \times 25 \times 196.2}{735.5} = 41.9 \text{ HP (metric)}$$

## DC ஷன்ட் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களும் பயன்களும் (Characteristic and applications of a DC shunt motor)

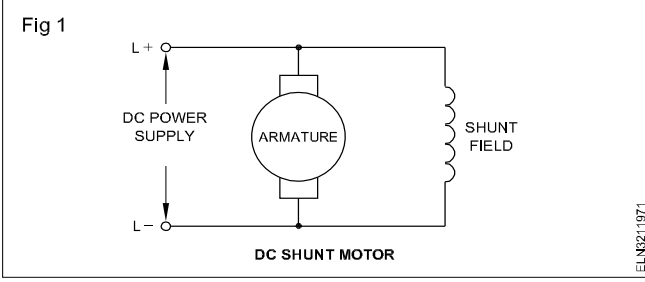
**நோக்கங்கள்:** இப்பாட இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- DC சன்ட் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களை விளக்குதல்
  - வேகம் மற்றும் மின்பளு குணாதிசயங்கள்
  - திருப்புத்திறன் மற்றும் மின்பளு குணாதிசயங்கள்
  - திருப்புத்திறன் மற்றும் வேகம் குணாதிசயங்கள்
- DC சன்ட் மோட்டாரின் பயன்களைக் கூறுதல்.

**ஷன்ட் மோட்டார் (Shunt motor):** ஷன்ட் மோட்டாரில் சன்ட் பீல்டானது நேரடியாக

ஆர்மெச்சூர் மற்றும் மின்வழங்கியுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதை படம் 1-ல் காணலாம்.

பீல்டு மின்னோட்டம் மற்றும் பீல்டின் காந்தக்கோட்டு விசை ஆகிய இரண்டும் constant ஆகும். மின்பளு இல்லாமல் சன்ட் மோட்டார் செயல்படும் போது திருப்புத்திறனின் தேவை குறைவாக உள்ளது. காற்றுத்தடை இழப்பு மற்றும் உராய்வின் இழப்பை தடுப்பதற்கு இது தேவைப்படுகிறது. பீல்டின் காந்தவிசை constant ஆக உள்ளபோது ஆர்மெச்சூரில் எதிர்மின் இயக்குவிசை (back emf) தூண்டப்படுகிறது. இது மின்னோட்டத்தின் மதிப்பை தேவையான அளவு குறைத்து தேவையான திருப்புத்திறனை உண்டாக்குகிறது.



**DC சன்ட் மோட்டாரின் வேகம் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான குணாதியங்கள் (Speed load characteristic of the DC shunt motor) :** சன்ட் மோட்டாரை மாறாத வேகம் கொண்ட மோட்டார் எனவும் கூறலாம். சன்ட் மோட்டார்களில் மின்பளு இருந்தாலும் இல்லாவிட்டாலும், அதன் வேகத்தில் மாற்றம் எதுவுமில்லை. சமன்பாடு 1 ஆனது DC மோட்டாரின் வேகத்தை, பல அளவுகள் மின்பளுக்களுக்கு கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது.

$$N = \frac{V - I_a R_a}{K_1 \phi} = \frac{E_b}{K_1 \phi} \text{ (Eqn.1)}$$

இதில்

N - ஆர்மெச்சூரின் வேகம்

V - செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம்

$I_a$  - குறிப்பிட்ட மின்பளுவிற்கான ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டம்

$R_a$  - ஆர்மெச்சூரின் மின்தடை

$\phi$  - காந்தவிசைக் கோடுகளின் அளவு

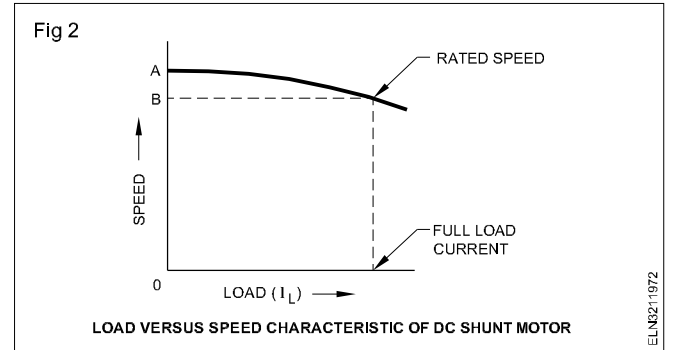
$K_1$  - குறிப்பிடப்பட்ட மோட்டாரின் மாறாத மதிப்பு

$E_b$  - தூண்டப்பட்ட எதிர்மின் இயக்குவிசை (back emf)

ஷன்ட் மோட்டாரில் V,  $R_a$ ,  $K_1$  மற்றும்  $\phi$  ஆகியவை செய்முறை constant ஆகும். இதில் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் மாறக்கூடியதாகும். மின்பளு

இல்லாதபோது  $I_a$ -ன் மதிப்பு குறைகிறது. மற்றும் வேகத்தின் மதிப்பு அதிகமாகிறது. முழுப்பளுவில்  $I_a R_a$ -ன் மதிப்பு செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்தில் 5%-யாக இருக்கும். உண்மையான மதிப்பானது மோட்டாரின் முழுபருமன் மற்றும் வடிவ அமைப்பை பொருத்தது ஆகும். அதேபோல் முழுப்பளுவில் வேகமானது பளு இல்லாதபோது உள்ள வேகத்தில் 95% இருக்கும்.

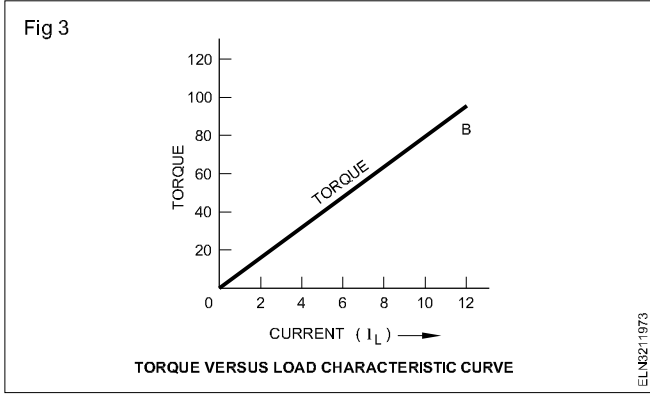
DC சன்ட் மோட்டாரின் வேகம் மற்றும் மின்பளுவிற்கு இடையேயான பண்புகளை படம் 2-ல் காணலாம். இந்த வளைவிலிருந்து பளு இல்லாதபோது வேகம் மெதுவாக OA விலிருந்து OB வரை குறைகிறது. அப்போது மோட்டார் முழுப்பளுவில் இருக்கும். இதனால் ஆர்மெச்சூரின்  $I_a R_a$  இழப்பு அதிகரிக்கிறது. இழப்பு குறைவாக இருக்கும் போது DC ஷன்ட் மோட்டாரானது செயல் முறைப்படி மாறாத வேகம் கொண்ட மோட்டாராக கருதப்படுகிறது.



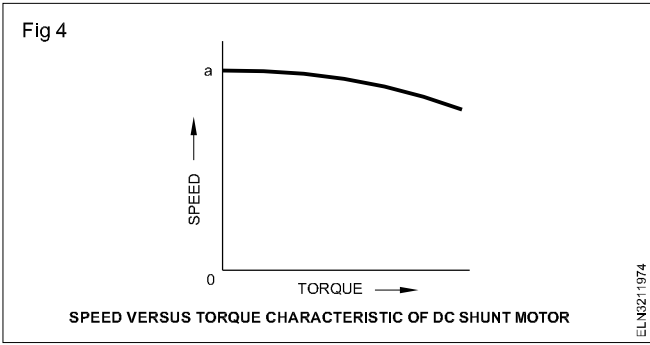
**DC சன்ட் மோட்டாரின் திருப்புத்திறன் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான குணாதிசயங்கள் (Torque vs load characteristics of the DC shunt motor) :** மோட்டாரின் திருப்புத்திறனானது பீல்டு காந்தக் கோடுகள் மற்றும் ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டத்தின் பெருக்கல் பலனுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். பீல்டு காந்தக் புலங்கள் நிலையாக இருக்கும் போது மின்பளுவின் மாற்றத்திற்கு ஏற்றாற்போல் திருப்புத்திறனும் மாறுகிறது. DC சன்ட் மோட்டாரின் திருப்புத்திறன் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான வளைவை படம் 3-ல் காணலாம். இதிலிருந்து திருப்புத்திறனானது மின்பளு அல்லது ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது.

ஷன்ட் மோட்டாரின் ஆரம்ப திருப்புத்திறனானது முழுப்பளு திருப்புத்திறனைப் போல் 1.5 மடங்கு உள்ளது. சீரிஸ் மோட்டாரைப் போல் ஷன்ட் மோட்டாருக்கு அதிக ஆரம்ப திருப்புத்திறன் கிடையாது. ஆனால் இதில் சிறந்த வேகமாற்றத்தை ஏற்படுத்தலாம்.





திருப்புத்திறன் மற்றும் வேகத்திற்கிடையேயான குணாதிசயங்கள் (Torque Vs speed characteristics): DC ஷன்ட் மோட்டாரின் திருப்புத்திறன் மற்றும் வேகத்திற்கிடையேயான குணாதிசயங்கள் படம் 4-ல் காணலாம். வேகத்தைப் பொருத்து மாறக்கூடிய திருப்புத்திறன் புறக்கணிக்கத்தக்கது என்பதை இந்த வளைவு வரைபடத்திலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். வேகம் சிறிது குறையும் போது திருப்புத் திறனானது அதிகமாகிறது.



**DC சன்ட் மோட்டாரின் பயன்கள் (Application of DC shunt motor):** மாறாத வேகம் கொண்ட இயக்கத்திற்கு சன்ட் மோட்டார் சிறந்ததாகும். இது தொழிற்சாலையின் பல தேவைகளை பூர்த்தி செய்கின்றது. இயந்திரக்கருவிகள், மர இழைப்பான்கள், வட்ட ரம்பங்கள், மாவு அரைக்கும் இயந்திரங்கள், பளபளப்பாக்கும் இயந்திரங்கள், அச்ச இயந்திரங்கள், ப்ளோயர் மற்றும் மோட்டார், ஜெனரேட்டர் செட் போன்றவற்றிற்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

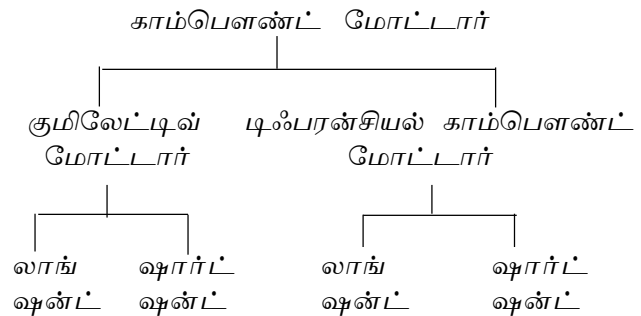
ஷன்ட் மோட்டாரில் வேலை செய்யும் போது, அதன் பீல்டு மின்கற்றை ஒரு போதும் மின்கற்றிலிருந்து துண்டிக்கக் கூடாது. இது நிகழ்ந்தால், மீதி காந்த கோடுகள் மட்டுமே இருக்கும். எனவே சுழலியின் வேகம் ஆபத்தை விளைவிக்கக்கூடிய அளவு அதிகமாகும். மற்றும் ஆர்மேச்சூரின் கடத்திகள் வெளியே வந்துவிட வாய்ப்புள்ளது.

## DC காம்பௌண்ட் மோட்டார் பளு குணாதிசயங்கள் (DC compound motor - load characteristics)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

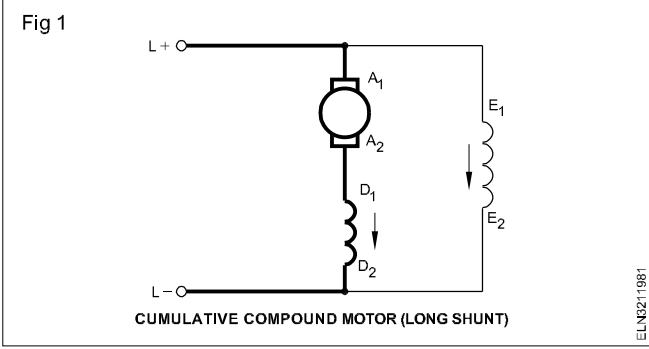
- மோட்டாரின் வகைகள் மற்றும் அதன் பயன்கள் கூறுதல்
- காம்பௌண்ட் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களை கூறுதல்
- டிஃப்ரன்சியல் காம்பௌண்ட் மோட்டாரை துவக்கும் போது கவனிக்க வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகளை கூறுதல்.

**DC காம்பௌண்ட் மோட்டார் (DC compound motor):** ஒரு DC காம்பௌண்ட் மோட்டார் அதன் துருவங்களில் தேவையான அளவு முதன்மை காந்த வலிமையை உருவாக்கும் வகையில் சீரிஸ் மற்றும் ஷன்ட் வையிண்டிங்குகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒரு DC காம்பௌண்ட் இயந்திரத்தை மோட்டார் அல்லது ஜெனரேட்டராக பயன்படுத்தலாம். இதை கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

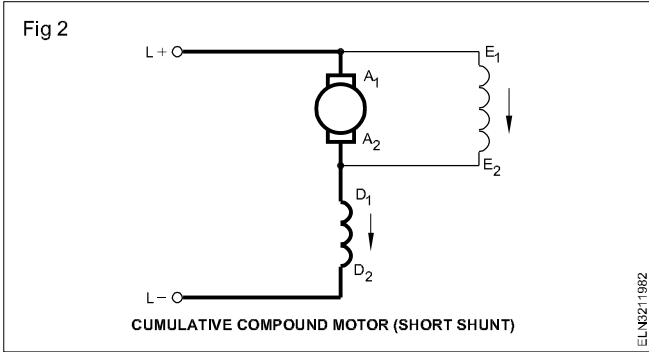




குமுலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டார் (Cumulative compound motor): இம்மோட்டாரில் சீரிஸ் பீல்டானது ஷன்ட் பீல்டின் காந்த வலிமைக்கு உதவிபுரியும் வகையில் படம் 1-ல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்பட்டால் அது குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டார் என்று அழைக்கப்படுகிறது.



ஷன்ட் பீல்டு இணைப்பைப் பொருத்து மேலும் இது லாங் சன்ட் (படம் 1) ஷார்ட் சன்ட் (படம் 2) குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டார் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

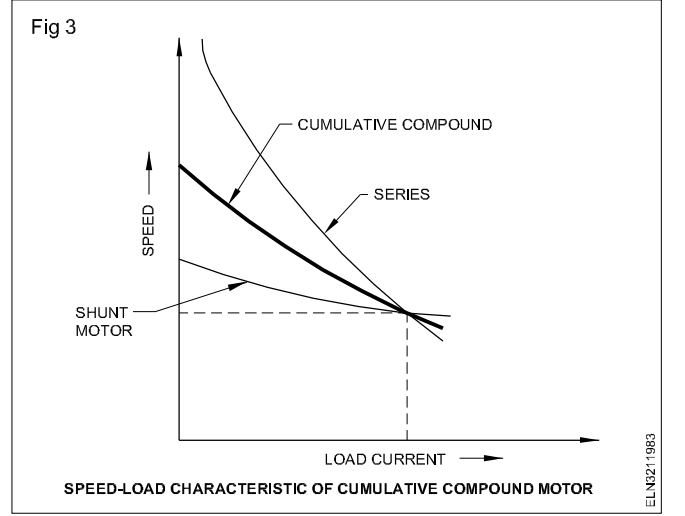


இம்மோட்டாரில் ஷன்ட் மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு இரண்டும் இருப்பதால், இம்மோட்டார் ஷன்ட் மற்றும் சீரிஸ் மோட்டார் ஆகியவை இணைந்த பண்புகளை கொண்டுள்ளது.

முழுப்பளுவில் இருக்கும் பொழுது ஷன்ட் ஆம்பியர் சுற்றைவிட சீரிஸ் ஆம்பியர் சுற்று அதிகமாக இருந்தால் முன் ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது. எனவே இது ஷன்ட் மோட்டாரை விட அதிக துவக்க திருப்புத்திறன் கொண்டிருக்கிறது. மற்றும் இதன் வேகம் ஷன்ட் மோட்டாரின் வேகத்தைவிட அதிகம் குறைகிறது. ஷன்ட் ஆம்பியர் சுற்று அதிகமாக இருந்தால் முன் ஆதிக்கம் செலுத்தினால் மோட்டாரானது சன்ட் மோட்டார் போலவே செயல்படும். ஆனால் இதன் வேகமானது சன்ட் மோட்டாரில் உள்ளதைவிட சற்று குறைவாக இருக்கும்.

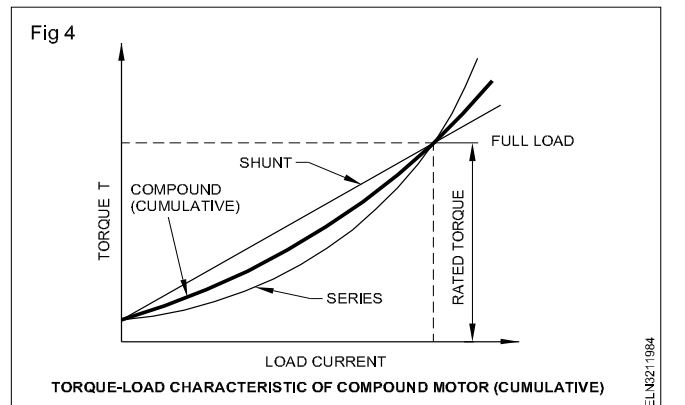
வேகம் மற்றும் பளுவிற்கிடையேயான குணாதிசயங்கள் (Speed-load characteristic): குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டாரின்

வேகம் மற்றும் மின்பளுக்களுக்கிடையேயான குணாதிசயங்கள் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. சீரிஸ் மற்றும் ஷன்ட் மோட்டார்களின் ஒப்பிடுதலையும் அதே படம் காட்டுகிறது. வேகம் மற்றும் மின்பளுவிற்கான வளைவு 'Y' அச்சியிலிருந்து ஆரம்பிக்கிறது.



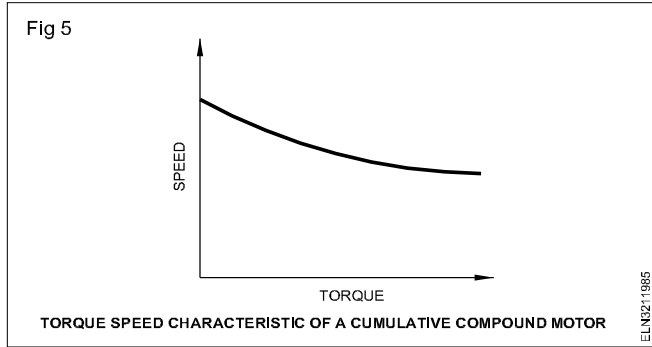
DC சீரிஸ் மோட்டார் போல் இல்லாமல், குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டாரை குறிப்பிட்ட வேகத்தில் பளு இல்லாமல் இயக்கலாம். பளுவின் போது அதிகரிக்கப்பட்ட வேகக்குறைவானது, ஆர்மேச்சூர் மற்றும் சீரிஸ் பீல்டு மின்தடைகளினால் ஏற்படும் மொத்த மின்னழுத்த வீழ்ச்சியினாலாகும்.

திருப்புத்திறன் மற்றும் பளுவிற்கிடையேயான குணாதிசயங்கள் (Torque-load characteristic) : சீரிஸ் மற்றும் ஷன்ட் மோட்டாரின் ஒப்பிடுதலையும் திருப்புத்திறன் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான குமிலேட்டிவ் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களையும் படம் 4 காட்டுகிறது. முழுப்பளு நிலைவரை, குமிலேட்டிவ் மோட்டாரில் உருவாகும் திருப்புத்திறன் ஷன்ட் மோட்டாரின் திருப்புத்திறனைவிடக் குறைவாகவும், சீரிஸ் மோட்டாரின் திருப்புத்திறனைவிட அதிகமாகவும் உள்ளது.



துவக்க நிலையில் மின்னோட்டமானது முழுப்பளு மின்னோட்டத்தில் 1.5 மடங்காக உள்ளது. அதனால் குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டாரில் அதிக திருப்புத்திறன் உருவாகிறது. இது துவக்கத்தில் ஷன்ட் மோட்டாரை விட சிறந்ததாகும்.

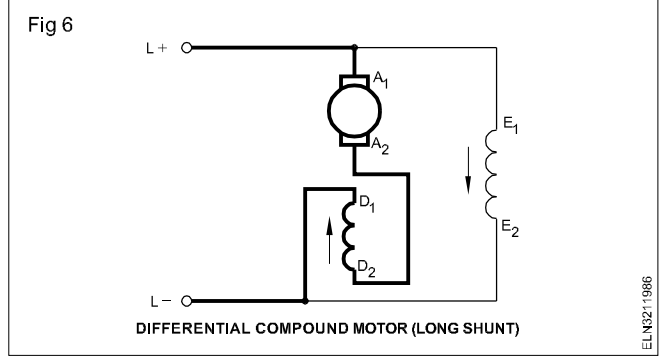
**திருப்புத்திறன் மற்றும் வேகத்திற்கு கிளையேயான குணாதிசயங்கள் (Torque-speed characteristic):** குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டாரின் திருப்புத்திறன் மற்றும் வேகத்திற்கு இடையேயான பண்புகளை படம் 5 காட்டுகிறது. பளுவில் மோட்டாரின் காந்த வலிமை அதிகரிக்கிறது, வேகம் குறைகிறது. ஆனால் திருப்புத்திறன் அதிகரிக்கிறது. வெளியீட்டுத் திறனானது வேகம் மற்றும் திருப்புத்திறனின் பெருக்கற்பலனுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டாரை ரோலிங் மில்களில் திடீரென ஏற்படும் அதிகமான பளு போன்ற சமயங்களில் பயன்படுத்தக் கூடாது.



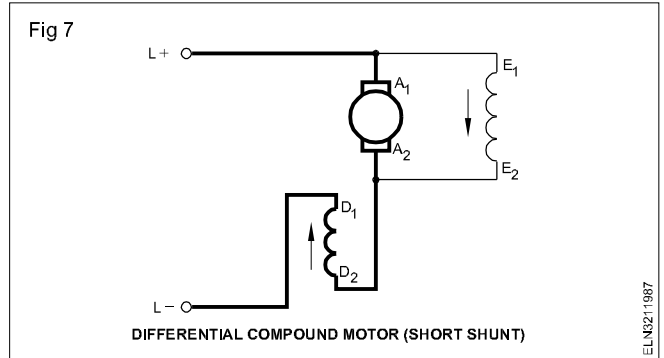
**குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டாரின் பயன்கள் (Application of cumulative compound motors):** குமிலேட்டிவ் காம்பௌண்ட் மோட்டார்கள் மாறுபடும் பளுக்களில் நிலையான வேகம் தேவைப்படும் இயந்திரங்களை இயக்க பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை திடீரென அதிக பளுக்கொடுக்கக்கூடிய இடங்களான அச்சங்கள், வெட்டு இயந்திரங்கள், கம்பரசர், எஃகு வார்க்கும் இயந்திரம் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எப்படியிருந்தாலும் சீர்படுத்தும் சக்கரம் (flywheel) பயன்படுத்தும் பொழுது அதிக பளுநிலையில் அதில் சேர்க்கப்பட்ட ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுவதால் மோட்டார் பெரிதும் மாறாத வேகத்தில் இயங்குகிறது. குறைந்த பளுவின் போது இயக்க ஆற்றல் சீர்படுத்தும் சக்கரத்தில் (flywheel) சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

மோட்டார் அதிக பளுவில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் போது காம்பௌண்ட் மோட்டாரின் ஷன்ட் பீல்டை ஒரு போதும் திறக்கக் கூடாது.

**டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் மோட்டார் (Differential compound motor) :** DC காம்பௌண்ட் மோட்டாரின் சீரிஸ் பீல்டின் காந்த விசையானது படம் 6-ல் காட்டியுள்ளபடி ஷன்ட் பீல்டின் காந்த விசையை எதிர்க்கும்படி இருந்தால் அதை டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் மோட்டார் என்று மேலும் வகைப்படுத்தப்படுகிறது.



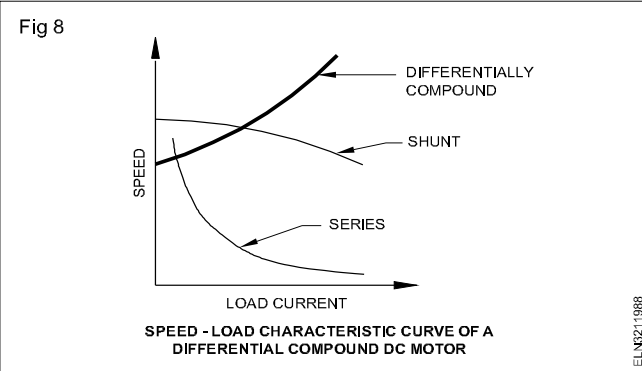
சன்ட் வையின்டிங்கின் இணைப்பைப் பொருத்து காம்பௌண்ட் மோட்டார் மேற்கொண்டும் வகைப்படுத்தப்பட்டு லாங் ஷன்ட் (long shunt) மற்றும் ஷார்ட் ஷன்ட் (short shunt) (படம் 6) (படம் 7) டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் மோட்டார் என பிரிக்கப்படுகிறது.



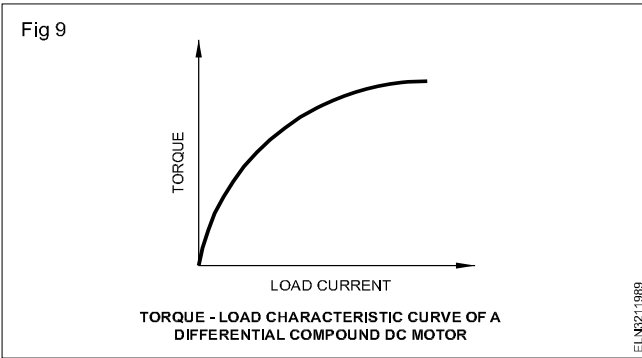
சீரிஸ் பீல்டு காந்த வலிமையானது ஷன்ட் பீல்டு காந்த வலிமைக்கு எதிர்திசையில் இருந்தால் துவக்க நேரத்தின் போது, சில பிரச்சனை ஏற்படுகிறது. துவக்கத்தில் ஷன்ட் பீல்டு தூண்டுவதற்கு குறுகிய நேரத்தை எடுத்துக் கொள்கிறது. அதனால் சீரியஸ் மற்றும் ஆர்மேச்சூரின் வழியாக கட்டுக்கடங்காக மின்னோட்டம் பாய்கிறது. எனவே மோட்டார் தவறான வழியில் துவங்குகிறது. ஷன்ட் பீல்டு முழுவதும் உண்டான பின்பு மொத்த காந்த வலிமையானது சீரிஸ் மற்றும் ஷன்ட் பீல்டு காந்தப்புல வலிமைகளின் வேறுபாடாகும். இது குறைவானால் மோட்டார் இயக்கத்திற்கு தேவையான போதுமான திருப்புத்திறன் உருவாகாமல் போகலாம். எனவே துவக்கத்தின் போது சுவிட்ச் மூலம் சீரிஸ் வையின்டிங்கை குறுக்கிணைப்பு செய்ய அறிவுறுத்தப்படுகிறது.

மேலும் இது மோட்டார் இயக்கத்தின் போது மின்சுற்றில் இணைக்கப்படுகிறது.

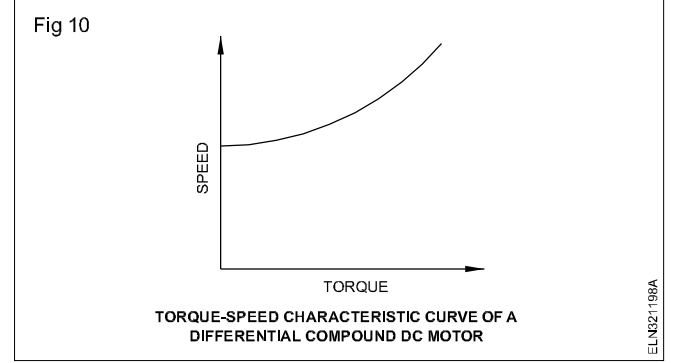
**டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் மோட்டார் குணாதிசயங்கள் (Characteristics of a differential compound motor) :** டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் மோட்டாரின் வேகம் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான குணாதிசயங்களை படம் 8 காட்டுகிறது. மேலும் இது பளு அதிகரிக்கும் போது வேகம் அதிகரிப்பதை காட்டுகிறது. இது அதிகரிக்கும் பளுவினால் மின்காந்த வலிமை குறைவு என்பதனை காட்டுகிறது.



திருப்புத்திறன் மற்றும் மின்பளுவிற்கிடையேயான பண்புகளை படம் 9 காட்டுகிறது. இது பளு அதிகரிப்பதால் திருப்புத்திறன் அதிகரிப்பதை காட்டுகிறது.



படம் 10 ஆனது திருப்புத்திறன் மற்றும் வேகத்திற்கிடையேயான பண்புகளை காட்டுகிறது. இது வேகம் மற்றும் திருப்புத்திறன் அதிகரிப்பதை காட்டுகிறது. அதாவது ஆரம்ப நிலையிலேயே இயந்திரம் அதிக பளுவில் உள்ளது. மற்றும் நிலையில்லாத நிலையை அடைகிறது என காட்டுகிறது.



**DC டிஃபரன்சியல் காம்பௌண்ட் மோட்டார் பயன்கள் (Application of DC differential compound motor) :** இந்த மோட்டாரானது அதிக பளுவின் போது நிலையில்லாத இயக்கத்தைப் பெற்றிருப்பதால் பொதுவான பயன்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. வரையறுக்கப்பட்ட முழுப்பளு அளவைவிட அதிகமான பளுவில் இம்மோட்டாரை பயன்படுத்துவது மிகுந்த ஆபத்தானதாகும்.

**DC மோட்டார்களின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் மற்றும் அவற்றின் பயன்கள் (Speed control methods of a DC motor and their applications)**

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

• DC மோட்டாரின் தத்துவம் மற்றும் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறைகளை விளக்குதல்.

**DC மோட்டார்களின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் தத்துவம் (Principle of speed control in DC motors) :** ஒரு சில தொழிற்கூட பயன்பாடுகளில் வேகத்தை மாற்றியமைப்பது மிகவும் அவசியம். DC மோட்டார்களின் வேகத்தை எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கும் மிக எளிதாக வேறுபடுத்தப்படலாம். தொழிற்கூடங்களில் AC மோட்டார்களை விட DC மோட்டார்களை உபயோகப்படுத்த இதுவே முக்கிய காரணமாகும். ஒரு DC மோட்டாரின் வேகத்தை கீழ்க்காணும் எளிதான தொடர்பை கொண்டு மாற்றியமைக்கலாம்.

கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம் = எதிர்மின் இயக்குவிசை ( back e m f ) + ஆர்மேச்சூர் மின்தடையில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி

$$V = E_b + I_a R_a$$

ஆகவே  $E_b = V - I_a R_a$  and also

$$\text{the back emf } E_b = \frac{P\phi N}{60} \times \frac{Z}{A} = K\phi N$$

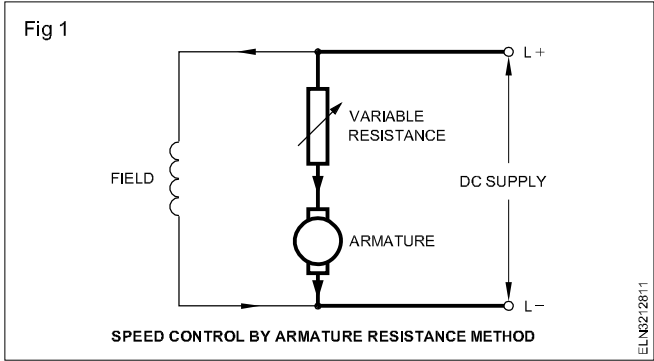
இங்கு K என்பது ஒரு constant.

$$\text{ஆகையால் } N = \frac{E_b}{k\phi} = \frac{V - I_a R_a}{k\phi} \dots\dots\dots \text{Eqn.1}$$

மேற்காணும் சமன்பாட்டின்படி DC மோட்டாரின் வேகம் back emf  $E_b$ -க்கு நேர்விகிதத்திலும், காந்த விசைக்கு ( $\phi$ ) எதிர் விகிதத்திலும் இருக்கும். எனவே ஒரு DC மோட்டாரின் வேகத்தை back emf ( $E_b$ ) அல்லது காந்த விசைக் கோடுகளின் அளவு ( $\phi$ ) அல்லது இரண்டையும் வேறுபடுத்துவதினால் மாற்றியமைக்கலாம். உண்மையில் back emf  $E_b$ -யை குறைத்தால் வேகம் குறைகிறது. காந்த விசைக்கோடுகளை குறைத்தால் வேகம் அதிகரிக்கிறது. மேற்காணும் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் DC மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தப்படும் பொதுவான முறைகளை கீழே காணலாம்.

**DC ஷன்ட் மோட்டார் மற்றும் காம்பௌண்ட் மோட்டார்களின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் (Methods of speed control in DC shunt motors and compound motors)**

**ஆர்மேச்சூர் கட்டுப்படுத்தும் முறை (Armature control method):** இம்முறையில் back emf-யை மாற்றம் செய்வதால், DC மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தலாம் என்ற தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது.  $Back\ emf = V - I_a R_a$ , ஆர்மேச்சூரின் மின்தடையை மாற்றியமைத்தால் பலதரப்பட்ட வேகத்தினை பெறலாம். படம்1-ல் காண்பித்துள்ளபடி ஒரு மாற்றியமைக்கத்தக்க மின்தடையை (variable resistance) (இதை கன்ட்ரோலர் என்று அழைக்கப்படுகிறது) ஆர்மேச்சூருக்கு தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது. ஆர்மேச்சூர் மின்னோட்டத்தினை நீண்ட நேரத்திற்கு எடுத்துச்செல்லும் வகையில் இந்த கன்ட்ரோலர் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும்.



மோட்டாரின் ஆரம்ப வேகம்  $N_1$  மற்றும் முடிவு வேகம்  $N_2$  எனக் கொள்க. மேலும் எதிர் மின்னியக்குவிசை (back emf)  $E_{b1}$  மற்றும்  $E_{b2}$  என்று முறையே கொள்க.

$$\text{பிறகு } N_1 = \frac{E_{b1}}{k} \dots\dots \text{Eqn.2.}$$

$$N_2 = \frac{E_{b2}}{k} \dots\dots \text{Eqn.3.}$$

சமன்பாடு 3-ஐ சமன்பாடு 2-ல் வகுத்தால்

$$N_2 = \frac{E_{b2} N_1}{E_{b1}}$$

ஆர்மெச்சூர் சுற்றின் கன்ட்ரோலர் மின்தடையை வேறுபடுத்தி back emf-யை  $E_{b1}$  லிருந்து  $E_{b2}$  வாக மாற்றலாம். அதனால் அதன் வேகத்தினை  $N_1$  லிருந்து  $N_2$  வரை மாற்றியமைக்கலாம்.

### நன்மைகள் (Advantages)

இந்த முறையானது, நிலையான பளு கொண்டு இயக்குவதற்கே பொருத்தமானது, இதில் வேகமானது குறைந்த அளவு வேகத்திலிருந்து இயல்பான வேகம் வரை வேறுபடும்.

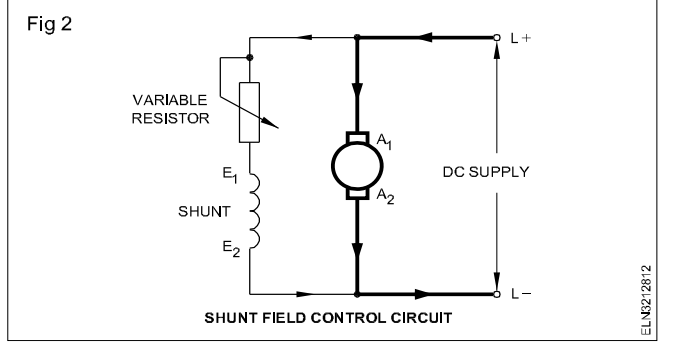
### தீமைகள் (Disadvantages)

- இயல்பான வேகத்தினை விட குறைந்த வேகமே பெற இயலும்.
- தேவைப்படும் வேகத்திற்கு அமைத்த பின்பும், இது பளுவிற்கு ஏற்றாற்போல் கட்டுப்படுத்தும் மின்தடையினால் மட்டுமல்லாமல் பளுவினாலும் ஏற்படும் வேக வேறுபாட்டினால் வேறுபடும். ஆகவே ஒரு நிலையான வேகத்தினை பளு வேறுபடுத்துவதால் பராமரிக்க இயலாது.
- அதிகபட்ச மின்னோட்ட அளவினால் கட்டுப்படுத்தும் மின்தடையில் அதிக ஆற்றல் இழப்பு ஏற்பட்டு மோட்டாரின் திறன் குறைவிற்கு வழிவகுக்கும்.
- கன்ட்ரோல் மின்தடையில் உண்டாகும் வெப்பத்தை சிதறடிக்க அமைப்பு தேவைப்படுகிறது. இதன் விலை மிகவும் அதிகம்.

**ஆர்மெச்சூர் கட்டுப்பாட்டு முறையின் பயன்பாடு (Application of the armature control method):** இந்த முறை DC ஷன்ட் மற்றும் காம்பெளண்ட் மோட்டார்களில் பயன்படுத்தலாம். குறைந்த வேகத்தில் இயங்கும் அச்ச இயந்திரம், கிரேன், ஆஸ்ட் (hoists) போன்றவற்றில் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

**ஷன்ட் பீல்டு கட்டுப்பாட்டு முறை (The shunt field control method):** பீல்டு காந்த மண்டலத்திலுள்ள காந்த கோடுகளை மாற்றியமைத்தன் மூலம் மோட்டாரின் வேகத்தினை வேறுபடுத்த முடியும் என்ற தத்துவத்தின் அடிப்படையில் இந்த முறை செயல்படுகிறது. இதற்காக ஷன்ட் பீல்டுடன் மாற்றம் செய்யத்தக்க ரியோஸ்டாட் (rheostat)

ஒன்று தொடர் இணைப்பில் படம் 2-ல் காண்பித்துள்ளவாறு இணைக்கப்படுகிறது.



பீல்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்தடையை அதிகரித்தால் பீல்டு மின்னோட்டமும் காந்த விசையும் குறைகிறது. காந்த விசையின் குறைவினால் வேகம் அதிகரிக்கிறது.

### நன்மைகள் (Advantages)

- இயல்பான வேகத்தினை விட அதிகமான வேகத்தினை பெறலாம். பளு இல்லாத நிலையிலிருந்து முழு பளுநிலை வரைக்கும் நிலையாக இருக்கும்.
- பீல்டு மின்னோட்டத்தின் அளவு குறைவாக உள்ளதால் பீல்டு ரியோஸ்டாட்டில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு குறைவாக உள்ளது.
- வேகத்தை கட்டுப்படுத்துவது சுலபம் சிக்கனமானது மற்றும் திறனுள்ளது.

### தீமைகள் (Disadvantages)

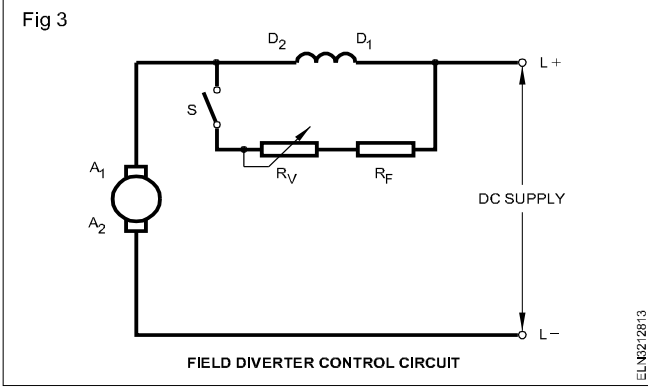
- மிக பலவீனமான காந்த மண்டலத்தினால் அதிகமான வேகத்தின் போது குறைந்த திருப்புத்திறன் (torque) பெறப்படுகிறது.
- பலவீனமான காந்தமண்டலத்தில் அதிகமான வேகத்தின் போது, காழுடேசன் விளைவுகள் ஏற்படுகிறது. இதற்கு இடைத்துருவங்கள் (inter-poles) இணைக்கப்பட வேண்டும்.

**ஷன்ட் பீல்டு கட்டுப்பாட்டு முறையின் பயன்கள் (Application of shunt field control):** இயல்பைவிட மிக அதிகமான வேகம் தேவைப்படும் இடங்களில் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் மோட்டாருக்கு தரப்படும் பளு பரவலாக மாற்றம் செய்யப்படுகிறது.

**DC சீரியஸ் மோட்டார்களின் வேகக் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் (Method of speed control in DC series motors)**

**பீல்டு டைவர்டர் முறை (Field diverter method):** ஒரு மாற்றத்தக்க மின்தடையை (இதை டைவர்டர் என்று அழைக்கின்றார்கள்) பீல்டு

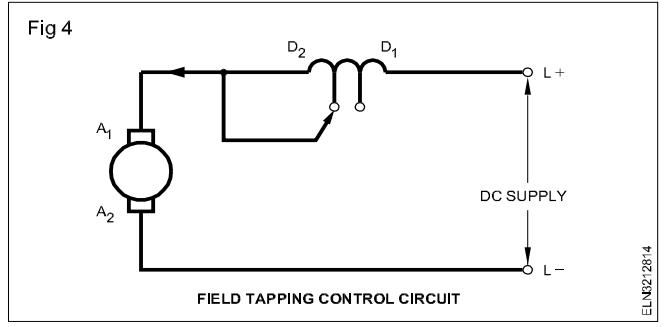
வையிண்டிங்கிற்கு படம் 3-ல் காண்பித்துள்ளபடி இணையாக இணைக்கப்படுகிறது.  $R_V$  என்பது டைவர்டரின் வேறுபடுத்தும் பாகத்தினை குறிக்கும்  $R_F$  என்பது நிலையான பாகமாகும். டைவர்டர் வேலை செய்யும் போது சீரிஸ் வையிண்டிங்கில் குறுக்கு சுற்று ஏற்படாமல் இருக்க  $R_F$  தடுக்கிறது.



$R_V + R_F$  மதிப்பு குறைவாக இருந்தால் சீரியஸ் வையிண்டிங்கிலிருந்து வழி திருப்பப்பட்ட மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் மற்றும் மோட்டாரின் வேகமும் அதிகமாக இருக்கும். குறைந்த வேகத்திற்காக கொடுக்கப்படும் மின்னோட்டம் சுவிட்ச் 'S'-யை திறப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. இதனால் டைவர்டர் மூலமாக மின்சுற்று துண்டிக்கப் படுகிறது.

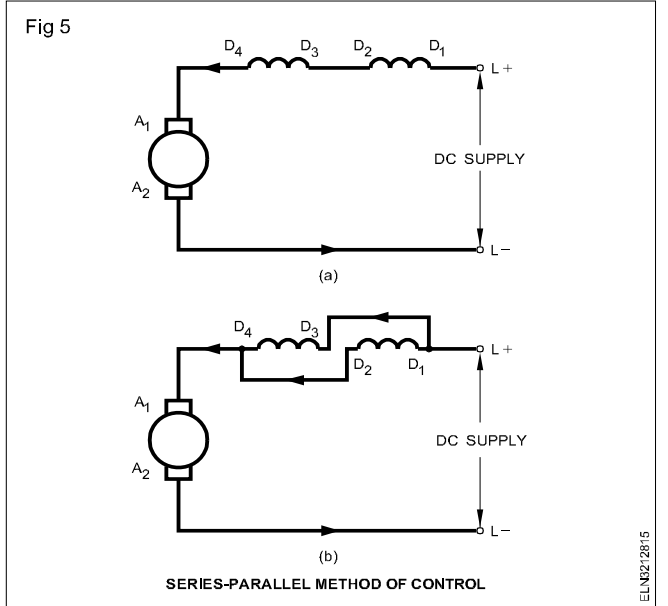
**சீரியஸ் பீல்டு டைவர்டர் முறையின் பயன்கள் (Application of the series field diverter method) :** இம்முறையானது முக்கியமாக மின்தொடர் வண்டிகளின் (electric trains) வேகத்தை கட்டுப்படுத்த பயன்படுத்தப்படுகிறது. இயல்பான வேகத்தைவிட அதிகமான வேகத்தை இம்முறையினால் பெற இயலும். டைவர்டரில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடியதாக உள்ளது.

**பீல்டு டேப்பிங் முறை (Field tapping method):** சீரியஸ் வையிண்டிங்கில் ஏற்படுத்தியுள்ள டேப் மாற்றியமைக்கும் முறை படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றியமைப்பதன் மூலமாக வேகம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எல்லா வையிண்டிங் சுற்றுகளும் மின்சுற்றில் இணைக்கப்பட்ட நிலையிலேயே மோட்டாரின் மின்சுற்றை துவக்க வேண்டும் பின்னர் மாற்றியமைக்கப்படுகிறது. இந்த ஏற்பாடு சுவிட்ச் கியர் மூலமாக உண்டாக்க வேண்டும். டேப்பிங்கை குறைந்த செட்டிங்கில் வைத்து மோட்டாரை துவக்கினால், துவக்க நிலையிலேயே அதிக வேகத்தில் சுழலும் இது விருப்பத்தகாதது ஆகும்.



**சீரியஸ் பீல்டு டேப்பிங் முறையின் பயன்கள் (Application of series field tapping method):** சிறிய மோட்டார்களான மிக்சி, மின்விசிறி முதலியவற்றில் இந்த முறை பயன்படுத்தப் படுகிறது.

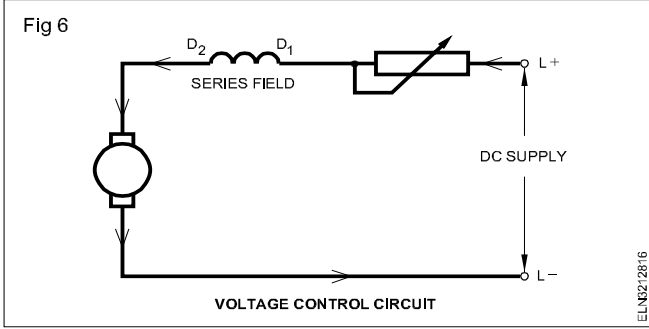
**தொடர் மற்றும் இணை இணைப்பு முறை (Series parallel method):** சீரியஸ் மோட்டாரின் இருபாதி வையிண்டிங் தொடராக இணைக்கப் பட்டுள்ளதை படம் 5(a)-ல் காணலாம். பீல்டு வையிண்டிங்கின் இருபாதிங்களும் படம் 5(b)-ல் உள்ளபடி இணையாக இணைக்கப்பட்டால் மின்னோட்டம் 'I' பாதிமாக குறைக்கப்பட்டு அதனால் காந்த விசையும் குறைக்கப்பட்டு வேகம் அதிகரிக்கிறது.



**தொடர் மற்றும் இணை இணைப்பு முறையின் பயன்கள் (Application of series parallel method) :** இந்த முறையில் இரண்டு வேகங்கள் மட்டுமே சாத்தியமாகும். மின்விசிறி மோட்டார்களின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த இந்த முறை பயன்படுகிறது.

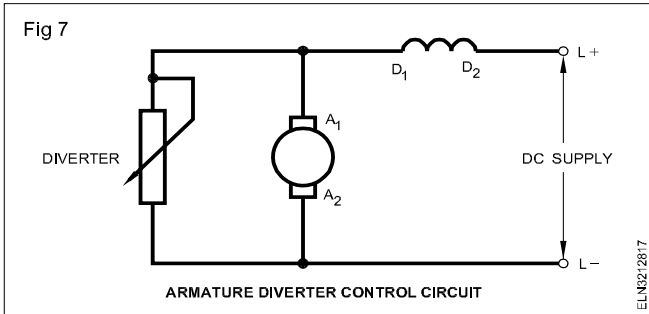
**சப்ளை மின்னழுத்தத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறை (Supply voltage control method) :** மோட்டாருக்கு தொடர் இணைப்பாக ஒரு கன்ட்ரோலர் (மாற்றம் செய்யத்தக்க மின்தடை)

படம் 6-ல் காண்பித்துள்ளபடி இணைக்கப் படுகிறது. மோட்டாரின் வேகத்தை zero-நிலையிலிருந்து இயல்பான வேகம் வரை கட்டுப்படுத்த இந்த முறை உதவுகிறது.



கட்டுப்படுத்தும் மின்தடையில் மின் ஆற்றல் வெப்பமாக மாறுவதே இதன் தீமையாகும். ஆனால் SCR அடிப்படையிலான கட்டுப்படுத்தும் சுற்று அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளதால் மோட்டாருக்கான மாற்றம் செய்யத்தக்க சப்ளை மின்னழுத்தம் பெறப்பட்டு குறைந்த ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. ஆற்றல் இழப்பினை மிக முக்கியமாக கருதும் இயந்திரங்களில் இம்முறை பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**ஆர்மெச்சூர் டைவர்டர் முறை (Armature diverter method):** இந்த முறையில் டைவர்டர் எனப்படும் ஒரு மாற்றம் செய்யத்தக்க மின்தடை ஆர்மெச்சூருக்கு இணையாக (across) படம் 7-ல் காண்பித்துள்ளபடி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



இந்த முறையில் சீரியஸ் மோட்டாரின் வேகத்தை குறிப்பிட்ட அளவுக்கு குறைவாக மாற்றியமைக்க ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. நிலையான பளு திருப்புத்திறனில் இயங்கும் மோட்டாரில் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் குறைக்கப்பட்டால் திருப்புத்திறனை சந்திக்க லைன் மின்னோட்டம் அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. ஆகவே சீரியஸ் வையிண்டிங்கின் மின்னோட்டம் அதிகமாகிறது. இந்த அதிகப்படுத்தப்பட்ட பீல்டு மின்னோட்டம் வேகத்தினை குறைக்கிறது.

இந்த முறை வீணானது, விலையுயர்ந்தது மற்றும் மாறுபடும் பளுக்களுக்கு பொருந்தாதது ஆகும்.

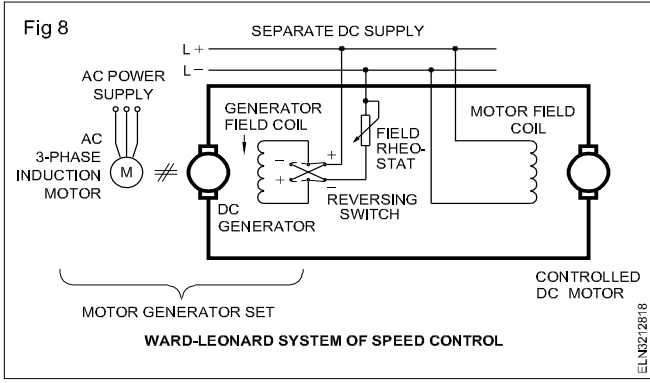
DC சீரியஸ் மோட்டார்களின் வேகக்கட்டுப்பாட்டு முறைகள் காம்பெளண்ட் மோட்டார்களுக்கு உபயோகப்படுத்த முடியாது. ஏனெனில் இதில் செய்யப்படும் சரிகட்டுதல்கள் காம்பெளண்ட் மோட்டார்களின் செயல்படும் தன்மையினை முழுமையாக மாற்றிவிடக்கூடும்.

**வார்ட் - லியோநார்ட் வேகக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (Ward-Leonard system of speed control):** இதுவரை விளக்கப்பட்ட எல்லா முறைகளிலும் வேகத்தினை zero-விலிருந்து இயல்புக்கு அதிகமான வேகத்திற்கு எந்தவொரு முறையினாலும் மாற்றியமைக்க இயலாது. குறைந்தபட்சம் ஏதாவது இரண்டு முறைகளினால் இதனை செய்ய இணைக்கப்பட வேண்டும்.

மேலும் மேலே சொல்லப்பட்ட முறைகளில் வேறுபட்ட பளுவினால் ஏற்படும் நிலையின்மை மற்றும் திறன் இழப்பினால் கட்டுப்படுத்தும் வினைத்திறன் மிகக் குறைவாக உள்ளது.

எல்லா சுமைகளிலும் இயற்கையான நிலைத் தன்மையோடு zero-விலிருந்து இயல்புக்கு அதிகமாக மிகச்சுலபமாக மாறுபடும் வேகத்தினை வார்ட் லியோநார்ட் வேகக் கட்டுப்பாடு அமைப்பு என்ற ஒரு மாற்றியமைக்கக் கூடிய மின்னழுத்த வேகக்கட்டுப்பாடு முறையின் மூலம் பெறுவது சாத்தியமாகும். இந்த அமைப்பில் DC ஜெனரேட்டர் படம் 8-ல் காண்பித்துள்ளபடி ஒரு நிலையானவேக DC மோட்டார் அல்லது ஒரு AC3பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாருடன் இயந்திரத்தனமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. DC ஜெனரேட்டரில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்னோட்டம் மோட்டாரின் ஆர்மெச்சூருக்கு நேரடியாக தரப்படுகிறது. DC ஜெனரேட்டரின் பீல்டு மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் DC மோட்டாரின் பீல்டு ஆகியவை DC சப்ளை மூலமாக தனியாக இணைப்பு செய்யப்பட்டுள்ளன. ஒரு பீல்டு ரியோஸ்டாட் மற்றும் மாற்றி அமைக்கக்கூடிய சுவிட்ச் மூலமாக ஜெனரேட்டரின் மின்னழுத்தம் மற்றும் பொலாரிட்டி மாற்றியமைக்கப்படுகிறது. இது கட்டுப்படுத்தப்பட்ட DC மோட்டாருக்கு தரப்படும் மின்சாரம் மிக அதிக எல்லைக்குள் வேறுபட வழிவகுக்கிறது. மற்றும் சப்ளை மின்னழுத்தத்தின் பொலாரிட்டியை வேறுபடுத்தவும் வழி செய்கிறது. இதன் விளைவாக தேவைப்பட்டால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட DC மோட்டாரின்வேகம் zero-விலிருந்து இயல்புக்கு அதிகமான வேகம் வரை மாறுபடுகிறது. மற்றும் சுழலும் திசையும் மாறுபடுகிறது. மோட்டாருக்கு கொடுக்கப்படும் ஜெனரேட்டரின் சப்ளை

மின்னழுத்தத்தினை தகுந்த அளவிற்கு குறைப்பதின் மூலமாக DC மோட்டாரின் வேகத்தினை zero-க்கு கொண்டுவரலாம்.



### நன்மைகள் (Advantages)

- இந்த அமைப்பின் மூலம் zero-விலிருந்து இயல்பான வேகத்தைவிட இரண்டு மடங்கு அதிகமான வேகம் பெற சாத்தியமாகிறது.
- ஜெனரேட்டரின் பீல்டு சுற்றை மாற்றுவதன் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படும் DC மோட்டாரின் சுழலும் திசையினை மாற்றலாம்.
- பீல்டு ரியோஸ்டாட்டில் அதிக திறனிழப்பு இல்லாததால் வேக வேறுபாடு மிக அதிக திறமையுடன் பெற முடிகிறது.
- DC மோட்டாரின் வேகக்கட்டுப்பாடு பளுவைப் பொருத்தில்லாது தன்னிச்சையாக செயல்படும் அமைப்பாகும்.

### கட்டுப்படுத்தும் மின்தடை மற்றும் புதிய வேகத்தினை கணக்கிடும் முறை (Method of calculation of control resistance and new speed)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- மோட்டாரின் முழு பளு மின்னோட்டம், ஆர்மெச்சூர் மின்தடை, கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்த ஆகியவை தெரிந்திருந்தால் கட்டுப்படுத்தும் மின்தடையின் மதிப்பினை கணக்கிடும் முறையினை விளக்குதல்.

முன்னர் விவாதிக்கப்பட்டதிலிருந்து DC மோட்டாரின் வேகம்

$$N = \frac{V - I_a R_a}{K\phi} = \frac{E_b}{K\phi} \text{ என நமக்கு தெரியும்.}$$

இதில்

$V$  = மோட்டாரின் குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம்

$I_a$  = ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம்

$R_a$  = ஆர்மெச்சூர் மின்தடை

$K$  = என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட மோட்டாரின் constant

$\phi$  = என்பது மோட்டாரின் காந்தவிசை கோடுகள் - வெபர் / துருவம்

### தீமைகள் (Disadvantage)

இந்த முறைக்கு அதிக துவக்க விலை தேவைப்படுகிறது. மற்றும் மூன்று இயந்திரங்களின் செயல்பாட்டினால் குறைந்த ஒட்டுமொத்த வினைத்திறனே கிடைக்கிறது.

### வார்ட் லியோனார்ட் வேகக்கட்டுப்பாடு முறையின் பயன்கள் (Application of the Ward-Leonard speed control method)

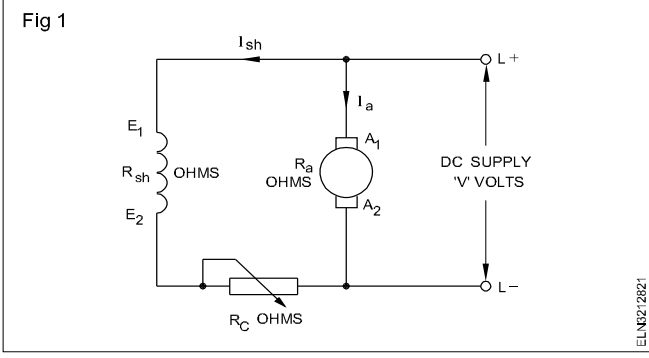
இம்முறையானது எஃகு ரோலிங் மில், காகித ஆலை, ஆஸ்ட், எலிவேட்டர் முதலிய மிகத்துல்லிய வேகக்கட்டுப்பாடு தேவைகளுக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்தியாவில் இன்றும் BHEL, HMT போன்ற கனரக தொழிற்சாலைகளில் DC மோட்டார்களாக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

நவீன மயமாக்கலின் விளைவாக இந்த DC மோட்டார்கள், டிரான்சிஸ்டர், டையோடுகள், தைரிஸ்டர் மற்றும் மைக்ரோ புராஸ்சர் போன்ற சாதனங்களில் செயலின் போது ஏற்படும் மானிட பிழையினை நீக்கவும், வேகக்கட்டுப்பாட்டில் அதன் அடிப்படை தத்துவம் மாறாமல் இடையூறு இல்லாத பணியினை தொடர்ந்து பெறவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

$N$  = என்பது வேகம் ஒரு நிமிடத்திற்கு சுற்றும் சுற்றுகள்

இவற்றிலிருந்து மோட்டாரின் வேகமானது காந்தவிசையினை மாறுபடுத்துவதால் அல்லது எதிர் மின்னியக்கு விசையினை (back emf) மாறுபடுத்துவதால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.  $E_b = (V - I_a R_a)$  இதனை அடைவதற்காக பீல்டு அல்லது ஆர்மெச்சூர் சுற்றில் கட்டுப்படுத்தும் மின்தடையானது இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கட்டுப்படுத்தும் மின்தடை இணைக்கப்பட்டால் வேகம் மாறுபடும். ஒரு மின்பணியாள் நிர்ணயிக்கப்பட்ட வேகத்தினை பெற வழித்தடத்தில் இணைக்க வேண்டிய கட்டுப்படுத்தும் மின்தடையின் மதிப்பினை தீர்மானிக்கும் நிலையிலிருக்க வேண்டும். (படம் 1)





ஷன்ட் பீல்டுக்கு சீரியஸ்ஸில் இணைக்கப்பட வேண்டிய கட்டுப்பாட்டு மின்தடையினை கணக்கிடும் வழிமுறை (Method of calculating control resistance in series with the shunt field)

$E_{b1} = N1$  வேகத்தில் உண்டாகும் எதிர் மின்னியக்கு விசை (back emf)

$E_{b2} = N2$  வேகத்தில் உண்டாகும் எதிர்மின்னியக்குவிசை (back emf)

$N_1 =$  இயங்கும் போதுள்ள வேகம்

$N_2 =$  புதிய வேகம் / மாற்றப்படும் வேகம்

$I_{F1} = N1$ -ல் பீல்டு மின்னோட்டம்

$I_{F2} = N2$ -ல் பீல்டு மின்னோட்டம்

$R_t =$  சன்ட் பீல்டு சுற்றின் மொத்த மின்தடை

$R_{sh} =$  சன்ட் பீல்டின் மின்தடை

$R_c =$  சன்ட் பீல்டிற்கு சீரியஸ்ஸில் உள்ள கட்டுப்படுத்தும் மின்தடையின் மதிப்பு

$$\text{Then } \frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{k \phi_1 N_1}{k \phi_2 N_2}$$

As  $\phi$  is proportional to the field current  $I_F$ .

$$\text{Therefore, we have } \frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{k I_{F1} N_1}{k I_{F2} N_2}$$

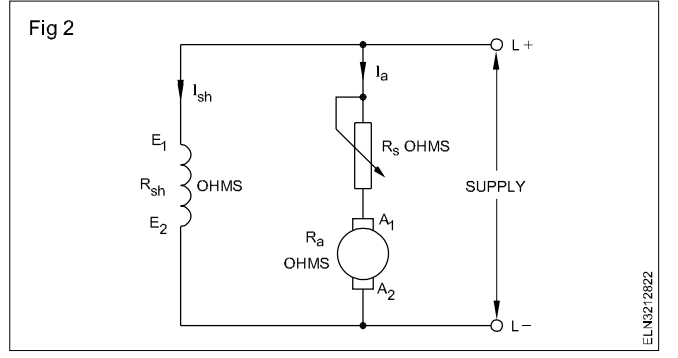
$$\text{Therefore the new speed } N_2 = \frac{E_{b2} I_{F1} N_1}{E_{b1} I_{F2}}$$

$$\text{Further } I_{F2} = \frac{\text{Applied voltage}}{\text{shunt field circuit resistance}} = \frac{V}{R_{sh} + R_c}$$

$$R_c = \frac{V}{I_{F2}} - R_{sh} \\ = R_t - R_{sh}$$

ஆர்மெச்சுருக்கு சீரியஸ்ஸில் இணைக்கப்பட வேண்டிய கட்டுப்பாட்டு மின்தடையினை கணக்கிடும் வழிமுறை (Method of calculating the control resistance in series with the armature)

படம் 2-யை நாம் பார்க்கும் போது



$I_{a1} = N_1$ -ல் ஆர்மெச்சுர் மின்னோட்டம்

$I_{a2} = N_2$ -ல் ஆர்மெச்சுர் மின்னோட்டம்

If  $I_{a1} = I_{a2}$ , வாக இருந்தால் பளுவானது நிலையான திருப்புதிறனை கொண்டிருக்கும்.

$N_1 =$  ஆரம்ப வேகம்

$N_2 =$  புதிய அல்லது இறுதி வேகம்

$V =$  சப்ளை மின்னழுத்தம்

$R_t =$  ஆர்மெச்சுர் சுற்றின் மொத்த மின்தடை

$R_s =$  கட்டுப்படுத்தும் மின்தடை

$R =$  ஆர்மெச்சுருக்கு சீரியஸ்ஸில் இணைக்கப்பட்டுள்ள கட்டுப்படுத்தும் மின்தடை

$$N_1 = \frac{E_{b1}}{k \phi} \text{ and } N_2 = \frac{E_{b2}}{k \phi}$$

$$N_2 = \frac{N_1 E_{b2}}{E_{b1}} = \frac{N_1 (V - I_{a1} R_t)}{(V - I_{a2} R_a)}$$

where  $R_t = R_s + R_a$ .

**உதாரணம் 1 (Example 1):** ஒரு 230 volts DC ஷன்ட் மோட்டார் 1000 r.p.m. வேகத்தில் சுழலுகிறது. அது 20A ஆர்மெச்சுர் மின்னோட்டத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. 30 amps ஆர்மெச்சுர் மின்னோட்டத்தில் இதன் வேகத்தினை 1200 r.p.m. ஆக உயர்த்த பீல்டில் சேர்க்க வேண்டிய மின்தடையினை கண்டுபிடிக்கவும்.  $R_a = 0.25$  ohms,  $R_{sh} = 230$  ohms.

ஆர்மெச்சுர் மின்னோட்டம் 20 லிருந்து 30 A வரை வேறுபடுவதினால் இரண்டு மாறக்கூடிய எண்கள்  $E_{b1}$  மற்றும்  $E_{b2}$  கிடைக்கிறது. ஷன்ட் பீல்டில் மின்தடையினை இணைப்பதன் மூலம் வேகத்தினை அதிகரிக்க வேண்டும். அதன்படி பீல்டு மின்னோட்டம்  $I_{F1}$  யிலிருந்து  $I_{F2}$  வாக மாறுகிறது.

$$E_{b1} = V - I_{a1} R_a = 230 - (20 \times 0.25) = 230 - 5 = 225 \text{ V}$$

$$E_{b2} = V - I_{a2} R_a = 230 - (30 \times 0.25) = 230 - 7.5 = 222.5 \text{ volts}$$

$$I_{F1} = \frac{230}{230} = 1 \text{ amp.}$$

$$\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{I_{F1}N_1}{I_{F2}N_2}$$

$$I_{F2} = \frac{E_{b2} \times I_{F1} \times N_1}{E_{b1}N_2}$$

$$= \frac{222.5 \times 1 \times 1000}{225 \times 1200}$$

$$= 0.824 \text{ amp}$$

$$R_t = \frac{230}{I_{F2}} = \frac{239}{0.824} = 279.12 \text{ ohms.}$$

$$\text{Therefore, } R_c = R_t - 230 = 279.12 - 230 = 49.12 \text{ ohms.}$$

**உதாரணம் 2 (Example 2):** ஒரு DC ஷன்ட் மோட்டார் 1000 r.p.m., 230V, 20A ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் எடுத்துக்கொள்கிறது. இதன் ஆர்மெச்சூர் மின்தடை 1 ஓம் ஆகும். இதன் வேகத்தினை 800 r.p.m.. ஆக குறைக்க ஆர்மெச்சூருடன் சீரியஸ்ஸில் இணைக்கப்பட வேண்டிய மின்தடையின் மதிப்பை கணக்கிடு.

$$E_{b1} = V - I_a R_a = 230 - (20 \times 1) = 230 - 20 = 210 \text{ volts}$$

$$\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\text{Therefore, } E_{b2} = \frac{E_{b1} \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{210 \times 800}{1000} = 168 \text{ volts.}$$

$$E_{b2} = V - I_a R_t$$

$$\text{Therefore } I_a R_t = V - E_{b2}$$

$$= 230 - 168 = 62 \text{ volts.}$$

$$\text{Therefore } R_t = 62/20 = 3.1 \text{ ohms}$$

$$R_s = R_t - R_a$$

$$= 3.1 - 1 = 2.1 \text{ ohms.}$$

**உதாரணம் 3 (Example 3):** ஒரு 240 volts சீரிஸ் மோட்டார் 2000 r.p.m. சுற்றும் போது 10 ஆம்பியர் எடுத்துக்கொள்கிறது. அதன் மின்தடை 0.5 ஓம். எந்த மதிப்புடைய மின்தடையை அதனுடன் இணைத்தால் அதே திருப்புத்திறனும் நிமிடத்திற்கு 1500 rpm. சுற்றுக்களும் பெற முடியும். கட்டுப்படுத்தியில் ஏற்படும் மின்திறன் இழப்பு எவ்வளவு? (அதே திருப்புத்திறன் இருப்பதால் மோட்டாரின் மின்னோட்டமும் அதே அளவு இருக்கும்).

$$E_{b1} = V - I_a R_a = 240 - (10 \times 0.5) = 240 - 5 = 235 \text{ volts}$$

$$E_{b2} = \frac{E_{b1}N_2}{N_1} = \frac{235 \times 1500}{2000} = 176.3 \text{ volts.}$$

$$I_a R_t = V - E_{b2} = 240 - 176.3 = 63.7 \text{ volts}$$

$$\text{Therefore, } R_t = \frac{I_a R_t}{I_a} = \frac{63.7}{10} = 6.37 \text{ ohms.}$$

$$\text{Therefore, } R_s = R_t - R_a = 6.37 - 0.5$$

$$\text{சீரிஸ் கட்டுப்பாட்டு மின்தடை} = 5.84 \text{ ohms}$$

$$\text{கட்டுப்பாட்டு மின்தடையில் ஏற்படும் மின்சக்தி இழப்பு } I_a^2 R_s = 10^2 \times 5.87 = 587 \text{ watts.}$$

**DC இயந்திரத்தின் குறைபாடுகளை நிவர்த்தி செய்தல் (Troubleshooting in DC machines)**

நோக்கங்கள்: இப்பாட இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- குறைபாடுகள் நிவர்த்தி பட்டியலை பயன்படுத்தி குறைகளை களைதல் i) DC இயந்திரம், ii) DC மோட்டார், iii) DC ஜெனரேட்டர்.

DC இயந்திரங்களில் மின்பழுது பிரச்சனைகள் ஏற்படுகின்றன. ஆனால் AC மின் இயந்திரங்களில் இயல்பாக பிரச்சனைகள் ஏற்படுவதில்லை. DC மோட்டார்கள் மற்றும் ஜெனரேட்டர்கள் காழுடேட்டர்களும் பிரஸ்களும் கொண்டவை. இதுவே பிரச்சனை ஏற்பட சிறப்பு காரணமாக அமைகிறது. காழுடேட்டரை சரியாக பராமரித்தால் இவைகள் பல ஆண்டுகளுக்கு பயனுள்ள பலனை அளிக்கும்.

அட்டவணை 1-ல் DC இயந்திரங்களின் பொதுவான குறைபாடுகளை நிவர்த்தி செய்தலும், அட்டவணை 2-ல் DC மோட்டார் மற்றும் அட்டவணை 3-ல் ஜெனரேட்டருக்கான குறைபாடுகள் நீக்குவதற்கானது தரப்பட்டுள்ளது.

**அட்டவணை 1**

**DC இயந்திரத்தின் குறைகளை நீக்குவதற்கான அட்டவணை (Trouble shooting chart for DC machines)**

அறிகுறிகள்	காரணங்கள்	நீக்குவதற்கான முறைகள்
பிரஷ்களின் தேய்மானம் மிகவும் அதிகம்	a பிரஷ்ஷின் அழுத்தம் குறைவு b பிரஷ்கள் முழுவதுமாக படிவதில்லை	a பிரஷ்ஷின் அழுத்தத்தை பரிசோதிக்க வேண்டும் b பிரஷ்ஷின் முகம் மற்றும் பிரஷ்யை ஆய்வு செய்ய வேண்டும்.
அல்லது பன்றி வால் (pig tails) வெப்பம் அடைதல் அல்லது காழுடேட்டரில் தீப்பொறி ஏற்படுத்தல் அல்லது காழுடேட்டர் அதிகமாக வெப்பமடைதல்	c மாற்றப்பட்ட பிரஷ்கள் சரியான தரமும் அளவும் இல்லை d அதிக பளு e அதிக பிரஷ் அழுத்தம் f பிரஷ் ஹோல்டரில் சிக்கிக் கொண்டதால் குறைந்த அல்லது சமமற்ற பிரஷ் அழுத்தம் g காழுடேட்டர் செக்மெண்டில் குறுக்கு சுற்று h காழுடேட்டரில் சமமற்ற பரப்பு	c சரியான தரம் வாய்ந்த பிரஷ்களை மாற்ற வேண்டும். d பளுவை குறைக்க வேண்டும் e பிரஷ் அழுத்தத்தை குறைக்க வேண்டும். f பிரஷ் சுலபமாக போய் வர ஹோல்டரை சரி செய்ய வேண்டும் g மைக்காவை under cut செய்யவும் h காழுடேட்டரை சுத்தப்படுத்தி குறுக்கு சுற்று உள்ளதா என சோதிக்க வேண்டும்

அறிகுறிகள்	காரணங்கள்	நீக்குவதற்கான முறைகள்
பிரஷ் உதறுதல் அல்லது ஹிஸ்ஸிங் சத்தம் (hissing noise)	<p>i பிரஷ் காந்த அச்சுக்கு நடுவில் இல்லாமை (MNP)</p> <p>j அழுக்கடைந்த எண்ணெய் பசையுடன் உள்ள பிரஷ் பரப்பு</p> <p>k சரியான திசையில் சுழலுவதில்லை</p> <p>a பிரஷ் ஹோல்டரில் இடைவெளி அதிகரித்தல்</p> <p>b தவறான கோணத்தில் பிரஸ் இருப்பது</p> <p>c தவறான பிரஷ்களை பயன்படுத்துவதால்</p> <p>d உயரம் அதிகமான மைக்கா</p> <p>e பிரஷ் மீது ஸ்பிரிங்கின் அழுத்தம் சரியில்லாமல் இருப்பது</p>	<p>i rocker arm -ஐ காந்த அச்சுக்கு சரி செய்யவும்</p> <p>j பிரஸ்யை சுத்தப்படுத்தி பளபளப்பாக்கவும்</p> <p>k சுழலும் திசையை சரி பார்த்து திருத்தவும்</p> <p>a பிரஷ் ஹோல்டரை சரி செய்யவும்</p> <p>b சரியான கோணத்தில் பிரஷ்யை வைக்கவும்.</p> <p>c தயாரிப்பாளர் தெரிவிக்கும் பரிந்துரையின் படி செயல்படவும்</p> <p>d அதிகமாக உள்ள மைக்காவை வெட்டவும்</p> <p>e ஸ்பிரிங்கின் அழுத்தத்தை சரியான அளவிற்கு கொண்டு வரவும்</p>
செலக்டிவ் காழுடேசன் (ஒரு பிரஷ் மட்டும் அதிக பளு எடுத்துக் கொள்கிறது)	<p>a ஸ்பிரிங்கின் அழுத்தம் போதுமானதாக இல்லை</p> <p>b ஆர்மெச்சூரில் சமமில்லாத மின்சுற்று</p>	<p>a சரியான அழுத்தம் இருக்குமாறு செய்யவும். பிரஸ் சுலபமாக போய் வர ஆவண செய்யவும்.</p> <p>b பழுதுபட்ட இணைப்பில் அதிக மின்தடையை நீக்கவும்</p>
குறைந்த பளுவில் தீப்பொறி	<p>a காழுடேட்டர் மீது வர்ணத்துளிகள் இரசாயன பொருட்கள் எண்ணெய் அல்லது கிரீஸ் இருக்கிறது.</p>	<p>a குறிப்பிட்ட பயன் பாட்டுக்குரிய மோட்டாரை பயன் படுத்தவும் காழுடேட்டரை சுத்தம் செய்யவும் அயல் பொருட்கள் காழுடேட்டர் மீது விழாதவாறு மூடப்பட்ட மோட்டாரை பயன்படுத்த வேண்டும்.</p>
பீல்டு காயில் அதிக வெப்பமடைதல்	<p>a சுற்றுக்களுக்கிடையே அல்லது அடுக்குகளுக்கிடையே குறுக்குச் சுற்று இருக்கும்</p>	<p>a பழுதுபட்ட காயிலை மாற்றவும் அல்லது காயிலை ரீவையிண்டு. செய்யவும்.</p>
ஆர்மெச்சூர் அதிகமாக சூடாகுதல்	<p>a ஆர்மெச்சூருக்கு குறுக்கே அதிக மின்னழுத்தம்</p>	<p>a ஜெனரேட்டராக இருந்தால் வேகம் அதிகமாக இருக்கும். அளந்து குறைக்கவும்.</p>

அறிகுறிகள்	காரணங்கள்	நீக்குவதற்கான முறைகள்
இயந்திரம் இயங்குகிறது ஆனால் அதிக சூடாகிறது	<p>b ஆர்மெச்சூரில் அதிக மின்னோட்டம்</p> <p>c ஆர்மெச்சூரில் குறுக்கு சுற்று</p> <p>d இயந்திரத்தை சுற்றிலும் காற்றோட்டம் குறைவாக</p>	<p>b பளுவை குறைக்கவும்</p> <p>c காழுடேட்டரை பரிசோதித்து ஏதேனும் இரும்பு பிசிறுகள் அதன் இடைப்பள்ளங்களில் இருந்தால் அகற்றவும். இயந்திரத்தை சோதித்து குறுக்கு சுற்று உள்ளதா என பார்த்து சரி செய்யவும்.</p> <p>d மின்விசிறி மூலம் நல்ல காற்றோட்ட வசதியினை இயந்திரத்தை சுற்றி ஏற்படுத்தவும்.</p>
ஒடும் போது அதிருதல்	<p>a அதிகபளு</p> <p>b தேய்ந்துபோன பேரிங்</p> <p>c இறுக்கமான பேரிங்</p> <p>d குறுக்கு சுற்று அல்லது நிலப் பிணைப்புள்ள வையிண்டிங்</p> <p>e இணைக்கும் கப்பிகள் (pulley) சரியான நேர்க்கோட்டில் அமையவில்லை</p>	<p>a பளுவை குறைக்கவும்</p> <p>b பேரிங்குகளை புதுப்பிக்கவும்</p> <p>c கிரீஸ் தடவவும்</p> <p>d வையிண்டிங்கை சோதனை செய்யவும்.</p> <p>e சரியாக நேர்படுத்தவும்</p>
இயந்திர சத்தம்	<p>a அஸ்திவார போல்ட் தளர்வாக இருத்தல்</p> <p>b தளர்வான இணைப்பு</p> <p>c பொருத்தமற்ற இணைப்பு</p> <p>d உள்பாகங்கள் தளர்வாக இருத்தல்</p> <p>e வளைந்த அச்சு (Shaft)</p>	<p>a இறுக்கவும்</p> <p>b இறுக்கவும்</p> <p>c நேர்படுத்தி இணைக்கவும்</p> <p>d இறுக்கவும்</p> <p>e கடைசல் இயந்திரத்தை பயன்படுத்தி நேர்படுத்தவும்</p>
பேரிங் வெப்பமாகுதல்	<p>a காற்று இடைவெளியில் அயல் பொருட்கள்</p> <p>b சமநிலைபடுத்தாக ஆர்மெச்சூர்</p> <p>c சேதமடைந்த பேரிங்</p>	<p>a இயந்திரத்தை சுத்தம் செய்யவும்.</p> <p>b சமநிலைபடுத்தவும்</p> <p>c பேரிங்கை மாற்றவும்</p>
	<p>a தரமற்ற கிரீஸ்யை பயன்படுத்துதல்</p>	<p>a தரமற்ற கிரீஸ்யை அகற்றவும் அதற்கு பதிலாக தரமுள்ள கிரீஸ் அல்லது பரிந்துரைக்கப் பட்ட கிரீஸ்யை பயன்படுத்த வேண்டும்.</p>

**அட்டவணை 2**

**DC இயந்திரத்தின் குறைகளை நீக்குவதற்கான அட்டவணை (Trouble shooting chart for DC machines)**

அறிகுறிகள்	காரணங்கள்	நீக்குவதற்கான முறைகள்
மோட்டார் துவங்கவில்லை	<p>a ஸ்டாட்டரில் திறந்த சுற்று</p> <p>b குறைந்த அல்லது டெர்மினல் மின்னழுத்தம் இல்லாதது</p> <p>c பேரிங் உறைந்து விடுதல்</p> <p>d அதிக பளு</p> <p>e அதிக உராய்வு</p>	<p>a ஸ்டாட்டரில் உள்ள மின் தடைக்கு தொடர்ச்சியை சரி பார்த்து சரிசெய்யவும்.</p> <p>b பெயர் பலகையில் குறிப்பிட்டுள்ள இன்கம்மிங் மின்னழுத்தத்தை சரி பார்க்கவும் மற்றும் சப்ளை மின்னழுத்தத்தை சரி செய்யவும்.</p> <p>c அச்சுத்தண்டை (Shaft) மறுசீர் செய்து பேரிங்கை புதுப்பிக்கவும்.</p> <p>d பளுவை குறைக்கவும்</p> <p>e பேரிங்கை சரிபார்த்து சரியான தரமுள்ள எண்ணெய் இடவும். மோட்டாரை மட்டும் தனிமைப் படுத்தி அச்சை கையால் சுற்றிப் பார்த்து குறைகள் உள்ளனவா எனப் பார்க்கவும். குறையை சரி செய்து மீண்டும் இணைத்து பார்க்கவும். பிறகு ஒவ்வொரு பாகமாக பரிசோதித்து குறிப்பிட்ட இடத்தை கண்டறியவும். வளைந்திருந்தால் சரி செய்யலாம் அல்லது அச்சினை புதியதாக மாற்றவும்.</p>
மோட்டார் துவங்கி சிறிது நேரத்திலேயே நின்று விடுகிறது	<p>a மோட்டாருக்கு மின்சக்தி கிடைக்கவில்லை</p> <p>b மோட்டார் பலவீனமாக இயங்குகிறது அல்லது காந்தமண்டலம் இல்லாமல்</p> <p>c பளுக்கு ஏற்ப மோட்டாரின் திருப்புத்திறன் போதுமானதாக இல்லை.</p>	<p>a மோட்டாரின் முனைகளில் மின்னழுத்தத்தை சரி பார்க்கவும். ஃப்யூஸ், overload relay ஆகியவற்றை சரி செய்யவும்.</p> <p>b வேகக்கட்டுப்பாடு கொண்ட மோட்டாராக இருந்தால் மின்தடையை சோதித்து சரியாக உள்ளதா என்று கவனிக்கவும். தொடர்ச்சி உள்ளதா என்று பார்க்கவும். மின்சுற்றில் தளர்வு நிலை அல்லது முறிவு நிலை இருந்தால் சரி செய்யவும்</p> <p>c லைன் மின்னழுத்தத்தை சரி பார்க்கவும். பளுவுக்கு தக்கவாறு சரியான மோட்டாரை தேர்வு செய்து உபயோகிக்கவும்.</p>
பளு உள்ள நிலையில் மோட்டார் குறைவான வேகத்தில் சுழலுகிறது	<p>a லைன் மின்னழுத்தம் மிகவும் குறைவு</p>	<p>a மின்னழுத்தத்தை சரி செய்யவும் அல்லது மின் தடையை பரிசோதித்து அதிகமாக உள்ளதை அகற்றி விடவும்.</p>

அறிகுறிகள்	காரணங்கள்	நீக்குவதற்கான முறைகள்
மோட்டாரில் பளு உள்ள போது அதிக வேகமாக சுற்றுகிறது	<p>b பிரஷ் காந்த நடுநிலை அச்சிலிருந்து தள்ளி இருத்தல்</p> <p>c அதிகமான பளு</p> <p>a பலவீனமான காந்த மண்டலம்</p> <p>b லைன் மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருத்தல்</p> <p>c பிரஷ் காந்த நடுநிலைக் கோட்டில் இல்லாமை</p>	<p>b பிரஸ்யை சரியான நிலையில் காந்த நடுநிலை அச்சில் வைக்கவும்</p> <p>c மோட்டார் மீது அதிகமான பளு இல்லாமல் பார்த்துக் கொள்ளவும்.</p> <p>a ஷன்ட் பீட்டு சுற்றின் மின் தடையை பரிசோதனை செய்ய வேண்டும்</p> <p>b அதிக மின்னழுத்த நிலையை சரி செய்யவும்</p> <p>c காந்த நடுநிலைக் கோட்டிற்கு பிரஸ்யை கொண்டு வரவும்.</p>

### அட்டவணை 3

#### DC ஜெனரேட்டரின் குறை நிவர்த்திக்கான அட்டவணை (Trouble shooting chart for DC Generators)

அறிகுறிகள்	காரணங்கள்	நீக்குவதற்கான முறைகள்
ஜெனரேட்டர் மின் அழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்யவில்லை.	<p>a ஜெனரேட்டர் சுழலும் திசைமாறி இருக்கலாம்.</p> <p>b பிரஷ்கள் காழுமேட்டர் மீது சரியாக பொருந்தாமல் இருக்கலாம்</p> <p>c எஞ்சிய காந்தத்தன்மை (Residual magnetism) முழுவதுமாக இழந்திருக்கும்</p> <p>d ஜெனரேட்டரின் வேகம் மிகக் குறைவு</p> <p>e ஆர்மெச்சூரில் குறுக்குச் சுற்று</p> <p>f ஆர்மெச்சூரில் திறந்த சுற்று</p> <p>g பீட்டு மின்சுற்றில் குறுக்கு சுற்று</p> <p>h பீட்டு வையிண்டிங்கில் திறந்த சுற்று</p>	<p>a சரியான குறிப்பிட்ட திசையில் சுழல ஆவண செய்யவும்.</p> <p>b பிரஷ்களை காழுமேட்டர் மீது சரியாக பொருந்த வேண்டும்.</p> <p>c ஜெனரேட்டரை மோட்டாராக சில வினாடி நேரம் இயக்க வேண்டும் அல்லது வையிண்டிங்யை மின்சுலம் மூலமாக DC மின்னோட்டம் இணைத்து புதியதாக எஞ்சிய காந்தத்தன்மையை ஏற்படுத்த வேண்டும்.</p> <p>d பிரைம் மூவர் மூலம் ஜெனரேட்டரின் இயல்பான வேகத்திற்கு கொண்டு வரவும்.</p> <p>e ஆர்மெச்சூரின் குறுக்குச் சுற்றை சரி செய்யவும்.</p> <p>f திறந்த சுற்றை பரிசோதித்து சரி செய்யவும்</p> <p>g பரிசோதித்து குறுக்குச் சுற்றினை சரி செய்யவும்.</p> <p>h தொடர்ச்சி சோதனை செய்யும் பழுதிருந்தால் சீர் செய்யவும்.</p>

## DC இயந்திரங்களை பராமரிக்கும் முறை (Maintenance procedure for DC machines)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய பராமரிப்பு என்றால் என்ன என்று வரையறுத்தல்
- DC மோட்டாருக்கு பரிந்துரை செய்யப்பட்ட பராமரிப்பு அட்டவணையை விவரித்தல்
- பராமரிப்பு பற்றிய பதிவுகளை எவ்வாறு பராமரிப்பது என்பதை விளக்குதல்.

**தடுத்து நிறுத்தக் கூடிய பராமரிப்பு (Preventive maintenance):** மின்னியல் இயந்திரங்களின் பாதுகாப்பு பராமரிப்பானது அட்டவணையிடப்பட்ட காலமுறை ஆய்வுகளினாலும், சோதனைகளாகும், திட்டமிடப்பட்ட சிறிய பராமரிப்பு பழுது பார்த்தினாலும் ஆய்வுகளின் பதிவுகளை எதிர்கால குறிப்புகளுக்காக பராமரிக்கும் அமைப்பினாலும் செய்யப் படுகிறது. தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய பராமரிப்பானது வழக்கமான செயல்பாடுகள் கூடிய மற்றும் திட்டமிடப்பட்ட செயல்பாடுகளின் சேர்க்கையாகும்.

**வழக்கமான செயல்பாடுகள் (Routine operations):** வழக்கமான செயல்பாடுகள் என்பது தினசரி வாரத்திற்கு ஒருமுறை அல்லது நிலையான காலமுறைகளினால் ஆய்வு மேற்கொள்வது குறித்து நிலையான அட்டவணையினை பின்பற்றுதலைக் கொண்டதாகும்.

**திட்டமிடப்பட்ட செயல்பாடுகள் (Planned operation):** இதற்கு மாறாக ஒழுங்கற்ற கால அவகாசங்களில் செய்யப்படும் கூடுதலான வேலையினை கொண்டது மற்றும் சோதனை செயல்பாட்டின் முன் அனுபவம் அல்லது பராமரிப்பு பகுதிகளில் காணப்படும் குறைபாடுகளின் விவரம் ஆகியவைகளால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

**தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய பராமரிப்பின் அவசியம் (Necessity of preventive maintenance):** இயந்திரங்களின் மிகப் பெரிய பழுதுகள், சரிபார்க்கும் செலவுகள், உற்பத்தி நேரத்தின் இழப்பு ஆகியவைகளை மின்னியல் இயந்திரங்களின் மீதான தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய பராமரிப்பினை மேற்கொள்வதால் நீக்கலாம். செயல்களின் சிக்கனம் சார்ந்திருக்கும் இயந்திர செயல்பாடுகள் இயந்திரத்தின் நீண்ட கால பயன்பாடு, குறைந்த பராமரிப்பு மற்றும் பழுது பார்த்தல் கட்டணம் குறைதல் ஆகியவற்றை தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய பராமரிப்பினால் பெறலாம்.

**தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய பராமரித்தலை திட்டமிடுதல் (Scheduling of preventive maintenance):** தினந்தோறும், வாரத்திற்கு ஒருமுறை, மாத்திற்கொருமுறை, ஆறு மாதங்களுக்கு ஒருமுறை, வழக்கமாக செய்யப்படும் காலமுறை ஆய்வுகளும், சோதனைகளும் சீழ்க்காணும் காரணங்களைப் பொருத்து அட்டவணையிடப்படலாம்.

- உற்பத்தியின் போது மோட்டார்/ஜெனரேட்டரின் முக்கியத்துவம்
- இயந்திரத்தின் பயன் சுழற்சி
- இயந்திரத்தின் ஆயுட் காலம்
- இயந்திரத்தின் முன்வரலாறு
- இயந்திரம் இயங்கும் சுற்றுச்சூழல்
- உற்பத்தியாளரின் பரிந்துரைகள்

**இயந்திரங்களுக்கு பரிந்துரைக்கப்பட்ட பராமரிப்பு (Recommended maintenance schedule for machines):** வழக்கமான காலமுறை ஆய்வுகளை மேற்கொள்ளும் போது ஒரு மின் பணியாளர் மின்னியல் இயந்திரங்களின் பழுதுகளை கண்டுபிடிக்கவும், நிர்ணயிக்கவும் தன் உணர்வுகளை பயன்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். இன்சுலேஷன் எரிவதை நுகர்வதிலும், தொடு உணர்ச்சியால் வையிண்டிங் அல்லது பேரிங்கில் ஏற்படும் அபரிதமான வெப்பத்தினை கண்டுபிடிக்கவும் கேட்கும் உணர்வால் அதிகமான சப்தம், வேகம் அல்லது வேகமான அதிர்வுகளை கண்டுபிடிக்கவும், பார்வையினால் தீப்பொறிகள் மற்றும் இயந்திரங்களில் ஏற்படும் பழுதுகளை கண்டுபிடிக்கவும் வேண்டும். அதுமட்டுமல்ல, சேர்ந்து உணரப்படுதலை கண்டு பலதரப்பட்ட சோதனை முறைகளும் சேர்ந்து பழுதினை கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

இந்த செயல்முறை நிலையில் மின்னியல் அடிப்படை தத்துவங்களை பூரணமாக புரிந்து கொள்வதும், சோதனைக் கருவிகளை முழுமையாக பயனளிக்கக்கூடிய வகையில் உபயோகப்படுத்துவதும் மின்பணியாளர்களுக்கு அவசியமாகும்.



## இயந்திரத்தின் விபரங்கள் (Machine Details)

தயாரிப்பாளர், வாணிபக் குறியீடு .....	
வகை, மாதிரி அல்லது பட்டியல் எண் .....	
மின்னோட்டத்தின் வகை .....	
செயல்பாடு .....	ஜெனரேட்டர்/ மோட்டார்
நிர்மான எண் அல்லது வரிசை எண் .....	
இணைப்பின் வகை.....	தனி/இணை/தொடர்/கூட்டு
ரேட்டட் மின்னழுத்தம் .....	ரேட்டட் மின்னோட்டம் .....
ரேட்டட் திறன் .....	ஆம்பியர்
ரேட்டட் exc. மின்னழுத்தம் .....	ரேட்டட் வேகம் .....
ரேட்டட் exc. மின்னழுத்தம் .....	r.p.m.
ரேட்டிங் கிளாஸ் .....	ரேட்டட் exc. மின்னோட்டம் .....
இன்சுலேஷன் வகை .....	ஆம்பியர்
	சுழலும் வகை .....
	பாதுகாப்பு வகை .....

DC இயந்திரங்களுக்கான பராமரிப்பு பட்டியல்

### 1 தினசரி பராமரிப்பு (Daily maintenance)

- நில இணைப்புகளையும் இயந்திர இணைப்பு முனைகளையும் பார்வையிட்டு சோதித்தல்
- காழுடேட்டரில் ஏற்படும் தீ பொறியை சோதித்தல்
- மோட்டார் வையிண்டிங்கில் அதிகமான வெப்ப உற்பத்தியினை சோதித்தல் (கைகளில் சுலபமாக உணரக்கூடிய வெப்பமே அனுமதிக்கப்பட்ட வெப்பமாகும்)
- கட்டுப்படுத்தும் சாதனத்தை சோதித்தல்

எண்ணெய்யால் லூப்பிரிக்கேட்டிங் செய்யப்படும் இயந்திரமாக இருந்தால்

- a எண்ணெய் வளையத்தால் லூப்ரிக்கேட் செய்யப்பட்ட இயந்திரங்களா என பார்த்து பேரிங்கை சோதித்தல்
- b பேரிங்கின் வெப்ப நிலைமை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.
- c தேவைப்படின் எண்ணெய் இடவும்
- d அச்சின் முன்பின், மேல் கீழ் அசைவுகளை சோதிக்கவும்.

- இயந்திரம் இயங்கும் போது ஏற்படும் வழக்கமில்லாத ஓசையை சோதனை செய்தல்

### 2 வாராந்திர பராமரிப்பு (Weekly maintenance)

- காழுடேட்டர் மற்றும் பிரஸ்களை சோதித்தல்

- பெல்ட்டின் இழு விசையினை பரிசோதிக்க வேண்டும். இது அதிகமாக இருக்கும் நேர்வுகளில் உடனடியாக குறைக்கப்பட வேண்டும். sleeve-bearing இயந்திரங்களில் ரோட்டார், ஸ்டேட்டார் இடையேயான இடைவெளியினை சோதிக்க வேண்டும்.

- தூசு படியக்கூடிய இடங்களில் இருக்கும் பாதுகாக்கப்பட்ட வகை இயந்திரங்களின் வையிண்டிங் மீது காற்றினை வீசச் செய்ய வேண்டும்.

- அடிக்கடி இயக்கவும், நிறுத்தவும் செய்யப்படும் இயந்திரங்களில் துவக்க கருவியில் எரிந்து போன இணைப்பு முனைகள் உள்ளதா என சோதிக்க வேண்டும்.

- எண்ணெய் வளைய லூப்ரிக்கென்ட் பேரிங்களில் எண்ணெய் தூசு துகள்கள் போன்றவற்றால் கெட்டுப்போவதை சோதனை செய்ய வேண்டும். (இதனை எண்ணெயின் நிறத்தைப் பார்த்து தோராயமாக கண்டுபிடிக்கலாம்)

- Foundation bolts மற்றும் மற்ற இணைப்புகளை சோதித்தல் (fasteners)

### 3 மாதாந்திர பராமரிப்பு (Monthly maintenance)

- controllers முழுவதுமாக பழுதுபார்த்தல்.
- எண்ணெய் சர்க்யூட் பிரேக்கரை (oil circuit breakers) சோதித்தல், சுத்தம் செய்தல்
- தூசு படியக்கூடிய, ஈரம்படக்கூடிய இடங்களிலுள்ள அதிவேக பேரிங்களில் எண்ணெயை மாற்றுதல்.

- பிரஷ் ஹோல்டரை தேய்த்து சுத்தமாக்குதல், DC இயந்திரங்களிலுள்ள பிரஷ் இருக்கையினை சோதித்தல்.

#### 4 ஆறுமாதங்களுக்கு ஒரு முறை செய்ய வேண்டிய பராமரிப்பு ( Half-yearly maintenance)

- பிரஷ்களை சோதித்து தேவைப்பட்டால் மாற்ற வேண்டும்.
- அரிக்கும் தன்மையுள்ள பொருட்கள் மற்றும் மற்ற பொருட்களைப் பொருத்து இயந்திரங்களின் வையிண்டிங்களுக்கு வார்னீஷ் பூச வேண்டும்.
- பிரஷ்களின் இழு விசையினை சோதித்து தேவைப்பட்டால் சரி செய்ய வேண்டும்.
- உருண்டை அல்லது உருளை பேரிங்களில் உள்ள கிரீஸ்-யை சோதனை செய்ய வேண்டும் மற்றும் தேவைப்படும் போது அதனை நிரப்ப வேண்டும். அதிகமாக நிரப்புவதை தடுக்க வேண்டும்.
- மோட்டாருக்கு செலுத்தப்படும் மின்னோட்டம் அல்லது ஜெனரேட்டரிலிருந்து பெறப்படும் மின்னோட்டத்தினை இயல்பான மதிப்புடன் ஒப்பிடுக.
- எண்ணெய் பேரிங்களை நீக்கி, சிறிதளவு பெட்ரோலில் சுழவி பிறகு சுத்தமான எண்ணெயை நிரப்பவும்.

#### 5 ஆண்டு பராமரிப்பு ( Annual maintenance)

- அதிவேக பேரிங்களை சோதித்து தேவைப்பட்டால் மாற்றவும்.
- இயந்திரத்தின் மீது சுத்தமான உலர்ந்த காற்றினை வீசச் செய்யவும். இன்சுலேஷனை சேதப்படுத்தாத அழுத்தத்தில் காற்று இருக்கிறதா என்பதில் உறுதியாக இருக்க வேண்டும்.
- எண்ணெய் பசையுள்ள வையிண்டிங்களை சுத்தப்படுத்தி வார்னீஷ் பூசவும்.
- தீவிரமாக செயல்படுத்தப்படும் மோட்டார்களை முழுவதுமாக பழுது பார்த்தல் வேண்டும்.
- சுவிட்ச் மற்றும் ஃப்யூஸ் இணைப்பினை சேதடைந்திருந்தால் மாற்றவும்.
- ஸ்டாட்டரிலிருக்கும் எண்ணெய் மற்றும் பேரிங் கிரீஸ்/எண்ணெயை சரி பார்க்கவும்.
- சுவிட்ச்யின் நிலை, ஜெனரேட்டர்

வையிண்டிங்கிற்கு இடையேயான நிலத்தடையினை சோதிக்க வேண்டும்.

- ஆர்மெச்சூர்க்கும் / பீல்டிற்கும் இடையேயான காற்று இடைவெளியினை சோதிக்க வேண்டும்.
- மோட்டார் /ஜெனரேட்டர்களை முழுவதுமாக பழுதுபார்த்தலுக்கு முன்னும் பின்னும் insulation யை சோதிக்க வேண்டும்.

#### 6 பதிவுகள் ( Records)

- ஒவ்வொரு இயந்திரத்திற்கும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பக்கங்களுடன் ஒரு பதிவேடு பராமரிக்கப்பட வேண்டும். நேரத்திற்கு நேரம் செய்யப்படும் அனைத்து சோதனைகளும் பராமரிப்பு பணிகளும் அவற்றில் பதிவு செய்யப்பட வேண்டும். இப்பதிவுகள் முந்தைய செயல்பாடுகள், இயல்பான இன்சுலேஷன் நிலை, காற்று இடைவெளி அமைப்பு அளவுகள், பழுதின் இயல்பு மற்றும் இரண்டு பழுதுபார்த்தலுக்கு இடையேயான கால அளவு மற்றும் மற்ற முக்கிய தகவல்கள் நல்ல செயல்முறை மற்றும் பராமரிப்புக்கும் உதவியாக இருக்கும்.

இயந்திரம் இயங்கும் நிலையிலோ அல்லது இயங்காத நிலையிலோ வழக்கமான பராமரிப்பு செய்யப்படுதல் வேண்டும். திட்டமிடப்பட்ட பராமரிப்பு விடுமுறை நாட்களிலோ, சிறிது நேர நிறுத்தங்களிலோ செய்யப்படுதல் வேண்டும்.

பராமரிப்பு அட்டையில் குறிக்கப்பட்டுள்ள வழக்கமான பராமரிப்பு அறிக்கையினை அடிப்படையாக கொண்டு திட்டமிடப்பட்ட பராமரிப்பு முடிவு செய்யப்படல் வேண்டும்.

#### பராமரிப்புப் பதிவு (Maintenance record)

தடுத்து நிறுத்தக் கூடிய பராமரிப்பு அட்டவணையில் சோதனை செய்யப்பட்ட அறிக்கையின் பதிவினை பராமரிப்பது அவசியமாகிறது. இந்த பராமரிப்பு அட்டவணையை பார்த்து பணிமனை பொருப்பாளர் பராமரிப்பை திட்டமிடுகிறார்.

**பராமரிப்பு அட்டை (Maintenance card):** இதன் முதல் பக்கத்தில் இயந்திரங்களின் பெயர் பலகை, இடம் கொள்முதல் செய்யப்பட்ட வருடம், ஆரம்பகால சோதனை முடிவுகள் ஆகியவைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பராமரிப்பு அட்டையினை கவனமாக படித்தால்

உட்புற பாகங்களின் விளக்கம் (Details of inner parts) பக்கம் 1	
<p><b>பேரிங்</b> Sleeve உருண்டை உருளை முன்பக்க முடிவு எண் ..... Pulley முனை எண் ..... கீர்ஸ் எண்ணெய் வகை ..... Coupling வகை ..... பிரஷ்ஷின் தரம் ..... பிரஷ் எண் (உற்பத்தியாளர் தெரிவித்துள்ள படி) .....</p>	<p><b>சப்ளை ஆர்டர் பற்றிய குறிப்புகள்</b> சப்ளை ஆர்டர் எண்: ..... கொள் முதல் செய்த ஆண்டு ..... முதல் ஆய்வு மற்றும் சோதனை நாள் ..... நிர்மாணிப்பு நாள் ..... இடம் .....</p>

ஆரம்ப சோதனை முடிவுகள் (Initial Test Results) பக்கம் 1	
<p>ஷன்ட் வையிண்டிங் மின்தடை மதிப்பு ..... சீரிஸ் வையிண்டிங் மின்தடை மதிப்பு ..... ஆர்மெச்சூர் மின்தடை மதிப்பு ..... கீழே உள்ள வற்றிக்கான இன்சுலேசன் மின்தடை மதிப்பு ஆர்மெச்சூர் மற்றும் ஷன்ட் வையிண்டிங் ..... சீரிஸ் வையிண்டிங் மற்றும் ஆர்மெச்சூர் ..... சீரிஸ் மற்றும் ஷன்ட் ..... ஆர்மெச்சூர் மற்றும் பிரேம் ..... ஷன்ட் மற்றும் பிரேம் ..... சீரிஸ் வையிண்டிங் மற்றும் பிரேம் .....</p>	<p>இரண்டாவது பக்கத்தில் உள்ளது செய்யப்பட்ட பராமரிப்பு வேலை மற்றும் கண்டறியப்பட்ட பழுதுகளின் குறிப்புகளை காட்டுகிறது.</p>

பணிமனை பொருப்பாளருக்கு எந்திரம் வேலை செய்யாமல் நிற்கும் நாளை திட்டமிட்டு அதற்கு முன்னரே எந்திரத்தினை முழுதும் பழுது பார்த்தல் அல்லது ஒரு மிகப் பெரிய பழுதினை தடுக்க பராமரிப்பு அட்டவணையிலிருந்து எடுத்தல் ஆகியவைகளுக்கு மிக உதவியாக இருக்கும்.

**பராமரிப்பு முறைகள் (Method of maintenance):**  
தடுத்து நிறுத்தக்கூடிய பராமரிப்பில் திறனை அதிகரிக்க வழக்கமான பராமரிப்பு சோதனையின் போது மோட்டார்/ஜெனரேட்டரின் பாகங்களில் மேற்கொள்ள வேண்டிய ஆய்வுகளும், சரி செய்தலும் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

- மோட்டார் /ஜெனரேட்டர் சுவிட்ச் கியர் மற்றும் சம்மந்தப்பட்ட இடங்களில் உள்ள அழுக்கு, தூசு, எண்ணைகளை சுத்தமாக்கவும், உலர்ந்த அழுத்தமான காற்றினைக் கொண்டு எந்திரத்திலிருக்கும் தூசுகளை நீக்கவும்.
- பேரிங்குகளில் தினமும் அதிகமான ஓசையையும், வெப்ப நிலையையும் சோதிக்கவும். தேவைப்பட்டால்

பேரிங்குகளுக்கு ஒரே தரம் கொண்ட எண்ணெய் விட வேண்டும். வேறுபட்ட தரமான எண்ணெயினை உபயோகிப்பதால் அமிலமும், கசடும் (sludge) பேரிங்குகளை சேதப்படுத்தும்.

- பெல்ட், பல்சக்கரங்கள் மற்றும் இணைப்புகளை (கப்ளிங்குகளை) அவற்றின் தளர்வு அதிர்வு மற்றும் சப்தத்திற்காக தினமும் சோதனை செய்ய வேண்டும். பழுது இருப்பதாக கண்டறிந்தால் சரி செய்ய வேண்டும் அல்லது மாற்றிவிட வேண்டும்.
- தீப்பொறி ஏற்படுதல் மற்றும் தேய்தல் ஆகியவற்றிற்காக பிரஸ் மற்றும் காழுமேட்டர்களை வாரம் ஒரு முறை சோதனை செய்ய வேண்டும்.
- சரியான லூப்ரிகேஷனுக்கு உருளை பேரிங்குகளை வாரம் ஒரு முறை சோதனை செய்ய வேண்டும்.
- அதிக தேய்மானம் துரிதமான இயக்கம் மற்றும் தீப்பொறி ஏற்படுத்தும் பிரஷ்களை மாதம் ஒருமுறை ஆய்வு செய்ய வேண்டும். தேய்ந்து போன பிரஸ்களை அதே தரமுள்ள

பிரஸ்ஸினால் மாற்ற வேண்டும். பிரஸ்களின் மீதுள்ள ஸ்பிரிங் இழுவிசையை சோதனை செய்ய வேண்டும். மற்றும் தேவையெனில் சரி செய்ய வேண்டும். மோசமான தேய்ந்துபோன காழுடேட்டர்களை கடைசல் இயந்திரத்தின் மூலம் கடைய வேண்டும். அல்லது மாற்றிவிட வேண்டும்.

- சரியான பொருத்தத்திற்காக பிரஸ்களை மாதம் ஒரு முறை சோதனை செய்ய வேண்டும். தேவையெனில் காழுடேட்டர் பரப்பிற்கு ஏற்ற சரியான வளைவை பெற மறுவடிவம் செய்ய வேண்டும்.
- தேய்தல், குழிவு ஏற்படுதல் மற்றும் எரிந்துபோன காரணங்களுக்காக சுவிட்ச் கியரின் முதன்மை மற்றும் துணை இணைப்பு முனைகளை மாதம் ஒரு முறை சோதனை

செய்ய வேண்டும். மோசமான தேய்ந்துபோன இணைப்பு முனையை மாற்றிட வேண்டும். இணைப்பு செய்யும் முனைகளை அவற்றின் தளர்வாக இணைப்பு மற்றும் எரிந்துபோன இணைப்புகளுக்காக சோதனை செய்து பழுதுகளை சரி செய்ய வேண்டும்.

- பீல்டு வையிண்டிங் மற்றும் ஆர்மெச்சூர் ஆகியவற்றை இன்சுலேஷன் மற்றும் நில இணைப்பு பழுது ஆகியவற்றிற்காக மாதம் ஒரு முறை சோதனை செய்ய வேண்டும். 1 மெகா ஓமிற்கு குறைவான இன்சுலேஷன் இருந்தால் அது வலிமை குன்றிய இன்சுலேஷனை காட்டுகிறது. தேவையெனில் வையிண்டிங்கை உலர்த்தி மீண்டும் வார்னீஷை பூச வேண்டும்.

### பராமரிப்பு அட்டை (Maintenance Card)

#### வழக்கமான பராமரிப்பு அறிக்கை (Report on routine maintenance) பக்கம் 2

பராமரிப்பு செய்யப்பட்ட நாள்	செய்யப்பட்ட பராமரிப்பின் வகை	கண்டறியப்பட்ட பழுதுகள்	பராமரிப்பு மேற்கொண்டவர் (கையொப்பம்)	தெரிவிக்கப்பட்டவர் (கையொப்பம்)	குறிப்பு

குறிப்பு: கீழ்க்கண்ட பராமரிப்பு அட்டையில் மோட்டாரில் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் செய்யப்பட்ட சோதனைகளின் விளக்கங்களை அவற்றின் அளவீடுகளை காட்டுகிறது

### பராமரிப்பு அட்டை (Maintenance Card)

#### சோதனை விவரங்களின் அறிக்கை (Report on test details) பக்கம் 3

சோதனை செய்த நாள்	காலஅட்ட வணை	சோதனை குறிப்புகள்	சோதனை முடிவுகள்	பராமரிப்பு மேற்கொண்டவர் (கையொப்பம்)	தெரிவிக்கப்பட்டவரின் பெயர் (கையொப்பம்)

குறிப்பு : கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் பழுதுகள், காரணங்கள் மற்றும் பழுது பார்த்த விபரங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

மேற்கண்டவைகளிலிருந்து மோட்டார் மற்றும் ஜெனரேட்டர்களை அவற்றின் வழக்கமான பராமரிப்புடன் குறைந்தது வருடம் ஒருமுறை முழுப் பராமரிப்பு செய்ய வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது.

### மோட்டாரை பழுதுபார்த்த அட்டை (Motor Service Card) பக்கம் 4

பழுது பார்த்த நாள்	பழுது பார்த்தல் மற்றும் மாற்றப்பட்ட பாகங்கள்	காரணங்கள்	பழுது பார்த்தவர் (கையொப்பம்)	மேற்பார்வை செய்தவர் (கையொப்பம்)	குறிப்பு

## DC மோட்டார் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் (டிரைவர்ஸ்) DC-AC மற்றும் DC-AC கட்டுப்பாடு (D.C. motor control system (drives) AC-DC and DC-AC control)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- AC to DC டிரைவ் கட்டுப்பாட்டின் இன்றியமையாமை குறித்து விவரித்தல்
- AC to DC டிரைவின் நன்மைகள் மற்றும் பயன்கள் குறித்து விவரித்தல்
- DC-DC டிரைவ் கட்டுப்பாட்டு முறை (chopper) குறித்து விவரித்தல்
- DC-DC டிரைவின் நன்மைகள் மற்றும் அதன் பயன்களை விவரித்தல்.

### AC to DC டிரைவ் கட்டுப்பாடு (AC to DC drive control)

AC/DC என்பது ஒரு மின்னணு சாதனம் . இது நிலையான ஓப்ரிசுவன்சி மற்றும் மின்னழுத்தத்தை மாற்றம் செய்யத்தக்க ஓப்ரிசுவன்சி மற்றும் AC மின்னழுத்தமாக மாற்றுகிறது. இது கீழ்க்கண்டவற்றை கட்டுப்படுத்துகிறது.

- வேகம் (the speed)
- திருப்புத்திறன் (the torque)
- குதிரை திறன் (the horse power)
- AC மோட்டாரின் திசை (the directions of AC motor)

மாற்றம் செய்யத்தக்க வேக டிரைவ் (ASD) Adjustable Speed Drives அல்லது வேறுபடுத்தும் ஓப்ரிசுவன்சி டிரைவ் (VFD) Variable Frequency Drives எனவும் இதை அழைக்கின்றனர்.

மின் ஆற்றலை சேமிப்பு செய்வதால் இது அதிக பிரபலமாக உள்ளது.

AC/DC கன்வர்டர் என்பது ஒரு SCR பிரிட்ஜ் ஆகும் (SCR bridge). இது AC மின்சக்தியை அவுட்புட் கம்பியிலிருந்து பெற்று மாற்றம் செய்யத்தக்க DC மின்சக்தியை DC bus-க்கு இன்வர்டரை பயன்படுத்தி அளிக்கின்றது.

DC bus-ன் மின்னழுத்த லெவலை preset செய்ய ஒரு மின்னழுத்த ரெகுலேட்டர் தேவைப்படுகிறது. இது மோட்டாருக்கு தேவைப்படும் அவுட்புட் மின்னழுத்தத்தை வழங்குகிறது. ஓப்ரிக்குவன்சியை கட்டுப்பாட்டு சாதனம். ஓப்ரிக்குவன்சியை மாற்றம் செய்கிறது. இது மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்துகிறது.

AC டிரைவ்வின் அளவு, விலை, நம்பகத்தன்மை மற்றும் அதன் செயல்படும் விதம் ஆகியவை தொழிற்சாலைகளில் "Variable Speed Applications"-களுக்கு அதிகமாக விரும்பப்படுகிறது.

### நன்மைகள் (Advantages)

- துல்லியமான வேக கட்டுப்பாடு
- மின்னாற்றல் சேமிப்பு
- சுலபமான இயக்கம்

- வெளிக்கட்டுப்பாடு இல்லை
- நல்ல நம்பகத்தன்மை
- குறைவான எடை மற்றும் சிறிய அளவு
- வேக கட்டுப்பாட்டிற்கு இது உகந்த முறை

### பயன்கள் (Application)

மின்விசிறி, ப்ளோயர், கம்பிரஸர், பம்பு, லேட், ஸ்டேம்பிங் பிரஸ் முதலியன.

### DC - DC டிரைவ் கட்டுப்பாடு (DC - DC drive control)(Chopper)

உலகம் முழுவதும் மின்சார ரயில் பாதைகளில் DC - DC கன்வர்டர் (chopper) டிரைவ் பயன்படுத்தப்படுகிறது. DC மோட்டாரின் ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்தத்தை மாற்றம் செய்ய DC - DC கன்வர்டர் DC நிலையான மின்னழுத்த source-க்கு இடையில் இணைக்கப்படுகிறது. இது மட்டும் அல்லாமல் DC - DC கன்வர்டர் மோட்டாருக்கு regenerative braking-யை வழங்குகிறது. மற்றும் மின்னாற்றலை சப்ளைக்கு திருப்பி அனுப்புகிறது. இது அதிக ஓப்ரிக்குவன்சியில் வேலை செய்கிறது.

மின்சார பேட்டரி வண்டிகளில் (BEVs) DC-DC கன்வர்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. DC-DC கன்வர்டர் டிரைவ்வில் சில கட்டுப்பாட்டு முறைகள் உள்ளன. அவை,

- மின்சக்தி அல்லது acceleration கட்டுப்பாடு
- Regenerative brake கட்டுப்பாடு
- Rheostatic brake control
- Combined regenerative and rheostatic brake control

### நன்மைகள் (Advantages)

இது அதிக துவக்க torque யை வழங்குகிறது. அதிக அளவு வேகத்தை கட்டுப்படுத்த இயலும். AC டிரைவ்வை விட இந்த முறை மிகவும் எளிது மற்றும் விலை குறைவு.

### பயன்கள் (Applications)

- Servo applications
- Robotics

### வையின்டிங்கில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்கள் - பீல்டு காயில் வையின்டிங் (Materials used for winding - field coil winding)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- வையின்டிங் செய்யப் பயன்படும் பல்வேறு வகையான இன்சுலேட்டிங் பொருள்களை அதன் வெப்பத்தை தாங்கும் திறனில் அடிப்படையில் வகைப்படுத்துதல்
- வையின்டிங் செய்யப் பயன்படும் இன்சுலேட்டிங் பொருள்களையும் அதன் பயன்பாட்டையும் பட்டியலிடல்.

**இன்சுலேட்டிங் பொருட்கள் (Insulating materials):** வையின்டிங் வேலையில், சரியான இன்சுலேட்டிங் பொருளை தேர்வு செய்வது ஒரு முக்கியமான அம்சமாக இருக்கிறது. மின் சாதனங்கள் மற்றும் கருவிகளிலுள்ள இன்சுலேட்டிங் பொருளின் ஆயுளானது வெப்பநிலை, மின் மற்றும் இயந்திர அழுத்தம், அதிர்வு, ஈரப்பதம், மாசு மற்றும் வேதிவினை போன்ற பல காரணங்களை பொருத்துள்ளது.

வையின்டிங்கில் பயன்படுத்தப்படும் இன்சுலேட்டிங் பொருட்களை வகைப்படுத்துதல் **(Classification of insulating materials used for winding):** மின் சாதனங்கள் மற்றும் கருவிகளில் ஏற்படும் வெப்பமானது ஒரு மின் அமைப்பில் உள்ள இன்சுலேஷன் பொருட்களின் ஆயுளை தீர்மானிக்கிறது. இன்சுலேஷன் பொருட்களை வெப்பத்தின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்துவது பயன் உள்ளதாக இருப்பதாக உலகம் முழுவதும் ஏற்று கொள்ளப்பட்டுள்ளது. எனவே

வையின்டிங்கில் பயன்படுத்தப்படும் இன்சுலேட்டிங் பொருட்களை அதன் வெப்பத்தை தாங்கும் திறனில் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு இன்சுலேஷனும் (BIS 1271-1985 அடிப்படையில்) ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையுடன் தொடர்புடையது. அந்த வெப்ப நிலையை விட அதிகமாகாதவரை வழக்கமான இயக்கத்தில் மின்சாதனங்களின் இன்சுலேஷன் ஆயுள் சிறப்பாக இருக்கும். இதை தவிர இன்சுலேஷன்களில் சேதத்தை உருவாக்கும் அதிர்வு, மாசு, வேதிப் பொருள்களின் படிவு போன்றவைகளையும் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

மிக வழக்கமாக பயன்படும் இன்சுலேஷன் பொருட்களின் வகைகள் மற்றும் அதன் வெப்பநிலைகள் அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

#### அட்டவணை 1

இன்சுலேஷன் பொருள்களை வகைப்படுத்துதல் (as per BIS:1271-1958/1985) Classification of insulations (as per BIS:1271-1958/1985)

வ. எண்	வகை	அதிகபட்ச பாதுகாப்பான வெப்பநிலை	இன்சுலேஷன் பொருள்களின் விவரங்கள்
1	2	3	4
1	Y	90°C	பருத்தி, சில்க், செறியூட்டப்பட பேப்பர்
2	A	105°C	பருத்தி, சில்க், எண்ணெய்-யில் நனைக்கப்பட்ட பேப்பர்
3	E	120°C	லெதராய்டு பேப்பர், எம்பியர் துணி, ஃபைபர்
4	B	130°C	மைக்கா, கண்ணாடி ஃபைபர், ஆஸ்பெஸ்டாஸ்
5	F	155°C	B வகை இன்சுலேஷன் பொருட்களைவிட சிறந்த குணங்களை கொண்ட இன்சுலேஷன் வகைகள், கண்ணாடி ஃபைபர், மைக்கா, ஆஸ்பெஸ்டாஸ் போன்றவை
6	H	180°C	சிலிக்கான் elastomer மற்றும் மைக்கா, கண்ணாடி ஃபைபர், மைக்கா, ஆஸ்பெஸ்டாஸ் போன்றவைகளில் கூட்டு
7	200 220 250	200°C 220°C 250°C	மைக்கா, பீங்கான், கண்ணாடி, குவாட்ஸ் போன்ற பொருள்களை கொண்டவை
			”

அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப நிலை இன்சுலேஷன் பொருளின் வெப்பநிலையாகும். மின் சாதனங்களில் அதிகமாகும் வெப்பநிலை குறிப்பதில்லை.

**பொருள்கள் (Materials):** வையின்டிங் செய்ய பின்வரும் இன்சுலேட்டிங் பொருட்கள் பொதுவாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**இன்சுலேஷன் காகித தாள்கள் (Insulation paper sheets):** வையின்டிங் அமைப்பில் ஸ்லாட்-யை இன்சுலேஷன் செய்யவும். லைவ் ஓயரை மற்ற உலோகப் பாகங்களில் இருந்து இன்சுலேட். செய்யவும் இவைகள் பயன்படுகின்றன.

**லெதராய்டு பேப்பர் (Leatheroid paper):** இது சிறந்த ஆயுள் மற்றும் மின்கடவா வலிமை கொண்ட சிறப்பு காகிதமாகும். இது அடர்ந்த க்ரே (dark grey) மற்றும் பாட்டில் பச்சை நிறத்தில் (bottle green) கிடைக்கிறது. இது 'A' வகை இன்சுலேஷன் பிரிவுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**பிரஸ்பன் காகிதம் (Pressphan paper):** இது சிறந்த டை-எலெக்ட்ரிக் (di-electric) திறன் கொண்ட வளவளப்பான மற்றும் அழுத்தப்பட்ட காகிதமாகும். இது பொதுவாக மஞ்சள் நிறத்தில் கிடைக்கிறது. இது 'A' வகை இன்சுலேஷன் பிரிவுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**ட்ரிப்லக்ஸ் காகிதம் (Triplex paper):** இது லெதராய்டு அல்லது பிரஸ்பன் அல்லது எல்பன்டைய்டு (elephantide) காகிதங்களை நீர் உறிஞ்சா தன்மையாக மாற்ற அதன் மேல் பாலிஸ்டர் பிலிம் (polyester film) அடுக்கு ஒட்டப்பட்ட காகிதமாகும். பொதுவாக இந்த காகிதத்தில் ஒரு புறம் வளவளப்பாக இருக்கும். பயன்படுத்தப்படும் காகிதத்தை பொருத்து இது பிரவுன், பச்சை, கிரே அல்லது மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும். இது E வகை இன்சுலேஷன் பிரிவுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**மில்லினக்ஸ் காகிதம் (Millinex paper):** இது பால் வெண்மை நிறத்திலான ஒரு செயற்கை (synthetic) காகிதமாகும். இது அதிக உறிஞ்சா தன்மை மற்றும் சிறந்த மின் மற்றும் இயந்திர வலிமை கொண்டது. இது E மற்றும் B வகை இன்சுலேஷன் பிரிவுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**மைக்கானைட் (Micanite) காகிதம் (மைக்கா ஃபோலியம்) மற்றும் மைக்கானைட் துணி (Micanite paper (mica folium) and micanite cloth):** இது, காகிதம் அல்லது துணியுடன் இணைக்கப்பட்ட மென்மையான மைக்கா-வை கொண்டது. இது அதிக வெப்பநிலையை தாங்க கூடியது. பொதுவாக இது வெண்மை நிறத்தில் புலப்படும் மைக்காவை கொண்டது. இது E மற்றும் B வகை

இன்சுலேஷன் பிரிவுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**எம்பயர் துணி (Empire cloth):** இது செறிவூட்டப்பட்ட (impregnated) மற்றும் அதிக வளையும் தன்மையுள்ள துணியாகும். பயன்படுத்தப்படும் வார்னீஷ்-யை பொருத்து, பொதுவாக இது கருப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறத்தில் கிடைக்கின்றது. இது A வகை இன்சுலேஷனுக்கு பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

**கண்ணாடி ஃபைபர் துணி (Glass fibre cloth):** இது கண்ணாடி கம்பளியில் ஆன துணியாகும். இது அதிக டை-எலெக்ட்ரிக் வலிமை கொண்டது மற்றும் அதிக வெப்ப நிலையை தாங்க கூடியது. இது அதிக வளையும் தன்மை கொண்டது. இது செறிவூட்டப்படாத பொழுது வெண்மை நிறத்தில் இருக்கும். பைபர் கண்ணாடி துணி பொதுவாக வையின்டிங்கில் பயன்படுகிறது. இது தங்க நிற மஞ்சள் அல்லது கருப்பு நிறத்தில் இருக்கும். இது E மற்றும் B வகை இன்சுலேஷன்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேலேயுள்ள இன்சுலேஷன் தாட்கள் 2 மில், 5 மில், 7 மில், 10 மில் மற்றும் 15 மில் கனத்தில், ஒரு மீட்டர் அகலத்தில் கிடைக்கிறது. அவைகள் பொதுவாக கிலோ கிராமில் விற்கப்படுகிறது.

'F' மற்றும் 'H' வகைகளுக்கு சிறப்பு வகை தாட்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில பிராண்ட்களின் (Brand) பெயர்கள் ஹைபோதெர்ம் மற்றும் நோமேக்ஸ் ('Hypotherm and Nomex')

**நாடாக்கள் (Tapes):** வையின்டிங்கின் போது கடத்தியை அல்லது கடத்திகளில் குழுவை போர்த்த இவைகள் பயன்படுகின்றன.

**பருத்தி டேப் (Cotton tape):** பொதுவாக இது செறிவூட்டப்பட்டவை அல்ல. இது நேராக அல்லது குறுக்காக நெய்யப்பட்ட துணியுடன் கிடைக்கிறது. இது வெண்மை நிறத்தில் இருக்கும். A மற்றும் E வகை இன்சுலேஷன்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**எம்பயர் டேப் (Empire tape):** இது செறிவூட்டப்பட்ட துணி டேப் ஆகும். பயன்படுத்தப்படும் வார்னீஷ்-னயை பொருத்து இதன் நிறம் மஞ்சள் மற்றும் கருப்பு நிறமாக இருக்கும். A வகை இன்சுலேஷன்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**பைபர் கண்ணாடி (Fibre glass tape):** இது செறிவூட்டப்பட்டும் அல்லது செறிவூட்டப்படாமலும் கிடைக்கிறது. இது அதிக டை-எலெக்ட்ரிக் வலிமையை கொண்டது. மேலும் அதிக வெப்பநிலையை தாங்க கூடியது. இது பொதுவாக E, B மற்றும் F வகை இன்சுலேஷன்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட நாடாக்கள் 2,5, 7 மற்றும் 10 மில்ஸ் (mils) கனத்தில், 12 மிமீ, 19 மிமீ மற்றும் 25 மிமீ அகலத்தில் 25, 50 மற்றும் 100 மீட்டர் உருளையாக கிடைக்கிறது. 'F' மற்றும் 'H' வகை இன்சுலேஷனுக்கு விசேஷமான சிலிக்கான் வகை டேப்கள் பயன்படுகின்றன. உதாரணமாக சிலிக்கான் எலாஸ்டமெர் (Silicon Elastomer). இது ஒரு பிராண்ட்-இன் (Brand) பெயர் ஆகும்.

**ஸ்லீவ்ஸ் (Sleeves):** இது வையின்டிங்கின் முனைகளையும் மற்றும் இணைப்புகளையும் இன்சுலேட் செய்ய பயன்படுகிறது.

**பருத்தி ஸ்லீவ்ஸ் (Cotton sleeves):** இது பொதுவாக பருத்தி இழைகளால் செய்யப்பட்டதாகும். இதில் வார்னீஷ் பூசப்படவில்லை. இது A வகை இன்சுலேஷனுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**எம்பையர் ஸ்லீவ்ஸ் (Empire sleeves):** இது செறிவூட்டப்பட்ட பருத்தி ஸ்லீவ் ஆகும். இது A வகை இன்சுலேஷனுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**ஃபைபர் கண்ணாடி ஸ்லீவ்ஸ் (Fibre glass sleeves):** இது செறிவூட்டப்பட்ட ஃபைபர் கண்ணாடியால் நெய்யப்பட்ட துணியாகும். பொதுவாக இது மஞ்சள் அல்லது கருப்பு நிறத்தில் இருக்கிறது. E, B மற்றும் F வகை இன்சுலேஷனுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**PVC ஸ்லீவ்ஸ் PVC sleeves:** இது பாலிவினையல் க்ளோரைடு (polyvinyl chloride) ஷீட்களால் செய்யப்பட்டது. இது பல நிறங்களில் கிடைக்கிறது. இது நீரை உறிஞ்சா தன்மையை அதிகம் கொண்டது. வெப்பநிலை உயரும் பொழுது இவை சீரழிவதால் வையின்டிங்-களில் பயன்படுத்துவதில்லை. இது வெளிவரும் வையின்டிங் முனைகளை இன்சுலேட் செய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட ஸ்லீவ்கள் 1 மிமீ, 2 மிமீ, 3 மிமீ, 4 மிமீ மற்றும் 12 மிமீ வரையிலான விட்டத்தில் பொதுவாக ஒரு மீட்டர் நீளத்தில் கிடைக்கிறது. சில சமயங்களில் இது 25, 50 மற்றும் 100 மீட்டர்களில் உருளையாகவும் கிடைக்கிறது.

**மற்ற இன்சுலேட்டிங் பொருட்கள் (Other insulating materials)**

**ஃபைபர் (Fibre):** பொதுவாக இன்சுலேஷனுக்கு இழைகள் அடிப்படையான ஃபைபர் பயன்

படுத்தப்படுகிறது. இது ஆப்பாகவும், கட்டு வதற்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ஓரளவு சிவப்பு நிறத்தில் 1 மிமீ முதல் 12 மிமீ வரையிலான கனத்தில் ஷீட்களாக கிடைக்கிறது. இது கிலோ கிராமில் விற்கப்படுகிறது. இது A, E மற்றும் B இன்சுலேஷனுக்கு பயன்படுகிறது.

**மூங்கில் (Bamboo):** நன்கு பதப்படுத்தப்பட்ட மூங்கில்கள் வையின்டிங்கில் ஆப்பாக (wedges) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இது பல அளவுகளிலான வெட்டு துண்டுகளாக கடைகளில் கிடைக்கின்றன. இது A மற்றும் E வகை இன்சுலேஷனுக்கு பயன்படுகிறது.

**சணல் நூல் (Hemp thread):** இது காயில்களையும், தொங்கும் பகுதிகளையும் கட்டப் பயன்படுகிறது. இது உருளையாக பல தடிமனில் கிடைக்கிறது. A வகை இன்சுலேஷனுக்கு பயன்படுகிறது.

**டெர்லீன் நூல் (Terylene thread):** இது டெர்லீன் பொருளால் செய்யப்பட்டு காயில்களையும் மற்றும் தொங்கும் பகுதிகளையும் கட்டப் பயன்படுகிறது. இது பல்வேறு தடிமனில் சுருளாக கிடைக்கிறது. இது E மற்றும் B இன்சுலேஷனுக்கு பயன்படுகிறது.

**வார்னீஷ் (Varnish)** இது திரவ இன்சுலேட்டிங் பொருளாகும். இது வையின்டிங்கில் பயன்படுத்தப்படும் சில பொருள்களின் இன்சுலேஷனை அதிகரிக்க பயன்படுத்தப்படுகிறது. வையின்டிங் வேலைக்கு இரு வகையான வார்னீஷ்கள் இருக்கின்றன.

- காற்றில் உலரும் இன்சுலேட்டிங் வார்னீஷ்
- Baking இன்சுலேஷன் வார்னீஷ்

இந்த வார்னீஷ்கள் இரண்டு நிறத்தில் அதாவது தங்க நிறமான மஞ்சள் மற்றும் கருப்பு ஆகிய நிறங்களில் கிடைக்கிறது. இது 1 முதல் 5 லிட்டர் குடுவைகளில் கிடைக்கின்றன.

**வார்னீஷ் மற்றும் வார்னீஷ் சம்பந்தமான பல விபரங்கள் பயிற்சி 3.2.130-ல் விவாதிக்கப்பட்டுள்ளது.**



## வையின்டிங் ஓயர்கள் (Winding wires)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- கேஜ் எண், விட்டம், குறுக்கு வெட்டு பரப்பு, எபைகி.மீ, சதுர செ.மீ-ல் அமைக்கப்படும் சுற்றுகள் மற்றும் மின்கடத்தும் திறன் போன்றவைகளை கொண்ட வையின்டிங்-ஓயர் (winding-wire) அட்டவணையை பார்த்தல்
- ஃபீல்டு காயில்களை இன்சுலேட் செய்யும் திட்டத்தை கூறுதல்
- ஃபீல்டு காயில்களை வையின்டிங் செய்யும் முறையை விளக்குதல்
- ஃபீல்டு காயில்களை இணைக்கும் முறையையும் மற்றும் சோதிக்கும் முறைகளையும் விளக்குதல்.

வையின்டிங் ஓயர்கள் (Winding wires): சிறு மற்றும் நடுத்தர திறன் கொண்ட மின் இயந்திரங்கள் மற்றும் சாதனங்களில் வையின்டிங் செய்ய வெப்ப பதனிடப்பட்ட உருளை வடிவ செம்பு கடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த செம்பு ஓயர்களுக்கு சீமே தரப்பட்டுள்ள பலவிதமான இன்சுலேஷன்கள் உள்ளது.

- சூப்பர்-எனாமல்டு காப்பர் ஓயர் (S.E.)
- சிங்கிள் காட்டன் - கவர்டு காப்பர் ஓயர் (S.C.C.)
- டபுள் காட்டன்-கவர்டு காப்பர் ஓயர் (D.C.C.)
- சிங்கிள் சில்க்-கவர்டு காப்பர் ஓயர் (S.S.C.)
- டபுள் சில்க்-கவர்டு காப்பர் ஓயர் (D.S.C.)
- PVC கவர்டு காப்பர் வையின்டிங் ஓயர்

அநேக வையின்டிங்கில் பயன்படுத்துவதற்கு ஏதுவாக மிதமாக மூடப்பட்ட சூப்பர் எனாமல்டு காப்பர் வையின்டிங் ஓயர்களும் மற்றும் சில பிரத்யேக பயன்பாட்டுக்கு தடித்து மூடப்பட்ட சூப்பர் எனாமல்டு காப்பர் ஓயர்களும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஃபீல்டு காயில்கள் மற்றும் சில DC இயந்திரத்தின் ஆர்மெச்சூர்கள் சூப்பர் எனாமல்டு, D.C.C அல்லது D.S.C காப்பர் வையின்டிங் ஓயர்களால் வையின்டிங் செய்யப்படுகிறது.

நீர்மூழ்கி பம்ப்களுக்கு PVC மூடப்பட்ட காப்பர் வையின்டிங் ஓயர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வையின்டிங் ஓயர்கள் பல்வேறு அளவு மற்றும் இன்சுலேஷன் தரத்தில் கிடைக்கின்றன. நடுத்தரமாக மூடப்பட்ட சூப்பர் எனாமல்டு காப்பர் ஓயர்களின் அனைத்து தேவையான தகவல்களும் அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

வையின்டர்களுக்கு உதவுவதற்காக இவ்வகை அட்டவணைகள் அனைத்து முன்னணி வையின்டிங் ஓயர் உற்பத்தியாளர்களால் தரப்படுகிறது. அட்டவணை 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ள கடத்தியின் மின் கடத்தும் திறன்  $2.3A/mm^2$ -ஆக இருக்கிறது. இயந்திரத்தின் வெப்ப தரம் மற்றும் இன்சுலேஷனை பொருத்து இது பொது பயன்பாட்டில் இந்த திறன் 3 முதல் 4 மடங்கு அதிகமாக இருக்கும்.

### அட்டவணை 1

#### சூப்பர்-எனாமல்டு காப்பர் ஓயரின் தகவல்கள்

அளவு	விட்டம் அங்குலத்தில்	விட்டம் மிமீ-ல்	பரப்பளவு சதுர மி.மீ	சுற்றுகள் ஒரு சதுர செ.மீ-ல்	மின்னோட்டம் ஆம்பியரில்	1000 மீட்டர் நீள கம்பியின் எடை Kg-ல்
14	.080	2.03	3.244	22	7.5	28.18
15	.072	1.82	2.63	27	6.1	22.84
16	.064	1.62	2.1	33	4.8	18.06
17	.056	1.42	1.59	42	3.7	13.85
18	.048	1.21	1.167	58	2.7	11.05
19	.040	1.01	0.811	87	1.9	7.08
20	.036	.91	0.636	105	1.5	5.75
21	.032	.81	0.52	134	1.2	4.55
22	.028	.71	0.4	172	.92	3.58
23	.024	.60	0.29	234	.68	2.56

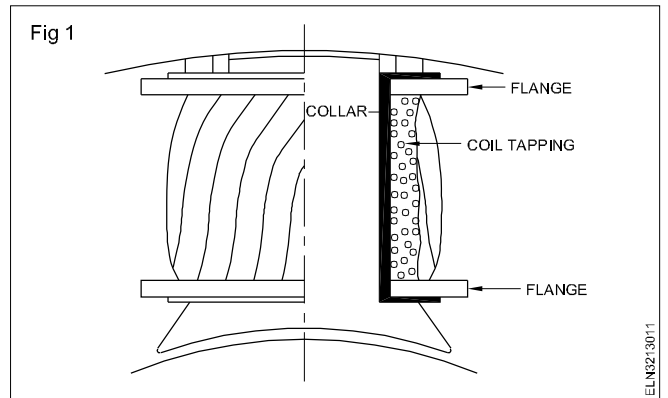
அளவு	விட்டம் அங்குலத்தில்	விட்டம் மிமீ-ல்	பரப்பளவு சதுர மி.மீ	சுற்றுகள் ஒரு சதுர செ.மீ-ல்	மின்னோட்டம் ஆம்பியரில்	1000 மீட்டர் நீள கம்பியின் எடை Kg-ல்
24	.022	.55	0.25	275	.57	2.24
25	.020	.50	0.202	329	.4	1.78
26	.018	.45	0.162	397	.38	1.45
27	.0164	.41	0.137	484	.32	1.29
28	.0148	.37	0.111	583	.26	1.01
29	.0136	.34	0.094	680	.22	0.804
30	.0124	.31	0.078	834	.18	0.712
31	.0116	.29	0.070	939	.158	0.646
32	.0108	.27	0.06	1,068	.137	0.505
33	.0100	.26	0.055	1,070	.118	0.45
34	.0092	.23	0.043	1,490	.100	0.362
35	.0084	.21	0.036	1,744	.083	0.324
36	.0076	.19	0.029	2,085	.068	0.261
37	.0068	.17	0.023	2,542	.054	0.209
38	.0060	.15	0.018	3,162	.042	0.164
39	.0052	.13	0.014	4,379	.032	0.127
40	.0048	.12	0.0117	5,030	.027	0.114
41	.0044	.11	0.0098	6,060	.028	0.09
42	.0040	.10	0.0078	7,692	.018	0.073
43	.0036	.09	0.0064	9,375	.015	0.06
44	.0032	.08	0.005	12,000	.012	0.047
45	.0028	.07	0.0039	15,384	.009	0.037
46	.0024	.06	0.0028	21,428	.00	0.026
47	.0020	.05	0.00196	30,612	.005	0.015
48	.0016	.04	0.00126	47,619	.003	0.012

• மின் கடத்தும் திறன் 2.3 ஆம்பியர்/சதுர மி.மீ-ஆக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

**ஃபீல்டு காயில்களை வையின்டிங் செய்தல் (Winding of field coils):** ஃபீல்டு காயிலை ரீவைண்டிங் செய்யும் பொழுது, சரியான வையின்டிங் ஓயரை தேர்ந்தெடுத்தல், அதன் இன்சுலேஷன் சரியான காயில் அளவு மற்றும் பல்வேறு நிலைகளில் உள்ள இன்சுலேஷன் திட்டம் போன்றவற்றிற்கு சிறப்பு கவனம் தரப்பட்ட வேண்டும். அதன் மூலம் தேவைக்கேற்ப பழைய நிலையை அடைய முடிகிறது.

**ஃபீல்டு காயிலின் இன்சுலேஷன் விபரங்கள் (Insulation details for a field coil):** ஃபீல்டு காயிலை சட்டம், ஃபீல்டு துருவம் மற்றும் துருவ ஷூவிலிருந்து நன்கு இன்சுலேட் செய்யப்பட வேண்டும்.

**காலர் (Collar):** படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஃபீல்டு துருவத்தை சுற்றி பயன்படுத்தப்படும் இன்சுலேஷன் காலர் (Collar) என்றழைக்கப்படுகிறது.



**ஃபிளாஞ்ச் (Flanges):** காயிலின் இரு பக்கத்திலும், சட்டம் மற்றும் துருவ ஷூ-களிலிருந்து (pole shoes) இன்சுலேஷன் செய்ய பயன்படுத்தப்படும் இன்சுலேஷன் ஃபிளாஞ்சஸ் (flanges) என்று அழைக்கப்படுகிறது. (படம் 1)

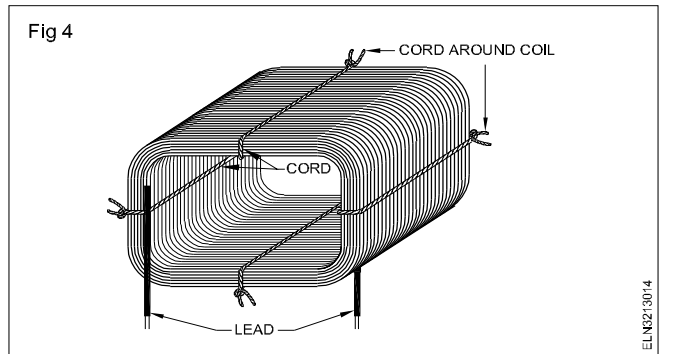
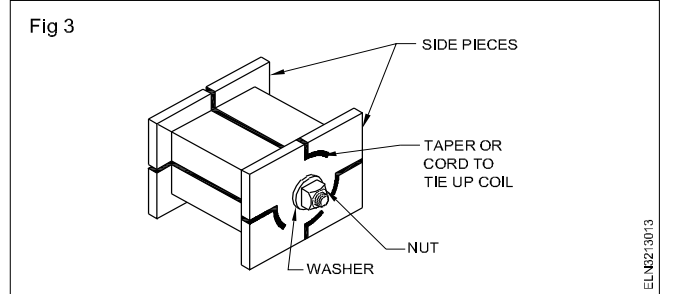
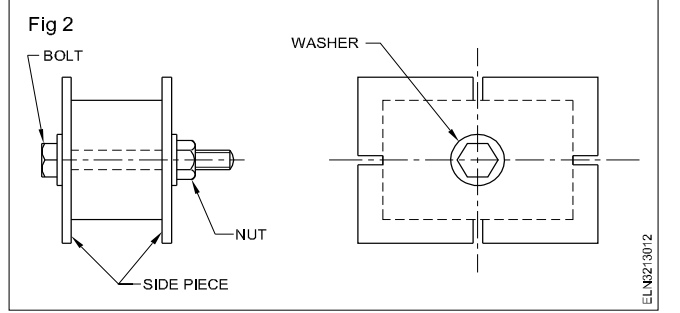
**காயிலை உறையிடுதல் அல்லது காயிலில் நாடா சுற்றுதல் (Coil wrapping or coil taping):** காயிலை சுற்றிலும் பயன்படுத்தப்படும் இன்சுலேஷனை காயிலை உறையிடுதல் அல்லது காயிலில் நாடா சுற்றுதல் என்றழைக்கப்படுகிறது.

உதாரணமாக ஒரு நிலையான ஃபீல்டு காயிலுக்கான இன்சுலேஷன் விபரம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

- கடத்தி - சிங்கிள் - எனாமல்டு காப்பர் ஓயர் - நடுத்தர உறையுடன்
- காலர் - சிங்கிள் 10 மில்ஸ், லெதராய்டு
- ஃபிளாஞ்சஸ் 15 மில்ஸ் - சிங்கிள் லெதராய்டு
- காயிலை உறையிடுதல் 7 மில்ஸ், 19 மிமீ அகல காட்டன் நாடா இரண்டு லேயர்
- காயில் முனையை உறையிடுதல் - எம்பயர் ஸ்லீவ்ஸ்
- வார்னீஷ் - காற்றில் உலரும், தங்க நிற மஞ்சள், E வகை வார்னீஷ்

**ஃபீல்டு காயிலை தயார் செய்தல் (Preparation of a field coil):** ஃபீல்டு காயில் இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட காப்பர் ஓயரால் சுற்றப்படுகிறது. அந்த ஓயரின் விட்டம் மற்றும் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையானது தூண்டும் மின்னழுத்தம் மற்றும் இயந்திரத்தின் திறனை சார்ந்துள்ளது. ரீவைண்டிங் செய்யும் பொழுது வையின்டிங் ஓயர், காயில் அளவு மற்றும் இன்சுலேஷன் ஆகியவை அசல் காயில்-ஐ போன்று இருப்பது அவசியமாகும் ஓயரை மர ஃபார்மர் (former) மேல் சுற்ற வேண்டும். அது ஒரு துண்டையும் (காயில் உள் அளவுக்கு வெட்டப்பட்ட) மற்றும் காயிலை தாங்க இரு பக்க துண்டுகளை கொண்டது. ஃபார்மரின் கட்டமைப்பு படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு துண்டானது (வையின்டிங் சட்டம்) ஃபார்மரிலிருந்து காயிலை அகற்றுவதற்கு வசதியாக ஒரு பக்கம் சாய்வாக இருக்க வேண்டும். படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு காயிலை சுற்றுவதற்கு முன், நடு துண்டின் (வையின்டிங் சட்டத்தில்) மேல் நாடா பட்டை அல்லது நூலை வைத்தால், சரியான காயிலின் உருவத்தை தக்க வைத்து கொள்ள முடியும். படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு,

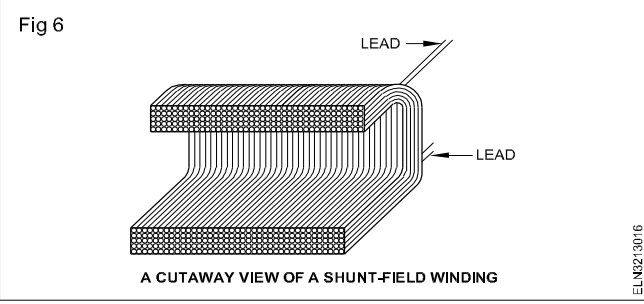
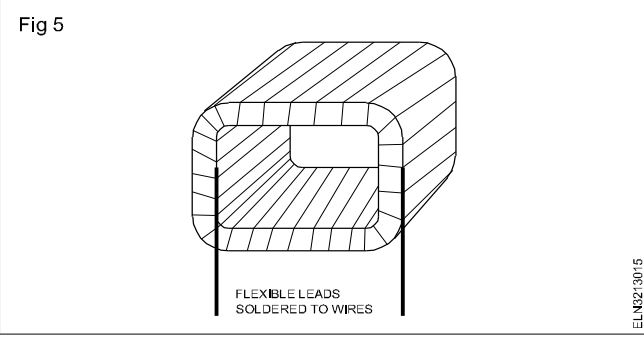
வையின்டிங் செய்து முடிந்த பின் இந்த நாடா அல்லது நூலை சுலபமாக கட்ட முடியும். ஃபார்மர்-யை கடைசல் இயந்திரம் அல்லது காயில் வையின்டிங் இயந்திரம் அல்லது கை-வையின்டிங் இயந்திரத்தில் பொருத்தி அசல் காயிலை போன்று அதே எண்ணிக்கையிலான சுற்றுகள் மற்றும் அதே அளவு வையின்டிங் ஓயரால் காயில் சுற்றப்பட வேண்டும். காலர் மற்றும் பிளாஞ்சஸ்களின் இன்சுலேஷன் வகை, தரம் மற்றும் தடிமன் அசல் காயிலை போன்று இருக்க வேண்டும்.



அசல் காயில் வாயிலாகவோ அல்லது ஃபீல்டு துருவத்தின் அளவுடன் நாடாவின் தடிமனையும் சேர்த்து அதன் வாயிலாகவோ ஃபார்மரின் அளவை பெற முடியும். (காட்டன் டேப் சுற்றப்பட காயில் படம் 5-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது)

ஷன்ட் ஃபீல்டு வையின்டிங்கின் வெட்டு தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளதை போல், (படம் 6) ஃபீல்டு காயிலானது மெல்லிய ஓயரில் மிக அதிக சுற்றுகள், ஆயிரம் சுற்றுகளுக்கும் அதிகமாக கொண்டு இருக்கும் பொழுது, அதன் சுற்றுகளில் அடிப்படையில் ரீவைண்ட் செய்வது பரிந்துரைக்கப்படுவதில்லை. பொது வழக்கத்தில்,

பழைய காயிலின் எடையை அளந்து அதே அளவுள்ள ஓயர் மற்றும் எடையின் அடிப்படையில் புது காயில் சுற்றப்படுகிறது.



இருப்பினும், புது காயிலை சுற்றும் பொழுது அது அசல் காயிலை போல் அதே அளவு உள்ளதா மற்றும் எவ்வித சிரமமின்றி அதே பொருத்த முடியுமா என்பதை சோதிக்க அட்டவணை 1-ஐ பயன்படுத்த வேண்டும்.

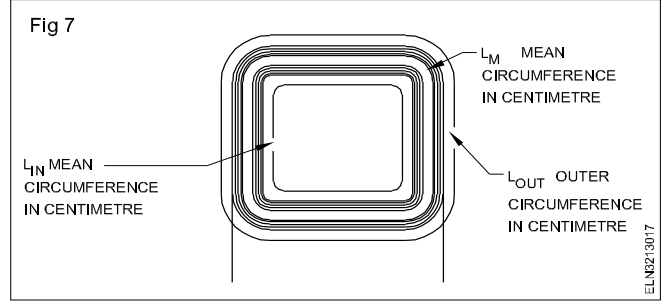
சில நேரங்களில், காயிலை சுற்றி முடிந்தபின் அதன் அளவு பெரியதாக இருப்பின், சில சுற்றுகளை குறைப்பதன் மூலம் அதனை சரி செய்யலாம்.

அவ்வாறான பிரச்சனைகளுக்கான காரணம் பின்வருமாறு

- தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஓயரின் விட்டம் சிறிது மாறி இருத்தல்.
- இன்சுலேஷனின் தடிமன் சிறிது அதிகமாக இருத்தல்.
- வையின்டிங் தளர்வாக இருத்தல்
- லேயர்களுக்கு இடையே பயன்படுத்தப்படும் இன்சுலேஷன் தாளில் தடிமன் சிறிது மாறி இருத்தல்

**வையின்டிங் செய்வதற்கு முன் காயிலின் அளவை கண்டுபிடிக்கும் முறை (Procedure to find the size of the coil before actual winding):**

இன்சுலேஷன் நாடா இன்றி காயிலின் எடையை அளந்து, அட்டவணை 1-ல் கடைசி பத்தியை பார்த்து, வையின்டிங் ஓயரின் நீளத்தை மீட்டரில் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். காயிலின் மூலம் ஒரு சுற்றின் சராசரி நீளத்தை படம் 7-ல் பார்த்து அதன் மூலம் நாம் அறிவது



$$\text{காயிலின் உள் சுற்றளவு} = L_{IN} \text{ செ.மீ}$$

$$\text{காயிலின் வெளி சுற்றளவு} = L_{OUT} \text{ செ.மீ}$$

$$\text{காயிலின் சராசரி சுற்றளவு} = L_M = \frac{L_{IN} + L_{OUT}}{2}$$

சராசரி சுற்றளவை ஒரு சுற்றின் நீளமாக எடுத்து கொள்ள வேண்டும்.

$$\text{காயில் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை} = \frac{\text{வையின்டிங் ஓயரின் மொத்த நீளம்}}{\text{ஒரு சுற்றின் நீளம்}}$$

சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை கண்டுபிடித்த பிறகு "சுற்றுகள் ஒரு சதுர செ.மீ" பத்தியை பார்த்து, வையின்டிங் ஓயரை தேர்ந்து எடுக்கவும்.

பின்வரும் சூத்திரத்தை பயன்படுத்தி, உத்தேச காயிலின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பளவை சதுர செ.மீ-இல் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

$$\text{காயிலின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பு செ.மீ-யில்} = \frac{\text{சுற்றுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{சுற்றுகள் ஒரு சதுர செ.மீ-இல்}}$$

கண்டுபிடிக்கப்பட்ட குறுக்கு வெட்டு பரப்பு உண்மையாக இருக்கும். இடத்துடன் சோதித்து பார்க்கவும். தேவைப்படும் இன்சுலேஷன் பரப்பளவுக்காக காயிலின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பை 1.25-ஆல் பெருக்கவும்.

**ஃபீல்டு காயிலின் முனைகளை டெர்மினேஷன் செய்தல் (Termination of field coil leads):** வையின்டிங் செய்யும் பொழுது, காயிலின் இரு முனைகளையும், தகுந்த காட்டன்/ எம்பயர்/ஃபைபர்/ ஃபைபர் கண்ணாடி ஸ்லீவ்-களால் இன்சுலேட் செய்து அதை பொருத்த வேண்டும். மென்மையான சூப்பர்-எனாமல்டு காப்பர் ஓயர் பயன்படுத்தப்பட்டால், முனை இணைப்புகளுக்கு இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட வளையத்தக்க ஓயர்களை பயன்படுத்தவும். (படம் 5)

எனாமல்டு காப்பர் ஓயரில் வளையக்கூடிய ஓயரை பற்ற வைக்கவும். இறுதியில் பற்ற வைப்பு செய்யப்பட்ட இணைப்புகள் தகுந்த எம்பயர்/ ஃபைபர் கண்ணாடி நாடாக்களால் இன்சுலேட் செய்யப்பட வேண்டும்.

**ஃபீல்டு காயிலில் நாடா சுற்றதல் (Taping the field coil):** தேவைப்பட்டால் காயிலை பொருத்தமான அளவுள்ள காட்டன்/ஃபைபர் கண்ணாடி/எம்பயர் நாடாக்களால் சுற்றவும். சுற்றுவதற்கு முன் காயிலின் இரு முனைகளும் வெட்டப்படாமல் அல்லது சேதமடையாமல் இருக்க அவைகளை கட்டவும். காயிலில் நாடாக்களை இறுக்குமாகவும், சீராகவும் சுற்றவும். காயிலை துருவத்தில் பொருத்தும் பொழுது, அதன் நாடா கிழியவோ அல்லது நழுவுவோ கூடாது.

சில ஃபீல்டு காயில்களில் நாடா சுற்றப்படுவதில்லை. ஆனால் அவைகளை கண்டிப்பாக பாடி (Body) மற்றும் துருவங்களில் இருந்து இன்சுலேட்டிங் தாள், ஃபிளாஞ்சஸ் மற்றும் காலர் மூலம் இன்சுலேட் செய்யப்பட வேண்டும். கவன குறைவான செயற்பாட்டால் ஃபீல்டு காயில் Ground ஆக வாய்ப்புள்ளது.

**ஃபீல்டு காயிலை வார்னிஷ் செய்தல் (Varnishing the field coil):** ஃபீல்டு காயிலை தயார் செய்தபின் அதிலுள்ள ஈரப்பதத்தை வெளியேற்ற காயிலை மின் உலையில் 90°C அளவுக்கு 3 முதல் 4 மணி நேரம் வெப்பப்படுத்தவும். பிறகு காயிலின் வெப்பநிலை 60°C ஆக குறையும் பொழுது அதனை பேக்கிங் வார்னிஷ்-யில், காயிலில் வரும் காற்று குமிழ்கள் மறையும் வரை 5 முதல் 10 நிமிடம் மூழ்க வைக்க வேண்டும். வார்னிஷ் வடிந்தவுடன் மின் உலையில் 120°C-இல் 6 முதல் 8 மணி நேரத்துக்கு சூடேற்றவும்.

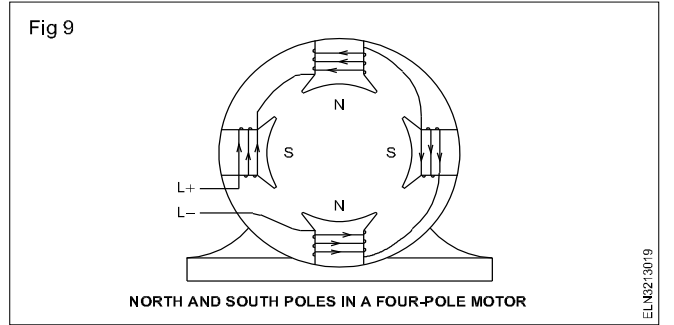
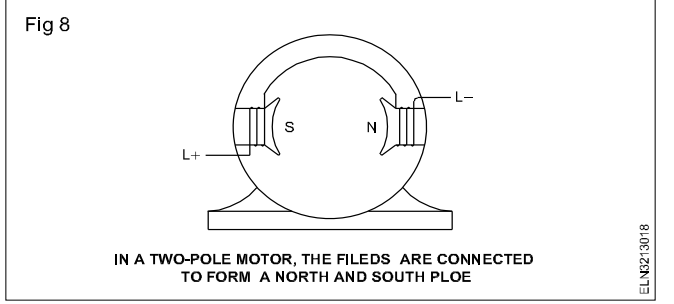
வார்னிஷ் முடிந்தவுடன் ஃபீல்டு காயிலை ஃபீல்டு துருவத்தில் பொருத்தவும். பொருத்தும் பொழுது, காயில் முனைகள் இணைக்கப்பட தக்கவாறு சரியான திசையில் இருப்பதை கவனிக்கவும்.

**ஃபீல்டு காயில்களை இணைத்தல் (Connecting field coils):** DC இயந்திரத்தில், அதன் அடுத்தடுத்து துருவங்கள் மாறி, மாறி அமையும்படி ஃபீல்டு காயில்கள் இணைக்கப்படுகின்றன.

படம் 8-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு இரு துருவ DC இயந்திரத்தில் ஒரு வட துருவமும் ஒரு தென் துருவமும் இருக்கும். படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு நான்கு துருவ DC இயந்திரத்தில் வட மற்றும் தென் துருவங்கள் மாறி, மாறி இருக்கும்.

மிக பெரிய DC இயந்திரத்தை தவிர மற்ற இயந்திரங்களில் ஃபீல்டு காயில்கள் மின்

அழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகின்றன. மிக பெரிய இயந்திரத்தில் அவைகள் மாற்றப்பட்ட முனைகளுடன், துருவங்கள் மாறி, மாறி அமைய பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படுகின்றன.



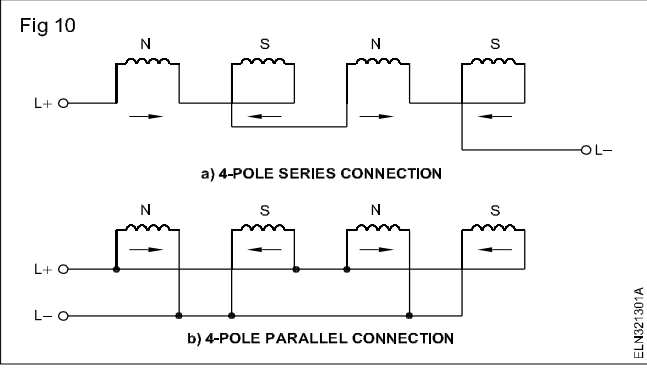
ஒரே திசையில் சுற்றப்பட ஃபீல்டு காயில்கள் வாயிலாக மாறி, மாறி துருவங்கள் அமைய, உதாரணமாக மின்னோட்டமானது முதல் காயிலில் கடிகாரம் சுழலும் திசையாலும் இரண்டாவது காயிலில் கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையிலும் மூன்றாவது காயிலில் கடிகாரம் சுழலும் திசையிலும், நான்காவது காயிலில் கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையிலும் செல்ல வேண்டும். ஃபீல்டு காயில்களால் நாடா சுற்றப்பட்ட பின் சுற்றுக்களை காண முடியாததால், அதன் திசையை கண்டுபிடிப்பது கடினம்.

**ஃபீல்டு காயிலின் இணைப்பை சோதித்தல் (Testing of field coil connections):** சரியான ஃபீல்டு காயில் முனையை சோதிக்க இரு முறைகள் இருக்கின்றன.

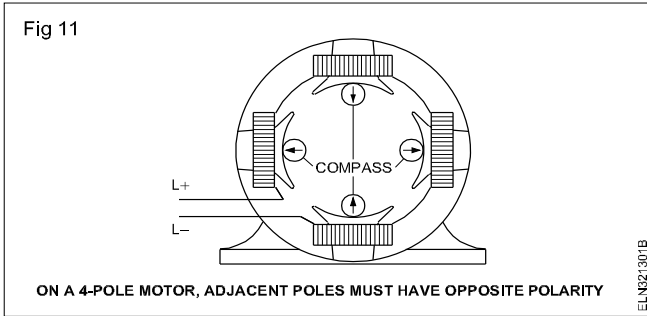
- காம்பஸ் முறை (Compass method)
- இரும்பு உருளை முறை (Iron rod method)

**காம்பஸ் முறை (Compass method):** காம்பஸ் முறை, அனைத்து எண்ணிக்கையிலான துருவங்களில் பயன்படுத்தலாம். (காம்பெளன்ட் மோட்டாரில் ஒரு நேரத்தில் ஷன்ட் அல்லது சீரிஸ் ஃபீல்டு வையின்டிங் சோதிக்கலாம்) நான்கு துருவ மோட்டாரின் ஃபீல்டு காயிலை சோதிக்க படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு அதன் நான்கு காயில்களும் சீரிஸ்-இல் இணைக்கப்பட வேண்டும்.

படம் 10-ல் துருவங்கள் மாறி, மாறி அமைய ஃபீல்டு காயில்கள் தொடர் மற்றும் பக்க இணைப்பில் உள்ளதைக் காட்டுகிறது.

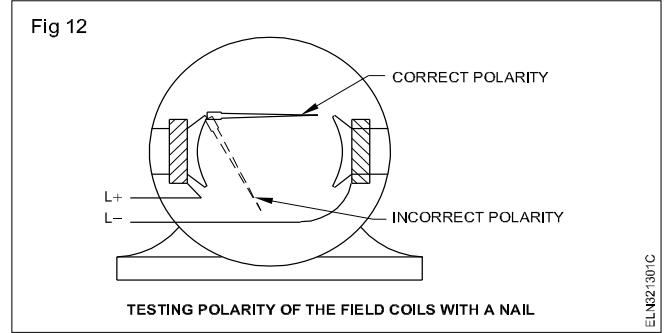


மின்னழுத்தத்தில் 10% முதல் 20% வரையிலான குறைவான மின்னழுத்தம், ஃபீல்டு சர்க்யூட்-க்கு கொடுக்கப் படுகிறது. ஒரு காம்பஸ் ஆனது துருவத்தின் அருகில் இயந்திரத்தின் உள் பகுதியில் அல்லது ஃபீல்டு காயில் நெடுகில் படம் 11-ல் காட்டப் பட்டவாறு வைக்கப்படுகிறது. காம்பஸ்ஸில் குறிக்கப்பட்டுள்ள துருவத்தை அதன் முள் காட்டுகிறது. காம்பஸ்-யை அடுத்த துருவத்திற்கு கொண்டு செல்லும் பொழுது முள் திசை மாற வேண்டும். அவ்வாறு இல்லையெனில் அந்த குறிப்பிட்ட காயிலின் இணைப்பினை மாற்ற வேண்டும்.



**இரும்பு உருளை முறை (Iron rod method):** இந்த முறையில் ஃபீல்டு சர்க்யூட்டிற்கு வரையறுக்கப் பட்ட DC மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. படம் 12-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு இரும்பு ஆணியில் தலை ஒரு துருவத்தில் எதிரில் வைக்கப்படுகிறது. முனைகள் சரியாக இருப்பின் ஆணியில் கூரான முனை அடுத்த துருவத்தால் ஈர்க்கப்படும். அவைகள் தவறாக இணைக்கப் பட்டு இருப்பின் ஆணி விலகி சென்று விடும்.

சிறிய இரு-துருவ DC மோட்டாரில் முயற்சி மற்றும் பிழை (trial and error) முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. முதலில் இரு ஃபீல்டு காயில்கள் மற்றும் ஆர்மேச்சூர் படம் 13a-ல் காட்டியுள்ளவாறு தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது. மோட்டார் வேலை செய்தல் ஃபீல்டு துருவங்களின் முனைகள் இணைப்பு சரியாக இருக்கிறது. மோட்டார் ஓடவில்லையெனில் படம் 13b-ல் காட்டியுள்ளபடி ஃபீல்டு காயிலின் இணைப்பை மாற்றவும். மோட்டார் ஓடினால், ஃபீல்டு காயில்களும் ஆர்மேச்சூரும் சரியாக இணைக்கப் பட்டு சிறந்த நிலையில் இருக்கிறது என கருதப்படுகிறது.



**Fig 13:** Two diagrams showing the connection of two poles in series. (a) shows two poles connected in series with an ammeter (A) in the circuit. (b) shows the same setup but with the leads of one pole reversed. The text above (b) says: 'REVERSE THE LEADS OF THIS POLE IF THE MOTOR DOES NOT RUN.'

## ஆர்மேச்சூர் வையின்டிங் - பதங்கள் - வகைகள் - மிக்ஸர்/க்குட்டைசர்-யை ரீவைண்டிங் செய்தல் (Armature winding - terms - types - rewinding of mixer/liqidizer)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- D.C. ஆர்மேச்சூர் வையின்டிங் பயன்படுத்தப்படும் பொதுவான பதங்களை வரையறுத்தல்
- பல்வேறு வகை D.C. ஆர்மேச்சூர் வையின்டிங்-யை விளக்குதல்.

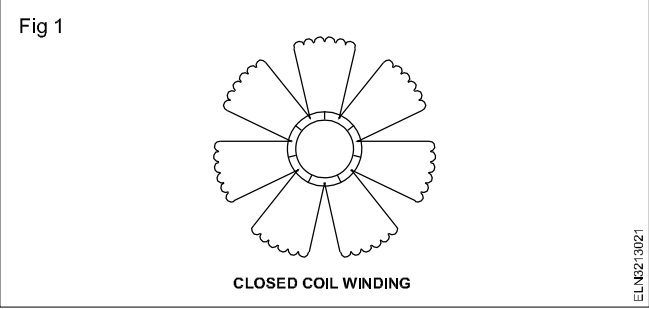
**வையின்டிங் (Winding) :** வையின்டிங் என்பது ஆர்மேச்சூர்/ஸ்டேட்டார் ஸ்லாட்-களில் ஒரு ஒழுங்கு வரிசையில் இன்சுலேஷன் செய்யப்பட்ட

கடத்திகளை அமைப்பதாகும். அதன் முனைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் இணைக்க வேண்டும்

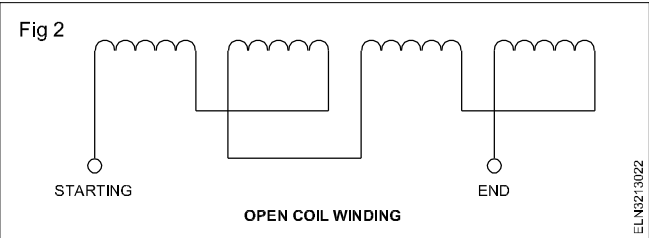
வையின்டிங் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது..

- மூடிய காயில் வையின்டிங் (Closed coil)
- திறந்த காயில் வையின்டிங் (Open coil)

**மூடிய காயில் வையின்டிங் (Closed coil winding):** இது DC ஆர்மேச்சூர் வையின்டிங் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. மூடிய காயில் வையின்டிங்கில் ஒரு காயிலின் முனையானது ஆர்மேச்சூரின் மற்ற காயில்களின் முனையுடன் ஒரு வரிசையில் இணைக்கப்பட்டு பின் மீண்டும் துவக்க காயிலின் முனையுடன். படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



**திறந்த காயில் வையின்டிங் (Open coil winding):** இது ஸ்டேட்டார் வையின்டிங் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. திறந்த காயில் வையின்டிங்கில் ஒரு முனையானது, ஸ்டேட்டார் மற்ற காயில்களின் முனையுடன் ஒரு வரிசையில் இணைக்கப்பட்டு அது இறதி முனையாக முடிவடைகிறது. அதாவது காயிலின் துவக்க முனையும் மற்றும் கடைசி முனையும் படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு, திறந்து இருக்கும்.



**DC ஆர்மேச்சூர் வையின்டிங் (DC armature winding):** இது மூடிய காயில் வையின்டிங் ஆகும். இதில் காயில்களின் முனைகள் காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்களுடன் (commutator segments) இணைக்கப்பட்டு ஒரு மூடிய சர்க்யூட்டை உருவாக்குகிறது.

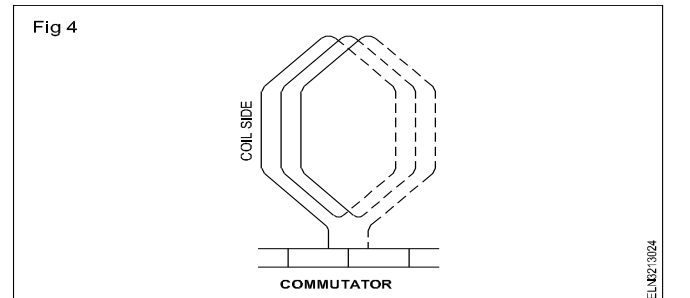
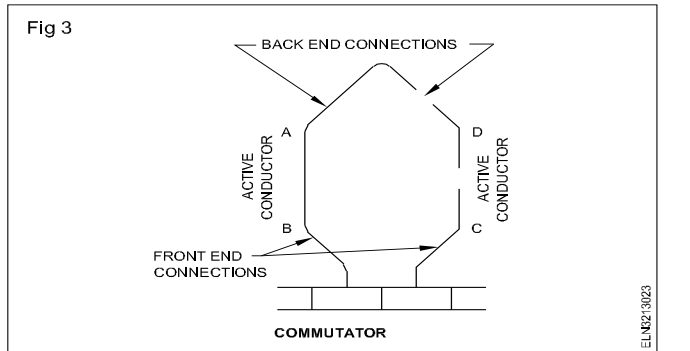
**DC ஆர்மேச்சூர் வையின்டிங்கில் பயன்படுத்தப்படும் பதங்கள் (Terms used in DC armature winding)**

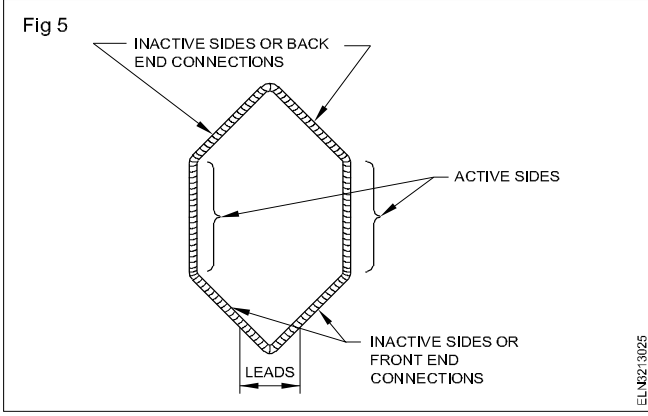
**காயில் அல்லது வையின்டிங் எல்மெண்ட் (Coil or winding element):** காந்த பீல்டில் அமைந்துள்ள மற்றும் emf தூண்டப்படும்

நீளமான மின் கம்பியை செயற்படும் கடத்தி என்றழைக்கப்படுகிறது.

படம் 3-ல் உள்ளவாறு, முனை, இணைப்புடன் கூடிய இரு செயற்படும் கடத்திகள் AB மற்றும் CD ஆர்மேச்சூர் வையின்டிங்கில் காயில் அல்லது வையின்டிங் எல்மெண்ட் எனப்படுகிறது. இக்காயில் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒற்றை சுற்றுடன் அல்லது படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு பல சுற்றுகளை கொண்டு இருக்கலாம். ஒற்றை சுற்று காயில் அல்லது வையின்டிங் எல்மெண்டில் இரு கடத்திகள் மட்டுமே இருக்கும். ஆனால் பல சுற்று காயிலில் ஒரு காயில் பக்கத்தில் பல கடத்திகள் இருக்கும். உதாரணமாக படம் 4-ல் உள்ள ஒவ்வொரு காயில் பக்கத்திலும் 3 கடத்திகள் உள்ளன. பல சுற்று காயிலின் பக்கங்களிலுள்ள கடத்திகளின் தொகுப்பை ஒரு நாடாவால் ஒன்றாக கட்டப்பட்டு ஒரு அலகாக (unit) ஆர்மேச்சூர் ஸ்லாட்-ல் (படம் 5) வைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வையின்டிங் எல்மெண்டும் இரு இணைப்பு லீட்களையும் (leads) ஒவ்வொரு காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்-ம் வையின்டிங்யிலிருந்து வரும் இரு இணைப்பு லீட்களையும் கொண்டு உள்ளன. ஆகவே வையின்டிங் எல்மெண்ட்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமான காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்கள் உள்ளது.

**செயல்படும் பக்கங்கள் (Active sides):** இது ஸ்லாட்டின் உள்ளே இருக்கும் பக்கங்கள் ஆகும். இவைகள் காயில் பக்கங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. காயில் காந்த பீல்டில் நகரும் பொழுது, இந்த செயற்படும் பக்கங்களில் மட்டுமே தூண்டல் (induction) ஏற்படுகிறது. (படம் 5) .





வையின்டிங் கணக்கீட்டில், இந்த செயற்படும் பக்கங்களை கடத்திகளாக கருதப்படுகிறது. காயில் என்பது இரண்டு கடத்திகளைக் கொண்ட இருக்கும்.

**செயல்படாத பக்கங்கள் (Inactive sides):** ஸ்லாட்-ல் புதையாத காயிலின் பகுதி, காயிலின் செயல்படாத பக்கங்கள் என்றழைக்கப்படுகிறது. செயல்படாத பக்கங்களில் தூண்டல் (induction) ஏற்படுவதில்லை.

**உதாரணமாக (படம் 5) பின் மற்றும் முன் முனை இணைப்புகள் (Example: Back and front end connections) (Fig 5)**

**காயில்களின் லீட்ஸ் (Leads of coil):** ஒரு காயிலில் இருந்து வெளிவரும் முனை காயிலின் லீட்ஸ் என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு காயிலிலும் லீட்ஸ்கள் இருக்கும்.

**போல் பிட்ச் (Pole-pitch ( $Y_p$ )):** இது பலவகையில் வரையறுக்கப்படுகிறது.

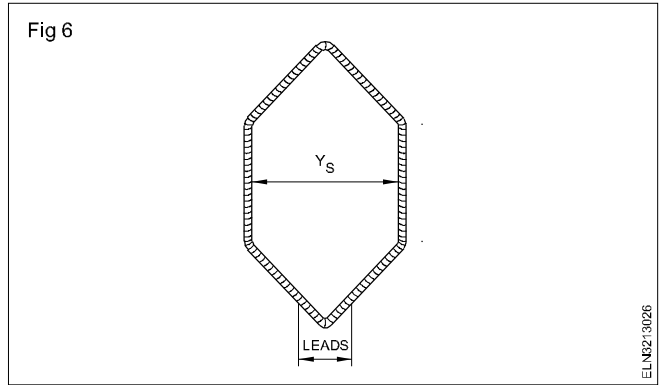
ஆர்மெச்சூரின் புறப்பரப்பு இயந்திரத்தின் துருவங்களின் எண்ணிக்கையால் வகுக்கப்படுகிறது. அதாவது இரு அடுத்தடுத்த துருவங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் ஆகும் இது  $Y_p$  என குறிப்பிடப்படுகிறது.

இது ஒரு துருவத்திலுள்ள ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் (அல்லது ஆர்மெச்சூர் ஸ்லாட்களின்) எண்ணிக்கைக்கு சமம் ஆனது. உதாரணமாக 48 கடத்திகள் 24 ஸ்லாட்கள் மற்றும் 4 துருவங்கள் இருந்தால், போல் பிட்ச்

$$Y_p = \frac{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{24}{4} = 6 \text{ (ஸ்லாட்களின் அடிப்படையில்)}$$

$$Y_p = \frac{\text{கடத்திகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{48}{4} = 12 \text{ (கடத்திகளின் அடிப்படையில்)}$$

**காயில்-ஸ்பேன் அல்லது காயில்-பிட்ச் ( $Y_s$ ) (Coil-span or coil-pitch) ( $Y_s$ ):** ஒரு காயிலின் இரு பக்கங்களுக்கு இடையேயுள்ள ஆர்மெச்சூர் ஸ்லாட்கள் அல்லது ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின், தூரம் காயில் ஸ்பேன் (coil-span) அல்லது காயில்-பிட்ச் (coil-pitch) எனப்படும். இது ஆர்மெச்சூரின் புறப்பரப்பு காயிலின் இரு பக்கங்கள் இடையே பரவியுள்ள ஸ்லாட்கள் மற்றும் கடத்திகள் ஆகும். இது  $Y_s$  என படம் 6-ல் காண்பித்துள்ளபடி குறிப்பிடப்படுகிறது.



காயில் பிட்ச்  $Y_s$ , போல் பிட்ச் (Pole pitch) போன்றே கணக்கிடப்படுகிறது.

ஆகவே மாற்றியமைக்கப்பட்ட கணக்கீடு

$$Y_s = \frac{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} =$$

$$-K = \frac{S}{P} - K \text{ (ஸ்லாட்களின் அடிப்படையில்)}$$

$$Y_s = \frac{\text{கடத்திகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} =$$

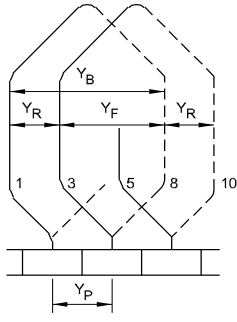
$$-K = \frac{C}{P} - K \text{ (கடத்திகளின் அடிப்படையில்)}$$

இங்கு  $K = S/P$  அல்லது  $C/P$ -யின் ஏதாவது ஒரு பாகத்தை கழித்து  $Y_s$  யை முழு எண்ணாக மாற்ற தேவைப்படுவதாகும்.

**பேக் பிட்ச் (Back pitch) ( $Y_b$ ):** ஒரு காயிலின், ஆர்மெச்சூரில் பின் நோக்கி செல்லும் ஆர்மெச்சூர் கடத்திகள் அடிப்படையில் அளக்கப்படும், தூரம் பேக் பிட்ச் (back pitch) எனப்படுகிறது. இது  $Y_b$  என குறிப்பிடப்படுகிறது. இது படம் 7 மற்றும் படம் 8-ல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. பேக் பிட்ச், காயில் பிட்சுக்கு சமமாக இருக்கும்.

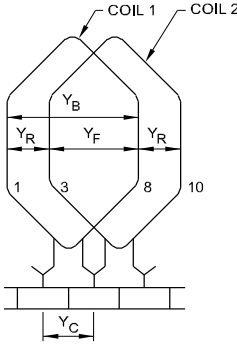


Fig 7



ELN3213027

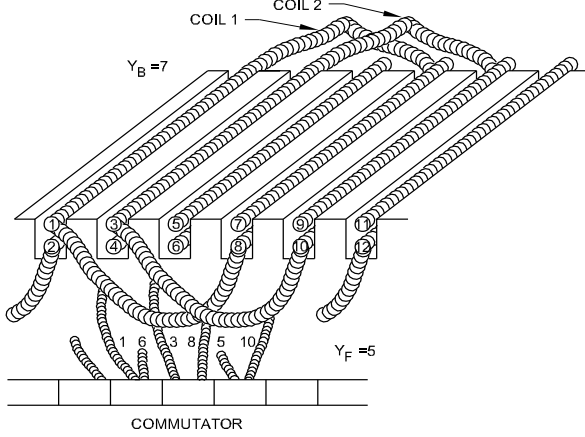
Fig 8



ELN3213028

படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு, காயில் பக்கம் 1 ஆர்மெச்சூரின் பின் காயில் பக்கம் 8 உடன் (அதே காயில்) இணைக்கப்படுகிறது. எனவே  $Y_B = 8 - 1 = 7$  கடத்திகள்

Fig 9



ELN3213029

ஃப்ரண்ட் பிட்ச் ( $Y_F$ ) (Front pitch) ( $Y_F$ ): ஒரு காயிலின் ஆர்மெச்சூரின் முன் பகுதியில் (காழுடேட்டர் முனை) பரவியுள்ள ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் அல்லது எலிமெண்ட்களின் எண்ணிக்கை முன் பிட்ச் (Front pitch) எனப்படுகிறது. இது  $Y_F$  என குறிப்பிடப்படுகிறது. இது படம் 7,8 மற்றும் 9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 8-வது காயில் பக்கம், 3-வது காயில் பக்கத்துடன் (இரண்டாவது காயில்) காழுடேட்டர் செக்மென்ட் வழியாக இணைக்கப்படுகிறது. எனவே  $Y_F = 8 - 3 = 5$  கடத்திகள்.

சராசரி பிட்ச் ( $Y_A$ ) (Average pitch) ( $Y_A$ ): ஃப்ரண்ட் பிட்ச் ( $Y_F$ ) மற்றும் பேக் பிட்ச்  $Y_B$ -யின் சராசரி, சராசரி பிட்ச் (Average pitch)  $Y_A$  எனப்படுகிறது.

$$\text{i.e., } Y_A = \frac{Y_B + Y_F}{2}$$

இது கடத்திகளின் எண்ணிக்கையில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

ரிசல்டன்ட் பிட்ச் ( $Y_R$ ) Resultant pitch ( $Y_R$ ): பொதுவாக, ஒரு காயிலின் துவக்கத்திற்கும் இடையேயுள்ள தூரம் அல்லது படம் 7 மற்றும் 8-ல் காட்டப்பட்டவாறு, இரு அடுத்தடுத்த காயில் பக்கங்களின் துவக்கத்திற்கு இடையேயுள்ள தூரம் ரிசல்டன்ட் பிட்ச் (resultant pitch) என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது  $Y_R$  என குறிப்பிடப்படுகிறது. படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு  $Y_R = Y_B - Y_F$ , அதாவது  $Y_R = 7 - 5 = 2$  கடத்திகள். இந்த ரிசல்டன்ட் பிட்ச் ஆனது வையின்டிங் வகைகளான லேப் அல்லது வேவ் மேலும் சிம்பிளக்ஸ் (simplex) அல்லது மல்டிப்ளக்ஸ் (multiplex) பொருத்து இருக்கும்.

காழுடேட்டர் பிட்ச் (Commutator pitch) ( $Y_C$ ): ஒரு காயிலின் இரு முனைகளின் இணைப்புக்கு இடையேயுள்ள காழுடேட்டர் செக்மென்ட் தூரம் காழுடேட்டர் பிட்ச் (commutator pitch) எனப்படுகிறது. இது  $Y_C$  என குறிப்பிடப்படுகிறது. படம் 7,8 மற்றும் 9-ன்படி காழுடேட்டர் பிட்ச்  $Y_C = 1$  செக்மென்ட்.

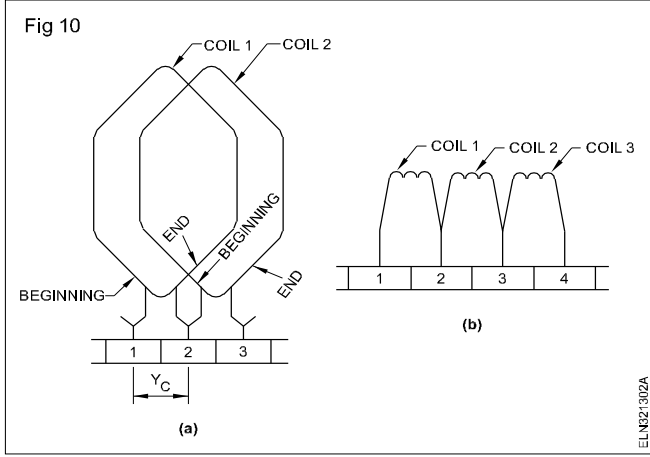
காழுடேட்டர் பிட்ச்  $Y_C$  வையின்டிங்-யின் வகை, லேப் அல்லது வேவ் மேலும் சிம்பிளக்ஸ் அல்லது மல்டிப்ளக்ஸ் ஆகியவற்றை பொருத்து மாறுபடும்.

**DC ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்-களின் வகைகள் (Types of DC armature windings)**

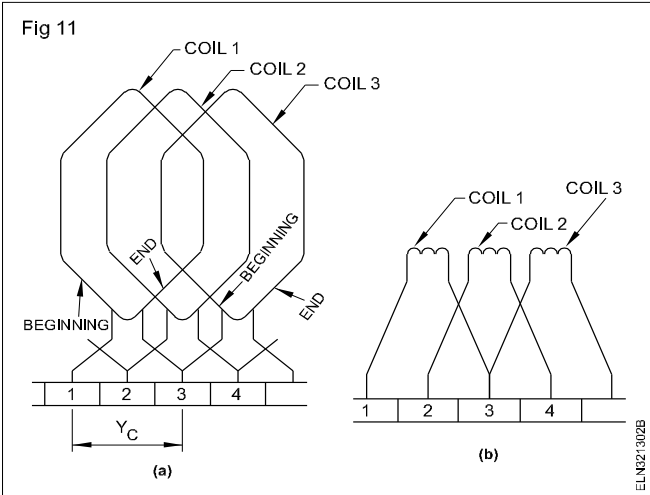
**லேப் மற்றும் வேவ் வையின்டிங் (Lap and wave winding):** DC ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங் முக்கியமாக இரு வகைப்படும். லேப் அல்லது வேவ் வையின்டிங்-கள். காழுடேட்டர் செக்மென்ட் உடன் வையின்டிங்-யின் முனைகள் இணைக்கப்படுவதை பொருத்து இவைகள் மாறுப்படுகின்றன.

**சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையின்டிங் (Simplex lap winding):** சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்-யில் 1-வது காயிலின் இறுதி லீடு (lead) பக்கத்து காயிலின் (2-வது காயில்) துவக்க லீட் உடன் காழுடேட்டரின் செக்மென்ட் மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. காழுடேட்டர் பிட்ச் ஒரு செக்மென்ட்-ஆக பராமரிக்கப்படுகிறது.

சிம்ப்ளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்கின் லீட் இணைப்பு படம் 10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



**டூப்ளக்ஸ் லேப் வையின்டிங் (Duplex lap winding):** டூப்ளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்-யில் 1-வது காயிலின் இறுதி லீட், 3-வது காயிலின் துவக்க லீட்-உடன் காழுடேட்டர் செக்மென்ட் மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. காழுடேட்டர் பிட்ச் இரண்டு செக்மென்ட்-களாக படம் 11a மற்றும் 11b-ல் காண்பித்துள்ளபடி இருக்கும்.



ட்ரிப்ளக்ஸ் (triplex) மற்றும் க்வாட்ரப்ளக்ஸ் (quadruplex) லேப் வையின்டிங்குகளில் 1-வது காயில் இறுதி லீட் முறையே 4-வது மற்றும் 5-வது காயிலின் துவக்க லீட்-களுடன் காழுடேட்டர் செக்மென்ட் மூலம் இணைக்கப்படுகின்றன.

பொதுவாக காழுடேட்டர் பிட்ச்-யானது

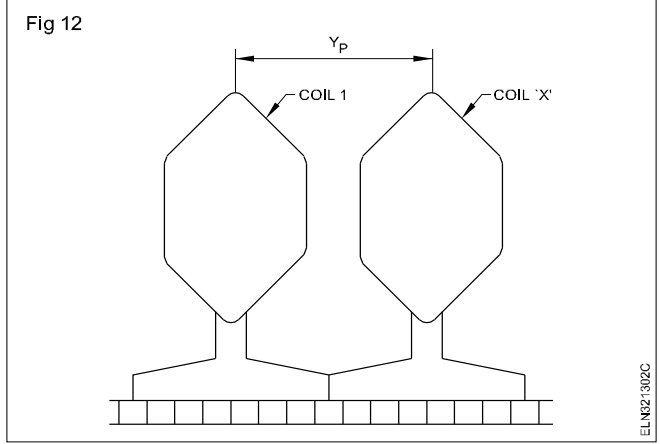
$Y_c = 1$  செக்மென்ட் - சிம்ப்ளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்-யில்

$Y_c = 2$  செக்மென்ட்கள் - டூப்ளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்-யில்

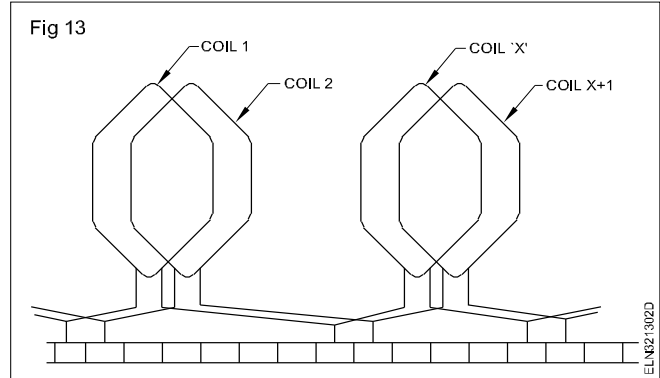
$Y_c = 3$  செக்மென்ட்கள் - ட்ரிப்ளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்-யில்

$Y_c = 4$  செக்மென்ட்கள் - க்வாட்ரப்ளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்-யில்

**சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங் (Simpler wave winding):** சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்கில், 1-வது காயிலின் இறுதி லீட், ஒரு துருவ பிட்ச்-க்கு சமமான தூரத்தில் உள்ள காயிலின் துவக்க முனையுடன் (படம் 12) இணைக்கப்படுகிறது.

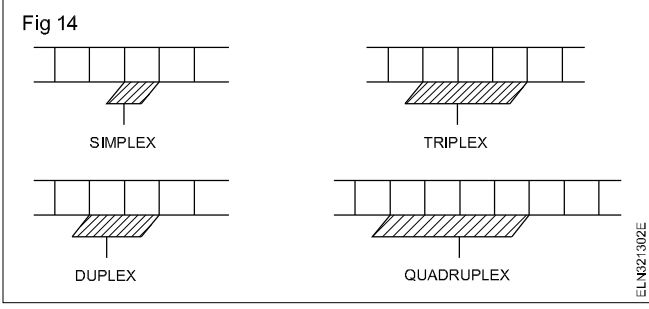


**டூப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங் (Duplex wave winding):** டூப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்கில் படம் 13-ல்காட்டப்பட்டவாறு, இரு சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங் பக்க இணைப்பில் உள்ளது.

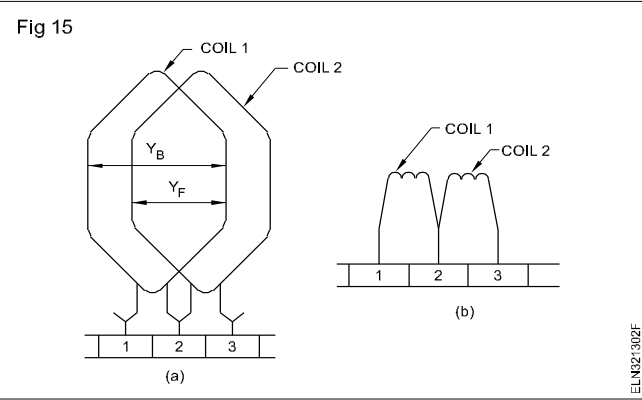


**ட்ரிப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங் (Triplex wave winding):** ட்ரிப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்கில் மூன்று சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்-கள் பக்க இணைப்பில் கூட்டாக இருக்கும்.

சிம்ப்ளக்ஸ் லேப் மற்றும் வேவ் வையின்டிங்-களில், கார்பன் பிரஷ்-யின் அகலம் ஒரே ஒரு காழுடேட்டர் செக்மென்ட் மட்டும் தொடும்படி இருக்க வேண்டும். டூப்ளக்ஸ் வையின்டிங்கில் இரு செக்மென்ட்-களையும் ட்ரிப்ளக்ஸ்-யில் மூன்று செக்மென்ட்களையும் மற்றும் க்வாட்ரப்ளக்ஸ்-யில் நான்கு செக்மென்ட்களையும் தொட்டு கொண்டு இருக்கும். (படம் 14-யை பார்க்கவும்).

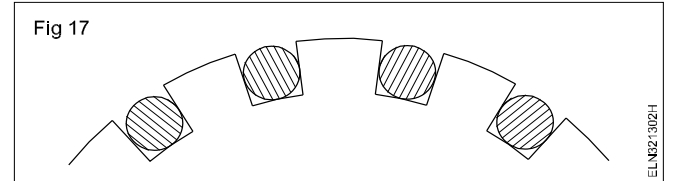
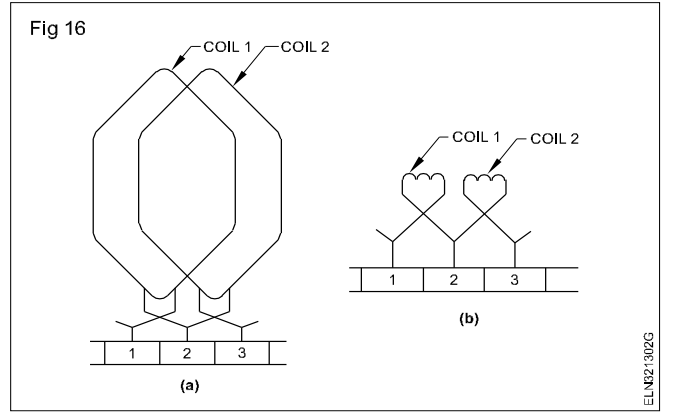


**முன்னோக்கிய லேப் அல்லது வேவ் வையின்டிங் (Progressive lap or wave winding):** முன்னோக்கிய லேப் அல்லது வேவ் (progressive lap or wave) வையின்டிங்கில் முன் பிட்ச்  $Y_F$  பின் பிட்ச்  $Y_B$  விட குறைவாக இருக்கும். அதாவது காயில்கள் கடிகாரம்-சுழலும் திசையில் வைக்கப்பட்டால், காழுடேட்டர் செக்மென்ட்-க்கு வரும் இணைப்புகள், கடிகாரம்-சுழலும் திசையில் படம் 15a மற்றும் 15b-ல் காட்டப்பட்டவாறு, முன்னோக்கி இருக்கும். முன்னோக்கிய வையின்டிங்கில்  $Y_c$  ஆனது +1 ஆக கருதப்படுகிறது.

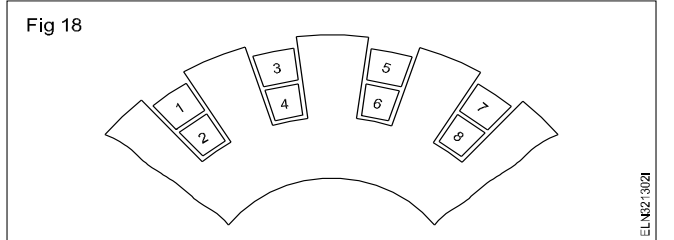


**பின்னோக்கிய லேப் அல்லது வேவ் வையின்டிங் (Retrogressive lap or wave winding):** பின்னோக்கிய லேப் அல்லது வேவ் வையின்டிங்கில் முன் பிட்ச்  $Y_F$ , பின் பிட்ச்  $Y_B$ -யை விட அதிகமாக இருக்கும். காயில்கள் காடிகாரம் சுழலும் திசையில் வைக்கப்பட்டால், காழுடேட்டர் செக்மென்ட்-க்கு வரும் இணைப்புகள் கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையில் படம் 16 a மற்றும் 16 b-யில் காட்டப்பட்டவாறு பின்னோக்கி இருக்கும். பின்னோக்கி வையின்டிங்-யில்  $Y_c$  ஆனது -1 ஆக கருதப்படுகிறது.

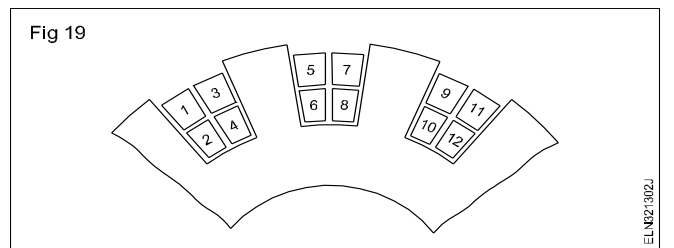
**சிங்கிள் லேயர் வையின்டிங் (Single layer winding):** படம் 17-ல் காட்டப்பட்டவாறு, ஒவ்வொரு ஆர்செம்கூர் ஸ்லாட்-யிலும் ஒரே ஒரு காயில் பக்கம் மட்டும் வைக்கப்பட்டு இருந்தால் அது சிங்கிள் லேயர் (single layer) வையின்டிங் ஆகும். இவ்வையின்டிங் அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.



**இரு லேயர் வையின்டிங் (Two-layer winding):** படம் 18-ல் காட்டப்பட்டவாறு, இவ்வகை வையின்டிங்கில் ஒவ்வொரு ஸ்லாட்-யிலும் இரு கடத்திகள் அல்லது இரு காயில் பக்கங்கள் இரு அடுக்காக வைக்கப்பட்டுள்ளன வழக்கமாக ஒவ்வொரு காயிலின் ஒரு பக்கம் ஒரு ஸ்லாட்-யின் மேல் அரைப் பகுதியிலும், அதே காயிலின் அடுத்த பக்கம் ஒரு காயில் பிட்ச் தள்ளி இருக்கும் மற்றொரு ஸ்லாட்-யின் கீழ் அரைப் பகுதியிலும் அமைக்கப்படுகிறது.



**மல்டி காயில் வையின்டிங் (Multi-coil winding):** சில சமயங்களில் ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் பல அடுக்கங்களாக 4 அல்லது 6 அல்லது 8 காயில் பக்கங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஏனென்றால் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலான ஸ்லாட்களை அமைப்பது நடைமுறையில் சாத்தியமில்லை. ஸ்லாட்-யின் மேல் அரை பகுதியில் வைக்கப்படும் காயிலின் பக்கங்கள் ஒற்றைப்படை எண்களாகும். அதாவது 1,3,5,7 போன்றும் கீழ் அரைப் பகுதியில் இரட்டைப்படை எண்ணாகவும் அதாவது 2,4,6,8 போன்றும் இருக்கும். (படம் 19)



## சிம்பிளக்ஸ் லேப் மற்றும் வேவ் வையின்டிங் - டெவலப்டு வரைபடம் (Simplex lap and wave winding - developed diagram)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- லேப் மற்றும் வேவ் வையின்டிங்-யின் நிபந்தனைகளை கூறுதல்
- சிம்பிளக்ஸ் லேப் மற்றும் வேவ் வையின்டிங்-க்கான டெவலப்டு ரிங் வரைபடத்தை கணக்கிட்டு வரைதல்.

**டெவலப்மெண்ட் வையின்டிங் வரைபடம் (Development winding diagram):** டெவலப்மெண்ட் வையின்டிங் வரைபடத்தை வரைய கடத்திகளின் எண்ணிக்கை, துருவங்களின் எண்ணிக்கை பிட்ச்-கள் வையின்டிங்-யின் வகைகள் போன்ற தகவல்கள் தேவைப்படுகின்றன. DC ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்கின், காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்-களுக்கு சமமான எண்ணிக்கையில் காயில்கள் இருக்கும். காயில்களின் எண்ணிக்கையானது ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கையின் பெருக்கு தொகையை சார்ந்து இருக்கும். மேலும் சிங்கிள் லேயர் வையின்டிங்-யில், காமுடேட்டர் செக்மெண்ட் எண்ணிக்கையை விட ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை இரு மடங்காக இருக்கும், டபுள் லேயர் வையின்டிங்கில் காமுடேட்டர் செக்மெண்ட் மற்றும் ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இருக்கும்.

### லேப் வையின்டிங் (Lap winding)

**லேப் வையின்டிங்கின் நிபந்தனைகள் (Conditions for lap winding):** லேப் வையின்டிங்கிற்கு பின்வரும் வழிமுறைகள் மற்றும் நிபந்தனைகள் பின்பற்றப்பட வேண்டும்.

- முன் பிட்ச்  $Y_F$  மற்றும் பின் பிட்ச்கள்  $Y_B$  ஏறக்குறைய துருவ பிட்ச்-க்கு  $Y_p$  சமமாக இருக்க வேண்டும்.
- முன் பிட்ச்  $Y_F$  மற்றும் பின் பிட்ச்-கள்  $Y_p$  இரண்டும் ஒற்றைப்படை எண்ணாக இருக்க வேண்டும்.
- சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்கில் பின் பிட்ச்-க்கும்  $Y_B$  மற்றும் முன் பிட்ச்-க்கும்  $Y_F$  இடையே 2 கடத்திகள் வித்தியாசம் இருக்க வேண்டும். மல்டிபிளக்ஸ் வையின்டிங்கில் இவ்வித்தியாசம்  $2 \times$  பிளக்ஸ்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கும்.

எ.கா டூப்ளக்ஸ்  $2 \times 2 = 4$  கடத்திகள்

ட்ரிப்ளக்ஸ்  $2 \times 3 = 6$  கடத்திகள்

சராசரி பிட்ச் ஆனது கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தின்படி இருக்கும்.

காமுடேட்டர் பிட்ச் ஆனது

$Y_c = \pm 1$  சிம்பிளக்ஸ் வையின்டிங்

$= \pm 2$  டூப்ளக்ஸ் வையின்டிங்

$= \pm 3$  ட்ரிப்ளக்ஸ் வையின்டிங் மற்றும் பல

- சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்கில், ஆர்மெச்சூரின் இணை பாதைகளின் (parallel paths) எண்ணிக்கையானது துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கும். அதாவது 2 துருவ ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்கில் 2 இணை பாதைகளும் (parallel paths) இருக்கும். 4 துருவ ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்கில் 4 இணை பாதைகளும் இருக்கும். இருப்பினும் மல்டிப்ளக்ஸ் வையின்டிங்கில் இணைபாதைகளின் எண்ணிக்கை  $A = P \times$  பிளக்ஸ்களின் எண்ணிக்கையாக இருக்கும்.
- துருவங்களின் எண்ணிக்கையும் பிரஷ்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்க வேண்டும்.
- பிரஷ்களின் அகலம் 'm' செக்மெண்ட்களை மூடும் அளவுக்கு இருக்க வேண்டும். இங்கே 'm' என்பது வையின்டிங்கின் பிளக்ஸ் ('plex') யை குறிக்கிறது.

**முன்னோக்கு வையின்டிங் (Progressive winding)**

$$\text{பின் பிட்ச் } Y_B = \frac{Z}{P} + 1$$

முன் பிட்ச்  $Y_F = Y_B - 2 \times$  பிளக்ஸ்

**பின்னோக்கிய வையின்டிங் (Regressive winding)**

$$\text{முன் பிட்ச் } Y_F = \frac{Z}{P} + 1$$

முன் பிட்ச்  $Y_B = Y_F - 2 \times$  பிளக்ஸ்

லேப் வையின்டிங் சாத்தியமாக வேண்டும் எனில்  $Z/P$  இரட்டைப்படை எண்ணாக இருக்க வேண்டும்.

மேற்கூறிய குறிப்புகளை கருத்தில் கொண்டு நிர்ணயிக்கப்பட்ட ஸ்லாட்களை கொண்ட ஆர்மெச்சூரில் மட்டுமே லேப் வையின்டிங் செய்ய முடியும்.

**கணக்கீடுகள் (Calculations):** பின்வரும் கணக்கீடு ஒரு சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையின்டிங்க்கான, வையின்டிங் பிட்ச்கள், காமுடேட்டர் செக்மெண்ட் உடனான காயில் இணைப்பு முனை கண்டுபிடிப்பதற்காக செய்யப்படுகிறது.

**எடுத்துக்காட்டு (Example)**

காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்களின் எண்ணிக்கை - 6  
 ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை - 6  
 துருவங்களின் எண்ணிக்கை - 2  
 வையின்டிங்கின் வகை - சிம்பிளக்ஸ் லேப் ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி வையின்டிங்கானது டபுள் லேயராக மட்டுமே இருக்கும்.

**தீர்வு (Solution)**

காயில்களின் எண்ணிக்கை = காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்களின் எண்ணிக்கை = 6 காயில்கள்  
 கடத்திகள் அல்லது காயில் பக்கங்களின் எண்ணிக்கை = காயில்களின் எண்ணிக்கை x 2  
 = 6 x 2 = 12 கடத்திகள்

துருவ பிட்ச்

$$Y_p = \frac{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ ஸ்லாட்கள்}$$

மேலும் கடத்திகள் அடிப்படையில்

$$Y_p = \frac{\text{கடத்திகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{12}{2} = 6 \text{ கடத்திகள்}$$

$$\text{கடத்திகளின் எண்ணிக்கை/ஸ்லாட்} = \frac{12}{6} = 2$$

= 2 கடத்திகள்/ஸ்லாட்

எனவே வையின்டிங்கானது டபுள் லேயர் வையின்டிங் ஆகும்.

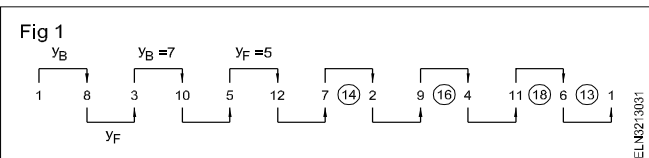
பின் பிட்ச்  $Y_B = \frac{Z}{P} + 1 = \frac{12}{2} + 1 = 6 + 1 = 7$

முன் பிட்ச்  $Y_F = Y_B - 2 \times \text{ப்ளக்ஸ்} = 7 - 2 = 5$

$Y_B=7$  மற்றும்  $Y_F=5$ ; முன்னோக்கிய வையின்டிங்கில்

$Y_B=5$  மற்றும்  $Y_F=7$ ; பின்னோக்கிய வையின்டிங்கில்

முன்னோக்கிய லேப் வையின்டிங்கின் கடத்திகளின் வையின்டிங் வரிசை படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

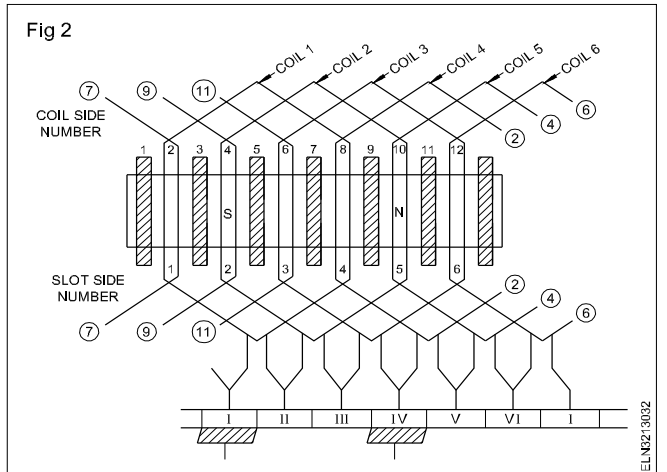


**வையின்டிங் அட்டவணை**

காயில்	கடத்திகள்		ஸ்லாட்		காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்	
	முதல்	வரை	முதல்	வரை	முதல்	வரை
1	1	8	1	4	I	II
2	3	10	2	5	II	III
3	5	12	3	6	III	IV
4	7	2	4	1	IV	V
5	9	4	5	2	V	VI
6	11	6	6	3	VI	I

சிம்பிளக்ஸ் டபுள் லேயர் லேப் வையின்டிங், 12 கடத்திகள், 2 துருவங்கள், 6 ஸ்லாட்ஸ், 6 செக்மெண்ட்களுக்கான டெவலப்மெண்ட் வையின்டிங் வரைபடம் தரப்பட்டுள்ளது.

உரிய ஸ்லாட்களில் அமைக்கப்பட்ட காயில்கள் மற்றும் செக்மெண்ட் உடன் அவைகளின் இணைப்புகளை படம் 2 காட்டுகிறது.

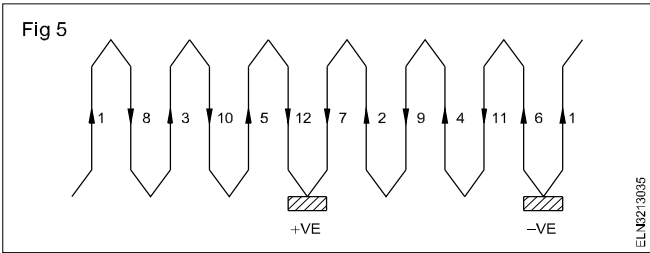
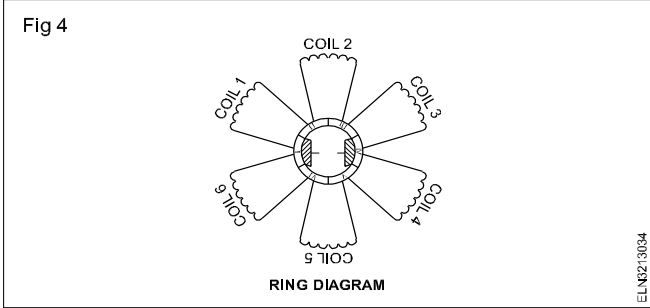
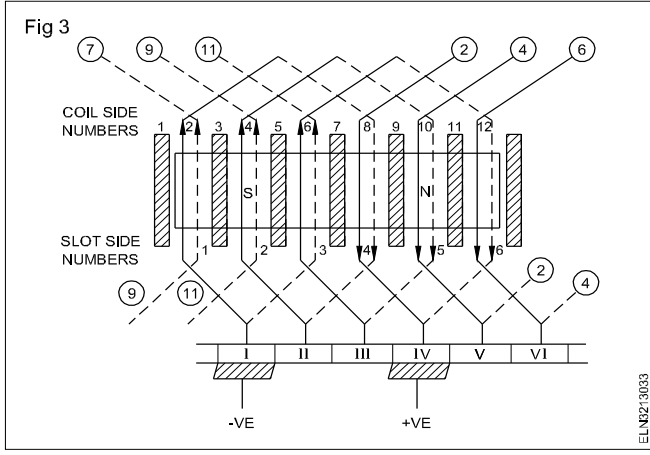


**கடத்திகளுடன் கூடிய டெவலப்மெண்ட் வரைபடம் (Development diagram with conductors):**

ஸ்லாட்களில் அமைக்கப்பட்ட ஆர்மெச்சூர் கடத்திகள் மற்றும் காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்டின் அவைகளின் இணைப்பை படம் 3 காட்டுகிறது.

**ரிங் வரைபடம் (Ring diagram):** 6 காயில்கள் காமுடேட்டர் செக்மெண்ட்டின் இணைக்கப்பட்டுள்ளதை ரிங் வரைபடம் வடிவில் படம் 4 காட்டுகிறது.

**வரிசை வரைபடம் (Sequence diagram):** இவ்வரைபடம் ஆனது முக்கியமாக காயில் பக்கங்களில் (கடத்திகளில்) செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசையை அடையாளம் காண உதவுகிறது. இவ்வரைபடத்தின் உதவியுடன் பிரஷ்யின் நிலையை கண்டுபிடிக்க முடியும். (படம் 5)



### வேவ் வையின்டிங் (Wave winding)

**வேவ் வையின்டிங்கான நிபந்தனைகள் (Conditions for wave winding):** வேவ் வையின்டிங்கில் பின்பற்றப்பட்ட வேண்டிய விதிமுறைகள் மற்றும் நிபந்தனைகள் பின்வருமாறு.

- முன் பிட்ச்  $Y_F$  மற்றும் பின் பிட்ச்  $Y_B$ , கிட்டத்தட்ட துருவ பிட்ச்-க்கு  $Y_p$  சமமாக இருக்க வேண்டும்.
- முன் பிட்ச்-ம்  $Y_F$  மற்றும் பின் பிட்ச்-ம்  $Y_B$  ஒற்றைப்படை எண்ணாக இருக்க வேண்டும்.
- சிம்ப்ளக்ஸ் வையின்டிங்கில் பின் பிட்ச்  $Y_B$ -ம் மற்றும் முன் பிட்ச்  $Y_F$ -ம் சமமாக இருக்கலாம் அல்லது 2 கடத்திகள் வித்தியாசப்படலாம். நிபந்தனையின் அடிப்படையில், மல்டி ப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்கில் இது சமமாகவோ அல்லது 2 அல்லது 4 கடத்திகள் வித்தியாசத்திலோ இருக்கலாம்.

$$Y_A = \frac{Y_B + Y_F}{2} \text{ தோராயமாக}$$

- சராசரி பிட்ச் ஆனது கீழே கொடுக்கப்பட்ட சூத்திரத்தின்படி இருக்க வேண்டும்.

$$Y_A = \frac{Y_B + Y_F}{2} \text{ அல்லது}$$

$$Y_A = \frac{\text{கடத்திகளின் எண்ணிக்கை} \pm (2 \times \text{ப்ளக்ஸ்})}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$Y_A = \frac{Z \pm 2}{P} : \text{சிம்ப்ளக்ஸ் வையின்டிங்கிற்காக}$$

$$= \frac{Z + 2}{P} : \text{முன்னோக்கிய சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ்}$$

வையின்டிங்கிற்காக

$$= \frac{Z - 2}{P} : \text{பின்னோக்கிய சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ்}$$

வையின்டிங்கிற்காக

$$Y_A = \frac{Z \pm 4}{P} : \text{டூப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்கிற்காக}$$

$$Y_A = \frac{Z \pm 6}{P} : \text{ட்ரிப்ளக்ஸ் வேவ்வையின்டிங்கிற்காக}$$

$$Y_c = \frac{\text{காழுடேட்டர் செக்மென்ட்களின் எண்ணிக்கை} \pm m}{\text{துருவ ஜோடிகள்}} = \frac{C \pm m}{p/2}$$

இங்கு  $Y_c$  என்பது காழுடேட்டர் பிட்ச்

$C$  = காழுடேட்டர் செக்மென்ட்களின் மொத்த எண்ணிக்கை

$p$  = துருவங்களின் எண்ணிக்கை

$m$  = வையின்டிங்கின் ப்ளக்ஸ் (plex)

காழுடேட்டர் பிட்ச்  $Y_c$ -யானது சராசரி பிட்ச்  $Y_A$ -க்கு சமமாக இருக்க வேண்டும்.  $Y_c = Y_A$

ரிசல்டன்ட் பிட்ச்  $Y_R$ -யானது, முன் மற்றும் பின் பிட்ச்-களின் கூட்டு தொகைக்கு சமமாக இருக்கிறது.  $Y_R = Y_B + Y_F$

- காயில் பக்கங்களின் எண்ணிக்கை பின்வரும் தொடர்பை உறுதி செய்ய வேண்டும்.

$$Z = P \times Y_A \pm 2 \quad P \text{ என்பது துருவங்கள் எண்ணிக்கை}$$

- சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்கில் துருவ எண்ணிக்கை எதுவாக இருப்பினும், இணை வழிகளின் (parallel paths) எண்ணிக்கை 'A,' 2 ஆக மட்டுமே இருக்கும். இருப்பினும் இணை வழிகளின் எண்ணிக்கை, வையின்டிங்கின் ப்ளக்ஸ்-ன் பெருக்கு தொகைக்கு ஏற்றவாறு உயர்கிறது.

எ.கா  $A = 2 \times \text{ப்ளக்ஸ்}$

மேற்கூறிய குறிப்புகளை கருத்தில் கொண்டு நிர்ணயிக்கப்பட்ட ஸ்லாட்களை கொண்ட ஆர்மெச்சூரில் மட்டுமே வேவ் வையின்டிங் செய்ய முடியும்.

- இரு பிரஷ்கள் மட்டுமே தேவைப்படுகின்றன. துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமான பிரஷ்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் அவைகள் காந்த துருவத்தை வெட்டாத காயில்களை குறுக்கு சுற்று செய்ய மட்டுமே பயன்படுத்துகின்றன.
- பிரஷ்களின் அகலமானது குறைந்தபட்ச 'm' செக்மென்ட்களை மூடும் அளவுக்கு இருக்க வேண்டும். இங்கே 'm' என்பது வையின்டிங்கின் ப்ளக்ஸ் ஆகும்.

**கணக்கீடுகள் (Calculations):** பின்வரும் கணக்கீடு, ஒரு சிம்ப்ளக்ஸ் வேவ் வையின்டிங்கில் வையின்டிங் பிட்ச்கள் மற்றும் காழுடேட்டர் செக்மென்ட் உடனான காயில் இணைப்புகளை கண்டறிய தரப்பட்டுள்ளது.

#### எடுத்துக்காட்டு (Example)

காழுடேட்டர் செக்மென்ட்களின்

எண்ணிக்கை - 7

ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை - 7

துருவங்களின் எண்ணிக்கை - 2

வையின்டிங்கின் வகை - வேவ்

#### வையின்டிங் அட்டவணை (Winding table)

1 காயில்களின் எண்ணிக்கை = காழுடேட்டர் செக்மென்ட் எண்ணிக்கை = 7 காயில்கள்

2 கடத்திகள் அல்லது காயில் பக்கங்களின் எண்ணிக்கை = காயில்களின் எண்ணிக்கை x 2 = 7 x 2 = 14 கடத்திகள்

3 துருவ பிட்ச்  $Y_p = \frac{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$   
 $= 7/2 = 3.5$  ஸ்லாட்கள்  
 $= 3$  ஸ்லாட்கள் (என கொள்வோம்)

மேலும்  $Y_p = \frac{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{14}{2}$   
 $= 7$  கடத்திகள்

4 கடத்திகளின் எண்ணிக்கை/ஸ்லாட் = 14/7 = 2 கடத்திகள்/ஸ்லாட். எனவே வையின்டிங் டபுள் லேயர் ஆக இருக்கிறது.

5 சராசரி பிட்ச்  $Y_A = \frac{Z \pm 2}{P}$

$$= \frac{14 + 2}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ (முன்னோக்கிய வையின்டிங்)}$$

$$= \frac{14 - 2}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ (பின்னோக்கிய வையின்டிங்)}$$

எனவே  $Y_A = Y_C = 8$  அல்லது 6.

6  $Y_A = 8$  என எடுத்துக் கொண்டால், முன்னோக்கிய வையின்டிங்கில்

$$2 Y_A = 2 \times 8 = 16 = Y_B + Y_F$$

$$Y_B - Y_F = 2$$

$$Y_B + Y_F = 16.$$

எனவே பின் பிட்ச்  $Y_B = 9$  மற்றும் முன் பிட்ச்  $Y_F = 7$ .

$Y_A = 6$  என எடுத்துக் கொண்டால் பின்னோக்கிய வையின்டிங்கில்

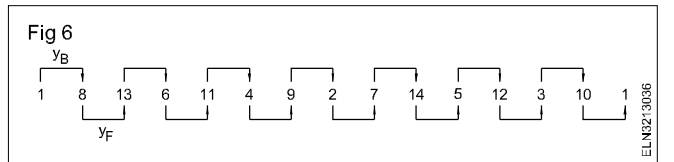
$$2 Y_A = 2 \times 6 = 12 = Y_B + Y_F$$

$$Y_B - Y_F = 12.$$

எனவே பின் பிட்ச்  $Y_B = 7$  மற்றும் முன் பிட்ச்  $Y_F = 5$  முன் நோக்கிய வேவ் வையின்டிங்கில்

பின்னோக்கிய வேவ் வையின்டிங்கில் கடத்திகளின் வையின்டிங் வரிசை படம் 6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$Y_B = 7, Y_F = 5.3$$

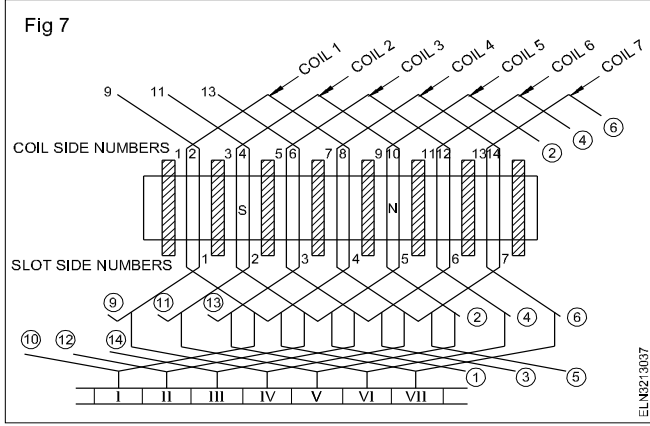


#### வையின்டிங் அட்டவணை

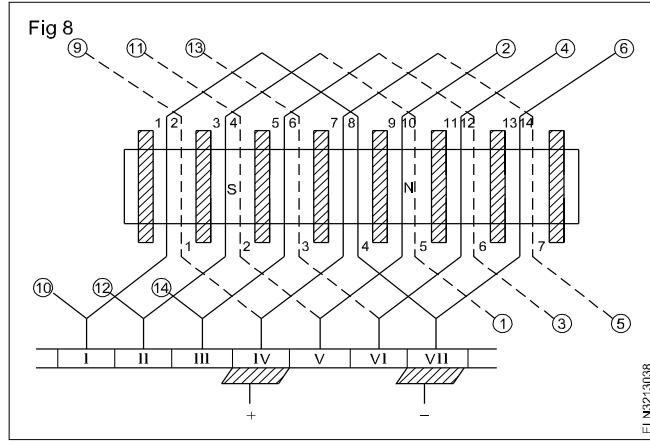
காயில்	கடத்திகள்		ஸ்லாட்		காழுடேட்டர் செக்மென்ட்	
	முதல்	வரை	முதல்	வரை	முதல்	வரை
1	1	8	1	4	I	VII
2	13	6	7	3	VII	VI
3	11	4	6	2	VI	V
4	9	2	5	1	V	IV
5	7	14	4	7	IV	III
6	5	12	3	6	III	II
7	3	10	2	5	II	I

சிம்ப்ளக்ஸ் டபுள் லேயர் வேவ் வையின்டிங், 14 கடத்திகள், 2 துருவங்கள், 7 ஸ்லாட்ஸ், 7 செக்மென்ட்களுக்கான டெவலப்மென்ட் வையின்டிங் வரைபடம் தரப்பட்டுள்ளது.

காயில் இணைப்புடன் கூடிய டெவலப்-மென்ட் வரைபடம் (Development diagram with coil connection): உரிய ஸ்லாட்களில் அமைக்கப்பட்ட காயில்கள் மற்றும் செக்மென்டுடன் அவைகளின் இணைப்பையும் படம் 7 காட்டுகிறது.



கடத்திகளுடன் கூடிய டெவலப்மென்ட் வரைபடம் (Development diagram with conductors): உரிய ஸ்லாட்களில் அமைக்கப்பட்ட ஆர்மெச்சூர் கடத்திகள் மற்றும் செக்மென்டுடன் அவைகளின் இணைப்பையும் படம் 8 காட்டுகிறது.



## ஆர்மெச்சூரை ரீவையின்டிங் செய்வதற்காக தயார்படுத்துதல் (Preparation of armature for rewinding)

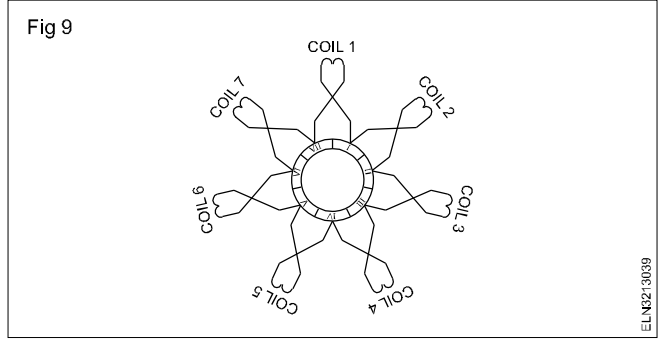
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஸ்லாட்களின் வகைகள் அவைகளின் நன்மைகள், பயன்படுத்தும் இடங்களை விளக்குதல்
- ஆர்மெச்சூர் இன்சலேஷன் திட்டத்தை விளக்குதல்
- ரீவைண்டிங் செய்யும் முன் காழுடேட்டரை சோதிக்கும் முறைகளையும் மற்றும் அவசியத்தையும் கூறுதல்.

ஸ்லாட்கள் (Slots): ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளை அதன் நிலையில் வைக்க, ஆர்மெச்சூரின் லேமினேட்டடு கோரில் ஸ்லாட்கள் உள்ளன. அவை

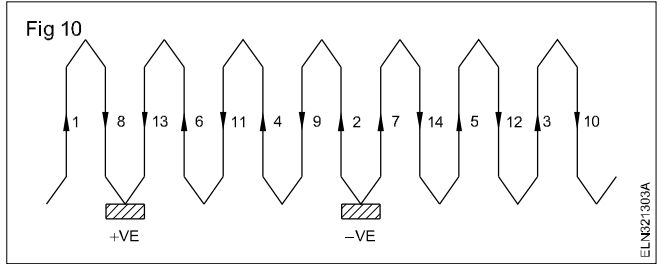
- திறந்த வகை (Open type)
- பாதி மூடிய வகை (Semi-enclosed type)
- மூடிய வகை (Closed type)

ரிங் வரைபடம் (Ring diagram): 2 துருவ ஆர்மெச்சூர் வேவ் வையின்டிங்கின் ரிங் வரைபடம் லேப் வையின்டிங்-யை போன்று இருக்கும். ஆனால் காயில் முனைகள் படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைக்கப்படுகிறது.



வரிசை வரைபடம் (Sequence diagram):

இவ்வரைபடம் காயில் பக்கங்களில் (கடத்திகள்) செல்லும் மின்னோட்டத்தின் நிலையை அடையாளம் காணவும், அதன் மூலம் பிரஷ் நிலையை கண்டுபிடிக்கவும் உதவுகிறது. (படம் 10). பிரஷ்ஷானது 3 காழுடேட்டர் செக்மென்ட் இடைவெளியில் (ஏறக்குறைய 155°) வைக்கப் படுவதை தயவு செய்து கவனிக்கவும்.

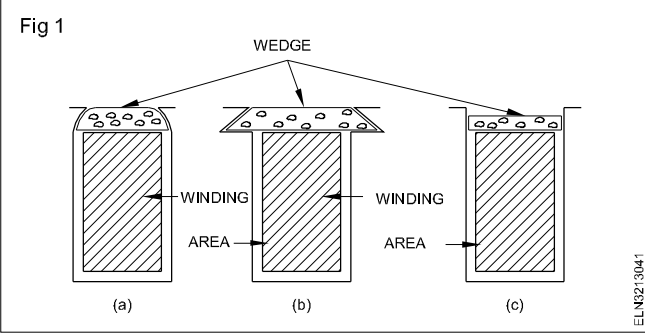


திறந்த வகை ஸ்லாட்கள் (Open type slots):

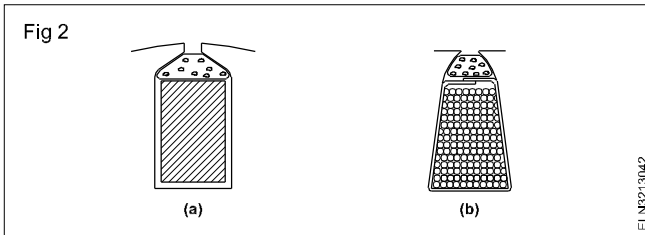
திறந்த வகை ஸ்லாட்கள் நடுத்தர மற்றும் அதிக மின்னழுத்த இயந்திரங்களில் பயன்படுகின்றன. படம் 1 a, b மற்றும் c காட்டப்பட்டவாறு, இந்த ஸ்லாட்களின் மேல் பகுதியானது, ரீவைண்டிங் செய்த பிறகு வெட்ஜ்-களை (wedges) பொருத்துவதற்காக சிறிது சாய்வாகவோ



அல்லது dovetail அமைப்பிலோ இருக்கும். பார்மரில் சுற்றுப்பட்டு நன்கு இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட காயில்கள் இந்த ஸ்லாட்களில் வைக்கப்படுகின்றன. ஸ்லாட்களில் இருந்து காயில் வெளிவராமல் இருக்க, ஆர்மெச்சூரின் சுற்றளவில் ஆழமில்லா பள்ளங்களின் மேல் ஸ்டீல் ஓயரால் கட்டப்படுகிறது. இவ்வகை ஆர்மெச்சூர்களில், ஸ்லாட்களுக்கு கீழே காற்றோட்ட குழாயை வைப்பதன் மூலம் சிறந்த குளிர்ண்டும் வசதி கிடைக்கிறது.

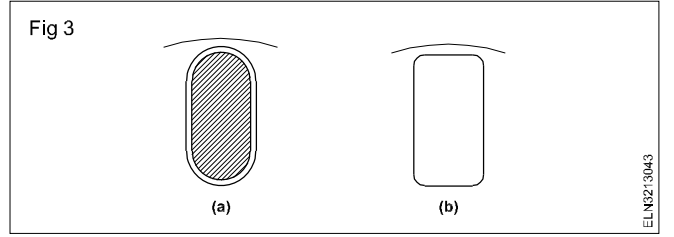


**பாதி-மூடிய வகை ஸ்லாட்கள் (Semi-enclosed type slots):** செமி க்ளோஸ்டு வகை ஸ்லாட்கள் குறைந்த மற்றும் நடுத்தர மின்னழுத்த இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 2a மற்றும் 2b-ல் காண்பித்துள்ளபடி இவ்வகை ஆர்மெச்சூர் ஸ்லாட்களின் மேல் பகுதி சாய்வாக அதாவது அடிப்பகுதியை காட்டிலும் மேல் பகுதியானது, குறைவாக திறந்த நிலையில் இருக்கும். எனவே திறந்த ஸ்லாட்களை விட குறைவான காந்த தடையே (reluctance) உள்ளது. மேலும் இதன் பற்பகுதியில் (teeth) சிறிய ஆப்பு (wedge) வைப்பதால் காயில்கள் சுலபமாக வெளியே வர முடியாது. வையின்டிங் செய்யும் பொழுது, காயிலின் கடத்திகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வைக்கப்படுகின்றன. முழு காயிலையும் ஒரே சமயத்தில் வைக்க முடியாது. பார் (bar) அல்லது பட்டை (strip) வையின்டிங் எனில், அவைகள் ஸ்லாட்டில் பக்கவாட்டு வழியாக உள்ளே தள்ளப்பட்டு பிறகு தேவையான தொங்குதலின் (overhang) வடிவத்திற்காக வளைக்கப்படுகின்றன.



**மூடிய வகை ஸ்லாட்கள் (Closed type slots):** மூடிய வகை ஸ்லாட்கள் AC இயந்திர ரோட்டார்களிலும் மற்றும் அதி வேக

ஆர்டர்னேட்டர்களிலும் பயன்படுகின்றன. ஆர்மெச்சூரின் இவ்வகை ஸ்லாட்கள் படம் 3a மற்றும் 3b-ல் காட்டப்பட்டவாறு முழுவதும் மூடிய நிலையில் இருக்கும்.

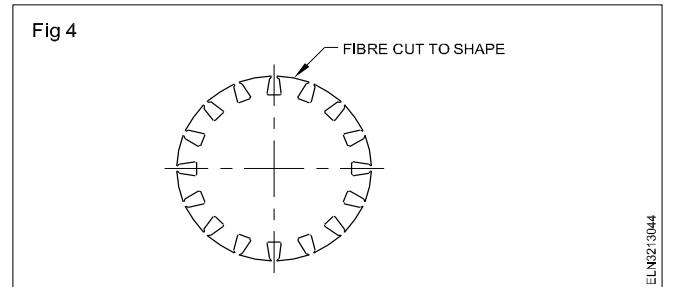


கடத்திகளை அமைக்க இந்த ஸ்லாட்களின் மேல் பரப்பில் எவ்வித திறப்பும் இருக்காது. எனவே ஸ்லாட்களின் வழியாக கடத்திகள் தள்ளப்படுகின்றன. மேலுள்ள இரு வகையை விட இதன் காந்த தடை (reluctance) குறைவு, எனவே வினைத் திறன் (efficiency) அதிகமாக இருக்கிறது.

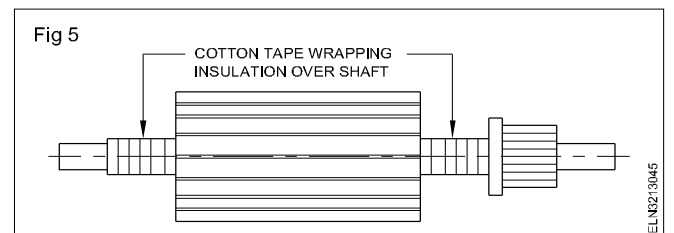
**ஆர்மெச்சூரின் இன்சுலேஷன் திட்டம் (Insulation scheme for armature)**

ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்-க்கு பின்வரும் இன்சுலேஷன் திட்டம் தேவைப்படுகிறது.

**ஆர்மெச்சூர் கோர் இன்சுலேஷன் (Armature core insulation):** ஆர்மெச்சூர் கோரின் இரண்டு பக்கங்களும் படம் 4-ல் காட்டப்பட்ட, ஸ்டேம்பிங் (stamping) வடிவிலான ஃபைபர் அல்லது இன்சுலேஷன் காகிதம் மூலம் இன்சுலேஷன் செய்யப்பட வேண்டும்.

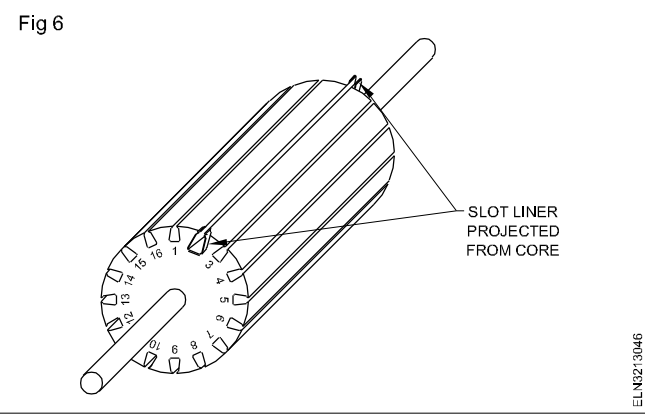


**தண்டு (Shaft) இன்சுலேஷன் (Shaft insulation):** ஆர்மெச்சூரின் இரு புறம் நீண்டு இருக்கும் தண்டு பகுதியை இன்சுலேஷன் செய்ய வேண்டும். வையின்டிங் தொங்குதல் (overhang) இருக்கும். தண்டின் அப்பகுதிகளில் பருத்தி அல்லது ஃபைபர் கிளாஸ் (Fibre glass) நாடாவை சுற்ற வேண்டும். தொங்குதலின் நீளத்தை பொருத்து நாடாக்கள் சுற்றப்படும் தூரம் இருக்கும். (படம் 5)

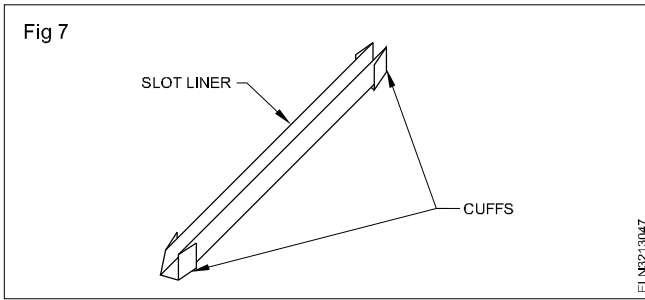


### ஸ்லாட் இன்சுலேஷன் (Slot insulation)

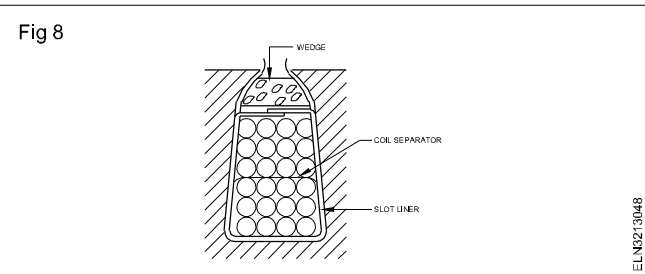
**ஸ்லாட் லைனர் (Slot liner):** ஸ்லாட் லைனர் என்பது ஸ்லாட்டின் உள் அளவுக்கு வெட்டப்பட்டு ஸ்லாட்டின் இரு பக்கங்களில் நீண்டு கொண்டு இருக்குமாறு வைக்கப்படும் இன்சுலேஷன் தாள் ஆகும். (படம் 6)



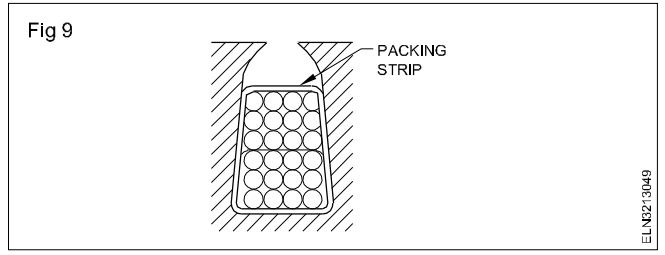
**கஃப்பிங் (Cuffing):** சில பயன்பாடுகளில் ஸ்லாட் லைனர் ஆனது ஸ்லாட்டில் இருந்து நழுவி விடாமல் இருக்க, அதன் இரு முனைகளும் மடிக்கப்படுகின்றன. (படம் 7)



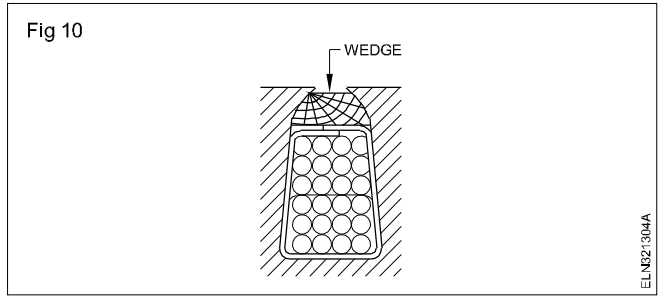
**காயில் பிரிப்பான் (Coil separator):** மல்டி-லேயர் வையின்டிங்கில், வையின்டிங் அடுக்குகளை ஒன்றில் இருந்து மற்றொன்றை இன்சுலேட் செய்ய காயில் பிரிப்பான்கள் பயன்படுகிறது. இவைகள் ஸ்லாட்டின் இரு பக்கங்களில் நீண்டு இருக்க வேண்டும். (படம் 8)



**பேக்கிங் ஸ்டிரிப் (Packing strip):** ஸ்லாட் லைனர் மற்றும் வெட்ஜ் (Wedge) -க்கு இடையே பயன்படுத்தும் தடித்த இன்சுலேஷன் தாள் பேக்கிங் ஸ்டிரிப் என்றழைக்கப்படுகிறது. இது ஸ்லாட்களில் இறுக்கமாக இருக்க வேண்டும். (படம் 9)



**ஆப்பு (Wedge):** ஸ்லாட்டிலிருந்து கடத்திகள் வெளி வருவதை தடுக்க பயன்படுத்தப்படும் மூங்கில் அல்லது ஃபைபர் இன்சுலேஷன் துண்டு வெட்ஜ் என்றழைக்கப்படுகிறது. இது ஸ்லாட்களில் இறுக்கமாக இருக்க வேண்டும். (படம் 10)

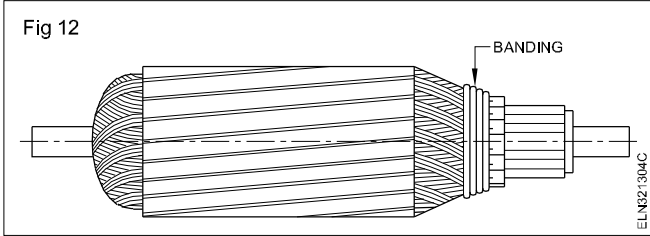
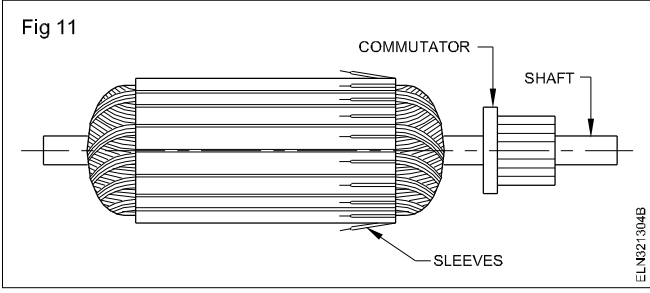


**காயில் இன்சுலேஷன் (Coil insulation):** சில பயன்பாடுகளில், ஸ்லாட்டின் உள்ளே இருக்கும் காயில் பக்கங்கள் பருத்தி அல்லது ஃபைபர் கண்ணாடி நாடாவால் சுற்றப்பட வேண்டும். இவை காயில் இன்சுலேஷன் என அறியப்படுகிறது.

**ஓவர்ஹேங் இன்சுலேஷன் (Overhang insulation):** வையின்டிங்கின் தொங்கும் பகுதிகளிலுள்ள பல்வேறு காயில் குருப்களில் கடத்திகள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடாமல் இருக்க பயன்படுத்த கூடிய ஃபைபர் கண்ணாடி துணி போன்ற வளையும் தன்மை கொண்ட இன்சுலேஷன் தாள்கள் ஓவர்ஹேங் இன்சுலேஷன் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

**லீட் இன்சுலேஷன் (Lead insulation):** காழுடேட்டர் செக்மெண்டுடன் பற்ற வைக்கும் முன் ஆர்மெச்சூர் கடத்தி முனைகளை இன்சுலேஷன் செய்ய பயன்படும் எம்பயர் அல்லது ஃபைபர் கண்ணாடி போன்ற ஸ்லீவ்கள், லீட் இன்சுலேஷன் என்றழைக்கப்படுகிறது. (படம் 11)

**பைன்டிங் இன்சுலேஷன் (Banding insulation):** சிறிய ஆர்மெச்சூரின் தொங்குதல்கள் சணல்/டெரிலின் கயிறு மூலம் கட்டப்படுகின்றன. பெரிய ஆர்மெச்சூர்களின் ஓவர் ஹேங்கள் இன்சுலேஷன் தாள்கள் மூலம் இன்சுலேஷன் செய்யப்பட்டு ஸ்டீல் ஓயர்களால் கட்டப்படுகின்றன (banding). (படம் 12)

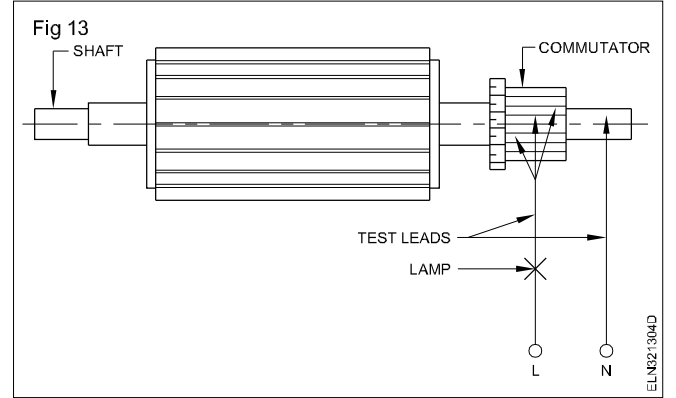


**வார்னீஷிங் (Varnishing):** ஆர்மெச்சூர் வையின்டிங்கில் செறிவூட்டப்பட்ட பேக்கிங் வார்னீஷ் பயன்படுத்தப்படுகிறது இச்செயலை வார்னீஷிங் என்கிறோம்.

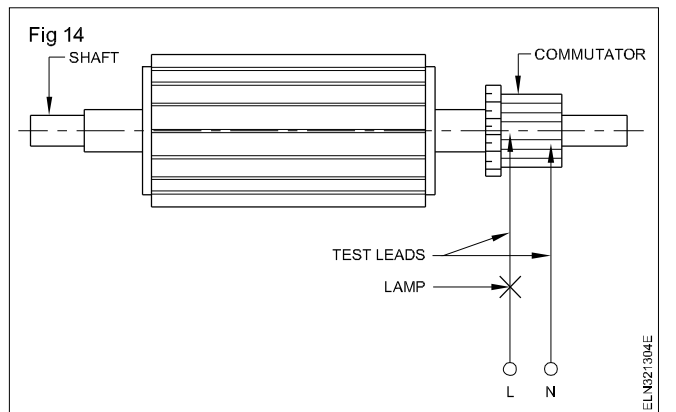
**வையின்டிங் செய்வதற்கு முன் காழுடேட்டரை சோதித்தல் (Testing of the commutator before winding):** ஆர்மெச்சூரை வையின்டிங் செய்ய முற்படும் முன் காழுடேட்டரை சோதிப்பது வழக்கமான நடைமுறையாகும். காழுடேட்டர் பழுதடைந்து இருந்தால் இதன் மூலம் அதனை சரி செய்வது கலபமாகிறது. காழுடேட்டரின் செக்மெண்ட்கள் சார்ட்டு அல்லது தரையிடல் (grounded) ஆகியுள்ளதா என சோதிக்கப்படுகிறது. காழுடேட்டர் மிகவும் சேதமடைந்து இருந்தாலோ அல்லது செக்மெண்ட்கள் வெளியே வந்திருந்தாலோ அதை புதியது ஒன்றைப் பயன்படுத்தி மாற்றப்பட வேண்டும்.

**கிரவுண்டு ஆன காழுடேட்டரை சோதித்தல் (Test for grounded commutator):** காழுடேட்டரின் செக்மெண்ட்கள் தண்டு அல்லது இரும்பு கோர்-யை தொட்டு கொண்டு இருந்தால், காழுடேட்டர் கிரவுண்டு ஆகியுள்ளது என்று அர்த்தம். இதன் படம் 13-ல் காட்டப்பட்டவாறு சோதனை விளக்கு (test lamp) மூலம் சோதிக்க முடியும். சோதனை விளக்கின் ஒரு முனையை ஆர்மெச்சூரின் தண்டில் நிரந்தரமாக தொடவும். சோதனை விளக்கின் மறு முனையை ஒவ்வொரு செக்மெண்டிலும் தொடவும். விளக்கு ஒளிரவில்லை அல்லது செக்மெண்ட் மற்றும் தண்டுக்கு இடையே தீப்பொறி அல்லது

ஜலிவாலை ஏற்படவில்லையெனில் காழுடேட்டர் கிரவுண்டு ஆகவில்லை என்று அர்த்தம். இது போல் அனைத்து செக்மெண்டிலும் சோதிக்கவும். எந்த செக்மெண்ட்-யை தொடும் பொழுது விளக்கு ஒளிர்கிறதோ அது கிரவுண்டு ஆகியுள்ளது என பொருள் கொள்ள வேண்டும்.



**குறுக்கு சுற்று ஏற்பட்ட காழுடேட்டரை சோதித்தல் (Test for shorted commutator):** படம் 14-ல் விளக்கப்பட்ட சோதனையானது செக்மெண்ட் இடையேயுள்ள மைக்காவில் ஏற்பட்டு பழுதை வெளிப்படுத்த செய்யப்படுகிறது. சோதனை விளக்கின் ஒரு முனையை காழுடேட்டரின் ஒரு செக்மெண்ட்-யையும் மறுமுனையை அடுத்த செக்மெண்ட்-யையும் தொடவும். இப்பொழுது விளக்கு ஒளிர கூடாது. விளக்கு ஒளிர்ந்தால் சோதனை விளக்கின் முனைகள் தொட்டு கொண்டு இருக்கும் செக்மெண்ட்களுக்கு இடையே குறுக்கு சுற்று ஆகியுள்ளது. சோதனை விளக்கின் முனைகளை மாற்றி மற்ற செக்மெண்ட்களையும் சோதிக்கவும். காழுடேட்டரின் அனைத்து செக்மெண்ட்களையும் சோதிக்கும் வரை இதை தொடரவும்.



## மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசரை ரீ வைண்டிங் செய்தல் (Rewinding of mixer/liquidizer)

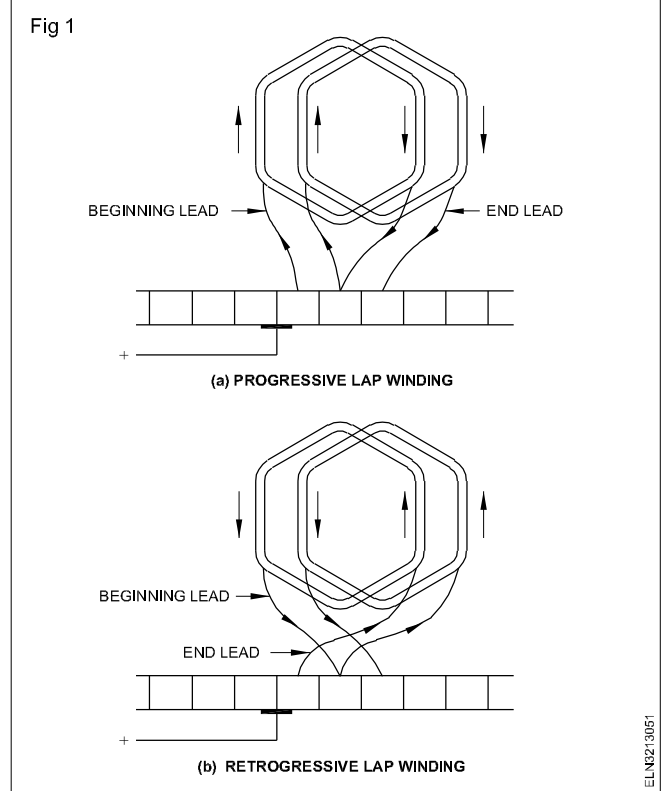
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசர்களில் பயன்படுத்தப்படும் வையிண்டிங்கின் வகைகளை விளக்குதல்
- காயில்களை லூப் மற்றும் லூப்பின்றி இணைப்பதை விளக்குதல்
- ஆர்மெச்சூரை ரீவைண்டிங் செய்ய சேகரிக்கப்பட வேண்டிய தகவல்களை விளக்குதல்
- 'லீட் ஸ்விங்' என்பதை விளக்குதல்
- ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்யும் முறையை விளக்குதல்
- ஆர்மெச்சூரை சமன்படுத்தும் முறையை விளக்குதல்.

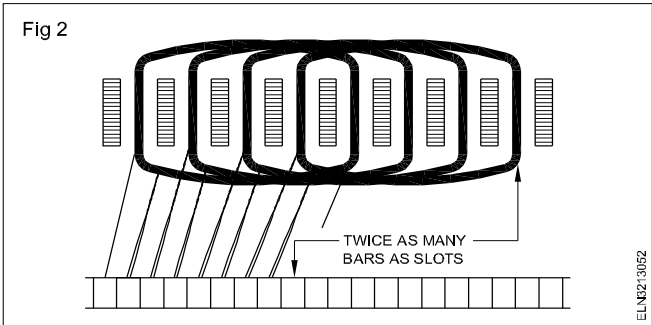
அநேகமாக அனைத்து மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசர்களிலும் (mixers/liquidizers) அதிக வேகம் மற்றும் அதிக டார்க் (torque) கொண்ட யூனிவர்சல் மோட்டார் பயன்படுகிறது. இவைகளின் அடிப்படை வடிவமைப்பு ஒன்று போலவே இருந்தாலும், இவைகளின் திறன், ஸ்லாட்/செக்மெண்ட்களின் எண்ணிக்கை, வையிண்டிங் ஓயரின் அளவு, பிரஷ் (Brush) தரம் மற்றும் இயக்கப்படும் நேரம் போன்றவைகளில் சில ஏற்றத் தாழ்வுகள் உள்ளன.

மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசர்-யை ரீவைண்டிங் செய்யும் பொழுது, அசல் வையிண்டிங்கின் மாதிரியை அப்படியே பின்பற்ற, தகவல்களை சேகரிக்கையில் சிறப்பு கவனம் செலுத்த வேண்டும். வையிண்டிங் ஓயரின் அளவில் அல்லது சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையில் சிறிய மாறுதல் ஏற்பட்டால் ரீவைண்டிங் செய்யப்பட்ட மிக்ஸரின் செயற்பாட்டு கெட்டு விடும். பொதுவாக, வையிண்டிங் ஓயர், இன்சுலேஷன் காசிதம், சால்டர் மற்றும் சால்டரிங் அயர்னை தேர்வு செய்யும் பொழுது கவனம் தேவை. ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்ய அதிக திறன் தேவைப்படுவதால், முதன் முதலாக இதை செய்பவர்கள் தன் முதல் முயற்சியில் தோல்வியை சந்திக்கிறார்கள். இதில், சுய தொழில் மூலம் அதிக லாபம் ஈட்ட வாய்ப்புள்ளதால், தனித்துவம் அடையும் வரை பலமுறை முயற்சி செய்யவும். வையிண்டிங்கில் தோல்வி அடையும் பொழுது அதற்கான காரணத்தை கண்டுபிடித்து, அதே தவறு மறுபடியும் ஏற்படாமல் பார்த்து கொள்ள வேண்டும்.

ரீவைண்டிங்-க்கான தகவல்களை சேகரிக்கும் முன், பயிற்சியாளர்கள் மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசரின் பயன்படும் வையிண்டிங்கின் வகைகளையும் அதன் வேறுபாடுகளையும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். பொதுவாக மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசர்களில் லூப்புடன் கூடிய சிம்பிளக்ஸ் முன்னோக்கிய அல்லது பின்னோக்கிய லேப் வையிண்டிங், படம் 1 (a) மற்றும் 1 (b)-ல் காட்டப்பட்டவாறு பயன்படுத்தப்படுகிறது.



**லூப்புடன் கூடிய லேப் வையிண்டிங் (Lap winding with loops):** படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசர்களில் ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் இரு காயில்கள் கொண்ட லேப் வையிண்டிங் காணப்படுகிறது. ஒரு 12 ஸ்லாட் ஆர்மெச்சூரில் 24 காயில்களும் மற்றும் 24 செக்மெண்ட்களும் இருக்கும். ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கையை விட காழுடேட்டர் செக்மெண்ட்களின் எண்ணிக்கை இரு மடங்காக இருக்க வேண்டும். படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு லூப் (loop) குட்டையாகவும் அடுத்த வளையம் நீளமாகவும் இருக்கும். இதன் மூலம் செக்மெண்ட்டில் சரியான வரிசையில் அதன் லீடுகளை பற்ற வைக்கலாம். சில லேப் வையிண்டிங்குகளில், ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் மூன்று காயில்கள் இருக்கலாம். அவ் வேளைகளில் ஸ்லாட்களை விட காழுடேட்டர் செக்மெண்ட்களின் எண்ணிக்கை மூன்று மடங்காக இருப்பது அவசியம்.



**லாப் இல்லாத லேப் வையிண்டிங் (Lap winding without loops):** இவ்வையிண்டிங்கில் ஒவ்வொரு காயிலும் தனித்தனியாக சுற்றப்பட்டு அதன் இரண்டு முனைகள் வெளியே கொண்டு வரப்படுகின்றன. பிறகு அதன் லீட்-கள் காழுடேட்டாருடன் சரியான வரிசையில் இணைக்கப்படலாம்.

### அட்டவணை 1

#### பெயர்-பலகை தகவல்

Make	:	_____	Type	:	_____	Code No	:	_____
KW	:	_____	Volts	:	_____	Amps	:	_____
No. of poles	:	_____	Hertz	:	_____	r.p.m	:	_____
Frame	:	_____	Model	:	_____			

### அட்டவணை 2

	Size of wire	Turns	Insulation	Connection
STATOR				
	Size of wire	No. of turns	Coil pitch	Coils/Slots
ROTOR				
	No. of slots	Bars	Draw the end connection and show the lead swing.	
Details of lead swing		Centre of bars		
Centre of slots to Lap		Centre of mica		
Commutator pitch		Wave		

**லீட் ஸ்விங் (Lead swing):** காழுடேட்டரின் சுற்றளவில் பிரஷ்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை கொண்டதாக வடிவமைக்கப்படுவதால், இயந்திரத்தை ரீவையிண்டிங் செய்யும் பொழுது, காழுடேட்டர் செக்மெண்டுடன் இணைக்கப்படும் காயில் முனைகளின் குறிப்பிட்ட நிலையை மாற்றாமல் அப்படியே இருக்க வேண்டும். குறிப்பிட்ட செக்மெண்டுடன் காயிலின் லீட்களை நிலை நிறுத்துதலை லீட் ஸ்விங் என்றழைக்கப்படுகிறது.

சரியான காழுடேட்டர் செக்மென்ட் -யில் ஆர்மெச்சூர்ரின் காயில் லீட்-களை நிலை

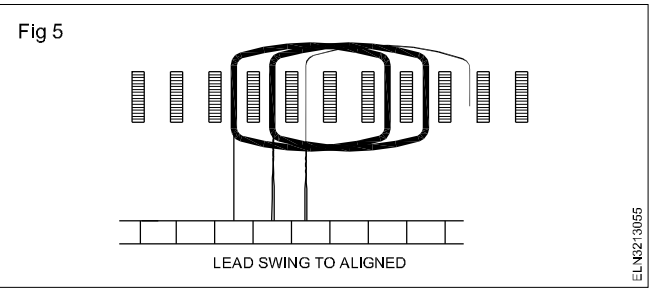
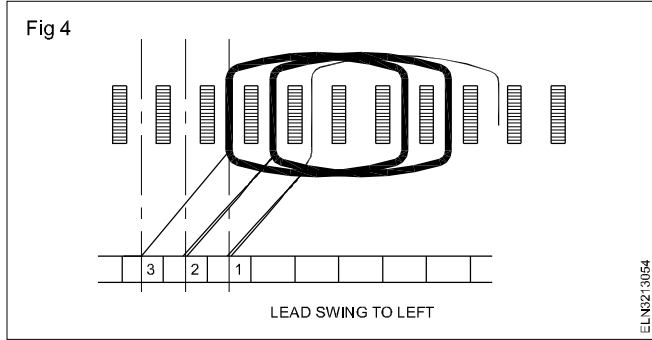
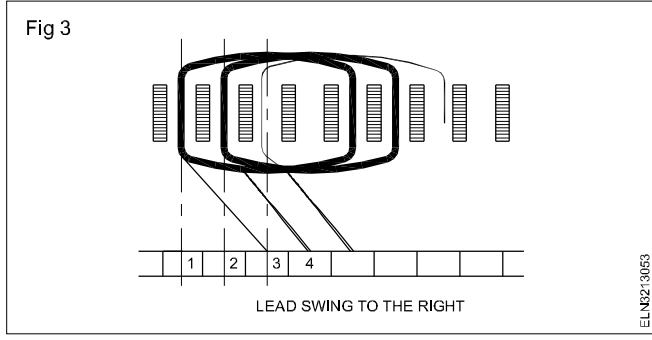
மிக்ஸர்-யை ரீவையிண்டிங் செய்யும் பொழுது சேகரிக்க வேண்டிய தகவல்கள் (Collection of data for rewinding a mixer): யூனிவர்சல் மோட்டாரின் ஃபீல்ட் அல்லது ஆர்மெச்சூர்-யை ரீவையிண்டிங் செய்யும் பொழுது, அசல் போன்றே இருக்க பயிற்சியாளர், வையிண்டிங்கை அகற்றும் வேளையில் தேவையான தகவல்களை சேகரிக்க வேண்டும். முதலில் மாதிரி அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டது போன்ற பெயர்-பலகை தகவல்களை எடுக்க வேண்டும்.

பெயர்-பலகை தகவலை எடுத்தவுடன், மிக்ஸர்-யை பிரித்து வையிண்டிங்-யை கவனமாக அகற்றவும். அவ்வேளையில் அட்டவணை 2-ல் காட்டப்பட்டது போன்றே தகவல்களை, தகவல் தாளில் சேகரிக்கவும்.

நிறுத்துவது என்பது வைண்டிங்-யில் ஒரு மிக முக்கிய செயற்பாடு ஆகும். அசல் நிலையை பொருத்து, செக்மெண்ட்யில் லீட் மூன்று வெவ்வேறு நிலைகளில் ஏதேனும் ஒரு முறையின் படி அமைக்கப்படுகிறது.

காழுடேட்டர் முனையில் இருந்து ஆர்மெச்சூர் ஸ்லாட்-யை பார்க்கும் பொழுது, காழுடேட்டருக்கு வரும் லீட்கள், ஸ்லாட்டுக்கு வலது பக்கமாக படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு அல்லது இடது பக்கமாக படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு அல்லது படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு வரிசைப்படுத்தப்

பட்டிருக்கும். காழுடேட்டரில் லீட்களின் நிலையை கண்டறிய பின்வரும் முறை பயன்படுகிறது.

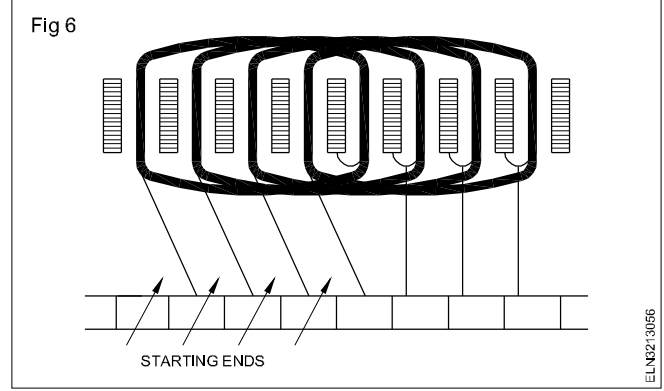


ஸ்லாட்டின் மையத்தில் ஒரு நூல் அல்லது கயிற்றுத்துண்டை இழுத்து பிடிக்கவும். அது காழுடேட்டர் பார் (bar) அல்லது பார்களுக்கு இடையிலுள்ள மைக்காவுடன் இணைகிறதா என்பதை கவனிக்கவும். அவ்வாறு காழுடேட்டர் பாரில் அமையவில்லையெனில், முதல் காயிலின் லீடை வலது பக்கம் மூன்று பார்களை தள்ளி அமைக்கவும். மற்ற அடுத்தடுத்த ஸ்லாட்களும் அதனை படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு தொடர வேண்டும். ஸ்லாட்டின் மையம் மைக்காவுக்கு நேராக இருந்தால் அதன் வலது பக்க பாரை 1-வது பார் என கருதவும்.

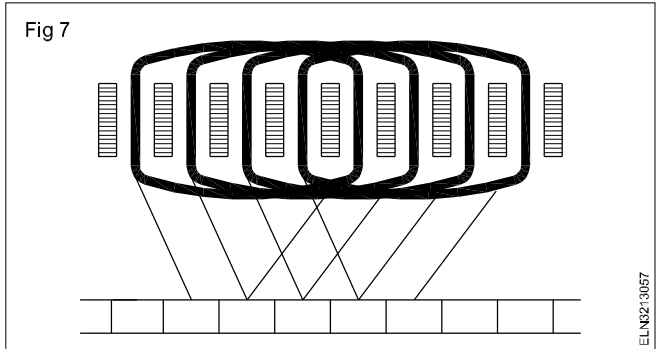
ஒரு ஸ்லாட்டில் ஒன்றை அல்லது இரட்டை காயிலை வையிண்டிங் செய்யும் முறை (Method of winding single or double coil per slot)

ஒரு ஸ்லாட்டில் ஒரு காயில் கொண்ட ஆர்மெச்சூர் (Armature with one coil per slot): ஒரு காயிலை கொண்ட ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்யும் மற்றும் இணைக்கும் செய்முறை பின்வருமாறு:

ஏதேனும் ஒரு ஸ்லாட்டில் ஒரு காயிலை சரியான பிட்ச்-வுடன் முழுமையாக சுற்றவும். 1-வது காயிலின் தொடக்க முனையை லீட் ஸ்விங்-ன்படி சரியான காழுடேட்டர் பாரில் வைக்கவும். ஆர்மெச்சூர் முழுவதும் வையிண்டிங் செய்யப்பட்ட பின்னர் அனைத்து காயில்களின் இறுதி முனையை படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு அப்படியே விட்டு விடவும்.



அனைத்து காயில்களும் சுற்றப்பட்ட பிறகு, படம் 7-ல் காட்டப்பட்டவாறு இறுதி முனைகளையும் அடுத்த காயிலின் தொடக்க முனையும் சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையிண்டிங்-யை போல் (simplex lap winding) இணைக்க ஆரம்பிக்கவும்.

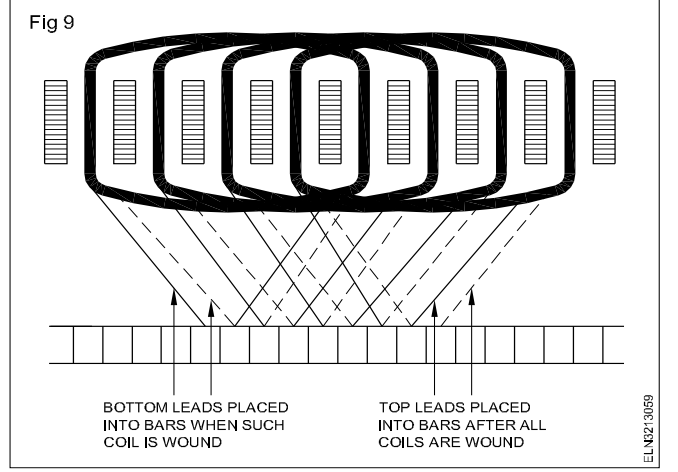
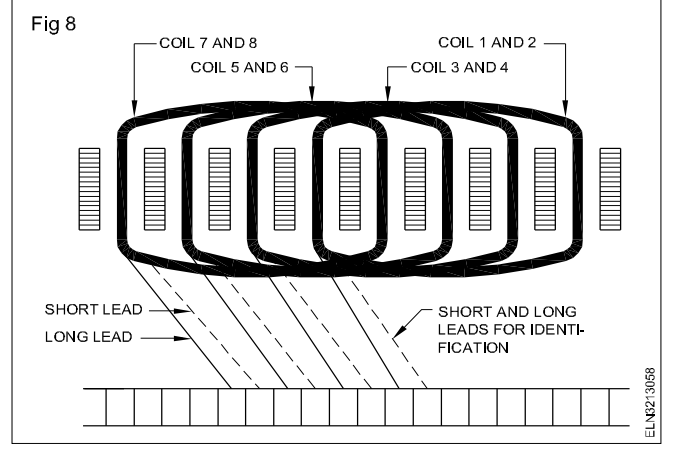


ஒரு ஸ்லாட்டில் இரு காயில்கள் கொண்ட ஆர்மெச்சூர் (Armature with two coils per slot): ஒரு ஸ்லாட்டில் ஒரு காயில் இருப்பதை காட்டிலும் சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையிண்டிங் செய்யப்பட்ட ஆர்மெச்சூரில் ஒரு ஸ்லாட்டில் வழக்கமாக இரு காயில்கள் இருக்கும். இவ்வகை ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்யும் செய்முறை பின்வருமாறு:

இரு ஓயர்களை கொண்டு வையிண்டிங்கை தொடங்கவும். தொடக்க முனையை சேகரிக்கப்பட்ட தகவல்களின் அடிப்படையில் காழுடேட்டர் பார்களில் வைக்கவும். தேவையான எண்ணிக்கையிலான சுற்றுகள் வந்தவுடன் ஓயர்களை வெட்டி விட்டு இறுதி முனைகளை அப்படியே விட்டு விடவும். காழுடேட்டர் முனையில் இருந்து பார்க்கும்

பொழுது முதல் காயிலின் இடதுபுற ஸ்லாட்டில் இருந்து அடுத்த காயிலை தொடங்கவும். (காயில் இடது பக்கமாக தொடர்ந்தால் அந்த வையிண்டிங் இடது கை வையிண்டிங் என்றும், வலது பக்கமாக தொடர்ந்தால் வலது கை வையிண்டிங் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது) அனைத்து காயில்களையும் சுற்றும் வரை இதனை பின்பற்றவும். (படம் 8) பிறகு இறுதி முனைகளை தகுந்த வரிசையில் படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு காழுடேட்டர் பார்களில் வைக்கவும்.

முனைகளை கண்டறிய வெவ்வேறு நிற ஸ்லீவ்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரே ஸ்லாட்டில் உள்ள முதல் காயிலின் தொடக்கம் மற்றும் இறுதி முனைகளுக்கு ஒரு நிறமும், இரண்டாவது காயிலுக்கு வேறு நிறமும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மூன்றாவது காயிலுக்கு முதல் காயிலின் நிறம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. முதல் காயிலின் மேல் முனை மற்றும் நிறம் மூலமாக மற்ற அனைத்து காயில்களையும் கண்டறிவது அவசியமாகும். ஒரே ஸ்லாட்டில் உள்ள இரு காயில்களில் குட்டையான மற்றும் நீளமான லீட்கள் மூலமும் முனைகளை கண்டறிந்து அவைகளை சரியாக இணைக்க முடியும்.



## ஆர்மெச்சூரை ரீவையிண்டிங் செய்தல் மற்றும் சமநிலைப்படுத்துதல் (Method of rewinding and balancing the armature)

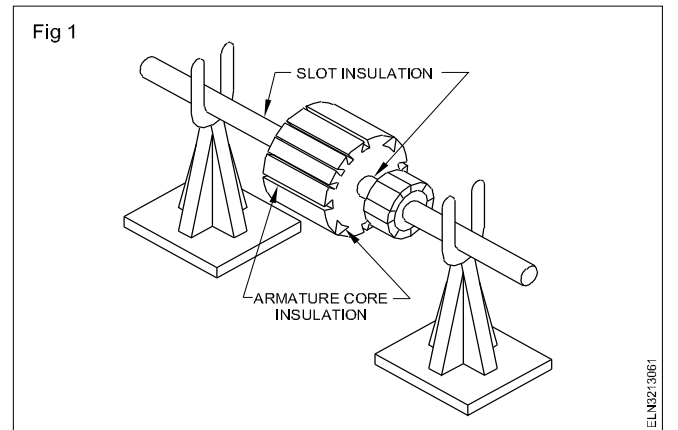
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- DC ஆர்மெச்சூரை ரீவையிண்டிங் செய்யும் முறையை விளக்குதல்
- காழுடேட்டர் ரைஸர்-வுடன் (commutator raisers) வையிண்டிங் முனைகளை பற்றவைக்கும் பிரேசிங்/சூடுபடுத்தி அடுக்கும் முறைகளை விளக்குதல்
- கட்டுதலின் அவசியத்தையும் மற்றும் முறைகளையும் விளக்குதல்
- ஆர்மெச்சூரை சமநிலைப்படுத்துதலின் அவசியம் மற்றும் முறைகளை கூறுதல்.

ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்யும் முறை (Method of winding the armature): ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்ய அதனை படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு வையிண்டிங் ஸ்டேன்டில் பொருத்தப்பட வேண்டும். பிறகு ஆர்மெச்சூர் கோர், ஸ்லாட்கள் மற்றும் தண்டை சேகரிக்கப்பட்ட தகவல்களின்படி இன்சுலேஷன் செய்ய வேண்டும்.

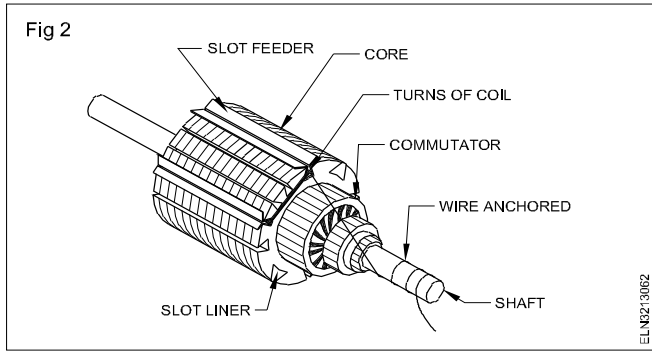
வையிண்டிங் முறைகள் (Winding methods): ஆர்மெச்சூரை இரு முறைகளில் வையிண்டிங் செய்யலாம்.

- கை வையிண்டிங் (Hand winding)
- வடிவமைக்கப்பட்ட காயில் வையிண்டிங் (Formed coil winding)



கை வையிண்டிங் (Hand winding): கை வையிண்டிங் செய்ய, காயில் பிட்ச்-யின் தூரத்தில் அமைந்துள்ள இரு நிர்ணயிக்கப்பட்ட ஸ்லாட்களில் நான்கு ஸ்லாட் ஃபீடர்களை (Feeders) படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு

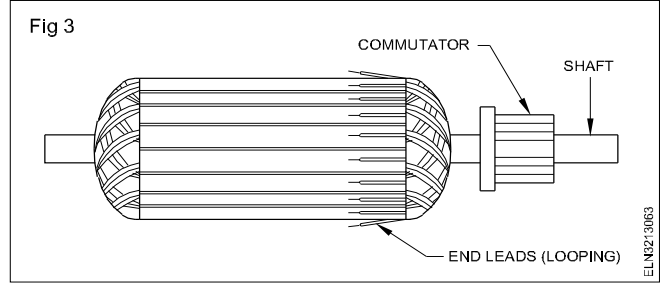
வைக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக படம் 2-ல் உள்ளபடி 1-வது மற்றும் 4-வது ஸ்லாட்களில் தேவையான எண்ணிக்கை -யிலான சுற்றுகள் சுற்றப்படுகின்றன. வையிண்டிங் இறுக்கமாக இருக்க, ஓயர் துண்டிக்கப்படாதவாறு போதுமான இழுவிசை கொடுக்கப்படுகிறது. முதல் காயில் முடியும் போதும், இரண்டாவது காயில் தொடங்கும் போதும் வளையங்கள் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. நிர்ணயிக்கப்பட்ட ஸ்லாட்களில் அதே எண்ணிக்கையிலான சுற்றுகளை இரண்டாவது காயிலில் சுற்றப்படுகிறது. 1-வது காயிலின், காயில் தூரமும் (coil span), 2-வது காயிலின், காயில் தூரமும் சமமாக இருக்க வேண்டும்.



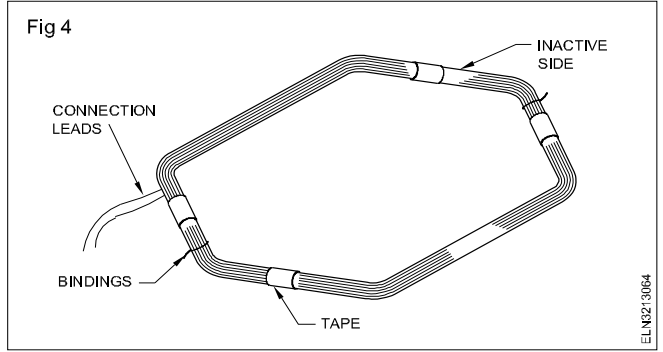
இரண்டாவது காயில் முடிந்தவுடன், மீண்டும் ஒரு லாப் ஏற்படுத்தப்பட்டு, மூன்றாவது காயில் தொடங்கப்படுகிறது. அனைத்து காயில்கள் சுற்றி முடிக்கும் வரை இவ்வாறு தொடர வேண்டும். கடைசி காயிலின் இறுதி லீட், முதல் காயிலின் தொடக்க லீட்-வுடன் இணைக்கப்படுகிறது. ஆர்மெச்சூர் முழுவதும் சுற்றப்பட்ட பிறகு, டபுள் லேயர் வையிண்டிங்கில் ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் இரு காயில் பக்கங்கள் இருக்கின்றன. பிறகு காயிலின் அனைத்து காயில்களின் சுற்றுகள், எண்ணிக்கையும் மற்றும் பிட்ச்-ம் சமமாக இருக்க வேண்டும். காயில்களின் முனையில் போடப்பட்ட லாப்கள் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும். அவைகள் காழுடேட்டர் ரைஸர் உடன் இணைக்கப்பட வேண்டும். இங்கு விளக்கப்பட்ட செய்முறை சிம்பிளக்ஸ் லேப் வையிண்டிங்கில் லாப்களை ஏற்பட்டதற்காக தரப்பட்டவைகளாகும். வேவ் வையிண்டிங் மற்றும் மல்டி ப்ளக்ஸ் வையிண்டிங்கில், அதன் வையிண்டிங் அமைப்பை பொருத்து காயில்கள் ரைஸர்-வுடன் இணைக்கப்படுகின்றன.

**வடிவமைக்கப்பட்ட காயில் வையிண்டிங் (Formed coil winding):** இம்முறையில், பயிற்சி 1-ல் விளக்கப்பட்டதைப் போல், ஆர்மெச்சூர் காயில்களுக்கு மர பார்மர்கள் (formers)

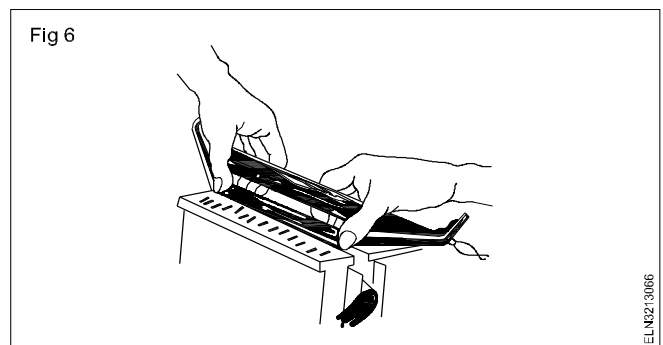
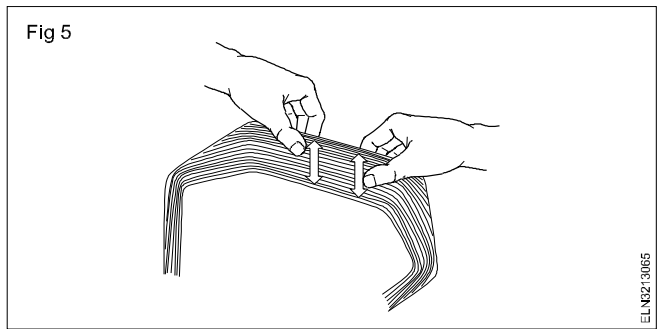
தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஆர்மெச்சூருக்கு தேவைப்படும் அனைத்து காயில்களும் சுற்றப் பட்டு, தயார் நிலையில் வைக்கப்படுகின்றன.



காயிலின் செயற்படாத பக்கங்கள் நாடாவால் சுற்றப்பட்டு படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு பருத்தி நூலால் கட்டப்படுகின்றன.



காயிலின் செயற்படும் பக்கம், படம் 5-ல் உள்ளதைப் போல் விரிக்கப்பட்டு, அதற்கான ஸ்லாட்களில் ஒவ்வொரு கடத்தியாக படம் 6-ல் காட்டப்பட்டதைப் போல் நுழைக்கப்படுகின்றன. இதைப்போல் ஆர்மெச்சூரின் அனைத்து காயில்களும் அதற்கான ஸ்லாட்களில் வைக்கப்பட்டு, அவைகளின் முனைகள் அவைகளுக்கு உரிய காழுடேட்டர் செக்மெண்டுடன் பற்றவைக்கப்படுகின்றது.



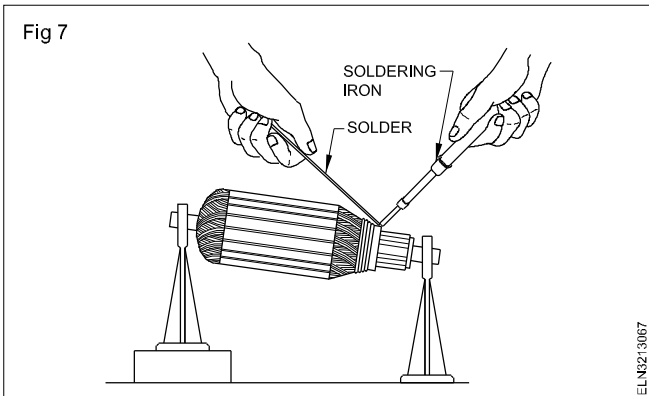


**காயிலின் முனைகளை காழுடேட்டர் செக்மெண்டுகள் இணைத்தல் (Connection of winding ends with the commutator segments):**

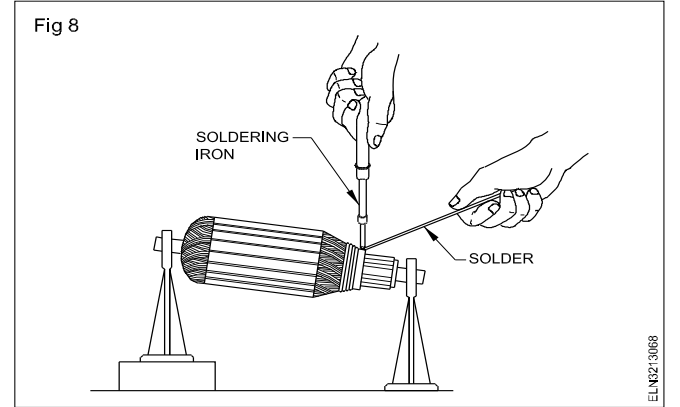
ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்தபின், ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் முனைகளை காழுடேட்டர் ரைஸர்களில் உள்ள பிளவின் உள்ளே வைக்க வேண்டும். (ரைஸரின் பிளவுகள் கடத்திகளை உள் வாங்க ஏதுவாக அவைகளை சுத்தம் செய்து தயார்படுத்தப்பட்டு இருக்க வேண்டும்) சிறந்த மின் இணைப்பு ஏற்பட அந்த கடத்திகளின் இன்சுலேஷன் மற்றும் அழுக்கு அகற்றப்பட்டு சுத்தமாக்கப்பட வேண்டும். பிறகு கடத்தியின் முனைகள் அதற்கான ரைஸர் பிளவுகளில் (raiser slits) வைக்கப்பட்டு பற்றவைப்பு அல்லது பிரேசிங் செய்யப்பட்டு இணைக்கப்படுகின்றன.

**சால்டரிங் (Soldering):** சிறிய ஆர்மெச்சூர்களில் சால்டரிங் செய்ய பொதுவாக எலக்ட்ரிக் அயர்ன்-ம் (electric iron) பெரிய ஆர்மெச்சூர்களில் கேஸ் அயர்ன்களும் (gas iron) பயன்படுகின்றன. காழுடேட்டருடன் லீட்களை இணைக்க, சால்டரிங் அயர்ன் அல்லது டார்ச் பயன்படுத்துகின்றன. சால்டரிங் அயர்னின் அளவானது காழுடேட்டரின் அளவை பொருத்துள்ளது.

**சால்டரிங் செய்யும் முறை பின்வருமாறு (The procedure of soldering is as follows):** முதலில் சால்டரிங் செய்ய வேண்டிய ஓயர்கள் மற்றும் அதற்கான காழுடேட்டர் ரைஸரின் மேல் சால்டரிங் பிளக்ஸ் (soldering flux) தடவப்படுகிறது. பிறகு ஓயர்கள் அதற்கான ரைஸரில் வைக்கப்படுகின்றன. பிறகு சால்டரிங் அயர்னில் உள்ள வெப்பம் காழுடேட்டர் ரைஸர்களுக்கு ஏறும் வரை அயர்னின் முனை படம் 7-ல் காட்டப்படுவதைப் போல் காழுடேட்டர் ரைஸரின் மேல் சிறிது நேரம் வைக்கப்படுகிறது. பிளக்ஸ் குமிழ்கள் ஏற்படுவதை பார்த்து வெப்பம் மாற்றப்படுகின்றதா என கண்டறியலாம்.



காழுடேட்டர் ரைஸர் போதுமான அளவு வெப்பம் ஏற்பட்டவுடன் அதன் மேல் சால்டர் வைக்கப்பட்டு அதற்கு மேல் அயர்ன் ஆனது வைக்கப்படும் பொழுது, சால்டர் உருகுகிறது. இந்த சால்டர் ஆனது லீட்களை சுற்று முழுவதுமாக ஓட அனுமதிக்கப்பட வேண்டும். சால்டர் உருகி காழுடேட்டரின் பின்பகுதிக்கு சென்று, குறுக்கு சுற்று ஏற்படாமல் இருக்க, ஆர்மெச்சூரின் மறுமுனையை சிறிது உயர்த்தி வைக்கவும். சால்டர் உருகி ஒரு பாரில் இருந்து மற்றொரு பாருக்கு செல்வதை தடுக்க, அயர்னை படம் 8-ல் காட்டப்பட்டவாறு பிடிக்கவும். சால்டரிங் முடிந்தவுடன் அதிகப்படியான பிளக்ஸை துடைக்க வேண்டும்.



**பிரேசிங் (Brazing):** பெரிய ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங்களில், வையிண்டிங் லீட்கள், அதற்கான காழுடேட்டர் ரைஸர் பிளவுடன் கேஸ் டார்ச் மூலம் பிரேசிங் செய்யப்படுகின்றன தீ சவாலையை கட்டுப்படுத்த கண்காணிப்பும் மற்றும் கவனமும் செலுத்த வேண்டும்.

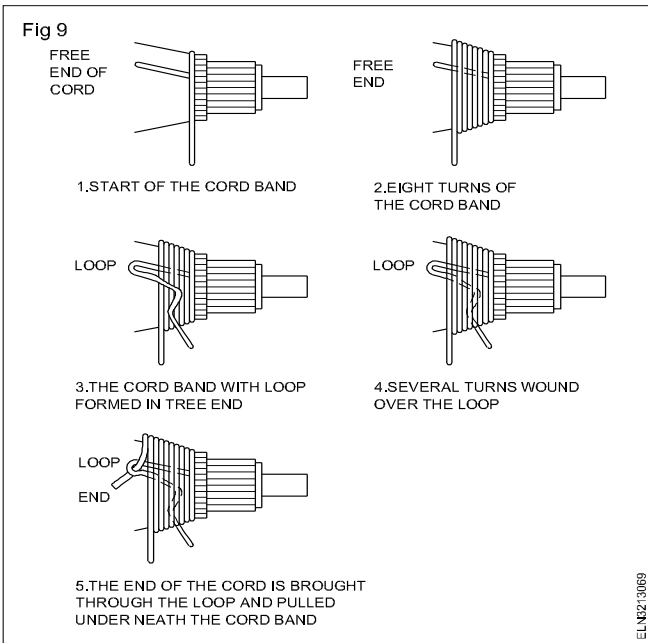
**வெப்பமாக்கி அடுக்குதல் (Hot stacking):** சிறிய DC ஆர்மெச்சூர்களில் காழுடேட்டர் ரைஸர் பிளவில் ஆர்மெச்சூர் கடத்திகள் வைக்கப்பட்டு ஸ்பாட்-வெல்டிங் (spot-welded) செய்யப்படுகின்றன. இதனை ஹாட் ஸ்டாக்கிங் (hot stacking) என்றழைக்கின்றோம். இதற்காக சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்ட ஹாட் ஸ்டாக்கிங் இயந்திரங்கள் உள்ளன.

**ஆர்மெச்சூரை கட்டுதல் (Banding the armature):** காயில்களை அதன் நிலைகளில் வைக்கவும், தொங்குதலை வடிவமைக்கவும் சில சமயங்களில் ஆர்மெச்சூரை நிரந்தரமாக கட்டுவதற்கு முன் தற்காலிகமாக கட்டப்படுகிறது.

ஆர்மெச்சூர் முனை லீட்களை அதன் நிலைகளில் பிடித்து வைக்க ஆர்மெச்சூர் நிரந்தரமாக கட்டப்படுகிறது. சிறிய ஆர்மெச்சூர்களில், ஆர்மெச்சூர் சுழலும் போது ஸ்லாட்டிலிருந்து லீட்கள் வெளியே பறக்காமல் இருக்க, நூல் கட்டு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பெரிய ஆர்மெச்சூர்களில் ஸ்டீல் பேன்ட் (steel band) பயன்படுத்தப்படுகிறது. திறந்த வகை ஸ்டீல்ட்கள் கொண்ட பெரிய ஆர்மெச்சூர்களில், ஸ்டீல்ட்களில் இருந்து காயில்கள் வெளியே பறக்காமல் இருக்க ஸ்டீல் அல்லது நாடா பேன்ட்கள் (steel or tape bands) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

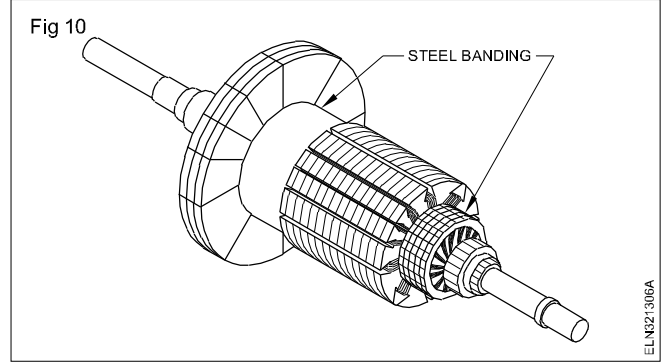
**நூல் பேன்ட்கள் (Cord bands):** ஆர்மெச்சூரில் நூல் பேன்ட் செய்யும் முறை படம் 9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது மற்றும் பின்வரும் செய்முறையை கடைபிடிக்க வேண்டும். சரியான அளவுள்ள பேன்ட் நூலை பயன்படுத்த வேண்டும். பெரிய ஆர்மெச்சூர்களுக்கு தடித்த நூல்களையும் (கயிறு) சிறிய ஆர்மெச்சூர்களுக்கு மெல்லிய நூலையையும் பயன்படுத்த வேண்டும்.



ஏறக்குறைய 150 மிமீ நூலை படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு வளையமாக அமைத்து, காமுடேட்டரின் முனையில் கட்ட ஆரம்பித்து, பல அடுக்குகளாக சுற்றவும். பல சுற்றுகளை சுற்றிய பின் நூலின் கடைசி முனையை லூப்பின் உள் செலுத்தி லூப்பை அதன் முனையிலிருந்து இழுக்கவும். இதன் மூலம் நூலின் முனை நூல் band-க்கு சென்று இறுக்கமாக இருக்கும். இப்பொழுது நூலின் இழுப்பட்ட முனைகளை வெட்டி விடவும். வையிண்டிங்கின் band இறுக்கமாக இருக்க போதுமான அழுத்தத்தை கொடுக்கவும்.

**ஸ்டீல் கட்டுகள் (Steel bands):** ஸ்டீல் bands காயில் முன் மற்றும் பின் முனைகளில் அமைக்கப்படுகின்றன. அதன் செய்முறை பின்வருமாறு படம் 10-ல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆர்மெச்சூரை லேத்-யில் வைத்து, காயில் பக்கங்களை band-லிருந்து இன்சுலேட் செய்ய

ஆர்மெச்சூரை சுற்றியுள்ள band பள்ளத்தில் மைக்கா அல்லது பேப்பர் இன்சுலேஷனை வைக்கவும். இன்சுலேஷனை நூலால் ஒரு சுற்று சுற்றி அதை நிலைப்படுத்தவும்.



நூலுக்கு கீழே, சமமான இடைவெளியில் band-ஐ நிலை நிறுத்த சிறிய டின் அல்லது காப்பர் பட்டைகளை குறுக்கே வைக்கவும். அசல் band போன்ற அதே gauge ஸ்டீல் கம்பியை பயன்படுத்த வேண்டும்.

ஸ்டீல் band-ஐ விட அதிகமான அழுத்தத்துடன் ஸ்டீல் band அமைக்கப்பட வேண்டும். எனவே தேவையான அழுத்தத்தை கொடுக்க ஓயர் க்ளாம்ப் (wire clamp) எனும் கருவியை பயன்படுவது அவசியமாகும். இக்கருவியானது இரு ஸ்கூரு மற்றும் இரு விங் நட்டுகள் (wing nuts) மூலம் இணைக்கப்பட்ட இரு ஃபைபர் துண்டுகளை கொண்டது. இந்த க்ளாம்ப் மூலம் ஆர்மெச்சூருக்கு ஸ்டீல் band ஓயர் அனுப்பப்படுகிறது. இந்த க்ளாம்ப், ஒரு மேசையின் மேல் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. ஸ்டீல் band கம்பியின் மேல் மிக அதிக அழுத்தத்தை கொடுக்கக்கூடாது. இல்லையெனில் அறுந்துவிடும் காயிலின் மேல் (Band) ஓயர் வைக்கப்பட்ட பிறகு காப்பர் அல்லது டின் பட்டைகளை மேலாக மடிந்து முழு band-யையும் சால்டரிங் செய்யவும். அதே போன்று மற்ற band-களையும் செய்யவும்.

**புது வையிண்டிங்கை சோதித்தல் (Testing the new winding):** ரீவையிண்டிங் மற்றும் இணைப்புகள் செய்த பிறகு, வையிண்டிங் மற்றும் இணைப்புகள் குறுக்கு சுற்று கிரவுண்டு அல்லது திறந்துள்ளதா மற்றும் இணைப்புகள் சரியாக உள்ளதா என்பதை சோதிப்பது அவசியமாகும். இது வார்னீஷ் செய்யப்படுவதற்கு முன் செய்யப்பட வேண்டும். ஏனென்றால் ஏதாவது பிழை காணப்பட்டால் அதனை உடனடிசயாக சரி செய்யலாம்.

**பேக்கிங் மற்றும் வார்னீஷிங் (Baking and varnishing):** ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங், சால்டர், band மற்றும் சோதனை செய்த பின் அடுத்ததாக

வார்னீஷ் செய்ய வேண்டும். இதன் மூலம் ஆர்மெச்சூரில் ஈரப்பதம் புகாமல் தடுக்கப்படுவதுடன் ஸ்லாட்களில் உள்ள ஓயர்களின் அதிர்வும், தடுக்கப்படுகிறது. அதிர்வு மூலம் இன்சுலேஷன் வலு இழந்து குறுக்கு சற்று ஏற்பட காரணமாகிறது. ஈரப்பதம் மூலம் ஓயர் இன்சுலேஷன் சேதமடைகிறது. வார்னீஷ் செய்வதற்கு முன் ஆர்மெச்சூரில் உள்ள ஈரப்பதத்தை preheat செய்து நீக்க வேண்டும்.

- ஆர்மெச்சூரை பேக்கிங் வார்னீஷ் அல்லது காற்றில் உலரும் வார்னீஷ் மூலம் வார்னீஷ் செய்யலாம். பேக்கிங் வார்னீஷ் செய்ய முடியாத அல்லது தேவையில்லாத இடங்களில் காற்றில் உலரும் வார்னீஷ் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஈரப்பதத்தை நீக்குவதற்கு பேக்கிங் வார்னீஷ் மிகவும் திறன் வாய்ந்ததாக உள்ளது.

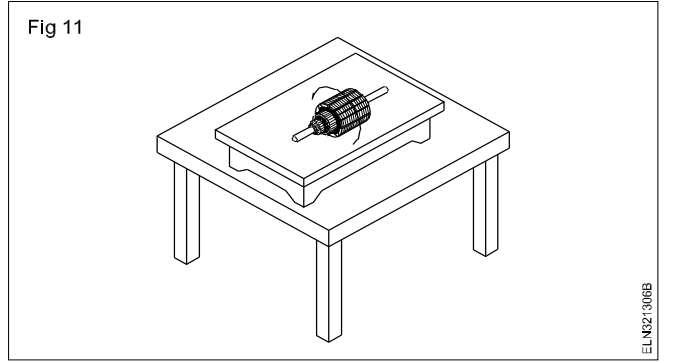
**ஆர்மெச்சூரை சமநிலைப்படுத்துவதின் அவசியம் (Importance of balancing the armature):** மிக்ஸர்/லிக்விட்டைசரில் உள்ள ஆர்மெச்சூர், பளுவை பொருத்து 3000 முதல் 6000 r.p.m. வரை ஓடும். எனவே ஆர்மெச்சூரின் எல்லா திசைகளிலும் சமமாக இருக்க வேண்டும். சமசீரற்ற எடைக்கான காரணங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

- காயில்களின் சமமில்லா சுற்றுகள்
- வெட்ஜ்-களின் சமமற்ற எடை
- சமமற்ற ஸ்லாட் லைனர் இன்சுலேஷன்

சமசீரற்ற நிலையால், ஆர்மெச்சூர் அதி வேகத்தில் இயக்கும் பொழுது ஏற்படக்கூடிய மையவிலக்கு விசை (centrifugal force) மிக குறைவான நேரத்தில் கோர் அல்லது காழுடேட்டரை தளர்ச்சியடைய செய்து விடும். தீவிர சமயங்களில் ஆர்மெச்சூரானது பேரிங்குகளை சேதப்படுத்தி வெளியே பறந்து விடும் ஆபத்து உள்ளது. மிதமான நேரங்களில் மோட்டார் ஓடும் பொழுது இரைச்சல் மற்றும் அதிர்வு ஏற்படுகிறது. பல உற்பத்தியாளர்கள் ஆர்மெச்சூரை சமநிலைப்படுத்த டைனமிக் பேலன்சிங் இயந்திரத்தை (dynamic balancing machine) பயன்படுத்துகிறார்கள். ஒரு பக்கமுள்ள அதிக எடையை சரி செய்ய எதிர் பக்கம் காரீயம் (lead) சேர்க்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் அதிக எடையுள்ள பக்கத்தில் தகுந்த துளைகள் போடுவதன் மூலம் எடை குறைக்கப்பட்டு ஆர்மெச்சூர் சமநிலைப்படுத்தப்படுகிறது.

**ஸ்டேட்டிக் சமநிலைப்படுத்துதல் - முறை (Static balancing - Method 1):** சிறிய வையிண்டிங் கடைகளில் வையிண்டிங் செய்ய ஆர்மெச்சூர் படம் 11-ல் காட்டப்பட்டவாறு கிடைமட்ட

தளத்தில் உருட்டப்படுகிறது. ஒவ்வொரு முறை உருட்டும் போதும் ஆர்மெச்சூரானது வெவ்வேறு நிலையில் நின்றால் அது சம நிலையாக இருப்பதாக கருதப்படுகிறது. அதுவே ஒவ்வொரு உருட்டலிலும் ஒரே நிலையில் நின்றால் அது சமசீரற்ற நிலையில் உள்ளதாக கருதப்படுகிறது. ஆர்மெச்சூர் ஒரே நிலையில் நிற்கும் பொழுது, சமதளத்தை தொட்டுக் கொண்டுள்ள பகுதி எதிர் பக்கத்தை விட அதிக எடை கொண்டதாக கருதப்படுகிறது.

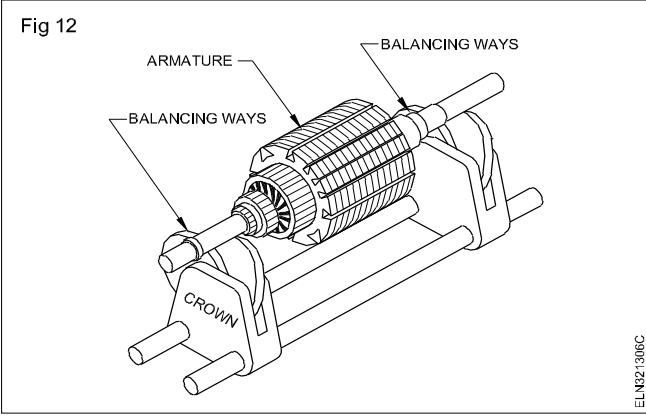


இச்சமயத்தில் எடை குறைவான பகுதியிலுள்ள வெட்ஜ்-கள் அகற்றப்பட்டு அதிக எடை கொண்ட பித்தளை அல்லது காரீய வெட்ஜ்-கள் வைக்கப்படுகின்றன. இருப்பினும் இந்த உருட்டும் சோதனையானது ஆர்மெச்சூர் முழுமையாக சம நிலையை அடைந்து விட்டதென மின்பணியாளர் திருப்தி அடையும் வரை பலமுறை செய்யப்பட வேண்டும்.

இதனை தவிர்க்க, ஆர்மெச்சூரை வையிண்டிங் செய்யும் பொழுது, சமசீரற்ற நிலைக்கான காரணங்களை கண்டறிந்து அதனை அப்பொழுதே நீக்க வேண்டும்.

**ஸ்டேட்டிக் சமநிலைப்படுத்துதல் முறை (Static balancing- Method 2):** இயந்திர பட்டறைகளில் உள்ள கிரைண்டிங் சக்கர சமநிலைப்படுத்துதல் போன்ற ஒரு பேலன்ஸர்-யை (balancer) பயன்படுத்தலாம். இந்த பேலன்ஸர்கள் பல்வேறு அளவுகளில் உள்ளன. இந்த வகையில் ஆர்மெச்சூரை சமநிலைப்படுத்தும் முறை பின்வருமாறு:

ஆர்மெச்சூரை சமநிலையில் வைத்து (படம் 12) மெதுவாக சுற்றவும், ஆர்மெச்சூர் சுழன்று நிற்கும் பொழுது, அதி கனம் உள்ள பகுதி கீழே இருக்கும். அதனை ஒரு சாக் பீஸ் (chalk piece) மூலம் குறியிடவும். அடுத்தடுத்த சுழற்சியில் ஆர்மெச்சூர் வெவ்வேறு நிலைகளில் நிற்குமெனில், ஆர்மெச்சூர் சமநிலையில் உள்ளது. அது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் மட்டும் நின்றால் அதனை சமசீர் செய்ய வேண்டும்.



அதிக எடையுள்ள பகுதிக்கு எதிர் திசையில் ஒரு சிறிய காரிய அல்லது உலோக துண்டை ஆர்மெச்சூரின் band-யில் வைக்கலாம். சிறிய ஆர்மெச்சூரில் band-களுக்கு கீழ் உள்ள வெட்ஜ்-களை வைக்கலாம். ஆர்மெச்சூரை சமநிலை செய்ய தேவையான உலோகத்தின்

அளவை அனுபவம் மூலம் கண்டறியலாம். இந்த சமநிலைப்படுத்தும் முறையை ஸ்டேட்டிக் பேலன்ஸிங் ('static balancing') என்று அழைக்கப்படுகிறது.

**டைனமிக் பேலன்ஸிங் (Dynamic balancing):** ஆர்மெச்சூர் அல்லது மின் இயந்திரங்களில் சுழலும் பாகங்களை பேலன்ஸ் செய்ய டைனமிக் பேலன்ஸிங் இயந்திரங்கள் உள்ளன. இந்த இயந்திரங்களுக்கு ஆர்மெச்சூர் பொருத்தப்பட்ட, வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தில் சுற்றப்படுகிறது. ஒரு பாயிண்டர் அல்லது இண்டிகேட்டர், ஆர்மெச்சூரின் எடையை அதிகரிக்க வேண்டிய இடத்தை காட்டுகிறது. இந்த பேலன்ஸிங் இயந்திரங்கள் இயந்திர பேலன்ஸிங் அல்லது ஸ்ட்ரோபோஸ்கோபிக் பேலன்ஸிங் (stroboscopic balancing) உடன் கிடைக்கின்றன.

### ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங்கை சோதித்தல் (Testing of armature winding)

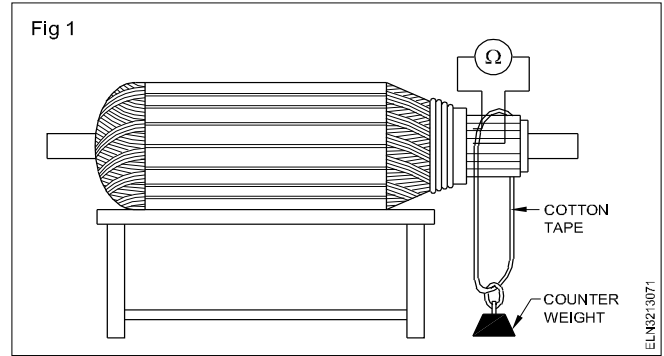
**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஆர்மெச்சூரை சோதிக்கும் முறைகளை விவரித்தல்
  - வையிண்டிங் ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை
  - இன்கலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை
  - க்ரோவ்லர் சோதனை
  - வோல்டேஜ் வீழ்ச்சி சோதனை.

**வையிண்டிங்கை சோதித்தல் (Testing the winding):** ஆர்மெச்சூர் கம்பி சுற்றப்பட்டு, காழுடேட்டருடன் லீட்கள் இணைக்கப்பட்ட பிறகு ஒரு சோதனை செய்யப்பட வேண்டும். இந்த சோதனை மூலம் வையிண்டிங் செய்யும் பொழுது ஏற்படக்கூடிய குறைபாடுகள் தெரிய வருகின்றன. வையிண்டிங் கிரவுண்டு ஆதல், காயில்கள் சுறுக்கு அல்லது திறந்த சுற்றாதல் மற்றும் காயில் இணைப்பு மாறி போவது போன்ற குறைப்பாடுகள் ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங்கில் ஏற்படுகின்றன. இந்த குறைபாடுகள் பல்வேறு சோதனைகள் மூலம் கண்டறியப்படுகின்றன.

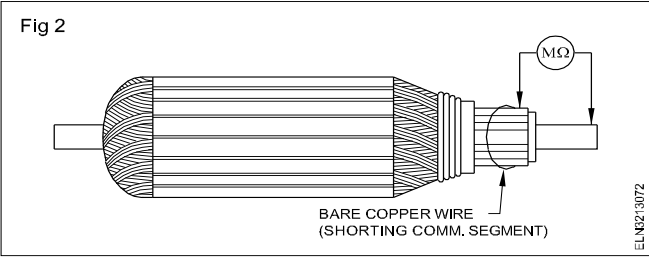
**ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங் ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை (Armature winding resistance test):** குறைந்த வரம்புள்ள ஓம் மீட்டர் மற்றும் குறிப்பாக கெல்வின் பிரிட்ஜ் (Kelvin bridge) மூலம் ஆர்மெச்சூர் காயிலின் ரெசிஸ்டன்ஸ் அளக்கப்படுகிறது. (வேவ் மற்றும் மல்டிப்ளக்ஸ் வையிண்டிங்களில் காழுடேட்டர் பிட்ச்  $Y_c$ -க்கு சமமான தூரத்தில் உள்ள செக்மெண்டுகளுக்கு இடையே உள்ள மின்தடை அளக்கப்படுகிறது) சிம்பளக்ஸ் லேப் வையிண்டிங்கில் அடுத்தடுத்த செக்மெண்டுகளுக்கு இடையே உள்ள மின்தடை அளக்கப்படுகிறது. அடுத்து அடுத்த

செக்மெண்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள ரெசிஸ்டென்ஸ்-யை அளக்கும் ஒரு சுலபமான அமைப்பை படம் 1 காட்டுகிறது.



படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு, இணைப்பு முனைகளை செக்மெண்டின் பிடிக்க ஒரு பகுதி நாடாவில் தொங்க விடப்பட்ட எடை காழுடேட்டரை சுற்றி இருக்கிறது. அடுத்தடுத்த காழுடேட்டர் செக்மெண்டுகளில் இணைப்பு லீட்-களை மாற்றுவதன் மூலம் அனைத்து காயில்களின் மின்தடை அளக்கப்படுகிறது. அந்த மின்தடையானது எல்லா சுற்றுகளிலும் சமமாக இருக்க வேண்டும். குறைந்த மின்தடையானது, சுற்றுகள் குறுக்கு சுற்று ஆகியிருப்பதையும், அதிக மின்தடையானது அதிக சுற்றுகள் அல்லது காயில் திறந்திருப்பதையும் காட்டுகிறது.

**இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை (Insulation resistance test):** அனைத்து காழுடேட்டர் செக்மெண்ட்களும் ஒரு காப்பர் கம்பியால் ஷார்ட் (short) செய்யப்படுகிறது. (படம் 2) 500V மெக்கர் (Megger) மூலம் காழுடேட்டர் செக்மெண்ட்கள் மற்றும் பாடி-க்கு (body) இடையேயுள்ள இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ் அளக்கப்படுகிறது. இந்த IR மதிப்பு 1 மெக்ஓம்-யை (megohm) விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும் அதன் மதிப்பு 1 மெக்ஓம்மைவிட குறைவாக இருந்தால், வையிண்டிங்கில் ஈரப்பதம் அல்லது இன்சுலேஷன் பலவீனமாக இருப்பதாக கருதப்படுகிறது.



இந்த சோதனை சில சமயங்களில் ஒரு “சீரிஸ் டெஸ்ட் லாம்ப்” மூலம் செய்யப்படுகிறது. அதை கிரவுண்டு சோதனை என்கிறோம். இது காயில் கிரவுண்டு ஆகியிருப்பதை மட்டும் காட்டுகிறது. ஆனால் இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸின் மதிப்பை காட்டாது.

**க்ரோவ்லர் சோதனை (Growler test):** ஆர்மெச்சூர் காயில்கள் குறுக்கு அல்லது திறந்த சுற்று ஆகியுள்ளதா என்பதை க்ரோவ்லர் (growler) மூலம் சோதிப்பது ஒரு எளிமையான மற்றும் பொதுவான முறையாகும்.

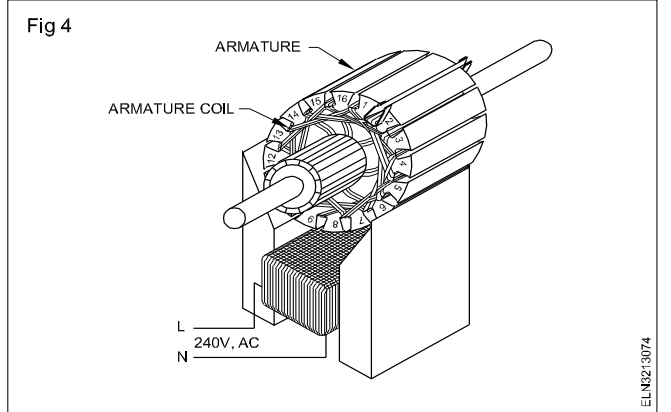
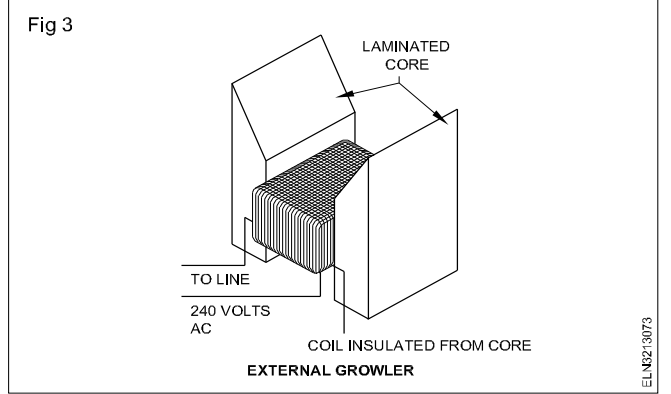
**க்ரோவ்லர் (Growler):** இரு வகையான க்ரோவ்லர்கள் உள்ளன.

- 1 உள் க்ரோவ்லர்
- 2 வெளி க்ரோவ்லர்

சிறிய ஆர்மெச்சூர்களை சோதிக்க வெளி க்ரோவ்லர்களும், பெரிய DC ஆர்மெச்சூர்கள் மற்றும் AC மோட்டார் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்களை சோதிக்க உள் க்ரோவ்லர்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**வெளி க்ரோவ்லர் (External growler):** படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ள வெளி க்ரோவ்லர், ஆர்மெச்சூர் காயில்கள் கிரவுண்டும், குறுக்கு மற்றும் திறந்த சுற்று ஆகியுள்ளதா என கண்டுபிடிக்க உதவும். ஒரு மின்காந்த கருவியாகும். இதில் ஒரு அயர்ன் கோர்-யை சுற்றி ஒரு காயில் உள்ளது. அது 240 வோல்ட் AC-யுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இதன் கோர் ஆனது

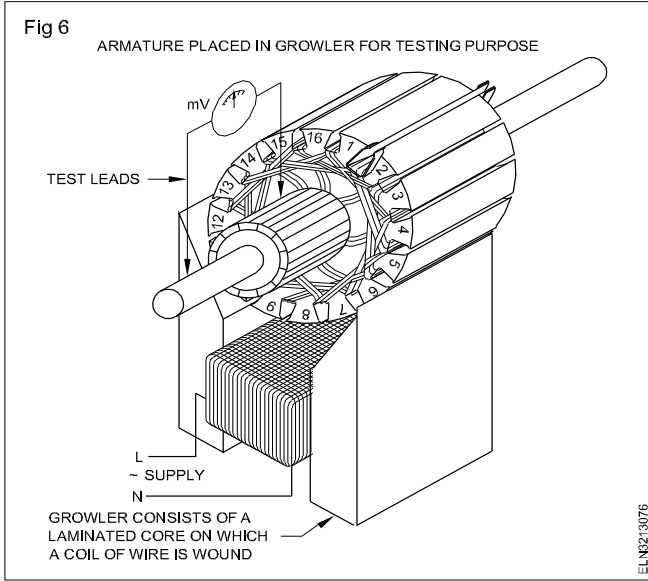
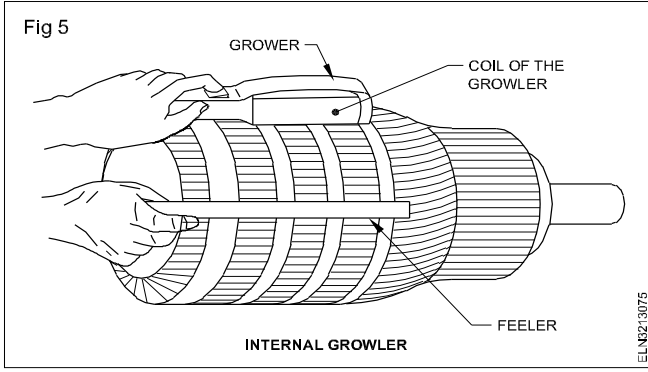
பொதுவாக “H” வடிவத்துடன் மற்றும் அதில் ஆர்மெச்சூரை பொருத்துவதற்காக கோரின் மேல் பகுதி படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு வெட்டப்பட்டு இருக்கும். க்ரோவ்லர் காயிலுக்கு மாறு திசை மின்னோட்டம் வழங்கப்படும் பொழுது, டிரான்ஸ்ஃபார்மர் செயற்பாட்டின் படி ஆர்மெச்சூர் காயில்களில் மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது.



**உள் க்ரோவ்லர் (Internal growler):** உள் க்ரோவ்லர் ஆனது ஸ்டேட்டாரிலும் மற்றும் ஆர்மெச்சூரிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவைகள் ஃபீலர்கள் (feelers) உடன் அல்லது ஃபிலர்கள் (feelers) இன்றி கிடைக்கிறது. ஃபீலருடன் கிடைக்கும் க்ரோவ்லர்களில் ஒரு வளையதக்க பிளேடு இருக்கும். எனவே hacksaw blade அல்லது அது போன்று பொருள்கள் தேவையில்லை. தனியான ஃபீலர் வைக்க இயலாத ஸ்டேட்டார்களுக்கு இந்த வகை க்ரோவ்லர் மிகவும் ஏற்றது. பெரிய ஆர்மெச்சூர்களில் பயன்படுத்தப்படும், தனியான ஃபீலர் கொண்ட உள் க்ரோவ்லரை படம் 5-ல் காணலாம்.

**கிரவுண்டு ஆன காயிலுக்கான க்ரோவ்லர் சோதனை (Growler test for grounded coil):** சோதிக்கப்பட வேண்டிய ஆர்மெச்சூரானது க்ரோவ்லரின் மேல் வைக்கப்பட்ட பிறகு க்ரோவ்லர் “சுவிட்ச் ஆன்” செய்யப்படுகிறது. படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு, AC

மில்லி-வோல்ட் மீட்டரின் (milli-voltmeter) ஒரு முனையை காழுடேட்டர் பாரின் மீதும் மறுமுனை தண்டுடனும் வைக்கவும்.

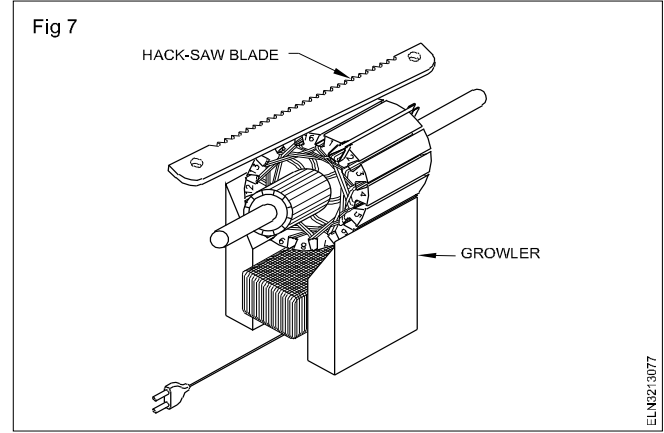


மீட்டர் ஏதேனும் அளவீடுகளை காட்டினால் மற்ற காழுடேட்டர் பாரில் இதே போல் சோதிக்கவும். இதே போல் அனைத்து பார்களையும் சோதிக்கவும். எந்த இடத்தில் மீட்டர் எந்த அளவீடுகளை காட்டவில்லையோ, அந்த குறிப்பிட்ட பார்-வுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ள காயில் கிரவுண்டு ஆகியிருப்பதை காட்டுகிறது.

**குறுக்கு சுற்று ஏற்பட்டுள்ள காயிலுக்கான க்ரோவ்லர் சோதனை (Growler test for shorted coil):** இதன் செய்முறை பின்வருமாறு:

சோதிக்கப்பட வேண்டிய ஆர்மெச்சூரை க்ரோவ்லர் மேல் வைத்து, பிறகு க்ரோவ்லர்-யை "சுவிட்ச் ஆன்" செய்யவும். மெல்லிய hacksaw blade-யை, ஸ்லாட்களின் மேல், படம் 7-ல் காட்டப்பட்டவாறு பிடிக்கவும். காயில் குறுக்கு சுற்று ஏற்பட்டிருந்தால் பிளேடு வேகமாக அதிர்வும் மற்றும் இரைச்சலை ஏற்படுத்தும். பிளேடு நிலையாக இருந்தால் சோதிக்கப்படும் காயிலில் எந்த குறுக்கு சுற்றும் இல்லை. மேலே

உள்ள ஸ்லாட்களை சோதித்த பின்னர் ஆர்மெச்சூரை சிறிது திருப்பி மற்ற ஸ்லாட்களில் உள்ள காயிலையும் சோதிக்கவும். ஆர்மெச்சூரின் அனைத்து காயில்களையும் சோதித்து முடிக்கும் வரை இந்த சோதனை தொடரவும்.



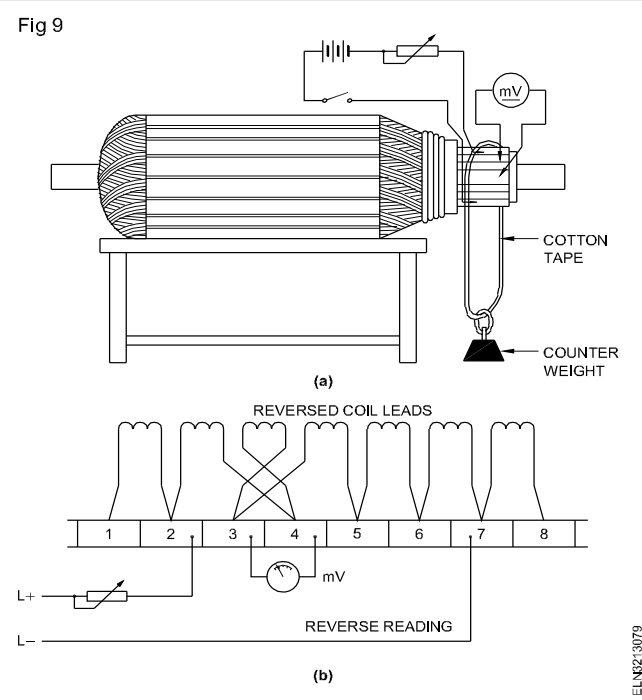
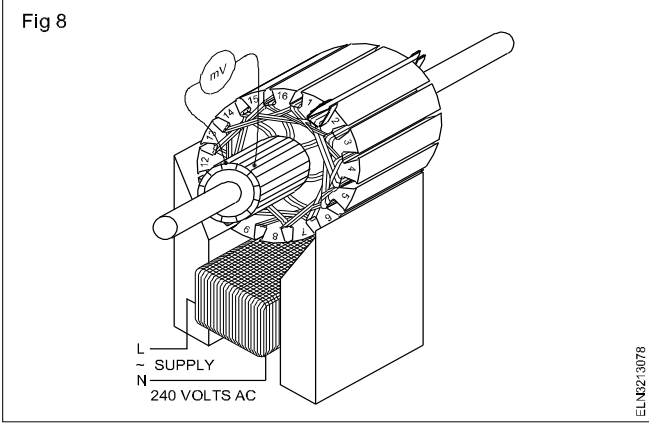
ஆர்மெச்சூரில் குறுக்கு இணைப்போ அல்லது சமப்படுத்தும் இணைப்போ இருந்தால் அச்சோதனையை செய்ய முடியாது. அவ்வகை ஆர்மெச்சூரில், பிளேடானது ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் அதிரும் என்பதால் எல்லா காயில்களும் ஷார்ட் ஆகியிருப்பதைப் போல் தோன்றும்.

**திறந்த காயிலுக்கான சோதனை (Test for open coil):** க்ரோவ்லர் பேனல்-லில் மாறதக்க மின்தடையுடன் கூடிய ஒரு மீட்டர் (மில்லி வோல்ட் அல்லது அம்மீட்டர்) இருக்கும். திறந்த சுற்றான ஆர்மெச்சூர் காயிலை பின்வருமாறு கண்டறியலாம்.

**திறந்த சுற்று காயிலுக்கான க்ரோவ்லர் சோதனை (Growler test for an open coil):** திறந்த சுற்று காயிலை கண்டறிய ஆர்மெச்சூரை வழக்கம்போல் க்ரோவ்லர் மேல் வைக்கவும். படம் 8-ல் காட்டப்பட்டவாறு மேல் உள்ள இரு அடுத்தடுத்த பார்களை ஒரு AC மில்லி-மீட்டர் மூலம் சோதிக்கவும். மில்லி-மீட்டர் திறந்த காயிலுடன் இணைக்கப்படும் பொழுது எந்த அளவீடுகளையும் காட்டாது. மற்ற அனைத்து பார்களிலும் அளவீடு காட்டும். இந்த சோதனையை மீட்டர் இன்றி ஒரு துண்டு ஓயரை இரு பார்களை குறுக்கு சுற்று செய்வதன் மூலம் செய்யலாம். தீப்பொறி இல்லையெனில் காயில் திறந்துள்ளது எனக் கருத வேண்டும்.

**வீழ்ச்சி சோதனை (Drop test):** வீழ்ச்சி சோதனை மூலம் ஆர்மெச்சூரின் ரெசிஸ்டன்ஸ் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை, குறுக்கு மற்றும் திறந்த சுற்று மற்றும் மாறிய காயில் இணைப்புகளை துல்லியமாக சோதிக்க முடியும். ஒரு துருவ

பிட்ச்-க்கு சமமான தூரத்தில் உள்ள காழுடேட்டர் செக்மெண்டுகளுக்கு இடையே ஒரு குறைவான மின்னழுத்தத்தை ஒரு மாறத்தக்க மின்தடை வழியாக இணைக்கவும். DC சப்ளையை “ஆன்” செய்து ஒரு மில்லி வோல்ட் மீட்டரை படம் 9a மற்றும் 9b-ல் காட்டியவாறு அடுத்தடுத்த செக்மெண்ட்களுடன் இணைக்கவும்.



மாறத்தக்க ரியோஸ்டாட் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பில் அளவீடுகளை வைக்கவும். ஆர்மெச்சூரை ஒரு திசையில் சுழற்றி அடுத்தடுத்த செக்மெண்ட்களில் கிடைக்கும் மில்லி-வோல்ட் மீட்டரின் அளவீடுகளை குறிக்கவும். செக்மெண்ட்களுடன் இணைப்பு மற்றும் இடம் அப்படியே இருக்க வேண்டும். அளவீடுகளில் இருந்து கிடைப்பதை கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

- அனைத்து அளவீடுகளும் சமமாக இருந்தால், வையிண்டிங் சரியாக இருக்கிறது.
- மில்லி-வோல்ட் மீட்டர் குறைவான அல்லது “0” வோல்டேஜ்-யை காட்டினால், அந்த செக்மெண்ட்களுடன் இணைக்கப்பட்ட காயில் குறுக்கு சுற்றாகியுள்ளது.
- மில்லி-வோல்ட் மீட்டர் அதிக வோல்டேஜ்-களை காட்டினால், அந்த செக்மெண்ட்களுடன் இணைக்கப்பட்ட காயில் திறந்திருக்கிறது.
- மில்லி-வோல்ட் மீட்டர் படம் 9b-ல் காட்டப்பட்டவாறு மாறு திசையில் நகர்ந்தால், அந்த செக்மெண்ட்களுடன் இணைக்கப்பட்ட காயிலின் இணைப்பு மாறி உள்ளது.

பொதுவாக ஆர்மெச்சூரின் இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ் மற்றும் குறுக்கு சுற்றான காயில்களை அவ்வப்போது சோதிக்கப்பட வேண்டும். ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங்கில் பழுது ஏற்பட்டால் மட்டுமே வீழ்ச்சி சோதனை செய்யப்பட வேண்டும்.

## மின்தூண்டல் மோட்டாரின் தத்துவம் (Principle of induction motor)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

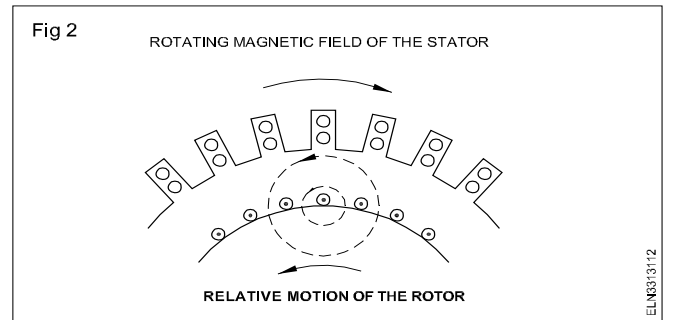
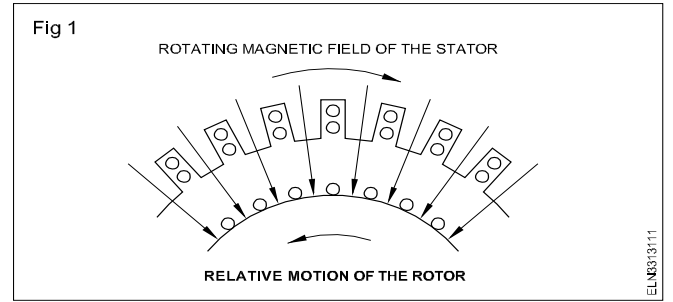
- 3 பேஸ் மின் தூண்டல் மோட்டாரின் தத்துவத்தை கூறுதல்
- சுழலும் காந்த மண்டலத்தை உருவாக்கும் முறைகளை பற்றி விவரித்தல்.

எளிய கட்டமைப்பு, சிக்கல் இல்லா செயற்பாடு, குறைந்த விலை மற்றும் சிறந்த உந்து விசை - வேகம் குணாதிசயங்களை கொண்டுள்ளதால், 3பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் (induction motor) மற்ற எல்லா விதமான மின் மோட்டார்களையும் விட அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**3பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் தத்துவம் (Principle of 3-phase induction motor):** இது DC மோட்டார் இயங்கும் அதே தத்துவத்தின்படி இயங்குகிறது. அதாவது, ஒரு மின்னோட்டம் பாயும் மின்கடத்தியை, காந்த பீல்டின் (magnetic field) நடுவில் வைக்கும் பொழுது, அது ஒரு விசையை ஏற்படுத்த முயற்சிக்கும். ஆனால் இன்டக்ஷன் மோட்டார், DC மோட்டாரிலிருந்து வேறுபடுகிறது. எப்படி என்றால், இன்டக்ஷன் மோட்டாரின், ரோட்டார், ஸ்டேட்டார் உடன் நேரடியாக மின் இணைப்பு செய்யப்படுவதில்லை. பதிலாக ஸ்டேட்டாரின் காந்த மண்டலம், ரோட்டாரின் மீது வேகமாக சுழலும் பொழுது, டிரான்ஸ்பார்மரில் (Transformer) தூண்டப் படுவதுபோல் மின்னழுத்தம்/மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. இந்த வகை மோட்டார்களில், ரோட்டாரில் செல்லும் மின்னோட்டமானது நேரடியாக மின் இணைப்பில் இருந்து பெறப்படுவதில்லை. மாறாக ஸ்டேட்டாரின் காந்த மண்டலம் மற்றும் ரோட்டாரின் மின் கடத்தி ஆகியவை இடையிலான relative வேகத்தால் தூண்டப் படுவதால், இதற்கு மின் தூண்டல் மோட்டார் (இன்டக்ஷன் மோட்டார்) என பெயர் வந்தது.

3பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார் ஆனது 3 பேஸ் சுழலும் காந்த பீல்டு வகை ஆல்டர்னேட்டரைப் போல இருக்கும். ஸ்டேட்டாரின் மையத்தில் core உள்ள வையிண்டிங் சுழலும் காந்த மண்டலத்தை உண்டாக்குகிறது. ரோட்டாரின் மின்கடத்திகள் வழியாக மின்னோட்டம் செல்வதற்கு வசதியாக அதனுடைய மின்கடத்திகள் அணில் கூடு (squirrel cage) வடிவத்தில் ஷார்ட் (short) செய்யப் பட்டோ அல்லது பேஸ் வையிண்டிங் செய்யப் பட்டோ இருக்கும்.

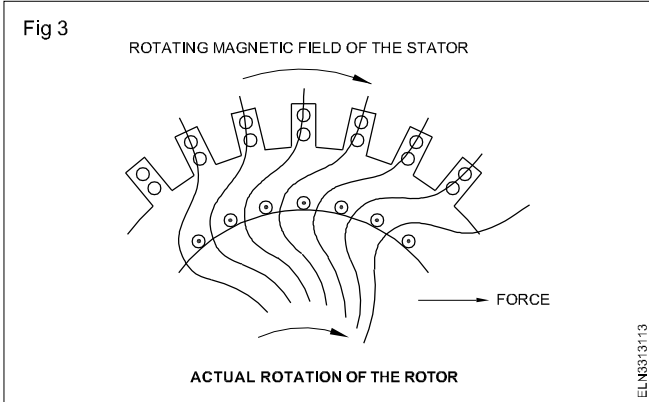
படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு, ஸ்டேட்டாரின் காந்த பீல்டு கடிகாரம் சுழலும் திசையில் சுழலுவதாக நினைத்துக் கொள்வோம். படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு, ரோட்டாரை பொருத்த வரை அது கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையில் சுழலுவதாக தோன்றும். படம் 2-ல் காட்டப்பட்டது போல் பிளமிங் வலது கை விதிப்படி (Fleming's right hand rule) ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் emf ஆனது, பார்ப்பவரை நோக்கி இருக்கும் ரோட்டார் மின் கடத்திகள் குறுக்கு சுற்று செய்யப்படுவதால், அதன் வழியாக டிரான்ஸ்பார்மரின் செகண்டரி சும்பி சுற்றுகளில் ஏற்படுவதைப் போல் மின்னோட்டம் செல்லும்.



படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு மேக்ஸ்வெல்ஸ் தக்கை திருகு விதிப்படி (Maxwell's Corkscrew rule) ரோட்டார் மின்னோட்டத்தால் உண்டான காந்த பீல்டானது கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையில் இருக்கும். ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டாரின் பாஸ்பர காந்த புலங்களின் விளைவால், ஒரு விசை ஏற்பட்டு, அது ரோட்டாரை படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு, ஸ்டேட்டாரின் “சுழலும் காந்த மண்டலம்” நகரும். அதே திசையில் நகரும் அதனால் ரோட்டார் ஆனது, ஸ்டேட்டாரின் சுழலும் காந்த மண்டலம் சுற்றும் சிங்கர்னஸ் (synchronous)



வேகத்தை விட குறைந்த வேகத்தில் அதை பின் தொடர்ந்து சுற்றும். ரோட்டாரின் வேகம் அதிகரித்து சிங்கர்னஸ் வேகத்திற்கு அருகில் வரும் பொழுது, ரோட்டாரின் வேகத்திற்கும் மற்றும் ஸ்டேட்டாரின் சுழலும் காந்த மண்டலத்தின் வேகத்திற்கும் இடையிலான பாஸ்பர வேகம் குறைந்து, ரோட்டாரின் மின் கடத்திகளில் மிகவும் குறைந்த emf தூண்டப் படுகிறது. ஒருவேளை ரோட்டாரின் வேகமும் மற்றும் சுழலும் காந்த மண்டலத்தின் வேகமும் சமமாக இருக்குமாயின், அந்த இரு வேகத்தின் இடையேயுள்ள பாஸ்பர வேகம் இல்லாமல் போகிறது. அச்சமயம், ரோட்டாரில் எந்த விதமான emf-ம் மற்றும் மின்னோட்டமும் உண்டாவதில்லை. அதனால் எவ்விதமான உந்து விசையும் (torque) ஏற்படுவதில்லை. ஆகவே இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ரோட்டார் எப்பொழுதுமே சிங்கர்னஸ் வேகத்தில் சுழல முடியாது. மோட்டாரில் பளு ஏற்றப்படும்போது, பளுக்கு ஏற்றவாறு, ரோட்டாரின் வேகம் குறையும். அதனால் பாஸ்பர வேகம் அதிகரித்து, ரோட்டாரில் அதிகமாக மின் தூண்டல் emf-ம் மற்றும் மின்னோட்டமும் ஏற்பட்டு அதற்கு ஏற்றார்போல் அதிகமான டார்க்கும் ஏற்படுகிறது.



**ரோட்டாரின் சுழலும் திசையை மாற்றுவதல் (To reverse the direction of rotation of a rotor):** ஸ்டேட்டாரின் சுழலும் காந்த பீல்டின் திசை ஆனது மின் இணைப்பின் பேஸ் வரிசையை (phase sequence) பொருத்தே இருக்கும். ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டாரின் சுழலும் காந்த திசையில் மாற்ற வேண்டுமென்றால், ஸ்டேட்டாருடன் இணைக்கப்பட்டு இருக்கும் மின் இணைப்பின் பேஸ் வரிசையில் ஏதாவது இரு ஓயர்களின் இணைப்பினை மாற்றுவதன் மூலம் மாற்ற முடியும்.

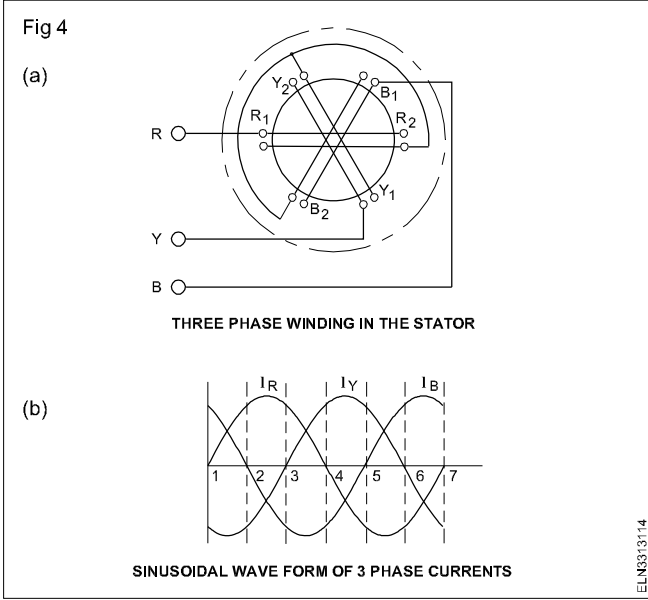
**3 பேஸ் ஸ்டேட்டாரின் சுழலும் காந்த பீல்டு (Rotating magnetic field from a three-phase stator):** சுழலும் காந்த பீல்டு இருந்தால் மட்டுமே, இன்டக்ஷன் மோட்டார் சுழலும். இன்டக்ஷன்

மோட்டாரின் ஸ்டேட்டாரில் 3 பேஸ் வையிண்டிங் ஒன்றுக்கொன்று  $120^\circ$  மின் கோணங்கள் (electrical degrees) தள்ளி சுற்றுப்பட்டு இருக்கும். இந்த வையிண்டிங்கள், சமமான காந்த துருவங்களை ஏற்படுத்துவதற்காக ஸ்டேட்டார் கோர்-யில் (stator core) சுற்றுப்பட்டு இருக்கும். ஸ்டேட்டாரை 3 பேஸ் மின் அழுத்தத்துடன் இணைக்கும் போது, அதில் உள்ள ஒவ்வொரு வையிண்டிங்கும் ஏற்ற இறக்கத்துடன் (pulsating field) கூடிய காந்த பீல்டை ஏற்படுத்துகிறது. ஆனால் வையிண்டிங்களில் இடையிலான இடைவெளி மற்றும் பேஸ் வித்தியாசம் (phase difference) ஆகியவை காரணத்தால், அந்த காந்த மண்டலம் ஒன்றிணைத்து ஒரு நிலையான வேகத்தில் சுழலக்கூடிய காந்த பீல்டை ஸ்டேட்டாரின் கோரில் உண்டாக்குகிறது. இந்த தொகுப்பு காந்த கோடுகளை, "சுழலும் காந்த பீல்டு" ('rotating magnetic field'), எனவும் அது சுழலும் வேகத்தை சிங்கர்னஸ் வேகம் ('synchronous speed') எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு மின் சுழற்சியில் (cycle) குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அடுத்தடுத்த பேஸ் மின்னோட்டத்தை கவனத்தில் எடுத்துக் கொண்டு, சுழலும் காந்த பீல்டிற்கு ஏற்றவாறு ஏற்படுகிறது என்பதை விவரிக்க முடியும். படம் 4a ஒரு எளிய ஸ்டார் இணைப்பை கொண்ட 3 பேஸ் ஸ்டேட்டாரை காட்டுகிறது. படம் 4b ஆனது பேஸ் வையிண்டிங்களில் செல்லும் மின்னோட்டத்தை காட்டுகிறது. படம் 4b -ல் காட்டியுள்ளது போல், பேஸ் மின்னோட்டம்  $120^\circ$  மின் கோணங்களில் இருக்கும். இந்த மூன்று மின்னோட்டத்தின் ஒருங்கிணைந்த விளைவால் ஏற்பட கூடிய காந்த பீல்டினை மின்னோட்டத்தில் ஒரு சைக்கிளின் ஒவ்வொரு  $60^\circ$  இடைவெளியிலும் காட்டப் பட்டுள்ளது.

படம் 4b, நிலை 1-ன்படி, பேஸ் கரண்ட் (மின்னோட்டம்)  $I_R$  பூஜ்ஜியமாக இருக்கிறது. அதனால் காயில் 'R' ஆனது, காந்தக் கோடுகளை (flux) உண்டாக்குவதில்லை. அதே சமயம், பேஸ் கரண்ட்  $I_B$  நேர் திசையிலும் (positive) மற்றும்  $I_Y$  எதிர் திசையிலும் (negative) இருக்கும்.

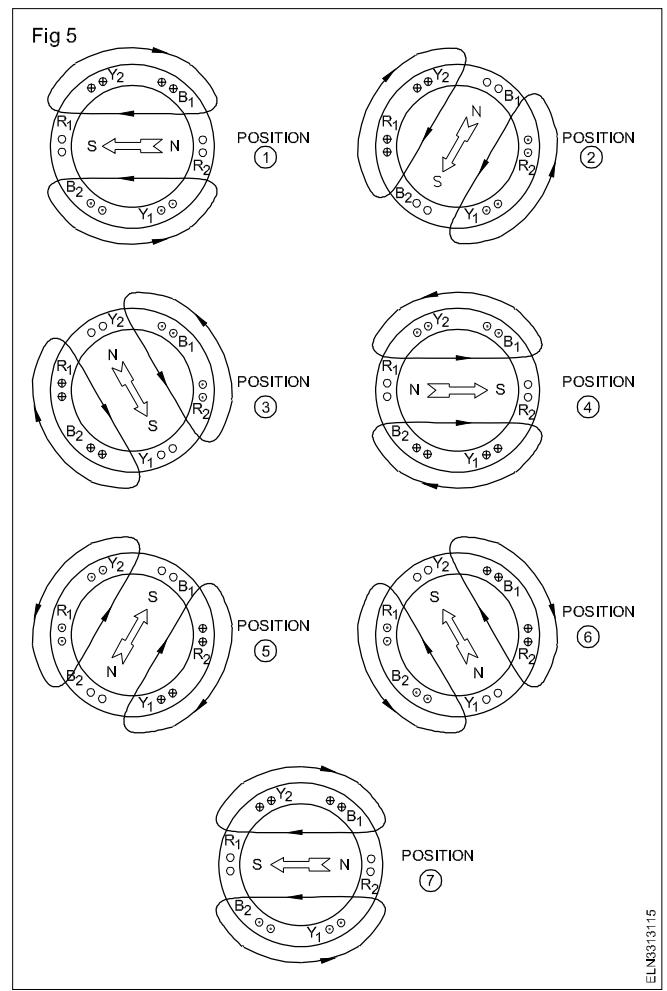
படம் 4b, நிலை 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ள, 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் குறிப்பிட்ட நேரத்திலுள்ள திசையை கவனத்தில் எடுத்துக் கொண்டு, அதை படம் 5(1)-ல் மின்னோட்டத்தின் திசையாக காட்ட முடியும்.



நமது வசதிக்காக +ve மின்னோட்டத்தை “+” குறிப்பிட்டும், -ve மின்னோட்டத்தை புள்ளி (•) குறியீட்டிலும் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதன்படி  $Y_2$  மற்றும்  $B_1$ -யை +ve முனையாகவும்,  $Y_1$  மற்றும்  $B_2$ -யை -ve முனையாகவும் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேக்ஸ்வேல் தக்கை திருகை விதிப்படி, இந்த மின்னோட்டத்தால் ஏற்படும் தொகுப்பு காந்தக் கோடுகள் ஆனது, படம் 5(1)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் இருக்கும். அதில் உள்ள அம்பு குறியானது, ஸ்டேட்டர் கோரின் காந்த பீல்டையும் மற்றும் காந்த துருவத்தையும் காட்டுகிறது.

படம் 5(2)-ல் நிலை 2-ல் காட்டியுள்ளது போல்,  $60^\circ$  மின் கோணங்களுக்கு பிறகு, பேஸ் கரண்ட் (phase current)  $I_r$ , பூஜ்ஜியம் ஆகவும்,  $I_r$  +ve-யாகவும்.  $I_y$  -ve-யாகவும் இருக்கும். இப்பொழுது, படம் 5 மின்னோட்டமானது காயில் முனை  $R_1$  மற்றும்  $Y_2$  வழியாக உள் சென்று  $R_2$  மற்றும்  $Y_1$  வழியாக வெளியேறுவதை காணலாம். படம் 5(2) -ல், காட்டியவாறு, இப்பொழுது ஸ்டேட்டார் தொகுப்பு காந்த துருவம் (resultant magnetic poles) புதிய நிலையை அடைந்து இருக்கிறது. அதாவது நிலை 2 ஆனது, நிலை 1-லிருந்து சுழன்று (தள்ளி) இருக்கும்.

படம் 5-ல் காட்டியவாறு, நிலை 3, 4, 5, 6 மற்றும் 7-ல் ஸ்டேட்டாரின் தொகுப்பு காந்த பீல்டானது, அடுத்தடுத்த  $60^\circ$  மின் கோணங்களும், மேலும்  $60^\circ$  சுழன்று கொண்டிருக்கும். நிலை 1-ல் இருந்து, நிலை 7 வரையிலான தொகுப்பு காந்த கோடுகளை பார்க்கும் பொழுது, ஒரு இரு துருவ (two-pole) ஸ்டேட்டாரின் காந்த பீல்டானது, அதில் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் ஒவ்வொரு சைக்கிளுக்கு (cycle) அதன் கோரை ஒரு முறை சுழன்று வருவதை பார்க்க முடிகிறது.



மேலே சொல்லப்பட்டதிலிருந்து,  $120^\circ$  மின் கோணங்கள் இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில், 3 பேஸ் மின் அழுத்தத்தை அளிப்பதன் மூலம், சுழலும் காந்த பீல்டை ஏற்படுத்த முடியும் என்பது தெரிளவாகிறது.

இந்த காந்த பீல்ட் சுற்றும் வேகத்தை சிங்கர்னைஸ் வேகம் (Synchronous speed) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் அது சப்ளை ஃப்ரீக்வன்சி (frequency) மற்றும் ஸ்டேட்டாரின் காந்த துருவத்தின் எண்ணிக்கை பொருத்து இருக்கும். எனவே

$N_s$  = சிங்கர்னைஸ் வேகம் r.p.m.-இல்

$$= \frac{120F}{P} \text{ rpm}$$

இதில் 'P' என்பது ஸ்டேட்டார் காந்த துருவத்தின் எண்ணிக்கை மற்றும் 'F' என்பது சப்ளை ஃப்ரீக்வன்சி ஆகும்.

### 3 பேஸ் ஸ்குரில் கேஜ் (squirrel cage) இன்டக்ஷன் மோட்டரின் கட்டமைப்பு - சிலிப், வேகம், ரோட்டாரின் ஃப்ரீக்வன்சி, செம்பு இழப்பு மற்றும் உந்து விசை இடையேயான தொடர்புகள் (Construction of a 3-phase squirrel cage induction motor - relation between slip, speed, rotor frequency, copper loss and torque)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- 3 பேஸ் ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் கட்டமைப்பை விவரித்தல்
- இரண்டு கேஜ் ஸ்குரில் கேஜ் மோட்டாரின் கட்டமைப்பு மற்றும் அவற்றின் பயன்களை விவரித்தல்
- சிலிப், வேகம், ரோட்டாரின் ஃப்ரீக்வன்சி, ரோட்டாரின் செம்பு இழப்பு மற்றும் உந்து விசை ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பை விளக்குதல்.

ரோட்டாரின் கட்டமைப்பை பொருத்து 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை வகைப்படுத்தலாம். அதன்படி இரண்டு முக்கிய வகைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

- ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் (Squirrel cage induction motor)
- ஸ்லிப் ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டார் (Slip ring induction motor)

ஸ்குரில் கேஜ் மோட்டாரின் கோர் குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்ட பார்களையும் (short-circuited bars), ஸ்லிப் ரிங் மோட்டாரின் ரோட்டார், ஸ்டார் (star) இணைப்போ அல்லது டெல்டா (Delta) இணைப்போ செய்யப்பட்ட மூன்று வையிண்டிங்களை கொண்டு இருக்கும். ஸ்லிப் ரிங் மோட்டாரின் ரோட்டாரில் உள்ள வையிண்டிங்களின் முனைகள், ஸ்லிப் ரிங் மற்றும் ப்ரஷ் (Brush) மூலம் வெளியே கொண்டு வரப்படுகிறது.

இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் உந்து விசையானது அதன் ரோட்டாரின் மின்தடையை பொருத்து இருக்கும். அதிக மின்தடையை கொண்ட ரோட்டார்கள் அதிக துவக்க உந்து விசையை (starting torque) கொடுக்கும். ஆனால் இழப்புகள் அதிகரித்து ஓடும் உந்து விசையும் (running torque) மற்றும் வினைத்திறனும் (efficiency) குறைவாக இருக்கும். அதிக ஸ்டார்டிங் டார்க் மற்றும் தேவையான ரன்னிங் டார்க் தேவைப்படும் இடங்களுக்கு, ரோட்டாரின் மின்தடையானது துவக்கத்தில் அதிகமாகவும் அதன் பின்னர் குறைவாகவும் இருக்க வேண்டும். ரோட்டாரின் மின்தடை அதிகமாக இருந்து விட்டால், ரோட்டாரின் செம்பு இழப்பு (copper loss) அதிகமாகிவிடும். அதன் விளையாக மோட்டாரின் வேகமும் மற்றும் வினைத்திறனும் குறைந்து விடும்.

ஸ்லிப் ரிங் மோட்டாரில், ரோட்டாரின் மின்தடையை வெளி மின்தடையுடன் (Resistance) இணைப்பதன் மூலம் துவக்கத்தில் அதிகரிக்கவும்,

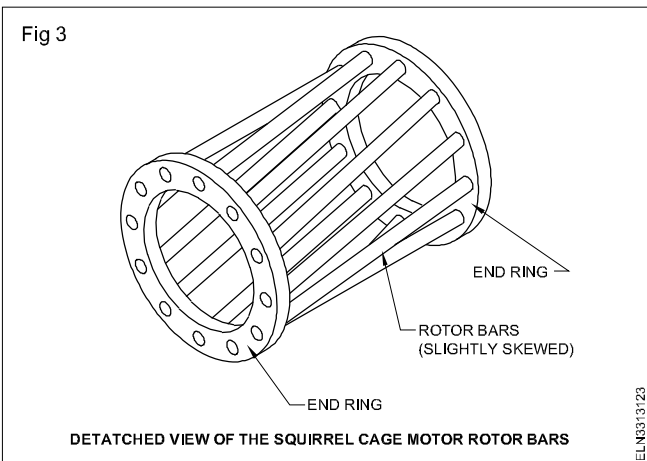
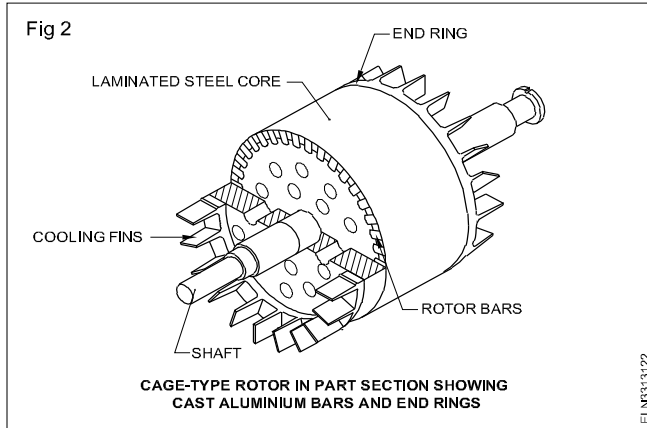
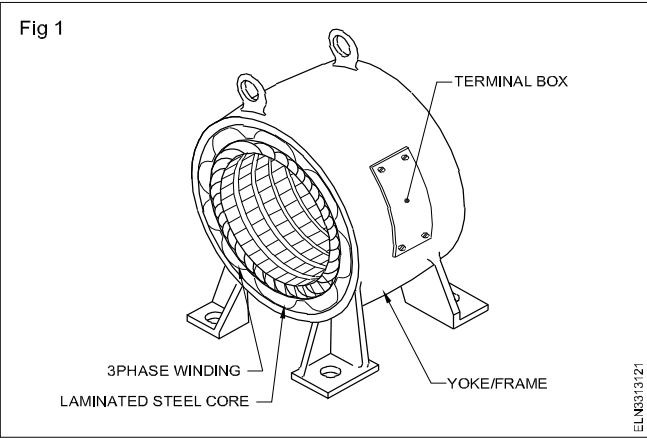
பின்னர் அதை துண்டிப்பதன் மூலம் குறைக்கவும் முடியும். இதை ஸ்குரில் கேஜ் மோட்டாரில் செய்ய முடியாததால், இரண்டு தனித்தனி குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்ட பார்களை (Bar) கொண்ட இரண்டுக்கு ஸ்குரில் கேஜ் (double squirrel cage) ரோட்டார்கள் உருவாக்கப்பட்டது.

**இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார் (Stator of an induction motor):** ஸ்குரில் கேஜ் மற்றும் சிலிப் ரிங் மோட்டார்களின் ஸ்டேட்டார்களுக்கு இடையே எந்த வித்தியாசமும் இல்லாமல் ஒரு மாதிரியாக இருக்கும்.

இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார் ஆனது, ஒரு 3 பேஸ் சுழலும் காந்த பீல்ட் வகை சார்ந்த ஆல்டர்னேட்டரின் ஸ்டேட்டாரை போலவே இருக்கும். இந்த நிலையான ஸ்டேட்டார் ஆனது, லேமினேட்டட் (laminated) ஸ்டீல் கோரில் உள்ள பள்ளங்களில் வைக்கப்பட்டு உள்ள 3 பேஸ் வையிண்டிங்கை கொண்டு இருக்கும். அந்த கோர் ஆனது படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஓர் வார்ப்பு இரும்பு (cast iron) அல்லது ஸ்டீல் சட்டத்தால் மூடப்பட்டு மற்றும் தாங்கப்பட்டு இருக்கும். வையிண்டிங்குகள் ஒன்றுக்கொன்று 120° மின் கோணங்கள் இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டு, அதன் 6 முனைகளும், ஸ்டார் அல்லது டெல்டா இணைப்பு செய்வதற்காக, மோட்டாரின் சட்டத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள டெர்மினல் பாக்ஸ்-ல் (terminal box) பிரஷ் வழியாக கொண்டு வரப்பட்டிருக்கும். ஸ்டேட்டாரை 3 பேஸ் மின்னழுத்தத்துடன் இணைக்கும் பொழுது, அதன் கோரில் ஒரு சுழலும் காந்த கோடுகள் ஏற்படுகிறது.

**ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ரோட்டார் (Rotor of a squirrel cage induction motor):** படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு, ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ரோட்டாரில் எந்த வையிண்டிங்கும் இருக்காது. அதற்கு

பதிலாக இதில் பார்கள் Shaft -க்கு இணையாக, உருளை வடிவ லேமினேட்டட் ஸ்டீல் கோரில் வைக்கப்பட்டு இருக்கும். இந்த பார்கள் (Bars) ரோட்டாரின் இரு முனைகளிலும், ஒரு எண்டு ரிங்கு மூலம் (end-ring) குறுக்கு சுற்று (short circuit) செய்யப்பட்டு இருக்கும். பெரிய இயந்திரங்களில் இந்த மின் கடத்தும் பார்களும் மற்றும் எண்டு ரிங்களும் செம்பால் ஆனதாகவும் அதை எண்டு ரிங்குடன் பற்ற வைக்கப்பட்டு, படம் 3-ல் காட்டப்பட்டது போல் இருக்கும். சிறிய இயந்திரங்களில் இந்த மின் கடத்தும் பார்களும் மற்றும் எண்டு ரிங்களும் அலுமினியத்தால் செய்யப்பட்டு, அதை ரோட்டார் கோருடன் வார்க்கப்பட்டு (cast) இருக்கும்.



இந்த ரோட்டார், மின் இணைப்புடன் இணைக்கப்பட்டு இருக்காது, ஆனால் டிரான்ஸ்பார்மர் (transformer) போல் இதன் ஸ்டேட்டாரிலிருந்து, ரோட்டாருக்கு மின் அழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. அதனால் இந்த ஸ்டேட்டாரை, மோட்டாரின் பிரைமரி (primary) என்றும், ரோட்டாரை செகண்டரி (secondary) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. அதன் ரோட்டாரின் அமைப்பு அணில் கூடு போலவும், அது மின் தூண்டுதல் (இன்டக்ஷன்) மூலம் செயல்படுவதாலும், இதற்கு ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் எனப் பெயர் வந்தது. (படம் 3)

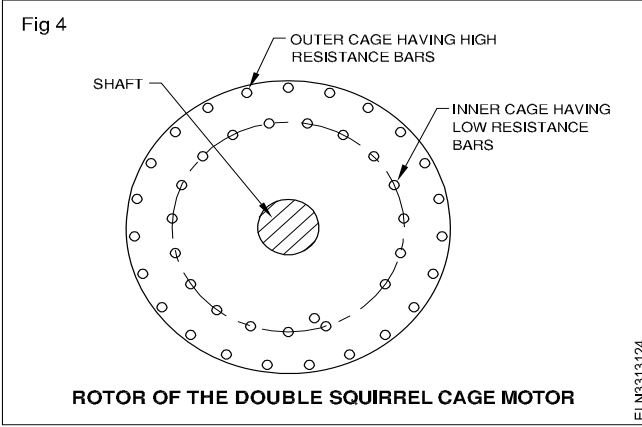
இதன் ரோட்டார் பார்கள் (Bars), ரோட்டாரின் கோரில் இருந்து இன்சுலேஷன் செய்யப்படுவதில்லை. அவை மிக குறைந்த மின்தடை கொண்ட உலோகத்தால் செய்யப்படுவதால், மின் தூண்டுதலால் ஏற்படும் மின்னோட்டமானது பொதுவாக இதன் வழியாக தான் செல்லும். மேலும் அந்த பார்கள் ரோட்டார் ஷாப்ட்டுக்கு (shaft) சரியாக இணையாக (parallel) இல்லாமல் சற்று சாய்வாகவே (skewed) இருக்கும். இதன் மூலம், சீரான ரோட்டார் காந்த கோடுகளும், உந்து விசையும் ஏற்படுவதுடன், மோட்டார் இயக்கும் பொழுது ஏற்படக்கூடிய உள் காந்த இரைச்சலும் குறைகிறது.

**எண்டு ஷீல்டுகள் (End shields):** ரோட்டாரின் ஷாப்ட்டை (Shaft) தாங்குவது இந்த எண்டு ஷீல்டுகளின் வேலையாகும். இதில் பேரிங் (bearing) பொருத்தப்பட்டு ஸ்டேட்டார் சட்டத்துடன் (stator frame) போல்ட் அல்லது ஸ்டட் (bolt or studs) உதவியுடன் இணைக்கப்பட்டு இருக்கும்.

**டபுள் ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் (Double squirrel cage induction motor)**

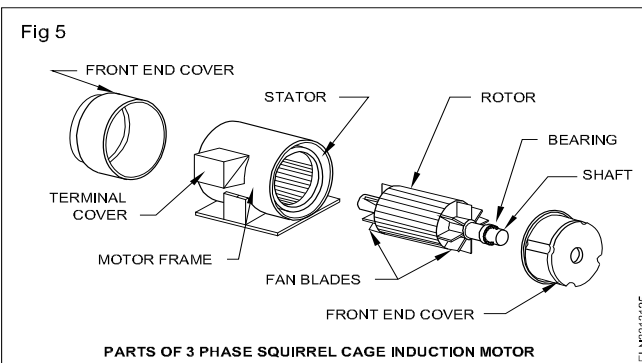
ரோட்டாரின் கட்டமைப்பு மற்றும் அதன் செயல்பாடு (Rotor construction and its working): இது படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல், அவுட்டர் கேஜ் (outer cage) மற்றும் இன்னர் கேஜ் (inner cage) என்று அழைக்கப்படு, இரண்டு வகையான மின்கடத்தும் கேஜ்களை கொண்டுள்ளது. அவுட்டர் கேஜ் ஆனது, அதிக மின்தடையை கொண்ட பித்தளை போன்ற உலோகத்தாலான எண்டு ரிங்கால் குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்ட பார்களால் ஆனது, இன்னர் கேஜ் ஆனது, குறைந்த மின்தடையை கொண்ட செம்பு போன்ற உலோகத்தாலான பார்களை கொண்டுள்ளது. அவுட்டர் கேஜ் அதிக மின்தடையும் குறைந்த ரியாக்டன்ஸ்-யும் (Reactance) கொண்டு இருக்கும். இன்னர் கேஜ் குறைந்த

மின்தடையும், ரோட்டார் கோரின் ஆழத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளதால் அதிக ரியாக்டன்ஸ்-யும் கொண்டு இருக்கும்.



ரோட்டார் ஓட துவங்கும் நேரத்தில், ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சி-யும் ஸ்டேட்டார் ப்ரீக்வன்சியும் சமமாக இருக்கும். எனவே, இன்னர் கேஜ் அதிக இண்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் (inductive reactance) கொண்டுள்ளதால், அதிக மின்தடையின் காரணத்தால் அதில் மிகவும் குறைவான மின்னோட்டமே செல்லும். எனவே துவக்க நேரத்தில், பெரும்பாலான ரோட்டார் மின்னோட்டமானது அதிக மின்தடையை கொண்டிருப்பதால், அவுட்டர் கேஜ் வழியாக செல்லும். இந்த அதிக மின்தடையானது உந்து விசையை துவக்க நேரத்தில் கிடைக்க உதவுகிறது.

வேகம் அதிகரிக்கப் பொழுது, ரோட்டாரின் ப்ரீக்வன்சி குறைகிறது. அந்த நேரத்தில் இன்னர் கேஜ்-யின் ரியாக்டன்ஸ் குறைவதால் பெரும்பாலான ரோட்டார் மின்னோட்டமானது இன்னர் கேஜ் வழியாக செல்கிறது. இதனால், மோட்டார் இயங்குவதற்கு தேவையான உந்து விசையை இன்னர் கேஜ் தருகிறது. ஒரு 3 பேஸ் ஸ்குரில் கேஜ் இண்டக்ஷன் மோட்டாரின் பிரித்து வைக்கப்பட்ட தோற்றத்தை படம் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



**ஸ்லிப் மற்றும் ரோட்டர் வேகம் (Slip and rotor speed):** இண்டக்ஷன் மோட்டாரின் ரோட்டார் ஆனது சுழலும் காந்த பீல்டின் திசையிலேயே சுற்றும். ஆனால் காந்த பீல்டின்

வேகத்தை விட குறைவான வேகத்தில்தான் சுற்றும். அவ்வாறு சுழன்றால் மட்டுமே ரோட்டாரின் மின்கடத்திகள் ஸ்டேட்டாரின் காந்த வயலை வெட்டும். அதன் மூலம் அதில் மின் இயக்கு விசை (emf) தூண்டப்பட்டு, மின்னோட்டம் ஏற்பட்டு, அதன் விளைவாக ரோட்டாரில் காந்த மண்டலம் மற்றும் உந்து விசையும் ஏற்படும்.

ரோட்டார் சுழலும் வேகத்தை ரோட்டார் வேகம் அல்லது மோட்டார் வேகம் என அழைக்கப்படுகிறது. ரோட்டார் வேகத்திற்கும் மற்றும் சிங்கர்னைஸ் வேகத்திற்கும் இடையே உள்ள வித்தியசத்தை ஸ்லிப் ஸ்பீடு (slip speed) எனப்படுகிறது.

இந்த ஸ்லிப் வேகத்தை பின்னத்தில் (fraction) குறிப்பிடும் பொழுது அது பின்ன ஸ்லிப் (fractional slip) எனப்படுகிறது.

எனவே பின்ன ஸ்லிப் "S"

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

அடுத்து, சதவிகித ஸ்லிப் (% ஸ்லிப்)

$$= \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

இங்கே  $N_s$  = ஸ்டேட்டார் காந்த பீல்டின் சிங்கர்னைஸ் வேகம்

$N_r$  = ரோட்டாரின் உண்மையான வேகம் (r.p.m.)

பெரும்பாலான ஸ்குரில் கேஜ் இண்டக்ஷன் மோட்டாரின் சதவித ஸ்லிப் (% ஸ்லிப்) அதன் வரையறுக்கப்பட்ட, பளுவின் பொழுது 2 முதல் 5 சதவிகிதமாக இருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டு

50 சைக்கிள் (cycle) கொண்ட மின் இணைப்பில், 960 r.p.m வேகத்தில் சுழலும், 6 காந்த துருவங்களை கொண்ட, ஓர் இண்டக்ஷன் மோட்டாரின் சதவிகித ஸ்லிப்பை கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்டவை

துருவங்கள் (P) = 6

ரோட்டார் வேகம்  $N_r$  = 960 r.p.m.

ப்ரீக்வன்சி F = 50 Hz

சிங்கர்னைஸ் வேகம் ( $N_s$ ) =  $120 \frac{f}{P}$

$$= \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ r.p.m.}$$

$$\% \text{ ஸ்லிப்} = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

$$= \frac{1000 - 960}{1000} \times 100 = 4\%$$

ரோட்டாரில் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தம் மற்றும் ப்ரீக்வன்சி (Generated voltage in the rotor and its frequency): ஸ்டேட்டாரின் காந்த கோடுகளை (flux) ரோட்டார் வெட்டும் பொழுது, ரோட்டார் கடத்திகளில் ஒரு மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. அது ரோட்டார் மின்னழுத்தம் எனப்படுகிறது. ரோட்டார் மின்னழுத்தத்தின் ப்ரீக்வன்சி ஆனது, சிலிப் மற்றும் ஸ்டேட்டார் (சப்ளை) ப்ரீக்வன்சியின் பெருக்கு தொகைக்கு சமமாக இருக்கும்.

ரோட்டாரின் மின்னழுத்தத்தின் ப்ரீக்வன்சி ( $f_r$ )

$f_r =$  பின்ன ஸ்லிப்  $\times$  ஸ்டேட்டார் ப்ரீக்வன்சி

$$= \frac{N_s - N_r}{N_s} \times f \text{ (or)}$$

மேற்கண்டவாறு, மோட்டார் ஓட துவக்கும் நேரத்தில், ரோட்டார் நிலையாக இருப்பதால், ஸ்லிப் ஒன்றாக இருக்கும் மற்றும் ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சியும் மற்றும் ஸ்டேட்டார் ப்ரீக்வன்சியும் சமமாக இருக்கும். மோட்டார் அதி வேகத்தில் ஓடும் பொழுது ஸ்லிப் குறைவாக இருப்பதால் ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சி குறைவாக இருக்கும்.

### எடுத்துக்காட்டு 1 (Example 1)

3 பேஸ் 4 துருவ 50Hz இன்டக்ஷன் மோட்டார், மின் இணைப்பில் உள்ளது. அதன்

a சிங்ரனைஸ் வேகம்

b ஸ்லிப் 4 சதவிதம் இருக்கும் பொழுது ரோட்டார் வேகம் மற்றும்

c ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சி ஆகியவைகளை கண்டுபிடிக்கவும்.

a சிங்ரனைஸ் வேகம்  $N_s = \frac{120f}{P}$

$$= \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ r.p.m.}$$

b ரோட்டாரின் உண்மையான வேகம் =  $N_r$

$$\text{சதவிகித ஸ்லிப்} = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

$$N_s - N_r = \frac{N_s \times \text{சதவிகித ஸ்லிப்}}{100}$$

$$N_r = N_s - \frac{N_s \times \% \text{ ஸ்லிப்}}{100}$$

$$= 1500 - \frac{1500 \times 4}{100}$$

$$= 1440 \text{ r.p.m.}$$

c ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சி  $f_r =$  ஸ்லிப்  $\times$  ஸ்டேட்டார் ப்ரீக்வன்சி

$$= \frac{N_s - N_r}{N_s} \times f$$

$$= \frac{1500 - 1440 \times 50}{1500}$$

$$= \frac{60 \times 50}{1500} = 2 \text{ Hz.}$$

### எடுத்துக்காட்டு 2 (Example 2)

ஒரு 3 பேஸ் 8 துருவ இன்டக்ஷன் மோட்டாருக்கு ஒரு 12 துருவ 3 பேஸ் 500 rpm ல் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் ஆல்டர்னேட்டர் மின்சக்தியை வழங்குகிறது. முழு பளுவில் அந்த மோட்டாரின் ஸ்லிப் 3% ஆகும். அந்த மோட்டாரின் முழு பளு வேகத்தை (full load speed) யை கண்டு பிடிக்கவும்.

$N_r =$  மோட்டாரின் உண்மையான வேகம்

மின் இணைப்பின் ப்ரீக்வன்சி = ஆல்டர்னேட்டரின் ப்ரீக்வன்சி

$$= \frac{12 \times 500}{120} = 50 \text{ Hz.}$$

இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் சிங்கர்னைஸ் வேகம் ( $N_s$ )

$$= \frac{120 \times 50}{8} = 750 \text{ r.p.m.}$$

$$\% \text{ ஸ்லிப் } S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 = 3$$

$$= \frac{750 - N_r}{750} \times 100 = 3$$

$$750 - N_r = \frac{3 \times 750}{100} = 22.5$$

$$N_r = 727.5 \text{ r.p.m.}$$



### எடுத்துக்காட்டு 3 (Example 3)

ஒரு 3 பேஸ், 8 துருவ, 400V, 50 Hz ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் வரையறுக்கப்பட்ட முழு பளுவில் அதன் வேகம் 720 r.p.m. ஆகும். அதன்

- சிங்கர்னைஸ் வேகம்
- வரையறுக்கப்பட்ட பளுவில் ரோட்டார் ஸ்லிப்
- சதவிகித ஸ்லிப்
- மோட்டார் ஓட துவங்கும் சமயத்தில் அதன் சதவிகித ஸ்லிப்
- வரையறுக்கப்பட்ட பளுவில் ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சி
- ரோட்டார் ஓட துவங்கும் சமயத்தில் அதன் ப்ரீக்வன்சி ஆகியவைகளை கண்டுபிடிக்கவும்

### தீர்வு (Solution)

$$a \text{ சிங்கர்னைஸ் வேகம் } N_s = \frac{120 \times f}{p}$$

$$= \frac{120 \times 50}{8} = 750 \text{ r.p.m.}$$

$$b \text{ வரையறுக்கப்பட்ட பளுவில் அதன் ஸ்லிப் } = 750 - 720 = 30 \text{ r.p.m.}$$

$$c \text{ வரையறுக்கப்பட்ட பளுவில் அதன் சதவிகித ஸ்லிப் } = \frac{30 \times 100}{750} = 4\%$$

d ஓட துவங்கும் சமயத்தில், ரோட்டாரின் வேகம் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும். எனவே சதவிகித ஸ்லிப் 100 சதவிகிதம் ஆகும்.

e வரையறுக்கப்பட்ட பளுவில் ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சி  $f_r$

$$= \frac{f \times \text{சதவிகித ஸ்லிப்}}{100}$$

$$= \frac{50 \times 4}{100} = 2 \text{ Hz.}$$

f ஓட துவங்கும் சமயத்தில் ஸ்லிப் 100 சதவிகிதம் ஆகும். ஆகவே ரோட்டார் ப்ரீக்வன்சி = ஸ்டேட்டார் ப்ரீக்வன்சி  $f_r = f = 50 \text{ Hz.}$

**ரோட்டார் செம்பு இழப்பு (Rotor copper loss):** ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு (copper loss) என்பது ரோட்டாரின் மின்னோட்டம் மற்றும் அதன் மின்தடையால் ஏற்படக்கூடிய ஆற்றல் இழப்பு (power loss) ஆகும். ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரில், ரோட்டாரின் மின்தடை நிலையானது. ஆனால்

அதன் மின்னோட்டமானது, ரோட்டாரின் சிலிப், ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டாருக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த-மின் மாற்ற விகிதம் (transformation ratio) மற்றும் ரோட்டாரின் மின் சுற்றுகளிலுள்ள இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் (inductive reactance) பொருத்து இருக்கும்.

$T =$  மோட்டாரில் உண்டாகும் உந்து விசை

$P_R =$  ரோட்டாரில் உண்டாகும் ஆற்றல் (power)

$P_m =$  ரோட்டாரில் மாற்றப்பட்ட இயந்திர ஆற்றல் (mechanical power)

$n_s =$  சிங்கர்னைஸ் வேகம் (rpm)

$n_r =$  ரோட்டாரின் வேகம் (rpm)

அதன்படி

$$P_R = 2\pi n_s T \text{ வாட்ஸ்}$$

$$P_m = 2\pi n_r T \text{ வாட்ஸ்}$$

$P_R - P_m$  இடையிலான வித்தியாசம், ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு ஆகும்.

$P_R - P_m =$  ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு ஆகும்.

$$\frac{\text{ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு}}{2\pi T} = (n_s - n_r)$$

$$\frac{\text{ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு}}{2\pi n_s T} = \frac{(n_s - n_r)}{n_s} =$$

பின்ன ஸ்லிப் (S)

$$\text{ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு} = 2\pi T(n_s - n_r)$$

ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு = பின்ன ஸ்லிப் x ரோட்டாருக்கு கொடுக்கப்படும் ஆற்றல் (Input power)

$$= S \times 2\pi n_s T.$$

**உந்து விசை (டாக்க்) (Torque):** ஓர் இன்டக்ஷன் மோட்டாரில் உண்டாக்கும் டார்க்கும், DC மோட்டாரில் உண்டாக்கும் டார்க்கும், ஏறக்குறைய சமமாக இருக்கும். DC மோட்டாரின் டார்க் ஆனது, அதன் ஒரு காந்த துருவத்தின் காந்த கோடுகள் மற்றும் ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தின் பெருக்கு தொகைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். அதே போல் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் டார்க் ஆனது, அதன் ஸ்டேட்டாரின் ஒரு காந்த துருவ காந்த கோடுகள், ரோட்டார் மின்னோட்டம் மற்றும் ரோட்டாரின் திறன் காரணி (power factor) ஆகியவைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

ஆகவே

டார்க்  $\alpha$  ஸ்டேட்டார் காந்த கோடுகள்  $x$  ரோட்டார் மின்னோட்டம்  $x$  ரோட்டார் பவர் ஃபேக்டர்

கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை  $E_1$  எனக் கொள்க. அதே போல் பின்ன ஸ்லிப்  $S$  எனவும், ரோட்டார் மின்தடையை  $R_2$  எனவும், சுழலாத நிலையில் ரோட்டாரின் இண்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ்  $X_2$  எனவும், பின்ன ஸ்லிப்பின் பொழுது, ரோட்டாரின் மின்துண்டு தடையை  $SX_2$  எனவும், ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டார் இடையேயான மின்னழுத்த மின் மாற்றல் விகிதத்தை  $K$  எனவும், ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் emf-யை  $E_2$  எனவும், அது  $SKE_1$ -க்கு சமமாக இருக்கும் எனவும், ரோட்டார் மின்னோட்டத்தை  $I_2$  எனவும், ரோட்டார் பவர் ஃபேக்டரை  $\cos \theta$  எனவும், ரோட்டாரின் மொத்த மின்தடையை (impedence)  $Z_2$  எனவும் கொள்க.

$T \propto I_2 \cos \theta$  மேலும்

$$T \propto \frac{SKE_1^2 R_2}{R_2^2 + S^2 X_2^2}$$

$$T \propto \frac{\text{ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு}}{\text{பின்ன சிலிப்}}$$

$$\text{துவக்க டார்க்} \propto \frac{R_2}{R_2^2 + X_2^2} \quad (\text{பின்ன ஸ்லிப்} = 1 \text{ என்பதால்})$$

$$\text{அதிகபட்ச டார்க்} \propto \frac{1}{X_2}$$

$X_2$  என்பது ரோட்டார் சுழலாத நிலையில் அதன் இண்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் (inductive reactance) நிலையாக இருக்கும்.

**மோட்டாரின் டார்க் கணக்கீடு (Motor torque calculation):** ஸ்டேட்டார் காந்த கோடுகள் மற்றும் ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் மின்னோட்டத்தை அளப்பது சுலபமில்லை.

### ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் வகைகள் (Classification of squirrel cage motors)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- பல்வேறு தரமான இண்டக்ஷன் மோட்டாரில், ஸ்கூரில் கேஜ் பார்களில் அமைப்பை விளக்குதல் (A, B, C, D, E & F)
- பலவகை ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் துவக்க டார்க், துவக்க மின்னோட்டம் மற்றும் ஸ்லிப் ஆகியவை ஒப்பிடுதல்.

3 பேஸ் ஸ்கூரில் மோட்டாரை அதன் மின் குணாதியங்களின் அடிப்படையில் A, B, C, D, E மற்றும் F என்ற தர வரிசையில் 6 வகைகளாக

ஆதலால் மோட்டாரின் டார்க்கை கணக்கிட,  $T = K \phi_s I_R \cos \theta_R$  என்ற சமன்பாடு நடைமுறையில் பயன்படுத்த முடியாது. மோட்டாரில் வெளிவரும் திறனும் (output power) மற்றும் ஒரு நிமிடத்திற்கான சுற்றுகளும் (Rev/min) தெரிந்தால், பிரோனி பிரேக் டார்க் (Prony Brake torque) சமன்பாட்டை பயன்படுத்தலாம்.

$$\text{வெளிவரும் திறன் வாட்ஸ்-ல்} = \frac{2\pi \times \text{torque} \times \text{Rev/min}}{60}$$

$$\text{டார்க் (நியூட்டன் மீட்டர்)} = \frac{(60 \times \text{output watts})}{(2\pi \times \text{Rev/min})}$$

$$= \frac{(9.55 \times \text{output watts})}{(\text{Rev/min})}$$

மோட்டாரில் வெளிவரும் திறனை பிரிட்டிஷ் குதிரை திறனில் (British horsepower)(hp). கூறலாம். அப்பொழுது 1 hp = 746w ஆகும்.

அதேபோல் மோட்டாரின் திறனை மெட்ரிக் குதிரை திறனிலும் (metric horse power) கூறலாம். அவ்வேளையில் 1 metric horsepower = 735.6 watts ஆகும்.

### எடுத்துக்காட்டு (Example)

1440 r.p.m. வேகத்தில் சுழலும், ஒரு 5 hp ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரில் உண்டாக்கும் டார்க்கை, நியூட்டன் மீட்டரில் கணக்கீடுக.

கொடுக்கப்பட்டுள்ளது மெட்ரிக் குதிரைத் திறன் என கொள்க

$$\begin{aligned} \text{வெளிவரும் திறன் (வாட்ஸ்)} &= \text{hp} \times 735.5 \\ &= 5 \times 735.5 = 3677.5 \text{ வாட்ஸ்} \end{aligned}$$

$$\text{டார்க் (நியூட்டன் மீட்டர்)} = \frac{(60 \times 3677.5)}{(2 \times 3.14 \times 1440)}$$

$$= 24.4 \text{ நியூட்டன் மீட்டர்கள்}$$

பிரிக்கலாம். ஆழமில்லாத பள்ளங்களை (slot) கொண்ட ஒரு நிலையான ஸ்கூரில் கேஜ் இண்டக்ஷன் மோட்டார் 'A' வகையாகும். இந்த



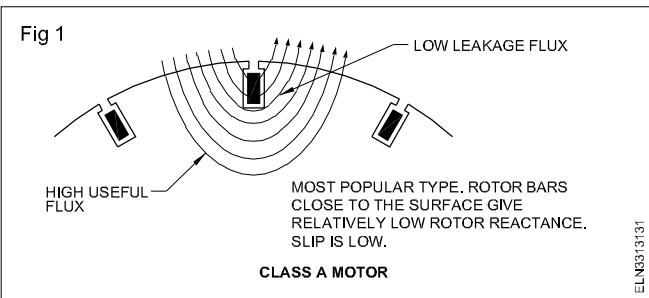
'A' வகை மோட்டார்கள், வழக்கமான துவக்க டார்க், துவக்க மின்னோட்டம் மேலும் ஸ்லிப்பை கொண்டுள்ளதால் அவைகள் பயன்படுகிறது.

ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் பிரிவுகள் (துவக்க குணாதிசயங்களை பொருத்து)

பிரிவு	துவக்க முறுக்கு விசை	துவக்க மின்-னோட்டம்	சறுக்கு
A	Normal	Normal	Normal
B	Normal	Low	Normal
C	High	Low	Normal
D	High	Low	High
E	Low	Normal	Low
F	Low	Low	Normal

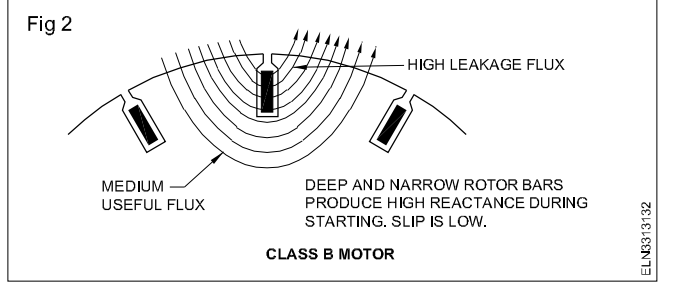
இந்த 6 வகைகளில், A முதல் D வரையிலானவை, பொதுவான ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார்களாகும். இருப்பினும் இந்த 4 வகை மோட்டார்களும், கிட்டத்திட்ட எல்லா இயந்திரங்களில் பயன்படுகிறது.

**'A' வகுப்பு மோட்டார்கள் (Class 'A' motors):** இந்த வகை மோட்டார்கள் குறைந்த ரோட்டார் மின்தடை மற்றும் ரியாக்டன்ஸ் தடையை கொண்டுள்ளது. இது சுழலாத நிலையில் இதன் ரோட்டாரின் துவக்க மின்னோட்டமானது, முழு பளு மின்னோட்டத்தை விட 6 மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். குறைவான மின்தடை இருப்பதால் துவக்க மின்னோட்டம் அதிகமாக இருக்கும். இந்த வகை மோட்டார்களில் ஸ்லிப் குறைவாக ( $s < 0.01$ ) இருக்கும். எங்கெல்லாம் மிக குறைந்த துவக்க டார்க் விசை தேவைப்படுகிறதோ, அங்கே இந்த வகை மோட்டார்கள் பொருத்தமாக இருக்கும். இந்த வகை மோட்டாரின் ரோட்டார் பார் (bar) கட்டமைப்பு படம் 1-ல் காட்டப் பட்டவாறு இருக்கும்.

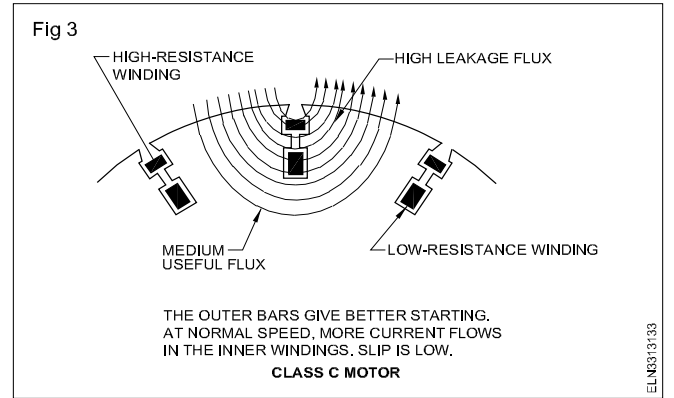


**'B' வகுப்பு மோட்டார்கள் (Class 'B' motors):** இவைகள், வழக்கமான துவக்க டார்க் விசை மற்றும் துவக்க மின்னோட்டம் கொண்டுள்ளது.

முழு பளுவில் speed regulation குறைவு. (5% -க்கும் கீழே) துவக்க டார்க் விசையானது அதன் வரையறுக்கும் வேகத்தில் 15% ஆக இருக்கும். மேலும் குறைந்த வேகத்தில் மற்றும் பெரிய இயந்திரங்களில் இன்னும் குறைவாக இருக்கும். இதன் துவக்க மின்னோட்டம், முழு பளு மதிப்பை விட 600% ஆக இருக்கும். (படம் 2)

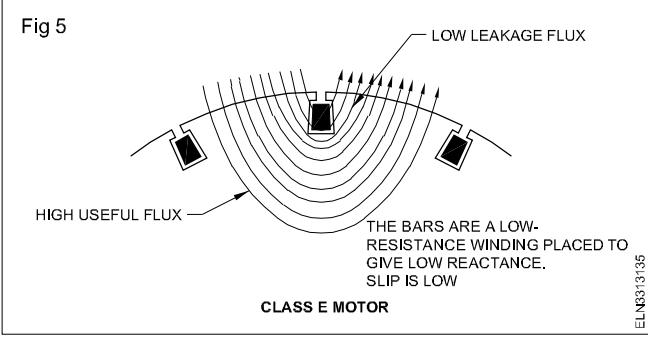
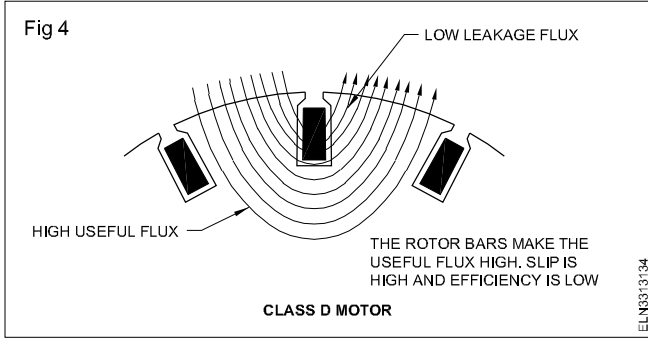


**'C' வகுப்பு மோட்டார்கள் (Class 'C' motors):** B வகுப்பு மோட்டார்களை காட்டிலும் C வகுப்பு மோட்டார்கள் அதிக துவக்க டார்க் விசையும், வழக்கமான துவக்க மின்னோட்டமும் மற்றும் குறைந்த சிலிப்பையும் 0.05க்கு கீழே கொண்டவை. இதன் துவக்க டார்க் விசை, வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தில் 200% ஆக இருக்கும் மேலும் முழு பளுவுடன், துவக்கக் கூடிய திறன் உள்ளது. இவை நகரும் கன்வேயர் (conveyors), ரெசிபுரோகேட்டிங் பம்ப் (reciprocating pumps) மற்றும் கம்பர்சர் (compressors)-களில் பயன்படுகிறது. (படம் 3)



**'D' வகுப்பு மோட்டார்கள் (Class 'D' motors):** இவ்வகை மோட்டார்கள் அதிக சிலிப், அதிக துவக்க டார்க் விசை மற்றும் குறைந்த துவக்க மின்னோட்டம் கொண்டவை. அதிக முழு பளு சிலிப் உள்ளதால் இதன் வினைத் திறன் (efficiency) மற்ற வகுப்பு மோட்டார்களை விட, குறைவாக இருக்கும். இதன் துவக்க டார்க் விசை 300% ஆக இருக்கும். (படம் 4)

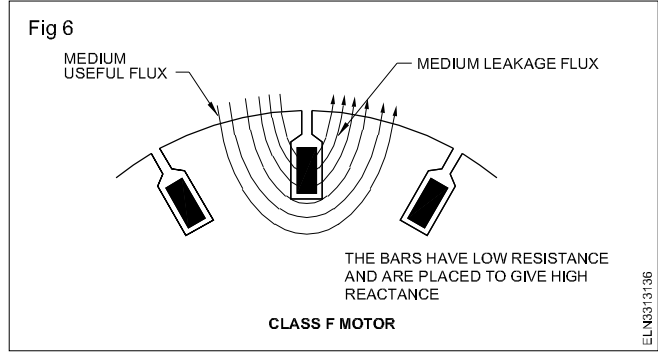
**'E' வகுப்பு மோட்டார்கள் (Class 'E' motors):** படம் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ள வகுப்பு 'E' மோட்டார், குறைந்த துவக்க டார்க் விசை குறைந்த மின்னோட்டம் மற்றும் சிலிப் கொண்டுள்ளது.



**'F' வகுப்பு மோட்டார்கள் (Class 'F' motors):** படம் 6-ல் காட்டப்பட்டுள்ள வகுப்பு 'F' மோட்டார், குறைந்த துவக்க டார்க் விசை வழக்கமான (normal) மின்னோட்டம் மற்றும் சிலிப் கொண்டுள்ளது.

மோட்டார் ஓடாத நிலையில் ரோட்டாரின் ஃப்ரிக்குவன்சியும் சப்ளை ஃப்ரிக்குவன்சியும் சமமாக இருக்கும். ஆனால் ரோட்டார் சுழல

ஆரம்பிக்கும் போது அதன் வேகம் அல்லது சிலிப் வேகம் ஆகியவற்றை பொருத்து ஃப்ரிக்குவன்சி இருக்கும் ஏதாவது ஒரு சிலிப் வேகத்தில் ரோட்டார் மின்னோட்ட ஃப்ரிக்குவன்சி "f" எனக் கொள்க.



$$\text{பிறகு } N_s - N = \frac{120f'}{p}$$

$$\text{மேலும் } N_s = \frac{120f}{p}$$

ஓன்றை மற்றொன்றால் வகுத்தால்

$$\frac{f'}{f} = \frac{N_s - N}{N_s} = s \quad f' = sf$$

### 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டர்களின் இன்சுலேஷன் சோதனை (Insulation test on 3 phase induction motors)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின், தொடர்ச்சி மற்றும் இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதனை செய்யும் முறைகளையும் மற்றும் அவசியத்தையும் விளக்குதல்
- இன்சுலேஷன் சோதனைக்கு முன் தொடர்ச்சி சோதனையின் அவசியத்தை கூறுதல்
- 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் இன்சுலேஷன் சோதனை மற்றும் எர்த்திங் தொடர்பான N.E. மற்றும் B.I.S.-ன் பரிந்துரைகளை கூறுதல்.

மின்சக்தி ஒரு நல்ல வேலையாள் ஆனால் மோசமான எசமான் என்று சொல்லப்படுகிறது. ஏனென்றால் அது மிகவும் பயன் உள்ளதாக இருக்கிறது. ஆனால் சரியாக கையாளவிட்டால் விபத்துகளும் மற்றும் உயிர் இழப்பும் கூட ஏற்பட காரணமாகிறது. ஒரு மோட்டாரில் ஏற்படும் விபத்துகளுக்கு அதிக காரணமாக இருப்பது, அதிலிருந்து கசியும் மின்னோட்டமேயாகும். அதற்கு முக்கிய காரணம் பழுதடைந்த இன்சுலேஷன் பொருள்களில் விளைவாக ஏற்படுகிறது.

வையிண்டிங்களில் அல்லது பள்ளங்களுக்கு மற்றும் வையிண்டிங் கடத்திகளுக்கிடையே

அல்லது கேபிள் (cable) முனைகளில் உள்ள இன்சுலேஷன் பழுதடைவதற்கான காரணங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

- வளி மண்டலத்திலுள்ள ஈரப்பதம் (எ.கா துறைமுகத்தில் உள்ள மின்மோட்டார்கள்)
- சுற்றுப்புறத்திலுள்ள வேதி பொருள் மற்றும் அதன் புகை (எ.கா வேதி தொழிற் சாலையிலுள்ள மின் மோட்டார்கள்)
- சுற்றுப்புறத்திலுள்ள அதிக வெப்பநிலை (எ.கா. எஃகு உருட்டு ஆலையிலுள்ள மின் மோட்டார்கள்)

- மின்மோட்டாரிலிருந்தே வெளியேறும் அதிக வெப்பநிலை (எ.கா. குளிருட்ட தேவையான காற்று இல்லாத மலை உச்சியில் இருக்கும் மின்மோட்டார்கள்)
- வையின்டிங் மற்றும் கேபிள்களில் படியும் தூசி, மாசு மற்றும் எண்ணெய் (சிமெண்ட், எண்ணெய் மற்றும் வேதி தொழிற்சாலைகளிலுள்ள மின் மோட்டார்கள்)
- இயந்திரங்களில் முதுமை

இன்சுலேஷன் பழுதடையும் பொழுது, இன்சுலேஷன் மின்தடை குறைந்து, மின்னோட்டமானது மின் இயந்திரங்களின் சட்டங்களின் வழியாக கசியும். இயந்திரத்தை சரியாக எர்த் செய்யாவிட்டால் அந்த கசியும் மின்னோட்டமானது ஒரு ஆபத்தான மின் அழுத்தத்தை சட்டத்தின் மேல் உண்டாக்கும். அவ்வேளையில் யாராவது சட்டத்தை தொட்டால் உயிரிழப்பை ஏற்படுத்தக் கூடிய அதிர்ச்சியை உண்டாக்கும். இந்த கசியும் மின்னோட்டத்தினால் அளக்கும் சாதனங்கள் தவறாக மதிப்பை காட்ட நேரிடும். மேலும் மற்ற மின் சாதனங்களும் பாதிக்கப்படும். ஆகவே, தேசிய மின் குறியீடு (NEC - National Electrical Code) ஆனது இன்சுலேஷன் மின் தடையின் மதிப்புக்கு சில குறைந்தபட்ச தரத்தை நிர்ணயித்துள்ளது.

**மின் மோட்டாரின் இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதனை செய்யும் முறைகள் மற்றும் அதற்கான தேசிய மின் குறியீட்டின் பரிந்துரைக்கப்பட்ட மதிப்பு (Method of testing insulation resistance of the electrical motor and the recommended value of the resistance as per National Electrical Code):** ஒரு மின் மோட்டாரை இயங்க செய்வதற்கு முன் அதனுடைய இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதனை செய்ய வேண்டும். இதன் மூலம் மோட்டாரின் எந்த ஒரு பகுதியிலும் மின்கசிவு இல்லை என்பதை உறுதி செய்ய முடியும். மோட்டார் செயல்பட்டு கொண்டே இருப்பதால், அதனுடைய இன்சுலேஷன் மின் தடை பழுதாக வாய்ப்புள்ளது. எனவே, இன்சுலேஷன் மின்தடையை மாதந்தோறும் ஒரு முன்னேற்பாடான பராமரிப்பாக சோதனை செய்ய வேண்டும். அதனுடைய மதிப்பை, பராமரிப்பு அட்டையில் பதிவு செய்ய வேண்டும். இன்சுலேஷன் மின்தடையின் மதிப்பு, ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய மதிப்பை விட குறைந்தால், அந்த மோட்டால் வையின்டிங்கை உலர வைத்து, வார்னிஷ் (Varnish) அடிக்க வேண்டும்.

**நிபந்தனைகளும் மற்றும் ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய சோதனை முடிவுகளும் (Condition and acceptable test results):** NE குறியீட்டின்படி, ஒவ்வொரு பேஸ் வையின்டிங் மற்றும் சட்டத்திற்கு இடையேயும், மேலும் ஒவ்வொரு வையின்டிங் இடையேயும் உள்ள இன்சுலேஷன் மின்தடையை அளக்க வேண்டும். 500V அல்லது 1000V மெகா-ஓம்-கருவியை (megohm-meter) பயன்படுத்த வேண்டும். சோதனை செய்யும் பொழுது, ஸ்டார் இணைப்பை பிரித்து விட வேண்டும்.

வலுவற்ற இன்சுலேஷனால் உண்டாகும் விபத்தை தடுக்க முதலில் இயந்திரத்தின் மின் கடத்தும் பகுதிக்கும், சட்டத்திற்குமிடையே உள்ள இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதனை செய்ய வேண்டும். மேலும் அது ஒரு மெகா ஓம்-மை (megohm) விட குறைவாக இருக்க கூடாது. சரியாக சொல்ல வேண்டுமாயின், குறியீடு படி, மோட்டாரின் மின்னழுத்தம் மற்றும் திறன் மதிப்பினை கணக்கில் கொள்ள வேண்டும்.

$$\text{இன்சுலேஷன் மின்தடை } R_1 = \frac{20 \times E}{1000 + 2P}$$

$R_1$  என்பது 25°C-ல் இன்சுலேஷன் மின்தடை - மெகா ஓம்மில்

$E_n$  என்பது இரு பேஸ்களுக்கு இடையேயுள்ள மின்னழுத்தம்

P வரையறுக்க திறன் - KW-ல்

25°C தவிர வேறு வெப்பநிலையில் மின்தடையை அளந்தால், இதை 25°C-க்கு மாற்றி கொள்ள வேண்டும்.

**இன்சுலேஷன் மின்தடையை அளக்க, பொதுவான வழிமுறைகள் (General instruction for the measurement of insulation resistance):** ஒரு மின் மோட்டாரை இன்சுலேஷன் மின்தடை 10 முதல் 100 மெகாஓம் அளவில் இருக்கும். ஆனால் அது மோட்டாரின் வெப்பநிலை மற்றும் ஈரத்தன்மையை பொருத்து மாறும். மோட்டாரின் வெப்ப நிலை உயரும் பொழுது, அதன் இன்சுலேஷன் மின்தடை, ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய மதிப்பை விடவும் குறையும். இதில் சந்தேகம் ஏற்பட்டால் மோட்டார் வையின்டிங்களை உலர வைக்க வேண்டும். மேலே சொல்லப்பட்ட சமன்பாடு நிலையான இன்சுலேஷன் மின் தடையை கணக்கிட உதவுகிறது. ஆனாலும் அது ஒரு மெகா ஓம்மிற்கு குறைவாக இருக்க கூடாது.

எதிர்பாரா விதமாக, கசியும் மின்னோட்டமானது இயந்திரத்தின் உலோக பகுதிக்கு செல்வதை

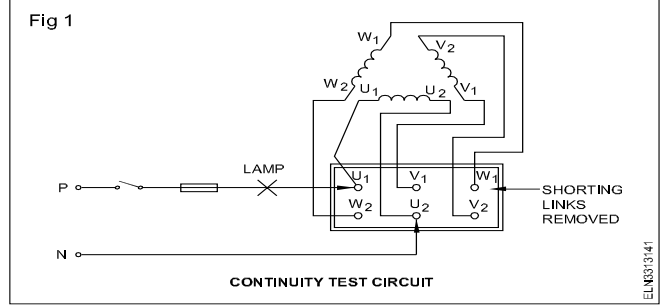
தடுக்க, கசியும் மின்னோட்டம் செல்வதற்கு வசதியாக, குறைந்த இம்பிடன்ஸ் (impedence) கொண்ட எர்த்திங் செய்யப்பட வேண்டும். இதன் மூலம் ஃப்யூஸ் (fuse) அல்லது சர்க்யூட் பிரேக்கர் (circuit-breaker) அல்லது எர்த் லீக்கேஜ் சர்க்யூட் பிரேக்கர் (earth leakage circuit-breaker) அல்லது எர்த் ஃபால்ட் ரீலே (earth fault relays) செயல்பட்டு மின் இணைப்பை துண்டிக்க முடியும்.

எர்த் அமைப்பானது, குறைந்த இம்பிடன்ஸ்-யை கொண்டு இருந்தால் மட்டுமே இது சாத்தியமானது. அதை பெருவதற்கான வழிகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

- மோட்டார் சட்டத்திற்கும் மற்றும் எர்த் முனைக்கும் இடையே, குறைந்த மின்தடையுள்ள எர்த் எலெக்ட்ரோடை பயன்படுத்துதல்.
- துரு பிடிக்காத இணைப்பான்களை (bolts, nuts and lugs) சட்டத்திற்கும் மற்றும் முதன்மை எர்த் முனைக்கும் இடையே உள்ள நில தொடர் கடத்தியில் பயன்படுத்துதல் (துத்தநாக முலாம் செய்யப்பட்ட இணைப்பான்கள் பயன்படுத்தலாம்)
- எர்த் முனையின் மின்தடையை முடிந்தவரை குறைவாக வைத்து கொள்ளுதல். அதன் மூலம் ஏதாவது மின் கசிவு ஏற்பட்டால், ஏதேனும் ஒரு பாதுகாப்பு சாதனம் செயல்பட்டு மோட்டாரை மின் இணைப்பிலிருந்து துண்டித்து விடும்.

**இன்சுலேஷன் சோதனை செய்வதற்கு முன் தொடர்ச்சி சோதனை செய்வதன் அவசியம் (Necessity of continuity test before insulation test):** வையிண்டிங் மற்றும் சட்டத்திற்கு இடையேயான இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதனை செய்யும் பொழுது, மெக்கரின் (megger) ஒரு முனையை (prod) சட்டத்துடனும் மறுமுனையை வையிண்டிங் உடனும் இணைப்பது வழக்கம். அதுபோல வையிண்டிங்- களுக்கு இடையே இன்சுலேஷன் மின்தடையை அளக்கும் போது, மெக்கரின் இரு முனைகளை, இரு வேறு வையிண்டிங்-களில் இணைக்க வேண்டும். அந்த சமயங்களில் வையிண்டிங் தொடர்ச்சி (continuity) இருப்பதாக கருதப்படுகிறது. இருப்பினும் வையிண்டிங் துண்டிக்கப்பட்டு அதன் ஒரு பகுதி அதிக இன்சுலேஷன் மின் தடையையும் மற்றொரு பகுதி எர்த் ஆகி இருக்கலாம். எனவே, காப்பு மின்தடை சோதனை செய்வதற்கு முன் தொடர்ச்சி சோதனை செய்ய வேண்டும். அதன் மூலம் முழு வையிண்டிங்கிற்கான எர்த் இன்சுலேஷன் பெற முடியும்.

**தொடர்ச்சி சோதனை (Continuity test):** படம் 1-ல் காட்டியவாறு சோதனை விளக்கு (test lamp) உதவியுடன் வையிண்டிங்களில் தொடர்ச்சியை கண்டுபிடிக்கலாம். முதலில் முனைகளுக்கு (terminals) இடையேயுள்ள இணைப்பினை (link) எடுத்து விட வேண்டும்.

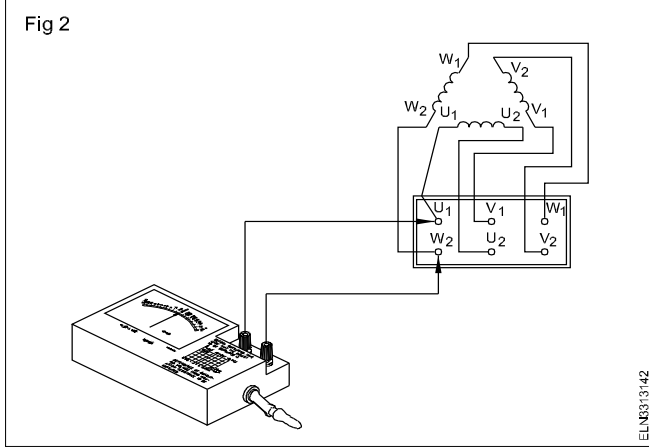


சோதனை விளக்கை, ஒரு சுவிட்ச் மற்றும் ஃப்யூஸ் (fuse) வழியாக இணைக்க வேண்டும். மறு முனையை ஏதாவது ஒரு முனையைத்தில் (படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் U<sub>1</sub>) இணைக்க வேண்டும். மின் சப்ளையின் நியூட்ரலை (neutral) மற்ற முனையங்களில் ஒன்றின் பின் ஒன்றாக தொட வேண்டும். எந்த முனையத்தினை தொடும்பொழுது விளக்கு ஒளிர்கிறதோ அதுதான் வையிண்டிங்கின் மறு முனை ஆகும். (படம் 1-ன் U<sub>2</sub>) மற்ற முனையங்களை இதே முறையில் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. இரு முனையங்களுக்கு இடையே விளக்கு ஒளிர்வது, வையிண்டிங்கின் தொடர்ச்சியை காட்டுகிறது. இரு முனையங்களுக்கும் மேல் விளக்கு ஒளிர்வது, வையிண்டிங்களுக்கு இடையே ஷார்ட் ஆகி இருப்பதை குறிக்கிறது.

**விளக்கு தொடர்ச்சி சோதனையின் வரம்புகள் (Limitations of lamp continuity test):** இந்த சோதனையானது வையிண்டிங்களின் தொடர்ச்சியை மட்டுமே காண்பிக்கிறது. ஆனால் வையிண்டிங் சுற்றுகளுக்கு இடையே ஷார்ட் ஆகியிருந்தால் காட்டுவதில்லை. குறைந்த மின்தடையை சரியாக அளக்க கூடிய ஓம் மீட்டரை பயன்படுத்தி ஒவ்வொரு வையிண்டிங்கின் மின்தடை அளப்பதே சிறந்தது. 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் 3 வையிண்டிங்களிலும் சமமான அல்லது கிட்டத்தட்ட சமமான மின்தடையை கொண்டிருக்க வேண்டும். ஏதாவது ஒரு வையிண்டிங்கில் மின்தடை குறைவாக இருந்தால் அது ஷார்ட் ஆகியுள்ளது என்பதை காட்டுகிறது.

**வையிண்டிங்களுக்கு இடையேயுள்ள இன்சுலேஷன் சோதனை (Insulation test between windings):** மெக்கரின் ஒரு முனையைத்தை ஏதாவது ஒரு வையிண்டிங்கின் ஒரு முனையை (படம் 2-ல் காட்டியுள்ளது போல் U<sub>1</sub>)

இணைக்கப்படுகிறது. அது போல் மெக்கரின் மறுமுனையை வேறு வையிண்டிங்கின் ஒரு முனையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. (படம் 2-ல் காட்டியுள்ளது போல்  $W_2$ )



மெக்கரை சரியான வேகத்தில் சுழற்றும் பொழுது, அது ஒரு மெகா ஓம்-யை விட அதிக மதிப்பை காட்ட வேண்டும். ஒரு மெகாஓம்-யை விட குறைந்த மதிப்பை காட்டினால், வையிண்டிங்களுக்கு இடையே உள்ள இன்சுலேஷன் பழுதடைந்துள்ளது. எனவே அது சரி செய்யப்பட வேண்டும். இதேபோல் மற்ற வையிண்டிங்களுக்கும் இடையேயுள்ள இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதனை செய்ய வேண்டும்.

வையிண்டிங்கள் மற்றும் சட்டத்திற்கு இடையே உள்ள இன்சுலேஷன் மின்தடை (Insulation resistance between windings and frame:) படம் 3-ல் காண்பித்துள்ளபடி மெக்கரின் ஒரு முனையை பேஸ் வையிண்டிங்களின் ஒரு முனையுடன் அடுத்த முனையத்தை மோட்டார் சட்டத்தின் எர்த் முனையுடனும், இணைக்க வேண்டும். மெக்கரை சரியான வேகத்தில் சுழற்றும் பொழுது, ஒரு மெகா ஓம்மை விட அதிக மதிப்பு காட்ட வேண்டும். ஒரு மெகா ஓம்மை விட குறைந்த மதிப்பு வந்தால், வையிண்டிங் மற்றும் சட்டத்திற்கு இடையேயுள்ள இன்சுலேஷன்

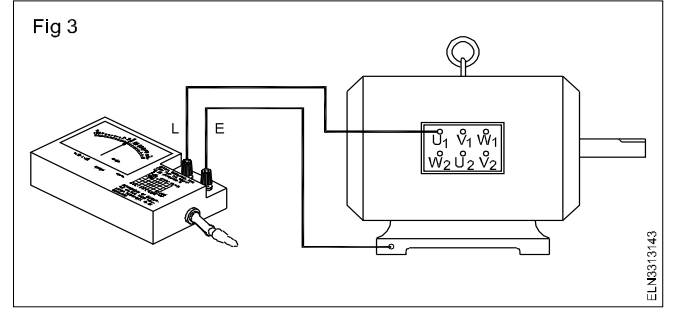
### 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் ஸ்டார்டர் - திறன் கட்டுப்படுத்தும் மின்கற்று - D.O.L ஸ்டார்டர் (Starter for 3-phase induction motor - power control circuits - D.O.L starter)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் ஸ்டார்டரின் அவசியம் மற்றும் அதன் வகைகளை கூறுதல்
- அடிப்படை கான்டக்டர் மின்கற்றிணைப்பைப் பற்றி விளக்குதல்
- ஓவர் லோடு ரிலே-வின் செயற்பாடு மற்றும் வகைகளை கூறுதல்
- நோ-வோல்ட்-காயிலின் செயற்பாடு மற்றும் அதன் மின்னழுத்தம், நிலை, பொதுவான குறைப்பாடு மற்றும் அதை சரி செய்தல் பற்றி கூறுதல்.

ஸ்டார்டரின் அவசியம் (Necessity of starter): ஒரு ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார்

பழுதடைந்துள்ளது என கருதப்படுகிறது. எனவே அதை உலர வைத்து மற்றும் வார்னிஷ் செய்து சரி செய்யப்பட வேண்டும். இதே போல் மற்ற வையிண்டிங்களும் சோதனை செய்யப்பட வேண்டும்.



சட்டத்தை எர்த் செய்யப்பட வேண்டியதன் அவசியம் (Necessity of frame earthing): மின் சாதனங்கள்/இயந்திரங்களின் சட்டத்தை எர்த் செய்வது அவசியமாகிறது, ஏனென்றால்

- எர்த் அமைப்பானது மனிதர்களை மற்றும் உபகரணங்களை எர்த் ஓபால்ட்-ல் (earth fault) இருந்து பாதுகாக்கிறது.
- மோட்டாரின் சட்டத்தை கூடுமானவரை அதற்கு கீழேயுள்ள பரப்பிலோ அல்லது அருகிலோ, பூஜ்ஜியம் மின்னழுத்தமுள்ள இடத்தில் எர்த் செய்யப்பட வேண்டும்.

I.E விதிப்படி, மோட்டாரின் சட்டத்தை பாதுகாப்பு கருதி, இரு வெவ்வேறு எர்த்களுடன் இணைக்கப்பட வேண்டும். மேலும் எர்த்திங் (earthing) அமைப்பின் மின்தடையானது குறைவாக இருக்க வேண்டும். பரிந்துரைக்கப்பட்ட அளவில் (பரிந்துரைக்கப்படவில்லையெனில், எர்த் எலெக்ட்ராடு 5 ஓம் மற்றும் earth continuity conductor ஒரு ஓம்மாக இருக்க வேண்டும்.) அப்பொழுதுதான், எர்த் ஓபால்ட் சமயங்களில் பாதுகாப்பு சாதனங்கள் செயல்பட்டு, மோட்டாரை மின் இணைப்பிலிருந்து துண்டிக்கும்.

ஆனது, ஓட துவங்குவதற்கு சற்று முன் வரை, ஷார்ட் சர்க்யூட் செய்யப்பட்ட செகண்டரியை

கொண்ட ஒரு 3 பேஸ் டிரான்ஸ்பார்மரை போன்றே இருக்கும். ஒரு நிலையான மோட்டாருக்கு, வழக்கமான மின்னழுத்தத்தை வழங்கும் பொழுது ஆரம்பத்தில், வழக்கமான மின்னோட்டத்தை விட 5 முதல் 6 மடங்கு அதிகமாக மின்னோட்டத்தை, மின் இணைப்பில் இருந்து, எடுத்துக் கொள்ளும் இந்த ஆரம்ப அதிக மின்னோட்டம் ஏற்படையதல்ல, ஏனென்றால் அது அதிக மின்னழுத்த வீழ்ச்சியை (voltage drop) ஏற்படுத்துவதன் மூலம், (அதே லைனில் இணைக்கப்பட்டுள்ள) மற்ற மின் சாதனங்கள் மற்றும் விளக்குகளின் செயற்பாட்டை பாதிக்கிறது.

இந்த ஆரம்ப அதிக மின்னோட்டத்தை கட்டுப்படுத்த, மோட்டார் ஓட துவங்கும் நேரத்தில் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்-க்கு குறைக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம், மோட்டார் முழுமையான வேகத்தை அடைந்தவுடன் வழக்கமான மின்னழுத்தம் வழங்கப்படுகிறது. சிறிய வகை மோட்டார்களுக்கு (3 Hp வரை) வழக்கமான முழு மின்னழுத்தத்தை வழங்கலாம். இருப்பினும் மோட்டாரை துவக்க மற்றும் நிறுத்த, மோட்டாரை அதிக பளுவினால் உண்டாக கூடிய மின்னோட்டம் மேலும் குறைந்த மின்னழுத்தத்திலிருந்து பாதுகாக்க ஒரு ஸ்டார்ட்டர் தேவைப்படுகிறது. இது, மோட்டாரை ஓட துவங்குவதற்கு முன் வழங்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை குறைக்கிறது.

**ஸ்டார்ட்டரின் வகைகள் (Types of starters):** ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை துவங்க, கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள, ஸ்டார்ட்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

டைரக்ட் ஆன்-லைன் ஸ்டார்ட்டர் (Direct on-line starter)

ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் (Star-delta starter)

ஸ்டெப்-டவுன் டிரான்ஸ்பார்மர் ஸ்டார்ட்டர் (Step-down transformer starter)

ஆட்டடோ-டிரான்ஸ்பார்மர் ஸ்டார்ட்டர் (Auto-transformer starter)

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள ஸ்டார்ட்டர்களில் டைரக்ட்-ஆன் லைன் ஸ்டார்ட்டரை தவிர, ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டாருக்கு வழங்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை மோட்டார் ஓட துவங்கும் பொழுது குறைந்தும், மோட்டார் முழு வேகத்தை அடைந்தவுடன் வழக்கமான மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது.

**ஸ்டார்ட்டர் தேர்ந்தெடுத்தல் (Selection of starter):** ஸ்டார்ட்டரை தேர்ந்தெடுக்க, பல காரணிகளை கவனத்தில் எடுத்து கொள்ள

வேண்டும். துவக்க மின்னோட்டம், முழு பளு மின்னோட்டம், மோட்டாரின் மின்னழுத்தம், மின்னழுத்த வீழ்ச்சி, பளுவின் வகை, மோட்டார் மற்றும் இயக்குபவர் பாதுகாப்பு போன்றவையே காரணிகளாகும்.

**காண்டேக்டர்ஸ் (Contactors):** எல்லா ஸ்டார்ட்டர்களிலும் காண்டேக்டர் ஒரு முக்கிய பாகமாகும். காண்டேக்டர் என்பது மோட்டாரை மின் இணைப்புடன் இணைக்கவும், தூண்டிக்கவும் உதவும் ஒரு சுவிட்ச் ஆகும். இது ஒரு மணி நேரத்தில் 60 முறை அல்லது அதற்கு மேலும் செயல்பட கூடிய வலிமை பெற்றது. இதனை கைகளாலோ, மின் காந்தத்திலோ, வாயு அழுத்தத்தாலோ அல்லது மின்-வாயு அழுத்தத்தாலோ இயக்க முடியும்.

படம் 1-ல் காட்டியவாறு இதில் மெயின் காண்டேக்ட் (main contact), துணை காண்டேக்ட் (auxiliary contact) மற்றும் நோ-வோல்ட் காயில் (no-volt coil) ஆகியவை உள்ளன. இதில் 3 ஜோடிகள் இயல்பாக திறந்த (normally open) மெயின் காண்டேக்ட்ஸ் டெர்மினல்கள் 1 & 2 மற்றும் 3 & 4 மற்றும் 5 & 6 இடையேயும் இரு ஜோடி normally open காண்டேக்டுகள் டெர்மினல்கள் 13 & 14 மற்றும் 23 & 24 இடையேயும் மற்றும் ஒரு ஜோடி இயல்பாக மூடிய (NC-Normally closed) காண்டேக்ட்ஸ் டெர்மினல்கள் 21 & 22 இடையேயும் உள்ளன. துணை காண்டேக்ட்ஸ் குறைந்த மின்னோட்டத்தை கொண்டு செல்ல தக்கவை. ஸ்டார்ட்டர்களில் காண்டேக்டர், அழுத்து பொத்தான் (push-button station) நிலையம் மற்றும் அதிக பளு ரிலே (over load relay) ஆகிய தனித்தனி உபகரணங்கள் எல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து, ஸ்டார்ட்டராக செயல்படுகிறது, ஒரு காந்த காண்டேக்டரின் (Magnetic contactor) முக்கிய பாகங்கள் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 2-ல், காண்டேக்டர், ICTP சுவிட்ச், அழுத்த பொத்தான் நிலையம், OL ரிலே ஆகியவைகளை கொண்டு, ஒரு ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரை நேரடியாக மின் இணைப்புடன் துவக்குவதற்கான திட்டமைப்பு வரைப்படம் (schematic diagram) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. DOL ஸ்டார்ட்டரும் இது போன்றே ஒரு கவசத்துடன் அமைந்து இருக்கும்.

**செயல்படும் விவரம் (Functional description)**

**திறன் மின்சுற்று (Power circuit):** படம் 2-ல் காட்டியவாறு, மெயின் ICTP சுவிட்ச் மூடப்பட்டு காண்டேக்டர் ( $K_1$ ) இயக்கப்படும்பொழுது, மோட்டாரின் U V & W ஆகிய மூன்று வையிண்டிங்களும் மின் இணைப்பு முனைகள் L1, L2, L3-வுடன் OL ரிலே வழியாக இணைக்கப்படுகிறது.

Fig 1

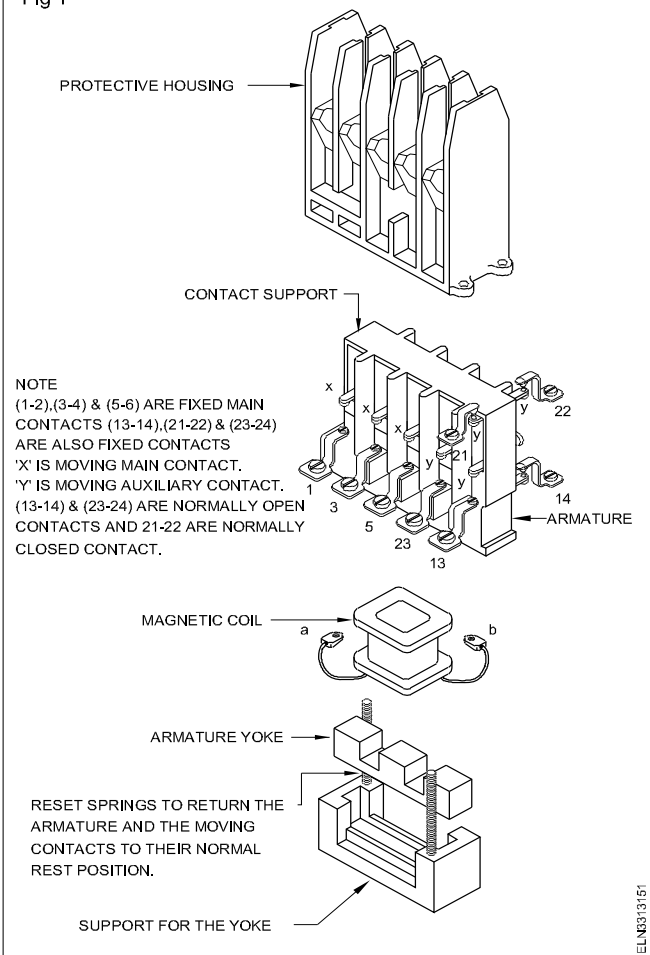
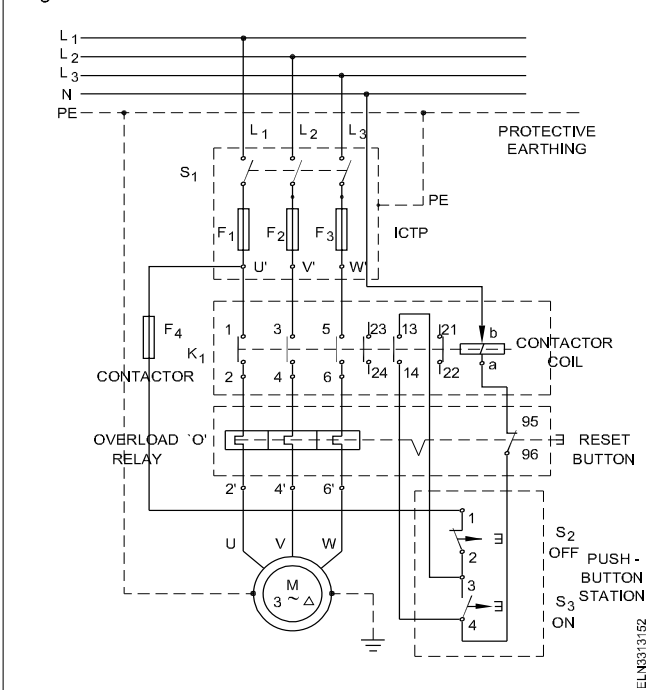


Fig 2

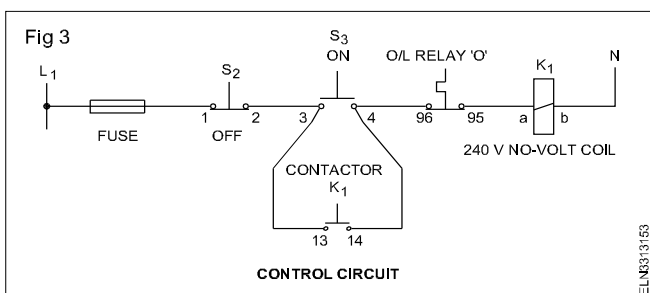


OL ரிலே (இரு உலோக ரிலே) மோட்டாரை அதிக பளுவில் இருந்து பாதுகாக்கிறது. (மோட்டார் பாதுகாப்பு). ஃப்யூஸ் F1/F2/F3 மோட்டார் மின்சுற்றை இரு பேஸ் இடையே அல்லது பேஸ் மாறும் சட்டத்துடன் ஏற்படக்

கூடியது ஷார்ட் சர்க்யூட்-ல் (short circuit) இருந்து பாதுகாக்கிறது.

### கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்று (Control circuits)

ஒரு இயக்கும் இடத்திலிருந்து அழுத்த பொத்தானின் மூலம் இயக்குதல் (Push-button actuation from one operating location): படம் 1 மற்றும் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு, 'ON' அழுத்த பொத்தான் (S<sub>3</sub>) அழுத்தப்படும் பொழுது கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்று பூர்த்தியடைந்து, காயில் மின்சக்தி பெற்று கான்டேக்டர் (K<sub>1</sub>) மூடுகிறது. இயல்பாக திறந்துள்ள கான்டேக்டர் 13&14 இயங்குகிறது. S<sub>3</sub>-க்கு பக்க இணைப்பில் உள்ள NO துணை கான்டேக்டருக்கு, தானாக தாங்கிப் பிடிக்கும். துணை கான்டேக்டர் (self-holding auxiliary contact) என்று பெயர்.



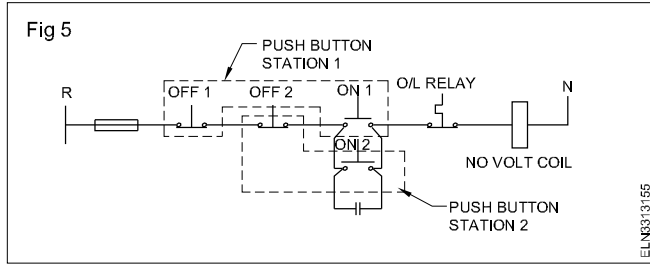
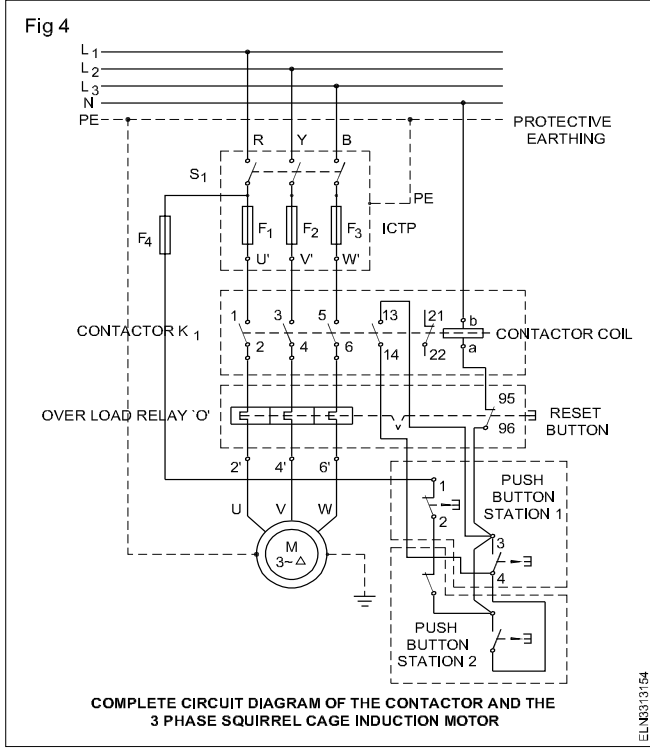
S<sub>3</sub>-யை அழுத்துவதை நிறுத்திய பிறகும், தானாக தாங்கிப் பிடிக்கும் கான்டேக்டர் 13,14 வழியாக மின்னோட்டம் பாய்ந்து, கான்டேக்டர் (K<sub>1</sub>) மூட செய்கிறது. கான்டேக்டரை திறக்க S<sub>2</sub>-யை இயக்க வேண்டும். S2 மற்றும் S3 இரண்டையும் ஒரே நேரத்தில் இயக்கினால் கான்டேக்டரில் எந்தவித பாதிப்பும்மாற்றமும் நிகழாது.

திறன் மின்சுற்றின் அதிக பளு ஏற்படும் பொழுது OL ரிலே ('O')-ல் உள்ள, இயல்பாக மூடிய (NC) கான்டேக்டர் திறந்து கட்டுப்படுத்தும் மின் சுற்றை துண்டிக்கிறது. இதனால் K<sub>1</sub> மோட்டார் மின்சுற்றை துண்டிக்கிறது. (படம் 3)

95 & 96 இடையேயுள்ள கான்டேக்டர், OL ரிலே ('O')-ன் இயக்கத்தால் ஒரு முறை திறக்கப்பட்டால், 'ON' பொத்தானின் அழுத்தத்தினாலும் மோட்டார் இயங்காது. அதை இயல்பாக மூடிய நிலைக்கு மறுபடியும் கொண்டு வர reset பொத்தானை அழுத்த வேண்டும். ஒரு சில வகை ஸ்டார்ட்டர்கள் களில், OL ரிலேயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள 'OFF' பொத்தானை அழுத்துவதன் மூலம் ரீசெட் செய்யப்படுகிறது.

இரண்டு இயக்கும் இடங்களிலிருந்து அழுத்து பொத்தானை இயக்குதல் (Push-button actuation from two operating locations): இரு வேறு இடங்களிலிருந்து, கான்டேக்டரை இயக்க விரும்பினால், அந்த இரு

'OFF' பொத்தான்களை தொடர் இணைப்பிலும் 'ON' பொத்தான்களை பக்க இணைப்பிலும் படம் 4 மற்றும் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இணைக்கப்பட வேண்டும்.



இரு 'ON' பொத்தான்களில் ஏதாவது ஒன்றை அழுத்தினால்  $K_1$  சக்தி பெற்று, தானாக தாங்கி பிடிக்கும் காண்டேக்டர்கள் 13 & 14 வழியாக முழுமை பெறுகிறது. இரு 'OFF' பொத்தான்களில் ஏதாவது ஒன்றை அழுத்தினால் காண்டேக்டர் திறந்துவிடுகிறது.

**அதிக பளு ரிலேவின் நோக்கம் (Purpose of overload relays):** அதிக பளு ரிலே (overload OL), மோட்டாரை அடிக்கடி ஏற்படக்கூடிய கன நேர எழுச்சி (surge), நீண்ட நேரம் நீடிக்க கூடிய அதிக பளு மற்றும் சிங்கிள் பேஸ்சிங் (single-phasing) விளைவால் ஏற்படக்கூடிய அதிக மின்னோட்டத்திலிருந்து காக்கிறது. இந்த ரிலே-கள் மோட்டாரின் மின்னோட்டமானது அதன் முழு பளு மின்னோட்டத்தை போல 500 சதவிகிதம் இருக்கும் பொழுது 10 வினாடிகளிலும், காண்டேக்டரை திறக்க செய்யும் குணாதிசயத்தை கொண்டுள்ளது.

**ஓவர் லோடு ரிலேயின் வகைகள் (Types of overload relay)**

ஓவர் லோடு ரிலேக்கள் இரு வகைப்படும். அவைகள்

- காந்த ஓவர்லோடு ரிலே
- வெப்ப (இரு உலோக) ஓவர்லோடு ரிலே

இந்த ரிலே-வின் 3 காயில்களும், இரு உலோக ரிலே-வின் 3 ஜோடி வெப்ப காயில்களும் இருக்கும். சிங்கிள் பேஸ்சிங் ஏற்படும் போது, மற்ற இரு காயில்கள் இயங்கி மோட்டார் எரிந்து போவதில் இருந்து தடுக்கிறது.

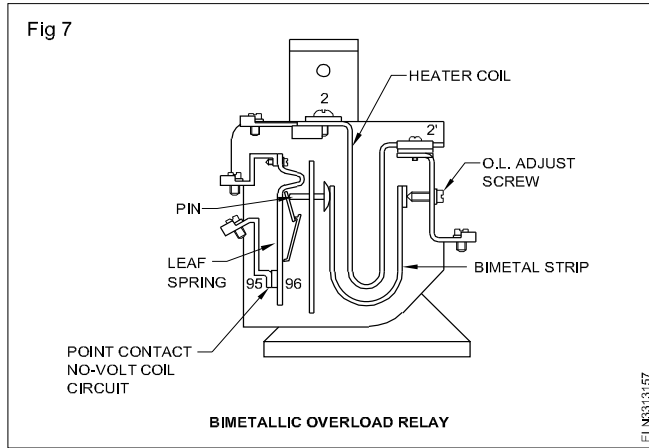
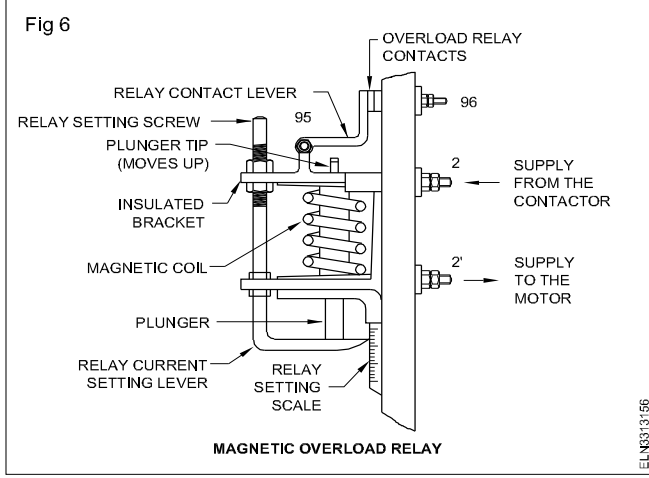
**காந்த ஓவர்லோடு ரிலே (Magnetic overload relay):** படம் 2-ல் காட்டியவாறு, காந்த ஓவர்லோடு ரிலே-யின் காயில், மோட்டார் மின்சுற்றில் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது. அந்த காயில்கள் மோட்டாரின் மின்னோட்டத்தை தாங்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். இவைகள் மின்னோட்டத்தின் தீவிரத்தை பொருத்து செயல்படுவதால், வெப்ப இரு உலோக ரிலேவை விட வேகமாக செயல்படும்.

படம் 6-ல் காந்த காயில் முனை 2 & 2' திறன் மின்சுற்றுக்கு தொடர் இணைப்பில் உள்ளதால், மோட்டார் மின்னோட்டத்தை தாங்கி செல்கிறது. ரிலே காண்டேக்ட் 95 & 96, கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றுக்கு தொடர் இணைப்பில் உள்ளது. அனுமதிக்கப்பட்ட அளவை விட அதிகமான மின்னோட்டம் செல்லும் பொழுது, ரிலே காயிலில் உண்டாக கூடிய அதிகப்படியான காந்த விசை நகரும் உருளை (பிளாஞ்சர்-plunger) யை மேலே தள்ளுகிறது. இதனால் ரிலே காண்டேக்ட் லீவர் (relay contact lever) தள்ளப்பட்டு, முனை 95 & 96 இடையேயுள்ள காண்டேக்ட் திறக்கப்படுகிறது. இது நோ-வோல்ட் காயில் மின்சுற்றை துண்டிப்பதால், மோட்டார் திறன் மின்சுற்றை திறக்கிறது. முனைகள் 95 & 96 இடையேயுள்ள ரிலே காண்டேக்ட் ரீசெட் செய்யப்படும் வரை திறந்த நிலையில் இருக்கும்.

**இரு உலோக ஓவர்லோடு ரிலே (Bimetallic overload relays)** பெரும்பாலான இரு உலோக ரிலே-கள் வெப்பமூட்டும் அமைப்பின் வரம்பில் 85 முதல் 115 சதவிகிதத்தில் இயக்கத்தக்காக இருக்கிறது. இதன் மூலம் தேவையில்லாமல் ஏற்படக் கூடிய தடங்கலை (tripping) தவிர்க்கப்படுகிறது. வெப்பத்தால் இயங்கக்கூடிய ரிலேகள், சுற்றுப்புற வெப்ப நிலையில் பாதிக்கப்படக்கூடியவையாகும். ஒன்றாக இணைக்கப்பட்ட இரு வேறு உலோகங்கள், வெப்பத்தினால் விரிவடையும் பொழுது ஏற்படக் கூடிய விளைவின் அடிப்படையில் இந்த ரிலே



செயல்படுகிறது. ஒரு உலோகத்தை விட மற்றொன்று வெப்பத்தால் அதிகமாக விரிவடைவதால் ஒரு நகர்வு/ சாய்தல் உண்டாகுகிறது. ரிலேவில் பயன்படுத்தப்படும் 'U' வடிவ இரு உலோகப்பட்டை படம் 7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



அமைப்பு ரீதியாக ஏற்படக்கூடிய சீரற்ற வெப்ப நிலையை, தடுப்பதற்காக 'U' வடிவ பட்டைகள் மற்றும் வெப்ப முட்டிகள் (heater) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

படம் 7-ல் காட்டியவாறு, இயல்பான நிலையில், இரு உலோகப்பட்டை, முனைகள் 95 & 96 இடையேயுள்ள கான்டேக்ட் தள்ளி கொண்டு இருப்பதால், மின்சுற்று முழுமை அடைந்து இருக்கும். முனைகள் 2 & 2' இடையேயுள்ள வெப்ப மூடி வழியாக அதிக மின்னோட்டம் செல்லும் பொழுது இரு உலோகப்பட்டை வெப்பமடைந்து உள்புறமாக வளைகிறது. இதனால் முனைகள் 95 & 96 இடையே உள்ள கான்டேக்டர்கள் திறந்து, கான்டேக்டருக்கு செல்லும் மின்னோட்டமும் துண்டிக்கப்படுகிறது. இந்த ரிலேவின் வெப்பநிலை குறையும் வரை, இதனை உடனடியாக ரீசெட் (reset) செய்ய முடியாது.

ரிலேயை செட்டிங் செய்தல் (Relay setting): மோட்டார் ஸ்டார்ட்டரில் ஓவர்லோடு ரிலே

என்பது ஒரு பாதுகாப்பு மையம் ஆகும். ரிலேகள் பல்வேறு வகைகளில் உள்ளன. ஒரு பொருத்தமான ரிலே-வை தேர்வு செய்ய மோட்டாரின் வகை, வரம்பு மற்றும் அதன் வேலை ஆகியவையை கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

DOL ஸ்டார்ட்டருக்கான ரிலே-வின் மின்-னோட்டமானது, மோட்டாரின் பெயர் பலகையில் (name-plate) காட்டப்பட்டுள்ள முழு பளு மின்னோட்டத்திற்கு சமமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ அமைக்க set செய்யப்பட்டு இருக்க வேண்டும். ரிலே-வை செட் செய்யும் வழிமுறையை பார்ப்போம்.

முதலில் முழு பளு மின்னோட்டத்தின் 80%-ல் ரிலேவை செட் செய்யவும். அது ட்ரிப் (trip) ஆனால், 85% அல்லது அதற்கு மேல் செட் செய்யவும். ஆனால் ஒரு போதும் மின் மோட்டாரின் முழு பளு மின்னோட்டத்தை விட அதிகமாக செட் செய்ய கூடாது. பெரும்பாலும் மோட்டார் மின்னோட்டமானது முழு பளு மின்னோட்டத்தை விட குறைவாக இருக்கும்.

ஸ்டார்ட்டர் நழுவுதல் (Tripping of starters): கீழே குறிப்பிட்டுள்ள காரணங்களால் ஸ்டார்ட்டர் ட்ரிப் ஆகலாம்.

- குறைந்த மின்னழுத்தம் அல்லது மின்தடை
- மோட்டாரில் ஓவர்லோடு தொடர்வதால்

மின்னழுத்தம் குறியிட்ட மதிப்பை விட குறையும் பொழுது காயிலானது கான்டேக்டரை திறக்க செய்கிறது. மின்னழுத்தம் சரியான மதிப்பை எட்டியவுடன், ஸ்டார்ட்டரை மறுபடியும் துவக்கலாம்.

ஓவர் லோடு ஏற்படும் போது ரிலே ட்ரிப் ஆகும், ரிலே ரிசெட் (reset) ஆனவுடன் மற்றும் லோடு சரியானவுடன் மறுபடியும் துவக்கலாம்.

நோ-வோல்ட் காயில் (No-volt coil): நோ-வோல்ட் காயிலானது, மெல்லிய கடத்திகளால் அதிக சுற்றுகள் கொண்டு இருக்கும்.

காயிலின் மின்னழுத்தம் (Coil voltages:) மின் வழங்கலின் மின்னழுத்தத்தை பொருத்து காயில் தேர்ந்து எடுக்கப்படுகிறது. காயில் பல்வேறு வகையான மின்னழுத்தத்தில் கிடைக்கிறது. எ.கா 24V, 40V, 110V, 220 V (or) 230/250 V, 380V (or) 400/440V AC மற்றும் DC.

அட்டவணை 1-ல் பொதுவான அறிகுறிகள், அதன் காரணங்கள் மற்றும் தீர்வுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1

அறிகுறிகள்	காரணங்கள்	தீர்வுகள்
ஸ்டார்ட் (start) பொத்தானை அழுத்தத்தினால் மோட்டார் ஓட வில்லை. ஆனால் கான்டேக்டரின் ஆர்மெச்சூரை கைகளால் அழுத்தினால் மோட்டார் ஓடுகிறது	நோ-வோல்ட் காயில் மின்சுற்று திறந்திருக்கலாம்	மின் இணைப்பின் மின் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கலாம். அதை சரி செய்யவும். சுட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றின் கம்பியமைப்பை சோதிக்கவும். நோ-வோல்ட் காயிலின் மின்தடையை சோதிக்கவும். தேவைப்பட்டால் காயிலை மாற்றவும்.
'ON' பொத்தானை அழுத்தும் பொழுது மோட்டார் ஓடுகிறது. ஆனால் அதை release செய்தவுடன் மோட்டார் நின்றுவிடுகிறது.	'ON' பொத்தானுக்கு பக்க இணைப்பிலுள்ள துணை கான்டேக்ட் சரியாக மூடவில்லை.	பக்க இணைப்பிலுள்ள துணை கான்டேக்டை சோதிக்கவும். பழுது எனில் சரி செய்யவும். துணை கான்டேக்டின் முனைகள் கரைந்துள்ளதா அல்லது புள்ளிகள் உள்ளதா என சோதிக்கவும். தேவைப்பட்டால் அதை மாற்றவும்.
'ON' பொத்தானை அழுத்தும் பொழுது மோட்டார் ஓடுகிறது. ஆனால் ஸ்டார்டரில் இருந்து ரீங்காரம் மற்றும் இரைச்சல் வருகிறது.	மின்காந்தத்தில் நகரும் ஆர்மெச்சூர் மற்றும் நிலையான பகுதி சரியாக ஈர்க்கப்படவில்லை.	மின் காந்தத்தின் இணையும் பகுதியில் தூசி, அழுக்கு அல்லது மணல் போன்றவை இருக்கலாம். அதை சுத்தம் செய்யவும் குறைந்த மின்னழுத்தம் இருந்தால் சரி செய்யவும். AC மின்காந்தத்தில் ஷேடிங் (shading) வளையம் துண்டாகி இருக்கலாம்.
நோ-வோல்ட் காயில் அதிக வெப்பமடைவதால் கான்டேக்டர் பழுதடைதல்	மின் இணைப்பு வரம்பு அதிகமாக இருக்கிறது. நோ-வோல்ட் காயில் வரம்பு அதிகமாக இல்லை.	சப்ளை மின்னழுத்தம் வரம்பை விட அதிகமாக இருந்தால், அதை குறைக்கவும். நோ-வோல்ட் காயில் மின்னழுத்த வரம்பு குறைவாக இருந்தால் அதை மெயின் சப்ளைக்கு தக்கவாறு மாற்றவும்.
ஓவர்லோடு ரிலே வாயிலாக மோட்டார் ட்ரிப் ஆகி, அதன் ரீசெட்-டை அழுத்திய பிறகும் மோட்டார் ஓடவில்லை. நோ-வோல்ட் காயில் முனையங்களுக்கு இடையே மின் அழுத்தம் இருந்தும் காயிலுக்கு சப்ளை செய்யவில்லை.	வெப்ப இரு உலோகம் குளிர்வடைந்து, ரீசெட் ஆக சிறிது நேரமாகும். NVC திறந்த சுற்று ஆகி இருக்கலாம் அல்லது எரிந்து போயிருக்கலாம்.	2 முதல் 4 நிமிடம் காத்திருக்கவும். ரிலே மற்றும் 'ON' பொத்தானில் உள்ள நைலான் பட்டையை சோதிக்கவும். தேவையெனில் மாற்றவும். NVC-யை சோதித்து தேவையெனில் மாற்றவும்.
ரிலே காயில் மாற்றப்பட்ட பிறகும், மோட்டார் ஓட வில்லை	சுட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றில் திறப்பு ஏற்பட்டிருக்கலாம்.	சுட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றை சோதிக்கவும். பொத்தான் கான்டேக்ட்களை சுத்தம் செய்யவும். ஓவர் லோடு ரிலேவை ரீசெட் செய்யவும்.
ரீங்காரம் மற்றும் அலம்பும் இரைச்சல்.	குறைந்த மின்னழுத்தம், யோக் மற்றும் ஆர்மெச்சூருக்கு இடையே சுத்தம் இல்லை. ஷேடிங் ரிங் காணவில்லை.	சரியான மின்னழுத்தத்தை கொடுக்கவும். காந்த இணையும் பாகங்களை சுத்தம் செய்யவும். ஷேடிங் வளையத்தை பொருத்தவும்.

**காண்டேக்டர் மற்றும் இயந்திரங்கள் சம்மந்தப்பட்ட B.I.S. குறியீடு (B.I.S. symbols pertaining to contactor and machines)**


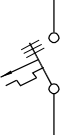
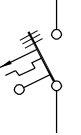
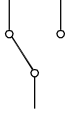





நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சுழலும் இயந்திரங்கள் மற்றும் டிரான்ஸ்பார்மர் (BIS 2032 பகுதி IV), காண்டேக்டர்கள், சுவிட்ச் சியர் மற்றும் இயந்திர கட்டுப்பாடு (BIS 2032 பகுதி VII, 2032 பகுதி XXV மற்றும் XXVII) சம்மந்தப்பட்ட B.I.S. குறியீடுகளை கண்டறிதல்.


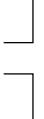




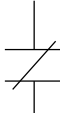

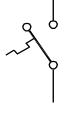



கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை, மின்பணியாளர் பயன்படுத்தும் மிக முக்கியமான குறியீடுகளை கொண்டுள்ளது. இருந்த போதிலும் மேலும் விபரங்களுக்கு மேற்கோள் காட்டப்பட்டுள்ள B.I.S. தரக்குறியீட்டை ஆராய்ந்து பார்த்து கொள்ள வேண்டும்.






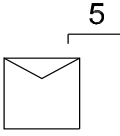






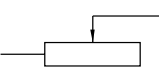
**அட்டவணை**











வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
1	BIS 2032 (பகுதி XXV)- 1980 9 9.1	சுவிட்ச் சியர், உபகரணங்கள் சுவிட்ச் பொது குறியீடு		
2	9.1.1	சுவிட்ச் மாற்று குறியீடு		
3	9.2	மூன்று துருவ சுவிட்ச் ஒரே வரியில் விவரித்தல்		
4	9.2.1	மூன்று துருவ சுவிட்ச் ஒரே வரியில் விவரித்தல் - மாற்று குறியீடு		
5	9.3	பிரஷர் சுவிட்ச்		
6	9.4	தெர்மோஸ்டாட்		
7	9.5	சர்க்யூட்-பிரேக்கர்		
8	9.5.1	சர்க்யூட்-பிரேக்கர் மாற்று குறியீடு குறிப்பு: குறியீடு 9.5 -ல், சர்க்யூட் பிரேக்கரை பொருத்தவரை செவ்வகத்தில் சில குறிப்புகள் கொண்டு இருக்கும்		

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
9	9.5.2	சர்க்யூட்-பிரேக்கர் மாற்று குறியீடு		
10	9.5.3	சர்க்யூட்-பிரேக்கர் - குறுக்கு சுற்றுடன் குறைந்த மின்னழுத்தம் மற்றும் வெப்ப அதிக பளு ரிலீஸ்		
11	9.5.4	கையால் இயக்கும் சர்க்யூட் பிரேக்கர் - குறுக்கு சுற்று, வெப்ப ஓவர்லோடு பாதுகாப்பு மற்றும் நோ-வோல்ட் டிரிப்பிங்		
12	9.5.5	மோட்டார் - சோலினாய்டில் (solenoid) இயக்கப்படும் காற்று சர்க்யூட் பிரேக்கர் - குறுக்கு சுற்று மற்றும் நோ-வோல்ட் டிரிப்பிங்குடன் (மூன்று துருவம்)		
13	9.6	மாற்றம் செய்யும் காண்டேக்ட், உண்டாக்குவதற்கு முன் துண்டித்தல்		
14	9.7	இரு வழி காண்டேக்ட் நியூட்ரல் நிலையுடன்		
15	9.8	துண்டிக்கும் முன் உண்டாகும் காண்டேக்ட்		
16	9.9	காண்டேக்டர், இயல்பாக திறந்த நிலை		
17	9.9.1	காண்டேக்டர், இயல்பாக மூடிய நிலை		
18	9.10	அழுத்தும் பொத்தான் இயல்பாக திறந்துள்ள காண்டேக்ட்		
19	9.10.1	அழுத்தும் பொத்தான் இயல்பாக மூடிய நிலையிலுள்ள காண்டேக்ட்		







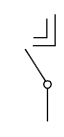
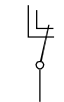

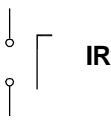
வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
20	9.11	ஐசோலேட்டர் (Isolator)		
21	9.12	இரு வழி ஐசோலேட்டர் - துண்டிக்கப்- பட்ட மின்சுற்றுடன்		
22	9.13	இரு வழி ஐசோலேட்டர் - துண்டிக்கப்- படாத மின்சுற்றுடன்		
23	9.14	தொடர்பை ஏற்படுத்தும் கான்டேக்ட் பொது குறியீடு		
24	9.14.1	தொடர்பை ஏற்படுத்தும் கான்டேக்ட் - மாற்று பொது குறியீடு		
25	9.14.2	மேக் கான்டேக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		
26	9.14.3	மேக் கான்டேக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		
27	9.14.4	மேக் கான்டேக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		
28	9.14.5	மேக் கான்டேக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		
29	9.14.6	மேக் கான்டேக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		
30	9.14.7	மேக் கான்டேக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		

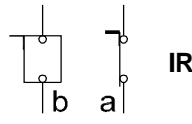
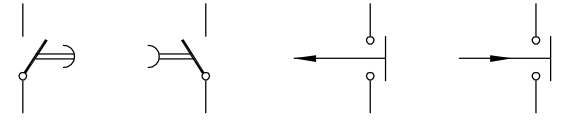

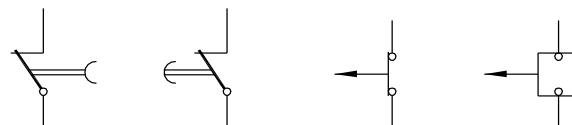

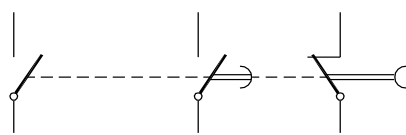


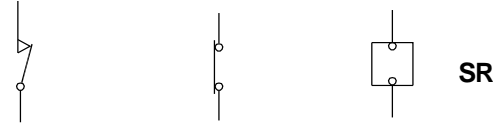
வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
31	9.14.8	மேக் காண்டக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		
32	9.14.9	மேக் காண்டக்ட் (make-contact) - பொது மாற்று குறியீடு		
33	9.15	பிரேக் காண்டக்ட் - பொது குறியீடு		
34	9.15.1	பிரேக் காண்டக்ட் மாற்று குறியீடு		
35	9.15.2	பிரேக் காண்டக்ட் - மாற்று குறியீடு		
36	9.15.3	பிரேக் காண்டக்ட் - மாற்று குறியீடு		
37	9.15.4	பிரேக் காண்டக்ட் - மாற்று குறியீடு		
38	9.15.5	பிரேக் காண்டக்ட் - மாற்று குறியீடு		
39	9.16	வெப்ப அதிக பளு காண்டக்ட்		
40	9.17	சாக்கெட் (பெண்) (Socket (female))		
41	9.17.1	சாக்கெட் (பெண்) - மாற்று குறியீடு		
42	9.17.2	சாக்கெட் சுவிட்சுடன்		

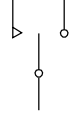


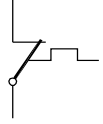
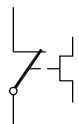
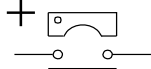
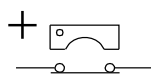


வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
43	9.18	பிளக் (ஆண்) Plug (male)		
44	9.18.1	பிளக் (ஆண்) - மாற்று குறியீடு		
45	9.19	பிளக் மற்றும் சாக்கெட் (ஆண் மற்றும் பெண்)		
46	9.19.1	பிளக் மற்றும் சாக்கெட் (ஆண் மற்றும் பெண்) - மாற்று குறியீடு		
47	9.20	ஸ்டாட்டர் - பொது குறியீடு		
48	9.21	ஸ்டாட்டர் படிகள் மூலம் (எ.கா 5 படிகள்)		
49	9.22	ஸ்டார் டெல்டா ஸ்டாட்டர்		
50	9.23	ஆட்டோ-டிரான்ஸ்பார்மர் ஸ்டார்ட்டர்		
51	9.24	துருவம் மாற்றும் ஸ்டாட்டர் (எ.கா 8/4 துருவம்)		
52	9.25	ரியோஸ்டேடிக் ஸ்டாட்டர்		
53	9.26	நேரடி ஆன்லைன் ஸ்டாட்டர்		
54	9.27	சறுக்கும் கான்டேக்ட் - பொது குறியீடு		
55	9.27.1	நகரும் கான்டேக்ட்டுடன் கூடிய மின் தடை - பொது குறியீடு		

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
56	9.28	இரு மோட்டார்களுக்கான ஒருங்- கிணைந்த கட்டுப்படுத்தும் பேனல் (பல வேகம் மற்றும் திசை மாற்றத்தக்கது)		
57	9.29	ஃப்யூஸ்		
58	9.29.1	ஃப்யூஸ் - மாற்று குறியீடு		
59	9.29.2	ஃப்யூஸ் - மாற்று குறியீடு - மின் வழங்கும் முனை தடித்த கோடிட்டு காட்டப்பட்டுள்ளது		
60	9.29.3	மின் வழங்கும் முனை தடித்த கோடிட்டு காட்டப்பட்ட ஃப்யூஸ் - மாற்று குறியீடு		
61	9.30	ஐசுலேட்டிங் ஃப்யூஸ் - சுவிட்ச் பளுவுடன் இணைத்தல்		
62	9.31	ஐசுலேட்டிங் ஃப்யூஸ் சுவிட்ச்		
63	BIS 2032 பகுதி(XXV11) 1932 3.2 3.2.1	காண்டேக்டர்ஸ்  தகுதி பெற்ற குறியீடுகள் காண்டேக்ட் செயற்பாடு		
64	3.2.2	சர்க்யூட் பிரேக்கர் செயற்பாடு		
65	3.2.3	டிஸ் கனெக்டர் (ஐசுலேட்டர்) செயற்பாடு		




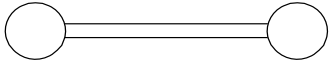





வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
66	3.2.4	சுவிட்ச் டிஸ்கனெக்டர் (ஐசோலேட்டர்) செயற்பாடு		
67	3.2.5	ஆட்டோமேட்டிக் ரிலீஸ் செயற்பாடு		
68	3.2.6	தாமதமான செயல். வழக்கமானது வட்ட துண்டிலிருந்து மைய திசையை நோக்கி நகரும் தாமதமான செயல்  குறிப்பு: இந்த குறியீடு இரு கோடுகள் மூலம் தாமதமாக செயல்படும் கருவியுடன் இணைக்கப்பட வேண்டும்		
69	3.2.6.1	தாமதமான செயல் - வழக்கமானது அம்பு குறி நகரும் திசையை நோக்கி நகரும் தாமதமான செயல்		
70	3.2.7	ஸ்பிரிங் இல்லாமல் திரும்பும் (தங்க வைக்கும்) செயற்பாடு  குறிப்பு: இந்த குறியீடு ஆனது கிட்டத் தட்ட உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த குறியீட்டை வ.எண். 3.1 முதல் 3.4 வரையிலான குறியீட்டுடன் சேர்த்து பயன்படுத்தக் கூடாது		
71	3.2.8	கைகளால் ரீசெட் செய்தல்		
72	3.3.7	இரண்டு உண்டாக்கும் காண்டேக்டர்கள்		
73	3.3.8	இரண்டு பிரேக் காண்டேக்ட்-கள்		
74	3.3.9	மும்-முனை காண்டேக்ட்		
75	3.3.10	மேக் காண்டேக்ட் - கைகளால் ரீசெட் செய்தல்		

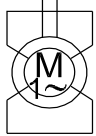
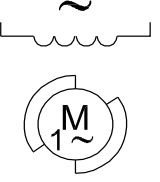









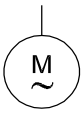
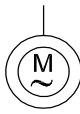
வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
76	3.3.11	பிரேக் காண்டேக்ட் - கைகளால் ரீசெட் செய்தல்	 IR	
77	3.3.19	மேக் காண்டேக்ட் - இயக்கும் போது தாமதம் ஆதல்		
78	3.3.20	பிரேக் காண்டேக்ட் இயக்கும் போது தாமதம் ஆதல்		
79	3.3.21	பிரேக் காண்டேக்ட் மீளும் போது தாமதமாதல்		
80	3.3.22	மேக் காண்டேக்ட் - இயக்கும் போது மாறும். மீளும் போது தாமதம் ஆதல்		
81	3.3.23	காண்டேக்ட் அமைப்பு, ஒரு தாமதமாக ஏற்படுத்தும் காண்டேக்ட் இயக்கப்படும் போது தாமதமாகும் ஒரு ஏற்படுத்தும் காண்டேக்ட் மற்றும் மீளும் பொழுது தாமதமாகும் ஒரு துண்டிக்கும் காண்டேக்ட்		
82	3.3.24	ஸ்பிரிங்கால் மீளும் மேக் காண்டேக்ட்		
83	3.3.25	ஸ்பிரிங்கால் மீளாமல் போகும் (நிலைப்பட்ட) மேக் காண்டேக்ட்	 SR	
84	3.3.26	ஸ்பிரிங்கால் மீளும் பிரேக் காண்டேக்ட்	 SR	

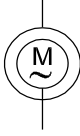
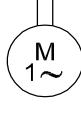

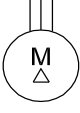



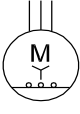


வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
85	3.3.27	இரு வழி காண்டேக்ட், ஸ்பிரிங்குடன் கூடிய மத்தியில் off நிலையுடன், இடது கை பக்கத்திலிருந்து மீளும். ஆனால் வலது கை பக்கத்திலிருந்து மீளாது. (நிலைப்பட்ச)		
86	3.3.28	வெப்பத்தால் உணர் திறன் கொண்ட மேக் காண்டேக்ட் குறிப்பு: இயக்கும் வெப்பநிலை - அளவின் அடிப்படையில் மாற்றி கொள்ளலாம்		
87	3.3.29	வெப்பத்தால் உணர் திறன் கொண்ட பிரேக் காண்டேக்ட் குறிப்பு: இயக்கும் வெப்பநிலை - அளவின் அடிப்படையில் மாற்றி கொள்ளலாம்		
88	3.3.30	தானே இயங்கும் வெப்ப - பிரேக் காண்டேக்ட் குறிப்பு: காட்டப்பட்ட காண்டேக்ட்டையும் வெப்ப நிலை-வில் உள்ள காண்டேக்ட்டையும் வேறுபடுத்தி பார்ப்பது அவசியம் எ.கா. வெப்ப நிலை-விலுள்ள துண்டிக்கும் காண்டேக்ட்	 	
89	3.3.32	வெளியேத்தள்ளப்படும் மேக்னடிக் - ஏற்படுத்தும் காண்டேக்ட்		
90	3.3.33	வெளியேத்தள்ளப்படும் மேக்னடிக் - துண்டிக்கும் காண்டேக்ட்		
91	BIS:2032 (பகுதி VII) 1974 8.4	இயந்திரவியல் கண்ட்ரோல் இயந்திர இன்டர்லாக்		
92	8.5	ரீசெட் a தானியங்கி ரீசெட் b தானியங்கா ரீசெட்		

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
		குறிப்பு: தேவைப்படும் பொழுது மட்டுமே இந்த குறியீடு காட்டப்பட வேண்டும்		
93	BIS:2032 (பகுதி IV) 1964  3.14	<p><b>வகைகள்</b></p> <p>வரைபடங்களின் வகை மற்றும் பிரிவுகளை பொருத்து சுழலும் இயந்திரங்கள் மற்றும் டிரான்ஸ்பார்மர்களுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குறியீடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. எளிமையான மற்றும் முழுமையான சுழலும் இயந்திரங்களுக்கு பல வரிக்கான குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. டிரான்ஸ்பார்மருக்கு ஒரு வரி மற்றும் பல வரிக்கான குறியீடு தனித்தனியாக கொடுக்கப்பட்டு உள்ளது</p> <p>சுழலும் இயந்திரங்களுக்கான ஒரு வரி குறியீடு தேவைப்படும் பொழுது, IS:2032 (பகுதி II)-1962-யை மேற்கோள் காட்டப்பட்டு உள்ளது</p> <p>குறியீடுகளின் கூறுகள் (Elements of symbols) வையிண்டிங்</p> <p><b>குறிப்பு:</b> இதிலுள்ள அரைவட்டத்தின் எண்ணிக்கை நிலையானதில்லை. வெவ்வேறு வையிண்டிங்களை (வ.எண் 3.2,3.3 முதல் 3.4 வரை) வேறுபடுத்திக் காட்ட விரும்பினால் எண்ணிக்கையை மாற்றி கொள்ளலாம்</p>		
94	3.24	காழுடேட்டிங் அல்லது காம்பன்சேட்டிங் (Commutating or compensating) வையிண்டிங்		
95	3.34	சீரிஸ் வையிண்டிங் (Series winding)		
96	3.44	ஷன்ட் வையிண்டிங் அல்லது தனி வையிண்டிங்		
97	3.54	ஸ்லிப்ரிங் மீது பிரஷ்		
98	3.64	காழுடேட்டரின் மீது பிரஷ்		

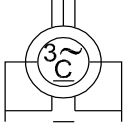
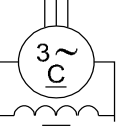
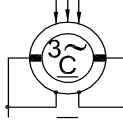
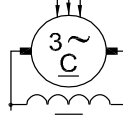
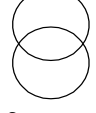

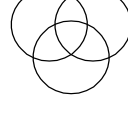
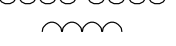
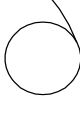

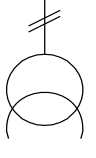

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
99	3.74  4 4.1	துணை குறிப்புகள், எண் தகவல் துணை குறிப்புகள் (வையிண்டிங்களை இணைக்கும் முறை, M, G, or C போன்ற எண் தகவல்) ஆகியவை இயந்திரங்களின் பிரிவுக்கான ஒரே குறியீடாக காட்டப்படுகிறது. எ.கா சுழலும் இயந்திரங்கள் பொது குறியீடு		
100	4.1.14	ஜெனரேட்டர்		
101	4.1.2	மோட்டார்		
102	4.1.3	ஜெனரேட்டராகவோ அல்லது மோட்டாராகவோ பயன்படக் கூடிய இயந்திரம்		
103	4.1.4  4.2	இயந்திர இணைப்பு செய்யப்பட்ட இயந்திரம்  குறிப்பு: மற்ற சிறப்பு இணைப்புகளை மேனோபிளாக் கட்டமைப்புகளை, தேவைப்படும் இடங்களில் தகுந்த குறியீடுகள் மூலம் காட்டப்பட வேண்டும் நேர்திசை மின்னோட்ட இயந்திரம்		
104	4.2.1	DC ஜெனரேட்டர் - பொது குறியீடு		
105	4.2.2	DC மோட்டார் - பொது குறியீடு		
106	4.2.3	DC 2 ஓயர் நிலை காந்த ஜெனரேட்டர் (G) அல்லது மோட்டார் (M)		எளிமையான பல வரி விளக்கம்  முழுமையான பல வரி விளக்கம்

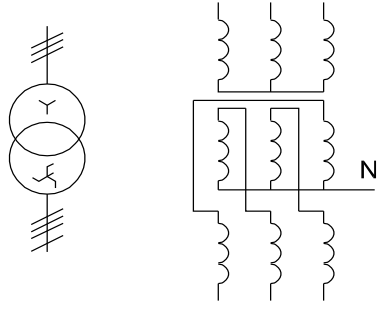
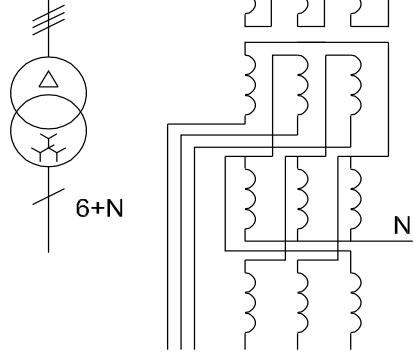
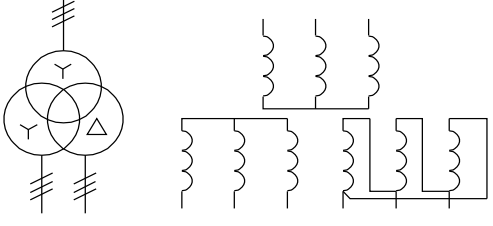
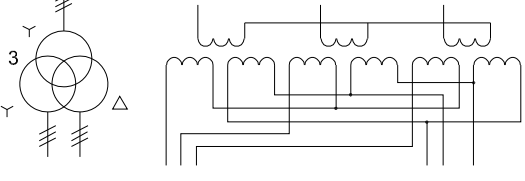
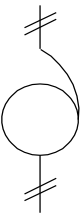

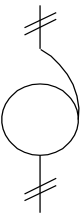

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
107	4.2.4	DC 2 ஓயர் சீரிஸ் ஜெனரேட்டர் (G) அல்லது மோட்டார் (M)		
108	4.2.5	DC 2 ஓயர் சீரிஸ் ஜெனரேட்டர் (G) அல்லது மோட்டார் (M) தனியாக தூண்டப்படுத்தப்பட்டது		
109	4.2.6	DC 2 ஓயர் ஷன்ட் ஜெனரேட்டர் (G) அல்லது மோட்டார் (M)		
110	4.2.7	DC 2 ஓயர் ஜெனரேட்டர் (G) அல்லது மோட்டார் (M) காம்பெளண்டு தூண்டப்பட்டது. குறுகிய ஷன்ட்		
111	4.2.8	டெர்மினல், பிரஷ் மற்றும் எண் தகவல் கொண்ட குறியீடு  எ.கா DC 2 ஓயர் ஜெனரேட்டர், காம்பெளண்டு தூண்டப்பட்ட குறுகிய ஷன்ட் இணைப்பு 240 V, 30 KW		
112	4.3 4.3.1	<b>AC இயந்திரங்கள்</b> AC ஜெனரேட்டர், பொது குறியீடு		
113	4.3.2 4.4	AC மோட்டார், பொது குறியீடு  <b>AC காழுடேட்டர் இயந்திரங்கள்</b>		எளிமையான பல வரி விளக்கம்  முழுமையான பல வரி விளக்கம்
114	4.4.1	AC சீரிஸ் மோட்டார், சிங்கிள் பேஸ்		
115	4.4.2	ரிப்பள்ஷன் மோட்டார், சிங்கிள் பேஸ்		

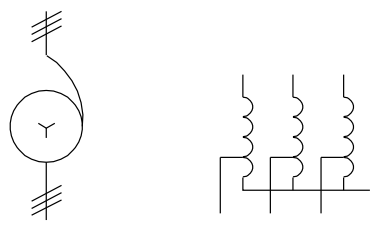

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
116	4.4.3	AC சீரிஸ் மோட்டார், சிங்கிள் பேஸ், டெரி வகை (Deri type)		
117	4.5 4.5.1	சிங்கர்னஸ் இயந்திரங்கள் சிங்கர்னஸ் ஜெனரேட்டர், பொது குறியீடு		
118	4.5.2	சிங்கர்னஸ் மோட்டார், பொது குறியீடு		
119	4.5.3	நிலை காந்த சிங்கர்னஸ் ஜெனரேட்டர் (GS) அல்லது சிங்கர்னஸ் மோட்டார் (MS) மூன்று பேஸ்		எளிமையான முழுமையான பல வரி பல வரி விளக்கம் விளக்கம்
120	4.5.4	சிங்கர்னஸ் ஜெனரேட்டர் (GS) அல்லது சிங்கர்னஸ் மோட்டார் (MS) சிங்கிள் பேஸ்		
121	4.5.5	சிங்கர்னஸ் ஜெனரேட்டர் (GS) அல்லது சிங்கர்னஸ் மோட்டார் (MS) மூன்று பேஸ், ஸ்டார் இணைப்பு, நியூட்ரல் வெளியே கொண்டு வரப்படாதது		
122	4.5.6	சிங்கர்னஸ் ஜெனரேட்டர் (GS) அல்லது சிங்கர்னஸ் மோட்டார் (MS) மூன்று பேஸ், ஸ்டார் இணைப்பு, நியூட்ரல் வெளியே கொண்டு வரப்பட்டது		
123	4.6 4.6.1	இன்டக்ஷன் இயந்திரங்கள் குறிப்பு: 4.6.1 முதல் 4.6.9 வரையிலான குறியீடுகளில் கடத்திகள் வேறு முறைகளில் காட்டப்பட்டுள்ளது. எ.கா. குறியீடு 4.6.6. இன்டக்ஷன் மோட்டார், குறுக்கு மின் சுற்று ரோட்டாருடன், பொது குறியீடு		

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
124	4.6.2	இன்டக்ஷன் மோட்டார் wound ரோட்டாருடன் பொது குறியீடு		
125	4.6.3	இன்டக்ஷன் மோட்டார், சிங்கிள் பேஸ், ஸ்குரில் கேஜ்	 	
126	4.6.4	இன்டக்ஷன் மோட்டார், சிங்கிள் பேஸ், ஸ்குரில் கேஜ், வெளி கொண்டு வரப்பட்ட ஸ்பிஸிட் பேஸ் (split-phase) முனைகளுடன்	 	
127	4.6.5	இன்டக்ஷன் மோட்டார், மூன்று பேஸ், ஸ்குரில் கேஜ்	 	
			 	
128	4.6.6	இன்டக்ஷன் மோட்டார், மூன்று பேஸ், ஸ்குரில் கேஜ் ஒவ்வொரு பேஸி-யில் இரு முனைகளும் வெளி கொண்டு வரப்பட்டது	 	
129	4.6.7	இன்டக்ஷன் மோட்டார், மூன்று பேஸ், wound ரோட்டாருடன்		
130	4.6.8	இன்டக்ஷன் மோட்டார் மூன்று பேஸ், ஸ்டார் இணைப்பு, ஆட்டோமேட்டிக் ஸ்டார்டர் ரோட்டாரில்	 	
131	4.6.9	டெர்மினல், பிரஷ் மற்றும் எண் தகவலை காட்டும் குறியீடு. எ.கா இன்டக்ஷன் மோட்டார், மூன்று பேஸ், wound ரோட்டாருடன் 415V, 22 kW, 50 c/s		415V 22kW 50c/s
132	4.7	சிங்கர்னஸ் கன்வர்டர்கள்		
	4.7.1	சிங்கர்னஸ் கன்வர்டர், பொது குறிப்பீடு		



வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
133	4.7.2	3 பேஸ் சிங்கர்னஸ் கன்வர்ட்டர், ஷன்ட் எக்ஸைட்டர்		
134	4.7.3	டெர்மினல், பிரஷ் மற்றும் எண் தகவலை காட்டும் குறியீடு. எ.கா. 3 பேஸ் சிங்கர்னஸ் கன்வர்ட்டர், ஷன்ட் எக்ஸைட்டர் 600 V, 1000 kW, 50 c/s.		415V Δ 1000kW 50c/s 600V-
	5	<b>டிரான்ஸ்பார்மர்கள்</b>		415V Δ 1000kW 50c/s 600V-
	5.1	<b>பொது குறியீடுகள்</b>		
135	5.1.1	இரு தனித்தனி வையிண்டிங் கொண்ட டிரான்ஸ்பார்மர்		
			எளிமையான பல வரி விளக்கம்	முழுமையான பல வரி விளக்கம்
136	5.1.2	மூன்று தனித்தனி வையிண்டிங் கொண்ட டிரான்ஸ்பார்மர்		
137	5.1.3	ஆட்டோ டிரான்ஸ்பார்மர்கள்		
	5.2	<b>இரண்டு அல்லது மூன்று வையிண்டிங்கள் கொண்ட டிரான்ஸ்பார்மர்கள்</b>		
138	5.2.1	இரண்டு தனித்தனி வையிண்டிங் கொண்ட சிங்கிள் பேஸ் டிரான்ஸ்பார்		11000V 250kVA 50c/s 4%
				11000V 250kVA 50c/s 4% 415V

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
139	5.2.4	இரண்டு தனி வையிண்டிங்களை கொண்ட 3 பேஸ் டிரான்ஸ் பார்மர் Connection: star zig-zag.		
140	5.2.5	இரு தனி வையிண்டிங்களை கொண்ட 3 பேஸ் டிரான்ஸ் பார்மர்  இணைப்பு: டெல்டா 6 பேஸ் ஃபோர்க் (fork)		
141	5.2.6	மூன்று தனி வையிண்டிங்களை கொண்ட 3 பேஸ் டிரான்ஸ்பார்மர் இணைப்பு: ஸ்டார், ஸ்டார்- டெல்டா		எளிமையான பல வரி விளக்கம்  முழுமையான பல வரி விளக்கம்
142	5.2.7	சிங்கிள் டிரான்ஸ்பார்மர்கள் கொண்ட 3 பேஸ் பேங்க் (bank) மூன்று தனித்தனி வையிண்டிங்களை கொண்டது இணைப்பு: ஸ்டார், ஸ்டார் டெல்டா		
143	5.3	ஆட்டோ- டிரான்ஸ்பார்மர்கள்		
	5.3.1	ஆட்டோ-டிரான்ஸ்பார்மர், சிங்கிள் பேஸ்		

வ.எண்	BIS குறியீடு எண்	விபரம்	குறியீடு	குறிப்புகள்
144	5.3.2	ஆட்டோ-டிரான்ஸ்பார்மர், 3 பேஸ் இணைப்பு: ஸ்டார்		
145	5.3.3	சிங்கிள் பேஸ் ஆட்டோ- டிரான்ஸ்பார்மர், தொடர்ச்சியான மின்னழுத்த கட்டுப்பாட்டுடன்		

### D.O.L. ஸ்டார்ட்டர் (D.O.L. starter)

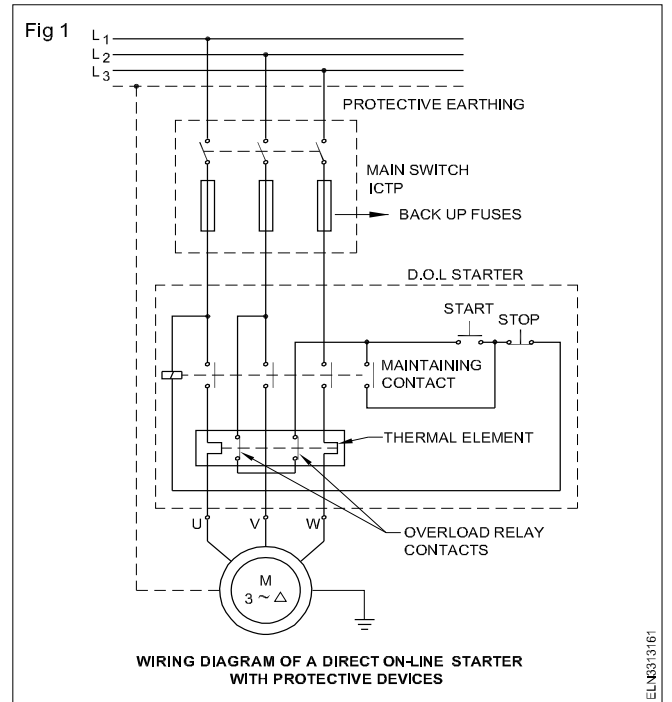
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- D.O.L. ஸ்டார்ட்டர் விபரக் குறிப்பு, அதன் கட்டமைப்பு, செயற்பாடு மற்றும் பயன்பாட்டைப் பற்றி கூறுதல்
- பேக்-அப் ஃப்யூஸ்-யின் (back-up fuse) அவசியம் மற்றும் மோட்டாரின் வரம்புக்கு ஏற்றவாறு அதன் வரம்பு பற்றி விளக்குதல்.

D.O.L. ஸ்டார்ட்டர் என்பது நோ-வோல்ட் காயிலுடன் கூடிய கான்டேக்டர், மற்றும் 'ON' மற்றும் 'OFF' பொத்தான் ஓவர் லோடு ரிலே ஆகியவற்றை ஒன்றிணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள சாதனமாகும்.

**கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாடு (Construction and operation):** படம் 1-ல் பொதுவாக உபயோகப்படுத்தப்படும் அழுத்தும் பொத்தான் வகை, டைரக்ட் ஆன்-லைன் (D.O.L.) ஸ்டார்ட்டர் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது அதிக செலவில்லாத மற்றும் எளிமையாக பொருத்தக்கூடிய மற்றும் பராமரிப்பு செய்ய கூடிய ஸ்டார்ட்டர் ஆகும்.

பயிற்சி 3.1.04 விளக்கப்பட்டுள்ள கான்டேக்டர் சர்க்யூட்டுக்கும், D.O.L. ஸ்டார்ட்டருக்கும், உலோக அல்லது PVC கவசத்தை தவிர, எந்த வித்தியாசமில்லை. பெரும்பாலும் நோ-வோல்ட் காயில்கள் படம் 1-ல் உள்ளவாறு 415V மதிப்புடையதாகவும் மற்றும் இரு பேஸ்களுக்கு இடையே இணைக்கப்படும் இருக்கும். ஓவர் லோடு ரிலே, ICTP சவிட்ச் மற்றும் கான்டேக்டருக்கு இடையிலேயோ, படம் 1-ல் உள்ளபடி ஸ்டார்ட்டரின் வடிவமைப்பை பொருத்து அமைக்கப்பட்டு இருக்கும். பயிற்சி 3.1.04-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள விளக்கத்தின் அடிப்படையல், பயிற்சியாளர்கள், ஸ்டார்ட்டர் வேலை செய்யும் முறையை தாமாகவே எழுத அறிவுறுத்தப்படுகிறார்கள்.



**D.O.L. ஸ்டார்ட்டரின் விபரக் குறிப்பு (Specification of D.O.L. starters):** விபரக்குறிப்புகளை கொடுக்கும் பொழுது, கீழ்க்கண்ட தகவல்கள் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

D.O.L. ஸ்டார்ட்டர்

- பேஸ் - ஒன்று அல்லது மூன்று
- மின்னழுத்தம் - 240V அல்லது 415V

- மின்னோட்ட மதிப்பு - 10, 16, 32, 40, 63, 125 அல்லது 300 amps
- நோ-வோல்ட் காயில் மதிப்பு - AC அல்லது DC, 12, 24, 36, 48, 110, 230/250, 360, 38 அல்லது 400/440 volts
- மெயின் கான்டேக்ட்ஸ் எண்ணிக்கை 2, 3 அல்லது 4 வழக்கமாக திறந்துள்ளது.
- துணை கான்டேக்ட்ஸ் எண்ணிக்கை 2 அல்லது 3. 1 NC + 1 NO அல்லது 2 NC + 1 NO
- அழுத்தும் பொத்தான் - ஒரு 'ON' மற்றும் ஒரு 'OFF'
- ஓவர் லோடு ரிலே அமைப்பு - amp - to - amps. கவசம் - உலோக தகடு அல்லது PVC

**பயன்கள் (Applications):** D.O.L ஸ்டார்ட்டர்கள் கொண்டு இயக்கப்படும் இன்டக்ஷன் மோட்டார்களின் துவக்க மின்னோட்டம் முழு பளு மின்னோட்டத்தை விட 6 முதல் 7 மடங்காக இருக்கும். எனவே D.O.L ஸ்டார்ட்டர்கள் 3 HP வரை ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார்கள் மற்றும் 1.5 kw வரையிலுள்ள டபுள் கேஜ் (double cage) மோட்டார்களுக்கு மட்டுமே பயன்படுத்த பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

**பேக்-அப் ஃப்யூஸ்ஸின் தேவைகள் (Necessity of back-up fuses):** பேக்-அப் ஃப்யூஸ் இல்லாமல் மோட்டார் ஸ்டார்ட்டரை பயன்படுத்த கூடாது. தெர்மல் ரிலே, மோட்டரை ஓவர் லோடிலிருந்து பாதுகாக்க மட்டுமே வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. மோட்டார் சர்க்யூட்டில் திடீரென்று ஏற்படும் ஷார்ட் சர்க்யூட்டிலிருந்து பாதுகாக்க ஓவர் லோடு ரிலே, சிறிது நேரம் எடுத்து கொள்ளும்.

இந்த தாமதத்தால், ஷார்ட் சர்க்யூட் மின்னோட்டமானது, மோட்டாரையும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சர்க்யூட்டையும் சீரழித்து விடும். இதை தடுக்க, விரைவாக செயல்படும் ஹை-ரப்சரிங் (high-rupturing) திறனுள்ள ஃப்யூஸ் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை வேகமாக செயல்பட்டு சர்க்யூட்டை திறக்க செய்கிறது. எனவே H.R.C. (DZ) வகை ஃப்யூஸ்கள், மின் நிர்மானிப்பை (installation) மற்றும் தெர்மல் ஓவர் ரிலேவை, ஷார்ட் சர்க்யூட்டிலிருந்து பாதுகாக்க பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. ஷார்ட் சர்க்யூட் ஏற்படும் போது, இந்த பேக்-அப் ஃப்யூஸ் உருகி, சர்க்யூட்டை உடனடியாக திறக்க செய்கிறது. பலவிதமான மோட்டார் மதிப்புகளுக்கு உரிய ஃப்யூஸ் வரம்புகள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கூடுமானவரை பாதி மூடிய, மறு கம்பியமைக்கும் (rewirable), டிப் பூசப்பட்ட செம்பு ஃப்யூஸ்களை பயன்படுத்த கூடாது.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள முழு பளு மின்னோட்டமானது, 750 r.p.m.-க்கு குறைவில்லாத வேகத்தில் இயங்கும், சராசரி பவர் ஃபேக்டர் மற்றும் வினைத்திறன் கொண்ட சிங்கிள் பேஸ், கெப்பாசீட்டர் (capactor) வகை மோட்டார்களுக்கும் மற்றும் மூன்று பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் வகை இன்டக்ஷன் மோட்டார்களுக்கும் பொருந்தும்.

63 A மற்றும் அதற்கு கீழுள்ள ஃப்யூஸ்கள் DZ வகையாகும். 100 A மற்றும் அதற்கு மேலுள்ள ஃப்யூஸ்கள் IS வகை ஆகும்.

மோட்டார் பாதுகாப்புக்கான பேக்-அப் ஃப்யூஸ் மற்றும் ரிலே வரம்பின் அட்டவணை

வ. எண்.	மோட்டார் மதிப்பு 240V 1 பேஸ்			மோட்டார் மதிப்பு 415V 3 பேஸ்			ரிலே வரம்பு A	பரிந்துரைக்கப்பட்ட பொருத்தமான பேக்-அப் ஃப்யூஸ்
	hp	KW	முழு பளு மின்னோட்டம்	hp	KW	முழு பளு மின்னோட்டம்	a	c
1				0.05	0.04	0.175	0.15 - 0.5	1 A
2	0.05	0.04		0.1	0.075	0.28	0.25 - 0.4	2 A
3				0.25	0.19	0.70	0.6 - 1.0	6 A
4	0.125	0.11		0.50	0.37	1.2	1.0 - 6	6 A
5	0.5	0.18	2.0	1.0	0.75	1.8	1.5 - 2.5	6 A
6	0.5	0.4	3.6	1.5	1.1	2.6	2.5 - 4.0	10 A
7				2.0	1.5	3.5	2.5 - 4.0	15 A

வ. எண்.	மோட்டார் மதிப்பு 240V 1 பேஸ்			மோட்டார் மதிப்பு 415V 3 பேஸ்			ரிலே வரம்பு A	பரிந்து- ரைக்கப் பட்ட பொருத்தமான பேக்-அப் ஃப்யூஸ்
	hp	KW	முழு பளு மின்னோட்டம்	hp	KW	முழு பளு மின்னோட்டம்	a	c
8	0.75	0.55		2.5	1.8	4.8	4.0 - 6.5	15 A
9				3.0	2.2	5.0	4.0 - 6.5	15 A
10	1.0	0.75	7.5	5.0	3.7	7.5	6.0 - 10	20 A
11	2.0	1.5	9.5	7.5	5.5	11.0	9.0 - 14.0	25 A
12	3.0	2.25	14	10.0	7.5	14	10.0 - 16.0	35 A

### AC 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார்களில் கணக்குகள் (Numerical problems in ac 3-phase induction motors)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

• 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் கணக்குகளுக்கு தீர்வு காணுதல்.

பல தருணங்களில், ஒரு மின்பணியாளிடம், ஒரு மின் மோட்டாரின் குதிரைத் திறன் மற்றும் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பை கொண்டு, மோட்டார் நிறுவப்படுவதற்கு முன்பே அதற்காக ஓயரிங் வேலைகளை தொழிற்கூடங்களில் செய்ய சொல்லப்படுவதுண்டு.

ஓயரிங் செய்வதற்கு மோட்டாரின் முழு பளு மின்னோட்டத்தை கணக்கிட்டு, அதற்கு ஏற்றவாறு கேபிள் அளவை தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். கொடுக்கப்படும் தகவல்களை கொண்ட பளு மின்னோட்டத்தை கணக்கிடும் முறை, கீழே உள்ள எடுத்துகாட்டின் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

விளக்கம்

மோட்டாரின் வெளிவரும் திறன் (output power) மெட்ரிக் குதிரைத்திறனில் கொடுக்கப்பட்டால்,

மோட்டாரில் வெளிவரும் திறன் = மெட்ரிக்  
HP x 735.5 W

மோட்டாருக்கு கொடுக்கப்படும் திறன் =  
 $\sqrt{3} E_L I_L \cos \theta$  watts

இங்கு  $E_L$  என்பது லைன் வோல்டேஜ்

$I_L$  என்பது லைன் கரண்ட்

$\cos \theta$  என்பது பவர் ஃபேக்டர் மற்றும்

இன்புட் = அவுட்புட் + இழப்பு

= அவுட்புட் + காப்பர் இழப்பு + அயர்ன்

இழப்பு + இயந்திரவியல் இழப்பு

காற்று, உராய்வு போன்றவை

$$\text{Efficiency of the motor} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

$$= \frac{\text{Metric horsepower} \times 735.5}{\sqrt{3} E_L I_L \cos \theta}$$

எ.கா. 1

ஒரு 3 பேஸ், 6000V ஸ்டார் இணைப்பு இன்டக்ஷன் மோட்டார் 200 மெட்ரிக் HP-யை ஏற்படுத்துகிறது. ஒரு பேஸ்-யில் உள்ள முழு பளு மின்னோட்டத்தை கணக்கீடு? மோட்டாரின் வினைத்திறன் 85% மற்றும் பவர் ஃபேக்டர் 0.8 என கொள்க.

$$\text{Input} = \frac{\text{Output} \times 100}{\text{Efficiency}}$$

$$= \sqrt{3} E_L I_L \cos \theta$$

$$\text{Line current } I_L = \frac{\text{Output} \times 100}{\text{Efficiency} \times E_L \cos \theta \times \sqrt{3}}$$

$$= \frac{200 \times 735.5}{0.85 \times \sqrt{3} \times 6000 \times 0.8}$$

$$= 20.81 \text{ A}$$

ஸ்டார் இணைப்பில், லைன் கரண்ட்டும் பேஸ் கரண்ட்டும் சமமாக இருக்கும். ஆகவே முழு பளு பேஸ் கரண்ட் = 20.9 ஆகும்..

எ.கா. 2

ஒரு 3 பேஸ் மோட்டார், 400V, 50 HZ சப்ளையிலிருந்து 100 amps மின்னோட்டத்தை

எடுத்துக் கொள்கிறது. மோட்டாரின் அவுட்புட் 70 HP (மெட்ரிக்) மற்றும் வினைத்திறன் 90% ஆக இருந்தால் அதன் பவர் ஃபேக்டரை கண்டுபிடி.

$$= \frac{100 \times 735.5 \times 100}{\sqrt{3} \times 400 \times 150 \times 0.85}$$

$$= 83.3 \%$$

$$\text{Input} = \frac{\text{Output}}{\text{Efficiency}}$$

$$\sqrt{3} E_L I_L \cos \theta = \frac{70 \times 735.5}{100}$$

$$\cos \theta = \frac{70 \times 735.5 \times 100}{90 \times \sqrt{3} \times 400 \times 100}$$

$$\text{பவர் ஃபேக்டர்} = 0.82.$$

எ.கா. 3

ஒரு 3 பேஸ் 400V, 50 HZ, 100 (Metric) HP டெல்டா இணைப்பு இன்டக்ஷன் மோட்டார், 150 amps மின்னோட்டத்தை 0.85 பவர் ஃபேக்டரில் எடுத்துக் கொள்கிறது. அதன் வினைத்திறன் கணக்கிடு.

$$\% \text{ of efficiency} = \frac{\text{Output} \times 100}{\text{Input}}$$

எ.கா. 4

ஒரு 3 பேஸ் 400V, இன்டக்ஷன் மோட்டார், 30A லைன் மின்னோட்டத்தை 0.9 பவர் ஃபேக்டரில் எடுத்துக் கொள்கிறது. அதன் வினைத்திறன் 80% ஆகும். அதன் அவுட்புட்டை மெட்ரிக் குதிரை திறனில் கணக்கிடு.

$$\text{Output in watts} = \text{Input} \times \text{Efficiency}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 400 \times 30 \times 0.9 \times 80}{100}$$

$$\text{Output in metric HP} = \frac{\text{Output in watts}}{735.5}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 400 \times 30 \times 0.9 \times 80}{100 \times 735.5}$$

$$= 20.3 \text{ HP.}$$

## மோட்டருக்கான - ஜாக்கிங் (இன்ச்சிங்) கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்று (Jogging (inching) control circuits for motors)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஜாக்கிங்/இன்ச்சிங் கட்டுப்பாட்டு வழிமுறையை வரையறுத்தல்
- ஜாக்கிங்/இன்ச்சிங் கட்டுப்பாட்டின் தேவையை கூறுதல்
- செலக்டர் சுவிட்ச் மூலம் ஜாக்கிங் கட்டுப்பாட்டு செயல்முறையை விவரித்தல்
- அழுத்தும் பொத்தான் மூலம் ஜாக்கிங் கட்டுப்பாட்டு செயல்முறையை விவரித்தல்
- கன்ட்ரோல் ரிலே மூலம் ஜாக்கிங் கட்டுப்பாட்டு செயல்முறையை விவரித்தல்.

மெல்ல ஓட்டுதல்/நகர்த்தல் (Jogging (inching)): சில தொழிற்சாலைகளில் இயந்திரத்தின் சுழலும் பகுதியை சிறிதளவு நகர்த்த வேண்டி இருக்கும். இதை மெல்ல ஓட்டுதல் (ஜாக்கிங்) நகர்த்தல் (இன்ச்சிங்) எனப்படும் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பு மூலம் செய்ய முடியும். ஜாக்கிங் என்பது ஒரு ஓட்டும் இயந்திரத்தை அதன் சுழலா நிலையில் இருந்து சிறிதளவு சுழற்றுவது/நகர்த்துவதாகும். ஜாக் (jog) பொத்தானை அழுத்தும் பொழுது, ஸ்டார்ட்டர் சக்திப் பெற்று, மோட்டார் ஓடும். ஜாக் (jog) பொத்தானை விட்டவுடன் மோட்டார் நின்றுவிடும்.

ஜாக்கிங் சர்க்யூட்டை பயன்படுத்துவதால், ஜாக் பொத்தானை அழுத்தும் பொழுது மட்டும் மோட்டாரை இயக்க முடியும். இதன் மூலம்

மோட்டாரின் செயல்பாட்டை அதனை இயக்குபவர் தனது கட்டுப்பாட்டில் வைத்து கொள்ள முடிகிறது.

ஜாக்கிங்/இன்ச்சிங் கட்டுப்பாட்டின் தேவை (Purpose of jogging/inching controls): கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள இயந்திரங்களில், அதில் சொல்லப்பட்ட காரணங்களுக்காக, ஜாக்கிங் கன்ட்ரோல் பொதுவாக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

- லேத் மெஷின் கன்ட்ரோல்ஸ் - வேலையின் நேர் நிலையை சோதனை செய்யவும் மற்றும் துவக்கத்தில் கருவியை பொருத்துவதற்கும்.

- மில்லிங் மெஷின் கன்ட்ரோல்ஸ் - துவக்கத்தில் கட்டர் (cutter), ஒரே மையத்தில் சுழலுவதை சோதனை செய்யவும் வகுக்கப் பட்ட பட்டையை (graduated collar) பொருத்துவதற்கும்.
- கிரைண்டிங் மெஷின் கன்ட்ரோல்ஸ் - சாணைக்கல் சரியாக பொருத்தப்பட்டுள்ளதை சோதனை செய்ய.
- பேப்பர் கட்டிங் மெஷின் - வெட்டுதலை சரி செய்ய

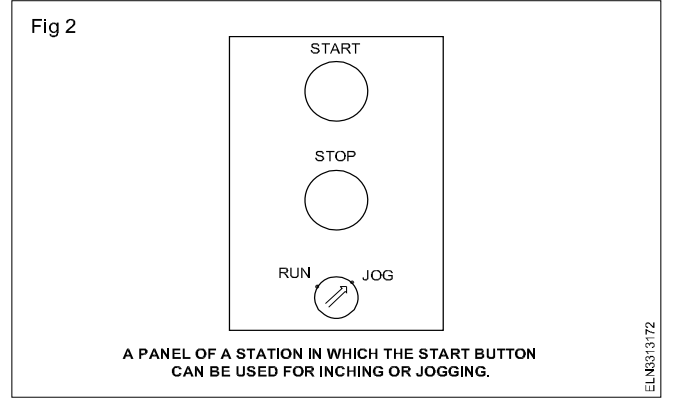
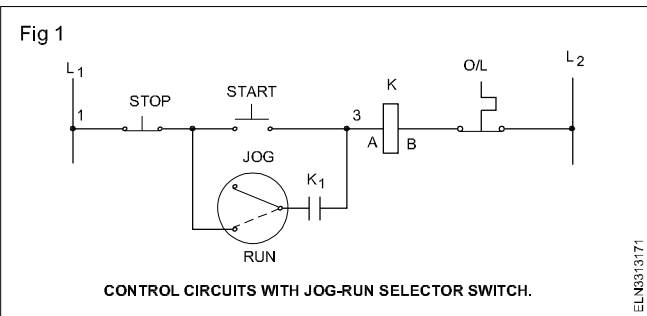
மேலே சொல்லப்பட்டது தவிர கிரேன் (crane), ஹாய்ஸ்ட் (hoist) மற்றும் கன்வெயர் பெல்ட் (conveyor belt) ஆகியவைகளில் மேலிருந்து கீழோ அல்லது கீழிருந்து மேலோ இயந்திரத்தை சிறிதளவு நகர்த்த இன்ச் கன்ட்ரோல் முக்கியமாக தேவைப்படுகிறது.

கீழ்க்கண்ட வழிகளில் ஜாக்கிங்-யை பெறலாம்

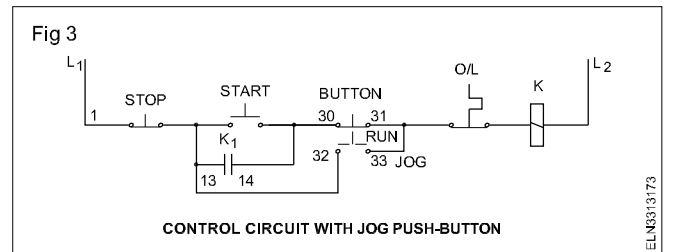
- செலக்டர் சுவிட்ச்
- புஷ்-பட்டன்
- ஜாக் ரிலேவுடன் கூடிய புஷ்-பட்டன்

**செலக்டர் சுவிட்ச்-யை பயன்படுத்தி ஜாக்கிங் கன்ட்ரோல் (Jogging control using a selector switch):** செலக்டர் சுவிட்சை பயன்படுத்தி, ஏற்கனவே உள்ள ஸ்டார்ட் பட்டனை ஜாக்கிங் புஷ் பட்டனாகவும், ஸ்டார்டிங் புஷ் பட்டனாகவும் பயன்படுத்தலாம். ஸ்டார்ட் பட்டனுக்கு பக்க இணைப்பிலுள்ள பிடிக்கும் காண்டேக்டுக்கு பதிலாக அந்த இடத்தில் செலக்டர் சுவிட்சை ஜாக் நிலையாக படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைக்கப்படுகிறது. படம் 2 பேனல் லே அவுட்டை காட்டுகிறது.

ஜாக்கிங்/இன்ச்சிங் பட்டன் மூலமாக மோட்டாரை துவக்கவும் அல்லது நிறுத்தவும் முடியும். ஸ்டார்ட் பட்டன் அழுத்தப்பட்டு கொண்டு இருக்கும் வரை மோட்டார் இயங்கி கொண்டு இருக்கும்.

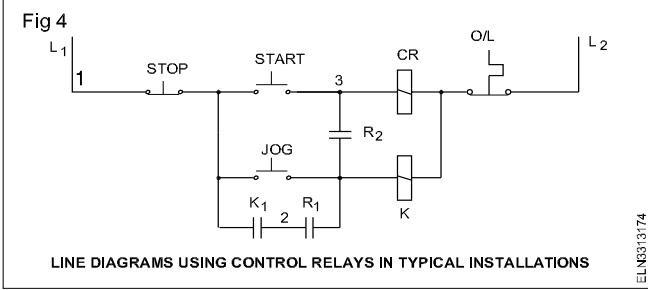


**புஷ் பட்டனை பயன்படுத்தி ஜாக்கிங் கன்ட்ரோல் (Jogging control using a push-button):** ஸ்டார்ட்-ஜாக்-ஸ்டாப் புஷ் பட்டன் ஸ்டேஷனுடன் இணைக்கப்பட்ட D.O.L. ஸ்டார்டரின் கன்ட்ரோல் சர்க்யூட் படம் 3-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. 'ON' புஷ் பட்டன் அழுத்தப்படும் பொழுது, ஜாக் பட்டனின் 'NO' காண்டேக்ட் 30 & 31 வழியாக நோ-வோல்ட் காயில் மின்சுற்று முழுமை பெற்று, காயில் 'K' சக்தி பெற்று, மெயின் காண்டேக்டர் மூடப்படுவதால், மோட்டார் ஓடுகிறது. டெர்மினல் 13 மற்றும் 14 இடையேயுள்ள சுய-தாங்கி துணை காண்டேக்ட் மூடப்பட்டு அதன் வழியாக 'ON' பட்டனை விட்ட பிறகும், நோ-வோல்ட் காயில் செயல்படுகிறது. ஜாக் புஷ் பட்டன் அழுத்தப்படும் பொழுது, நோ-வோல்ட் காயில் சர்க்யூட் முதலில் ஓப்பன்-ஆகி பிறகு காண்டேக்ட் 32 மற்றும் 33 வழியாக முழுமைப் பெற்று, ஜாக் பட்டன் அழுத்தப்படும் வரை மோட்டார் ஓடுகிறது. ஜாக் பட்டன் பலமுறை அழுத்தி விடுவதால், மோட்டார் ஸ்டார்ட் ஆகி ஸ்டாப் ஆகிறது. இதனால் அது 'அங்குல (inch)' தூரம் முன்னேறுகிறது. மாறாக ஸ்டார்ட் பட்டனை அழுத்தினால் மோட்டார் தொடர்ந்து ஓடுகிறது.



**ரிலேவை பயன்படுத்தி ஜாக்கிங் கன்ட்ரோல் (Jogging control using a relay):** கன்ட்ரோல் ரிலே மற்றும் வழக்கமான சாதனங்களுடன் இணைக்கப்பட்ட D.O.L. ஸ்டார்டரின் கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றை படம் 4 காட்டுகிறது. ஸ்டார்ட் பொத்தான் அழுத்தப்படும் பொழுது கன்ட்ரோல் ரிலே காயில் CR சக்தி பெற்று

காண்டேக்ட்  $R_1$  மற்றும்  $R_2$  மூடப்படுகிறது. இதன் மூலம், காண்டேக்ட்  $R_2$  வழியாக நோ-வோல்ட் காயில் 'K' மின்சுற்று முழுமை பெறுகிறது. இதன் விளைவாக சுய-தாங்கி துணை காண்டேக்ட்  $K_1$  மூடப்பட்டு, ஸ்டார்ட் பொத்தானை விடுப்பதே போதும் மோட்டார் தொடர்ந்து கூடிக்கொண்டிருக்கும்.



மோட்டார் ஓடாத நிலையில், ஜாக் பொத்தான் அழுத்தப்படும் பொழுது, நோ-வோல்ட் காயில் 'K' சர்க்யூட் முழுமைப் பெற்று, ஜாக் பொத்தான் அழுத்தப்பட்டு கொண்டு இருக்கும் வரை மோட்டார் ஓடுகிறது. கன்ட்ரோல் ரிலே CR சக்தி பெறாததால்  $R_1$  வழியாக இயங்கும் தாங்கும் மின்சுற்றும் (holding circuit) முழுமைப் பெறாது.

ரிலே மூலம் இயங்கும் ஜாக் கன்ட்ரோல்-வுடன் கூடிய 3 பேஸ் D.O.L ஸ்டார்ட்ருக்கு நான்கு 'NO' (இயல்பாக திறந்த) காண்டேக்ட் (3 முதன்மை மற்றும் ஒரு துணை) தேவைப்படுகிறது. மேலும் கன்ட்ரோல் ரிலே இரு 'NO' காண்டேக்டுகளை படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல், இருக்க வேண்டும்.

## ரோட்டரி வகை சுவிட்ச்கள் (Rotary type switches)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ரோட்டரி சுவிட்ச்-களின் வகை - மின்னழுத்த, மின்னோட்ட வரம்பு, துருவங்கள் செயற்பாடு, நிலைகள் பொருத்தப்படும் நிலை, கைப்பிடி வகை, ஒரு மணி நேரத்தில் இயங்கும் எண்ணிக்கை மற்றும் சிறப்பான தேவைகள் போன்ற விபரக் குறிப்புகளை விளக்குதல்.
- ரோட்டரி சுவிட்ச்-களின் திட்டமைப்பு வரைபடம் மற்றும் மோட்டாருக்கான ON/OFF, 3 துருவ சுவிட்ச், முன்-நிறுத்து-பின் (Forward stop reverse) 3 துருவ சுவிட்ச், ஸ்டார்ட்-டெல்டா சுவிட்ச் மாற்றும் துருவ மற்றும் சுவிட்ச்-களின் இணைப்பு வரைபடத்தையும் விளக்குதல்.

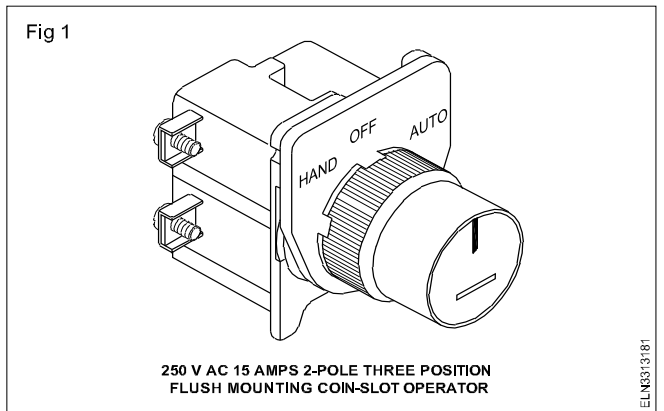
ரோட்டரி சுவிட்ச்-கள் பொதுவாக கடைசல், மில்லிங் துளையிடும் இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனென்றால் அதை இயக்குவது எளிது மற்றும் அதன் தற்போதைய நிலையை கண்களால் காண முடியும். இந்த சுவிட்ச்-களை லீவர் அல்லது நாப் (levers or knobs) மூலம் இயங்கப்பட்டு, அதன் மூலம் சுவிட்ச்-களில் உள்ளேயுள்ள கேம் (cam) இயங்குவதால் அதனை டெர்மினல்கள், ஒரு வரிசை அடிப்படையில் உள்ளிருக்கும். contact blocks மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. இந்த கேம் மற்றும் காண்டேக்ட் கடின PVC-யில் செய்யப்பட்டு அதிகப்படியான இயங்குதலை தாங்க கூடியதாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. பல சர்க்யூட்களை, பல்வேறு கேம் மற்றும் காண்டேக்ட் இணைப்பதன் மூலம் இயங்க முடியும். contact block டெர்மினல் மற்றும் கேம் ஆகியவை ஸ்பிரிங்குகளால் இணைக்கப்பட்டு உள்ளதால் அனுபவமில்லாத நபர்கள் இதனை திறக்கக்கூடாது.

இந்த ரோட்டரி சுவிட்ச்-கள் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

- துருவம் (poles)
- செயற்பாடு (function)
- நிலை (position)

- பொருத்துதலின் வகை (mounting type)
- கைப்பிடி வடிவமைப்பு மற்றும் (handle design)
- எத்தனை முறை இயக்கத்தக்கது (frequency of operations)

**துருவங்கள் (Poles):** சுயமாக இணைக்கத்தக்க டெர்மினல்களின் எண்ணிக்கையை பொருத்து 2 துருவம் (சிங்கிள் பேஸ், படம் 1) அல்லது 3 துருவம் (3 பேஸ், படம் 2) சுவிட்ச்-கள் என அழைக்கப்படுகிறது.



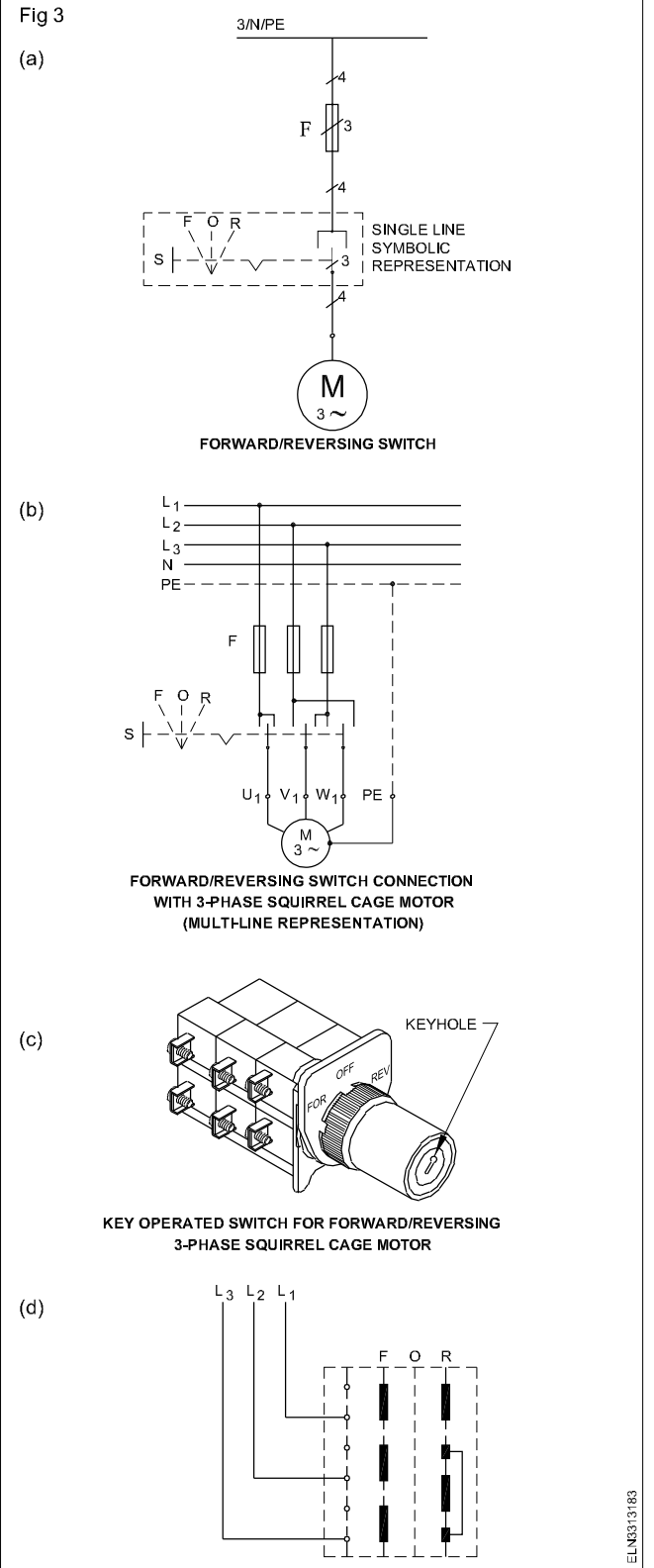
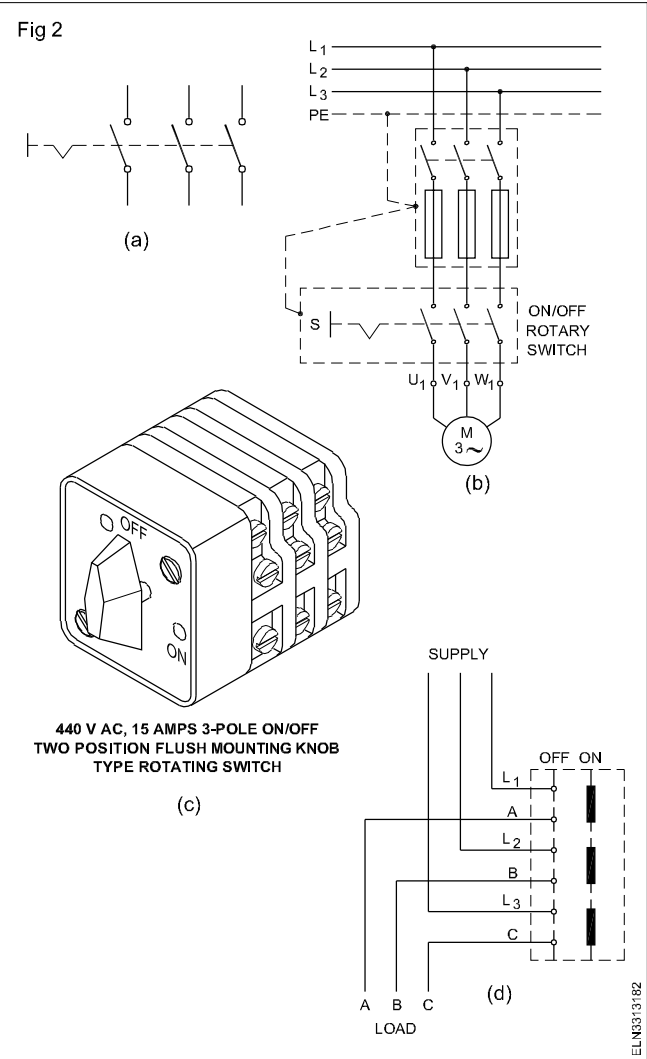
**செயற்பாடு (Function):** கேம் மற்றும் contact block ஒருங்கிணைப்பை பொருத்து, சுவிட்ச்-களில் பல செயற்பாடுகளை செய்ய முடியும். அதன்படி அவைகள்



- ON/OFF சுவிட்ச்கள் (படம் 2)
- கையால் இயங்கும் முன்னோக்கி/பின்னோக்கி சுவிட்ச்கள் (படம் 3)
- கையால் இயங்கும் ஸ்டார்/டெல்டா சுவிட்ச்கள் (படம் 4)
- வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் துருவம் மாற்றும் சுவிட்ச்கள் (படம் 5) என பிரிக்கலாம்.

இதனை தவிர வோல்ட் மீட்டர்/அம்மீட்டர் செலக்டர் சுவிட்ச்கள் மற்றும் 4 நிலை ஏர் கண்டிஷனர் சுவிட்ச்களும் உள்ளன.

**நிலை (Position):** ரோட்டரி வகை, செலக்டர் சுவிட்ச்கள் இரண்டு (படம் 1), மூன்று (படம் 1, 3 மற்றும் 4) மற்றும் நான்கு நிலைகளை கொண்டு இருக்கும். அவைகள் நிலைத்திருக்கும் அல்லது ஸ்பிரிங்-ஆல் (உடனடியாக) திரும்பும் கட்டுப்பாட்டை கொண்டுள்ளது. இரண்டு மற்றும் மூன்று நிலை சுவிட்ச்கள், நிலைத்திருக்கும் அல்லது ஸ்பிரிங்-ஆல் திரும்பும்படியாகவும், நான்கு நிலை சுவிட்ச்கள், நான்கு நிலைகளிலும் நிலைத்திருக்கும் படியாகவும் இருக்கும்.

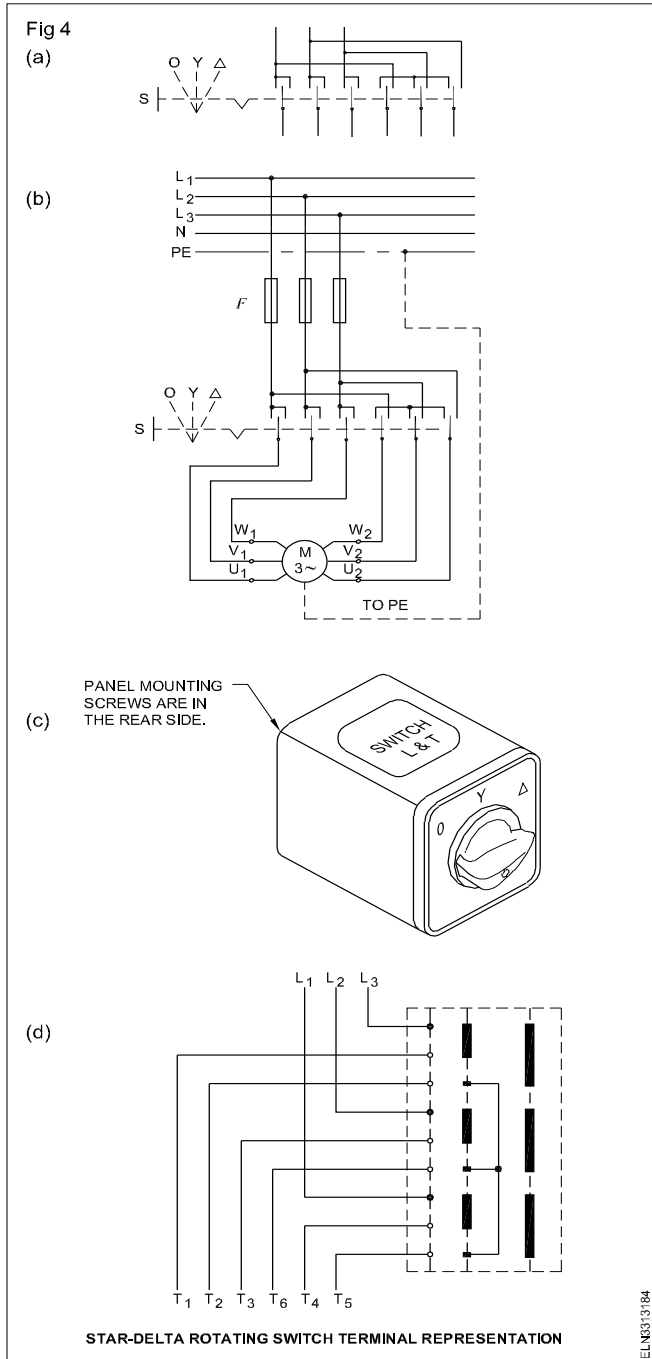


**பொருத்துதலின் வகை (Mounting type):** தேவைக்கு ஏற்றவாறு கீழ்க்கண்ட பொருத்தும் வகைகளில் இருந்து ஒன்றை நாம் தேர்வு செய்யலாம்.

மேற்புறத்தில் பொருத்தும் வகை

ஃப்ளஷ் (Flush) பொருத்தும் வகை (படம் 1)

பெட்டியில் பொருத்தும் வகை (படம் 4)



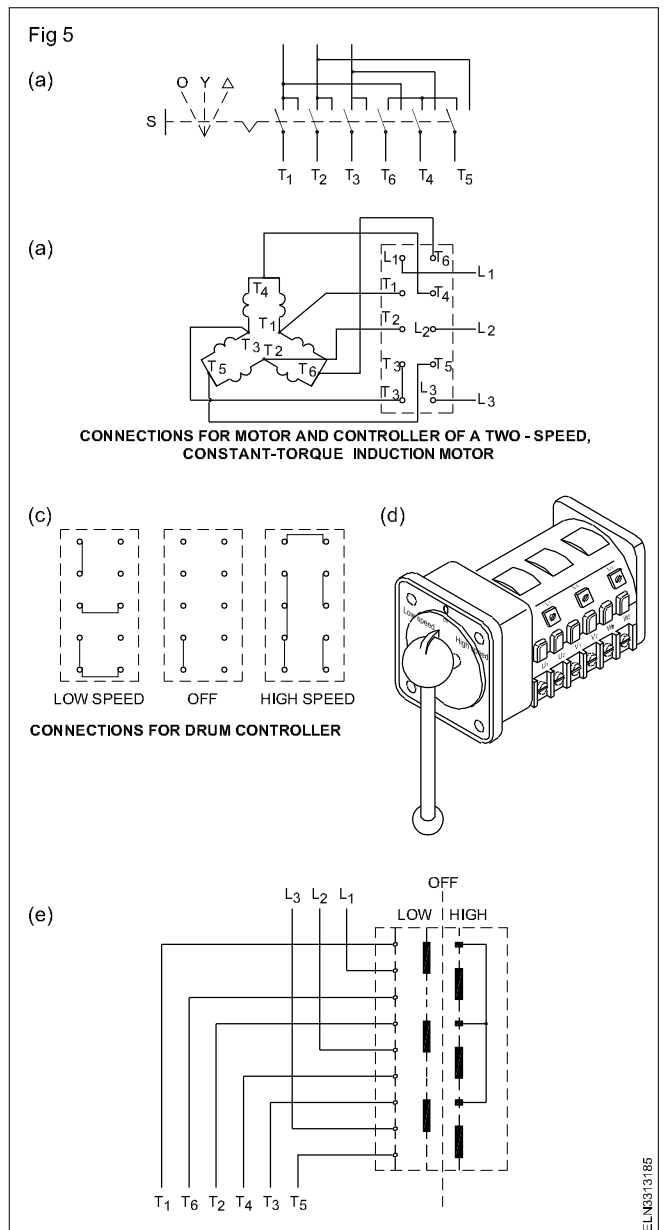
**கைப்பிடி வடிவமைப்பு (Handle design):** செயற்பாட்டை பொருத்து இதனை வகைப்படுத்த முடியும்.

- நாப் (knob) (படம் 2c)
- லீவர் (lever) (படம் 5d)
- காயின் ஸ்லாட் (coin slot) (படம் 1)
- கீ ஆப்பரேஷன் (key operation) (படம் 3c)

**எத்தனை முறை இயக்கத்தக்கது (Frequency of operation):** இந்த சுவிட்ச்களை ஒரு மணி நேரத்தில் எத்தனை முறை இயக்கலாம் என்பதை B.I.S. 10118 (பகுதி II) 1982-ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அதன்படி கீழே அதற்கான விபரம் தரப்பட்டுள்ளது.

**விபரக் குறிப்புகள்:** ரோட்டரி சுவிட்ச்களை சந்தையில் வாங்குவதற்கு கீழ்க்கண்ட தகவல்கள், விவர குறிப்புகளில் இடம் பெற வேண்டும்.

வ. எண்	விபரம்	ஒரு மணி நேரத்தில் இயக்கத்தக்க எண்ணிக்கை
1	ON/OFF மற்றும் சிஸ்டம் செலக்டர் சுவிட்ச்	150 முறை வரை
2	துருவம் மாற்றும் சுவிட்ச்	150 முறை வரை
3	கையால் இயக்கப்படும் ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச்	30 முறை வரை
4	வேகக் கட்டுப்பாடு சுவிட்ச்	150 முறை வரை



- வேலைக்குரிய மின்னழுத்தம் மற்றும் இயக்கத்தின் வகை - AC அல்லது DC
- லோடு சுரண்ட் (பளு மின்னோட்டம்)
- துருவங்கள்
- செயற்பாடு
- இயக்கப்படும் நிலை
- பொருத்துதலின் வகை
- இயக்கத்தின் எண்ணிக்கை
- ஏற்றுக்கொள்ள கூடிய அதிகபட்ச அளவு
- கவசத்தின் (மூடி) வகை

### ரோட்டரி சுவிட்ச்களின் திட்டமைப்பு வரைப்படம் (Schematic diagram of rotary switches)

**ON/OFF சுவிட்ச் (ON/OFF switch):** இந்த சுவிட்ச்கள் 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரை நேரடியாக துவக்க பயன்படுகிறது இது படம் 2a-யில் குறியீடு மூலம் காட்டப்பட்டுள்ளது. முழு இணைக்கும் வரைப்படம், படம் 2b-யிலும் மற்றும் பெட்டி பொருத்தும் வகை, நாப் வகை, கைப்பிடி கொண்ட சுவிட்ச்-யின் வழக்கமான தோற்றம் படம் 2c-யிலும் கட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 2d, ON/OFF சுவிட்ச் தயாரிப்பாளர்களின் கையேடு உருவமைப்பை காட்டுகிறது.

**கையால் இயக்கப்படும் முன்னோக்கி/பின்னோக்கி சுவிட்ச் (Manual forward/reversing switch):** இந்த சுவிட்ச்கள், ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை முன்னோக்கி மற்றும் பின்னோக்கி சுழற்ற பயன்படுகிறது. படம் 3a அதன் குறியீட்டு விளக்கத்தை காட்டுகிறது. அதன் முழுமையான இணைப்பு வரைபடம், படம் 3b-யிலும் மற்றும் பெட்டி வகை பொருத்தும் கவசத்துடன் கூடிய சாவி இயக்க வகை சுவிட்ச்-யின் வழக்கமான தோற்றம் படம் 3c-யிலும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

### கையால் இயக்கப்படும் ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் (Manual star-delta starter)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரின் அவசியத்தை கூறுதல்
- ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச் மற்றும் ஸ்டார்ட்டர்களின் கட்டமைப்பு, இணைப்பு மற்றும் செயற்பாட்டை விளக்குதல்
- மோட்டார் மின்சுற்றிலுள்ள பேக்-அப் (back-up) ஃப்யூஸ்-யின் வரம்பை தெரிவித்தல்.

**3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாருக்கான ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரின் அவசியம் (Necessity of star-delta starter for 3-phase squirrel cage motor):** 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார்,

படம் 3d முன்னோக்கி/பின்னோக்கி ரோட்டரி சுவிட்ச்-யின் தயாரிப்பாளர்களின் கையேடு உருவமைப்பை காட்டுகிறது.

**கையால் இயக்கப்படும் ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச் (Manual star-delta starter switch):** இந்த சுவிட்ச்கள் 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை ஸ்டார் நிலையில் துவக்கவும் மற்றும் டெல்டா நிலையில் ஓட்டவும் பயன்படுகிறது. படம் 4a அதன் குறியீட்டு விளக்கத்தை காட்டுகிறது. அதன் முழுமையான இணைப்பு வரைபடம், படம் 4b-யிலும் மற்றும் நாப் இயக்க, பெட்டி வகை ஸ்டார்ட்டரின் வழக்கமான தோற்றம் படம் 4c-யிலும் காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 4d, கையால் இயக்கப்படும் ஸ்டார்-டெல்டா ரோட்டரி சுவிட்ச்-யின் தயாரிப்பாளர்களின் கையேடு உருவமைப்பை காட்டுகிறது.

**துருவ மாற்றம் ரோட்டரி சுவிட்ச் (Pole-changing rotary switch):** இந்த சுவிட்ச்கள் 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை, ஒரு வேகத்திலிருந்து மற்றொரு வேகத்திற்கு மாற்ற பயன்படுகிறது. இரு வேறு வையிண்டிங்கின் மூலமாகவோ அல்லது தொடர் டெல்டா (குறைந்த வேகம்) அல்லது பக்க இணைப்பு ஸ்டார் (அதி வேகம்) இணைப்புகளாக ஏற்படுத்தப்பட்ட ஆறு வையிண்டிங்களில் மூலமாகவோ மாற்றப்படுகிறது. (படம்.5)

படம் 5a அதன் குறியீட்டு விளக்கத்தை காட்டுகிறது. படம் 5b மற்றும் 5c மோட்டார் இணைப்புடன் கூடிய அதன் முழுமையான இணைப்பு வரைப்படத்தையும் மற்றும் படம் 5d லீவர் வகை சுவிட்ச்-யில் வழக்கமான தோற்றத்தையும் காட்டுகிறது.

படம் 5e துருவம் மாற்றும் ரோட்டரி சுவிட்ச்-யின் தயாரிப்பாளர்களின் கையேடு விளக்கத்தை காட்டுகிறது.

நேரடியாக துவக்கப்படும் பொழுது அது முதலில் அதன் முழு பளு மின்னோட்டத்தை போல் 5-6 மடங்கு எடுத்துக் கொள்கிறது. வேகம் அதன் மதிப்பை அடையும் பொழுது மின்னோட்டம்

ஆனது அதன் வழக்கமான மதிப்புக்கு குறைகிறது. மோட்டார் உறுதியான கட்டமைப்பை கொண்டு உள்ளதால் சில விநாடிகளே நீடிக்கும், அதிகமான துவக்க மின்னோட்டத்தால் ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாருக்கு எந்த பாதிப்பும் ஏற்படாது.

ஆனால் அதிக திறன் கொண்ட மோட்டாரின் துவக்க மின்னோட்டமானது அதிகப்படியான மின்னழுத்த ஏற்றத்தாழ்வுகள் ஏற்படுத்துவதுடன் மற்ற பளுக்களையும் பாதிக்கிறது. மேலும் எல்லா ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார்களும் ஒரே சமயத்தில் துவக்கப்படும் பொழுது, அந்த கன பொழுதில் பவர் லைன் (power line) டிரான்ஸ்பார்கள் மற்றும் ஆல்டர்னேட்டர்களில் அதிகமான பளுவை ஏற்றுகிறது.

ஆகவே, ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாருக்கு வழங்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை துவக்க நேரத்தில் குறைத்தும், அதன் வேகம் அதிகரித்தவுடன் வழக்கமான மின் அழுத்தத்தையும் வழங்க வேண்டும்.

கீழ்க்கண்ட முறைகளின்படி, ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாருக்கு துவக்கப்படும் சமயத்தில் வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் குறைக்கப்படுகிறது.

- ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச் அல்லது ஸ்டார்ட்டர்
- ஆட்டோ-டிரான்ஸ்பார்மர் ஸ்டார்ட்டர்
- ஸ்டெப்-டவுன் டிரான்ஸ்பார் ஸ்டார்ட்டர்

**ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் (Star-delta starter):** ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச் என்பது மின்சுற்றிலுள்ள ஃப்யூஸை தவிர, ஓவர்லோடு அல்லது குறைந்த மின்னழுத்தம் போன்று எந்த பாதுகாப்பும் இல்லாத ஒரு எளிமையான அமைப்பை கொண்ட கேம் (cam) சுவிட்ச் ஆகும். ஆனால் ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரில் ஓவர்லோடு ரிலே மற்றும் குறைந்த மின்னழுத்த பாதுகாப்பு மற்றும் கூடுதலாக ஃப்யூஸ் பாதுகாப்பு ஆகியவை உள்ளன.

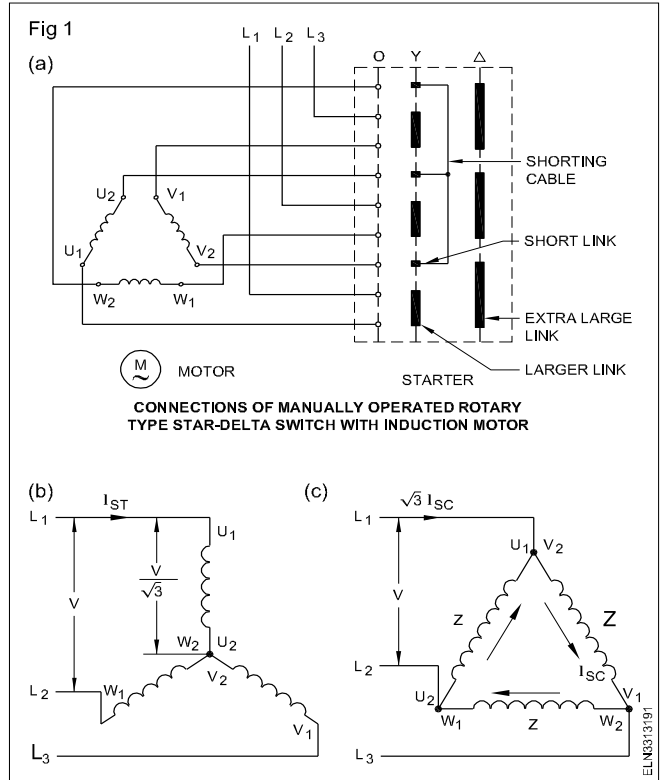
ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச்/ஸ்டார்ட்டர் மூலம், ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார் துவக்கப்படும் சமயத்தில் ஸ்டாரில் இணைக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் பேஸ் வோல்டேஜ்  $1/\sqrt{3}$  மடங்கு குறைகிறது. மோட்டாரின் வேகம் அதிகரித்தவுடன், அதன் வையிண்டிங்கள் டெல்டா-வில் இணைக்கப்படுவதால் இப்பொழுது பேஸ் வோல்டேஜ்-ம் லைன் வோல்டேஜ்-ம் சமமாக இருக்கும்.

ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச்/ஸ்டார்ட்டரை 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாருடன் இணைக்க

வேண்டுமாயின், 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் அனைத்து ஆறு டெர்மினல்களும் வெளியே இருக்க வேண்டும்.

படம் 1-ல் காட்டப்பட்ட, ஸ்டார்-டெல்டா சுவிட்ச் மூலம் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் 3 வையிண்டிங்களை ஸ்டாரிலும் பிறகு டெல்டாவிலும் இணைக்க முடியும். ஸ்டார் இணைப்பில், வையிண்டிங்களில் தொடக்க முனையான  $U_1, W_1$  மற்றும்  $V_1$  ஆகியவை முறையே மின்சப்ளை  $L_1, L_2$  மற்றும்  $L_3$ -வுடன், நீளமான லிங்க் (link) மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. குறைவான இணைப்புகள் (short links)  $V_2 U_2$  மற்றும்  $W_2$  இணைத்து, அதனை ஸ்டார்ட் பாயின்ட் ஏற்படுத்தும் விதமாக ஷார்ட் செய்யப்படுகிறது. படம் 1b-ல் காட்டப்பட்டுள்ள திட்டமைப்பு வரைப்படம் இதனை காட்டுகிறது.

சுவிட்ச்-யின் கைப்பிடி டெல்டா நிலைக்கு மாற்றப்படும் பொழுது, டெர்மினல்கள்  $U_1 V_2, W_1 U_2$  மற்றும்  $V_1 W_2$  ஆகியவை முறையே மின்சப்ளை  $L_1, L_2$  மற்றும்  $L_3$ -வுடன் மிக நீளமான லிங்க் மூலம் இணைக்கப்பட்டு டெல்டா இணைப்பு ஏற்படுகிறது. (படம் 1c)



கையால் இயக்கப்படும் ஸ்டார்-டெல்டா (Manual star-delta starter): படம் 2a வழக்கமான ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரை காட்டுகிறது. இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட கைப்பிடியானது, ஸ்பிரிங் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால், நோ-வோல்ட் (தூங்கி பிடிக்கும்) காயில் சக்தி பெறும்வரை, அது எந்தவொரு நிலையில்

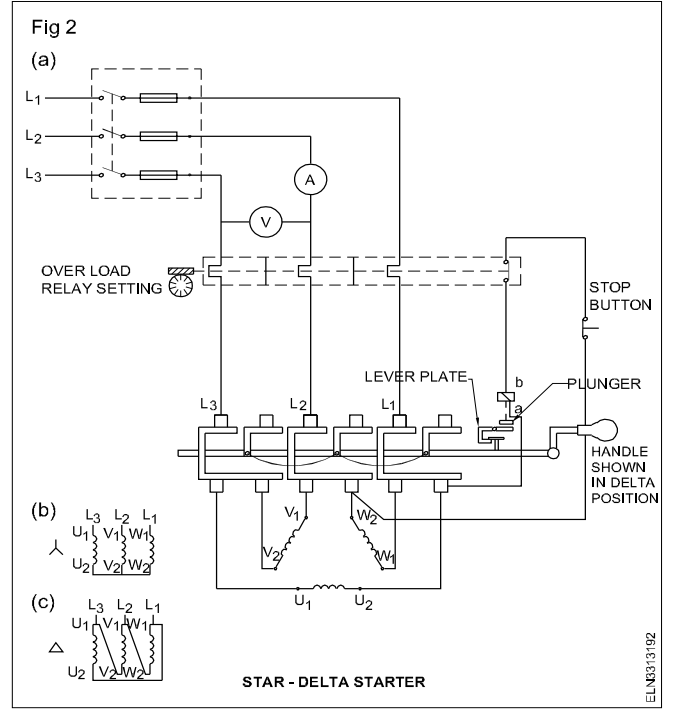
இருந்தாலும் மீண்டும் OFF நிலைக்கே திரும்பி வந்து விடும். தாங்கி பிடிக்கும் (hold-on) காயிலின் மின்சுற்று சப்ளை  $U_2$  மற்றும்  $W_2$  மூலமாக முற்று பெறும் பொழுது, காயில் சக்தி பெற்று பிளாஞ்சரை (plunger) தாங்குவதால், ஸ்பிரிங் விசைக்கு எதிராக லீவர் தகடு அமைப்பின் மூலம் கைப்பிடியை டெல்டா நிலையில் நிறுத்தி விடுகிறது. தாங்கி பிடிக்கும் காயில் சக்தி இழக்கும் பொழுது, பிளாஞ்சர் நழுவி, லீவர்-தகடு அமைப்பை இயக்குவதால், ஸ்பிரிங் விசையின் விளைவாக கைப்பிடியானது OFF நிலைக்கு தள்ளப்படுகிறது. கைப்பிடியில் மேலும் ஒரு அமைப்பு (படத்தில் காட்டப்படவில்லை) இருக்கிறது. அது கைப்பிடியை முதல் இயக்கத்திலே டெல்டா நிலைக்கு, இயக்குபவரால் கொண்டு செல்ல முடியாதவாறு செய்கிறது. கைப்பிடியை முதலில் ஸ்டார் நிலைக்கும், மோட்டார் வேகம் அதிகரித்தவுடன், கைப்பிடியை டெல்டா நிலைக்கும் கொண்டு செல்ல வேண்டும்.

கைப்பிடியில் பல baffles உள்ளன. அவை ஒன்றுகொன்றும் மேலும் கைப்பிடியில் இருந்தும் இன்சுலேட் செய்யப்பட்டுள்ளது. கைப்பிடியை ஸ்டார் நிலைக்கு எடுத்து செல்லும் பொழுது, இந்த baffle வையிண்டிங்களில் தொடக்க முனைகள்  $W_1, V_1$  மற்றும்  $U_1$ -யை முறையே மின்சப்ளை  $L_1, L_2$  மற்றும்  $L_3$  உடன் இணைக்கிறது. அதே நேரம் சிறு baffles-கள்  $V_2, W_2$  மற்றும்  $U_2$ -வை குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்ட கேபிள் மூலம் இணைப்பதால் ஸ்டார் முனை உருவாகிறது. (படம் 2b)

கைப்பிடி டெல்டா நிலைக்கு தள்ளப்படும் பொழுது, தடுப்பான்களின் நீளமான முனை ஆனது சப்ளை  $L_1, L_2$  மற்றும்  $L_3$ -யை முறையே வையிண்டிங் டெர்மினல்கள்  $W_1, U_2, V_1, W_2$  மற்றும்  $U_1, V_2$  உடன் இணைப்பதால் டெல்டா இணைப்பு உருவாகிறது. (படம் 2c)

ஓவர் லோடு ரிலேவின் மின்னோட்ட அளவை, worm சியர் அமைப்புடன் கூடிய இன்சுலேட் உருளையின் மூலம் மாற்றி அமைக்கலாம். மின்னோட்டமானது வகுக்கப்பட்ட அளவை விட அதிகமாகும் பொழுது, ரிலே சூடேற்றி ராடில் உண்டாகும் வெப்பமானது உருளையை தள்ளுவதால் தாங்கி பிடிக்கும் காயிலின் சுற்றில் திறப்பு ஏற்பட்டு, காயில் சக்தியை இழந்து ஸ்பிரிங் விசையால் கைப்பிடி 'OFF' நிலைக்கு திரும்புகிறது.

ஸ்டாப் பட்டனை இயக்குவதன் மூலம், தாங்கி பிடிக்கும் காயில் (hold-on coil) சக்தி இழப்பதால், மோட்டாரை நிறுத்த முடிகிறது.



**பேக்-அப் ஃப்யூஸ் பாதுகாப்பு (Back-up fuse protection):** ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் மூலம் இயக்கப்படும் மோட்டார் மின்சுற்றை ஷார்ட்ட்-சர்க்யூட்டிலிருந்து பாதுகாக்க ஃப்யூஸ் பாதுகாப்பு அவசியமாகும். பொதுவான கட்டை விரல் விதிப்படி (thumb rule) 415V, 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின், முழு பளு மின்னோட்டம் ஒரு H.P.-க்கு 1.5 மடங்காக எடுத்த கொள்ள வேண்டும். உதாரணமாக, ஒரு 10 HP, 3 பேஸ் 415V மோட்டாரின் முழு பளு மின்னோட்டம் 15 A ஆக இருக்கும்.

ஃப்யூஸ் அடிக்கடி உருகுவதை தடுக்கவும். அதே சமயம் சரியான பாதுகாப்புக்காகவும், ஃப்யூஸ் கம்பி மதிப்பு, மோட்டாரின் முழு பளு மின்னோட்டத்தை விட 1.5 மடங்கு இருக்க வேண்டும். ஆகவே 10 HP, 15 A மோட்டாரின் ஃப்யூஸின் மதிப்பு 23 A அல்லது 25 A ஆக இருக்கும்.

**ஸ்டார் மற்றும் டெல்டா இணைப்பால், இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட் மற்றும் டார்க்-யில் ஏற்படும் தாக்கத்தை ஒப்பிடுதல் (Comparison of impact of star and delta connections on starting current and torque of the induction motor):** ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின், 3 பேஸ் வையிண்டிங்கை ஸ்டார்ட்டர் மூலம் ஸ்டாரில் இணைக்கும் பொழுது, ஒவ்வொரு வையிண்டிங்கிலும் பேஸ் வோல்டேஜ், லைன் வோல்டேஜ்-யை விட  $1/\sqrt{3}$  மடங்கு (58%) குறைகிறது. இதனால் ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட், மோட்டாரை நேரடியாக டெல்டாவில் இணைப்பதால் உண்டாக கூடிய

டார்க்கை விட 1/3 மடங்கு குறைகிறது. இதன் மூலம் ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கு-க்கும் 1/3 மடங்கு குறைகிறது.

இதை கீழ்க்கண்ட எடுத்துகாட்டு மூலம் விளக்க முடியும்.

#### எடுத்துகாட்டு (Example)

ஒரு ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் 3 பேஸ் வையிண்டிங், 20 ஓம் (ohm) மின்தடை மற்றும் 15 ஓம் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் (inductive reactance) கொண்ட ஒரே மாதிரியான காயில்கள் ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் மூலம் a ஸ்டார்

b டெல்டாவில் 3 பேஸ் 400V 50Hz சப்ளையுடன் இணைக்கப்படுகிறது.

அதன் இரு நிலையிலும் உண்டாக கூடிய லைன் கரண்ட் மற்றும் செலவாகும் மொத்த திறனை கண்டுபிடிக்கவும். இரு சமயங்களிலும் ஏற்படக் கூடிய டார்க்கை-யை ஒப்பிடுக.

#### தீர்வு (Solution)

ஒரு பேஸின் இம்பிடென்ஸ் (Impedence)

$$Z_{ph} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{20^2 + 15^2} = 25\Omega$$

ஸ்டார் கனெக்ஷன்

$$E_{ph} = \frac{E_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ volts}$$

$$I_{ph} = \frac{E_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{231}{25} = 9.24 \text{ amps}$$

$$I_L = I_{sh} = 9.24 \text{ amps.}$$

செலவாகும் திறன் =  $\sqrt{3} E_L I_L \text{Cos } \theta$

$$= \sqrt{3} \times 400 \times 9.24 \times 1 \text{ (PF = 1, என கொள்வோம்)}$$

$$= 6401 \text{ watts.}$$

டெல்டா இணைப்பு

$$E_{ph} = E_L = 400V$$

#### செமி-ஆட்டோமேட்டிக் ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் (Semi-automatic star-delta starter)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- செமி-ஆட்டோமேட்டிக் ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரின் ஓயரிங் வரைப்படத்தை விளக்குதல்
- செமி-ஆட்டோமேட்டிக் ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரின் செயற்பாட்டை விவரித்தல்.

ஒரு தரமான ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் மூன்று வையிண்டிங்களின் இரு முனைகளையும் (ஆறு டெர்மினல்கள்) வெளி

$$I_{ph} = \frac{E_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{400}{25} = 16A$$

$$I_L = \sqrt{3} I_{ph} = 1.732 \times 16 = 27.7 A$$

செலவாகும் திறன் =  $\sqrt{3} E_L I_L \text{Cos } \theta$  (PF = 1, என கொள்வோம்)

$$= \sqrt{3} \times 400 \times 27.7 \times 1$$

$$= 19190 \text{ W. (19.19W)}$$

உண்டாகும் டார்க்கை, வையிண்டிங் இடையேயுள்ள மின்னழுத்தத்தின் வர்க்கத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

ஸ்டார் இணைப்பில், வையிண்டிங் இடையில் உள்ள மின்னழுத்தம்  $E_{ph}$

$$E_{ph} = \frac{E_L}{\sqrt{3}}$$

$$\text{எனவே டார்க்கை} = \frac{E_L^2}{\sqrt{3}} \text{ K in star}$$

டெல்டா இணைப்பில், வையிண்டிங் இடையில் உள்ள மின்னழுத்தம்  $E_{ph}$

$$E_{ph} = E_L.$$

எனவே டார்க்கை ( $E_L$ )<sup>2</sup> K =  $E_L^2$  K.

ஒப்பிடுகையில், ஸ்டார் இணைப்பில், துவக்க நேரத்தில் உண்டாக கூடிய டார்க்கை ஆனது, டெல்டா இணைப்பில் (இயங்கும் நேரத்தில்) உண்டாகக்கூடிய டார்க்கை-யை விட 1/3 மடங்கு குறைவாக இருக்கிறது.

ஸ்டார் இணைப்பில், துவக்க நேரத்தின் டார்க்கை 3 மடங்கு குறைவாக இருப்பதால், அதிகமான லோடுகளுடன் மோட்டாரை துவக்க, ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. அதற்கு பதிலாக, ஆட்டோ-டிரான்ஸ்பார்மர் ஸ்டார்ட்டரை பயன்படுத்த முடியும். அதில் தேவைப்படும் டார்க்கை-க்கு ஏற்றவாறு லைன் மின்னழுத்தத்தை 58%-க்கும் அதிகமாகவும் மாற்ற முடியும்.

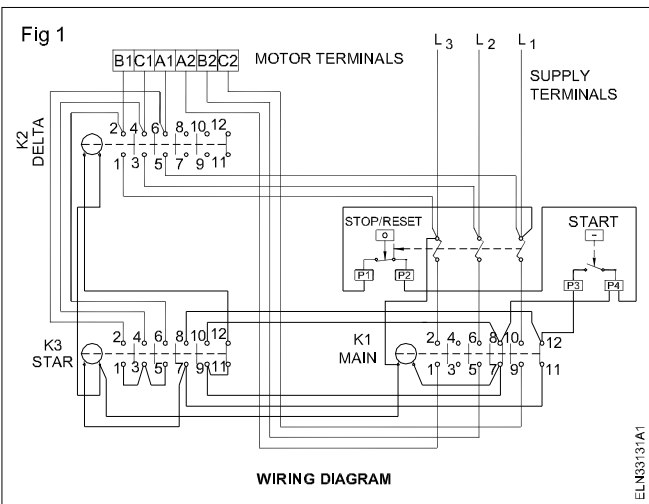


செய்யப்பட்ட காண்டேக்டர்கள் (contactors) பயன்படுத்தப்பட்டு இருந்தால், மோட்டாரை ஸ்டாரில் துவக்கப்பட்டு, டெல்டாவில் ஓட வைக்க முடியும்.

ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்டரை சரியாக கையாள சிறப்பான திறன் தேவைப்படுகிறது. கையால் இயக்கப்படும் லீவரை அலட்சியமாக செயற்படுத்துவதால் ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்டரில் உள்ள நகரும் மற்றும் நிலையான காண்டேக்டர்கள் (contacts) பழுதடைகிறது.

காண்டேக்டர்கள் சப்ளையுடன் இணைப்பை ஏற்படுத்தவும் மற்றும் துண்டிக்கவும் பயன்படுகின்றன. படம் 1-ல் ஓயரிங் வரைபடத்தையும் மற்றும் படம் 2-ல் பவர் சர்க்யூட் மற்றும் கன்ட்ரோல் சர்க்யூட்டின் லைன் வரைபடத்தையும் காட்டுகிறது.

**செயற்பாடு (Operation):** படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ள கன்ட்ரோல் மற்றும் பவர் சர்க்யூட்டை கவனிக்கவும். start பட்டன்  $S_2$  அழுத்தப்படும் பொழுது,  $P_4$ ,  $P_3$  மற்றும்  $K_1$ -ன் இயல்பாக மூடிய காண்டேக்ட் 12 மற்றும் 11 வழியாக காண்டேக்டர் காயில்  $K_3$  சக்தி பெறுகிறது.  $K_3$  மூடும் போது, அது 11 மற்றும் 12 இடையேயுள்ள,  $K_3$ -ன் இயல்பாக மூடிய காண்டேக்ட்டை திறக்கிறது. மேலும் 10 மற்றும் 9 இடையேயுள்ள  $K_3$ -ன் காண்டேக்ட்டை மூடுகிறது.  $P_4$ ,  $K_3$ -ன் 10 மற்றும் 9 வழியாக மெயின் காண்டேக்டர்  $K_1$  சக்தி பெறுகிறது. ஒரு முறை  $K_1$  சக்தி பெற்றவுடன்  $K_1$ -யின் 8 மற்றும் 7 'NO' காண்டேக்ட்டும்,  $K_3$ -ன் 10 மற்றும் 9. டெர்மினல்களுக்கு இடையே பக்க இணைப்பை உண்டாக்குகிறது.

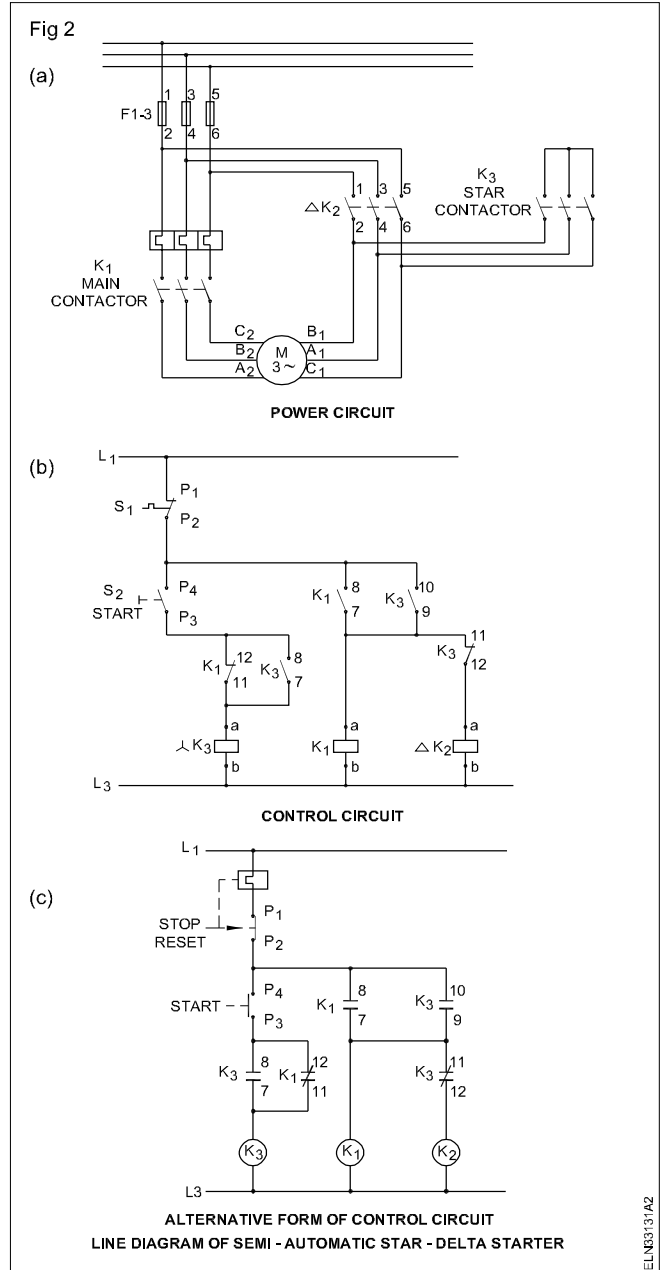


ஸ்டார்ட் பட்டனை அழுத்தும் வரை, ஸ்டார் காண்டேக்டர்  $K_3$  சக்தி பெற்று இருக்கிறது. ஸ்டார்ட் பட்டனை விட்டவுடன்,  $K_3$ -ன் காயில் சக்தி இழக்கிறது.  $K_1$  மற்றும் டெர்மினல் 12

மற்றும் 11 இடையேயுள்ள இயல்பாக மூடிய காண்டேக்ட் உடைய interlock-ன் விளைவாக, காண்டேக்ட் செயற்படாது.

$K_3$  காண்டேக்டர் சக்தி இழந்தவுடன், டெர்மினல் 11 மற்றும் 12 இடையேயுள்ள இயல்பாக மூடிய  $K_3$ -ன் காண்டேக்ட்,  $K$ -ன் காயில் சர்க்யூட்டை முழுமையடைய செய்கிறது. டெல்டா காண்டேக்டர்  $K_2$  மூடுகிறது.

மோட்டாரை இயக்குபவர், மோட்டாரின் துவக்கத்தை கவனிக்க வேண்டும். மோட்டார், சிங்கர்னைஸ் வேகத்தில் 70%-க்கு மேல் அடைந்தவுடன் மட்டுமே மோட்டார் திருப்திகரமாக ஓடுவதற்காக ஷார்ட் பட்டன் அழுத்தப்படுவதை விட வேண்டும். படம் 2c கன்ட்ரோல் சர்க்யூட்டின் மாற்று வடிவத்தை காட்டுகிறது.



## ஆட்டோமேட்டிக் ஸ்டார் - டெல்டா ஸ்டார்ட்டர் (Automatic star-delta starter)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

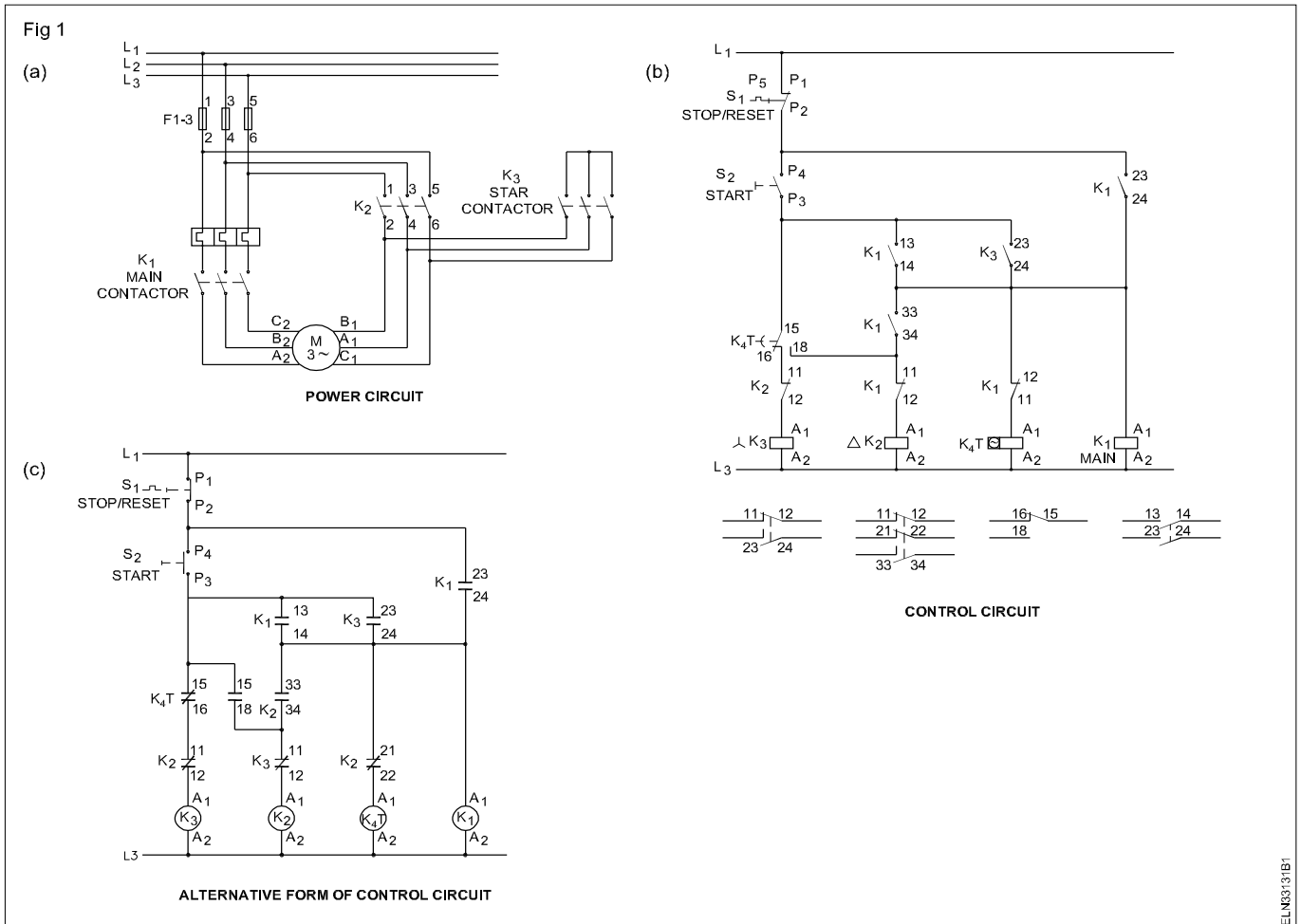
- தனியாங்கி ஸ்டார்-டெல்டா மற்றும் ஓவர் லோடு ரிலே செட்டிங்கின் பயன்பாட்டை விளக்குதல்
- தனியாங்கி ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரின் செயற்பாட்டை விளக்குதல்.

**பயன்பாடுகள் (Applications):** பெரிய மைய குளிர்சாதன அமைப்பின் சென்டிரிஃப்யூகல் சில்லர்ஸ்-யில் (centrifugal chillers) உள்ள விசிறிகள், ஃப்ளோயர்கள் (blowers), பம்புகள் அல்லது சென்டிரிஃப்யூகல்கள் மற்றும் குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் தேவைப்படும் இடங்களில் இயக்குவதே ஸ்டார்-டெல்டா மோட்டாரின் பிரதான பயன்பாடாகும். மேலும் குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட் தேவைப்படும் இடங்களில் ஸ்டார்-டெல்டா மோட்டார் பயன்படுகிறது.

ஸ்டார்-டெல்டா மோட்டாரின் அனைத்து வையிண்டிங்களும் பயன்படுகிறது. அங்கே மின்தடைகள் அல்லது ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர்கள் போன்ற குறைக்கும் சாதனங்கள் இல்லை. அதிக inertia மற்றும் அதிக acceleration period கொண்ட லோடுகளுக்கு ஸ்டார்-டெல்டா மோட்டார்கள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**ஓவர் லோடு ரிலே செட்டிங் (Overload relay settings):** ஸ்டார்-டெல்டா ஸ்டார்ட்டரில் மூன்று ஓவர் லோடு ரிலேகள் இருக்கின்றன. அவைகள் மோட்டார் வையிண்டிங் கரண்ட்டை கொண்டு செல்ல உதவுகிறது. அதாவது வையிண்டிங் கரண்ட்டை பொருத்து, இந்த ரிலேகள் தேர்ந்து எடுக்கப் படுகிறது. ஆனால் டெல்டா இணைப்பில் ஃபுல் லோடு கரண்ட்டை (full load current) பொருத்- திருக்காது. மோட்டாரின் பெயர்-பலகை, டெல்டா இணைப்பின் ஃபுல் லோடு மின்னோட்டத்தை குறிக்கிறது. அதனை 1.73-ல் வகுத்தல், வையிண்டிங் மின்னோட்டம் கிடைக்கும். இந்த வையிண்டிங் கரண்ட் அடிப்படையாக கொண்டு, மோட்டார் வையிண்டிங்கின் பாதுகாப்பு ரிலே தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.

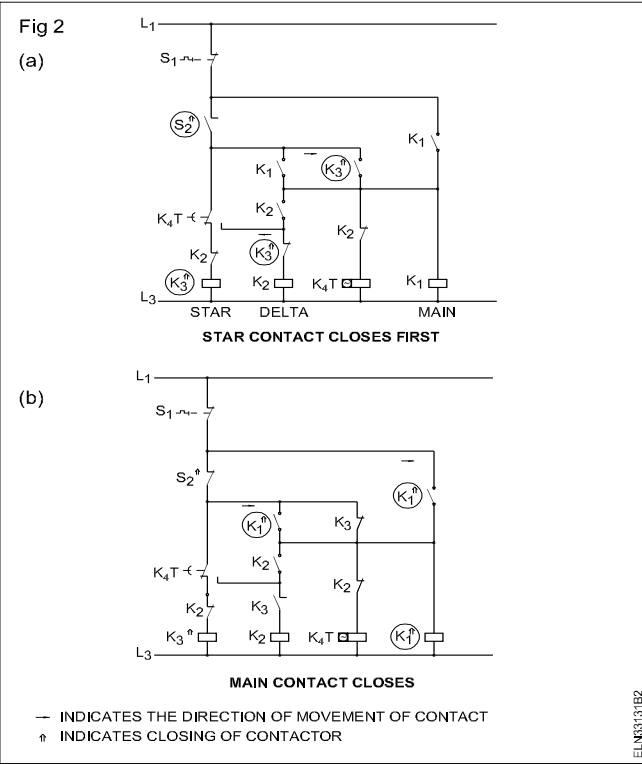
**செயற்பாடு (Operation):** படம் 1 ஆட்டோ-மேட்டிக் ஸ்டார் டெல்டா ஸ்டார்ட்டரின் சக்தி





மின்சுற்று மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றின் லைன் வரைப்படத்தை காட்டுகிறது. ஸ்டார்ட் பட்டன் S-யை அழுத்தும் பொழுது, ஸ்டார்ட் காண்டேக்டர் K<sub>3</sub> சக்தி பெறுகிறது. (K<sub>4</sub>T-ன் NC டெர்மினல்கள் 15 & 16 மற்றும் K<sub>2</sub>-ன் NC டெர்மினல்கள் 11 & 12 வழியாக மின்னோட்டம் செல்கிறது.) K<sub>3</sub> சக்தி பெற்றவுடன், K<sub>3</sub>-ன் NO காண்டேக்ட் (டெர்மினல்கள் 23 & 24) மூடுகிறது. மேலும் காண்டேக்டர் K<sub>1</sub>-யை மூடுவதற்கான வழியை மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்படுத்துகிறது. காண்டேக்டர் K<sub>1</sub> மூடப்படுவதால், ஸ்டார்ட் பட்டனுக்கு பக்க இணைப்பை, K<sub>1</sub>-ன் NO டெர்மினல்கள் 23 மற்றும் 24 வழியாக உண்டாக்குகிறது.

படம் 2, மின்னோட்டத்தின் திசையையும் மற்றும் மேலே கூறியுள்ளவாறு காண்டேக்டர்கள் மூடப்படுவதையும் காட்டுகிறது.

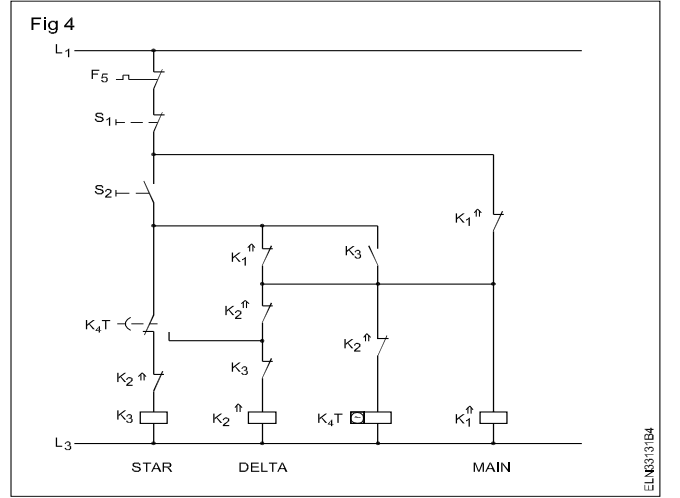
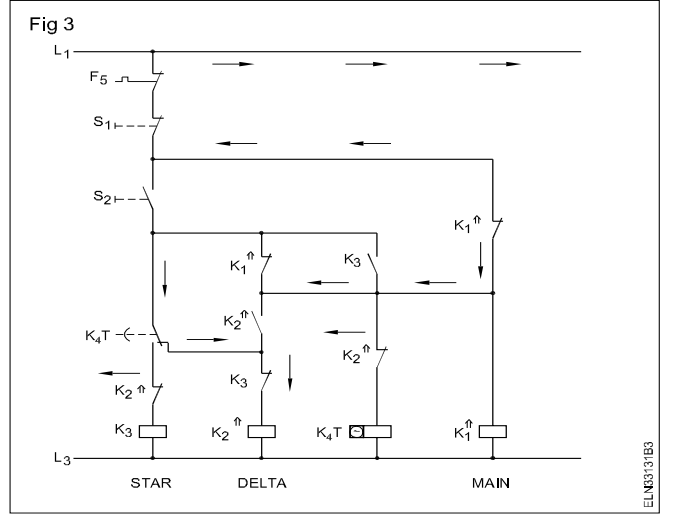


அதை போல் படம் 3, டைமர் ரிலே (timer relay) K<sub>4</sub>T-ன் காண்டேக்டின் செயற்பாட்டிற்கு பின் நடைபெறும் செயல்களை காட்டுகிறது.

நேர தாமத காண்டேக்ட் ஸ்டார்ட் காண்டேக்டர் திறப்பை மாற்றுகிறது.

படம் 4, K<sub>1</sub> மற்றும் K<sub>2</sub> காண்டேக்டர்கள் மூடப்பட்டு மோட்டார் டெல்டாவில் ஓடும் பொழுது ஏற்படும் இணைப்புகளை காட்டுகிறது.

டெல்டா காண்டேக்டர் மூடப்பட்டது.



## மூன்று பேஸ், ஸ்லிப் ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டார் (Three-phase, slip-ring induction motor)

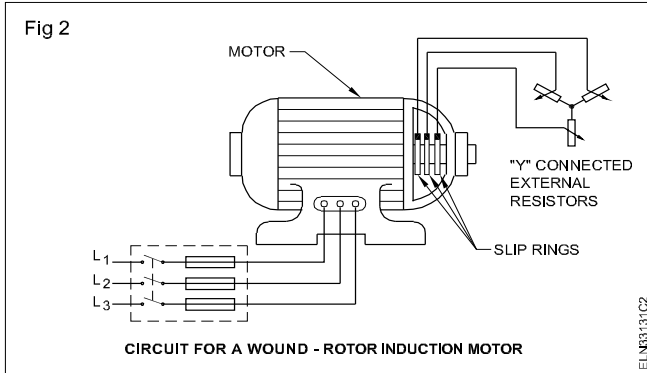
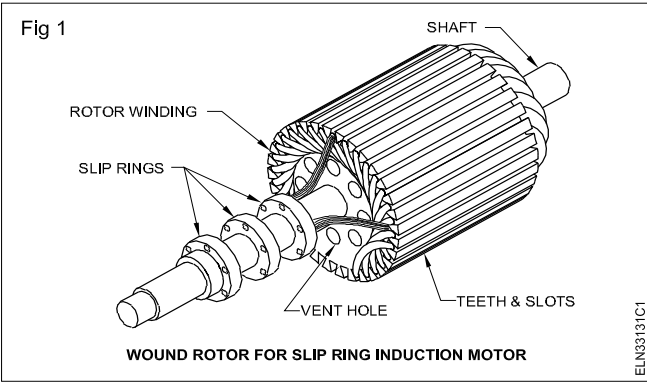
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- 3 பேஸ், ஸ்லிப் ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாட்டை சுருக்கமாக விளக்குதல்
- ரோட்டார் மின்தடை சேர்ப்பதால், ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் எப்படி அதிகரிக்கிறது என்பதை விளக்குதல்
- ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் குணாதிசயத்தை கூறுதல்
- ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாருடன் ஒப்பிடுதல்.

கட்டமைப்பு (Construction): மாறுபடும் வேகம் மற்றும் அதிக ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் ஆகியவை

முதன்மை தேவையாக இருக்கும். தொழிற்சாலை drive-களுக்கு ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டார்

பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஸ்லிப்-ரிங் இண்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார், ஸ்குரில் கேஜ் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார் போல இருக்கும். ஆனால் ரோட்டாரின் கட்டமைப்பு அதிகமாக வேறுபட்டு இருக்கிறது. வடிவமைப்பை பொருத்து ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங் ஸ்டார் அல்லது டெல்டா இணைப்பில் இருக்கிறது. ரோட்டாரானது ஸ்டேட்டாருக்கு சமமான துருவ எண்ணிக்கை உருவாக்க கூடிய 3 பேஸ் வையிண்டிங்கள் கொண்டுள்ளது. ரோட்டாரின் வையிண்டிங் ஸ்டார் இணைப்பில் இருக்கும். மேலும் அதன் மறுமுனைகள் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளதை போல், ரோட்டார் தண்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ள மூன்று ஸ்லிப்-ரிங்களுடன் இணைக்கப்பட்டு இருக்கின்றன. ரோட்டார் சர்க்கியூட் படம் 2-ல் உள்ளது போல், வெளிப்புற ஸ்டார் இணைப்பு மின்தடையுடன் பிரஷ் வழியாக இணைக்கப்படுகிறது.



**செயற்பாடு (Working):** ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்கை 3 பேஸ் சப்ளையுடன் இணைக்கும் பொழுது, அது ஸ்குரில் கேஜ் மோட்டாரை போலவே ஒரு சுழலும் காந்த புலத்தை (magnetic field) உண்டாக்குகிறது. அந்த சுழலும் காந்தபுலம், ரோட்டார் வையிண்டிங்கின் மின்னழுத்தத்தை தூண்டுகிறது. மேலும் ரோட்டார் வையிண்டிங், ஸ்லிப்-ரிங், பிரஷ் மற்றும் ஸ்டார் இணைப்பு செய்யப்பட்ட வெளிப்புற மின்தடையின் மின்சுற்று வழியாக மின்னோட்டம் செல்கிறது.

துவக்க நேரத்தில், வெளிப்புற மின்தடை அதன் அதிகபட்ச மதிப்பில் அமைக்கப்படுகிறது. அதனால் ரோட்டார் மின்தடை அதிகமாவதால் ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட் குறைகிறது. அதே சமயம், அதிக மின்தடை கொண்ட ரோட்டார் மின்சுற்று, ரோட்டார் பவர் ஃபேக்டரை அதிகரிப்பதால், ஸ்குரில் கேஜ் மோட்டாரில் ஏற்படக்கூடிய டார்க்கை விட அதிகமான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் ஏற்படுத்துகிறது.

மோட்டார் வேகம் அதிகமாகும் பொழுது, வெளிப்புற மின்தடை மெதுவாக குறைக்கப்பட்டு, ஸ்லிப்-ரிங் முனையில் ரோட்டார் வையிண்டிங் ஷார்ட் சர்க்க்யூட் செய்யப்படுகிறது. ரோட்டார் மின்தடை குறைக்கப்படுவதால், மோட்டார் குறைந்த ஸ்லிப் மற்றும் அதிக விசைத்திறனுடன் செயற்படுகிறது. இந்த மோட்டார் அதிக லோடுகளை அதிக மின்தடையுடன் துவக்க பயன்படுத்த முடியும் இருப்பினும் அதிக மின்தடையால், மோட்டாரின் ஸ்லிப் அதிகமாகவும், வேக மாற்றம் குறைவாகவும் மற்றும் விசைத்திறன் குறைவாகவும் இருக்கும்.

வெளிப்புற மின்தடையானது, ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரின் வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தில் 50 முதல் 100 சதவிகிதம் வரை மாற்றத்தக்க வகையில் வடிவமைக்கப்படுகிறது. இருப்பினும் ரோட்டாரின் அதிகமான தடையால் ஏற்படக்கூடிய  $I^2R$  இழப்புகள் தவிர்க்க முடியாதவைகளாக உள்ளது.

**ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் (Starting torque):** மோட்டார் துவக்கப்படும் நேரத்தில் ஏற்படக்கூடிய டார்க்கை ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் என்று அழைக்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் இது ரன்னிங் டார்க்கை விட அதிகமாகவும் வேறு சில சமயங்களில் குறைவாகவும் இருக்கிறது.

$E_2$  என்பதை ரோட்டார் நிலையாக இருக்கும் பொழுது ஒரு பேஸ்-யின் Emf எனவும்.

$X_2$ -வை ரோட்டார் ஓடாத நிலையில் ஒரு பேஸ்-யின் ரியாக்டன்ஸ் எனவும் மற்றும்  $R_2$ -வை ரோட்டாரின் ஒரு பேஸ்-யில் உள்ள மின்தடை எனவும் எடுத்துக் கொண்டால்

$Z_2 = \sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}$  = ரோட்டார் ஓடாத நிலையில் அதன் ஒரு பேஸ்-யின் இம்பிடன்ஸ்

பிறகு  $I_2 = \frac{E_2}{Z_2}; \cos \theta_2 = \frac{R_2}{Z_2}$

ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்  $T_{st} = K_1 E_2 I_2 \cos \theta_2$  அல்லது

$$T_{st} = K_1 E_2 \times \frac{E_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}} \times \frac{R_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}}$$

சப்ளை மின்னழுத்தம் (V) நிலையாக இருந்தால், ஃபிளக்ஸ் (f) மற்றும்  $E_2$ -வும் நிலையாக இருக்கும்.

எனவே  $T_{st} = K_2 \frac{R_2}{Z_2} K_2$  என்பது மற்றொரு constant

இவ்வகை மோட்டார்களில், வெளிப்புற மின்தடையை அதிகரிப்பதன் மூலம் அதன் ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை அதிகரிக்கப்படுத்தலாம். மோட்டாரின் வேகம் அதிகரிக்கும் பொழுது, மின்தடை படிப்படியாக குறைக்கப்படுகிறது.

**ஓடும் பொழுது ரோட்டாரின் Emf மற்றும் ரியாக்டன்ஸ் (Rotor Emf and reactance under running condition):** ரோட்டார் நிலையாக இருக்கும் பொழுது அதாவது  $S = 1$ , ரோட்டார் Emf-ன் ப்ரீக்வன்சியும் சமமாக இருக்கும். ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டாரின் சுழலும் காந்த புலத்திற்கு இடையே பரஸ்பர வேகம் அதிகபட்சமாக இருப்பதால், ரோட்டார் நிலையாக இருக்கும் பொழுது, அதில் தூண்டப்படும் Emf-ன் மதிப்பு அதிகபட்சமாக இருக்கும்.

ரோட்டார் ஓட துவங்கும் பொழுது, ரோட்டார் மற்றும் சுழலும் காந்த புலத்திற்கு இடையிலான பரஸ்பர வேகம் குறைகிறது. அதனால் ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் Emf-ம் குறைகிறது. ரோட்டாரின் வேகமும் மற்றும் ஸ்டேட்டாரின் சுழலும் காந்த புலத்தின் வேகமும் சமமானால், ரோட்டாரின் Emf பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்.

ஆகவே, ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் Emf நிலையாக இருக்கும் பொழுது தூண்டப்படும் Emf-யில் 'S' மடங்காக இருக்கும். ('S' என்பது ஸ்லிப் ஆகும்)

எனவே ஓடும் வேளையில்  $E_r = sE_2$ .

தூண்டப்படும் Emf-ன் ஃப்ரீக்வன்சி  $f_r = sf_2$  ஆக இருக்கிறது.

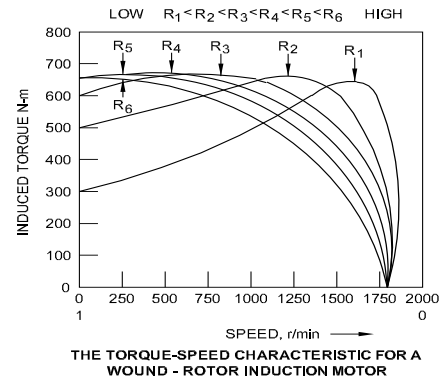
$f_2$  என்பது ரோட்டார் சுழலா நிலையில் அதன் ஃப்ரீக்வன்சி ஆகும்.

எனவே  $X_r = sX_2$

**ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் குணாதிசயமும் மற்றும் பயன்பாடும் (Characteristic and application of slip-ring induction motor):** படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு, டார்க்-வேகம் குணாதிசயத்தின்படி, அதிகப்படியான வெளிப்புற மின்தடையை சேர்ப்பதால் ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் அதிகமாகிறது.

சரியான மதிப்புவை ரோட்டார் மின்தடையை சேர்ப்பதால், மின்தடையில் சக்தி இழப்பு

Fig 3



ஏற்பட்ட பொழுதும், ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த முடியும்.

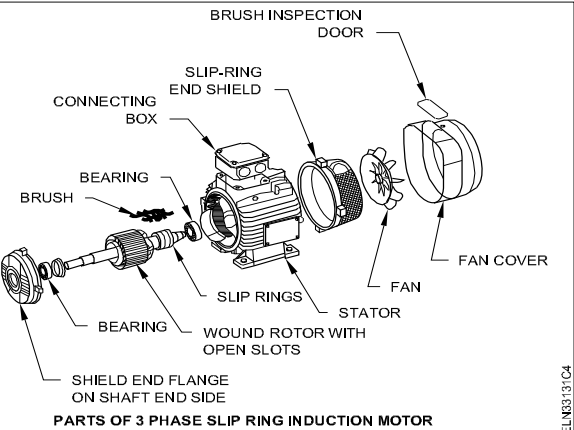
வளைவில் (curve) காட்டப்பட்டதுபோல், அதிக வெளிப்புற மின்தடை, ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை அதிக மதிப்பிற்கு உயர்த்துகிறது. இருப்பினும் அதிகபட்ச டார்க் ஆனது, பல்வேறு ரோட்டார் மின்தடைகளுக்கும் ஒரே மாதிரியாக நிலையாக இருக்கிறது.

இந்த வளைவுகளின் மூலம், ரோட்டாரில் அதிக மின்தடையை சேர்ப்பதால், அதிகமான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை உருவாக்கி, அதிக லோடுடன் ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரை துவக்க முடியும் என்பது தெளிவாகிறது. அதே வேளையில், மோட்டாரில் வேகம் அதிகரித்தவுடன், வெளிப்புற மின்தடையை துண்டிப்பதன் மூலம் அதன் விசைத்திறனை அதிகரிக்க முடிகிறது.

இவ்வகை மோட்டார்களை, அதிக ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் மற்றும் மாறக் கூடிய வேகம் தேவைப்படும் கம்பிரசர்கள், கன்வேயர்கள், கிரேன்கள், ஹாய்ஸ்ட்ஸ் (hoists), எஃகு ஆலை மற்றும் பிரிண்டிங் பிரஸ்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஸ்கூரில் கேஜ் மற்றும் ஸ்ரிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டார்களின் ஒப்பீடு கீழே தரப்பட்டுள்ளது. படம் 4, ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் பிரித்து வைக்கப்பட்ட காட்சியை காட்டுகிறது.

Fig 4



வ.எண்.	குணம்	ஸ்குரில் கேஜ்	ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டார்
1	ரோட்டார் கட்டமைப்பு	ரோட்டாரில் பார்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ரோட்டார் மிக எளிமையானது, கடினமானது, நீண்ட நாள் உழைக்கக் கூடியது. ஸ்லிப்-ரிங்கள் இல்லை	வையிண்டிங் ஓயர்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு தனிகவனம் தேவைப்படுகிறது. ஸ்லிப்-ரிங் மற்றும் பிரஷ் கியர்களுக்கு அடிக்கடி பராமரிப்பு தேவைப்படுகிறது.
2	துவக்குதல்	DOL, ஸ்டார்-டெல்டா மற்றும் ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டர்கள் மூலம் துவக்க முடியும்.	ரோட்டார் மின்தடை ஸ்டார்ட்டர் தேவைப்படுகிறது.
3	ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்	குறைவு	மிக அதிகம்
4	ஸ்டார்ட்டிங் மின்-னோட்டம்	அதிகம்	குறைவு
5	வேகம் மாற்றம்	சுலபமில்லை. ஆனால் துருவம்-மாற்றல் மூலம் பெரிய அளவிலும் அல்லது தைரிஸ்டர்கள் (thyristors) அல்லது ஃப்ரீக்வன்சி மாற்றல் மூலம் சிறிய அளவில் மாற்ற முடியும்	மாற்றுவது எளிமை. ஆனால் துருவம் - மாற்றுதல் மூலம் செய்ய முடியாது - ரோட்டார் மின்தடையை அதிகரிப்பது - தைரிஸ்டர்களை பயன்படுத்துதல் - ஃப்ரீக்வன்சியை மாற்றுதல் - ரோட்டார் மின்சுற்றின் Emf-யை செலுத்துதல் - Cascading மூலம் வேகத்தை மாற்ற இயலும்
6	Acceleration on load	திருப்திகரமான அளவிலே இருக்கிறது	மிக சிறப்பாக இருக்கிறது.
7	பராமரிப்பு	கிட்டத்தட்ட இல்லை	அடிக்கடி பராமரிப்பு தேவைப்படுகிறது.
8	விலை	குறைவு	அதிகம்.

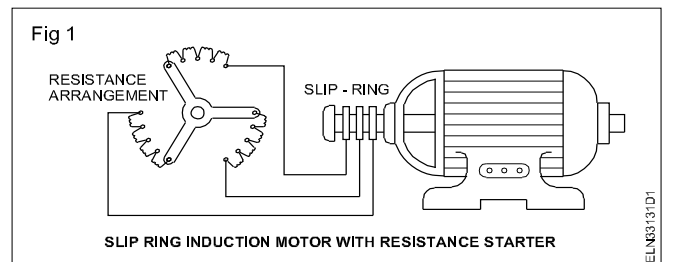
### 3 பேஸ், ஸ்லிப் ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் மின்தடை ஸ்டார்ட்டர் (Resistance starter for 3-phase, slip-ring induction motor)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

• 3 பேஸ், ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் மின்தடை ஸ்டார்ட்டரை விளக்குதல்.

ஸ்டேட்டாரின் வையிண்டிங்களுக்கு இடையே முழு-லைன் வோல்டேஜ் உடன் ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டார் துவக்கப்படுகிறது. இருப்பினும், அதிகப்படியான ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட்டை குறைப்பதற்கு, ஒரு ஸ்டார் இணைப்பு செய்யப்பட்ட வெளிப்புற மின்தடை, ரோட்டார் மின்சுற்று படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு சேர்க்கப்படுகிறது. மோட்டார் வேகம் அதிகரித்தவுடன் வெளிப்புற மின்தடை

துண்டிக்கப்பட்டு, ரோட்டார் வையிண்டிங்கின் முனைகள் குறுக்கு சுற்று செய்யப்படுகிறது.





துருவங்களின் எண்ணிக்கை பொதுவாக ஊகித்து கொள்ளப்படுகிறது.)

$S = (N_s - N) \times 100 / N_s$  என்ற சமன்பாட்டின் உதவியால் ஸ்லிப்-பை கண்டுபிடிக்க முடியும்.

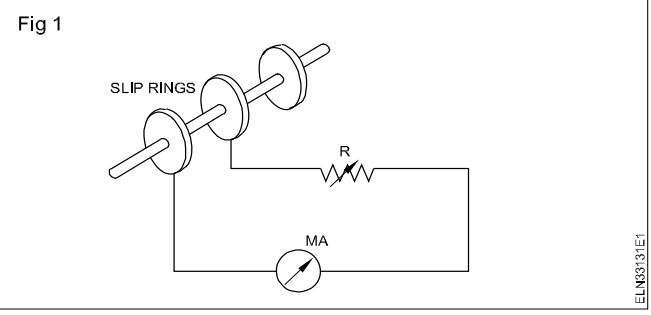
ii ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டார் ஃப்ரீக்வன்சியை ஒப்பிடுவதன் மூலம் (By comparing rotor and stator supply frequencies):

இந்த முறை,  $s = f_r / f$  என்பதை அடிப்படையாக கொண்டது. 'f' என்பது பொதுவாக அறியப்படுவதால், ரோட்டார் மின்னோட்டத்தின் ஃப்ரீக்வன்சியை அளக்க முடிந்தால், 'S'-யை கண்டுபிடிக்க முடியும். பொதுவாக 'f' ஆனது 50 Hz ஆக இருக்கிறது.  $f_r$  குறைவாக இருப்பதால் அதனை எளிதாக கணக்கிட முடியும். அதற்காக ஒரு DC மூவிங் காயில் மில்லி-வோல்ட் மீட்டர், கீழே விளக்கப்பட்டதை போல், உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

a ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரை பொருத்தவரை, மைய பூஜ்ஜியம் கொண்ட மில்லி-அம்மீட்டரின் (zero milli-ammeter) முனைகள், சுழலும் அடுத்தடுத்த ஸ்லிப்-ரிங் உடன் இணைக்கப்படுகிறது. (படம் 1) பொதுவாக பிரஷ்களில் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. மில்லி அம்மீட்டரின் மின்னோட்டம் ஆனது, ரோட்டார் மின்னோட்டத்தின் மாறுதலை பின் தொடர்வதால் அதன் பாயிண்டர் பூஜ்ஜிய நிலையிலிருந்து ஊசலாடுகிறது. ஒரு விநாடியில் பாயிண்டர் முழுமையான சுழற்சியின் எண்ணிக்கையை எளிதாக கணக்கிட முடியும். (ஒரு சுழற்சியின் போது, வலது புறத்தில் பூஜ்ஜியத்திலிருந்து அதிகபட்சம் சென்று மீண்டும் பூஜ்ஜியம் வந்து, இடது புறத்தில் அதிகப்பட்சத்திற்கு சென்று திருப்பவும் பூஜ்ஜியம் வருவதே ஆகும்.)

உதாரணமாக, 4 துருவ மோட்டாருக்கு 50-Hz சப்ளை கொடுக்கும் பொழுது, அது 1,425 rpm-ல் ஓடுவதாக எடுத்துக் கொண்டால், அதன்  $N_s = 1,500$  rpm மற்றும் ஸ்லிப் 5% அல்லது 0.05 ஆக இருக்கிறது. ரோட்டார் மின்னோட்டத்தின் ஃப்ரீக்வன்சி  $f_r = S_f = 0.05 \times 50 = 2.5$  Hz ஆக இருக்கிறது. (போதுமான அளவு மெதுவாக இருப்பதால்) அதனை எளிதாக கணக்கிட முடிகிறது.

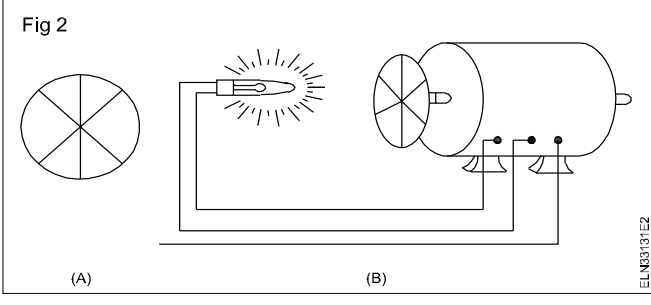
b ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரில் (ஸ்லிப்-ரிங் இருக்காது என்பதால்) மில்லி-அம்மீட்டரை உபயோகப்படுத்த முடியாது.



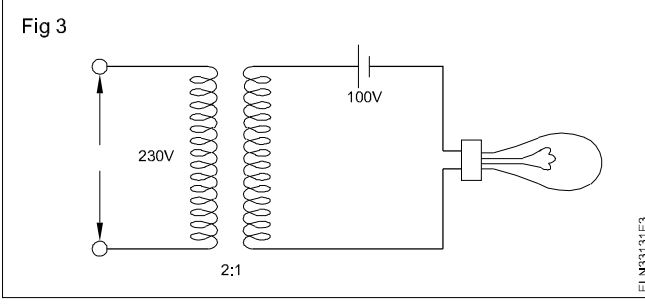
iii ஸ்ட்ரோபோஸ்கோபிக் முறை மூலம் (By Stroboscopic Method):

இந்த முறையில் ஒரு வட்ட வடிவ உலோகத் தகட்டை எடுத்துக் கொண்டு அதில் கருப்பு மற்றும் வெள்ளை வர்ணம் அடுத்தடுத்து வட்டத் துண்டில் பூசப்படுகிறது. வட்டத் துண்டுகளின் எண்ணிக்கை (கருப்பு மற்றும் வெள்ளை இரண்டும்) மோட்டாரின் துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கிறது. ஒரு ஆறு துருவ மோட்டாரில், ஆறு வட்ட துண்டுகள், மூன்று கருப்பு மற்றும் மூன்று வெள்ளை, படம் 2a காட்டப் பட்டவாறு இருக்கிறது.

வர்ணம் பூசப்பட்ட தகடு, தண்டின் இறுதியில் பொருத்தப்பட்டு, நியான் நிரப்பப்பட்ட ஸ்ட்ரோபோஸ்கோபிக் விளக்கு neon-filled stroboscopic lamp மூலம் ஒளியூட்டப்படுகிறது. அது DC மற்றும் AC இணைந்த சப்ளை மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. AC சப்ளையில் மட்டுமே இது வேலை செய்கிறது. (DC மற்றும் AC இணைந்த சப்ளை பயன்படுத்தப்படும் பொழுது, அந்த விளக்கை இரு வழியிலும் பொருத்தி எந்த வழியிலும் அதிக ஒளி தருகிறது என பார்க்க வேண்டும்.) இணைந்த சப்ளையின் இணைப்பை படம் 3 காட்டுகிறது. படம் 2b, சப்ளை இணைப்பை மட்டும் காட்டுகிறது. இந்த இணைந்த DC மற்றும் AC சப்ளையில், அந்த விளக்கு ஒரு சைக்கிளுக்கு ஒரு முறை ஒளிரும் என்பதை கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். (இரு வோல்டேஜ்-ம் கூடும் பொழுது விளக்கு ஒளிர்கிறது. ஆனால் அவைகளை எதிர்க்கும் பொழுது அணைந்து விடுகிறது) ஆனால் சப்ளையில் அது ஒரு சைக்கிளுக்கு இருமுறை ஒளிர்கிறது.







அந்த விளக்கு, இணைந்த DC மற்றும் AC சப்ளையுடன் இணைக்கப்பட்டு, அந்த சுழலும் தகடு அந்த வெளிச்சத்தில் பார்க்கப்படுவதாக எடுத்து கொள்ளப்படுகிறது.

தகடு சிங்கரணைஸ் வேகத்தில் சுழன்றால், அது நிலையாக இருப்பதாக தோன்றும். ஆனால் நடைமுறையில் அதன் வேகம் சிங்கரணைஸ் வேகத்தை விட சற்று குறைவாக இருப்பதால் அது பின்னோக்கி சுழலுவதைப் போல் தோன்றும்.

### வினைத்திறன் - இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் குணாதிசயங்கள் நோ-லோடு சோதனை - முடக்கப்பட்ட ரோட்டார் சோதனை (Efficiency - characteristics of induction motor- no load test - blocked rotor test)

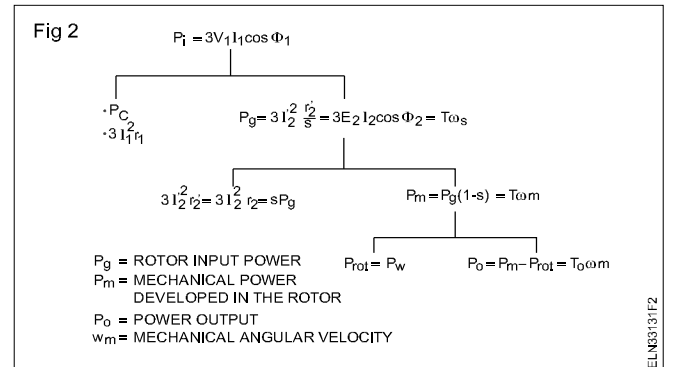
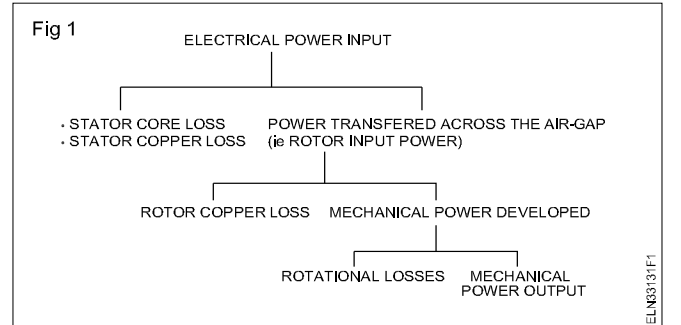
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் power flow வரைப்படத்தை, இழப்புகளை குறிப்பிட்டு கூறுதல்
- தரப்பட்ட தகவல்களிலிருந்து வினைத்திறனை கண்டுபிடித்தல்.

3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார், நோ-லோடுடன் ஓடிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது அதன் ஸ்லிப்பின் மதிப்பு பூஜ்ஜியத்திற்கு அருகில் இருக்கும். ரோட்டாரில் ஏற்படக்கூடிய டார்க் ஆனது உராய்வு மற்றும் காற்று அழுத்தத்தால் உண்டாக கூடிய சுழலும் இழப்புகளை ஈடு செய்ய மட்டுமே தேவைப் படுகிறது. மோட்டாருக்கு வழங்கப்படும் திறன், ஸ்டேட்டார் இரும்பு இழப்பு மற்றும் ஸ்டேட்டார் செம்பு இழப்புகளுக்காக தேவைப் படுகிறது. ஸ்டேட்டார் இரும்பு இழப்பு (எடி கரண்ட் மற்றும் ஹிஸ்டரிசிஸ் சேர்த்து) (consisting of eddy current and hysteresis) சப்ளை ஃப்ரீக்வன்சி மற்றும் இரும்பு கோரிஃப் பிளக்ஸ்கள் (flux) அடர்த்தியை சார்ந்துள்ளது. இது நடைமுறையில் நிலையாக இருக்கிறது. மோட்டாரின் இரும்பு இழப்பு மிக குறைவாக இருக்கிறது. ஏனென்றால், இயல்பாக இயங்கும் சமயங்களில், ரோட்டார் மின்னோட்டத்தின் ஃப்ரீக்வன்சி எப்பொழுதும் குறைவாக இருக்கிறது.

மோட்டாரின் தண்டில் இயந்திர பளு கொடுக்கப்படும் பொழுது, மோட்டாரின் வேகம் சிறிது குறைகிறது. அதனால் ஸ்லிப் அதிகம் ஆகிறது. ஸ்லிப் அதிகரிப்பால், டார்க் கணக்கீடு சமன்பாட்டில் கூறப்படுவது போல், பளுவுக்கு ஏற்றவாறு (அதாவது  $T = K\phi_s I_2 \cos \phi_s$ )  $I_2$  அதிகரிக்கிறது. அதன் மூலம் ஒரு சமநிலை ஏற்பட்டு புதிய ஸ்லிப் மதிப்புடன் செயற்பாடு தொடர்கிறது. ஒவ்வொரு குதிரைத் திறன் பளுவிற்கு ஏற்றவாறு ஸ்லிப் ஏற்படுகிறது. ஸ்லிப்-யின் மதிப்பு வரையறுக்கப் பட்டவுடன், கொடுக்கப்படும் திறன் ரோட்டார்

மின்னோட்டம், ஏற்படும் டார்க் வெளிவரும் திறன் மற்றும் வினைத்திறன் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. Power flow வரைப்படம் படம் 1-ல் தகவல் வடிவில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இழப்புகள் Flow வரைப்படத்தின் வலதுபுறம் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதே வரைப்படம், படம் 2-ல் செயற்பாட்டை கணக்கிட தக்கவாறு சரியான தொடர்புகளின் தகவல் வடிவில் தரப்பட்டுள்ளது.



திருப்பு விசை, இயந்திர திறன் மற்றும் ரோட்டார் மின்னோட்டம் (Torque, Mechanical power and Rotor output): ஸ்டேட்டாருக்கு கொடுக்கப்படும் திறன்  $P_1 =$  ஸ்டேட்டாரில் வெளிவரும் திறன் + ஸ்டேட்டார் இழப்புகள்.

ஸ்டேட்டாரில் வெளிவரும் திறன் முழுவதும் ரோட்டாருக்கு மின் தூண்டல் மூலம் மாற்றப் படுகிறது.

ஆகவே ரோட்டாருக்கு கொடுக்கப்படும் திறன்  $P_g =$  ஸ்டேட்டாரில் வெளிவரும் திறன்.

ரோட்டாரில் மொத்த வெளிவரும் திறன்  $P_m =$  ரோட்டாருக்கு வழங்கப்படும் திறன்  $P_g -$  ரோட்டாரின் செம்பு இழப்புகள்.

ரோட்டாரில் வெளிவரும் திறன் இயந்திர சக்தியாக மாற்றப்பட்டு மொத்த டார்க் 'T' கிடைக்கிறது. இதில் ஒரு பகுதி, காற்றழுத்த மற்றும் உராய்வு இழப்புகளுக்கு செலவாகி மீதமுள்ளவை பயனுள்ள டார்க்  $T_o$  ஆக கிடைக்கிறது.

ரோட்டாரின் உண்மையான வேகம் 'n' என்பது r.p.s-யிலும், டார்க் 'T' என்பது Nm-யிலும் இருந்தால்

$T \times 2\pi n =$  ரோட்டாரின் மொத்த வெளிப்படும் திறன் ( $P_m$ ) வாட்ஸ் ஆகும்.

$$\text{எனவே } T = \frac{\text{ரோட்டாரின் மொத்த வெளிப்படும் திறன் } (P_m) \text{ வாட்ஸ்-யில்}}{2\pi n}$$

மொத்த டார்க்-யின் kg.m மதிப்பு

$$T = \frac{\text{ரோட்டாரின் மொத்த வெளிப்படும் திறன் } (P_m) \text{ வாட்ஸ்-யில்}}{9.81 \times 2\pi n} \text{ kg.m}$$

$$= \frac{P_m}{9.81 \times 2\pi n} \text{ kg.m}$$

ரோட்டார் எவ்வித செம்பு இழப்பும் இல்லையெனில் ரோட்டாரின் வெளிப்படும் திறன், ரோட்டாருக்கு வழங்கப்படும் திறனும் சமமாக இருக்கும் மற்றும் ரோட்டார் சிங்கரனஸ் வேகத்தில் சுழலும்.

$$\text{எனவே } T = \frac{\text{ரோட்டாரின் இன்புட் } P_g}{2\pi n_s}$$

மேலே உள்ள இரு சமன்பாட்டில் இருந்து

$$\text{ரோட்டாரின் மொத்த அவுட்புட் } = (P_m) = T \omega = T \times 2\pi n$$

$$\text{ரோட்டாரின் இன்புட் } = (P_g) = T \omega_s = T \times 2\pi n_s$$

இரு சமன்பாட்டிற்கு இடையே உள்ள வேறுபாடு ரோட்டாரின் காப்பர் இழப்பாகும்.

ஆகவே, ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு =  $s \times r$   
ரோட்டார் இன்புட்

=  $s \times$  காற்று இடைவெளியுள்ள திறன்

$$= s \times P_g$$

மேலும் ரோட்டார் இன்புட்  $P_g =$

$$\frac{\text{ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு}}{s}$$

ரோட்டாரின் மொத்த அவுட்புட் ( $P_m$ ) = இன்புட்  $P_g -$  ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு

$$= (1 - s) P_g$$

$$\text{அல்லது } \frac{\text{ரோட்டாரின் மொத்த அவுட்புட், } (P_m)}{\text{ரோட்டாரின் இன்புட், } (P_g)} = 1 - s$$

ரோட்டாரின் மொத்த அவுட்புட் ( $P_m$ ) =  $(1 - s) P_g$ .

$$\text{எனவே ரோட்டாரின் வினைத்திறன் } = \frac{n}{n_s}$$

எடுத்துக்காட்டு

4 துருவ, 3 பேஸ் 50 Hz இன்டக்ஷன் மோட்டாருக்கு வழங்கப்படும் திறன் 50kW ஆகவும், ஸ்லிப் 5% ஆகவும் இருக்கிறது. ஸ்டேட்டாரின் இழப்புகள் 1.2 kw ஆகவும், காற்றழுத்த மற்றும் உராய்வு இழப்புகள் 0.2 kw ஆகவும் இருக்கின்றன.

i ரோட்டாரின் வேகம்

ii ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு

iii வினைத்திறன் ஆகியவற்றை கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்

துருவங்கள் எண்ணிக்கை  $P = 4$

ஃப்ரீக்வன்சி  $f = 50 \text{ Hz}$

பேஸ் = 3

இன்புட் = 50kw

% ஸ்லிப்  $s = 5\%$

ஸ்டேட்டார் இழப்புகள் = 1.2 kw

உராய்வு மற்றும் காற்றழுத்த இழப்புகள் = 0.2 kw

காண்டுபிடிக்க வேண்டியது

ரோட்டார் வேகம் = N

ரோட்டார் காப்பர் loss =  $s \times$  ரோட்டார் இன்புட் திறன்



வினைத்திறன் =  $\eta$

தீர்வு

$$\text{சிங்கரனஸ் வேகம்} = N_s = \frac{120f}{p}$$

$$= \frac{6000}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{பின்ன ஸ்லிப்} = s = \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

$$\frac{5}{100} = \frac{1500 - N_r}{1500}$$

$$75 = 1500 - N_r$$

எனவே ரோட்டாரின் வேகம்  $N_r = 1500 - 75 = 1425 \text{ rpm}$

### ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் குணாதிசயங்கள் (Characteristics of squirrel cage induction motor)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் குணாதிசயங்கள் மற்றும் செயல்முறை பற்றி விவரித்தல்.

இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் மிக முக்கியமான குணாதிசயமாக இயந்திரவியல் குணாதிசயம் என்று அழைக்கப்படும் வேகம் டார்க் குணாதிசயமாகும். இந்த குணாதிசயத்தை படிப்பதன் மூலம் மோட்டார் லோடு உடன் இயங்கும் பொழுது, அதன் செயற்பாட்டை அறிய முடிகிறது. மோட்டாரின் டார்க் ஸ்லிப்பையும் சார்ந்துள்ளதால் அதன் லோடு, வேகம், டார்க் மற்றும் ஸ்லிப்-க்கு இடையேயுள்ள தொடர்பை அறிந்து கொள்ள ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் குணாதிசயங்களை படிப்பது மிகுந்த ஆர்வமாக உள்ளது.

**வேகம், டார்க் மற்றும் ஸ்லிப் குணாதிசயங்கள் (Speed, torque and slip characteristics):** ஒரு ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரில் ரோட்டாரின் வேகம் எப்பொழுதும் ஸ்டேட்டார் புலத்தின் சிங்கரனஸ் வேகத்தை விட பின் தங்கியே இருக்கும் என்பதை ஏற்கனவே தெளிவுப்படுத்தப்படுகிறது மோட்டாரில் டார்க் ஏற்படுத்தும் ரோட்டார் மின்னோட்டத்தை தூண்ட ரோட்டார் ஸ்லிப் தேவையாக இருக்கிறது. நோ-லோடு-யில் மோட்டாரின் இயந்திரவியல் இழப்புகளை ஈடு செய்ய சிறியளவு டார்க் தேவைப்படுகிறது மற்றும் ரோட்டார் ஸ்லிப், கிட்டத்தட்ட இரு சதவிகித அளவில், மிக குறைவாக இருக்கிறது.

ரோட்டார் இன்புட் திறன் =  $(50 - 1.2) \text{ kw}$

ரோட்டார் காப்பர் இழப்பு =  $s \times \text{ரோட்டார் இன்புட் திறன்}$   
 $= 0.05 \times 48.8$   
 $= 2.44 \text{ kw.}$

ரோட்டார் அவுட்புட் = ரோட்டார் இன்புட் - (காற்று மற்றும் உராய்வு இழப்புகள் ரோட்டார் காப்பர் இழப்புகள்)

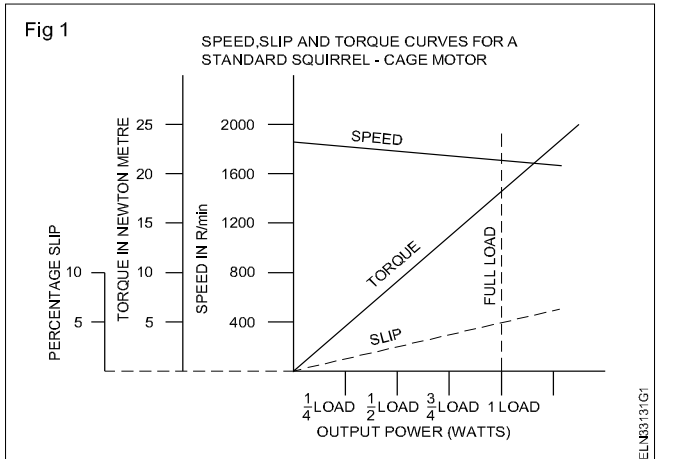
$$= 48.8 - (0.2 + 2.44)$$

$$= 46.16 \text{ kw}$$

$$\text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{அவுட்புட்}}{\text{இன்புட்}} = \frac{44.56 \times 100}{50} = 89.16 \%$$

இயந்திரவியல் லோடு அதிகரிக்கும் பொழுது ரோட்டாரின் வேகம் குறைந்து ஸ்லிப் அதிகரிக்கிறது. ஸ்லிப் அதிகமாவதால், ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் மின்னோட்டம் அதிகரித்து, அதிகமாகும் லோடு-க்கு ஏற்றவாறு அதிகமான டார்க் உண்டாகிறது.

ஒரு நிலையான ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் வேகம், டார்க் மற்றும் ஸ்லிப் குணாதிசயங்களின் மாதிரி வளைவுகள் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு நிலையான ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரானது நோ-லோடு முதல் ஃபுல் லோடு வரை நிலையான வேகத்தில் இயங்கும் என்பதை வேகத்தின் வளைவு காட்டுகிறது.



ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் ரோட்டார், கனமான காப்பர்/அலுமினிய பார்களால் வடிவமைக்கப்பட்டு, அதன் இரு முனைகளும் குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்டுள்ளதால், அதன் இம்பீடன்ஸ் மிக குறைவாக இருப்பதால் ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தம் சிறிதளவு அதிகரித்தாலும், ரோட்டார் மின்னோட்டமானது பெருமளவில் அதிகரிக்கிறது. எனவே நோ-லோடிருந்து ஃபுல் லோடு வரை, ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார் லோடு செய்யப்படும் பொழுது, வேகம் சிறிது குறைந்தாலும், ரோட்டார் மின்னோட்டம் அதிகரிக்க காரணமாக இருக்கிறது. இந்த காரணத்தால், ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் வேக கட்டுப்பாடு சிறப்பாக இருக்கிறது. ஆனால் இந்த மோட்டார், ஒரு நிலையான வேக சாதனம் என்று வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

லோடு செய்யப்பட்ட நிலையிலும் இதன் சதவிகித ஸ்லிப் 5%-க்கும் குறைவாக இருப்பதையும் மற்றும் நேர்கோடாக இருப்பதையும் ஸ்லிப் வளைவு காட்டுகிறது.

டார்க் ஆனது ரோட்டார் ஸ்லிப்-க்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதால், டார்க் மற்றும் ஸ்லிப் வரைப் படங்கள் ஒரே மாதிரியான நேர் கோட்டு குணாதிசயங்களை கொண்டு, படம் 1-ல் காட்டப்பட்டு உள்ளவாறு இருக்கிறது.

டார்க், ஸ்லிப், ரோட்டார் மின்தடை மற்றும் ரோட்டார் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ்களுக்கு இடையே உள்ள தொடர்புகள் (**Relationship between torque, slip rotor resistance and rotor inductive reactance**): ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டாரின் காந்த விசைகளின் பிணை செயற்பாட்டின் மூலம், இன்டக்ஷன் மோட்டாரில் டார்க் ஏற்படுகிறது என்பது ஏற்கனவே சொல்லப்பட்டது. இந்த இரு காந்த விசைகளின் வலிமை மற்றும் நிலை தொடர்பை பொருத்து தான் உற்பத்தியாகும் டார்க்கின் அளவு இருக்கிறது.

இதை கணித வடிவில் சொல்ல வேண்டமானால்

$$T = K \phi_s I_R \cos \phi$$

எங்கே T = டார்க் - நியூட்டன் - மீட்டர்

K = a constant

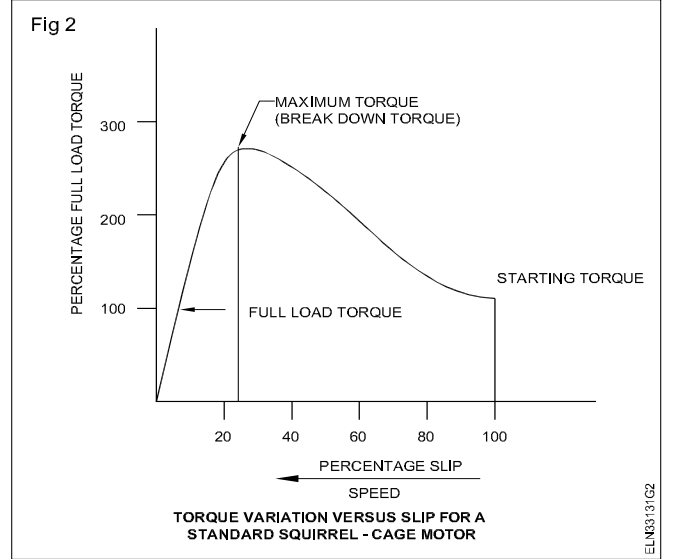
$\phi_s$  = ஸ்டேட்டார் காந்த கோடுகள் - வெப்பர் (weber)

$I_R$  = ரோட்டார் மின்னோட்டம் - ஆம்பியர்

$\cos \phi$  = ரோட்டார் பவர் ஃபேக்டர்

ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரில் நோ-லோடு இருந்து ஃபுல் லோடு வரை, டார்க் constant ஆகவும்

ஸ்டேட்டார் ஃப்ளக்ஸ் ( $\phi_s$ ) மற்றும் ரோட்டார் பவர் ஃபேக்டர் ஆகியவை நடைமுறையில் நிலையாகவும் இருக்கும். ஆகவே ரோட்டாரின் டார்க் ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் மின்னோட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். அந்த மின்னோட்டம் ஸ்லிப்-க்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் டார்க் மாறுபாட்டை ரோட்டாரின் ஸ்லிப்-யை பொருத்து வரையப்பட்டு படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

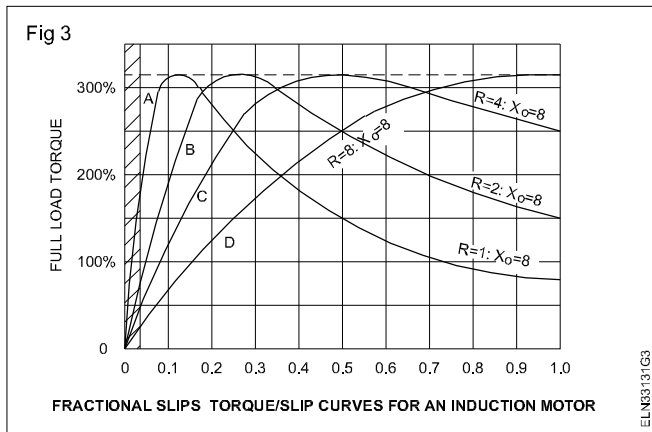


ரோட்டார் ஸ்லிப் அதிகரிப்பதால், ரோட்டார் கரண்ட் அதிகரித்து அதனால் ரோட்டார் டார்க் அதிகரிப்பது, ரோட்டார் பவர் ஃபேக்டரை பொருத்து இருக்கிறது. நோ-லோடு முதல் ஃபுல் லோடு மற்றும் 125% வரையிலான லோடு வரை ஸ்லிப் அதிகரிப்பதால் ரோட்டார் ஃப்ரீக்வன்சி அதிகரித்து, அதன் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் அதிகரிக்கிறது. ஒரு நிலையான ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின் நிலையான ரோட்டார் ஸ்லிப் குறைவாகவும் மற்றும் ரோட்டார் ஃப்ரீக்வன்சி 2 முதல் 5 Hz வரை அதிகரிக்கிறது. ஆகவே மேலே குறிப்பிட்ட லோடுகளில், ஃப்ரீக்வன்சியால் இம்பிடன்ஸ்-யில் ஏற்படும் விளைவுகள் மிக குறைவாக இருப்பதால், ரோட்டார் டார்க் ஆனது கிட்டத்தட்ட ஸ்லிப்பை போல அதிகரிக்கும் (படம் 2)

10 முதல் 25% ஸ்லிப்-க்கு இடையே, ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார் அதிகபட்ச டார்க்-கை அடைகிறது. இது அதிகபட்ச பிரேக் டவுன் டார்க் (maximum breakdown torque) என்றும் கருதப்படுகிறது மற்றும் இது வரையறுக்கப்பட்ட லோடு-யில், படம் 2-ல் காட்டியவாறு, 200 முதல் 300 சதவிகிதத்திற்கு இடையே நிகழ்கிறது. அதிகபட்ச டார்க்கில், ரோட்டாரின் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் அதன் மின்தடையும் சமமாக இருக்கும்.

இருப்பினும், லோடும் மற்றும் ஸ்லிப்பும் வரையறுக்கப்பட்ட ஃபுல் லோடை விட மிக அதிகமாகும் பொழுது, ரோட்டார் ஃப்ரீக்வன்சி, அதன் ரியாக்டன்ஸ் மற்றும் இம்பிடன்ஸ் கவனிக்கத் தக்க வகையில் அதிகரிக்கிறது. ரோட்டாரின் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் அதிகரிப்பால் மற்றும் அதன் விளைவாக ரோட்டாரின் பவர் ஃபேக்டர் குறைவதால் இரு விளைவுகள் ஏற்படுகிறது. முதலில், இம்பிடன்ஸ் அதிகரிப்பதால், ஸ்லிப் அதிகரிக்கும் பொழுது ரோட்டாரின் மின்னோட்ட அதிகரிப்பு விகிதம் குறைகிறது. இரண்டாவதாக, ரோட்டாரின் பின் தங்கிய பவர் ஃபேக்டர் அதிகரிக்கிறது. இதன் மூலம் ஸ்டேட்டார் ஃப்ளக்ஸ் விலகிய பொழுதும் கூட ரோட்டாரின் ஃப்ளக்ஸ் அதிகப்பட்சத்தை அடைகிறது. இந்த இரு காந்த புலத்தின் இடையேயான விலகிய தொடர்பால், அவைகளின் பிணை தொடர்பு குறைந்து, டார்க் குறைகிறது. எனவே பிரேக் டவுன் டார்க் மதிப்பை விட மோட்டாரின் லோடு அதிகமாகும் பொழுது, மேற்கூறிய இரு விளைவால் டார்க் வேகமாக வீழ்ச்சி அடைந்து மற்றும் மோட்டாரின் செயற்பாடு நிலையற்று, மோட்டார் நின்று விடுகிறது.

**டார்க்/ஸ்லிப் தொடர்பின் மீதான ரோட்டார் மின்தடையின் வளைவு (Effect of rotor resistance upon the torque/slip relationship):** ரோட்டாரின் மின்தடை மாறும்பொழுது, டார்க் மற்றும் ஸ்லிப்-க்கு இடையேயான தொடர்பை படம் 3 காட்டுகிறது. அந்த வளைவுகளில் கோடிட்ட பகுதி, உண்மையான செயற்பாட்டு பகுதியை காட்டுகிறது. வளைவு 'A' ஆனது குறைந்த ரோட்டார் மின்தடை, உதாரணமாக 1 ஓம் கொண்ட இன்டக்ஷன் மோட்டாரையும், வளைவு 'B' 2 ஓம்-யையும் வளைவு 'C' 4 ஓம்-யையும் மற்றும் வளைவு 'D' 8 ஓம்-யையும் குறிக்கிறது



**பிரேக் டவுன் டார்க் (Breakdown torque):** இந்த எல்லா நிகழ்வுகளிலும், ரோட்டார் ஓடா நிலையில் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ், ஒரே மாதிரியாக, உதாரணமாக 8 ஓம்மாக இருக்கும்.. அந்த R-ன் நான்கு மதிப்பிலும், அதிகப்பட்ச பிரேக் டவுன் டார்க் சமமாக இருப்பது, வளைவுகளிலிருந்து தெளிவாகிறது. மேலும் அதிக மின்தடையில் அதிகப்படியான ஸ்லிப்பில் அதிகப்பட்ச டார்க் ஏற்படுவதை காண முடிகிறது.

**ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் (Starting torque):** துவங்கும் சமயத்தில், பின்ன ஸ்லிப் 1 ஆக இருக்கிறது மற்றும் படம் 3 வளைவு 'D'-ல் காட்டப் பட்டவாறு, அதிக மின்தடை கொண்ட ரோட்டாரின் முழு பளு டார்க்கை விட, ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் 300% ஆக இருக்கிறது. அதே சமயம் படம் 3 வளைவு 'A'-யில் உள்ளவாறு, குறைந்த மின்தடை கொண்ட ரோட்டாரின் ஸ்டார்ட்டிங் டார்க், முழு பளு டார்க்கில் 75% ஆக இருக்கிறது. ஆகவே, அதிக மின்தடை ரோட்டாரை கொண்ட மோட்டார், துவக்க சமயத்தில் அதிக டார்க்கை உண்டாக்கிறது என கூற முடியும்.

**ரன்னிங் டார்க் (Running torque):** வரைப் படத்தின் கோடிட்ட நிரப்பப்பட்ட, வழக்கமாக செயற்படும் பகுதியை பார்க்கும் பொழுது, குறைந்த மின்தடை ரோட்டாரை கொண்ட மோட்டாரின் ரன்னிங் டார்க் அதிகமாகவும் மற்றும் அதிக மின்தடை ரோட்டாரை கொண்ட மோட்டாரின் ரன்னிங் டார்க் குறைவாகவும் இருக்கிறது.

ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ரோட்டார் குறைந்த மின்தடையை பெற்று உள்ளதால், அதன் ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் குறைவாகவும் ஆனால் ரன்னிங் டார்க் திருப்தி-கரமாகவும் இருக்கிறது. டபுள் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரால் அது ஓரளவு சரிசுட்டப்படுகிறது. இவ்வகை மோட்டார் அதிக ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கையும் வழக்கமான ரன்னிங் டார்க்கையும் உண்டாக்கிறது. மாறாக ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ரோட்டாரில் வையிண்டிங் சுற்றப்பட்டு துவங்கும் நேரத்தில் இணைத்தும் ஓடும் சமயத்தில் குறைக்கவும் வழிவகை செய்யப் பட்டுள்ளது.

**ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் பயன்பாடு (Application of squirrel cage induction motor):** நிலையான வேகம் தேவைப்படும் இடங்களில் தொழிற்சாலைகள் மற்றும் பாசன பம்ப் செட்-களில் ஒன்றை ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார்கள் அதிகமாக பயன்படுத்தப்

படுகிறது. இவ்வகை மோட்டார்கள். அதிக வினைத்திறன், குறைவான விலை மற்றும் வலுவான கட்டமைப்பு கொண்டவை.

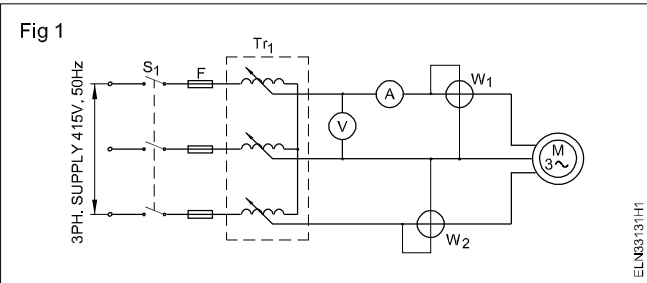
டபுள் ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார்கள், அதிக ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்

## இன்டக்ஷன் மோட்டாருக்கான நோ-லோடு சோதனை (No-load test of induction motor)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- நோ-லோடு சோதனை மூலம் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் மாறாத (இயந்திரவியல் மற்றும் இரும்பு) இழப்புகளை தீர்மானித்தல்
- ஒரு பேஸின் மொத்த மின்தடையை கண்டுபிடித்தல்.

நோ-லோடு சோதனை (No-load test): 3 பேஸ் ஆட்டோ-டிரான்ஸ்பர் வழியாக இன்டக்ஷன் மோட்டார் சப்ளையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. (படம் 1) துவக்க நேரத்தில் குறைந்த மின் அழுத்தத்தை வழங்குவதன் மூலம் ஸ்டார்ட்டிங் கரண்டை ஒழுங்குப்படுத்தவும் அதன் பிறகு வரையறுக்கப்பட்ட அளவிற்கு மெதுவாக மின்னழுத்தத்தை உயர்த்தவும் 3 பேஸ் ஆட்டோ மின்மாற்றி பயன்படுகிறது. தகவல் குறிப்பின் அடிப்படையில், அம்மீட்டர் மற்றும் வோல்ட் மீட்டர்கள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. மோட்டாரின் நோ-லோடு மின்னோட்டம் மிக குறைவாக முழு பளு மின்னோட்டத்தில் 30% வரை இருக்கும்.



மோட்டாரின் நோ-லோடு பவர் ஃபேக்டர் மிக குறைவாக, 0.1 முதல் 0.2 வரையிலான அளவுகளில் இருப்பால், குறைவான பவர் ஃபேக்டரிலும் அளக்கத்தக்க வாட் மீட்டர்கள் (watt meter) தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. வாட் மீட்டரின் முழு அளவு ஸ்கேலின் மதிப்பு (full scale reading) அம்மீட்டர் மற்றும் வோல்ட் மீட்டரின் முழு அளவு ஸ்கேலின் மதிப்பின் பெருக்கு தொகைக்கு கிட்டத்தட்ட சமமாக இருக்கும்.

தேவைப்படும் இடங்களான நெசவு ஆலை மற்றும் உலோகம் வெட்டும் கருவி செயல்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது,

இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் நிலையான இழப்புகளை தீர்மானிக்க கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

நோ-லோடு-யில் மோட்டாரிலிருந்து வெளிவரும் திறன் '0' ஆகும். ரோட்டாரில் உண்டாகும் அனைத்து இயந்திரவியல் திறன், ரோட்டாரை அதன் நிர்ணயிக்கப்பட்ட வேகத்தில் சுழலுவதற்கே பயன்படுகிறது. ஆகவே வழங்கப்படும் திறன் நோ-லோடு காப்பர் இழப்பு, இரும்பு இழப்பு மற்றும் இயந்திரவியல் இழப்புகளில் கூட்டு தொகைக்கு சமமாக இருக்கிறது.

### கணக்கீடு (Calculation)

$V_{NL}$  - ஸ்டேட்டார் லைன் வோல்டேஜ்

$I_{NL}$  - லைன் கரண்ட்

$P_{NL}$  - மூன்று பேஸ் பவர் இன்புட்

இன்புட் பவர் ஆனது கோர் இழப்பு  $P_c$  உராய்வு மற்றும் காற்று இழப்பு  $P_{rot}$ , மற்றும் ஸ்டேட்டார் காப்பர் இழப்பு ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது ஆகும்.

$$P_{NL} = P_c + P_{rot} + 3 I_{NL}^2 R_s$$

இதன் மூலம் சுழற்சியால் உண்டாக கூடிய இழப்புகளில் கூட்டு தொகையை கணக்கிட முடியும்.

$$P_{rot+C} = P_{NL} - 3 I_{NL}^2 R_s$$

ஸ்டேட்டார் டெர்மினல்களில் மின்தடை அளப்பதன் மூலம் ஸ்டேட்டாரில் ஒரு பேஸ் மின்தடை ( $R_s$ ) கிடைக்கிறது.

ஸ்டேட்டார் இணைப்பில்  $R_s = R/2$ .

டெல்டா இணைப்பில்  $R_s = 2/3 R$ .

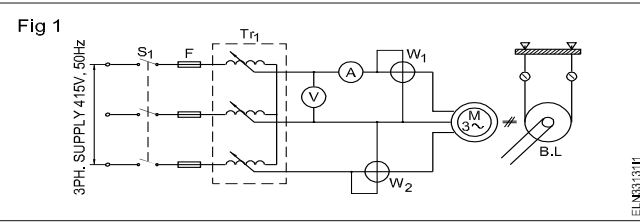
## பிளாக்கு ரோட்டார் சோதனை (Blocked rotor test)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- பிளாக்கு ரோட்டார் சோதனை மூலம் 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் முழு பளு காப்பர் இழப்பை தீர்மானித்தல்
- ஒரு பேஸ்-யின் மொத்த இணையான மின்தடை மற்றும் வினைத்திறனை கணக்கிடல்.

நோ-லோடு சோதனையை போன்றே இந்த இணைப்பு செய்யப்படுகிறது. மோட்டாரின் முழு பளு மின்னோட்டத்தை எடுத்து செல்ல அம்மீட்டர் தேர்வு செய்யப்படுகிறது. பவர் ஃபேக்டர் 0.5 முதல் 1 வரையிலான வரம்பு உள்ள சரியான வாட் மீட்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வரையறுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை விட மிக குறைவான மின்னழுத்தத்தை வழங்குவதற்கு ஒரு ஆட்டோ-டிரான்ஸ்பார்மர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மோட்டாருக்கு சப்ளை வழங்கப்பட்டாலும் அது சுழலாதவாறு பொருத்தமான அமைப்பின் மூலம் ரோட்டார் முடக்கப்பட்டுள்ளது (locked). அந்த மாதிரியான அமைப்பு படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. Pulley சுழலுவதை தடுக்க பெல்ட் கடினமாக இறுக்கப்பட்டுள்ளது.



ரோட்டார் முடக்கப்பட்டுள்ளதால், அது டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் செகண்டரி குறுக்கு சுற்று செய்யப்படுவதற்கு இணையாக கருதப்படுகிறது. ஆகவே, ரோட்டாரின் வையிண்டிங்கில் தூண்டப்படும் சிறிய மின்னழுத்தம் அதன் கடத்தியில் அதிக மின்னோட்டம் செல்ல போதுமானதாக இருக்கிறது.

துவக்கத்தில் சப்ளை வோல்டேஜ்-யை 5% குறைவாக கட்டுப்படுத்துவது முக்கியமாகும். அதன் பிறகு, அது படிப்படியாக, ஸ்டேட்டாரின் மின்னோட்டம் முழு பளு மின்னோட்டத்திற்கு சமமாக வரும்வரை அதிகரிக்கப்படுகிறது. சப்ளை வோல்டேஜ் ஃப்ரீக்வன்சி வழக்கமாக வரையறுக்கப்பட்ட ஃப்ரீக்வன்சி ஆக பராமரிக்கப்படுகிறது.

கீழே கொடுக்கப்பட்ட எடுத்துகாட்டு மூலம் காப்பர் இழப்பை கணக்கிடும் முறை விளக்கப்படுகிறது.

### எடுத்துக்காட்டு (Example)

ஒரு 5HP 400V, 50Hz, 4 துருவ 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை சோதனை செய்யும் போது, கீழ்க்கண்ட தகவல்கள் பெறப்படுகிறது.

முடக்கப்பட்ட ரோட்டார் சோதனை :  $V_s = 54$ .  $P_s = 430$ ,  $I_s = 7.5$  A.

வரையறுக்கப்பட்ட DC கரண்டை செலுத்தும் போது ஸ்டேட்டால் வையிண்டிங்கின் மின்தடையின் டெர்மினல்களுக்கிடையே 4V வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது.

குறுக்கு சுற்றின் பவர் ஃபேக்டர்,  $R_e$  மற்றும்  $X_e$  முழு பளு காப்பர் இழப்பு ஆகியவற்றை கண்டுபிடிக்கவும்.

### கொடுக்கப்பட்டவை (Given):

அவுட்டபுட் = 5 HP

வோல்டேஜ் = 400 V

ஃப்ரீக்வன்சி = 50 Hz

முடக்கப்பட்ட ரோட்டார் வோல்டேஜ்  $V_s = 54$  V

திறன்  $P_s = 430$  W

மின்னோட்டம்  $I_s = 7.5$  A

### கண்டுபிடிக்க வேண்டியது (Find):

குறுக்கு சுற்றின் பவர் ஃபேக்டர் (Power factor at short circuit) =  $\cos \theta_s$

இணையான மின்தடை (Equivalent resistance)  $R_e$ /பேஸ்

இணையான ரியாக்டன்ஸ் (Equivalent reactance)  $X_e$ /பேஸ்

முழு பளு காப்பர் இழப்பு (Full load copper loss) =  $3I_s^2 R_e$

### தெரிந்தவை (Known):

$$W_s = \sqrt{3} V_s I_s \cos \theta_s$$

$$\text{Equivalent impedance } Z_e = \frac{V_s}{\sqrt{3} I_s} = \sqrt{R_e^2 + X_e^2}$$

$$R_e = \text{equivalent resistance} = \frac{P_s}{3I_s^2}$$

$$X_e = \text{equivalent reactance} = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2}$$

**தீர்வு (Solution):**

$$W_s = \sqrt{3} V_s I_s \cos \phi_s$$

$$\cos \phi_s = \frac{W_s}{\sqrt{3} V_s I_s}$$

$$\begin{aligned} \cos \phi_s &= \frac{430}{1.72 \times 54 \times 7.5} \\ &= \frac{430}{696.6} \\ &= 0.61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Equivalent resistance } R_e/\text{phase} &= \frac{P_s}{3 \times I_s^2} \\ &= \frac{430}{3 \times (7.5)^2} \\ &= \frac{430}{168.75} = 2.5 \Omega \end{aligned}$$

$$X_e = \text{equivalent reactance/phase} = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2}$$

$$Z_e = \frac{54}{\sqrt{3} \times 7.5} = \frac{54}{12.90} = 4.1 \Omega$$

$$\begin{aligned} X_e &= \sqrt{4.1^2 - 2.5^2} = \sqrt{16.81 - 6.25} \\ &= \sqrt{10.56} = 3.24 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{முழு பளு காப்பர் இழப்பு} &= 3 I^2 R_e \\ &= 3 \times 7.5^2 \times 2.5 = 421.875 \text{ watts} \end{aligned}$$

**விடை (Answer)**

- $\cos \phi = 0.61$
- இணையான மின்தடை (Equivalent resistance)  $R_e/\text{phase} = 2.5 \Omega$
- இணையான ரியாக்டன்ஸ் (Equivalent reactance)  $X_e/\text{phase} = 3.24 \Omega$
- முழு பளு காப்பர் இழப்பு (Full load copper loss) = 421.875 watts

**நோ-லோடு மற்றும் பிளாக்டு ரோட்டார் சோதனையில் இருந்து வினைத்திறனை கண்டுபிடித்தல் (Efficiency from no-load and blocked rotor test)**

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

• முழு பளு வினைத்திறனை தீர்மானித்தல்.

**எடுத்துக்காட்டு (Example)**

ஒரு 5HP 220V, 50Hz, 4 துருவ 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை சோதனை செய்யும் போது, கீழ்க்கண்ட தகவல்கள் பெறப்படுகிறது.

ஒரு 5HP 400V, 50Hz, 4 துருவ 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை சோதனை செய்யும் போது, கீழ்க்கண்ட தகவல்கள் பெறப்படுகிறது.

நோ-லோடு சோதனை =  $V_{NL} = 220V$ ,  $P_{NL} = 340 W$ ,  $I_{NL} = 6.2 A$

பிளாக்டு ரோட்டார் சோதனை =  $V_{BR} = 54V$ ,  $P_{BR} = 430W$ ,  $I_{BR} = 15.2 A$

4V DC-யை ஸ்டேட்டாரின் (ஸ்டார் இணைப்பு) இரு டெர்மினல்களுக்கு இடையே வழங்கும் பொழுது, வரையறுக்கப்பட்ட மின்னோட்டம் ஸ்டேட்டாரில் பாய்கிறது எனில் முழு பளு வினைத்திறனை கணக்கிடுக.

ஸ்டார் இணைப்பில் DC மின்தடை/பேஸ் =  $R/2$  என கொள்க

**தீர்வு (Solution):**

$$R_1 + R_2 = 4/15.2 = 0.263 W$$

$$\text{மின்தடை/பேஸ்} = 0.263/2 = 0.1315 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{பயனுள்ள AC மின்தடை } R_s &= 1.4 R_{ph} \\ &= 1.4 \times 0.1315 \\ &= 0.1841 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{(rot+c)} &= P_{NL} - 3I_{NL}^2 R_s \\ &= 340 - 3 \times 6.2^2 \times 0.1841 \\ &= 340 - 21.23 \\ &= 318.77 W \text{ (நிலையான இழப்பு)} \end{aligned}$$

$$\text{காப்பர் இழப்பு} = 3I^2 R_e = 430 W$$

$$\text{அவுட்டிட்} = 5 \times 735.5 = 3677.5 W$$

$$\begin{aligned} \text{Efficiency} &= \frac{3677.5}{3677.5 + 318.77 + 430} = \frac{3677.5}{4426.2} \\ &= 0.830 \end{aligned}$$

$$\% \text{ efficiency} = 0.830 \times 100$$

$$\text{i.e.} = 83\%$$



## ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரின் ரோட்டார் மின்சுற்றில் உள்ள வெளி மின்தடையின் விளைவு (Effect of external resistance in slip ring motor rotor circuit)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- இன்டக்ஷன் மோட்டாரில் கூடுதல் ரோட்டார் மின்தடையை சேர்ப்பதால் ஏற்படும் விளைவுகளை விளக்குதல்.

ஸ்லிப்-ரிங் இன்டக்ஷன் மோட்டார், ஸ்டார் இணைப்பு கொண்ட ரியோஸ்டாட் மூலம் மின்தடையை கட்டுப்படுத்தி துவக்கப்படுகிறது என்பதை பார்த்தோம். ரோட்டார் மின்தடையை அதிகரிப்பதால் துவக்கத்தில் ரோட்டார் மின்னோட்டம் குறைக்கப்படுகிறது. அதனால் ஸ்டேட்டார் மின்னோட்டமும் குறைக்கிறது. ரோட்டார் பவர் ஃபேக்டர் மேம்படுவதால், ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் அதிகமாக இருக்கிறது.

ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரில் மட்டுமே, ரோட்டார் மின்சுற்றில் வெளி மின்தடையை சேர்க்க முடியும். ரோட்டார் மின்சுற்றில் வெளி மின்தடையை சேர்ப்பதால் மோட்டாரின் வேகம் குறைகிறது.

ஓடும் நிலையில் டார்க்  $T \propto E_r I_r \cos \phi_2$

அல்லது  $T \propto \phi I_r \cos \phi_2$  ஏனென்றால்  $E_r \propto \phi$

$E_r$  = ரோட்டார் Emf/பேஸ் ஓடும் நிலையில்

$I_r$  = ரோட்டார் கரண்ட்பேஸ் ஓடும் நிலையில்

$E_r = s E_2$

## ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டர் (Auto-transformer starter)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டரின் கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாட்டை விளக்குதல்
- ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டரின் திறன் மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றை விளக்குதல்.

ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டர் (Auto-transformer starter): மின்தடைகளை தொடர் இணைப்பு மூலம் இணைக்கப்படும் போது மோட்டாரின் முனைகள் குறைவான மின் அழுத்தம் பெறப்படுகிறது. இது எளிமையானது மற்றும் மலிவானது. ஆனால் வெளி தொடர் மின்தடைகளில் அதிக சக்தி வீணாகிறது.

ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டரில், படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு 3 பேஸ் ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் குறிப்பிட்ட இணைப்புகளில் இருந்து குறைவான மின் அழுத்தம் பெறப்படுகிறது. பொதுவாக ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் 55, 65, 75% இணைப்புகள் வெளி கொண்டு வரப்பட்டு இருக்கிறது. இவ்வோல்டேஜ்களை அனுசரிப்பதன் மூலம் சரியான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை பெற முடியும். இதன் கான்டேக்டுகள் அடிக்கடி அதிகப்படியான மின்னோட்டத்தை தூண்டுவதால் உருவாகும்

ஆகவே,

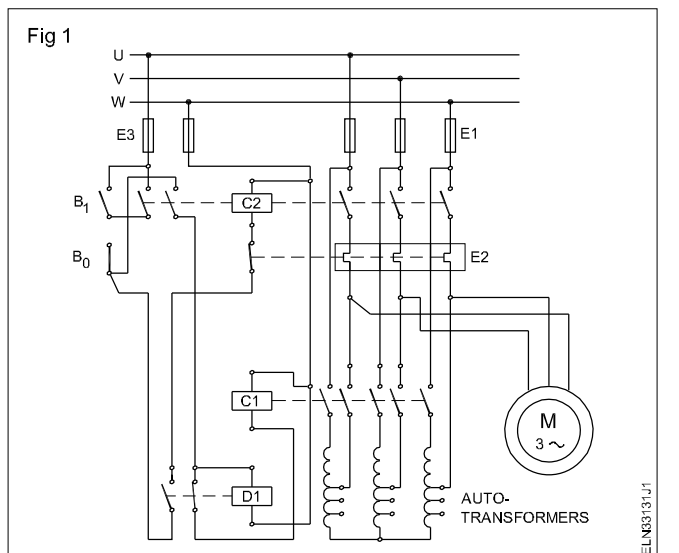
சிங்கரனஸ் வேகத்திற்கு நெருங்கி வழக்கமான வேகத்தில்,  $sX_2$  ஆனது  $R_2$ -வை காட்டிலும் மிக குறைவாக இருக்கிறது.

ஆகவே  $T \propto s/R_2$

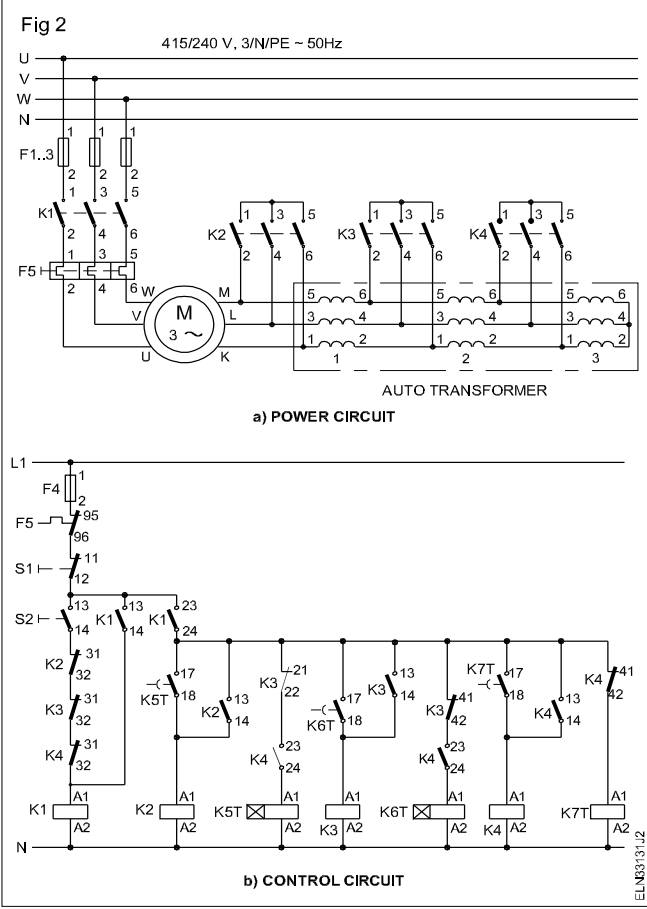
கொடுக்கப்பட்ட டார்க்-யில், ரோட்டார் மின்தடையை அதிகரிப்பதன் மூலம் வேகத்தை, குறைக்க முடியும். அதாவது ஸ்லிப்பை அதிகரிக்க முடிகிறது என்பது தெளிவாகிறது. ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த இந்த முறை பயன்படுகிறது.

ரோட்டார் மின்சுற்றின் மின்தடையை அதிகரித்து, வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் பொழுது  $I^2R$  இழப்புகள் அதிகமாகிறது. இதனால் மோட்டாரின் செயற்பாடு வினைத்திறன் குறைகிறது. குறைவான நேரத்திற்கு மட்டுமே, வேகத்தை மாற்ற தேவைப்படும் இடங்களுக்கு இந்த முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வெப்பத்தை தணிக்க ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் காயில்கள் எண்ணெயில் மூழ்கடிக்கப்பட்டுள்ளது.



ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டரின் திறன் மின்சுற்று படம் 2a-யிலும், சுட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்று படம் 2b-யிலும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

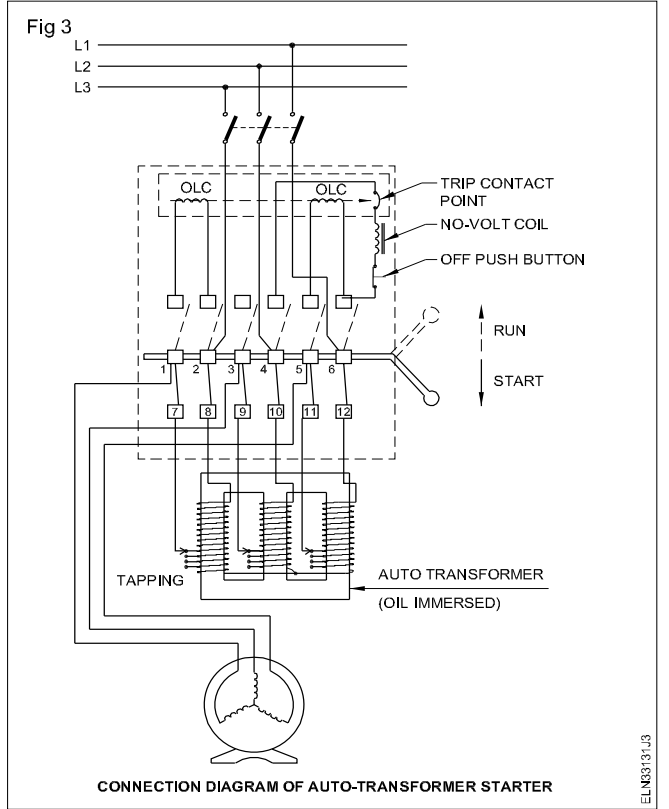


### ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டரின் செயற்பாடு (Auto-transformer starter - operation)

ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டரின் இணைப்பை படம் 3 காட்டுகிறது. மோட்டாரை துவக்க ஸ்டேட்டாரின் கைப்பிடி கீழ்நோக்கி தள்ளப்படுவதால், ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் இணைப்பிலிருந்து, மோட்டார்

குறைவான வோல்டேஜை-யை பெறுகிறது. மோட்டார் அதன் முழு வேகத்தில் 75% அடைந்த உடன் கைப்பிடி மேல் நோக்கி தள்ளப்படுவதால், மோட்டார் முழு மின்னழுத்தத்தை பெறுகிறது. அச்சமயம் மோட்டார் மின்சுற்றிலிருந்து ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் துண்டிக்கப்படுகிறது.

கைகளால் இயக்கப்படும் ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டர்கள், 20 முதல் 150 hp வரையிலான மோட்டாருக்கு பொருத்தமாக இருக்கிறது. அதிக குதிரை திறன் கொண்ட 425 hp வரையிலான மோட்டார்களுக்கு தானியங்கி ஆட்டோ-டிரான்ஸ்ஃபார்மர் ஸ்டார்ட்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



### சிங்களிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்/பேஸ் பழுது ரிலே (Single phasing preventer/phase failure relay)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சிங்களிள் பேஸ்ஸிங்-கை வரையறுத்தல்
- சிங்களிள் பேஸ்ஸிங்-ன் விளைவுகளை கூறுதல்
- சிங்களிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரின் அவசியத்தை விளக்குதல்
- சிங்களிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரை வகைப்படுத்துதல்
- நிறுவுதலின் வழிமுறைகளை விளக்குதல்
- சிங்களிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரின் பழுது நீக்கும் வழிமுறைகள் மற்றும் சீரமைப்பதை விளக்குதல்.

சிங்களிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்/பேஸ் பழுது ரிலே (Single phasing preventer/phase failure relay): 3 பேஸ் சப்ளை அமைப்பில் ஏதேனும் ஒரு பேஸ்ஸில் பழுது அல்லது திறப்பு ஏற்பட்டால்

பளு மின்னோட்டம் மற்ற இரு பேஸ் வழியாக செல்லும். இந்த பழுதை சிங்களிள் பேஸ்ஸிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது.



**சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்கின் விளைவுகள் (Effect of single phasing):** சீழே கூறப்பட்டவாறு வெவ்வேறு வகையான பளுக்களுக்கு தக்கவாறு, சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்கின் விளைவுகள் வேறுபட்டு இருக்கும்.

- 3 பேஸ் வெப்ப மூட்டி பளுக்களில், உருவாகும் வெப்பம் 50% வரை குறைகிறது. அதே சமயம் அது மின்சாதனங்களை பாதிக்காது.
- 3 பேஸ் மோட்டார்களில், சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்கின் விளைவு, வெவ்வேறு தருணங்களில் வேறுபட்டு இருக்கிறது.
  - i துவக்க தருணத்தில் சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் ஏற்பட்டால், மோட்டார் ஸ்டார்ட் ஆகாது அல்லது முறையான சுழலும் காந்த புலம் உருவாகாததால் அது சுழலாமல் நிற்கும். ஆனால் மோட்டார் அதிகளவு மின்னோட்டம் எடுப்பதால், வையிண்டிங்ஸ் வெப்பமடைகிறது.
  - ii ஓடும் தருணத்தில், சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் ஏற்பட்டால், லோடு-யின் வகையை பொருத்து மோட்டார் ஓடும் அல்லது ஓடாது. ஆனால் மற்ற இரு பேஸ்ஸிலும் அதிகமான மின்னோட்டம் செல்ல நேரிடுவதால் வையிண்டிங் அதிக வெப்பத்தால் எரிய கூடும்.

**சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்/பேஸ் பழுது ரிலே-யின் அவசியம் (Necessity of single phasing preventor/phase failure relay):** 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஏதாவது இரு பேஸ்களை பரிமாற்றம் செய்யப்படும் பொழுது, அதன் சுழலும் திசை மாறுகிறது. இந்த செயல், ரிவர்சல் எனப்படுகிறது. நகரும் படிக்கட்டுகள் மற்றும் பல தொழிற்சாலை உபயோகத்தில் இந்த பேஸ் ரிவர்சல் மிகப்பெரிய பாதிப்பை, மின் சாதனங்களுக்கும் மற்றும் அதனை பயன்படுத்தும் மனிதர்களுக்கும் ஏற்படுத்துகிறது. மோட்டார் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் பொழுது, ஏதாவது ஒரு பேஸ்ஸில் திறப்பு ஏற்பட்டால், மோட்டார் மற்ற இரு பேஸ் மூலம் தொடர்ந்து ஓடும். ஆனால் மிக அதிகமாக சூடாகும். இத்தகைய நிலைகளிலிருந்து பாதுகாக்க சிங்கிள் பேஸ் பிரிவென்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**பிரிவென்டரின் வகைகள் (Types of preventors):** சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர் மூன்று வகைகளில் கிடைக்கிறது.

- இயந்திரவியல் (Mechanical)
- மின்னோட்டத்தை உணர்தல் (Current sensing)
- மின்னழுத்தத்தை உணர்தல் (Voltage sensing)

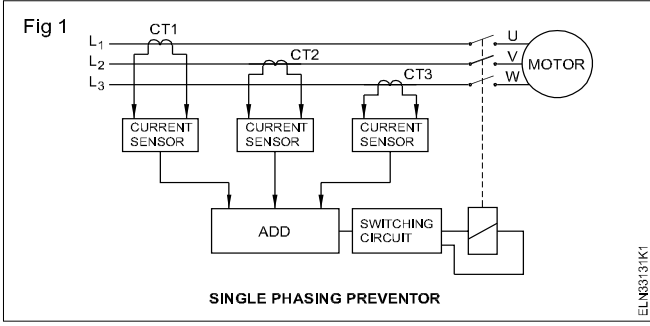
**சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்-இயந்திரவியல் வகை (Single phasing preventor-mechanical type):** ஒரு வகை சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரில் இரு உலோக ரிலே இருக்கும். இது வழக்கமான OLR-யை போல NVC மின்சுற்றை திறக்க செய்கிறது. இவ்வகை சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர் மெதுவாக செயற்படுவதால் முழுமையாக நம்ப இயலாது. அதனால் தற்பொழுது இவை பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

இரண்டாவது வகை, இயந்திரவியல் பேஸ் பழுது ரிலே-யில் 3 பேஸ் சப்ளையில் இரு பேஸ்களுக்கு இடையே காயில் இணைக்கப்பட்டு இருக்கிறது. இந்த காயிலின் மின்னோட்டம் ஒரு சுழலும் காந்த புலத்தை ஏற்படுத்தி செம்பு தகட்டை கடிகாரம் சுழலும் திசையில் திருப்புகிறது. இரு டார்க்குகள் எதிரெதிர் திசையில் செயற்படுவதால் இந்த டார்க் உண்டாகிறது. அந்த இரண்டில், ஒன்று பாலி பேஸிங் (polyphase) டார்க், தகட்டை கடிகாரம் சுழலும் திசையிலும், ஒரு சிங்கிள் பேஸ் டார்க் தகட்டை கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையிலும் திருப்புகிறது.

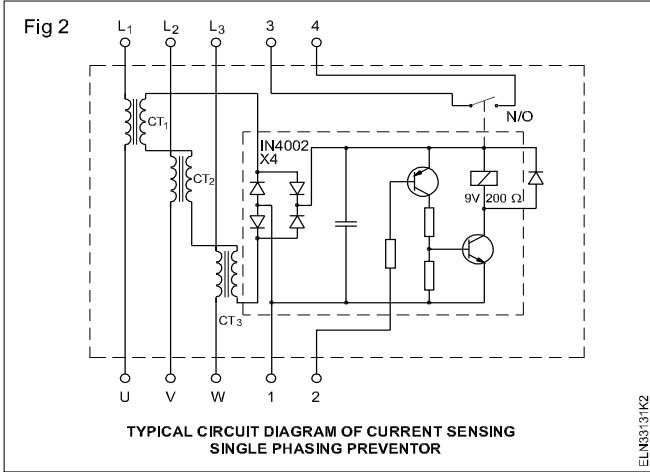
ஒரு நிறுத்தும் அமைப்பு தகட்டை கடிகார திசையில் திரும்புவதை தடுக்கிறது. ஆனால் கடிகாரத்தின் எதிர் திசையில் தகடு திரும்பும் பொழுது அந்த நிறுத்தும் அமைப்பு நகர்ந்து ஸ்டார்ட்டரை திறக்க செய்து, மோட்டாரை சப்ளையிலிருந்து துண்டிக்கிறது. ஒரு பேஸ் திறந்திருந்தால் பாலிபேஸ் டார்க் மறைந்துவிடும். ஆனால் சிங்கிள் பேஸ் டார்க் தகட்டை கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையில் சுழற்றுகிறது. இதன் விளைவாக மோட்டார் சப்ளையிலிருந்து துண்டிக்கப்படுகிறது. பேஸ் ரிவர்சல், ஏற்பட்டால், பாலிபேஸ் டார்க், சிங்கிள் பேஸ் டார்க்-வுடன் இணைந்து தகட்டை கடிகார திசைக்கு எதிர் திசையில் திருப்புகிறது. எனவே மீண்டும் மோட்டார் சப்ளையில் இருந்து துண்டிக்கப்படுகிறது.

**சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்கள் - மின்னோட்டத்தை உணர்தல் (Single phasing preventors - current sensing):** கரண்ட் டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் செகண்டரியில் சமமான-சமச்சீர் லோடுகளில் மின்னோட்டத்தால் உருவாக்கும் மின்னழுத்தத்தின் தத்துவத்தின்படி இது செயற்படுகிறது. இந்த செகண்டரி வோல்டேஜ்-கள் ஒன்றாக சேர்க்கப்பட்டு, மாற்றப்பட்டு, வடிகட்டப்பட்டு மற்றும் உணரப் பட்டு, ஸ்டார்ட்டரை மின்சுற்றில் உள்ள NVC-யை இயக்குவதற்காக வழங்கப்படுகிறது.

படம் 1 ஒரு மின்னோட்டத்தை உணரும் சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர் தொகுப்பு வரைபடத்தை காட்டுகிறது.



படம் 2, ஒரு பொதுவான மின்னோட்டத்தை உணரும் சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரின் இணைப்பு வரைபடத்தை காட்டுகிறது. ஏதேனும், காலதாமத மின்சுற்று அறிமுகப்படுத்தப்பட்டால், டெர்மினல் 1 மற்றும் 2 பயன்படுத்தப்படுகிறது. இல்லையெனில் அவைகள் குறுக்கு சுற்று செய்யப்படுகின்றன.



ஸ்டாட்டரின் NVC மின்சுற்றுடன் டெர்மினல் 3 மற்றும் 4 தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட மதிப்பை விட குறைவான மின்னோட்டம் மோட்டாருக்கு செல்லும் பொழுது அல்லது சமச்சீரற்ற மின்சுற்று இருந்தால், இந்த ரிலே செயல்படாது, இதன் மூலம் மோட்டார் நின்றுவிடுகிறது.

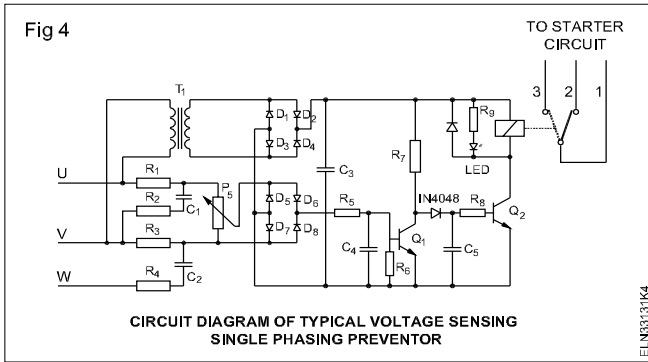
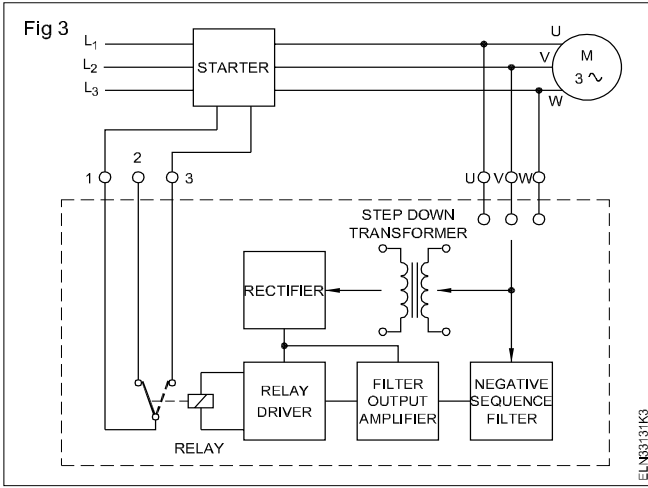
பம்ப் மோட்டார் மற்றும் கம்ப்ரேசர் மோட்டார் போன்ற நிலையான லோடு உடன் இயங்கும் மோட்டார்களுக்கு இவ்வகை சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்கள் பொருத்தமானதாக இருக்கின்றன. மேலும் இது மோட்டார் பளு இல்லாமல் வரண்டு ஓடும் பொழுது, தண்ணீர் இல்லாமல் இயங்கும் பம்ப் போன்றவைகளில், மின்னோட்டம் குறைவாக இருப்பதை உணர்ந்து மோட்டாரை ட்ரிப் (trip) செய்வதன் மூலம் அவைகளை பாதுகாக்கும் சாதனமாக செயல்படுகிறது.

சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர் - மின் அழுத்தத்தை உணர்தல் (Single phasing preventer - voltage sensing): AC 3 பேஸ் சப்ளையில், 3 பேஸ் மின்னழுத்தம் உச்ச மதிப்பை அடையும் வரிசை முறையை பேஸ் வரிசை (phase sequence) என்கிறோம். பேஸ் வோல்டேஜ் ஒன்றன் பின் மற்றொன்று உச்ச மதிப்பை 120° பிறகு, கடிக்கார சுழலும் திசையில் அடைந்தால் அதனை நேர்திசை பேஸ் வரிசை என்றும், கடிக்கார சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையில் அடைந்தால் அதனை எதிர் திசை பேஸ் வரிசை என்றும் அறியப்படுகிறது. பேஸ் ரிவர்சல் அல்லது சமச்சீரற்ற வோல்டேஜ் அல்லது நோ-வோல்டேஜ் ஏற்பட்டால், அது சப்ளையின் வழக்கமான நேர் திசை பேஸ் வரிசையின் மேல் எதிர் திசை பேஸ் வரிசையாக பதிகிறது. இந்த எதிர் திசை பேஸ் வரிசை, மின்தடை கெப்பாசிட்டன்ஸ் (capacitance) மூலம் அல்லது மின்தடை கெப்பாசிட்டன்ஸ் மற்றும் இண்டக்டர் நெட்ஓர்க் மூலம் வடிகட்டப்படுகிறது. இதனால் மின்னழுத்தத்தை உணரும் சிங்கிள் பேஸ் பிரிவென்டர் ரிலே சக்தி இழக்கிறது.

படம் 3 மற்றும் படம் 4, ஒரு பொதுவான மின்னழுத்தத்தை உணரும் சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரின் தொகுப்பு வரைபடம் மற்றும் மின்சுற்று வரைபடத்தை காட்டுகிறது. இதில் எதிர் திசை பேஸ் வரிசையை உணர மின்தடை கெப்பாசிட்டன்ஸ் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பேஸ் வரிசை மற்றும் மின்னழுத்தம் சரியாக இருக்கும் பொழுது, வடிகட்டியின் அவுட்புட்-ல் அதாவது கெப்பாசிட்டரின் இடையே எந்த மின் அழுத்தமும் உற்பத்தியாகாது. மின்சுற்றிலுள்ள C<sub>4</sub> ஆனது டிரான்சிஸ்டர் Q<sub>1</sub> -ஐ இயக்கி டிரான்சிஸ்டர் Q<sub>2</sub> யை துண்டித்து ரிலேவை இயக்குகிறது.

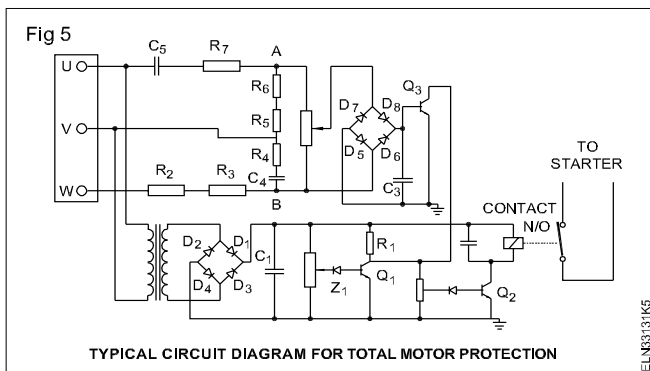
சமச்சீரற்ற சப்ளை வோல்டேஜ் அல்லது பேஸ் ரிவர்சல் ஏற்படும் பொழுது எதிர் திசை வரிசை ஏற்பட்டு கெப்பாசிட்டர் C<sub>4</sub> இடையே மின் அழுத்தம் உண்டாகிறது. அது டிரான்சிஸ்டர் Q<sub>1</sub>-யை செறிவூட்டல் (saturation) நிலைக்கு கொண்டு செல்வதால், டிரான்சிஸ்டர் Q<sub>2</sub>-யை துண்டிக்கிறது. இதனால் ரிலே மின்சுற்றை நிறுத்தி (off) விடுகிறது.

சில சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்களில் சமச்சீரற்ற அளவை அனுசரிக்க வசதிகள் உள்ளன. உதாரணமாக குறிப்பிட்ட மதிப்பில் ரிலே அடிக்கடி இயங்கினால், சமச்சீரற்ற அளவை ப்ரீ-செட் (pre-set) P<sub>s</sub>, படம் 4-ல் காண்பித்துள்ளபடி மாற்றி அமைக்க முடிகிறது.



அதிக மின்னழுத்தம் மற்றும் குறைந்த மின்னழுத்த துண்டிப்பானுடன் கூடிய சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர் (Single phasing preventor with over-voltage and under voltage cut off) மோட்டாருக்கு வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருந்தாலும், குறைவாக இருந்தாலும் பளுவை இயக்குவதற்கு அது அதிக மின்னோட்டத்தை எடுத்துக் கொள்கிறது. அவ்வாறான குறைந்த அல்லது அதிக மின்னழுத்தம் மற்றும் சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்-கிலிருந்து மோட்டாரை பாதுகாக்க, குறைந்த மற்றும் அதிக மின்னழுத்த பாதுகாப்புடன் கூடிய பிரிவென்டர் மோட்டாரின் மொத்த பாதுகாப்பிற்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது,

படம் 5 அதிக மற்றும் குறைந்த மின்னழுத்த துண்டிப்பானுடன் கூடிய சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர் அமைப்பை காட்டுகிறது.



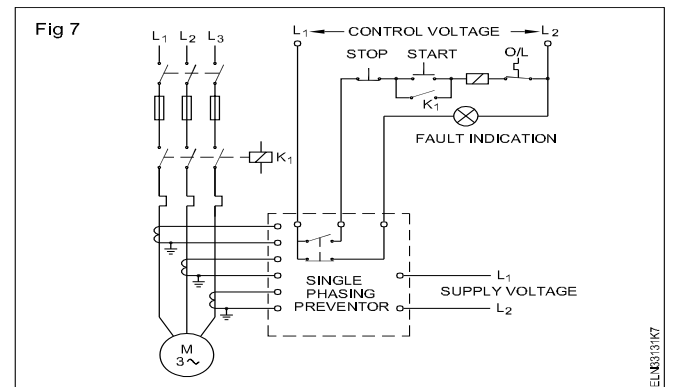
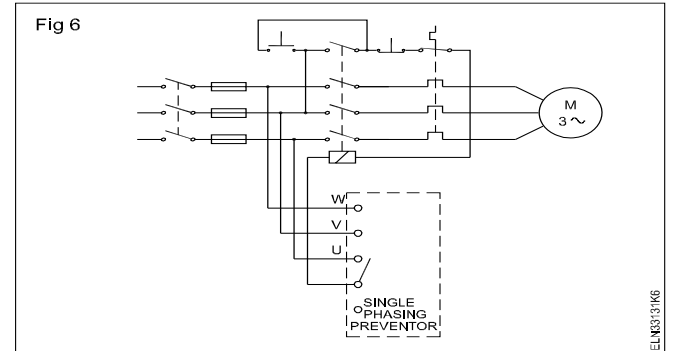
இந்த மின்சுற்றில், டிரான்ஸ்சிஸ்டர்  $Q_1$  அதிக மின்னழுத்த துண்டிப்பானாகவும் ட்ரான்ஸ்-சிஸ்டர்  $Q_2$  குறைந்த மின்னழுத்த துண்டிப்பானாகவும் மற்றும் டிரான்ஸ்சிஸ்டர்  $Q_3$  சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டராக செயல்படுகிறது.

### சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரை நிறுவுதல் (Installation of single phasing preventor):

தயாரிப்பாளரின் பரிந்துரையின் படி, சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரை நிறுவ மற்றும் இணைக்க வேண்டும். பெரும்பாலும் இந்த சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர் சாதனங்களுக்கு அருகில், வழக்கத்துக்கு மாறான அதிர்வில்லாத இடங்களில் அமைக்கப்பட வேண்டும். ஓவன் மற்றும் ஃபர்னஸ் (oven, furnace) போன்று அதிக வெப்பத்தை வெளியிடும் சாதனங்களில் இருந்து தள்ளி அமைக்கப்பட வேண்டும்.

சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரை சப்ளை மற்றும் ஸ்டாட்டர் உடன் சரியான டெர்மினல்கள் மூலம் மின்சுற்றில் இணைக்க வேண்டும்.

ஸ்டேட்டாருடன் இணைக்கப்பட்ட பொதுவாக பயன்படும் சில சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டர்கள் உங்கள் பார்வைக்காக படங்கள் 6 மற்றும் 7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



### சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரில் பழுது நீக்குதல் மற்றும் பராமரித்தல் (Troubleshooting and maintenance of single phasing preventor):

சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரின் கூறுகளின் அமைப்பு மற்றும் அதன் மின்சுற்று ஒவ்வொரு வகைகளிலும் மாறுபட்டு இருக்கிறது.

தயாரிப்பாளர்களின் பரிந்துரையின்படி சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரை பராமரிக்கவும் மற்றும் பழுது நீக்கவும் வேண்டும். சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்

பிரிவென்டரில் பழுதுகளை நீக்க சில பொதுவான வழிறைகள் கீழ்காணும் அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

வ எண்.	அறிகுறிகள்	நிகழக்கூடிய காரணங்கள்	தீர்வுகள்
1	சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டருடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஸ்டார்ட்டர் துவங்கவில்லை	சப்ளை இல்லை	சப்ளையை சோதித்து சரிபடுத்தவும்
		சப்ளை வோல்டேஜ் குறைவு	வோல்டேஜ்-யை சரி பார்த்து சரி செய்யவும்.
		சமசீரற்ற லைன் வோல்டேஜ்	சரி பார்த்து சரி செய்யவும்
		முறையற்ற பேஸ் வரிசை	ஏதாவது இரு லைனை பரிமாற்றம் செய்து, பேஸ் வரிசையை மாற்றவும்
		சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்	சோதித்து சரி செய்யவும்
		கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றில் வோல்டேஜ் இல்லை	சோதித்து சரி செய்யவும்
2	சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டருடன் கூடிய ஸ்டார்ட்டர் பிடித்துக் கொள்ளவில்லை	சப்ளை வோல்டேஜ் குறைவு	சோதித்து சரி செய்யவும்
		சமசீரற்ற லைன் வோல்டேஜ்	சோதித்து சரி செய்யவும்
		சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்	சோதித்து சரி செய்யவும்
		முறையற்ற பேஸ் வரிசை	பேஸ் வரிசையை மாற்றவும்
		சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரின் மின்னணு சுற்றில் குறைபாடு	சோதித்து பழுது பார்க்கவும் அல்லது மாற்றவும்
		சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டரின் ரிலே சக்கி அடையவில்லை	சோதித்து பழுது பார்க்கவும் அல்லது மாற்றவும்
		ரிலே கான்டேக்ட்-யின் முறையற்ற செயல்பாடு	சோதித்து பழுது பார்க்கவும் அல்லது மாற்றவும்
		பிடித்துக் கொள்ளும் மின்சுற்றின் திறப்பு	சோதித்து சரி செய்யவும்
3	சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் பிரிவென்டருடன் கூடிய ஸ்டார்ட்டர் அடிக்கடி டிரிப் (trip) ஆகிறது	லைன் வோல்டேஜ்-யில் அதிகமான ஏற்ற இறக்கம்	சோதித்து சரி செய்யவும்
		முறையற்ற செட்டிங் அல்லது சமசீரற்ற செட்டிங்	சமசீரற்ற செட்டிங்-யை மறு சீரமைப்பு செய்யவும்
		சப்ளை லைன்/கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றில் தளர்வான இணைப்புகள்	சோதித்து சரி செய்யவும்

### மோட்டார்களை நிறுத்தும் பிரேக்கிங் அமைப்பு (Braking system of motors)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- மோட்டார்களின் பிரேக்கிங் (braking) அமைப்பின் அவசியத்தை கூறுதல்
- ஒவ்வொரு வகை பிரேக்கிங் அமைப்பையும் பட்டியலிடல் மற்றும் விளக்குதல்.

பிரேக்கிங் அமைப்பின் அவசியம் (Necessity of braking system) பிரேக்கிங் என்ற வார்த்தை பிரேக் (தடுத்து நிறுத்து) என்ற சொல்லிருந்து வந்தது. பிரேக் என்பது எந்தவொரு நகரும் அல்லது சுழலும் வாகனங்கள் அல்லது ஊர்திகள் போன்ற சாதனங்களின் வேகத்தை குறைக்கப் பயன்படும் ஒரு சாதனமாகும். பிரேக்கை பிரயோகிக்கும் செயல்முறையை பிரேக்கிங் என்று அழைக்கலாம்.

பிரேக்கிங் இரு வகைப்படுகிறது. இயந்திரவியல் பிரேக்கிங் மற்றும் மின்னியல் பிரேக்கிங்.

இயந்திரவியல் பிரேக்கிங்-யில் இயந்திரத்தின் வேகம் இயந்திர செயற்பாட்டால் மட்டுமே குறைக்கப் படுகிறது. ஆனால் மின்னியல் பிரேக்கிங்-யில் ஓப்ளக்ஸ் மற்றும் டார்க்-யின் திசையை சார்ந்தே முழு செயற்பாடும் இருக்கிறது. ஒவ்வொரு ஓப்க்ஸ்-யின் திசையை மாற்றுவதன்

அடிப்படையில் நிகழ்கிறது. பிரேக்கிங் என்பது சுழலும் இயந்திரத்தின் வேகத்தை குறைக்கும் செயலே ஆகும். தொழிற்சாலைகள், தொழிற் துறை பகுதி அல்லது ஊர்திகள் அல்லது வாகனங்களில் பிரேக்கிங்கின் பிரேயோகம் இருக்கிறது. எல்லா இடங்களிலும் இயந்திரவியல் மற்றும் மின்னியல் பிரேக்கர்களின் பயன்பாடு தவிர்க்க முடியாததாகிறது.

**பிரேக்கிங் வகைகள் (Types of braking):** மோட்டார்களின் வேகத்தை குறைக்க அல்லது நிறுத்த பிரேக்குகள் பயன் படுகிறது. பல வகையான மோட்டார்கள் (DC மோட்டார்கள், இன்டக்ஷன் மோட்டார்கள், சிங்கரனஸ் மோட்டார்கள், சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்கள்) இருக்கின்றன. மேலும் அவைகளின் தனித் தன்மை மற்றும் பண்புகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றவை வேறுபட்டு இருக்கிறது. எனவே பிரேக்கிங் முறைகளும் வேறுபட்டு இருக்கின்றன. முக்கியமாக, பிரேக்கிங்கை மூன்று வகைகளாக பிரிக்கலாம். இவைகளை கிட்டத் தட்ட எல்லா வகை மோட்டார்களுக்கும் பொருத்தமாக இருக்கிறது.

- 1 பிளக்கிங் வகை பிரேக்கிங் (Plugging type braking)
- 2 ரீஜெனரேட்டிவ் பிரேக்கிங் (Regenerative Braking)
- 3 டைனமிக் பிரேக்கிங் (Dynamic braking)

**1 பிளக்கிங் வகை பிரேக்கிங் (Plugging type braking):** இம்முறையில் சப்ளையின் டெர்மினல்கள் மாறுப்படுவதால், உருவாகும் டார்க்-கும் மாறுவதால், வழக்கமாக சுழலும் திசை எதிர்க்கப்பட்டு, வேகம் குறைக்கிறது. பிளக்கிங் சமயங்களில், மின்னோட்டத்தில் அளவை கட்டுப்படுத்த மின்சுற்றுடன் வெளிப்புற மின்தடை சேர்க்கப்படுகிறது. இந்த முறையில் சக்தி இழப்பு ஏற்படுவது இதன் முக்கிய தீமைகள் ஆகும்.

### 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறை (Method of speed control of 3 phase induction motor)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டார் பக்கத்தில் இருந்து வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறைகளை பட்டியலிடல்
- 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறைகளை விளக்குதல்.

ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டார் ஆகிய இரு பக்கத்தில் இருந்தும் 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த முடியும்.

**2 ரீஜெனரேட்டிவ் (மறு உற்பத்தி) பிரேக்கிங் (Regenerative Braking):** மோட்டாரின் வேகம் சிங்கரனஸ் வேகத்தை விட அதிகமாகும் பொழுது, ரீஜெனரேட்டிவ் பிரேக்கிங் ஏற்படுகிறது. இங்கே மோட்டாரானது, ஜெனரேட்டர் போன்று செயற்பட்டு லோடு அதாவது மோட்டாரிலிருந்து சக்தி வெளிவருவதால் இதனை ரீஜெனரேட்டிவ் பிரேக்கிங் என்கிறாம். முக்கியமாக ரோட்டார் ஆனது சிங்கரனஸ் வேகத்தை விட அதிக வேகத்தில் சுழலும் பொழுது மட்டுமே மோட்டாரானது ஜெனரேட்டராக இயங்கி மின்சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசையும் மற்றும் டார்க்-யின் திசையும் மாறி பிரேக்கிங் ஏற்படும். மோட்டார் அதிக சிங்கரனஸ் வேகத்தில் சுழலும் பொழுது மட்டுமே பிரேக்கிங் ஏற்படும் என்பதால் மோட்டாரில் மின்னியல் மற்றும் இயந்திரவியல் சார்ந்த சேதம் ஏற்படலாம் என்பதே இதன் ஒரே தீமையாகும். ஆனால் மாறக்கூடிய ஃபீரீக்வன்சியை வழங்கும் கருவி இருந்தால் ரீஜெனரேட்டிவ் பிரேக்கிங்-யை சிங்கரனஸ் வேகத்தை விட குறைவான வேகத்திலும் பெற முடியும்.

**3 டைனமிக் பிரேக்கிங் (Dynamic braking):** டார்க்-யின் திசையை மாற்றி மோட்டாரில், பிரேக்கிங் ஏற்படுத்தும் மற்றொரு முறை தான் டைனமிக் பிரேக்கிங் ஆகும். இந்த முறையில், ஓடிக் கொண்டு இருக்கும் மோட்டாரை சப்ளையிலிருந்து துண்டித்து விட்டு அதனை மின்தடைகளுடன் இணைக்கப்படுகிறது. செயலற்ற தன்மையால் (inertia), மோட்டார் சப்ளையிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டாலும் தொடர்ந்து, ஓடிக் கொண்டு இருப்பதால் அது சுய-தூண்டுதல் (self-excited) ஜெனரேட்டராக இயங்குகிறது. அது ஜெனரேட்டராக இயங்குவதால் மின்னோட்டம் மற்றும் டார்க்-யின் திசை மாறுகிறது.

- 1 ஸ்டேட்டார் பக்கத்திலிருந்து வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறை
  - வழங்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை மாற்றுவதன் மூலம்

- வழங்கப்படும் ஓப்ரீக்வன்சியை மாற்றுவதன் மூலம்
- ஸ்டேட்டாரின் துருவங்களின் எண்ணிக்கை மாற்றுவதன் மூலம்

2 ரோட்டார் பக்கத்திலிருந்து வேகத்தை கட்டுப்படுத்துதல்

- ரோட்டார் ரியோஸ்டாட் கட்டுப்பாடு
- கேஸ்கேட் (Cascade) இயக்கம்
- ரோட்டார் மின்சுற்றில் Emf-யை செலுத்துதல்

1 ஸ்டேட்டார் பக்கத்திலிருந்து வேகத்தை கட்டுப்படுத்துதல்

a வழங்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை மாற்றுவதன் மூலம் (By changing the applied voltage): இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் டார்க் சமன்பாடு

$$T = \frac{k_1 s E_2^2 R_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2)^2}}$$

$$= \frac{3}{2\pi N_s} \frac{s E_2^2 R_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2)^2}}$$

ரோட்டார் மின்தடை  $R_2$  நிலையானது மற்றும் ஸ்லிப்  $S$  குறைவாக இருப்பதால்  $sX_2$ -ம் குறைவாக இருக்கும். எனவே அவைகளை ஒதுக்கிவிட முடியும். ஆகவே  $T \propto sE_2^2$ ,  $E_2$  என்பது ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் Emf ஆகும். மேலும்  $E_2 \propto V$  எனவே  $T \propto V^2$ ,

ஆகவே வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் குறைக்கப்படும் பொழுது, டார்க் குறைகிறது. எனவே வேகமும் குறைகிறது.

இந்த முறை எளிமையாகவும் மற்றும் மலிவாகவும் இருந்தாலும், அரிதாக பயன்படுத்தப்படுகிறது, ஏனென்றால்

- 1 சிறிதளவு வேகத்தை மாற்ற, வழங்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை, அதிகளவு மாற்றப்பட வேண்டியுள்ளது.
- 2 வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் அதிகளவு மாற்றப்படுவதால், காந்தத்தின் அடர்த்தி மாறுகிறது. எனவே மோட்டாரின் காந்தவியல் நிலை குறைக்கப்படுகிறது.

b வழங்கப்படும் ஓப்ரீக்குவன்சியை மாற்றுவதன் மூலம் (By changing the applied frequency): இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் சுழலும் காந்த மண்டலத்தின் சிங்கரனஸ் வேகம் ( $N_s$ ) கீழே தரப்பட்டது போல்.

$$N_s = \frac{120f}{P} \text{ rpm}$$

$f$  என்பது சப்ளை ஓப்ரீக்குவன்சி மற்றும்  $P$  என்பது ஸ்டேட்டார் துருவங்களின் எண்ணிக்கை ஆகும்.

ஆகவே, சப்ளை ஓப்ரீக்குவன்சியை மாற்றுவதன் மூலம் சிங்கரனஸ் வேகம் மற்றும் ஓடும் வேகத்தை மாற்ற முடிகிறது. இருப்பினும், இந்த முறை அதிகம் பயன்படுத்துவதில்லை. ஜெனரேட்டர் மூலம் சப்ளை வழங்கப்படும் இன்டக்ஷன் மோட்டாருக்கு மட்டுமே இந்த முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. (அதாவது பிரைம் மூவரின் (prime mover) வேகத்தை மாற்றுவதன் மூலம் ஓப்ரீக்வன்சியை எளிதாக மாற்ற முடியும்)

c ஸ்டேட்டாரின் துருவங்களின் எண்ணிக்கையை மாற்றுவதல் (Changing the number of stator poles): மேலே சொல்லப்பட்ட சமன்பாட்டின் படி சிங்கரனஸ் வேகத்தை (மற்றும் ஓடும் வேகத்தை) ஸ்டேட்டாரின் துருவங்களின் எண்ணிக்கையை மாற்றுவதன் மூலம் மாற்ற இயலும் என்பது தெளிவாகிறது. ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் பல எண்ணிக்கையிலான துருவங்களை பொருத்த முடிவதால் இந்த முறை பொதுவாக ஸ்கூரில் கேஜ் இன்கடக்சன் மோட்டாரில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெவ்வேறு துருவ எண்ணிக்கைய கொண்ட இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வையிண்டிங்களை ஸ்டேட்டாரின் ஒரே பள்ளத்தில் சுற்றுவதால், ஸ்டேட்டார் துருவங்களின் எண்ணிக்கை மாற்ற இயலும்.

உதாரணமாக 4 துருவங்கள் மற்றும் 6 துருவங்களை கொண்ட இரு 3 பேஸ் வையிண்டிங்களை ஸ்டேட்டாரில் சுற்றப்பட்டால், சப்ளை ஓப்ரீக்வன்சி 50 Hz-ல்

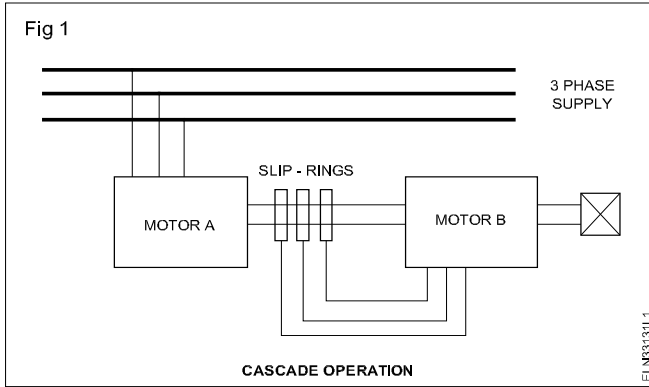
- i 4 துருவ வையிண்டிங் இணைக்கப்படும் பொழுது, சிங்கரனஸ் வேகம்  $N_s = 120 \times (50/4) = 1500 \text{ RPM}$
- ii 6 துருவ வையிண்டிங் இணைக்கப்படும் பொழுது, சிங்கரனஸ் வேகம்  $N_s = 120 \times (50/6) = 1000 \text{ RPM}$  ஆக இருக்கும்.



**2 ரோட்டார் பக்கத்திலிருந்து வேக கட்டுப்பாடு (Speed control from rotor side).**

**a ரோட்டார் ரியோ ஸ்டாட் காட்டுப்பாடு (Rotor rheostat control):** இந்த முறை DC ஷண்ட் மோட்டாரின் ஆர்மேச்சூர் மின்தடையை மாற்றி கட்டுப் படுத்துவதை போன்றதாகும். ஆனால் இந்த முறை ஸ்லிப்-ரிங் மோட்டாருக்கு மட்டுமே பொருந்தும். ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரின், ரோட்டாரில் கூடுதலான வெளி மின்தடையை இணைக்க சாத்தியமில்லை.

**b கேஸ்காடு இயக்கம் (Cascade operation):** இந்த முறையில் இரண்டு மோட்டார்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இரண்டும் ஒரே தண்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ளதால், இரண்டும் ஒரே வேகத்தில் ஓடுகிறது. ஒரு மோட்டாருக்கு 3 பேஸ் சப்ளை வழங்கப்படும், இரண்டாவது மோட்டாருக்கு, முதல் மோட்டாரில் தூண்டப்படும் emf ஸ்லிப்-ரிங் வழியாக, வழங்கப்படுகிறது. இந்த அமைப்பு படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது..



மோட்டார் 'A'-யை மெயின் மோட்டார் என்றும், மோட்டார் 'B'-யை துணை மோட்டார் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

- $N_{s1}$  = மோட்டார் 'A'-யின் சிங்கரனஸ் வேகம்
- $N_{s2}$  = மோட்டார் 'B'-யின் சிங்கரனஸ் வேகம்
- $P_1$  = மோட்டார் 'A'-யின் ஸ்டேட்டார் துருவங்களின் எண்ணிக்கை
- $P_2$  = மோட்டார் 'B'-யின் ஸ்டேட்டார் துருவங்களின் எண்ணிக்கை
- $N$  = இந்த அமைப்பின் வேகம், இரு மோட்டாருக்கு சமமானது.
- $f$  = சப்ளை ஃப்ரீக்வன்சி
- இப்பொழுது மோட்டார் 'A'-யின் ஸ்லிப்  $S_1 = (N_{s1} - N) / N_{s1}$
- மோட்டார் 'A'-யின் ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் emf-ன் ஃப்ரீக்வன்சி  $f_1 = S_1 f$ . துணை மோட்டார்

'B'-க்கு, ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் emf வழங்கப் படுவதால்,  $N_{s2} = (120f_1) / P_2 = (120S_1 f) / P_2$ . இப்பொழுது  $S_1 = (N_{s1} - N) / N_{s1}$  என்று மதிப்பை பயன்படுத்தும் பொழுது

$$N_{s2} = \frac{120f (N_{s1} - N)}{P_2 N_{s1}}$$

நோ-லோடு-யில் துணை மோட்டாரின் வேகம் கிட்டத்தட்ட அதன் சிங்கரனஸ் வேகத்திற்கு சமமாக இருக்கும். அதாவது  $N = N_{s2}$ . இந்த சமன்பாட்டில் இருந்து,

$$N = \frac{120f}{P_1 + P_2}$$

இந்த முறையில், நான்கு வெவ்வேறு வேகம் கிடைக்கிறது.

- 1 மோட்டார் 'A' மட்டும் இயங்கும் பொழுது, அதனை சார்ந்த வேகம்  $N_{s1} = 120f / P_1$
- 2 மோட்டார் 'B' மட்டும் இயங்கும் பொழுது, அதனை சார்ந்த வேகம்  $N_{s2} = 120f / P_2$
- 3 ஒன்று சேர்ந்த கேஸ்காடு செய்யப்பட்டால், அமைப்பின் வேகம்  $N = 120f / (P_1 + P_2)$
- 4 மாறுபட்ட கேஸ்காடு செய்யப்பட்டால், அமைப்பின் வேகம்  $N = 120f (P_1 - P_2)$

**ரோட்டார் மின்சுற்றில் EMF -யை செலுத்துதல் (By injecting EMF in rotor circuit):**

இந்த முறையில் ரோட்டார் மின்சுற்றில் மின்னழுத்தம் செல்லுவதன் மூலம் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் வேகம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்தின் ஃப்ரீக்வன்சி, ஸ்லிப் ஃப்ரீக்வன்சிக்கு சமமாக இருப்பது முக்கியம். ஆனால் செலுத்தப்படும் emf-ன் பேஸ்-க்கு எந்த கட்டுப்பாடும் கிடையாது. செலுத்தப்படும் emf-ன் பேஸ், ரோட்டாரில் தூண்டப்படும் emf-க்கு எதிர் திசையில் இருந்தால், ரோட்டாரின் மின்தடை அதிகமாகும். அதுவே நேர் திசையில் இருந்தால், ரோட்டாரின் மின்தடை குறையும். ஆகவே செலுத்தப்படும் emf-ன் பேஸ்-யை மாற்றுவதன் மூலம் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த முடியும்.

இந்த முறையின் மூலம் பரவலான வேக கட்டுப்பாட்டை (வழக்கமான வேகத்தை விட குறைவாகவோ அல்லது அதிமாகவோ) பெற முடியும் என்பது தான் இதன் முக்கிய நன்மையாகும். க்ரமேர் சிஸ்டம் (Kramer system) மற்றும் ஸ்சேர்பியஸ் சிஸ்டம் (Scherbiussystem) மூலம் emf-யை செலுத்த முடியும்.

**AC வையிண்டிங்களில் பயன்படுத்தப்படும் அடிப்படை பதங்கள் (Fundamental terms used in AC winding)**

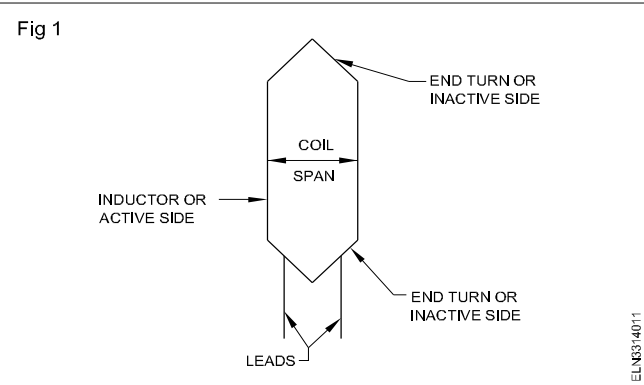
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- AC வையிண்டிங்களில் பயன்படுத்தப்படும் பதங்களை கூறுதல்
- பல்வேறு வகையான AC வையிண்டிங்கை விளக்குதல்.

**AC வையிண்டிங்களில் பயன்படுத்தப்படும் அடிப்படைப் பதங்கள் (Fundamental terms used in AC Winding):** பின்வரும் பத்தியில் விளக்கப் பட்டுள்ள AC வையிண்டிங்களில் பயன்படுத்தப்படும் பதங்களை AC வையிண்டிங் செய்வதற்கு முன், பயிற்சியாளர்கள் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

**காயில் (Coil):** பல சுற்றுகளை தொடர் இணைப்பில் இணைத்தால் அது காயில் என அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு காயில் இரு செயல்படும் (active) மற்றும் இரு செயல்படா (inactive) பக்கங்களை கொண்டுள்ளது.

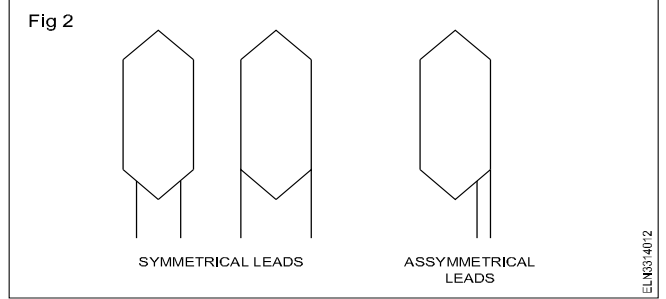
**சுற்று (Turn):** இது கடத்தியின் முடிவுற்ற பாதை ஆகும். இது இரு வெவ்வேறு துருவங்களின், N மற்றும் S, கீழுள்ள இரு இண்டக்டர்களை இணைப்பதால் உருவாகிறது. (படம் 1)



**காயிலின் செயல்படும் பகுதி (Active side of a coil):** இது கோரில் உள்ள ஸ்லாட்டில் புதையும் காயிலின் பாகமாகும். இதை இண்டக்டர் என்றும் அழைக்கிறோம். (படம் 1)

**காயிலின் செயல்படாத பகுதி (Inactive side of a coil):** இது காயிலின் இரு செயல்படும் பக்கங்களை இணைக்கும் காயிலின் பகுதியாகும். (படம் 1)

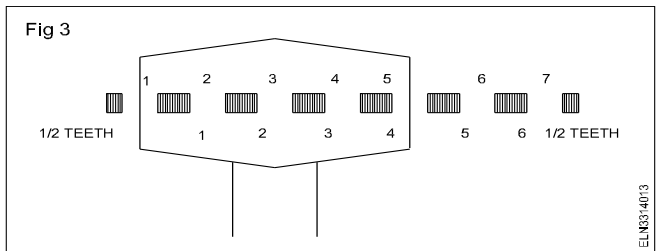
**காயிலின் தடங்கள் (Leads of a coil):** இது காயிலை இணைப்பதற்காக பயன்படும் காயிலின் இரு முனைகளாகும். இது ஜம்பர் (jumper) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு சமச்சீராகவும் அல்லது சமச்சீரற்றும் இருக்கலாம்.



**துருவ பிட்ச் (Pole pitch):** இரு அடுத்து தடுத்த எதிர் துருவங்களின் மையத்திற்கு இடையேயுள்ள தூரம் ஆகும். துருவ பிட்ச்சானது ஸ்லாட் அல்லது காயில் சைட்டின் அடிப்படையில் அளக்கப்படுகிறது.

$$\text{துருவ பிட்ச்} = \frac{\text{ஸ்டேட்டாரின் ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

**காயில் பிட்ச்/ஸ்பேன் மற்றும் காயில் த்ரோ (Coil pitch/span and coil throw):** அடுத்தடுத்துள்ள எதிர் துருவங்களில் கீழுள்ள காயிலின் இரு செயல்படும் பகுதிக்கு இடையேயுள்ள தூரம் காயில் பிட்ச்/ஸ்பேன் (Coil pitch/span) என அழைக்கப்படுகிறது. படம் 3-ல் காயில் பிட்ச்/ஸ்பேன் மற்றும் காயில் த்ரோவை (Coil throw) காட்டுகிறது. (அதாவது காயில் பிட்ச்/ஸ்பேன் - 4 மற்றும் காயில் த்ரோ 1-5 ஆக இருக்கிறது).



**பிட்ச் ஃபேக்டர் (Pitch factor):** வையிண்டிங் பிட்ச் ஆனது துருவ பிட்ச்சுக்கு சமமாக இருக்க வேண்டிய தேவையில்லை. துருவ பிட்ச்சும், வையிண்டிங் பிட்ச்சும் சமமாக இருந்தால் அது ஃபுல் பிட்ச் வையிண்டிங் என அழைக்கப்படுகிறது. வையிண்டிங் பிட்ச் துருவ பிட்ச்சை விட குறைவாக இருந்தால் பின்ன (fractional) பிட்ச் வையிண்டிங் அல்லது சார்ட் (short) பிட்ச் வையிண்டிங் என அழைக்கப்



படுகிறது. ரீவையிண்டிங் செய்யும் பொழுது அசல் வையிண்டிங் பிட்ச்சை மாற்றக் கூடாது. இயந்திரத்தை வடிவமைப்பவர் இயந்திரத்தின் சிறந்த செயற்பாட்டிற்காக பல்வேறு காரணிகளை கவனத்தில் கொண்டு, வையிண்டிங் பிட்ச்சை தேர்ந்து எடுக்கிறார்கள். எனவே அசல் வையிண்டிங் பிட்ச்சை மாற்றினால் அது இயந்திரத்தின் செயற்பாட்டை மாற்றி விடும். வையிண்டிங் பிட்ச்ச் 4-காக இருந்தால், காயில் த்ரோ 1 முதல் 5 ஆக இருக்கிறது. காயிலின் ஒரு பக்கம் 1 வது ஸ்லாட்லிலும் அடுத்த பக்கம் 5வது ஸ்லாட்லிலும் படம் 3-ல் பட்டவாறு வைக்கப்படுகிறது. வையிண்டிங் பிட்ச்ச் 5-1=4 வையிண்டிங் பிட்ச்சுக்கும், துருவ பிட்ச்சுக்கும் இடையேயுள்ள விகிதம் பிட்ச்ச் ஃபேக்டர் (Pitch factor) என அழைக்கப்படுகிறது.

$$\text{பிட்ச்ச் ஃபேக்டர்} = \frac{\text{வையிண்டிங் பிட்ச்ச்}}{\text{துருவ பிட்ச்சு}}$$

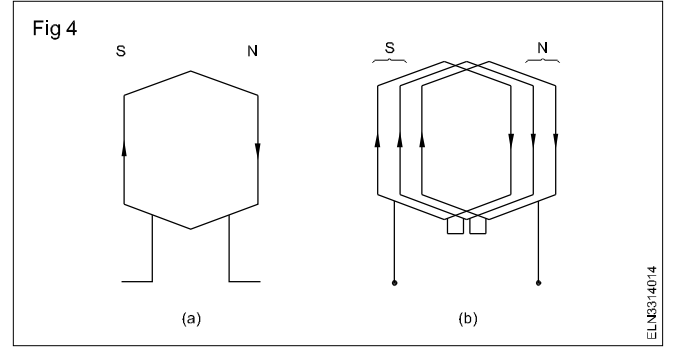
சார்ட் பிட்ச்சு வையிண்டிங் பொதுவாக வேகத்தை மாற்றத்தக்க மோட்டாரை தவிர மற்ற அனைத்து மோட்டாரிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சார்ட் பிட்ச்சு வையிண்டிங் பயன்படுத்துவதற்கான காரணங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

- 1 வையிண்டிங் செய்ய குறைவான காப்பர் தேவைப்படுகிறது.
- 2 காப்பர் இழப்பு குறைவாக இருக்கிறது.
- 3 மெஷினின் வினைத்திறன் அதிகரிக்கிறது.
- 4 வையிண்டிங் குறைவான இடத்தை மட்டுமே நிரப்புகிறது.
- 5 ஆல்டர்னேட்டரில் வையிண்டிங் சீரான சைன் வேவ் உருவாகிறது.

**காயில் குருப் (Coil group):** காயிலின் உள்ளே செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசையை நோக்கும் பொழுது, காயிலின் இரு பக்கத்தில் செல்லும் மின்னோட்டமானது எதிர் திசையில் படம் 4a-ல் காட்டப்பட்டவாறு இருப்பதை நீங்கள் காணலாம்.

அதன்படி ஒரு சிங்கிள் காயிலில் செல்லும் மின்னோட்டம், இரு வெவ்வேறு துருவங்களை உருவாக்குகிறது. சாதாரண வையிண்டிங்கில், வடிவமைப்பை பொருத்து, ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காயில்கள் படம் 4b-ல் காட்டப்பட்டவாறு, தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு இருக்கும். (மூன்று காயில்கள் ஒரு குருப்பை உருவாக்குகிறது). வையிண்டிங்கில் உள்ள மொத்த காயில் குருப்களின் எண்ணிக்கை,

பேஸ்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் துருவங்களின் எண்ணிக்கையின் பெருக்கு தொகைக்கு சமமாக இருக்கும்.



காயில் குருப்களின் மொத்த எண்ணிக்கை = பேஸ்களின் எண்ணிக்கை X துருவங்களின் எண்ணிக்கை

$$\text{காயில் குருப்/பேஸ்} = \frac{\text{காயில் குருப்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$\text{காயில் குருப்/பேஸ்/துருவம்} = \frac{\text{காயில் குருப்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை X துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$\text{காயில் குருப்/பேஸ்/துருவம்} = \frac{\text{காயில் குருப்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை X துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

மேலும் ஒரு குருப்பில் உள்ள காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்/துருவம்

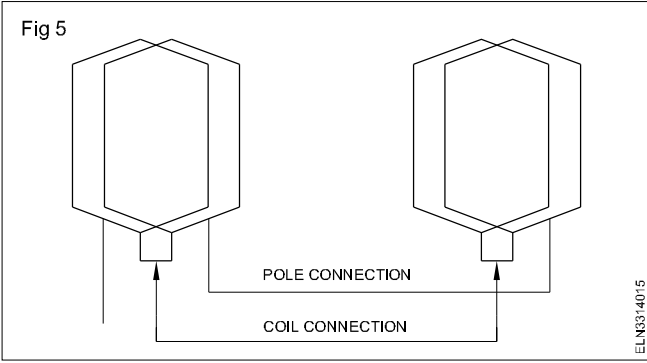
$$= \frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை X துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= \frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{குருப்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}$$

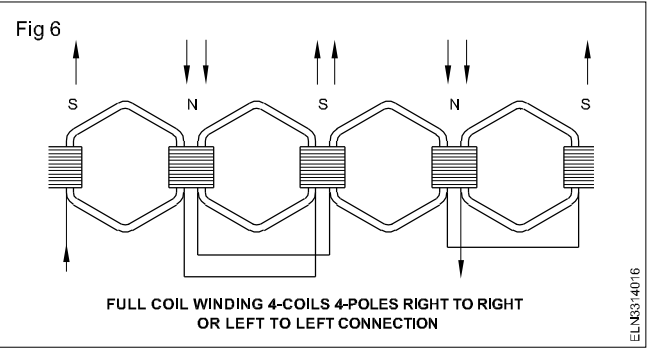
**காயில் இணைப்புகள் (Coil connections):** ஒரே குருப்பில் உள்ள ஒரு காயிலின் ஒரு முனையை அதே குருப்பில் உள்ள அடுத்த காயிலின் முனையுடன் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைப்பதை காயில் இணைப்புகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

**துருவ இணைப்புகள் (Pole connection):** படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு பேஸ் சின் ஒரு காயில் குருப்பை அதே பேஸின் அடுத்த

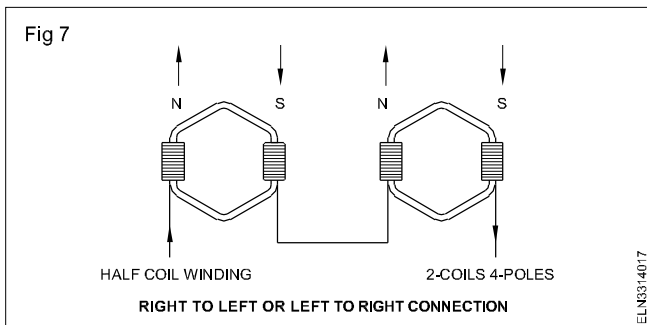
காயில் குருப் உடன் இணைப்பதை துருவ இணைப்பு அல்லது குருப் இணைப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது.



**முழுமையான காயில் வையிண்டிங் (Whole-coil winding):** ஒரு பேஸ்சில் உள்ள காயில்களின் எண்ணிக்கையும் இயந்திரத்தின் துருவங்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருந்தால் அது முழுமையான காயில் வையிண்டிங் ஆகும். படம் 6-யை பார்க்கவும்.

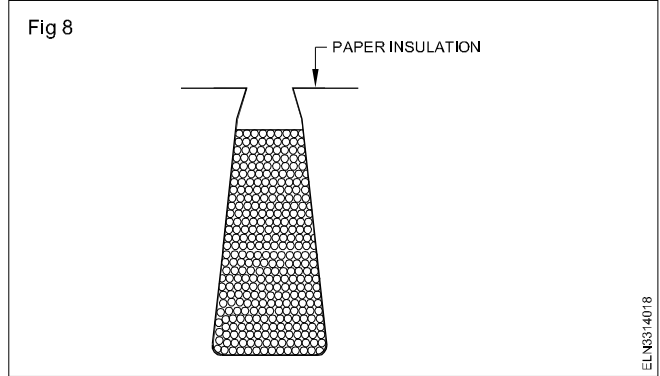


**அரை (Half) காயில் வையிண்டிங் (Half coil winding):** ஒரு பேஸ்சில் உள்ள காயில்களின் எண்ணிக்கை இயந்திரத்தின் துருவங்களின் எண்ணிக்கையில் பாதிமாக இருப்பின் அது அரை காயில் வையிண்டிங் ஆகும். படம் 7-யை பார்க்கவும். பொதுவாக அரை காயில் வையிண்டிங் சிலிங் ஃபேன்கள், இரு வேக மோட்டார்கள் போன்றவற்றில் செய்யப்படுகிறது.

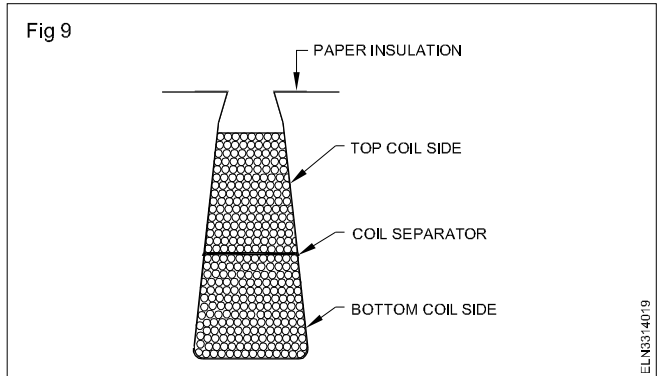


**சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங் (Single layer winding):** சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கில் படம் 8-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு ஸ்லாட்டில் ஒரு காயிலின் ஒரு பக்கம் மட்டுமே இருக்கும்.

மேலும் காயில்களின் எண்ணிக்கை, ஸ்டேட்டார் அல்லது ஆர்மச்சூரின் ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கையில் பாதிமாக இருக்கும். ஒரு லேயர் வையிண்டிங்கில் (single layer winding) பொதுவாக காயில் பிட்ச் ஒற்றைப்படை எண்ணாக இருக்கிறது.



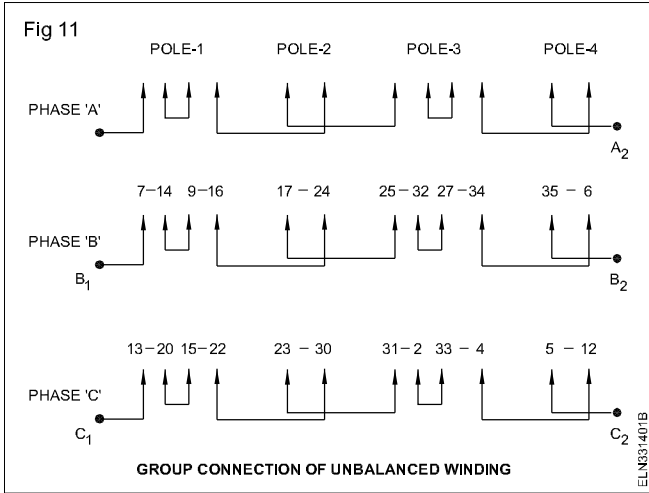
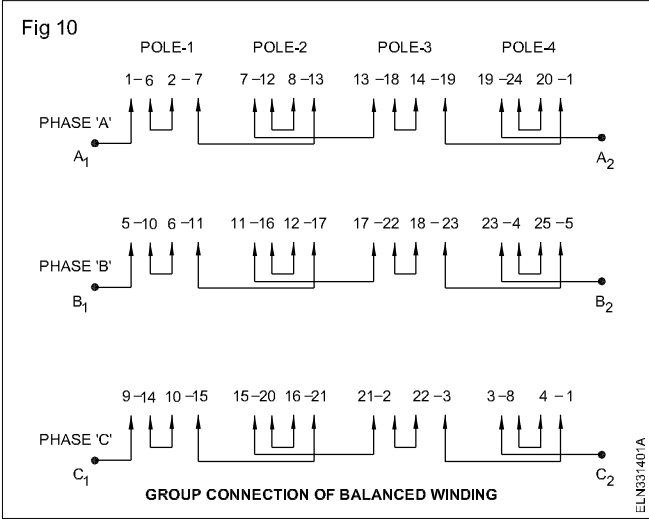
**டபுள் லேயர் வையிண்டிங் (Double layer winding):** படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு இரண்டு லேயர் வையிண்டிங்கில் ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் இரு காயில் பக்கங்கள் (மேலே ஒன்று மற்றும் கீழே ஒன்று) இருக்கும். மேலும் காயில்களின் எண்ணிக்கை ஸ்டேட்டாரின் ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கும்.



**பேலன்ஸ்டு வையிண்டிங் (Balanced winding):** காயில் குருப்புகள் ஒரே எண்ணிக்கையிலான காயில்கள்/பேஸ்துருவத்தை கொண்டு இருந்தால் அது சமச்சீரான வையிண்டிங் என்றழைக்கப்படுகிறது. படம் 10-ல் காட்டப்பட்டவாறு இது ஈவன் குருப் ('Even Group') வையிண்டிங் என்றழைக்கப்படுகிறது.

**அன்பேலன்ஸ்டு (Unbalanced) வையிண்டிங் (Unbalanced winding):** காயில் குருப்புகள் சமமற்ற எண்ணிக்கையிலான காயில்கள் பேஸ்துருவத்தை கொண்டிருந்தால் அதுசமச்சீரற்ற (Unbalanced) வையிண்டிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது. படம் 11-ல் காட்டப்பட்டவாறு இது ஒற்றைப் படை குருப் ('odd group') வையிண்டிங் என்றும் சில சமயங்களில் அழைக்கப்படுகிறது. படம் 10 மற்றும் 11-ல் காட்டப்பட்டவாறு பேலன்ஸ்டு

மற்றும் அன்பேலன்ஸ்டு வையிண்டிங் ஏதுவாயினும் ஒவ்வொரு பேஸ்ஸிலும் உள்ள காயில்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இருப்பது முக்கியமாகும்.



**கான்சென்ட்ரேட்டடு வையிண்டிங் (Concentrated winding):** ஏதேனும் ஒரு வையிண்டிங்கில் காயில்களின் எண்ணிக்கை துருவம் பேஸ், எண் 1 ஆக இருந்தால் அது Concentrated வையிண்டிங் என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்த வையிண்டிங்கில் ஒவ்வொரு காயில் பக்கமும் ஒரு ஸ்லாட்டில் தான் இருக்கும்.

**டிஸ்ட்ரிபியூட்டடு வையிண்டிங் (Distributed winding):** இந்த வையிண்டிங்கில் காயில்களின் எண்ணிக்கை துருவம்/பேஸ் ஒன்றை விட அதிகமாக இருக்கும். பல்வேறு ஸ்லாட்களில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும். இதை பொருத்தவரை ஒவ்வொரு காயிலும் சமமான துருவ பிட்ச்சை கொண்டு இருக்கும்.

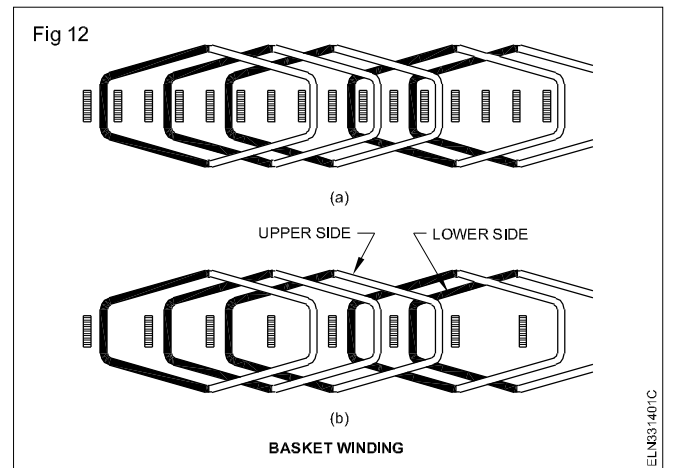
**பார்சியலி டிஸ்ட்ரிபியூட்டடு வையிண்டிங் (Partially distributed winding):** இந்த வையிண்டிங்கில் காயில் பக்கங்கள் அனைத்து ஸ்லாட்டிலும் அமைந்து இருக்காது. சில

ஸ்லாட்கள் காலிலாக இருக்கும். அது டம்மி (dummy) ஸ்லாட்கள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. முழுவதும் டிஸ்ட்ரிபியூட் செய்யப்பட்ட (Fully distributed) வையிண்டிங் (Fully distributed winding): இவ்வையிண்டிங்கில் ஒரு ஸ்லாட் கூட காலியாக இருக்காது.

**AC வையிண்டிங்களில் பல்வேறு வகைகள் (Different types of AC Windings):** வடிவத்தை பொருத்து AC வையிண்டிங்களில் வகைகள் பின்வருமாறு.

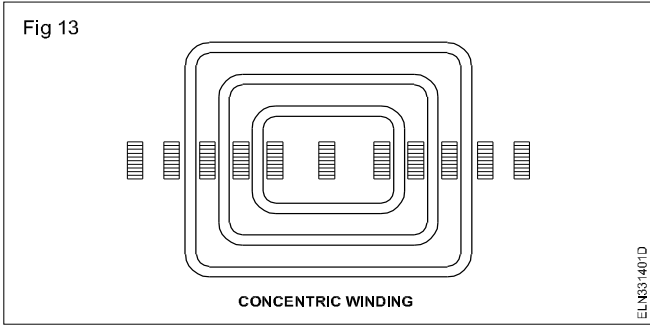
- பேஸ்கட் வையிண்டிங் (Basket winding)
- கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங் (Concentric winding)
- ஸ்கீன் வையிண்டிங் (Skein winding)
- ஃப்ளாட் லூப் நான் ஓவர் லேப்புடு வையிண்டிங் (Flat loop Non-overlapped winding)
- ஃப்ளாட் லூப் ஓவர் லேப்புடு அல்லது செயின் வையிண்டிங் (Flat loop overlapped or chain winding)
- ஸ்கீ வையிண்டிங் (Skew winding)
- டைமண்ட் வையிண்டிங் (Diamond coil winding)
- இன்வோலூட் வையிண்டிங் (Involute coil winding)

**பேஸ்கட் வையிண்டிங் (Basket winding) :** வையிண்டிங் செய்த பின், வையிண்டிங்கில் முனைகள் கூடை பின்னலை போல் உள்ளதால், இது கூடை (Basket) வையிண்டிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது. பேஸ்கட் வையிண்டிங் இரு வகைப்படும். a) படம் 12a-ல் காட்டப்பட்டவாறு சிங்கிள் லேயர் பேஸ்கட் வையிண்டிங் படம் 12b-ல் காட்டப்பட்டவாறு டபுள் லேயர் பேஸ்கட் வையிண்டிங் ஆகும்.

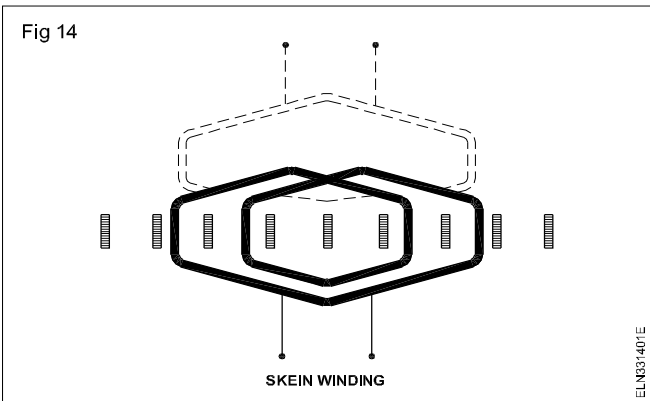


**கான்சென்ட்ரிக் அல்லது பாக்ஸ் வையிண்டிங் (Concentric (or box type) winding):** இந்த வையிண்டிங்கில் ஒரு குருப்பில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காயில்கள் இருக்கின்றன. மேலும் ஒவ்வொரு குருப்பிலும் உள்ள காயில்கள் ஒரே மையத்தை கொண்டுள்ளன. ஒவ்வொரு குருப்பிலும் காயில் பிட்ச் சமமாக இருக்காது. எனவே ஒன்றின் மேல் மற்றொன்று படியாது.

இவ்வகை வையிண்டிங்கில் காயில் பிட்ச் சமமாக இருக்காது மேலும் குருப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு காயில் பிட்ச்சின் வித்தியாசம் 2 ஸ்லாட்- களாக இருக்கும். இது வேறுபட்ட ஸ்பேன்-யை (span) கொண்டு உள்ளதால் இதனை அமைக்க அதிக உடல் உழைப்பு தேவைப்பட்டாலும், இந்த வடிவமைப்பு அதிக குளிர்விக்கும் இடங்களை கொண்டுள்ளது. இந்த வையிண்டிங் பொதுவாக சிங்கிள் பேஸ் மோட்டாரில் அமைக்கப்படுகிறது. இது படம் 13-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

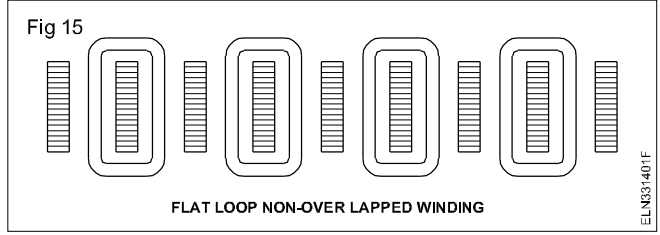


**ஸ்கீன் வையிண்டிங் (Skein winding):** ஸ்கீன் வையிண்டிங்கில் போதுமான நீளத்திற்கு ஒரு நீள காயில் முதலில் சுற்றப்பட்டு, அதன் ஒரு பக்கம் ஒரு ஸ்லாட்டில் வைக்கப்படுகிறது. மீதமுள்ள நீளத்தை மடித்து படம் 14-ல் காட்டப்பட்டவாறு அடுத்து அடுத்த ஸ்லாட்களில் வைக்கப்படுகிறது.

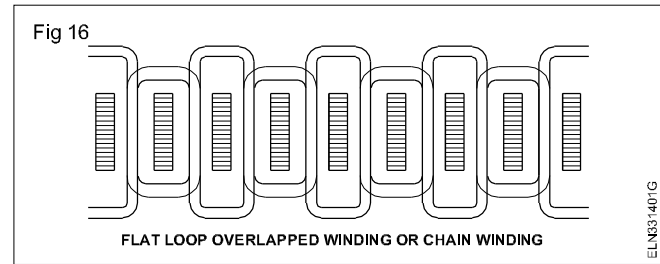


**ஃப்ளாட் லூப் நான் ஓவர் லேப்புடு வையிண்டிங் (Flat loop Non-overlapped winding):** இவ்வையிண்டிங்கில் காயில்கள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று படிவதில்லை எனவே இது ஃப்ளாட் லூப் நான் ஓவர் லேப்புடு வையிண்டிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வகை வையிண்டிங்கில்

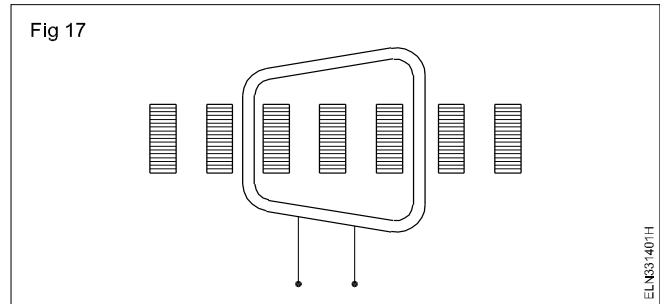
படம் 15-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒவ்வொரு குருப்பில் ஒரே ஒரு காயில் மட்டுமே இருக்கும்.



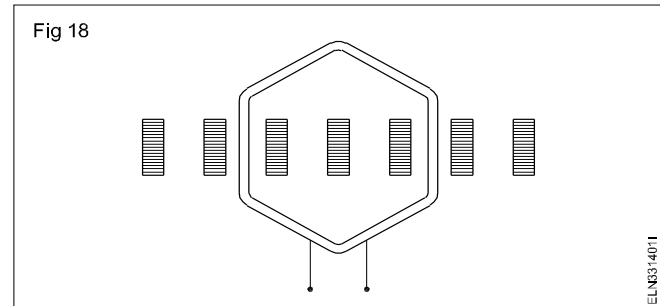
**ஃப்ளாட் லூப் ஓவர் லேப்புடு அல்லது செயின் வையிண்டிங் (Flat loop overlapped or chain winding):** இவ்வகை வையிண்டிங் காயிலின் எண்ணிக்கை துருவம்பேஸ் ஒன்றுக்கு அதிகமாக மற்றும் வெவ்வேறு பிட்ச்கள் கொண்டு இருக்கும். மேலும் படம் 16-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒன்றின் மேல் ஒன்று படிந்தும் இருக்கும்.



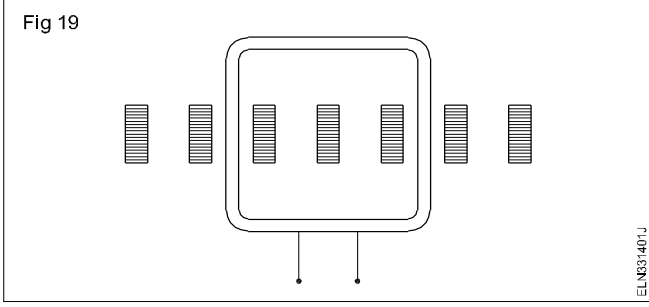
**ஸ்கீ வையிண்டிங் (Skew winding):** இவ்வகை வையிண்டிங்கில் காயில் பக்கங்கள் சமமற்றதாக இருக்கின்றன அதனால் வெப்பத்தை வெளியேற்ற அதிக இடங்கள் கிடைக்கின்றன. இந்த வையிண்டிங் படம் 17-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



**டைமண்ட் வையிண்டிங் (Diamond coil winding):** படம் 18-ல் காட்டப்பட்டவாறு இந்த வையிண்டிங்கில் பயன்படுத்தப்படும் காயிலின் வடிவம் வைரம் (Diamond) போன்றிருக்கும். மேலும் காயில்கள் அதிக இடங்களை நிரப்புகிறது.



**இன்வோலூட் வையிண்டிங் (Involute coil winding):** இவ்வகை காயில் முதலில் டைமண்ட் காயில் வடிவில் சுற்றப்பட்டு பிறகு படம் 19-ல் காட்டப்பட்டவாறு அதன் செயல்படாத பகுதிகள் அழுத்தப்பட்டு கூம்பு வடிவத்தை அடைகிறது.



**மின் கோணங்கள் (Electrical degrees):** ஒரு ஜோடி துருவங்கள் 360° மின்கோணங்களை கொண்டு உள்ளன. ஒவ்வொரு துருவமும் 180°-யை கொண்டு உள்ளன. ஆகவே மோட்டாரின் மின் கோணங்களின் எண்ணிக்கை துருவங்களின் எண்ணிக்கையை சார்ந்துள்ளது.

2 துருவங்களில் - 360° மின்கோணங்கள்

4 துருவங்களில் - 720° மின்கோணங்கள்

6 துருவங்களில் - 1080° மின்கோணங்கள்

ஸ்லாட் கோணத்தை கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தின் மூலம் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

$$\text{ஸ்லாட் கோணம்} = \frac{180 \times \text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{ஸ்லாட்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}$$

மாறாக,

$$\text{ஸ்லாட் கோணம்} = \frac{360 \times \text{துருவங்களின் ஜோடிகள்}}{\text{ஸ்லாட்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}$$

**பேஸ் டிஸ்பிலேஸ்மென்ட் (Phase displacement):** சிங்கிள் பேஸ்ஸில், ஸ்டார்டிங் மற்றும் இரன்னிங் வையிண்டிங்குகள் 90° இடைவெளியில் (displacement) இருக்க வேண்டும். உதாரணமாக

### கையால் வையிண்டிங் செய்யும் முறை (Hand winding process)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- கை வையிண்டிங்கின் நன்மைகளைக் கூறுதல்
- கை வையிண்டிங்கின் முறைகளை விளக்குதல்.

ஸ்பிலிட் பேஸ் மோட்டார்களின் ஸ்டார்டிங் மற்றும் இரன்னிங் வையிண்டிங்குகளுக்கு கை வையிண்டிங்கை பயன்படுத்தலாம். இம்முறையில் வையிண்டிங் ஓயர்கள் ஒரு சமயத்தில் ஒரு சுற்று என ஸ்லாட்களில் நுழைக்கப்பட்டு உள் காயிலில் துவங்கி வையிண்டிங் செய்முறை முடியும் வரை தொடரப்படுகிறது.

ஸ்லாட் கோணம் 30°-ஆக இருந்தால், ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் முதல் ஸ்லாட்டில் துவக்கினால் இரன்னிங் வையிண்டிங் நான்காவது ஸ்லாட்டில் இருந்து துவக்கப்படும்.

**உதாரணம்: 'B' வகுப்பு மோட்டார்களின் இன்சுலேசன் விபரக் குறிப்பு பின்வருமாறு (Example: The following is the insulation specification for Class 'B' motors)**

**ஸ்லாட் லைனர் (Slot liner):** ஒரு லேயர் 0.175 மி.மீ தடித்த ப்ரஷ்பன் பேப்பர் மற்றும் மைக்கா உடன் சேர்ந்த 0.25 மி.மீ தடித்த ஃபைபர் கண்ணாடி ஸ்லாட் லைனராக பயன்படுகிறது. இது கோரின் ஒவ்வொரு முனையில் இருந்து 10 மி.மீ தள்ளி நீட்டியிருக்கும்.

**காயில் பிரிப்பான் (Coil separator):** பல லேயர் வையிண்டிங்கில் ஃபைபர் கண்ணாடி உடன் இணைந்த 0.375 மி.மீ பிரஷ்பன் பேப்பர் பயன்படுகிறது. இது கோரின் ஒவ்வொரு முனையில் இருந்தும் 10 மி.மீ நீட்டியிருக்கும்.

**வெட்ஜ் பிரிப்பான்/பேக்கிங் பட்டை (Wedge separator/packing strip):** ஸ்லாட் லைனர் மற்றும் வெட்ஜ் க்கு இடையே 0.375 மி.மீ தடித்த மில்லிநெக்ஸ் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது கோரின் ஒவ்வொரு முனையில் இருந்தும் 10 மி.மீ நீட்டியிருக்கும்.

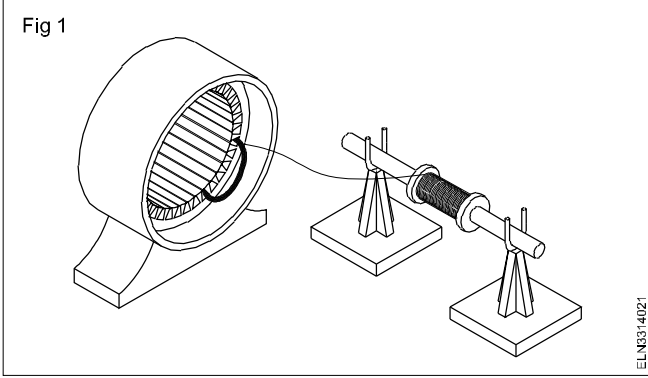
**வெட்ஜ் (Wedge):** 2 மி.மீ அல்லது 3 மி.மீ வல்கனைஸ்டு ஃபைபர் இதற்கு பயன்படுகிறது. கோரின் ஒவ்வொரு முனைக்கு மேல் 6 மி.மீ நீட்டப்பட வேண்டும்.

**பேஸ்களுக்கு இடையேயான ஓவர்ஹாங் காப்பு (Over hang inter-phase insulation):** பல்வேறு பேஸ்களுக்கு இடையேயான காயில்களில் அரை நிலை வடிவில் 0.25 மி.மீ வார்னீஷ் செய்யப்பட்ட ஃபைபர் கண்ணாடி துணி இன்சுலேசனாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த பிரிப்பான்களால் இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட பின் அதனை 0.15 மி.மீ வார்னீஷ் செய்யப்பட்ட ஃபைபர் கண்ணாடி நூலால் கட்டப்பட வேண்டும்.

இம்முறை வையிண்டிங்கில் இரு முக்கிய நன்மைகள் உள்ளன.

- 1 ஸ்லாட்டின் கொள்ளளவு குறையாக இருந்தாலும் இறுக்கமான வையிண்டிங் சாத்தியமாகிறது.
- 2 வையிண்டிங் ஃபார்மர் தேவையில்லை.

கம்பி சுற்ற வேண்டிய ஸ்டேட்டார் மற்றும் வையிண்டிங் ஓயரின் உருளை (spool) படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு அமைக்கப்பட வேண்டும்.



ஸ்லாட்கள் சரியாக இன்சுலேட் செய்யப்பட்டு ஸ்டேட்டாரின் இணைப்பு பக்கம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு செலுத்தும் பேப்பர் முறையான ஸ்லாட்டில் வைக்கப்பட்டு உள்ளது என கருத வேண்டும்.

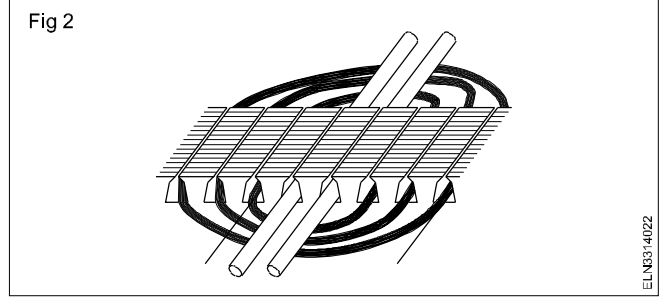
கையால் வையிண்டிங் செய்முறை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

- 1 தேர்ந்து எடுக்கப்பட்ட வையிண்டிங் ஓயரை ரீலில்வைத்து தகுந்த இழுவிசை கருவி மூலம் உருளை சட்டத்தில் வைக்கவும்.
- 2 சிறிய பிட்ச் கொண்ட உள் காயிலை துவக்க வையிண்டிங் ஓயரை ஸ்லாட்டில் நுழைக்கவும்.
- 3 டேட்டாவின் அடிப்படையில் தகுந்த இழுவிசை உடன் தேவையான ஸ்லாட்களில் வையிண்டிங் ஓயரை பின்னவும்.
- 4 முதல் காயிலின் தேவையான சுற்றுகளை வையிண்டிங் செய்தப்பின் அடுத்த பெரிய காயிலை தேர்ந்து எடுக்கப்பட்ட துருவ பிட்ச்சில் வையிண்டிங் செய்யவும்.
- 5 இரண்டாவது காயிலின் தேவையான சுற்றுகளை வையிண்டிங் செய்தப்பின் பெரிய

காயிலின் வையிண்டிங்கை அதன் துருவ பிட்ச்சில் தொடரவும்.

**மொத்த துருவ வையிண்டிங்கை முடித்த பின் முனை இணைப்பை வெளியே எடுக்கவும்.**

- 6 படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு காயிலை அதன் நிலையில் பிடித்து இறுக்க காலியான ஸ்லாட்களில் மர dowel-யை வைக்கவும்.



- 7 ஸ்லாட்டில் ஒரே ஒரு காயில் பக்கம் மட்டும் இருந்தால், வையிண்டிங் ஓயரை தேவையான அளவு வெட்டி விட்டு, வையிண்டிங்கில் நிரந்தரமாக வெட்ஜ் அடிக்கவும்.
- 8 இரண்டு லேயர் வையிண்டிங் வரும் ஸ்லாட்டில் கீழ் காயில் பக்கம் மட்டும் அமைக்கப்பட்டு இருந்தால், அதை தற்காலமாக தளர்வான மர அல்லது ஃபைபர் வெட்ஜ்ஜை அமைக்கவும்.
- 9 டோவல் (dowel)-யை அகற்றவும்.
- 10 கீழ் (மெயின்) வையிண்டிங்கை ஸ்டேட்டாரில் சுற்றும் வரை செய்முறை 2 முதல் 9 வரை தொடரவும்.
- 11 மேல் (ஸ்டாட்டிங்) வையிண்டிங்க்காக தேவையான அளவு வையிண்டிங் ஓயரை ரீலில் அமைக்கவும்.
- 12 சேகரிக்கப்பட்ட தகவலின் அடிப்படையில் ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்கை மேலே சொல்லப்பட்டபடி செய்முறையை தொடரவும்.

### 3 பேஸ் ஸ்குரீல் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் வையிண்டிங் (சிங்கிள் லேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங்) (3 phase squirrel cage induction motor winding (single layer distributed winding))

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சிங்கிள் லேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வகை வையிண்டிங் சம்பந்தமான கணக்கீடு மற்றும் வையிண்டிங் குறிப்புகளை விளக்குதல்
- காயில் மற்றும் முனை இணைப்பு வரைப்படங்களை எவ்வாறு வரைவது என்று விளக்குதல்
- ரிங் மற்றும் டெவலெப்டு வரைப்படங்களை எவ்வாறு வரைவது என்று கூறுதல்.

டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வகை வையிண்டிங் (Distributed type winding): 3 பேஸ் மோட்டாரில்

பெரும்பாலும் பொதுவாக காணப்படும் வையிண்டிங், டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வகை

வையிண்டிங் ஆகும். டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வகை வையிண்டிங்கில் காயில்கள் ஃபார்மரில் சுற்றப் பட்டு, அனைத்து காயில்களும், காயில் பிட்ச்களும் மற்றும் வடிவங்களும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். இந்த காயில்களின் அமைப்பின் விளைவாக அவைகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று படையும். டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங் ஆனது சிங்கிள் லேயர் அல்லது டபுள் லேயர் வகையாக இருக்கலாம்.

**சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங் (Single layer winding):** சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கில் ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை காயில்களின் எண்ணிக்கையில் பாதிமாக இருக்கும். உதாரணமாக 12 ஸ்லாட்டில் 6 காயில்களும், 24 ஸ்லாட்டில் 12 காயில்களும், 36 ஸ்லாட்டில் 18 காயில்களும் இருக்கும். ஒரு ஸ்லாட்டில் ஒரே ஒரு காயில் பக்கம் மட்டுமே இருக்கும்.

**சிங்கிள் லேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங்கின் கணக்கீடு (Calculation for single layer distributed winding):** சிங்கிள் லேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங்கின் தகவல்கள் பின்வரும் எல்லைக்கு உட்பட்டது (உதாரணமாக 3 பேஸ் 24 ஸ்லாட்கள், 12 காயில்கள், 4 துருவங்கள் கீழே விளக்கப்பட்டது)

### I குரூப்பிங் (Grouping)

i காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ் =

$$\frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை}}$$

உதாரணத்தின்படி

$$\text{காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்} = 12 / 3 = 4 \text{ காயில்கள்/பேஸ்கள்}$$

ii முழு காயில் இணைப்புக்கான

$$\text{காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்/துருவம்} =$$

$$\frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை} \times \text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

உதாரணத்தின்படி

$$\text{காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்} = 12 / 3 \times 4 = 1 \text{ காயில்/பேஸ்/துருவம்}$$

iii அரை காயில் இணைப்புக்கான

$$\text{காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ் துருவ ஜோடிகள்} =$$

காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை

$$\frac{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை} \times \text{துருவங்களின் ஜோடிகள்}}$$

உதாரணத்தின் படி .

$$\text{பேஸ் மற்றும் துருவ ஜோடிகளிலும்} = 12/3 \times 2 = 2 \text{ காயில்கள்/பேஸ்கள்/துருவ ஜோடிகள்}$$

கொடுக்கப்பட்ட உதாரணத்தின் படி, முழு பிட்ச் மற்றும் காயிலை அடுத்தடுத்த இரு ஸ்லாட்களில் வைப்பதன் மூலம் அரை காயில் இணைப்பு சாத்தியமே ஆனால் இது நடைமுறையில் இல்லை. எனவே முழு காயில் இணைப்பை உதாரணமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

### II பிட்ச் (Pitch)

i துருவ பிட்ச் =

$$\frac{\text{ஸ்லாட்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$\text{உதாரணத்தின் படி துருவ பிட்ச்} = 24/4 = 6 \text{ ஸ்லாட்கள்}$$

ii காயில் பிட்ச் (Coil pitch): AC வையிண்டிங்கில் காயில் பிட்ச் மற்றும் துருவ பிட்ச் இடையேயுள்ள தொடர்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

a காயில் பிட்ச் = துருவ பிட்ச்;

இவ்வையிண்டிங் முழு பிட்ச் வையிண்டிங் என்றழைக்கப்படுகிறது.

b காயில் பிட்ச் < துருவ பிட்ச் -

இவ்வையிண்டிங் பின்ன பிட்ச் - சார்ட்டு கார்ட்டு (short chord) வையிண்டிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

c காயில் பிட்ச் > துருவ பிட்ச் -

இவ்வையிண்டிங் பின்ன பிட்ச் லாங் கார்ட்டு (long chord) வையிண்டிங் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

மேலும் வையிண்டிங் டபுள் லேயர் ஆக இருந்தால் மேலேயுள்ள 'a','b' மற்றும் 'c' சாத்தியமாகும். ஆனால் சிங்கிள் லேயர் டிஸ்ட்டிரிபியூட்டட் வையிண்டிங்காக இருந்தால், காயில்கள் அடுத்தடுத்த ஸ்லாட்களில் வைக்க வேண்டியிருப்பதால் காயில் பிட்ச் ஒற்றை படை எண்ணாக இருக்க வேண்டும்.

உதாரணத்தின் படி காயில் பிட்ச் = துருவ பிட்ச் =  $24/4 = 6$  ஸ்லாட்கள்

6 என்பது இரட்டைப்படை எண் என்பதால், முழு பிட்ச் வையிண்டிங் செய்ய முடியாது. எனவே அடுத்த மாற்று பின்ன பிட்ச்சாக 5 அல்லது 7-யை தேர்ந்து எடுக்கலாம். வழக்கமாக AC வையிண்டிங் ஆனது முழு பிட்ச் அல்லது சார்ட் கார்ட்டு பின்ன பிட்ச்சாக இருக்க வேண்டும். எனவே சரியான பிட்ச் 5 ஸ்லாட்கள் ஆகும்.

iii காயில் த்ரோ (Coil throw) உதாரணத்தின் படி காயில் பிட்ச் 5 எனவே காயில் த்ரோ 1 - 6 ஆகும்.

### III மின் டிகிரிகள் (Electrical degrees)

i மொத்த மின் டிகிரிகள் =  $180^\circ$  துருவங்களின் எண்ணிக்கை (துருவங்களுக்கு இடையேயான தூரம்  $180^\circ$  ஆகும்)

ii ஸ்லாட் தூரம் =

$$\frac{180^\circ \times \text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}$$

உதாரணத்தின் படி ஸ்லாட் தூரம் =  $(180 \times 4)/24 = 30^\circ$

### IV பேஸ் இடைவெளி (Phase displacement)

i 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் பேஸ்களின் இடையேயான இடைவெளி  $120^\circ$  ஆக இருக்கும்.

ii ஸ்லாட் அடிப்படையில் பேஸ் இடைவெளி =  $120^\circ / 3 = 40^\circ$  ஸ்லாட் தூரம்

உதாரணத்தின் படி  $120^\circ / 30^\circ = 4$  ஸ்லாட்கள்

### V வையிண்டிங் வரிசை (Winding sequence)

3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் ஒரு பேஸ்ஸின் ஸ்டார்ட்டிங் முனைக்கும் அடுத்த பேஸ்ஸின் ஸ்டார்ட்டிங் முனைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம்  $120^\circ$  மின் டிகிரியாக இருக்க வேண்டும்.

எனவே வையிண்டிங் பின்வருமாறு அமைக்கப்படுகிறது.

'A' பேஸ் 1 வது ஸ்லாட்டில் இருந்து துவக்கினால் 'B' பேஸ் 1வது ஸ்லாட் +  $120^\circ$  -ல் இருந்து துவங்கும்.

'C' பேஸ் 1வது ஸ்லாட் +  $120^\circ + 120^\circ$  -ல் இருந்து துவங்கும்.

உதாரணத்தின் படி 'A' பேஸ் 1வது ஸ்லாட்டில் இருந்து துவக்கினால்

'B' பேஸ் 1+4 = 5வது ஸ்லாட்டில் இருந்து துவங்கும்.

'C' பேஸ் 1+4+4 = 9வது ஸ்லாட்டில் இருந்து துவங்கும்.

### VI காயில்களை அமைப்பது (Arrangement of coils):

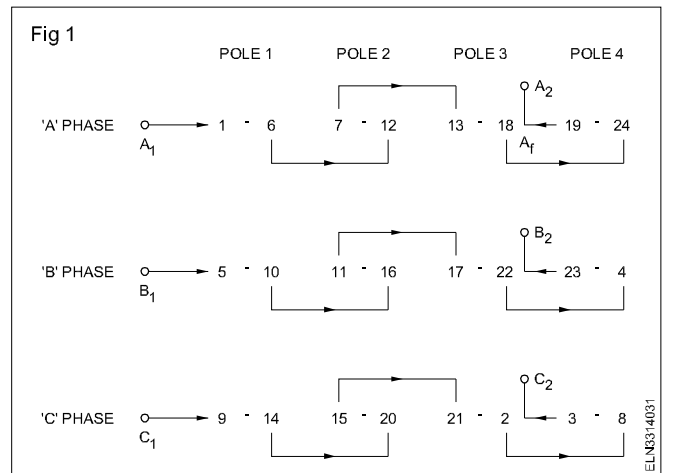
சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கில், காயில் அடுத்தடுத்த ஸ்லாட்களின் வைக்கப்பட வேண்டும். அதாவது 1வது காயிலின் ஒரு பக்கம் 1வது ஸ்லாட்டில் (ஒற்றைப்படை எண்) வைக்கப்பட்டால், 1வது காயிலின் அடுத்த பக்கம் இரட்டைப்படை எண் ஸ்லாட்டில் வைக்கப்பட வேண்டும். எனவே காயில்கள் 1,3,5,7,9 வரிசை ஸ்லாட்களில் துவங்கி, 2,4,6,8,10 வரிசை ஸ்லாட்களில் முடிய வேண்டும்.

உதாரணத்தின் படி 12 காயில்கள் ஸ்லாட்களில் வைக்கப்படுகிறது. (பிட்ச் = 5 ஸ்லாட்கள்)

1-6, 3-8, 5-10, 7-12, 9-14, 11-16, 13-18, 15-20, 17-22, 19-24, 21-26(2), 23-28(4).

### VII முனை இணைப்புகள் (End connections):

வழக்கமான நடைமுறையில், முனை இணைப்புகள் முழுகாயில் இணைப்பாக இருக்க வேண்டும். உதாரணத்தின் படி படம் 1.

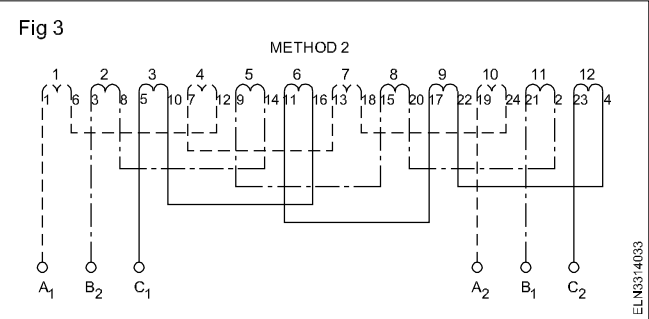
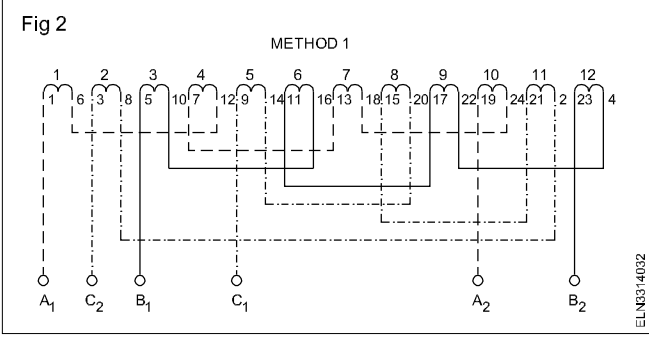




### VIII காயில் இணைப்புகள் (Coil connections):

முழு காயில் இணைப்பில் காயில் குருப்பின் இணைப்பு முடிவு முதல் முடிவு மற்றும் துவக்கம் முதல் துவக்கமாக இருக்கும்.

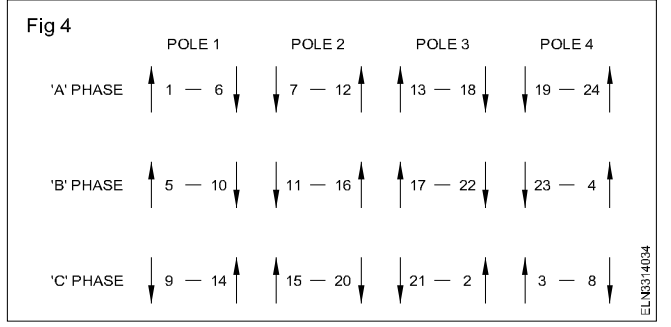
குருப்பில் உள்ள காயில்களை இணைக்க பல வழிகள் உள்ளன. ஒரு வழியை படம் 2-ம் மற்றொரு வழியை படம் 3-ம் காட்டுகிறது.



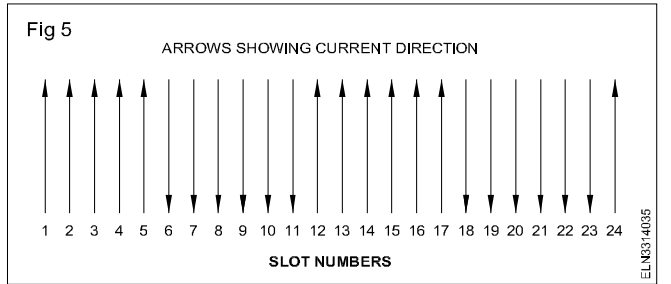
இருப்பினும் நீங்கள் ரிங் வரைபடம் மற்றும் கடிக்கார விதியின் உதவியுடன் துருவங்கள் உருவாவதை சோதிக்க அறிவுறுத்தப்படுகிறது. இதன் செய்முறை அடுத்த பத்தியில் விளக்கப்படுகிறது.

**XI ரிங் வரைபடம் (Ring diagram):** முனை இணைப்பை மறு ஆய்வு செய்யவும். முனை இணைப்பு அட்டவணையை எழுதி, கடிக்கார விதியை பயன்படுத்தி மின்னோட்டத்தின் திசையை குறிக்கவும். வையிண்டிங்கு 3 பேஸ் சப்ளை வழங்கப்படும் பொழுது இரு பேஸ்களில் மின்னோட்டம் உள்நோக்கி இருந்தால் 3வது பேஸ்ஸில் மின்னோட்டம் வெளிநோக்கி இருக்கும்.

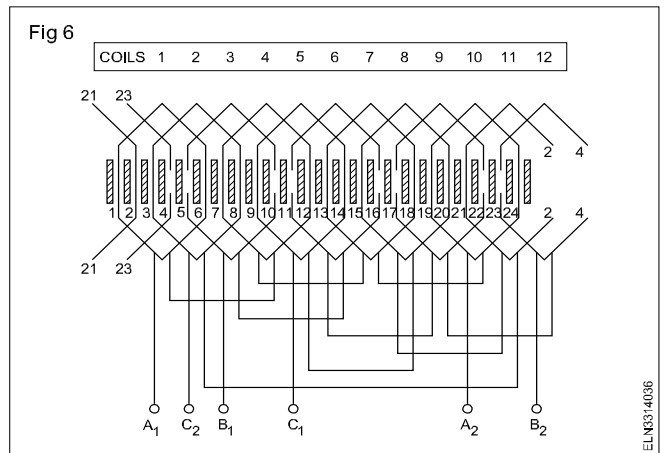
படம் 2-ல் காட்டப்பட்ட முறை 1-யை பார்த்து படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு காயில் பக்கங்களின் மின்னோட்டத்தின் திசையை குறிக்கவும்.



இப்பொழுது ஸ்லாட்களை சீரான வரிசைப்படி, அமைத்து, அம்பு குறியீட்டின் மூலம் ஸ்லாட்களின் மின்னோட்ட திசையை குறிக்கவும். கடைசியாக படம் 5-ல் காட்டப் பட்டவாறு இது தேவையான துருவங்களின் எண்ணிக்கை உருவாகுவதை காட்டும்.



**டெவலப்டு வையிண்டிங் வரைபடம் (Developed winding diagram):** சம்பந்தப்பட்ட ஸ்லாட்களிலுள்ள காயில் பக்கங்கள், குருப்பிங், காயில் முனை இணைப்புகள் மற்றும் லீட் இணைப்புகள் (lead termination) போன்றவைகளை டெவலப்மென்ட் வையிண்டிங் வரைபடம் தெளிவாக காட்டுகிறது. ஒரு 24 ஸ்லாட்கள், 12 காயில்கள், 4 துருவங்கள் கொண்ட 3 பேஸ் சிங்கிள் லேயர் டிஸ்ட்டிரிபியூட்டட் வையிண்டிங்கின் டெவலப்மென்ட் வரைபடம், உங்கள் வசதிக்காக படம் 6-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



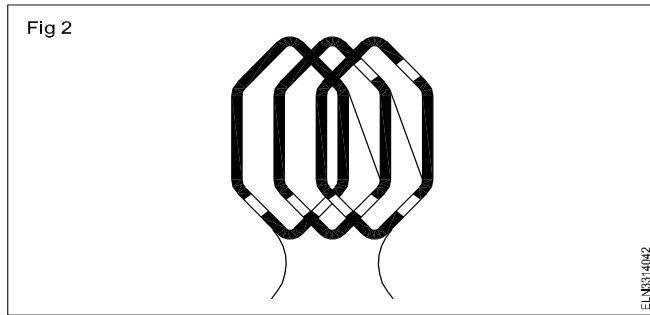
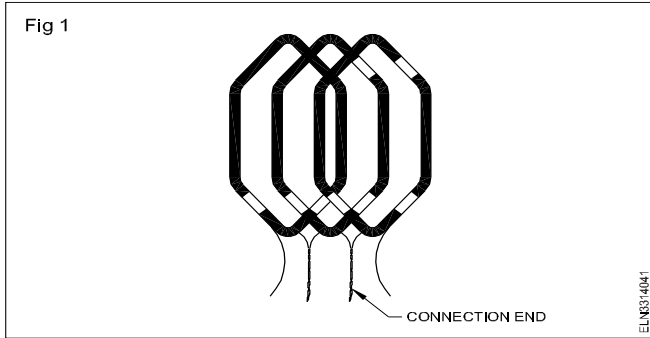
## கூடை அல்லது டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங்கில் காயில்களை வைக்கும் முறை (Method of placing coils in a basket or distributed winding)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- காயில் குரூப் அல்லது குழு உருவாக்க பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு முறைகளை கூறுதல்
- சிங்கிள் லேயர் கூடை வையிண்டிங்கில் காயில்களை அமைக்கும் முறைகளை விளக்குதல்
- டபுள் லேயர் கூடை வையிண்டிங்கில் காயில்களை அமைக்கும் முறைகளை விளக்குதல்.

கீழே சொல்லப்பட்ட செய்முறை சிங்கிள் அல்லது 3 பேஸ் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங்குக்கு பொதுவானது. இருப்பினும் இவ்வகை கூடை வையிண்டிங், 3 பேஸ் மோட்டார்களில் மிகவும் பிரபலமானது.

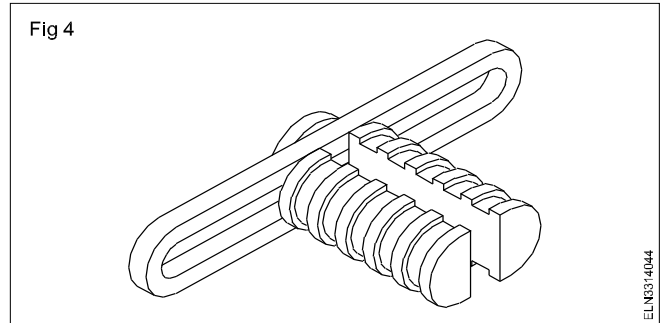
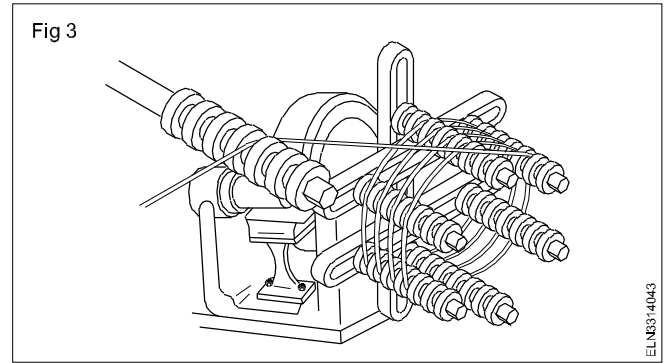
இந்த காயில்கள் ஒரே ஒரு ஃபார்மரின் உதவியால் சுற்றப்பட்டு, பிறகு அவைகள் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு காயில் இணைப்பு மூலம் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்படுகிறது. மிகப்பெரிய மோட்டாரை தவிர பெரும்பாலான 3 பேஸ் மோட்டார்கள் ஃபார்மர் சுற்றப்பட்டு, படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு காயில் குரூப்பாக சுற்றப்படுகின்றன.



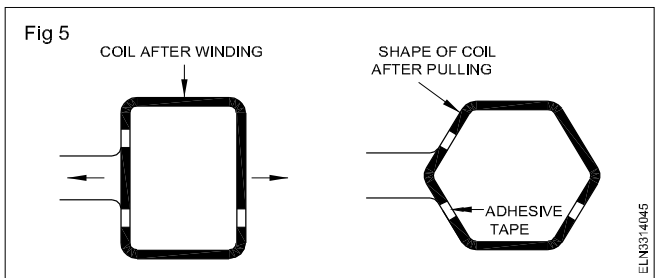
ஒவ்வொரு குரூப்பிலும் உள்ள காயில்களின் எண்ணிக்கை பேஸ்கள் மற்றும் துருவங்களின் எண்ணிக்கையை பொருத்து உள்ளது. இவ்வாறு காயில்களை குரூப்பாக சுற்றும் நடைமுறை குரூப் அல்லது குழு (gang) வையிண்டிங் எனப்படுகிறது.

ஓயரை துண்டிப்பதற்கு முன் குரூப் வையிண்டிங்கில் பல காயில்கள் சுற்றப்படுகின்றன. இதன் மூலம் ஒரு காயிலை மற்றொரு காயில் உடன் இணைப்பது பிறகு பற்ற வைப்பது மற்றும் அவைகளை இன்சுலேட் செய்வது தவிர்க்கப்படுவதால் நேரமும் மற்றும் இடமும் மிச்சமாகிறது.

ஒரு பெஞ்ச் வகை காயில் வையிண்டிங் டிரைவுடன் பொருத்தப்பட்ட வையிண்டிங் தலையை (Head) படம் 3 காட்டுகிறது. தண்டுடன் (shaft) பொருத்தப்பட்ட ஆறு சக்கரங்களை சுற்றி ஓயர் சுற்றப்படுகிறது. நீள் வட்ட அல்லது வட்ட காயில்களை உருவாக்கும் காயில் வையிண்டரை படம் 4 காட்டுகிறது.

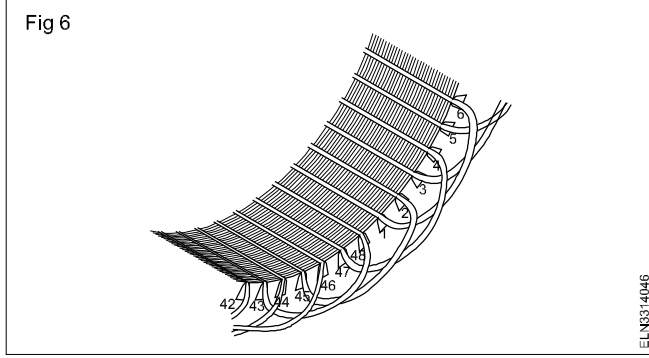


சிறிய மோட்டார்களுக்கான காயில்கள் செவ்வக வடிவில் சுற்றப்பட்டு பிறகு அதன் எதிர் முனைகளில் மையப் பகுதியை படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு இழுப்பதன் மூலம் அது டைமண்ட் (diamond) வடிவை பெறுகிறது.



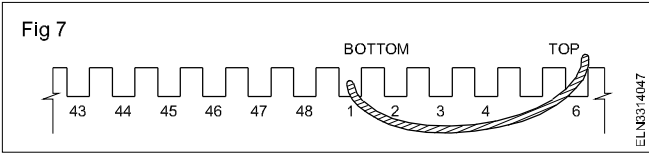
சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கில் ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கையில் பாதி எண்ணிக்கை காயில்கள் இருக்கின்றன. உதாரணமாக 24 ஸ்லாட்கள் கொண்ட சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கில் 12

காயில்கள் இருக்கும். காயில் பிட்ச் 1 - 6 ஆக இருக்கும். ஒரு சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கின் தோற்றம் படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும். சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கில் காயில்களை அமைக்கும் பொழுது ஒரு ஸ்லாட்டை விட்டு அடுத்த ஸ்லாட்டில் அமைக்க வேண்டும்.



உதாரணமாக காயில் பிட்ச் 1 - 6 உள்ள, 48 ஸ்லாட்ட்கள், 24 காயில்கள் 8 துருவ மோட்டாரை எடுத்துக் கொள்ளவும். ஸ்லாட்ட்களில் சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கை அமைக்கும் முறையை படம் 7 விளக்குகிறது.

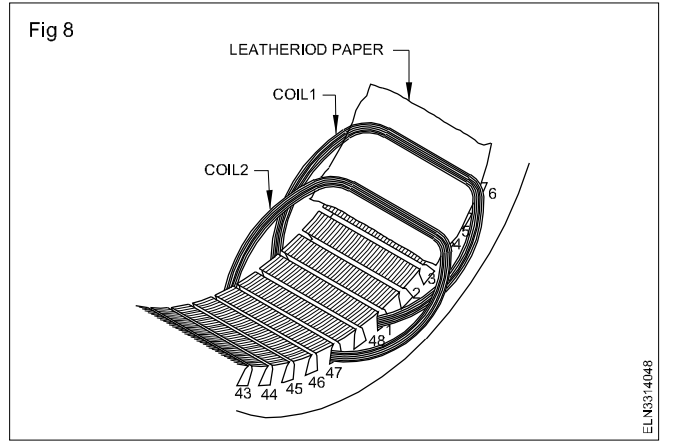
வரைபடத்தின் மூலம் ஒரு ஸ்லாட்டில் ஒரே ஒரு காயில் பக்கம் மட்டுமே இருப்பதை காண முடிகிறது. முதலாவது காயிலின் ஒரு காயில் பக்கம் 1-வது ஸ்லாட்டில் வைக்கப்பட்டதை படம் 7 காட்டுகிறது.



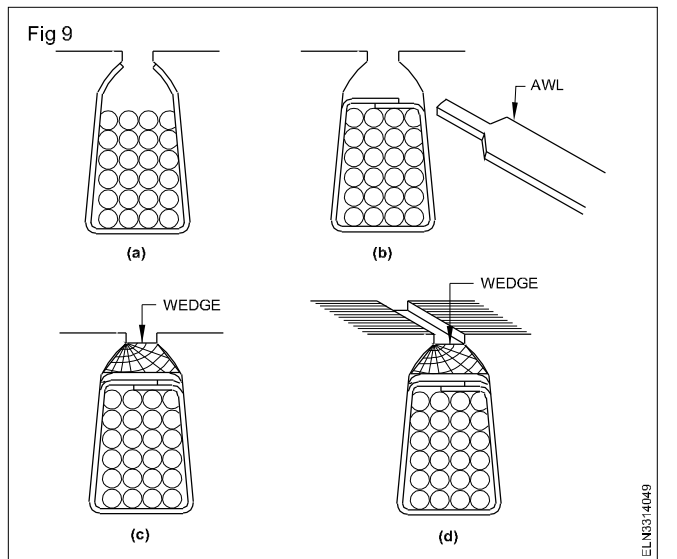
பொதுவாக ஏதேனும் ஒரு ஸ்லாட்டை 1வது ஸ்லாட் என்று சுண்ணாம்பு அல்லது புள்ளி அல்லது பெயின்ட் மூலம் குறித்து கொள்ளலாம். முதலாவது காயிலின் மற்றொரு காயில் பக்கம் கோரில் அப்படியே விடப்படுகிறது. அந்த காயில் (பக்கம்)-யை த்ரோ காயில் (throw coil) என்கிறோம். அந்த விடுபட்ட காயிலின் பக்கத்தை படம் 7-ல் காட்டியவாறு வலது பக்கமோ அல்லது முனை இணைப்பு பக்கத்தில் இருந்து பார்க்கும் பொழுது, ஸ்டேட்டாரின் இடது பக்கமோ விட்டுவிடலாம். இருப்பினும், இது அசல் வையிண்டிங் வரிசையை பொருத்துள்ளது. காயில் ஓவர்ஹேங் (over hang) முனைகளின் 2/3 பங்கு நீளத்தை 0.175 மி.மீ தடித்த காட்டன் நாடாவால் மூடலாம். மற்ற காயில்களை கையாளும் பொழுது ஏற்கனவே நுழைக்கப்பட்ட காயிலின் சுற்றுகள் ஸ்லாட்டில் இருந்து வெளியேறாமல் இருக்க, அந்த ஸ்லாட்டில்

தற்காலிகமாக ஒரு வெட்டை கொண்டு மூடலாம். சிங்கிள் லேயர் வையிண்டிங்கில் காயில் பக்கங்கள் படம் 8-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு ஸ்லாட் இடைவெளி விட்டு அமைக்கப்பட வேண்டும்.

படம் 8-ல் 1வது காயிலின் ஒரு பக்கம் 1வது ஸ்லாட்டில் வைக்கப்பட்டு, அந்த காயிலின் இன்னொரு பக்கம் அப்படியே விடப்பட்டுள்ளது. அப்படியே விடப்பட்ட காயிலில் சேதம் ஏற்படாமல் இருக்க, கோரின் அகலத்தை விட அதிக அகலம் கொண்ட ஒரு லெதராய்டு பேப்பர், கோர் மற்றும் காயில் இடையே படம் 8-ல் காட்டப்பட்டவாறு வைக்கப்படுகிறது.



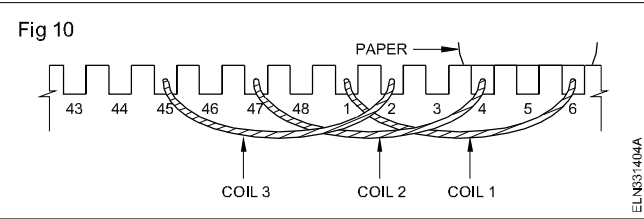
ஸ்லாட்டில் காயிலின் ஒரு பக்கத்தை வைத்தவுடன், குத்துசியை (awl) பயன்படுத்தி இன்சுலேஷன் பேப்பரை (ஸ்லாட் லைனர்) ஒன்றின் மேல் ஒன்றை மடித்து அதன் மேல் பிரிப்பான் பேப்பரை நுழைத்து பிறகு காயிலின் மேல் தயார் செய்யப்பட்ட லைபர் அல்லது மூங்கில் வெட்டை (wedge) செருக வேண்டும். இந்த வெட்டைானது ஸ்லாட் லைனலை விட 3 முதல் 6 மி.மீ வெளி நீட்டியிருக்க வேண்டும். இந்த செய்முறை படம் 9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



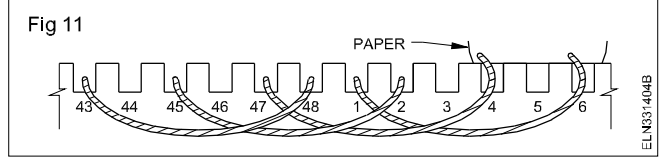
அனைத்து காயில்களையும் நுழைத்து பிறகு வையிண்டிங் சோதிக்கப்படும் வரை சிலர் ஸ்லாட்களை தற்காலிகமாக வெட்ஜ் மூலம் மூடுவார்கள். சோதனை முடிவு OK வாக இருந்தால் பிறகு நிரந்தரமாக ஸ்லாட்டை வெட்ஜ் செய்ய வேண்டும்.

அடுத்தப்படியாக 2வது காயிலின் இடது பக்கத்தை 47வது ஸ்லாட்டில் (1வது ஸ்லாட்டுக்கு அடுத்துள்ள 48வது ஸ்லாட்டை விட்டுவிட வேண்டும்.) வைத்துவிட்டு அதன் வலது பக்கத்தை அப்படியே விட்டு விட வேண்டும். (படம் 8) அடுத்து 3வது காயிலின் இடது பக்கத்தை 45வது ஸ்லாட் வைத்து விட்டு வலது பக்கத்தை கோரின் மேல் விட்டு விடவும். கோர் மற்றும் காயிலுக்கு இடையே லெதராய்டு பேப்பர் வைப்பதை மறக்க வேண்டாம்.

45வது ஸ்லாட்டில் வைக்கப்பட்ட 3வது காயிலின் விடுப்பட்ட வலதுபக்கம் காயில் பிட்ச்சின் படி 2வது ஸ்லாட்டில் வைக்குமாறு வருவதை காணலாம். இப்பொழுது 3வது காயலின் விடுப்பட்ட வலது காயில் பக்கத்தை படம் 10-ல் காட்டப்பட்டவாறு 2வது ஸ்லாட்டில் நுழைக்கவும்.



பொதுவாக காயில் பிட்ச்சின் படி, ஏதேனும் ஒரு காயிலின் விடுப்பட்ட காயில் பக்கம் ஏற்கனவே நிரப்பப்பட்ட ஸ்லாட்டுக்கு அடுத்த வரும் வரை காயிலின் ஒரு பக்கத்தை மட்டுமே நுழைக்கவும். இப்பொழுது 4வது காயிலின் இடது காயில் பக்கத்தை 43வது ஸ்லாட்டிலும் மற்றும் அதன் வலது காயில் பக்கத்தை 48வது ஸ்லாட்டிலும் படம் 11-ல் காட்டப்பட்டவாறு நுழைக்கவும்.

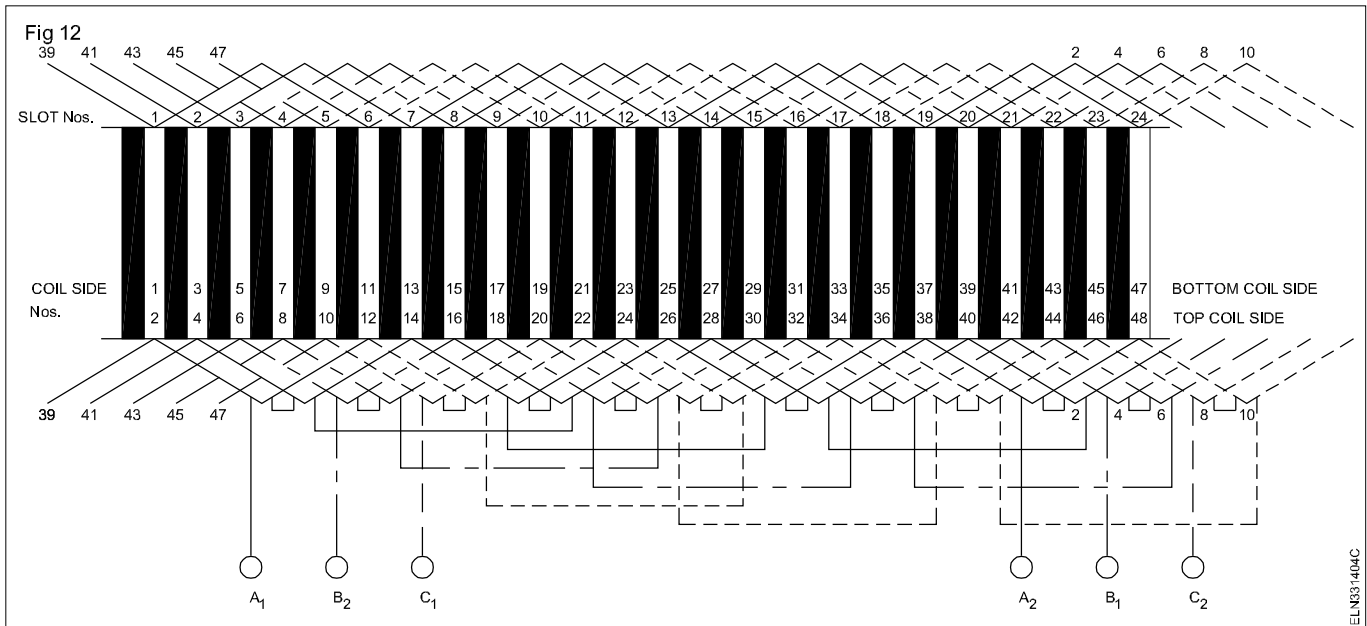


ஸ்லாட்களில் காயிலை நுழைத்து ஸ்லாட்களை நிரப்பும் வரை இவ்வாறே செயல்படவும்.

**டபுள் லேயர் (லேப்) வையிண்டிங்கின் காயில்களை நுழைத்தல் (Insertion of coils in double layer (lap) winding)**

3 பேஸ் 24 ஸ்லாட்கள், 24 காயில்கள் 4 துருவங்கள், ஸ்லாட் பிட்ச் 1 - 6 மற்றும் காயில் பக்கங்கள் அடிப்படையில் காயில் பிட்ச் 1 - 12 கொண்ட இயந்திரத்தை கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளவும்.

**யுகம் (ASSUMPTION): 24 காயில்களும் தனித்தனியே ஃபார்மரால் சுற்றப்பட்டு, தயாராக வைக்கப்பட்டுள்ளது. கீழே கொடுக்கப்பட்ட செய்முறை படம் 12-ல் காட்டப்பட்ட டெவலப்படு வையிண்டிங் வரைப்படத்திற்கானது.**



அதன்படி ஸ்லாட்களின் எண் வரிசையை படம் 13 காட்டுகிறது. அட்டவணை-1 ஸ்லாட்களில் காயில் பக்கங்களின் நிலையை காட்டுகிறது. சீழே உள்ள காயில் பக்கங்கள் ஒற்றைப்படை எண்ணாகவும் மேலே உள்ள காயில் பக்கங்கள் இரட்டைப்படை எண்ணாகவும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1

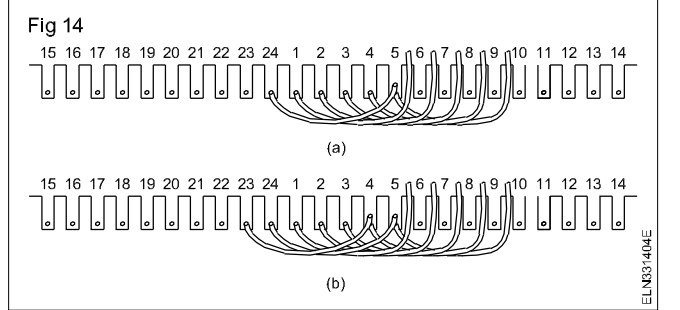
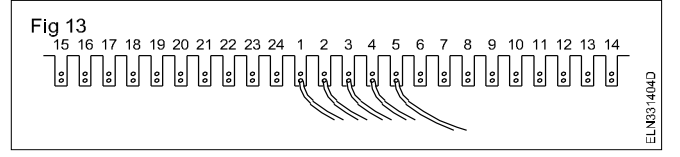
ஸ்லாட்	கீழ் (Bottom)	மேல் (Top)
1	1	2
2	3	4
3	5	6
4	7	8
5	9	10
6	11	12
7	13	14
8	15	16
9	17	18
10	19	20
11	21	22
12	23	24
13	25	26
14	27	28
15	29	30
16	31	32
17	33	34
18	35	36
19	37	38
20	39	40
21	41	42
22	43	44
23	45	46
24	47	48

வையிண்டிங்கை இணைப்பு முனையில் இருந்து பார்க்கும் பொழுது, படம் 13 மற்றும் படம் 14-ல் காட்டப்பட்டவாறு கீழ் காயில்கள் இடது புறமும் மற்றும் மேல் காயில்கள் வலது புறம் இருப்பது தெரிய வருகிறது.

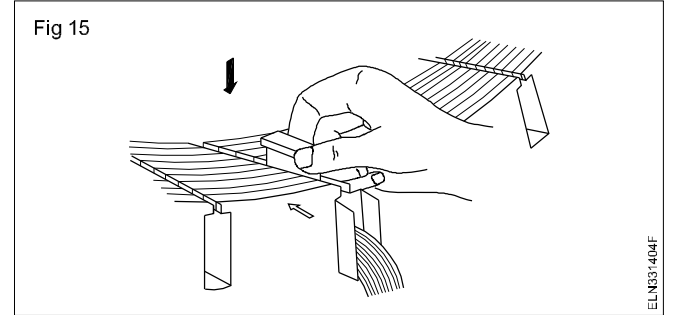
மேலும் டெர்மினல் பாக்ஸ்ஸை பொருத்து ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்கின் இணைப்பு முனை பகுதி தகவல்கள் அடிப்படையில் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது.

டெவலப்படு வரைபடம் (படம் 12) மற்றும் அட்டவணை 1-ன் படி, 1 வது காயிலின் கீழ் பக்கம் 1 வது ஸ்லாட்டில் நுழைக்கப்பட்டால், அதே காயில் மேல் பக்கம், 12-ம் எண் 6 வது

ஸ்லாட் மேல் காயிலாக நுழைக்கப்படுகிறது. வையிண்டிங்கை துவக்க இவ்வாறான ஏற்று கொள்ளப்பட்ட செய்முறை இருக்க வேண்டும்.



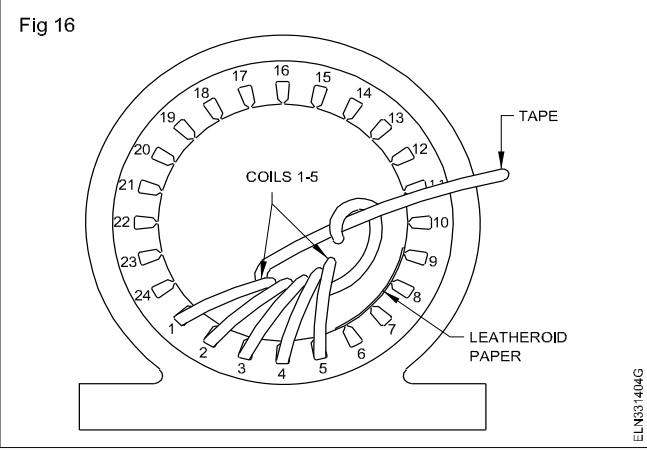
இவ்வாறு ஒரு காயிலை ஸ்லாட் எண் 5-ல் நுழைத்து அடுத்த காயில் பக்கத்தை கோரின் மேல் விட்டு விடவும். வையிண்டிங்கை பாதுகாக்க 5வது ஸ்லாட்டில் தக்க ஃபைபர் வெட்ஜை பயன்படுத்தவும் (படம் 15)



வையிண்டிங்கின் இன்சுலேஷன் சேதம் அடையாமல் இருக்க கோர் அகலத்தை விட பெரிய தடித்த லெதராய்டு பேப்பரை கோர் மற்றும் விடுப்பட்ட காயில் பக்கத்திற்கு இடையே படம் 8ல் காட்டப்பட்டவாறு வைக்கவும். அந்த லெதராய்டு பேப்பரின் நீளம் ஒரே நேரத்தில் 5 காயில் பக்கங்களை பாதுகாக்கும் அளவுக்கு போதுமானதாக இருக்க வேண்டும்.

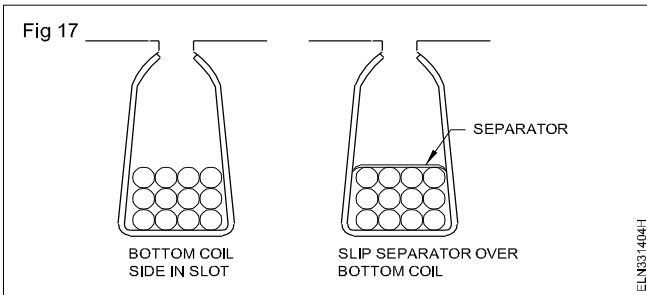
ஸ்லாட் எண் 4,3,2,1 ல் வரிசையாக படம் 13-ல் காட்டப்பட்டவாறு நுழைத்து படம் 15-ல் காட்டப்பட்டவாறு தற்காலமாக வெட்ஜ் செய்யவும். அதன் மற்ற காயில் பக்கங்களை கோரில் இருந்து லெதராய்டு பேப்பர் மூலம் பாதுகாக்கவும். இந்த காயில்கள் த்ரோ காயில்கள் எனப்படுகின்றன. இந்த த்ரோகளின் இன்சுலேஷனை பாதுகாக்க அவைகளை ஒரு காட்டன் நாடாவால் கட்டி, அந்த தொகுப்பை படம் 16-ல் காட்டப்பட்டவாறு

ஸ்டேட்டாருடன் கட்டவும். கட்டப்பட்ட காயில் தொகுப்பு மற்றும் கோருக்கு இடையே லெதராய்டு பேப்பர் வைப்பதை உறுதி செய்யவும்.

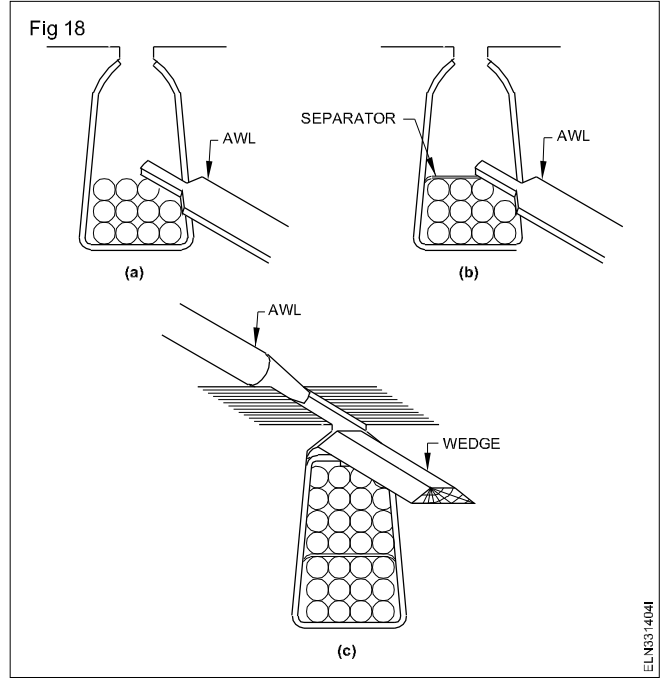


**காயில் பிரிப்பானின் பயன்பாடு (Use of coil separation):** ஒரு ஸ்லாட்டில் உள்ள கீழ் காயில் பக்கத்தின் மேல், மேல் காயிலை வைக்கும் முன் ஸ்லாட்டின் உள்ளே இருக்கும் காயில் பக்கத்தை காயில் பிரிப்பான் மூலம் இன்சுலேஷன் செய்ய வேண்டும். ஏனென்றால் ஒரு ஸ்லாட்டில் உள்ள ஒவ்வொரு காயில் பக்கமும் வெவ்வேறு பேஸ்களை சார்ந்து இருக்கலாம் மற்றும் அவைகளுக்கு இடையே மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருக்கலாம்.

காயில் பக்கங்களை ஸ்லாட்டின் உள் பகுதியில் ஒன்றுடன் ஒன்றை இன்சுலேட் செய்ய திறந்த மற்றும் பாதி மூடிய ஸ்லாட்களில் படம் 17-ல் காட்டப்பட்ட செய்முறையை பின்பற்றவும். ஸ்லாட்டில் உள்ள மேல் மற்றும் கீழ் காயில் பக்கங்களை இன்சுலேட் செய்ய ஒரு வழவழப்பான பிரிப்பான் அல்லது தக்க அகலம், நீளம் மற்றும் தடிமன் (பொதுவாக 0.25 மி.மீ முதல் 0.375மி.மீ) உள்ள இன்சுலேஷன் காசுதம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

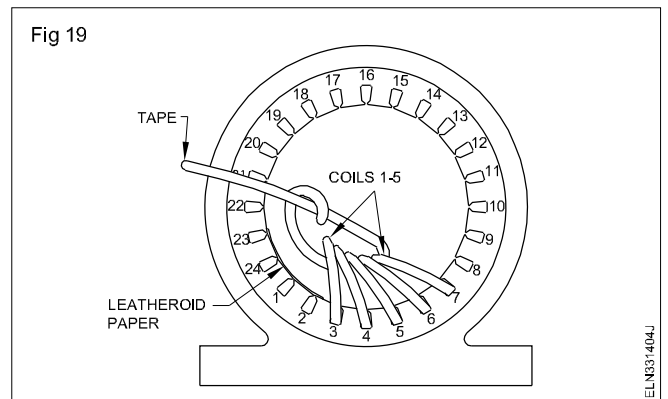


படம் 18a-ல் காட்டப்பட்டவாறு குத்தாசியை கீழ் காயில் பக்கத்தின் மேல் வைத்து அழுத்தி அதன் மேல் பிரிப்பானை படம் 18b-ல் காட்டப்பட்டவாறு சொருகவும். பிரிப்பான் கோரின் ஒவ்வொரு பக்கத்தில் இருந்தும் 10 மி.மீ வெளி தள்ளி இருக்க வேண்டும்.



**ஓவர் லாப்பிங் செய்யும் முறை (Method of overlapping):** இப்பொழுது ஒரு காயில் பக்கத்தை 24வது ஸ்லாட்டிலும் (காயில் பக்கம் 47) அதன் மற்றொரு பக்கத்தை (காயில் பக்கம் 10) 5வது ஸ்லாட்டிலும் கீழ் காயில் பக்கம் 9-ன் மீது மேல் காயில் பக்கமாக சொருகவும். இதேப் போல் அடுத்த காயிலான மற்றொரு காயில் பக்கம் 45யை 23வது ஸ்லாட்டிலும் அதே காயிலின் அடுத்த பக்கம் 7யை 4வது ஸ்லாட்டிலும் சொருகவும். இது போன்று 6வது ஸ்லாட்டை அடையும் வரை தொடரும்.

இச்செய்முறையின் போது 10வது ஸ்லாட் அல்லது அதற்கு முன்னரோ, ஸ்டேட்டாரில் கட்டப்பட்டுள்ள த்ரோ காயில்களால் இடைஞ்சல் உண்டாவதை நீங்கள் உணர முடியும். அச்சமயத்தில் ஸ்டேட்டாரில் கட்டப்பட்டுள்ள பருத்தி டேப்பை அவிழ்த்து விட்டு ஸ்டேட்டாரில் எதிர் திசையில் படம் 19-ல் காட்டப்பட்டவாறு கோர் மற்றும் காயில் தொகுப்புகளுக்கு இடையே லெதராய்டு பேப்பரை வைத்து கட்டவும்.



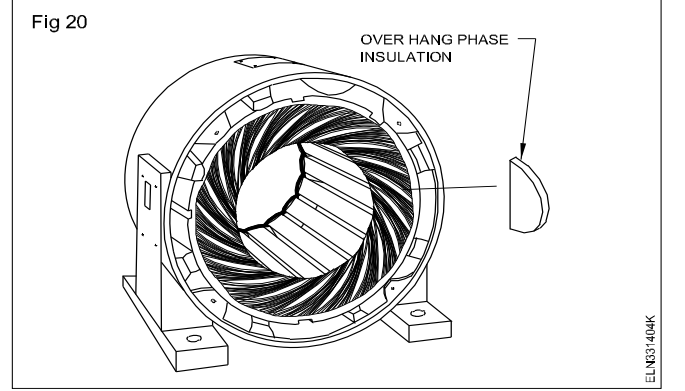
அவ்வாறு கட்டும் பொழுது, 6வது ஸ்லாட்டை எவ்வித இடைஞ்சல் இன்றி சுலபமாக அடைய முடிகிறது. கீழ் காயில் பக்கம் 11-யை 6வது ஸ்லாட்டில் நுழைத்தப்பின் மற்றொரு காயில் பக்கம் 22 -யை 11வது ஸ்லாட்டில் மேல் காயில் பக்கமாக சொருகவும். மேல் காயில் பக்கத்தை நுழைத்தப் பின் ஸ்லாட் லைனரை ஒன்றின் மேல் ஒன்றை மடக்கி, அதன் மேல் பிரிப்பான் மற்றும் வெட்டை சொருகவும்.

**ஓவர் ஹாங் இன்சுலேஷன் (Overhang Insulation):** இப்பொழுது லெதராய்டு பேப்பரை வெட்டி அரை நிலா வடிவத்திற்கு அசல் போன்று தயார் செய்யவும். இது ஓவர் ஹாங் காயில்களுக்கு இடையே பேஸ் இன்சுலேஷனாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. டெவலப்மென்ட் வரைபடத்தின் படி காயில் பக்கங்கள் 1 மற்றும் 3 முதல் பேஸ்க்கு உரியதாகவும் காயில் பக்கங்கள் 5 மற்றும் 7 இரண்டாவது பேஸ்க்கு உரியதாகவும் 9 மற்றும் 11 மூன்றாவது பேஸ்க்கு உரியதாகவும் இருக்கிறது.

இக்காயில்களை கண்டுபிடித்து, அதன்படி 3 மற்றும் 5வது காயில் இடையேயும் மேலும் 7 மற்றும் 9வது காயில் இடையேயும் லெதராய்டு பேப்பரை சொருகவும். அவ்வாறு பேஸ் இன்சுலேஷனை சொருகும் செய்முறை படம் 20-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்த காயில்களுக்கு இடையே இடைவெளி குறைவாக இருந்தால், ஃபைபர் வெட்டை பயன்படுத்தி லெதராய்டு பேப்பரை சொருக வசதி செய்து கொள்ளவும். ஆனால் மிக அதிக

விசையை கொடுக்கக் கூடாது. அவ்வாறு செய்தால் ஸ்லாட் லைனரில் வெடிப்பு ஏற்பட்டு காயில்கள் ஸ்டேட்டார் கோருடன் நிலப் பிணைப்பு (grounding) ஏற்பட நேரிடலாம்.



**முனை இணைப்புகள் (End connections):** மூன்று விதமான இணைப்புகள் செய்யப்பட வேண்டும். முதலாவதாக காயில்களை குருப்பிங் செய்ய காயில் இணைப்புகள், இரண்டாவதாக ஒரு பேஸ்க்கான காயில் குருப்புகளை இணைத்தல், மூன்றாவதாக லீட் (lead) ஓயர்களை இணைத்தல். மேற்கூறிய வரிசைப்படி ஒவ்வொன்றாக செய்வது சிறந்தது ஆகும். வையிண்டிங்கில் ஏதேனும் ஒரு ஓயரை இணைக்க வேண்டுமெனில் காயில் முனையின் தக்க அடையாளத்துடன் துவக்க வேண்டும்.

முதல் முதலாக வையிண்டிங் செய்வோர், குழப்பங்களை அவ்வப்போது தடுக்க டெவலப்படு வரைபடம் இணைப்பு வரைபடம் மற்றும் உண்மையான வையிண்டிங்கை பார்ப்பது அவசியமாகும்.

### 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் வையிண்டிங் (சிங்கிள் லேயர் - காண்சென்ட்ரிக் வகை - அரை காயில் இணைப்பு) (Three-phase induction motor winding (single layer - concentric type - half coil connection))

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- 3 பேஸ் மோட்டாரின் காண்சென்ட்ரிக் வகை வையிண்டிங் சம்பந்தமான பொது தேவைகளை கூறுதல்
- காண்சென்ட்ரிக் வகை வையிண்டிங்கின் நன்மைகள் மற்றும் தீமைகளை கூறுதல்
- காண்சென்ட்ரிக் வகை வையிண்டிங்கின் வையிண்டிங் அட்டவணை தயாரித்தலை விளக்குதல்
- முனை மற்றும் காயில் இணைப்பு வரைபடங்கள் வரைவதை விளக்குதல்
- டெவலப்படு மற்றும் ரிங் வரைபடங்கள் வரைவதை விளக்குதல்.

**3 பேஸ் காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங் (3-phase concentric winding):** காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங் பொதுவாக சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்களிலும் எப்பொழுதாவது 3 பேஸ் மோட்டார்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கானது வேறுபட்ட பிட்ச்களை கொண்ட இரண்டு அல்லது அதற்கும்

மேற்பட்ட காயில்களை ஒரு குருப்பிங் கொண்டதாகும். 3 பேஸ் காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கில் 3 பேஸ்களும் சமமான எண்ணிக்கையிலான காயில்களை கொண்டு ஒரே மாதிரியான காண்சென்ட்ரிக் துருவங்களை உருவாக்குகின்றன. காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கின் காயில்களை தயாரிக்க

ஸ்டெப்பிடு ஃபார்மர்கள் (Stepped formers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கின் நன்மைகள் மற்றும் தீமைகள் (Merits and Demerits of concentric winding):** இவ்வகை வையிண்டிங்கில் சில நன்மைகளும் தீமைகளும் உள்ளன.

#### நன்மைகள் (Merits)

- 1 இவ்வகை வையிண்டிங்கை குளிர்விக்க அதிக இடங்கள் உள்ளது.
- 2 வையிண்டிங் செய்யும் பொழுது காயிலின் ஒரு பக்கத்தை உயர்த்தி (தூக்கி) அவைகளை உள் நுழைக்க தேவையில்லை.
- 3 காயில்களை சீராக வடிவமைப்பது சுலபம்.
- 4 டிஸ்ட்டிரிபியூட்டடு வையிண்டிங்கில் அனைத்து காயில்களும் ஒரே அளவாக இருக்கும். மாறாக கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கில் காயில் குருப்புகள் மட்டும் சீராக இருக்கும் ஆனால் காயில்கள் வெவ்வேறு பிட்ச்களுடன் காக்கென்ட்ரிக் வடிவில் இருப்பதால் காப்பர் மிச்சமாகிறது.
- 5 காயில் பக்கங்களுக்கு இடையே உள்நுழை (interleaving) இல்லாததால், இவ்வையிண்டிங்கை இயந்திரத்தின் மூலம் செய்ய முடியும். என்பதால் வேகமாக உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

- 6 முனை இணைப்புகளை செய்வது சுலபம்.
- 7 காயில்கள் ஓவர் லேப்பிங் ஆவதில்லை என்பதால் வையிண்டிங் செய்வது சுலபம்.

#### தீமைகள் (Demerits)

- 1 ஸ்லாட்களில் காயில்களை நுழைக்க திறன்மிகு தொழிலாளர் தேவை.
- 2 ஸ்டெப்பிடு ஃபார்மர் (stepped former) தேவைப்படுகிறது.
- 3 கூடை வையிண்டிங் போன்று இதற்கு ஆற்றல் இல்லை.
- 1 **குருப்பிங் (Grouping):** சீழே கொடுக்கப்பட்ட உதாரணம் பின்வருவனவற்றை தெளிவுப்படுத்துகிறது.
  - a கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஸ்டேட்டாரில் கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங் சாத்தியமா?
  - b சாத்தியமெனில் அது அரை காயில் அல்லது முழு காயில் வையிண்டிங்கா?

**உதாரணம் (Example):** 36 ஸ்லாட்கள், 12 காயில்கள், 4 துருவங்கள் கொண்ட 3 பேஸ் இண்டக்ஷன் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார் காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ் =

$$\frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= 12/3 = 4 \text{ காயில்கள்/ பேஸ்கள்}$$

முழு காயில் இணைப்பில்

காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்/துருவம் =

$$\frac{\text{காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= 4/4 = 1 \text{ காயில்/ பேஸ்/ துருவம்}$$

ஒரு குருப்பில் ஒரே ஒரு காயில் மட்டுமே இருக்கும். ஆனால் கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கில் ஒரு குருப்பில் இரண்டு அல்லது அதிக காயில்கள் இருக்க வேண்டும். எனவே கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங் சாத்தியமில்லை. மாறாக, அரை காயில் இணைப்புக்காக குருப்பிங் செய்ய முடியும்.

காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்/ துருவ ஜோடிகள் =

$$\frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை} \times \text{ஜோடிகளின் எண்ணிக்கை}}$$

$$\text{உதாரணத்தின் படி} = \frac{12}{3 \times 2} = 2 \text{ காயில்கள்}$$

அதாவது 2 காயில்கள்/ பேஸ்கள் / துருவ ஜோடிகள்.

மேலேயுள்ள உதாரணத்தின் படி அரை காயில் கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங் சாத்தியமாகும். ஆனால் உதாரணமாக 48 ஸ்லாட்கள், 24 காயில்கள் 4 துருவம் கொண்ட 3 பேஸ் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்கில் முழு காயில் மற்றும் அரை காயில் இணைப்பு இரண்டும் சாத்தியம் ஆகும். எனவே ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்கை அகற்றும் முன் அது முழு காயில் அல்லது அரை காயில் இணைப்பை என்பதை கண்டறிய குருப் இணைப்பை ஆராய்வது அவசியமாகும்.

#### 2 பிட்ச் (Pitch)

$$\frac{\text{ஸ்லாட்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$



i துருவ பிட்சு =

உதாரணத்தின் படி துருவ பிட்சு =  $24/4 = 6$  ஸ்லாட்கள்

கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கில் வழக்கமாக 2 அல்லது அதிக பிட்சுகள் இருக்கும். உதாரணத்தின் படி அரை காயில் இணைப்பிற்கு 2 பிட்சுகள் தேவைப்படுகின்றன.

மேலும் சராசரி காயில் பிட்ச்சானது துருவ பிட்சுக்கு சமமாக இருப்பது அவசியம். அதாவது காயில் பிட்சு = துருவ பிட்சு  $\pm 1$

உதாரணத்தின் படி காயில் பிட்சு  $6 \pm 1$  ஆக இருக்கிறது.

எனவே வெளி காயில் பிட்சு  $6 + 1 = 7$  மற்றும்

உள் காயில் பிட்சு =  $6 - 1 = 5$  இருக்கும். அதாவது காயில் த்ரோ =  $1 - 8$  மற்றும்  $1 - 6$ .

ஆனால் நடைமுறையில் இது  $1 - 8$  மற்றும்  $2 - 7$  என எழுதப்படுகிறது.

### 3 மின் டிகிரிகள் (Electrical degrees)

i மொத்த மின் டிகிரிகள் =  $180^\circ \times$  துருவங்களின் எண்ணிக்கை

உதாரணத்தின் படி =  $180^\circ \times 4 = 720^\circ$ .

ii ஸ்லாட்டின் தூரம் டிகிரியில் =

$$\frac{180^\circ \times 4}{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{180^\circ \times 4}{24} = 30^\circ$$

### 4 பேஸ் இடைவெளி (Phase displacement)

i 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் பேஸ் இடைவெளி  $120^\circ$  ஆக இருக்க வேண்டும்.

ii ஸ்லாட் அடிப்படையில் பேஸ் இடைவெளி = ஸ்லாட்டின் தூரம் டிகிரியில்

உதாரணத்தின் படி =  $120^\circ/30^\circ = 4$  ஸ்லாட்கள்

### 5 வையிண்டிங் வரிசை (Winding sequence)

உதாரணத்தின் படி A பேஸ் 1வது ஸ்லாட்டில் துவங்குகிறது.

B பேஸ்  $1 + 4 = 5$ வது ஸ்லாட்டில் துவங்குகிறது மற்றும்

C பேஸ்  $1 + 4 + 4 = 9$ வது ஸ்லாட்டில் துவங்குகிறது.

### 6 காயில்களின் அமைப்பு (Arrangement of coils)

உதாரணத்தின் படி 7 மற்றும் 5 ஸ்லாட் பிட்சுகளுடன் 12 காயில்கள் உள்ளன.

1-8,2-7; 5-12,6-11; 9-16, 10-15; 13-20, 14-19; 17-24, 18-23; 21-4, 22-3.

காயில் குரூப்பிங் (Grouping of coils): அடுத்த தடுத்த 2வது ஸ்லாட்டிலிருந்து காயில் துவங்க வேண்டும். அதாவது மேல் பக்கத்திற்கு 2 ஸ்லாட்கள் மற்றும் கீழ் பக்கத்திற்கு 2 ஸ்லாட்கள். உதாரணத்தின் படி காயில்கள் 1 & 2, 5 & 6, 9 & 10, 13 & 14, 17 & 18, 21 & 22.-ல் இருந்து துவங்குகிறது.

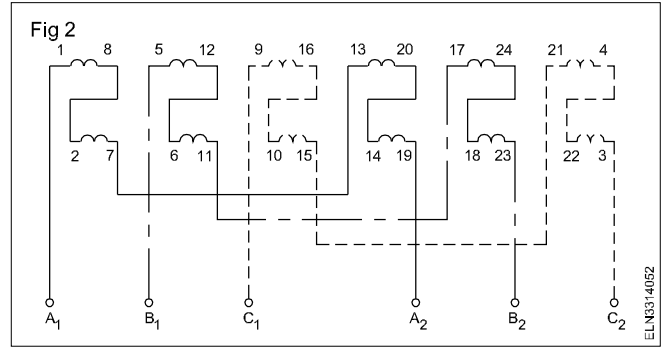
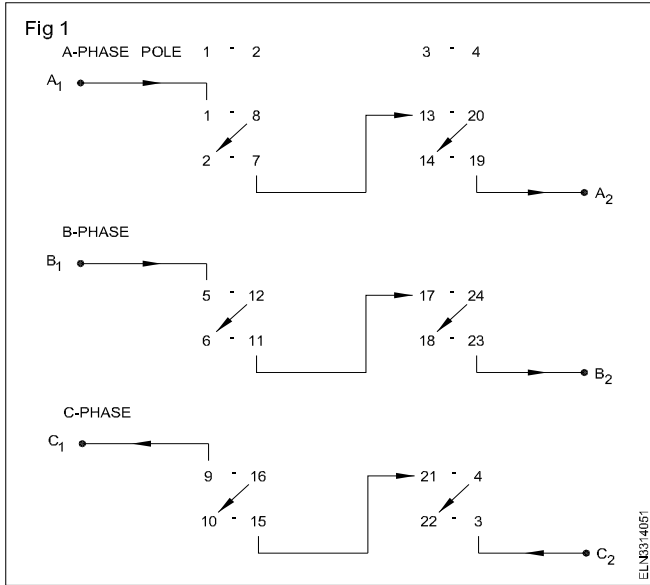
அரை காயில் வகை இணைப்பு என்பதால் ஒரு காயில் குரூப்பின் உதவியுடன் 2 துருவங்கள் உருவாக்கப்பட வேண்டும். எனவே பின்வருமாறு குரூப்பிங் செய்யப்படுகிறது.

A	B	C
1-8,2-7 13-20, 14-19	5-12,6-11 17-24, 18-23	9-16, 10-15 21-4, 22-3

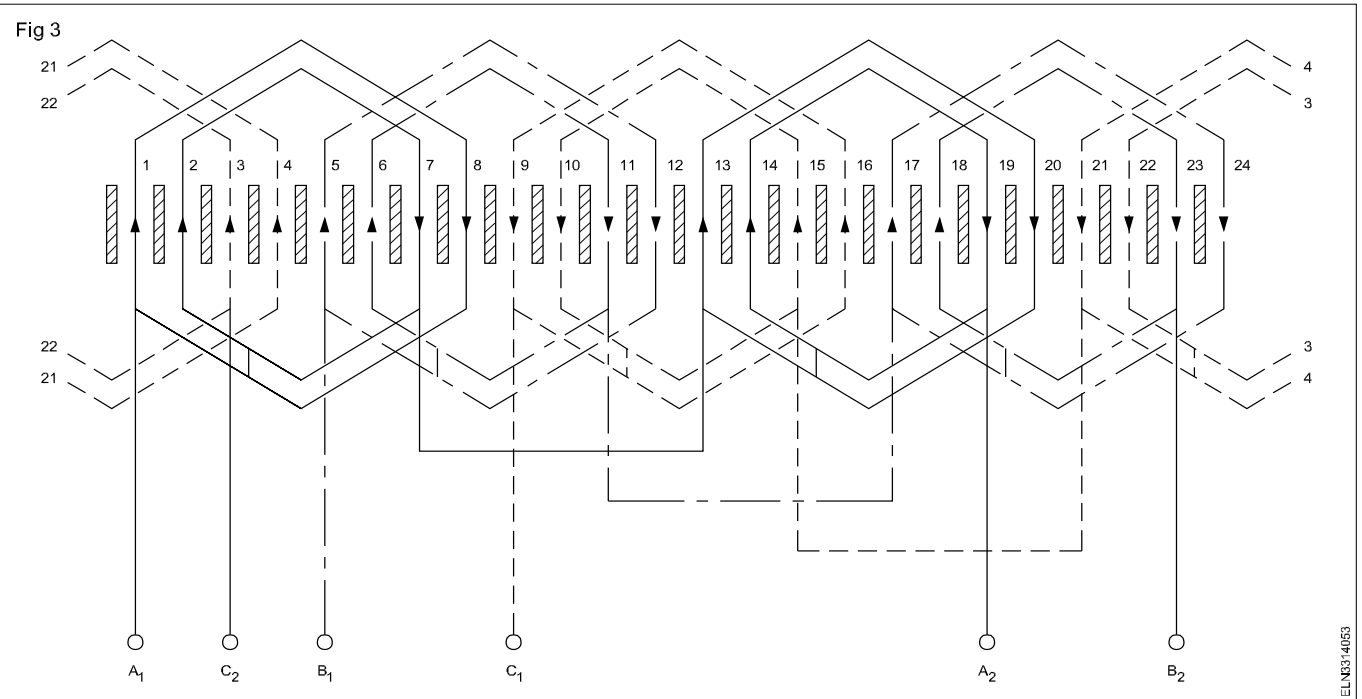
முழு காயில் இணைப்பில், முனை இணைப்பு அடுத்தடுத்த குரூப்புகளில் இருந்து துவங்கும். அதாவது 'A' முதலாவது குரூப்பில் இருந்து துவங்கினால், 'B' மூன்றாவது குரூப்பில் இருந்தும் மற்றும் 'C' ஐந்தாவது குரூப்பில் இருந்தும் துவங்கும். இதுவே அரை காயில் இணைப்பில் முனை ஆனது தொடர்ச்சியான குரூப்பில் இருந்து துவங்கும். 'A' முதலாவது குரூப்பில் இருந்து துவங்கினால் 'B' இரண்டாவது குரூப்பில் இருந்தும் மற்றும் 'C' மூன்றாவது குரூப்பில் இருந்தும் துவங்கும். படம் 3 -ல் உள்ள டெவலப்டு வரைபடத்தை பார்க்கவும்.

7 முனை இணைப்பு (End connections) (படம் 1): அரை காயில் இணைப்பு (இறுதி முதல் துவக்கம் மற்றும் துவக்கம் முதல் இறுதி).

8 காயில் இணைப்புகள் (Coil connections): அரை காயில் இணைப்பு (படம் 2). அரை காயில் இணைப்பில், காயில் குரூப்பின் இணைப்பானது முடிவு முனையிலிருந்து துவக்க முனைக்கும் பிறகு துவக்க முனையிலிருந்து முடிவு முனைக்கும் படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும்.

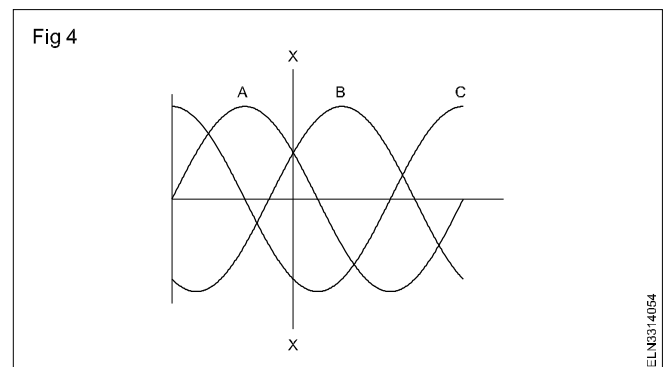


**9 டெவலப்மெண்ட் வரைபடம் (Development diagram):** காயில் குரூப் மற்றும் முனை இணைப்பில் தெரியும்படி டெவலப்மெண்ட் வரைபடத்தை வரையவும். கொடுக்கப்பட்ட உதாரணத்திற்கான டெவலப்மெண்ட் வரைபடம் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



**10 ரிங் வரைபடம் (Ring diagram):** கீழே விளக்கப்படுவதைப் போல் ரிங் வரைபடத்தின் உதவியுடன் முனை இணைப்பை மறு ஆய்வு செய்யவும். முனை இணைப்பு அட்டவணையை எழுதவும் மற்றும் கடிசார விதியை பயன்படுத்தி மின்னோட்டத்தின் திசையை குறிக்கவும். வையிண்டிங்குக்கு 3 பேஸ் சப்ளை வழங்கப்படும் பொழுது இரு பேஸ்களில் செல்லும் மின்னோட்டம் ஒரு திசையில் இருந்தால் மூன்றாவது பேஸ்சில் செல்லும் மின்னோட்டம் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு எதிர் திசையில் இருக்கிறது.

படம் 4-ன் படி x-x என காட்டப்பட்ட தருணத்தில் A மற்றும் B பேஸ்கள் நேர்திசை மின்முனை (positive polarity) உடனும், மற்றும் C பேஸ் எதிர் திசை மின்முனையுடனும் இருக்கிறது.



மின்னோட்டத்தின் திசையை ஸ்லாட்களில் குறிக்கவும். அது கீழே கொடுக்கப்பட்ட உதாரணத்தை போல், தேவையான எண்ணிக்கையிலான துருவங்களை உருவாக்கும்.

பேஸ்	P <sub>1</sub> & P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> & P <sub>4</sub>
A பேஸ்	↑1 - 8↓ ↑2 - 7↓	↑13 - 20↓ ↑14 - 19↓
B பேஸ்	↑5 - 12↓ ↑6 - 11↓	↑17 - 24↓ ↑18 - 23↓
C பேஸ்	↓9 - 16↑ ↓10 - 15↑	↓21 - 4↑ ↓22 - 3↑

நீங்கள் ஒரு சிங்கள வேயர் காண்சென்ட்ரிக் வகை அரை காயில் வையிண்டிங் கொண்ட ஒரு 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை வையிண்டிங் செய்யும் பொழுது மேலே குறிப்பிடப்பட்ட செய்முறையை பின்பற்றி வையிண்டிங் அட்டவணையை தயாரிக்கவும். பிறகு முனை இணைப்பு டெவலப்மெண்ட் வரைபடம் மற்றும் ரிங் வரைபடத்தை வரையவும்.

↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
1 2 3 4 5 6	7 8 9 10 11 12	13 14 15 16 17 18	19 20 21 22 23 24
N	S	N	S

### 3 பேஸ் ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் - டபுள் வேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வகை வையிண்டிங் (3 phase squirrel cage induction motor - double layer distributed type winding)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- டபுள் வேயர் வையிண்டிங்கின் அர்த்தத்தை விளக்குதல்
- வையிண்டிங் குறிப்புகள் மற்றும் டபுள் வேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வகை வையிண்டிங் சம்பந்தமான கணக்கீடுகளை விளக்குதல்
- முனை மற்றும் காயில் இணைப்பு வரைபடத்தை வரைதல்
- ரிங் மற்றும் டெவலப்மெண்ட் வரைபடத்தை வரைதல்.

3 பேஸ் AC மோட்டாரில் பல்வேறு வகையான வையிண்டிங் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில 3 பேஸ் வையிண்டிங்குகள் டபுள் வேயராக இருக்கின்றன. அதாவது ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கையும் காயில்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்கிறது. உதாரணமாக 12 ஸ்லாட்களில் 12 காயில்களும், 24 ஸ்லாட்களில் 24 காயில்களும் 48 ஸ்லாட்களில் 48 காயில்களும் உள்ளன. டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங் ஆனது ஃபார்மரில் சுற்றப்பட்டு அனைத்து, காயில்களும் ஒரே அளவு பிட்ச் மற்றும் வடிவத்துடன் இருக்கும்.

ஸ்லாட்களில் இந்த காயில்கள் அமைக்கப்படும் பொழுது, கூடை பின்னலைப் போல் ஒன்றின் மேல் ஒன்று படிகிறது. இது ஒரு டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங் ஆகும்.

டபுள் வேயர் வையிண்டிங்கில் ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் இரு காயில் பக்கங்கள் இருக்கும். அதாவது கீழ் அரைப்பகுதி ஒரு காயிலின் இடது பக்கத்தையும் மேல் அரைப்பகுதி வேறொரு காயிலின் வலது பக்கத்தையும் கொண்டிருக்கும்.

டபுள் வேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங்குக்கான கணக்கீடு (Calculations for double layer distributed winding): டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் டபுள் வேயர் வையிண்டிங்கின், வையிண்டிங் தகவல்கள் பின்வருமாறு:

உதாரணமாக 36 ஸ்லாட்கள், 36 காயில்கள், 4 துருவங்கள் கொண்ட 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் டபுள் வேயர் டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் வையிண்டிங்கை பற்றி கீழே விவாதிக்கப்படுகிறது.

#### I குரூப்பிங் (Grouping)

$$1 \text{ காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்} = \frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை}}$$

உதாரணத்தின் படி

$$\text{காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்} = 36/3 = 12 \text{ காயில்கள்/பேஸ்கள்}$$

$$2 \text{ காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்/துருவம்} =$$

$$\frac{\text{காயில்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{பேஸ்களின் எண்ணிக்கை} \times \text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

காயில்களின் எண்ணிக்கை/பேஸ்துருவம் =

$$36/3 \times 4 = 3 \text{ காயில்கள்/பேஸ்துருவம்}$$

## II பிட்ச் (Pitch)

1 துருவ பிட்ச் =

$$\frac{\text{ஸ்லாட்களின் மொத்த எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

உதாரணத்தின் படி துருவ பிட்ச் =  $36/4 = 9$  ஸ்லாட்கள்

2 காயில் பிட்ச் (Coil pitch): சிங்களிள் லேயர் வையிண்டிங் போன்றே இதன் காயில் பிட்ச்சானது ஷார்ட் கார்ட்டு (short chored), லாங் கார்ட்டு (long chored) அல்லது துருவப் பிட்சுக்கு சமமாக இருக்கும். டபுள் லேயர் டிஸ்ட்டிரிபியூட்டட் வையிண்டிங்கின் பிட்ச் ஒற்றைப்படை அல்லது இரட்டைப்படை எண்ணாக இருக்கலாம். உதாரணத்தின் படி, துருவ பிட்ச் 9 ஸ்லாட்களாகவும் மற்றும் காயில்களின் எண்ணிக்கை குறும்பு 3 ஆகவும் இருக்கிறது.

எனவே காயில் பிட்ச் ஆனது  $9 \pm 3$  வரை மாறலாம். அதாவது சார்ட் கார்ட்டு வையிண்டிங்கில் 6, 7 அல்லது 8 ஆகவும், சார்ட் பிட்ச் வையிண்டிங்கில் 9 ஆகவும் மற்றும் லாங் கார்ட்டு (long chored) வையிண்டிங்கில் 10, 11 அல்லது 12 ஆகவும் இருக்கும். எனவே சாத்தியப்படும் காயில் த்ரோ பின்வருமாறு

1 முதல் 7, 1 முதல் 8 - சார்ட் கார்ட்டு வையிண்டிங்கிற்கு

1 முதல் 9, 1 முதல் 10 - ஃபுல் பிட்ச்சுடு வையிண்டிங்கிற்கு

1 முதல் 11, 1 முதல் 12 மற்றும் 1 முதல் 13 - லாங் கார்ட்டு வையிண்டிங்கிற்கு

பொதுவாக, வையிண்டிங்குகள் சார்ட் கார்ட்டு அல்லது ஃபுல் பிட்ச்சாக வடிவமைக்கப்படுகின்றன. டபுள் ஸ்பீடு வையிண்டிங்கில் (double speed winding) எப்பொழுதாவது லாங் கார்ட்டு பயன்படுத்தப்படுகிறது. லாங் கார்ட்டு வையிண்டிங் பயன்படுத்தப்படாதற்கான காரணங்கள்: அதிகமான chord நீளம் தேவைப்படுவதால் அதிக காப்பர் தேவைப்படுகிறது. எனவே வெப்ப இழப்புகள் அதிகரிக்கும்.

3 காயில் த்ரோ (Coil throw): உதாரணத்தின் படி காயில் பிட்சுக்கான காயில் த்ரோ 1 - 9 ஆக இருக்கும்.

## III மின்னியல் டிகிரிகள் (Electrical degrees)

மொத்த மின்னியல் டிகிரிகள் =  $180^\circ \times$  துருவங்களின் எண்ணிக்கை

(துருவங்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம்  $180^\circ$ )

ஸ்லாட்டின் தூரம் டிகிரியில் =

$$\frac{\text{மொத்த மின்னியல் டிகிரிகள்}}{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}} \\ 180^\circ \times \frac{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை}}$$

உதாரணத்தின் படி  $180 \times 4 / 36 = 20^\circ$

## IV பேஸ் இடைவெளி (Phase displacement)

i 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் ஒவ்வொரு பேஸ் வையிண்டிங்கிற்கும்  $120^\circ$  மின்னியல் டிகிரிகள் இடைவெளியில் இருக்க வேண்டும்.

ii ஸ்லாட் அடிப்படையில் பேஸ் இடைவெளி =

$$\frac{120^\circ \text{ (மின்னியல்)}}{\text{ஸ்லாட்டின் தூரம் டிகிரியில்}}$$

உதாரணத்தின் படி =  $120^\circ / 20^\circ = 6$  ஸ்லாட்கள்

## V வையிண்டிங் வரிசை (Winding sequence):

3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் ஒரு பேஸ் வையிண்டிங்கின் துவக்க முனைக்கும் அடுத்த பேஸ் வையிண்டிங்கின் துவக்க முனைக்கும்  $120^\circ$  மின்னியல் டிகிரிகள் தூரம் இருக்க வேண்டும். எனவே 'A' பேஸ் 1வது ஸ்லாட்டில் துவங்கினால், 'B' பேஸ்  $1 + 120^\circ$  ஸ்லாட்டில் இருந்தும் 'C' பேஸ்  $1 + 120^\circ + 120^\circ$  ஸ்லாட்டில் இருந்தும் துவங்கும்.

உதாரணத்தின் படி 'A' பேஸ் 1வது ஸ்லாட்டில் இருந்து துவங்கினால் 'B' பேஸ்  $1 + 6 = 7$ வது ஸ்லாட்டில் இருந்தும், 'C' பேஸ்  $1 + 6 + 6 = 13$ வது ஸ்லாட்டில் இருந்தும் துவங்கும்.

## VI டபுள் லேயர் வையிண்டிங்கில் காயில்களை அமைத்தல் (Placing of the coils in double layer winding):

வையிண்டிங் டபுள் லேயர் என்பதால் காயில்கள் அடுத்த ஸ்லாட்களில் அமைக்கப்பட வேண்டும். அதாவது காயில்கள் ஸ்லாட் 1, 2, 3 என வரிசையாக வைக்கப்பட வேண்டும்.

கொடுக்கப்பட்ட உதாரணத்தின் படி தேர்ந்து எடுக்கப்பட்ட பிட்ச் 8க்கான காயில்களின் அமைப்பு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

பின்ன பிட்ச் சார்ட் கார்ட்டு வையிண்டிங் பிட்ச் = 8; காயில் த்ரோ 1 - 9

துருவம்	A- குருப்	C- குருப்	B- குருப்
P1	1-9, 2-10, 3-11	4-12, 5-13, 6-14	7-15, 8-16, 9-17
P2	10-18, 11-9, 12-20	13-21, 14-22, 15-23	16-24, 17-25, 18-26
P3	19-27, 20-28, 21-29	22-30, 23-31, 24-32	25-33, 26-34, 27-35
P4	28-36, 29-1, 30-2	31-3, 32-4, 33-5	34-6, 35-7, 36-8

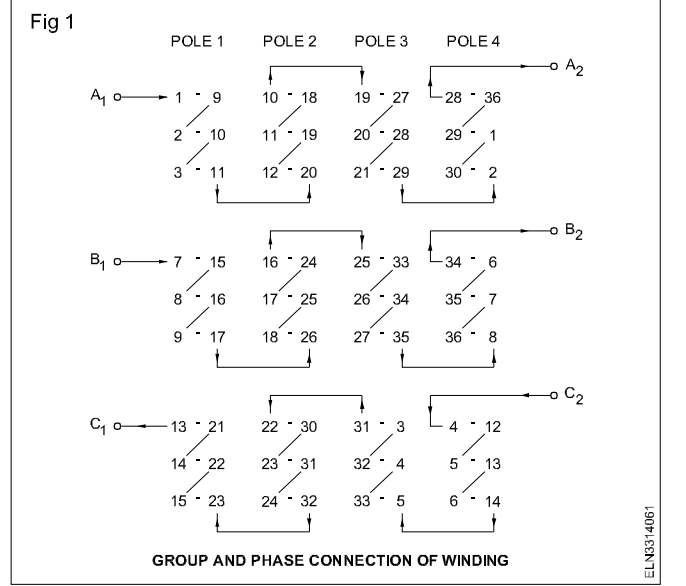
சாத்தியமாகக் கூடிய பிட்ச்கள் 6,7,8,9,10,11 மற்றும் 12 ஆக இருப்பினும், பிட்ச் 8-க்கான உதாரணம் மட்டுமே தரப்பட்டுள்ளது. பயிற்சியாளர்கள் சிறந்த புரிதலுக்காக மற்ற பிட்ச்களின் அட்டவணையை எழுத அறிவுறுத்தப் படுகிறார்கள்.

#### VII முனை இணைப்புகள் (End connections):

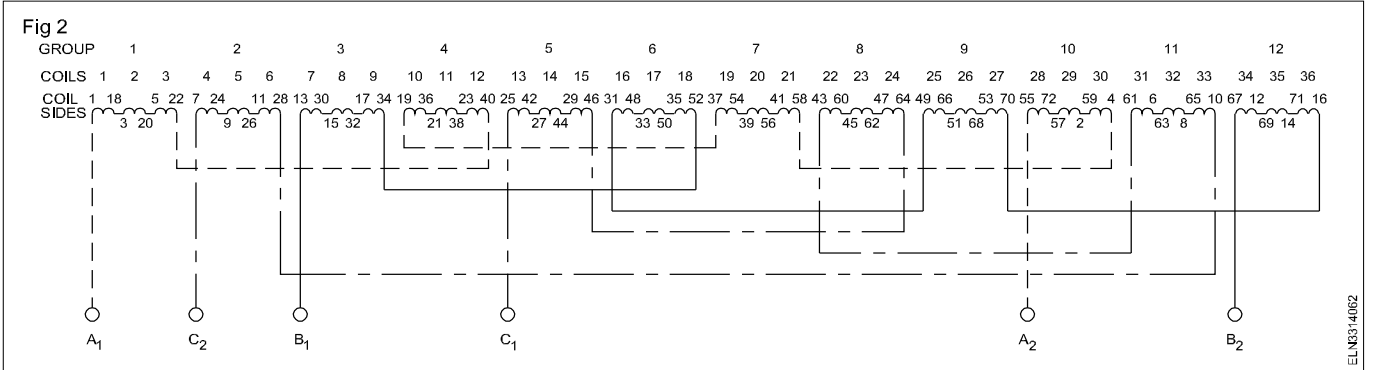
படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு முனை இணைப்புகளை வரையவும்.

#### VIII காயில் இணைப்புகள் (Coil connections) :

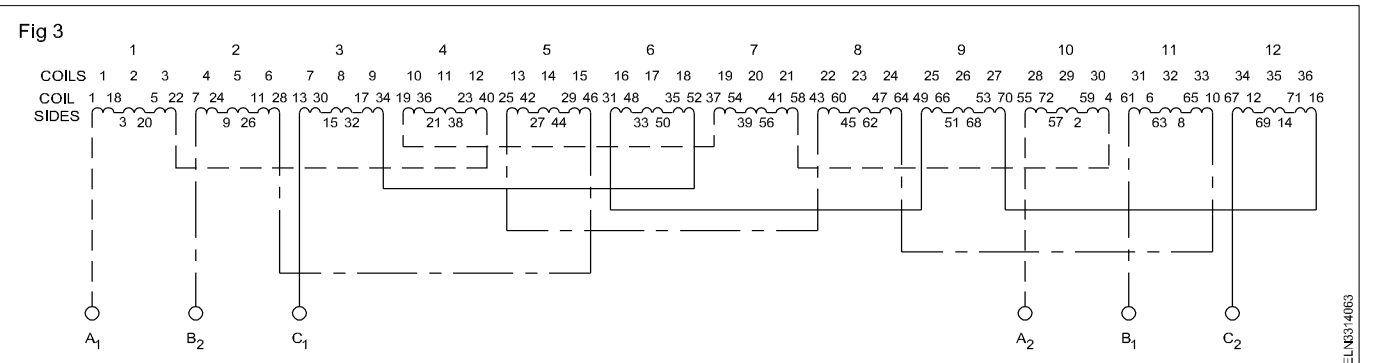
முழு காயில் இணைப்பில், காயில் குருப்களில் இணைப்பு ஒரே பேஸ்சில் உள்ள காயில் குருப்களின் இறுதி முனையில் இருந்து இறுதி முனைக்கும், மற்றும் துவக்க முனையில் இருந்து துவக்க முனைக்கும் இருக்கும். படம் 2 மற்றும் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ள இரு முறைகளில் ஏதேனும் ஒரு முறையை பின்பற்ற வேண்டும்.



#### முறை 1



#### முறை 2





## வையிண்டிங்குகளை சோதித்தல் (Testing of windings)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ரீவையிண்டிங் செய்த மோட்டாரின் தொடர்ச்சியை சோதித்தல் மற்றும் காயிலின் மின்தடையை அளத்தல்
- வையிண்டிங்கின் காயில்களின் சார்ட் சர்க்கியூட்டை உள் க்ரோவ்லர் (internal growler) அல்லது வோல்ட்மீட்டர் அல்லது ஒம்மீட்டரை பயன்படுத்தி சோதித்தல்
- வையிண்டிங்கின் இன்சுலேஷன் மின்தடை மற்றும் எர்த்தை சோதித்தல்
- வையிண்டிங்கின் சரியான காந்த பொலாரிட்டியை காந்த காம்பஸ் அல்லது ஸ்கூரு ட்ரைவர் அல்லது தேடும் காயிலை பயன்படுத்தி சோதித்தல்
- 3 பேஸ் வையிண்டிங்கின் சமமான பேஸ் கரண்ட்டை சோதித்தல்
- புதிதாக வையிண்டிங் செய்யப்பட்ட மோட்டாரை நோ - லோடில் சோதித்தல்.

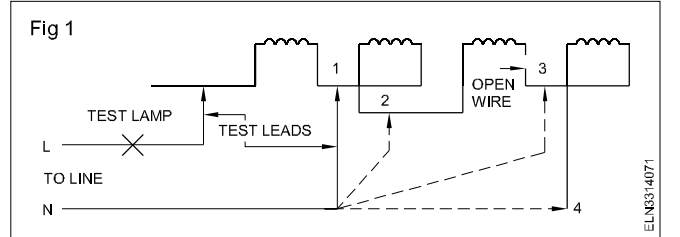
மோட்டாரை ரீவையிண்டிங் செய்தபின் வையிண்டிங்கில் பின்வரும் சோதனைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

- 1 கன்டினியூட்டி சோதனை/ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை
- 2 சார்ட் சர்க்கியூட் சோதனை/க்ரோவ்லர் சோதனை
- 3 இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை
- 4 பொலாரிட்டி சோதனை
- 5 அன்பேலன்ஸ்டு கரண்ட் சோதனை - 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில்
- 6 நோ - லோடு சோதனை

கன்டினியூட்டி சோதனை/ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை (Continuity test/resistance test): இச்சோதனை ஒவ்வொரு வையிண்டிங்கில் தொடர்ச்சியை சோதிக்க செய்யப்படுகிறது. வையிண்டிங்கில் ஏதேனும் திறப்பு இருந்தால் அது சரி செய்யப்பட வேண்டும்.

தளர்வான இணைப்பு மற்றும் வையிண்டிங் ஓயரில் ஏற்படும் துண்டிப்பு ஆகியவையே வையிண்டிங்கில் திறந்த சுற்று ஏற்பட காரணமாகிறது. டெஸ்ட் லாம்ப்பின் ஒரு முனையை வையிண்டிங்கின் ஒரு முனையில் இணைத்து, அடுத்த முனையை அதே பேஸ்சில் உள்ள ஒவ்வொரு காயில் முனையை தொடுவதன் மூலம் திறந்த சுற்றை கண்டுபிடிக்க முடியும்.

படம் 1-ன் படி லாம்ப்பு புள்ளி 3 -ல் ஒளிராமல் புள்ளி 2-ல் ஒளிர்ந்தால் மூன்றாவது காயில் பழுதடைந்துள்ளது. லாம்ப்பு புள்ளி 2 மற்றும் 3-ல் ஒளிர்ந்து புள்ளி 4ல் ஒளிர வில்லை என்றால் நான்காவது காயில் பழுதடைந்துள்ளது. இச்செயலை தொடர்வதன் மூலம் திறந்த சுற்று ஏற்பட்ட காயிலை கண்டுபிடிக்க முடியும். இதே போல் மற்ற வையிண்டிங்கின் திறந்த சுற்றையும் கண்டுபிடிக்க முடியும்.



ஒவ்வொரு காயிலின் ரெசிஸ்டன்ஸையும் குறைந்த வரம்பு ஒம்மீட்டர் மூலம் அளக்கலாம். ஒவ்வொரு காயிலின் ரெசிஸ்டன்ஸ்கும் சமமாக இருக்க வேண்டும். ரெசிஸ்டன்ஸ் அதிகமாகவோ அல்லது infinity value -ஆக இருந்தால் அந்த வையிண்டிங் திறந்துள்ளது.

ஒரு காயில் திறந்திருந்தால் அதனை வையிண்டிங்கின் தொடரில் இருந்து bypass செய்து விடலாம். இப்பொழுது மோட்டார் ஓடும். ஆனால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காயில்கள் திறந்திருந்தால் bypass செய்வது சாத்தியமில்லை. சீலிங் ஃபேன் போன்று குறைந்த மின்திறன் கொண்ட மற்றும் அதிக காயில் எண்ணிக்கை கொண்ட மோட்டார்களில் இவ்வகை பழுது நீக்குதல் சாத்தியமாகும். இருப்பினும் கூடுமானவரை இதனை தவிர்க்க வேண்டும்.

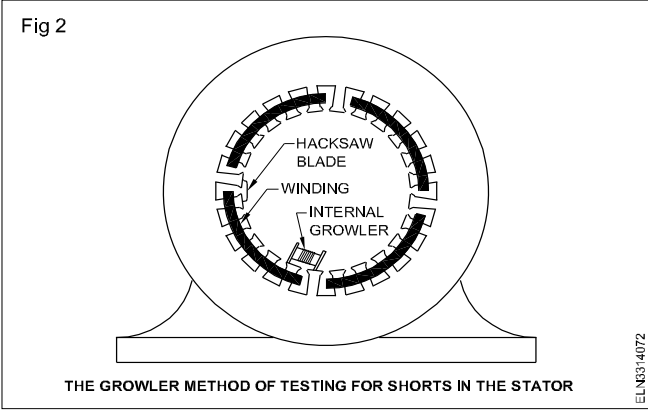
பல துருவ ஃபேன் மோட்டாரில் ஒன்று அல்லது இரண்டு காயில்களின் மின்முனை மாற்றப்பட்டால் ஃபேன் மெதுவாக ஓடும். மற்றும் அதிக வெப்பத்தை உருவாக்கும்.

சார்ட் சர்க்கியூட் சோதனை/க்ரோவ்லர் சோதனை (Short circuit test/growler test): வையிண்டிங் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சுற்றுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று நேரடி மின்தொடர்பில் இருந்தால் சார்ட் சர்க்கியூட்

ஏற்படுகிறது. சார்ட் சர்க்கியூட்டால் மெஷின் இயங்கும் பொழுது அதிக வெப்பம் ஏற்படுகிறது. பின்வரும் முறைகளின் மூலம் சார்ட் சர்க்கியூட்டை கண்டுபிடிக்க முடியும்.

- 1 உள்புற க்ரோவ்லர் முறை
- 2 வோல்ட்டேஜ் வீழ்ச்சி (Voltage drop)
- 3 ஓம்மீட்டர் முறை

**உள்புற க்ரோவ்லர் முறை (Internal growler method):** உள்புற க்ரோவ்லர் ஆனது லேமினேட்டட் இரும்பு கோரில் ஓயரால் சுற்றப்பட்ட காயிலை கொண்டது. மேலும் அது 240V AC சப்ளையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. ரோட்டாரை அகற்றிய பின் ஸ்டேட்டாரின் கோரில் க்ரோவ்லர் வைக்கப்பட்டு, படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு ஸ்லாட்டில் இருந்து அடுத்த ஸ்லாட்டுக்கு நகர்த்தப்படுகிறது.

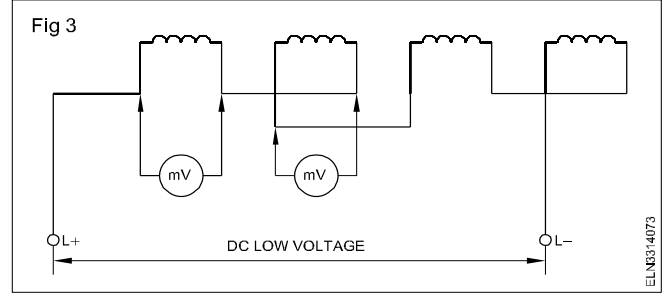


க்ரோவ்லரில் உள்ள மெட்டல் பிளேட்டின் அதிர்வை வைத்து சார்ட் சர்க்கியூட் ஆன காயில் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. சில வகை உள்புற க்ரோவ்லர்களில், அதிலுள்ள நியான் விளக்கு ஒளிர்வதன் மூலம் வையிண்டிங்கின் சார்ட் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது.

**2 வோல்ட்டேஜ் வீழ்ச்சி முறை (Voltage drop method):** படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு இம்முறையில் குறைந்த மின்னழுத்த DC சப்ளையுடன் வையிண்டிங் இணைக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு காயிலிலும் ஏற்படும் வோல்ட்டேஜ் வீழ்ச்சியை (voltage drop) மில்லி வோல்ட் மீட்டரால் அளக்கப்படுகிறது. நல்ல காயில்களில் வோல்ட்டேஜ் வீழ்ச்சி சமமாக இருக்கும். ஆனால் சார்ட் சர்க்கியூட் ஆன காயில்களில் வோல்ட்டேஜ் வீழ்ச்சி குறைவாக இருக்கும்.

**3 ஓம்மீட்டர் முறை (Ohmmeter method):** இம்முறையில் ஒவ்வொரு காயிலின் ரெசிஸ்டன்ஸ்-யையும் குறைந்த வரம்புள்ள ஓம்மீட்டர் அல்லது கெல்வின் பிரிட்ஜ் அல்லது போஸ்ட் ஆபிஸ் பாக்ஸ் மூலம் அளக்கப்

படுகிறது. அனைத்து காயில்களிலும் ஒரே மதிப்பிலான ரெசிஸ்டன்ஸ் இருக்க வேண்டும். எந்த காயில் மற்ற காயில்களை விட குறைவான மதிப்பை காட்டுகிறதோ அல்லது ஜீரோ ரெசிஸ்டன்ஸ்சை காட்டுகிறதோ அது சார்ட் சர்க்கியூட் ஆகியிருக்கும். மற்றும் அது மாற்றப்பட வேண்டும். அதே போல் எந்த காயில் அதிக ரெசிஸ்டன்ஸ் அல்லது எண்ணில் அடங்கா மதிப்பை காட்டுகிறதோ அது திறந்த சுற்றாக இருப்பதை காட்டுகிறது.

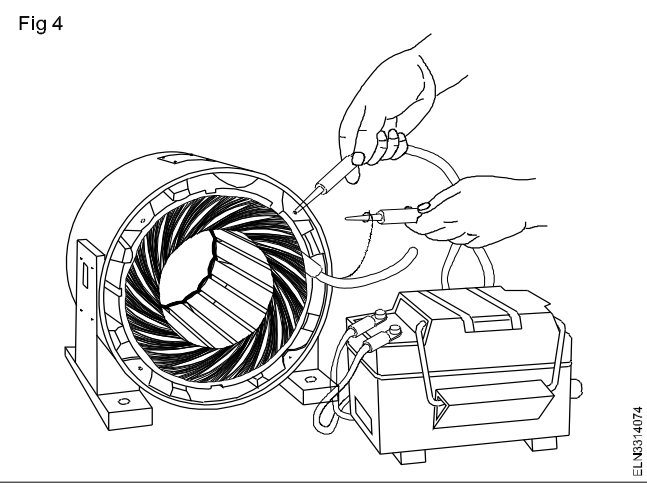


**கிரவுண்டு சோதனை அல்லது இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ் சோதனை (Ground test and insulation/resistance test):** எர்த் இணைப்பின் வீரியத்தை பொருத்து (Grounded) வையிண்டிங், ஃப்ரூல் அல்லது வையிண்டிங் எரிந்து போகலாம். மேலும் அது சரியாக எர்த் செய்யப்படாத சட்டத்தை தொடுபவருக்கு ஷாக் (shock)-யை ஏற்படுத்தலாம்.

வையிண்டிங் மற்றும் எர்த் (கிரவுண்டு) இடையே நேரடி இணைப்பு உள்ளதா என சோதிப்பதே இச்சோதனையின் நோக்கமாகும். அதை சோதிக்க சப்ளையின் நியூட்ரலை மெயின் பாடி உடனும் மற்றும் பேஸ் ஓயரை ஒரு சீரிஸ் டெஸ்ட் லேம்பின் வழியாக ஒவ்வொரு வையிண்டிங்கிலும் வரிசையாக இணைக்கப்படுகிறது. விளக்கு ஒளிரவில்லையெனில், வையிண்டிங் கிரவுண்டு ஆகவில்லை என்றும் அது ஒளிர்ந்தால் வையிண்டிங் எர்த் (Earth) ஆகியுள்ளது என்றும் அர்த்தம். இம்முறையானது ஒரு வேகமான தோராயமான நடைமுறையாகும். எர்த் ஆன வையிண்டிங்கை சோதிக்க மெக்கர் பயன்படுத்தப்படடால் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு மெக்கரின் ஒரு டெர்மினலை பாடிவுடனும் அடுத்த டெர்மினலை வையிண்டிங் உடனும் இணைக்க வேண்டும். மெக்கரின் முள் இன்பினிட்டி (infinity) காட்டினால் வையிண்டிங் சரியாக உள்ளது மற்றும் வையிண்டிங்கும் பாடிக்கும் இடையே எந்த இணைப்பும் இல்லை. 3 பேஸ் மற்றும் சிங்கிள் பேஸ் மோட்டாரின் வையிண்டிங் மற்றும் பாடிக்கு இடையே உள்ள இன்சுலேஷனை ரெசிஸ்டன்ஸ்சை 500V மெக்கரால் அளக்கும் பொழுது, அது



1 மெகாலும்மிற்கும் குறைவாக இருக்கக் கூடாது. சீலிங் மற்றும் டேபிள் ஃபேன்களில் கூடுதல் பாதுகாப்புக்காக 2 மெகாலும் இருப்பது அவசியம்.



**பொலாரிட்டி சோதனை (Polarity Test):** வையிண்டிங் காயில் குருப்பின் சரியான இணைப்பு சரியான பொலாரிட்டியை உறுதி செய்கிறது. காயில் குருப் இணைப்பில் ஏதேனும் குழப்பம் இருந்தால், சரியான பொலாரிட்டியை சோதிக்க பொலாரிட்டி சோதனை செய்யப்பட வேண்டும்.

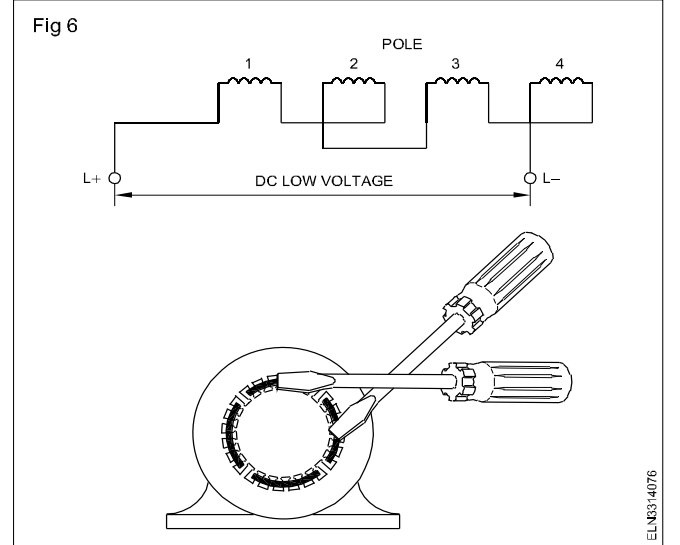
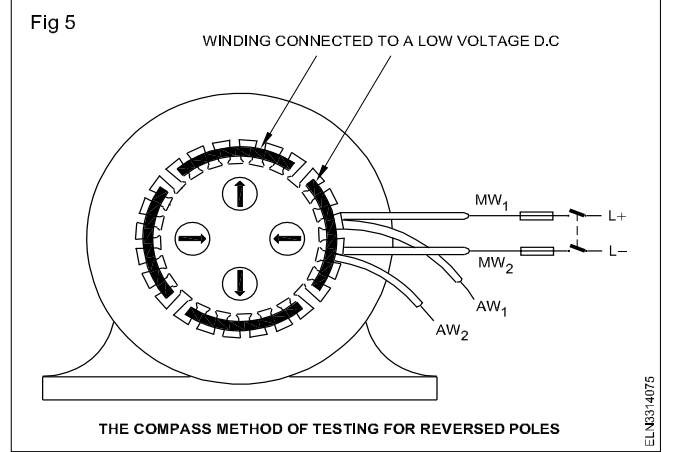
சீழே விளக்கப்பட்டவாறு மூன்று முறைகள் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன.

- 1 மேக்னடிக் காம்பஸ் முறை (Magnetic compass)
- 2 இரு ஸ்குருட்ரைவர்கள் முறை (Two screw drivers)
- 3 தேடும் காயில் முறை (Search coil)

**1 மேக்னடிக் காம்பஸ் முறை (Magnetic compass method):** இம்முறையில் ஸ்டேட்டார் சமதளத்தில் வைக்கப்பட்டு வையிண்டிங்கு குறைவான DC வோல்ட்டேஜ் வழங்கப்படுகிறது. படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஸ்டேட்டாரில் உள்புறம் காம்பஸ் ஊசியை ஒரு துருவ பகுதியில் இருந்து அடுத்த துருவ பகுதிக்கு நகர்த்தப் படுகிறது. வையிண்டிங் சரியாக இணைக்கப்பட்டு இருந்தால், காம்பஸ் ஊசி தானாகவே திரும்பும். இரு அடுத்தடுத்த துருவங்களில் ஒரே திசையை காட்டினால், துருவம் மாறி இருப்பதை காட்டுகிறது.

**2 இரு ஸ்குருட்ரைவர்கள் முறை (Two screwdrivers method):** இம்முறையில், ஸ்டேட்டார் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டு, 3 பேஸ் - ஆக இருந்தால் தனித்தனி பேஸ் வையிண்டிங்கில் குறைவான DC வோல்ட்டேஜ் வழங்கப்படுகிறது. ஒரு துருவ பகுதியில் நடு கோரில் ஒரு ஸ்குருட்ரைவரும் அடுத்த துருவ பகுதியில் மையத்தில் அடுத்த ஸ்குருட்ரைவரும்

வைக்கப்படுகிறது. அடுத்தடுத்த துருவங்களின் பொலாரிட்டி சரியாக இருந்தால் படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஸ்குருட்ரைவர்கள் ஈர்க்கப்படும். பொலாரிட்டி தவறாக இருந்தால், ஸ்குருட்ரைவர்கள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலக்கும். ஒரு துருவத்தின் பொலாரிட்டி தவறாக இருந்தால் அந்த காயில் குருப்பின் இரு முனைகளின் இணைப்பை மாற்றுவதன் மூலம் சரி செய்ய முடியும்.

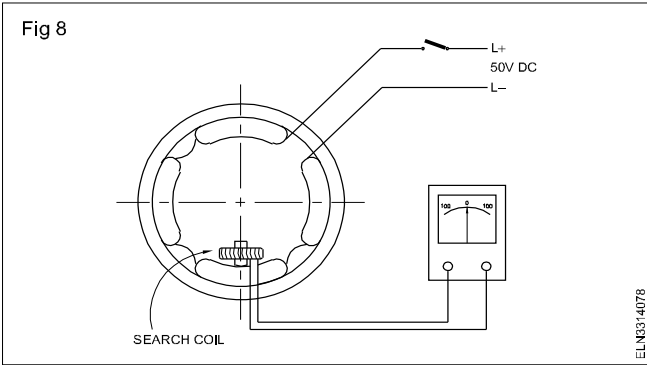
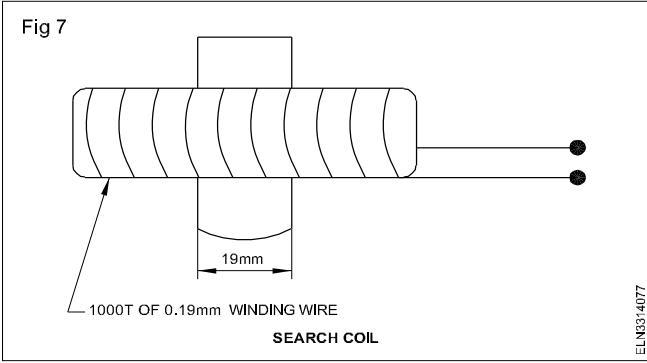


**3 தேடும் காயில் மூலம் பொலாரிட்டி சோதனை (Polarity test by search coil method) (படம் 7):** தேடும் காயிலானது 1000 முதல் 2000 சுற்றுகள் கொண்ட காயிலாகும். இதன் இரும்பு கோர் ஒரு முனையில் வட்டமாக இருக்க வேண்டும். இக்காயில் ரீவையிண்டிங் செய்யப்பட்ட ஸ்டேட்டாரின் பொலாரிட்டியை சோதிக்க பயன்படுகிறது.

இதன் அதிக நம்பகத் தன்மைக்காக இதனடன் ஒரு சென்டர் ஜீரோ மில்லி வோல்ட் மீட்டர் அல்லது கால்வனோமீட்டர் பயன்படுத்தப் படுகிறது. (படம் 8). இந்த தேடும் காயிலின் கோர் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்கை விட்டு வெளியே நீட்டி இருந்தால் அல்லது சிறிய ஸ்டேட்டாரில்

இக்காயில் உள் செல்ல முடியவில்லையெனில், இக்காயில் கோரின் ஒரு முனையை ஒவ்வொரு துருவத்தின் மேல் வைக்கலாம்.

ஒரு துருவத்தை இந்த காயிலின் கோர் தொட்டு கொண்டு இருக்கும் பொழுது சுவிட்ச் ஆன் செய்யப்பட்டால் அச்சமயத்தில் கால்வனோ மீட்டர் வலது அல்லது இடது பக்கம் நகரும். (படம் 8) ச்சாக் (chalk) மூலம் அந்த துருவத்தை நகர்த்தலை பொருத்து R அல்லது L என்று குறியிடலாம்.



நகர்த்தலின் திசையை பொருத்து இதே முறையில் அடுத்த துருவத்தையும் குறிக்கலாம். அனைத்து குறியீடுகளும் சுவிட்ச் ஆன் செய்யப்படும் பொழுது மட்டுமே செய்ய வேண்டும். ஏனென்றால் சுவிட்ச் ஆஃப் செய்யும் பொழுது அது எதிர்புறம் நகரும்.

## இன்சுலேட்டிங் வார்னீஷ் மற்றும் மின் இயந்திரங்களில் வார்னீஷ் செய்யும் முறை (Insulating varnish and varnishing process in electric machines)

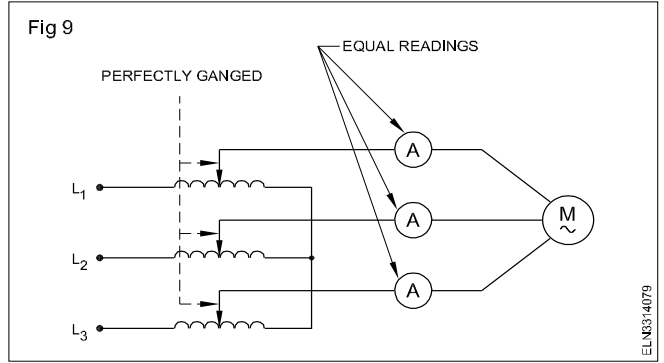
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- இயந்திரத்தின் வையிண்டிங்கை வார்னீஷ் செய்வதன் முக்கியத்துவத்தை கூறுதல்
- வார்னீஷ்-ன் வகைகள், அதன் குணாதிசயங்கள் மற்றும் பயன்களை கூறுதல்
- தின்னரின் பயனை கூறுதல்
- வையிண்டிங்கை முன் சூடேற்றும் முறைகளை விளக்குதல்
- வையிண்டிங்கை வார்னீஷ் செய்யும் முறையை விளக்குதல்.

மின் இயந்திரத்தில் இன்சுலேட்டிங் வார்னீஷ்-ன் முக்கியத்துவம் (Importance of insulating varnish to the electrical machines): பொதுவாக திடமான இன்சுலேட்டிங்

அன்பேலன்ஸ்டு கரண்ட் சோதனை (Unbalanced current test): 3 பேஸ் வையிண்டிங்கில் படம் 9-ல் காட்டப்பட்டவாறு 3 பேஸ் ஆட்டோ டிரான்ஸ்ஃபார்மர் மூலம் ஏறக்குறைய ஃபுல் லோடு கரண்ட் கிடைக்க குறைக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம் வழங்கப்படுகிறது. இச்சோதனை மூலம் 3 பேஸ்ஸில் அளக்கப்படும் மின்னோட்டம் சமமாக இருக்க வேண்டும். வையிண்டிங் நன்றாக இருந்தாலும் மின்னோட்டத்தில்  $\pm 3\%$  ஏற்றஇறக்கத்தை அனுமதிக்கலாம்.

நோலோடு சோதனை (No-load test): மோட்டார் செறிவூட்டப்பட்டு மற்றும் பொருத்தப்பட்ட பின் ரோட்டார் சுலபமாக



சுழல்வதை சோதிக்க வேண்டும். மோட்டாரை வரையறுக்கப்பட்ட சப்ளை வோல்ட்டேஜ் உடன் இணைக்கவும். மோட்டாரை ஓட்டி, அதன் நோலோடு வோல்ட்டேஜ் கரண்ட் மற்றும் வேகத்தை பதிவு செய்ய வேண்டும். எச்சமயத்திலும் அது பெயர் பலகை மதிப்பை விட அதிகமாக இருக்கக் கூடாது. பேரிங் இரைச்சல் மற்றும் அதிர்வை ஆய்வு செய்ய வேண்டும். அதிர்வு இல்லாத வழக்கமான இரைச்சல் சிறந்த பணியை காட்டுகிறது. இருப்பினும் வையிண்டிங் பணியின் துல்லியம் லோடு சோதனையில் மட்டும் தெரியவரும்.

ஈரப்பதத்தை உள்ளே நுழைய விடுவதில்லை. பல சமயங்களில் இது ஆயில்கள், அமிலங்கள், காரங்கள் மற்றும் வெப்பத்திற்கு எதிராக செயல்படுகிறது. குறிப்பாக சுழலும் இயந்திரங்களில் கடத்திகளை ஒன்றாக பிணைப்பதற்கு இன்சுலேட்டிங் வார்னிஷ் அவசியம் ஆகிறது. கடத்திகளின் இடையே உள்ள திட இன்சுலேஷனில் காற்று நகர்வதால் வையிண்டிங்களின் வெப்ப வெளியேற்றும் சிறப்பாகிறது.

**வார்னிஷ்ஷின் வகைகள் (Types of Varnish):** மின்வையிண்டிங்களில் பயன்படுத்த பொதுவாக நான்கு வகை வார்னிஷ்கள் உள்ளன. அவைகள்

- 1 காற்றில் உலரும் வார்னிஷ்கள்
- 2 வெப்பத்தால் உலரும் வார்னிஷ்கள்
- 3 தெர்மோசெட்டிங் வார்னிஷ்கள்
- 4 கரைப்பான் இல்லாத வார்னிஷ்கள்

**காற்றில் உலரும் வார்னிஷ்கள் (ஏர் ட்ரையிங்) (Air drying varnish):** இந்த வார்னிஷ்-ல் திட நுண்பொருள்கள் மற்றும் கரைப்பான் உள்ளது. இந்த கரைப்பான் குடின்றி ஆவி ஆவதால் வார்னிஷ் உலருகிறது. பேக்கிங் (Baking) வார்னிஷ்ஷை ஒப்பிடுகையில் ஏர் ட்ரையிங் வார்னிஷ் குறைவான வலிமை மற்றும் அதிக நுண் துவாரங்களையும் கொண்டுள்ளது. ஏனெனில் அதன் கரைப்பான் உலர்வதால் ஏற்படக்கூடிய இடைவெளிகளில் வார்னிஷ்ஷால் சென்று நிரப்ப முடிவதில்லை. மேலும் இதனை சேமித்து வைத்து போதும் மூழ்கி வைக்கும் தொட்டியில் (dip tank) இருக்கும் போதும் இவை மோசமடைந்து விடுகிறது. மிக வேகமாக உலரும் வகைகளில் அரக்கு அமிலம் உள்ளதால் அது நிறமற்றதாகவோ அல்லது கறுப்பாகவோ இருக்கலாம். இவைகளை அவசர பழுது பார்க்கும் வேலைகளுக்கும் அல்லது மேம்போக்கிற்கான வேலைக்களுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கறுப்புப் பிச்சுக்கட்டி வகை (Black asphalt) வார்னிஷ்கள் உள்ளன ஆனால் அவைகள் ஆயிலை குறைவான அளவே தடுக்கின்றன.

ஆயில் மற்றும் பிசின் அடிப்படையிலான கறுப்பு மற்றும் நிறமற்ற வார்னிஷ்கள் பல எண்ணிக்கையில் சந்தையில் கிடைக்கின்றன. இந்த வார்னிஷ்ஷில் உள்ள கரைப்பான் இழப்பாலும் மற்றும் ஆக்சிடேஷன் (oxidation) மூலம் இது உலர்கிறது மேலும் பிச்சு கட்டி வகை வார்னிஷ்களை விட இது அதிகளவு ஆயிலை

எதிர்க்கும் தன்மை கொண்டது. சில சமயங்களில் கலவை (Synthetic) அடிப்படையிலான ஏர் ட்ரையிங் வார்னிஷ்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**பேக்கிங் வார்னிஷ்கள் (எண்ணெய் - பிசின் கலவை) (Baking varnishes - oleoresinous):** பேக்கிங் வார்னிஷ்களும் திட நுண்பொருள்கள் மற்றும் கரைப்பான்களை கொண்டவை. தெர்மோசெட்டிங் வார்னிஷ்கள் உருவாக்கப் படுவதற்கு முன் இவ்வகை வார்னிஷ்கள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டன. இது பாதி பாலிமரைசேசன் (polymerization) மூலமும் பாதி ஆக்ஸிடேஷன் மூலமும் அதிலுள்ள ஆயில்களை பொருத்து உலர்கிறது. ஆளி விதை (Linseed) ஆயில் வார்னிஷ்கள் கிட்டத்தட்ட ஆக்ஸிடேஷன் மூலமே முழுவதும் உலர்கிறது. துணி - எண்ணெய் (tung-oil) வார்னிஷ்கள் ஆக்ஸிடேஷன் மற்றும் பாலிமரைசேஷன் மூலம் உலர்கிறது. கீழ் பகுதியிலுள்ள வார்னிஷ் ஈரமாக இருக்கும் பொழுதே ஆக்ஸிடேஷன் மூலம் உலர்வதால் மேற்பரப்பில் ஒரு கடின தளம் உருவாகிறது. இவ்விளைவுகள் குறிப்பாக அதிக ஆழமுள்ள காயில்களில் ஏற்படுகிறது.

**தெர்மோ செட்டிங் வார்னிஷ்கள் (Thermosetting varnishes):** இவைகள் வெப்பத்தால் கடினமாக கூடிய, தெளிவான, செயற்கை வார்னிஷ்கள் ஆகும். இது ஆக்ஸிடேஷன் மூலம் கடினமாக கூடிய சாதாரண பேக்கிங் வார்னிஷ் விட மிக மேலானது. இந்த வார்னிஷ்கள் B வகுப்பு மற்றும் E வகுப்பு இன்சுலேஷன்களுக்கு பயன்படுத்த தகுந்தவை.

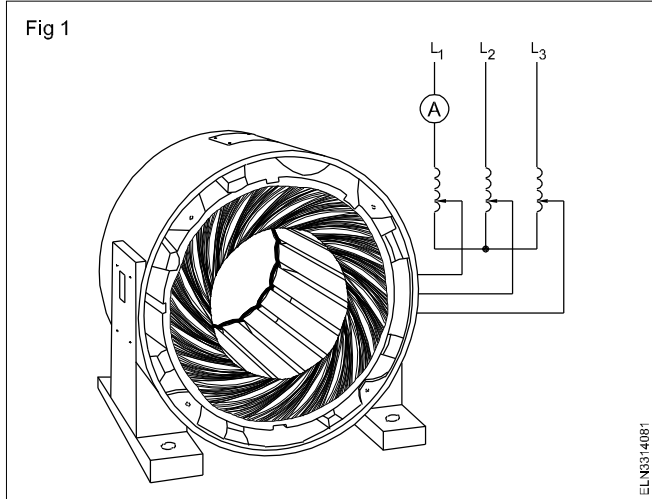
**கரைப்பான் அற்ற வார்னிஷ்கள் (Solventless varnishes):** வணிக ரீதியாக கிடைக்கும் கரைப்பான் அற்ற வார்னிஷ்களில் (100 சதவிகித திட) பயன்பாடு சமீப காலங்களில் திருப்திகரமாக உள்ளது. சமீப கரைப்பான் அற்ற வார்னிஷ்கள் சிறந்த ஆயுளையும் மற்றும் தொட்டியை பாழாக்காமலும் இருக்கின்றன.

**வார்னிஷ் தின்னர்கள் (Varnish thinners):** தேவையற்ற அளவு, வார்னிஷ்ஷின் திட பொருளையும், மற்றும் பாகு தன்மையையும் மாற்ற தின்னர் (thinner) பயன்படுகின்றன. முழுமையான கலவையை பெற, வார்னிஷ்ஷை வேகமாக கலக்கி கொண்டே தின்னரை மெதுவாக சேர்க்க வேண்டும். வார்னிஷ் உற்பத்தியாளரிடம் இருந்து குறிப்பிட்ட வகை வார்னிஷ்களில் பயன்படுத்த வேண்டிய தின்னர்களின் பரிந்துரையை பெற வேண்டும். வார்னிஷ்யில் சேர்க்கப்படும் தின்னரின் அளவு 60%-யை விட அதிகரிக்கக் கூடாது.

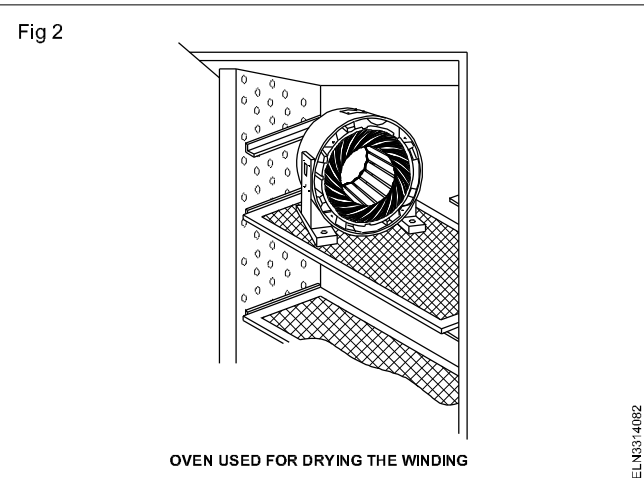
**முன் சூடேற்றல் (Preheating):** வார்னிஷ் செய்வதற்கு முன் வையிண்டிங் அடுக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள ஈரப்பதத்தை வெளியேற்ற வையிண்டிங்கை முன் சூடேற்றல் செய்ய வேண்டும். வார்னிஷ் செய்யும் முன் வையிண்டிங்கை பின்வரும் ஏதேனும் ஒரு முறைப்படி முழுவதுமாக காய வைக்க வேண்டும்.

1 படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு ரோட்டார் டெர்மினல்களில், 3 பேஸ் ஆட்டோ டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் வழியாக ஏறக்குறைய 20% அளவிலான குறைவான மின்னழுத்தத்தை வழங்க வேண்டும். ஆனால் வையிண்டிங்கின் கரண்ட், ஃபுல் லோடு கரண்டை விட அதிகமாக இருக்கக் கூடாது. மோட்டாரை 8 முதல் 10 மணிநேரம் சூடேற்ற வேண்டும்.

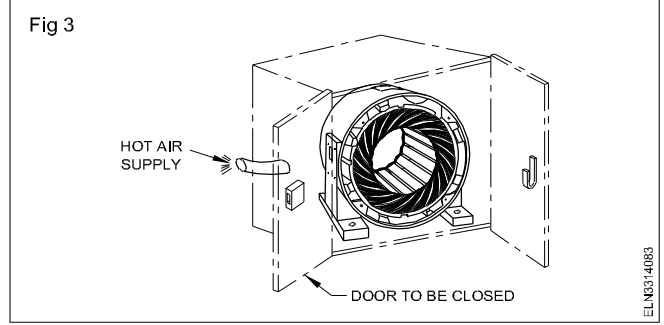
வையிண்டிங்கில் உருவாகும் வெப்பம் கலபமாக வெளியேறாததால் நெருங்கிய கண்காணிப்பு அவசியம்.



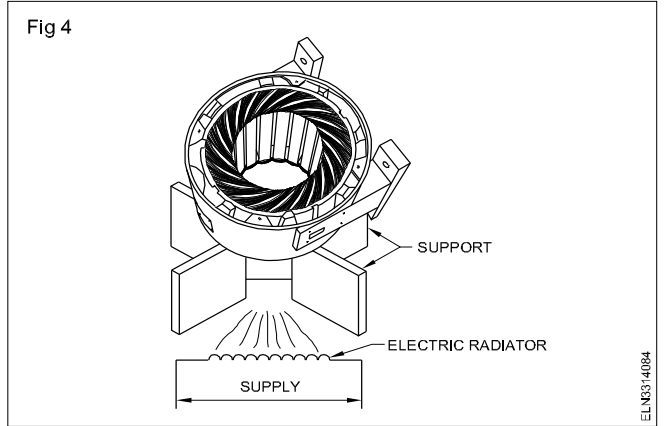
2 படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு, மோட்டாரை ஓர் மின்உலையில் (oven) வைக்க வேண்டும். ஆனால் வெப்பநிலை 90°C-யை விட அதிகரிக்கக் கூடாது.



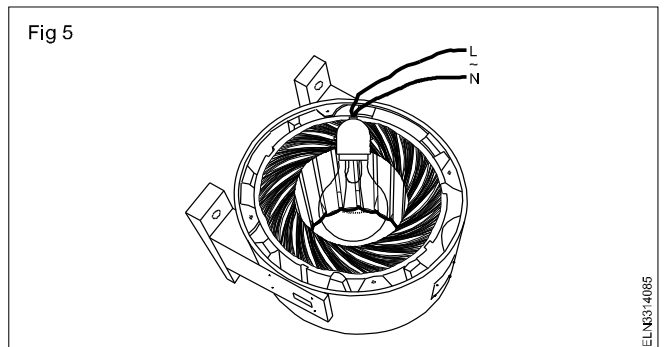
3 படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு மூடிய அறையில் வையிண்டிங்கை வைத்து சூடான காற்றை ஊத வேண்டும். ஆனால் காற்று சுத்தமாகவும், காய்ந்தும் மற்றும் அதன் வெப்பநிலை 90°C-யை விட அதிகமாக இல்லாமலும் இருக்க வேண்டும்.



4 படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு இயந்திரத்தை சுற்றி கோக் மரத்துண்டுகளை (Coke braziers) அல்லது மின்ரேடியேட்டர்களை (electric radiators) வைக்கலாம்.



5 படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு இயந்திரத்தில் உள் பகுதியில் கார்பன் பிலமெண்ட் விளக்கு வைக்கப்படுகிறது. இது திருப்திகரமானது ஆனால் சூடான விளக்கு வையிண்டிங்யின் எந்தவொரு பாகத்திலும் படாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். போதுமான அளவு வெப்பநிலையை அடைய முடியவில்லை எனில், ஸ்டேட்டாரின் காற்றோட்ட பாகங்களை தார்பாலின் (tarpaulin) மூலம் மூடலாம்.



உலர வைக்க சூடேற்றும் முறை தொடர்ச்சியானது மற்றும் வையிண்டிங்கின் இன்சுலேஷன் பழுதடையும் வெப்பநிலையை அடையாதவாறு கவனமாக பார்த்து கொள்ள வேண்டும். தெர்மாமீட்டர் மூலம் அளக்கப்படும் வையிண்டிங்கின் அதிகபட்ச பாதுகாப்பான வெப்பநிலை 90°Cயாக இருக்கிறது. அதே சமயம் வெப்பநிலை மிக குறைவாக போக அனுமதிக்கக் கூடாது. ஏனெனில் ஈரப்பதம் மீண்டும் உறிஞ்சப்படலாம்.

மோட்டார் சூடேற்றும் பொழுது அதன் இன்சுலேஷன் மின்தடை கவனிக்கத்தக்க அளவு குறைந்து, குறைந்தபட்ச அளவை அடைந்து இயந்திரத்தின் ஈரப்பதத்தை பொருத்து அதே நிலையில் கொஞ்ச நேரத்திற்கு தொடரும். உலர வைக்கும் செயல் மேலும் தொடரும் பொழுது இன்சுலேஷன் மின்தடை மெதுவாக உயரும். இன்சுலேஷன் மின்தடை உயரும் வரை அல்லது போதுமான மதிப்பை அதாவது 75°Cயில் ஒவ்வொரு 1000 V-க்கும் ஒரு மெக்ஓம்மை விட குறையாத மதிப்பை அடையும் வரை உலர வைத்தல் தொடர வேண்டும்.

உலர வைக்கும் தருணத்தில், எவ்வாறு உலர்கிறது என்பதை கவனிக்க ஒரு மணி நேரத்திற்கு ஒரு முறையாவது வெப்பநிலை மற்றும் இன்சுலேஷன் மின்தடையை அளக்க வேண்டும். மோட்டாரின் வெப்பநிலை கூடுமான வரை நிலையாக இருக்க வேண்டும் இல்லையெனில் அளவீடுகளால் குழப்பம் ஏற்படலாம்.

ப்ரிஹீட்டிங் (preheat) செய்யப்பட்ட பிறகு வார்னிஷ் செய்வதற்கு பின் வெப்பநிலையை கிட்டத்தட்ட 60°Cயாக குறைக்க வேண்டும். அதிக வெப்பநிலையால் வார்னிஷ்ஷின் மேல் அடுக்கு அடைக்கப்படுவதால் இது மிக அவசியமாகும்.

**வார்னிஷ்ஷின் செய்முறை (Varnishing process)** : வையிண்டிங்கை வார்னிஷ் செய்ய வையிண்டிங் சுற்றப்பட்ட முழு ஸ்டேட்டாரை வார்னிஷ் தொட்டியில் மூழ்கடிக்கலாம் அல்லது வையிண்டிங்கின் மேல் வார்னிஷ்ஷை ஊற்றலாம். சில சமயங்களில் பெயிண்டிங் பிரஷ் மூலம் வார்னிஷ் செய்யலாம்.

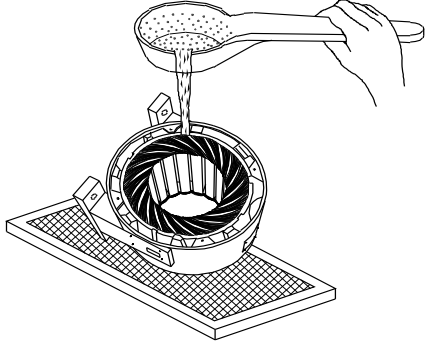
ஏர் ட்ரையிங் வார்னிஷ்கள் இயற்கையாகவே உலர கூடியவை. எனவே அதனை இயல்பான வெப்ப நிலையில் குறைந்தது 6 மணி நேரத்திற்கு வைக்க வேண்டும்.

**செறிவூட்டல் (Impregnation):** செறிவூட்டல் வார்னிஷ் உற்பத்தியாளர்களின் பின்வரும் பரிந்துரைகளை பின்பற்ற வேண்டும்.

**இம்ப்ரிக்னேசன் செய்முறை (Impregnation process):** பின்வருபவை E வகுப்பு மோட்டார்களின் இம்ப்ரிக்னேசன் செயற் முறையாகும். E வகுப்பு இம்ப்ரிக்னேசன் வார்னிஷ்ஷை பயன்படுத்த வேண்டும்.

- 1 வையிண்டிங்கை ஓவனில் (oven) 85-100°C வரை ப்ரிஹீட் செய்து, இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ்ஸை அளக்க வேண்டும். இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ் இன்ஃபினிட்டியை விட குறைவாக இருந்தால், இன்ஃபினிட்டியை அடையும் வரை ப்ரிஹீட்டிங் செயற்முறை தொடரப்பட வேண்டும்.
- 2 ப்ரிஹீட்டிங் செய்த பிறகு, வையிண்டிங் 60°C-க்கு குளிர்ந்தவுடன் வார்னிஷ் தொட்டியில் அமிழ்த்த வேண்டும். சூடாக உள்ள வையிண்டிங்கை செங்குத்தான நிலையில் வார்னிஷ்ஷில் ஒரு மணி நேரத்திற்கு அல்லது காற்று குமிழ்கள் அனைத்தும் வெளியேறும் வரை அமிழ்த்தவும்.
- 3 தொட்டியில் இருந்து வையிண்டிங்கை தூக்கி ஒரு மணி நேரத்திற்கு வார்னிஷ் வடியும் வரை பிடிக்கவும்.
- 4 வடிந்தவுடன் வையிண்டிங்கை 120°C வரை இரு மணி நேரத்திற்கும் 140°C-க்கு குறைந்தது பத்து மணி நேரத்திற்கும் சூடுயேற்றவும்.
- 5 பேக்கிங் செய்தவுடன் உடனடியாக இன்சுலேஷன் ரெசிஸ்டன்ஸ்ஸை அளக்கவும். அதன் மதிப்பு 2 மெக் ஓம்மிற்கு குறைவாக இருக்கக் கூடாது.
- 6 இரண்டாவது செறிவூட்டலுக்காக பேக்கிங் செய்தவுடன் வேலையை 70°C-க்கு குளிர்வித்து மேலே சொல்லப்பட்ட 2,3 மற்றும் 4-யை மீண்டும் செய்யவும். வார்னிஷ் தொட்டி இல்லையெனில், வார்னிஷ் நிரப்பப்பட்ட பாத்திரத்தில் ஸ்டேட்டாரை வைத்து, படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு கரண்டியின் மூலம் வார்னிஷ்யை ஊற்றவும். முதலில் போதுமான வார்னிஷ்ஷை இணைப்பு முனை பக்கத்தில் இருந்தும் பிறகு எதிர்முனை பக்கத்தில் இருந்தும், ஸ்டேட்டாரின் நிலையை மாற்றி மாற்றி ஊற்றவும்.

Fig 6



ELN8314086

### வார்னிஷை அகற்றுதல் (Varnish stripping):

வையிண்டிங்கை அமிழ்த்தி பேக்கிங் செய்த பின் காற்று இடைவெளிகள் அல்லது (end-shield) பொருந்தும் இடங்களிலுள்ள அதிகப்படியான வார்னிஷை அகற்றுவது அவசியம். ஏனெனில் அவ்விடங்களில் வார்னிஷ் சேர்வதை தடுக்கக் கூடிய நடைமுறை இல்லை. அதிகப்படியாக

சேர்ந்த வார்னிஷை அகற்ற, வார்னிஷ் கரைப்பானால் நன்கு நனைக்கப்பட்ட துணியை பயன்படுத்தவும். அமிழ்த்துவதற்கு முன் உலோக தளத்தை தகுந்த பொருளால் முடியிருந்தால், வார்னிஷ் படிமங்களை எளிதாக அகற்றலாம்.

இந்த கரைப்பானை அசிடோன் (acetone) மூலம் தெளிக்கலாம் அல்லது அதை பாகு போன்ற நிலையில் வைத்து அமிழ்த்தலாம். அல்லது பிரஷ் செய்யலாம். இந்த மெல்லிய படிமம் அரை மணி நேரத்திற்கு உலர்ந்த பின், சாதனத்தை வழக்கமான வார்னிஷ் செறியூட்டல் மற்றும் பேக்கிங் செய்யலாம். மூடும் பொருளை பேக்கிங் செய்தவுடன் கத்தி அல்லது மெல்லிய ஆணி மூலம் உலோக பாகங்களில் இருந்து சுத்தமாக அகற்றவும். வார்னிஷ் மற்றும் மூடும் பொருள் இரண்டையும் ஒரே படிமமாக (film) பிரித்து எடுக்கவும்.

### முடிவு முனையை இணைக்கும் முறைகள், குரூப் இணைப்பு, டெர்மினல் லீட்ஸ்-கள், தொங்குதலை உருவாக்குதல் மற்றும் கட்டுதல் (Method of connecting end connection, group connection, terminal leads, binding and forming the overhangs)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- வையிண்டிங்கை இணைக்கும் வகைகளை பற்றி கூறுதல்
- காயிலின் இறுதி இணைப்புகளை செய்யும் முறைகளை பற்றி விளக்குதல்
- குரூப் (ஜம்பர்) இணைப்புகளை செய்யும் முறைகளை பற்றி விளக்குதல்
- டெர்மினல் லீட்ஸ் -களை இணைக்கும் முறைகளை பற்றி விளக்குதல்
- வையிண்டிங்கின் இறுதி டெர்மினல் லீட்ஸ்களை கட்டும் முறைகளை பற்றி விளக்குதல்
- தொங்குதலை அமைக்கும் முறையை பற்றி விளக்குதல்.

கீழே விளக்கப்பட்டுள்ள செயற்முறை அனைத்து வையிண்டிங்களுக்கும் பொதுவானது.

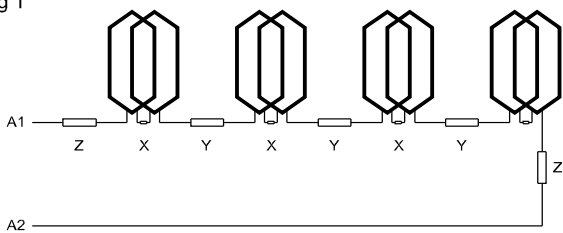
### முடிவு இணைப்புகள் (End connections):

வையிண்டிங்குகள் மூன்று வகைகளில் இணைக்கப்படுகின்றன. முதலில், படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு, X என்று காட்டப்பட்ட காயில் குரூப்புகளுக்கான காயில் இணைப்புகள், இரண்டாவது Y என்று காட்டப்பட்ட ஒரு பேஸ்ஸின் காயில் குரூப்புகளில் (ஜம்பர் இணைப்பு) இணைப்புகள் மூன்றாவதாக Z என்று காட்டப்பட்ட லீட்ஸ் (lead) ஓயரின் இணைப்புகள், வையிண்டிங்கை செய்யும் பொழுது மேலே சொல்லப்பட்ட வரிசையில் செயற்படுவது சிறந்தது.

வையிண்டிங் ஓயரில் எந்தவொரு இணைப்பையும், காயிலின் முனையின் சரியான அடையாளத்துடன் துவங்க வேண்டும். முதல்முதலாக வையிண்டிங் செய்பவர் குழப்பங்களை தவிர்க்க உருவாக்க வரைபடம், இணைப்பு வரைபடம் மற்றும் உண்மையான வையிண்டிங் ஆகியவைகளை மாறி மாறி பார்வையிடல் அவசியமாகும். காயில் முனைகளை அடையாளம் கண்டப்பின், படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைக்க வேண்டிய முனைகளை தற்காலிகமாக இணைத்து, உருவாக்க வரைபடம் மற்றும் இணைப்பு வரைபடத்துடன் மறு சோதனை செய்யவும்.

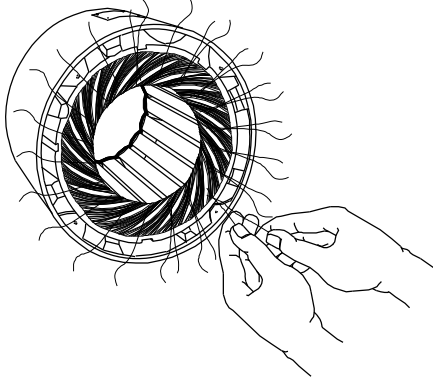
இணைப்பை உறுதி செய்தபின் எனாமல் இன்சுலேஷனை உப்பு காசிதம் அல்லது கத்தி அல்லது மின்சாரத்தால் இயங்கும் இன்சுலேஷன் ரிமூவரை பயன்படுத்தி அகற்றவும். இவ்வனைத்து முறைகளிலும் ஓயர் வெட்டப்பட்டு அல்லது மடிந்து சேதமடையாமல் பார்த்து கொள்ள வேண்டும்.

Fig 1



ELN8314091

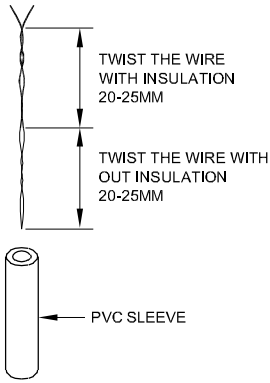
Fig 2



ELN3314092

**காயில் இணைப்புகளின் முறை (Method of coil connections):** எனாமல் இன்சுலேஷன் முழுவதும் அகற்றப்படுவதை உறுதி செய்யவும். ஓயர்களை நன்றாக 20 - 25 மி.மீ நீளத்திற்கு முறுக்கி படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு PVC அல்லது எம்பயர் ஸ்லீவ்வை சொருகவும். இணைப்பை காயில் பக்கமாக வளைத்து, நூல் மூலம் கட்டவும்.

Fig 3

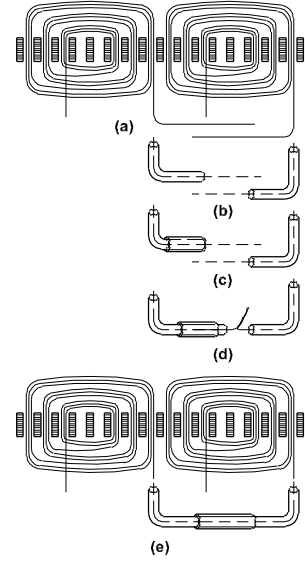


ELN3314093

**குரூப் இணைப்புகளின் (ஜம்பர் இணைப்புகளின்) முறை (Method of group connections (jumper connections)):** இணைக்கப்பட வேண்டிய ஓயரின் 40 மி.மீ அளவிற்கு ஒன்றின் மீது ஒன்றை வைக்கவும். படம் 4a-ல் காட்டப்பட்டவாறு அதிக நீளத்தை வெட்டவும். வையிண்டிங் ஓயர்களால் 40மி.மீ நீளத்திற்கு எனாமல் இன்சுலேஷனை அகற்றவும்.

படம் 4b-ல் காட்டப்பட்டவாறு தகுந்த PVC அல்லது எம்பயர் ஸ்லீவ்வை போதுமான நீளத்திற்கு இணைக்கப்பட வேண்டிய இரு ஓயர்களில் சொருகவும். படம் 4c-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஒரு ஸ்லீவ்வின் மேல் மற்றொரு பெரிய ஸ்லீவ்வை சொருகவும். படம் 4d-ல் காட்டப்பட்டவாறு இரு ஓயர்களையும் ஒன்றாக இணைக்கவும். படம் 4e காட்டப்பட்டவாறு ஓயரின் இணைப்பை மடித்து அதன் மேல் 2வது ஸ்லீவ்வை இழுக்கவும்.

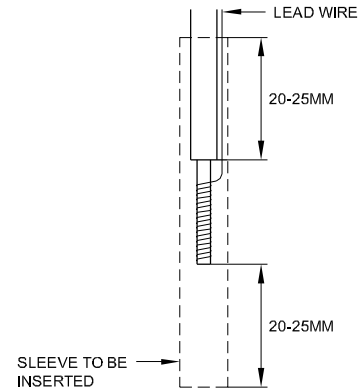
Fig 4



ELN3314094

**லீட் (lead) இணைப்புகளின் முறை (Method of lead connections):** லீட் ஓயரை இணைக்க, கேபிள் இன்சுலேஷன் மற்றும் வையிண்டிங் ஓயரின் எனாமல் இன்சுலேஷனை 25மி.மீ நீளத்திற்கு அகற்றவும். இரு ஓயர்களை சுத்தம் செய்து வையிண்டிங் ஓயரை லீட் ஓயரின் மேல் 10 முறை இறுக்கமாக படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு சுற்றவும்.

Fig 5

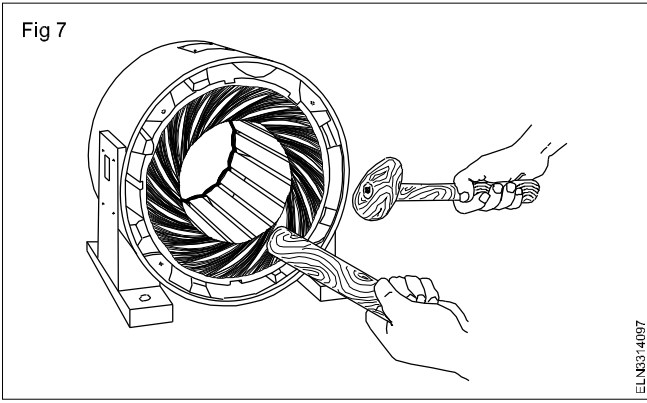
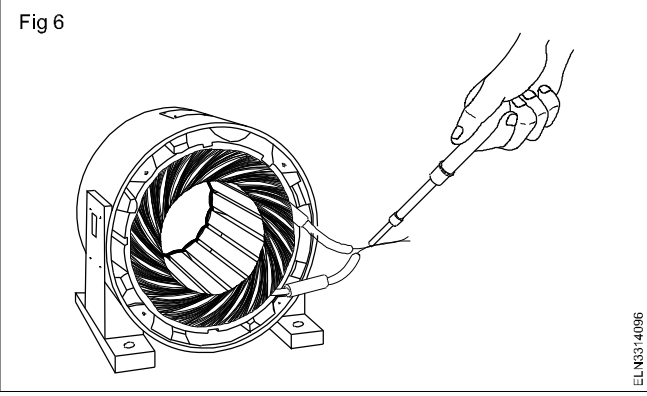


ELN3314095

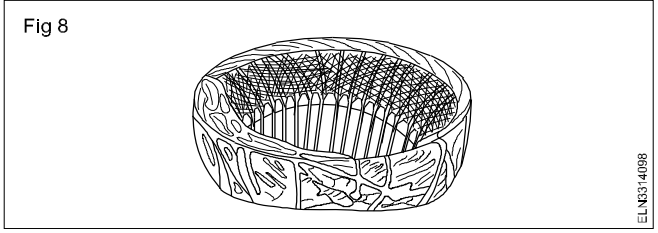
படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைப்பை இன்சுலேட் செய்ய PVC அல்லது எம்பயர் ஸ்லீவ்வை பயன்படுத்தவும். வையிண்டிங் சரியாக உள்ளதா என்பதை ஆய்வு செய்தப்பின், இதற்கு முன் செய்த அனைத்து இணைப்புகளையும் படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு பற்ற வைத்து பிறகு ஸ்லீவ் மூலம் இன்சுலேட் செய்யவும்.

**தொங்குதலை வடிவமைத்தல் மற்றும் கட்டுதல் (Shaping and binding the overhangs):** அனைத்து முனை இணைப்புகளையும் பற்ற வைத்து ஸ்லீவ் போட்டப்பின், ஜம்பர் ஓயர்கள் மற்றும் லீட் ஓயர்களை சீரான முறையில் ஓவர்ஹாங் (overhang) அழகாக இருக்குமாறு

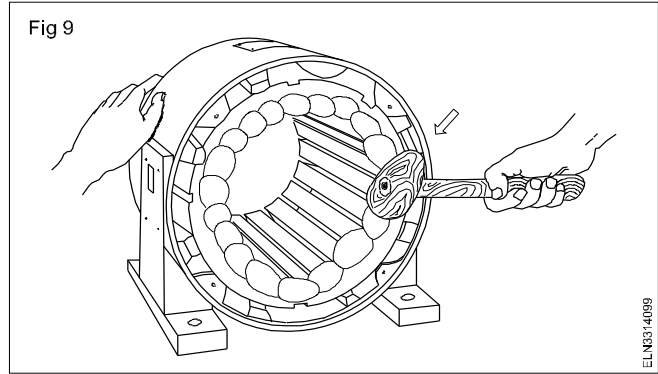
அமைக்க வேண்டும். மர அல்லது நைலான் மேலட் மூலம் ஓவர்ஹாங்கை இரு பக்கத்திலும் ஒரே மைய வளையமாக மெதுவாக தட்டவும். படம் 7-ல் காட்டப்பட்டவாறு இதற்காக, மர அல்லது ஃபைபர் உருளையை பயன்படுத்தவும். ஓவர் ஹாங்கின் அளவை பழைய அளவுடன் அடிக்கடி சோதிக்கவும்.



முனை இணைப்புகள், ஜம்பர் மற்றும் லீட் இணைப்புகளை காயிலுடன், நூல் அல்லது தகுந்த நாடாவுடன் அசல் போன்றோ இறுக்கமாக கட்டவும். (படம் 8)



இணைப்பு லீட்ஸ்ஸை ஓவர்ஹாங் உடன் கட்டிய பிறகு, மீண்டும் ஒரு முறை இரு ஓவர் ஹாங்களையும் ஒரே மைய வளையமாக மாற்றவும். அதன் மூலம் அவைகள் ரோட்டாரை தொடாதவாறு சீராக விரிந்து இருக்கிறது. (படம் 9) இச்செயலின் போது அசல் போன்றோ சட்டம் மற்றும் இறுதி தகடுகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி போதுமானதாக இருப்பதை அவ்வப்பொழுது சோதிக்கவும்





### 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் இண்டக்ஷன் மோட்டார் மற்றும் ஸ்டார்ட்டர்களில் பராமரிப்பு, சீரமைப்பு மற்றும் பழுது நீக்குதல் (Maintenance, service and troubleshooting in AC 3 phase squirrel cage induction motor and starters)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- AC 3 பேஸ் மோட்டார்களின் பராமரிப்பு பட்டியலை கூறுதல் மற்றும் பட்டியலிடுதல்
- 3 பேஸ் மோட்டார்களின் ஏற்படும் பழுது, காரணங்கள் மற்றும் சரி செய்தலை பட்டியலிடுதல்
- மோட்டார் பேரிங்குகளில் உண்டாகும் இயந்திரவியல் பிரச்சனைகள் மற்றும் அதனை சரி செய்தலை விளக்குதல்
- எண்ணெய் இடலின் நுட்பத்தை கற்றதலின் மூலம் கூறுதல்
- AC மோட்டார் ஸ்டார்ட்டர்களில் பழுது நீக்குதல் மற்றும் பராமரிப்பு பற்றி விளக்குதல்.

பொதுவாக AC ஸ்கூரில் கேஜ் இண்டக்ஷன் மோட்டார் திடமான கட்டமைப்பை கொண்டு உள்ளதால், அதற்கு குறைவான பராமரிப்பே தேவைப்படுகிறது. இருப்பினும், பழுது இல்லாத செயற்பாடு மற்றும் அதிக வினைத்திறனை பெற, மோட்டாருக்கு வழக்கமான பட்டியலிடப்பட்ட பராமரிப்பு தேவைப்படுகிறது. பல தொழிற்சாலைகளில், ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டார், முழு சுமையுடன் தினமும் 24 மணி நேரமும், வருடத்தில் 365 நாட்களும் செயற்பட்டு கொண்டு இருப்பதை காண முடிகிறது.

ஆகவே மோட்டார் வேலை செய்யும் வாழ்நாளை அதிகரிக்கவும், பழுது அடையும் நேரத்தை குறைக்கவும் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் தினமும், வாரந்தோறும், மாதந்தோறும், அரையாண்டு மற்றும் வருடாந்திர அடிப்படையில் பராமரிக்க, கால அட்டவணை செய்யப்பட வேண்டும்.

**பராமரிப்பு அட்டவணை (Maintenance schedule):** AC ஸ்கூரில் கேஜ் இண்டக்ஷன் மோட்டாரை பராமரிக்க பரிந்துரைக்கப்பட்ட அட்டவணை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

#### தினசரி பராமரிப்பு (Daily maintenance)

- எர்த் இணைப்பு மற்றும் மோட்டார் முனைகளை சோதிக்கவும்.
- மோட்டார் வையிண்டிங் அதிக வெப்பமாவதை சோதிக்கவும். (மோட்டார் அதிகபட்ச அனுமதிக்கப்பட்ட வெப்பநிலை கைகளால் இலகுவாக உணர கூடியதாக இருக்கும்).
- கட்டுப்படுத்தும் மின் சாதனங்களை ஆய்வு செய்யவும்.

ரிங்கில் எண்ணெய் இடல் வகை இயந்திரங்களில்

- பேரிங்குகளில் உள்ள எண்ணெய் வளையங்களில் செயலை ஆய்வு செய்தல்
- பேரிங்கின் வெப்பநிலையை குறிக்கவும்.
- தேவையெனில் எண்ணெய் இடவும்
- முனை நகர்தலை (end play) சோதிக்கவும்.

#### வாராந்திர பராமரிப்பு (Weekly maintenance)

- பெல்ட் டென்ஷனை சோதிக்கவும் அதிகமாக இருந்தால் உடனடியாக குறைக்கப்பட வேண்டும். ஸ்லீவ் பேரிங் இயந்திரங்களில் ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டார் இடையேயான காற்று இடைவெளியை சோதிக்க வேண்டும்.
- தூசி நிறைந்த இடங்களில் உள்ள மோட்டாரின் வையிண்டிங்களை தூசு தட்டவும்.
- மோட்டார் அடிக்கடி ஸ்டார்ட் மற்றும் ஸ்டாப் செய்யப்படும் இடங்களில் ஸ்டார்ட்டிங் சாதனங்கள் எரிந்து உள்ளதா என்பதை ஆய்வு செய்யவும்.

- தூசி, மாசுவால் ஆயில் ரிங்கில் எண்ணெய் இடல் பேரிங்குகளில் தூய்மை கெட்டுவிட்டதா என்பதை ஆய்வு செய்யவும். (எண்ணெய்யின் நிறத்தின் மூலம் அதை சுமாராக சோதிக்க முடியும்.)

#### மாதாந்திர பராமரிப்பு (Monthly maintenance)

- ஓவர்ஹாலை (Overhaul) சீரமைக்கவும்.
- எண்ணெய் சர்க்கியூட் பிரேக்கரை பார்வையிட்டு சுத்தம் செய்யவும்.

- ஈரம் மற்றும் தூசியுள்ள இடங்களிலுள்ள அதிக வேக பேரிங்குகளில் உள்ள எண்ணெய்யை மாற்றவும்.
- ஸ்லிப் ரிங் மோட்டாரில் உள்ள பிரஷ் ஹோல்டர்களை சுத்தம் செய்யவும் மற்றும் பிரஷ் சரியாக அமைந்துள்ளதா என்பதை சோதிக்கவும்.
- கிரீஸ்ஸின் தன்மையை சோதிக்கவும்.

#### அரையாண்டு பராமரிப்பு (Half-yearly maintenance)

- மோட்டாரின் வையிண்டிங்குகளை சுத்தம் செய்யவும். அவைகள் அரிப்பு போன்ற வளைவுகளை ஏற்படுத்தும் தனிமங்கள் பாதிக்கப்பட்டு இருக்கலாம். தேவைப்பட்டால் அவைகளை வார்னீஷ் செய்யவும்.
- ஸ்லிப் ரிங் மோட்டார்களில், ஸ்லிப் ரிங்குகள் வழக்கத்துக்கு அதிக தேய்மானம் அல்லது பள்ளம் ஏற்பட்டு உள்ளதா என்பதை சோதிக்கவும்.
- கோள மற்றும் உருளை பேரிங்குகளில் உள்ள கிரீஸ்ஸை மாற்றவும்.
- எண்ணெய் பேரிங்குகளில் உள் எண்ணெய்யை வெளியேற்றி மண்ணெண்ணெய் மூலம் சுழவி உராய்விடல் எண்ணெயை பீச்சி தெரித்து, பின் சுத்தமான எண்ணெயை மீண்டும் நிரப்பவும்.

#### வருடாந்திர பராமரிப்பு (Annual maintenance)

- எல்லா அதிவேக பேரிங்குகளையும் சோதிக்கவும். தேவையெனில், மாற்றவும்.
- மோட்டாரின் வையிண்டிங்குகளில் மேல் வரண்ட காற்றை செலுத்தவும். அதன் அழுத்தம், இன்சுலேசன் பழுதடையாமல் பார்த்து கொள்ள வேண்டும்.
- அழுக்கான எண்ணெய் படிந்த வையிண்டிங்குகளை சுத்தம் மற்றும் வார்னீஷ் செய்யவும்.
- கடினமான சூழ்நிலையில், செயற்பாடு மோட்டார்களை மறுசீரமைப்பு செய்யவும்.
- ஸ்லிப் ரிங் மோட்டாரில் ஸ்லிப் ரிங்கின் புள்ளிகளையும் மற்றும் பிரஷ்ஷின் தேய்மானத்தையும் சோதிக்கவும். மோசமான

அளவிற்கு புள்ளிகளை கொண்ட ஸ்லிப் ரிங் மற்றும் அதிகமான தேய்மானம் அடைந்த பிரஷ்களை மாற்ற வேண்டும்.

- சுவிட்ச் மற்றும் ஃப்யூஸ் காண்டக்ட்களில் மோசமான அளவிற்கு புள்ளிகள் இருந்தால் அதை மாற்றவும்.
- ஈரம் மற்றும் அரிப்பு தனிமங்களால் பாதிக்கப்பட்ட ஸ்டேட்டாரில் உள்ள எண்ணெயை மாற்றவும்.
- மோட்டார் வையிண்டிங்குகளை சுட்டுப் படுத்தும் கருவி மற்றும் ஓயரிங்குகளில் எர்த் மற்றும் பேஸ்களுக்கு இடையேயுள்ள இன்சுலேசன் மின்தடையை சோதிக்கவும்.
- எர்த் இணைப்பின் மின்தடையை சோதிக்கவும்.
- காற்று இடைவெளியை சோதிக்கவும்.

**ஆவணங்கள் (Records):** ஒவ்வொரு இயந்திரத்திற்கும் தனித்தனி அட்டை அல்லது பதிவேட்டில் (தொழிற்பயிற்சியில் காட்டப்பட்ட மாதிரியைப் போல) சில பக்கங்களை ஒதுக்கி அதில் அவ்வப்பொழுது நிகழும் எல்லா முக்கியமான பார்வையிடல் மற்றும் பராமரிப்பு தொடர்பான தகவலை பதிவு செய்து மற்றும் கடைப்பிடிக்கவும். இந்த பதிவேட்டில், முந்தைய செயற்பாடு, இயல்பான இன்சுலேசன் அளவு, இடைநிலை அளவு பழுதின் தன்மை மற்றும் நேரம் மேலும் மற்ற முக்கிய தகவல்கள் இருக்கும். அவை நல்ல செயற்பாட்டிற்கும் மற்றும் பராமரிப்புக்கும் உதவியாக இருக்கும்.

AC 3 பேஸ் ஸ்கூரில் கேஜ் மோட்டாரில் ஏற்படும் பழுதுகளை ஒரு குழுக்களாக பிரிக்க முடியும் அவைகள்

- மின்னியல் பிழை
- இயந்திரவியல் பிழை

பெரும்பாலும் இந்த இரு பிழைகளும் தனித்தனியே ஏற்படலாம் அல்லது ஒன்றின் மூலம் மற்றொன்று ஏற்படுத்தப்படலாம். பின்வரும் பட்டியலில் அதற்கான காரணங்கள் செய்ய வேண்டிய சோதனைகள் மற்றும் ஏற்க கூடிய தீர்வுகள் கொடுக்கப்பட்டு உள்ளன.

பட்டியல் 1

மோட்டார் ஸ்டார்ட் ஆகவில்லை

வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
1	ஓவர்லோடு ரிலே ட்ரிப் ஆகியிருக்கிறது	ஓவர்லோடு காயில் குளிரும் வரை. காத்திருக்கவும் ரீசெட் பட்டன் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால் அழுத்தவும். சில ஸ்டார்ட்டர்களில் ரீசெட் செய்ய, ஸ்டாப் பட்டனை அழுத்த வேண்டும்.	மோட்டார் ஸ்டார்ட் செய்யப்பட முடியவில்லை. இந்த பட்டியலில் கொடுக்கப்பட்ட மற்ற காரணங்களை பார்க்கவும்
2	பவர் சப்ளை நின்று விட்டது	ஸ்டேட்டாரின் உள் வரும் டெர்மினல்களில் பவர் சப்ளையை சோதிக்கவும்.	ஸ்டார்ட்டாரின் உள்வரும் டெர்மினல்களில் சப்ளை இருந்தால் ஸ்டார்ட்டரை சோதிக்கவும் இல்லையெனில் மெயின் சுவிட்ச் மற்றும் ஃப்யூ-ஸை சோதிக்கவும். தேவைப்-பட்டால் ஃப்யூஸை மாற்றிப்பவர் சப்ளையை மீட்டெடுக்கவும்
3	மின்னழுத்தம் குறைவு	மின்னழுத்தத்தை அளந்து பெயர் பலகையுடன் ஒப்பிடவும்.	வழக்கமான சப்ளையை மீட்டெடுக்கவும் அல்லது கேபிள்களில் வரம்பை சோதிக்கவும்.
4	தவறான இணைப்பு	மோட்டாரின் இணைப்பை, அசல் வரைப்படத்துடன் ஒப்பிடவும்	மோட்டார் இன்னும் ஓடவில்லை, என்றால் இணைப்பை பிரித்து விட்டு மீண்டும் இணைக்கவும்
5	ஓவர்லோடு	லோடுக்கு தேவைப்படும் ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை அளக்கவும்	லோடை குறைக்கவும். ஆட்டோ டிரான்ஸ் ஃபார்மரின் அளவை அதிகரிக்கவும்.
6	பேரிங் சேதம் அடைந்துள்ளது	மோட்டாரை திறந்து நகர்தலை சோதிக்கவும்	தேவையெனில் மாற்றவும்.
7	ஸ்டேட்டாரின் வையிண்டிங் பழுதுடைந்துள்ளது	ஒவ்வொரு பேஸ்ஸிலும் உள்ள மின்னோட்டத்தை அளக்கவும். அவைகள் சமமாக இருக்க வேண்டும். தேவையெனில், ஒவ்வொரு பேஸ்ஸிலும் உள்ள மின்தடை அளக்கவும். வையிண்டிங் மற்றும் எர்த் இடையேயுள்ள இன்சுலேசன் மின் தடையை சோதிக்கவும்.	சாத்தியம் இருந்தால் பழுதை சீரமைக்கவும் அல்லது ஸ்டேட்டாரை ரீவையிண்டிங் செய்யவும்.
8	தவறான கட்டுப் படுத்தும் இணைப்புகள்	கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றை சோதிக்கவும் மற்றும் மின்சுற்று வரைப்படத்துடன் ஒப்பிடவும்.	கட்டுப்படுத்தும் மின் சுற்றினை பிரித்து விட்டு, தயாரிப்பாளர் களின் மின்சுற்று வரைப்படத் தின்படி மீண்டும் இணைக்கவும்.
9	மோட்டார் அல்லது ஸ்டார்ட்டர் அல்லது மெயின் டெர்மினல் களில் தளர்வான இணைப்பு	மெயின் சுவிட்ச், ஸ்டார்ட்டர் மற்றும் மோட்டார் டெர்மினல் களில் ஏதாவது தளர்வான நட்டு மற்றும் கலர் மாறியுள்ளதா என்பதை சோதிக்கவும்	டெர்மினல்களை இறுக்கமாக்கவும்.

வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
10	ஓட்டப்படும் இயந்திரம் முடங்கியுள்ளது.	மோட்டாரை லோடில் இருந்து பிரிக்கவும்.	மோட்டார் ஓடத் துவங்கினால் ஓட்டப்படும் இயந்திரத்தை சோதித்து பழுதை சரி செய்யவும்.
11	ஸ்டேட்டார் அல்லது ரோட்டாரில் திறந்த மின்சுற்று உள்ளது.	மல்டி மீட்டர் / மெக்கர் மூலம் சோதிக்கவும்.	பழுதை சரி செய்யவும். அல்லது கம்பி சுற்றவும்.
12	ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்கில் சார்ட் சர்க்கியூட்	ஓம்மீட்டர் அல்லது உள்புற க்ரோவ்லர் (Grwoler) மூலம் பேஸ் மற்றும் காயில் குருப்பை சோதிக்கவும்.	வையிண்டிங்கை சரி செய்யவும் அல்லது ரீவையிண்டிங் செய்யவும்.
13	வையிண்டிங் தரையிடல் ஆகியுள்ளது.	சோதனை விளக்கு அல்லது மெக்கர் மூலம் ஆய்வு செய்யவும்.	பழுது கண்டுபிடிக்கப் பட்டால் சரி செய்யவும் அல்லது ரீவையிண்டிங் செய்யவும்.
14	பேரிங்குகள் கடினமாக உள்ளது.	ரோட்டாரை கைகளால் சுற்றவும்.	ரோட்டார் ஓடவில்லை எனில், மோட்டாரை பிரித்து பழுதை சரி செய்யவும்.
15	ஓவர் லோடு	லோடு மற்றும் பெல்ட் இழுவையை சோதிக்கவும்.	லோடை குறைக்கவும். அல்லது பெல்ட்டை தளளர்த்தவும்.

## பட்டியல் 2

மோட்டார் ஓடுகிறது ஆனால் லோடை பகிரவில்லை  
(லோடு செய்யப்படும் பொழுது மெதுவாக ஓடுகிறது)

வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
1	மின்னழுத்தம் மிக குறைவு	மோட்டார் டெர்மினல்களில் மின்னழுத்தத்தை அளக்கவும். மற்றும் பெயர் பலகையுடன் ஒப்பிடவும்.	தரமற்ற ஃப்யூஸ்ஸை மாற்றவும். மின்சுற்றை சரி செய்யவும். குறைந்த மின்னழுத்தத்திற்கு காரணமான, ஸ்டார்ட்டர், சுவிட்ச் பகிர்மான பெட்டி உள்ள தளர்வான மற்றும் தரமற்ற இணைப்புகளை சரி செய்யவும்.
2	தரமற்ற இணைப்பு	ஸ்டார்ட்டரின் இணைப்பு மற்றும் காண்டக்ட்கள் தளர்வாக இருக்கிறதா என சோதிக்கவும்.	தேவையெனில் பழுதை அகற்றவும்.
3	ஓட்டும் பெல்ட் மிக குறைவான அல்லது அதிகமான டென்ஷனை கொண்டுள்ளது.	டென்ஷனை அளக்கவும் மற்றும் தயாரிப்பாளரின் குறிப்புடன் ஒப்பிடவும்.	பெல்ட் டென்ஷனை சரி செய்யவும்.

வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
4	ரோட்டார் வையிண்டிங் கில் ஓபன் சர்க்கியூட்	ரோட்டாரின் பார்கள் மற்றும் இணைப்பை ஆய்வு செய்யவும்.	ரோட்டார் பார்களை சோல்டர் செய்யவும்.
5	ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங் பழுது அடைந்துள்ளது	தொடர்ச்சி, குறுக்கு சுற்று மற்றும் கசிவுக்காக சோதனை செய்யவும்.	சாத்தியமாயின் மின்சுற்றை சரி செய்யவும். அல்லது ஸ்டேட்டாரை ரீவையிண்டிங் செய்யவும்.
6	பழுதடைந்த பேரிங்	பேரிங்கின் நகர்தலை ஆய்வு செய்யவும்.	பேரிங்கை மாற்றவும்.
7	அதிகமான சுமை செய்யப்பட்டுள்ளது.	லைன் மின்னோட்டத்தை அளந்து வரையறுக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தூடன் ஒப்பிடவும்	மோட்டாரின் இயந்திர வியல் சுமையை குறைக்கவும்.
8	குறைவான ஃபீர்குவன்சி	ஃபிரிக்குவன்சி மீட்டர் மூலம் லைன் ஃபிரிக்குவன்சியை அளக்கும்	லைன் ஃபிரிக்குவன்சி குறைவாக இருந்தால், சப்ளை அதிகாரிக்கு தகவல் கொடுத்து அதை சரி செய்யவும்.

### பட்டியல் 3

#### மோட்டார் ஃப்யூஸ்கள் எரிந்து விடுகிறது

வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
1	தவறான அளவு ஃப்யூஸ்கள்	ஃப்யூஸ் ஓயரின் அளவை சோதிக்கவும். அது வழக்கமாக வரையறுக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தில் 1 1/2 மடங்காக இருக்க வேண்டும். அம்மீட்டரை இணைத்து லோடு கரண்டை அளக்கவும்.	தேவையெனில் ஃப்யூஸ் ஓயரை மாற்றவும். ஸ்டேட்டார் அல்லது ரோட்டாரில் பழுது எனில் மோட்டாரை பழுது பார்க்கவும்.
2	குறைவான மின் அழுத்தம்	லைன் வோல்ட்டேஜை அளக்கவும்.	வோல்ட்டேஜ் குறைவுக்கான காரணத்தை அறியவும்.
3	அதிக சுமை செய்யப்பட்டுள்ளது	லைன் கரண்டை அளந்து வரையறுக்கப்பட்ட கரண்ட் உடன் ஒப்பிடவும்.	அதிக சுமைக்கான காரணத்தை சரி செய்யவும். அல்லது அதிக திறன் உள்ள மோட்டாரை நிர்மானிக்கவும்.
4	பழுதடைந்த ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்	ஸ்டேட்டாரில் திறந்த மின்சுற்று குறுக்கு மின்சுற்று அல்லது கசிவுக்கான சோதனை செய்யவும்	பழுதை சரி செய்யவும். சாத்தியம் இல்லையெனில் ஸ்டேட்டாரை ரீ வையிண்டிங் செய்யவும்.
5	ஸ்டார்ட்டர் இணைப்பு தளர்வாக இருக்கிறது.	ஸ்டார்ட்டரில் தளர்வான அல்லது ஒழுங்கற்ற இணைப்புகளை சோதிக்கவும். ஏனென்றால் அது சமசீரற்ற மின்னோட்டத்திற்கு காரணமாகிறது.	தளர்வான இணைப்பை சரி செய்யவும். காண்டக்ட்களை சுத்தம் செய்து அவைகளை சரியாக பொருத்தவும்.
6	தவறான இணைப்பு	அசல் வரைபடத்துடன் இணைப்புகளை சோதிக்கவும்.	அது இன்னும் ஓட துவங்கவில்லை எனில் மோட்டாரை மீண்டும் இணைக்கவும்.

**பட்டியல் 4**  
**மோட்டார் அதிக சூடாகிறது**

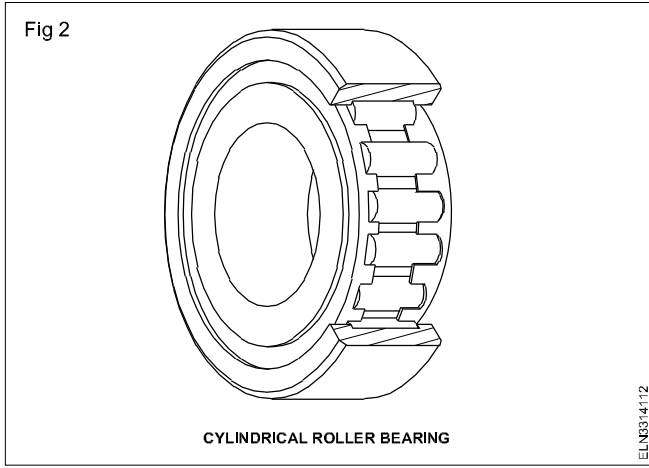
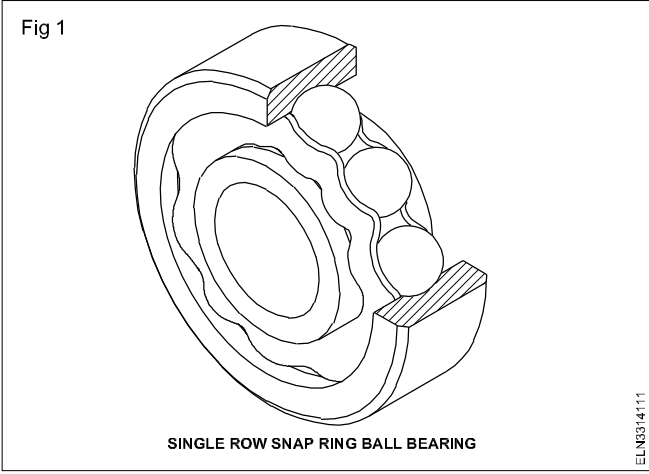
வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
1	அதிக அல்லது குறைவான மின் அழுத்தம் அல்லது ஃபிரிக்குவன்சி	மோட்டார் டெர்மினல்களில் மின்னழுத்தம் மற்றும் ஃபிரிக்குவன்சியை சோதிக்கவும்	குறைவான அல்லது அதிகமான மின்னழுத்தம் அல்லது ஃபிரிக்குவன்சிக்கான காரணத்தை சரி செய்யவும்.
2	தவறான இணப்பு	கொடுக்கப்பட்ட மின்சுற்று வரைபடத்துடன் இணைப்பை ஒப்பிடவும்.	தேவையெனில் மீண்டும் இணைக்கவும்.
3	ரோட்டாரில் திறந்த மின்சுற்று	ரோட்டார் பார்களில் தளர்வான இணைப்பு சூடாவதற்கு காரணமாகிறது	ரோட்டார் பார்கள் மற்றும் முடிவு வளையங்களை மறு பற்றவைப்பு செய்யவும்.
4	பழுதான ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்	தொடர்ச்சி, குறுக்கு சுற்று மற்றும் கசிவுக்கான சோதனை செய்யவும்.	சாத்தியமெனில் பழுதை அகற்றவும். அல்லது ஸ்டேட்டாரை ரீவையிண்டிங் செய்யவும்.
5	காற்றோட்ட குழாய் மாசு அடைந்து உள்ளது	காற்றோட்ட குழாய்களில் தூசி அல்லது மாசு உள்ளதா என்பதை ஆய்வு செய்யவும்.	அவைகளில் இருந்து தூசி மற்றும் மாசுவை அகற்றவும்.
6	லோடர் லோடு	லோடு மற்றும் பெல்ட்டை சோதிக்கவும்.	லோடை குறைக்கவும். அல்லது பெல்ட்டை தளர்த்தவும்.
7	சமசீரற்ற மின்சுப்பை சோதிக்கவும்.	சிங்கிள் பேஸ்ஸிங்கை சோதிக்கவும். இணைப்புகள் மற்றும் ஃப்யூஸ்களை	சிங்கிள் பேஸ்ஸில் பழுதை சரி செய்யவும்.
8	ஓட்டப்படும் இயந்திரம் முடங்கியுள்ளது அல்லது இறுக்கமான பேரிங்	லோடை அகற்றி, ரோட்டார் இலகுவாக சுழல்வதை சோதிக்கவும். மோட்டார்- ஸ்டேட்டார் காண்டாக்ட்டை சோதிக்கவும்	ஓட்டப்படும் இயந்திரம் முடங்கி இருந்தால் சீரமைக்கவும். பேரிங்குகள் பழுதெனில் சரி செய்யவும் அல்லது மாற்றவும். தேவையெனில் சரி ஆன மோட்டாரை மாற்றவும்.
9	மோட்டார் எதிர் திசையில் திரும்பி ஓட பயன்படுத்தும் பொழுது. சூடாகிறது	இணைப்புகளை சோதிக்கவும்.	தயாரிப்பாளரின் குறிப்புகளை ஆய்வு செய்யவும்.

**மோட்டாரில் இயந்திரவியல் பிரச்சனைகள் (Mechanical problems in the motor):** பொதுவாக ஸ்கூரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரில் மின்னியல் பழுதை விட இயந்திரவியல் பழுதுகள் அதிகம் ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு மின் பணியாளரும் பேரிங் மற்றும் எண்ணெய் இடல் பற்றிய முழுமையான ஞானத்தை பெற்றிருக்க வேண்டும். தவறான பேரிங்குகளை தேர்ந்து எடுத்தல், முறையற்ற பொருத்துதல், மற்றும்

பயனில்லா எண்ணெய் இடல் ஆகியவைகளால் அதிகப்படியான பழுதுகள் ஏற்படுகின்றன.

எனவே மின்பணியாளர் கீழ்க்கண்ட பேரிங் வகைகள் பொருத்தும் மற்றும் அகற்றும் முறைகள் மற்றும் சந்தையில் உள்ள எண்ணெயின் வகைகள் பற்றிய அறிவை பெற்று இருப்பது அவசியமாகிறது.

**கோள மற்றும் உருளை தாங்கிகள் (Ball or roller bearings):** மின் மோட்டார் சுலபமான சுழலுவதற்காக அதன் தண்டில் கோள (படம் 1) அல்லது உருளை (படம் 2) பேரிங்குகள் பொருத்தப்படுகின்றன.



படம் 1 மற்றும் 2 -ல் காட்டப்பட்டவாறு இந்த பேரிங்குகளில் கோளம் அல்லது உருளை இருக்கும் அவைகள் வளையங்களின் இடையே உருள்வதன் மூலம் சறுக்கு உராய்வை தடுக்கிறது.

பேரிங்குகள் இயந்திரத்தின் சுழலும் மற்றும் நிலையான பாகங்களுக்கு இடையே பயன்படுத்தப்படுவதால் அதில் ஒரு நிலையான வளையம் மற்றும் ஒரு சுழலும் வளையம் இருக்கும்.

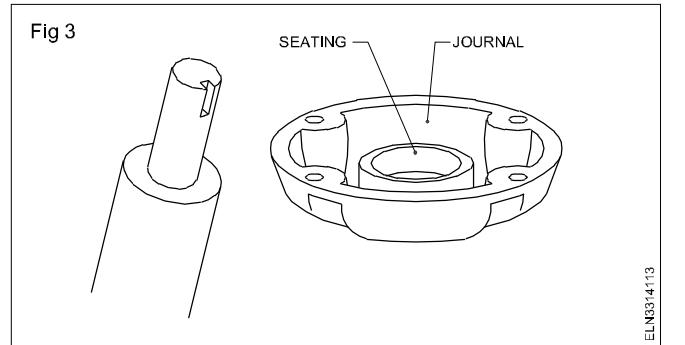
**பேரிங்குகளை கையாளுதல் (Handling the bearings):** பேரிங்குகள் துல்லியமானவை, கடினமான உடைய கூடிய பொருள்களால் ஆனவை. ஆனால் அதன் செயற்பாட்டு பகுதி மென்மையாக அல்லது மிக மிருதுவாக இருக்கிறது. அப்பகுதிகள் பழுதடைந்ததால் பேரிங்குகள் பயன்பற்றதாகிறது. எனவே,

- பழுதடைதலை தடுக்க, பேரிங்குகளை கவனமாக கையாள வேண்டும்.

- மாசு படியாமல் தடுக்க அவைகள் பொருத்தப்படும் வரை போர்த்தி வைக்கவும்.
- பேரிங்குகள் சேமித்து வைக்கப்படும் பொழுது, அவைகளை அரிப்புகளில் இருந்து பாதுகாக்கவும், உதாரணமாக எஃகு பேரிங்குகளை எண்ணெய் இட்டு வைக்க வேண்டும்.

**பேரிங்குகளை பொருத்துதல் (Installing bearings):** பேரிங்குகள் பொருத்தப்படுவதற்கு முன்

- பொருத்தப்படும் பகுதி மற்றும் அதன் உறைகள் அல்லது மூடிகளை முழுவதுமாக சுத்தம் செய்யவும். (படம் 3)



- பகுதிகள் பழுதடைந்து உள்ளதா என்பதை ஆய்வு செய்யவும். பழுதடைந்த பகுதிகளில் பேரிங்குகளை பொருத்தக் கூடாது.
- பிறகு அந்த உறைகள் அல்லது மூடிகளில் சுத்தமான சிறிதளவு எண்ணெய்யை தடவவும்.

ஸ்லிப் ரிங், ப்ரஷ் மற்றும் சுட்டுப்படுதலும் கருவிகளில் எண்ணெய் சிதறாமல் பார்த்துக் கொள்க

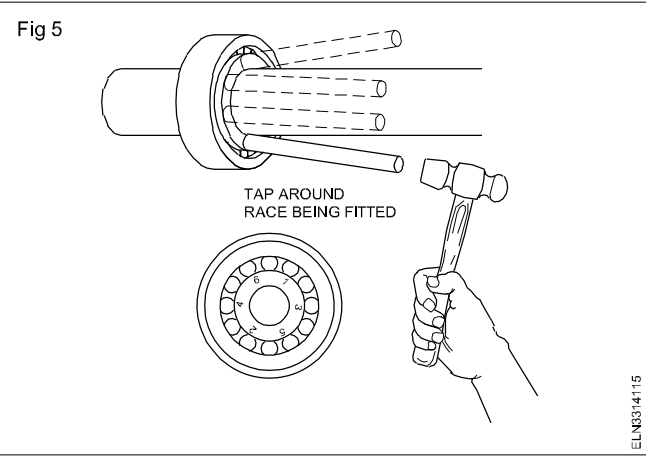
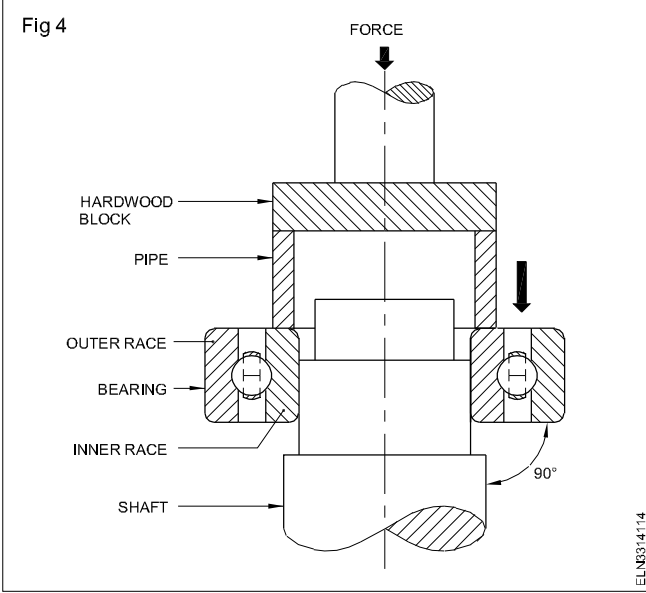
தண்டில் பேரிங்குகளை பொருத்தும் பொழுது, பேரிங்குகளில் பொதுவான விசை கொடுக்கப்பட வேண்டும். அப்பொழுது பேரிங்குகள் சேதமடையாமல் இருக்க கீழ்காணும் வழி-முறைகளை பின்பற்றவும்.

a மரத்திலான அழுத்தான் மூலம் விசை (arbor press)

படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு உறையுடன் ஒட்டி இருக்கும் உள்புற வளையத்தில் மேல் ஆர்பர் பிரஸ் மூலம் குழாய் மற்றும் மரக்கடைடையை உபயோகப்படுத்தி விசையை கொடுக்கவும்.

பொருத்தும் பகுதியில் இது சுலபமாக, கச்சிதமாக அமைவதால் இது ஒரு சிறந்த முறையாகும்.

b drifts பயன்படுத்தி பேரிங்குகளை தட்டுதல் (படம் 5)



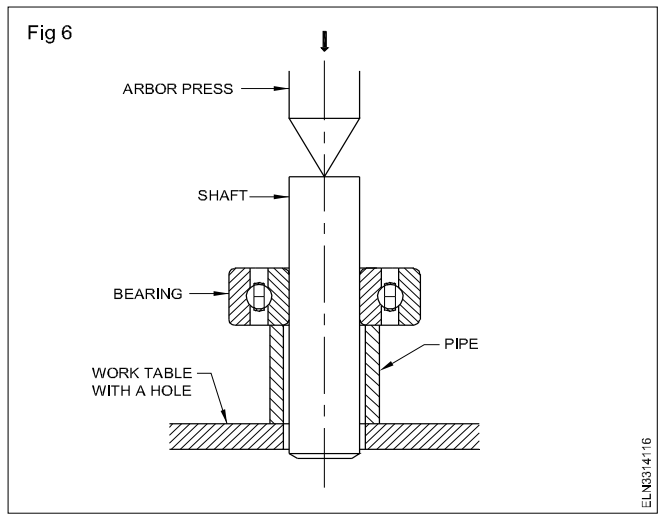
பேரிங்குகளை அதன் நிலைக்கு அழுத்த முடியாத பொழுது மட்டுமே, பேரிங்கை அதன் நிலைக்கு கொண்டு செல்ல தட்டப்பட வேண்டும். சரியான முறையை தேர்ந்துதெடுக்கவும்.

பொருத்தும் வளையத்தை சுற்றிலும் ஒரே மாதிரியாக தட்டவும். பேரிங்குகள் கச்சிதமாக பொருத்துவதை கவனத்தில் கொள்ளவும். வேறு வழியில்லாத சூழ்நிலையில், இந்த முறை பயன் உள்ளதாக இருக்கிறது. பேரிங்குகளின் உள்ளே வெளிப்பொருள்கள் நுழைவது தடுக்கப்பட வேண்டும்.

பேரிங்குகளை மிக மெதுவாக தட்டவும். தட்டுவதை அடிக்கடி நிறுத்திவிட்டு பேரிங்குகள் கச்சிதமாக பொருத்துவதை சோதிக்கவும்.

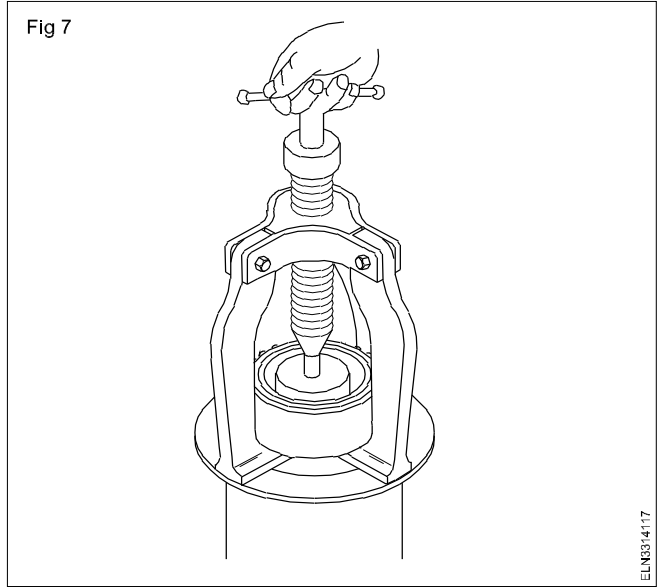
**பேரிங்குகள் அகற்றும் நுட்பம் (Bearing removal techniques)**

a ஆர்மர் பிரஸ்ஸை (arbor press) பயன்படுத்துதல் (படம் 6)



பிரஸ்-யின் மேல் பொருத்துவதற்கான சரியான வழியை முடிவு செய்க. பேரிங்கை அகற்ற ஒரே மாதிரியான விசையை கொடுக்கவும்.

b பேரிங்குகள் இழுப்பானை பயன்படுத்தவும். (படம் 7)



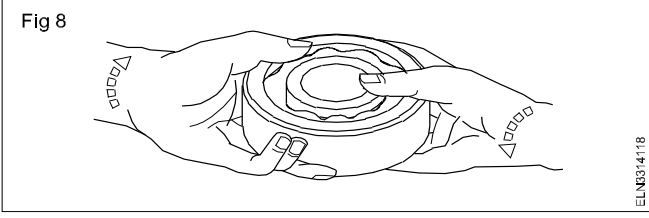
பேரிங் இழுப்பானை பயன்படுத்தும் பொழுது, பேரிங்குகள் தண்டுக்கு நேராக இருப்பதை கவனத்தில் கொள்க. அநேக தேவைகளுக்கு, திருகாணி இழுப்பான் (Screw-puller) பொருத்தமாக இருக்கிறது. திருகாணியை திருவும் பொழுது இழுப்பான் நேராக இருப்பதை கவனத்தில் கொள்ளவும்.

**பேரிங்குகளில் பழுதை கண்டறிதல் (Locating faults in bearings):** பேரிங்குகளை சோதிக்க அது நன்றாக சுத்தம் செய்யப்பட வேண்டும்.

**பால் பேரிங் (Ball bearings):** பால் பேரிங்கை பொதுவாக கூர்ந்து ஆய்வு செய்யும் அளவுக்கு அதனை பிரிக்க முடியாது.

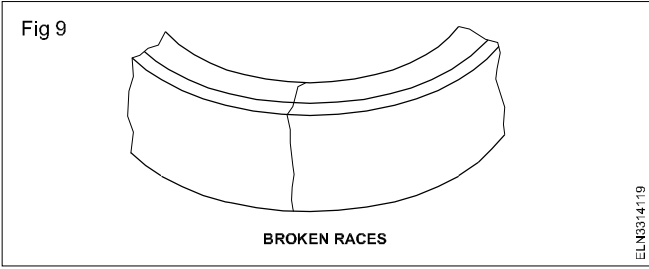


**தேய்மானம் (Wear):** ஒரு கையின் கட்டை விரல் மற்றும் ஆட்காட்டி விரல் இடையில் உள்புற வளையத்தையும், மற்றொரு கையில் வெளிப்புற வளையத்தையும் பிடித்துக் கொண்டு பால் பேரிங்குகளில் தேய்மானத்தை சோதிக்கவும். பேரிங்கை பிடித்து முன்னம் பின்னும் வளையங்களை திருகுவது படம் 8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

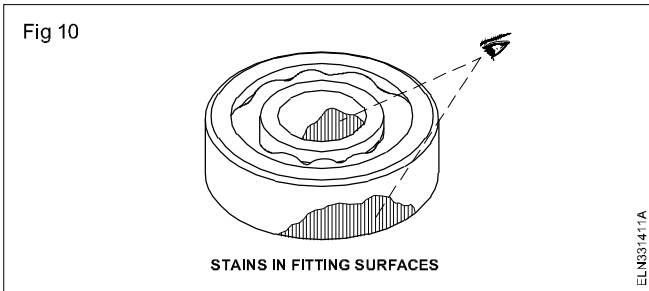


அது நகர்வது தெரிந்தால், பேரிங்கில் தேய்மானம் அடைந்துள்ளது மற்றும் அவை மாற்றப்பட வேண்டும் என்பதை காட்டுகிறது.

**உடைப்பு (Break):** பேரிங்கை தவறாக பொருத்துதல், அதிகப்படியான லோடு அல்லது தவறான தேர்வு ஆகியவற்றால், அதன் உள்புற மற்றும் வெளிப்புற வளையங்களில் உடைப்பு ஏற்பட்டுள்ளதா என்பதை சோதிக்கவும். (படம் 9)



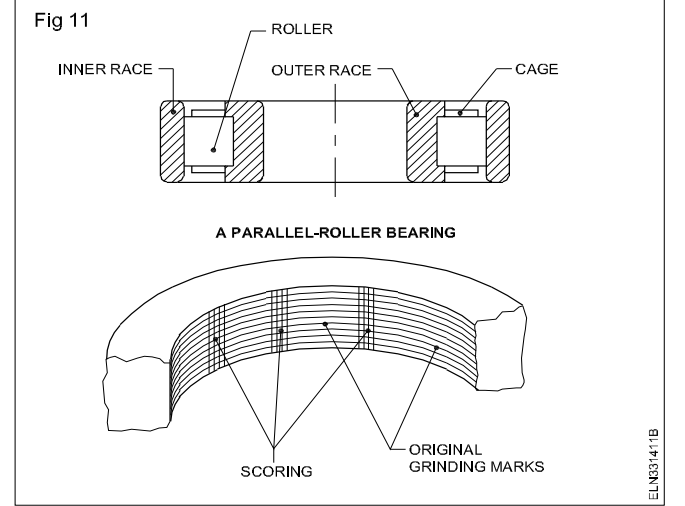
**கறைகள் (Stains):** பொதுவாக வளவளப்பான மற்றும் பிரகாசமான உட்புற மற்றும் வெளிப்புற பகுதிகளில் ப்ரவுன் மற்றும் கருப்பு நிறம் உள்ளதா என சோதிக்கவும். (படம் 10) மோசமாக பொருத்தப்பட்டுள்ளதன் விளைவாக பேரிங், ஷேப்ட் (shaft) மற்றும் ஹவுசிங் (housing) ஆகியவற்றால் இயக்கம் ஏற்பட்டுள்ளது என்பதை தெரிந்து கொள்ளலாம்.



**ரோலர் பேரிங் (Roller bearing):** பேரிங்கை சுத்தம் செய்த பின் உள்புற வளையம் மற்றும் உருளை அமைப்பை வெளிப்புற வளையத்தில் இருந்து அகற்றவும்.

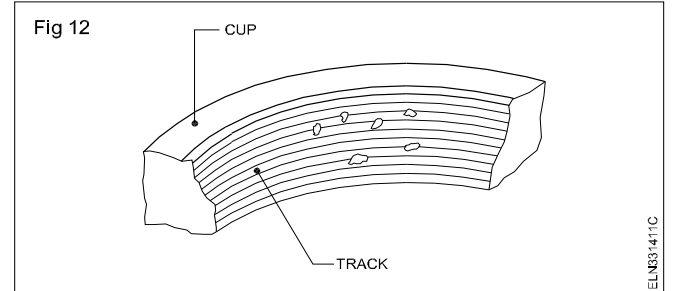
வெளிப்புற வளையத்தின் உட்பகுதியை சோதித்து அப்பகுதி வழவழப்பாகவும், பொலிவுடனும் எந்தவொரு சொறசொறப்பு அடையாளம் அல்லது பள்ளங்கள் இல்லாமல் இருக்க வேண்டும்.

உருளை இடைவெளிக்கு சமமான அளவில் சிராய்வு அடையாளம் உருளை பகுதியில் படம் 11-ல் காட்டப்பட்டவாறு தென்பட்டால், அது பொருத்துதலின் குறைபாட்டை குறிப்பதாகும்.



இந்த சிராய்வு வடுக்கள், பேரிங்கின் அதிகளவில் தேய்மானம் அடைந்துள்ளது மற்றும் இரைச்சல் உண்டாக கூடும் என்பதை குறிக்கிறது.

படம் 12-ல் காட்டப்பட்டவாறு, உருளும் பகுதியிலுள்ள திட்டிகள், சமசீரற்ற அதிர்வுகள் அல்லது அதிக ஆயுளின் விளைவாக தேய்மானம் அடைந்துள்ளதை குறிக்கிறது.



பால் பேரிங்குகளில் விவரிக்கப்பட்டதை போல் இரு கைகளையும் பயன்படுத்தி இதன் வழக்கமான தேய்மானத்தை சோதிக்கவும். தேய்மானத்தால் உருளும் பகுதியில் பிரகாசம் குறைந்து, மந்தமான பகுதியாக மாறுகிறது.

அதிகப்படியான தேய்மானத்தால் உருளும் பகுதியை சுற்றி தெளிவான பள்ளங்கள் உருவாகலாம்.

சில இயந்திரங்களில் நிலை மின்சாரத்தின் வெளியேற்றத்தால், பேரிங்குகளில் கருப்பான பள்ளங்கள் ஏற்படுகிறது. இது ரோட்டார் எர்த்திங் அமைப்பில் குறை இருப்பதை குறிக்கிறது.

ஈரப்பதமான இடங்களினால் அல்லது போதிய எண்ணெய் இடல் இன்மையால் துரு ஏற்பட்டு பள்ளங்கள் உண்டாகலாம்.

கூண்டு வளையத்தில் உள்பரப்பில் ஏதேனும் தேய்மானம் ஏற்பட்டு உள்ளதா என்பதை ஆய்வு செய்யவும். பித்தளை வளையத்தில் உண்டாகும் தேய்மானத்தால், உருளும் பகுதியில் பித்தளை துகள்கள் படிந்து, வளையம் பேரிங் தேய்மானம் அடைந்ததை குறிக்கிறது. அதை மாற்றவும்.

**எண்ணெய் இடல் (Lubrication):** மோட்டரில் காணப்படும் இயந்திரவியல் குறைபாடுகளுக்கு தவறான லூப்ரிகேஷனை காரணமாக இருக்கிறது. பழுது பார்க்கும் டெக்னிஷியனுக்கு லூப்ரிகேஷன் பற்றிய முழுமையான ஞானம் பெற்றிருக்க வேண்டும். மோட்டார் தயாரிப்பவர், மோட்டார் சிறப்பான செயல்பாட்டிற்காக, குறிப்பிட்ட வகை மற்றும் தரமான லூப்ரிகேஷனை பரிந்துரை செய்கிறார்கள். மோட்டாரின் அதிகபட்ச வினைத்திறனை பெற அதே வகை மாறும் தரமான லூப்ரிகேஷனை பயன்படுத்த பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. மேலும், அந்த வகை/தரமான லூப்ரிகேஷனின் விபரங்களை மோட்டாரின் மேல் வழிகாட்டதலுக்காக எழுதப்பட வேண்டும்.

மோட்டாருக்கு லூப்ரிகேஷன் செய்ய பல முறைகள் இருக்கின்றன. ஸ்லிப் ரிங் கொண்ட சிறிய மோட்டாரில், ஸ்பிரிங் மூடியுடன் கூடிய எண்ணெய் துளைகள் இருக்கும். தயாரிப்பாளர் பரிந்துரைப்படி தரமான எண்ணெய்யையும் மோட்டார்களில் அவ்வப்பொழுது ஊற்றப்பட வேண்டும்.

பெரிய மோட்டார்களின் பேரிங்கில் தளர்வாக இணைக்கப்பட ஆயில் ரிங் (oil ring) இருக்கும். இந்த ரிங்-க்கு கீழேயுள்ள தொட்டிலிருந்து, ஆயில் ரிங், எண்ணெய் எடுத்துக் கொள்ளும் வழக்கமாக இயங்கும் நிலையில், மோட்டாரின் இந்த எண்ணெய்-யை ஆண்டுகொரு முறை மாற்றப்பட வேண்டும். கடினமான நிலைகளில் இயங்கும் மோட்டார்களில், இந்த எண்ணெய்-யை அடிக்கடி மாற்றுவது அவசியமாகிறது. எந்தவொரு நிலையிலும், அதிகமாக எண்ணெய் இடலை தவிர்க்கவும். எண்ணெய் பற்றாக்குறையால் பேரிங் பாழாகும். ஆனால் அதிகப்படியான எண்ணெய் வையிண்டிங் இன்சுலேஷன் சீரழிய காரணமாகிறது.

பல மோட்டார்கள் கிரீஸ் மூலம் லூப்ரிகேஷன் செய்யப்படுகிறது. அவ்வப்போது கிரீஸை மாற்ற பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக மோட்டார் பொது முழு சீரமைப்பு செய்யப்படும் பொழுதும் அல்லது கடினமான சூழ்நிலை இயங்கும் மோட்டாரில் அதற்கு முன்பும் கிரீஸ் மாற்றப்பட வேண்டும்.

ஒரு கரைப்பான் அல்லது 165°F-க்கு வெப்பப்படுத்தப்பட்ட மெல்லிய தாது எண்ணெயை பயன்படுத்தி கிரீஸை அகற்ற முடியும். எந்த ஒரு கிரீஸை அகற்றும் கரைப்பானையும், நல்ல காற்றோட்டமுள்ள இடங்களில் மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும். பால் பேரிங் சம்பந்தப்பட்ட, பின்வரும் செய்ய வேண்டிய மற்றும் செய்ய கூடாதவை பற்றிய குறிப்புகளை பின்பற்றி பேரிங்கில் ஏற்படும் பிரச்சனைகளை தவிர்க்கலாம்.

### அட்டவணை 5

பால் பேரிங்கை அமைத்தல், பராமரித்தல், ஆய்வு செய்தல் மற்றும் லூப்ரிகேஷனுக்காக செய்ய வேண்டியவை மற்றும் செய்ய கூடாதவை

செய்ய வேண்டியது	செய்யக்கூடாது
சுத்தமான கருவிகள், மூலம் சுத்தமான சுற்றுப்புறத்தில் வேலை செய்ய வேண்டும்	தரமற்ற கருவிகள், கரடு முரடான மேஜை, அசுத்தமான சுற்றுப்புறத்தில் வேலை செய்யக் கூடாது
பேரிங்-யை வெளிக்கொணரும் முன் உறையின் வெளிப் பகுதியில் உள்ள அழுக்கை அகற்றவும்	அழுக்கடைந்த மற்றும் உடைந்த கருவிகளை பயன்படுத்தக் கூடாது
பயன்படுத்தப்பட்ட பேரிங்-யை புதியவை போன்று கவனமாக கையாள வேண்டும்	ஈரமான மற்றும் அழுக்கான கைகளால் பேரிங்-யை கையாளக் கூடாது
சுத்தமான கரைப்பான மற்றும் கழுவும் எண்ணெய்-யை பயன்படுத்த வேண்டும்	சுத்தம் செய்யப்படாத பேரிங்-யை சுழற்றக் கூடாது
பேரிங்களை சுத்தமான காகிதத்தின் மேல் வைக்கவும்	அழுத்தமேற்பட்ட காற்றில் எந்தவொரு பேரிங்கையும் சுழற்றக்கூடாது

செய்ய வேண்டியது	செய்யக்கூடாது
அழுக்கு மற்றும் ஈரப்பதத்திலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்பட்ட பேரிங்கை பாதுகாக்க வேண்டும்	சுத்தம் செய்வதற்கு ஒரே பாத்திரத்தை பயன்படுத்தக்கூடாது
பேரிங்கை சுத்தம் செய்ய, தூய்மையான பருத்தி நூல் இல்லாத துணிகளை பயன்படுத்த வேண்டும்	பேரிங்கின் மேற்பரப்பின் மீது கீறல் அல்லது வடுக்களை ஏற்படுத்தக்கூடாது
பேரிங்கின் எண்ணெய் பசையை சுத்தமாக வைக்க வேண்டும். கன்டெய்னர் பயன்படுத்தாத போது அவைகளை மூடி வைக்கவும்	புதிய பேரிங்கிலுள்ள கிரீஸ் அல்லது ஆயிலை அகற்றக் கூடாது
பேரிங்கை மாற்றும் முன் உறைகளின் வெளிப்புறத்தை சுத்தம் செய்யவும்	தவறான வகை அல்லது அளவு எண்ணெய் பசையை உபயோகிக்கக் கூடாது
பேரிங்கின் எண்ணெய் பசையை சுத்தமாக வைக்கவும். பயன்படுத்தாதபோது அவைகளை மூடி வைக்கவும்	உறைகளின் துணைகளை அல்லது தண்டை சோதிக்க, பேரிங்கை கருவியாக பயன்படுத்தக் கூடாது
பேரிங்கிற்கு பரிந்துரைக்க குறிப்பிட்ட டாலலென்ஸ் (tolerance) தண்டு அளவு இருப்பதை உறுதி செய்யவும்	அதிகமாக தேய்ந்த பேரிங்கை ஷெப்டில் (shaft) பொருத்தக் கூடாது
பேரிங்கை அதன் திறக்கப்படாத அட்டை உறையில் வரண்ட நிலையில் சேமிக்கவும்	பேரிங்கை தேவைப்படும் வரை அதன் அட்டை உறையை திறக்கக் கூடாது
மாசு, படிவம் மற்றும் சிதறல்களை அகற்ற சுத்தமான, குட்டையான, நன்கு இணைக்கப்பட்ட நார்களை கொண்ட பிரஷ்-யை பயன்படுத்த வேண்டும்	பேரிங்கை சுத்தம் செய்யப்படும் வரை அதன் தன்மையை உறுதி செய்யக்கூடாது
பேரிங் சுச்சிதமாகவும் மற்றும் உறுதியாகவும் தண்டு தோள்பட்டையுடன் பொருத்தப்படுவதை உறுதி செய்ய வேண்டும்	பேரிங் அல்லது வளையத்தை நேரடியாக பொருக்கக்கூடாது. அவைகள் தண்டு அல்லது பேரிங்கை சேதப்படுத்தும்
இயந்திரத்துடன் கொடுக்கப்பட்டுள்ள எண்ணெய் இடலின் அறிவுரையை பின்பற்ற வேண்டும். கிரீஸ் தேவைப்படும் இடங்களில் கிரீஸ்-யையும் ஆயில்-யையும் பயன்படுத்த. சொல்லப்பட்ட சரியான வகை லூப்ரிகேண்ட்-யை (lubricant) பயன்படுத்த வேண்டும்	லூப்ரிகேஷன் செய்யும் பொழுது அதிகமாக நிரப்பக்கூடாது. அதிகப்படியான கிரீஸ் அல்லது ஆயில், உறைகள் மற்றும் மூடிகள் வழியாக வழிந்து, மாசு படிந்து, பிரச்சனைகள் ஏற்படும். மிக அதிகமான லூப்ரிகேஷன் அதிகமாக சூடாக, குறிப்பாக அதிக வேகத்தில் இயங்க பேரிங்கை காரணமாகிறது
சுத்தமான கரண்டி அல்லது கிரில்கள் மூலம் கிரீஸை கையாள வேண்டும். சுத்தமான பாத்திரங்களில் கிரீஸை சேமித்து வைக்க கிரீஸ் பாத்திரங்களை மூடி வைக்கவும்	இயந்திரம் மாத கணக்கில் இயங்காமல், அவ்வப்பொழுது ஓட்டாமல் நிற்பதை அனுமதிக்கக்கூடாது. இதன் மூலம் பேரிங்குகள் ஈரத்தன்மை படிந்து, அரிப்பு ஏற்படுவதில் இருந்து தவிர்க்க முடியும்

பேரிங் குறைபாடுகள் மட்டும் அல்லாத, மோட்டரின் இயந்திரவியல் அல்லது மின்னியல் பழுதால் அதிர்வு மற்றும் இரைச்சல் போன்ற குறைகளும் ஏற்படலாம்.

அதிர்வு மற்றும் இரைச்சல் போன்ற பழுதுகள் ஏற்படுவதற்கான காரணங்கள், ஏற்படும் இடங்கள் மற்றும் அதன் தீர்வு கீழேயுள்ள அட்டவணை 6-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6

மோட்டாரின் அதிர்வு மற்றும் இரைச்சல்

வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
1	தளர்வான அடித்தள போல்ட் அல்லது நட்டுகள்	அடித்தள போல்ட் மற்றும் நட்டுகள் தளர்வாக உள்ளதா என்பதை ஆய்வு செய்யவும்	அடித்தள நட்டுகளை இறுக்கவும்
2	இணைப்பில் தவறான அலைன்மென்ட்	ஸ்பிரிட் லெவல் மூலம் அலைன்மென்ட்-யை சோதிக்கவும்	இணைப்பினை டயல் டெஸ்ட் இன்டிகேட்டர் (dial test indicator) மூலம் ரீ-அலைன்மென்ட் செய்யவும்
3	ஸ்டேட்டார் அல்லது ரோட்டாரில் பழுதடைந்த காந்த சுற்று	ஒவ்வொரு பேஸ்களின் மின்னோட்டம் மற்றும் மின் தடையை அளக்கவும். அவைகள் சமமாக இருக்க வேண்டும். வையிண்டிங் மற்றும் பிரேம் (frame) இடையேயான இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதிக்கவும். புதிதாக கம்பி சுற்றப்பட்ட மோட்டாரில் திருப்பி சுற்றப்பட்ட காயில் இருக்கலாம். அதை காம்பஸ் (compass) சோதனை மூலம் கண்டு பிடிக்க முடியும்	சாத்தியமெனில் பழுதை சரி செய்யவும் அல்லது ரீவைண்ட் செய்யவும்
4	மோட்டார் சிங்கிள் பேஸ்ஸிங் ஓடுகிறது	மோட்டாரை நிறுத்திய பிறகு துவக்க முயற்சி செய்யவும். (அது சிங்கிள் பேஸ்-யில் இயங்காது) ஒரு லைன் அல்லது சர்க்யூட் திறந்து உள்ளதா என்பதை சோதிக்கவும்	சப்ளையை சரி செய்யவும்
5	பால் பேரிங்கில் இரைச்சல் உள்ளது	சரியாக லூப்ரிகேஷன் செய்ய பட்டுள்ளதா எனவும், குறைவான இரைச்சல் உள்ளதா எனவும் சோதிக்கவும்	அவ்வாறு இருப்பதால், லூப்ரிகன்ட் அல்லது பேரிங்கை மாற்றவும்
6	தண்டில், ரோட்டார் தளர்வாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது	பாகங்களை பார்வையால் சோதிக்கவும்	இணைக்கும் போல்ட்கள் அனைத்தையும் இறுக்கவும்
7	ரோட்டார், ஸ்டேட்டாரின் மீது உராய்கிறது	ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டாரில் உராய்வின் அடையாளத்தை சோதிக்கவும்	அவ்வாறு இருப்பின், தண்டை மையத்திற்காக ரீ-அலைன் செய்யவும் அல்லது பேரிங்கை மாற்றவும்
8	எண்ட்-கவர்கள் (end-cover) முறையாக பொருத்தப்படவில்லை	ரோட்டார் கவரின் சமச் சீரற்ற நிலையை அறிய, நான்கு வெவ்வேறு சுற்றுகளில் காற்று இடைவெளியை அளக்கவும்	பக்க மூடிகளின் ஸ்கூருக்களை தளர்த்தி, பிறகு அவைகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக இறுக்கப்பட்ட மூடியுடன் அடுத்த நிலைக்கு திருப்பி மீண்டும் ஸ்கூருக்களை இறுக்கவும்

வ. எண்	காரணம்	சோதனை	தீர்வு
9	காற்று இடைவெளியில் வெளி பொருள்கள் உள்ளன	காற்று இடைவெளியை ஆய்வு செய்யவும்	காற்று இடைவெளியை சுத்தம் செய்யவும் அல்லது தேய்க்கவும்
10	விசிறி அல்லது பேரிங் தளர்வாக இருக்கிறது	விசிறி ஸ்கூரு அல்லது பேரிங்-கின் தளர்வை சோதிக்கவும்	விசிறி ஸ்கூருக்களை இறுக்கவும் அல்லது தேவை எனில் பேரிங்குகளை மாற்றவும்
11	பேரிங், தண்டு அல்லது மூடி தளர்வாகியுள்ளது	பேரிங்யை கழற்றி தண்டின் உட்புற வளையத்தின் மற்றும் மூடியில் வெளிப்புற வளையத்தின் தளர்வை ஆய்வு செய்யவும்	அவ்வாறு இருப்பின் மோட்டாரை பட்டறைக்கே அனுப்பி, தளர்வை சரி செய்யவும்
12	பேரிங்கள் முறையற்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது	எண்ட் கவர்களை கழற்றி தண்டு மற்றும் மூடியில் பேரிங்-கள் அமைப்பை ஆய்வு செய்யவும்	தண்டின் மேல் அல்லது மூடியில் பேரிங்யை மறு-படியும் பொருத்தவும்
13	தண்டில் சிறிய வளைவு உள்ளது	கடைசல் இயந்திரத்தில் அலைன்மென்ட்-யை சோதிக்கவும்	வளைந்த தண்டை சரி செய்யவும் அல்லது தேவை யெனில் அதை மாற்றவும்

### மோட்டார் ஸ்டார்ட்டர்களில் பழுது நீக்குதல் (Troubleshooting of motor starters)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- D.O.L. ஸ்டார்ட்டர்களின் பழுது, அதன் காரணம் மற்றும் அவைகளுக்கான தீர்வை கூறுதல்
- சிறிய கையாயல் இயங்கும் ஸ்டார்ட்டரின் பழுது அதன் காரணம் மற்றும் அவைகளுக்கான தீர்வை சரி பார்த்தல்.

**அறிமுகம் (Introduction):** D.O.L. ஸ்டார்ட்டர், நிலையான காண்டேக்ட்கள் நகரும் காண்டேக்ட்கள் நோ-வோல்ட் காயில், ஓவர் லோடு ரிலே, பச்சை நிற ஸ்டாப் பட்டன், சிவப்பு நிற ஸ்டார்ட் பட்டன் மற்றும் பூட்டு போடும் அமைப்புகளை உள்ளடக்கி உள்ளது. பணிமனையில் உள்ள D.O.L. ஸ்டார்ட்டரை கூர்ந்து ஆய்வு செய்யவும். காண்டேக்டரின் முக்கிய நோக்கம் மோட்டார் சர்க்யூட்டை உண்டாக்குவதும் மற்றும் துண்டிப்பதும் ஆகும். காண்டேக்டரிலுள்ள காண்டேக்ட்கள் அடிக்கடிக்கான பயன்பாட்டால் அதிக தேய்மானம் அடைகிறது. எனவே அந்த காண்டேக்ட்கள் வெள்ளியிலான கலவைப் (silver alloy) பொருளால் செய்யப்படுகிறது.

நோ-வோல்ட் காயில். அன்டர் வோல்டேஜ் ரிலீஸ் ஆக செயற்படுவதால், சப்ளை வோல்டேஜ் இல்லாத பொழுது அல்லது குறியிட்ட மதிப்பை விட குறையும் பொழுது அது மோட்டாருக்கு செல்லும் சப்ளையை துண்டிக்கிறது. நோ-வோல்ட் காயில் காந்தவியல் அமைப்பு, எட்டி கரண்ட் மற்றும் ஹீஸ்டரிஸ் (hysteresis)

இழப்புகளை குறைப்பதற்கான லேமினேட் சிலிக்கான இரும்பு கோர்-யை கொண்டது. A.C சப்ளையினால் ஏற்படக்கூடிய ரீங்காரம் (hum) மற்றும் chattering குறைக்க காந்தவியல் கோர்கள் துருவ முனையில் ஷேடிங் (Shading) வளையம் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும்.

மோட்டார் பாதுகாப்புக்காக ஒரு தெர்மல் ஓவர் லோடு ரிலே அமைப்பு உள்ளது. இந்த அமைப்பு, மூடப்பட்ட கவசத்திலுள்ள மூன்று துருவ-இரு உலோக ரிலே-வை கொண்டுள்ளது. இதில் கரண்ட் செட்டிங் அமைப்பும் உள்ளது. ஓவர் லோடினால் ட்ரிப் ஆனால் இரு-உலோக பட்டை போதுமான அளவு குளிர்ந்தவுடன் ஸ்டாப் பட்டன் மூலம் ரிசெட் செய்யப்பட வேண்டும்.

ஸ்டார்ட் பட்டனை அழுத்தியும் மோட்டார் ஸ்டார்ட் ஆகவில்லையெனில், ஸ்டாப் பட்டன் அருகிலுள்ள உலோக பிணைப்பு துண்டு ஸ்டாப் பட்டனை தடுத்து உள்ளதா என்பதை கவனிக்கவும். அதை ரிலீஸ் செய்த பிறகு ஸ்டார்ட் பட்டனை அழுத்தவும். அதன் பிறகும், மோட்டார் ஓடவில்லையெனில், 3 பேஸ் சப்ளையை சோதிக்கவும். ஸ்டார்ட்டரின் இன்கம்மிங்

டெர்மினல்களில் சப்ளை இருந்தால், சப்ளையை off செய்து, ஸ்டார்டரிலுள்ள பழுதை சரி செய்யவும்.

ஸ்டார்டரில் 3 பேஸ் சப்ளை இருந்தும், NVC சக்தி பெற்றும் மோட்டார் ஓடவில்லையெனில், கான்டேக்ட் முனைகளின் இடையே ஏதேனும் வெளி பொருட்கள் இருக்கலாம். அவ்வாறு இருப்பின் அதை அகற்றிவிட்டு மீண்டும் ஸ்டார்ட்டரை சோதிக்கவும். கான்டேக்ட்கள் சரியாக மூடுகிறதா என்பதை பார்வையால் கவனிக்கவும்.

ஏதேனுமொரு கான்டேக்ட் சரியாக மூடவில்லை அல்லது ஏதேனும் தீப்புள்ளிகள் அல்லது பள்ளங்கள், கான்டேக்ட் பகுதிகளில் தென்பட்டால், கான்டேக்ட் பட்டையை அகற்றி, அதை ஜீரோ உப்பு காகிதம் (zero number sandpaper) அல்லது மென்மையான அரம் மூலம் சுத்தம் செய்யவும் அல்லது தேவையெனில் மாற்றவும். கான்டேக்ட் முனைகள் சில்வர் கலவையில் ஆனதால் அதை துணி மூலம் மட்டுமே சுத்தம் செய்ய வேண்டுமென்று சில தயாரிப்பாளர்கள் அறிவுறுத்துகிறார்கள். கான்டேக்ட் புள்ளிகள் தென்படவில்லையெனில், உப்பு காகிதத்தின் மூலம் தேய்ப்பதும் அல்லது சுத்தம் செய்யவும் கூடாது. மோசமாக பாதிப்படைந்த அல்லது உருமாறிய கான்டேக்ட்கள், புதிய ஒன்றால் மாற்றப்பட வேண்டும். கான்டேக்ட் மேல் சரியான ஸ்பிரிங் அழுத்தம் உள்ளதா என பார்க்கவும். இதைப்போல் மற்ற அனைத்து கான்டேக்ட் பட்டையை சோதித்து, அனுமதிக்கப்பட்ட கான்டேக்ட் க்ளினர் மூலம் சுத்தம் செய்யவும்.

ஸ்டார்ட் பட்டன் மூலம் நோ-வோல்ட் காயில் செயற்பாட்டிற்கு வந்தவுடன் ஸ்டார்ட்டரின் துணை கான்டேக்ட் மூடப்பட்டு NVC சர்க்யூட் முழுமை அடைய வேண்டும்.

மேலும் ஸ்டார்ட் பட்டன் ரிலீஸ் செய்யப்பட்டாலும் துணை கான்டேக்ட் மூடிய நிலையிலேயே இருக்க வேண்டும்.

ஓவர் லோடு ரிலே சரியாக செயற்படவில்லையெனில் அதாவது அமைக்கப்பட்ட மின்னோட்ட வரம்பில் ட்ரிப் ஆகவில்லையெனில், அதை தயாரிப்பாளரின் விபர குறிப்புப்படி புதிதாக ஒன்றை இணைத்து மாற்றவும்.

ஸ்டார்டரில் ஹம்மிங் அல்லது இரைச்சல் காணப்பட்டால், வரையறுக்கப்பட்ட வோல்டேஜ்-யை சோதிக்கவும். வோல்டேஜ் சரியாக இருந்தால், துருவ முனைகளில் ஏனேனும் ஒட்டுப் பொருட்கள் இருக்கிறதா என சோதிக்கவும். அப்படி இருந்தால் சுத்தம் செய்யவும். காந்த துருவ முனைகளிலுள்ள ஷேடிங் வளையம் தளர்வாக உள்ளதா என்பதை பார்க்கவும். அதை இறுக்கவும். மேலும் NVC-யிலுள்ள ஸ்பிரிங் அழுத்தத்தை சோதிக்கவும்.

ஒருவேளை ஸ்டார்ட்டர் அடிக்கடி ட்ரிப்-பானால், மோட்டாரின் லோடை சோதிக்கவும். ஓவர் லோடு அல்லது பெல்ட்-இன் அதிக இழுவையில் இது நிகழலாம். லோடு-யை அல்லது பெல்ட்-இன் டென்ஷனை குறைக்கவும். ஒவ்வொரு பேஸ்-இல் உள்ள கரண்ட்-யை அளக்கவும். லோடு சரியாக இருக்கும் பொழுது, மோட்டார் அதிக கரண்ட்டை எடுத்தால், ஸ்டார்ட்டரில் எந்த பிரச்சனையு- மில்லை. ஆனால், மோட்டாரின் பழுதை சரி செய்த பின் ஸ்டார்ட்டரை மோட்டாருடன் அதன் சிறப்பான செயற்பாட்டிற்காக இணைக்கவும். ஸ்டார்ட்டரின் சோதனை பட்டியல் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

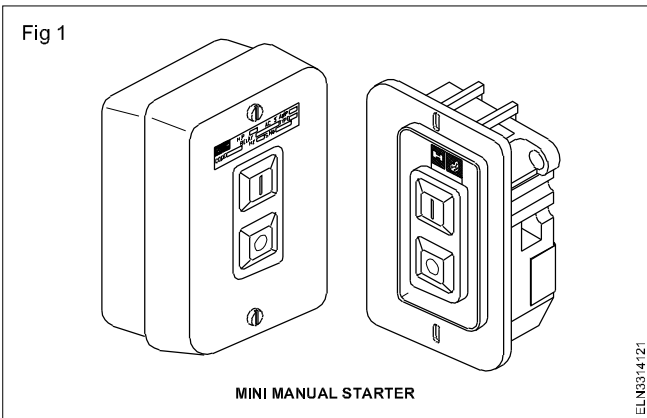
**DOL ஸ்டார்ட்டரின் பராமரிப்பு**

பழுது	காரணம்	தீர்வு
<b>I ஸ்டார்ட்டர் சோதனை பட்டியல்</b> 1 கான்டேக்ட் உதறுதல்	குறைந்த மின்னழுத்தம், காயில் சரியாக பிடித்து கொள்ள வில்லை. துருவ ஷேடிங் ரிங் உடைந்து உள்ளது. காந்தத்தில் துருவ முனைகள் சரியாக இணையவில்லை. நிலையன மற்றும் நகரும் கான்டேக்ட்கள் சரியாக இணையவில்லை	குறைவாக மின்னழுத்தம் இருப்பின் அந்த நிலையை சரி செய்யவும். டிரான்ஸ்பார்மின் டேப்பிங்-யை (tapping) சோதிக்கவும். உடைந்த ஷேடிங் ரிங்-யை மாற்றவும். துருவ முனைகளை சுத்தம் செய்யவும் . தேவையெனில், கான்டேக்ட்களை சுத்தம் செய்யவும் மற்றும் சரி செய்யவும்

பழுது	காரணம்	தீர்வு
2 வெல்டிங் அல்லது அதிக சூடாகிறது	குறைந்த மின்னழுத்தம். காந்தம் இணைவதை தடுக்கிறது இயல்பு அதிகமாக பாயும். மின்னோட்டம் மோட்டாரில் ஷார்ட் சர்க்யூட், கான்டேக்ட் மூடுவதை வெளி பொருட்கள் தடுக்கிறது. அடிக்கடி இன்ஞ்சிங் (inching) செய்தல்	இயல்பான மதிப்பைவிட குறைந்த மின்னழுத்தம் இருப்பின் அதனை சரி செய்யவும். குறைந்த மின்னழுத்தம் கொண்ட NVC-யை பயன்படுத்த வேண்டும். லோடு கரண்ட்-ஐ சோதிக்கவும். அல்லது பெரிய கான்டேக்டரை உபயோகிக்கவும். ஷார்ட் சர்க்யூட்டை அகற்றவும். சரியான ஃப்யூஸ்ஸை உபயோகிக்கவும். தகுந்த கரைப்பானால் கான்டேக்ட்களை சுத்தம் செய்யவும். பெரிய கான்டேக்ட்களை பொருத்தவும் அல்லது இன்ச் (inch) பட்டனை உடனுக்குடன் இயங்குவதை தவிர்க்கவும்..
3 கான்டேக்ட் முனைகளின் குறைவான ஆயுட்காலம்	கான்டேக்ட் பிரஷர் பல-வீனமாக இருக்கிறது	கான்டேக்ட் ஸ்பிரிங்-யை சரிபடுத்தவும் அல்லது மாற்றவும்.
4 காந்தத்தின் இரைச்சல்	ஷேடிங் ரிங் உடைந்துள்ளது. காந்த முனைகள் இணையவில்லை. காந்த முனைகளில் மாசு அல்லது துரு ஏற்பட்டுள்ளது	காந்தத்தை மாற்றவும். காந்த அமைப்பை அலைன் செய்யவும். அல்லது மாற்றவும். தகுந்த கரைப்பான் மூலம் சுத்தம் செய்யவும்.
5 கான்டேக்ட்கள் பிடித்துக் கொள்ளவில்லை அல்லது இணையவில்லை	குறைந்த மின்னழுத்தம். காயில் திறந்துள்ளது அல்லது அதை ஷார்ட் சர்க்யூட் ஆகியுள்ளது. நகரும் பாகங்களில் தடைகள் உள்ளன.	மின்னழுத்தத்தை சோதிக்கவும். குறைவான மின்னழுத்தம் இருப்பின், குறைவான மின்னழுத்த காயிலாக மாற்றவும். காயிலை மாற்றவும். கான்டேக்ட் அமைப்பு நகர்வதற்காக சுத்தம் செய்யவும் மற்றும் சோதனை செய்யவும்.
6 நகரும் மெக்கானிசம் இறங்க மறுக்கிறது	வோல்டேஜ் அகற்றப்படவில்லை. தேய்ந்த அல்லது துரு பிடித்த பாகங்களால் இணைப்பு நீடிக்கிறது. காந்த பாதையில் காற்று இடைவெளி இல்லாததால், தங்கிய மின் காந்தம். துருவ முனைகளில் ஓட்டும் பொருளால் தொடர்ந்த இணைப்பு	NVC சர்க்யூட்-இன் ஓயரிங்-யை சோதிக்கவும். பாகங்களை மாற்றவும். தேய்ந்த காந்த பாகங்களை மாற்றவும் அல்லது காந்த இழப்பு செய்யவும். தகுந்த கரைப்பானால் சுத்தம் செய்யவும்.
7 காயில் அதிகமாக சூடாகிறது	அதிக மின்னழுத்தம். அரிப்பு அல்லது காயிலில் ஷார்ட் சர்க்யூட், சுற்றுபுற வெப்பநிலை அதிகம். துருவ முனைகளின் மேலுள்ள மாசு அல்லது துருவினால் காற்று இடைவெளி அதிகரித்துள்ளது	டெர்மினல் வோல்டேஜ்-யை சோதித்து சரி செய்யவும். காயிலை மாற்றவும். ஸ்டார்ட்டரை வேறு இடத்திற்கு மாற்றவும் அல்லது மின்விசிறியை பயன்படுத்தவும். துருவ முனைகளை சுத்தம் செய்யவும்

பழுது	காரணம்	தீர்வு
<b>II ஓவர் லோடு ரிலே/ ரிலீஸ்</b> 1 ஸ்டார்ட்டர் அடிக்கடி ட்ரிப் ஆகிறது	ஓவர் லோடு ரிலே-வில் தவறான செட்டிங்	முறையாக ரீசெட் செய்யவும் மோட்டாரின் பழுது/அதிக மின்னோட்டத்தை சோதிக்கவும்.
2 ட்ரிப் ஆகவில்லை (அதனால் மோட்டார் எரிந்துவிடுகிறது)	O.L ரிலே-வின் தவறான செட்டிங். அரிப்பு, மாசுவினால் இயந்திரவியல் பிடிப்பு ஏற்பட்டுள்ளது.	O.L ரிலே-வின் வரம்பை சோதிக்கவும். தகுந்த ரிலேவை பொருத்தவும். சுத்தம் செய்யவும் அல்லது மாற்றவும். தவறான கன்ட்ரோல் ஓயரிங் சர்க்யூட்டை சோதிக்கவும். சரி செய்யவும்.
<b>III ஃப்யூஸ்கள்</b> 1 ஃப்யூஸ்கள் அடிக்கடி எரிகிறது	வையிண்டிங்/ஓயரிங்களில் ஷார்ட் சர்க்யூட் அல்லது தரம் குறைந்த இன்சுலேஷன்	மோட்டார் மற்றும் சர்க்யூட் இன்சுலேஷன் மின்தடையை சோதிக்கவும்.
2 ஷார்ட் சர்க்யூட் ஏற்படும்போது ஃப்யூஸ் உருகவில்லை	மிக அதிக வரம்புள்ள ஃப்யூஸ்	தகுந்த ஃப்யூஸ்-யை மாற்றவும்.
3 ஃப்யூஸ் அடிக்கடி உருகி-விடுகிறது	மிக குறைவான வரம்புள்ள ஃப்யூஸ் ஃபீடர்கள் (feeder) ஓவர் லோடு ஆகிறது	தகுந்த ஃப்யூஸ்-யை மாற்றவும். ஓவர்-கரண்ட், சுசிவு மற்றும் ஷார்ட் சர்க்யூட் உள்ளதா என சோதிக்கவும்.

கையால் இயங்கும் சிறிய ஸ்டார்ட்டர் (Mini Manual Starter) (படம் 1-யை பார்க்கவும்) (Refer Fig 1): இந்த ஸ்டார்ட்டர் அமைப்பு, ஒரு டாகல் (toggle) இயந்திர நுட்பம் மூலம், பளுவுடன் இயங்க கூடிய, 3 துருவ இரட்டை துண்டிப்பான சுவிட்ச் ஆகும். இது, மோட்டாரின் பளு மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்ப செட் செய்ய, மாற்றியமைக்கத்தக்க இரு உலோக தெர்மல் ஓவர் லோடு பட்டையை (strips) கொண்டுள்ளது.



இதில் ஸ்டாப் புஷ் பட்டனும், ஓவர் லோடு ட்ரிப்பும் டாகல் சுவிட்ச் நுட்பத்தின் மூலம் செயற்பட்டு, ஸ்டார்ட்டரை ட்ரிப் செய்கின்றன.

இதன் நிலையான கான்டேக்ட்கள், கடினமான டெர்மினல் பிளாக்-இன் மேல், சில்வர் முனைகளை கொண்ட கிளாம்ப் வகை டெர்மினல்களால் ஆனது. இதன் நகரும் கான்டேக்ட்கள் சில்வர் பூசப்பட்ட காப்பர்களால் ஆனது.

பொதுவாக இந்த கையால் இயங்கும் ஸ்டார்ட்டர்கள், டாகல் நங்கூர நுட்பத்தை கொண்டுள்ள, அதிக பயன்பாட்டால், இதன் ஸ்பிரிங் டென்ஷன் பலவீனமாகி, கான்டேக்ட்களை மூடிய நிலையில் வைக்கிறது. அச்சமயங்களில், லீவர் நுட்பம் மாற்றப்பட வேண்டும். ஸ்டார்ட்டர் அடிக்கடி ட்ரிப்பானால் ஓவர்லோடு தெர்மல் பட்டை சோதித்து, பழுது இருப்பின் அவைகளை மாற்ற வேண்டும்.



### சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்கள் - ஸ்பிலிட் பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார்- இன்டக்ஷன் ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார் (Single phase motors - split phase induction motor - induction-start, induction-run motor)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- AC சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்களின் வகைகளை சுருக்கமாக விளக்குதல்
- சுழலும் காந்த மண்டலத்தை அடைய சிங்கிள் பேஸ்ஸை பிரிக்கும் முறைகள் மற்றும் அவசியத்தை விளக்குதல்
- சிங்கிள் பேஸ் மின்தபை இன்டக்ஷன் ஸ்டார்ட் / இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார்களின் தத்துவம், கட்டமைப்பு, செயற்பாட்டு குணாதிசயங்கள் மற்றும் பயன்களை விளக்குதல்.

சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்கள் வீடு, அலுவலகம், பண்ணை, தொழிற்சாலை மற்றும் வியாபார ஸ்தாபனங்களில் பலவகையான பயனுள்ள சேவைகளை புரிகிறது. இந்த மோட்டார்கள் 1 H.P க்கும் குறைவான திறனுடன் பொதுவாக பின்ன குதிரை திறன் மோட்டார்கள் என அழைக்கப்படுகிறது. சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்கள் ஏறக்குறைய இந்த பிரிவுகளை சார்ந்தவை. சிறப்பு தேவைக்காக இவ்வகை மோட்டார்கள் 1.5,2,3 மற்றும் 10 H.P வரையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்கள், அதனுடைய கட்டமைப்பு மற்றும் ஸ்டார்டிங் முறைகளை பொருத்து ஸ்பிலிட் பேஸ் (split-phase) இன்டக்ஷன் மோட்டார்கள் மற்றும் காமுடேட்டர் (commutator) மோட்டார்கள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

ஸ்பிலிட் பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார்களை கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்த முடியும்.

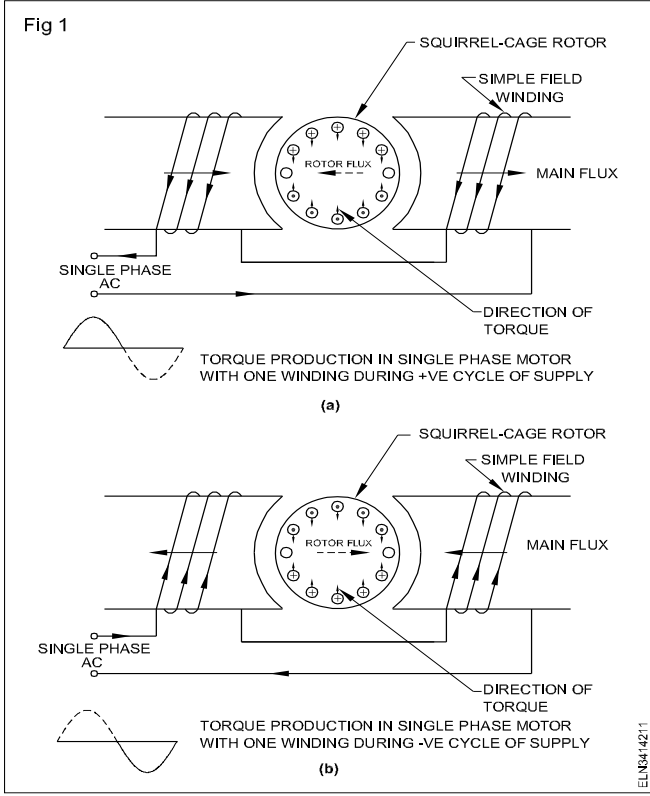
- ரெசிஸ்டன்ஸ் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் - ரன் மோட்டார்கள்
- இன்டக்ஷன் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் - ரன் மோட்டார்கள்
- நிரந்திர கெப்பாசிட்டர் மோட்டார்கள்
- கெப்பாசிட்டர் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார்கள்
- கெப்பாசிட்டர் - ஸ்டார்ட், கெப்பாசிட்டர் ரன் மோட்டார்கள்
- ஷேடட் போல் (shaded pole) மோட்டார்கள்
- ஸ்டெப்பர் மோட்டார்கள்

காமுடேட்டர் மோட்டார்களை பின்வருமாறு வகைப்படுத்த முடியும்.

- ரிப்பல்சன் மோட்டார்கள்
- சீரிஸ் மோட்டார்கள்

பாலிபேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் செயற்படும் அதே அடிப்படை தத்துவத்தில் ஸ்பிலிட் பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டார் செயற்படுகிறது. சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார் சுழலும் காந்த மண்டலத்தை உருவாக்காது. ஆனால் ஏற்றஇறக்க (pulsating) காந்தமண்டலத்தை உருவாக்கிறது. இதன் மூலம் அது பாலிபேஸ் மோட்டாரில் இருந்து வேறுபடுகிறது. எனவே சுழலும் காந்தபுலத்தை உருவாக்க, பேஸ் - பிரிப்பு (phase-splitting) செய்யப்பட்டு ஸ்டார்ட்டிங் சமயத்தில் அது இரு பேஸ் - மோட்டாராக வேலை செய்கிறது.

முதலில் AC மின்னோட்டம் ஒரு பேஸ் ஃபீல்ட் வையிண்டிங்கில் உருவாக்கும் காந்தமண்டலத்தை ஆய்வு செய்யவும். படம் 1-ல் உள்ளவாறு ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில், ஃபீல்ட் வையிண்டிங்கில் செல்லும் மின்னோட்டத்தால் படம் 1a-ல் காட்டப்பட்டது போல் காந்தவயல் உருவாகிறது. அந்த காந்தவயல் மாற்றிக் கொண்டே இருப்பதால், அது ரோட்டார் பார்களில் மின்னோட்டத்தை தூண்டுகிறது. அதன் மூலம் ரோட்டாரில் காந்தக் கோடுகள் (flux) உருவாகிறது. இந்த ரோட்டார் ஃப்ளக்ஸ் லென்ஸ் விதிப்படி, ஸ்டேட்டார் ஃப்ளக்ஸ் -யை எதிர்கிறது. ரோட்டார் பார்களில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசையை படம் 1a-ல் காட்டப் பட்டவாறு கண்டுபிடிக்க முடியும். இத்தத்துவத்தின் படி காந்த வயலுக்கும் ரோட்டார் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே டார்க் ஏற்படுகிறது. ரோட்டாரின் மேல் பகுதியிலுள்ள கடத்திகளால் உருவாக்கப்படும் கீழ் நோக்கிய டார்க், கீழ் பகுதியிலுள்ள கடத்திகளால் உருவாக்கப்படும். மேல்நோக்கிய டார்க்கால் எதிர்க்கப்படுகிறது. எனவே எந்த சுழற்சியும் ஏற்படாது.



சப்ளை வோல்ட்டேஜ் அதன் திசையை மாற்றும் சமயத்தில் உருவாக்கப்படும் காந்தபுலம் ரோட்டாரின், மேல் கடத்திகளால் கீழ் நோக்கி டார்க்கையும், கீழ் கடத்திகளில் மேல் நோக்கிய டார்க்கையும் உருவாக்குவதால் இப்பொழுதும் டார்க்குகள் ரத்து ஆவதால் எந்த சுழற்சியும் ஏற்படாது. காந்தவயல் பல்சேட்டிங்காக இருப்பதால், பல்சேட்டிங் டார்க் ஏற்படுவதன் விளைவாக, ஒரு முழு சைக்கிளின் முடிவில் எந்த பயனுள்ள டார்க்கும் ஏற்படுவதில்லை.

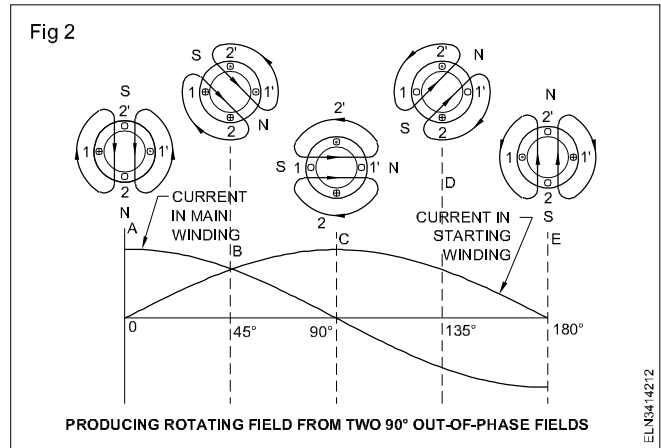
ரோட்டாரை, ஏதேனும் ஒரு திசையில் சுழற்றினால், ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டார் ஃப்ளக்ஸ்களின் உள் வினையால் அதே திசையில் டார்க் ஏற்பட்டு ரோட்டார் ஓடி கொண்டே இருக்கும். எனவே, ஸ்பிலிட் பேஸ் மோட்டார் ஓடத்துவங்கியவுடன் அது தொடர்ந்து ஓட ஒரே ஒரு வையண்டிங் மட்டுமே தேவைப்படுகிறது. எனவே சிங்கள் பேஸ் மோட்டாரில் ஒரே ஒரு வையண்டிங் இருக்கும் பொழுது அது தானே ஓட துவங்காது என்பது தெளிவாகிறது. அதன் மெயின் ஃபீல்டை ஏற்ற இறக்கத்திற்கு பதிலாக சுழலும் படி மாற்றினால், ரோட்டாரில் சுழலுத்தக்க டார்க்கை உருவாக்க முடியும்.

**இரு 90° out-of-phase ஃபீல்ட்களிலிருந்து சுழலும் ஃபீல்டை உருவாக்குதல் (Producing a rotating field from two 90° out-of-phase fields):** பேஸ்ஸை பிரிப்பதன் மூலம் சுழலும் காந்த புலத்தை உருவாக்கலாம். இதனை ஸ்டார்ட்டிங் வையண்டிங் என்று அழைக்கப்படும் இரண்டாவது

வையண்டிங்கை ஸ்டேட்டாரில் அமைப்பதன் மூலம் செய்ய முடியும். இந்த வையண்டிங், மெயின் வையண்டிங்கில் இருந்து 90° மின்கோணங்கள் தள்ளி வைக்கப்பட வேண்டும். மேலும் இதன் மின்னோட்டமானது மெயின் வையண்டிங்கில் இருந்து out of phase-ல் இருக்க வேண்டும். இதனை அடைவதற்கு, ஸ்டார்ட்டிங் வையண்டிங்கின் reactance -யை மெயின் வையண்டிங்கில் இருந்து வேறுபடுத்த வேண்டும்.

இரு வையண்டிங்களின் reactance சமமாக இருந்தால், இரு வையண்டிங் மூலம் உருவாகும் தொகுப்பு காந்த மண்டலம் மாறுதிசையாக இருக்கும். ஆனால் சுழலாது எனவே மோட்டார் துவங்காது.

பேஸ்ஸை பிரிப்பதன் மூலம் இந்த இரு (மெயின் மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங்) ஒருங்கிணைந்த காந்த கோடுகள் கீழ்கண்டவாறு ஒரு சுழலும் காந்த வயலை உருவாக்குகின்றன. மெயின் (1,1') மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் (2,2') வையண்டிங்கள் ஸ்டேட்டாரில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை ஒவ்வொன்று 90° தள்ளி வைக்கப்பட்டுள்ளதை படம் 2 காட்டுகிறது. பரிசீலனைக்காக ஒரே ஒரு பாதி சுழற்சி மட்டும் 45° உயர்வினால் ஆன விளைவுகளுடன் காட்டப்பட்டுள்ளது.



நிலை 'A'யில் படத்தில் காட்டப்பட்டவாறு மெயின் வையண்டிங் மட்டும் ஒரு செங்குத்தான ஃப்ளக்ஸை உருவாக்குகிறது. நிலை 'B'-யில் 45° க்கு பிறகு, இரு வையண்டிங்களினால் உருவாகும் தொகுப்பு ஃப்ளக்ஸ் 45° சுழன்று இருக்கிறது. நிலை 'C' -யில் ஸ்டார்ட்டிங் வையண்டிங் மட்டும் சமதள திசையில் அதிகபட்ச ஃப்ளக்ஸை உருவாக்குகிறது. நிலை 'D' -யில் மெயின் வையண்டிங்கின் மின்னோட்டம் புதிய திசையில் உயர்வதாலும் ஸ்டார்ட்டிங் வையண்டிங்கின் மின்னோட்டம் குறைவதாலும் இச்சமயத்தில் தொகுப்பு ஃப்ளக்ஸ் நிலை 'D' காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும். நிலை 'E'-யில்

அதிகபட்ச ஃப்ளக்ஸ் நிலை 'A' -க்கு நேர் எதிராக இருக்கிறது. இந்த இரு அவுட்ஆஃப் பேஸ் ஃபீல்ட்கள் ஒருங்கிணைத்து ஒரு சுழலும் காந்த மண்டல விளைவை உருவாக்குவதை காண முடிகிறது.

**ஸ்பிலிட் பேஸ் மோட்டாரின் செயற்பாடு (Working of split-phase moto):** ஸ்டார்டிங் சமயத்தில் இந்த இரு மெயின் மற்றும் ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்களும், சுழலும் காந்த மண்டலத்தை உருவாக்க சப்ளைக்கிடையே இணைக்கப்பட வேண்டும். இதன் ரோட்டார், ஸ்குரில் கேஜ் வகையாகும். சுழலும் காந்த மண்டலம் இந்த நிலையான ரோட்டார் பாய்ந்து செல்வதால் அது ரோட்டாரில் ஓர் EMF-யை தூண்டுகிறது. ரோட்டாரின் பார்கள் சார்ட் சர்க்கியூட் செய்யப்பட்டு உள்ளதால் அதில் செல்லும் மின்னோட்டம், காந்த மண்டலத்தை உருவாக்குகிறது.

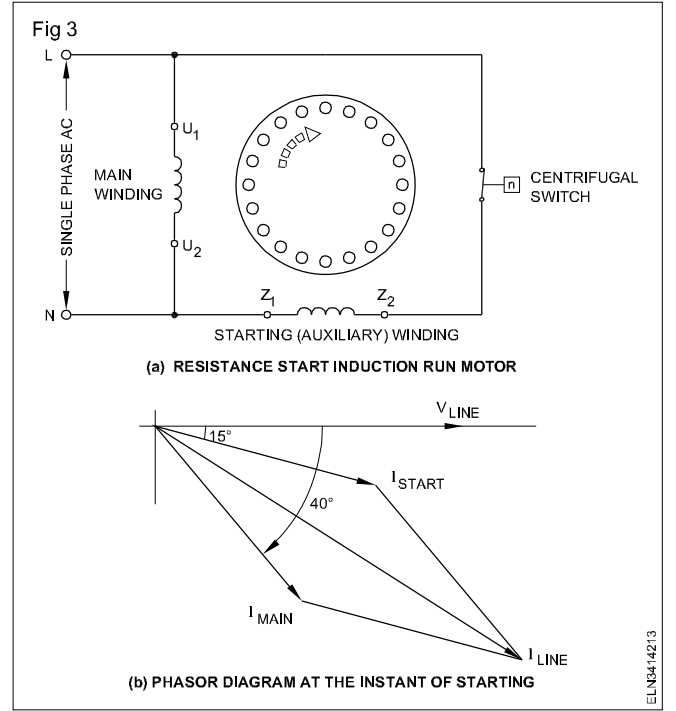
இந்த காந்த மண்டலம் சுழலும் காந்த மண்டலத்தை எதிர்ப்பதன் விளைவாக ஒரு சுழலும் விசை ஏற்படுகிறது. இச்செயல் மூலம், அது ஸ்குரில் கேஜ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை போன்று அதன் ரோட்டார், சுழலும் காந்த மண்டலத்தின் திசையில் சுழல துவங்குகிறது.

எனவே ரோட்டார் சுழல துவங்கியவுடன் (ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டார் ஃபீல்டு மூலம் ஒரு சுழலும் காந்த மண்டலம் அமைந்து விட்டதால்) ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்கை சில இயந்திர நுட்பத்தின் மூலம் சப்ளையில் இருந்து துண்டித்து விடலாம்.

**ரெசிஸ்டன்ஸ் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் - ரன் மோட்டார் (Resistance-start, induction-run motor):** இவ்வகை மோட்டார்களின் ஸ்டார்டிங் டார்க் குறைவாகவும் மற்றும் ஸ்டார்டிங் கரண்ட் அதிகமாகவும் இருப்பதால் இந்த மோட்டார்கள், சுலபமாக துவக்கப்படும் லோடுகள் உள்ள இடத்தில் பரவலாக 0.5 HP வரை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இதன் முக்கிய பாகங்கள் படம் 3a-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

- மெயின் வையிண்டிங் அல்லது ரன்னிங் வையிண்டிங்
- துணை (ஆக்சிலரி) வையிண்டிங் அல்லது ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்
- ஸ்குரில் கேஜ் வகை ரோட்டார்
- சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்



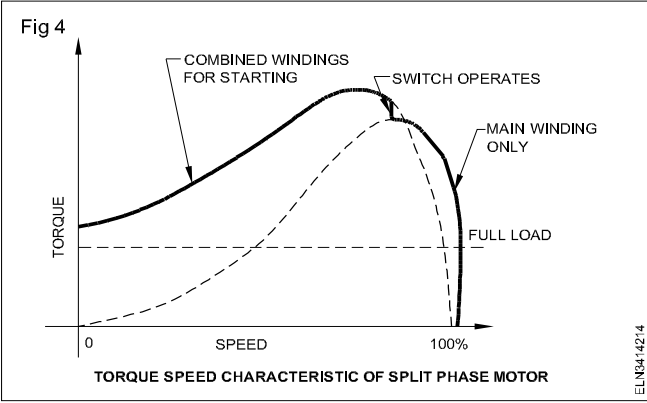
ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்கில் மெயின் வையிண்டிங்கை விட அதிகமான மின்தடையும் குறைவான ரியாக்டன்ஸ்கம் இருக்கிறது. அதனை அடைவதற்கு மெயின் வையிண்டிங் காட்டிலும் துணை வையிண்டிங்கில் மெல்லிய கடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மெயின் வையிண்டிங்கை ஸ்டேட்டாரின் ஸ்லாட்டில் அதிக ஆழத்தில் வைப்பதன் மூலம், அதனை சுற்றி அதிக இரும்பு இருப்பதால், இன்டக்டன்ஸ் அதிகமாக இருக்கிறது.

படம் 3b-ல் காட்டப்பட்டவாறு மின்னோட்டம் பிரிக்கப்படுகிறது. ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் கரண்ட் 'I start' மெயின் சப்ளை வோல்ட்டேஜை விட 15° பின்தங்கும் மற்றும் மெயின் வையிண்டிங்கை கரண்ட் 'I main' மெயின் வோல்ட்டேஜை விட கிட்டத்தட்ட 40° பின்தங்கும்.

எனவே இந்த மின்னோட்டங்களில் பேஸ் நிலை வேறுபடுவதால் அவைகளின் ஒருங்கிணைந்த காந்த வயல் ஒரு சுழலும் காந்த புலத்தை உருவாக்குகிறது.

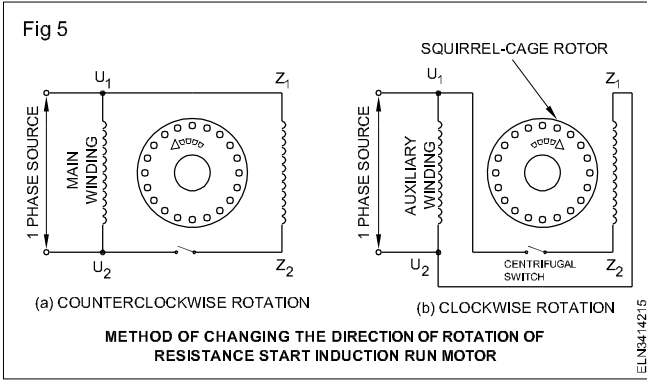
மோட்டார், அதன் சிங்கரனாஸ் வேகத்தின் 75 முதல் 80% -த்தை அடைந்தவுடன் ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச் மூலம் திறக்கப்பட்டு, மோட்டார் சிங்கிள் வையிண்டிங் மோட்டாரை போல் தொடர்ந்து ஓடுகிறது. ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் துண்டிக்கப்பட்ட உடன் மெயின் வையிண்டிங்கால் மோட்டாரில் உருவாகும் டார்க் இரு வையிண்டிங்களும் இணைக்கப்பட்ட பொழுது உருவாகும் டார்க்கிற்கு

ஏறக்குறைய சமமாக இருக்கும். இதனை மோட்டாரின் மாதிரி டார்க் வேக குணாதிசய படம் 4 -ல் மூலம் அறிய முடிகிறது.



மெயின் மற்றும் ஆக்சிலரி வையிண்டிங்களில் இணைப்பை பொருத்து, ஸ்பிலிட் பேஸ் மோட்டாரின் சுழலும் திசை தீர்மானிக்கப்படுகிறது. எனவே மெயின் வையிண்டிங்களின் டெர்மினல்களை மாற்றுவதன் மூலம் அல்லது ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்களின் டெர்மினல்களை மாற்றுவதன் மூலம் சுழலும் திசையை மாற்ற முடியும்.

படம் 5a-ல் உள்ளவாறு,  $Z_1$ -யை  $U_1$  உடனும்  $Z_2$ -யை  $U_2$  உடனும் இணைக்கும் பொழுது கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிராக சுழலும். படம் 5b-ல் காட்டப்பட்டவாறு  $Z_1$ -யை  $U_2$  உடனும்,  $Z_2$ -யை  $U_1$  உடனும் இணைத்தால், கடிகாரம் சுழலும் திசையில் சுழலும்.



### சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச் (Centrifugal switch)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சின் செயற்பாடு, பராமரிப்பு முறை மற்றும் சோதிப்பதையும் விளக்குதல்
- கைகளால் இயங்கும் D.O.L. ஸ்டார்டரின் அவசியம் மற்றும் செயற்பாட்டை விளக்குதல்
- ஓவரலோடு ரிலேவின் இயக்கத்தை விளக்குதல்.

**சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச் (The centrifugal switch):** இது மோட்டாரின் உட்பகுதியில் இருக்கும். கெப்பாசிப்டர் ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன்

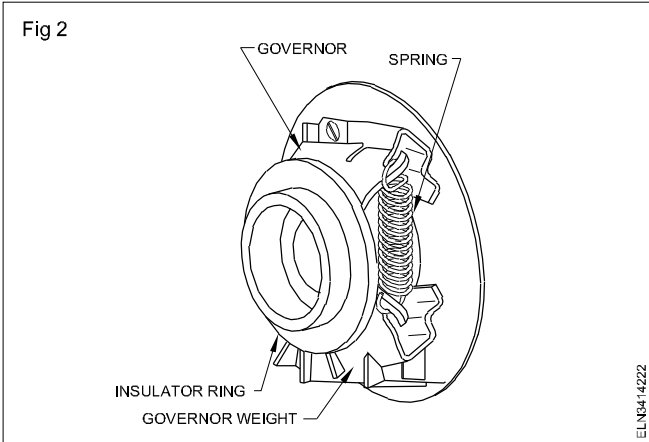
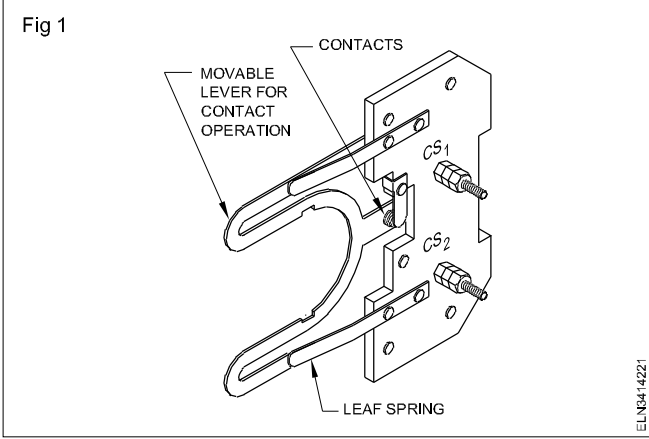
ரெசிஸ்டன்ஸ் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் - ரன் மோட்டாரின் பயன்பாடுகள் (Application of resistance-start, induction-run motor): இவ்வகை மோட்டார்களின் ஸ்டார்டிங் டார்க் குறைவாகவும், மற்றும் ஸ்டார்டிங் கரண்ட் அதிகமாகவும் இருப்பதால், ஸ்டார்டிங் லோடு குறைவாக உள்ள இடங்களுக்கான 0.5 HP வரையில் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த மோட்டார்கள் விசிறிகள், கிரைண்டர்கள், துணி துவைக்கும் இயந்திரங்கள் மற்றும் மர வேலை செய்யும் கருவிகளை இயக்கப்படுகிறது.

**இன்டக்ஷன் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் -ரன் மோட்டார் (Induction-start, induction-run motor):** மின்தடைக்கு பதிலாக, அதிக மின்தூண்டு தடையுள்ள ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் மூலம் மோட்டாரை துவக்க முடியும். இதில், ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் அதிக எண்ணிக்கை கொண்ட சுற்றுகளை, ஸ்டேட்டாரின் ஸ்லாட்டின் உள் பகுதி அமைக்கப்படுவதால் அதனை சுற்றி அதிகளவு இரும்பு இருப்பதால், அதிக மின்தூண்டு தடையை பெற்றுள்ளது.

ஸ்டார்டிங் மற்றும் மெயின் வையிண்டிங் ஒரே அளவுள்ள வையிண்டிங் ஓயர்களால் உருவாக்கப்படுவதால், அவைகளை அடையாளம் காண அவைகளில் மின்தடையை அளக்க வேண்டும். இந்த மோட்டார்கள் குறைவான ஸ்டார்டிங் டார்க், அதிக ஸ்டார்டிங் கரண்ட் மற்றும் குறைவான பவர்ஃபேக்டரை கொண்டுள்ளது.

-ரன் மோட்டாரில் ஸ்டார்டிங் கெப்பாசிட்டுரை துண்டிப்பதற்காகவும் இணைக்கப்படுகிறது.

ரோட்டார் அதன் வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தில் 75 முதல் 80% -த்தை அடைந்தவுடன் ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்கை துண்டிப்பதே இதன் வேலையாகும். இது இரு முக்கிய பாகங்களை கொண்டுள்ளது. ஒரு நிலையான பாகம் படம் 1- ரிலும், ஒரு சுழலும் பாகம் படம் 2 -டினும் காட்டப்பட்டுள்ளது.



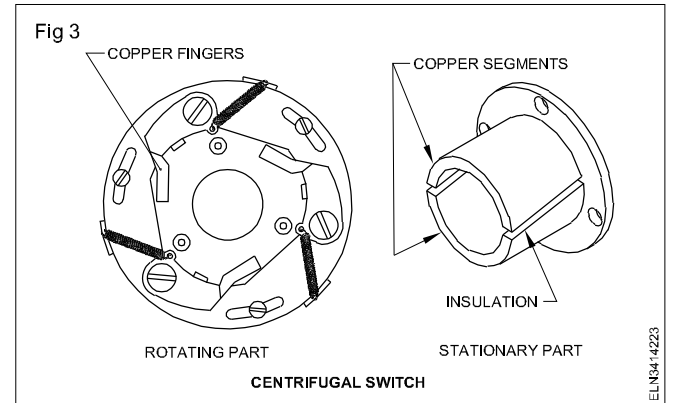
இரு காண்டக்ட்களை கொண்டு சிங்கிள் போல் - சிங்கிள் - த்ரோ (Single pole-Single throw) சுவிட்ச் போன்று செயல்படும். நிலையான பாகம் வழக்கமாக மோட்டாரின் என்ட் பிளேட்டின் முன் பகுதியில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும்.

சுழலும் பாகம் ரோட்டாருடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளதால் அது ரோட்டாருடன் இணைத்து சுழலும். ரோட்டார் நிலையாக இருக்கும் பொழுது, சுழலும் பாகத்தின் இன்சுலேட்டர் ரிங் ஸ்பிரிங் டென்சனால் உள் நோக்கி இருக்கும். இன்சுலேட்டர் ரிங் உள்நோக்கி இருப்பதால் சுவிட்ச்சின் லிஃப் - ஸ்ப்ரிங் டென்சனுக்கு (leaf-spring tension) எதிரான நகரும் லீவரின் அழுத்தத்தால் நிலையான சுவிட்ச்சின் காண்டக்ட்கள் மூடிய நிலையில் இருக்கும்.

ரோட்டார் அதன் வேகத்தில் 75%-யை எட்டியவுடன் மைய விலக்கு விசையால் கவர்னர் (governor) எடை வெளியே வருவதால், இன்சுலேட்டர் ரிங் வெளி நோக்கி வருகிறது. இன்சுலேட்டர் ரிங்கின் இந்த முன்னோக்கி நகர்வு நகரும் லீவரை அழுத்துவதால் டெர்மினல் CS<sub>1</sub> மற்றும் CS<sub>2</sub> வழியாக இணைக்கப்பட்ட காண்டக்ட்கள் ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்கை திறக்கச் செய்கிறது.

பழைய வகை சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சுகளில் நிலையான பாகம் இரு அரை வட்ட காப்பர் வட்டு துண்டுகளை (segments) கொண்டு இருக்கும். அவைகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று இன்சுலேட் செய்யப்பட்டு, என்ட் - பிளேட் - இன் முன்பகுதியில் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். செக்மென்ட்களில் சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சின் இணைப்பு கொடுக்கப்பட்டு இருக்கும்.

சுழலும் பாகம் மூன்று காப்பர் விரல்களால் உருவாக்கப்பட்டு, மோட்டார் நிலையாக இருக்கும் பொழுது அல்லது 75% வேகத்தை விட குறைவான வேகத்தில் சுழலும் பொழுது, நிலையான செக்மென்ட்களை சுற்றிலும் சுழற்று கொண்டு இருக்கும். அவைகளில் பாகங்கள் படம் 3 -ல் விளக்கி காட்டப்பட்டுள்ளது.



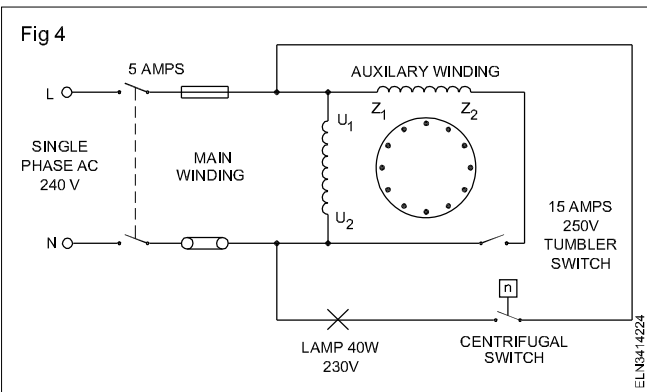
ஸ்டார்டிங் சமயத்தில், காப்பர் விரல்கள் மூலம் செக்மென்ட்கள் சார்ட் செய்யப்படுவதால், மோட்டார் சர்க்கியூட் உடன் ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் இணைக்கப்படுகிறது. முழு வேகத்தில் கிட்டத்தட்ட 75% -ல் மைய விலக்கு விசையின் காரணமாக அந்த விரல்கள் செக்மென்ட்டில் இருந்து தூக்கப்படுவதால் அதன் மூலம் சர்க்கியூட்டில் இருந்து ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங் துண்டிக்கப்படுகிறது.

**சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சின் பராமரிப்பு (Maintenance of centrifugal switch):** சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சை அணுக, மோட்டாரின் என்ட் - பிளேட் உள்ள ஆய்வு

பலகை ( inspection plate)-யை அகற்ற வேண்டும். பல தருணங்களில், என்ட் - பிளேட்டை அகற்றுவதன் மூலம் மட்டமே சுவிட்ச்சை அணுக முடியும். இச்சுவிட்ச்சுகள் ஆறு மாதத்திற்கு ஒரு முறையாவது அதன் செயற்பாட்டை அறிய, சோதிக்கப்பட வேண்டும். சரியான செயற்பாட்டிற்காக ஸ்பிரிங் உடைந்து அல்லது பலவீனமாக உள்ளதா, காண்டக்ட் முனைகளின் மாசு, அரிப்பு அல்லது உள்ளதா என பார்க்கவும். எல்லா பாகங்களும், பிடிப்பு ஏதுமின்றி எளிதாக இயங்குவதை உறுதி செய்ய வேண்டும். சுவிட்ச்ச் பழுது அடைந்துவிட்டால் அதை மாற்றவும்.

**சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சின் இயக்கத்தை சோதித்தல் (Testing the operation of a centrifugal switch):** நிலையான தருணத்தில் சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சை சோதிக்க முடியும் ஆனால் இயங்கும் தருணத்தில் அதன் இயக்கத்தை அறிவது மிக கடினமாகும். இச்சுவிட்ச்சுகளின், என்ட் - பிளேட்டை திறக்காமல் சோதிக்க முடியாததால் அதனை சோதிக்கும் செய்முறை மிகவும் நீளமானது மற்றும் சிக்கலானது.

இயங்கும் தருணத்தில் சுவிட்ச்சின் செயற்பாட்டை சோதிக்க கீழ்காணும் முறை பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சின் சப்ளை மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கின் உள் இணைப்பு டெர்மினல்களை கழற்றி விடவும். படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஸ்டார்ட்டிங் (ஆக்சிலரி) வையிண்டிங்கை 15 amps சிங்கிள் போல் டம்ளர் சுவிட்ச்ச் வழியாக சப்ளையில் இணைத்து, டம்ளர் சுவிட்ச்சை ஆன் நிலையில் வைக்கவும்.



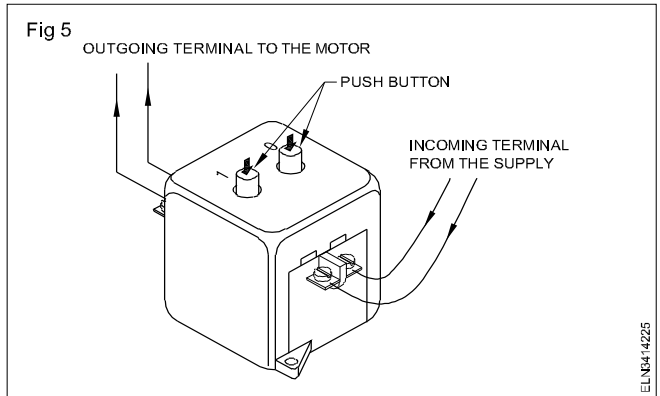
படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்சை மின்விளக்கின் வழியாக இணைத்து, மோட்டாரை ஆன் செய்யவும். சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்ச் மூடிய நிலையில் இருந்தால் விளக்கு ஒளிரும். மோட்டாரின் வேகம் அதிகரிக்கும் பொழுது, கிட்டத்தட்ட 20 விநாடிகளில் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கை திறக்க டம்ளர் சுவிட்ச்சை திறக்கவும். மோட்டார் 75% வேகத்தை

அடைந்தவுடன் சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்ச் சரியாக செயற்படுமெனில், அதன் காண்டக்ட்கள் திறக்கும். இதனை விளக்கு ஆஃப் ஆவதன் மூலம் காண முடியும்.

மெயின் சப்ளையை ஆன் செய்தவுடன் விளக்கு ஒளிராமல் இருந்தாலும் அல்லது அது ஒளிர ஆரம்பித்து 30 - 40 விநாடிகளுக்கு (வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தின் 75 %) பிறகும் ஒளிர்ந்து கொண்டே இருந்தாலும் சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்ச் வேலை செய்யவில்லை என கருதப்படுவதால் அதனை சரி செய்ய வேண்டும் அல்லது மாற்ற வேண்டும்.

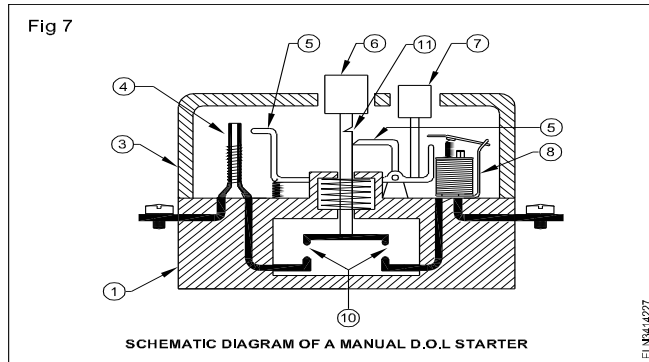
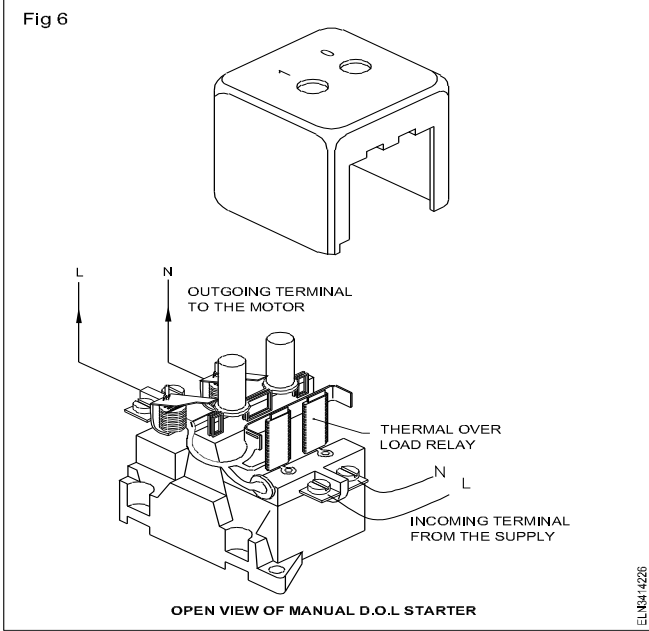
**கையால் இயங்கும் D.O.L. ஸ்டார்ட்டர் (Manual D.O.L. starter):** மோட்டாரை ஸ்டார்ட்டிங் மற்றும் ஸ்டாப் செய்யவும், ஓவர்லோடிலிருந்து பாதுகாக்கவும் ஒரு ஸ்டார்ட்டர் அவசியமாகிறது.

ஒரு மேனுவல் ஸ்டார்ட்டாரின் தோற்றம் படம் 5-லும், உள்புற தோற்றம் படம் 6 -லும் மற்றும் உள் பாகங்களை படம் 7-லும் திட்ட வரைபடமாக காட்டப்பட்டுள்ளது.



ஒரு மேனுவல் ஸ்டார்ட்டர் என்பது கைகளால் இயக்கப்படும் காண்டக்ட் நுட்பத்துடன் கூடிய ஒரு மோட்டாரை கட்டுப்படுத்தும் கருவியாகும். அந்த இயந்திர நுட்பத்தை இயந்திரவியல் இணைப்பின் வழியாக ஒரு புஷ் பட்டன் செயற்படுத்துகிறது.

படம் 6 மற்றும் 7-ல் காட்டப்பட்டவாறு, இந்த ஸ்டார்ட்டர்களில் ஓவர் லோடு பாதுகாப்பு மற்றும் சார்ட்ட் சர்க்கியூட் பாதுகாப்பு வழங்க முறையே ஒரு தெர்மல் ஓவர்லோடு ரிலே மற்ற காந்தவியல் ஓவர் லோடு ரிலே ஆகிய இரண்டும் உள்ளன, ஓவர்லோடு அல்லது சார்ட்ட் சர்க்கியூட் தருணங்களில் இவ்விரண்டும் தனித்தனியே இயங்கி ஸ்டார்ட்டர் பட்டனை ரிலீஸ் செய்வதன் மூலம், மோட்டாரை சப்ளையில் இருந்து துண்டிக்கிறது. தற்பொழுதுள்ள பல மேனுவல் ஸ்டார்ட்டர்களில் இவ்விரண்டில் ஏதேனும் ஒரு ரிலே மட்டுமே உள்ளது.

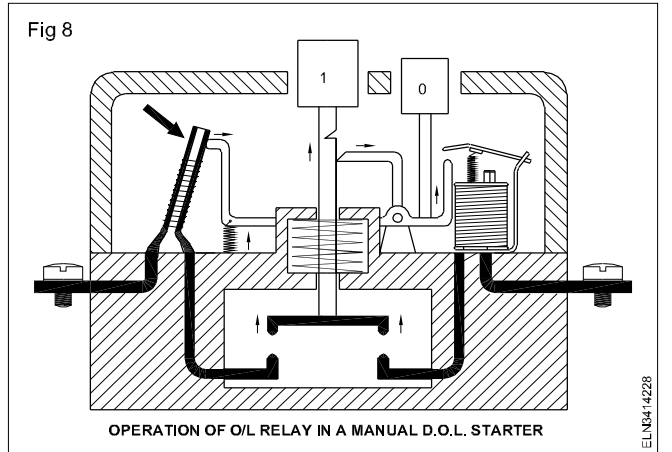


அடிப்படையில் ஒரு மேனுவல் ஸ்டார்டர் என்பது ஓவர்லோடு ரிலேவுடன் கூடிய ஓர் ஆன் - ஆஃப் சுவிட்ச் ஆகும். மேனுவல் ஸ்டார்டர்கள் எளிமையானவை மற்றும் சிறப்பான செயற்பாட்டை வழங்கத்தக்கவை.

**செயற்பாடு (Operation):** ஆன் பட்டனை அழுத்துவதால் கான்டாக்டர்கள் மூடுகின்றன. ஸ்டாப் பட்டனை அழுத்தும் வரை அல்லது ஓவர்லோடு ரிலே அல்லது சார்ட் சர்க்கியூட் ரிலே, ஸ்டார்டரை ட்ரிப் செய்யும் வரை அந்த கான்டாக்டுகள் மூடிய நிலையிலேயே இருக்கும்..

படம் 7-ல் காட்டப்பட்டவாறு "ஆன்" புஷ்பட்டன் (6) அழுத்தப்படும் பொழுது, சுவிட்சிங் கான்டக்ட் (10) மூடுகிறது. ஸ்பிரிங் டென்சன் மூலமாக "ஆன்" பட்டனின் தண்டிலுள்ள பள்ளத்தை (11) இயந்திரவியல் லீவர் அமைப்பு (5) பிடித்துக் கொள்வதால் இக்கான்டக்ட் - மூடிய நிலையிலேயே தொடர்கிறது. "ஸ்டாப்" பட்டனை (7) இயக்குவதால், தண்டின் பள்ளத்தில் இருந்து இயந்திரவியல் லீவர் அமைப்பின் பிடி தளர்வதால், "ஆன்" பட்டனின் தண்டு ஸ்பிரிங் மூலம் பழைய நிலைக்கு திரும்புவதால் சுவிட்சிங் கான்டக்ட் திறந்து விடுகிறது.

**ஓவர்லோடு ரிலேவின் செயற்பாடு (Operation of overload relay):** ஓவர்லோடு ஏற்படும் பொழுது தெர்மல் ஓவர்லோடு ரிலேவில் உள்ள சூடேற்றும் உறுப்பின் (heating element) வழியாக செல்லும் அதிகமான மின்னோட்டம் பைமெட்டாலிக் ஸ்ட்ரிப் (bimetallic strip)-யை சூடேற்றி படம் 8-ல் அம்புக்குறி மூலம் காட்டப்பட்டவாறு, அதனை வளைய செய்வதால் இயந்திரவியல் லீவர் அமைப்பு செயல்பட்டு சுவிட்சிங் கான்டக்ட்களை திறக்க செய்கிறது.

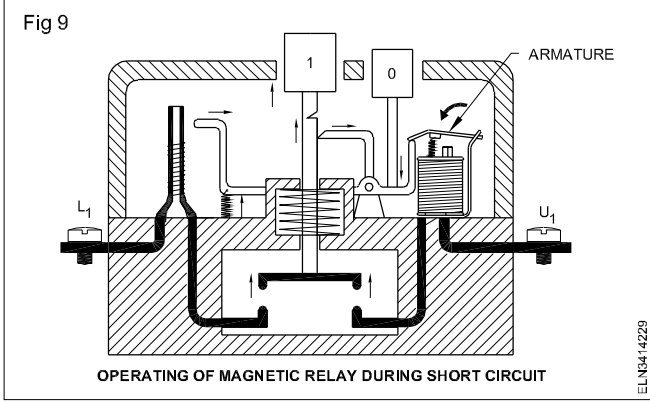


தெர்மல் ஓவர் லோடு ரிலேவின் கரண்ட் செட்டிங்கை அதற்கென கொடுக்கப்பட்டுள்ள செட்டிங் ஸ்கூரு (படத்தில் காட்டப்படவில்லை) -வை திருகுவதன் மூலம் மாற்ற முடியும்.

**சார்ட் சர்க்கியூட் ரிலேவின் செயற்பாடு (Operation of short-circuit relay):** மோட்டார் சர்க்கியூட்டில் சார்ட் சர்க்கியூட் ஏற்படும் பொழுது, சார்ட் சர்க்கியூட் கரண்ட் மிக அதிகமாக இருக்கும். அந்த சார்ட் சர்க்கியூட் கரண்டுக்கு சீரிஸ் -ஆக தெர்மல் ஓவர் லோடு ரிலே இருப்பினும் இதன் தாமதமான செயற்பாட்டால் இயங்குவதற்கு கணிசமான நேரத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. மறுபுறம் இந்த காலதாமத செயற்பாட்டால் ஷார்ட் சர்க்கியூட் கரண்ட், மோட்டார் வையிண்டிங், பவர்கேபிள் அல்லது இணைக்கப்பட்ட சப்ளை லைனில் போதுமான சேதத்தை ஏற்படுத்திவிடுகிறது. இது போன்ற சமயங்களில் தெர்மல் ஓவர் லோடு ரிலேவை விட காந்த (மேக்னடிக்) ரிலே வேகமாக இயங்குகிறது.

வழக்கமான லோடு கரண்ட்டில் காயிலில் உருவாக கூடிய காந்த கோடுகள் ஆர்மெச்சூரை ஈர்க்க போதுமான இழு சக்தியை பெற்று இருக்காது. ஆனால் சார்ட் சர்க்கியூட் தருணங்களில் கரண்ட் மிக அதிகமாக இருப்பதால், காயிலானது ஆர்மெச்சூரை ஈர்க்க போதுமான காந்த விசை உருவாக்குகிறது.

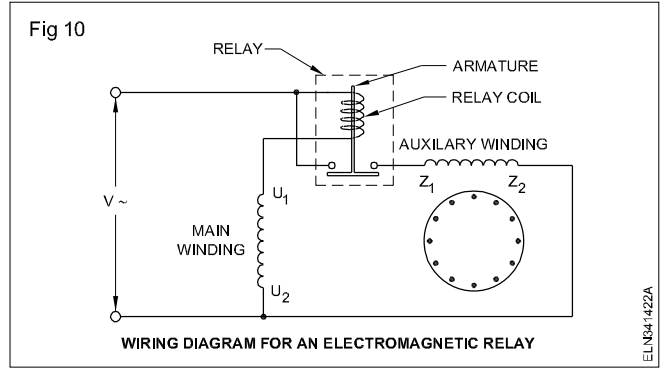
ஆர்மெச்சூரின் கீழ் நோக்கிய நகர்வால் படம் 9 -ல் அம்புக்குறியிட்டு காட்டப்பட்ட இயந்திர லீவர் நுட்பத்தை இயக்கி, சுவிட்ச்சிங் காண்டாக்ட்டை திறக்க செய்கிறது. "ஸ்டாப்" பட்டனை அழுத்தி, ஸ்டார்டரின் இயந்திர நுட்பத்தை ரீசெட் செய்யும் வரை இந்த காண்டக்ட்களை மீண்டும் மூட முடியாது.



மேனுவல் ஸ்டார்டர்கள் பின்ன குதிரை திறன் மோட்டார்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக இவைகள் முழு சப்ளையுடன் கூடிய துவக்கத்தை தருகிறது. மேனுவல் ஸ்டார்டர்கள் குறைந்த வோல்ட்டேஜ் பாதுகாப்பு அல்லது நோ வோல்ட் ரிலீஸ் பாதுகாப்பை வழங்காது. மின்சாரம் இல்லாமல் போனால், காண்டக்ட்கள் மூடியே இருக்கும். ஆகவே மின்சாரம் திரும்ப வந்தால் மோட்டார் மீண்டும் தானாகவே ஓட துவங்கும்.

பம்ப்கள், விசிறிகள், கம்பரஸ்சர்கள் மற்றும் ஆயில் ப்ளாஸ்களில் இதன் மூலம் நன்மை ஏற்படலாம். ஆனால் இயந்திரங்களை பொருத்தவரை அதனை இயக்கும் மனிதர்களுக்கு ஆபத்தாக முடிவதால், இவ்வகை மேனுவல் ஸ்டார்ட்டர்கள் அவ்விடங்களில் பயன்படுத்த பரிந்துரைக்கப்படுவதில்லை.

**மின்காந்த ரிலே (Electromagnetic relay):** பாலி பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரை போல, சிங்கிள் பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரும் சப்ளையுடன் நேரடியாக துவக்கப்படும் பொழுது அதிக மின்னோட்டத்தை எடுக்கிறது. இந்த ஸ்டார்டிங் கரண்ட்டை எடுப்பதன் பலனாக எலக்ட்ரோ மேக்னடிக் ரிலேவை இயக்கலாம். அது சென்ட்ரிஃப்ரூகல் கருவி செய்யும் அதே வேலையை செய்கிறது. அவ்வகை ரிலேவின் இணைப்பு வரைபடம் படம் 10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இந்த ரிலேவில் ஒரு காயில் இருக்கிறது. அது மெயின் வையிண்டிங்கு சீரிஸ் -ஆக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆக்சிலரி வையிண்டிங் ரிலேவின் இயல்பாக திறந்த காண்டக்ட் வழியாக சப்ளை உடன் இணைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக ஸ்பிலிட் மோட்டார்கள் நேரடியாக லைன் உடன் துவக்கப்படுவதால் துவக்க மின்னோட்டம் வரம்பு மின்னோட்டத்தை விட ஐந்து முதல் ஆறு மடங்கு அதிகமாக இருக்கும்.

துவக்கப்படும் தருணத்தில் மெயின் வையிண்டிங்கின் மின்னோட்டம் அதிகமாக இருப்பதால், ரிலேவின் ஆர்மெச்சூர் மேல்நோக்கி இழுக்கப்பட்டு ரிலே காண்டக்ட்கள் மூடப்படுகின்றன. அதன் மூலம் ஆக்சிலரி வையிண்டிங் சப்ளைக்கு இடையே இணைக்கப்பட்டு மோட்டார் ஓட துவங்க உதவுகிறது. ரோட்டார் ஓட துவங்கிய உடன் மெயின் கரண்ட் படிப்படியாக குறைய துவங்குகிறது.

மோட்டார் சரியான வேகத்தை அடைந்தவுடன், மெயின் வையிண்டிங்கின் மின்னோட்டம் குறைவான அளவுக்கு வீழ்ச்சியடைந்து, அதன் காரணமாக ரிலேவின் ஆர்மெச்சூர் கீழ்நோக்கி செல்வதால் காண்டக்ட்கள் திறந்த நிலைக்கு சென்று, ஆக்சிலரி வையிண்டிங்கை சப்ளையில் இருந்து துண்டிக்கிறது. இந்த ரிலேக்கள் மோட்டரின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்துள்ளதால் அவைகளை சுலபமாக சீரமைக்க அல்லது மாற்ற முடியும். சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச்கள் உள்புறத்தில் பொருத்தப்பட்டு உள்ளதால் வெளி புறத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள மின் காந்த ரிலேகளை போல அவைகளை சீரமைப்பது அல்லது மாற்றுவது சுலபமில்லை.



**சிங்கிள் பேஸ், ஸ்பிலிட் பேஸ் வகை மோட்டார் வையிண்டிங் (கான்சென்ட்ரிக் காயில் வையிண்டிங்) (Single phase, split phase type motor winding) (concentric coil winding)**

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஸ்பிலிட் பேஸ் மோட்டார்களை வையிண்டிங் செய்யும் பொழுது பின்பற்ற வேண்டிய முக்கியமான குறிப்புகளை கூறுதல்
- கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கில் காயில் பகிர்மானத்தை பற்றி விளக்குதல்
- சிங்கிள் பேஸ், ஸ்பிலிட் பேஸ்வகை மோட்டார்களின் கான்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்குக்கான வையிண்டிங் அட்டவணை தயாரித்தல், இணைப்பு மற்றும் உருவாக்கப்பட்ட வரைபடத்தை வரைதல்.

**ஸ்பிலிட் பேஸ் வகை (Split phase type):**

பொதுவாக, சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார்களில், பேஸ்ஸை பிரிக்க ஒரு கெப்பாசிட்டுர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்விசிறியில் காணப்படும் சில மோட்டார்களில் சப்ளையுடன் நிரந்தரமாக இணைக்கப்பட்ட கெப்பாசிட்டுர் இருக்கும் சில மோட்டார்களில் துவக்க சமயத்தில் மட்டும் கெப்பாசிட்டுர் பயன்படுகிறது. பிறகு அது சப்ளையில் இருந்து சென்ட்டி ஃபியூகல் சவிட்ச் நுட்பத்தின் மூலம் துண்டிக்கப்படுகிறது. சில வகை மோட்டார்களில் இரு கெப்பாசிட்டுர்கள் உள்ளன. ஒன்று ஸ்டார்டிங், மற்றொன்று இரன்னிங் ஆகும். இருப்பினும் மோட்டாரின் மின் திறன் இயக்கம் மற்றும் வடிவமைப்பை பொருத்து கெப்பாசிட்டுரின் மதிப்பு வேறுபடும். ஸ்பிலிட் பேஸ் மோட்டாரின் இந்த குறிப்பை கவத்தில் கொள்ளவும். ஸ்பிலிட் பேஸ் மோட்டாரை வையிண்டிங் செய்யும் பொழுது பின்பற்ற கூடிய சில குறிப்புகள்

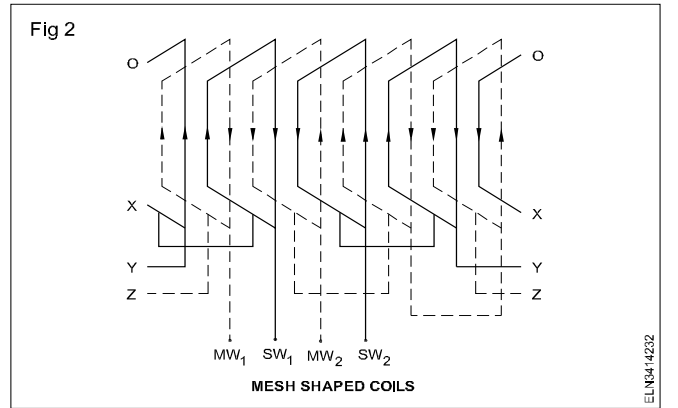
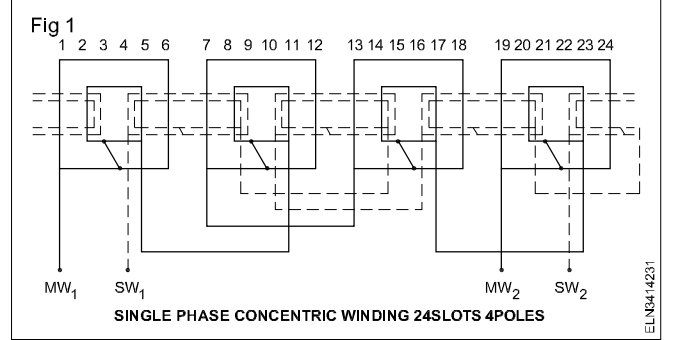
1 சிங்கிள் பேஸ் வையிண்டிங் கீழே விளக்கப்பட்டவாறு பல்வேறு வடிவத்தை கொண்டு இருக்கலாம்.

**a கான்சென்ட்ரிக் காயில் வையிண்டிங் (Concentric coil winding) (படம் 1):**

மெயின் மற்றும் ஸ்டார்டிங் வையிண்டிங்குகளை அமைக்கவும் மற்றும் ஸ்டார்டிங் பொருத்தவும், இவ்வையிண்டிங்குக்கு ஒரு பேஸ்/ துருவ குருப்பில் பல்வேறு வடிவமும் மற்றும் பேஸ்களுக்கு இடையே பல்வேறு அளவு காயில்களும் தேவைப்படுகிறது. இதை தவிர ஒரே குருப்பில் உள்ள காயில் சுற்றுகளில் எண்ணிக்கை வெவ்வேறாக இருக்கலாம்.

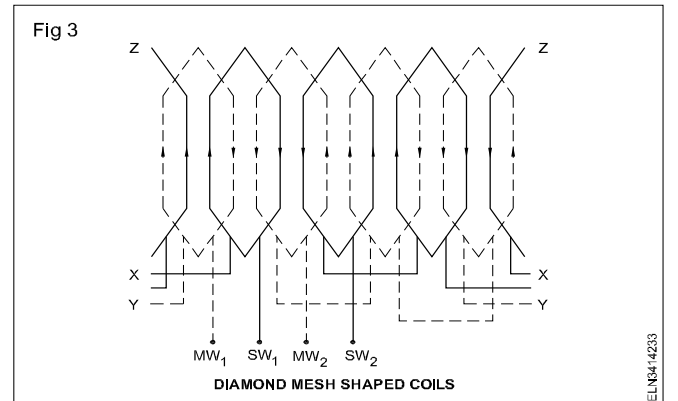
**b ட்ரு மெஷ் ஷேப்டு காயில்கள் (True mesh shaped coils ) (படம் 2):**

இந்த காயில்கள் ஒரே அளவு மற்றும் வடிவமாக இருக்கின்றன. மேலும் இதன் முனை இணைப்புகள் ஒரு மிக இறுகிய ரோல்களாக தோன்றுகின்றன.



**c டைமன்ட் மெஷ் ஷேப்டு காயில்கள் (Diamond mesh shaped coils) (படம் 3):**

இதன் காயில்கள் ஒரே அளவு மற்றும் வடிவம் கொண்டவை. மேலும் இதன் முனை இணைப்பு, ட்ரு மெஷ் வகை காயில்களை விட நீளமாகவும் மற்றும் பட்டையாகவும் இருக்கிறது. காயில்களின் முனைகளில் லூப், மூட்டு அல்லது மூக்கு இருக்கும்.



- 2 மெயின் மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் ஒன்றுக்கு ஒன்று 90° மின்கோணத்தில் தள்ளி இருக்க வேண்டும்.
- 3 அனைத்து காயில் குரூப்பில் உள்ள காயில்களின் எண்ணிக்கை சமமாகவோ அல்லது சமமற்றோ இருக்கும்.
- 4 ஸ்டேட்டார் ஸ்லாட்டில் முதலில் மெயின் வையிண்டிங்கை வைக்க வேண்டும். பிறகு மெயின் வையிண்டிங்கின் மேல் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கை அமைக்கவும்.
- 5 பொதுவாக மெயின் வையிண்டிங் தடித்த வையிண்டிங் ஓயரையும், ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் மெல்லிய வையிண்டிங் ஓயரையும் கொண்டு இருக்கும். சில மோட்டார்களில் இவ்விரு வையிண்டிங் ஓயர்களின் அளவு சமமாக இருக்கும்.
- 6 மெயின் மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை சமமாகவோ அல்லது சமமற்றோ இருக்கும்.
- 7 காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கில் ஒரே குரூப்பில் உள்ள காயில்களின் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை சமமாகவோ அல்லது சமமற்றோ இருக்கும்.
- 8 ஒவ்வொரு ஸ்லாட்டிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு காயில் பக்கங்கள் இருக்கலாம்.
- 9 காயில்களின் ஓவர் ஹாங்குகள் ஒரே அளவாக இருக்க வேண்டும். அது சிறியதாக இருந்தால், காயில்களை நுழைப்பது கடினமாக இருக்கும். மற்றும் பெரியதாக இருந்தால் என்டுகவரை (end covers) பொருத்த முடியாது.
- 10 காண்சென்ட்ரிக் காயில்களை நுழைக்கும் பொழுது, சிறிய பிட்ச் உள்ள காயில்களில் இருந்து துவக்கவும்.
- 11 ஸ்டேட்டாரில் காலியான ஸ்லாட்கள் இருக்கலாம். அதன் இடத்தை குறித்துக் கொள்ளவும்.

**காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங் (Concentric winding):** பெரும்பாலான சிங்கிள் பேஸ் பின்ன குதிரைத்திறன் மோட்டார்களில் பொதுவாக காண்சென்ட்ரிக் வையிண்டிங்கே பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது கையாள் சுற்றப்பட்ட வையிண்டிங் காசுவோ அல்லது form வையிண்டிங்காகவோ இருக்கலாம்.

ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கானது பேஸ்ஸை பிரித்து மோட்டாரை துவக்க வடிவமைக்கப்பட்டு உள்ளதால் மெயின் வையிண்டிங்கை ஒப்பிடும் போது குறைவான ஸ்லாட்களே

ஒதுக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக மெயின் வையிண்டிங்குக்கு 8 காயில்கள் இருந்தால் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்குக்கு 4 காயில்கள் மட்டுமே இருக்கும்.

மேலும் (டிஸ்ட்டிரிபியூஷன் மற்றும் spread காரணியின் விளைவால்) சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார் ஸ்லாட்களில் 70%க்கு மட்டுமே வையிண்டிங் செய்வது ஒரு பொதுவான நடைமுறையாக இருக்கிறது. எனவே சிங்கிள் பேஸ் வையிண்டிங்கை அகலமாக செய்வதால் எந்த நன்மையும் இல்லை. எல்லா ஸ்லாட்களிலும் வையிண்டிங் சுற்றப்பட்டாலும் உபயோகமான டார்க்கை உருவாக்குவதில் இந்த கூடுதலான வையிண்டிங்களால் எந்த பயனுமில்லை.

அதேப் போல் சில ஸ்லாட்களில் வையிண்டிங், சுற்றப்பட்டாமல் இருப்பதால் கூடுதலான இழப்புகள் ஏற்படுவதில்லை. ஒவ்வொரு துருவத்தில் உள்ள சில ஸ்லாட்களை ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் எடுத்துக் கொள்வதால் இரன்னிங் வையிண்டிங்கின் இழப்புகள் வினைத்திறனில் ஒன்றுமில்லாமல் ஆகிறது.

**காண்சென்ட்ரிக் வகை வையிண்டிங்குகளின் வரைப்படம் மற்றும் வையிண்டிங் கணக்கிடு (Winding calculation and diagrams for concentric type winding)**

**உதாரணம் 1 (Example 1):** ஒரு சிங்கிள் பேஸ் 4 துருவ, 24 ஸ்லாட்கள், மெயின் வையிண்டிங்கின் பிட்ச் 5, 3 மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கின் பிட்ச் 5 ஆக உள்ள 12 காயில்கள் (மெயின் வையிண்டிங் 8 காயில்கள் மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் 4 காயில்கள்) கொண்ட கெப்பாசிட்டர் இணைக்கப்பட்ட முழு காயில் மோட்டாரின் வையிண்டிங் அட்டவணை மற்றும் இணைப்பு வரைபடத்தை தயார் செய்யவும்.

$$\begin{aligned} &\text{மெயின்} && \text{மெயின்} && \text{வையிண்டிங்} \\ &\text{வையிண்டிங்கில்} && \text{காயில்களின்} && \text{மொத்த} \\ &\text{ஒருதுருவத்தில்} && \text{எண்ணிக்கை} && \\ &\text{உள்ள} && = && \\ &\text{காயில்களின்} && \text{துருவங்களின்} && \\ &\text{எண்ணிக்கை} && \text{எண்ணிக்கை} && \\ & && = 8/4 = 2 && \text{காயில்கள்/ துருவம்} \end{aligned}$$

மாறாக மெயின் வையிண்டிங்கில் 4 துருவ குரூப்புகளும் 8 காயில்களும் இருக்கும். ஒவ்வொரு துருவத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு குரூப்பிலும் 2 காயில்கள் ஒவ்வொரு போலிலும் (pole) இருக்கும். ஒவ்வொரு காயில் குரூப்பில் பிட்ச்கள் 5 மற்றும் 3 ஆக இருக்கும்.

ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கில் ஒரு துருவத்திலுள்ள காயில்களின் எண்ணிக்கை =  $4/4 = 1$  காயில் / துருவம்

ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கில் 4 குருப்புகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு குருப்பிலும் ஒரு காயில் உள்ளது. காயில் பிட்ச் 5 ஆக இருக்கும்.

இந்த முடிவுகளில் இருந்து கிடைக்கும் காயில் குருப் விபரங்கள் சீமே உள்ள அட்டவணை - 1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### அட்டவணை 1

வையிண்டிங்	குருப் -கள்	காயில்/ துருவம்	பிட்ச் -கள்	காயில் த்ரோ (throw)	இணைப்பு
மெயின்	4	2	5, 3	1-6, 2-5	முழு காயில் - இறுதி முதல் இறுதி மற்றும் துவக்கம் முதல் துவக்கம்
ஸ்டார்ட்டிங்	4	1	5	1-6	முழு காயில் - இறுதி முதல் இறுதி மற்றும் துவக்கம் முதல் துவக்கம்

**பேஸ் பிரிப்புக்காக தேவைப்படும் மின் கோணத்தின் கணக்கீடு (Calculation of electrical degrees required for phase splitting)**

மொத்த மின்கோணங்கள்

$$= 180 \times \text{மொத்த துருவங்களின் எண்ணிக்கை}$$

$$= 180 \times 4 = 720 \text{ மின்கோணங்கள்}$$

கோணங்கள் / ஸ்லாட் =  $720/24$

$$= 30 \text{ மின்கோணங்கள்}$$

மெயின் மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்களுக்கு இடையே தேவைப்படும்  $90^\circ$  மின்கோண இடைவெளிக்கான ஸ்லாட்களின் எண்ணிக்கை =  $90/30 = 3$  ஸ்லாட்கள். எனவே மெயின் வையிண்டிங் 1வது ஸ்லாட்டில் துவங்கினால், ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் 1 + 3 = 4வது ஸ்லாட்டில் துவங்க வேண்டும்.

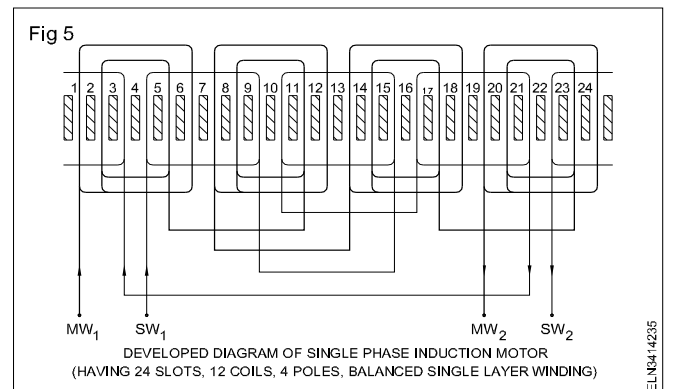
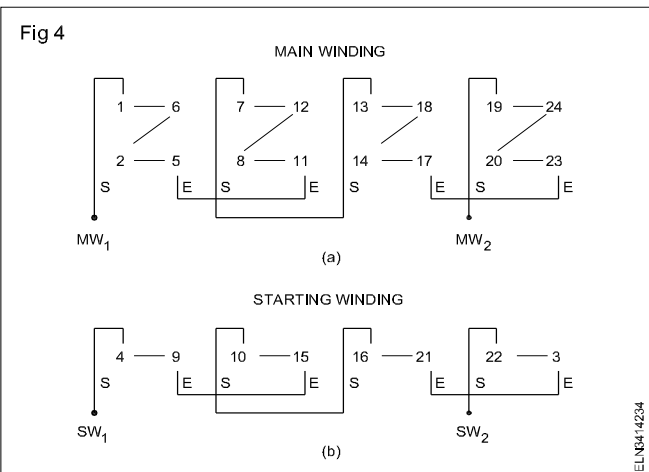
மேற்கூறிய தகவலில் இருந்து நமக்கு அட்டவணை 2 கிடைக்கிறது.

### அட்டவணை 2

வையிண்டிங்	துருவங்களுக்கான ஸ்லாட்டின் நிலைகள்			
	I துருவம்	II துருவம்	III துருவம்	IV துருவம்
மெயின்	1 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 24
	2 - 5	8 - 11	14 - 17	20 - 23
ஸ்டார்ட்டிங்	4 - 9	10 - 15	16 - 21	22 - 3

முழு காயில் இணைப்பை நினைவில் கொண்டு படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைப்பு வரைபடம் வரையப்பட வேண்டும்.

ஸ்டார்ட்டிங் இணைப்புக்கு 'S' என்றும் இறுதி இணைப்புக்கு 'E' என்றும் நினைவு கொள்ளவும். வையிண்டிங் அட்டவணையின் அடிப்படையில் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு டெவலப் (Developed) வரைபடம் வரையப்படுகிறது.



**உதாரணம் 2 (Example 2):** ஒரு சிங்கிள் பேஸ் 4 துருவம், 36 ஸ்லாட்கள், 28 காயில்கள் (மெயின் வையிண்டிங்காக 16 காயில்கள், ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்காக 12 காயில்கள்) கொண்ட செப்பாசிப்டர் முழு காயில் மோட்டாரின் வையிண்டிங் அட்டவணை, இணைப்பு மற்றும் டெவலெப்டு வரைப்படத்தை தயார் செய்யவும்.

மெயின் வையிண்டிங்கில் காயில்/ குருப்/ துருவம்  
 $= 16 / 4 = 4$  காயில்கள்/ குருப்/ துருவம்

ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கில் காயில்/ குருப்/ துருவம்

$$= 12/4 = 3 \text{ காயில்கள்/ குருப்/ துருவம்}$$

$$\text{Pole pitch} = \frac{\text{Number of slots}}{\text{Number of poles}} - 1 = \frac{36}{4} - 1 = 9 - 1 = 8$$

மெயின் வையிண்டிங்கின் காயில் த்ரோ 1 - 9 ஆக இருக்கும் மற்றும் வையிண்டிங் அட்டவணை, அட்டவணை 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும்.

### அட்டவணை 3

#### மெயின் வையிண்டிங் - வையிண்டிங் அட்டவணை

ஒரே குருப்க்கான	1 வது துருவம்	2 வது துருவம்	3 வது துருவம்	4 வது துருவம்
1 வது காயில்	1 - 9	10 - 18	19 - 27	28 - 36
2 வது காயில்	2 - 8	11 - 17	20 - 26	29 - 35
3 வது காயில்	3 - 7	12 - 16	21 - 25	30 - 34
4 வது காயில்	4 - 6	13 - 15	22 - 24	31 - 33

கோணங்கள்/ஸ்லாட் கணக்கிடு

மொத்த மின்கோணங்கள்

$$= 180 \times 4 = 720 \text{ மின்கோணங்கள்}$$

கோணங்கள்/ ஸ்லாட்

$$= 720/36 = 20 \text{ மின்கோணங்கள்}$$

90° மின்கோண இடைவெளிக்கு நமக்கு 90/20  
 $= 4.5$  ஸ்லாட்கள் தேவைப்படுகிறது. 4.5 ஸ்லாட்

என்பது சாத்தியமில்லை எனவே ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் 5வது ஸ்லாட்டில் இருந்து ஆரம்பிக்க வேண்டும்.

ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கில் காயில் த்ரோவும் 1 - 9 ஆக இருப்பதால் அது 5வது ஸ்லாட்டில் இருந்து துவங்குவதால் வையிண்டிங் அட்டவணை, அட்டவணை 4 -ல் காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும்.

### அட்டவணை 4

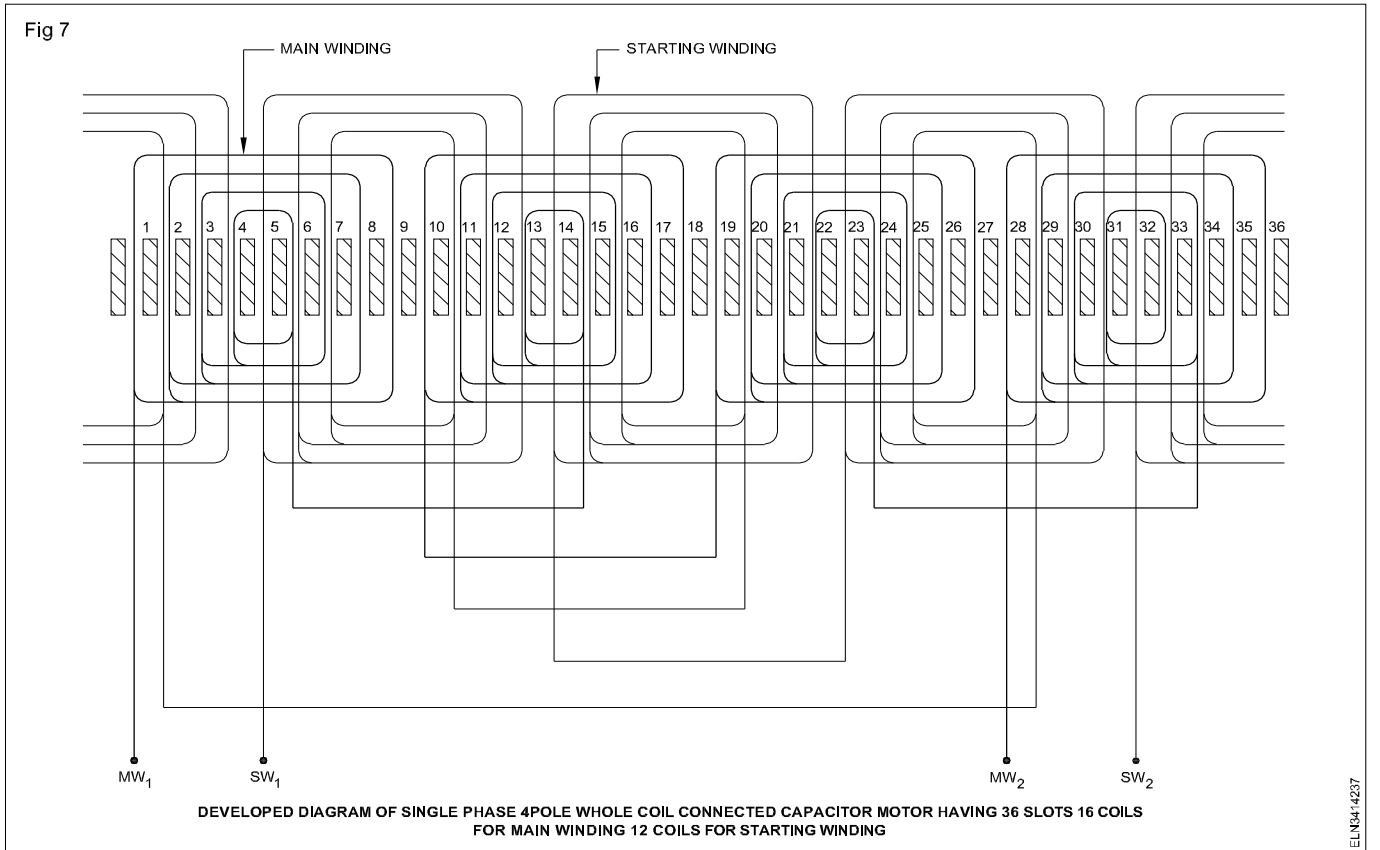
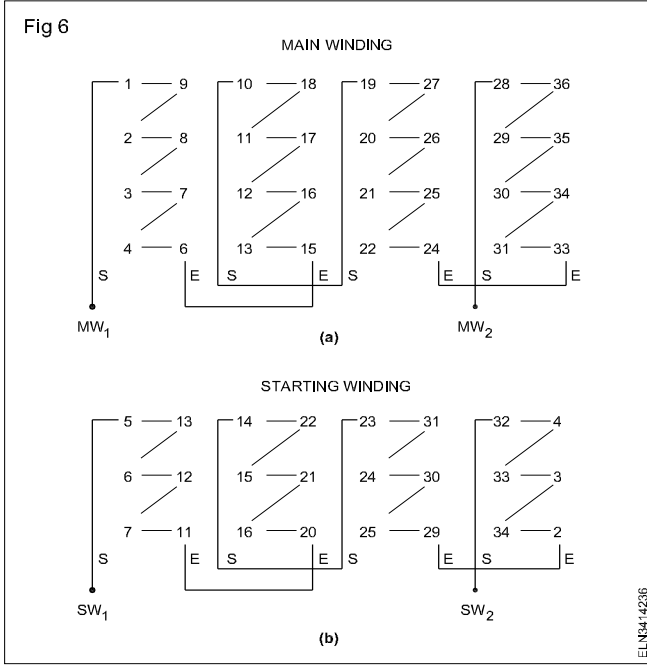
#### ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் - வையிண்டிங் அட்டவணை

ஒரே குருப்க்கான	1 வது துருவம்	2 வது துருவம்	3 வது துருவம்	4 வது துருவம்
1 வது காயில்	5 - 13	14 - 22	23 - 31	32 - 4
2 வது காயில்	6 - 12	15 - 21	24 - 30	33 - 3
3 வது காயில்	7 - 11	16 - 20	25 - 29	34 - 2

பல ஸ்லாட்டுகள் 2 காயில் பக்கங்களையும் மற்றும் சில ஸ்லாட்கள் ஒரே ஒரு காயில் பக்கத்தை மட்டும் கொண்டு இருக்கும்.

இது முழு காயில் இணைப்பு என்பதால், இணைப்பு வரைபடம் படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும்.

மேலே தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளதன் அடிப்படையில் டெவலப்பெடு வரைபடம் படம் 7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



## கெப்பாசிட்டர் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார் (Capacitor - start, induction - run motor)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

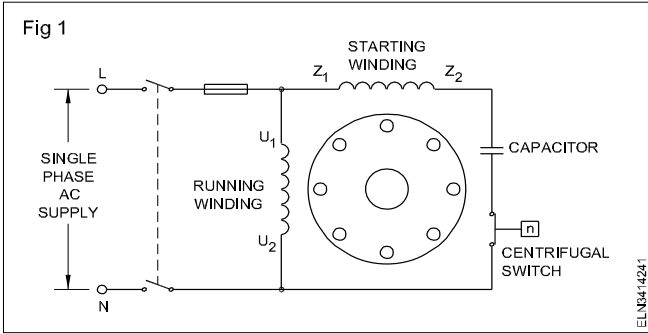
- AC சிங்கிள் பேஸ் கெப்பாசிட்டர் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரின் கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாட்டை விளக்குதல்
- கெப்பாசிட்டர் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரின் குணாதிசயங்கள் மற்றும் பயன்பாட்டை விளக்குதல்.

அதிக ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் தேவைப்படும் இயக்கங்களுக்கு (drive) கெப்பாசிட்டர் ஸ்டார்ட்

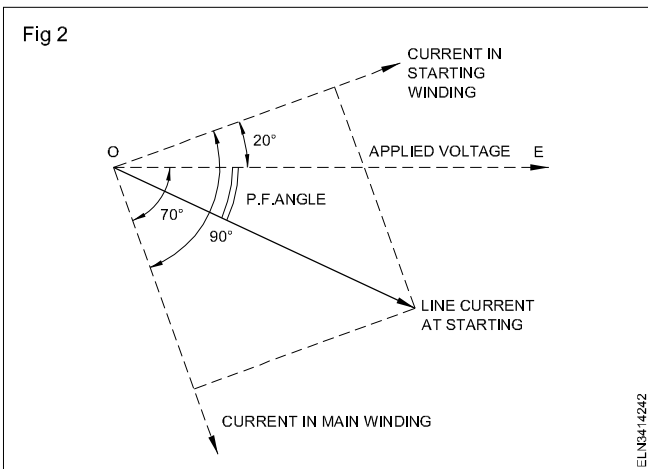
இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரை பொருத்தலாம். ஏனென்றால், அது ரெசிஸ்டன்ஸ் - ஸ்டார்ட்,

இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரை விட சிறப்பான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை பெற்றுள்ளது.

**கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாடு (Construction and working):** படம் 1 ஒரு கெப்பாசிட்டுர்-ஸ்டார்ட் இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரின் திட்டமைப்புவரைப்படத்தை காட்டுகிறது. அதில் காட்டப் பட்டவாறு மெயின் வையிண்டிங், மெயின் சப்ளையுடன் இணைக்கப் படுகிறது. ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் கெப்பாசிட்டுர் மற்றும் சென்ட்ரிஃப்யூகல் சுவிட்ச் வழியாக மெயின் சப்ளையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இவ்விரு வையிண்டிங்களும் ஸ்டேட்டாரின் ஸ்லாட்டில்  $90^\circ$  மின்கோணங்கள் இடைவெளியில் அமைக்கப்படுகிறது. இதில் ஸ்கூரில் கேஜ் வகை ரோட்டார் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு துவக்கப்படும் தருணத்தில், மெயின் வையிண்டிங்கின் மின்னோட்டம் சப்ளை வோல்ட்டேஜை விட சுமார்  $70^\circ$  அதன் தூண்டுதலையை மற்றும் மின்தலையை பொருத்து பின்தங்கி இருக்கிறது. மறுபக்கம் கெப்பாசிட்டுர் இருப்பதால், ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கின் மின்னோட்டம்  $20^\circ$  அளவுக்கு சப்ளை வோல்ட்டேஜில் முன்னோக்கி இருக்கிறது.



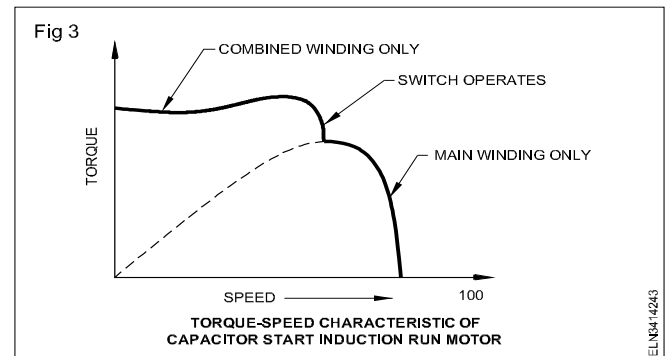
எனவே மெயின் மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்குக்கு இடையேயான பேஸ் வித்தியாசம்  $90^\circ$ -க்கு அருகில் இருக்கிறது. இதன்

மூலம் லைன் கரண்ட், கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏறக்குறைய in phase இருப்பதால் பவர்ஃபேக்டர் அதிகமாகி அதன் மூலம் ஒரு சிறப்பான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை உருவாக்குகிறது.

வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தில்  $75\%$  -யை அடைந்தவுடன் சென்ட்ரிஃப்யூகல் சுவிட்ச் இயக்கப்பட்டு ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் திறக்கப்படுகிறது. பிறகு மெயின் வையிண்டிங் மட்டும் சப்ளையின் இணைப்பில் தொடர்வதால் மோட்டார் ஆனது ஓர் இன்டக்ஷன் மோட்டாராக இயங்குகிறது.

**சுழலும் திசையை மாற்றுவதல் (Reversing the direction of rotation):** கெப்பாசிட்டுர் ஸ்டார்ட் - இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரின் சுழலும் திசையை மாற்ற, ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் டெர்மினல்களையோ அல்லது மெயின் வையிண்டிங் டெர்மினல்களையோ மாற்ற வேண்டும். மெயின் ஃபீல்ட் ஃப்ளக்ஸ் -ன் பொலாரிட்டி மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் உருவாக்கும் ஃப்ளக்ஸ் பொருத்தே சுழலும் திசை அமைகிறது. எனவே, ஏதேனுமொரு ஃபீல்டின் முனையை (polarity) மாற்றுவதால் டார்க்கின் திசை மாறுகிறது.

**குணாதிசயங்கள் (Characteristic):** படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு மெயின் மற்றும் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்களில் மின்னோட்டத்திற்கிடையேயான கோண வித்தியாசம்  $90^\circ$  ஆகவும் மற்றும் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும் லைன் கரண்ட்டுக்கும் இடையேயான (பவர் ஃபேக்டர்) கோணம் குறைவாகவும் இருக்கிறது. அதிக பவர் ஃபேக்டரின் விளைவாக படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு, வழக்கமான ரன்னிங் டார்க்கை விட பல மடங்கு அதிகமான ஒரு சிறப்பான டார்க் உருவாகிறது. லோடு மாறும் பொழுது படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ள குணாதிசய வளைவில் படி, ரன்னிங் டார்க் வேகத்திற்கு எதிர் விகிதத்தில் தானாகவே மாறுகிறது.



**பயன்பாடுகள் (Application):** சிறப்பான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் மற்றும் சுலபமாக சுழலும் திசையை மாற்றக் கூடிய குணாதிசயங்களை கொண்டுள்ளதால், இவ்வகை மோட்டார்கள்

பெல்ட் மூலம் இணைக்கப்பட்ட மின்விசிறிகள், ஃப்ளோயர்கள் டிரையர்கள் (Dryers), துவைக்கும் இயந்திரங்கள் பம்புகள் மற்றும் கம்பர்ஸ்ஸர்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

## சிங்கிள் பேஸ் கெப்பாசி்ட்டர் மோட்டார்களில் உபயோகப்படுத்தப்படும் கெப்பாசி்ட்டர் (Capacitors used in single phase capacitor motors)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சிங்கிள் பேஸ் கெப்பாசி்ட்டர் மோட்டாரில் கெப்பாசி்ட்டரை பயன்படுத்தும் பொழுது பின்பற்றப்பட வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கைகளை சொல்லுதல்
- கெப்பாசி்ட்டரை சோதிக்கும் முறைகளை விளக்குதல்.

கெப்பாசி்ட்டர் என்பது மின்சக்தியை (electrostatic charge) வடிவத்தில் சேமிக்கும் கருவியாகும். இருப்பினும் சிங்கிள் பேஸ் மோட்டாரில் சுழலும் காந்த வயலை உருவாக்க, பேஸ்லை பிரிப்பதே கெப்பாசி்ட்டரின் முக்கிய நோக்கம் ஆகும். இதை தவிர, அது லீடிங் மின்னோட்டத்தை எடுப்பதால் பவர் ஃபேக்டரும் உயருகிறது.

ஒரு சிங்கிள் பேஸ் கெப்பாசி்ட்டர் மோட்டாரில் கெப்பாசி்ட்டரை உபயோகப்படுத்தும் பொழுது பின்பற்ற வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகள் (Precautions to be followed while using a capacitor in a single phase capacitor motor): AC கெப்பாசி்ட்டர் வகை மோட்டார்களை துவக்குவதற்கு காகித அல்லது non-polarized electrolytic வகை கெப்பாசி்ட்டர்கள் பயன்படுகின்றன. இவ்வகை கெப்பாசி்ட்டர்களை DC சர்க்கியூட்டில் பயன்படுத்துவதற்கான சிறப்பு குறியீட்டை பெற்று இருக்கும். துருவ முனைகளின் குறியீடுகள் இருக்காது. AC சர்க்கியூட்டில் பயன்படுத்துவதற்கான கெப்பாசி்ட்டர்களில் துருவ முனை குறியீடுகள் இருக்கும். அவைகளை AC சர்க்கியூட்டில் பயன்படுத்த கூடாது. ஏனென்றால் AC வோல்ட்டேஜின் திசை திரும்புவதால் கெப்பாசி்ட்டர் அதிக வெப்பமடைந்து அதிகமான வாயு உருவாகி அதன் மூலம் சிறுசிறு துண்டுகளாக உடையக் கூடிய வாய்ப்பு உள்ளது.

கெப்பாசி்ட்டரில் குறிக்கப்பட்டுள்ள AC வோல்ட்டேஜ்-ன் வரம்பு இரு வரம்புகளை குறிக்கிறது. ஒன்று செயற்பாட்டு மின்னழுத்தம் மற்றொன்று அதிகபட்ச மின்னழுத்தம் ஆகும். செயற்பாட்டு வோல்ட்டேஜ் என்பது சப்ளை மெயினின் வழக்கமான R.M.S. வரம்பாகும். அதிகபட்ச வரம்பு என்பது R.M.S. மின்னழுத்தத்தை விட  $\sqrt{2}$  மடங்கு அதிகமான AC உச்ச மின்னழுத்தம் ஆகும். எனவே கெப்பாசி்ட்டரை மாற்றும் பொழுது, மின்னழுத்த

வரம்புகளை ஆய்வு செய்வது முக்கியமாகும். இல்லையெனில், கெப்பாசி்ட்டர் சேதமடையலாம் அல்லது வெடிக்கலாம்.

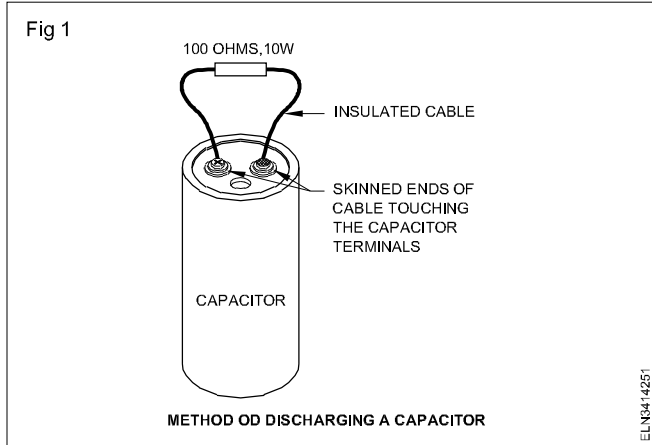
மற்றுமொரு முக்கியமான பணி சுழற்சியை (duty cycle) சோதிக்க வேண்டும். கெப்பாசி்ட்டர்களில் பலவற்றில் இடைப்பட்ட (குறுகிய பணி) அல்லது தொடர்ச்சியான (நீண்ட பணி) வரம்பு என்று குறிக்கப்பட்டு இருக்கிறது. தொடர்ச்சியான வரம்புள்ள கெப்பாசி்ட்டர்களை இடைப்பட்ட (குறுகிய பணி) வரம்புக்கு பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இடைப்பட்ட வரம்பு கெப்பாசி்ட்டர்களை தொடர்ச்சியான வரம்புக்கு பயன்படுத்தக் கூடாது. இது சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்சின் இயக்கம், ஸ்டார்ட்டிங் (starting) மற்றும் ஸ்டாப்பிங்கின் (stopping) எண்ணிக்கை மற்றும் லோடு உடன் தொடர்பு உடையது.

லோடு மிக அதிகமாக இருக்கும் பொழுது அல்லது சென்ட்ரிஃப்ரூகல் சுவிட்ச் சரியாக இயங்காத பொழுது ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் ஆனது கெப்பாசி்ட்டருடன் இணைந்து மெயின் சர்க்கியூட்டில் நீண்ட நேரம் இருக்க நேரிடும். இவ்வேளைகளில் இடைப்பட்ட வரம்புள்ள கெப்பாசி்ட்டர்கள் அதிக வெப்பத்தால் சேதமாகும். கெப்பாசி்ட்டர் ஸ்டார்ட்டிங் மோட்டாரில் கெப்பாசி்ட்டர் அடிக்கடி பழுதுதானால் இதனை சோதிக்க வேண்டும்.

கெப்பாசி்ட்டரின் திறனை மைக்ரோ ஃபேரட் (microfarads)-யில் குறிப்பிடப்படுகிறது. அது மோட்டார் தயாரிப்பவர் குறிப்பிடும் அளவுக்கு சமமாக இருக்க வேண்டும். குறைவான மதிப்பின் விளைவாக மிக குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் மற்றும் அதிகமான ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட் ஏற்படுகிறது. அதிகமான மதிப்பின் விளைவாக வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தை அடைய முடியாததால், ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங் மின்சப்பளையும் நீண்ட நேரத்திற்கு இருக்க நேரிடுகிறது. அதனால் மிக குறைவான செயற்பாடு மற்றும் விசைத்திறன் ஏற்படுகிறது.

கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், கெப்பாசிட்டுர் ரன் மோட்டார்களில் இரு கெப்பாசிட்டுர்கள் இருக்கும். ஸ்டார்ட்டிங் கெப்பாசிட்டுர், electrolytic வகை சார்ந்தது. அது ரன்னிங் கெப்பாசிட்டுரை விட 5 முதல் 15 மடங்கு அதிக வரம்பு உடையதாக இருக்கும். ரன்னிங் கெப்பாசிட்டுர், ஆயில் நிரப்பப்பட்ட வகையை சார்ந்தது. இந்த இரு கெப்பாசிட்டுர்களையும் மோட்டாருடன் இணைக்கும் பொழுது, தவறான தேர்வு மற்றும் இணைப்பை தவிர்க்க தனி கவனம் தேவைப்படுகிறது.

கெப்பாசிட்டுரை கையாளும் போது மின் அதிர்ச்சி ஏற்படாமல் இருக்க தனி கவனம் தேவை. ஒரு நல்ல கெப்பாசிட்டுர் அதன் மின்னூட்டத்தை (charge) பல நாட்களுக்கு தேக்கி வைத்து கொண்டு இருப்பதால், அதனை தொட்டால் கடுமையான ஷாக் உண்டாக கூடும். எனவே உபயோகப் படுத்தப்பட்ட கெப்பாசிட்டுரின் டெர்மினல்களை தொடுவதற்கு முன் அதன் சார்ஜை ஒரு டெஸ்ட் லாம்ப் அல்லது 100 ஓம் 10 வாட்ஸ் மின்தடை மூலம் படம் 1 காட்டப்பட்டவாறு டிஸ்சார்ஜ் (discharged) செய்யப்பட வேண்டும்.

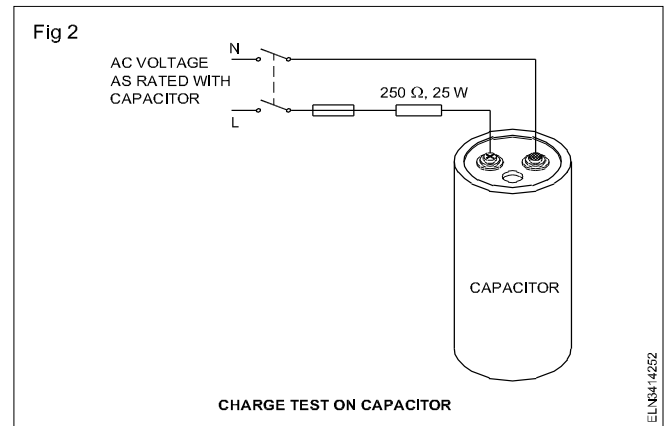


கெப்பாசிட்டுரை டிஸ்சார்ஜ் செய்வதற்காக அதன் டெர்மினல்களை நேரடியாக சார்ட் செய்வதை முடிந்தவரை தவிர்க்கவும். இல்லையெனில் கெப்பாசிட்டுரின் உள் பாகங்களில் மிக அதிகப்படியான strain ஏற்பட்டு அது சேதமடையலாம்.

**கெப்பாசிட்டுரை சோதிக்கும் முறை (Method of testing capacitors):** மோட்டார் இணைப்பில் இருந்து சோதிப்பதற்காக கெப்பாசிட்டுரை கழற்றும் முன், அபாயகரமான ஷாக்கை தவிர்க்க அதனை டிஸ்சார்ஜ் செய்ய வேண்டும். அதிக மதிப்பு கொண்ட பேப்பர், electrolytic அல்லது

ஆயில் நிரப்பப்பட்ட கெப்பாசிட்டுர்களை சோதிக்க பின்வரும் முறைகள் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன.

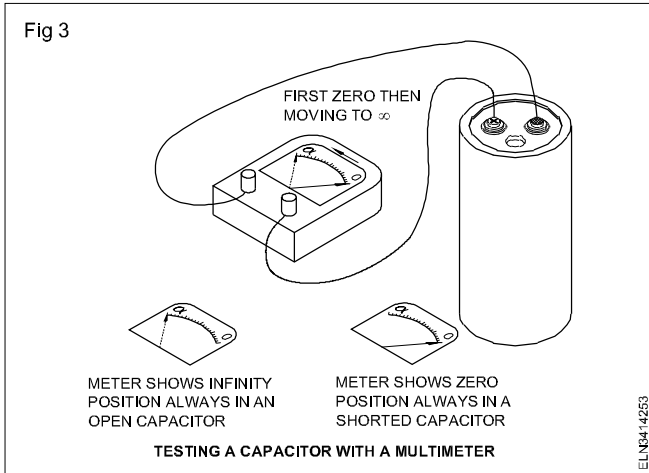
**சார்ஜ் டிஸ்சார்ஜ் சோதனை (Charge-discharge test):** கெப்பாசிட்டுர் மீது குறிப்பிடப்பட்டுள்ள செயற்பாட்டு மின்னழுத்தத்தை சோதிக்கவும். அது வழக்கமான 240V AC 50 Hz சிங்கிள் பேஸ் வோல்ட்டேஜ்க்கு சமமாக அல்லது அதை விட அதிகமாக இருந்தால், கெப்பாசிட்டுரை 100 ஓம், 25 வாட்ஸ் மின்தடை வழியாக படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு சப்ளையுடன் இணைக்க வேண்டும். கெப்பாசிட்டுரை லைன் வோல்ட்டேஜில் சோதிக்கும் பொழுது அதை மூடப்பட்ட அட்டை பெட்டி அல்லது மர பெட்டியில் உள்ளே வைக்கவும். கெப்பாசிட்டுர் பழுதடைந்து இருந்ததால், அது வெடித்து உங்களுக்கு காயம் ஏற்படக் கூடும். சர்க்கியூட்டை சுமார் 3-4 விநாடிகளுக்கு சுவிட்ச் ஆன் செய்யவும். பிறகு சுவிட்ச் ஆஃப் செய்து விட்டு கெப்பாசிட்டுரின் டெர்மினல்களை தொடாமல் இன்சுலேட்டட் பிளேயர் உதவியால் சப்ளை டெர்மினல்களை அகற்றவும். ஸ்குரு ட்ரைவர் உதவியுடன் கெப்பாசிட்டுர் டெர்மினல்களை சார்ட் செய்யவும். ஒரு பிரகாசமான தீப்பொறி தென்பட்டால் கெப்பாசிட்டுர் செயற்படும் நிலையில் உள்ளது. மந்தமான தீப்பொறி அல்லது தீப்பொறி ஏற்படவில்லையெனில் கெப்பாசிட்டுர் பலவீனமாக அல்லது திறந்துள்ளது என கருத வேண்டும்.



குறைந்த திறன் உடைய கெப்பாசிட்டுர்கள் நல்ல நிலையில் இருந்தாலும், தீப்பொறி குறைவாகவே இருக்கும். மேலும் அடுத்த பத்தியில் விவரிக்கப்படும் ஓம்மீட்டர் சோதனை கெப்பாசிட்டுரின் மதிப்பை காட்டாது. எனவே கெப்பாசிட்டுரின் திறனை சோதிப்பது அவசியம் அதைப்பற்றி பிறகு பார்ப்போம்.

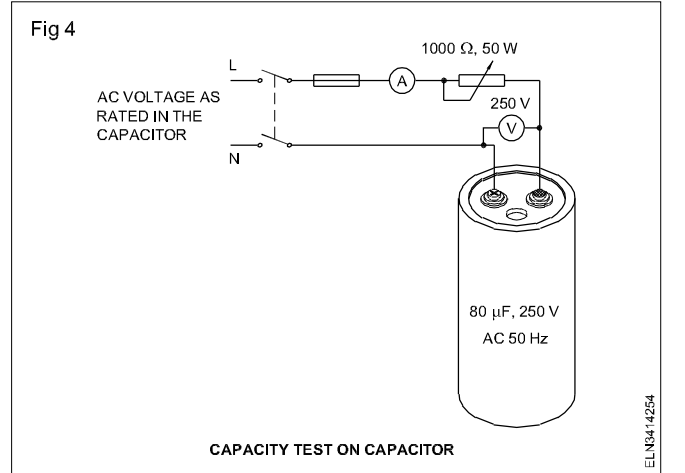


**ஓம்மீட்டர் சோதனை (Ohmmeter test):** ஓம்மீட்டரை பயன்படுத்தும் முன், ஓம்மீட்டர் சேதமடைவதை தடுக்க, கெப்பாசிட்டரை முழுவதுமாக டிஸ்சார்ஜ் செய்ய வேண்டும். ஓம்மீட்டரை ரெசிஸ்டன்ஸ் வரம்புக்கு செட் செய்து ஜீரோ ஓம்மிற்காக சரி செய்யவும். கெப்பாசிட்டரின் டெர்மினல்களை ஓம்மீட்டரின் முனைகளின் மூலம் தொட்டு, மீட்டரின் நகர்தலை கவனிக்கவும். மீட்டரின் முள் ஜீரோவை நோக்கி நகர்ந்து பிறகு எண்ணிலடங்கா (infinity) வை நோக்கி நகர்ந்தால் கெப்பாசிட்டர் வேலை செய்கிறது என்று பொருள். சோதிக்கும் முனைகளை மாற்றி, மீண்டும் சோதிக்கவும். நல்ல கெப்பாசிட்டரில் முள் மீண்டும் அதே போல் நகரும். கெப்பாசிட்டர் திறந்திருந்தால் முள் ஜீரோவுக்கு போகாது. ஆனால் இன்ஃபினிட்டி (infinity) பக்கமே இருக்கும். மறுபுறம் கெப்பாசிட்டர் சார்ட் ஆகியிருந்தால் முள் ஜீரோநிலையில் இருக்கும். இன்ஃபினிட்டி பக்கமே போகாது. இந்த விபரங்கள் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



**திறன் சோதனை (Capacity test):** படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு இணைக்கப்பட வேண்டும். அம்மீட்டரை பாதுகாக்க, சுவிட்ச் ஆன் செய்யப்படும் பொழுது மின்தடையை அதிகபட்ச மதிப்பு வைக்கவும். ஒரு வேளை, கெப்பாசிட்டர் வெடிப்பதால் ஏற்படும் காயங்களை தடுக்க அதனை அட்டைபெட்டி அல்லது மரப்பெட்டியின் உள்ளே வைக்கவும். மின்தடை முழுவதுமாக துண்டிக்கப்பட்ட பிறகு அம்மீட்டர் மற்றும் வோல்ட் மீட்டரின் அளவீடுகள் எடுக்கப்பட வேண்டும். மீட்டர்

அளவீடுகளில் இருந்து கெப்பாசிட்டரின் திறன் வரம்பை மைக்ரோ ஃபரட்டில் கண்டுபிடிக்க முடியும்.



$$\text{ஃபரட்டில் கெப்பாசிட்டரின் திறன் } C_F = \frac{I}{2\pi FV}$$

மைக்ரோ ஃபரட் கெப்பாசிட்டரின் திறன்

$$C_{mf} = \frac{I \times 10^6}{2\pi FV}$$

$$= \frac{3182 \times I}{V} \text{ microfarads.}$$

கெப்பாசிட்டரின் திறன், குறிக்கப்பட்ட மதிப்பை விட 20% அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இருந்தால், அதை மாற்ற வேண்டும்.

**கெப்பாசிட்டரில் இன்சுலேஷன் சோதனை (Insulation test on capacitors):** BIS 1709-1984-ன் பரிந்துரையின் படி இன்சுலேஷன் சோதனையை கெப்பாசிட்டரின் ஷன்ட் செய்யப்பட்ட டெர்மினல்களுக்கும் மற்றும் உலோக குவளைக்கும் இடையே செய்யப்பட வேண்டும். 500V மெக்கர்/ இன்சுலேஷன் டெல்டா மூலம் அளக்கும் பொழுது 100 மெகா ஓம்மிற்கு குறைவாக இருக்க கூடாது. குவளையானது (can) மின்கடத்தா பொருளாக இருந்தால், கெப்பாசிட்டர் டெர்மினல்களுக்கும் மற்றும் குவளையை (can) தாங்கும் உலோக பட்டைக்கும் இடையே சோதனை செய்யப்பட வேண்டும்.

**நிரந்தர கெப்பாசிட்டுர் மோட்டார் - கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், கெப்பாசிட்டுர் ரன் மோட்டார் மற்றும் ஷேடட் போல் மோட்டார் (Permanent capacitor motor - capacitor-start, capacitor-run motor and shaded pole motor)**

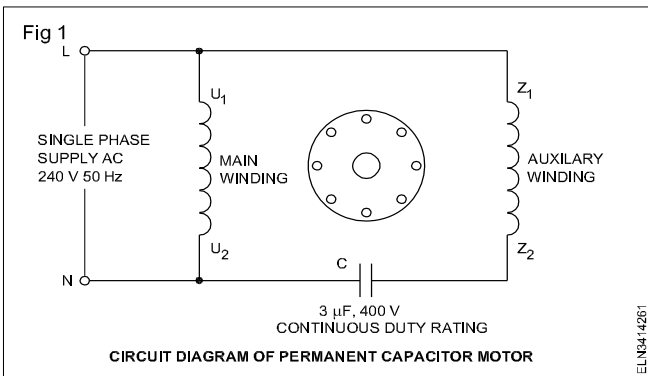
**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஒற்றை மற்றும் இரு மதிப்பு கெப்பாசிட்டுர் ஸ்டார்ட், கெப்பாசிட்டுர் ரன் மோட்டார்களின் வேறுபாட்டை காணல்
- நிரந்தர கெப்பாசிட்டுர் மோட்டாரின் செயற்பாட்டை விளக்குதல், அதன் குணாதிசயம் மற்றும் பயனை விளக்குதல்
- கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், கெப்பாசிட்டுர் ரன் மோட்டாரின் செயற்பாட்டை விளக்குதல், அதன் குணாதிசயம் மற்றும் பயனை விளக்குதல்.

கீழே குறிப்பிட்டவாறு கெப்பாசிட்டுர் ஸ்டார்ட் கெப்பாசிட்டுர் ரன் மோட்டார்கள் இரு வகைப்படுகிறது.

- நிரந்தர கெப்பாசிட்டுர் மோட்டார் (ஒற்றை மதிப்பு கெப்பாசிட்டுர் மோட்டார்)
- கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், கெப்பாசிட்டுர் ரன் மோட்டார் ( இரு மதிப்பு கெப்பாசிட்டுர் மோட்டார்)

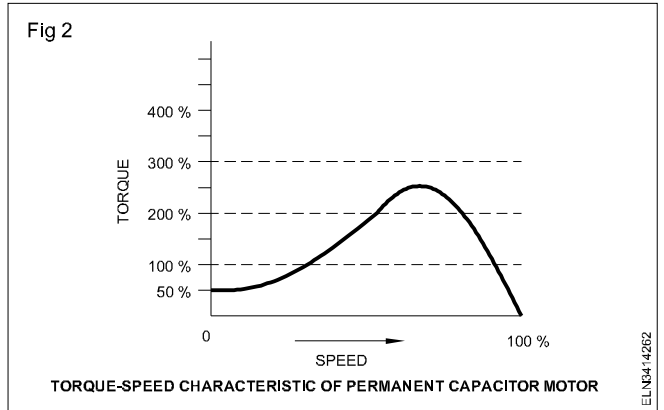
**நிரந்தர கெப்பாசிட்டுர் மோட்டார் (Permanent capacitor motor):** மின்விசிறிகளில் வழக்கமாக பயன்படும் இவ்வகை மோட்டார் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் அதிகமாக தேவைப்படாத இடங்களில் இந்த மோட்டார் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. அதே வேளையில் சென்ட்ரிஃப்ப்யூகல் சுவிட்ச் தவிர்க்கப்படுவதால், சுலபமாக பராமரிக்க முடிகிறது. கெப்பாசிட்டுர் ஆக்சிலரி வையிண்டிங்குக்கு சீரியஸ்ஸில் இணைக்கப்பட்டு இயக்கம் முழுமைக்கும் தொடர்ந்து இருக்கும். இக்கெப்பாசிட்டுர்கள் ஆயில் வகை கட்டமைப்பு மற்றும் தொடர் பணி வரம்பு கொண்டவை.



குறைந்த விசைத்திறனை தடுக்க, கன்டென்சரின் (Condenser) திறன் குறைவாக இருப்பதால், ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் ஃபுல்லோடு டார்க்கில் 50 முதல் 80% ஆக குறைகிறது.

மோட்டாரின் டார்க் வேக குணாதிசயம் படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த மோட்டார்

கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார் இயங்கும் அதே தத்துவத்தில், குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் ஆனால் ஸ்டார்ட்டிங் மற்றும் ரன்னிங் தருணங்களில் அதிகமான பவர் ஃபேக்டர் உடன் இயங்குகிறது.

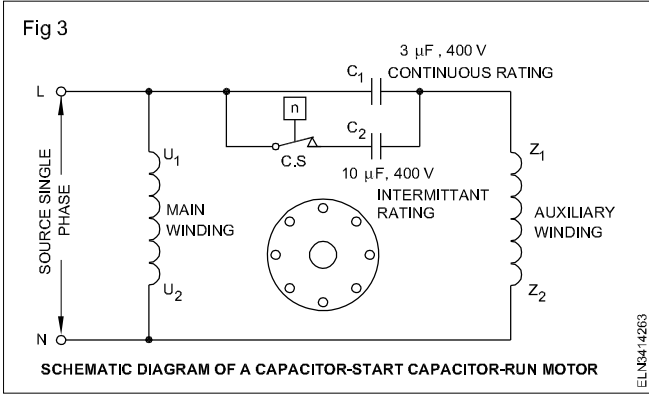


இந்த மோட்டார் குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க், சுழலும் திசையை சுலபமாக மாற்றத்தக்க, நிலையான பளு வேலைகளுக்கு மற்றும் இயக்கத்தின் பொழுது அதிக பவர் ஃபேக்டர் தேவைப்படும் இயக்கங்களுக்கு மிகவும் தகுந்ததாக இருக்கிறது. உதாரணமாக மின்விசிறிகள், மின் தூண்டல் முறைப்படுத்தி, ஃபர்னஸ் கட்டுப்பாடு மற்றும் ஆர்க் வெல்டிங் கட்டுப்பாடுகள் போன்றவை ஒரே வரம்பு உள்ள கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரை விட இது மலிவானது.

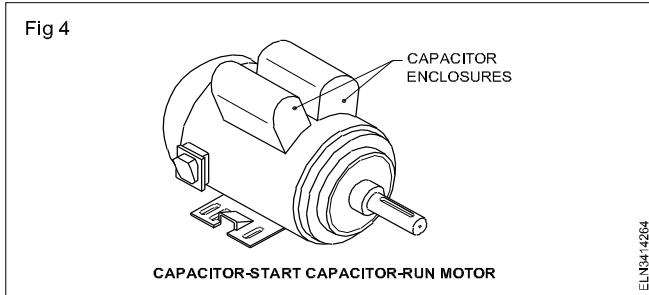
**கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், கெப்பாசிட்டுர் ரன் மோட்டார் (Capacitor-start, capacitor-run motors):** ஏற்கனவே விவாதிக்கப்பட்டவாறு கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார், ஃபுல்லோடு டார்க்கில் 300% அளவிற்கு சிறப்பான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை கொண்டவை. ஸ்டார்ட்டிங் தருணத்தில் அதன் பவர் ஃபேக்டர் அதிகமாக இருக்கிறது. இருப்பினும் அதன் ரன்னிங் டார்க் சிறப்பாக இல்லை மற்றும் ஓடும் பொழுது பவர் ஃபேக்டர் குறைவாக இருக்கிறது. மேலும் அவைகள் குறைவான விசைத்திறனை கொண்டவை மற்றும்

ஓவர்லோடுகளை ஏற்றுக் கொள்ள இல்லாதவைகள் ஆகும்.

இரு மதிப்பு கெப்பாசிட்டுர் மோட்டாரை பயன்படுத்துவதன் மூலம் இப்பிரச்சனைகள் நீக்கப்படுகிறது. இதில் ஒரு electrolytic (குறுகிய பணி) வகை பெரிய கெப்பாசிட்டுர் துவக்குவதலுக்காகவும், ஒரு சிறிய எண்ணெய் நிரப்பப்பட்ட (தொடர் பணி) வகை கெப்பாசிட்டுர் ஓடுதலுக்காகவும் பயன்படுகிறது. படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு அவைகள் ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்வுடன் இணைக்கப்படுகின்றன.



படம் 4 அவ்வகை மோட்டாரின் பொது தோற்றத்தை காட்டுகிறது. இந்த மோட்டார் கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட்டிங், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார் இயங்கும் அதே தத்துவத்தின் படி இயங்குகிறது. விதி விலக்காக கெப்பாசிட்டுர் C<sub>1</sub> மின்சுற்றில் எப்பொழுதுமே இருப்பதால், இவற்றின் ஓடும் செயற்பாட்டில் பெரிய அளவு மாற்றங்கள் இருக்கிறது.



துவக்க வேகம், குறிப்பிட்டுள்ள வேகத்தில் 75% அடைந்தவுடன், குறுகிய பணி வரம்புள்ள

### ஷேடட் போல் மோட்டார் (The shaded pole motor)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

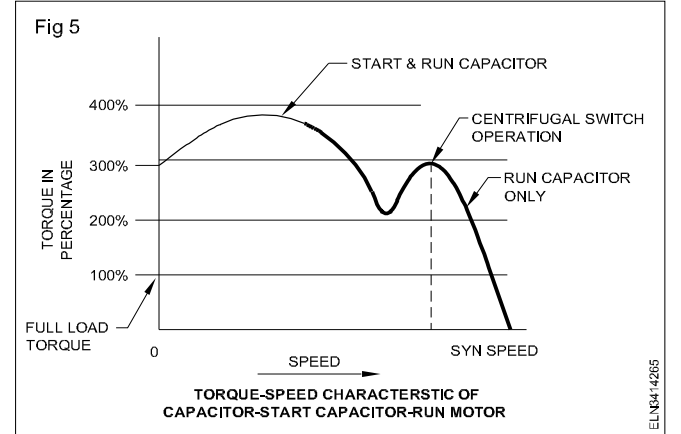
- ஷேடட் போல் மோட்டாரின் கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாட்டை விளக்குதல்
- ஷேடட் போல் மோட்டாரின் செயற்பாட்டின் தத்துவத்தை விளக்குதல்
- ஷேடட் போல் மோட்டாரின் குணாதிசயம் மற்றும் அதன் பயன்பாட்டை விளக்குதல்.

ஷேடட் போல் மோட்டார் (Shaded pole motor): இந்த மோட்டார் உருவ துருவங்களுடன்

ஸ்டார்ட்டிங் கெப்பாசிட்டுர், ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கில் இருந்து சென்ட்ரிஓப்ப்யூகல் சுவிட்சின் உதவியுடன் துண்டிக்கப்படுகிறது.

குணாதிசயங்கள் (Characteristic): இம் மோட்டாரின் டார்க் வேக குணாதிசயம் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இம்மோட்டார் பின்வரும் நன்மைகளை கொண்டுள்ளது.

- ஸ்டார்ட்டிங் டார்க், ஓபுல் லோடு டார்க்கில் 300%ஆக இருக்கிறது.



- ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட் குறைவாக இருக்கிறது. ரன்னிங் கரண்ட்டில் 2 முதல் 3 மடங்காக
- ஸ்டார்ட்டிங் மற்றும் ரன்னிங் P.F. நன்றாக இருக்கிறது.
- அதிக திறமையான ஓட்டம்
- இரைச்சல் இல்லாத இயக்கம்
- ஓபுல்லோடு திறனில் 125% வரை லோடு செய்ய முடியும்.

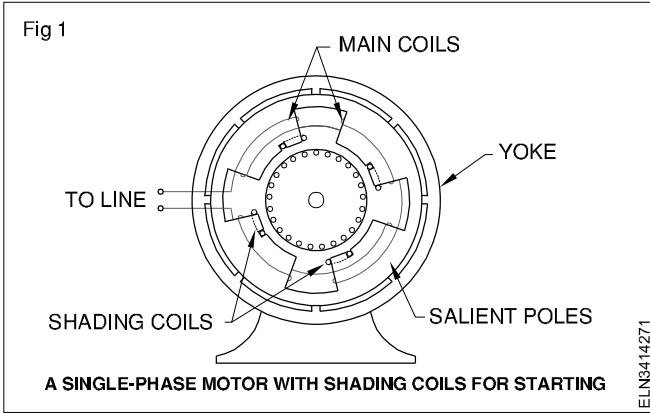
பயன்பாடு (Application): இந்த மோட்டார்கள் அதிக ஸ்டார்ட்டிங் டார்க், அதிக விசைத்திறன், அதிக பவர் ஓபேக்டர் மற்றும் அதிக பளு ஏற்ற தேவைப்படும் இடங்களான கம்பிரஸர்கள், குளிர்சாதன பெட்டிகள், ஏர்-கண்டிசர்னர்களில் பயன்படுகின்றன. ஒரே திறனுடைய கெப்பாசிட்டுர் - ஸ்டார்ட்டிங், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டாரை விட இந்த மோட்டாரின் விலை அதிகம்.

### ஷேடட் போல் மோட்டார் (The shaded pole motor)

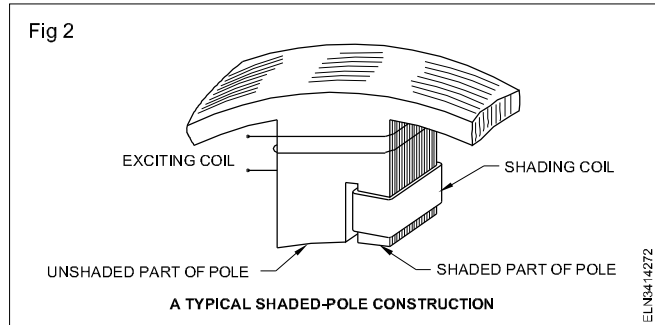
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஷேடட் போல் மோட்டாரின் கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாட்டை விளக்குதல்
- ஷேடட் போல் மோட்டாரின் செயற்பாட்டின் தத்துவத்தை விளக்குதல்
- ஷேடட் போல் மோட்டாரின் குணாதிசயம் மற்றும் அதன் பயன்பாட்டை விளக்குதல்.

ஷேடட் போல் மோட்டார் (Shaded pole motor): இந்த மோட்டார் உருவ துருவங்களுடன் (salient poles) கூடிய யோக் (yoke) மற்றும் ஸ்குரில் கேஜ் வகை ரோட்டாரை படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு உள்ளது.



**ஷேடட் போல்-ன் கட்டமைப்பு (Construction of a shaded pole):** ஷேடட் போல் தகடானது (lamination) ஸ்டீல்களால் செய்யப்பட்டு, துருவத்தின் ஒரு முனையில் இருந்து மூன்றில் ஒரு பாக தூரத்தில் அந்த லேமினேஷனில் பள்ளம் வெட்டப்பட்டு இருக்கிறது. துருவத்தின் அந்த சிறிய பாகத்தில் குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்ட ஒரு செம்பு வளையம் வைக்கப்பட்டு இருக்கிறது. அதனை ஷேடிங் காயில் (shading coil) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் துருவத்தின் இப்பகுதியை shaded part என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. துருவத்தின் எஞ்சிய பாகத்தை unshaded part என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதனை படம் 2-ல் தெளிவாக காட்டப்பட்டுள்ளது.



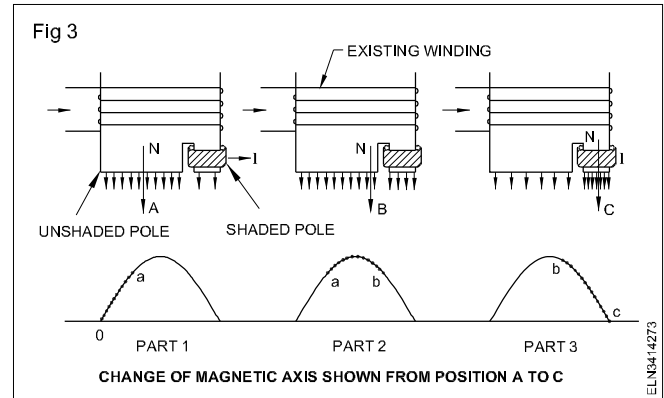
துருவத்தை சுற்றி AC சப்ளையுடன் இணைக்கப்பட்ட காந்த எழுச்சி (exciting) காயில்கள் அமைக்கப்பட்டு உள்ளன. அந்த காயில்களுக்கு AC supply கொடுக்கப்படும் பொழுது, அடுத்த பத்தியில் விளக்கப்பட்டுள்ளதைப் போல் காந்த அச்சு நிழல் இல்லாத துருவ பகுதியில் இருந்து நிழற் துருவ பகுதிக்கு நகர்கிறது. இந்த அச்சின் காந்த நகர்தல் இயற்றுருவங்களின் நகர்தலுக்கு இணையாக இருக்கிறது.

இந்த நகரும் காந்த அச்சு, ரோட்டார் கடத்திகளை வெட்டுகிறது. ஆகவே ரோட்டாரில் சுழலும் டார்க் உண்டாகிறது. இந்த டார்க் மூலம் ரோட்டார் காந்த அச்சு நகரும் திசையில் சுழல துவங்குகிறது. நிழல் இல்லாத பாகத்தில் இருந்து

நிழல் பாகத்திற்கு காந்த அச்சு நகர்வதை கீழ்க்கண்டவாறு விளக்க முடியும்.

நிழல் காயில் கனமான காப்பரால் ஆனதால் அது குறைந்த மின்தடையை பெற்றுள்ளது. ஆனால் இரும்பு கோரின் உள்ளே வைக்கப்பட்டு உள்ளதால் அதிக மின்தூண்டு தடையை கொண்டுள்ளது.

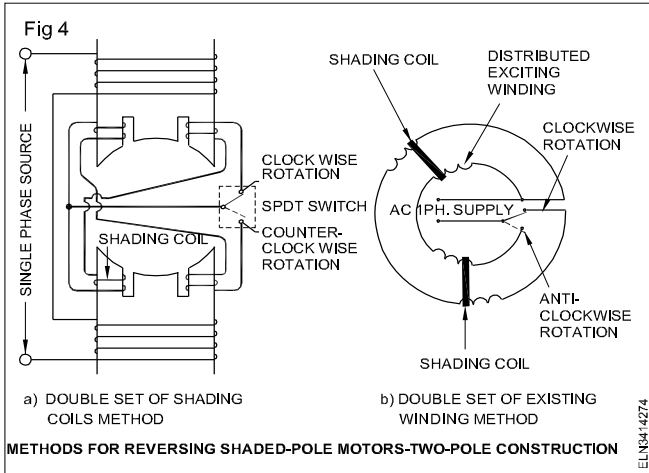
தூண்டு வையிண்டிங் AC supply உடன் இணைக்கப்படும் பொழுது அதன் வழியாக சைன் வேவ் மின்னோட்டம் செல்கிறது. படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு AC மின்னோட்டத்தின் நேர்திசை அரை சுழற்சியை கருத்தில் எடுத்துக் கொள்வோம். மின்னோட்டம் ஜீரோவில் இருந்து புள்ளி 'a' வரை உயரும் பொழுது மின்னோட்டத்தில் மாற்றம் மிக வேகமாக இருக்கிறது. எனவே ஓப்பாரடேவின் மின் காந்த தூண்டல் விதிப்படி ஷேடிங் காயிலில் ஓர் EMF தூண்டப்படுகிறது. அந்த தூண்டப்படும் EMF ஷேடிங் காயிலில் மின்னோட்டத்தை உருவாக்கி, அதன் மூலம் ஒரு ஓப்ளக்ஸ் உருவாகி அது லென்ஸ் விதிப்படி மெயின் ஓப்ளக்ஸை எதிர்க்கிறது.



அந்த உருவான ஓப்ளக்ஸ் ஷேடட் பகுதியில் உள்ள மெயின் ஓப்ளக்ஸை எதிர்ப்பதால் படம் 3-ல் ஓப்ளக்ஸ் அம்புக்குறி வடிவில் காட்டப்பட்டவாறு, அந்த பகுதியில் மெயின் ஓப்ளக்ஸ் குறைந்த பட்ச மதிப்பிற்கு குறைகிறது. படம் 3 பாகம் 1-ல் நீண்ட அம்புக்குறி மூலம் காட்டப்பட்டவாறு இதன் விளைவாக காந்த அச்சு, நிழல் இல்லாத பகுதியின் நடுவில் இருக்கிறது. படம் 3 பாகம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு மின்னோட்டம் புள்ளி 'a' -ல் இருந்து 'b' -க்கு உயரும் பொழுது அதன் மாறுதல் மெதுவாக இருப்பதால், ஷேடிங் காயிலில் தூண்டப்படும் EMF மற்றும் அதன் விளைவாக மின்னோட்டம் குறைந்த பட்சமாக இருப்பதால், மெயின் ஓப்ளக்ஸ் நிழற் பகுதியின் வழியாக செல்ல இயலும்.

இதனால் காந்த அச்ச மொத்த துருவத்தின் மையத்திற்கு படம் 3 பாகம் 2-ல் அம்புக்குறி மூலம் காட்டப்பட்டவாறு நகர்கிறது. அடுத்து படம் 3-ல் பாகம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு மின்னோட்டம் 'b'-ல் இருந்து 'c'-க்கு இறங்கும் பொழுது அதிகபட்சத்தில் இருந்து குறைந்த பட்சத்திற்கு அதன் மாறுதல் வேகமாக இருக்கிறது. அதனால் ஷேடிங் ரிங்கில் அதிக மின்னோட்டம் தூண்டப்படுவதால் அது மெயின் ஃப்ளக்ஸ் குறைவதை எதிர்ப்பதால், நிழற் துருவ பகுதியில் காந்த அடர்த்தியை (flux density) அதிகரிக்கிறது. இதனால் காந்த அச்ச ஷேட் பகுதியின் மையத்திற்கு படம் 3 பாகம் 3-ல் அம்புக்குறி மூலம் காட்டப்பட்டவாறு நகர்கிறது.

சாதாரண இவ்வகை மோட்டார்களில் திசையை மாற்ற முடியாது. திசையை மாற்றுவதற்காக சிறப்பு வடிவமைக்கப்பட்ட நிழற் துருவ மோட்டார்களின் திசையை மாற்ற முடியும். அவ்வாறான இரு வகைகள் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



- இரட்டை ஷேடிங் காயில்கள் முறையை காட்டுகிறது.
- இரட்டை காந்த எழுச்சி வையிண்டிங் முறையை காட்டுகிறது. (exciting winding)

ஷேட் போல் மோட்டார்கள் வணிகரீதியாக மிக சிறிய அளவில் தோராயமாக 1/250 HP முதல் 1/6 HP வரை, தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை மோட்டார்கள் சுலபமான கட்டமைப்பு மற்றும் மலிவாக இருந்தாலும் சீழே சொல்லப்பட்ட பின்னடைவுகளை கொண்டுள்ளது.

- குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்
- மிக குறைவான ஓவரலோடு திறன்
- குறைவான வினைத்திறன்

இந்த மோட்டார்களின் வினைத்திறன் 5% முதல் 35% வரை மட்டுமே. இது குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் கொண்டுள்ளதால் இம்மோட்டார்கள் சிறிய மேசை விசிறிகள், பொம்மைகள் அளக்கும் கருவிகள், கேசு உலர்த்திகள், விளம்பர பதாகை அமைப்புகள் மற்றும் மின் கடிகாரங்களில் பொதுவாக பயன்படுகிறது.

## யூனிவர்சல் மோட்டார் (Universal motor)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- யூனிவர்சல் மோட்டாரை அதன் கட்டமைப்பை சார்ந்து DC சீரிஸ் மோட்டாருடன் ஒப்பிடுதல்
- யூனிவர்சல் மோட்டாரின் இயக்கம், குணாதிசயம் மற்றும் பயன்பாடுகளை விளக்குதல்
- சுழலும் திசையை மாற்றும் முறைகளை விளக்குதல்
- யூனிவர்சல் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறைகளை விவரித்தல்.

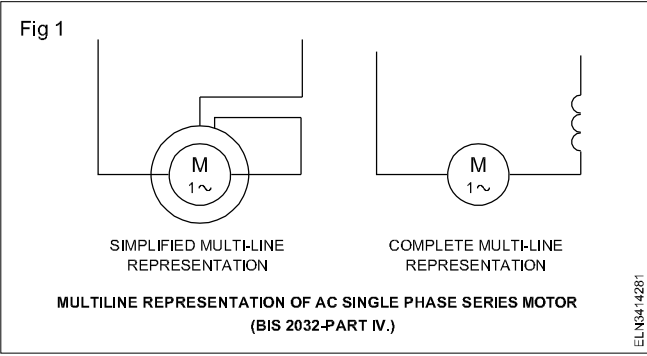
யூனிவர்சல் மோட்டாரை DC சீரிஸ் மோட்டாருடன் ஒப்பிடுதல் (Comparison between a universal motor and a DC series motor): யூனிவர்சல் மோட்டாரானது AC மற்றும் DC ஆகிய இரண்டு சப்ளைகளில் இயங்கக் கூடிய ஒன்றாகும். இது அதிக வேகத்தின் காரணமாக மற்ற AC மோட்டார்களை காட்டிலும், அதிக குதிரை திறன்/ கிலோ எடை கொண்டது. இது DC

மோட்டார் இயங்கும் அதே தத்துவத்தின் படி இயங்குகிறது.

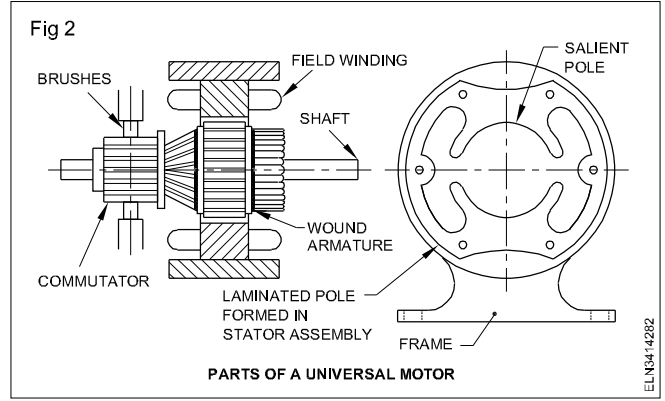
யூனிவர்சல் மோட்டார் DC சீரிஸ் மோட்டாரை போன்று தோன்றினாலும் AC சப்ளையில் இயக்கப்படும் பொழுது, அதிக மின் தூண்டுதலை மற்றும் ஆர்மேச்சூர் ரியாக்ஷனால் ஏற்படக் கூடிய தீப்பொறியை தடுக்க, அதன் கட்டமைப்பு,

வையிண்டிங் மற்றும் பிரஷ்ஷின் தரத்தில் தக்க மாற்றங்கள் தேவைப்படுகிறது.

எனவே யூனிவர்சல் மோட்டார் என்பதை 50Hz-க்கு மிகாத ஃபிரிக்குவன்சி கொண்ட சிங்கிள் பேஸ் மாறுதிசை மின்னோட்டத்திலோ அல்லது ஏறக்குறைய சமமான RMS வோல்ட்டேஜ்ஜில் நேர்திசை மின்னோட்டத்திலோ இயங்கத் தக்கவாறு வடிவமைக்கப்பட்ட சீரிஸ் அல்லது ஈடு செய்யப்பட்ட (compensated) சீரிஸ் மோட்டார் என்று வரையறுக்கலாம். மேலும் யூனிவர்சல் மோட்டாரை AC சிங்கிள் பேஸ் சீரிஸ் மோட்டார் என்றும் அழைக்கலாம். அதனை B.I.S. 2032 பாகம் IV படி பலவரி உருவமைப்புப் படத்தை படம் 1 காட்டுகிறது.



யூனிவர்சல் மோட்டாரின் முக்கிய பாகங்களான ஆர்மேச்சூர், ஃபீல்ட் வையிண்டிங், ஸ்டேட்டாரின் தகட்டு தொகுப்பு (stator stampings), சட்டம் (frame), இறுதி தகட்டு (end plates) மற்றும் பிரஷ்களை படம் 2-ல் காணலாம்.



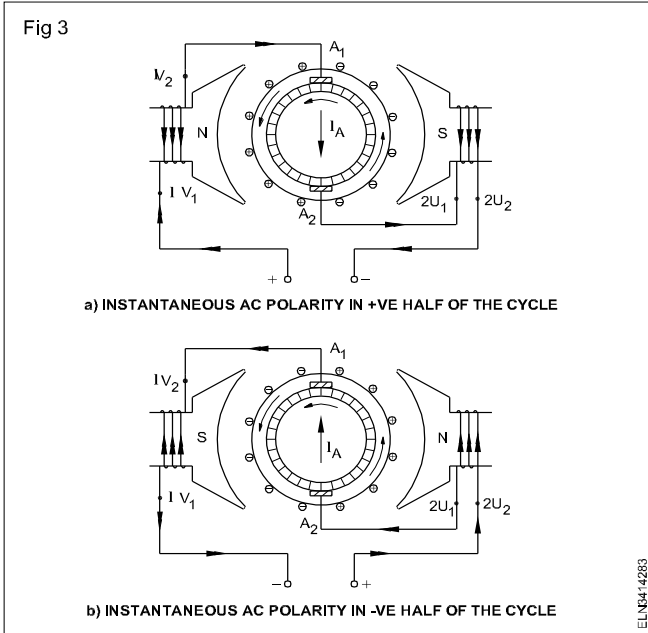
AC-யில் இயங்கும் பொழுது பிரஷ்களில் ஏற்படும் அதிகமான தீப்பொறிகளை பின்வரும் வழிமுறைகளின் படி குறைக்கப்படுகிறது.

- ஆர்மேச்சூரின் M.M.F-யை மட்டுப்படுத்த ஈடு செய்யும் வையிண்டிங் அமைக்கப்படுகிறது. இந்த ஈடு செய்யும் வையிண்டிங், குறுக்கு சுற்று செய்யப்பட்ட வையிண்டிங்காகவோ அல்லது ஆர்மேச்சூர் உடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்ட வையிண்டிங்காகவோ இருக்கிறது.
- ஆர்மேச்சூருக்கு சீரிஸ்ஸாக இணைக்கப்பட்ட ஈடு செய்யும் இடை துருவ (inter-poles) களை ஸ்டேட்டாரில் அமைக்கப்படுகிறது.
- பிரஷ் நிலைகளில் ஏற்படும் தீப்பொறியை குறைக்க, அதிக தொடும் மின்தடை (contact resistance) கொண்ட பிரஷ்களை அமைக்கப்படுகிறது.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை ஒரு யூனிவர்சல் மோட்டார் மற்றும் DC சீரிஸ் மோட்டாருக்கும் இடையேயுள்ள வித்தியாசத்தை காட்டுகிறது

யூனிவர்சல் மோட்டார்	DC சீரிஸ் மோட்டார்
AC மற்றும் DC சப்ளைகளில் இயக்க முடியும்	DC சப்ளையில் சுமுகமாக இயங்கும். ஆனால் AC சப்ளையில் இணைக்கப்படும் பொழுது, அதன் பிரஷ் நிலைகளில் அதிக தீப்பொறி ஏற்படுகிறது. மற்றும் ஆர்மேச்சூர் ரியாக்ஷன் மற்றும் கடினமான காடுடேஷன் விளைவால் அதிக சூடாகிறது.
பெரிய இயந்திரங்களுக்கு ஈடு செய்யும் வையிண்டிங் தேவைப்படுகிறது.	ஈடு செய்யும் வையிண்டிங் தேவைப்படுவதில்லை
பெரிய இயந்திரங்களில் இடை துருவங்கள் இருக்கின்றன.	இடை துருவங்கள் தேவைப்படுவதில்லை.
அதிக மின்தடை வகை பிரஷ்கள் தேவைப்படுகிறது.	வழக்கமான வகை பிரஷ்கள் போதுமானவை
காற்று இடைவெளி குறைந்தபட்சமாக வைக்கப்படுகிறது	வழக்கமான காற்று இடைவெளி கடைபிடிக்கப்படுகிறது.

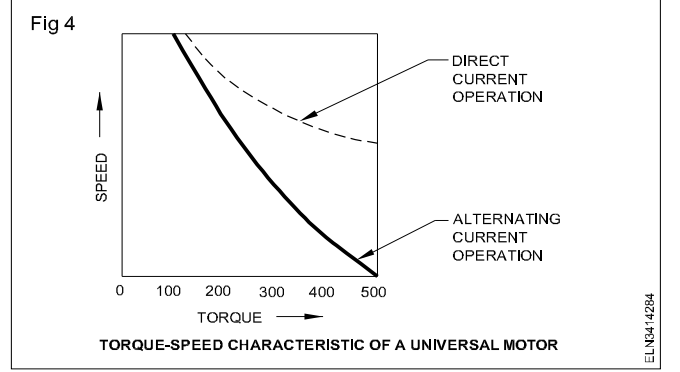
**இயக்கம் (Operation):** யூனிவர்சல் மோட்டார், DC மோட்டார் இயங்கும் அதே தத்துவத்தின் படி இயங்குகிறது. அதாவது மெயின் ஃபீல்ட் ஃப்ளக்ஸ்க்கும் மற்றும் ஆர்மேச்சூரின் மின் கடத்தும் கடத்தியால் உருவாகும் ஃப்ளக்ஸ்க்கும் இடையேயான உள் இயக்கத்தால் ஆர்மேச்சூர் கடத்தியில் ஒரு விசை உருவாகிறது. யூனிவர்சல் மோட்டார் AC அல்லது DC சப்ளையில் இயங்கும் பொழுது அது ஒரே திசையில் டார்க்கை உருவாக்குகிறது. யூனிவர்சல் மோட்டார் AC சப்ளையில் இயங்குவதை படம் 3 காட்டுகிறது. AC இயக்கத்தில் அதன் ஃபீல்ட் மற்றும் ஆர்மேச்சூர் மின்னோட்டம், இரண்டுமே அதன் மின் முனைகளை ஒரே நேரத்தில் மாற்றுவதன் விளைவாக ஒரே திசையிலான டார்க் உருவாகிறது.



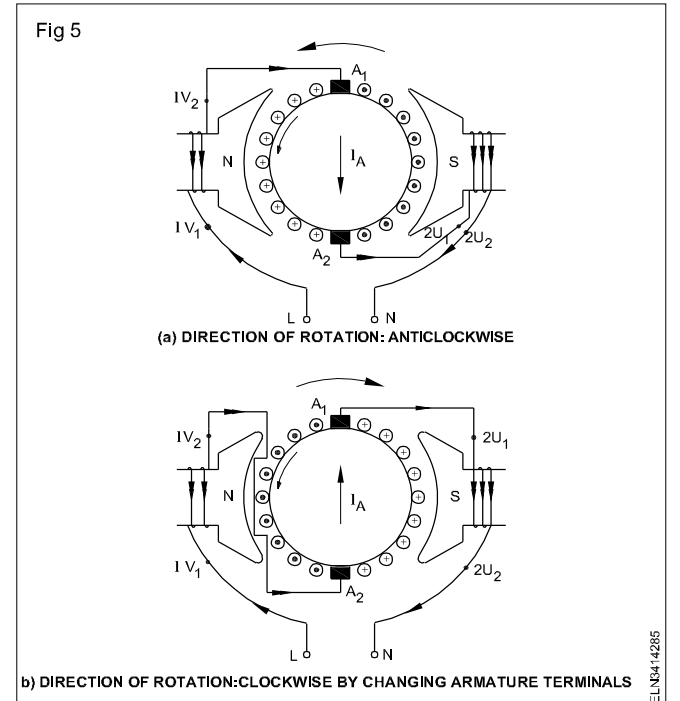
**குணாதிசயம் மற்றும் பயன்பாடு (Characteristic and application):** யூனிவர்சல் மோட்டாரின் வேகம், லோடுக்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கிறது. அதாவது ஃபுல்லோடில் வேகம் குறைவாகவும், நோ-லோடில் வேகம் அதிகமாக இருக்கும். நோ - லோடில் ஃபீல்டு ஃப்ளக்ஸ் குறைவாக இருப்பதால் அதன் வேகம் அபாயகரமான அளவை அடைகிறது. நோ - லோடு வேகத்தை அதன் சொந்த உராய்வு மற்றும் காற்று இழப்புகள் மட்டுமே கட்டுப்படுத்துகின்றன. எனவே இவ்வகை மோட்டார்கள் நோ - லோடில் ஓடுவதையும் அதன் மூலம் அதிக வேகத்தில் ஓடுவதை தடுக்கவும், நிரந்தர லோடு அல்லது பற்சக்கர கியருடன் (Gear trains) இணைக்கப்படுகிறது.

படம் 4 ஒரு யூனிவர்சல் மோட்டாரின் AC மற்றும் DC ஆகிய இரு இயக்கத்திற்கான மாதிரி டார்க்

வேகத்திற்கான தொடர்பை காட்டுகிறது. மற்ற எந்தவொரு சிங்களிள் பேஸ் மோட்டாரை விடவும் அதிகமான துவக்கத்தில் ஃபுல்லோடு டார்க்கில் 450 சதவிகித டார்க்கை இம்மோட்டார் உருவாக்குகிறது. யூனிவர்சல் மோட்டார்கள், தூசி உறிஞ்சிகள் (vacuum cleaners), உணவு கலப்பான்கள் (food mixers), portable drills மற்றும் வீட்டு தையல் இயந்திரங்களில் பயன்படுகிறது.

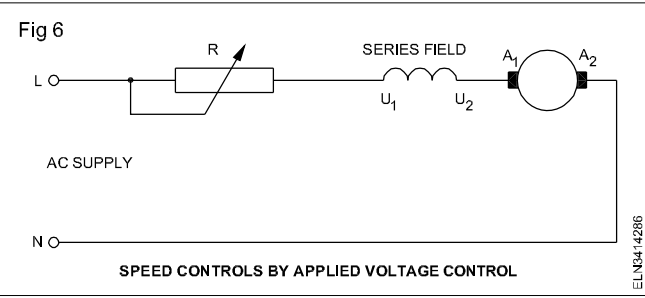


**சுழற்சியை மாற்றுதல் (Change of rotation):** ஆர்மேச்சூர் மற்றும் ஃபீல்ட் வையிண்டிங்கில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றுவதன் மூலம் யூனிவர்சல் மோட்டாரின் சுழலும் திசையை மாற்ற முடியும். படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு பிரஷ்ஷின் முனைகளை (leads) பரிமாற்றம் செய்வது சுலபமாகும். இருப்பினும் ஈடு செய்யும் வையிண்டிங் கொண்ட யூனிவர்சல் மோட்டாரில் ஆர்மேச்சூர் டெர்மினல்களை பரிமாற்றம் செய்யும் பொழுது ஓடும் பொழுது ஏற்படும் மிக அதிக தீப்பொறியை தடுக்க காம்பென்சேட்டிங் வையிண்டிங்கின் டெர்மினல்களையும் மாற்ற வேண்டும்.

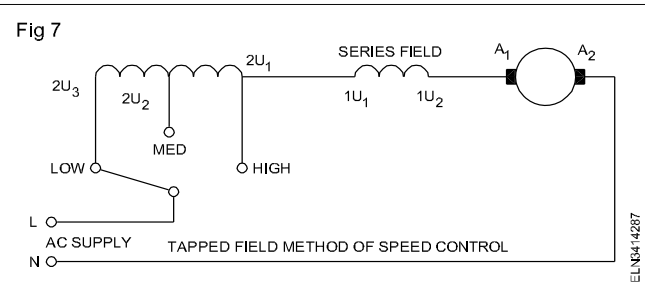


**யூனிவர்சல் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்துதல் (Speed control of universal motor):** யூனிவர்சல் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த பின்வரும் முறைகளை பின்பற்றப்படுகிறது.

**சீரிஸ் ரெசிஸ்டன்ஸ் அல்லது வழங்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை கட்டுப்படுத்தும் முறை (Series resistance or applied voltage control method):** மோட்டாருக்கு தொடர் இணைப்பில் உள்ள மாற்றத்தக்க மின்தடை இணைப்பதன் மூலம் மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த முடியும். கால் மிதி கட்டையால் இயக்கப்படும் (Foot-pedal operated) தையல் இயந்திரங்களில் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. படம் 6 அவ்வாறான இணைப்புகளை காட்டுகிறது.



**டேப்புடு ஃபீல்ட் முறை (Tapped field method):** இந்த முறையில் ஃபீல்ட் வையிண்டிங் ஆனது 2 அல்லது 3 இடங்களில் டேப்புடு (tapped) போடப்பட்டு, ஃபீல்ட் MMF-யை மாற்றுவதன் மூலம் வேகம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அவ்வாறான இணைப்பை படம் 7 காட்டுகிறது. வீட்டு உணவு மிக்ஸர் ஆகியவற்றில் இம்முறையில் தான் வேகம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

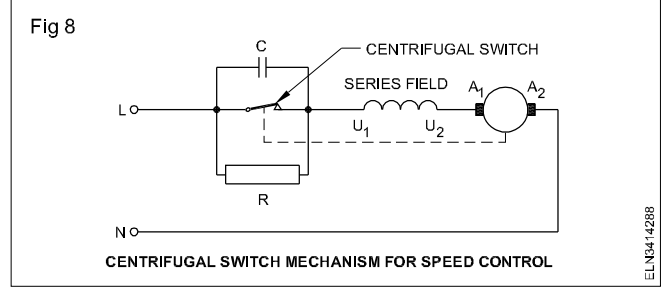


## யூனிவர்சல் மோட்டாரில் பழுது நீக்குதல் (Troubleshooting of universal motor)

- நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை
- யூனிவர்சல் மோட்டாரின் நன்மைகள் மற்றும் தீமைகளை கூறுதல்
  - யூனிவர்சல் மோட்டாரில் பழுது நீக்கும் முறைகளை விளக்குதல்.

பெயரில் கூறியிருப்பதை போல யூனிவர்சல் மோட்டார்கள் AC அல்லது DC சப்ளையில் இயக்க முடியும். ஒரு இணக்கமான வடிவமைத்தல் மூலம் 240 V 50 Hz AC அல்லது 240V DC-யில்

**சென்ட்ரிஃப்யூகல் சுவிட்ச் முறை (Centrifugal switch method):** மோட்டாருக்கு தொடர் இணைப்பில் உள்ள வெளிப்புற லீவர் மூலம் இயக்கப்படும் சென்ட்ரிஃப்யூகல் நுட்பத்தை படம் 8-ல் காணலாம். வேகம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அடையும் பொழுது, லீவரின் அமைப்பை பொருத்து, சென்ட்ரிஃப்யூகல் கருவியின் காண்டக்ட் திறப்பதால், மின்தடை 'R' மின்சுற்றுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இதனால் மோட்டாரின் வேகம் குறைகிறது.



மோட்டாரின் வேகம் முன்பே வரையறுக்கப்பட்ட அளவிற்கு குறையும் பொழுது சென்ட்ரிஃப்யூகல் சுவிட்ச்சின் காண்டக்ட் மூடுவதால் மோட்டார் மீண்டும் சப்ளையுடன் இணைக்கப்பட்டு வேகம் அதிகரிக்கிறது. சில மேம்பட்ட உணவு மிக்ஸர்களில் இவ்வகையான வேக கட்டுப்பாடு இருக்கிறது. வானொலி குறுக்கீட்டை நீக்க மற்றும் சுவிட்ச்சிங்கினால் ஏற்படும் தீப்பொறியை தடுக்க சென்ட்ரிஃப்யூகல் சுவிட்ச்சின் குறுக்கே ஒரு கெப்பாசிட்டுர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேற்கூறிய வேக கட்டுப்பாட்டு முறைகளை தவிர, சில உணவு மிக்ஸர்களில் வேகத்தை மின்னணுவியல் மூலம் (electronically) கட்டுப்படுத்த தைரிஸ்டர் (thyristor) பயன்படுத்தப்படுகிறது.



**யூனிவர்சல் மோட்டாரின் நன்மைகள் (Advantages of universal motors)**

- இம்மோட்டார் அதிக ஸ்டார்ட்டிங் டார்க்கை உருவாக்குகிறது மற்றும் பளு ஏற்றும் பொழுது டார்க் மற்றும் வேகத்தை அனுசரிக்கும் திறன் கொண்டவை.
- யூனிவர்சல் மோட்டார்கள் நேர்திசை மின்னோட்டம் அல்லது AC சப்ளையில் இயக்க முடியும்.
- டேப்புடு (Tapped) செய்யப்பட்ட ஃபீல்டு மூலம் இதன் வேகத்தை கலபமாக கட்டுப்படுத்த முடியும்.

**யூனிவர்சல் மோட்டாரின் தீமைகள் (Disadvantages of universal motors):**

- இம்மோட்டார்கள் 40,000 rpm வரையிலான அதிவேகத்தில் இயங்குவதால் கணிசமான காற்று இரைச்சல் ஏற்படுகிறது.
- மிக அதிகளவு பளு ஏற்றும் பொழுது சுழலாத நிலையில் மோட்டாருக்கு வழங்கப்படும் திறன்

அதிகரிப்பதாலும் மோட்டாரில் குளிர்விப்பான் இல்லாததாலும் குறுகிய நேரத்தில் அது எரிந்து போக கூடும்.

- இடைப்பட்ட பணிக்கு மட்டுமே பொருத்தமானது.
- இவை வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சியில் குறுக்கீடுகளை உண்டாக்க கூடியது.

**யூனிவர்சல் மோட்டாருக்கான பழுது நீக்கும் அட்டவணை (Troubleshooting chart for universal motor):** யூனிவர்சல் மோட்டாரில் ஏற்படக்கூடிய பழுதுகள், அவைகளின் காரணங்கள் சோதிக்கும் வழிகள் மற்றும் பரிந்துரைக்கப்பட்ட தீர்வுகள் ஆகியவை அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. யூனிவர்சல் மோட்டாரின் வடிவமைப்பு DC இயந்திரத்தை போன்று உள்ளதால், பயிற்சியாளர்கள் DC இயந்திரத்தால் பழுது நீக்கும் பட்டியலையும் பார்க்க அறிவுறுத்தப்படுகிறது.

**அட்டவணை 1**

**யூனிவர்சல் மோட்டாருக்கான பழுது நீக்கும் அட்டவணை**

பழுது	காரணங்கள்	சோதிக்கும் முறை	சரி செய்தல்
மோட்டார் ஸ்டார்ட்டி ஆகவில்லை	a ஃபீல்டு எரிந்ததால் வோல்ட்டேஜ் இல்லை	a வோல்ட் மீட்டர் அல்லது டெஸ்ட் லாம்ப் மூலம் சோதிக்கவும்	a எரிந்த ஃபீல்டுகளை மாற்றவும்.
	b ஸ்டார்ட்டரின் ஓவர் லோடு ரிலே திறந்து உள்ளது.	b வோல்ட் மீட்டர் அல்லது டெஸ்ட் லாம்ப் மூலம் ஆய்வு செய்யவும்	b ஓவர் லோடு ரிலே கான்டக்ட்டை ரீசெட் அல்லது சரி செய்யவும்.
	c முறையற்ற குறைந்த சப்ளை வோல்ட்டேஜ்	c வோல்ட் மீட்டர் மூலம் சோதனை செய்யவும்	c சுவிட்ச் மற்றும் ஃபீல்டுஸில் உள்ள தளர்வான இணைப்பை சரி செய்யவும்.
	d ஆர்மேச்சூர் அல்லது ஃபீல்ட் திறந்த சர்க்கியூட் ஆகியுள்ளது	d ஓம்மீட்டர் அல்லது மெக்கர் மூலம் சோதிக்கவும்	d சாத்தியமெனில் சரியான இணை அல்லது வையிண்டிங் - கை மாற்றவும்.
	e கார்பன் பிரஷ், காழு டேட்டருடன் சரியாக கான்டக்ட்டு ஆகவில்லை	e டெஸ்ட் லாம்ப் அல்லது பார்வையால் ஆய்வு செய்யவும்	e காழு டேட்டருக்கான கார்பன் பிரஷ்ஷின் கான்டக்ட்டை சரி செய்யவும்.
	f மாசு படிந்த காழு டேட்டர்	f டெஸ்ட் லாம்ப் அல்லது பார்வையால் ஆய்வு செய்யவும்	f மென்மையான உப்பு காகிதத்தால் காழு டேட்டரை சுத்தம் செய்யவும்.

இயக்குபவருக்கு ஷாக் ஏற்படுகிறது	<p>a பலவீனமான இன்சுலே ஷனால ஃபீல்டு அல்லது ஆர்மெச்சூர் தரையிடல் ஆகியுள்ளது.</p> <p>b எர்த் போதுமானதாக இல்லை.</p>	<p>a டெஸ்ட் லாம்ப் அல்லது மெக்கர் மூலம் சோதனை செய்யவும்.</p> <p>b டெஸ்ட் லாம்ப் அல்லது மெக்கர் மூலம் சோதிக்கவும்</p>	<p>a பழுதை சரி செய்யவும் ஆர்மெச்சூர் மற்றும் ஃபீல்ட் வையிண்டிங் கில் வார்னீஷ் பூசவும்.</p> <p>b மோட்டாருக்கு முறையான எர்த் செய்யவும்.</p>
மோட்டார் அதிக சூடாகிறது	<p>a ஆர்மெச்சூர் அல்லது ஃபீல்ட் காயில் சார்ட் ஆகியுள்ளது</p> <p>b தேய்மானம் அடைந்த அல்லது முடங்கிய பேரிங்</p> <p>c பள்ளமான காழுடேட் டரினால அதிகமான தீப்பொறி</p> <p>d காழுடேட்டர் சார்ட் ஆகியுள்ளது.</p> <p>e ஃபீல்ட் அல்லது ஆர்மெச்சூர் எர்த் ஆகியுள்ளது.</p>	<p>a மின்தடையை அளத்தல் மற்றும் பார்வையால் ஆய்வு செய்யவும்</p> <p>b தண்டின் தடையில்லா சுழற்சியை சோதிக்கவும். அதிக வெப்பமடைவதற்கு ஆன கவசத்தை (shield) சோதிக்கவும்.</p> <p>c பார்வையால் ஆய்வு செய்யவும்</p> <p>d க்ரோவ்லர் (growler) மூலம் ஆர்மெச்சூரை சோதனை செய்யவும்</p> <p>e மெக்கர் மூலம் சோதனை செய்யவும்</p>	<p>a சார்ட் ஆன ஃபீல்ட் அல்லது ஆர்மெச்சூர் காயிலை ரீ வையிண்டிங் செய்யவும்</p> <p>b பேரிங்குகளை சுத்தம் செய்து சேதத்தை சோதிக்கவும். தேவை எனில் பேரிங்கை மாற்றவும்</p> <p>c காழுடேட்டரை சுத்தம் செய்யவும் மற்றும் அதன் சுற்றுப் பரப்பை சீராக்கவும்.</p> <p>d காழுடேட்டரை சரி செய்யவும் அல்லது மாற்றவும்.</p> <p>e ஃபீல்ட் அல்லது ஆர்மெச்சூரை சரி செய்யவும் அல்லது ரீவையிண்டிங் செய்யவும்.</p>
ரீங்கார சப்தம் அதிக வெப்பத்தால் (over heat) டார்க் சிறப்பாக இல்லை.	<p>a ஃபீல்ட் சார்ட் சர்க்கியூட் ஆகியுள்ளது.</p> <p>b ஆர்மெச்சூர் காயில் சார்ட் சர்க்கியூட் ஆகியுள்ளது.</p>	<p>a ஓம்மீட்டர் மூலம் சோதனை செய்யவும்</p> <p>b க்ரோவ்லர் மூலம் சோதனை செய்யவும்</p>	<p>a ஃபீல்ட் வையிண்டிங் கை ரீ வையிண்டிங் செய்யவும்.</p> <p>b ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங்கை ரீவையிண்டிங் செய்யவும்.</p>

### ரிப்பல்சன் மோட்டார் (Repulsion motor)

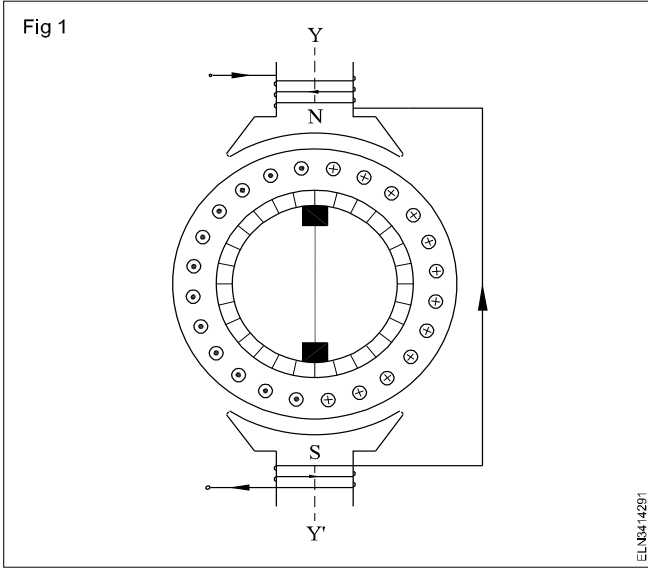
நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் தத்துவம், செயற்பாடு, வகைகள் மற்றும் கட்டமைப்பு பற்றி விளக்குதல்
- ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் குணாதிசயம் மற்றும் பயன்பாடு பற்றி விளக்குதல்.

ரிப்பல்சன் மோட்டார்கள் கட்டமைப்பு சிக்கலாகவும் மற்றும் விலை அதிகமாகவும் இருப்பினும், அதனுடைய மிக சிறப்பான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க், குறைவான ஸ்டார்ட்டிங் கரண்ட், மிக அதிக பளுவை இயக்க ஸ்டார்ட்டிங்

கரண்டை நீண்ட நேரத்திற்கு தாக்கு பிடிக்கும் வல்லமை மற்றும் சுழலும் திசையை எளிமையான மாற்றுதல் போன்ற காரணங்களால் அது இன்னும் சில தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

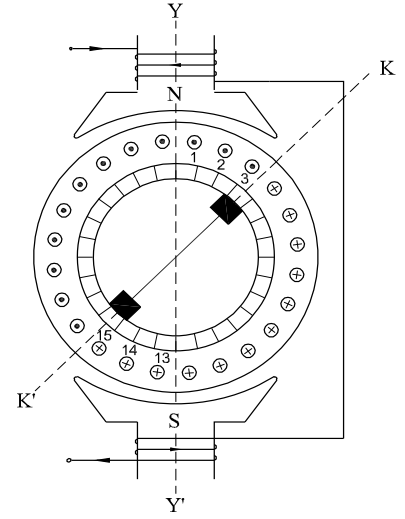
**ரிப்பல்சன் தத்துவம் (The repulsion principle):**  
ரிப்பல்சன் மோட்டாரில் டார்க் உருவாகும் தத்துவத்தை பின்வருமாறு விளக்க முடியும். செங்குத்தான காந்த அச்ச கொண்ட ஒரு இரு துருவ மோட்டாரை படம் 1 காட்டுகிறது. பிரஷ்கள் மூலம் சார்ட் சர்க்கியூட் செய்யப்பட்ட காழுடேட்டரை கொண்ட ஓர் ஆர்மெச்சூர் காந்த வயலில் வைக்கப்படுகிறது. ஸ்டார்ட்டிங் வையிண்டிங்கை AC சப்ளையில் இணைக்கும் பொழுது அது ஒரு மாறுதிசை காந்த வயலை, உருவாக்குகிறது. அந்த காந்தபுலமானது மேலே வடதுருவத்தையும் கீழே தென் துருவத்தையும் உருவாக்குகிறது என கொள்வோம்.



இதன் மூலம் டிரான்ஸ்ஃபார்மரின் செயற்பாட்டின் மூலம், ரோட்டாரின் அனைத்து கடத்திகளிலும் ஒரு மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. லென்ஸ் விதிப்படி, கடத்திகளின் மின்னோட்டத்தின் திசையானது மின் தூண்டலை எதிர்ப்பதற்காக, ஸ்டேட்டாரின் வடதுருவத்திற்கு நேர் கீழே வடதுருவத்தையும், தென் துருவத்திற்கு நேர் மேலே தென் துருவத்தையும் உருவாக்குகிறது. எனவே ஸ்டேட்டாரின் துருவங்களும் ரோட்டாரின் துருவங்களும் ஒரே கோட்டில் ஒன்றையொன்று எதிர்கிறது. எனவே, டார்க்கின் தொடு கோடு சார்ந்த கூறு இல்லாததால் எந்த டார்க்கும் உண்டாகுவதில்லை.

படம் 2-ல் உள்ளவாறு சார்ட் சர்க்கியூட் செய்யப்பட்ட பிரஷ்ஷின் அச்ச நகர்த்தப் படுவதாக கொள்வோம். இந்நிலையில், ஆர்மெச்சூரின் காந்த அச்ச மெயின் துருவத்தின் செங்குத்தான அச்சுடன் நேர் கோட்டில் இல்லை. பிரஷ்கள் நகர்த்தப்பட்ட நிலையை பொருத்து அது இப்பொழுது 'A°' கோணத்தில் வட மற்றும் தென் துருவங்களுடன் அச்ச 'KK'-யில் இருக்கிறது.

Fig 2



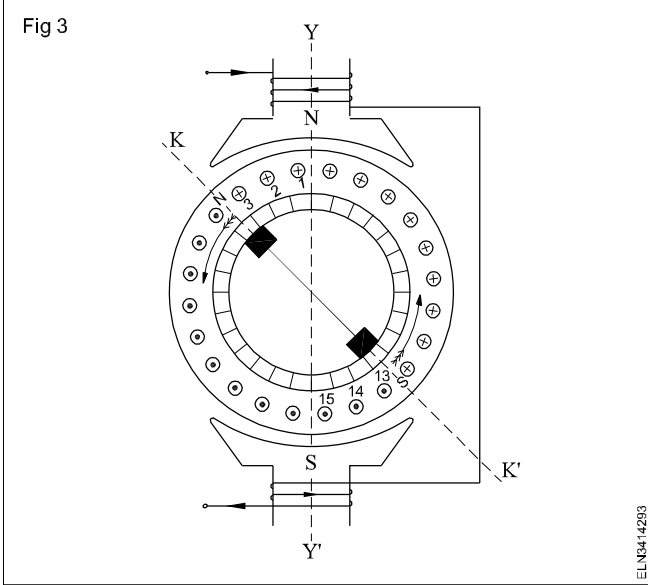
இந்நிலையில் கடத்திகள் 1, 2, 3 மற்றும் 13, 14, 15 யின் மின்னோட்ட திசை மாறியுள்ளதால் ஆர்மெச்சூரானது வட (N) மற்றும் தென் (S) துருவங்களை 'KK' அச்சில் கொண்ட மின் காந்தமாக மாறி, மெயின் காந்த அச்சுக்கு 'A°' கோணத்தில் இருக்கிறது.

இப்பொழுது, ரோட்டாரின் வட துருவம் மெயின் வடதுருவத்தாலும் ரோட்டாரின் தென் துருவம் மெயின் தென் துருவத்தாலும் விலக்கிதள்ள படுவதால் ரோட்டாரில் டார்க் உண்டாகுகிறது. ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டாரின் துருவங்களுக்கு இடையேயான விலக்கு விசையால் இப்பொழுது ரோட்டார் கடிகாரச் சுழலும் திசையில் ஓட துவங்குகிறது. விலக்கு விசையால் மோட்டார் டார்க் ஏற்படுவதால், இந்த மோட்டாருக்கு ரிப்பல்சன் மோட்டார் என்று பெயரிடப்படுகிறது.

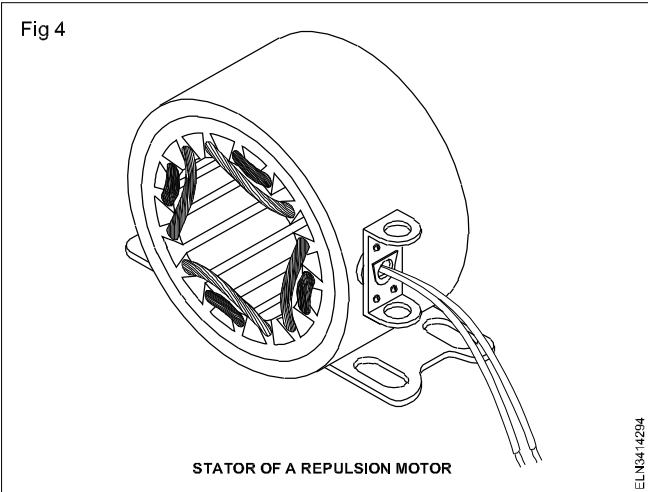
**சுழலும் திசை (Direction of rotation):** மோட்டாரின் D.O.R.-யை மாற்ற, பிரஷ் அச்சை படம் 2 காட்டப்பட்டுள்ள வலது பக்கத்திலிருந்து படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ள போல் மெயின் அச்சுக்கு இடது புறத்திற்கு, கடிகாரம் சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசையில் நகர்த்த வேண்டும்.

**ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் வகைகள் (Types of repulsion motors):** கீழே குறிப்பிட்டவாறு ரிப்பல்சன் மோட்டார்கள் நான்கு வகைப்படும்.

- ரிப்பல்சன் மோட்டார்
- ஈடு செய்யப்பட்ட (காம்பென்ஷேட்டடு) ரிப்பல்சன் மோட்டார்
- ரிப்பல்சன் - ஸ்டார்ட்டிங், இன்டக்ஷன் - ரன் மோட்டார்
- ரிப்பல்சன் இன்டக்ஷன் மோட்டார்

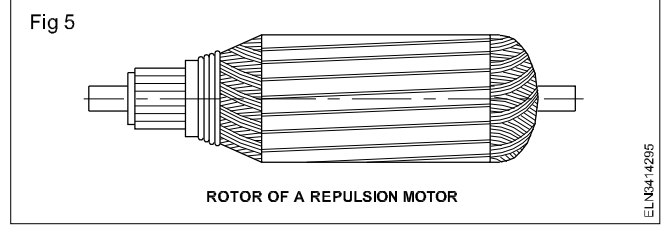


**கட்டமைப்பு (Construction):** இந்த அனைத்து வகை ஸ்டேட்டார்களில் கட்டமைப்பும், காம்பென்ஷேட்டடு ரிப்பல்சன் மோட்டாரில் சில மாறுதலை தவிர, ஒரே மாதிரியாக இருக்கிறது. பொதுவாக இந்த எல்லா வகை ரிப்பல்சன் மோட்டார்களின் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்கையும் உருவமில்லா துருவங்களை உருவாக்க பங்கிடப்பட்ட ஸ்டேட்டாரின் ஸ்லாட்டில் அமைக்கப்பட்டு படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு இரு டெர்மினல்கள் மட்டும் வெளி கொண்டு வரப்பட்டு இருக்கும். ரோட்டாரானது ஒவ்வொரு வகை மோட்டாருக்கும் வித்தியாசமாக இருக்கும். அதைப்பற்றி ஒவ்வொரு வகையிலும் விளக்கப்படும்.

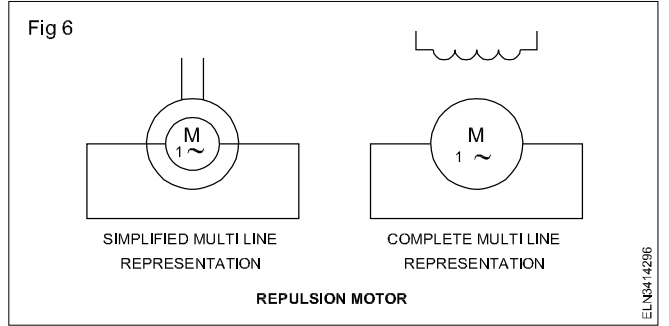


**ரிப்பல்சன் மோட்டார் (Repulsion motor):** ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் பொதுவான கட்டமைப்பு ரிப்பல்சன் தத்துவத்தில் விளக்கப்பட்டவாறு இருக்கும். இருப்பினும், ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் ரோட்டார் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு DC ஆர்மெச்சூரை போல

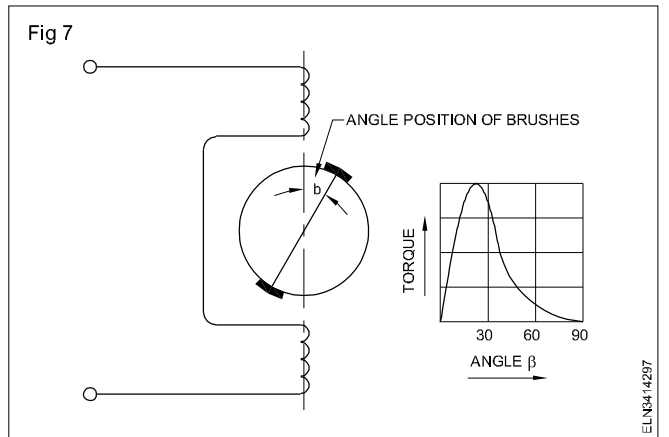
இருக்கும். DC ஆர்மெச்சூரில் இருப்பதை போன்றே அச்ச (axial) வகை காழுடேட்டர் இருக்கும். காழுடேட்டர் கம்பிகள் (bars) தண்டுக்கு இணைகாகவோ, ஆரமாகவோ அல்லது செங்குத்தாகவோ இருக்கும் அதன் மேல் பிரிவுகள் சமதளத்தில் இருக்கும்.



சார்ட் செய்யப்பட்ட பிரிவுவின் நிலையை, அசையத்தக்க கரத்தின் (rocker-arm) லீவர் மூலம் மாற்ற முடியும். ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் B.I.S. குறியீடு, படம் 6-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 7-ல் காட்டப்பட்டவாறு ரிப்பல்சன் மோட்டாரில் உருவாகும் டார்க் ஆனது பிரிவு நகர்வதின் அளவை பொருத்து இருக்கும் என ஏற்கனவே விளக்கப்பட்டுள்ளது. பிரிவு நகர்வதின் திசையானது சுழலும் திசையை தீர்மானிக்கிறது.

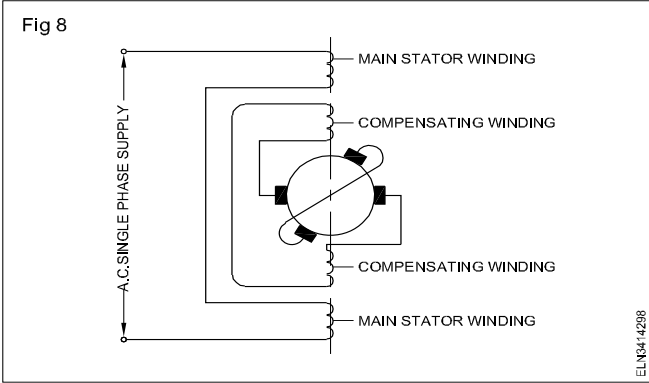


மேலும் வேகமானது பிரிவு நகர்வதின் அளவையும் மற்றும் பளுவின் மதிப்பையை சார்ந்துள்ளது. மோட்டாரின் டார்க் வேக குணாதிசயம் படம் 9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

**ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் டார்க்கிற்கும் பிரஷ் நிலையின் கோணத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு (Relationship between the torque and brush-position angle in a repulsion motor):** ஸ்டார்ட்டிங் டார்க், ஃபுல் லோடு டார்க்கில் 250 முதல் 400 சதவிகத வரை மாறினாலும் குறைந்த லோடில் இதன் வேகம் அபாயகரமான உச்சத்தில் இருக்கும். ஏனென்றால் ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் வேகமானது ஃபிரிக்குவன்சியின் எண்ணிக்கை அல்லது துருவங்களின் எண்ணிக்கையை சார்ந்து இல்லாமல் ரிப்பல்சன் தத்துவத்தை சார்ந்து உள்ளது.

மேலும் மிக அதிகமான பளுவில் பிரஷ்களில் அதிக தீப்பொறி ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது மற்றும் குறைந்த வேகத்தில் P.F. மோசமாக இருக்கும். எனவே வழக்கமான ரிப்பல்சன் மோட்டார் அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுவது இல்லை. மற்ற மூன்று மேம்படுத்தப்பட்ட வகை மோட்டார்கள் பிரபலமாக இருக்கின்றன.

**ஈடு செய்யப்பட்ட ரிப்பல்சன் மோட்டார் (Compensated repulsion motor):** ஈடு செய்யப்பட்ட ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் ரோட்டாரில் வழக்கமாக சார்ட் சர்க்கியூட் செய்யப்பட்ட பிரஷ்களுக்கு நடுவில் மற்றுமொரு ஜோடி பிரஷ்கள் வைக்கப்பட்டு இருக்கும். மறுபுறம் ஸ்டேட்டாரில் ஈடு செய்யும் வையிண்டிங் என்று அழைக்கப்படும் ஒரு கூடுதல் வையிண்டிங் படம் 8-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது இருக்கும்.

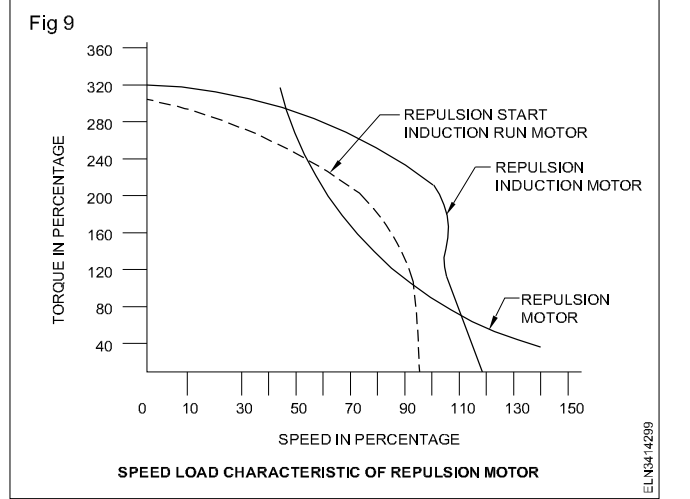


பவர் ஃபேக்டரை மேம்படுத்துவது மற்றும் சிறந்த வேக கட்டுப்பாடு ஆகியவையே ஈடு செய்யும் வையிண்டிங்கின் குறிக்கோள். இந்த ஈடு செய்யும் வையிண்டிங், ஸ்டேட்டாரின் உள் பள்ளத்தில் அமைக்கப்பட்டு, ஆர்மெச்சூர் உடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது.

**ரிப்பல்சன் ஸ்டார்ட், இன்டக்ஷன் ரன் மோட்டார் (Repulsion-start, induction-run motor):** இந்த மோட்டாரின் ரோட்டாரும் ரிப்பல்சன் மோட்டாரின் ரோட்டரை போன்று இருக்கும். ஆனால் காழுடேட்டர் மற்றும் பிரஷ்ஷின்

செயல் நுணுக்கம் முழுவதும் வித்தியாசமாக இருக்கிறது. இந்த மோட்டார் ஒரு ரிப்பல்சன் மோட்டாரை போல ஸ்டார்ட் ஆகிறது, வரையறுக்கப்பட்ட வேகத்தில் 75% அடைந்தவுடன் சென்டிரிஃப்யூக்கல் விசையால் இயங்கக் கூடிய ஒரு நெக்லஸ் வகை குறுக்கு செய்யும் நுட்பம் காழுடேட்டர் முழுவதையும் சார்ட் சர்க்கியூட் செய்கிறது.

அதன் பிறகு, இந்த மோட்டார், ஒரு சார்ட் சர்க்கியூட் செய்யப்பட்ட ரோட்டாரை (ஆர்மெச்சூர்) கொண்ட இன்டக்ஷன் மோட்டாரை போல இயங்குகிறது. சில மோட்டார்களில், காழுடேட்டர் சார்ட் சர்க்கியூட் செய்யப்பட்டபின் ஒரு சிறப்பு நுட்பம் மூலம், பிரஷ்கள் மற்றும் காழுடேட்டரின் தேய்மானம் மற்றும் அழிவை தடுக்க, பிரஷ்கள் மேலே தூக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை மோட்டார்களின் டார்க் வேக குணாதிசயம் படம் 9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



**ரிப்பல்சன் இன்டக்ஷன் மோட்டார் (Repulsion-induction motor):** இவ்வகை மோட்டாரின் ரோட்டாரில் வழக்கமான வையிண்டிங் உடன் ஒரு கூடுதலான ஸ்குரில் கேஜ் வையிண்டிங் ரோட்டாரில் உள் ஆழத்தில் வைக்கப்பட்டு இருக்கும். பொதுவாக ரோட்டாரின் கம்பி சுற்று பாகத்தில் ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் உருவாகிறது மற்றும் ஸ்குரில் கேஜ் வையிண்டிங்கில் ரன்னிங் டார்க் உருவாகிறது. இதன் வேகம் டார்க் குணாதிசயத்தை படம் 9 காட்டுகிறது. இது கொஞ்சம் குறைவான டார்க்கை கிட்டத்தட்ட ஃபுல்லோடு டார்க்கில் 300% உருவாக்குகிறது. இதை லோடுடன் ஸ்டார்ட் செய்ய முடியும். மற்றும் நோ லோடில் இலகுவாக ஓடுகிறது. இந்த மோட்டாரின் ஸ்டார்ட்டிங் குணாதிசயம் DC காம்பவுண்ட் மோட்டாரை போன்றும் ரன்னிங் குணாதிசயம் AC இன்டக்ஷன் மோட்டாரை போன்றும் இருக்கிறது.

**பயன்பாடு (Application):** இந்த மோட்டார்களின் சராசரியான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க் ஃபுல்லோடு டார்க்கில் 300 - 400 சதவிகித அளவில் இருப்பதால், அதிகமான லோடு காரணத்தால் நீண்ட துவக்க நேரங்களை கொண்ட இடங்களில் இம் மோட்டார்களுக்கு முன்னுரிமை தரப்படுகிறது. இவற்றின் சிறப்பான ஸ்டார்ட்டிங் டார்க், ஓவர் லோடை தாக்குபிடிக்கும் வல்லமை, சிறப்பு வேக

## ஸ்டெப்பர் மோட்டார் (Stepper motor)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஸ்டெப்பர் மோட்டாரின் அடிப்படை கருத்தியல் மற்றும் ஓபன் லூப் செயற்பாட்டை கூறுதல்
- ஸ்டெப்பர் மோட்டாரின் எல்லா வகைகளையும் பட்டியலிட்டு விளக்குதல்
- ஸ்டெப்பர் மோட்டாரின் நன்மைகள், தீமைகள் மற்றும் பயன்பாடுகளை கூறுதல்.

### அடிப்படை கருத்தியல் (Basic theory):

ஸ்டெப்பர் மோட்டார் அடிப்படையாக ஒரு சிங்கரோனோஸ் மோட்டார் ஆகும். அதில் பிரஷ்கள் இல்லை. இது மின்துடிப்பை (பல்ஸ்) (pulses) தனிப்பட்ட இயந்திர நகர்வாக மாற்றவல்ல ஓர் மின் இயந்திரவியல் கருவியாகும். ஸ்டெப்பர் மோட்டாருக்கு சரியான வரிசையில், கட்டளை பல்ஸ் வழங்கப்படும் பொழுது அதன் தண்டு அல்லது சுழல் அச்சானது சுழன்று கவனித்தக்க அளவு ஒரு படி உயருகிறது.

மோட்டாரின் சுழற்சியானது வழங்கப்படும் இன்புட் பல்ஸ் உடன் பல வகையில் சம்பந்தப்பட்டு இருக்கிறது. மோட்டார் தண்டின் சுழற்சியானது வழங்கப்படும் பல்ஸ்ஸின் வரிசைக்கு நேர் விகிதத்தில் சம்பந்தப்பட்டு இருக்கிறது. மோட்டார் தண்டின் வேகமானது இன்புட் பல்ஸ்ஸின் ஃபிரிக்குவன்சிக்கு நேர் விகிதத்திலும் மற்றும் சுழற்சியின் நீளமானது வழங்கப்படும் பல்ஸ்ஸின் எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்திலும் சம்பந்தப்பட்டு இருக்கிறது.

இம்மோட்டார் தொடர்ந்து சுழலுவதில்லை ஆனால் அது பல்ஸ் வடிவில் சுழல்கிறது. நகரும் அடிகளில் (stepper) சுழற்சியின் அடிப்படையில் இம்மோட்டார்கள் பல்வேறு வகைகளில் கிடைக்கின்றன. ஒரு சுற்றுக்கு 12, 24, 72, 144, 180 மற்றும் 200 அடிகள் மற்றும் ஒரு அடிக்கு 300, 150, 50, 25, 20 மற்றும் 1.8 அடிக்கோணங்கள் என்ற அடிப்படையில் இம்மோட்டார்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

### திறந்த லூப் இயக்கம் (Open loop operation):

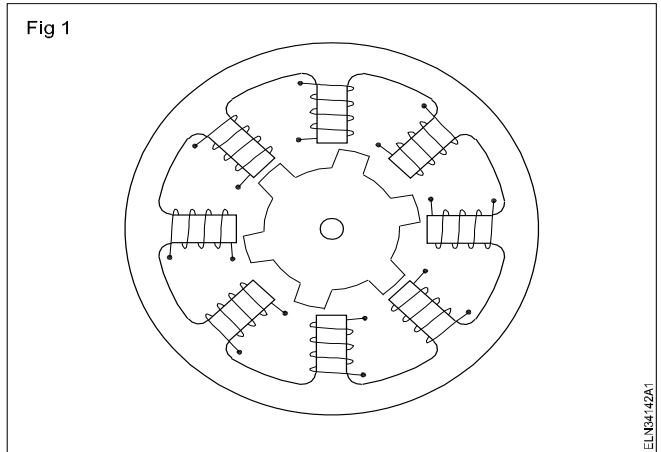
திறந்த லூப் அமைப்பு வழியாக ஸ்டெப்பர் மோட்டாரை துல்லியமாக கட்டுப்படுத்த இயலும் என்பதை இதன் மிக முக்கியமான நன்மைகளில் ஒன்றாகும். திறந்த லூப் கட்டுப்பாடு என்பது மோட்டாரின் நிலைப் பற்றிய பின்

கட்டுப்பாடு மற்றும் சுழலும் திசையை சுலபமாக மாற்றும் முறை ஆகிய காரணத்தால் இம் மோட்டார்கள் குளிர்சாதன பெட்டிகள், ஏர் கம்பிரசர்கள், காயில் வைண்டர்கள், பெட்ரோல் பம்ப்கள், இயந்திர கருவிகள், மிக்ஸர் இயந்திரங்கள், லிப்ட் மற்றும் ஹாஸ்ட்டுகளில் பயன்படுகின்றன.

வழங்கு தகவலின் (feedback information) தேவையின்மையாகும். இவ்வகை கட்டுப்படுத்தல் மூலம் ஒளியியல் குறியீடு மாற்றிகள் (optical encoder) போன்ற பின்வழங்கு கருவிகள் மற்றும் விலை உயர்ந்த உணரும் கருவிகளின் தேவைகள் தவிர்க்கப்படுகிறது. இன்புட் பல்ஸ்ஸை பின் தொடர்வதன் மூலம் மோட்டாரின் நிலை அறியப்படுகிறது.

**ஸ்டெப்பர் மோட்டாரின் வகைகள் (Stepper motor types):** ஸ்டெப்பர் மோட்டார்கள் அடிப்படையாக மூன்று வகைப்படுகிறது.

- 1 மாற்றத்தக்க காந்ததடை (Variable-reluctance) (படம் 1)



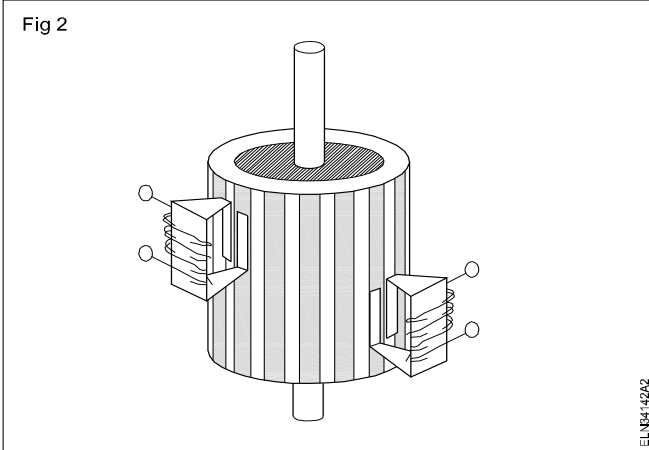
- 2 நிலை காந்தம் (Permanent-magnet) (படம் 2)

- 3 ஹைப்பிரிட் (Hybrid) (படம் 3)

**1 மாற்றத்தக்க காந்த தடை (Variable-reluctance):** இவ்வகை ஸ்டெப்பர் மோட்டார் நீண்ட காலங்களாக உலாவி வருகின்றன அமைப்பு ரீதியாக இவைகளை சுலபமாக புரிந்து கொள்ளதக்கதாகும். படம்-1 ஆனது VR ஸ்டெப்பர் மோட்டாரின் மாதிரியை காட்டுகிறது. இவ்வகை மோட்டார், பல பற்களை கொண்ட ரோட்டார் மற்றும் கம்பி

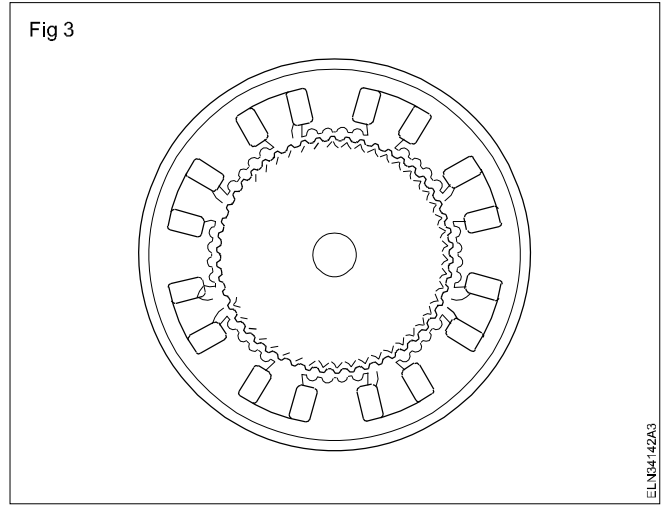
சம்பந்தப்பட்ட ஸ்டேட்டாரை கொண்டவை. ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்குகள் DC மின்னோட்டத்துடன் இணைக்கும் போது துருவங்கள் காந்த மாகிறது. காந்த சக்தியடைந்த துருவங்கள் ரோட்டாரின் பற்களை கவரும் பொழுது சுழற்சி ஏற்படுகிறது.

**2 நிலை காந்தம் (Permanent-magnet):** இவைகளை டின் கேன் ("tin can") அல்லது கேன் ஸ்டாக் ("can stock") மோட்டார் என்று அறியப்படுகிறது. நிலை காந்த ஸ்டெப்பர் மோட்டார்கள், விலை குறைவானவை மற்றும் குறைந்த தீர்மானம் (resolution) உடைய வகையாகும். இது 7.50 முதல் 150 வரை (48 - 24 அடிகள்/சுழற்சி) அடிக் கோணங்களை கொண்ட மோட்டார்களாகும். பெயரில் உள்ளது போல் (படம் 2) மோட்டாரின் அமைப்பில் நிலை காந்தம் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. VR மோட்டரை போன்று பற்கள் கொண்ட ரோட்டார் இல்லை. அதற்கு பதிலாக ரோட்டாரின் தண்டுக்கு இணையாக வைக்கப்பட்டுள்ள வட மற்றும் தென் காந்த துருவங்களின் மூலம் ரோட்டார் காந்த சக்தியடைகிறது. இந்த காந்த சக்தியடைந்த ரோட்டாரின் தண்டு மற்றும் துருவங்கள் உயர்ந்த காந்த புல அடர்த்தியை கொடுப்பதால், இந்த PM மோட்டரை VR வகை மோட்டாருடன் ஒப்பிடும் பொழுது மேம்பட்ட டார்க் குணாதிசயத்தை வெளியிடுகிறது.



**3 ஹைப்பிரீட் (Hybrid (HB):** ஸ்டெப்பர் மோட்டார் PM ஸ்டெப்பர் மோட்டாரை விட விலை அதிகமானவை ஆனால் சிறந்த step resolution டார்க் மற்றும் வேகத்தை தரத்தக்கவை. HB ஸ்டெப்பர் மோட்டாரின் பொதுவான step கோணம் 3.60-ல் இருந்து 0.90 வரை (100- 400 அடிகள்/ சுழற்சி) இருக்கிறது. இந்த ஹைப்பிரீட் மோட்டாரில் PM மற்றும் VR வகை ஸ்டெப்பர் மோட்டார்களின்

அம்சங்களும் இணைந்துள்ளன. இதன் ரோட்டாரில் VR மோட்டாரில் இருப்பது போன்ற பல பற்களை கொண்டு தண்டில் அச்சை சுற்றி ஒரே மைய காந்தங்கள் அமைந்திருக்கும். (படம் 3). ரோட்டாரில் உள்ள பற்கள் காந்த ஃப்ளக்ஸ்க்கு சிறந்த பாதையை வழங்குகிறது. மற்றும் அது காற்று இடைவெளியில் தகுந்த இடத்தை கடக்க வழி செய்கிறது. மேலும் இவ்வகை மோட்டார்கள் VR மற்றும் PM வகை மோட்டார்களை விட அதிகமாக நிலைத்து இருக்கும். தாங்கியிருக்கும் மற்றும் இயக்கம் டார்க் குணாதிசயங்களை கொண்டவை.



ஸ்டெப்பர் மோட்டார்களில் அதிகமாக பயன்படுத்தப்பட கூடிய மோட்டார்கள், நிரந்தர காந்த மற்றும் ஹைப்பிரீட் வகை மோட்டார்கள் ஆகும்.

**நன்மைகள் மற்றும் தீமைகள் (Advantages and disadvantages)**

**நன்மைகள் (Advantages)**

- 1 இன்புட் பல்ஸ்க்கு நேர் விகிதத்தில் மோட்டாரின் சுழலும் கோணம் இருக்கிறது.
- 2 சுழலாத நிலையில் மோட்டாரில் ஃபுல்லோடு டார்க் ஏற்படுகிறது. (வையிண்டிங்களுக்கு சக்தி கொடுக்கப்படும் பொழுது)
- 3 துல்லியமான நிலை நிறுத்தல் மற்றும் திரும்பவும் அதே அளவு நகரும் திறமை. ஸ்டெப்பர் மோட்டாரின் துல்லியம் ஒரு ஸ்டெப்க்கு 3-5% இருக்கிறது மற்றும் இதன் பிழை (error) ஒரு ஸ்டெப்பிலிருந்து அடுத்த ஸ்டெப்க்கு செல்லும் போது கூடிக் கொண்டே செல்வது இல்லை.
- 4 ஸ்டார்ட்டிங்/ ஸ்டாப்பிங் ரிவர்சிங்களுக்கு மிக சிறப்பான ஒத்துழைப்பு தருகிறது.

5 மோட்டாரில் பிரஷ்கள் இல்லாததால் மிகவும் நம்பகமானது எனவே மோட்டாரின் ஆயுள் பேரிங்குகளை மட்டுமே சார்ந்துள்ளது.

6 டிஜிட்டல் இன்புட் பல்ஸ்க்கு மோட்டார் ஒத்துழைப்பதால், திறந்த லூப் கட்டுப்பாடு போதுமானதாக இருக்கிறது, அதனால் மோட்டார் எளிமையாகவும் மற்றும் அதன் கட்டுப்பாட்டு செலவு குறைவாகவும் இருக்கிறது.

7 மோட்டாரின் தண்டுடன் நேரடியாக பொருத்தப்பட்ட சுமையுடன் மிக குறைவான சிங்கரோனோஸ் வேகத்தை அடையவது சாத்தியமாகிறது.

8 மோட்டாரின் வேகமானது இன்புட் பல்ஸ்ஸின் ஃபிரிக்குவன்சிக்கு நேர் விகிதத்தில்

இருப்பதால் அதிகமான சுழலும் வேகத்தின் வரம்பை பெற முடிகிறது.

### தீமைகள் (Disadvantages)

1 தக்க கட்டுப்பாடு இல்லாத நிலையில் resonances ஏற்படுகிறது.

2 மிக அதிவேகத்தில் இயக்குவது சுலபமில்லை.

### பயன்பாடுகள் (Application)

பல்வேறு பயன்பாடுகள் இருக்கின்றன. அவற்றில் சில பின்வருமாறு: பிரிண்டர், பிளாட்டர் (plotter), உயர்நிலை அலுவலக சாதனங்கள் (hard disk drives), மெடிக்கல் சாதனங்கள், பேக்ஸ் இயந்திரங்கள் (fax machines), வாகன சம்மந்தப்பட்ட மற்றும் பல பயன்பாடுகள்.

## ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டார் (Hysteresis motor)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டாரின் கட்டமைப்பு விபரங்களை கூறுதல்
- ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டாரின் செயற்பாடு தத்துவத்தை விளக்குதல்
- டார்க் வேக குணாதிசயங்களை கூறுதல்
- ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டாரின் நன்மைகள், தீமைகள் மற்றும் பயன்பாட்டை பட்டியலிடல்.

ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டார் என்பது salient (அல்லது வெளிநீண்ட) துருவமில்லா மற்றும் DC excitation இல்லா ஒரு சிங்கரோனோஸ் மோட்டார் ஆகும். இது சுழலும் காந்த புலத்தால், கடினமாக்கப்பட்ட எஃகில் தூண்டப்படும் ஹிஸ்டரீஸ் இழப்புகளின் மூலம் ஓட துவங்கி, வழக்கமாக சிங்கரோனோஸ் வேகத்தில் இயங்கக்கூடிய மற்றும் எஃகு கோரின் retentivity உண்டாகும் ஹிஸ்டரீஸ் டார்க் மூலம் ஓட கூடியதாகும்.

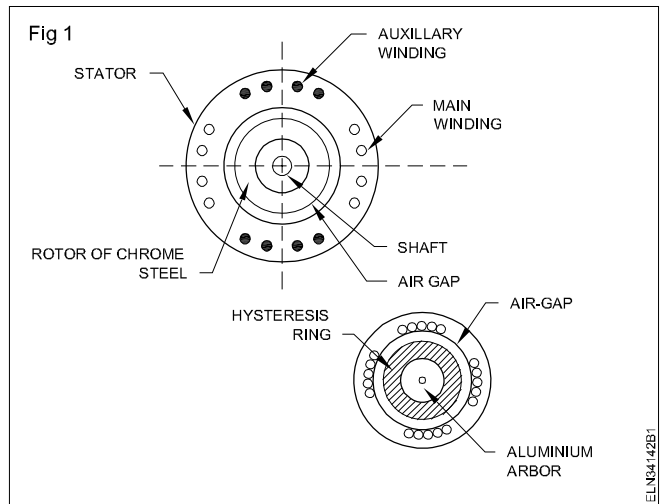
இது ஒரு சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார் ஆகும். இதன் இயக்கம் ஹிஸ்டரீஸ் விளைவை அதாவது ferromagnetic பொருளில் உருவாகும் காந்த தன்மை ஆனது காந்தமாக்கும் விசையை விட பின் தங்கிய குணத்தை சார்ந்துள்ளது.

### கட்டமைப்பு (Construction)

இது (1) ஸ்டேட்டார் (2) ரோட்டார் ஆகியவைகளை கொண்டதாகும்.

1 **ஸ்டேட்டார் (Stator):** ஸ்டேட்டாரானது சிங்கிள் பேஸ் சப்ளையில் இருந்து சிங்கரோனோஸ் வேகத்தில் சுழலும் காந்த புலத்தை உருவாக்க வடிவமைக்கப்பட்டது ஆகும். படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு சுழலும் காந்த புலத்தை உருவாக்க ஸ்டேட்டாரில் மெயின் மற்றும் ஆக்சிலரி (ஸ்பிலிட் பேஸ்

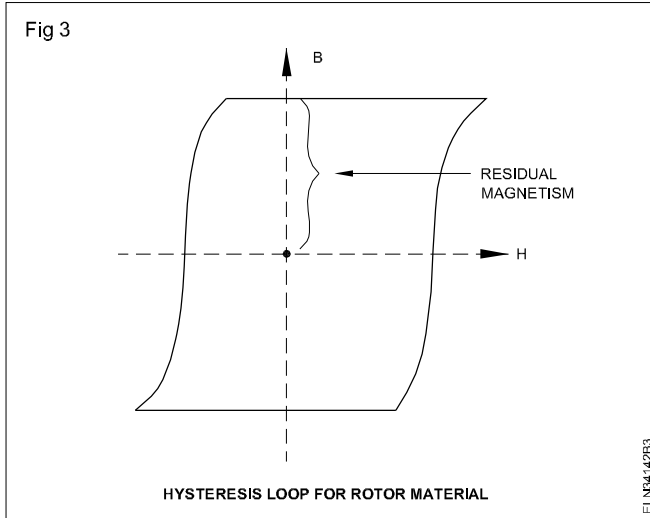
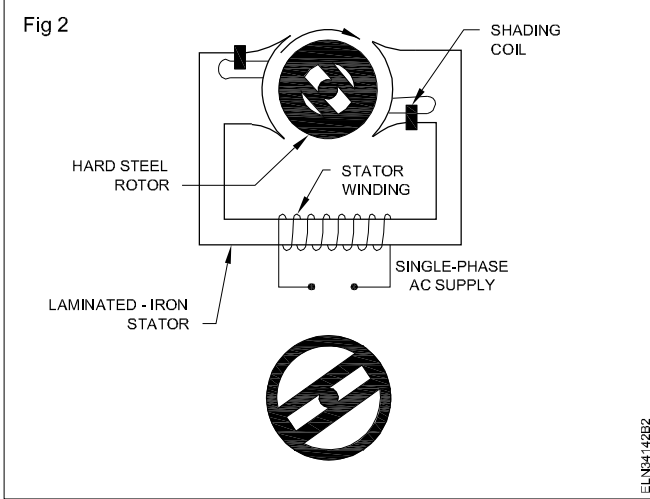
ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டார் எனப்படும்) வையிண்டிங்குகள் உள்ளன. படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஸ்டேட்டாரானது shaded pole (நிழற் துருவ ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டார் எனப்படும்) வகையாகவும் இருக்கலாம்.



2 **ரோட்டார் (Rotor):** ஹிஸ்டரீஸ் மோட்டாரின் ரோட்டாரானது அதிக ஹிஸ்டரீஸ் இழப்புகள் கொண்ட அதாவது ஹிஸ்டரீஸ் வளையத்தின் பரப்பு படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு மிக பெரியதாக இருக்கும்.



காந்த பொருளால் செய்யப்பட்டதாகும். ரோட்டாரில் எந்தவொரு வையிண்டிங்குக்கும் அல்லது பற்களும் இருக்காது. இது பெரிய ஹிஸ்டீர்ஸ் வளையம் கொண்ட சிறப்பாக தேர்ந்து எடுக்கப்பட்ட வெப்ப பதப்படுத்தப்பட்ட கடின எஃகால் ஆன இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வெளி வளையங்கள் அல்லது குறுக்கு பார்களை கொண்டுள்ளது.

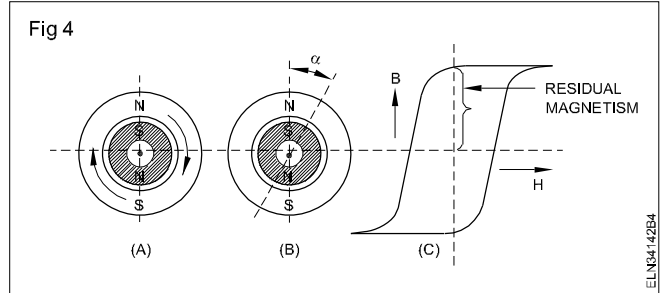


சுழலும் காந்த புலம் கொண்ட ரோட்டாரின் மேல் மெதுவாக நகரும் பொழுது இந்த ஹிஸ்டீர்ஸ் விளைவால் டார்க் உருவாகி மோட்டார் ஓட துவங்குகிறது. ரோட்டார் சிங்கரனோஸ் வேகத்தை நெருங்கும் பொழுது, குறுக்கு பார்கள் ஃப்ளக்ஸ்க்கு குறைந்த காந்த தடையை தருவதால், ரோட்டாரில் நிலை துருவம் அமைவதால் மோட்டார் தொடர்ந்து சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் சுழல்கிறது.

**செயற்படும் தத்துவம் (Working principle):** ஸ்டேட்டார் சக்தி அடையும் பொழுது, அது சுழலும் காந்த புலத்தை உருவாக்குகிறது. சுழலும் காந்த புலத்தை தொடர், மெயின் மற்றும் ஆக்சிலரி

ஆகிய இரு வையிண்டிங்குகளும் மோட்டார் ஓட துவங்கும் பொழுதும் மற்றும் ஓடும் பொழுதும் சப்ளை உடன் தொடர்ந்து இணைக்கப்பட வேண்டும். முதலில் ரோட்டாரில் உருவாகும் எடி கரண்ட் டார்க் மற்றும் ஹிஸ்டீர்ஸ் டார்க் மூலம் ரோட்டார் சுழல் துவங்குகிறது. ரோட்டார் சிங்கரனோஸ் வேகத்தை நெருங்கும் பொழுது ஸ்டேட்டார் ரோட்டாரை இழுத்து கொள்கிறது.

இந்த நிலையில் ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டார் ஃப்ளக்ஸ்க்கு இடையே உள்ள வேக தொடர்பு மறைவதால் எடி கரண்ட் மூலம் உருவாகும் டார்க் மறைகிறது. ரோட்டார் சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் சுழலும் பொழுது படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஸ்டேட்டார் சுழலும் புலத்தின் ஃப்ளக்ஸ் ரோட்டாரில் துருவத்தை உருவாக்குகிறது. ஹிஸ்டீர்ஸ் விளைவால் ரோட்டாரில் துருவ அச்ச சுழலும் காந்த புலத்தின் அச்சை பின் தங்கி உள்ளது.

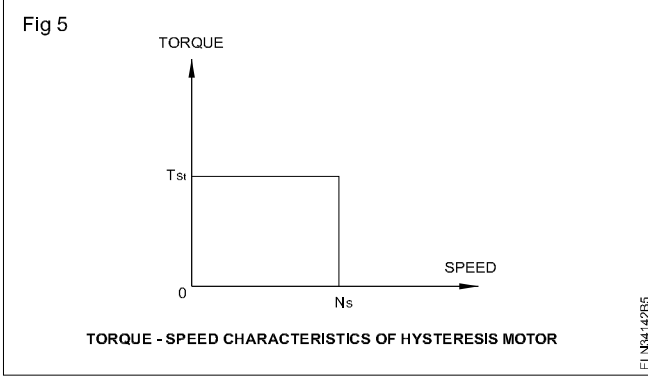


இதனால் ரோட்டாரின் துருவங்கள் ஸ்டேட்டாரின் நகரும் துருவங்களால் சுவரப்படுகிறது. இதன் மூலம் ரோட்டாரின் டார்க் ஏற்படுகிறது. அதனை ஹிஸ்டீர்ஸ் டார்க் என்கிறோம். இந்த டார்க் எல்லா வேகத்தில் நிலையாக இருக்கிறது.

ஸ்டேட்டாரின் காந்தபுலம் முன்னே நகரும் பொழுது அதிக தாங்கிய காந்தத்தால் (அதாவது retentivity) ரோட்டாரின் துருவ வலிமை மாறுவது இல்லை. ஹிஸ்டீர்ஸ் டார்க் ரோட்டாரின் வேகத்தை சார்ந்து இருப்பது இல்லை. ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டாருக்கு இடையே ஆன தொடர் காந்த பிணைப்பு, அதிக நிலைப்புத் தன்மையால் உறுதி செய்யப்படுகிறது. ரோட்டார் சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் ஓடிக் கொண்டு இருக்க ஹிஸ்டீர்ஸ் டார்க் மட்டுமே உதவுகிறது.

ஹிஸ்டீர்ஸ் வளையத்தின் பரப்பளவை பொருத்தே ஹிஸ்டீர்ஸ் ரோட்டாரில் ஹிஸ்டீர்ஸ் இழப்புகள் ஏற்படுகிறது. இந்த இழப்புகள் ரோட்டாரில் வெப்பமாக வெளியேறுகிறது.

**டார்க் வேக குணாதிசயங்கள் (Torque-Speed Characteristics):** இவ்வகை மோட்டாரில் ஸ்டார்ட்டிங் மற்றும் ரன்னிங் டார்க் ஏறக்குறைய சமமாக இருக்கிறது. ஸ்டேட்டாரில் இரு வையிண்டிங்குகள் இருப்பதால், இதன் மெயின் வையிண்டிங் அல்லது ஆக்சிலரி வையிண்டிங்கின் டெர்மினல்களை மாற்றுவதன் மூலம் ஓடும் திசையை மாற்ற முடியும். டார்க் வேக குணாதிசயங்கள் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



#### நன்மைகள் (Advantages)

ஹிஸ்டீரிசிஸ் மோட்டாரின் நன்மைகள்

- 1 ரோட்டாரில் பற்கள் மற்றும் வையிண்டிங் இல்லாததால் இயந்திர அதிர்வு இல்லை.

#### ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார் (Reluctance motor)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டாரின் வகைகளை பட்டியலிடுதல்
- ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டாரின் இயக்கத்தை விளக்குதல்
- ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டாரின் பயன்பாட்டை பட்டியலிடுதல்.

ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார் என்பது ferromagnetic ரோட்டாரில் நிலை இல்லா காந்த துருவத்தை தூண்ட கூடிய மின் மோட்டாரின் ஒரு வகை ஆகும். காந்த தடை (magnetic reluctance) நிகழ்வு மூலம் டார்க் உருவாகிறது.

ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார்கள் பல வகைப்படும்

- 1 சிங்கரனஸ் ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார்
- 2 வேரியபிள் ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார்
- 3 சவிட்ச்சுடு ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார்
- 4 வேரியபிள் ரிலாக்டன்ஸ் ஸ்டெப்பிங் மோட்டார்

ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார்கள் குறைந்த விலையில் மிக அதிக சக்தி அடர்த்தியை தர கூடியதால் பல பயன்பாடுகளுக்கு அவைகள் பொருத்தமானவை. குறைவான வேகத்தில் இயங்கும் பொழுது அதிக டார்க் ripple (ஒரு சுற்றின் பொழுது உண்டாகக்

- 2 அதிர்வு இல்லாததால் அமைதியான மற்றும் இரைச்சல் அற்ற இயக்கம் ஏற்படுகிறது.
- 3 inertia சுமைகளை இயக்கத்தக்கது.
- 4 பற்சக்கரம் மூலம் பல வேக இயக்கம் சாத்தியமாகிறது.

#### தீமைகள் (Disadvantages)

ஹிஸ்டீரிசிஸ் மோட்டாரின் தீமைகள்

- 1 சம அளவுள்ள இன்டக்ஷன் மோட்டாரை காட்டிலும் நான்கில் ஒரு பங்கு அளவே வெளிவரும் திறன் இருக்கிறது.
- 2 குறைவான வினைத்திறன்
- 3 குறைவான பவர் ஃபேக்டர்
- 4 குறைவான டார்க்
- 5 மிக சிறிய உருவில் கிடைக்கிறது.

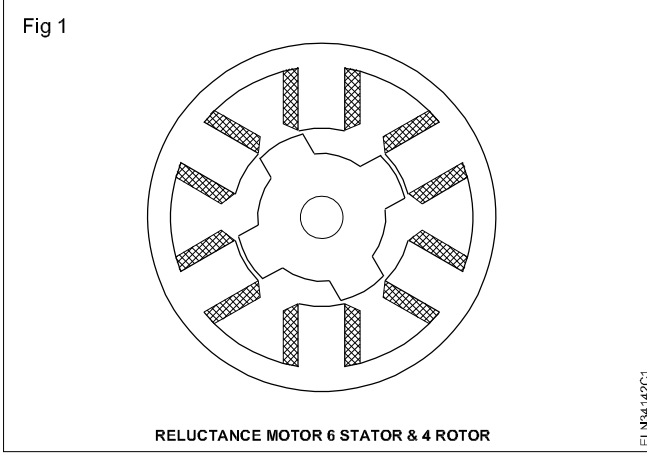
**பயன்பாடுகள் (Applications):** இரைச்சல் இல்லா இயக்கத்தின் காரணத்தினால் இது ஒளி பதிவு கருவிகள், ஒளி எழுப்பும் சாதனங்கள், உயர் தர ரிகார்டு பிளேயர்கள், மின் கடிகாரங்கள், டெலி பிரிண்டர்கள், நேர கருவிகளில் பயன்படுகிறது.

கூடிய அதிகபட்ச மற்றும் குறைந்த பட்ச டார்க்களுக்கு இடையேயுள்ள வித்தியாசம்) மற்றும் டார்க் ripple யால் உண்டாகக்கூடிய இரைச்சல் ஆகியவைகளை இதன் தீமைகள் ஆகும்.

**ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டாரின் இயக்கம் (Operation of reluctance motor):** ஸ்டேட்டாரானது பல வெளி நீண்ட மின்காந்த துருவங்களை கொண்டது. இது கம்பி சுற்றப்பட்ட ஃபீல்ட் உடைய DC மோட்டாரை (படம் 1) போன்றது. ரோட்டாரானது காந்த தடை மூலமாக உருவ காந்த துருவமாக செயற்படக் கூடிய, தகடுக்கு சிலிகான் ஸ்டீல் போன்று மென்மையான காந்த பொருளால் ஆன பல வெளிநீண்ட துருவங்களை கொண்டது.

சவிட்ச்சுடு ரிலாக்டன்ஸ் மோட்டார்களில் டார்க் ரிப்பிளை குறைக்க மற்றும் துருவங்கள் அணைத்தும் ஒரே சமயத்தில் ஒரே நிலையில் அமைவதன் மூலம் டார்க் உருவாக நிலை

ஏற்படுவதை தடுக்க, ரோட்டாரின் துருவங்களின் எண்ணிக்கையானது ஸ்டேட்டாரின் துருவங்களின் எண்ணிக்கை விட குறைவாக இருக்கிறது.



ரோட்டாரின் துருவம், ஸ்டேட்டாரின் அடுத்து அடுத்த இரு துருவங்களுக்கு இடையே சமதூரத்தில் இருப்பதை, ரோட்டார் துருவம் முழுமையாக "சீரமைக்கப்படாத நிலை" ("fully unaligned position") என்கிறோம். இந்த நிலையானது ரோட்டார் துருவத்தின் அதிகபட்ச காந்ததடை

நிலையாகும். சீரமைக்கப்பட்ட நிலையில் ரோட்டாரின் இரண்டு (அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட) துருவங்கள் ஸ்டேட்டாரில் இருப்பதால் (அதாவது ரோட்டாரின் துருவங்கள் ஸ்டேட்டாரின் துருவங்களை முழுமையாக நோக்கி இருக்கும்) இந்நிலையானது குறைந்தபட்ச காந்ததடை நிலையாகும்.

ஸ்டேட்டார் துருவங்கள் சக்தி பெறும் போது காந்த தடை குறைக்கும் திசையில் ரோட்டாரின் டார்க் இருக்கிறது. அதாவது சீரமைக்கப்படா நிலையில் இருக்கும் ரோட்டார் துருவத்தை ஸ்டேட்டாரின் ஃபீல்ட் ஆனது சீரமைக்கப்பட்ட நிலைக்கு (குறைந்த காந்த தடையுள்ள நிலைக்கு) இழுக்கிறது. வரிச்சுருளில் (solenoid) ஏற்படுவதைப் போல் அல்லது காந்தமானது ferromagnetic பொருளை இழப்பதைப் போல்).

சுழல்வதை தொடர, ஸ்டேட்டார் ஃபீல்ட் ஆனது ரோட்டாரின் துருவத்தை விட முன்னோக்கி சுழல வேண்டும். அதனால் ரோட்டாரை அது தொடர்ந்து தன்னுடன் இழுத்துக் கொண்டே சுழலும்.

## ஆல்டர்னேட்டர் - தத்துவம் - துருவங்கள், வேகம் மற்றும் ஃபிரிக்குவன்சிக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பு (Alternator - principle - relation between poles, speed and frequency)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஆல்டர்னேட்டர் செயற்படும் தத்துவத்தை விளக்குதல்
- ஒற்றை லூப் ஆல்டர்னேட்டரில் சைன் வேவ்வை உற்பத்தி செய்யும் முறையை விளக்குதல்
- ஃபிரிக்குவன்சி, துருவங்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் சிங்கரனஸ் வேகம் ஆகியவற்றுக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பை விவரித்தல்.

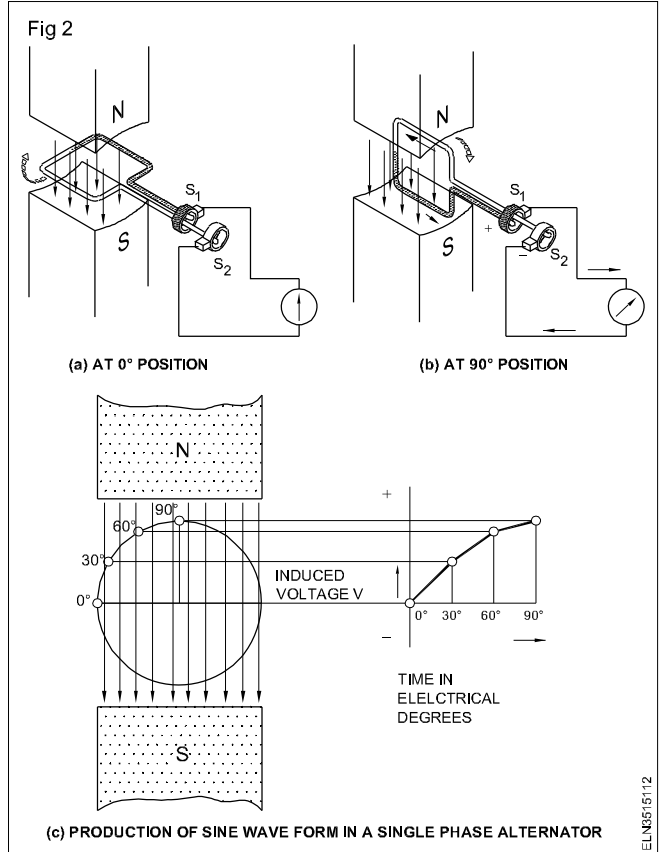
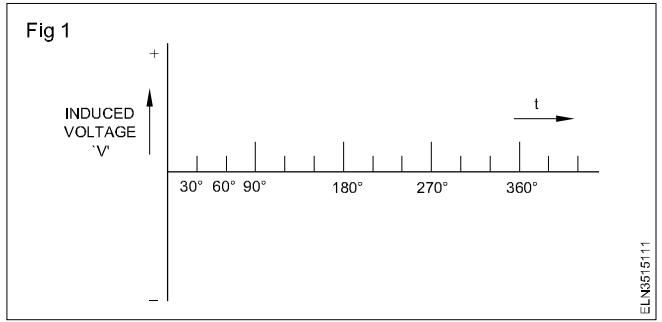
**ஆல்டர்னேட்டரின் தத்துவம் (Principle of an alternator):** DC ஜெனரேட்டர் இயங்கும் அதே மின் காந்த தூண்டுதல் தத்துவத்திலே ஆல்டர்னேட்டரும் இயங்குகிறது. அதாவது காந்த புலத்தில் கடத்தி நகரும் பொழுது அது காந்தவிசை கோடுகளை வெட்டுவதால் அந்த கடத்தியில் ஒரு EMF தூண்டப்படுகிறது. மாறாக காந்தபுலம் மற்றும் கடத்தி இடையே தொடர் நகர்வு இருக்கும் பொழுது, அந்த கடத்தியில் EMF தூண்டப்படுகிறது.

தூண்டப்படும் EMF அளவு, வெட்டப்படும் அல்லது இணையும் ஃப்ளக்ஸ்-ன் விகிதத்தை பொருத்து இருக்கும். DC ஜெனரேட்டரில் மாறுதிசை மின்னோட்டம் உற்பத்தியாகி காழுடேட்டரின் உதவியால் DC யாக மாற்றப்படுகிறது என்பதை பார்த்து இருக்கிறோம். ஆனால் ஆல்டர்னேட்டரில் ஆர்மேச்சூர் காயில் உற்பத்தியாகும் மாறு திசை மின்னோட்டம் ஸ்லிப் ரிங் உதவியுடன் வெளி மின்சுற்றுக்கு கொண்டு வரப்படுகிறது. மாறாக ஸ்டேட்டாரில் உள்ள நிலையான கடத்திகளை சுழலும் காந்த புலம் வெட்டுவதால், ஆல்டர்னேட்டரில் மாறுதிசையை உற்பத்தி செய்ய முடியும்.

**ஒற்றை லூப் ஆல்டர்னேட்டரில் சைன் வேவ் (sine wave)-வை உற்பத்தி செய்தல் (Production of sine wave voltage by single loop alternator):** படம் 2a ஒரு ஒற்றை லூப் ஆல்டர்னேட்டரை காட்டுகிறது. அது காந்த புலத்தில் சுழலும் பொழுது அதில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தின் திசையும் மதிப்பும் பின்வருமாறு மாறுகிறது.

AC ஜெனரேட்டரின் கம்பி லூப்பில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு மற்றும் திசையை கிராப் (graph)-ல் வரைய, லூப் நகரும் மின்கோணங்களை 30 மின்கோணங்களாக பிரித்து படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு 'X' அச்சில் குறிக்கப்படுகிறது. படம் 2c-ல் காட்டப்பட்டவாறு 'X' அச்சின் 3

பிரிவுகள் லூப்பின் கால் பாகத்தையும், 6 பிரிவுகள் அரை பாகத்தையும் குறிக்கிறது. தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பை 'Y' அச்சில் தக்க அளவு கோலால் குறிக்கப்படுகிறது.



X அச்ச மேலுள்ள பாகம் +ve மின்னழுத்தத்தையும் கீழுள்ள பாகம் - ve மின்னழுத்தத்தையும் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டவாறு குறிக்கிறது.

துவக்க சமயத்தில் லூப்பின் நிலையை படம் 2a காட்டுகிறது. மற்றும் படம் 2c -ல் நிலையாக குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த நிலையில் லூப் மெயின் ஃப்ளக்ஸ்க்கு இணையாக நகர்வதால் எந்த விசை கோடுகளையும் வெட்டாது எனவே எந்த மின்னழுத்தமும் தூண்டப்படுவதில்லை. இந்த ஜீரோ மின்னழுத்தத்தை கிராப்பில் படம் 2cல் காட்டப்பட்டவாறு துவக்க புள்ளியாக குறிக்கப்படுகிறது. தூண்டப்படும் EMF மதிப்பின் சமன்பாடு சீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$E_o = BLV \sin \theta$  இதில் B ஃப்ளக்ஸ் அடர்த்தி - வெப்பர் / சமீட்டரில்

L என்பது கடத்தில் நீளம் - மீட்டரில்

V என்பது சுழலும் லூப்பின் வெலாசிட்டி (velocity) - மீட்டர்/ செகண்ட்டில் மற்றும்  $\theta$  என்பது கடத்திகள் விசைக் கோடுகளை வெட்டும் கோணமாகும்.

$\sin \theta = 0$  ஆவதால், '0' நிலையில் E ஜீரோவாக இருக்கிறது. லூப் கடிகாரம் சுழலும் திசையில் சுழல்வதால் படம் 2c-ல் காட்டப்பட்டவாறு  $30^\circ$  நிலையில் லூப் விசை கோடுகளை வெட்டுவதால் லூப்பில் தூண்டப்படும் EMF-ன் ( $E_{30}$ ) மதிப்பு  $BLV \sin \theta$  -க்கு சமமாக இருக்கும். இங்கு  $\theta = 30^\circ$ , மேற்கூறிய சமன்பாட்டை  $90^\circ$  நிலையில் பயன்படுத்தி படம் 2c -ல் காட்டப்பட்டவாறு தூண்டப்படும் EMF அதிகபட்சமாக இருப்பதை காண முடிகிறது.

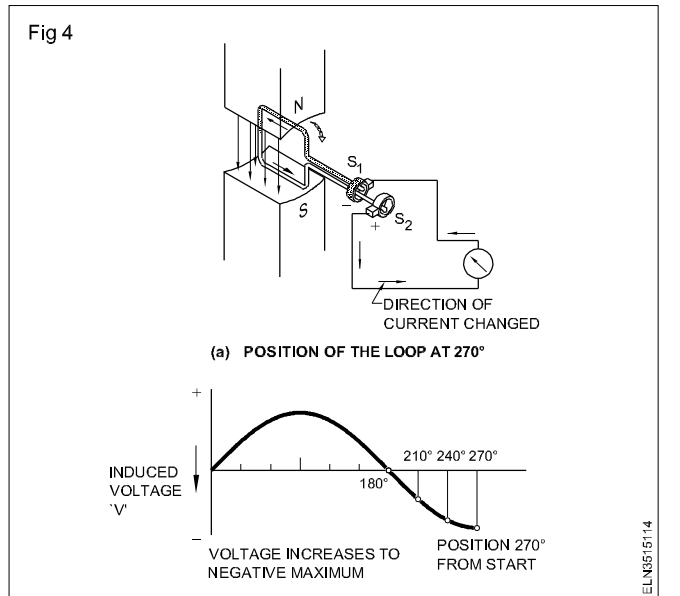
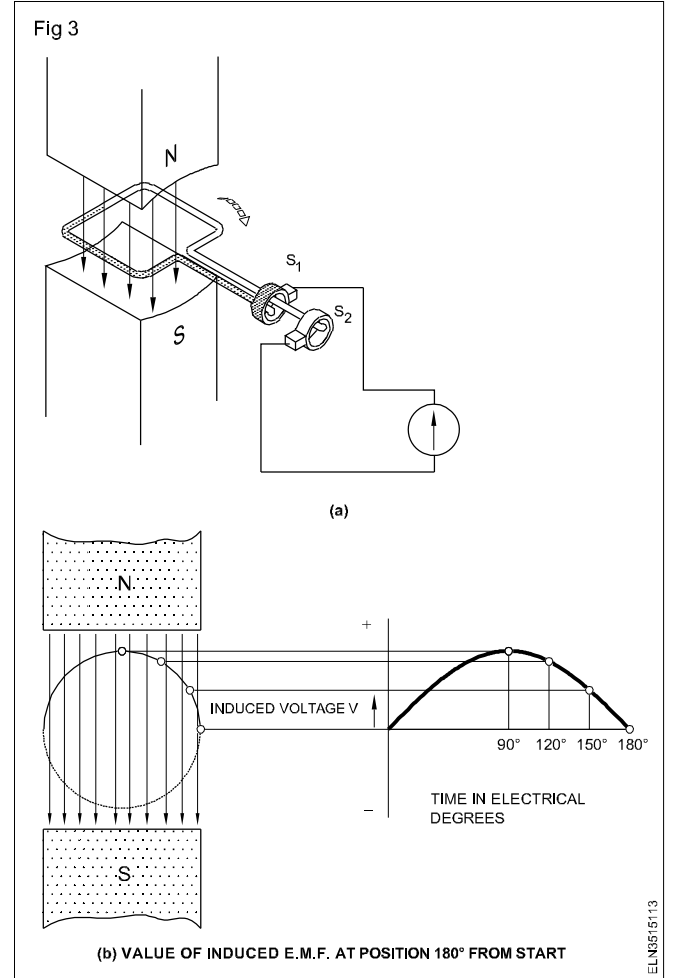
வளையம்  $180^\circ$ -யை நோக்கி திரும்புவதால் வெட்டப்படும் விசைக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து ஜீரோ மதிப்பை அடைவதை காண முடிகிறது. ஒவ்வொரு நிலையிலும் தூண்டப்படும் EMF அளவை ஒரு புள்ளிகளாக குறித்து அவைகளை இணைத்து ஒரு கோடு வரைந்தால் அதன் வடிவம் படம் 3b-ல் காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும்.

$0^\circ$  முதல்  $180^\circ$  வரை லூப் சுழலும் ஸ்லிப் ரிங்  $S_1$ +ve -யாகவும், மற்றும்  $S_2$  -ve வாகவும் இருக்கும்.

இருப்பினும்  $180^\circ$  நிலையில் லூப் விசைக் கோடுகளுக்கு இணையாக நகர்வதால் வளையம் எந்த ஃப்ளக்ஸ் -யை வெட்டாது எனவே எந்த EMF படம் 3b-ல் காட்டப்பட்டவாறு தூண்டப்படாது.

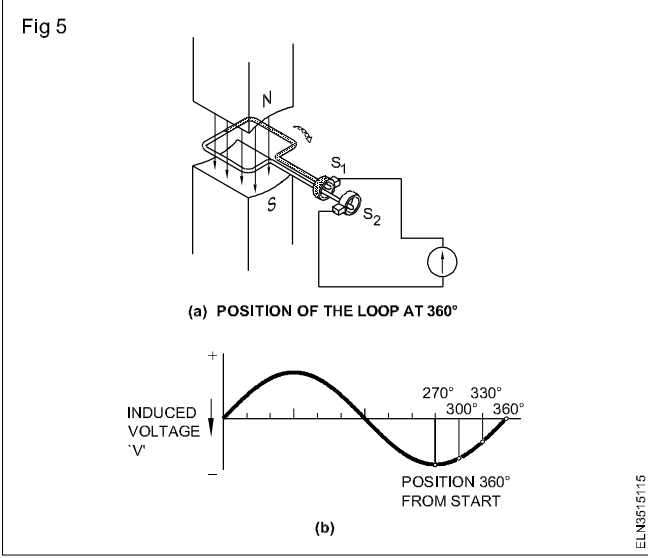
$180^\circ$  நிலையிலிருந்து  $270^\circ$ -க்கு லூப் திரும்பும் சமயத்தில் மின்னழுத்தம் உயர்கிறது. ஆனால்

மின்முனை படம் 4b-ல் காட்டப்பட்டவாறு மாறுகிறது.  $180^\circ$  முதல்  $360^\circ$  வரை லூப் நகரும் சமயத்தில் ஸ்லிப் ரிங்  $S_2$ +ve -வாகவும் மற்றும்  $S_1$  -ve வாகவும் படம் 4a காட்டப்பட்டவாறு இருக்கும்.



$270^\circ$ -யில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தம் அதிக பட்சமாகவும் பிறகு அது குறைந்து  $360^\circ$ -யில் ஜீரோவாகவும் இருக்கும். லூப் ஒரு முழுமையான

சுற்றை அடையும் சமயத்தில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு மற்றும் திசையின் மாறுதலை படம் 5b காட்டுகிறது. இதனை ஒரு சுழற்சி (cycle) என்கிறோம். இவ்வகை அலை வடிவு (wave-form) சைன் வேவ் (sine wave) எனப்படுகிறது. தூண்டப்படும் EMF -ன் மதிப்பும் மற்றும் திசையும் சைன் விதியை தவறாமல் பின்பற்றுகிறது. ஒரு விநாடியில் முழுமையடையும் சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை ஃபிரிக்குவன்சி எனப்படுகிறது. நம் நாட்டில் நாம் 50 cycles கொண்ட AC சப்ளை பயன்படுத்துகிறோம். இது 50 Hz என குறிப்பிடப்படுகிறது.



ஆல்டர்னேட்டரின் ஃபிரிக்குவன்சி, வேகம் மற்றும் துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பு (Relation between frequency, speed and number of poles of alternator): ஆல்டர்னேட்டரில் இரு துருவங்கள் மட்டும் இருந்தால் லூப் ஒரு சுற்று சுற்றும் பொழுது தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தின் cycle ஒன்றாக இருக்கும். அது நான்கு துருவங்களை கொண்டிருந்தால், காயிலின் ஒரு சுற்றின் முடிவில் இரண்டு cycleகளை உருவாக்கும் ஏனென்றால் அது ஒரு ஜோடி வட மற்றும் தென் துருவங்களை கடக்கும் பொழுது ஒரு cycle-யை உருவாக்குகிறது.

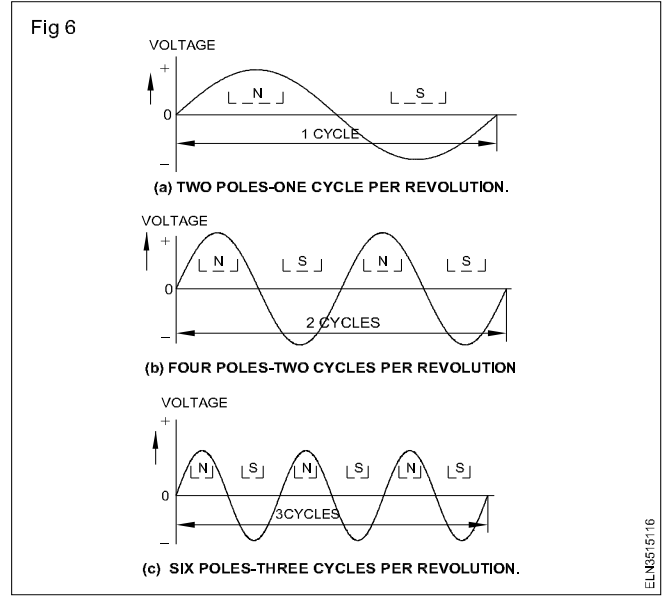
## ஆல்டர்னேட்டர்களின் வகைகள் மற்றும் கட்டமைப்பு (Types and construction of alternators)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஆல்டர்னேட்டர்களின் பல்வேறு வகைகள் மற்றும் கட்டமைப்பை விளக்குதல்.

ஆல்டர்னேட்டர்களின் வகைகள் (Types of alternators): DC மற்றும் AC ஜெனரேட்டர்கள், ஒரு விதத்தில் ஒரே மாதிரியானவை. அவை இரண்டுமே அவற்றின் ஆர்மேச்சூர் கடத்திகளில்

2 துருவங்கள், 4 துருவங்கள் மற்றும் 6 துருவங்களுக்கு இடையே காயில் சுழலும் பொழுது உருவாகும் cycle-களின் எண்ணிக்கையை படம் 6 காட்டுகிறது. ஒரு விநாடியில் உருவாகும் cycle களின் எண்ணிக்கை, துருவங்களின் எண்ணிக்கையை 2 ஆல் வகுப்பதற்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பது தெரிகிறது. எனவே ஒரு விநாடியில் உருவாகும் cycle களில் எண்ணிக்கை P/2 மற்றும் ஒரு விநாடியில் சுழலும் வேகத்தை சார்ந்துள்ளது.



எனவே ஃபிரிக்குவன்சி  $F = \frac{P}{2} \times n'$

'n' என்பது r.p.s. ஆகும். 'P' என்பது துருவங்களின் எண்ணிக்கையாகும். பொதுவாக வேகத்தை r.p.m.-க் குறிப்பிடப்படுகிறது. எனவே

$$\text{ஃபிரிக்குவன்சி } F = \frac{PN}{2 \times 60} = \frac{PN}{120}$$

P என்பது துருவங்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் N என்பது வேகம் r.p.m -ல் ஆகும்.

எனவே ஆல்டர்னேட்டரின் ஃபிரிக்குவன்சி, துருவங்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் வேகத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கிறது.

AC ஜெனரேட்டர் ஆனது சிங்கரனஸ் எனப்படும். நிலையான வேகத்தில் சுற்றப்பட வேண்டும். ஏனென்றால் உற்பத்தியாகும் EMF-ன் ஃபிரிக்குவன்சி ஆனது அதன் வேகத்தால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இந்த காரணங்களால் இந்த இயந்திரங்கள் சிங்கரனஸ் ஆல்டர் னேட்டர்கள் அல்லது சிங்கரனஸ் ஜெனரேட்டர்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

**சுழலும் பாகத்தின் வகையின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்துதல் (Classification according to the type of rotating part):** சுழலும் பாகத்தை பொருத்து ஆல்டர்னேட்டரை வகைப்படுத்தலாம். முந்தைய பாடத்தில், ஆல்டர்னேட்டரில் நிலையான அல்லது சுழலும் காந்த துருவங்கள் இருக்கலாம் என பார்த்தோம். அதன்படி நிலையான காந்த புலம் மற்றும் சுழலும் ஆர்மெச்சூரை கொண்ட ஆல்டர்னேட்டரை சுழலும் ஆர்மெச்சூர் வகை என்றும், நிலையான ஆர்மெச்சூர் மற்றும் நகரும் காந்தபுலம் கொண்ட ஆல்டர்னேட்டரை சுழலும் காந்தபுலம் வகை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. சுழலும் காந்தபுலம் வகை ஆல்டர்னேட்டர்களில் குறிப்பிடத்தக்க நன்மைகள் இருக்கின்றன.

**சுழலும் காந்தபுல வகை ஆல்டர் னேட்டர்களை பயன்படுத்துவதின் நன்மைகள் (Advantages of using rotating field type alternators)**

- எத்தனை பேஸ் ஆல்டர்னேட்டராக இருந்தாலும் சுழலும் காந்த புலம் வகையில், இரு ஸ்லிப் ரிங் மட்டுமே தேவைப்படுகின்றன.
- ஸ்டேட்டாரின் உள்புற சுற்றளவு அதிகமாக இருப்பதால், ஸ்டேட்டாரில் அதிக கடத்திகளை வைக்க முடியும். இதன் மூலம் அதிக மின்னழுத்தம்/ மின்னோட்டம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
- நிலையான வையிண்டிங்கிலிருந்து EMF தூண்டப்படுவதால் சுழலும் விசையில் வையிண்டிங் மற்றும் அதன் இணைப்பில் துண்டிப்போ அல்லது தளர்வோ ஏற்பட வாய்ப்புகள் இல்லை.
- நிலையான ஆர்மச்சூர் மற்றும் வெளி (பளு) மின்சுற்றுக்களுக்கு இடையே சறுக்கும் contact இல்லை. சப்ளையை நேரடியாக எடுக்க முடியும். காந்த தூண்டுதலுக்காக குறைந்த சக்தி/ மின்னழுத்தம் கொண்ட இரு ஸ்லிப் ரிங் மட்டுமே ரோட்டாரில் உள்ளன. அதனால் குறைவாக தீப்பொறி மற்றும் குறைவான பழுது ஏற்பட வாய்ப்பு உள்ளது.

- மெயின் வையிண்டிங் நிலையாக இருப்பதால், அதன் கடத்திகள் சலபமாகவும் மற்றும் திறம்படவும் இன்சுலேட் செய்ய முடிவதால் அதிக வெளி வரும் மின்னழுத்தத்திற்கு இன்சுலேஷன் செலவு குறைவாக இருக்கும். (குறைவான dielectric strength insulation போதுமானதாக இருக்கும்)/

- நிலையான மெயின் கடத்திகளுக்கு குறைவாக பராமரிப்பே தேவைப்படுகிறது.

- சமமான திறனுடைய சுழலும் ஆர்மெச்சூரை விட சுழலும் காந்தபுலம் கொண்ட ரோட்டாரின் எடை குறைவாக இருப்பதால் அதனை அதிவேகமாக சுழற்ற முடிகிறது.

**பேஸ்களில் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்துதல் (Classification according to the number of phases):**

பேஸ்களில் உற்பத்தியின் அடிப்படையில் ஆல்டர்னேட்டரை வகைப்படுத்தலாம். அதன் படி

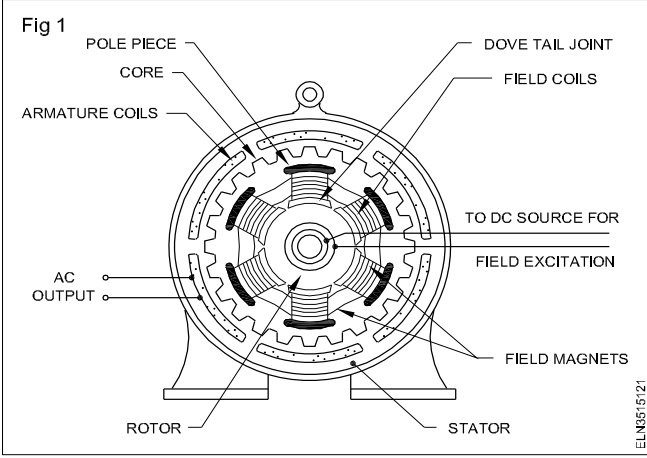
- 1 சிங்கிள் பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்கள்
- 2 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்கள்

**சிங்கிள் பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்கள் (Single-phase alternators):** சிங்கிள் பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்கள் என்பது ஒரு மின்னழுத்தத்தை மட்டும் வழங்க கூடியது. ஆர்மெச்சூர் காயில்கள் தொடர் கூட்டு இணைப்பில் இணைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு காயிலிலும் உற்பத்தியாகும் EMF-யின் கூட்டு தொகையே மொத்த வெளிவரும் மின்னழுத்தம் ஆகும். சிங்கிள் பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர் பொதுவாக சிறியதாக மட்டுமே கட்டமைப்பு செய்யப்படுகிறது. இவைகள் கட்டுமான இடங்களில் தற்காலிகமாக காத்திருக்கும் (standby) சக்திக்காகவும் மற்றும் தொலைதூர பகுதிகளில் நிரந்தர சக்திக்காகவும் பயன்படுகிறது.

**3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்கள் (Three-phase alternators):** இந்த ஆல்டர்னேட்டர், பேஸ் மற்றும் லைன் வோல்ட்டேஜ் எனப்படும் இரு வெவ்வேறு வோல்ட்டேஜை வழங்குகிறது. இது ஒன்றொன்றுக்கு ஒன்று 120° இடைவெளியில் வைக்கப்பட்ட பொதுவாக ஸ்டார் -ல் இணைக்கப்பட்ட 3 வையிண்டிங்களை கொண்டது. இது மூன்று மெயின் டெர்மினல்களை U,V,W மற்றும் ஒரு நியூட்ரல் டெர்மினல் N'-யை கொண்டுள்ளது.

இந்த ஆல்டர்னேட்டர்கள் டீசல் இஞ்சின்கள், நீராவி டர்பைன் (steam turbines) நீர் சக்கரங்கள்

மற்றும் இதர கிடைக்கும் ஆதாரங்களை கொண்ட prime mover ஆல் இயக்கப்படுகிறது. ஆல்ட்டர்னேட்டர்களின் கட்டமைப்பு (Construction of alternators): சுழலும் காந்தபுவகை ஆல்ட்டர்னேட்டரின் முக்கிய பாகங்கள் படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



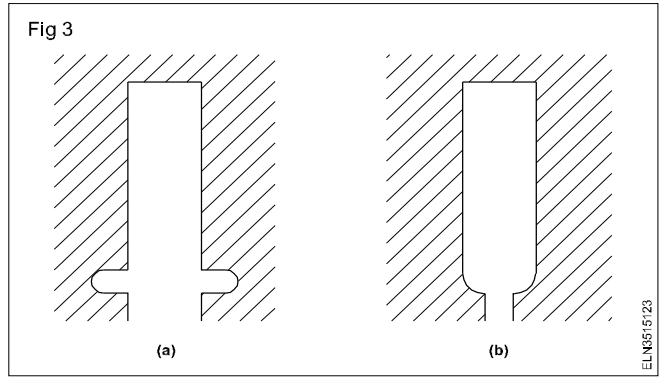
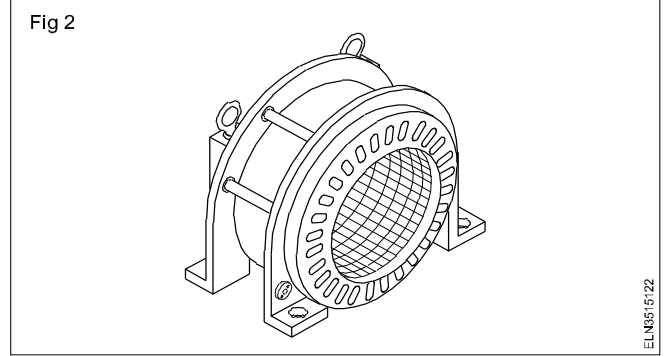
**ஸ்டேட்டார் (Stator):** இது ஆர்மச்சூர் கடத்திகளை அமைப்பதற்காக உள்புற சுற்றளவில் பள்ளங்களை கொண்ட தகட்டிற்கு எஃகு கலவையால் (சிலிக்கான் ஸ்டீல்) வடிவமைக்கப்பட்ட ஆர்மச்சூர் கோரை கொண்டது. இந்த ரிங் வடிவ ஆர்மச்சூர் கோர் வார்ப்பு இரும்பு அல்லது பற்ற வைத்த எஃகு தகட்டு சட்டத்துடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சுழலும் காந்த துருவங்கள் உருவாக்கும் ஃப்ளக்ஸ் ஸ்டேட்டார் கோரை வெட்டும் பொழுது ஏற்படும் எட்டி கரண்ட் இழப்புகளை குறைக்க ஆர்மச்சூர் கோர் தகடுகளாக (laminated) செய்யப்படுகிறது.

இந்த தகடுகள் முழு ரிங்குகளால் (சிறிய இயந்திரங்களில்) அல்லது வட்டத் துண்டுகளால் (பெரிய இயந்திரங்களால்) அடுக்கப்பட்டு அவைகள் ஒன்றில் இருந்து மற்றொன்று பேப்பர் அல்லது வார்னீஷ் மூலம் இன்சுலேட் செய்யப்பட்டு இருக்கும். இந்த அடுக்குகளில் திறமையான குளிர்ச்சி கிடைக்க அச்ச சார்ந்த மற்றும் ஆரம் சார்ந்த குளிர் பாதைகள்/ குழிகள் இருக்கின்றன. சட்டத்துடன் கூடிய பொதுவான ஸ்டேட்டாரின் காட்சி படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆர்மச்சூர் காயில்களை அமைப்பதற்காக ஸ்டேட்டார் கோரில் உள்ள பள்ளங்கள் இரண்டு வகைப்படும். இவைகள் முறையே படம் 3a மற்றும் படம் 3b காட்டப்பட்டவாறு (i) திறந்த மற்றும் (ii) பாதி மூடிய பள்ளங்கள் ஆகும்.

திறந்த பள்ளங்கள் (open slots) அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில் அதில் அமைக்கப்படும் காயில்கள், வடிவ கம்பி

சுற்றுடன் முன்னரே இன்சுலேட் செய்யப்பட்டவையாக இருப்பதால் வேலை விரைவாகவும், செலவு குறைவாகவும் மற்றும் சிறப்பாக இன்சுலேட் செய்ய முடிகிறது. இந்த பள்ளங்கள் பழுதடைந்த காயில்களை அகற்று -வதையும் மாற்றுவதையும் சுலபமாக்குகிறது.



ஆனால் இவ்வகை பள்ளங்களால் ஃப்ளக்ஸ் சீரற்று பிரிவதால் EMF அலையில் (Wave) ripples உருவாகின்றன. இவ்விஷயத்தில் பாதி மூடிய வகை பள்ளங்கள் சிறந்தவை ஆனால் அது வடிவ கம்பி சுற்று பயன்பாட்டை அனுமதிக்காததால் வையிண்டிங் செய்யும் முறை கடினமாகிறது. முழுவதும் மூடப்பட்ட பள்ளங்கள் அரிதாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரே வேளை பயன்படுத்தப்பட்டால் வையிண்டிங் சுற்றுகளை bracing செய்ய வேண்டும்.

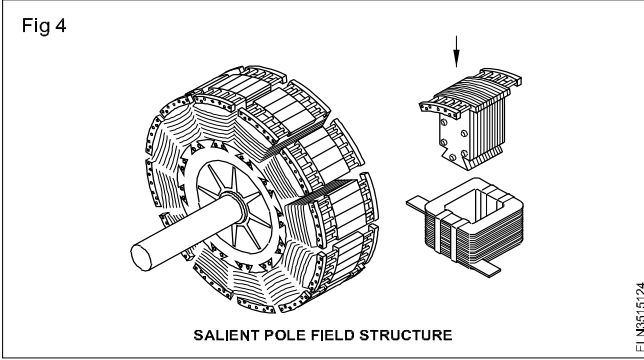
**ரோட்டார் (Rotor):** இது DC ஜெனரேட்டரை போன்று ஃபீல்டு அமைப்பை கொண்டது. பொதுவாக இது ஒரு தனிப்பட்ட குறைந்த மின்னழுத்த DC சப்ளை மூலம் தூண்டப்படுகிறது. வழக்கமாக இந்த excitation சப்ளையானது ஆல்ட்டர்னேட்டரில் தண்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ள எக்ஸைட்டர் (exciter) எனப்படும். DC ஷன்ட் அல்லது காம்பெளன்ட் ஜெனரேட்டர் ஆகும்.

இந்த exciting மின்னோட்டம் ரோட்டாருக்கு இரு ஸ்லிப் ரிங் மற்றும் பிரஷ்கள் மூலம் வழங்கப்படுகிறது. இதனால் ரோட்டாரில் அடுத்து அடுத்து வட மற்றும் தென் துருவங்கள் ஏற்படுகின்றன.

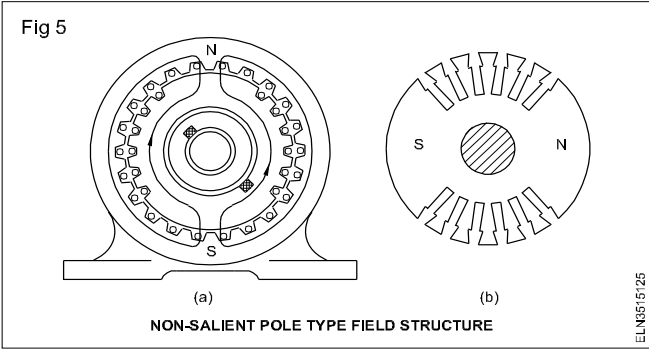


சுழலும் காந்தபுல ரோட்டார்கள் இரு வகைப்படும். அவைகள்

i படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு சாலியன்ட் துருவ வகை மற்றும்



ii படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு சுழமத் சிலிண்டரிகல் வகை அல்லது நான் - சாலியன்ட் துருவ வகையாகும்.



**சாலியன்ட் போல் வகை (Salient pole type):** இந்த வகை ரோட்டார்கள் குறைவான அல்லது மிக வேகமான ஆல்டர்னேட்டர்களில் மட்டுமே பயன்படுகிறது. இவை விலை குறைவானவை, ஃபீல்ட் காயில்கள் அமைக்க அதிக இடங்கள் கொண்டவை மற்றும் அதிகளவு வெப்பத்தை வெளியேற்றும் பரப்பு கொண்டவை. அதி வேக ஆல்டர்னேட்டர்களுக்கு இவை பொருத்தமானவை அல்ல. ஏனென்றால் ஓடும் பொழுது அதிகளவு இரைச்சலை உருவாக்குவதுடன் இயந்திர வலிமையை அடைவதும் கடினமாகும்.

படம் 4 சாலியன்ட் (salient) துருவ வகை ரோட்டாரை காட்டுகிறது. இதில் எஃகு தகட்டுக்குள் ஒரு dovetailed இணைப்பு மூலம் தண்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சைன் அலை வடிவ EMF-யை உற்பத்தி செய்வதற்காக காற்று இடைவெளியில் சீரான ஃப்ளக்ஸ் -யை பகிர்ந்து அளிக்க துருவ முனைகள் வளைவாக்கப்பட்டு உள்ளது. ஹண்டிங் (hunting)-யை தடுப்பதற்கான டேம்பர் (damper) வையிண்டிங்கை பொருத்துவதற்காக இந்த துருவ முனைகளில் பள்ளங்களும் உள்ளன.

அடுத்தடுத்த வட மற்றும் தென் துருவங்களை உருவாக்க, ஃபீல்ட் காயில்கள் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு அதன் முனைகள் ஸ்லிப் ரிங் உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஸ்லிப் ரிங்கில் போதுமான அழுத்தத்தை தரக்கூடிய பிரஷ்கள் மூலம் DC சப்ளை இணைக்கப்படுகிறது சாலியன்ட் துருவ ஆல்டர்னேட்டரை அதன் பெரிய விட்டம் மற்றும் குறைந்த அச்ச நீளம் மற்றும் குறைந்த அல்லது மிதவேக இயக்கத்தின் மூலம் கண்டுபிடிக்க முடியும்

**சமமான உருளை (சுழமத் சிலிண்டரிகல்) அல்லது (நான் சாலியன்ட்) துருவ வகை ரோட்டார் (Smooth cylindrical or non-salient pole type rotor):** இவ்வகை ரோட்டார்கள், நீராவி டர்பைன் (steam turbines) மூலம் இயக்கக் கூடிய மிக அதிவேக ஆல்டர்னேட்டர்களில் பயன்படுகிறது. சிறந்த இயந்திர வலிமை அடைய விட்டத்தை குறைப்பதால் சுற்றளவு வேகம் குறைக்கப்படுகிறது. மேலும், அச்ச நீளம் அதிகப்படுகிறது. இவ்வகை ரோட்டார்கள் இரண்டு அல்லது நான்கு துருவங்களை கொண்டவை ஆனால் அதிவேகத்தில் ஓடக் கூடியவை.

அவ்வேகத்தை தாங்கி பிடிப்பதற்காக, இந்த ரோட்டாரானது நீளவாக்கில் பள்ளங்களை கொண்ட ஒரு திட எஃகு வார்ப்பால் செய்யப்பட்டவை. படம் 5a ஒரு இரு துருவ ஆறு பள்ளங்களை கொண்ட ரோட்டாரை காட்டுகிறது. இதன் வையிண்டிங்கானது இன்சுலேட் செய்யப்பட்ட காப்பர் பட்டைகளால், தகுந்த ஆப்புகள் மூலம் சரியாக அமைக்கப்பட்டு மற்றும் எஃகு பிணைப்புகள் மூலம் இறுக்கமாக கட்டப்பட்டவையாகும்.

படம் 5b ல் காட்டப்பட்டவாறு ரோட்டாரில் பள்ளங்கள் இல்லாத சுற்றளவு துருவங்களாக பயன்படுகின்றன.

சுழமத் சிலிண்டரிகல் துருவ வகை ஆல்டர்னேட்டர்களை அதன் குறுகிய விட்டம், நீண்ட அச்ச நீளம் மற்றும் அதிவேக இயக்கத்தின் மூலம் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

**ஆல்டர்னேட்டர்களின் மதிப்பீடு (Rating of alternators)**

பொதுவாக மின் இயந்திரங்கள் பளுவின் அடிப்படையில் மதிப்பீடு செய்யப்படுகிறது. இன்சுலேசன் பழுதடையாமலும் அதிக வெப்பமடையாமலும் இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். மின் இயந்திரங்களின் மதிப்பீடு

இயந்திரங்களின் உள் இழப்புகளின் காரணமாக ஏற்படும் வெப்ப அதிகரிப்பை அடிப்படையாக கொண்டுள்ளது, ஆர்மெச்சூரின் செம்பு இழப்பு ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தை ( $I^2R$ ) சார்ந்துள்ளது, மற்றும் பவர் ஃபேக்டரை சார்ந்ததாக இல்லை.

அவுட்புட் kW கொடுக்கப்பட்ட ஆல்டர்னேட்டரின் பவர் ஃபேக்டருக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். உதாரணமாக 1000 kVA ஆல்டர்னேட்டர் முழு பளுவின் போது 0.2, 0.5, 0.8 மற்றும் unity பவர் ஃபேக்டரில் முறையே 200, 500, 800, 1000 kW இருக்கும். ஆனால் ஆர்மெச்சூரின் செம்பு இழப்பு பவர்பேக்டரை கணக்கில் கொள்ளாமல் சமமாக இருக்கும்.

இதன் காரணமாக ஆல்டர்னேட்டர்களின் மதிப்பு பொதுவாக kVA (kilo Volt Ampere) ல் குறிக்கப்படுகிறது.

### 3 பேஸ் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்தல் மற்றும் ஆல்டர்னேட்டரின் பொதுவான சோதனை (Generation of 3-phase voltage and general test on alternator)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டரில் 3 பேஸ் மின்னழுத்த அலை (wave) வடிவத்தில் உற்பத்தி செய்யும் முறைகளை விளக்குதல்
- 3 பேஸ் சப்ளையின் பேஸ் வரிசையை சொல்லுதல்
- ஆல்டர்னேட்டரின் தொடர்ச்சி இன்சுலேஷன் மற்றும் எர்த் இணைப்பை சோதிக்கும் முறையை கூறுதல்
- ஆல்டர்னேட்டரின் e.m.f. சமன்பாட்டை கூறுதல்
- ஆல்டர்னேட்டரின் எர்த் சம்பந்தப்பட்ட B.I.S.-ன் பரிந்துரைகள் மற்றும் I.E.E.-ன் ஒழுங்கு முறைகளை கூறுதல்.

தற்கால உலகில் பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் அமைப்பு AC 3 பேஸ் அமைப்பு ஆகும். ஏனென்றால் மற்ற அமைப்பைக் காட்டிலும் இதனை உற்பத்தி செய்தல் அனுப்புதல் மற்றும் பகிர்மானத்தின் விளைத் திறன் அதிகம். தேவைப்படும் பொருளில் விலை குறைவு. 3 பேஸ் அமைப்பானது தொழிற் சாலையில் 3 பேஸ் மோட்டாரை இயக்க சப்ளையை வழங்குகிறது மேலும் தொழிற் சாலைகளிலும் மற்றும் வீடுகளுக்கும் சிங்கிள் பேஸ் மோட்டார் மற்றும் மின் விளக்குகளுக்கும் சப்ளையை வழங்குகிறது.

தற்கால மின் பணியாளர், உற்பத்தி நிலையங்கள் அல்லது காத்திருப்பு திறன் நிலையங்களில் பணியமர்த்தப்படுவதால் 3 பேஸ் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்தல், அதன் பேஸ் வரிசை மற்றும் ஆல்டர்னேட்டரின் பொதுவான சோதனையை பற்றிய சிறப்பான அறிவு மிக அவசியமாகிறது.

**ஹன்டிங் (Hunting):** ஆல்டர்னேட்டர்களில் பளுவின் போது தொடர்ச்சியாக நிகழும் ஏற்றத்தாழ்வுகளை ஹன்டிங் (Hunting) என அழைக்கப்படுகிறது. ஆல்டர்னேட்டரில் பளு அடிக்கடி மாற்றம் அடையும் போது ரோட்டார் நிலையாக ஓடாமல் ஒரு ஓசையை உண்டாக்குவதுடன் அதன் காரணமாக ரோட்டாரில் ஊசலாடுதலும், அதிர்வும் ஏற்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு ஹன்டிங் (Hunting) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பீல்டு போல் கோர் மீது டேம்பிங் (damping) வையின்டிங் பொருத்துவதால் ஹன்டிங் தடுக்கப்படுகிறது.

### 3 பேஸ் மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்தல் (Generation of three-phase voltage):

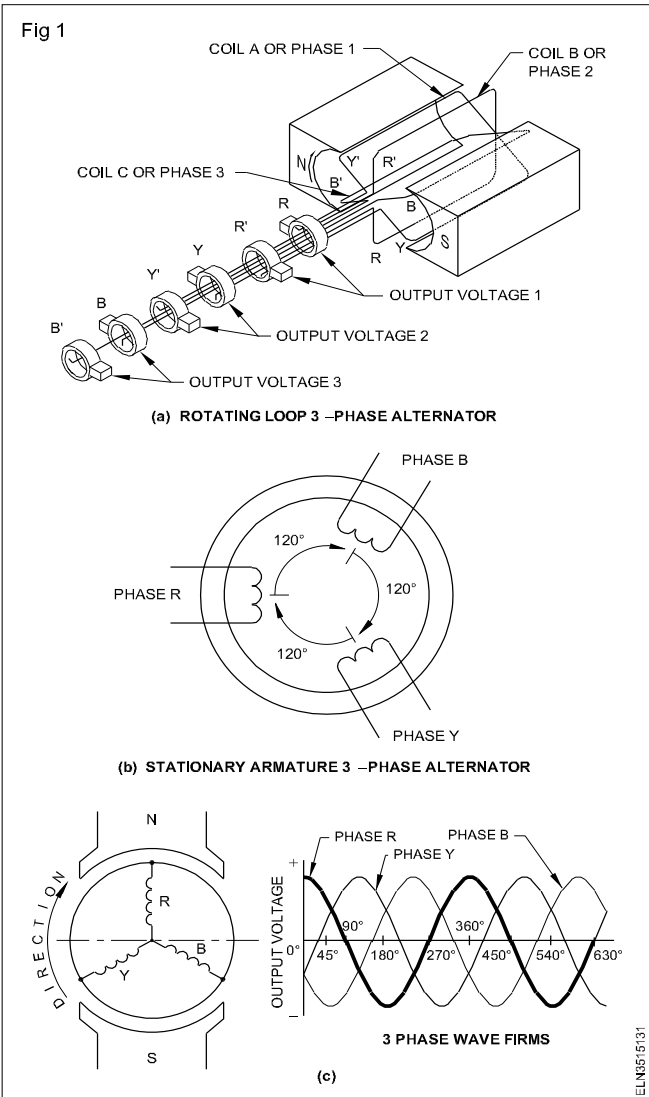
அடிப்படையாக 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டரின் (ஜெனரேட்டர்) தத்துவமும் சிங்கிள் பேஸ் ஆல்டர்னேட்டரின் தத்துவமும் ஒன்றேயாகும். 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டரில் ஒவ்வொன்றும்  $120^\circ$  வித்தியாசத்தில் மூன்று வெளிவரும் மின்னழுத்தத்தை உருவாக்கும் சமமான இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்ட மூன்று காயில்கள் அல்லது வையின்டிங்குகள் உள்ளன.

ஒரு எளிமையான சுழலும் லூப் 3 பேஸ் ஜெனரேட்டர் அதன் வெளிவரும் மின்னழுத்த அலை வடிவத்துடன் படம் 1c -ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 1a ல்  $120^\circ$  இடைவெளியில் காந்தபுலத்தில் சுழலுக் கூடிய மூன்று தனித்தனி லூப்களை கொண்ட சுழலும் ஆர்மெச்சூர் வகை ஆல்டர்னேட்டர் காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 1a -ல் காட்டப்பட்டவாறு, இந்த மூன்று

லாப்களும் ஒவ்வொன்றும் மின் பிரிப்பு செய்யப்பட்டு அதன் முனைகள் தனித்தனி ஸ்லிப் ரிங்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சீரான காந்தப்புலத்தில் சுழல்வதால் லாப்கள் சைன் அலைகளை உருவாக்குகின்றன.

செயல்வடிவ ஆல்டர்னேட்டரில் இந்த லாப்களுக்கு பதிலாக  $120^\circ$  மின்கோணங்கள் இடைவெளியில் ரோட்டாரில் பள்ளங்கள் முழுவதில் பகிர்ந்து அமைக்கப்பட்ட பல சுற்று வையிண்டிங்கள் இருக்கும். அதேப் போல் படம் 1a காட்டப்பட்டவாறு ஆறு ஸ்லிப் ரிங்களுக்கு பதிலாக மூன்று வையிண்டிங்களில் ஸ்டார் அல்லது டெல்டா இணைப்பை பொருத்து முறையே நான்கு அல்லது மூன்று ஸ்லிப் ரிங்குகள் இருக்கும்.



ஏற்கனவே விவரித்ததைப் போல், சுழலும் காந்தப்புல வகை ஆல்டர்னேட்டர்கள் தான் அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. அச்சமயங்களில் ஃபீல்ட் துருவங்களை தூண்ட DC சப்ளை வழங்குவதற்காக இரு ஸ்லிப் ரிங்குகள் மட்டுமே தேவைப்படுகிறது.

படம் 1b தனித்தனி லாப்களுக்கு பதிலாக  $120^\circ$  மின்கோணங்கள் தள்ளி அமைக்கப்பட்ட காயில்களை கொண்ட நிலையான 3 பேஸ் ஆர்மேச்சுரை காட்டுகிறது இருப்பினும் சுழலும் காந்த துருவ பகுதி படத்தில் காட்டப்படவில்லை.

படம் 1c ஒரு இரு துருவ காந்தப்புலத்தில் சுழலும் ஸ்டார் இணைப்பு செய்யப்பட்ட 3 பேஸ் காயில்களை கொண்ட சுழலும் ஆர்மேச்சுர் வகை ஆல்டர்னேட்டரை காட்டுகிறது. படம் 1c-ன் படி 'R' காயில் 'N' துருவத்தில் கீழே சுழன்று ஃப்ளக்ளை செங்கோணத்தில் வெட்டுவதால் ப்ரேடேஸ் -ன் மின் காந்த விதிப்படி '0' நிலையில் கிராப்பில் (graph) காட்டப்பட்டவாறு அதிகபட்ச மின்னழுத்தத்தை தூண்டுகிறது. காயில் 'R' கடிகார சுழலும் திசையில் நகர்வதால்  $90^\circ$ -யில் தூண்டப்படும் EMF ஜீரோவாகிறது. அதன்பிறகு எதிர்திசையில்  $-ve 180^\circ$  யில் தென் துருவத்தை தூண்டுவதால் அதிகப்பட்சத்தை அடைந்து  $270^\circ$ -யில் தூண்டப்படும் EMF ஜீரோவாகி மீண்டும்  $360^\circ$ -யில் நேர்திசையில் (+ve) அதிகப்பட்சத்தை அடைகிறது.

இதே போல் காயில்கள் 'Y' மற்றும் 'B' உருவாக்கும் EMF-யை அதே கிராப்பில் வரைய முடியும். RYB ஆகிய மூன்று காயில்களால் உருவாக்கும் சைன் அலைகளில் இருந்து, காயில் 'R' -யை மின்னழுத்தம் காயில் 'Y' -ன் மின்னழுத்தத்தை விட  $120^\circ$  முன்னோக்கி (leads) இருப்பதையும் மற்றும் காயில் 'Y' ன் மின்னழுத்தம் காயில் 'B' -ன் மின்னழுத்தத்தை விட  $120^\circ$  முன்னோக்கி (leads) இருப்பதையும் காண முடிகிறது.

**பேஸ் வரிசை (Phase sequence):** பேஸ் வரிசை என்பது மின்னழுத்தம் ஒன்றை மற்றொன்று பின் தொடரும் முறையாகும். அதாவது அதன் அதிகபட்ச மதிப்பை அடைவதாகும். படம் 1c-ல் உள்ள அலை வடிவம், காயில் 'R' -ன் மின்னழுத்தம் அல்லது 'R' பேஸ், காயில் 'Y' -ன் மின்னழுத்தம் அல்லது 'Y' பேஸ்வை விட முதலில் நேர் திசை +ve உச்சத்தை அடைவதையும் பிறகு காயில் 'B' -ன் மின்னழுத்தம் அல்லது 'B' பேஸ் அதன் நேர்திசை +ve உச்சத்தை அடைவதையும் காட்டுகிறது. எனவே இந்த பேஸ் வரிசையை RYB என சொல்கிறோம். படம் 1c-ல் காட்டப்பட்டுள்ள ஆல்டர்னேட்டரின் சுழலும் திசை கடிகார சுழலும் திசைக்கு எதிர் திசை மாறினால் பேஸ் வரிசை RBY ஆக மாறிவிடும். பாலிபேஸ் ஜெனரேட்டர்கள் மற்றும் வையிண்டிங்குகள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படும் பொழுது இது ஒரு முக்கியமான காரணியாக இருக்கிறது.

மேலும் 3 பேஸ் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் சுழலும் திசையானது 3 பேஸ் சப்ளையில் பேஸ் வரிசையை சார்ந்துள்ளது. ஆல்ட்டர்னேட்டரின் பேஸ் வரிசை மாற்றப்பட்டால், அதன் சப்ளையுடன் இணைக்கப்பட்ட அனைத்து 3 பேஸ் மோட்டார்களில் சுழலும் திசையும் மாறும் இருப்பினும் விளக்குகள் மற்றும் ஹீட்டிங் பளுக்களில் எந்த பாதிப்பும் ஏற்படாது.

சிங்கிள் பேஸ் மட்டும் 3 பேஸ் ஆல்ட்டர்னேட்டர்கள், மெயின் வையிண்டிங்கில் மட்டுமே வித்தியாசப்படுகின்றன. இதை தவிர இந்த இரு வகை ஆல்ட்டர்னேட்டர்களும் ஒரே மாதிரியான கட்டமைப்பை கொண்டவை.

**ஆல்ட்டர்னேட்டரின் பொதுவான சோதனைகள் (General testing of alternator):**

ஆல்ட்டர்னேட்டர்கள் தொடர்ச்சியான இயக்கத்தில் இருப்பதால் அதன் பொதுவான நிலைமையை அடிக்கடி சோதிக்கப்பட வேண்டும். இது தற்காப்பு பராமரிப்பு கீழ் வருகிறது மற்றும் இயந்திரத்தில் ஏற்படக் கூடிய தேவையற்ற சேதங்கள் அல்லது பழுதை தவிர்க்கிறது. ஆல்ட்டர்னேட்டர்களில் மேற்கொள்ள வேண்டிய வழக்கமான சோதனைகள்

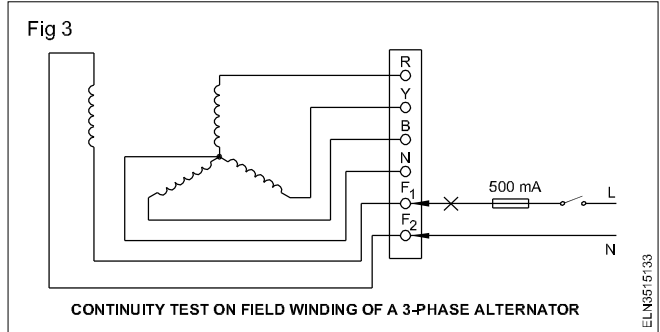
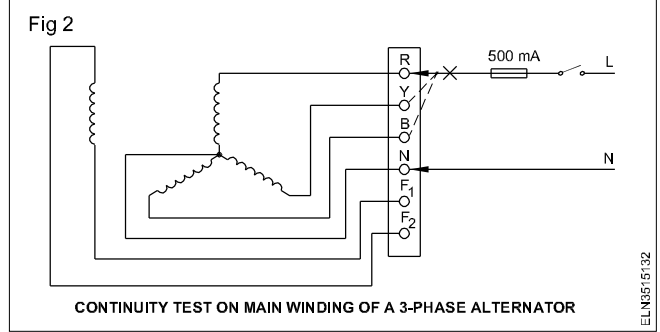
- வையிண்டிங் தொடர்ச்சி சோதனை
- வையிண்டிங்களுக்கு இடையேயான இன்சுலேஷன் மின்தடை மதிப்பு
- வையிண்டிங்களுக்கும் உடலுக்கும் இடையேயான இன்சுலேஷன் மின்தடை மதிப்பு
- இயந்திரத்தின் எர்த் இணைப்பு சோதனை

**தொடர்ச்சி சோதனை (Continuity test):**

படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு வையிண்டிங்களில் தொடர்ச்சி பின்வருமாறு சோதிக்கப்பட வேண்டும். ஒரு டெஸ்ட் லாம்ப்பின் ஒரு முனை நியட்ரல் (ஸ்டார் புள்ளி) உடனும் மற்றொரு முனை ஒரு வையிண்டிங்கில் RYB டெர்மினல் உடனும் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது.

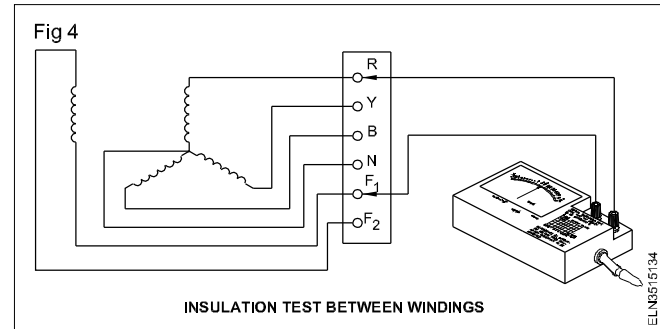
டெஸ்ட் லாம்ப்ப் ஆனது அனைத்து RYB டெர்மினல்களிலும் சமமான பிரகாசத்தில் ஒளிர்ந்தால் வையிண்டிங்கின் தொடர்ச்சி சரியாக இருக்கிறது. இதே போல் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஃபீல்ட் வையிண்டிங்கின் F<sub>1</sub> மற்றும் F<sub>2</sub> முனைகளின் தொடர்ச்சியை சோதிக்க முடியும். டெஸ்ட் லாம்ப்ப் மூலம் சோதிக்கும் பொழுது இரு டெர்மினல்களுக்கு இடையே உள்ள தொடர்ச்சியை மட்டுமே காட்டுகிறது. ஆனால் ஒரே வையிண்டிங் சுற்றுகளுக்கு

இடையேயான ஷார்ட்டை (short) காட்டாது. ஓம்மீட்டர் மூலம் தனித்தனி காயில்களில் மின்தடையை அளந்து அதை மற்ற காயில்களில் மின்தடையுடன் ஒப்பிடுவதே மிக நம்பகமான சோதனை முறையாகும். அதன் அளவுகள் பதிவு செய்தல் பிற்காலங்களில் பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

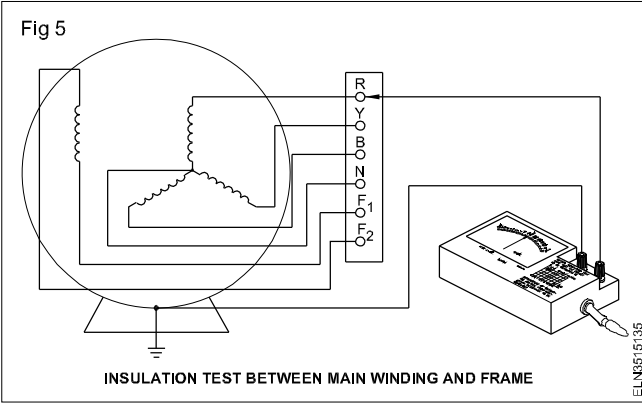


**இன்சுலேஷன் மின்தடை சோதனை (For insulation resistance test)**

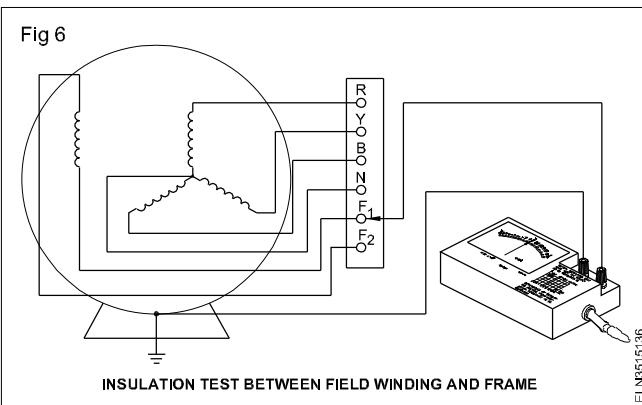
**வையிண்டிங்களுக்கு இடையில் (Between windings):** படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு, மெக்கரின் ஒரு முனையை RYB-யில் ஒரு டெர்மினலிலும் மற்றொரு முனையை ஃபீல்ட் வையிண்டிங்கின் F<sub>1</sub> அல்லது F<sub>2</sub>-யிலும் இணைக்கப்படுகிறது. மெக்கர் ஒரு மெகா ஓம் அல்லது அதிகமாக காட்டினால் இன்சுலேஷன் மின்தடை ஏற்றுக் கொள்ள கூடிய அளவு சரியாக இருக்கிறது. ஆர்மெச்சூர் மற்றும் ஃபீல்ட் வையிண்டிங்களுக்கு இடையே சார்ட் இருந்தால் மெக்கர் ஜீரோ ஓம் காட்டுகிறது. இன்சுலேஷன் பலவீனமாக இருந்தால், மெக்கர் ஒரு மெகா ஓம்மிற்கும் குறைவாக காட்டுகிறது.



வையிண்டிங்குகள் மற்றும் பாடிக்கு இடையேயான இன்சுலேஷன் மின்தடை சோதனை (Testing insulation resistance between body and windings): படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு மெக்கரின் ஒரு முனை RYB-ன் ஒரு முனையுடனும், மெக்கரின் மறுமுனையை பாடிவுடனும் இணைக்கப்படுகிறது. வையிண்டிங்குகள் மற்றும் சட்டத்துக்கு இடையேயுள்ள இன்சுலேஷன் சரியாக இருந்தால் மெக்கர் ஓர் மெகாஓம்மிற்கு அதிகமாக காட்டுகிறது.



மெக்கரின் ஒரு முனையை ஃபீல்ட்டின்  $F_1$  அல்லது  $F_2$  உடனும் மறு முனையை பாடி உடனும் படம் 6-ல் காட்டப்பட்டவாறு ஃபீல்ட் வையிண்டிங் சோதிப்பதற்காக இணைக்கப்படுகிறது. ஃபீல்ட் ஒரு மெகா ஓம்மிற்கு அதிகமாக காட்டுகிறது. ஒரு மெகா ஓம்மிற்கு குறைவாக காட்டினால் இன்சுலேஷன் பலவீனமடைந்து எர்த்திங் கசிவு ஏற்பட்டு உள்ளதை காட்டுகிறது.



**எச்சரிக்கை (Caution):** இன்சுலேஷன் மின்தடை சோதனையின் போது மெக்கர் ஜீரோ ஓம்மை காட்டினால் இன்சுலேஷன் முழுவதுமாக பழுதடைந்து உள்ளது என கருத வேண்டும். மற்றும் முழு சோதனை செய்யப்பட வேண்டும்.

**அனுமதிக்கப்பட்ட இன்சுலேஷன் மின்தடை 1 மெகா ஓம்மிற்கு குறைவாக இருக்கக் கூடாது.**

**ஆல்ட்டர்னேட்டர்களை எர்த் செய்தல் (Earthing of alternators):** சீமே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு இரு சமமான முக்கிய தேவைகளை உள்ளடக்கியது.

- ஆல்ட்டர்னேட்டரின் நியூட்ரலை எர்த் செய்தல்
- ஆல்ட்டர்னேட்டரின் சட்டத்தை எர்த் செய்தல்

**நியூட்ரலை தரையிடல் (Earthing of neutral):** B.I.S. 3043-1966-ன் படி பின்வரும் முறைகளில் ஏதேனும் ஒரு முறையில் ஆல்ட்டர்னேட்டரின் நியூட்ரலை எர்த் செய்ய பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

- திட எர்த்திங் (Solid earthing)
- மின்தடை எர்த்திங் (Resistance earthing)
- ரியாக்டன்ஸ் எர்த்திங் (Reactance earthing)
- ஆர்க் சப்ரஸ்ஸன் காயில் எர்த்திங் (Arc suppression coil earthing)

அலகின் அளவு அமைப்பின் பயன்படுத்தப்படும் மின்னழுத்த பாதுகாப்பு திட்டம், உற்பத்தியாளர்களின் பரிந்துரை மற்றும் மின் ஆய்வு அதிகாரியின் ஒப்புதல் ஆகியவைகளை சார்ந்து எர்த்திங் வகைகள் மற்றும் தேர்வு இருக்கிறது. மேலும் விபரங்களுக்கு பயிற்சியாளர்கள் B.I.S.3043-1966-யை பார்க்க அறிவுறுத்தப்படுகிறார்கள்.

**ஆல்ட்டர்னேட்டரின் சட்டத்தை தரையிடல் (Earthing alternator frame):** வேலையாட்களின் பாதுகாப்புக்காகவும் மற்றும் ஆல்ட்டர்னேட்டரின் சட்டத்தை ஜீரோ பொட்சியலில் வைத்து கொள்ளவும். இந்த எர்த் அவசியமாகிறது. எர்த் ஃபால்ட் தருணத்தில் எர்த் ஃபால்ட் ரிலேகள் (Earth fault relays) அல்லது ஃப்யூஸ்கள் செயற்பட்டு மின்சுற்றினை திறப்பது முழுவதும் சட்டத்தை எர்த் செய்வதை சார்ந்தே இருக்கிறது.

I.E. விதி எண் 61-ன் படி பாதுகாப்பான இயக்கத்திற்காக அனைத்து மின் சாதனங்களும்/இயந்திரங்களும் இரட்டை எர்த்திங் செய்யப்பட வேண்டும். எர்த் எலக்ட்ராடு மற்றும் எர்த் கடத்தியின் மின்தடையை அவ்வப்பொழுது அளந்து பதிவு செய்யப்பட வேண்டும். எர்த் எலக்ட்ராடு மற்றும் எர்த் கடத்திகளின் மின்தடையின் மதிப்பு அமைப்பின் வடிவமைப்புக்கு ஏற்றவாறு வலியுறுத்தப்பட்ட குறைவான மதிப்பில் பராமரிக்கப்பட வேண்டும்.

## ஆல்டர்னேட்டரின் EMF சமன்பாடு (EMF equation of the alternator)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

• ஆல்டர்னேட்டரில் தூண்டப்படும் EMF-யை கணக்கிட உதவும் EMF சமன்பாட்டை விளக்குதல்.

**தூண்டப்படும் EMF-ன் சமன்பாடு (Equation of induced EMF):** ஆல்டர்னேட்டரில் தூண்டப்படும் EMF, துருவ ஃப்ளக்ஸ், கடத்திகளில் எண்ணிக்கை மற்றும் வேகத்தை சார்ந்துள்ளது. கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ளபடி தூண்டப்படும் EMF-ன் மதிப்பை வரையறுக்க முடியும்.

Z ஆல்டர்னேட்டரில் ஒரு பேஸில் தொடர் இணைப்பிலுள்ள கடத்திகள் அல்லது காயில் பக்கங்களில் எண்ணிக்கை

P துருவங்களின் எண்ணிக்கை

F தூண்டப்படும் EMF-ன் ஃபிரிக்குவன்சி Hz-ல்

Ø ஒரு துருவத்தின் ஃப்ளக்ஸ் வெப்பரில்

$k_f$  formfactor = 1.11 - EMF சைன் வடிவில் உள்ளதாக கருத்தில் கொள்க.

N ரோட்டாரின் வேகம் r.p.m-ல்

ஃப்ரேடேஸ் மின்காந்த தூண்டுதல் விதிப்படி ஒரு கடத்தியில் தூண்டப்படும் சராசரி emf = இணையும் ஃப்ளக்ஸ்ஸின் விகித மாற்றம்

$$= \frac{d\phi}{dt}$$

$$= \frac{\text{change of total flux}}{\text{மொத்த ஃப்ளக்ஸ்-இன் மாற்றம்}}$$

ஃப்ளக்ஸ் மாற்றத்திற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நேர அளவு

ரோட்டாரின் ஒரு சுழற்சியில் (அதாவது 60/N) விநாடியில்) ஒவ்வொரு ஃப்ரேடேட்டார் கடத்தியும் PØ வெப்பரால் வெட்டப்படுகிறது.

எனவே மொத்த ஃப்ளக்ஸ்-ன் மாற்றம் =  $d\phi = P\delta$  மற்றும்

ஃப்ளக்ஸ் மாற்றத்திற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் =  $dt = 60/N$  விநாடிகள்

எனவே கடத்தியில் தூண்டப்படும் சராசரி EMF

$$= \frac{d\phi}{dt} = \frac{P\delta}{\frac{60}{N}} \text{ volts} \text{ ----- Eq 1}$$

$N = \frac{120F}{P}$  என்ற மதிப்பை eqn 1 -ல் மதிப்பிட

நமக்கு கிடைக்கும்.

கடத்தியில் தூண்டப்படும் சராசரி EMF

$$= \frac{P\delta 120F}{P 60} \text{ volts} = 2\delta F \text{ volts} \text{ ----- Eq. 2}$$

ஒரு பேஸ்-ல் Z கடத்திகள் தொடர் இணைப்பில் இருந்தால், ஒரு பேஸ்-ல் நமக்கு கிடைக்கும் சராசரி emf =  $2\delta FZ$  volts.

ஒரு பேஸ்-ல் EMF -ன் r.m.s. மதிப்பு = சராசரி மதிப்பு x form factor

$$\begin{aligned} &= V_{AV} \times K_F \\ &= V_{AV} \times 1.11 \\ &= 2\delta FZ \times 1.11 \\ &= 2.22\delta FZ \text{ volts.} \end{aligned}$$

மாறாக ஒரு பேஸ் EMF-ன் r.m.s. மதிப்பு

$$\begin{aligned} &= 2.22\delta F 2T \text{ volts} \\ &= 4.44\delta FT \text{ volts} \end{aligned}$$

இங்கு T என்பது ஒரு பேஸ்-ல் சுற்றுகளின் (காயில்களின்) எண்ணிக்கை =  $Z = 2T$ .

தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தின் இம்மதிப்பு அனைத்து காயில்களும் ஒரே நிலையில் (i) முழுபிட்ச் (pitch) மற்றும் (ii) ஒரே பள்ளத்தில் ஒரே மையத்தில் அல்லது கட்டாகவோ அமைக்கப்பட்டு இருந்தால் உண்மையான மதிப்பாக இருக்கும். (நடைமுறையில் ஒவ்வொரு பேஸ்-ன் காயில்கள் ஒரு துருவத்தின் கீழ் பல பள்ளங்களில் பகிரப்பட்டு இருக்கிறது.) ஆகவே உண்மையாக கிடைக்கக் கூடிய மின்னழுத்தம் கீழே விளக்கப்பட்ட இரு காரணி விகித அளவு குறைக்கிறது.

**பிட்ச் ஃபேக்டர் (Pitch factor) ( $K_p$  or  $K_c$ ):** முழு பிட்ச் வையிண்டிங்கை விட பின்ன பிட்ச் வையிண்டிங்கில் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருக்கிறது. பின்ன பிட்ச்-ல் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தத்தை கணக்கிட்டு, முழு பிட்ச் மின்னழுத்தத்தை ஒரு காரணியால் (factor) பெருக்கப்படுகிறது. அந்த காரணி பெயர் பிட்ச் காரணி (pitch factor) ஆகும். மற்றும் இது எப்பொழுதும் ஒன்றை விட குறைவாகவே இருக்கும் மேலும் அது  $K_p$  அல்லது  $K_c$  என குறியிடப்படுகிறது. பொதுவாக இதன் மதிப்பு கணக்கில் நேரடியாக கொடுக்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் இதனை  $K_p = K_c = \cos \alpha/2$  என்ற



சூத்திரத்தின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.  $\alpha$  என்பது முழு பிட்ச்-யை விட ஆர்மெச்சூர் காயிலின் span எத்தனை மின்கோணங்கள் குறைவாக இருக்கிறது என்பதாகும்.

**எடுத்துக்காட்டு (Example):** 36 ஸ்டேட்டார் பள்ளங்கள், 4 துருவங்கள், காயில் span 1 முதல் 8 வரையுள்ள வையிண்டிங்கின் பிட்ச் பேக்டரை கணக்கிடு?

$$\begin{aligned} \text{முழு பிட்ச்} &= \frac{\text{ஸ்டேட்டார் பள்ளங்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துருவங்களின் எண்ணிக்கை}} \\ &= 36/4 = 9 \end{aligned}$$

ஆகவே வையிண்டிங் 1 -ல் தொடங்கி 10 -ல் முடிய வேண்டும்.

நடைமுறையில் காயிலின் span 1 - 8

எனவே உண்மையான பிட்ச் = 8 - 1 = 7

காயிலின் span-னின் குறைவான பிட்ச் = 9 - 7 = 2

$$\begin{aligned} \text{கோணம் } \alpha &= \frac{\text{பிட்ச்சின் வித்தியாசம்}}{\text{முழு பிட்ச்}} \times 180^\circ \\ &= \frac{2}{9} \times 180 = 40^\circ \end{aligned}$$

முழு பிட்ச்க்கான முழு கோண அளவு  $180^\circ$  ஆகும்.

$$\text{Pitch factor } K_c = \cos \frac{\alpha}{2} = \cos \frac{40}{2} = \cos 20 = 0.94.$$

**டிஸ்ட்ரிப்யூசன் ஃபேக்டர் (Distribution factor) ( $K_d$ ):** ஒரே பேஸ்ஸின் கடத்திகள் ஒரே பள்ளத்தில் ஒரே மையத்தில் அமைக்கப்படாமல் பல பள்ளங்களில் பகிர்ந்து அமைக்கப்படுவது தவிர்க்க முடியாததாக இருக்கிறது. இதனால் ஒரு பேஸ்ஸின் வெவ்வேறு கடத்திகளில் உற்பத்தியாகும் EMF ஒவ்வொன்றுக்கு மாறுபட்ட பேஸ்ஸில் இருக்கிறது. எனவே ஒரு பேஸ்ஸில் தூண்டப்படும் மொத்த EMF-யை கணித அடிப்படையில் கூட்ட முடியாது ஆனால் வெக்டார் அடிப்படையில் கூட்ட முடியும். ஒரு பேஸ்ஸில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தை கணக்கிடும் பொழுது இதனை கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

எனவே பகிர்ந்து அமைக்கப்பட்ட வையிண்டிங்கில் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தத்தை கணக்கிட மற்றுமொரு காரணி மூலம் பெருக்கப்பட வேண்டும். அக்காரணி பெயர்

டிஸ்ட்ரிப்யூசன் ஃபேக்டர் ஆகும். அது ஒன்றை விட குறைவாக இருக்கும் மற்றும்  $K_d$  என்று குறியிடப்படுகிறது.  $K_d$  மதிப்பை கீழ்க்காணும் சூத்திரத்தின் படி கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$K_d = \frac{\sin m \beta / 2}{m \sin \beta / 2}$$

இங்கே m என்பது ஒரு பேஸ்ஸில் ஒரு துருவத்தில் உள்ள பள்ளங்களில் எண்ணிக்கையாகும்.

$$\beta = \frac{180^\circ}{\text{No. of slots per pole}}$$

**எடுத்துக்காட்டு (Example):** ஒரு ஆறு துருவ 1000 r.p.m-ல் சுழலும் ஆல்டர்னேட்டர் ஒரு துருவத்தில் மூன்று பள்ளங்களில் சிங்கிள் பேஸ் வையிண்டிங் சுற்றப்பட்டுள்ளது. அந்த குழுவினில் மூன்று பள்ளங்களும்  $20^\circ$  தள்ளி உள்ளன. டிஸ்ட்ரிப்யூசன் ஃபேக்டரை கண்டுபிடிக்கவும்.

$$K_d = \frac{\sin m \beta / 2}{m \sin \beta / 2}$$

இங்கே m = 3 பள்ளங்கள்/ பேஸ்/ துருவம்

$$\beta = 20^\circ$$

$$\begin{aligned} K_d &= \frac{\sin 3 \times 20 / 2}{3 \sin 20 / 2} = \frac{\sin 30^\circ}{3 \sin 10^\circ} \\ &= \frac{0.5}{3 \times 0.1736} = 0.96 \end{aligned}$$

**எடுத்துக்காட்டு (Example):** ஒரு 3 பேஸ், 12 துருவ ஸ்டாரில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஆல்டர்னேட்டர், 180 பள்ளங்களையும் ஒரு பள்ளத்தில் 10 கடத்திகளை ஒவ்வொரு பேஸ்ஸின் கடத்திகளை தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. காயில் ஸ்பேன்  $144^\circ$  (மின்னியல்) ஆக இருக்கிறது. டிஸ்ட்ரிப்யூசன் ஃபேக்டர் மற்றும் பிட்ச் ஃபேக்டரை கண்டுபிடிக்கவும்.

$$K_d = \frac{\sin m \beta / 2}{m \sin \beta / 2}$$

$$m = \frac{180}{3 \times 12} = 5 \text{ slots per phase per pole.}$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{12} = 12^\circ$$

$$K_d = \frac{\sin 5 \times \frac{12}{2}}{5 \sin \frac{12}{2}} = \frac{\sin 30^\circ}{5 \sin 6^\circ} = \frac{0.5}{5 \times 0.1045} = 0.957$$

$$K_p = \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$= \cos (180-144)/2 = \cos 36/2 = \cos 18^\circ = 0.95.$$

மேற்கூறியவைகளில் இருந்து உண்மையான, மின்னழுத்தத்தை பெற தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்துடன் பிட்ச் ஃபேக்டர் மற்றும் டிஸ்ட்ரிப்யூசன் ஃபேக்டரை பெருக்க வேண்டும் என்பது தெரிகிறது. எனவே ஓர் ஆல்டர்னேட்டரில் ஒரு பேஸ்ஸில் தூண்டப்படும் EMF

$$E_o \text{ per phase} = 4.44 K_p K_f F \Phi T \text{ volts.}$$

ஸ்டார் இணைப்பு ஆல்டர்னேட்டரில், லைன் வோல்ட்டேஜ்  $E_L = \sqrt{3}E_p = \sqrt{3}E_o$ . டெல்டா இணைப்பு ஆல்டர்னேட்டரில் லைன் வோல்ட்டேஜ்  $E_L = E_p = E_o$ . கணிதத்தில்  $K_a$  அல்லது  $K_p$  மதிப்பு கொடுக்கப்படவில்லை எனில், அது ஒன்று என கருதப்பட வேண்டும்.

**எடுத்துக்காட்டு (Example):** பின்வரும் குறிப்புகளில் இருந்து ஓர் ஆல்டர்னேட்டரின் ஒரு பேஸ்ஸின் பயனுள்ள மின்னழுத்தத்தை கணக்கிடு?

$F=60 \text{ Hz}$  சுற்றுகள்/ பேஸ்  $T=240$  ஃப்ளக்ஸ்/துருவம்  
 $\Phi = 0.0208$  வெப்பர்.

**தீர்வு (Solution):**  $K_c/K_p$  மற்றும்  $K_a$ -ன் மதிப்பு கொடுக்கப்படாததால் அவைகளை ஒன்று என எடுத்துக் கொள்வோம்.

மின்னழுத்தம்/பேஸ்  $E = 4.44 \Phi FT$  volts

$$= 4.44 \times 60 \times 0.0208 \times 240 \text{ volts}$$

$$= 1329.86 \text{ V or } 1330 \text{ volts.}$$

**எடுத்துக்காட்டு (Example):** ஒரு 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டரின் தகவல்கள் பின்வருமாறு இருக்கிறது. பள்ளங்கள் = 96, துருவங்கள் = 4, r.p.m. = 1500 சுற்றுகள்/ காயில் = 16 சிங்கிள் லேயர்,  $\Phi = 2.58 \times 10^6$  கோடுகள் உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தம்/ பேஸ்ஸை கணக்கிடுக?

$$F = \frac{PN}{120} = \frac{4 \times 1500}{120} = 50 \text{ Hz.}$$

$$\text{Coils per phase} = \frac{\text{No. of slots}}{\text{No. of phases}} = \frac{96}{3} = 32.$$

$$\text{ஆகவே சுற்றுகள்/ பேஸ்} = 32 \times 16 = 512$$

$$= 2.58 \times 10^6 \text{ lines} = 2.58 \times 10^6 \times 10^{-8} \text{ வெப்பர்}$$

$$V = 4.44 F \Phi T$$

$$= 4.44 \times 50 \times 512 \times 2.58 \times 10^6 \times 10^{-8} = 2932 \text{ volts.}$$

**எடுத்துக்காட்டு (Example):** ஒரு 3 பேஸ், 16 துருவ ஆல்டர்னேட்டரின் ஸ்டேட்டாரில் 144 பள்ளங்களையும் ஒவ்வொரு ஸ்டாட்டிலும் இரட்டை மடிப்பில் (டபுள் லேயர்) 4 கடத்திகளும், ஒவ்வொரு பேஸ்ஸில் உள்ள கடத்திகள் தொடர் இணைப்பிலும் உள்ளன. ஆல்டர்னேட்டரின் வேகம் 375 r.p.m. மாக இருந்தால் ஒரு பேஸ்ஸில் தூண்டப்படும் EMF கணக்கிடுக. ஒரு துருவத்தில் காற்று இடைவெளியில் உள்ள தொகுப்பு ஃப்ளக்ஸ்  $5 \times 10^{-2}$  வெப்பர் ஆகவும் சைன் வடிவில் பகிரப்படும் இருக்கிறது. காயில் span  $150^\circ$  மின்னியல் என கருதுக.

சைன் வடிவில் பகிரப்படுவதால் அலை வடிவமும் சைன் வடிவில் இருக்கும். எனவே தூண்டப்படும் EMF  $E_o = E_p = 4.44 K_c K_p F \Phi T$  volts

$$K_c = \cos \frac{\alpha}{2} = \cos (180-150)/2 = \cos \frac{30}{2} = \cos 15 = 0.966$$

$$m = \frac{144}{3 \times 16} = 3$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{16} = \frac{180}{9} = 20^\circ$$

$$K_a = \frac{\sin 3 \times \frac{20}{2}}{3 \sin \frac{20}{2}} = 0.96.$$

$$\text{ஸ்டாட்ட்களில் எண்ணிக்கை/ பேஸ்} = \frac{144}{3} = 48$$

$$\text{கடத்திகளில் எண்ணிக்கை/ ஸ்டாட்} = 4$$

தொடர் இணைப்பிலுள்ள கடத்திகளில் எண்ணிக்கை/ பேஸ் =  $48 \times 4$

$$\text{தொடர் இணைப்பிலுள்ள சுற்றுகளில் எண்ணிக்கை/ பேஸ்} = \frac{48 \times 4}{2} = 96.$$

$$\text{Frequency} = \frac{PN}{120} = \frac{16 \times 375}{120} = 50 \text{ Hz.}$$

$$E_{ph} = 4.44 K_c K_p F \Phi T$$

$$= 4.44 \times 0.966 \times 0.96 \times 50 \times 5 \times 10^{-2} \times 96$$

$$= 988 \text{ volts.}$$



**ஆல்டர்னேட்டரின் குணாதிசயம் மற்றும் மின்னழுத்த ஒழுங்குமுறை (Characteristic and voltage regulation of the alternator)**

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஆல்டர்னேட்டரின் பளு குணாதிசயம் மற்றும் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ்-ல் P.F. -ன் விளைவுகளை விளக்குதல்.
- ஆல்டர்னேட்டரின் ஒழுங்குமுறையை விளக்குதல் மற்றும் அவை சார்ந்த கணிதத்திற்கு தீர்வு காணுதல்.

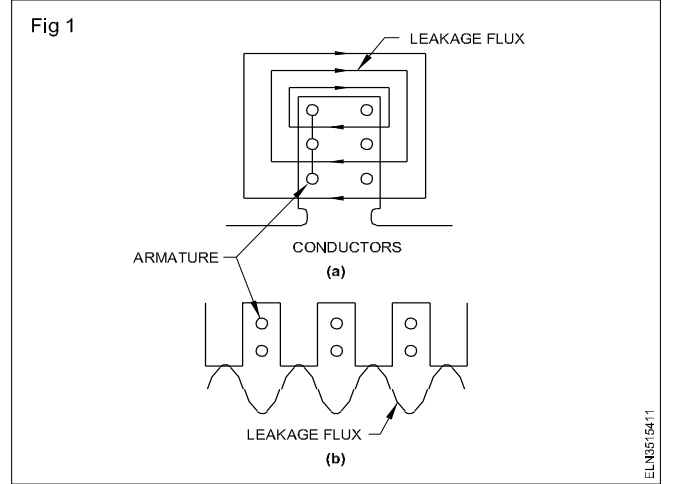
**ஆல்டர்னேட்டரின் பளு குணாதிசயம் (Load characteristic of an alternator):** ஆல்டர்னேட்டரின் பளு மாறும் பொழுது அதன் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ்-ம் மாறுகிறது. ஆல்டர்னேட்டரில் பின்வரும் விளைவுகளால் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியே மாறுதலுக்கான காரணமாகிறது.

- ஆர்மெச்சூரின் மின்தடை  $R_a$
- ஆர்மெச்சூரின் கசிவு ரியாக்டன்ஸ்  $X_L$
- ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸ், இது பளு பவர் ஃபேக்டரை சார்ந்தது.

**ஆர்மெச்சூர் மின்தடையில் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி (Voltage drop in armature resistance):** ஆல்டர்னேட்டரின் ஒவ்வொரு பேஸ் வையிண்டிங்கிலும் உள்ள மின்தடையால் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. அது  $I_p R_a$  -க்கு சமமாக இருக்கிறது. இங்கே  $I_p$  என்பது பேஸ் கரண்ட் மற்றும்  $R_a$  என்பது ஒரு பேஸ்ஸின் மின்தடை ஆகும்.

**ஆர்மெச்சூரின் கசிவு ரியாக்டன்ஸ்ஸால் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி (Voltage drop in armature leakage reactance):** ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளில் மின்னோட்டம் செல்லும் பொழுது ஆல்டர்னேட்டரில் ஃப்ளக்ஸ் ஏற்படுகிறது. அவைகளில் சில காற்று இடைவெளியை கடக்காமல் வெளி செல்கின்றன. அந்த ஃப்ளக்ஸ்களை கசிவு ஃப்ளக்ஸ் என அறியப்படுகிறது. கசிவு ஃப்ளக்ஸ்-ன் இருவகைகள் படம் 1a மற்றும் b-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்த கசிவு ஃப்ளக்ஸ்கள் saturation சாராது இருந்தாலும் அவைகள் மின்னோட்டம் மற்றும் பேஸ் கோணம் மற்றும் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜையும் சார்ந்துள்ளது. இந்த கசிவு ஃப்ளக்ஸ்களால் தூண்டப்படும் ரியாக்டன்ஸ் மின்னழுத்தம் மின்னோட்டத்தை விட  $90^\circ$  முன்னோக்கி (ahead) இருக்கிறது.



பொதுவாக கசிவு ஃப்ளக்ஸ்ஸின் விளைவை இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ்  $X_L$  என்றழைக்கப்படுகிறது. மேலும் அது மாறக் கூடிய அலகாக இருக்கிறது. சில சமயங்களில் இந்த  $X_L$  -ன் மதிப்பை இயக்கும் நிலையில், சிங்கரனஸ் ரியாக்டன்ஸ் என அழைக்கப்படுகிறது.

**ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸால் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி (Voltage drop due to armature reaction):** ஆல்டர்னேட்டர் மற்றும் DC ஜெனரேட்டர்களின் ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸ் ஒரே மாதிரியாக இருக்கிறது. ஆனால் ஆல்டர்னேட்டர்களில் பளு பவர் ஃபேக்டரால் ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸில் ஏற்படும் விளைவு கவனித்தக்க அளவு இருக்கிறது.

ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸின் விளைவுகளை மூன்று சமயங்களில் அதாவது பளு பவர் ஃபேக்டர்களில் கவனத்தில் கொள்ளப்படுகிறது.

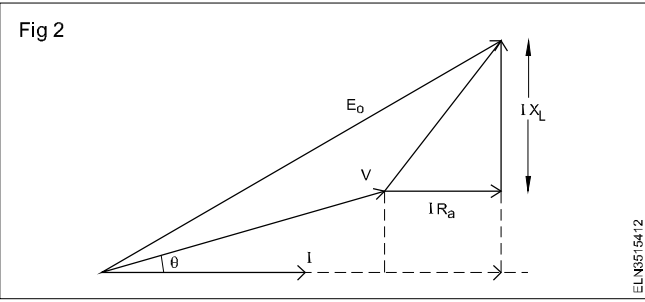
- யூனிட்டி (unity)
- ஜீரோலேக்கிங் (zero lagging)
- ஜீரோலீடிங் (zero leading)

யூனிட்டி P.F.-ல் காந்த விசையை சிதைப்பது மட்டுமே, ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸின் விளைவாக இருக்கிறது. ஆகவே காந்த வயலில் சில சிதைவுகள் ஏற்படும்.

ஆனால் ஜீரோலேக்கிங் P.F.-யில் ஆர்மெச்சூர் ரியாக்ஷன் விளைவாக காந்த விசை இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த காந்த விசை இழப்பை ஈடு செய்ய field excitation மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்க வேண்டும்.

மறுபுறம், ஜீரோலீடிங் P.F.-ல் ஆர்மெச்சூர் ரியாக்ஷனின் விளைவாக காந்த விசை தூண்டப்படுகிறது. கூடுதல் காந்த விசை விளைவால் அதிகமாக தூண்டப்படும் EMF ஈடு செய்யவும் மற்றும் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் நிலையாக வைத்திருக்கவும், field excitation மின்னோட்டம் குறைக்கப்பட வேண்டும்.

ஆல்டர்னேட்டரில் ஆர்மெச்சூர் மின்தடை மற்றும் ரியாக்டன்ஸ் தடையால் ஏற்படும் விளைவு (Effect of armature resistance and reactance in the alternator): ஆர்மெச்சூர் மின்தடை மற்றும் ரியாக்டன்ஸ் விளைவால் ஆல்டர்னேட்டரின் ஒரு பேஸ்ஸில் தூண்டப்படும் EMF குறைவதை படம் 2-ல் வெக்டார் வடிவில் காட்டப்பட்டு உள்ளது. இங்கே



V என்பது டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ்/ பேஸ்

I என்பது பேஸ் கரண்ட்

θ என்பது பேஸ் கரண்ட் மற்றும் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் இடையே உள்ள பவர் ஃபேக்டர் கோணம்

E<sub>0</sub> என்பது தூண்டப்படும் EMF/ பேஸ்

R<sub>a</sub> என்பது ஆர்மெச்சூர் மின்தடை/ பேஸ்

X<sub>L</sub> என்பது ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸ் / பேஸ் ஆகும்.

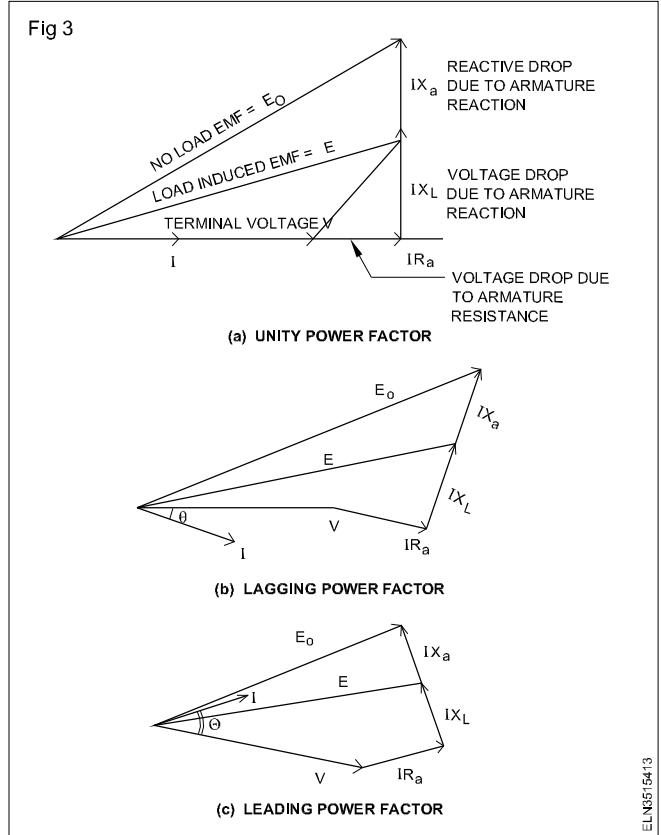
தூண்டப்படும் EMF-யை வெக்டார் முறையிலோ அல்லது கணித அடிப்படையிலோ கணக்கிட முடியும்.

கணித அடிப்படையில், தூண்டப்படும் EMF

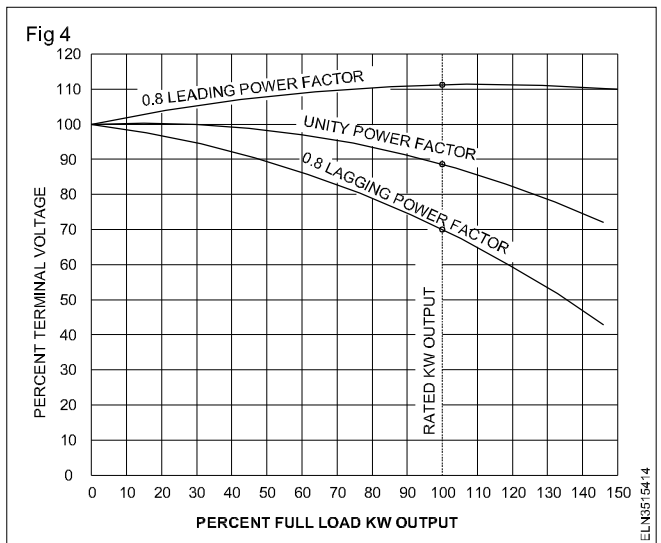
$$E = \sqrt{(V \cos \theta + IR_a)^2 + (V \sin \theta + IX_L)^2}$$

லேக்கிங் அல்லது லீடிங் ஆகிய எந்தவொரு P.F. மதிப்பிலும், cross-magnetising, de-magnetising (அ) magnetising ஆகியவை ஒன்றிணைந்த

விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. ஆர்மெச்சூர் ரியாக்ஷனின் அனைத்து விளைவுகளையும் படம் 3-ல் வெக்டார் IX<sub>a</sub> ஆக ரியாக்டன்ஸ் தடை இழப்பு கோடுடன் செயல்படும் விசையாக வெக்டார் வடிவில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இருப்பினும் இந்த மதிப்பை அளவீடுகளால் அளக்க முடியும். மேற்கூறிய தகவல்களின் அடிப்படையில், யூனிட்டி பவர் ஃபேக்டரில் ஆல்டர்னேட்டரின் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு சிறிதளவு குறைகிறது.



மேலும் லேக்கிங் பவர் ஃபேக்டரில் ஆல்டர்னேட்டரில் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் கவனிக்கக்களவு குறைவது தெரிய வருகிறது. மாறாக லீடிங் P.F.-யில் ஆல்டர்னேட்டரில் பளு டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு பளு இல்லாத போது டெர்மினல் வோல்ட்டேஜை விட அதிகரிக்கிறது.

**ஆல்டர்னேட்டரின் வரம்புகள் (Rating of alternators):** கொடுக்கப்பட்ட பளு திறனில் பளு கரண்டை பவர் ஃபேக்டர் தீர்மானிப்பதால் மற்றும் பளு கரண்ட் ஆல்டர்னேட்டரின் திறனை தீர்மானிப்பதால் ஆல்டர்னேட்டரின் வரம்புகள் kW அல்லது MW-க்கு பதிலாக kVA அல்லது MVA தரப்படுகிறது. kW அல்லது MW வரம்புகள் தரப்பட்டால் அதனுடன் பவர் ஃபேக்டரின் மதிப்பு குறிப்பிட வேண்டும்.

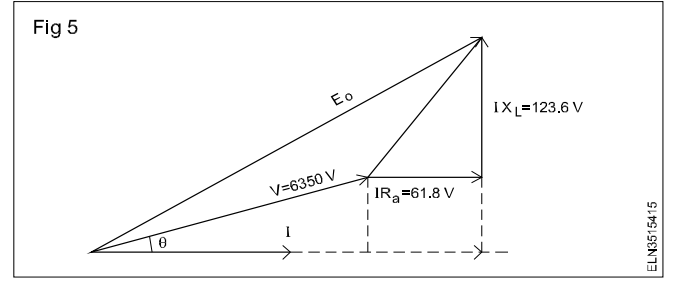
**எடுத்துக்காட்டு (Example):** ஒரு 3 பேஸ் ஸ்டார் இணைப்பு ஆல்டர்னேட்டர் 0.85 லேக்கிங் P.F.-ல் மற்றும் 11 kV மின்னழுத்தத்தில் 5 MW பளுவுக்கு மின்னோட்டத்தை சப்ளை செய்கிறது. அதன் ஒரு பேஸ் மின்தடை 0.2 ஓம் மற்றும் ஒரு பேஸ் சிங்கரனோஸ் ரியாக்டன்ஸ் 0.4 ஓம் எனில் உற்பத்தியாகும் லைன் EMF-யின் மதிப்பை கணக்கிடுக.

$$\text{ஓம் முழு பளு கரண்ட்} = I_L = \frac{P}{\sqrt{3}E_L \text{Cos}\theta}$$

$$\frac{5 \times 1000 \times 1000}{\sqrt{3} \times 11000 \times 0.85} = 309 \text{ Amps.}$$

ஸ்டாரில்	$I_L = I_p$
$IR_a$ வீழ்ச்சி	= 309x0.2 = 61.8 V
$Ix_L$ வீழ்ச்சி	= 309 x 0.4 = 123.6 V
டெர்மினல் (லைன்) வோல்ட்டேஜ்	= 11000V
டெர்மினல் (பேஸ்) வோல்ட்டேஜ்	= $\frac{11000}{\sqrt{3}} = 6350V$
பவர் ஃபேக்டர்	= 0.85
பவர் ஃபேக்டர் கோணம்	= $\theta$ = $\text{Cos}^{-1}(0.85)$ = $\text{Cos} 31.8^\circ$
Sin $\theta$	= 0.527.

மேலுள்ள தகவலுடன் படம் 5-ல் காட்டப்பட்டவாறு வெக்டார் வரைந்தால், நமக்கு கிடைப்பது.



$$E_o = \sqrt{(V \text{Cos}\theta + IR_a)^2 + (V \text{Sin}\theta + IX_L)^2}$$

$$= \sqrt{(6350 \times 0.85 + 61.8)^2 + (6350 \times 0.527 + 123.6)^2}$$

$$= 6468.787 \text{ volts.}$$

$$\text{Line voltage} = \sqrt{3}E_p = \sqrt{3} \times 6469 = 11204V$$

**ஆல்டர்னேட்டரின் மின்னழுத்த ஒழுங்குமுறை (The voltage regulation of an alternator):** ஆல்டர்னேட்டரின் மின்னழுத்த ஒழுங்குமுறை என்பது பளு முழு வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்பில் இருந்து பூஜ்ஜியமாக குறைக்கும் பொழுது மாறாத வேகம் மற்றும் ஃபீல்ட் கரண்ட்டில் அதிகரிக்கும் மின்னழுத்தம் ஆகும். இது பொதுவாக முழு பளு வோல்ட்டேஜின் சதவிகிதத்தில் கூறப்படுகிறது.

$$\% \text{ வோல்ட்டேஜ் ரெகுலேஷன்} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

இங்கே

$V_{NL}$  ஆல்டர்னேட்டரின் பளு இல்லாத போது இருக்கும் வோல்ட்டேஜ்

$V_{FL}$  ஆல்டர்னேட்டரின் முழு பளுவில் வோல்ட்டேஜ்

சதவிகித ஒழுங்கு முறை பளு பவர் ஃபேக்டரை பொருத்து குறிப்பிட்ட அளவு மாறுகிறது. நாம் ஏற்கனவே பார்த்ததைப் போல, லீடிங் P.F.-ல் பளுவில் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் அதிகரிக்கிறது மற்றும் lagging P.F -ல் பளுவில் டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் குறைகிறது.

**எடுத்துக்காட்டு (Example):** AC ஜெனரேட்டரில் பளு குறைக்கப்படும் பொழுது அதன் முழு பளு டெர்மினல் வோல்ட்டேஜ் 480V இருந்து பளு இல்லாத போது 660V ஆக உயர்கிறது. வோல்ட்டேஜ் ரெகுலேஷனை கணக்கிடுக.

$$\% \text{ regulation} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

$$\frac{660 - 480}{480} \times 100 = 37.5\%$$

### 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களின் பக்க இணைப்பு இயக்க முறைகள் மற்றும் சிங்கர்னைசேசன் - பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர் (Parallel operation and synchronisation of three phase alternators - brushless alternator)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- ஆல்டர்னேட்டர்களின் பக்க இணைப்பின் அவசியம் மற்றும் நிபந்தனைகளை கூறுதல்
- இரு 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களின் பக்க இணைப்பு முறைகளை விளக்குதல்
- பக்க இணைப்பு இயக்கத்தில் பளு பிரிவதால் ஃபீல்ட் தூண்டுதல் மற்றும் வேகத்தின் மாற்றங்களால் ஏற்படும் விளைவுகளை கூறுதல்.

**இரு ஆல்டர்னேட்டர்களின் பக்க இணைப்பின் அவசியம் (Necessity for paralleling of two alternators):** ஒரு பளு மின் சுற்றில் மின்சக்தியின் தேவை, ஒரு ஆல்டர்னேட்டரில் இருந்து வெளி வரும் மின்சக்தியை விட அதிகரிக்கும் பொழுது இரு ஆல்டர்னேட்டர்கள் பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படுகிறது.

**இரு 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களை பக்க இணைப்பு (சிங்கர்னோஸிங்) செய்யும் போது கடைபிடிக்க வேண்டிய நிபந்தனைகள் (Conditions for paralleling (synchronising) of two 3 phase alternators)**

- இரு 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களின் பேஸ் வரிசை (sequence) ஒரே மாதிரியாக இருக்க வேண்டும். இதனை பேஸ் சீக்குவன்சி மீட்டர் மூலம் சோதிக்க முடியும்.
- இரு 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களின் அவுட்புட் வோல்ட்டேஜ் சமமாக இருக்க வேண்டும்.
- இரு 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களின் ஃபிரிக்குவன்சிகளும் சமமாக இருக்க வேண்டும்.

**டார்க் லாம்ப் முறை (Dark lamp method):** இரு ஆல்டர்னேட்டர்களை டார்க் லாம்ப் முறையின் உதவியுடன் சிங்கர்னோஸிங் செய்யும் முறை பற்றி பின்வருவனவற்றில் விவரிக்கப் படுகிறது.

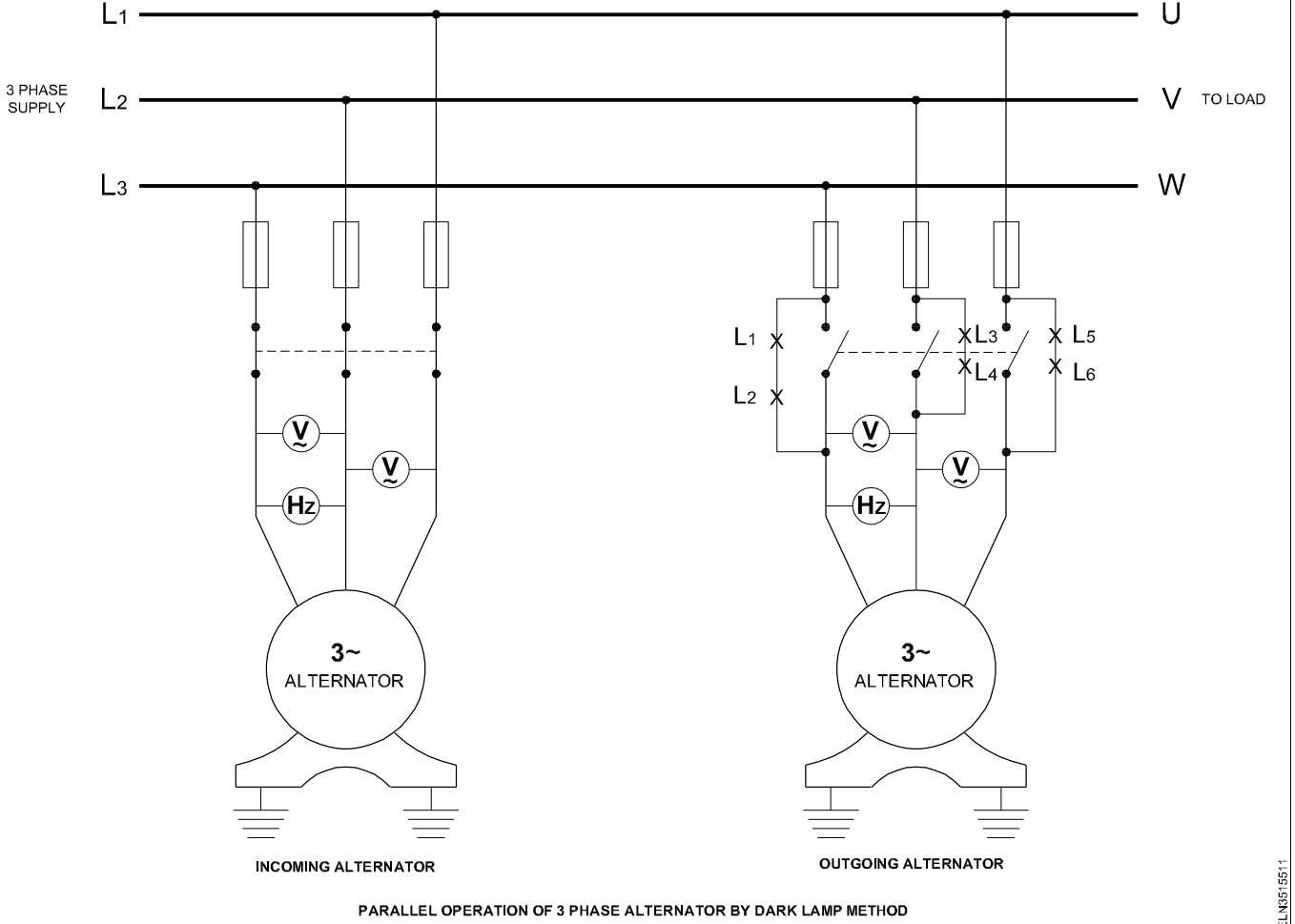
இரு மூன்று பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர்களை பக்க இணைப்பு செய்ய பயன்படும் மின்சுற்றை படம் 1 விளக்குகிறது. ஆல்டர்னேட்டர் 2 பளு மின்சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டு உள்ளது. ஆல்டர்னேட்டர் 2 உடன் ஆல்டர்னேட்டர் 1 -யை பக்க இணைப்பு செய்ய வேண்டியுள்ளது. படத்தில் காட்டப்பட்டவாறு வெளி வரும் மின்னழுத்தத்தை விட இரு மடங்கு மதிப்புள்ள மூன்று விளக்குகள் ஆல்டர்னேட்டர் 2 மற்றும்

பளு மின்சுற்றுக்கு இடையே இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இரு இயந்திரங்கள் இயக்கப்படும் பொழுது இரண்டில் ஒரு விளைவு காணப்படும்.

- 1 மூன்று விளக்குகளும் ஒளிரும் பிறகு இரு ஆல்டர்னேட்டர்களின் ஃபிரிக்குவன்சியின் வித்தியாச விகிதத்தில் ஒரே மாதிரியாக மங்கலாகும்.
- 2 மூன்று விளக்குகளும் ஒளிரும் பிறகு இரு ஆல்டர்னேட்டர்களின் ஃபிரிக்குவன்சியின் வித்தியாச விகிதத்தில் ஒரே மாதிரியாக மங்கலாகும். ஆனால் ஒரே மாதிரியாக இருக்காது. இந்நிலையில் இயந்திரங்கள் சரியான பேஸ் வரிசையில் இணைக்கப் படவில்லை மற்றும் out of phase-ல் உள்ளது என கருதப்படுகிறது. இதை சரி செய்ய, ஆல்டர்னேட்டர் 1-ன் ஏதேனும் இரு முனை பரிமாற்றம் செய்ய வேண்டும். அனைத்து விளக்குகளும் ஒளிர்ந்து ஒரே மாதிரியாக மங்கும் வரை இயந்திரங்களை பக்க இணைப்பு செய்ய கூடாது. மிக சுலபமான இயக்கத்துக்கு விளக்கு முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆல்டர்னேட்டர் 1-ன் வேகத்தை சிறிது சரி செய்தால் இயந்திரங்களின் ஃபிரிக்குவன்சி சமமாக்க முடிகிறது. எனவே சிங்கர்னோஸிங் விளக்குகள் ஒளிர்ந்து குறைவான விகிதத்தில் மங்குகிறது. மூன்று விளக்குகளும் அனைந்து போகும் சமயத்தில் 1 மற்றும் 2-ன் மூன்று முனைகளும் சமமான மின்முனைகளாக இருக்கிறது மேலும் 1-ன் வோல்ட்டேஜ் மற்றும் பேஸ் 2 உடன் in phase-ல் இருக்கிறது. விளக்குகள் இருளும் நடு சமயத்தில் பக்க இணைப்பு சுவிட்சை மூடலாம். இப்பொழுது இரு ஆல்டர்னேட்டர்களும் பளுவுக்கு சக்தியை வழங்குகிறது மூன்று டார்க் லாம்ப் முறைப்படி இரு ஆல்டர்னேட்டர்களும் சிங்கர்னோஸிங் செய்யப்பட்டு இருக்கிறது.

Fig 1



ELN6515511

மூன்று டார்க் முறையில் சில தீமைகள் இருப்பதால் அது பரவலாக பயன்படுத்தப்படவில்லை. இன்கேன்டிசன்ட் விளக்குகள் இருண்ட (எரிந்து போன) நிலையிலும் அதற்கிடையே அதிக மின்னழுத்தம் இருக்கலாம். இதன் விளைவாக அதிக மின்னழுத்தம் மற்றும் பேஸ் வித்தியாசம் இருக்கும் நிலையில் பக்க இணைப்பை செய்ய நேரிடக்கூடும். குறைந்த திறன் கொண்ட குறைந்த வேகத்தில் இயங்கக் கூடிய இயந்திரங்களில் இந்த பேஸ் வித்தியாசம் எந்த விளைவையும் ஏற்படுத்தாது.

ஆனால் குறைந்த ஆர்மெச்சூர் ரியாக்டன்ஸ் கொண்ட அதிவேகத்தில் இயங்கக் கூடிய பெரிய இயந்திரங்களில் அதிக பேஸ் வித்தியாசம் இருக்கும் பொழுது பக்க இணைப்பு செய்ய முயற்சிக்கும் பொழுது பலத்த சேதம் ஏற்படலாம்.

இரு பிரகாச ஒரு டார்க் முறை (டார்க் மற்றும் பிரகாச விளக்கு முறை (Two bright, one dark method) (Dark and bright lamp method)): ஆல்டர்னேட்டர்களை சிங்கரனோஸிங் செய்யும் மற்றொரு முறை, இரு பிரகாச ஒரு டார்க்

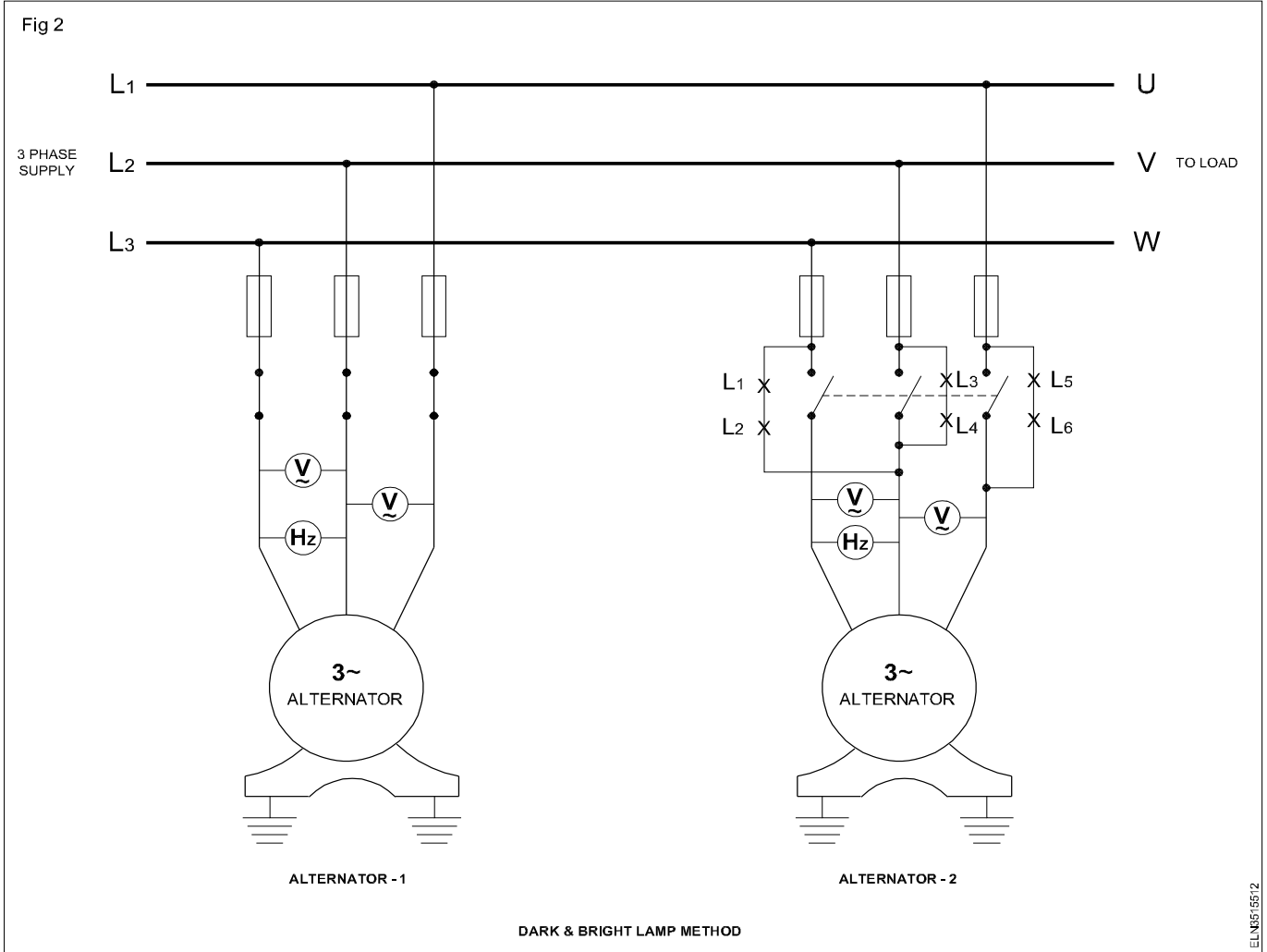
முறையாகும். இந்த முறையில் ஆல்டர்னேட்டர்கள் இணைக்கப்பட்டு மற்றும் பக்க இணைப்புக்கான சரியான நிலைக்கு சோதித்தப்பின் (ஆல்டர்னேட்டர்கள் மூன்று டார்க் முறையில் சோதிக்கப்படுகிறது) சிங்கரனோஸிங் லாம்ப்களின் ஏதேனும் இரண்டு இணைப்புகள் மாற்றப்படுகிறது.

படம் 2 மூன்று டார்க் விளக்கு முறையில் சரியான பேஸ் சுழற்சியில் ஏற்படுத்தப்பட்ட இணைப்பை காட்டுகிறது. படம் 2 இரு பிரகாச ஒரு டார்க் முறையில் ஆல்டர்னேட்டரை சிங்கரனஸ் செய்ய தேவைப்படும் இணைப்பை காட்டுகிறது. விளக்கு 1 மற்றும் 2 பிரகாசமாகவும் விளக்கு 3 இருளாகவும் இருக்கும் பொழுது ஆல்டர்னேட்டர்கள் சிங்கரனஸ் செய்யப்படுகிறது.

இரு விளக்குகள் பிரகாசமாகவும் ஒன்று இருளாகவும் இருப்பதால், பக்க இணைப்பு சவிட்ச்சை மூட வேண்டிய தருணத்தை எளிதாக கணக்கிட முடிகிறது. மேலும் விளக்குகளில் பிரகாச வரிசையை கவனிப்பதன் மூலம்

சிங்கரணைஸிங் செய்யப்படும் ஆல்ட்டர் னேட்டரின் வேகம் மிக மெதுவாக அல்லது வேகமாக இருக்கிறதா என்பதை சொல்ல இயலும். இரு விளக்குகள் முழு பிரகாசத்திலும் ஒரு விளக்கு முழு இருளிலும் இருக்கும் தருணத்தில்

சிங்கரணைஸிங் சுவிட்ச்சை மூட வேண்டும். இப்பொழுது இரு ஆல்ட்டர் னேட்டர்களும் சிங்கரணைஸ் செய்யப்பட்டு அவைகளின் வரம்புக்கு எற்றவாறு பளுவை பகிர்ந்து கொள்கின்றன.



### சிங்கரோஸ்கோப் முறை (Synchroscope method)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சிங்கரோஸ்கோப்பின் வகைகளை கூறுதல்
- சிங்கரோஸ்கோப் செயற்படும் தத்துவத்தை விளக்குதல்.

#### சிங்கரோஸ்கோப் (Synchroscope):

சிங்கரோஸ்கோப் ஆனது, மின்நிலைய பஸ்பார் (busbars) உடன் ஒரு ஆல்ட்டர் னேட்டரை இணைக்கும் சுவிட்ச்சை மூடும் தருணத்தை கணக்கிட உதவுகிறது.

இன்கம்மிங் இயந்திரத்துடன் பஸ்பார்வுடன் இணைத்து பளுவை பகிர்ந்து கொள்ள, சிங்கரணைஸிங் செய்வது அல்லது சரியான தருணத்தில் இணைக்கும் செயற்பாடு அவசியமாகிறது.

பஸ்பார் மற்றும் இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் மின்னழுத்தங்கள்

a சமமான மதிப்பில்

b ஒரே பேஸ்ஸில்

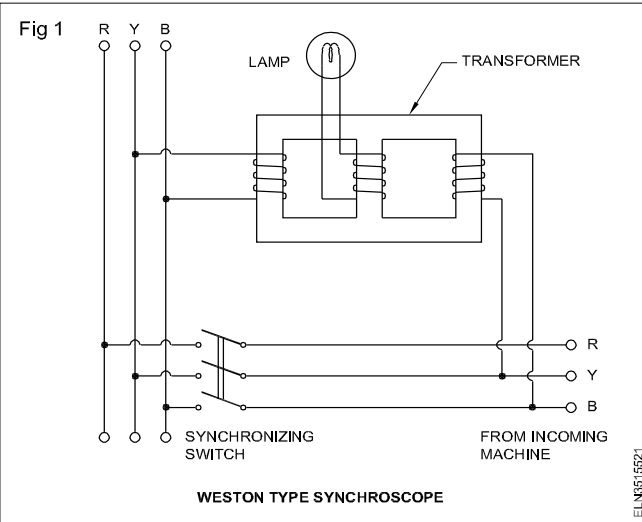
c சமமான ஃபிரிக்குவன்சியை கொண்டு இருக்கும் தருணத்தில் சிங்கரோஸிங் செய்யப்பட வேண்டும்.

3 பேஸ் இயந்திரங்களில் இரு ஆல்ட்டர் னேட்டர்களின் பேஸ் வரிசை சமமாக இருக்க வேண்டும். இதனை பேஸ் சீக்குவன்ஸ் இன்டிகேட்டர் மூலம் சோதிக்க வேண்டும்.

மின்னழுத்தங்களை வோல்ட் மீட்டர் உதவியுடன் சோதிக்க முடியும். பஸ்பார் மற்றும் இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் மின்னழுத்தங்களின் ஃபிரிக்குவன்சி மற்றும் பேஸ் வித்தியாசத்தை காட்டுவதே சிங்கரோஸ்கோப்பின் வேலையாகும்.

சிங்கரோஸ்கோப்புகள் எலக்ட்ரோ டைனமோ மீட்டர் வகை அல்லது நகரும் இரும்பு (moving iron) வகையாக இருக்கிறது. இவ்விரு வகைகளும் அவ்வகை பவர்ஃபேக்டர் மீட்டர்களின் சிறப்பு வடிவமாகும்.

**எலக்ட்ரோ - டைனமோ மீட்டர் (வெஸ்டன் வகை சிங்கரோஸ்கோப் (Electro dynamometer (Weston) type synchroscope):** படம் 1 ஒரு எளிமையான வெஸ்டன் (Weston) வகை சிங்கரோஸ்கோப்பை காட்டுகிறது. இது மூன்று லிம்ப் (limb) டிரான்ஸ்ஃபார்மரை கொண்டது. முதல் லிம்ப்பில் உள்ள வையிண்டிங் பஸ்பார் மூலமும் கடைசி லிம்ப் இன்கம்மிங் ஆல்டர்னேட்டர் மூலமும் தூண்டப்படுகிறது. நடு லிம்ப் ஒரு விளக்குடன் இணைக்கப்படுகிறது.



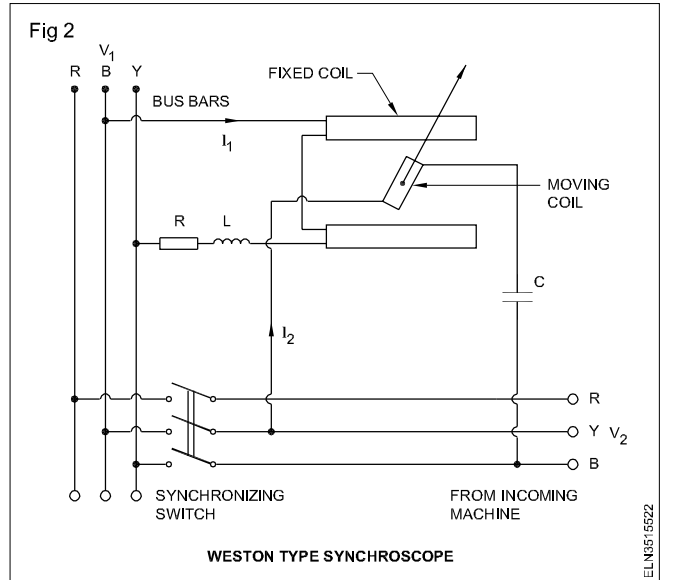
இரு வெளி லிம்ப்களில் உள்ள வையிண்டிங்குகள் இரு ஃப்ளக்ஸ்களை உருவாக்குகிறது. அவைகள் நடு லிம்ப் வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. நடு லிம்ப் வழியாக செல்லும் தொகுப்பு ஃப்ளக்ஸ், இவ்விரு ஃப்ளக்ஸ்களில் பேஸர் (phasor) கூட்டுதொகைக்கு சமமாக இருக்கிறது. பஸ்பார் மற்றும் இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் மின்னழுத்தங்கள் in phase-ல் இருக்கும் பொழுது இரு வெளி லிம்ப்களிலுள்ள வையிண்டிங்களால் உருவாக்கும் இரு ஃப்ளக்ஸ்களும் நடு லிம்ப்பில் கூட்டாக செல்லுமாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் நடு லிம்ப் வையிண்டிங்கில் அதிகபட்ச EMF தூண்டப்படுகிறது.

எனவே இந்நிலையில் விளக்கு அதிகபட்ச பிரகாசத்தில் ஒளிர்கிறது. இரு

மின்னழுத்தங்களும்  $180^\circ$  பேஸ் வித்தியாசத்தில் இருக்கும் பொழுது தொகுப்பு ஃப்ளக்ஸ் பூஜ்ஜியமாக இருப்பதால், நடு லிம்ப் வையிண்டிங்கில் எந்த EMF தூண்டப்படாது. இதன் விளைவாக விளக்கு ஒளிராமல் இருண்டு இருக்கிறது.

இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் ஃபிரிக்குவன்சி பஸ்பாரிலிருந்து வித்தியாசமாக இருக்கும் பொழுது விளக்கு மாறி மாறி பிரகாசமாகவும் இருண்டும் போகிறது அல்லது கண் சிமிட்டுகிறது (flickers). இந்த சிமிட்டலின் எண்ணிக்கையானது பஸ்பார் மற்றும் இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் ஃபிரிக்குவன்சிகளின் வித்தியாசத்திற்கு சமமாக இருக்கிறது.

விளக்கு மிக குறைந்த விகிதத்தில் சிமிட்டும் பொழுது மற்றும் அதிகபட்ச பிரகாசத்தில் ஒளிரும் பொழுது சிங்கரனைஸிங் செய்யப்பட வேண்டும். இந்த எளிமையான சர்க்கியூட் இன்கம்மிங் இயந்திரம் மிக வேகமாக அல்லது மெதுவாக சுழலுகிறது என்பதை காட்டுவதில்லை என்பதே இதன் ஒரே குறையாகும். படம் 2-ல் காட்டப்பட்டவாறு எலக்ட்ரோ டைனமோ மீட்டர் வகை கருவியை பொருத்துவதன் மூலம் இக்குறையை சரி செய்ய முடியும்.

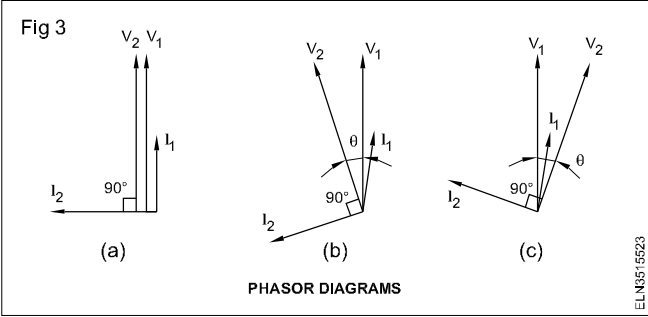


எலக்ட்ரோ டைனமோ மீட்டர் கருவியானது இரு பாகங்களாக பிரிக்கப்பட்ட ஒரு நிலையான காயிலை கொண்டது. இந்த நிலையான காயில் ஒரு மின்தடையின் தொடர் இணைப்புடன் பஸ்பார்களுக்கு குறுக்கே இணைக்கப்பட்டு, குறைந்தளவு மின்னோட்டத்தை கொண்டு செல்ல வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. நகரும் காயிலுடன் ஒரு கெப்பாசிட்டர் தொடர் இணைப்பில்

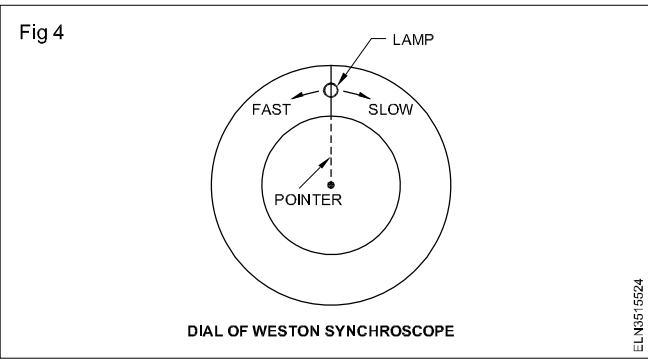


இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் டெர்மினல்களுக்கு இடையே இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கருவியில் கட்டுப்படுத்தும் ஸ்பிரிங் இருக்கிறது. அது நகரும் காயிலின் மின்னோட்ட முனையாக செயற்படுகிறது. முள்ளின் (pointer) நிழல் opal கண்ணாடி மேல் விழுகிறது.

இரு மின்னழுத்தமும் in phase-ல் இருக்கும் பொழுது நிலையான மற்றும் நகரும் காயில்களின் மின்னோட்டங்கள் முறையே  $I_1$  மற்றும்  $I_2$  ஒவ்வொன்றுக்கு செங்கோணத்தில் (படம் 3a) இருப்பதால் கருவியில் எந்த டார்க் (torque)-ம் இருக்காது. இந்நிலையில் முள் செங்குத்தாக இருப்பதற்காக கட்டுப்படுத்தும் ஸ்பிரிங் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. விளக்கு அதன் அதிகபட்ச பிரகாசத்தில் ஒளிர்கிறது மற்றும் முள் opal கண்ணாடியின் மேல் இருக்கிறது.

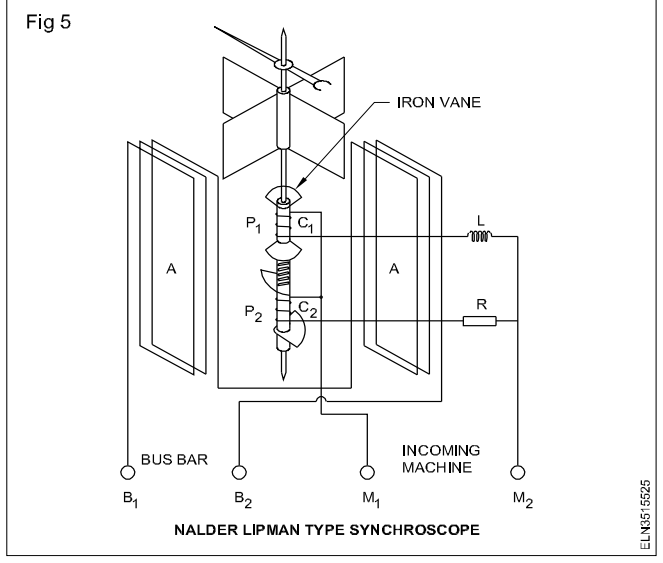


இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் மின்னழுத்தம்  $V_2$  பஸ்பாரின் மின்னழுத்தத்தை  $V_1$  விட leading-ல் இருந்து மற்றும் இன்கம்மிங் இயந்திரம் மிக மெதுவாக சுழலுவதால் அந்நிலையில் சர்க்கியூட்டம் 3b-ல் காட்டப்பட்டதில் இருந்து படம் 3c-ல் காட்டப்பட்டவாறு மெதுவாக மாறுகிறது. டார்க்  $KI_1 I_2 \cos(90^\circ + \theta)$  அதாவது எதிர் திசையில் இருந்து ஜீரோவாகி பிறகு நேர் திசை மதிப்பாகிறது. இந்நிலையில் விளக்கு பிரகாசமாக இருக்கிறது. முள் இடது பக்கத்தில் இருந்து செங்குத்தாக நகர்ந்து பிறகு வலது பக்கத்திற்கு செல்கிறது. படம் 4-ல் காட்டப்பட்டவாறு டயல் (dial) வேகமான மற்றும் மெதுவான திசையென்று குறிக்கப்பட்டு இருக்கிறது.



மின்னழுத்தங்கள்  $V_1$  மற்றும்  $V_2$   $180^\circ$  பேஸ் வித்தியாசத்தில் இருக்கும் பொழுது முள் பின்னோக்கி நகரும். ஆனால் விளக்கு ஒளிராததால் அதை காண முடியாது. எனவே முள் ஒரு திசையில் தொடர்ந்து செல்வதை மட்டுமே காண முடியும். இன்கம்மிங் இயந்திரம் மிக வேகமாக இருந்தால் முள் வேறு திசையில் செல்வதை காண முடியும். முள் நடு நிலையில் தெரியும் பொழுது மற்றும் மிக மெதுவாக நகரும் பொழுது சிங்கரணைசிங் செய்யப்பட வேண்டும். மின்னோட்டம்  $I_2$  மற்றும்  $I_1$  க்கு இடையே தொடர்பு மின்னழுத்தம்  $V_1$  மற்றும்  $V_2$  ஒரே பேஸ்ஸில் இருக்கும் பொழுது காண சிறிதளவு இன்டக்ஷன் 'L'-யை நிலையான காயிலின் சர்க்கியூட்டில் இணைக்க வேண்டும்.

**நகரும் இரும்பு சிங்கரோஸ்கோப் (Moving Iron synchroscope):** படம் 5, லிப்மேன் (Lipman) வகை நகரும் இரும்பு சிங்கரோஸ்கோப்பின் கட்டமைப்பை காட்டுகிறது. இது இரு பாகங்களாக பிரிக்கப்பட்ட ஒரு நிலையான காயிலை கொண்டது. இந்த நிலையான காயில் A ஒரு மின்தடையின் தொடர் இணைப்புடன் பஸ்பாரின் இரு பேஸ்களுக்கு இடையே இணைக்கப்பட்டு, குறைந்தளவு மின்னோட்டத்தை தாங்குமாறு வடிவமைக்கப்பட்டு இரு இரும்பு உருளைகள்  $C_1$  மற்றும்  $C_2$  சுழல் அச்ச (spindle) மேல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு இரும்பு உருளைகளிலும் இரு இரும்பு இறகுகள் (vanes) ஒவ்வொன்றும்  $180^\circ$  வித்தியாசத்தில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும்.



இந்த இரும்பு உருளைகளும் இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் இரு பேஸ்களுக்கு இடையே இணைக்கப்பட்ட இரு அழுத்த காயில்கள்  $P_1$  மற்றும்  $P_2$  மூலம் தூண்டப்படுகின்றன. ஒரு காயிலில் ஒரு மின்தடையும் மற்றும் அடுத்த



காயிலில் ஒரு இன்டக்ஷனும் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இரு அழுத்த காயில்களின் மின்னோட்டத்திற்கு இடையே செயற்கையாக 90° பேஸ் வித்தியாசத்தை ஏற்படுத்த இவ்வாறு செய்யப்படுகிறது. இதில் கட்டுப்படுத்தும் ஸ்பிரிங் இல்லை. இக்கருவியில் வேகம் மற்றும் மெதுவாக என்று குறிக்கப்பட்ட டயல் மேல் நகரும் முள் உள்ளது.

இன்கம்மிங் இயந்திரம் மற்றும் பஸ்பாரின் ஃபிரிக்குவன்சிகள் சமமாக இருக்கும் பொழுது இக் கருவி பவர் ஃபேக்டர் மீட்டரைப் போல்

செயல்படுகிறது. வரையறுக்கப்பட்ட நிலையில் இருந்து பாயிண்டரின் (Pointer) நகர்தல் இரு மின்னழுத்தங்களின் பேஸ் வித்தியாசத்திற்கு சமமாக இருக்கிறது.

இரு மின்னழுத்தங்களுக்கு இடையேயுள்ள ஃபிரிக்குவன்சிகள் வேறுபட்டு இருந்தால், அவ்வேறுபாட்டின் வேகத்திற்கு சமமான வேகத்தில் பாயிண்டர் தொடர்ந்து சுழல்கிறது. இன்கம்மிங் இயந்திரத்தின் வேகத்தை பொருத்து சுழலும் திசை மாறுபடுகிறது.

## பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர் (Brushless alternator)

**நோக்கங்கள்:** இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

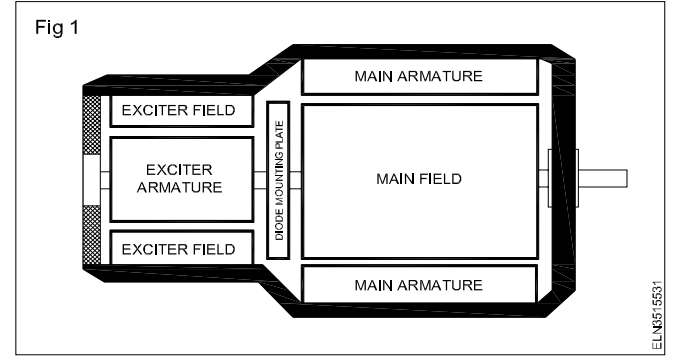
- பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டரின் தத்துவம் மற்றும் அடிப்படை கருத்தியலை கூறுதல்
- பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டரின் கட்டமைப்பை விளக்குதல்
- 3 பேஸ் பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டரின் செயற்பாட்டை விவரித்தல்.

**பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டரின் தத்துவம் (Principle of brushless alternator):** அனைத்து ஆல்டர்னேட்டர்களிலும் காந்த புலத்தில் காயிலை சுழற்றுவதால் அல்லது நிலையான காயில் நடுவில் காந்தபுலத்தை சுழற்றுவதால் மின்னழுத்தம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. மின்னழுத்தத்தை தயாரிக்க காயிலோ அல்லது காந்தபுலமோ நகர்கிறது. இந்த இரு கட்டமைப்பும் ஒரே மாதிரியே வேலை செய்கிறது. மேலும் இவைகள் தனித்தோ அல்லது இணைந்தோ மின்னியல், இயந்திரவியல் மற்றும் மற்ற அம்சங்களை பொருத்து பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டரில் இவ்விரண்டும் ஒரு இயந்திரத்தில் இணைந்தே பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆல்டர்னேட்டரின் நிலையான பகுதியை ஸ்டேட்டார் என்றும் சுழலும் பகுதியை ரோட்டார் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

காந்தபுலத்தை உருவாக்கும் கம்பி, காயிலை ஃபீல்ட் வையிண்டிங் என்றும் திறனை உருவாக்கும் காயிலை ஆர்மேச்சூர் வையிண்டிங் என்றும் அழைக்கிறோம். இங்கே ரோட்டார் மற்றும் ஸ்டேட்டாரில் ஆர்மேச்சூர் மற்றும் ஃபீல்ட் வையிண்டிங் இரண்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

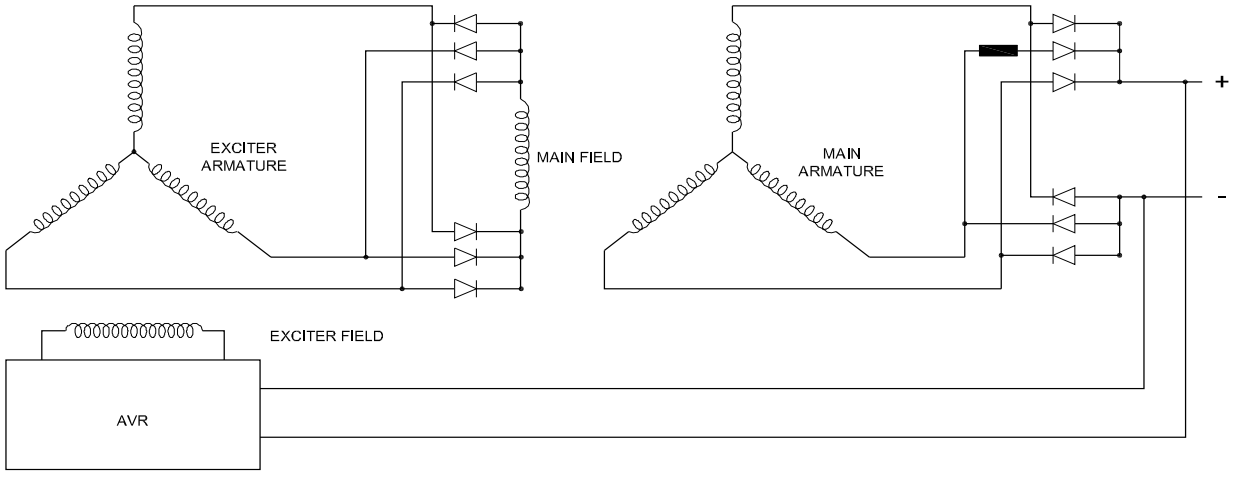
**பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டரின் செயற்பாடு (Working of brushless alternator):** பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர்கள் தூண்டும் (excitation) ஆல்டர்னேட்டர் பாகம் மற்றும் முக்கிய (main) ஆல்டர்னேட்டர் பாகமென இரு பாகங்களை கொண்டுள்ளது. (படம் 1)



**எக்ஸிடேஷன் ஆல்டர்னேட்டர் (Excitation alternator):** ஆர்மேச்சூர் ரோட்டாகவும், ஃபீல்ட் வையிண்டிங் ஸ்டேட்டாராகவும் இருக்கிறது. இது சுழலும் பொழுது எக்ஸைட்டர் (Exciter) ஆர்மேச்சூரில் மின்னழுத்தம் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, மெயின் ஆல்டர்னேட்டரில் காந்த புலத்தை உருவாக்கும் மெயின் ஃபீல்டுக்கு மின்னோட்டத்தை தருகிறது.

**மெயின் ஆல்டர்னேட்டர் (Main alternator):** இதில் மெயின் ஃபீல்ட் ரோட்டாராகவும் ஆர்மேச்சூர் ஸ்டேட்டாராகவும் இருப்பதால் சப்ளையை நேரடியாக வெளியே எடுக்க முடியும். பிரஷ்கள் தேவையில்லை. எக்ஸைட்டர் ஆர்மேச்சூரில் உருவாகும் மின்னழுத்தம் மெயின் ஆல்டர்னேட்டரின் ரோட்டாரில் காந்தப் பலத்தை உருவாக்குகிறது. இந்த காந்தப்புலம் மெயின் ஆல்டர்னேட்டரின் ஆர்மேச்சூரை வெட்டுவதால் மின்னழுத்தம் உருவாகிறது. இங்கே உருவாகும் மின்னழுத்தத்தை எக்ஸைட்டர் ஃபீல்ட் கரண்டை கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம். (படம் 2)

Fig 2



3 PHASE BRUSHLESS ALTERNATOR CIRCUIT DIAGRAM

ELN6515532

**அடிப்படை கருத்தியல் (Basic theory):** கம்பி காயில் வழியே மின்னோட்டம் செல்லும் பொழுது ஒரு காந்தப்புலம் (மின் காந்தம்) ஏற்படுகிறது. மாறாக ஒரு கம்பி காயில் வழியாக காந்த புலம் நகரும் பொழுது அந்த கம்பியில் மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. எலக்ட்ரான்கள் பேட்டரியின் உள்ளே செல்லும் போது அல்லது மற்ற லோடு வழியே செல்லும் பொழுது இந்த மின்னழுத்தம் மின்னோட்டமாகிறது. இவ்விரு செயல்களும் ஆல்டர்னேட்டர்கள், மோட்டார்கள் மற்றும் ஜெனரேட்டர்கள் அல்லது டைனமோக்களில் நடைபெறுகிறது.

**கட்டமைப்பு (Construction):** பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர் என்பது ஒரு தண்டில் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வைக்கப்பட்ட இரு ஆல்டர்னேட்டர்களை கொண்டதாகும். சிறிய பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர்கள் பார்ப்பதற்கு ஒரே அமைப்பாக இருந்தாலும் அதன் இரு பாகங்களை அவைகளில் பெரிய உருவத்தின் மூலம் அடையாளம் காண முடிகிறது. இவ்விரு பாகங்களில் பெரியது மெயின் ஆல்டர்னேட்டரானகவும் சிறியது எக்ஸைட்டரானகவும் இருக்கிறது. எக்ஸைட்டர் நிலையான ஃபீல்ட் காயில்களையும் மற்றும் சுழலும் ஆர்மெச்சூரையும் (திறன் காயில்கள்) கொண்டுள்ளது. மெயின் ஆல்டர்னேட்டர் இதற்கு எதிராக சுழலும் காந்த புலத்தையும் மற்றும் நிலையான ஆர்மெச்சூரையும் கொண்டுள்ளது.

**எக்ஸைட்டர் (Exciter):** எக்ஸைட்டர் ஃபீல்ட் காயில்கள் ஸ்டேட்டாரிலும் ஆர்மெச்சூர் ரோட்டாரிலும் இருக்கிறது. எக்ஸைட்டர் ஆர்மெச்சூரில் இருந்து வெளி வரும் AC

ரோட்டாரில் பொருத்தப்பட்டுள்ள டையோடுகள் (Diodes) வழியாக செலுத்தப்பட்டு DC மின்னழுத்தம் உருவாகிறது. அது மெயின் ஆல்டர்னேட்டரின் ரோட்டாரிலுள்ள ஃபீல்ட் காயில்களுக்கு நேரடியாக செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வமைப்பின் மூலம் சுழலும் ஃபீல்ட் காயில்களுக்கு மின்னோட்டத்தை செலுத்த பிரஷ்கள் மற்றும் ஸ்லீப் ரிங்குகள் தேவைப்படுவது இல்லை. இது பிரஷ்கள் மற்றும் ஸ்லிப் ரிங்குகள் உள்ள சாதாரண ஆல்டர்னேட்டரில் இருந்து மாறுபட்டு இருக்கிறது.

**மெயின் ஆல்டர்னேட்டர் (Main alternator):** மெயின் ஆல்டர்னேட்டர் ஒரு சுழலும் ஃபீல்டையும் மற்றும் நிலையான ஆர்மெச்சூரையும் (சக்தியை உருவாக்கும் வையிண்டிங்குகள்) கொண்டது. இதில் ஆர்மெச்சூர் ஸ்டேட்டராக இருக்கிறது. ரோட்டராக இல்லை என்பதை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆல்டர்னேட்டரின் நிலையான பகுதியில் ஆர்மெச்சூர் இருப்பதால், அதிக வெளி வரும் மின்னோட்டம் பிரஷ்கள் மற்றும் ஸ்லிப் ரிங் வழியாக போக வேண்டியதில்லை. இதன் மின் கட்டமைப்பு சிக்கலாக இருந்தாலும் மிகவும் நம்பகத்தன்மை உடையது ஏனென்றால் இதில் தேய்மானம் அடையக் கூடிய ஒரே பகுதி பேரிங்குகள் மட்டுமே.

**3 பேஸ் பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர் (Three-phase brushless alternator):** ஒரு 3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டர் நிலையான ஆர்மெச்சூரை (ஸ்டேட்டார்) சுற்றி 120° இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டு குறைந்தபட்சம் 3 வையிண்டிங்குகளை கொண்டது. இதனால்

ஒன்றுக்கொன்று 120° மின் இடைவெளிகள் உள்ள 3 அவுட்புட்கள் ஆல்டர்னேட்டரில் இருந்து கிடைக்கிறது. பல துருவ வடிவமைப்பு ஆனது பல ஜோடி 3 வையிண்டிங்களை கொண்டது. இந்த வையிண்டிங்கின் (துருவங்கள்) ஜோடிகள் இயந்திரத்தில் சுற்றளவில் சம இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதிக துருவங்கள் இருந்தால் தேவையான மின்னழுத்தம் மற்றும் ஃபிரிக்குவன்சி கிடைக்கும் ஆல்டர்னேட்டர் மெதுவாக சுழல்கிறது. அதிக துருவங்கள் கொண்ட ஆல்டர்னேட்டர்களின் வடிவமைப்பு சிக்கலாகும் விலை உயர்ந்ததாகவும் இருக்கிறது.

சிங்கிள் பேஸ் பவர் பிளான்டை தவிர, மற்ற அனைத்து ஆல்டர்னேட்டர்களும் automotive வகையை சேர்த்து, 3 பேஸ் திறனை உற்பத்தி செய்கிறது. பொதுவான 3 பேஸ் AC ஆல்டர்னேட்டர்களில் எந்த டையோடுகளும் இருக்காது இருப்பினும் வாகனத்தில் பயன்படும் ஆல்டர்னேட்டர்களின், DC அவுட்புட் தேவைப் படுவதால் அதில் மெயின் ஆல்டர்னேட்டரில்

இருந்து வெளிவரும் AC யை DC ஆக மாற்ற பொதுவாக 6 டையோடுகள் இருக்கின்றன. அதே போல் 3 பேஸ் பிரஷ் இல்லா ஆல்டர்னேட்டர் ரோட்டாரில் எக்ஸைட்டர் அவுட்புட்டாக 4 அல்லது 6 டையோடுகள் கூடுதலாக ஸ்டேட்டாரில் சில டையோடுகளும் இருக்கும்.

3 பேஸ் ஆல்டர்னேட்டரை இரு வகையில் இணைக்கலாம். ஒன்று டெல்டா (முக்கோண) இணைப்பாகும். இதில் முக்கோணத்தின் ஒவ்வொரு முனையிலிருந்தும் ஒரு ஓயர் வெளிவருகிறது. அடுத்த இணைப்பு ஸ்டார் அல்லது "Y" ஆகும். இதில் "Y" -யில் ஒவ்வொரு கிளையில் இருந்து ஒரு ஓயரும் சில சமயங்களில் நடு புள்ளியில் இருந்து (வையிண்டிங் இணையும் பொது புள்ளி) 4 வது ஓயராகவும் வெளி வருகிறது.

பலவகை மின்னழுத்தம் கொண்ட இயந்திரத்தில் தேவைப்படும் அமைப்பிற்கு ஏற்றவாறு கூடுதலான ஓயர்களும் இருக்கின்றன.

**சிங்கரனோஸ் மோட்டார் (Synchronous motor)**

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- சிங்கரனோஸ் மோட்டாரின் செயற்படும் தத்துவத்தை விளக்குதல்
- சிங்கரனோஸ் மோட்டாரின் கட்டமைப்பு விபரத்தை விளக்குதல்
- சிங்கரனோஸ் மோட்டாரை துவக்கும் பல்வேறு முறைகளை கூறுதல்
- சிங்கரனோஸ் மற்றும் இன்டக்ஷன் மோட்டாரின் அம்சங்களை ஒப்பிடுதல்
- சிங்கரனோஸ் மோட்டார்களின் பயன்பாடுகளை கூறுதல்.

**சிங்கரனோஸ் மோட்டார் (Synchronous motor):**

மோட்டாராக இயங்கும் ஆல்டர்னேட்டரை சிங்கரனோஸ் மோட்டார் என்கிறோம். சிங்கரனோஸ் மோட்டாரின் AC வையிண்டிங்குக்கு 3 பேஸ் AC சப்ளையுமும் ஃபீல்ட் வையிண்டிங்கின் தூண்டுதலுக்கு தகுந்த DC மின்னழுத்தமும் தேவைப்படுகிறது. சிங்கரனோஸ் மோட்டார்கள் சுயமாக துவங்காது.

**செயற்படும் தத்துவம் (Working principle):**

3 பேஸ் சிங்கரனோஸ் மோட்டாரின் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங் 3 பேஸ் சப்ளையுடன் இணைக்கப்படும் பொழுது, இயந்திரத்தில் ஒரு சுழலும் காந்த மண்டலம் உருவாகிறது. ரோட்டாரை DC சப்ளையுடன் இணைத்து அதனை சுழலும் புலத்தின் திசையில் சுற்றும் போது சுழலும் புலத்தின் வடதுருவம் ரோட்டாரின் தென்துவருவத்தை இழக்கிறது மற்றும் சுழலும் புலத்தின் தென் துருவம் ரோட்டாரின் வட துருவத்தை இழக்கிறது.  $N_s = 120f/p$  என்ற சூத்திரத்தின் படி கணக்கிடப்படும் வேகத்தில் ரோட்டார் தொடர்ந்து ஓடுகிறது. இப்பொழுது இயந்திரம் மோட்டாராக செயற்படுகிறது.

**கட்டமைப்பு (Construction):** சிங்கரனோஸ் மோட்டார்களின் கட்டமைப்பு ஆல்டர்னேட்டரின் கட்டமைப்பு போன்றது. இதன் இரு முக்கிய பாகங்கள்

1 ஸ்டேட்டார் (ஆர்மேச்சூர்)

2 ரோட்டார் (ஃபீல்ட்)

சிங்கரனோஸ் மோட்டார் சுழலும் ஆர்மேச்சூரையோ அல்லது சுழலும் காந்தப் புலத்தையோ கொண்டுள்ளது இருப்பினும் சிங்கரனோஸ் மோட்டார்களின் பலவற்றில் சுழலும் காந்த புல வகைகளே உள்ளன. ரோட்டாரின் துருவங்களுக்கு சமமான எண்ணிக்கை கொண்ட நிலையான ஆர்மேச்சூர் ஸ்டேட்டாரின் சட்டத்துடன் இணைக்கப்

பட்டுள்ளது. அதேபோல் தண்டுடன் சுழலும் சட்டத்துடன் ஃபீல்ட் காந்தம் இணைக்கப் பட்டுள்ளது.

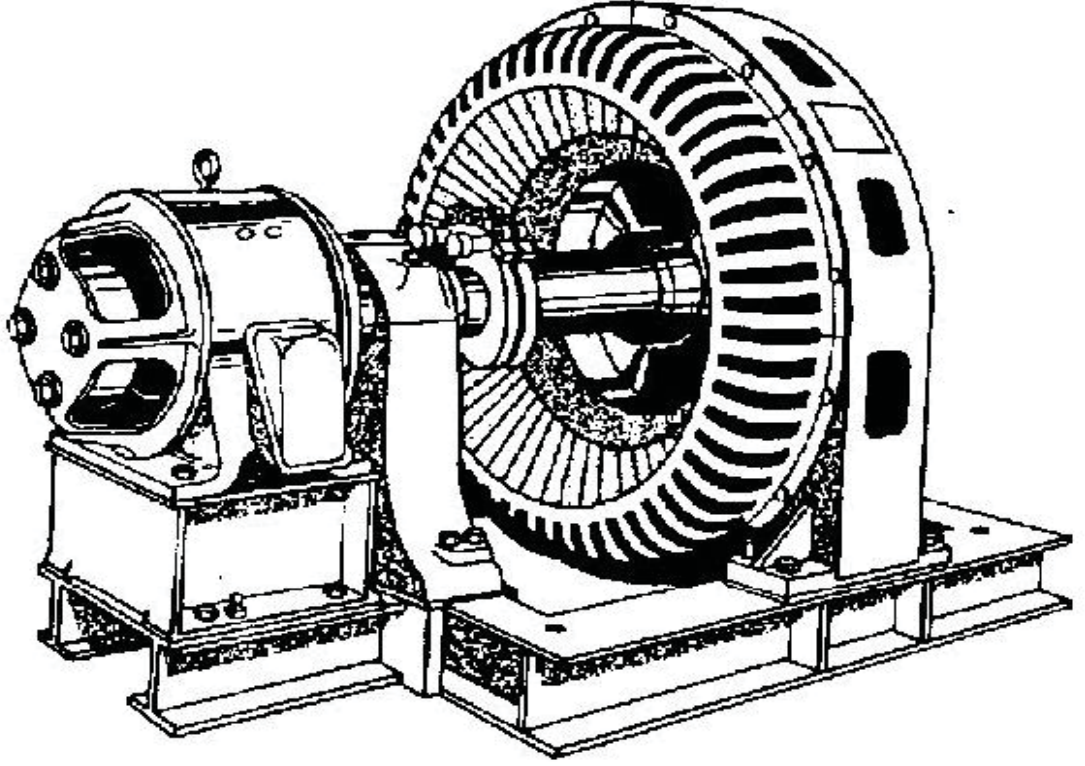
ஃபீல்ட் காயில்களுக்கு ஒரு சிறிய DC ஜெனரேட்டர் (பொதுவான மோட்டாரின் தண்டில் பொருத்தப்பட்டு எக்ஸைட்டர் என அழைக்கப்படும்) அல்லது மற்ற DC கூறு மூலம் நேர்திசை மின்னோட்டம் வழங்கப்படுகிறது. படம் 1 நேரடியாக இணைக்கப்பட்டு ஒரு எக்ஸைட்டரை காட்டுகிறது.

**சிங்கரனோஸ் மோட்டாரை துவக்கும் முறைகள் (Methods of starting a synchronous motor)**

- 1 ஒரு சிறிய (pony) மோட்டாரை பயன்படுத்துவதன் மூலம்
- 2 டேம்பர் (damper) வையிண்டிங்கை பயன்படுத்துவதன் மூலம்
- 3 சிங்கரனோஸ் (synchronisation) மூலம்

**1 ஒரு சிறிய (pony) மோட்டாரை பயன்படுத்துவதன் மூலம் (By using a pony motor):** 3 பேஸ் சிங்கரனோஸ் இயந்திரத்தின் ஸ்டேட்டார் வையிண்டிங்களுக்கு 3 பேஸ் மின்னோட்டம் வழங்கப்படுகிறது. சிங்கரனோஸ் மோட்டாரின் துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமான துருவங்களை கொண்ட ஒரு சிறிய (ஸ்டார்டிங்) மோட்டாரின் மூலம் ரோட்டார் துவக்கப்படுகிறது. சிங்கரனோஸ் இயந்திரத்தை துவக்குவதற்காக அதனுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ள சிறிய இன்டக்ஷன் மோட்டார், போனி மோட்டார் (pony motor) என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்த போனி மோட்டார் சிங்கரனோஸ் மோட்டாரை சிங்கரனோஸ் வேகத்திற்கு மிக அருகில் கொண்டு வருகிறது. பிறகு ஃபீல்ட்டுக்கு DC வழங்கப்பட்டு போனி மோட்டார் சவிட்ச் ஆஃப் செய்யப்படுகிறது. இதன் பிறகு மோட்டார் தானாகவே சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் சுழல்கிறது.

Fig 1



ELN3615611

## 2 டேம்பர் (damper) வையிண்டிங்கை பயன்படுத்துவதன் மூலம் (By using damper windings)

டேம்பர் வையிண்டிங் ஸ்கூரீல் கேஜ் வையிண்டிங்கை போன்றுள்ளது. இது pole shoe-ல் பதிக்கப்பட்ட காப்பர் பார்களை கொண்டுள்ளது. அதன் இரு முனைகளும் சார்ட் சர்க்கியூட் செய்யப்பட்டுள்ளன.

**துவக்க தருணத்தில் டேம்பர் வையிண்டிங்கின் செயல் (Action of damper winding at start):** துவக்க தருணத்தில் சிங்கரோனோஸ் மோட்டார் ஒரு சுழலும் காந்த புலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. அந்த காந்தப்புலம் ஆனது ஃபீல்ட் அமைப்பில் (ரோட்டார்) உள்ள கேஜ் (டேம்பர்) வையிண்டிங்கை வெட்டுவதால் அதில் ஒரு மின்னோட்டத்தை தூண்டுகிறது. ஒரு டார்க் (torque) ஏற்பட்டு மோட்டாரானது சிங்கரோனோஸ் வேகத்திற்கு சற்று குறைவான வேகத்தில் ஒரு இன்டக்ஷன் மோட்டாரைப் போல் ஓடுகிறது. அதன்பின் DC தூண்டு மின்னோட்டம் சவிட்ச் ஆன் செய்யப்பட்டு ரோட்டாரில் திட்டமான துருவங்கள் ஏற்படுகின்றன. இப்பொழுது ஸ்டேட்டார் மற்றும் ரோட்டாரின் துருவங்களின் பிணைப்பால் மோட்டார் சிங்கரோனோஸ் வேகத்திற்கு இழுக்கப்படுகிறது.

டேம்பர் வையிண்டிங் கொண்ட சிங்கரோனோஸ் மோட்டாரை துவக்குவதற்கு, முதலில் மெயின் ஃபீல்ட் வையிண்டிங்குகளை சார்ட் சர்க்கியூட் செய்ய வேண்டும். பிறகு தகுந்த ஸ்டார்ட்டர் வழியாக ஸ்டேட்டார் டெர்மினல்களுக்கு AC சப்ளை வழங்கப்படுகிறது. மோட்டார் ஓட துவங்கி ஒரு நிலையான வேகத்தை அடைந்தவுடன் ஃபீல்ட் வையிண்டிங்கின் சார்ட் சர்க்கியூட்டை அகற்றிவிட்டு அதற்கு DC மின்னோட்டம் வழங்கப்படுகிறது. அந்த தூண்டு மின்னோட்டம் போதுமானதாக இருந்தால் மோட்டார் சிங்கரோனோஸ் வேகத்தில் இழுக்கப்படுகிறது.

**3 சிங்கரோனேஷன் (synchronisation) மூலம் (By synchronisation):** முதலில் சிங்கரோனோஸ் மோட்டார் ஒரு ஆல்ட்டர்னேட்டராக ஓட்டப்படுகிறது. பிறகு சிங்கரோனேஷிங் முறைகளில் ஏதேனுமொரு முறையை பின்பற்றி அது மெயின் சப்ளை உடன் சிங்கரோனேஷிங் செய்யப்படுகிறது. சிங்கரோனேஷிங் செய்யப்பட்ட பிறகு அதன் பிரைம் மூவர் (prime mover) துண்டிக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது அந்த ஆல்ட்டர்னேட்டர் அதாவது சிங்கரோனோஸ் மோட்டார் சப்ளை மெயினில் இருந்து திறனை பெற்று கொண்டு சிங்கரோனேஸ் வேகத்தில் தொடர்ந்து சுழல்கிறது.

**சிங்கரோனோஸ் மற்றும் இன்டக்ஷன் மோட்டரை ஒப்பிடுதல்**

<b>அம்சங்கள்</b>	<b>சிங்கரோனோஸ் மோட்டர்</b>	<b>இன்டக்ஷன் மோட்டர்</b>
1 வேகம்	சிங்கரோனோஸ் வேகத்தில் எல்லா பளுக்களிலும் மாறாது இயங்குகிறது	சிங்கரோனோஸ் வேகத்தை விட வேகம் குறைவு. பளு அதிகரிக்கும் பொழுது வேகம் குறைகிறது.
2 பவர் ஃபேக்டர்	lagging அல்லது leading பவர் ஃபேக்டர்களிலும் இயங்குகிறது	lagging பவர் ஃபேக்டரில் மட்டுமே இயங்குகிறது.
3 வினைதிறன்	மிக நன்று	நன்று
4 விலை	விலை அதிகம்	விலை குறைவு
5 துவக்கம்	தானே துவங்கி ஓடாது	தானே துவங்கி ஓடும்.
6 வேக கட்டுப்பாடு	கேள்விக்கே இடமில்லை	சிறிதளவு கட்டுப்படுத்த முடியும்
7 பயன்பாடு	இயந்திர பளுக்களை இயக்க பயன்படுகிறது. மேலும் பவர் ஃபேக்டரை உயர்த்த சிங்கரோனோஸ் கன்டன்சராக (Condenser) பயன்படுகிறது.	இயந்திர பளுக்களை இயக்க மட்டுமே பயன்படுகிறது.

**பயன்பாடு (Application):** சிங்கரோனோஸ் மோட்டர் பவர் ஃபேக்டரை சரி செய்யும் பிரத்யேக கருவியாக பயன்படுகிறது. அது சிங்கரோனோஸ் கன்டன்சர் (Condenser) என அழைக்கப் படுகிறது. ஏனென்றால் ஒரு நிலையான கெப்பாசிட்டரை போல் இது செயல்படுகிறது. மேலும் leading மின்னோட்டத்தை உருவாக்குகிறது.

**குறைவான பவர் ஃபேக்டருக்கான காரணங்கள் (Causes of low power factor)**

- 1 அனைத்து வகையான இன்டக்ஷன் மோட்டர்கள் குறிப்பாக அவைகள் குறைவான லோடுடன் செயற்படும் பொழுது
- 2 பவர் டிரான்ஸ்ஃபார்மர்கள் மற்றும் வோல்ட்டேஜ் ரெகுலேட்டர்கள்
- 3 ஆர்க் வெல்டிங் மெஷின்கள்
- 4 இன்டக்ஷன் மின் உலைகள் (Furnaces) மற்றும் ஹீட்டிங் காயில்கள்
- 5 சோக் (Choke) காயில்கள் மற்றும் காந்த அமைப்புகள்
- 6 ஒளிரும் (Fluorescent), வெளியேற்றும் (discharge) மற்றும் நியான் சைன் (neon signs) விளக்குகள் போன்றவை.

மின்சுற்றில் ரியாக்டிவ் திறன் செல்வதே குறைவான பவர் ஃபேக்டருக்கான முதன்மை காரணமாகும். கருவிகளின் இன்டக்ஷன்ஸ் மற்றும் கெப்பாசிட்டன்ஸை பொருத்தே ரியாக்டிவ் திறன் இருக்கிறது.

**குறைந்த பவர் ஃபேக்டரின் தீமைகள் பின்வருமாறு (The disadvantages of low power factor are as follows)**

- 1 கேபிள்கள் மற்றும் டிரான்ஸ்ஃபார்மர்களில் அதிக பளு ஏற்படுகிறது.
- 2 லைன் வோல்ட்டேஜ் பயன்படும் இடத்தில் குறைகிறது.
- 3 தொழிற்கூடங்களின் செயற்பாடு குறைகிறது.
- 4 மின் கட்டணங்களுக்கு அபராதம் விதிக்கப்படுகிறது.

**உயர்ந்த பவர் ஃபேக்டரின் நன்மைகள் பின்வருமாறு (The advantages of high power factor are as follows)**

- 1 மின்னோட்டம் குறைகிறது.
- 2 மின்சக்திக்கான கட்டணம் குறைகிறது.
- 3 டிரான்ஸ்ஃபார்மர்கள் மற்றும் கேபிள்களில் இழப்புகள் குறைகின்றன.

- 4 டிரான்ஸ்ஃபார்மர்கள், சுவிட்ச் கியர்கள் மற்றும் கேபிள்களில் பளு குறைகிறது.
- 5 திறன் அமைப்பின் செயல்திறன் அதிகரிக்கிறது. (கூடுதல் சாதனம் இல்லாமல் கூடுதல் பளுக்களை சமாளிக்க முடிகிறது)
- 6 மின்னழுத்தத்தின் நிலை மற்றும் கருவிகளில் செயற்பாடு உயர்கிறது.
- 7 வெல்டிங் மற்றும் அது போன்ற சாதனங்களால் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி குறைகிறது.

**பவர்ஃபேக்டர் கட்டுப்பாடு (Power factor control):** சிங்கரோனஸ் மோட்டார் பளு உடன் ஓடிக் கொண்டு இருக்கும் பொழுது அதன் ரோட்டாரின் எக்ஸ்டிடிஷனை மாற்றினால், பளு கோணம் மற்றும் ஸ்டேட்டாரின் மின்னோட்டம் மாறுகிறது. ஆனால் மோட்டாரின் வேகம், பளு (எனவே இன்புட் திசை) மாறுவதில்லை.

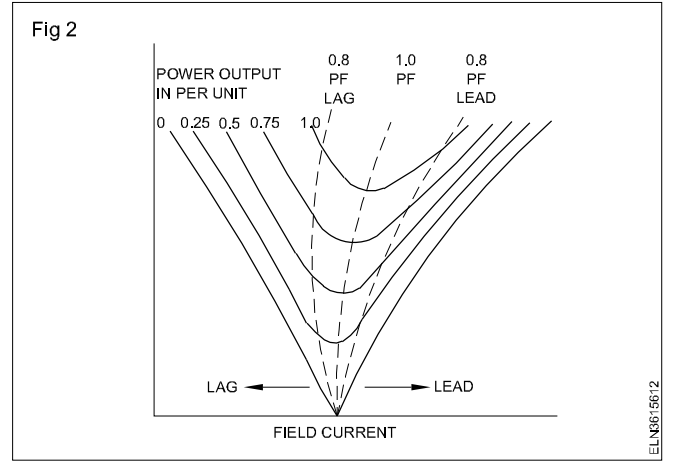
சிங்கரோனஸ் மோட்டாரின் எக்ஸ்டிடிஷனை மாறுவதன் மூலம், மோட்டாரின் பவர் ஃபேக்டரை மாற்ற முடியும். அனைத்து வகையான பளுக்களிலும் மோட்டாரை யூனிட்டி (Unity) பவர் ஃபேக்டரில் இயக்க முடியும். மேலும் ரோட்டாரின் எக்ஸ்டிடிஷனை உயர்த்துவதன் மூலம் மோட்டாரை leading பவர் ஃபேக்டரில் இயக்க முடியும். இதுவே சிங்கரோனோஸ் மோட்டாரின் சிறப்பு அம்சமாகும். இதன் மூலம் மற்ற இன்டக்ஷன் மோட்டார்களால் ஏற்படும் lagging பவர்ஃபேக்டரை ஈடு செய்ய முடியும்.

**Instant வேக பயன்பாடு (Instant speed application):** சிங்கரோனஸ் மோட்டாரின் வினைத்திறன் அதிகம். இந்த மோட்டார்கள் நிலையான வேகம் தேவைப்படும் இயக்கங்களுக்கு மிகவும் பொருத்தமானதாக இருக்கிறது.

**சிங்கரோனோஸ் மோட்டாரின் 'V' வளைவுகள் (V Curves of synchronous machines):** சிங்கரோனஸ் இயந்திரத்தின் வளைவு (லோடு மற்றும் இன்புட் வோல்ட்டேஜ் நிலையாக இருக்கும் பொழுது,) ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்திற்கும் மற்றும் தூண்டு மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை காட்டுகிறது. நிலையான பளுவில் எக்ஸ்டிடிஷன் மாறினால் பவர் ஃபேக்டரும் மாறுகிறது. அதாவது ஃபீல்ட் கரண்ட் குறைவாக இருக்கும் பொழுது, (மோட்டார் அன்டர்-எக்ஸ்டிடிடாக இருக்கும் பொழுது) P.F. குறைவாக இருக்கிறது. எக்ஸ்டிடிஷன் அதிகரிக்கும் பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட ஃபீல்ட் கரண்ட்டில் P.F. யூனிட்டியாக இருக்கிறது. அப்பொழுது

மோட்டார் குறைந்தபட்ச மின்னோட்டத்தை எடுக்கிறது. இந்த நிலையை நார்மல் எக்ஸ்டிடிஷன் என அறியப்படுகிறது.

எக்ஸ்டிடிஷன் மேலும் அதிகரிக்கப்படும் பொழுது, மோட்டார் ஓவர் எக்ஸ்டிடிடூ ஆகிறது. மேலும் அது அதிக லைன் கரண்ட்டை எடுக்கிறது. P.F. leading ஆகிறது மற்றும் குறைகிறது. எனவே பளு மற்றும் இன்புட் வோல்ட்டேஜ் நிலையாக இருக்கும் பொழுது ஃபீல்ட் கரண்ட்டை மாற்றினால்  $V \cos \theta$ -யை நிலையாக வைத்து இருப்பதற்காக, ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் மாறுகிறது. ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் மற்றும் எக்ஸ்டிடிஷன் மாறுதலை 'V' வளைவு என்று அழைக்கிறோம். (படம் 2)



படம் 3ல் சிங்கரோனஸ் மோட்டாரின் 'V' மற்றும் தலைகீழ் 'V' வளைவுகளை காண்பிக்கிறது.

**நிலையான பளுவில் எக்ஸ்டிடிஷனை (excitation) மாற்றம் செய்யும் போது ஏற்படும் விளைவுகள் (Effect of Changing Excitation on Constant load)**

யூனிட்டி (Unity) பவர் ஃபேக்டர் மற்றும் இயல்பான எக்ஸ்டிடிஷனால் தரப்பட்ட பளுவில் ஒரு சிங்கரோனஸ் மோட்டார் இயங்குவது படம் 4a-ல் காண்பிக்கப்பட்டு உள்ளது. பவர் ஃபேக்டர் யூனிட்டியாக இருப்பதன் காரணத்தால்  $X_s$ -யை ஒப்பிடும் போது  $R_a$  புறக்கணிக்கத் தக்கதாகவும்  $E_r$  விட  $I_a$   $90^\circ$  பின்தங்கியும் (lags)  $V$  வுடன் in phase-ல் உள்ளது. ஒரே பேஸ்ஸில் ஆர்மெச்சூர்  $V \cdot I_a$  மின்திறனை எடுத்துக் கொள்கிறது. இது மோட்டார் மீது செலுத்தப்பட்டுள்ள இயந்திர பளுவுக்கு இது போதுமானதாகும். மோட்டார் மீது நிலையான பளு செலுத்தப்படும் போது ஃபீல்டு எக்ஸ்டிடிஷனை குறைக்கும் போதும் அதிகரிக்கும் போதும் ஏற்படும் விளைவுகளை நாம் தற்போது விவாதிக்கலாம்.



Fig 3

V and inverse V curve of Synchronous Motor

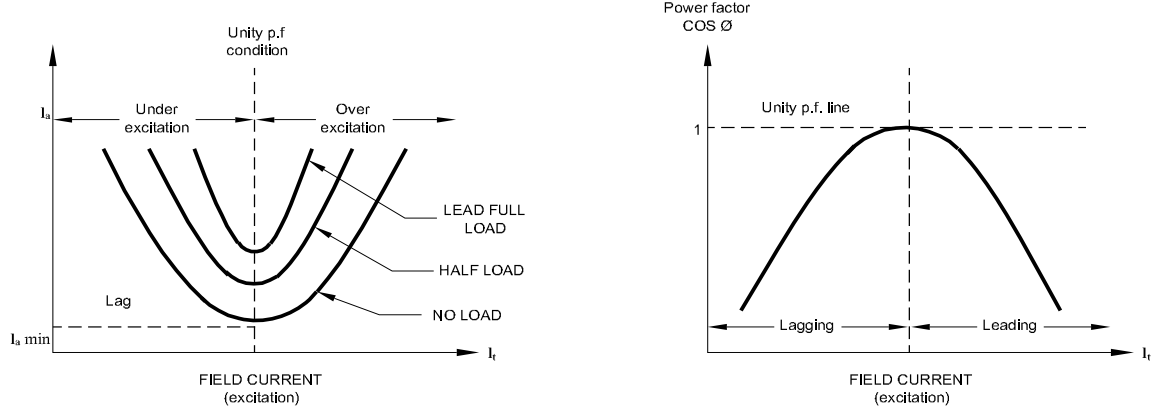
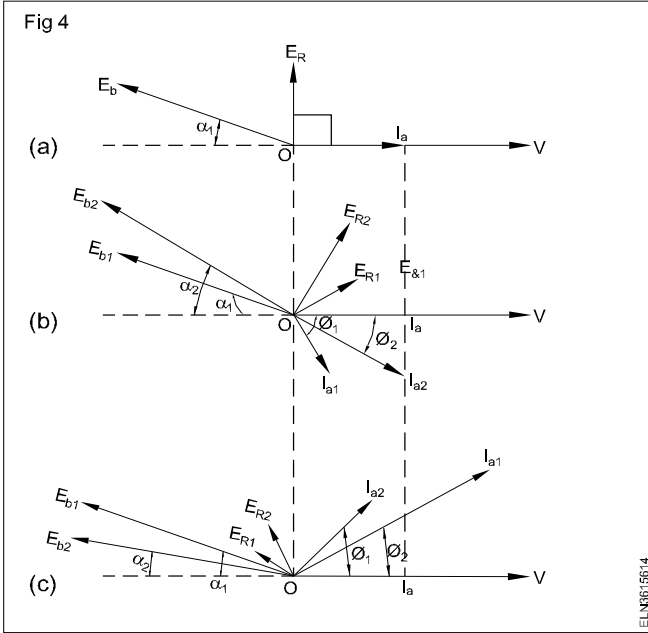


Fig 4



#### a குறைக்கப்பட்ட எக்ஸைடேசன் (Excitation Decreased) (படம் 4b)

எக்ஸைடேசன் குறைவாக உள்ள காரணத்தால் அதே பளு கோணம்  $\alpha_1$ -க்கு back EMF,  $E_{b1}$  ஆக குறைகிறது. Resultant மின்னழுத்தம்  $E_{R1}$ -ன் காரணத்தால் பின்தங்கிய (lagging) ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம்  $I_{a1}$  பாய்கிறது. இருப்பினும்  $I_a$ -யை விட  $I_{a1}$  பரிமாணத்தில் பெரியதாக இருப்பதால்  $V \cdot I_a$  மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்ய போதுமானதாக உள்ளது.

எனவே பளு கோணத்தை  $\alpha_1$ -ல் இருந்து  $\alpha_2$ -க்கு அதிகரிக்க தேவையேற்படுகிறது. இதனால் back EMF,  $E_{b1}$ -ல் இருந்து  $E_{b2}$ -க்கு அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக resultant மின்னழுத்தம்  $E_{R1}$ -ல் இருந்து  $E_{R2}$ -க்கு அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம்  $I_{a2}$  ஆக அதிகரிக்கிறது.

#### b அதிகரிக்கப்பட்ட எக்ஸைடேசன் (Excitation Increased)

படம் 4c ஃபீல்டு எக்ஸைடேசன் அதிகமாகும் போது ஏற்படும் விளைவுகளை காண்பிக்கிறது. இங்கு அசல் பளு கோணம்  $\alpha_1$ -ல் அதிகரிக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம்  $E_{b1}$  காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. Resultant மின்னழுத்தம்  $E_{R1}$ -ன் காரணமாக leading மின்னோட்டம்  $I_{a1}$  அதன் in-phase component  $I_a$  யை விட அதிகமாக இருக்கும். எனவே மோட்டார் மீதுள்ள பளுவை விட ஆர்மெச்சூர் அதிகமான மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்கிறது. இதனால் பளு கோணம்  $\alpha_1$ -ல் இருந்து  $\alpha_2$ -க்கு குறைந்து resultant மின்னழுத்தம்  $E_{R1}$ -ன் இருந்து  $E_{R2}$ -க்கு குறைகிறது. இதன் காரணமாக ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம்  $I_{a1}$ -ல் இருந்து  $I_{a2}$ -க்கு குறைகிறது. இதன் in-phase component  $I_{a2} \cos \phi_2 = I_a$ . இதன் காரணமாக மோட்டார் மீது செலுத்தப்பட்டுள்ள நிலையான பளுவிற்கு ஏற்ப ஆர்மெச்சூர் தேவையான மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்கிறது.

மாற்றம் செய்யத்தக்க excitation-ல் செலுத்தப்பட்ட பளுவில் சிங்கரனோஸ் மோட்டார் இயங்கும் போது மாறுபடக் கூடிய பளு கோணத்தை மட்டும் உற்பத்தி செய்கிறது என்பதை நாம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

#### சிங்கரனோஸ் மோட்டாரில் பல்வேறு திருப்பு விசைகள் (Different Torques of a Synchronous Motor)

சிங்கரனோஸ் மோட்டாரின் பல்வேறு திருப்பு விசைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

- 1 துவக்க திருப்பு விசை (starting torque)
- 2 இயங்கும் போது ஏற்படும் திருப்பு விசை (running torque)



3 Pull-in திருப்பு விசை (Pull-in torque) மற்றும்

4 Pull-out திருப்பு விசை (Pull-out torque)

1 துவக்க திருப்பு விசை (Starting Torque):

ஸ்டேட்டார் (ஆர்மேச்சூர்) வையிண்டிங்கில் முழு மின்னழுத்தம் செலுத்தப்படும் போது மோட்டாரில் உற்பத்தியாகும் திருப்பு விசையை துவக்க திருப்பு விசை எனப்படுகிறது. சில சமயங்களில் 'breakaway torque' எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. சென்டிரிஃப்ரூக்கல் பம்புகளில் இதன் அளவு 10% ஆகவும், பளு ஏற்றப்பட்ட ரெசிப்ரோகேட்டிங் இரண்டு சிலிண்டர் கம்பரஸர்களில் முழு பளு திருப்பு விசை 200 முதல் 250% வரை இருக்கும்.

2 இயங்கும் போது ஏற்படும் திருப்பு விசை (Running torque)

இது மோட்டார் இயங்கும் போது உற்பத்தியாகும் திருப்பு விசையாகும். இயங்கக் கூடிய இயந்திரத்திற்கு தேவைப்படும் அதிகபட்ச திருப்பு விசையை peak Hp தீர்மானிக்கிறது. Break-down அல்லது இந்த அளவை விட அதிகமாக உள்ள அதிகபட்சமாக இயங்கும் போது ஏற்படும் திருப்பு விசையை மோட்டார் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

3 Pull-in திருப்பு விசை (Pull-in torque)

சிங்கரனோஸ் வேகத்தை விட 2 முதல் 5% வேகத்திற்கு குறைவாக இயங்கும் போது சிங்கரனோஸ் மோட்டாரை இண்டக்ஷன்

மோட்டார் என்று அழைக்கப்படுகிறது. பிறகு excitation வழங்கப்பட்டு சுழலும் ஸ்டேட்டார் ஃபீல்டுக்கு ரோட்டார் இழுக்கப்பட்டு சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் சுழலுகிறது. மோட்டார் படிப்படியாக சிங்கரனோஸ் வேகத்திற்கு இழுக்க தேவைப்படும் திருப்பு விசையை pull-in torque என்று அழைக்கப்படுகிறது.

4 Pull-out திருப்பு விசை (Pull-out torque)

படிப்படியாக இழுக்கப்படாமலேயே சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் மோட்டார் இயங்க அதில் உற்பத்தியாகும் அதிகபட்ச திருப்பு விசையை 'Pull-out torque' என்று அழைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக மோட்டார் மீது பளுவை செலுத்தும் போது ரோட்டார் சில கோணத்தில் (load angle) in phase -ல் சுழலும் ஸ்டேட்டார் காந்த வயலுக்கு பின் தங்கி ஆனால் சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் இயங்கும். ரோட்டார் 90° கோணத்தில் தாமதமாகும் (வேறு விதமாக சொல்ல வேண்டும் என்றால் அது இரண்டு அடுத்தடுத்துள்ள துருவங்களுக்களுக்கு இடையேயுள்ள பாதி தூரத்திற்கு சமமாக பின்னோக்கி இடம் மாறுகிறது) போது அதிக பட்ச திருப்பு விசை உற்பத்தி செய்கிறது. பளுவை மேலும் அதிகரித்தால் அதன் விளைவாக சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் இருந்து படிப்படியாக வெளியேறி பிறகு நின்று விடும்.

**MG செட், ரோட்டரி கன்வர்ட்டர் மற்றும் இன்வர்ட்டர் (MG set and rotary converter and inverter)**

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

- மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை காட்டிலும் நேர் திசை மின்னோட்டத்தின் நன்மைகளை பட்டியலிடுதல்
- AC யை DC யாக மாற்றும் முறைகளை பட்டியலிடுதல்
- MG செட்டின் நன்மைகள் மற்றும் தீமைகளை கூறுதல்
- ரோட்டரி கன்வர்ட்டரின் கட்டமைப்பு மற்றும் செயற்பாட்டை விவரித்தல்.

மின்திறனை உற்பத்தி செய்ய, அனுப்ப, பகிர்மானம் செய்வதற்காக உலகம் முழுவதும் AC அமைப்பையே தேர்வு செய்யப்படுகிறது. இது DC அமைப்பை விட மிக சிக்கனமாக இருக்கிறது. இருப்பினும் சில பயன்பாடுகளில் AC-யை காட்டிலும் DC அவசியமானதாகவும் மற்றும் பல நன்மைகளையும் கொண்டுள்ளது.

பின்வரும் பயன்பாடுகளுக்கு DC அவசியமானதாக இருக்கிறது.

- மின்மூலம் பூசுதல், மின்சுத்திகரிப்பு போன்ற மின் வேதியியல் செயற்பாடுகள்
- பேட்டரி சார்ஜிங்
- ஆர்க் விளக்குகள் மற்றும் சினிமா ப்ரோஜக்டர்களிலுள்ள (cinema projectors) ஆர்க் விளக்கு

பின்வரும் பயன்பாடுகளுக்கு AC மின்னோட்டம் பல நன்மைகளை கொண்டுள்ளது.

- தொடர்வண்டி பயன்பாடு - DC சீரிஸ் மோட்டார்
- தொலைபேசிகள், ரிலேகள், நேர சுவிட்ச்களின் செயற்பாடு
- ரோலிங் மில்ஸ், பேப்பர் மில்ஸ், எலிவேட்டர்கள் போன்ற நுணுக்கமான வேக கட்டுப்பாடு அதிக லோடு உடன் அடிக்கடி துவக்க மற்றும் இரு திசை சுழற்சி தேவைப்படும் இடங்களில் DC மோட்டார் பொருத்தமானதாக இருக்கிறது.

மேலே சொல்லப்பட்ட காரணங்களால் AC யை விட DC ஆக மாற்றுவது அவசியமாகிறது.

AC யை DC யாக மாற்றும் முறைகள்

- மோட்டார் ஜெனரேட்டர் செட் (MG set)
- ரோட்டரி கன்வர்ட்டர் (Rotary converter)

- மெர்க்குரி ஆர்க் ரெக்டிஃபையர் (Mercury arc rectifier)
- மெட்டல் ரெக்டிஃபையர் (Metal rectifier)
- செமி கண்டக்டர் டையோடு மற்றும் SCR (Semi conductor diode and SCR)

மேற்கூறிய ஐந்தில் மோட்டார் - ஜெனரேட்டர் செட் மற்றும் செமி கண்டக்டர் ரெக்டிஃபையர்கள் இப்பொழுது அதிக பயன்பாட்டில், உள்ளது. மற்றவைகள் பழமையான காரணங்களால் வழக்கத்தில் இல்லை.

**மோட்டார் ஜெனரேட்டர் செட் (Motor generator set):** ஒரு AC 3 பேஸ் மோட்டாருடன் DC ஜெனரேட்டர் நேரடியாக பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பெரிய அலகுகளில் AC மோட்டாரானது ஒரு சிங்கரோனோஸ் மோட்டாராகவும் DC ஜெனரேட்டர் ஆனது வழக்கமாக காம்பௌன்ட் (compound) ஜெனரேட்டராகவும் இருக்கிறது.

**நன்மைகள் (Advantages)**

- DC அவுட்புட் வோல்ட்டேஜ் செயற்முறையில் நிலையாக இருக்கிறது. DC அவுட்புட் வோல்ட்டேஜ் AC சப்ளை வோல்ட்டேஜின் மாறுதலால் பாதிக்கப்படுவது இல்லை.
- DC அவுட்புட் வோல்ட்டேஜை ஷன்ட் ஃபீல்ட் ரெகுலேட்டர் மூலம் சுலபமாக கட்டுப்படுத்த முடியும்.
- சிங்கரோனோஸ் மோட்டாரை கொண்டு ஜெனரேட்டரை இயக்க முடியும். M.G செட்டை பவர் ஃபேக்டரை சரி செய்யவும் பயன்படுத்தவும் முடியும்.

**தீமைகள் (Disadvantages)**

- இது குறைந்த வினைத்திறனை கொண்டது.
- இதற்கு அதிக இடம் தேவைப்படுகிறது.

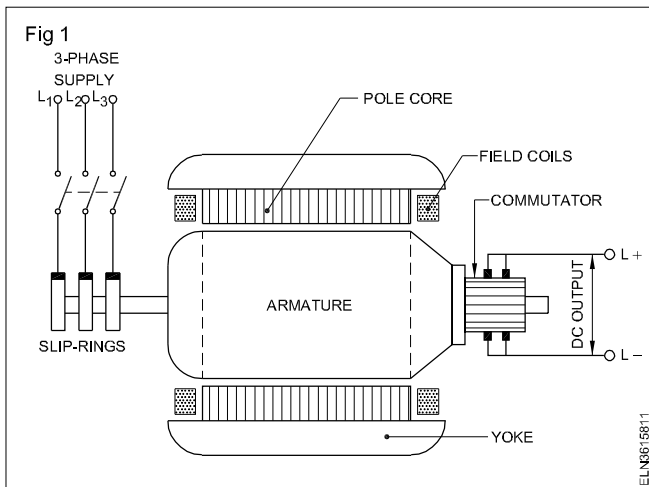
**ரோட்டரி அல்லது சிங்கரனோஸ் கன்வர்ட்டர் (Rotary or synchronous converter):** அதிக DC திறன் தேவைப்படும் இடங்களில் ரோட்டரி கன்வர்ட்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ஆர்மெச்சூர் மற்றும் ஒரு ஃபீல்ட் கொண்ட இயந்திரம் ஆகும். இது சிங்கரனோஸ் மோட்டார் மற்றும் DC ஜெனரேட்டரின் செயற்பாட்டை ஒருங்கிணைந்த அமைப்பாகும். ஆர்மெச்சூரின் ஒரு முனையில் பொருத்தப்பட்ட ஸ்லிப் ரிங்குகள் வழியாக மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை பெற்று சிங்கரனோஸ் வேகத்தில் சுழல்கிறது. மேலும் மறு முனையில் உள்ள காழுடேட்டர் மற்றும் பிரஷ்கள் வழியாக நேர்திசை மின்னோட்டத்தை வெளியிடுகிறது.

**கட்டமைப்பு (Construction):** பொதுவான கட்டமைப்பு மற்றும் வடிவமைப்பில் ரோட்டரி கன்வர்ட்டர் ஏறக்குறைய DC இயந்திரத்தை போன்று உள்ளது. இது சிறந்த காழுடேஷனுக்காக உள்ளிடை துருவங்களை (interpoles) கொண்டுள்ளது. இது அதிகளவு திறனை கையாள்வதால் இதன் காழுடேட்டர் அதே அளவுள்ள மற்ற DC ஜெனரேட்டர்களில் காழுடேட்டரை விட பெரிதாக இருக்கிறது.

இதன் கூடுதல் அம்சங்கள்

- காழுடேட்டர் முனைக்கு எதிர்முனையில் ஸ்லிப் ரிங்குகள் பொருத்தப்பட்டு உள்ளன.
- சிங்கரனோஸ் மோட்டாரில் உள்ளதை போல் துருவ முனைகளில் டேம்பர் வையிண்டிங்குகள் உள்ளன.

ரோட்டரி (சிங்கரனோஸ்) கன்வர்ட்டரின் முக்கிய பாகங்களை காட்டும் வரைப்படம் படம் 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



DC ஜெனரேட்டரின் ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளில் தூண்டப்படும் EMF மாறுதிசையில் இருக்கிறது. காழுடேட்டரின் மாற்றும் செயலால் அது நேர்திசை (ஓரே திசை) மின்னோட்டமாகிறது. -ஆர்மெச்சூர் வையிண்டிங்கின் சில குறிப்பிட்டுள்ள புள்ளிகளுடன் ஸ்லிப் ரிங் இணைக்கப்பட்டு உள்ளதால் இந்த இயந்திரத்தை ஆல்ட்டர்னேட்டராகவும் பயன்படுத்த முடிகிறது.

ரோட்டரி கன்வர்ட்டரின் ஆர்மெச்சூர் லேப் (lap) வையிண்டிங் செய்யப்பட்டதாக இருக்கிறது. ஆர்மெச்சூரின் இணை வழிகளின் (parallel paths) எண்ணிக்கை துருவங்களில் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கிறது. ஸ்லிப் ரிங்குக்கு கொண்டு வரப்பட்ட இணைப்புகளின் எண்ணிக்கை துருவ ஜோடிகளின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கிறது. 3 பேஸ் லேப் வையிண்டிங் செய்யப்பட்ட ரோட்டரி கன்வர்ட்டரின் ஒரு துருவத்தில் உள்ள ஆர்மெச்சூர் கடத்திகளின் எண்ணிக்கை 3 ஆல் வகுக்கப்படுவதாக இருப்பது அவசியமாகிறது.

**இயக்கம் (Operation):** பொதுவாக இந்த இயந்திரம் தகுந்த AC சப்ளையில் ஸ்லிப் ரிங்குகள் வழியாக இணைக்கப்பட்டு காழுடேட்டரில் நேர்திசை மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது. இந்த இயந்திரம் ஸ்லிப் ரிங்கில் இருந்து AC திறனை பெற்று கொண்டு சிங்கரனோஸ் மோட்டாராக இயங்குகிறது. காழுடேட்டர் முனையில் இருந்து பார்க்கும் பொழுது DC ஜெனரேட்டாக இயங்கி DC திறனை வெளியிடுகிறது.

**மெர்க்குரி ஆர்க் ரெக்டிஃபயர் (Mercury arc rectifier):** பொதுவாக ரெக்டிஃபயர் என்பது ஏற்ற இறக்கத்துடன் ஜீரோ சராசரி மதிப்பு கொண்ட (மாறுதிசை மின்னோட்டம்) மின்னோட்டத்தை ஏற்ற இறக்கத்துடன் குறிப்பிட்ட சராசரி மதிப்பு கொண்ட (நேர்திசை மின்னோட்டம்) மின்னோட்டமாக மாற்றும் கருவியாகும். இது ACயை DC யாக மாற்றும் கருவியாகும்.

இது ரோட்டரி கன்வர்ட்டர் மற்றும் M.G செட் விட அதிக நன்மைகளை கொண்டது. இருப்பினும் செமி கண்டக்டர் டையோடின் கண்டுபிடிப்புக்கு பிறகு மெர்க்குரி ஆர்க் ரெக்டிஃபயரை யாரும் இப்பொழுது பயன்படுத்துவது இல்லை.

சில சிறப்பு அம்சங்களில் அடிப்படையில் M.G.set ரோட்டரி கன்வர்ட்டர் மற்றும் ரெக்டிஃபயருக்கு இடையேயான வித்தியாசம் அட்டவணை வடிவில் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒப்பிடுதலுக்கான கன்வர்ட்டரின் அம்சங்கள்	ரெக்டிஃபயர்	M.G. செட்	ரோட்டரி கன்வர்ட்டர்
இயந்திரம்	நகர்வது/ சுழல்வது இல்லை	இரு இயந்திரங்கள் அதாவது ஒரு AC மோட்டார் DC ஜெனரேட்டர்	ஒரே ஒரு இயந்திரம்
வில்லை	மலிவானது	மிக வில்லை உயர்ந்தது	வில்லை உயர்ந்தது
இரைச்சல்	இரைச்சல் இல்லை	அதிக இரைச்சல் உள்ளது	இரைச்சல் உள்ளது.
வினைத்திறன்	சிறப்பானது 95%க்கும் அதிகம்	இரு சுழலும் இயந்திரங்கள் இருப்பதால் மிக குறைவு	குறைவு
பராமரிப்பு செலவு	குறைவு	அதிகம்	அதிகம்
ஓவர்லோடு திறன்	50% வரை ஓவர் லோடு செய்யலாம்	ஓவர்லோடு செய்ய முடியாது	ஓவர்லோடு செய்ய முடியாது
AC பவர்ஃபேக்டர்	குறைவான பவர் ஃபேக்டர்	குறைவான பவர் ஃபேக்டர்	சிறப்பான பவர் ஃபேக்டர்
இயக்கத்தின் பொழுது தேவைப்படும் கவனம்	நிலையான கவனம் தேவைப்படுகிறது	குறைவான கவனம் தேவை	கவனம் தேவை இல்லை
இடத்தின் தேவை	மிக குறைவு	மிக அதிகம்	குறைவு

### MG செட்டின் பராமரிப்பு (Maintenance of MG set)

நோக்கங்கள்: இப்பாடத்தின் இறுதியில் நீங்கள் திறம் பெற இருப்பவை

• **MG செட்டின் பராமரிப்புக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டிய அம்சங்களை பட்டியலிடுதல்.**

MG செட்டை மின் மற்றும் இயந்திர ரீதியாக ஆய்வு செய்து பராமரிக்க வேண்டும். பராமரிப்பு செய்யும் பொழுது பின்வரும் அம்சங்களை கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

#### மின் ஆய்வு பட்டியல் (Electrical inspection list)

- அனைத்து மின் சாதனங்கள் மற்றும் கன்ட்ரோல் பேனலை சுத்தம் செய்தல்
- மோட்டாரின் இன்சுலேஷன் மின்தடையை மெக்கர் மூலம் சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- எர்த் ஓயரிங்கை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- மெயின் சுவிட்ச் ஃப்யூஸ்களை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- ஸ்டேட்டார் மற்றும் பிரஷ்களை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- மோட்டார் பேரிங்குகள் மற்றும் சுழலும் பாகங்களை சோதித்து சரி செய்தல். தகுந்த லூப்ரிகேஷன்க்காக ஆயில்/ கீரிஸ் பயன்படுத்துதல்

- ஸ்டார்ட்டிங் பேனலை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- ஓவர்லோடு ரிலேகளை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- தளர்வான இணைப்புகளை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- வளையும் கடத்திகள் மற்றும் கேபிள்களை மாற்றுதல்
- கன்ட்ரோல் அமைப்பை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- கார்பன் படிந்து இயங்காத காண்டாக்டர்களை தேவையெனில் மாற்றுதல்

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள இயந்திர ஆய்வு பட்டியல் மற்றும் லூப்ரிகேஷன் தகவல்கள் அடிப்படையில் MG செட்டின் பராமரிப்பை மேற் கொள்ளவும்.

#### இயந்திர ஆய்வு பட்டியல்

- முழுவதும் சுத்தம் செய்தல் மற்றும் பார்வையால் ஆய்வு செய்தல்

- மோட்டார் கப்லிங் மற்றும் பேரிங்குகளை சோதித்தல்/ சரி செய்தல்
- கப்லிங்கின் இறுக்கத்தை சோதித்தல். பவுண்டேஷன் போல்ட்களை சோதித்தல்.
- பைப் லைன் - பிளஞ்சரை சோதித்தல்
- இயந்திரத்தின் செயற்பாட்டு இயக்கத்தை சோதித்தல் இயந்திரத்தை இயக்குபவருடன் சரிப்பார்த்தல்
- பராமரிப்பு பாகங்களில் லூப்ரிகேஷன் செய்தல்

- அந்த பாகங்களில் லூப்ரிகேஷன் செய்ய ஆயில்/ சீரிஸ்கன்னை (gun) பயன்படுத்துதல்.

அனைத்து இயந்திரங்களின் பராமரிப்பு விபரங்களை தனித்தனியான பதிவேட்டில் பதிவு செய்து பராமரிப்பு அலுவலரால் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும்.

MG செட் இயக்கும் பொழுது ஏற்டக்கூடிய மின் மற்றும் இயந்திரவியல் சம்பந்தமான பிரேக் டவுன் பராமரிப்புகளை கையாள வேண்டும்.

## ப்ராஜக்ட் வேலை (Project Work)

- நோக்கங்கள்:** இப்பாட இறுதியில் பயிற்சியாளர்/கலந்து கொள்பவர்கள் திறம் பெற இருப்பவை
- பயிற்சியாளர்கள் தேர்ந்தெடுத்த ப்ராஜக்ட் அறிக்கையை தயார் செய்தல்
  - மின்சுற்று வரைபடம் / திட்ட வரைபடத்தை வரைதல்
  - வாங்க வேண்டிய பொருட்கள்/ கூட்டுப் பொருட்களின் குறிப்பீடுகளை பட்டியலிடுதல்
  - செய்ய வேண்டிய திட்ட வேலையை பட்டியலிடுதல்
  - ப்ராஜக்ட்டை மேம்படுத்தி முடித்து சமர்ப்பித்தல்.

### ப்ராஜக்ட்டை தேர்வு செய்து அதனை செயல்படுத்துதல் (Selection of project and its execution)

- ப்ராஜக்ட்டின் விபரங்களை கலந்து ஆலோசிக்கவும். தேவைபடுவது, மார்க்கட்டிங் வசதி, அதிலுள்ள செலவீனங்கள், பொருட்கள் கிடைக்கக் கூடியது, பிற்காலத்தில் மேம்படுத்தலில் நம்பிக்கை மற்றும் விரிவாக்கம்.
- வேலையை தொடங்க தேவையான எல்லா பொருட்கள் மற்றும் கருவிகளை திரட்டவும்.
- பங்குபெறும் அனைத்து உறுப்பினர்களும் ப்ராஜக்ட்டை ஒத்துக் கொள்ள வேண்டும், மற்றும் இதற்கான அதிகாரிகளிடம் ஒப்புதல் பெற வேண்டும்.
- எல்லா உறுப்பினர்களும் ஒரு குறித்த நேரத்தில் வேலையை செய்வதற்கான திட்டத்தை தயார் செய்து, பயிற்றுநரிடம் இருந்து ஒப்புதல் பெறவும்.
- திட்டப்படி ப்ராஜக்ட்டை முடிக்கவும்.
- திட்டப்படியும் மற்றும் செயல்பாட்டின் படியும் ப்ராஜக்ட்டை ஆய்வு செய்து, சரி பார்த்து முடிக்கவும்.
- உகுந்த முடிவு பெற்றும், நல்ல வேலைப் பாட்டுடனும் ப்ராஜக்ட்டை செய்து வைக்கவும்.

### ப்ராஜக்ட் அறிக்கையை தயார் செய்தல் (Preparation of project report)

- ஒரு தெரிந்த பொருளுக்கு சம்பந்தப்பட்ட அறிமுக தகவலுடன் அறிக்கையை தொடங்கவும் மற்றும் இப்பொழுதுள்ள நிலைகளில், இதனுடைய முக்கியத்துவத்தை பெரிதுபடுத்தவும்.
- மார்க்கெட்டிங்கிற்காகவும் மற்றும் வியாபார பயன்பாட்டிற்காகவும் ஒரு கணக்கெடுப்பு செய்யவும்.
- செயல்படும் தத்துவம் மற்றும் அதனுடைய இயக்கத்தை அறிக்கையில் சுருக்கமாக காண்பிக்க வேண்டும்.
- பராமரிப்பு, பழுது பார்த்தல் மற்றும் பழுதை சரி செய்தல் போன்றவைகளை அறிக்கையில் பெரிதுபடுத்தி காட்டவும்.
- வாங்குபவர்களுக்கு விலையானது போட்டி உள்ளதாகவும் மற்றும் மலிவாகவும் இருக்க வேண்டும்.
- பிற்கால முன்னேற்றத்திற்காக பெரிய அளவில் மாற்றமில்லாமல் விரிவாக்கம் செய்வதற்கான மாற்றம் செய்யும் அளவில் ப்ராஜக்ட் இருக்க வேண்டும்.
- இதற்கான புத்தகங்கள் மற்றும் வெப்பைட் விபரங்கள் உடன் பட்டியலிட்டு அதற்கான அறிக்கை இருக்க வேண்டும்.