அடிப்படை மின்னியல்

சொ. குமார்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்– 613 005.

அடிப்படை மின்னியல்

சொ. குமார்

மின்னியல் துறை
அண்ணாமலை பாலிடெக்னிக்
கானாடு காத்தான்.

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

ISBN : 81-7090-260-6

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீட்டு எண்: 200
திருவள்ளுவர் ஆண்டு 2028 சித்திரைத் திங்கள் – ஏப்ரல் 1997

நூல் : அடிப்படை மின்னியல்

ஆசிரியர் : சொ. குமார்

விலை : ரூ. 150/-

பதிப்பு : முதற்பதிப்பு

ஒளி அச்சு : தாமரை எதிர்பதிவு அச்சகம்,
திருவெறும்பூர்,
திருச்சி – 620 013.

அச்சு : தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக அச்சகம்,
தஞ்சாவூர்.

முனைவர் கி. கருணாகரன்,
துணைவேந்தர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் – 613 005

அணிந்துரை

"முன்னைப் பழமைக்கும் பழமையாய்ப் பின்னைப் புதுமைக்கும் புதுமையாய்" என்பது தமிழின் ஆற்றலைக் குறிக்கும் ஒரு தொடராகவும் அமைகிறது. "அடிப்படை மின்னியல்" என்னும் இந்நூல் மேற்கண்ட தொடரை மேலும் உறுதிப்படுத்தும் சான்றாக அமைகிறது.

பொறியியல், மருத்துவம், வேளாண்மை முதலிய தொழிற் கல்வியைத் தமிழ் வழிக் கற்பிக்க ஏற்ற வண்ணம் பாடநூல்களையும் கலைச்சொல் அகராதிகளையும் களஞ்சியங்களையும் தயாரிக்கும் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத்தின் பொதுத்திட்டத்தின்கீழ் இந்நூல் வெளிவருகிறது. இப்பல்கலைக்கழகத்தின் அறிவியல் தமிழ் வளர்ச்சித்துறை தயாரித்துள்ள பொறியியல் மருத்துவப் பாடநூல் வரிசையில் இந்நூல் வெளிவருகிறது

தமிழர் பொறியியல் தொழில்நுட்பத்தில் திறமை பெற்றிருந்தனர் என்பதற்கு ஏராளமான எழுத்துச் சான்றுகளோடு கல்லணை, மாமல்லபுரம், தஞ்சை பெரிய கோயில் போன்ற நம் கண்முன் நிற்கும் சான்றுகளும் உள்ளன. தாங்கள் அமைத்த கோட்டைகளில் ஏராளமான இயந்திரக் கருவிகளைப் பொருத்தியும் கரும்புச்சாறு எடுக்க இயந்திரங்களைப் பயன்படுத்தியும் தங்களது இயந்திர நுட்ப அறிவையும் தமிழர்கள் வெளிப்படுத்தினர். தொன்றுதொட்டுவரும் இந்த அறிவு காலச்சூழலுக்கு ஏற்ப மேம்பட்டு, புதிய புதிய கட்டடத் தொழில் நுட்பங்களையும்

இயந்திரத் தொழில் நுட்பங்களையும் பயன்படுத்த வழிகோலிற்று. புதிய தொழில் நுட்பத்திற்கு ஏற்பத் தமிழும் புதுமை பெற்றுப் புதுப்புதுக் கலைச்சொற்களைத் துறைதோறும் படைத்துச் செழுமை பெற்று வருகிறது.

இப்பொறியியல் நூல்முழுவதும் தமிழின் புதுப்பொலிவைக் காணலாம். பொறியியல் மாணவர்கள் மட்டுமின்றி ஏனையோரும் படித்துப் புரிந்து கொள்ளும் வகையில் அறிவியல் தமிழ் வளர்ச்சியில் ஆர்வங்காட்டிவரும் செட்டிநாடு அண்ணாமலை பாலிடெக்னிக் பேராசிரியர் செ. குமார் அவர்கள் தம் நிறுவனத்துக்குப் பெருமை சேர்க்கும் வகையில் இந்நூலைப் படைத்துள்ளார். அவருக்கு என் மனமார்ந்த பாராட்டுக்கள். வாழ்வு உயர வளர்தமிழில் தமது துறைசார்ந்த பல நூல்களை இந்நூலாசிரியர் எழுதவேண்டும் என்ற என் விருப்பத்தையும் இதன்மூலம் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

நாள் : 27-04-1997

கி. கருணாகரன்

பதிப்புரை

முனைவர் இராம. சுந்தரம்
பேராசிரியர் – தலைவர்
அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்,
தஞ்சாவூர் – 613 005.

"வாழ்வு உயர வளர்தமிழில் அறிவியல்" என்ற குறிக்கோளின் அடிப்படையில் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் பல அறிவியல் தொழில்நுட்ப நூல்களைத் தமிழில் வெளியிடத் திட்டமிட்டு அத்திட்டத்தின் முதற்கட்டமாகப் பொறியியல், மருத்துவப் பாடநூலாக்கத் திட்டத்தை மேற்கொண்டது. இத்திட்டத்தின்கீழ் தகுதிவாய்ந்த பொறிஞர்களும் மருத்துவர்களும் தரமான பாடநூல்களை எழுதித்தர முன்வந்தனர். குறிப்பிட்டகால எல்லைக்குள் 13 பொறியியல் நூல்களும் 14 மருத்துவ நூல்களும் உருவாயின. முன்பே வெளியான அடிப்படைக்கட்டுமான வடிவமைப்பு என்னும் நூலைத் தொடர்ந்து அடிப்படை மின்னியல் வெளிவருகிறது. இவ்வரிசையில் அடிப்படை இயந்திரவியல், கட்டடத்தொழில் நுட்பம், செயலாக்க நிலையியக்கவியல், பொறியியல் வரைபடம், மண்விசையியல், பொறியியல் தொழில்நுட்பக் கலைச் சொல்லகராதி ஆகியன அச்சிடப்பட்டு வருகின்றன.

நூலாசிரியர் திரு. சொ. குமார் தமிழார்வமும் துறையறிவும் மிகுதியும் உடையவர். தரமான கலைச் சொற்களைக் கொண்டு கல்லூரி மாணவர்கள் எளிதில் படித்துப் புரிந்து கொள்ளும் வகையில் இந்நூலைப் படைத்தளித்துள்ளார். எவ்வகையான தொழில்நுட்ப அறிவையும் தமிழில் தங்குதடையின்றிச் சொல்ல முடியும்

என்பதற்கு இந்நூல் சான்றாக அமைகின்றது. அவருக்கு இந்த நூலாக்கத் திட்டத்தின் பொறுப்பாளன் என்ற முறையில் என் மனங்கனிந்த நன்றியைப் புலப்படுத்திக் கொள்கிறேன். அச்சிடுவதற்கு முன் இந்நூலை நன்குபடித்து உரிய திருத்ங்கள் செய்துதவிய டாக்டர் பரஞ்சோதி (மின்னியல்துறை, அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை) திரு. நெல்சன்தாசன் (தமிழ்த்துறை,ஸ்காட்கிறித்துவக்கல்லூரி, நாகர்கோவில்) ஆகியோருக்கு மனமார்ந்த நன்றி.

பொறியியல் கல்வியைத் தமிழ் வழிக் கற்பிக்கத் தமிழக அரசு உரிய நடவடிக்கைகளை எடுத்துவரும் இன்றைய சூழலில் வெளிவரும் இந்த நூல் பொறியியல் மாணவர்களுக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும் மிகுபயன் நல்கும் என்பதில் ஐயமில்லை. நூலின் கருத்துப் புலப்பாட்டுத் திறனை இந்நூலைப் படித்துப் பயன்படுத்துவோர் சுட்டிக் காட்டினால் அடுத்த பதிப்பில் உரிய திருத்தங்களை மேற்கொள்ள வசதியாக இருக்கும். பொறியியல், மருத்துவம் மற்றும் கலைச்சொல்லகராதி நூலாக்கப்பணியில் முழுமையாகத் தன்னை ஈடுபடுத்திக் கொண்டு உழைத்த எங்கள் துறை ஆய்வு உதவியாளர் முனைவர் சா. உதயசூரியன் பணியைப் பாராட்டி மகிழ்கிறேன். இந்நூலின் மெய்ப்புத் திருத்தப் பணிகளை செய்து முடித்த எங்கள் துறை இணைப்பேராசிரியர் முனைவர் சா. கிருட்டினமூர்த்தி, அறிவியல் களஞ்சியத்தின் ஆய்வு உதவியாளர் முனைவர் அர. கமலதியாகராசன், எங்கள் துறை முனைவர் பட்ட ஆய்வு மாணவர் இரா. பாவேந்தன் ஆகியோருக்கு நெஞ்சார்ந்த நன்றி. அடிப்படை மின்னியல் நூல் தொடர்பான ஒளியச்சுப் பணிகளைக் குறிப்பிட்ட கால எல்லைக்குள் செய்து முடித்திட்ட தாமரை எதிர்பதிவு அச்சகத்தினர் பணியை நன்றியோடு பாராட்டுகிறேன். இந்நூலைச் சிறந்த முறையில் அச்சிட்டு, பதிப்பித்த தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகப் பதிப்புத் துறையினருக்கும் அன்பார்ந்த நன்றி.

இராம. சுந்தரம்

ஆசிரியர் உரை

தமிழ்வழிக் கல்வியே தமிழர்கட்கு ஏற்றது. இக் கல்வி ஒன்றே அவர்களது சிந்தனை வளத்தைச் சிறப்புறச் செய்யும். பொறியியலிலும், மருத்துவத்திலும், முன்னணியில் நிற்கும் வளர்ந்துவிட்ட பல நாடுகளோடு வளரும் நாடாகிய நாமும் போட்டியிட வாய்ப்புகள் பெருகும்.

அறிவியல்கட்கெல்லாம், ஏற்ற மொழி அண்டை நாட்டு மொழிகளே, தமிழ் மொழியில் அறிவியல்கள் வரா; வளரா என்னும் பழமை இருளை நீக்கி, புதிய ஒளியை உண்டாக்க, தமிழ் அன்னையின் பாத மலர்களில் எனது சிரம் தாழ்த்திக் கரம் குவித்துப் படைக்கும் மூன்றாம் படைப்பு இந்நூல் ஆகும். தமிழன்னையின் இளமை குன்றாமல், இனிமை மாறாமல் பொறியியல் சொற்களை இப்படைப்பிலும் கையாண்டிருக்கிறேன்.

யாவரும் மின் இயலை எளிதாக, தெளிவாக, சுருக்கமாக, செறிவுறக் கற்க வேண்டும் என்பதினால், இந்நூலின் ஒவ்வொரு பகுதியும் போதிய கவனத்துடன் எழுதப்பட்டிருக்கிறது. இருப்பினும் இவ்வியலைச் சுவையுடன் பகரும் ஆசிரியர்களிடமிருந்தும், பயிலும் மாணவர்களிடமிருந்தும், பருகும் அனைவரிடத்திலிருந்தும் இந்நூலின் குணம், குறைகளை விளக்கும் மதிப்பீடுகளை வரவேற்கிறேன்.

பொறியியலைத் தமிழினில் கற்க வேண்டும், கற்பிக்க வேண்டும் என்னும் பேரார்வம் கொண்ட என்னைப் போன்ற பலரின் எண்ணத்தைச் செயலாக்க, தஞ்சைத் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் எடுத்துக் கொண்ட தலையாய திட்டமாகிய இதில் எனக்கொரு வாய்ப்பினை ஈந்து, என்னை ஊக்குவித்த தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத்திற்கும், அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித் துறைத் தலைவர் பேராசிரியர் முனைவர் இராம. சுந்தரம் அவர்கட்கும் எனது உளங்கனிந்த நன்றியை உரித்தாக்குகிறேன்.

இச்சீரிய பணியினைச் சிறப்புற முடிக்க, எனக்கு உறுதுணை புரிந்த பல அன்பர்களில், திரு. பொ. பழனியப்பன் LME பொறியியல் போதகர், நகரத்தார் மேல்நிலைப் பள்ளி, தேவகோட்டை அவர்களையும், என் உடன் இருந்து எனக்கு பெரிதும் ஒத்துழைப்பை நல்கிய எனது பேரன்பிற்குரிய ஆசிரியர்கள், கரு. கண்ணதாசன், D.E.E., மற்றும் நாகராசன், D.E.E., ஆகியோருக்கும் எனது இதயங்கனிந்த நன்றியறிதலை தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

இவையாயினும் மேலாக, எனது அன்னையின் ஆசியும், துணைவியாரின் தன்னலமற்ற ஒத்துழைப்பும் எனக்கு உறுதுணை புரிந்தன என்று கூறினால் அது மிகையாகாது.

சொ. குமார்.

அண்ணாமலை பாலிடெக்னிக்,
கானாடுகாத்தான்.

பொருளடக்கம்

1. மின் இயல் கனியங்கள்	1
2. மின் சுற்றுகள்	89
3. மின் திறன் சாதனங்கள்	187
4. மின் அளவைக் கருவிகள்	281
5. திறன் அமைப்பு	307
6. மின்சாரத்தின் பயன்கள்	332
7. வீட்டு மின் இணைப்பு	387
கலைச்சொற்கள்	445

இயல் – 1

மின் இயல் கணியங்கள்

(Electrical quantities)

1-01 அறிமுகம்

மின்சாரம் என்பது ஒரு வகையான சக்தி. மின்சாரத்தை நாம் கண்களால் காண இயலாது. இருப்பினும் அதன் பல்வகை நுண் திறச் செயல்களால் அதனுடைய பயன்களை நாம் அனுபவிக்க முடிகிறது. சக்தியின் அழிவின்மை விதி (Law of conservation of energy) யின்படி, சக்தியை ஆக்கவோ, அழிக்கவோ இயலாது. ஆனால் சக்தியை ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்திற்கு மாற்ற இயலும்.

ஏதாவதொரு வேலையைச் செய்யும் திறன் பெற்ற ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு சக்தி இருக்கிறது. எனவே, மின்சாரத்தையும் ஒரு சக்தி என்று சொல்லலாம். இம் மின்சக்தியை, இயந்திர சக்தியாக, வெப்பச் சக்தியாக, வேதியச் சக்தியாக மற்றும் அணுச் சக்தியாக மாற்ற இயலும். இதே போல் இம் மின் சக்தியை, இயந்திர சக்தியிலிருந்தும், வெப்பச் சக்தியிலிருந்தும், வேதியச் சக்தியிலிருந்தும், மேலும் அணுச் சக்தியிலிருந்தும் பெற இயலும்.

கிறித்து பிறப்பதற்குச் சற்றேறக் குறைய அறுநூறு ஆண்டுகட்கு முன்னமேயே, கிரேக்கர்கள், ஆம்பர் என்னும் பழுப்பேறிய மஞ்சள் நிறம் இறுகிய கோந்தை, ஒரு சிறிய பட்டுத்

துண்டிலோ, கம்பளியிலோ தேய்த்தால் அது காகிதம் மற்றும் வைக்கோல் துரும்பு போன்ற எளிய பொருள்களைத் தன்னகத்தே ஈர்ப்பதைக் கண்டறிந்தனர். பின்னர், கி.பி. **1600**இல் கில்பர்ட் என்னும் பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானி, இது போன்று தன்னகத்தே ஈர்க்கும் தன்மைக்கு மின் இயல் (Electricity) எனப் பெயரிட்டார். கிரேக்க மொழியில் ஆம்பரை எலெக்ட்ரான் (Electron) என்று அழைப்பார்கள். இதைத் தழுவியே ஆங்கிலத்தில் மின் இயலுக்கு 'எலெக்ட்டிரிசிட்டி' என்று பெயர் வந்தது. பின்னர்ப் பல விஞ்ஞானிகளால் படிப்படியாக முன்னேற்றம் பெற்ற மின்இயல் இன்றைய உலகத்தில் மிக உன்னத நிலையை அடைந்திருக்கிறது. இந்த மின் இயலின் வகைகள், மின் கடத்திகள், காப்புப் பொருள்கள், இணைப்பு முறைகள், மாறு மின் அழுத்த உற்பத்தி, அதன் மதிப்புகள், சுற்றின் மூலகங்கள், நேரியங்களின் துணை கொண்டு குறியிடுதல் மற்றும் தீர்வு காணல் ஆகியன பற்றி இந்த இயலில் விரிவாகக் காண்போம்.

மின் இயலில் இருவகை உண்டு:

1. நிலை மின் இயல். (Static Electricity)
2. இயங்கு மின் இயல். (Dynamic Electricity)

1-01-01. நிலை மின்இயல் (Static Electricity)

இவ்வகை மின் இயலை உராய்வு மின் இயல் என்றும் அழைப்பார்கள். ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குப் பாயாமல் நிலையாக ஒரே இடத்தில் இம் மின்இயல் இருக்கிறது. இதை ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு மின் கம்பிகள் மூலமாகவோ மின்வடங்கள் (Cables) மூலமாகவோ கொண்டு செல்ல இயலாது. பொதுவாக அணுவினுள் (atom) எதிர் மின்மம் என்றழைக்கப்படும் மின் அணுவும் (electron) அணுக்கரு நேர் மின்மமும் (Protons) ஒரே எண்ணிக்கையுடைனவாக இருக்கின்றன. எனவே, அணுவானது மின் ஆற்றலைப் பொறுத்த வரையில் நொதுமின் (Neutral) ஆகும்.

அணுவின் அமைப்பில் ஒரு மின் அணுவை அகற்றி விட்டால், இந்த அணுவை நேர் மின் ஊட்ட (Positive charged)

அணு என்றும், ஒருஅணுக்கரு நேர் மின்மத்தை, அணுவின்றும் அகற்றி விட்டால் இந்த அணுவை எதிர் மின் ஊட்ட (Negatively charged) அணு என்றும் அழைப்பர். இதே போல் அணுவின் அமைப்பில் மின் அணுக்களைப் புதிதாகச் சேர்த்தாலும், இந்த அணு எதிர் மின்ஊட்ட அணு என்று அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக ஓர் உலர்ந்த கண்ணாடித் தண்டினைப் பட்டுத்துணியின் மீது தேய்த்தால், கண்ணாடித்தண்டு நேர்மின் ஊட்டத்தைப் பெற்றதாகவும், பட்டுத்துணி எதிர் மின் ஊட்டத்தைப் பெற்ற தாகவும் மாறி விடுகின்றன. கண்ணாடித் தண்டும் பட்டுத் துணியும் ஒன்றோடொன்று உராயும் பொழுது, கண்ணாடித் துண்டு, தன்னகத்தே இருந்த மின் அணுக்களில் சிலவற்றைப் பட்டுத் துணிக்குக் கொடுத்து விடுகிறது. அதாவது, இதன் அணு அமைப்பில் இருந்து சில மின் அணுக்களை இழந்து விடுகிறது. எனவே, இக்கண்ணாடித் தண்டை நேர் மின்ஊட்ட அணு என்றும், இந்த உராய்வின் பொழுது கண்ணாடித் தண்டு இழந்த மின் அணுக்களைப் பட்டுத்துணி தன்னகத்தே ஈர்த்துக் கொண்டிருப் பதால் அதாவது பட்டுத் துண்டின் அணு அமைப்பில் சில மின் அணுக்கள் புதியதாகச் சேர்க்கப்பட்டிருப்பதால், இது எதிர் மின் ஊட்ட அணு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இவை இரண்டிலுமே உள்ள மின் ஊட்டங்கள் (Electric charge) நிலையானவை. ஆகையால் இவ்வகை, மின்இயலை நிலை மின் இயல் என்று அழைக்கிறோம். மின்னல் (Lightning) இவ்வகை மின்சாரத்திற்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும்.

1-01-02. இயங்கு மின் இயல் (Dynamic Electricity)

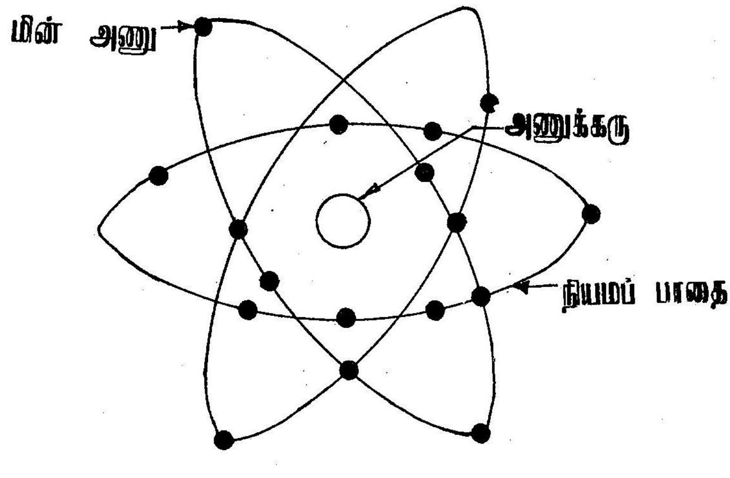
இவ்வகை மின் இயலில், மின்ஓட்டம் நிகழ்கிறது. எனவே, இது மின் ஓட்ட மின்இயல் (Current Electrictiy) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இந்த இயங்கு மின்இயலை, ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு மின் கம்பிகளின் (Wires) மூலமாகவும், மின் வடங்களின் மூலமாகவும் கொண்டு செல்லலாம். இக்கடத்திகளினுள் உள்ள மின் அணுக்கள், ஒரு அணுவில் இருந்து மற்றொரு அணுவிற்கு நகர்ந்து சென்று மின்சாரத்தை ஒரு முனையில் இருந்து மற்றொரு முனைக்குக் கடத்துகின்றன. இம்மின் அணுக்களின் ஓட்டத்தையே மின்ஓட்டம் என்று அழைக்கிறோம். இவ்வகை மின்இயல் (இதன்

ஒட்டத்தால்) பல வகையான புதுமை விளைவுகளை உண்டாக்குவதால் இது மிகவும் முக்கியமானதொன்றாகக் கருதப்படுகிறது.

1-02. மின் அணு (Electron)

புதிய ஆராய்ச்சியின்படி திட, நீர்ம, வாயு ஆகிய எல்லா நிலையிலுள்ள பொருள்களிலும், அணுத்திரண் மங்கள் (Molecules) என்ற மிகச் சிறிய நுண் துகள்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. இந்த நுண் துகள்களை மேலும் பகுத்தால் மிக நுண்ணிய, மேலும் பகுக்க இயலாத அணுக்கள் (atoms) கிடைக்கின்றன.

படம் 1-01 அணுவின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.



படம் 1-01

இந்த அமைப்பின் நடுவில் வட்டமாக உருப்பெற்றிருப்பதற்குப் பெயர் அணுக்கரு (Nucleus) ஆகும். இந்த மைய உறுப்பு மிகவும் கடினமானதொன்றாகும். இம்மைய உறுப்பு இரண்டு பொருள் களைத் தன்னகத்தே கொண்டிருக்கிறது. ஒன்று, நேர் மின்

ஊட்டத்தைப் பெற்றிருக்கும் அணுக்கரு நேர்மின்மம் (Proton) மற்றொன்று, எந்தவித மின் ஊட்டத்தையும் பெறாமல் நொதுமின் (Neutral) னாகச் செயல்படும் நொதுமம் (Neutron) ஆகும். இந்த அணுக்கரு நேர் மின்மமும், நொதுமமும், அணுக்கருவினுள், கொத்தாகத் திரண்டிருக்கின்றன. மின் அணுக்கள், அணுக் கருவைச் சூழ்ந்து இருக்கும் நியமப் பாதைகளில் (ORBIT) சுற்றி வருகின்றன.

மின் ஊட்டமும், பொருள் திணிவும், இத்துகள்களின் முக்கிய இயற் பண்புகளாகும். (Physical properties). மின் அணு, எதிர் மின் ஊட்டத்தையும் (Negative charge) அணுக்கரு நேர்மின்மம், நேர்மின் ஊட்டத்தையும் (Positive charge) பெற்றிருக்கிறது. நொதுமத்திற்கு எந்தவித மின்ஊட்டமும் இல்லை. இவை நொது மின்துகள்களாகும். அணுக்கரு நேர்மின்மத்தின் பொருள் திணிவு, மின் அணுவின் பொருள் திணிவைக் காட்டிலும், 1840 மடங்கு அதிகமாகும். ஒரு அணுவில் உள்ள மின் அணுக்களின் எண்ணிக்கையே, அவ்வணுவின், அணு எண் (atomic number) ஆகும். மின் அணு, அணுக்கரு நேர்மின்மம், நொதுமம் ஆகியவைகளின் மின்ஊட்ட அளவும், அவைகளின் பொருள் திணிவும் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பொருள்	மின் ஊட்டம் (கூலம்)	பொருள் திணிவு (கிலோ கிராம்)
1. மின் அணு	-1.602×10^{-19}	9.109×10^{-31}
2. அணுக்கரு நேர்மின்மம்	$+1.602 \times 10^{-19}$	1.673×10^{-27}
3. நொதுமம்	0	1.673×10^{-27}

அணுவின் குறுக்களவு ஏறக்குறைய 10^{-10} மீட்டர் ஆகும். அணுக் கருவின் குறுக்கு விட்டம் 10^{-15} மீட்டர் ஆகும். எனவே, அணுவினுள், அதிகமான பகுதி வெறுமை (empty) யாகவே இருக்கிறது. அதிகமான பொருள் திணிவைக் கொண்ட அணுக்கரு

நேர்மின்மமும், நொதுமமும், பொருள் திணிவின் காரணத்தால் ஒன்று சேர்ந்து மத்தியிலே அணுக்கருவாக, நிலையாக அமைந்து விட்டன. மிகக் குறைந்த பொருள் திணிவைக் கொண்ட மின் அணு மட்டும், குறிப்பிட்ட நியமப் பாதையில் அணுக் கருவைச் சுற்றி வந்து கொண்டிருக்கிறது.

அணுக்கருவிற்கு மிக அருகில் சுழன்று வரும், மின் அணுக்கள் யாவும் கட்டுப்பட்ட மின் அணுக்கள் (Bound electrons) என்றும், அணுக் கருவிற்குச் சற்று அப்பால் சுழன்று வரும் மின் அணுக்கள், கட்டுப்படா மின் அணுக்கள் (free electrons) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

நீல்ஸ் போர் என்ற விஞ்ஞானி அணுவைப் பற்றிச் சொன்ன கருத்துகளின்படி, மின் அணுவானது, அணுக் கருவைச் சூழ்ந்திருக்கும் நீள் வட்ட நியமப்பாதையில் சுழல இயலாது; ஆனால் குறிப்பிட்ட தனித்தனியான மேல் ஓடுகள் (Shells) நியமப் பாதையில் சுழன்று வருகின்றன. ஒவ்வொரு மேலோட்டிற்கும், குறிப்பிட்ட அதிக அளவு மின் அணுக்களைத் தாங்கும் திறன் வரையறுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இம்மேலோடுகள் (Shells) "அ", "ஆ", இ, ஈ, உ, ஊ மற்றும் எ என்று பெயரிட்டு அழைக்கப்படுகின்றன. ஒரு மேல் ஓடு $2N^2$, மின் அணுக்களைப் பெற்றிருந்தால், அது மின் அணுக்களின் எண்ணிக்கையில் முழுமை பெற்றதாகக் கருதப்படுகிறது. இதில் N என்பது மேலோட்டு நியமப் பாதையின் எண் (number) ஆகும். ஒவ்வொரு நியமப்பாதையிலும் அதிக அளவு 32 மின் அணுக்கள் இருக்கும். வெளி இறுதி, நியமப் பாதையிலுள்ள மின் அணுக்களின் எண்ணிக்கையே அந்தக் குறிப்பிட்ட அணுவின் வலு எண் (Valence) ஆகும். வெளி இறுதி நியமப் பாதை முழுமை பெற்றதாக இருந்தால், அந்த அணு செயலிழந்த (inactive) ஒன்றாகும். ஆனால், வெளி இறுதி நியமப் பாதையில் ஒரே ஒரு மின் அணுமட்டும் இருந்தால், அந்த அணு செயல் திறமுடைய (active) அணு ஆகும். அணுக்கரு நேர்மின்மம், நொதும்ம், மின் அணு இவைகளின் எண்ணிக்கையும், மற்றும் அமைப்புகளும் தான் வெவ்வேறு மூலகங்களுக்குள்ள வேறுபாடுகள் ஆகும்.

மின் அணுக்கள் தொடர்ந்து ஒரு அணுவிலிருந்து மற்றொரு அணுவிற்கும், பின்னர் பிறிதோர் அணுவிற்கும் விரைவாக நகர்ந்து செல்வதையே மின் ஓட்டம் என்று சொல்கிறோம். மின் அணுக்களை அவைகளின் தாய்மை மின் கருவிலிருந்து பிரிப்பதற்கு ஒரு சக்தி தேவைப்படுகிறது. இச்சக்தியை ஏதேனும் ஒரு வடிவில் செலுத்தினாலன்றி மின் ஓட்டம் நிகழாது.

1-03 மின் கடத்திகள் (conductors)

தன் வழியே மின் ஓட்டம் பாய்வதற்கு, மிகக் குறைந்த அளவு தடைகளைக் கொடுக்கக்கூடிய பொருள்கட்கு மின் கடத்திகள் என்று பெயர்.

கடத்திகள் திட, திரவ, வாயு ஆகிய மூன்று நிலைகளிலும் இருக்கின்றன. உலோகங்களில் பெரும்பாலானவை சிறந்த கடத்திகளே. எல்லா உலோகங்களிலும் வெள்ளியே (Silver) சிறந்த கடத்தி ஆகும். இது அதிகமான விலையுடையதாக இருப்பதால் பொதுவாக இதைக் கடத்தியாகப் பயன்படுத்துவதில்லை. குறிப்பிட்ட ஒரு சில அதிநுட்பம் வாய்ந்த மின் அளவைக் கருவிகளில் மட்டும் வெள்ளி கடத்தியாகப் பயன்படுகிறது. வெள்ளிக்கு அடுத்தபடியாகச் செம்பு என்றழைக்கப்படும் தாமிரம் மற்றும் அலுமினியம் மின்கடத்திகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின் கம்பிகள் (Wires) மின் வடங்கள் (Cables), தொடுகைகள் (contacts) மற்றும் எல்லா வகையான மின் சுற்றுகளுக்கும் தாமிரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதிகமான இழு விசை வலிமை (Tensile strength) கொண்ட குளிர் இழுவை (Hard drawn) தாமிரக் கம்பிகள் உயர் மட்ட (over head) செலுத்துகைத் தடங்களாகப் (Transmission lines) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இன்றைய நாள்களில் தாமிரமும் கிடைப்பதற்கு அரிய பொருளாக மாறி விட்டது. எனவே, தாமிரத்தினைப் போன்று ஏறக்குறைய 60 விழுக்காடு கடத்தும் தன்மை (conductivity) கொண்ட அலுமினியத்தைக் கடத்தியாகப் பயன்படுத்தத் தொடங்கியிருக்கிறோம். அலுமினியக் கடத்தியின் எடை மிக

மிகக் குறைவு. தாமிரத்தோடு ஒப்பிடும்போது விலையும் மிக மிக மலிவே! ஆனால் அலுமினியத்தில் இழுவிசை வலிமை (Tensile strength) மிகவும் குறைந்து காணப்படுகிறது. எனவே, அலுமினியத்தை உயர் மட்ட கடத்திகளாகப் பயன்படுத்தும் பொழுது, அலுமினியக் கடத்திகளுடன் எஃகுக் கம்பி ஒன்றினை வலிமையூட்டும் பொருளாகப் (Reincorcement) பயன்படுத்துகின்றனர். இக்கடத்திகளுக்கு எஃகு வலுவூட்டிய அலுமினியக் கடத்தி (Aluminium conductor steel reinforced) என்று பெயர்.

செர்மன் வெள்ளி (German Silver) மற்றும் மாங்கனின் (Manganin) போன்ற உலோகக் கலவைகள் கடத்திகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. துத்தநாகத்தால் மேற்பூச்சுப் பூசப்பட்ட இரும்பு (Galvanised iron) தந்திக் கம்பங்களில் கடத்திகளாகப் (Telegraphic lines) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அலோகங்களில் (non metals) கரி, ஒரு சிறந்த மின் கடத்தியாகும். இதைப்பொறி விளக்குகள் (Arc lamps), மின் கலங்கள் (Cells) மற்றும் மின் தடை மாற்றிகள் (Rheostats), மின்னாக்கிகள், (Generators), இழை விளக்குகள் (filament lamps) ஆகியவைகளில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

நீர்மங்களும் மின்சாரத்தைக் கடத்துகின்றன. நல்ல தண்ணீருடன், காரம் (Base) அல்லது அமிலம் (acid) ஏதாவதொன்றைச் சேர்ப்பதன் மூலம் அதனைச் சிறந்த கடத்தியாக மாற்றலாம். சேமக் கலங்களில் (storage batteries) நீர்த்த கந்தக அமிலம் (dilute sulphuric acid) கடத்தும் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வாயுக்களும் பொதுவான வெப்ப நிலையிலும் காற்ற அழுத்தத்திலும் (Pressure) மின்சாரத்தைக் கடத்துகின்றன. ஆனால் உலோகங்களை ஒப்பிடும்பொழுது வாயுக்களின் கடத்தும் தன்மை மிகவும் குறைவே!

1-04. மின் காப்புப் பொருள் (Insulator)

தன் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு எந்தப் பொருள் மிக அதிகமான மின தடையைக் கொடுக்கிறதோ, அந்தப் பொருளுக்கு மின் காப்புப் பொருள் என்று பெயர்.

உதாரணம்: காகிதம், துணி, கண்ணாடி, மரம், இரப்பர் மற்றும் மைக்கா (mica) எண்ணெய், பட்டு.

வெப்ப நிலை உயரும் போது சில பொருள்களின் காப்புத் திறன் குறைந்து விடுகிறது. சிறந்த மின் காப்புப் பொருள்களின் குணங்களாவன;

(க) உயர்ந்த மின் கடத்த ந் திறன்

(உ) சிறந்த வலிமை

(ங) உயர்ந்த ஒப்பு மின்தடை (Specific resistance)

(ச) ஈரத்தை உறிஞ்சாத் தன்மை.

1-05. குறை கடத்திகள் (Semi-conductor)

சில பொருள்களின் இனத்தடை (Resistivity) கடத்திகளின் இனத் தடைக்கும், காப்புப் பொருள்களின் இனத்தடைக்கும் இடைப்பட்டதொன்றாக இருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாகச் செர்மேனியம் (Germanium), சிலிகான் (Silicon), ஆண்டிமெனி (antimony) மற்றும் கந்தகம் (sulphur) ஆகிய பொருள்களின் இனத்தடை 10^{-3} ஒமிலிருந்து 10^{6} ஓம் வரை இருப்பதால் இப்பொருள்கள் குறை கடத்திகள் என அழைக்கப் படுகின்றன. பொதுவாகக் கடத்தியின் இனத்தடை 10^{-8} ஒமிலிருந்து 10^{-3} ஓம் வரையிலும், மற்றும் காப்புப் பொருளின் இனத்தடை 10^{6} ஒமிலிருந்து 10^{18} ஓம் வரையிலும் இருக்கிறது.

1-06 மின் ஓட்டம் (current)

மின் அணுக்களின் ஓட்டமே மின் ஓட்டம் என்றழைக்கப் படுகிறது. ஒரு கடத்தியில் நிகழும் மின் ஓட்டம், அதன் இரு முனைகட்கு

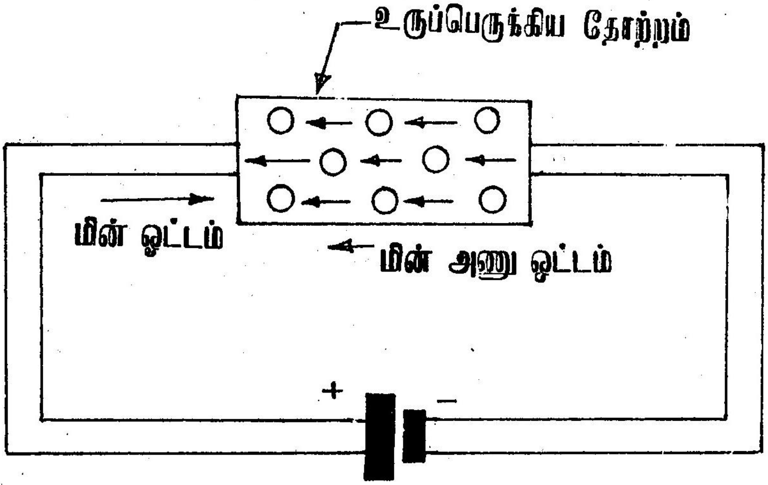
இடையே ஏற்படும் மின் அழுத்த வேறுபாட்டையும், மின்தடையையும் பொறுத்தது. மின்னோட்டம் ஆம்பியர் (Ampere) என்னும் அலகால் (Unit) அளக்கப்படுகிறது. மின் ஓட்டத்தை I என்னும் ஆங்கில எழுத்தைக் கொண்டு குறியிடுவர்.

1-06-01. ஆம்பியர்

ஒரு வோல்ட் மின் அழுத்தமுள்ள, கடத்தியின் இரு முனைகட்கு இடையில் ஒரு ஓம் மின் தடை இருக்குமேயானால், அதில் பாயும் மின் ஓட்டத்தின் அளவு ஒரு ஆம்பியர் ஆகும். ஆம்பியரை 'A' என்னும் ஆங்கில எழுத்தைக் கொண்டு குறியிடுவர்.

இந்த ஆம்பியரைக் கீழ்க்காணுமாறும் விளக்கலாம். முடிவில்லாத (infinite) நீளத்தையும் புறக்கணிக்கத் தக்க அளவு (negligible) குறுக்குப் பரப்பளவையும் கொண்ட இரண்டு இணையான நேர் கடத்திகளை, வெற்றியிடத்தில் அதனதன் மையங்கட்கு இடையில் 1 மீட்டர் தூரம் இருக்கும்படி வைத்து இரண்டிலும் மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தி, இரண்டு கடத்திகட்கும் இடையில் 2x10-7 ல் நியூட்ன் மீட்டர் விசையை உண்டாக்கினால், அக்கடத்திகள் ஒன்றில் பாயும் மின் ஓட்டத்தின் அளவு ஓர் ஆம்பியர் ஆகும்.

மின் ஓட்டம் பாயும் கடத்தி ஒன்றின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் படம் 1-02ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1-02

மின் ஓட்டமும், மின் அணுக்களின் ஓட்டமும் அம்புக் குறிகளால் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. மின் அணுக்களின் ஓட்டம், மின்கலத்தின் எதிர் மின்வாயிலிருந்து (Negative) நேர் மின்வாயை நோக்கி நிகழ்கிறது.

வழக்கு முறைமைப் (covention) படி மின் ஓட்டமும், மின் அணுக்களின் ஓட்டமும் எதிரெதிராக அமைந்துள்ளன. எனவே, மின் அணுக்களின் ஓட்டம், மின் கலத்தின் எதிர்மின் வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயை நோக்கி நிகழ்கிறது. ஒத்த ஊட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று விலக்கித் தள்ளும், மற்றும் எதிர் ஊட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று கவர்ந்திருக்கும் என்ற தத்துவத்தின்படி மின் அணுக்கள் எதிர் மின் ஊட்டத்தைப் பெற்றிருப்பதால், அது நேர் மின்வாயை நோக்கி நகர்கிறது.

1-07 மின் அழுத்த வேறுபாடு (Potential difference)

ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் இருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு, ஒரு கூலும் மின்ஊட்டத்தை நகர்த்திச் செல்ல, எவ்வளவு வேலை செய்யப்படுகிறதோ அந்த வேலையே மின் அழுத்த வேறுபாடு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இம் மின் அழுத்தவேறுபாடு வோல்ட் (volt) என்னும் அலகால் (Unit) அளக்கப்படுகிறது. இதைக் குறிப்பிடுவதற்கு 'V' என்னும் ஆங்கில எழுத்து பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வோல்ட் என்னும் அலகைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம்.

1-07-01 வோல்ட் (Volt):

ஒரு ஓம் (Ohm) மின்தடையுள்ள கடத்தியில் ஒரு வாட் (Watt) மின்திறன் செலவிடப்படுதற்காக ஒரு ஆம்பியர் (Ampere) நிலையான மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தத் தேவைப்படும் மின் அழுத்த வேறுபாட்டின் அளவு ஒரு வோல்ட் ஆகும்.

1-08. மின்தடை (Resistance)

ஒரு கடத்தியின் வழியாக மின் ஓட்டம் நிகழும் பொழுது அக் கடத்தி தன்னுள் நகரும் மின் அணுக்கட்கு ஒரு வித எதிர்ப்பைக் கொடுக்கிறது. இந்த எதிர்ப்பாகிய தடையையோ மின்தடை என்றழைக்கிறோம். மின்தடை ஓம் (Ohm) என்னும் அலகால் அளக்கப்படுகிறது. இது 'R' என்னும் ஆங்கில எழுத்தைக் கொண்டு குறியிடப்படுகிறது. ஓம் என்னும் அலகை கீழ்க்காணுமாறு விளக்கலாம்.

1-08-01. ஓம் (ohm):

ஓம் என்பது ஒரு வோல்ட் நிலையான மின் அழுத்தமுள்ள கடத்தியின் இரு முனைகட்கு இடையில் ஓர் ஆம்பியர் மின் ஓட்டம் பாயும் பொழுது ஏற்படும் தடையே ஆகும். ஓமை அடையாளமிட Ω என்ற குறியைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

மின் தடையானது கடத்தியின் நீளத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும் (Direct Propotions) கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பிற்குத் (Gross sectional area) தலை கீழ் விகிதத்திலும் Universally proportional) ஆக மாறுபடுகிறது. இந்த மாற்றங்கள் கடத்தியின் தன்மையினையும் வெப்ப மாறுதல்களையும் பொறுத்தது.

வெப்ப மாறுதல்களை ஒதுக்கிவிடுவோமேயானால்,

$$R \alpha \frac{1}{a} \qquad \text{......(1-1)}$$

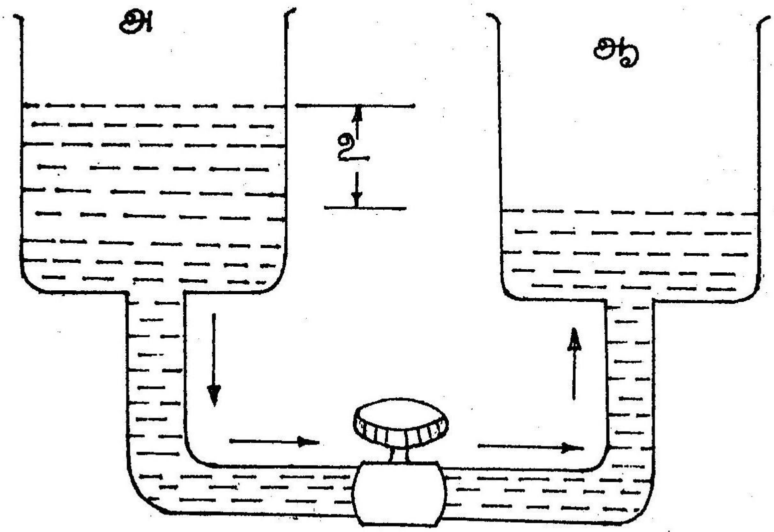
அல்லது

$$R = \frac{l.1}{a}$$

இதில் (R' என்பது மின்தடையினை ஓம் என்ற அலகிலும், 1 என்பது கடத்தியின் நீளத்தினை மீட்டர் என்ற அலகிலும் a என்பது கடத்தியின் குறுக்குப் பரப்பினைச் சதுர மீட்டரிலும் குறிக்கிறது. மேலும் l என்ற மாறிலியானது (constant) கடத்தியின் தன்மையினைப் பொறுத்து மாறுபடும். இதற்கு இனத்தடை (specific resistance) என்று பெயர்.

1-09.' நீர் - மின்இயல் ஒப்புவமை (Water andlogy of electricity)

இந்த ஒப்புவமையின் மூலம் மின் இயலின் அடிப்படைத் தத்துவங்களை நன்கு புரிந்து கொள்ள இயலும்.



படம் - 1-03

படம் 1-03இல் அ, மற்றும் ஆ என்னும் தண்ணீர்த் தொட்டிகள் ஒரு குழாய் மூலம் இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். படத்தில் காட்டியுள்ள நிலையில் தொட்டி அ இல் உள்ள நீரின் மட்டம், தொட்டி ஆ இல் உள்ள நீரின் மட்டத்தைக் காட்டிலும் குறைவாக இருக்கிறது. குழாயின் நடுவில் பொருத்தப் பட்டுள்ள அடைப்பிதழ் (valve) திறக்கப் பட்டவுடன் தண்ணீர், தொட்டி அ விலிருந்து ஆ ஐ நோக்கிப் பாய்கிறது. இந்த நிகழ்ச்சி இரண்டு தொட்டிகளிலும் உள்ள நீரின் உயர (height) வேறுபாட்டைப் பொறுத்தமைகிறது. உயர வேறுபாடு மாறுபடுவதால் அழுத்தமும் மாறுபடுகிறது. சிறிது நேரம் தண்ணீர் தொட்டி 'அ' இல் இருந்து 'ஆ' விற்குப் பாய்ந்த பின்னர், இரண்டு தொட்டிகளின் நீர் மட்டமும் ஒரே நிலையை அடைகின்றன. இந்த நிலையை அடைந்ததும் மேலும் தண்ணீரின் ஓட்டம் (அடைப்பிதழ் திறந்த நிலையில் இருந்த போதிலும்) நிறுத்தப்படுகிறது. இரண்டு தொட்டிகளின் நீர்மட்டத்திற்கும் உயர வேறுபாடு அதாவது அழுத்த வேறுபாடு இல்லாமற் போனதே இதற்குக் காரணமாகும்.

இதிலிருந்து அழுத்த வேறுபாடு இருந்தால்தான், தண்ணீர் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குப் பாயும் என்பது புலனாகிறது. இதே போல் மின் அழுத்த வேறுபாடு (potential difference) இருந்தால்தான், மின் ஓட்டம் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குப் பாயும். இந்த ஒப்புவமையில், நாம் தண்ணீரின் ஓட்டத்தை மின் ஓட்டத்துடனும், நீரின் அழுத்த வேறுபாட்டை, மின் அழுத்த வேறுபாட்டுடனும் ஒப்பிடலாம். குறைந்த விட்டமுள்ள குழாயில் தண்ணீர் பாயும் பொழுது தண்ணீரின் ஓட்டத்திற்கு அதிகத் தடையும், பெரிய விட்டமுள்ள குழாயில் தண்ணீர் பாயும் பொழுது தண்ணீரின் ஓட்டத்திற்கு மிகக் குறைந்த தடையும் கொடுக்கப்படுகிறது. இதேபோல் மின்சாரம், குறைந்த விட்டமுள்ள மெல்லிய கடத்திகளில் பாயும் பொழுது, கடத்தி மின் ஓட்டத்திற்கு அதிகத் தடையையும் பெரிய விட்டமுள்ள பருமனான கடத்திகளில் பாயும் பொழுது, கடத்தி மின் ஓட்டத்திற்கு மிகக் குறைந்த தடையையும் கொடுக்கிறது.

1-10 ஓமின் தத்துவம் (ohm's law)

ஓமின் தத்துவப் படி, மாறாத வெப்ப நிலையில் ஒரு கடத்தியில் பாயும் மின் ஓட்டமானது, மின் அழுத்த வேறுபாட்டிற்கு நேர் விகிதத்திலும், கடத்தியின் மின் தடைக்கு எதிர் விகிதத்திலும் இருக்கும்.

ஒரு கடத்தியில் மின்சாரம் பாயும் பொழுது, கீழ்க்கண்ட மூன்றும் முக்கிய பங்கேற்கும்.

(அ) கடத்தியின் இரு முனைகட்கு, இடையில் ஏற்படும் மின் அழுத்த வேறுபாடு.

(ஆ) கடத்தியில் ஏற்படும் மின்தடை, மற்றும்

(இ) கடத்தியில் பாயும் மின் ஓட்டம்.

இம்மூன்றுக்குமிடையே, உள்ள திட்டமான தொடர்பையே, ஓம் என்னும் செர்மானிய விஞ்ஞானி வெளியிட்டார். இதுவே ஓமின் தத்துவம் என்றழைக்கப்படுகிறது.

இத்தத்துவத்தின் படி,

$$\text{மின் ஓட்டம்} = \frac{\text{மின் அழுத்த வேறுபாடு}}{\text{மின் தடை}}$$

இதில் மின் ஓட்டத்தை 'I' ஆம்பியர் என்றும், மின் அழுத்த வேறுபாட்டை 'V' வோல்ட் என்றும், மின் தடையை R ஓம் என்றும் கொள்வோமேயானால் சமன்பாடு (Equation) *1-3*ஐ கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$I = \frac{V}{R} \qquad ....(1\text{-}4)$$

(அல்லது) மின்னழுத்த வேறுபாடு = மின் ஓட்டம் x மின்தடை

அதாவது V = I X R ....(1-5)

(அல்லது)

$$\text{மின்தடை} = \frac{\text{மின் அழுத்தவேறுபாடு}}{\text{மின் ஓட்டம்.}}$$

$$\text{அதாவது } R = \frac{V}{I} \qquad ....(1\text{-}6)$$

மின் சுற்றுகளில் ஓமின் தத்துவத்தைப் பகுதி மின் சுற்றாயினும், அல்லது முழு மின் சுற்றாயினும் பயன்படுத்தலாம்.

இந்தத் தத்துவம், நேர்மின் ஓட்டச் சுற்றுகளுக்கு மட்டுமேயன்றி, மாறு மின்ஓட்டச் சுற்றுகளுக்கும் பயன்படுத்தப் படுகிறது. மாறு மின்ஓட்டச் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தும்பொழுது தன் தூண்டல் மின் இயக்கு விசையால் (Self induced emf) தூண்டப்படும் மின் இயக்கு விசையையும் (Electro motive force), எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு *1-01*.

100 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தை *15* Ω மின் தடைக்குக் குறுக்காக இணைத்தால், இனத்தடையின் வழியாகப் பாயும் மின் ஓட்டத்தைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

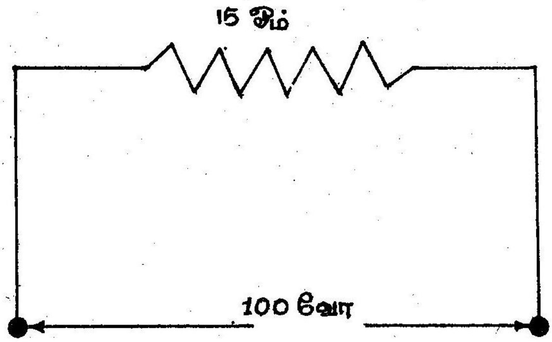
கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள் (Given)

V = 100 V

R = 15 ஓம்

தேவை (Required) I = ?

வழிமுறை (Procedure)



படம் 1-04

$$\text{மின் ஓட்டம் } I = \frac{V}{R} = \frac{100}{15} = 6.66 \text{ ஆம்பியர்.}$$

விடை:

மின் ஓட்டம் I = 6. 66 ஆம்பியர்.

1 - 11. கடத்தியின் வெப்ப நிலை மாறுபாட்டால் ஏற்படும் மின் தடை வேறுபாடு. (Variation of resistance with temperature)

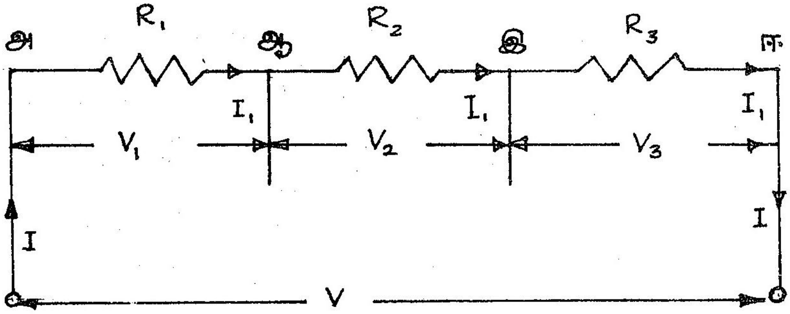
தூய உலோகக் கடத்தியில் வெப்பநிலை உயரும் பொழுது, கடத்தியின் மின் தடையும் அதிகரிக்கிறது. இயல்பான வெப்ப நிலைகளில் மின் தடையின் உயர்வு அதிகமாகவும், ஓரளவு சீரானதாகவும் இருக்கிறது. எனவே, தூய உலோகக் கடத்திகளுக்கு நேர்தடை வெப்பக் கெழு (positive temperature coefficient) இருப்பதாகக் கொள்கிறோம்.

கூட்டு உலோகங்களினால் (alloy) செய்யப்பட்ட கடத்திகளில், வெப்ப நிலை உயரும் போழுது, கடத்தியின் மின்தடை மிக மிகக் குறைந்த அளவே உயரும். எடுத்துக்காட்டாக, உயர் தடையுள்ள மாங்கணின் (Manganin) மற்றும் எருகா (Eruka) ஆகிய கூட்டு உலோகக் கடத்திகளில் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலை உயர்வு வரை கடத்தியில் மின் தடை உயர்வே இல்லை என்று சொல்லலாம்.

மின் காப்புப் பொருள்களிலும், மின்னாற் பகுபொருள்களிலும், (Electrolytes), கரி (carbon) ஆகிய பகுதிக் கடத்திகளிலும் வெப்ப நிலை உயரும் பொழுது மின்தடை குறைகிறது. எனவே மேற்சொன்ன பொருள்களின் எதிர்தடை வெப்பக் கெழு (negative temperature coefficient) இருப்பதாகக் கொள்கிறோம்.

1 - 12. தொடர் இணைப்பு (Series circuit)

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தடைகளை (Resistors) ஒன்றின் இறுதி முனையுடன், அடுத்த கடத்தியின் தொடக்க முனையினை இணைத்தால், உண்டாகும் மின் அமைப்பைத் தொடர் இணைப்பு (Series circuit) என்று அழைக்கிறோம். படம் **1 -05**இல் ஒரு தொடர் இணைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் *1 - 05*

இதில், R1, R2 மற்றும் R3 என்ற மூன்று தடைகள், தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தடைகள் R1 இன் இறுதி முனை, தடை R2 இன் தொடக்க முனையுடனும், மற்றும் R3 இன் இறுதி முனை, தடை R3 இன் தொடக்க முனையுடனும் இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. அ - ஈ என்ற இரு முனைகட்கு இடையில் உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு 'V' வோல்ட் ஆகும். இந்த அமைப்பில் பாயும் மின் ஓட்டம் I ஆம்பியர் ஆகும். இம் மின்னோட்டம் எல்லாத் தடைகளிலும் ஒரே அளவில் பாய்கிறது. மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒவ்வொரு தடைகளிலும் அதனதன் அளவைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. ஒவ்வொரு தடையின் குறுக்கே ஏற்படும் மின் அழுத்த வேறுபாட்டின் கூடுதலே (sum) அந்த அமைப்பின் மொத்த மின் அழுத்த வேறுபாடு ஆகும். படம் *1 - 05* இல்

$$V = V1 + V2 + V3 \qquad \text{.... (1-7)}$$

இந்த அமைப்பில் உள்ள மொத்த மின் தடையானது அந்த அமைப்பிலுள்ள எல்லா மின் தடைகளின் கூடுதலே ஆகும்.

$$R = R1 + R2 + R3 \qquad .... (1 - 8)$$

ஓமின் தத்துவப்படி,

R1 என்னும் மின்தடைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு (V1 = IR1) இதே போல் R2 என்னும் மின்தடைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு V2 = IR2.

R3 என்னும், மின் தடைக்குக் குறுக்கே உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு V3 = IR3 சமன்பாடு *1-7*ன் படி,

$$V = V1 + V2 + V3$$

$$V = IR1 + IR2 + IR3 \qquad .... (I-9)$$

$$V = I (R1 + R2 + R3) \qquad .... (1-10)$$

அல்லது

$$R = R1 + R2 + R3 = R \qquad ... (1 -11)$$

தொடர் அடுக்கில் மொத்த பயனுறு மின்தடை (effective)

$$R = R1 + R2 + R3$$

எனவே தொடர் அடுக்கில்

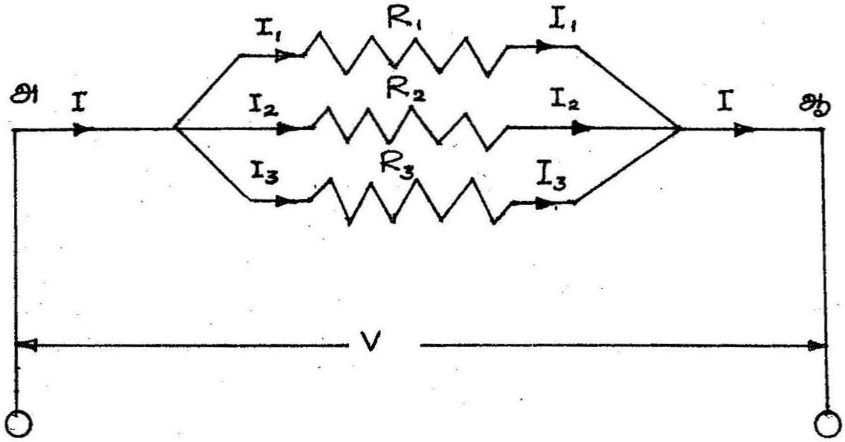
(அ) எல்லா மின்தடைகளிலும் பாயும் மின் ஓட்டம் ஒரே அளவினையுடையது.

(ஆ) ஒவ்வொரு தடைகளிலும் தனித்தனியாக ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கத்தின் (Volagedrop) மொத்தக் கூடுதல், அந்த அமைப்பிற்குக் குறுக்காகச் செலுத்தப்படும் மின் அழுத்த வேறுபாட்டிற்குச் சமம் ஆகும். (சமன் *1 - 7* இன் படி).

(இ) இந்த அமைப்பின் மொத்த மின் தடையானது தனித்தனி மின்தடைகளின் மொத்தக் கூடுதல் ஆகும். (சமன்பாடு *1 - 8* இன்படி)

1 - 13 பக்க இணைப்பு (Parallel circuits)

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கடத்திகளைப் படம் *1 - 06*இல் காட்டியுள்ளது போல் அடுக்கடுக்காக இணைத்தால் இவ்வமைப்பைப் பக்க இணைப்பு என்றழைக்கிறோம்.



படம் *1 - 06*

இதில் மின் ஓட்டம், மின்தடைகளின் அளவைப் பொறுத்துப் பிரிந்து செல்கிறது. இவ்வமைப்பிற்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடே ஒவ்வொரு கிளைகளிலும் உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு ஆகும். எனவே,

$$V = V1 = V2 = V3 \qquad .... (1\text{-}12)$$

மின் தடை R1ல் பாயும் மின் ஓட்டம் $I_1 = \frac{V}{R1}$ .... (1 -13)

மின் தடை R2ல் பாயும் மின் ஓட்டம் $I_2 = \frac{V}{R2}$ ....(1-14)

மின் தடை R3ல் பாயும் மின்ஓட்டம் $I_3 = \frac{V}{R3}$ .....(1-15)

மூன்றையும் கூட்டினால்

$$I = I1 + I2 + I3 \qquad ....(1\text{-}16)$$

$$I = I1 + I2 + I3 = V\left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}\right) \qquad ....(1\text{-}17)$$

$$\frac{I}{V} = \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}\right) \qquad ....(1\text{-}18)$$

$$\frac{I}{V} = \frac{1}{R} \qquad ....(1\text{-}19)$$

இதில் R என்பது, மொத்தப் பயனுறு மின் தடையாகும்.

எனவே, $$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} \qquad ....(1\text{-}20)$$

இதில் R என்ற பயனுறு மின்தடையானது கிளைத் தடைகளில் மிகக்குறைந்த மதிப்புள்ள தடையைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

இணை இணைப்பில்

(அ) ஒவ்வொரு கிளைத்தடைகளின் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடுகள், அமைப்பின் மொத்த மின் அழுத்த வேறுபாடும் ஒன்றேயாகும்.

(ஆ) இணைப்பின் மொத்த மின் ஓட்டமானது, கிளைகளின் மின் ஓட்டக் கூடுதலுக்குச் சமமாகும். (சமன்பாடு 1 - 16இன் படி)

(இ) இவ்வமைப்பின் மொத்த மின் தடையானது, தனித் தனிக் கிளைகளினுடைய மின்தடையின் தலைகீழ் கூடுதல் ஆகும் (சமன்பாடு 1- 20இன் படி)

எடுத்துக்காட்டு 1 - 02

3 Ω, 6 Ω, 9 Ω, மற்றும் 12 Ω மின்தடையுள்ள, நான்கு மின் தடைகள் 120V மின் அழுத்தத்திற்குக் குறுக்காக இணைக்கப் பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு மின்தடையிலும் ஏற்படும், மின் இறக்கத் தையும், மொத்த மின் ஓட்டத்தையும் கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

R1 = 3 Ω
R2 = 6 Ω
R3 = 9 Ω
R4 = 12 Ω
V = 120V.

தேவை:

ஒவ்வொரு தடையிலும் ஏற்படும் மின் இறக்கம், மொத்த மின் ஒட்டம்.

வழிமுறை:

தொடர் அடுக்கு எனவே

$$R = R1 + R2 + R3 + R4$$

$$R = 3 + 6 + 9 + 12 = 30\,\Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{30} = 4$$ ஆம்பியர்.

3 Ω மின் தடையில் ஏற்படும் மின் இறக்கம் = V1 = IR1 = 4 x 3 = 12V

6 Ω மின் தடையில் ஏற்படும் மின் இறக்கம் = V2 = IR2 = 4 x 6 =24V

9 Ω மின் தடையில் ஏற்படும் மின் இறக்கம் = V3 = IR3 = 4 x9 = 36V

12 Ω மின் தடையில் ஏற்படும் மின் இறக்கம் = V4 = IR4 = 4 x 12 = 48V

விடை:

மின் இறக்கங்களான முறையே 12V , 24V, 36V, 48V
மொத்த மின் ஒட்டம் = 4 ஆம்பியர்.

எடுத்துக்காட்டு 1 - 03:-

நான்கு மின் தடைகளின் மொத்தப் பயனுள்ள மின் தடையின் மதிப்பு 30 Ω . இவைகளில் முறையே பாயும் மின்

ஒட்டங்களாவன 0.5A, 0.75A, 1A, 1.25A. மின் தடைகளின் மதிப்பைத் தனித் தனியே கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:-

பயனுள்ள மின்தடை = 30

முறையே பாயும் மின் ஒட்டங்கள்

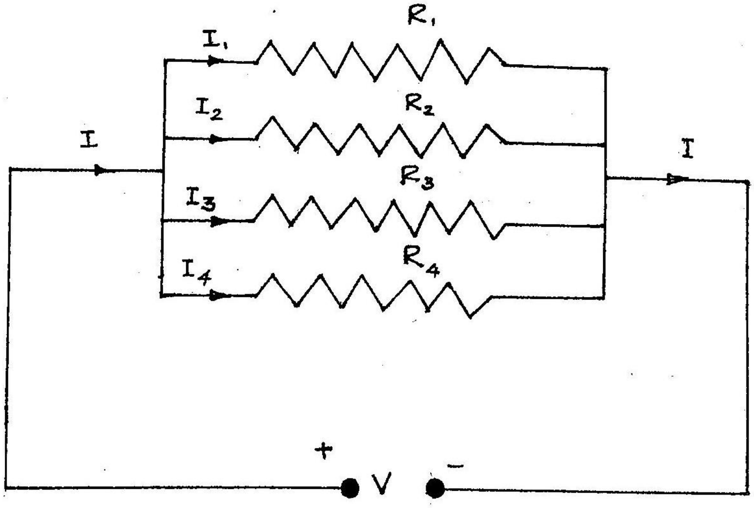
I1 = 0.5A I2 = 0.75A

I3 = 1.00A I4 = 1.25A

தேவை:

ஒவ்வொரு மின் தடையின் மதிப்புகள்.

வழிமுறை:



படம் 1 - 07

சுற்றில் பாயும் மொத்த மின் ஒட்டத்தின் மதிப்பு

I = I1 + I2 + I3 + I4

I = 0.5 + 0.75 + 1.00 + 1.25

I = 3.5 Amphere

மொத்தப் பயனுள்ள மின்தடை R = 30

மொத்த மின் அழுத்தம் V = IR

V = 3.5 x 30 = 105V

மின்தடை $R1 = \frac{V}{I1} = \frac{105}{0.5} = 210\,\Omega$

மின்தடை $R2 = \frac{V}{I2} = \frac{105}{0.75} = 140\,\Omega$

மின்தடை $R3 = \frac{V}{I3} = \frac{105}{1} = 105\,\Omega$

மின்தடை $R4 = \frac{V}{I4} = \frac{105}{1.25} = 84\,\Omega$

விடை:

R1 = 210 R2 = 140
R3 = 105 R4 = 84

1. 14. மின்திறன் (Power):-

பொதுவாகத் திறனை வேலை செய்யும் விகிதம் என்று விளக்கலாம். இதையே ஓர் அலகு காலத்தில் (unit time) செய்யப்படும் வேலையின் அளவு என்றும் விளக்கலாம்.

$$\text{அதாவது திறன்} = \frac{\text{வினை}}{\text{நேரம்}} \quad \text{.....(1-21)}$$

இதன் அலகு ஜோல் வினாடி (Joule / sec.) அல்லது வாட் (watt) ஆகும்.

$$\text{ஆகவே } P = \frac{J}{t} \quad \text{.... (1-22)}$$

$$J = VIt \text{ ஜோல்} \quad \text{....(1-23)}$$

$$P = \frac{VIt}{t} \text{ வாட்}$$

P = VI வாட் ....(1-24)

ஓமின் விதிப்படி V = IR

எனவே, திறன் P = IRI

$P = I^2 R$ வாட் ....(1-25)

I = V/R

திறன் $P = VI \quad P = V.\frac{V}{R}$

$\therefore P = \frac{V^2}{R}$ வாட் ....(1-26)

திறன் அலகான "வாட்" என்பது மிகவும் சிறிய அலகாகும். எனவே, நடைமுறையில கிலோவாட் (Kilo Watt) என்னும் அலகையே பயன்படுத்துகிறோம்.

1 கிலோவாட் = 1000வாட்

எந்திரவியலின் திறனை குதிரைத் திறன் (Horse power)என்னும் அலகு கொண்டு குறிப்பிடுவார்கள். மின் இயலில் திறனைக் குறிப்பிடும் "வாட்" டையும் எந்திரவியலில் திறனைக் குறிக்கும் குதிரைத் திறனையும் ஒப்பிடும் பொழுது

ஒரு குதிரைத் திறன் = 735.5 வாட் ....(1-27)

1-15 மின் ஆற்றல் (Energy)

பொதுவாக மின் ஆற்றல் என்பது, மின்சாரம் வேலை செய்யும் திறமையைக் (Capacity) குறிப்பதாகும்.

இதனுடைய அலகும் "ஜோல்" (Joule) ஆகும்.

ஆற்றல் = திறன் x நேரம் ....(1-28)

E = P x t

இந்த வாட் வினாடி என்பது மிகவும் சிறிய அலகாகும். எனவே நடைமுறை மின் இயலில் பயன்படுத்துவதற்காக கிலோ - வாட் - மணி (Kilo watt-hour) என்னும் அலகைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

ஆயிரம் வாட் திறனை, ஒரு மணிநேரம் பயன்படுத்தினால், இங்குச் செலவழிக்கப்பட்ட ஆற்றலை ஒரு கிலோவாட் மணி என்று கூறலாம். இதையே வாரிய வணிக அலகு (Board Frade unit) என்று அழைக்கிறோம். ஒரு கிலோ வாட் மணியை வணிக அலகில் ஓர் அலகு (Unit) என்கிறோம். நமது வீடுகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் செலவழியும் ஆற்றலை அலகு (Unit) என்னும் அலகால் அளக்கிறோம்.

1-16 மின் ஓட்ட வகைகள் (Types of currents)

இன்றைக்கு இருவகையான மின் ஓட்டங்கள் நடை முறையில் இருந்து வருகின்றன.

(அ) நேர் மின்ஓட்டம் (Direct current)

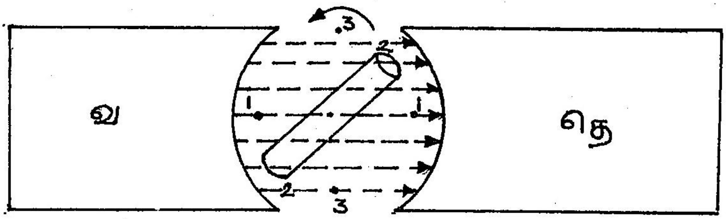
(ஆ) மாறு மின்ஓட்டம் (Alternating current)

மின் ஊட்டத்தினுடைய ஓட்டம் ஒரே திசையில் அதன் அளவு மாறாமல் நிகழுமேயானால் அது நேர் மின்ஓட்டம் என்றும்,

மின் ஊட்டத்தினுடைய ஓட்டம் அதனுடைய திசையையும், அளவையும் மாற்றிக் கொண்டே இருக்குமேயானால், அது மாறுமின் ஓட்டம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

1-17. மாறு மின் அழுத்த உற்பத்தி (Generation of alternating Voltage)

ஒரு நிலையான காந்த மண்டலத்தில் கடத்திச் சுருள் (Coil) ஒன்றினைச் சுழற்றுவோமேயானால், மாறு மின்னழுத்தம் உற்பத்தியாகிறது. இதே போல் கடத்தியை நிலையாக வைத்துக் கொண்டு காந்த மண்டலத்தைச் சுழலச் செய்தாலும் கடத்தியில் மாறு மின் அழுத்தம் உற்பத்தியாகிறது. இம் முறையில் உண்டாகும் மின் அழுத்தத்தின் அளவு, சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையையும், காந்த மண்டலத்தின் வலிமையையும், சுழலி (rotor) சுழலும் வேகத்தையும் பொறுத்து மாறுபடும்.



படம் - *1-08.*

மாறு மின் ஒட்ட மின்னாக்கி ஒன்று செயல்படும் விதம் படம் *1-08* இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது இரு துருவ (Two poles) மின்னாக்கி. இதில் உள்ள சற்றுகளின் எண்ணிக்கையை 'N' எனக் கொள்வோம். இச்சுழலி வினாடிக்கு ω ஆரைக்கோணம் (radians) என்ற கோண வேகத்தில் (angular velocity) ஒரே சீரான (uniform) காந்த மண்டலத்தில் சுழன்று கொண்டிருக்கிறது. 't' வினாடி நேரத்திற்குப் பின்னர் சுழலி (rotor) பாகை நகர்கிறது. இதில் φ என்பது, காந்தப் பாயங்களின் திசைக்கும் கடத்திச் சுருளின் சுழற்சிக்கும் (angular rotation of the coil) இடைப்பட்ட கோணம் ஆகும்.

$\theta = wt$ ....(1-30)

காந்தப் பாயங்களின் ஊடாடுதல் (linkages)

θ உச்சம் N கொசைன் wt ....(1-31)

(φ உச்சம் = φ max.)

இதல் N என்பது - கடத்திச் சுருளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது. இதில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசை என்பது கழித்தல் குறியுடன் கூடிய காந்தப் பாய ஊடாகுதல்களின் விகித மாற்றத்திற்குச் எதிர் சமம் ஆகும். அதாவது,

$$e = \frac{-d}{dt} \varphi \text{ உச்சம் } N \text{ கொசைன் } wt \text{ வோல்ட்} \quad ....(1\text{-}32)$$

$= \varphi$ உச்சம் Nw சைன் wt.

$= \varphi$ உச்சம் Nw என்பது தூண்டப்பட்ட மின் இயங்கு விசையின் உச்சமதிப்பு ஆகும்.

$$e = E \text{ உச்சம் சைன் } wt \quad ....(1\text{-}33)$$

$$e = E \text{ உச்சம் சைன் } \theta \quad ....(1\text{-}34)$$

படம் ***1-08*** இல் காட்டப்பட்ட சுழலி

3-3 என்ற நிலையை அடைந்ததும் கோணம் $\varphi = O$ ....(1-35)

ஆகையால் இப்போது கடத்தியில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையானது பூச்சியம் ஆகும். $e = o$ ... (1-36)

சுழலி ***1-1*** என்ற நிலையை அடைந்ததும் இந்நிலையில் கோணம் $\varphi = 90^\circ$

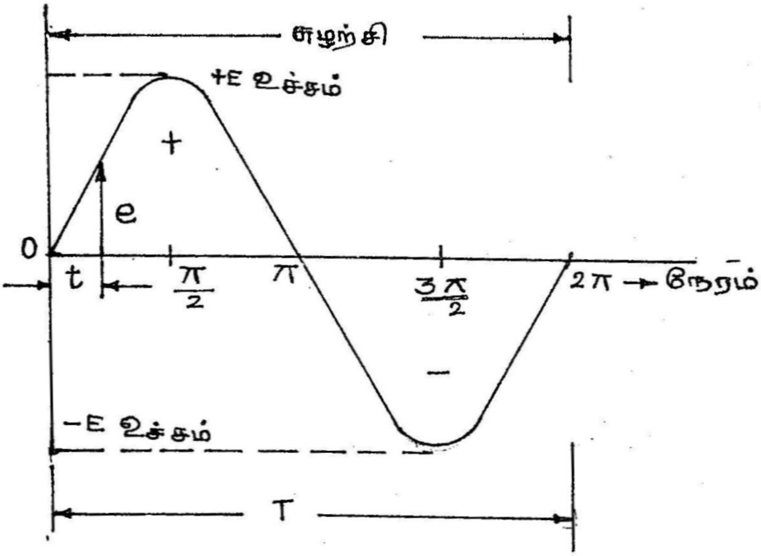
சைன் 90 = 1 ....(1-37)

இப்போது கடத்தியில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையானது

$$e = E \text{ உச்சம்} \quad ....(1\text{-}38)$$

இது மிகவும் அதிகமான மின்இயக்கு விசை ஆகும்.

எனவே, தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையானது, காந்தப் பாயங்கட்கும் கடத்திச் சுருளின் சுழற்சிக்கும் இடைப்பட்ட கோணத்திற்கும் (θ) ஏற்ப சைன் சார்பில் மாறுபடும். மின் இயங்கு விசையை Y அச்சிலும் நேரத்தை X அச்சிலும் எடுத்துக் கொண்டு வரைபடம் வரைந்தால் படம் ***1 - 09*** இல் காட்டியுள்ள படி ஒரு சைன் வளைவுகோடு (Sinusoidal curve) கிடைக்கும். இது போல் கிடைக்கும் மின் இயக்கு விசை சைன் மின்னியக்கு விசை (Sinusoidal emf) ஆகும்.



படம் 1-09

1 - 18. அலைவடிவம் (Wave form)

*படம் 1 - 09*இல் மாறு மின் இயக்குவிசை ஒன்றின் அலை வடிவம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது நேர் (Possitive) மற்றும் எதிர் (Negative) திசைகளில் மாறி மாறி வருவதுடன் அதனுடைய அளவையும், சீராகக்குறிப்பிட்ட இடைவேளைகளில், தொடர்ந்து மாற்றிக் கொண்டே வருகிறது. நேர் பாதி சுழல்வும் (positive half cycle) எதிர் பாதிச் சுழல்வும் (Negative half cycle) ஒரே மாதிரி அளவில் ஒப்பானவை.

(π/2 ஆரைக்கோணம் தொடங்கிய இடத்திலிருந்து 90 நகர்ந்ததும் மின் இயக்கு விசை உச்சத்தை அடைகிறது. இதே போல் 180° நகர்ந்ததும் பூச்சியத்தையும், 270° (3 π/2 ஆரைக் கோணம்) நகர்ந்ததும் மின் இயக்கு விசை எதிர் உச்சத்தையும் (Nagative maximum) பின்னர் 360° (2π ஆரைக்கோணம்) யில் திரும்பவும் பூச்சியத்தையும் அடைகிறது.

1-19. சுழற்சி (Cycle)

இதனை அலைவு அல்லது சுழல் நிகழ்ச்சி என்று கூறலாம். ஒரு நேர் திசைப் பாதி, அலைவும் (Positive half cycle) மற்றொரு எதிர் திசைப் பாதி அலைவும் (Negative half cycle) சேர்ந்த ஒரு முழுச் சுற்றுக்கு சுழற்சி (Cycle) என்று பெயர். படம் (1-09)ல் ஒரு சுழற்சி காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இச் சுழற்சி 360° பாகை கட்கு அல்லது 2π ஆரைக் கோணங்கட்குத் திட்டிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

1-20 அளவு எண் (Frequency)

இதைச் சுழல் எண் அல்லது அதிர்வு எண் என்றும் கூறுவர். ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் சுழற்சியின் எண்ணிக்கைகளையே அலைவு எண் (Frequency) என்றழைக்கிறோம். இதனைக் குறியிடுவதற்கு 'F' என்னும் ஆங்கில எழுத்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் அலகு (unit) சுழற்சி/வினாடி ஆகும். இதையே ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்றும் குறிப்பிடுவார்கள். ஒரு மின் இயந்திரத்தின் 'P' என்பது துருவ (Pole) அலைவு எண்ணிக்கையையும் 'N' என்பது எந்திரம் சுழலும் வேகத்தையும் குறிக்குமேயானால் அலைவு எண் $F = \frac{P}{2} \cdot \frac{N}{60} = \frac{NP}{120}$

1 21. கால அளவு (Time Period)

மாறு மின்னோட்டக் கணியம் (Alltemating current Quantity) ஒன்று ஒரு சுழற்சியை (cycle) முழுவதுமாக முடிக்க எடுத்துக் கொள்ளும் நேரமே கால அளவு ஆகும். இதை T என்னும் ஆங்கில எழுத்துக் கொண்டு குறியிடுவர். இதன் அலகு, வினாடி ஆகும். அலைவு எண்ணும் கால அளவும் ஒன்றுக்கொன்று தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கின்றன.

$$F = \frac{1}{T} \qquad ....(1\text{-}39)$$

அல்லது

$$T = \frac{1}{F} \qquad ...(1\text{-}40)$$

1-22. அலைவின் வீச்சு (Amplitude)

மாறுமின்னோட்டக் கணியத்திற்கு ஒரு சுழற்சியில் ஏற்படும் நேர் அல்லது எதிர் உச்ச (Maximum) மதிப்பிற்கு அலைவின் வீச்சு எனப்பெயர்.

1-23. கணமதிப்பு (Instantaneous Value)

மாறுமின்னோட்டக் கணியங்கள் (மின் ஓட்டம், மின் அழுத்தம்) நேரத்திற்கு நேரம் மாறுபட்டுக் கொண்டே இருக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட கணத்தில் கணியத்தின் மதிப்பு என்ன இருக்கிறதோ, அம்மதிப்பிற்குக் கணமதிப்பு என்று பெயர். இம்மதிப்புகள் வரைபடங்களிலிருந்து (Graphs) அல்லது மாறுமின்னோட்டக் கணியச் சமன்பாடுகளிலிருந்து கிடைக்கப் பெறுகின்றன. இக்கணமதிப்புகளைச் சிறிய (small) ஆங்கில எழுத்துக்களைக் கொண்டு குறியிடுவர். எடுத்துக்காட்டாக மின் அழுத்தத்தை 'V' என்ற எழுத்து கொண்டும் மின்னோட்டத்தை 'I' என்னும் எழுத்து கொண்டும் குறியிடுவர்.

சைன் சார்பில் மாறுதல் அடையக் கூடிய மின்ஓட்டத்தின் கணமதிப்பை

$$i = I \text{ உச்ச சைன் } wt \qquad ....(1\text{-}41)$$

என்றும் மின் அழுத்தத்தை

$$v = V \text{ உச்ச சைன் } wt \qquad ....(1\text{-}42)$$

என்றும் எழுதுவர்.

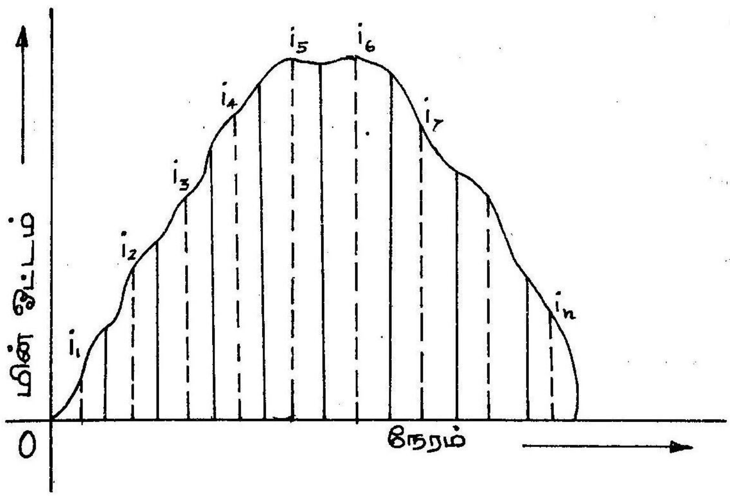
1-24. சிகர மதிப்பு (Peak value)

இம்மதிப்பை உச்சமதிப்பு (maximum value) என்றும் கூறலாம். ஒரு சுழற்சியில் உண்டாகும் அதிகமான கணமதிப்பே உச்சமதிப்பு ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட சுழற்சியில் இரண்டு உச்ச மதிப்புகள் ஏற்படுகின்றன. ஒன்று நேர்த்திசைப் பாதியிலும் மற்றொன்று, எதிர்த் திசைப் பாதியிலும் உண்டாகிறது. இவற்றை முறையே நேர் உச்ச மதிப்பு (Positive maximum) என்றும், எதிர் உச்ச மதிப்பு (Negative maximum) என்றும் கூறலாம். இச்சிகர

மதிப்புகளைப் பெரிய (Capital) ஆங்கில எழுத்துக்களைக் கொண்டு குறியிடுவர். எடுத்துக்காட்டாக மின்னோட்டம் உச்சமாக இருந்தால் I உச்சம் என்றும் (I max), மின் அழுத்தம் உச்சமாக இருந்தால் V உச்சம் (V max) என்றும் குறியிடப்படுகிறது.

1-25. சராசரி மதிப்பு (Average value)

கணத்திற்குக் கணம் மாறுபட்டுக் கொண்டே இருக்கும், மாறுமின் ஓட்டக் கணியங்களில் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை உள்ள கணியங்களை அரைச் சுழற்சிக்கோ (half cycle) முழுச் சுழற்சிக்கோ (full cycle) எடுத்துக் கொண்டு, அவைகட்குச் சராசரி கண்டுபிடித்துக் கிடைக்கும் மதிப்பே, சராசரி மதிப்பு ஆகும். ஒத்த (Symmetrical) மாறு மின்ஓட்டக் கணியத்தின் சராசரி மதிப்பு பூச்சியம் ஆகும். எனவே, இக்கணியங்கட்கு, அரைச் சுழற்சிக்குத் (Half cycle) தான் சராசரி மதிப்பு எடுக்கவேண்டும்.



படம் 1-10.

படம் 1-10இல் ஒரு மின்ஒட்டச் சுழற்சியின் நேர்பாதி (positive half) காட்டப்பட்டுள்ளது. இது இணைதூரப் (equivalent) பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு, அவைகளின் சராசரி மதிப்புகள் i1, i2, i3,....in என்றும் குறிப்பட்டுள்ளன.

மின் ஓட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு = I சராசரி

$$I \text{ சராசரி} = \frac{i_1 + i_2 + i_3 .... + i_n}{n} \quad ....(1\text{-}43)$$

சைன் சார்பில் மாறுதல் அடையக் கூடிய மின்னோட்டத்தின் கணமதிப்பு

$i = I$ உச்சம் சைன் wt

ஒரு சுழற்சியின் முதல் பாதியில், அதாவது wt ஆனது O விலிருந்து π ஆரைக் கோணத்தை அடையும் வரை

I சராசரி = முதல் அரைச் சுழற்சியின் பரப்பளவு

$$= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} i \, d(wt) \quad ....(1\text{-}44)$$

$$I \text{ சராசரி} = \frac{I}{\pi} \int_0^{\pi} I \text{ உச்சம் சைன் } wt \; d(\omega t) \quad ....(1\text{-}45).$$

அல்லது

$$I \text{ சராசரி} = \frac{I \text{ உச்சம்}}{\pi} \left[- \text{கொசைன் } wt \right]_0^{\pi} \quad .... (1\text{-}46)$$

$$= \frac{2 I \text{ உச்சம்}}{\pi} \quad .... (1\text{-}47)$$

I சராசரி 0.637 I உச்சம் ....(1-48)

இதே போல் E சராசரி = 0.637 E உச்சம் ....(1-49)

1-26 பயன் மதிப்பு (effective value)

ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கொடுக்கப்பட்டதொரு மின் தடையில், மாறுமின் ஓட்டம் பாயும் பொழுது உண்டாக்கப்படும் வெப்பத்தை, அதே தடையில், அதே நேரத்தில் பாயும் நேர் மின்ஓட்டம் ஏற்படுத்துமேயானால், அந்த நேர் மின் ஓட்டத்தின் அளவே பயன்மதிப்பு ஆகும்.

't' வினாடி நேரத்தில் ஒரு மின் சுற்றில் மாறுமின் ஓட்டத்தால் ஏற்படுத்தப்படும் வெப்பம் $0.24 I^2 Rt$ ஆகும்.

$$= 0.24\ Rt\ (i1^2 + i2^2 + i3^2 + \ldots + in^2) \qquad \ldots(1\text{-}50)$$

இதே அளவு வெப்பத்தை வினாடி நேரத்தில் நேர் மின்னோட்டத்தால் ஏற்படுத்த செலவாகும் சக்தி $0.24\ I^2$ பயன் Rt .... (1-51)

இரண்டு மின் ஓட்டங்களாலும் உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பம் ஒரே அளவானதால் சமன்பாடுகள் (1 -50) மற்றும் (1 -51) இரண்டையும் சமப்படுத்தலாம்.

$$\frac{0.24\ Rt\ (i1^2 + i2^2 + i3^2 + \ldots + in^2)}{n} = 0.24\ I^2 \text{ பயன் } Rt$$

$$I2 \text{ பயன் } = \sqrt{\frac{i1^2 + i2^2 + i3^2 + \ldots + in^2}{n}} \qquad \ldots(1\text{-}53)$$

$$I \text{ பயன் } = \sqrt{\frac{i1^2 + i2^2 + i3^2 + \ldots in^2}{n}}$$

இதேபோல்

$$E \text{ பயன் } = \sqrt{\frac{e1^2 + e2^2 + e3^2 + \ldots + en^2}{n}} \qquad \ldots(1\text{-}54)$$

எனவே, மாறுமின்னோட்டம் அல்லது மின் அழுத்தப் பயன் மதிப்பானது, சராசரி இரு படிகளின் இருபடி மூலமதிப்புக்கு இணையாகிறது. ஆகையால், இப்பயன் மதிப்பு "சராசரி இருபடிகளின் இருபடி மூலமதிப்பு" (Root means square value) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. மின் ஓட்டத்தின் பயன் மதிப்பை, I சராசரி இருபடி மூலம் என்பதன் சுருக்கம் என்றும், மின்

அழுத்தத்தின் பயன் மதிப்பை E சராசரி இருபடி மூலம் என்பதன் சுருக்கம் (Erms) என்றும் குறியிடப்படுகிறது. மின் இணைப்புகளில் பொருத்தப்படும் மின் அளவைக் கருவிகள் யாவும், பயன் மதிப்பையே அளக்கின்றன.

சைன் சார்பில் மாறுதல் அடையக் கூடிய மின் ஓட்டத்தின் கண மதிப்பு.

i = I உச்சம் சைன் wt

I^2 சஇமூ = i^2 இன் முதல் நேர்பாதிச் சுழற்சியின் பரப்பளவு ....(1-55)

$$= \frac{1}{\pi} \int_{o}^{\pi} i^2 \, d\,(wt) \qquad ....(1\text{-}56)$$

$$= \frac{1}{\pi} \int_{o}^{\pi} \pi^2 \text{ உச்ச } Sin^2\, wt\, d\,(wt) \qquad ....(1\text{-}57)$$

$$= \frac{I^2}{2\pi} \int_{o}^{\pi} (1 - \text{கொசைன் } 2\,wt)\, d\,(wt) \qquad ....(1\text{-}58)$$

$$= \frac{I2 \text{ உச்ச}}{2\pi} \left[t\text{-}1/2 \text{ சைன் } 2wt \right]_{o}^{\pi} \qquad ....(1\text{-}59)$$

$$I2 \text{ சஇமூ} = \frac{I2 \text{ உச்சம்}}{2}$$

$$I \text{ சஇமூ} = \frac{\sqrt{I^2 \text{ உச்சம்}}}{2} = \frac{I \text{ உச்சம்}}{\sqrt{2}} = 0.707 \text{ I உச்சம்} \qquad ....(1\text{-}61)$$

$$\text{இதேபோல் E சஇமு} = \frac{E \text{ உச்சம்}}{\sqrt{2}} = 0.707 \;\; E \text{ உச்சம்} \qquad ....(1\text{-}62)$$

1-27. வடிவுக்காரணி (Form factor)

சைன் சார்பில் மாறுதல் அடையும் மின்சாரத்தின் பயன் மதிப்பிற்கும், அதன் சராசரி மதிப்பிற்கும் உள்ள விகிதம் வடிவுக்காரணி

$$வடிவுக்காரணி = \frac{பயன்மதிப்பு}{சராசரி\ மதிப்பு} \quad ....(1\text{-}63)$$

$$வடிவுக்காரணி = \frac{E\ சஇமூ}{E\ சராசரி} = \frac{E\ உச்சம்}{\sqrt{2}} \Big/ \frac{E\ உச்சம்}{\pi/2}$$

....(1-64)

சைன் வளைவில் (sine curve) வடிவுக் காரணியின் மதிப்பு 1.11 ஆகும். இதை K_f என்றும் ஆங்கில எழுத்தைக் கொண்டு குறியிடுவர். இந்த வடிவக் காரணியின் உதவி கொண்டு பயன் மதிப்பிலிருந்து சராசரி மதிப்பையும், சராசரி மதிப்பிலிருந்து பயன் மதிப்பையும் கண்டு பிடிக்கலாம்.

1-28 சிகரக்காரணி (PEAK FACTOR)

சிகரக் காரன் என்பது சைன் சார்பில் மாறுதல் அடையும் மாறுதிசை மின்சாரத்தின், உச்ச மதிப்பிற்கும் அதன் பயன் மதிப்பிற்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். இது உச்சக்காரணி அல்லது வீச்சுக்காரணி (Amplitude factor) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதை K_p என்னும் ஆங்கில எழுத்துக் கொண்டு குறியிடுவர்.

$$சிகரக்காரணி = \frac{உச்ச\ மதிப்பு}{பயன்மதிப்பு} \quad ....(1\text{-}66)$$

$$K_p = \frac{E\ உச்சம்}{E\ சஇமூ} = \frac{E\ உச்சம்}{E\ உச்சம் / \sqrt{2}} = 1.414 \quad ....(1.67)$$

சிகரக்காரணி மூலம் உச்ச மதிப்பிலிருந்து, பயன் மதிப்பையும், பயன் மதிப்பிலிருந்து உச்ச மதிப்பையும் கண்டு பிடிக்கலாம்.

1-29. நிலை (Phase)

மாறுமின்சாரத்தில் பூச்சிய நிலையைக் கடந்த பின்னர் ஆகும் கால அளவின் பகுதி, 'நிலை' என்று அழைக்கப்படுகிறது.

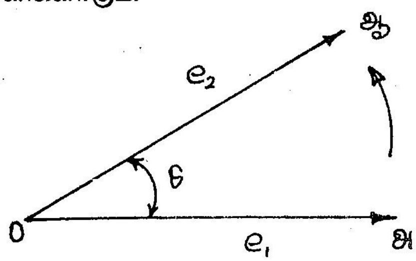
நிலையின் அலகு வினாடி (second) அல்லது ஆரைக்கோணத்தில் (radians) / n குறிக்கப்படுகிறது.

1-30. நிலைக்கோணம் (Phase angle)

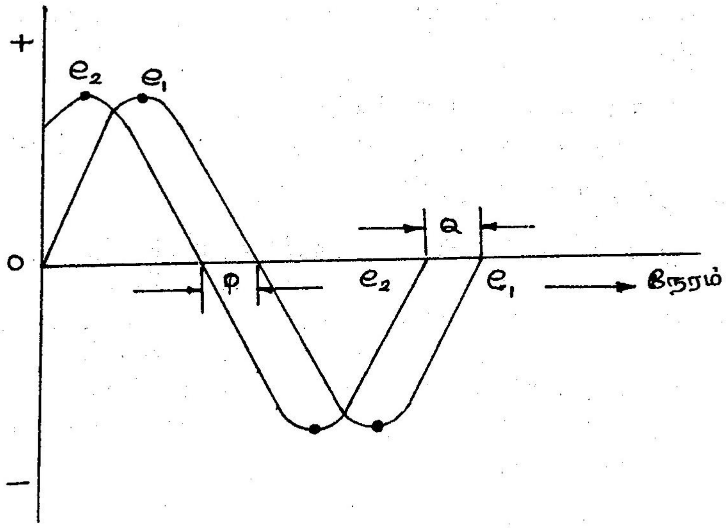
மின்சாரத்தைக் குறிக்கும் நேரியக் கணியங்களுக்கும் (Vector quantities) பூச்சியநிலைக்கோட்டுக்கும் (reference line) இடைப்பட்ட கோணத்திற்கு நிலைக் கோணம் என்று பெயர். இடஞ் சுழித்திசையை (anti clockwise direction) நேர் எண்ணாகவும், (Positive) வலஞ் சுழித்திசையை எதிர் எண்ணாகவும் (Negative) கொள்ள வேண்டும்.

1-31. நிலை வேறுபாடு (Phase difference)

இரண்டு மாறு மின்சாரக் கணியங்கட்கு இடையிலான முன்தங்குகோணம் (angleoflead) அல்லது பின்தங்கு கோணத்திற்கு (angle of lag) நிலை வேறுபாடு என்று பெயர். இந்த நிலை வேறுபாடு இரண்டு மின்னோட்டங்கட்கு இடையில் அல்லது இரண்டு மின் அழுத்தங்கட்கு இடையில் அல்லது ஒரு மின்னோட்டத்திற்கும் மற்றுமொரு மின் அழுத்தத்திற்கும் இடையில் ஏற்படலாம். நிலை வேறுபாடு பாகையில் (degrees) அல்லது ஆரைக்கோணம் என்ற அலகில் (radians) அளக்கப்படுகிறது. வளைவில் இரு புள்ளிகட்கு இடைப்பட்ட கோண தூரத்தையே (angular distance) நிலை வேறுபாடு என்று சொல்கிறோம். இரண்டு வளைவுகளும், ஒரே திசையில் பூச்சியக்கோட்டைத் தொடும் இடங்களே மேலே சொல்லப்பட்ட இரண்டு புள்ளிகளாகும்.



படம் 1-11 (அ)



படம் *1-11* (ஆ)

படம் *1-11*இல் அ இல் நேரிய வரிப்புப்படம் (Vector diagram) காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மின் அழுத்தம் e1 என்பது OA என்ற நேரியத்தாலும், G என்ற மின் அழுத்தம் OB என்ற நேரியத்தாலும் கா்ட்டப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு, நேரியங்களுக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் θ ஆகும். இதில் நேரியம் 2 என்பது நேரியம் e1 என்பதனை θ பாகை "முன்தங்குகிறது" (leads) இதையே மாற்றி, நேரியம் "e1" என்பது நேரியம் "e2" என்பதனை 0 பாகை "பின்தங்குகிறது" (lags) என்றும் கூறலாம். படம் *1-11* "ஆவில்" "el" மற்றும் "e2" என்னும் இரு மின் அழுத்தங்களின் அரை வடிவங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இதில் e2 என்ற அலை வடிவம் பூச்சியம் மற்றும் உச்ச மதிப்புகளுக்கு முதலிலும், பின்னா் பாகை நேர வேறுபாட்டில் elo என்ற அலை வடிவமும் செல்லுகிறது.

இதில் e1 என்ற மின் அழுத்தத்தை மாட்டேறு நேரியமாகக் (reference vector) கொள்வோமேயானால் மின் அழுத்தங்கள் இரண்டும்,

$$e1 = E1 \text{ உச்சம் சைன் } \omega t \text{ மற்றும்} \quad ....(1\text{-}68)$$

$$e2 = E2 \text{ உச்சம் சைன் } (\omega t + \varphi) \quad ....(1\text{-}69)$$

எனக்குறிக்கப்படுகின்றன.

இந்த இரண்டு மின் அழுத்தக் கணியங்களும் பூச்சிய மதிப்பு மற்றும் உச்ச மதிப்புக்களை, ஒரே திசையில் ஒரே நேரத்தில், கடக்குமேயானால், இந்த இரண்டு கணியங்களும், "ஒன்றிய நிலை" யில் (in phase) இருப்பதாகச் சொல்லப் படுகிறது. சமன்பாடு **(1-1 68)** மற்றும் **(1-69)**இல் சொல்லப்பட்ட e1 மற்றும் e2 என்ற இரு கணியங்களும் "விலக்கநிலை" யில் (out of phase) இருக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 1-04.

250 சுற்றுகள் கொண்ட செவ்வக வடிவுச் சுருள் ஒன்றின் நீள, அகலங்கள் முறையே 10 செ.மீ. மற்றும் 5 செமீ ஆகும். இச்சுருள் சுழலச்சு (axle) ஒன்றில் தாங்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுருளின் அச்சு 0.2 வெப்/சதுர மீட்டர், பாய அடர்த்தி (flux density) உள்ள காந்த மண்டலத்திற்கு, செங்குத்தாக (normall) வைக்கப் பட்டுள்ளது. இச்சுருள் 1500 சுற்றுக்கள் சுற்றப்படுகிறது. சுருளில் உண்டாகும் உச்ச மின்னியக்கு விசை, மற்றும் சுருளின் மட்டத்திற்கும் காந்த மண்டலத்தின் திசைக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் 60 பாகையாக இருக்கும் பொழுதுள்ள கணமின் இயக்கு விசையையும் கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்கள்:

சுருளின் அளவு = 10 செ.மீ. x 5 செ.மீ.
சுற்றுகள் = 250
பாய அடர்த்தி = 0.2 வெ/சதுர மீட்டர்.
சுருளின் வேகம் = 1500 சுற்றுகள்/மணித்துளி
இடைக் கோணம் = 60°

தேவை:

உச்ச மின்இயங்கு விசை, கண மின் இயக்கு விசை

($\varphi = 60^\circ$ ஆக இருக்கும்பொழுது)

வழிமுறை:

மின் அழுத்தத்தின் அளவு எண்

$$f = \frac{N}{60} = \frac{1500}{60} = 25 \text{ ஹெர்ட்ஸ்}$$

கோண வேகம் $= w = 2\pi f$

$= 2 \times 3.14 \times 25$

$= 157$ ஆரைக்கோணம்.

உச்சப்பாயம் $= \varphi$ *உச்சம்* $= B$ *உச்சம்* $\times A$

$= 0.2 \times 50 \times 10^{-4}$

$= 10^{-3}$ வெப்பர்.

தூண்டப்பட்ட மின இயக்கு விசையின் உச்ச மதிப்பு

E *உச்சம்* $= \varphi$ *உச்சம்* $N\omega$

$= 10^{-3} \times 250 \times 157$)

$= 39.25$ V.

*சுருளின் மட்டத்திற்கும், காந்தப் புலவின் திசைக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் **60** பாகையாக இருக்கும்பொழுது*

e = E உச்சம் சைன் φ

e = 39.25 x சைன் 60

$$= \frac{30.25 \ x \ \sqrt{3}}{2} = 33.99 \text{ வோல்ட்.}$$

விடை:

மின் அழுத்தத்தின் உச்ச மதிப்பு = ***39.35*** வோல்ட்

கணமதிப்பு = ***39.99*** வோல்ட்

எடுத்துக்காட்டு 1-05.

50 ஹெர்ட்ஸ் அலைவு என்ற எண் கொண்ட ஒரு மாறு மின்னோட்டத்தின் உச்ச மதிப்பு 100 ஆம்பியர். இதன் கண மதிப்பிற்கான சமன்பாட்டை எழுதவும். 90 ஆம்பியர் மின் ஓட்டத்தை ஒரு சுழற்சியில் முதன் முதலில் அடைய எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் எவ்வளவு?

கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்கள்

அலைவு எண் f = 50 ஹெர்ட்ஸ்
உச்ச மின் ஓட்டம் = 100 ஆம்பியர்.

தேவை:

மின் ஓட்டத்தின் கண மதிப்பு நேரம்

வழிமுறை:

மின் ஓட்டத்தின் கணமதிப்பு

I = I உச்சம் சைன் wt

I = I உச்சம் சைன் 2ft

I = 100 சைன் 2 x 3.14 x 50 x t

I = 100 சைன் 314t (ஆரைக்கோணத்தில்)

I = 100 சைன் 100 x150 x t (கோணங்கள் பாகையில்)

90 = 100 சைன் 100 x 3.14 x t

90 = 100 சைன் 314t

$$\text{சைன் } 314^t = \frac{90}{100}$$

$$314^t = \text{சைன்}^{-1} \; 0.9$$

$$t = \frac{1}{314} \text{ சைன் } 0.9$$

= 0.20432 வினாடி.

விடை

90 = 100 சைன் 314t
நேரம் = **0.20432** வினாடி.

எடுத்துக்காட்டு 1-06.

மாறுமின்னோட்டம் ஒன்றின் கண மதிப்பானது i = (சைன் $60t + \frac{\pi}{2}$) இக்கணியத்தின் (அ) சிகர மதிப்பு (ஆ) சராசரி மதிப்பு (இ) பயன் மதிப்பு (ஈ) அலைவு எண் (உ) நேரம் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

i = 110 (சைன் 160 t + / 2)

தேவை:

(அ) சிகர மதிப்பு (ஆ) சராசரி மதிப்பு (இ) பயன்மதிப்பு (ஈ) அலைவு எண் (உ) கால நேரம்

வழிமுறை:

கணமதிப்பு i = i உச்சம் சைன்

i = 110 (சைன் 160t + π / 2)

மேலேகொடுக்கப்பட்ட சமன்பாட்டிலிருந்து

(அ) I உச்சம் = 110 ஆம்பியர்

(ஆ) சராசரி மதிப்பு

I சராசரி = 0.637 I உச்சம்

I சராசரி = 0.637 x 110

= 70.07 ஆம்பியர்

(இ) பயன்மதிப்பு

$$I \text{ பயன்} = \frac{I \text{ உச்சம்}}{\sqrt{2}} = \frac{110}{\sqrt{2}} = 77.78 \text{ ஆம்பியர்.}$$

(ஈ) அலைவு எண்

$$W = 2\pi ft$$

$$W = 160t$$

$$2\pi f = 160$$

$$f = \frac{160}{2\pi} = \frac{160}{3} x\, 3.14 = 25.46 \text{ ஹெர்ட்ஸ்.}$$

(உ) கால நேரம்

$$T = 1/f = \frac{1}{25.46} = 0.039277 \text{ வினாடி.}$$

விடை:

(அ) உச்சமதிப்பு = 110 ஆம்பியர்

(ஆ) சராசரி மதிப்பு = 70.07 ஆம்பியர்

(இ) பயன்மதிப்பு 77.78 ஆம்பியர்

(ஈ) அலைவு எண் 25.46 ஹெர்ட்ஸ்

(உ) காலநேரம் 0.39277 வினாடி.

எடுத்துக்காட்டு 1-07.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு கணமதிப்பிலிருந்து மற்றொரு கணமதிப்பிற்கு உடனுக்குடன் படிப்படியாக, மாறும் கால மாறுமின் அழுத்தத்தின், சராசரி மதிப்பு, பயன்மதிப்பு, வடிவுக்காரணி, சிகரக்காரணி ஆகியவைகளைக் கணக்கிடவும்.

0,10,20,40,60,80,60, 40, 20, 10,0, -10, – 20 முதலியன இந்த உச்ச மதிப்புகளைக் கொண்ட சைன் சார்பில் மாறுதல் அடையும் அலைவின், பயன்மதிப்பு, மற்றும் சராசரி மதிப்பைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்.

இணை இடைவெளி மின் அழுத்தங்கள் 0.10.20.40.60,80,60.40.20.10.0. - 10 - 20 முதலியன.

தேவை:

(அ) சராசரி மதிப்பு (ஆ) பயன்மதிப்பு

(இ) வடிவுக்காரணி (ஈ) உச்சக்காரணி

(உ) சைன்சார்பில் மாறுதல் அடையும் அலைவின் சராசரி மற்றும் பயன் மதிப்புகள்.

வழிமுறை:

முதல் பாதி சுழற்சியினை எடுத்துக் கொள்வோமானால்,

$$\text{சராசரி மதிப்பு} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10}}{10}$$

$$V \text{ சராசரி} = \frac{0 + 10 + 20 + 40 + 60 + 80 + 80 + 60 + 40 + 20 + 10}{10}$$

= 34 வோல்ட்கள்.

$$\text{பயன்மதிப்பு} = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + V_5^2 + V_6^2 + V_7^2 + V_8^2 + V_9^2 + V_{10}^2}{10}}$$

V பயன்

$$= \sqrt{\frac{0 + 100 + 400 + 1600 + 3600 + 6400 + 3600 + 1600 + 400 + 100}{10}}$$

$= \sqrt{1780} = 42.19$ வோல்ட்.

சிகரமதிப்பு = V உச்சம் = **80** வோல்ட்.

$$\text{வடிவுக்காரணி} = \frac{V \text{ பயன்}}{V \text{ சராசரி}} = \frac{42.19}{34} = 1.24.$$

$$\text{உச்சக்காரணி} = \frac{V \text{ உச்சம்}}{V \text{ பயன்}} = \frac{80}{41.19} = 1.896.$$

சைன் சார்பிலான வளைவு:

வடிவுக்காரணி = ***1.11***

மற்றும் சிகரக்காரணி = ***1.414***

எனவே, சிகரக்காரணி $= 1.414 = \frac{V\ \text{உச்சம்}}{V\ \text{பயன்}}$

$$V\ \text{பயன்} = \frac{V\ \text{உச்சம்}}{1.414} = \frac{80}{1.414} = 56.57\ \text{வோல்ட்.}$$

$$1.11 = \frac{V\ \text{பயன்}}{V\ \text{சராசரி}}$$

$$V\ \text{சராசரி} = \frac{V\ \text{பயன்}}{1.11} = \frac{56.57}{1.11} = 50.97\ \text{வோல்ட்.}$$

விடை:

சராசரி மதிப்பு = 34 வோல்ட்
பயன் மதிப்பு = 42.19 வோல்ட்
வடிவுக்காரணி = 1.24
சிகரக்காரணி = 1.896.
சைன் வளைவுக்கு சராசரி மதிப்பு = 50.97 வோல்ட்
பயன் மதிப்பு = 56.57 வோல்ட்

1-32. மின் சுற்றின் மூலங்கள் (circuit elements)

நேர் மின் ஓட்டச் சுற்றில் மின் ஓட்டம் மற்றும், மின் அழுத்தங்களுக்கு இடையிலான தொடர்பை I=V/R என்று எழுதலாம். ஆனால்மாறு மின்சாரச் சுற்றில் மாறுபடும் மின் ஓட்டம், காந்த விளைவுகளையும் மாறுபடும் மின் அழுத்த நிலை மின் இயல் (Electro static) விளைவுகளையும் ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே, மாறு மின்சாரத்தில் கணியங்கட்கு இடையிலான தொடர்புகளைக் கண்டறியும் போது காந்த விளைவுகளையும், நிலை மின் இயல்விளைவுகளையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

1-32-1. தூய மின்தடைச் சுற்று (Purely resistance rircuit)

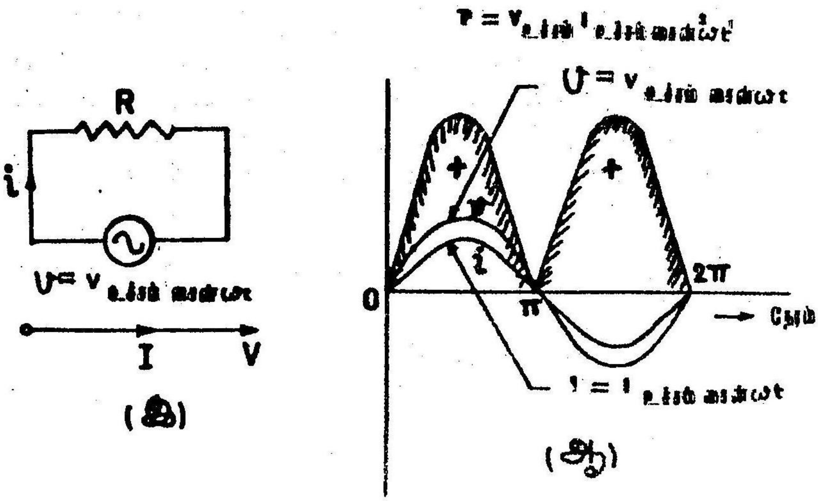
தூய மின் தடைச் சுற்று என்பது இயல்பான (normal) அலைவு எண்ணில் மிகக்குறைந்த அளவு மின் நிலைமத்தைப் (Inductance) (மின் தடையை ஒப்பிடும் பொழுது) பெற்றிருக்கும் சுற்று ஆகும்.

உதாரணம்: இழை விளக்கு (Filament lamp) மற்றும் நீர் சுமை (Water load) இத்தகைய தூ,ய மின்தடைச் சுற்றில் கொடுக்கப்பட்ட மின் அழுத்தங்கள் யாவும், தடையிறக்கத்தை (obmic drop) ஈடு செய்ய மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

திறன் (power)

ஒரு மாறு மின்சாரச் சுற்றில் மின் நிலைமம் கலவாத மின்தடை R ஓம் இருப்பதாகக் கொள்வோம்.

V = V உச்சம் சைன் ωt என்ற சைன் சார்பிலான மின் அழுத்தத்திற்குக் குறுக்காகப் படம் 1-12 (அ) இல் காட்டியுள்ளது போல் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 1-12.

கொடுக்கப்பட்ட மின் அழுத்தத்திற்கும், மின் ஓட்டத்திற்கு மான அலை வடிவம் 1-12 'ஆ' இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் மின் ஓட்டமும் மின் அழுத்தமும் ஒன்றிய நிலையில் இருப்பதைப்

படத்தில் காணலாம். இதற்கான நேரிய வரிப்புப் படம் (Vector diagram) படம் 1-12 'இ' இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மின் ஓட்டமும் மின் அழுத்தமும் ஒன்றிய நிலையில் இருப்பதால் நேரிய வரிப்புப் படம் ஒரே ஒரு கிடைக் கோடாக (horizondal line) காணப்படுகிறது.

திறனின் கண மதிப்பானது கொடுக்கப்பட்ட மின் அழுத்தம், மற்றும் மின் ஓட்டம் கண மதிப்பின் பெருக்கற்பலனே (product) ஆகும்.

$$P = VI \qquad \text{....(1-70)}$$

$$P = V \text{ உச்சம் சைன் } \omega t. \ I \text{ உச்சம் சைன் } \omega t. \qquad \text{....(1-71)}$$

$$P = V \text{ உச்சம் } I \text{ உச்சம் சைன்}^2 \, wt.$$

$$P = \frac{1}{2} V \text{ உச்சம் } I \text{ உச்சம் } (1\text{-கொசைன் } 2^{\omega t}) \qquad \text{....(1-72)}$$

சமன்பாடு 1-72 இல் 1/2V உச்சம் I உச்சம் என்பது மாறிலி (constant) ஆகும். மேலும் மாறக்கூடிய பகுதியானது - 1/2 (V max I max) கொசைன் 2 wt. ஒரு முழு சுழற்சியையும் எடுத்துக் கொண்டால், இந்த மாறக்கூடிய பகுதியின் சராசரி மதிப்பு பூச்சியம் ஆகும்.

திறனளவி (Watt meter) திறனுடைய கணமதிப்பின் சராசரியையே அளக்கிறது.

P = சராசரி திறன = திறனின் மாறாத பகுதி

$$P = 1/2 \, V \text{ உச்சம் } I \text{ உச்சம் } = VI \qquad \text{....(1-73)}$$

$$P = V \frac{\text{உச்சம்}}{\sqrt{2}} \, I \frac{\text{உச்சம்}}{\sqrt{2}} = VI \qquad \text{....(1-74)}$$

இதில் V மற்றும் I என்பது, மின் ஓட்டம், மற்றும் மின் அழுத்தத்திறன் பயன் மதிப்புகளாகும்.

$$\text{எனவே, } V = \frac{V \text{ உச்சம்}}{\sqrt{2}} \quad \text{மற்றும் } I = \frac{I \text{ உச்சம்}}{\sqrt{2}}$$

எடுத்துக்காட்டு 1-8:

25 ஓம் தூய மின் தடை கொண்ட சுற்று ஒன்றில் 300 V யின் அழுத்தமும் 50 ஹெர்ட்ஸ் அலைவு எண்ணும் கொண்ட, மின் இணைப்பு எண்ணும் கொண்ட, மின் இணைப்பு ஒன்றுபொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இச்சுற்றில் பாயும் மின் ஓட்டத்தையும், சுற்று எடுத்துக்கொண்ட திறனையும் கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

மின் அழுத்தம் V = 300 வோல்ட்

அலைவு எண் F = 50 ஹெர்ட்ஸ்

மின் தடை R = 25 Ω

தேவை:

மின் ஓட்டம், திறன்

வழிமுறை:

சுற்றில் பாயும் மின் ஓட்டம் I = V /R

$$I = \frac{300}{25} = 12$$ ஆம்பியர்.

எடுத்துக் கொண்ட திறன் P = VI = 300 x 12 = 3600 வாட்கள்.

விடை:

மின் ஓட்டம் = **12** ஆம்பியர்

திறன் = **3600** வாட்கள்

1-32-2. தூய மின் நிலைமைச் சுற்று (Purely inductive circuit)

இரும்பு உள்ளகம் (Iron core) அல்லது காற்று உள்ளகம் (air core) கொண்ட புறக்கணிக்கத்தக்க (negligible) குறைந்த அளவு மின் தடை கொண்ட கம்பிச் சுருளுக்கு, மின் நிலைமைச் சுற்று என்று பெயர். ஆனால் நடைமுறையில் (Practical) தூய மின் நிலைமம் கிட்டுவதென்பது ஓர் இயலாத செயல். ஏனெனில் மின்

தடையே இல்லாத கம்பிச் சுருள் கிடைப்பதென்பது மிக மிக அரிது.

எடுத்துக்காட்டு:

மின்வொழுக்குத் தடங்கள் அமைவு. (Choke)

மின் நிலைமம் (Inductance)

கடத்தி தன்னுள் பாயும் மின் ஓட்டத்தால் மாறுதல்கள் ஏற்படும்பொழுது தனக்குள்ளே மின் இயக்கு விசையை உண்டாக்கிக் கொள்ளும் தன்மைக்கு மின் நிலைமம் என்று பெயர். மின் நிலைமத்தைத் தன் மின் நிலைமம் (self inductance) பரிமாற்று மின் நிலைமம் (mutual inductance) என இரு வகை களாகப் பிரிக்கலாம்.

தூய மின் நிலைமச் சுற்று ஒன்றுக்குக் குறுக்காக மாறு மின்னோட்ட மின் அழுத்தத்தை இணைக்கும் பொழுது, தன் தூண்டல் மின் இயக்கு விசை ஒன்று (self induced emf) சுற்றில் உண்டாக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு உண்டாக்கப்பட்ட தன் தூண்டல் மின் இயக்கு விசை, கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்திற்கு எதிர்த்திசையில் இயங்குகிறது. இச்சுருளின் மின்தடை புறக்கணிக்கத்தக்க அளவில் இருப்பதால், கொடுக்கப்பபட்ட மின்னழுத்தம், தன் தூண்டல் மின் இயக்கு விசையை ஒவ்வொரு கணத்திலும் (instant) விஞ்சி மேம்பட (Overcome) வேண்டியதிருக்கிறது.

நிலைம மறுப்பை (inductive reactance) XL என்னும் ஆங்கில எழுத்து கொண்டு குறியிடுவர்.

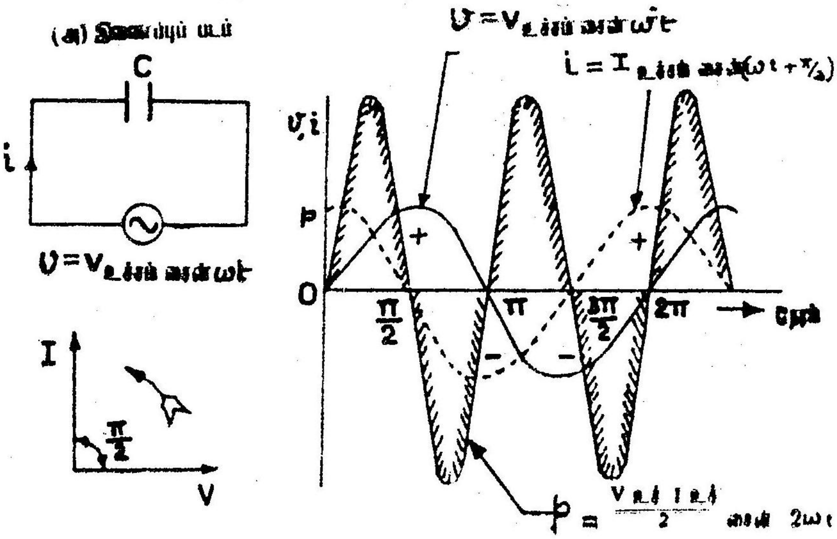
$$XL = WL \quad .... (1\text{-}75)$$

$$XL = 2\pi fL \quad .... (1\text{-}76)$$

இதல் ω என்பது ஆரைக் கோணம்/வினாடி என்ற அலகிலும் 'L' என்பது மின் நிலைமத்தை ஹென்றி என்ற அலகிலும் XL என்பது நிலைம மின் மறுப்பை ஓம் என்ற அலகிலும் குறிக்கிறது.

திறன் (Power)

தூய மின் நிலைமச் சுற்றில் மின் ஓட்டமானது மின் அழுத்தத்தை π/2 ஆரைக்கோணம் (radians) அளவிற்குப் பின்தங்குகிறது'' (lags) இது படம் (1-13) 'ஆ' மற்றும் 'இ' இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் *1-13*

மின் நிலைமச் சுற்றில் திறனின் கண மதிப்பு

P = VI....

= V உச்சம் சைன் ωt x I உச்சம் (சைன் wt - π/2) .... (1-77)

= -V உச்சம் I உச்சம் சைன் ωt கொசைன் ωt .... (1-78)

= - 1/2 V உச்சம் I உச்சம் சைன் 2 ωt .... (1-79)

சராசரித்திறன் என்பது சமன்பாடு *1-79*இன் சராசரி மதிப்பு ஆகும். ஆனால் சைன் 2 ωt = O எனவே. மின் நிலைமச் சுற்றின் சராசரித்திறன் பூச்சியம் ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 1-09.

புறக்கணிக்கப்பட வேண்டிய மின்தடை கொண்ட மின் நிலைமச் சுற்றின் மின் நிலைமம் 0.015 ஹென்றிகள் ஆகும். இச்சுற்றினை 250 வோல்ட் 50 ஹெர்ட்ஸ் கொண்ட மின் இணைப்புடன் இணைப்பதால் ஏற்படும் (அ) நிலைம மின் மறுப்பையும், (ஆ) சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தையும் கண்டு பிடிக்கவும். (இ) மின் நேரிய வரிப்புப் படத்தை வரையவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்

மின் நிலைமம் L = 0.015 ஹென்றிகள்

மின் அழுத்தம் V = 250 வோ.

அலைவு எண் f = 50 ஹெர்ட்ஸ்

தேவை.

(அ) நிலைம மின் மறுப்பு XL

(ஆ) சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம்

இ. நேரிய வரிப்புப்படம்

வழிமுறை:

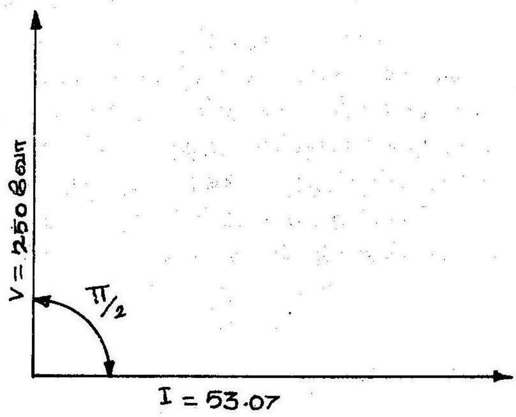
(அ) நிலைம மின் மறுப்பு $XL = \omega L = 2\pi f L$

$= 2 \times 3.14 \; 50 \times 0.015 = 4.71$ ஓம்.

(ஆ) மின்னோட்டம் $= I = \dfrac{V}{XL}$

$= \dfrac{250}{47.1} = 53.07$ ஆம்பியர்.

(இ) நேரிய வரிப்புப்படம்



படம் 1-14.

விடை.

(அ) நிலைம மின் மறுப்பு = 4.71 ஓம்

(ஆ) சுற்றின் மின்னோட்டம் = 53.073 ஆம்பியர்

(இ) நேரிய வரிப்புப்படம் = படம் 1-14இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

1-32-3. தூய மின் தேக்கிச் சுற்று (Purely capacitive circuit)

மின் தேக்கியை மின் ஏற்பி என்றும், மின் தாங்கி என்றும் அழைப்பார்கள். இரண்டு மின் கடத்திகட்கு இடையில் ஒரு கடத்தாப் பொருளைக் கொண்டிருப்பதே மின் தேக்கி ஆகும். இடையே உள்ள கடத்தாப் பொருளுக்கு "மின் தடையம்" (di electric) என்று பெயர். தேக்கியில் காற்று, மைக்கா (Mica) காகிதம், முதலிய பொருள்கள் மின் விளைவு கடத்திகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இரண்டு மின் கடத்தும் தகடுகட்கிடையே ஓர் அலகு (Unit) மின் அழுத்த வேறுபாட்டைஉண்டாக்குவதற்கு எவ்வளவு மின் ஏற்றம் (charge) தேவையோ அதையே மின் தேக்கு திறன் (Capacitance) என விளக்கலாம். மின் தேக்கு திறனைப் பாரட் என்னும் அலகால் அளக்கிறோம். மின் தேக்கி ஒன்றை மாறு மின் ஓட்டச் சுற்றில் இணைக்கும் பொழுது மாறிவரும் (alternate) ஒவ்வொரு கால் சுழற்சியிலும் (Quarter cycle) மின்னேற்றம் (Charge) மற்றும் மின்னிறக்கம் (discharge) மின் தேக்கியில் நிகழ்கிறது. ஆனால் மின் தேக்கியை ஒரு நேர் மின்னோட்டச் சுற்றில் இணைத்தால், சுற்றில் முறிவு ஏற்படுகிறது. அல்லது சுற்றில் அளவிடற்கரிய உயர்ந்த மின் தடையை மின் தேக்கி கொடுக்கிறது.

மின் தேக்கு திறன் 'C' பாரட் கொண்ட சுற்று ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.

இதற்கான கண மின்னோற்றம் nstantaneous charge)

$$Q = Cv \qquad \text{....(1-80)}$$

இதில் V என்பது மின் தேக்கியின் இரு முனைகட்கு இடைப்பட்ட கண மின் அழுத்தம் (Instantaneous Voltage) ஆகும்.

கணமின் ஓட்டம் $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{dv}{dt}$ ....(1-81)

$v = V$ உச்சம் சைன் ωt ....(1-82)

$\frac{dv}{dt} = V$ உச்சம் ω கொசைன் ωt ....(1-83)

$i = C\frac{dv}{dt}$

$i = CV$ உச்சம் ω கொசைன் ωt ....(1-84)

$i = \frac{V \text{ உச்சம்}}{1/\omega C}$ கொசைன் ωt

$i = \frac{V \text{ உச்சம்}}{1/\omega c}$ சைன் $(\omega t + \pi/2)$ ....(1-85)

$\because$ I உச்சம் = $\frac{V \text{ உச்சம்}}{1/\omega C}$ ....(1-86)

எனவே, i = I உச்சம் சைன் (wt + π/2) ....(1-87)

மேலே குறிப்பிட்ட சமன்பாடு **1-87**இல் இருந்து, மின் தேக்கி இணைக்கப்பட்ட மாறு மின் ஓட்டச் சுற்றில் மின் ஓட்டம் மின் அழுத்தத்தை 90° பாகை "முன் தங்குகிறது " (leads) படம் **1-15**இல் அவற்றின் வடிவமும் நேரிய வரிப்புப் படம் காண்பிக்கப் பட்டிருக்கிறது.

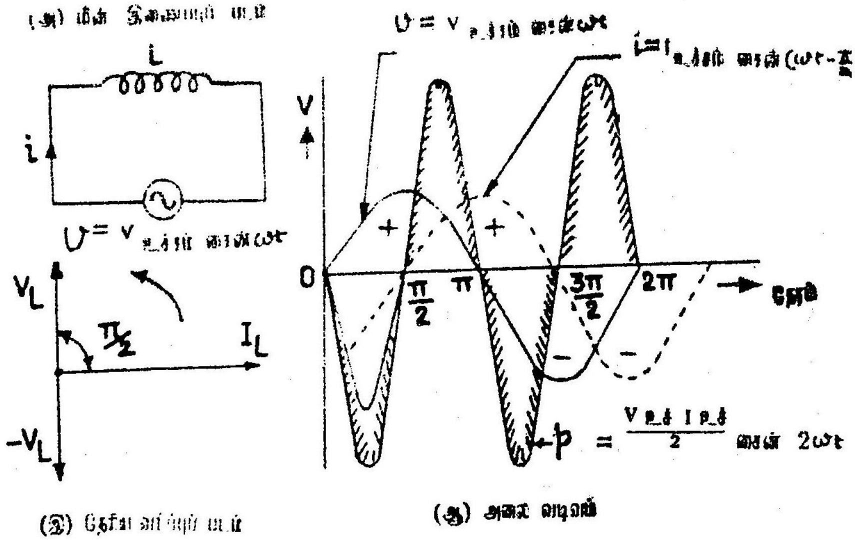
மின் தேக்கி மறுப்பு (Capacitive reactance)

I உச்சம் = $\frac{V \text{ உச்சம்}}{1/\omega C}$

1/ωC என்பது மின்தேக்கி மறுப்பாகும். இதை XC என்னும் ஆங்கில எழுத்து கொண்டு குறியிடுவது வழக்கம்.

அதாவது $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$ ....(1-88)

இதில் 'C' என்பது மின் தேக்கு திறனைப் பாரட் என்ற அலகிலும் 'w' என்பது கோண வேகத்தை (angular velocity) ஆரைக்கோணம்/வினாடி என்ற அலகிலும், மேலும் XC என்பது மின் தேக்கி மறுப்பை ஓம் என்ற அலகிலுமாக, அளந்து குறியிடப்படுகிறது.



படம் 1-15.

திறன் (power)

திறனின் கண மதிப்பு

P = Vi

= V உச்சம் சைன் ωt I உச்சம் சைன் (ωt + π/2)

= V உச்சம் I உச்சம் சைன் ωt கொசைன் ωt

= 1/2 V உச்சம் I உச்சம் சைன் 2ωt ....(1-89)

திறனின் சராசரி மதிப்பு = P சராசரி = $\frac{\text{V உச்சம் I உச்சம்}}{2}$

x Sin 2 ω t

ஒரு முழுச் சுற்றில் சைன் 2wtயின் சராசரி மதிப்பு பூச்சியம் ஆகும். எனவே திறனளவியால் அளக்கப்படும் திறன் பூச்சியம் ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு

1-10. **220** வோ, **60** ஹெர்ட்ஸ் மாறுமின் ஒட்ட இணைப் பிற்கும் குறுக்காக, **50** மைக்ரோ பாரட் மின் தேக்கு திறன் கொண்ட மின் தேக்கி இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இச்சுற்றின் (அ) மின் தேக்கி மறுப்பு (ஆ) சுற்றில் பாயும் மின் ஒட்டம் இவைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும் (இ) நேரிய வரிப்புப் படம் வரையவும்.

கொடுக்கப்பட்டவிவரங்கள்

மின் தேக்கு திறன் C = 50 மைக்ரோ பாரட்

மின் அழுத்தம் V = 220 வோ.

அலைவு எண் C = 50 ஹெர்ட்ஸ்

தேவை.

மின் தேக்கி மறுப்பு Xc

மின் ஒட்டம்.

நேரியவரிப்புப் படம்

வழிமுறை:

மின் தேக்கி மறுப்பு $= X_C = \dfrac{1}{2\pi fC}$

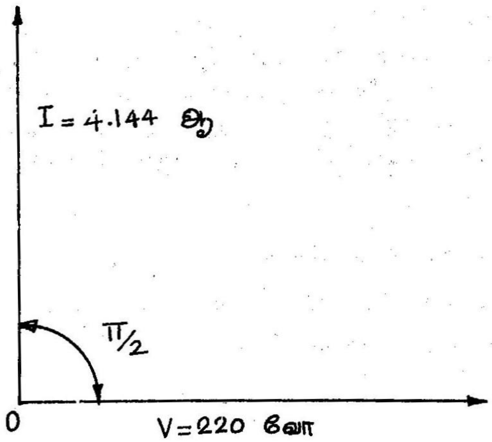
$$= \frac{1}{2 \times 3.14 \times 60 \times 50 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{18840 \times 10^{-6}}$$

$$= \mathbf{53.078} \text{ ஓம்.}$$

சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம் $I = \dfrac{V}{X_C}$

$$= \frac{220}{53.078} = 4.144 \text{ ஆம்பியர்.}$$



படம் : *1-16*

விடை:

(அ) ***53. 078*** **ஓம்.**

(ஆ) ***4.144*** **ஆம்பியர்**

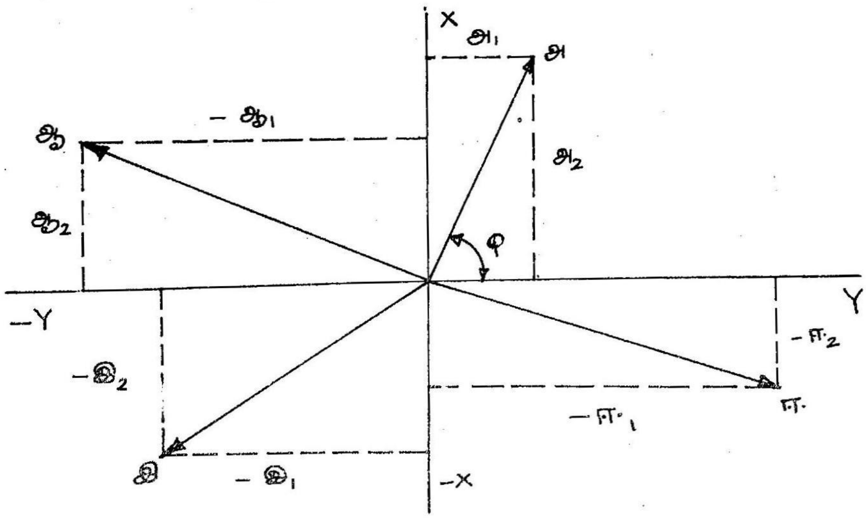
(இ) நேரிய வரிப்புப் படம், படம் ***1-16***இல் காண்பிக்கப் பட்டுள்ளது.

1-33-1. நேரியம் மற்றும் பல்திறக்கூட்டொருமைக் குறியீடுகள். (Phasors and Complex representation)

நேரியக் கணியம் என்பது அளவும் திசையும் கொண்ட ஒரு இயற்கணியம் (Physical quantity) ஆகும். இந்த நேரியக் கணியங்களின் மதிப்பைக் கண்டறிய வேண்டுமானால் அவைகளின் அளவு, திசை, மற்றும் நகரும் திசையும் நமக்குத் தெரிந்திருக்கவேண்டும். இவைகள் நேரியம் எனப்படும். நேர் கோடுகளால் குறிக்கப்பட்டும் இக்கோட்டின் நீளம், மாறு மின்னோட்டக் கணியத்தின் அளவையும், மாட்டேறு அச்சிற்கும்

கோட்டிற்கும் இடைப்பட்ட கோணம். கணியத்தின் சுழற்சியையும கோட்டிலுள்ள அம்புக்குறி கணியம் செயல்படும் திசையையும் குறிக்கிறது. உண்மையில், நேரியம் என்பது மாறு மின்னோட்ட மின் அழுத்தம் மற்றும் மின் ஓட்டங்களை எளிதாகக் குறிக்கவும், மாறு மின்னோட்டக் கணியங்கட்கான, கணக்கீடுகட்கு எளிதில் தீர்வு காண உதவும் ஒரு சுருக்கெழுத்து முறையாகும்.

மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகளிலுள்ள மூலகங்களின் அளவையும், திசையையும் (Direction) அறிய நேரியக் கணியங்களைப் பல்திறக் கூட்டொருமை வடிவத்தில் எழுதலாம். ஒரு நேரியத்தை இரண்டு செவ்வகக் கூறுகளாகப் (Recctangular Components) பிரிக்கலாம். ஒரு கூறு கிடைக்கூறு (Horizontal components) என்றும் மற்றொன்று நிலைக்கூறு (Veritical component) என்றும் பெயரிட்டழைக்கப் பெறும். இதை முறையே வினைக்கூறு (active componenet) என்றும் எதிர் வினைக்கூறு (Reactive component) என்றும் அழைப்பர். இரண்டு கூறுகளும் 90° நிலை வேறுபாட்டில் (Phase difference) இருக்கின்றன. கிடை அச்சின் (Horizontal axis) மறுபெயர் மாட்டேறு அச்சு (Referennce axis) ஆகும்.



படம் 1-17.

படம் 1-17 இல் அ, ஆ, இ மற்றும் ஈ என்னும் நான்கு நேரியங்கள் முறையே நான்கு கால் வட்டங்களில் (quadrant) காட்டப்பட்டுள்ளன. 'அ' என்ற நேரியம் மாட்டேறு அச்சுடன் அதாவது கிடை அச்சுடன் φ என்ற கோண வேறுபாட்டில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

'A' என்ற நேரியத்தின் கிடைக் கூறு $A_1 = A \text{ Cosine } \varphi$ ...(1–90)

மேலும் 'A' என்ற நேரியத்தின் நிலைக்கூறு

$$A_2 = A \sin \varphi \qquad \text{....(1-91)}$$

இந்த நேரியத்தைச் சமன்பாடு 1-92இல் குறியீட்டுருவாகக் (symbolically) காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$\bar{A} = A_1 + J A_2 \qquad \text{....(1-92)}$$

$\bar{A} = A_1 + J A_2$ இதில் J என்ற குறி செயல் ராசி (operator) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. A_1 என்ற கூறும் A_2 என்ற கூறும் ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாக அமைந்திருப்பதைச் சமன்பாடு 1-92இல் குறிக்கிறது. இதே போல் நேரியங்கள் B, C மற்றும் D முறையே,

$$\bar{B} = B_1 + J B_2 \qquad \text{....(1-93)}$$

$$\bar{C} = C_1 + J C_2 \qquad \text{....(1-94)}$$

$$\bar{D} = D_1 - J D_2 \qquad \text{....(1-95)}$$

என்று குறியீட்டுருப் பெறுகிறது. நேரியக் கணிய மொன்றைக் குறியிடுவதற்கு எழுத்துகளுக்கு மேல் அல்லது கீழ் கோடு ஒன்று போடப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக அல்லது "A" நேரியம் A வை எண்ணளவில் (numerically)

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \qquad \text{....(1-96)}$$

என்று குறிக்கப்படுகிறது.

$$\text{இதன் கோணம் } \varphi = \tan^{-1} \frac{A_2}{A_1} \qquad \text{....(1-97)}$$

1-33-2. செயல் ராசி "J" ன் உட்கருத்து (Significance of operator J)

இதில் J என்ற எழுத்து செயல் ராசி ஆகும். இந்தக் குறியீடு, இடஞ்சுழித்திசையில் நேரியம் **90** பாகை நகர்ந்ததைக் குறிக்கிறது. இதன் எண்ணியல் (Numerical) மதிப்பு $\sqrt{-1}$ ஆகும். இந்த J குறியீட்டின் இரட்டைச் செயல்பாடு (operation) நேரியம் இடஞ் சுழித்திசையில் **180** பாகை நகர்ந்ததைக் குறிக்கிறது.

$$JJ = J^2 = (\sqrt{-1})^2 = -1 \qquad ....(1\text{-}98)$$

நேரியம், மேலும் 90° இடஞ்சுழித்திசையில் நகர்ந்தால் (மாட்டேறு அச்சில் இருந்து மொத்தம் **270** பாகை). இதை,

$$J.J.J. = J^2\ J - J = -J \qquad ....(1\text{-}99)$$

மேலும் 90□ பாகை இடஞ்சுழித்திசையில் நகர்ந்து ஒரு சுழற்சியை முடித்து தொடங்கிய பழைய இடத்திற்கே வந்து விட்டால் இதை

$$J^4 = J^2\ J^2 = (-1)\ (-1) = +1 \qquad ....(1\text{-}100)$$

மேலும் $\frac{1}{J} = \frac{1}{J} \cdot \frac{J}{J} = \frac{J}{J^2} = \frac{J}{-1} = -J \qquad ....(1\text{-}101)$

1-33-3. பல்திறக் கூட்டுத்துணை எண்கள் (Complex conjugate numbers)

இரண்டு எண்கள் கால்வட்டக் கூறுகளினுடைய குறிக்கணிக்கியல் சார்ந்த (algebric) குறியீடுகளில் (Sign) மட்டும் முரண்பாடுமே (differ) யானால் அவ்விரண்டு எண்களும் துணை எண்கள் என்று சொல்லப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ($அ_1$ + J $அ_2$), ($அ_1$- J $அ_2$) வும் துணை எண்களாகும். இரண்டு துணை எண்களின் கூடுதல் ஒன்றிய நிலைக் (inphase) கூறுகளையும், அதன் வேறுபாடுகள் **90** பாகை நிலை விலக்கக் (கால்வட்டக்) கூறுகளையும் கொடுக்கிறது. இரண்டு துணை எண்களின் பெருக்கற் பலனானது அதன் அளவின் (magnitude) இருபடியான (square) புனைவல்லாத முழு (real) எண்ணாகும்.

1-33-4. நேரியங்களின் கூட்டலும், கழித்தலும் (Addition and subtraction of Vector)

பல்வேறான, பல்திறக் கூட்டு எண்களின் கூட்டல் தொகையானது அந்த எண்களின் புனைவல்லாத, முழு (real) எண்களின் குறிக்கணக்கியல் சார்ந்த கூடுதலும் மற்றும் அதே எண்களின் கற்பனைப் பகுதியின் (imaginaryPart) குறிக்கணக்கியல் சார்ந்த கூடுதலுமாகும். பல் திறக் கூட்டு எண்களின் கழித்தலுக்கும் இந்த முறை பின்பற்றப்படுகிறது.

உதாரணம்:

$(A_1 + J A_2)$ மற்றும் $(K_1 + J K_2)$ என்ற இரு பல்திறக் கூட்டு எண்களைக் கூட்டும் பொழுது, அதன் கூட்டற் பலனானது

$$(A_1 + K_1) + J (A_2 + K_2) \qquad \text{....(1-102)}$$ ஆகும்.

இதே எண்களைக் கழிக்கும்பொழுது, கழித்தற் பலனானது,

$$(A_1 - K_1) + J (A_2 - K_2) \qquad \text{....(1-103)}$$ ஆகும்.

1-33-5 நேரியங்களின் பெருக்கலும், வகுத்தலும் (Multiplication and division of vectors)

நேரியங்களின் பெருக்கலும் வகுத்தலும் பொதுவான ஈருறுப்புகளின் (binomials) பெருக்கல், வகுத்தல் போலவே செய்யப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக,

$$= (A_1 + J A_2)\ (K_1 - JK_2)$$

$$= A_1 K_1 + JA_1 K_2 + J A_2 K_1 + J^2 A_2 K_2$$

$$= (A_1\ Ksub1 - A_2 K_2) + J (A_1 K_2 + A_2 K_1) \quad (\because J^2 = -1) \quad \text{....(1-104)}$$

வகுத்தலின் போழ்து, தொகுதி எண்ணும் (numerator), பகுதி எண்ணும் (Denominator) பகுதியின் துணை எண்ணால் (conjugate) பெருக்கப்படவேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

$$\frac{(A_1 + JA_2)}{(k_1 + JK_2)} = \frac{(A_1 + JA_2)}{(K_1 + JK_2)} = \frac{(k_1 - JK_2)}{(K_1 - JK_2)}$$

$$= \frac{(A_1 + JA_2)(K_1 - JK_2)}{K_1^2 + K_2^2}$$

$$= \frac{A_1K_1 - JA_1K_2 \times JA_2K_1 + A_2K_2}{K_1^2 + K_2^2}$$

$$= \frac{A_1K_1 + A_2K_2}{K_1^2 + K_2^2} + J\frac{(A_2K_1 - A_2K_2)}{K_1^2 + K_2^2}$$

1-33-6 கோண இயல் வடிவத்தில், நேரியங்களின் குறியீடுகள் (Triganometrical form of vector reprsentaiton)

படம் 1-16ல் காட்டப்பட்டுள்ள 'அ' என்ற நேரியம், கோண இயல் வடிவத்தில் விளக்கப்படும்பொழுது,

$A_1 = A\ Cosine\ \varphi$ மற்றும் $A_2 = A\ Sin\ \varphi$

ஆகையால் $\overline{A} = A_1 + JA_2 = A\ cosine\ \varphi + JA \sin\varphi$

$= A(cosine\ \varphi + J\sin\varphi)$

பொதுவாக, $\overline{A} = A\ (cosine\ \varphi \pm J\sin\varphi)$ ....(1-106)

மாட்டேறு அச்சிற்கும், நேரியத்திற்கும் இடைப்பட்ட நிலைக் கோணம் (Phase angle) ஆகும். நேர்க் கோணம் (Positive angle) என்பது இடஞ்சுழித் (Counter clockwise) திசையில் (Clockwise direction) அளக்கப்படுவதற்கு எதிர்கோணம் (Negative angle) என்று பெயர்.

1-33-7. அடுக்குக் குறி வடிவத்தில் நேரியங்களின் குறியீடுகள். (Exponential form of vector reprsentation)

இயூலரின் சமன்பாட்டின் (Euler's eduation) படி

$e^{j\varphi} = cosine\ \varphi + J \sin \varphi$ ....(1-107)

இதே போல், நேரியம் "அ" என்பது

$\bar{A} = Ae^{j\theta}$ ....(1-108)

இதில் e என்பது இயற்கை மடக்கையின் (Natural logarithm) அடி (base) ஆகும். பொதுவாக,

$\bar{A} = Ae^{\pm j\theta}$

இதில் 'அ' என்பது நேரியத்தின் உறுதகவ (modulus) அல்லது அளவு (magnitude) ஆகும். மேலும் φ என்பது மாட்டேறு அச்சிலிருந்து அளக்கப்பட்ட கோணம் ஆகும்.

1-33-8. துருவம் சார்ந்த வடிவத்தில் நேரியங்களின் குறியீடுகள்

படம் 1-17இல் காட்டப்பட்டுள்ள நேரியம் 'அ'வைத் துருவம் சார்ந்த வடிவத்தில்

$\bar{A} = A \angle \varphi$ பொதுவாக இவ்வடிவத்தில்

$\bar{A} = A \angle \pm \varphi$

இதில் 'அ' என்பது நேரியத்தின் உறுதகவு (modulus) அளவு (magnitude) மற்றும் θ என்பது மாட்டேறுவிலிருந்து அளக்கப்பட்ட கோணம் ஆகியவற்றைக் குறிக்கிறது.

நேரியங்களைப் பெருக்கும்பொழுது அதன் அளவுகளை (magnitude) அதாவது உறுதகவுகளை (modulus) முதலில் பெருக்கி, பின்னர் அதற்கான கோணங்களைக் குறியீட்டு முறையில் கூட்ட வேண்டும்.

இதே போல் நேரியங்களை வகுக்கும் பொழுதும், உறுதகவு களை வகுத்து அதன் ஈவை எடுத்துக்கொண்டு, பின்னர் கோணங் களைக் குறியீட்டு முறையில் (algebraic) கழிக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாகத் துருவம் சார்ந்த வடிவத்தில் இரண்டு நேரியங்களை எடுத்துக் கொள்வோம்.

$$\bar{A} = A \angle\alpha \quad \text{மற்றும்} \quad \bar{K} = K \angle\beta$$

$$\bar{A}\bar{K} = AK \angle\alpha + \beta \qquad ....(1\text{-}111)$$

$$\frac{\bar{A}}{\bar{K}} = \frac{A}{K} \angle\alpha - \beta \qquad ....(1\text{-}112)$$

இதே போல் அடுக்குக்குறி வடிவத்தில் இரண்டு நேரியங்களை எடுத்துக் கொள்வோம்.

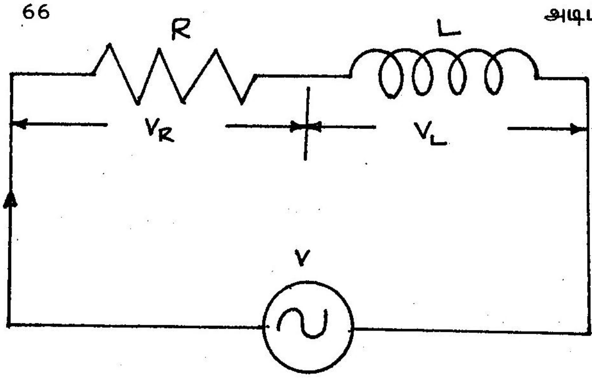
$$A = Ae^{j\alpha} \quad \text{மற்றும்} \quad B = Be^{j\beta} \qquad ....(1\text{-}113)$$

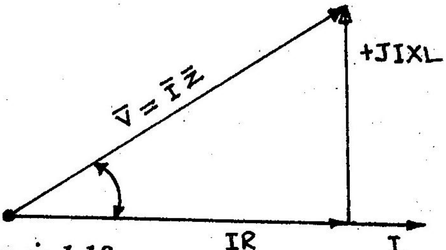
$$\frac{\bar{A}}{\bar{K}} = \frac{A}{K}\, e^{j(\alpha - \beta)} \qquad ....(1\text{-}114)$$

பொதுவாகப்பல் திறக்கூட்டொருமைக் குறியீட்டு முறையை, நேரியங்களின் கூட்டலுக்கும், கழித்தலுக்கும் பயன்படுத்துவதும், மற்றும் துருவம் சார்ந்த வடிவம் அல்லது அடுக்குறி வடிவத்தை நேரியங்களின் பெருக்கலுக்கும் வகுத்தலுக்கும் பயன்படுத்துவதும், மிக எளிமையான மேலும் வசதியான முறைகளாகும்.

1-34 மாறு மின்னோட்டச்சுற்றினை நேரிய முறையில் குறியிடுதல்.

படம் **1-18**இல் காட்டியுள்ளதுபோல் ஒரு மாறுமின்னோட்டச் சுற்றினை எடுத்துக்கொள்வோம். மின்நிலைமம் கலவாத மின்தடை R ஓம் என்பதோடு மின் நிலைமம் L ஹென்றியை (நிலைம மின் மறுப்பு XL ஓம்) தொடர் அடுக்கில் (series) மாறுமின்னோட்ட இணைப்பு "V" வோல்ட்டுக்குக் குறுக்கே இணைப்பதாகக் கொள்வோம்.





படம் *1-18*

அ. இணைப்படம் ஆ. நேரியவரிப்புப் படம்.

இதில் மின்னோட்டம் I என்பது, மாட்டேறாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இம்மின்னோட்டத்தை

$I = I + J0$ அல்லது $I \angle 0$

என்று குறியிடுகிறோம்.

மின்தடை R க்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கத்தை (Voltage drop) V = IR (1-116) என்று குறியிடப்படுகிறது. இந்த மின் அழுத்த இறக்கமும் மின்னோட்டமும் ஒன்றிய நிலையில் இருக்கின்றன. எனவே, இது

$$IR + J0 \qquad ....(1\text{-}117)$$

என்று குறியிடப்படுகிறது. மேலும் இதேபோல் நிலைம மின் மறுப்பிற்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம்

$$V_L = I X_L \qquad \text{....(1-118)}$$

என்று குறியிடப்படுகிறது. இதில் ஏற்படும் மின்அழுத்த இறக்கத்திற்கும், மின்னோட்டத்திற்கும் 90 பாகை நிலை விலக்கம் உள்ளது. மின் நிலைமம் கலந்த இச்சுற்றில் மின்னோட்டம் 90 பாகை பின் தங்குகிறது (lags). எனவே, இச்சுற்றிக்குக் குறுக்காக இணைக்கப் பட்டுள்ள மொத்த மின் அழுத்தத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறியிடலாம்.

$$\bar{V} = \bar{V}_R + \bar{V}_L \qquad \text{....(1-119)}$$

$$= (IR + Jo) + (O + JI\,X\,L)$$

$$= I\,(R + JXL) \qquad \text{....(1-120}$$

$$= \bar{V} = \bar{I}\,\bar{Z} \qquad \text{....(1-121)}$$

இதில் Z என்பது "மின் எதிர்ப்பு" (impedance) ஆகும். மேலும் இதை,

$$\bar{Z} = R + J\,XL \qquad \text{....(1-122)}$$

என்றும் அல்லது

$Z \angle \varphi$ அதில்

$$Q = \tan^{-1} \frac{XL}{R} \qquad \text{....(1-123)}$$

என்றும் குறியிடுவர். இச்சுற்றில் மின் அழுத்தத்தையும் கொள்ள லாம். இவ்வாறு எடுப்பின்

$V\,(1 + Jo)$ அல்லது ....(1-124)

$V \angle O$ என்றும்

மேலும் மின்னோட்டம் I என்பதை,

$$\bar{I} = \frac{\bar{V}}{Z} = \frac{V + JO}{R + JXL} X \frac{(R - JXL)}{(R - JXL)} = \frac{VR}{R^2 + XL^2} - J\frac{VXL}{R^2} + XL^2 \qquad \text{....(1-125)}$$

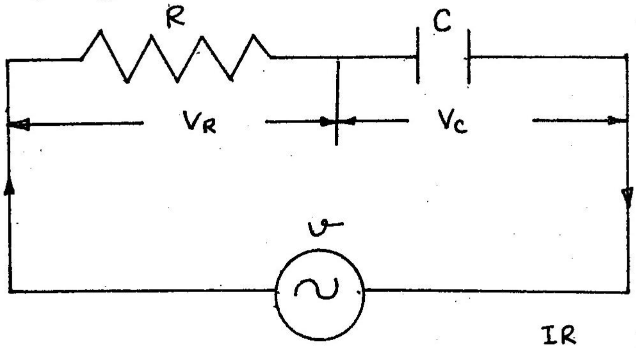
என்றும், இதே போல் துருவம் சார்ந்த வடிவத்தில்,

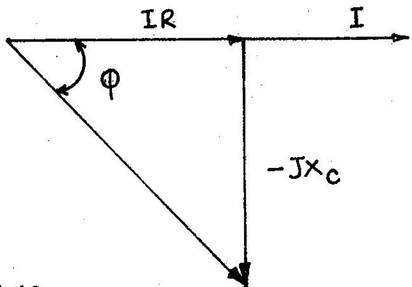
$$\bar{I} = \frac{\bar{V}}{\bar{Z}} = \frac{V}{Z}\ \ O - Q\ = \frac{V}{Z}\ -Q$$

என்றும் குறியிடுவர்.

இதில் $Q = \tan^{-1} \frac{XL}{R}$ ....(1-127)

மின்தேக்கியும் மின்தடையும் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்று ஒன்று படம் 1-19இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.





படம் 1-19

அ. இணைப்புப்படம் ஆ. நேரிய வரிப்புப்படம்

இதில் மின்னோட்டம் என்பதை மாட்டேறாக எடுத்துக் கொண்டால் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மின் அழுத்தம்,

$\overline{V} = \overline{VR} + \overline{VC}$ ....(1-128)

$= (IR + JO) + (O - JIXC)$

$= I\,(R - XC)$

$= IZ$ ....(1-129)

இதில் மின் எதிர்ப்பு $\bar{Z} = (R - XL)$ அல்லது

$$\bar{Z} = Z \angle{-\varphi}$$

$$\text{இதில் } Q = \tan^{-1}\frac{XC}{R} \qquad ....(1\text{-}130)$$

பொதுவாக மின் எதிர்ப்பைப் பல்திறக்கூட்டொருமைக் குறியீட்டில்

$$\bar{Z} = (R \pm JX) \qquad ....(1\text{-}131)$$

என்றும், துருவம் சார்ந்த குறியீட்டில் $\bar{Z} = ZL + \varphi$ என்றும் குறியிடுவர்.

மின்நிலைமச் சுற்றிற்குக் கூட்டல் குறியும், மின் தேக்கிச் சுற்றிற்குக் கழித்தல் குறியும் பயன்படுத்தப்படுகிறன்றன. இதே போல் மின்னேற்பு என்பதனை (admittance)

$$\bar{Y} = (O \pm JB) \text{ அல்லது} \qquad ....(1\text{-}132)$$

$$\bar{Y} = Y \angle{\pm\varphi} \text{ இதில்}$$

$$\varphi = \tan^{-1}\frac{B}{G} \qquad ....(1\text{-}133)$$

என்றும் குறியிடுவர்.

சமன்பாடு **1-132**ல் Y என்பது மின் ஏற்பையும் (admittance) G என்பது மின் கடத்தாற்றலையம் (conductance) B என்பது மின் உணர்வேற்பையும் (suseptance) குறிக்கின்றன. இரண்டாவது அத்தியாயத்தில் இம்மூன்றையும் பற்றி விரிவாக்காணலாம்.

மின் தேக்குசுற்றிற்குக் கூட்டல் குறியும், மின் நிலைமச் சுற்றிற்குக் கழித்தல் குறியும் பயன்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு 1-11:

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள நேரியங்கள் இரண்டையும் (5 + j6) மற்றும் (2 +j 3) (அ) கூட்டவும் (ஆ) கழிக்கவும் (இ) வகுக்கவும் (ஈ) பெருக்கவும்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்கள்:

இரண்டு நேரியங்கள் $(5 + j6)$ மற்றும் $(2 + j3)$

தேவை:

கூட்டல் கழித்தல்
பெருக்கல் வகுத்தல்

வழிமுறை:

(அ) கூட்டல்:

$(5 + j6)\ (2 + j3)$
$= 5 + 2 + j6 + j3$
$= 7 + j9$

(ஆ) கழித்தல்:

$(5 + j6) - (2 + j3)$
$= 5 - 2 + j6 - j3$
$= 3 + j3$

(இ) பெருக்கல்:

$$(5 + j6)\ (2 + j3) = 10 + j15 + j12 + j^2\ 18 = 10 + j27 - 18$$
$$= -8 + j27$$

(ஈ) வகுத்தல்:

$$\frac{5 + j6}{2 + j3}$$
$$= \frac{5 + j6}{2 + j3}\ \frac{2 - j3}{2 - j3} = \frac{(5 + 6)\ (2 - j3)}{4 + 9}$$
$$= \frac{10 - j15 + j12 + 18}{13} = \frac{28 - j3}{13}$$
$$= 2.15 - j0.23$$

விடை:

(அ) கூட்டல் $(7 + j9)$

(ஆ) கழித்தல் $(3 + j3)$

(இ) பெருக்கல் $(-8 + j27)$

(ஈ) வகுத்தல் $(2.15 - j0.23)$

எடுத்துக்காட்டு 1-12:

கொடுக்கப்பட்ட மூன்று நேரியங்களின் உதவியோடு கீழ்க் கண்ட சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கவும்.

$\overline{A} = 10 + j5$; $\overline{B} = 25 \angle -60$ மற்றும் $\overline{C} = 10 + jo$

(1) $\dfrac{\overline{A}\ \overline{C}}{\overline{B}}$ மற்றும் $\dfrac{\overline{B}\ \overline{C}}{\overline{A}}$

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

$\overline{A} = 10 + j5$

$B = 25 \angle -60$

$\overline{C} = 10 + jo$

தேவை:

(1) $\dfrac{\overline{AC}}{A}$

(2) $\dfrac{\overline{B}\ \overline{C}}{\overline{A}}$

வழிமுறை:

எல்லா நேரியங்ளையும் துருவம் சார்ந்த அமைப்பில் மாற்றி எழுதிக் கொள்ளவும்.

$\overline{A} = 10 + j5$

அளவு $= 10^2 + 5^2 = \sqrt{100 + 25} = \sqrt{125} = 11.18$

$\varphi = \tan^{-1} 5/10 = \tan^{-1} 0.5 = 26.56^\circ$

$= 11.18 \angle 26.50^\circ$

$\overline{C} = 10 + o = \sqrt{10^2 + 0^2} = 10$

$\varphi = \tan^{-1} 0/10 = \tan^{-1} 0 = O$

$= 10 \angle O$

$\overline{B} = 25 \angle -60^\circ$

(1) $\dfrac{\overline{A}\ \overline{C}}{\overline{B}} = \dfrac{11.18 \angle 26.56 \times 10 \angle 0}{25 \angle -60} = \dfrac{111.8 \angle 26.56}{25 \angle -60^\circ}$

$= 4.47 \quad 86^\circ . 56^\circ$

(2) $\dfrac{\overline{B}, \overline{C},}{\overline{A}} = \dfrac{25 \angle -60 \times 10 \angle 0}{11.18 \angle 26.56^\circ} = \dfrac{250 \angle 60^\circ}{11.18 . 26.56^\circ}$

$= 22.36 \angle -86.56^\circ$

விடை:

(1) $4.47 \angle 86.56^\circ$

(2) $22.36 \angle -86.56^\circ$

எடுத்துக்காட்டு 1-13:

4 Ω தூய மின் தடையும் 0.1 ஹென்றி மின் நிலையமும், தொடர் அடுக்கில், $220 \angle 30^\circ$, 50, ஹெர்ட்ஸ் மாறு மின்னோட்டச் சுற்றிகுறுக்காக, இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கண்டு பிடிக்கவும். நேரிய வரிப்புப்படத்தை வரையவும்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்கள்:

$R = 4 - \Omega$

$L = 0.1$ ஹென்றி

$V = 220 \angle 30^\circ$

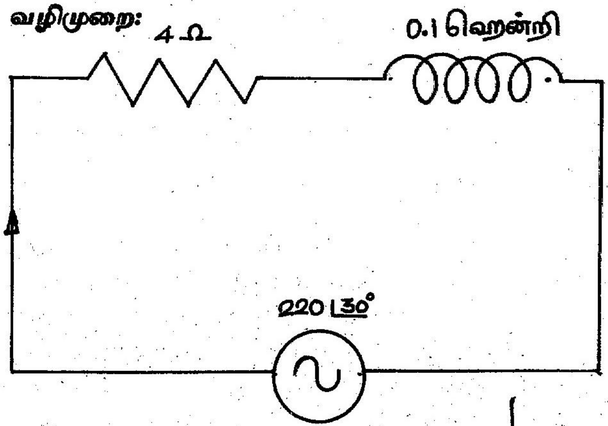
$f = 50$ ஹெர்ட்ஸ்

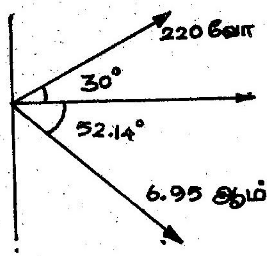
தேவை:

சுற்றில் பாயும் மின்னரோட்டம்

நேரிய வரிப்புப் படம்

வழிமுறை:





படம்: 1-20

அ. இணைப்புப் படம் ஆ. நேரிய வரிப்புப்படம்

L = 0.1 ஹென்றி

$XL = 2\pi f L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.1$

$= 31.42\,\Omega$

$R = 4\,\Omega$

$Z = \sqrt{R^2 + XL^2} = \sqrt{(4)^2 + (31.42)^2} = \sqrt{16 + 987.21}$

$= \sqrt{1003.21} = 31.67\,\Omega$

$\varphi = \tan^{-1} \frac{31.42}{4} = \tan^{-1} 7.855 = 82.74\square$

$Z = 31.67 \angle 82.74^{\circ}$

$I = V/Z = \frac{220 \angle 30^{\circ}}{31.67 \angle 82.74^{\circ}} = 6.95 \angle -52.74^{\circ}$

விடை:

மின்னோட்டம் 6.95 $\angle -52.14^{\circ}$

நேரிய வரிப்புப்படம்; படம் 1-20 ஆல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு 1-14.

மின் நிலைமம் கலவாத 50 Ω மின்தடை 150 மைக்ரோபாரேட் தூய மின் தேக்கியுடன், தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப் பட்டு, இவ் இணைப்பு 250 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் இணைப் பிற்குக் குறுக்காக இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இச்சுற்றின் (அ) மின் எதிர்ப்பு (ஆ) மின் ஒட்டம் (இ) மின் தடைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம் இ மின்தேக்கிக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கத்தைக் கண்டு பிடிக்கவும் .

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

R = 50

C = 150 மைக்ரோபாரட்

V = 250 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ்

தேவை.

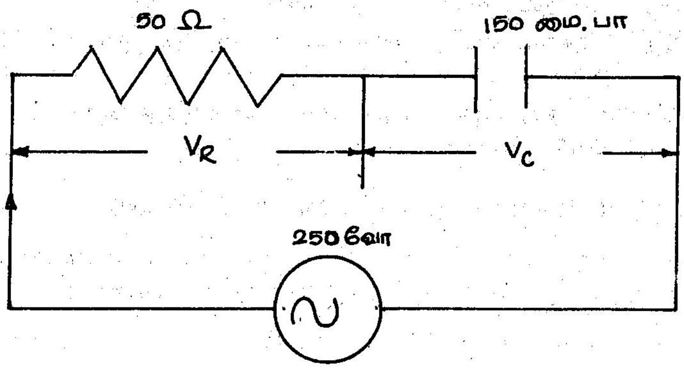
(அ) மின்எதிர்ப்பு

(ஆ) மின்ஒட்டம்

(இ) மின்தடைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின்அழுத்த இறக்கம்

(ஈ) மின்தேக்கிக்குக் குறுக்காக உள்ள மின்அழுத்த இறக்கம்.

வழிமுறை:



படம்:1-21

$C = 150 \times 10^{-6}$ பாரேட்.

$$XC = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{10^6}{2 \times 3.14 \times 50 \times 150}$$

$$= 21.23\,\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XC^2}$$

$$= \sqrt{(50)^2 + (21.23)^2}$$

$$= 54.32\,\Omega$$

$I = \frac{V}{Z} = \frac{250}{54.32} = 4.6$ ஆம்பியர்.

$VR = IR = 4.6 \times 50 = 23$ வோல்ட்.

$VC = I \times C = 4.6 \times 21.23 = 97.658$ வோல்ட்.

விடை

(அ) மின் எதிர்ப்பு = 54.32 ஓம்

(ஆ) மின் ஓட்டம் = 4.6 ஆம்பியர்

(இ) மின்தடைக்குக் குறுக்கான மின்அழுத்த இறக்கம் = 23 வோல்ட்

(ஈ) மின்தேக்கிக்குக் குறுக்கான மின்அழுத்த இறக்கம் 97.658 வோல்ட்

1-35 மாறுமின்சுற்றில் திறன் (Power in AC. Circuit):-

மின்சுற்று ஒன்றில் மின்தடையும், மின் நிலையமும் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கொள்வோம்.

திறனின் கணமதிப்பு p = VI ....(1-134)

இதில் v = V உச்சம் சைன் wt

மற்றும் i = I உச்சம் சைன் (wt - φ)

P = V உச்சம் சைன் ωt I உச்சம் சைன் (ωt - φ)

= V உச்சம் I உச்சம் சைன் ωt சைன் (ωt - φ)

= V உச்சம் I உச்சம் 1/2 (கொசைன் - கொசைன் (2wt - φ) (1–135)

1 -35- 1 சராச்ரித்திறன்.

P = V உச்சம் I உச்சம் 1/2 (கொசைன் φ – கொசைன் (2ωt - φ) ....(1–136)

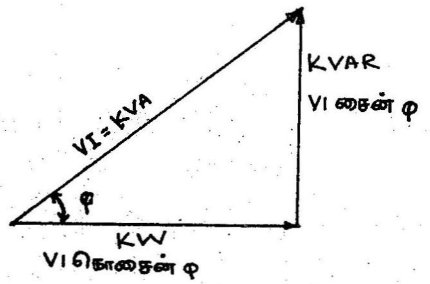
$$P = \frac{V\ \text{உச்சம்}}{\sqrt{2}}\ \frac{I\ \text{உச்சம்}}{\sqrt{2}}\ \text{கொசைன்}\ \varphi \qquad ....(1\text{-}132)$$

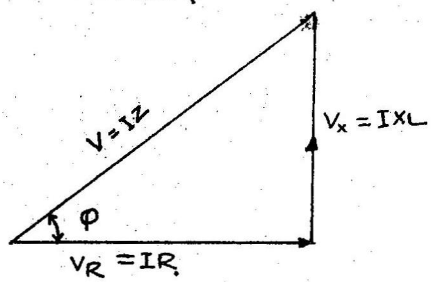
$$P = V.I\ \text{கொசைன்}\ \varphi\ \text{வாட்கள்}\ \left(V\ \text{சஇமு} = \frac{V\ \text{உச்சம்}}{\sqrt{2}} \right)$$

1-35-2. தோற்றத்திறன் (Apparent Power)

V மற்றும் I மின் பெருக்கத்திற்குத் தோற்றத்திறன் என்று பெயர். இதில் P என்பது சராசரித்திறனை குறிக்கிறது. படம் 1-22

இல் (அ) ஒரு மின் அழுத்த முக்கோணம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் VR - IR என்பது மின் அழுத்தம் ற யின் செயல்கூறு (active component) ஆகும் மேலும் V_X = IXL என்பது மின்அழுத்தம் V யின் எதிர் விளைவுறு கூறு (reactive component) ஆகும். படம் 1-22 'ஆ' இல் திறன் முக்கோணம் காட்டப்பட்டுள்ளது.





படம்: 1-22

1-35-3 செயல் திறன் (active power)

VI கொசைன் φ என்பது சுற்றின் செயல்திறன் என்றழைக்கப் படுகிறது. இதன் அலகு வாட் (watt) ஆகும்.

1-35-4. எதிர் விளைவுறு திறன் (reactive power)

VI சைன் φ என்பது சுற்றின் எதிர்விளைவுறு திறன் (reactive power) என்றழைக்கப்படுகிறது. இதன் அலகு வோல்ட் ஆம்பியர் எதிர் விளைவு (volt ampere reactive) ஆகும்.

சுற்றில் மொத்த வோல்ட்- ஆம்பியர்கள் என்பது செயல் வோல்ட் - ஆம்பியர் ±j எதிர்விளைவு வோல்ட் - ஆம்பியர்.

1.35-5. திறன்கூறு (power factor)

ஒரு சுற்றில், சராசரித் திறனுக்கும், தோற்றத்திறனுக்கும் உள்ள விகிதமே, திறன்கூறு என்றழைக்கப்படுகிறது.

$$\text{கொசைன் } \varphi = \frac{P}{VI} \qquad .....(1\text{-}134)$$

திறன் கூறை, பயனுடை மின்னோட்டத்திற்கும் (useful current), மொத்த மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதம் என்றும் விளக்கலாம்.

$$\text{எனவே, திறன் கூறு கொசைன் } \varphi = \frac{R}{Z} \qquad ...(1\text{-}135)$$

இதில் R என்பது தூய மின்தடையையும், மேலும் 'Z' என்பது சுற்றின் மின் எதிர்ப்பையும் குறிக்கிறது.

மின்னோடிகளிலும் (Motor) மற்றும் சில மின் சாதனங்களிலும், போதிய அளவு மின்நிலைமம் இருக்கிறது. எனவே, அவைகள் தேவைக்கு அதிகமாக (Excess) மின்னோட்டத்தைத் தன்னுள்ளே பாயச் செய்கிறது. இந்த அதிகப்படியான மின்னோட்டம், காந்தப் புலனுக்கு (Magntic field) மின்ஏற்றம் (Charging) செய்யவும், மின் இறக்கம் (discharg-ing) செய்யவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது போன்ற பயனற்ற (Idle) மின்னோட்டத்தால், ஊட்டிகளிலும் (powerloss) ஏற்படுகிறது. தூண்டல் மின்னோடியின் திறன் கூறு ஒன்றுக்குக் குறைவாகும். எனவே, பொதுவாக, பெருந்தொழில் சார்ந்த இடங்களி லெல்லாம், திறன்கூறு மிகவும் குறைவாகவே இருக்கும்.

பொதுவான இழைவிளக்கு மற்றும் நீர்ச்சுமைக்குத் (Water load) திறன் கூறு ஒன்று (unity) ஆகும்

குறைந்த திறன் கூறால் ஏற்படும் அவ்விளைவுகளாவன (disadvantages):

1. இடையீட்டனுப்பீடுக்குக் கம்பிகளின் குறுக்குப் பரப்பளவு அதிகமாவதால் மின்சாரம் அனுப்பும் செலவு அதிகமாகிறது.

2. சுமையில்லாத நிலையிலிருந்து, முழுச்சுமை நிலைக்கு மாறும் பொழுது மின்முனை மின் அழுத்த இறக்கங்கள், அதிகப் படுகின்றன.

இதுபோன்ற அல்விளைவுகளை விஞ்சிமேம்படத் (over come) திறன் கூற்றை அதிகப்படுத்தவேண்டும். இணைப்பிற்குக் (supply) குறுக்காக ஒரு மின் தேக்கியை இணைப்பதால் ஒன்று (unity) வரை கூட இத்திறன் கூற்றை அதிகப்படுத்தலாம். மின் நி லைமச் சுமையால் (inductive load) ஏற்படும் "பின் இறக்க" மின் னோட்டத்தை, மின்தேக்கி, நீக்கி விடுகிறது. இணைப்பிற்குக் குறுக்காக ஒத்தியங்கு மின்னோடி (synchronous motor) ஒன்றை இணைப்பதனாலும் "முன்தங்கு" திறன் கூறு கிடைக்கிறது. இம் முன்னோடியின் சுழலிக்கு (rotor) அரிக்கப்படும் கிளர்வு மின் னோட்டத்தை (Exciting current) மாற்றுவதன் மூலம் மின்னோடிக்கு அளிக்கப்படும். மின்னோட்டம், பின்தங்கு அல்லது முன்தங்காக மாற்றப்படுகிறது. கிளர்வு மின்னோட்டத்தைச் சுமையில் முன்தங்கு மின்னோட்டம், கிடைக்கும்படித் தக்கவாறு அமைத்துக் கொண்டால், மின் நிலைமச் சுமையால் ஏற்படும் பின்தங்கு மின்னோட்டம் நீக்கப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு: 1-15:

தொடர் சுற்று ஒன்றில் 100 ஓம் மின்தடையும், 50 மைக்ரோ பாரட் மின்தேக்கியும், இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தச் சுற்றை 200 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் இணைப்பிற்குக் குறுக்காக இணைத்தால் இச்சுற்றில் (அ) மின் எதிர்ப்பு (ஆ) திறன்கூறு (இ) மின்னோட்டம் மின் அழுத்தம் இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட கோணம் (ஈ) செயல்திறன் (உ) எதிர்விளைகூறு திறன் முதலியவை திறன் முதலியவைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

R = 100

C = 50 மைக்ரோ பாரட்.

V = 200 வோ.

f = 50 ஹெர்ட்ஸ்.

தேவை:

(அ) மின் எதிர்ப்பு

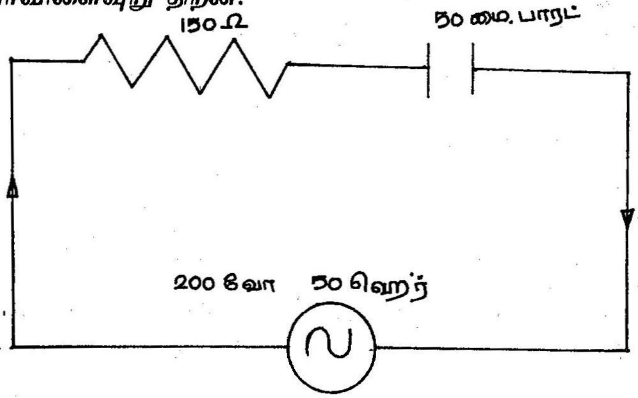
(ஆ) திறன் கூறு.

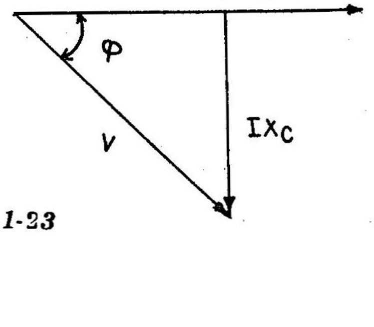
(இ) மின்னோட்டத்திற்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடைப்பட்ட நிலைக்கோணம்.

(ஈ) செயல்திறன்

(உ) எதிர்விளைவுறு திறன்.

வழிமுறை:





படம்: 1-23

$C = 50 \times 10 -6$ *பாரட்.*

$$C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 50 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{10^6}{314} \times 50 = 63.69$$ ஓம்.

(அ) $Z = \sqrt{R^2 + XC^2}$

$= \sqrt{(100)^2 + (63.69)^2}$

$= 118.56$ ஓம்.

(ஆ) திறன் கூறு கொசைன் $\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{100}{118.56} = 0.8434$

(இ) மின்னோட்டத்திற்கும் மின் அழுத்தத்திற்கும் இடைப்பட்ட நிலைக் கோணம்

கொசைன் $\varphi = 0.8434$

$\varphi =$ கொசைன் $-10.8434.$

$Q = 32.5°$

(ஈ) செயல்திறன் = P = VI கொசைன் φ

$I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{118.56} = 1.686$ ஓம்.

$P = 200 \times 1.686$ கொசைன் $32.5°$

$= 284.39.$

(உ) எதிர் விளைவுறு திறன்

$P = VI$ சைன் φ

$= 200 \times 1.686 \times$ சைன் $32.5°$

$= 337.2 \times 0.5373 = 181.178$ வாட்

விடை:

(அ) Z ***118.56*** ஓம்
(ஆ) திறன் கூறு - ***0.8424***
(இ) φ ***32.5***
(ஈ) செயல்திறன் ***284.29***
(உ) எதிர்விளைவுறு திறன் = ***181.778*** வாட்.

பயிற்சி வினாக்கள்

(1-1) நிலைமின் இயலுக்கும், இயங்குமின் இயலுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகளை எழுதுக.

(1-2) அணுவின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து விளக்குக. மின் கடத்தியினுள் எவ்வாறு மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது, என்பதை விவரிக்க?

(1-3) கீழ்க்கண்டவைகளை விளக்குக.

(அ) மின்னோட்டம்

(ஆ) மின்அழுத்தம்
(இ) மின்தடை.

(1-4) மின்சாரத்திற்கும், தண்ணீருக்கும் உள்ள பகுதி ஒப்புவுவமை களை விளக்குக.

(1-5) ஓமின் விதியை எழுதி, விளக்குக.

(1-6) வெப்பநிலை மாறுபடும்பொழுது, மின்தடையும் மாறுபடுகிறது – விவரிக்க.

(1-7) இரண்டு மின் கடத்திகளைத் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கும் பொழுது, அதன் தடை 25 ஓமாகவும் மற்றும் இதே கம்பிகளைப் பக்க அடுக்குகளில் இணைக்கும் பொழுது, இதன் தடை 4 ஓமாகவும் மாறுகிறது. இக்கடத்தி யின் தடைகளைத் தனித்தனியே கண்டுபிடிக்கவும்.

(1-8) நான்கு மின்தடைகளைப் பக்க அடுக்கில் இணைக்கும் பொழுது, இவ்விணைப்பின் மொத்த மின்தடை 0.75 ஓம் ஆகும். இதே தடைகளைத் தொடர் அடுக்கில் இணைத்தால் இவ்விணைப்பின் மொத்த மின்தடையைக் கண்டு பிடிக்க.

(1-9) 46 மின் தடையுள்ள, ஒரே தன்மையான கடத்திகள் ஒரு கன சதுரத்தின் 6 மூலைகளாக இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. கன சதுரத்தின் ஒரு மூலையில் 120 மில்லி ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை உள்செலுத்தி, அதன் எதிர் முனையில் வெளிக்கொணர்ந்தால் இந்தச் சுற்றின் மொத்தப் பயனுள்ள மின் தடையைக் கணக்கிடுக.

(1-10) 12 Ω மற்றும் 8 Ω மின்தடைகளைப் பக்க அடுக்கில் இணைத்து இச்சுற்றை 24 (Volt) வோல்ட் மின்னழுத்தத் துடன் இணைத்தால் இதில் பாயும் மின்னோட்டம் 4 ஆம்பியர் (Amphere) ஆகும். இவ்விணைப்பின் மொத்த மின்தடையைக் கண்டு பிடிக்க.

(1-11) மாறு மின்னோட்ட அலை உற்பத்தி எவ்வாறு நடக்கிறது என்று விளக்குக.

(1-12) மாறுமின்னோட்டச் சுற்றில் கீழ்க்கண்ட சொற்களை விளக்குக.

(அ) சுழற்சி (ஆ) அலைவு எண் (இ) கால நேரம் (ஈ) அலையின் வீச்சு.

(1-13) சிறு குறிப்பெழுதுக.

(அ) மாறு மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு
ஆ) பயன்மதிப்பு
(இ) வடிவுக்காரணி

(ஏப்ரல் 81, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்)

(1-14) சிறு குறிப்பு எழுதுக:

மாறுமின்னோட்டச் சுற்றின்
(அ) சிகர மதிப்பு (ஆ) சிகரக்காரணி (இ) நிலை.

(1-15) கீழக்கண்ட சொற்களை விளக்குக.

(அ) நிலை விலக்கம் (ஆ) முன்தங்கல், பின்தங்கல்.

(1-16) கீழ்க்கண்ட சொற்களை விளக்குக.

(அ) மின் ஓட்டம் (ஆ) மின் அழுத்தம் (இ) திறன் (ஈ) திறன் கூறு.

(நவம்பர் 82, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்)

(1-17) 5 ஆம்பியர் நேர்மின்னோட்டமும் 10 ஆம்பியர் சிகர மதிப்புள்ள மாறு மின்னோட்டமும் ஒரே நேரத்தில் ஒரே கடத்தியில் செலுத்தப்பட்டால் இக்கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் சராசரி இருபடியின் இருபடி மூல மதிப்பைக் கண்டு பிடிக்க.

(1-18) ஒரே சிகர மதிப்புடைய, செவ்வக மற்றும் சைன் சார்பு டைய மாறு மின்னோட்ட அலை வடிவங்களின் வெப்பம் உண்டாக்கும் விகிதத்தைக் கண்டுபிடிக்க.

(1-19) சைன் சார்புடைய ஒரு மாறு மின்னோட்டத்தின் அலைவு எண் 50 ஹெர்ட்ஸ்; இதன் பயன் மதிப்பு 20 ஆம்பியர். இந்த மின்னோட்டத்தின் கணமதிப்புச் சமன்பாட்டை எழுதுக. மேலும் நேர் உச்ச சிகர மதிப்பைக் கடந்து (அ) 0.0125 வினாடி. (ஆ) 0.0025 வினாடிகள் ஆனதும் உள்ள கண மதிப்பைக் கண்டு பிடிக்க.

(1-20) தூய மின் தடைச்சுற்றில் மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்தம் ஆகியவைகளின் அலைவு வடிவங்களை வரைக. மேலும் இச்சுற்றில் செலவாகும் திறனுடைய சமன்பாட்டையும் எழுதுக.

(1-21) மாறு மின்னோட்டச்சுற்றின் வெவ்வேறு மூலகங்களை எழுதி அவைகள் எவ்வாறு ஒரு சுற்றின் திறனையும் திறன் கூறையும் பாதிக்கின்றன என்பதை விவரிக்க.

(நவம்பர் 82, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்)

(1-22) சுற்றின் மூலகங்கள் யாவை? விளக்குக. மின் இயலில் இம் மூலகங்களின் பங்கு என்ன? என்பதை விவரிக்க.
(நவம்பர் 82, அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகம்)

(1-23) மின் நிலைமச் சுற்று என்றால் என்ன? நேரிய வரிப்புப் படம் மற்றும் அகலவடிவம் இவைகளின் உதவி கொண்டு விவரிக்க.

(1-24) மின் தேக்கிச் சுற்று என்றால் என்ன? நேரிய வரிப்புப் படம், மற்றும் அலை வடிவம் இவைகளின் உதவி கொண்டு விவரிக்க. மின்ஓட்டம் மின் அழுத்தத்தை 90 பாகை எவ்வாறு முன்தங்குகிறது என்பதை விளக்குக.

(1-25) கீழ்க்கண்ட நேரியங்களைக் (அ) கூட்டவும் (ஆ) கழிக்கவும் (இ) பெருக்கவும் செய்க.

(1-26) கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளை நேரியங்களின் உதவி கொண்டு தீர்க்க.

$\overline{A} = 30 \quad -120\,;\ \overline{B} = 10 + j\ \lfloor 0\,;\ \overline{C} = 20 + J\ \lfloor 20$

(1) $\dfrac{\overline{C}\ \overline{A}}{B}$ (2) $\dfrac{\overline{A}\ \overline{B}}{\overline{C}}$

(1-27) மின்னொழுக்குத் தடங்கள் அமைவுடன் மின்நிலைமம் கலவாத மின்தடை ஒன்றைத் தொடர் அடுக்கில் இணைத்து, இந்த அமைப்பிற்குக் குறுக்காக 240 வோல்ட் 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் அழுத்தம் கொடுத்தால் இச்சுற்றில் 10 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. மின்தடைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம் 125V மற்றும் மின்னொழுக்குத் தடங்கள் அமைவிற்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம் 200 வோல்ட் எனில் கீழ்க்கண்டவைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

(அ) மின்எதிர்ப்பு, மின் மறுப்பு மற்றும் மின்தடை.
(ஆ) மின்னொழுக்குத் தடங்கள் அமைவின் திறன்.
(இ) மொத்த மின் திறன்
(ஈ) நேரில் வரிப்புப்படம் வரையவும்.

(1-28) 200 வாட் திறனும், 110 வோ. மின் அழுத்தமும் கொண்ட ஒரு மின் விளக்கை 240 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் அமைப்பில் இணைப்பதற்குக் கீழ்க்கண்ட மூலகங்களின் உதவி கொண்டு எவ்வாறு இணைக்கலாம், என்பதைக் கண்டுபிடிக்க. 12 Ω மின்மறுப்பு கொண்ட (அ) மின்தடை (ஆ) மின்தேக்கி (இ) மின்நிலைமம். ஒவ்வொரு அமைப்பிலும் உள்ள திறன் கூறைக் கண்டு பிடிக்கவும். இதில் எந்த அமைப்பு மிகவும் சிக்கனமானது?

(1-29) 250 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ், மின் அளிப்பதற்குக் குறுக்காக 10 Ω மின் தடையையும், 120 மைபா மின் தேக்கியையும் தொடர் அடுக்கில் இணைத்தால் இச்சுற்றில் ஏற்படும் (அ) மின் எதிர்பபு (ஆ) மின்னோட்டம் (இ) மின்தடை மற்றும் மின்தேக்கிக்குக் குறுக்காக ஏற்படும் அழுத்த இறக்கம் (ஈ) திறன், வாட் மற்றும் வோல்ட் ஆம்பியரில் (உ) திறன் கூறு மற்றும் மின்தங்குகோணம் ஆகியவற்றைக் கண்டு பிடிக்க.

(1-30) மின் சுற்று ஒன்றை 115 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் அளிப்பில் இணைத்தால் 3 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை 0.6 மின் தங்குதிறன் கூறில் எடுத்துக் கொள்கிறது. இதே இணைப்பில் மற்றுமொரு சுற்றை இணைக்கும் பொழுது இது 10 ஆம்பியர் மின் ஓட்டத்தை 0.8 முன் தங்குதிறன் கூறில் எடுத்துக் கொள்கிறது. இவ்விரண்டு சுற்றுக்களையும் 230 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் அளிப்பிற்குக் குறுக்காக, தொடர் இணைப்பில் இணைப்பதால் உண்டாகும் (அ) மின்னோட்டம் (ஆ) திறன் (இ) திறன் கூறு ஆகியவைகளைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

(1-31) மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் ஏற்படும் பலதரப்பட்ட திறன்களை விவரிக்க.

(1-32) மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் ஏற்படும் திறன் கூறு பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.

(நவம்பர் **81**, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்)

இயல் - 2

மின் சுற்றுகள்

(Electrical Circuits)

2-01. எளிய நேர் மின்னோட்டச் சுற்றுகள் (Simple direct Current)

ஒரு மூடிய பாதை (Closed Circuit) கிடைக்கும் வண்ணம் பல்வேறு வகைகள் இணைக்கப்பட்ட, அதிக எண்ணிக்கை கொண்ட மின்தடைகளை, நேர் மின்னோட்டத்துடன் இணைத்தால், இச்சுற்றிற்கு நேர் மின்னோட்டச் சுற்று என்று பெயர்.

நேர் மின்னோட்டச் சுற்றில், சுற்றுகள் மற்றும் மூலகங்களின் சிறப்பியல்புகளை நெறிப்படுத்தும் அடிப்படை விதிகளாவன: (அ) ஓமின் விதி (Ohm's Law) (ஆ) கிர்சாப்ஸின் விதிகள் (Kirchoff's Laws). இவ்விதிகள் முறையே ஜார்ஜ், சைமன், ஓம், மற்றும் பேராசிரியர் குஸ்டான் ராபர்ட் கிர்சாப்ஸ் என்னும் நுண்ணறிவாளர்களின் (Scientists) ஆய்வுகள் மூலம் மெய்ப்பிக்கப்பட்டவை ஆகும். ஓமின் விதி, அத்தியாயம் ஒன்றில் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

2-10-01. கிர்சாப்சின் விதிகள் (Kirchoff's Laws)

பல்திறக் கூட்டொருமை (Complex) சுற்றுகளின் இணைப்புள்ள மின் தடைகளின் மதிப்புகளைக் கண்டு கொள்ளவும், சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டங்களின் மதிப்பைக் கண்டுகொள்ளவும், இவ்விதிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக ஓமின் விதி கொண்டு தீர்வு காண இயலாத, சிக்கலான சுற்றுகட்கு இவ்விதியின் மூலம் தீர்வு காண முடியும்.

கிர்சாப்ஸ் என்ற நுண்ணறிவினர், நேர் மின்னோட்டச் சுற்றுகட்கு, இரண்டு விதிகளை வகுத்துரைத்திருக்கிறார்.

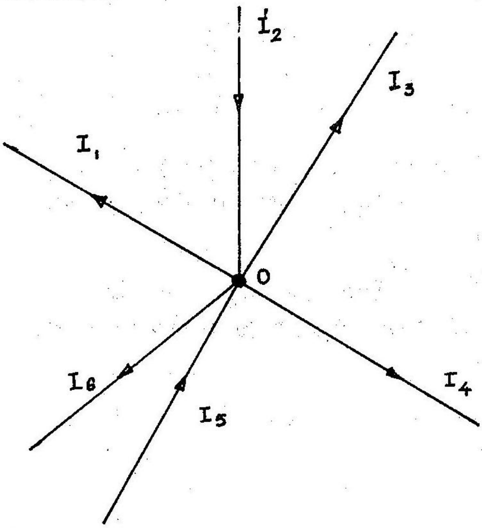
கிர்சாப்ஸ்சின் முதல் விதி: எந்த ஒரு மின்வலைச் சுற்றிலும் (Network) ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும் மின்னோட்டத்தின் குறிக் கணக்கியல் கூடுதல் (Algebric Sum) பூச்சியம் ஆகும்.

இவ்விதியினைப் புளளி விதி (Point Law) என்றும், அல்லது மின் ஓட்ட விதி (Current Law) என்றும் அழைப்பார்கள்.

இவ் விதியினைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம்.

ஒரு புள்ளியை நோக்கிப் பாயும் மின் ஓட்டங்களின் குறிக் கணக்கியல் கூடுதல் என்பது, அப்புள்ளியிலிருந்து வெளி நோக்கிப் பாயும் மின் ஓட்டங்கள் குறிக் கணக்கியல் கூடுதலுக்கு இணை ஆகும்.

படம் 2-01இல் ஆறு மின்னோட்டங்கள் 0 என்ற புள்ளியில் சந்திப்பதாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. புள்ளியை நோக்கிப் பாயும் மின் ஓட்டங்கட்குக் கூட்டல் குறியும் புள்ளியிலிருந்து வெளிவரும் மின்னோட்டங்கட்குக் கழித்தல் குறியும் இடப்படுகின்றன. மின்னோட்டப் பாயும் திசை படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் - 2- 01.

$$-I_1 + I_2 - I_3 - I_4 + I_5 - I_6 = 0 \quad ....(2.1)$$

$$I_2 + I_5 = I_1 + I_3 + I_4 + I_6 \quad ...(2.2)$$

கிர்சாப்ஸ்சின் இரண்டாவது விதி: எந்த ஒரு மூடிய (Closed) மின் வரைச் சுற்றிலும் மின் அழுத்த இறக்கம், மற்றும் மின் இயக்க விசைகளின் குறிக்கணக்கியல் கூடுதல் பூச்சியத்திற்கு இணை ஆகும்.

இந்த விதியினை "வலைப் பின்னல்" விதி (Mesh Law) அல்லது மின் அழுத்த விதி (Voltage Law) என்றும் அழைப்பார்கள்.

இவ்விதியினைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம்.

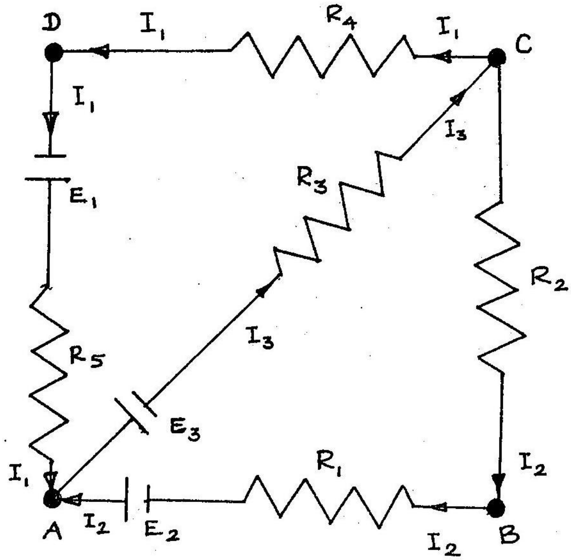
எந்த ஒரு மூடிய மின் வலைச் சுற்றிலும் மின் அழுத்த இறக்கத்தின் கூடுதல் என்பது, மின் அழுத்த ஏற்றத்தின் கூடுதலுக்கு இணை ஆகும்.

இந்த விதியினைப் பயன்படுத்தும்பொழுது மின் இயக்கு விசை, மற்றும் மின் அழுத்த இறக்கம் ஆகியவைகளின் குறியீடுகட்கு முதன்மை கொடுக்கவேண்டும்.

மின் ஓட்டம் நாம் ஊகித்த (Assumed) திசையிலேயே பாயும் பொழுது, மின் அழுத்த இறக்கத்திற்குக் கூட்டல் குறி (+) இடவேண்டும்.

மின் ஓட்டம், நாம் ஊகித்த திசைக்கு எதிர்த் திசையில் பாயும் பொழுது மின் அழுத்த இறக்கத்திற்குக் கழித்தல் குறி (–) இடவேண்டும்.

படம் 2-02இல் காட்டியுள்ளது போல் ஒரு மூடிய சுற்றை எடுத்துக்கொள்வோம்.



படம் - 2-02.

மூடிய வளையம் (Closed Loop) ABCDA ஐ எடுத்துக் கொள்வோம். மேலும் இதில் மின் ஒட்டம் A 6ல் தொடங்கி BCD வழியாக Aயைச் சென்றடைவதாகக் கொள்வோம்.

இதன் கிளை (Branch) ABயில், மின் ஒட்டம் ஊகித்த திசைக்கு, எதிர்த்திசையில் பாய்கிறது. எனவே, I_2R_1 என்பது மின் அழுத்த ஏற்றம் (Potential) ஆகும். மின்கலத்தில் (Cell) மின் ஒட்டம் நேர்மின் வாயிலிருந்து எதிர்மின் வாய்க்குச் செல்வதால் இது மின் அழுத்த இறக்க (Potential drop) மாகக் கருதப்படுகிறது.

அடுத்தபடியாக கிளை BCஇல், மின்னோட்டம் ஊகித்த திசைக்கு, எதிர்த்திசையில் பாய்கிறது. எனவே I_2R_2 என்பது மின் அழுத்த ஏற்றம் ஆகும். இக்கிளையில் மின் கலம் ஏதும் இணைக்கப்படவில்லை. கிளை CD யில், மின்ஒட்டம் ஊகித்த திசையிலேயே பாய்வதால், IR_4 மின் அழுத்த இறக்கமாகக் கருதப்படுகிறது. இந்தக் கிளையிலும் மின்கலம் ஏதும் இணைக்கப்படவில்லை.

அடுத்து கிளை DA இல் மின் ஒட்டம் ஊகித்த திசையிலேயே பாய்கிறது. எனவே I_1R_5 என்பது மின் அழுத்த இறக்கம் ஆகும். இக்கிளையிலுள்ள மின் கலத்தில் மின் ஒட்டம் எதிர் மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயை நோக்கிச் செல்வதால் இது மின். அழுத்த ஏற்றமாகும்.

மேலே நாம் பார்த்த முடிவுகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப் படுத்துவோம்.

கிளை	**மின் அழுத்த ஏற்றம்**	**மின் அழுத்த இறக்கம்**
AB	$I_2 R_1$	E_2
BC	$I_2 R_2$	–
CD	–	$I_1 R_4$
DA	E_1	$I_1 R_5$
	$E_1 + I_2 R_1 + I_2 R_2$	$E_2 + I_1 R_4 + I_1 R_5$

மின் அழுத்த இறக்கம் = மின் அழுத்த ஏற்றம்.

$$E_1 + I_2 R_1 + I_2 R_2 = E_2 + I_1 R_4 + I_1 R_5$$

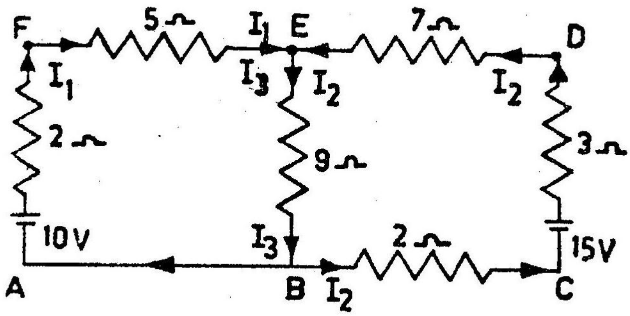
$$I_2 R_1 + I_2 R_2 - I_1 R_4 - I_1 R_5 = E_2 - E_1$$

$$I_2 [R_1 + R_2] - I_1 [R_4 + R_5] = E_2 - E_1 \quad ....(2.3)$$

இதே போல் நாம் எந்த ஒரு மூடிய சுற்றுக்கும் சமன்பாடு களை எழுதலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 2-1.

படம் 2-03இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள, மின் சுற்றின் கிளை BE இல் செலவிடப்படும் திறனைக் கண்டு பிடிக்கவும்.



படம் 2-03

வழிமுறை:

முதல்படி - சுற்றுக்கு ABCDEF என்று பெயரிடவும்.

இரண்டாம்படி:

மின் ஓட்டத் திசைகளைக் குறிக்கவும். முடிச்சு (Node) E இல் $I_3 = I_1 + I_2$ கிர்சாப்சின் இரண்டாம் விதியைப் பயன்படுத்திச் சமன்பாடுகளை எழுதவும்.

சமன்பாடுகளின் எண்ணிக்கை என்பது, கண்டுபிடிக்க வேண்டிய மின் ஓட்டத்தின் எண்ணிக்கைக்கு இணை ஆகும்.

இறுதியாகச் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கவும். இந்த எடுத்துக் காட்டில், I_1 மற்றும் I_2 இரண்டும் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய கணியங்கள் ஆகும்.

$[I_3 = I_1 + I_2]$

எனவே, நாம் இரண்டு வளையங்களை (Loops) உருவாக்க வேண்டும்.

வளையம் ABEFA ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
AB	–	–
BE	$9\,I_3$	–
EF	$5\,I_1$	–
FA	$2\,I_1$	10 வோ
	$9\,I_3 + 5\,I_1 + 2\,I_1$	10 வோ

$9\,I_3 + 7\,I_1 = 10$ வோ

$9\,(I_1 + I_2) + 7\,I_1 = 10$ வோ

$16\,I_1 + 9\,I_2 = 10$ வோ ....(1)

வளையம் BCDEB ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
BC	-	$2\,I_2$
CD	15 வோ	$3\,I_2$
DE	–	$7\,I_2$
EB	–	$9\,I_3$
	15 வோ	$2\,I_2 + 3\,I_2 + 7\,I_2 + 9\,I_3$

$$15 = 12\,I_2 + 9\,I_3$$

$$15 = 12\,I_2 + 9\,[I_1 + I_2]$$

$$15 = 21\,I_2 + 9\,I_1 \qquad \text{....(2)}$$

சமன்பாடுகள் ஒன்றையும் இரண்டையும் தீர்க்கவும்.

$$16\,I_1 + 9\,I_2 = 10$$

$$9\,I_1 + 2\,I_2 = 15$$

வார்ப்புரு வடிவில் (Matrix form)

$$\begin{bmatrix} 16 & 9 \\ 9 & 21 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 15 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{bmatrix} 16 & 9 \\ 9 & 21 \end{bmatrix} = (16 \times 21 - 9 \times 9) = (336 - 81) = 255$$

$$I_1 = \frac{\begin{bmatrix} 10 & 9 \\ 15 & 21 \end{bmatrix}}{\Delta} = \frac{(10 \times 21 - 15 \times 9)}{\Delta} = \frac{210 - 135}{\Delta} = \frac{75}{255}$$

$$= 0.58823 \text{ ஆம்பியர்.}$$

கிளை DE இல் செலவிடப்படும் திறன்

$$= I_3^2\,R$$

$$= (I_1 + I_2)^2\,R$$

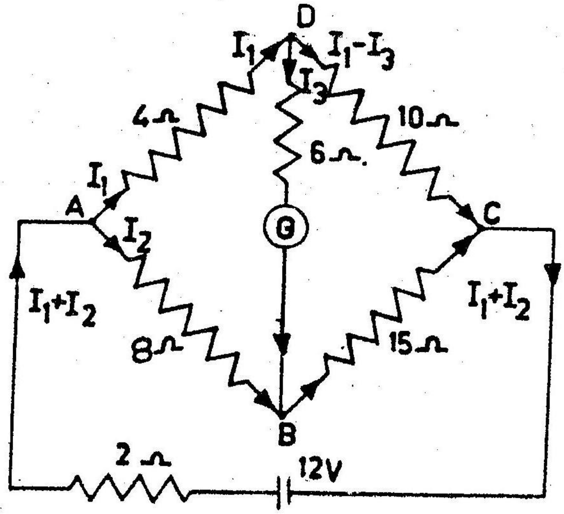
$$= (0.294 + 0.588)^2 \times 9 = 7.938 \text{ வாட்கள்.}$$

விடை:

7.938 வாட்கள்

எடுத்துக்காட்டு 2-2.

படம் 2-04இல் காட்டியுள்ள வீட் ஸ்டோனின் சமனியில் (Wheat Stone brid) இணைக்கப்பட்டுள்ள கால்வனிமானியில் (Galvana meter) பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும்.



படம் 2-04.

வழிமுறை:

இச்சுற்றில் I_1, I_2 மற்றும் I_3 என்ற மூன்று மின்னோட்டங்களின் மதிப்பைக் காண வேண்டியிருப்பதால் மூன்று வளையச் சமன்பாடுகளை (Loop equivation) எழுத வேண்டும்.

வளையம் ABCBA யை எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
AD	–	$4\,I_3$
DC	–	$10\,(I_1 - I_3)$
CB	$15\,(I_2 + I_3)$	–
BA	$8\,I_2$	–
	$15\,(I_2 + I_3) + 8\,I_2$	$4\,I_3 + 10\,(I_1 - I_3)$

$$15\,I_2 + I_3 + 8\,I_2 = 4\,I_3 + 10\,I_1 - 10\,I_3$$

$$23\,I_2 + 15\,I_3 = 10\,I_1 - 6\,I_3$$

$$10\,I_1 - 23\,I_2 - 21\,I_3 = 0 \qquad ....(1)$$

வளையம் AD BA யை எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
AB	–	$8\,I_2$
BC	–	$15\,(I_2 + I_3)$
CEA	12 வோ	$2\,(I_1 + I_2)$
	12 வோ	$8\,I_2 + 15\,(I_2 + I_3) + 2\,(I_1 + I_2)$

$$8\,I_2 + 15\,I_2 + 15\,I_3 + 2\,I_1 + 2\,I_2 = 12$$

$$2\,I_1 + 25\,I_2 + 15\,I_3 = 12 \qquad ....(2)$$

வளையம் ADBA ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
AD	–	$4\,I_1$
DB	–	$6\,I_3$
BA	$8\,I_2$	–
	$8\,I_2$	$4\,I_1 + 6\,I_3$

$$4 I_1 + 6 I_3 = 8 I_2$$

$$4 I_1 - 8 I_2 + 6 I_3 = 0 \quad ....(3)$$

சமன்பாடுகள் 1,2,3 ஐத் தீர்க்கவும் (Solve)

$$10 I_1 - 23 I_2 - 21 I_3 = 0 \quad ....(1)$$

$$2 I_1 + 25 I_2 + 15 I_3 = 12 \quad ....(2)$$

$$4 I_1 - 8 I_2 + 6 I_3 = 0 \quad ....(3)$$

சமன்பாடுகள் வார்ப்புரு வடிவில்

$$\begin{bmatrix} 10 & -23 & -21 \\ 2 & 25 & 15 \\ 4 & -8 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 12 \\ 0 \end{bmatrix}$$

கிராமரின் விதிப்படி (By Cramer's rule)

தீர்வுக்கூறு (Determinant) $\Delta = \begin{bmatrix} 10 & -23 & -21 \\ 2 & 25 & 15 \\ 4 & -8 & 6 \end{bmatrix}$

$$= 10\ [150 + 120] + (-23)\ [60 - 12] + (-21)\ [-16 - 100]$$

$$= 10\ [270] - 23\ [48] - 21\ [-116]$$

$$= 2700 - 1104 + 2436$$

$$= 4032$$

$$I_1 = \frac{\begin{bmatrix} 10 & -23 & -21 \\ 12 & 25 & 15 \\ 4 & -8 & 6 \end{bmatrix}}{\Delta}$$

$$= \frac{0\ [300 + 120] - 23\ (0 - 72) - 21\ [-96 + 0]}{\Delta}$$

$$= \frac{0 + 1656 + 2016}{\Delta}$$

$$= \frac{3672}{\Delta}$$

$$I_1 = \frac{3672}{4032} = 0.91071 \text{ ஆம்}$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 10 & 0 & -21 \\ 2 & 12 & 15 \\ 4 & 0 & 6 \end{vmatrix}}{\Delta}$$

$$= \frac{10\ [72-0]\ +\ 0\ [60-12]\ -\ 21\ [0-48]}{\Delta}$$

$$= \frac{720+0+1008}{\Delta}$$

$$= \frac{1728}{\Delta}$$

ஃ $I_2 = \frac{1728}{4032} = 0.42857$ ஆம்

$$I_3 = \frac{\begin{vmatrix} 10 & -23 & 0 \\ 2 & 25 & 12 \\ 4 & -8 & 0 \end{vmatrix}}{\Delta}$$

$$= \frac{10\ [0-96]\ -23\ [48-0]\ +0\ [-16+100]}{\Delta}$$

$$= \frac{960-1104+0}{\Delta}$$

$$= \frac{-144}{\Delta} = \frac{-144}{4032} = -0.035714 \text{ ஆம்}$$

எனவே, $I_1 = 0.91071$ ஆம்பியர்

$I_2 = 0.42857$ ஆம்பியர்

$I_3 = 0.035714$ ஆம்பியர்

கால்வனிமானியில் பாயும் மின் ஒட்டம் I_3

$I_3 = 0.035714$ ஆம்பியர் B இலிருந்து D யை நோக்கிப் பாய்கிறது.

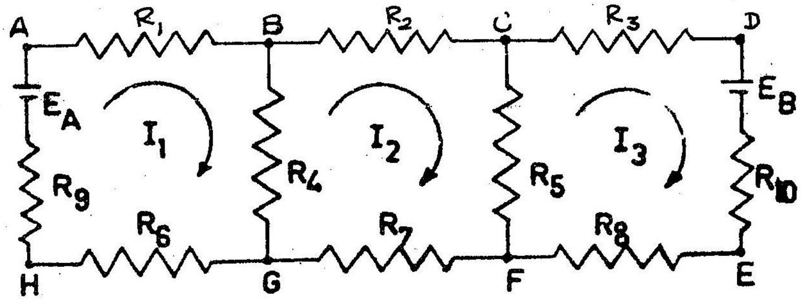
விடை:

0.035714 ஆம்பியர் B லிருந்து D ஐ நோக்கிப் பாய்கிறது.

2-01-02 மேக்ஸ்வெல்லின் வளைய முறை (Maxwells Loop method)

மேக்ஸ் வெல்லால் எடுத்துரைக்கப்பட்ட இந்த வளைய முறை, பலவகைப்பட்ட வலைச்சுற்றுகளின் தீர்வுகளை (Solution) எளிதாக்குகிறது. பல்வேறு கிளைகளின் மின்னோட்டத்திற்கு (branch Currents) மாற்றாக வளைய அல்லது வலை (mesh) மின்னோட்டங்களை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும்.

படம் 2- 05,ல் காட்டியுள்ள சுற்றை எடுத்துக்கொள்வோம்.



படம் 2-05

இச்சுற்றில் பத்து மின்தடைகளும், இரண்டு மின்கலங்களும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மூன்று வளைய மின்னோட்டங் களையும் I_1,I_2 மற்றும் I_3 என்று பெயரிடுவோம். மின்ஓட்டம்

பாயும் திசைவிருப்பப்படி (Arbitarily) எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது. கிளை BGஇல் பாயும் மின்னோட்டம் $I_1 - I_2$ மேலிருந்து கீழாகப் பாய்கிறது.

இதே போல் கிளை CF யிலும் மின் ஓட்டம் $I_2 - I_3$ மேலிருந்து கீழாகப் பாய்கிறது.

முதல் வளையம் ABGHA ஐ எடுத்துக்கொள்வோம்.

கிளை	**மின் அழுத்த ஏற்றம்**	**மின் அழுத்த இறக்கம்**
AB	–	$I_1 R_1$
BG	–	$(I_1 - I_2) R_4$
GH	–	$I_1 R_6$
HA	EA	$I_1 R_9$
	EA	$I_1 R_1 + (I_1 - I_2) R_4 + I_1 R_6 + I_1 R_6$

$$I_1 R_1 + I_1 R_6 + I_1 + R_9 + (I_1 - I_2) R_4 = EA$$

$$I_1 [R_1 + R_6 + R_9 + R_4] - I_2 R_4 = EA \qquad ....(1)$$

இரண்டாம் வளையம் BCFGB ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	**மின் அழுத்த ஏற்றம்**	**மின் அழுத்த இறக்கம்**
BC	–	$I_2 R_2$
CF	–	$(I_2 - I_3) R_5$
FG	–	$I_2 R_7$
GB	$(I_1 - I_2) R_4$	–
	$(I_1 - I_2) R_4$	$I_2 R_2 + (I_2 - I_3) R_5 + I_2 R_7$

$$I_1 R_4 - I_2 R_4 = I_2 R_2 + I_2 R_5 - I_3 R_5 + I_2 R_7$$

$$I_1 R_4 - I_2 (R_4 + R_2 + R_5 + R_7) + I_3 R_5 = 0 \qquad ....(2)$$

மூன்றாம் வளையம் CDEFC ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
CD	–	$I_3 R_3$
DE	–	$E_B + I_3 R_{10}$
EF	–	$I_3 R_8$
FC	$(I_2 - I_3) R_5$	–
	$(I_2 - I_3) R_5$	$I_3 R_3 + EB + I_3 R_{10} + I_3 R_3$

$$I_2 R_5 - I_3 R_5 = I_3 R_3 + E_B + I_3 R_{10} + I_3 R_8$$

$$I_2 R_5 - I_3 \; [R_5 + R_3 + R_{10} + R_8] = E_B \qquad \text{....(3)}$$

சமன்பாடு **1,2,3** ஐ வார்ப்புரு வடிவில் எழுதுவோம்.

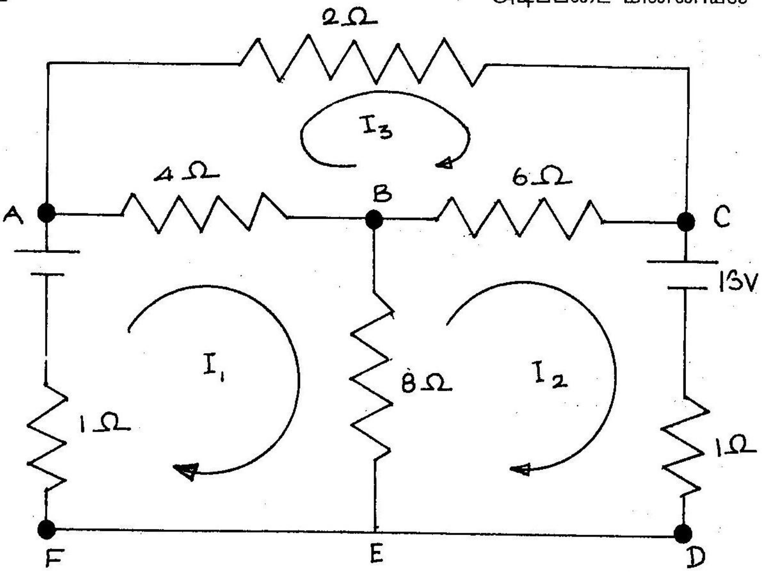
$$\begin{bmatrix} R_1 + R_6 + R_9 + R_4 & -R_4 & 0 \\ R_4 & -R_4 - R_2 - R_5 - R_7 & R_5 \\ 0 & R_5 & -R_5 - R_3 - R_{10} - R_8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} E_A \\ 0 \\ E_B \end{bmatrix}$$

கிராமரின் விதியைப் பயன்படுத்தி, மின்னோட்டங்கள் I_1, I_2 மற்றும் I_3 ஐக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 2-3:

படம் 2-06 இல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில், 2 Ω கிளையில் செவழிக்கப்பட்ட திறனைக் கண்டுபிடிக்கவும்.



படம் 2-06

வழிமுறை:

வளைய மின் ஓட்டங்கள் (loop Current) I_1, I_2 மற்றும் I_3 விருப்பப் படி எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

வளையம் ABEFA ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
AB	–	$(I_1 - I_3)\,4$
BE	–	$(I_1 - I_2)\,8$
EF	–	–
FA	12 வோ	I_1
	12 வோ	$(I_1 - I_3)\,4 + (I_1 - I_2)\,8 + I_1$

$$4\,I_1 - 4\,I_3 + 8\,I_1 - 8\,I_2 + I_1 = 12$$

$$13\,I_1 - 8\,I_2 - 4\,I_3 = 12 \qquad ....(1)$$

வளையம் BCDEB ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
BC	–	$(I_2 - I_3)\,6$
CD	–	$16 + I_2$
DE	–	–
EB	–	$(I_2 - I_1)\,8$
		$(I_2 - I_3)\,6 + 16 + I_2 + (I_2 - I_1)\,8$

$$6\,I_2 - I_3 + I_2 + 8\,I_2 - 8\,I_1 = -16$$

$$-8\,I_1 + 15\,I_2 - 6\,I_3 = -16 \qquad ....(2)$$

வளையம் ACBA ஐ எடுத்துக் கொள்வோம்.

கிளை	மின் அழுத்த ஏற்றம்	மின் அழுத்த இறக்கம்
AC	–	$2\,I_3$
CB	–	$(I_3 - I_2)\,6$
BA	–	$(I_3 - I_1)\,4$
	–	$2\,I_3 + (I_3 - I_2)\,6 + (I_3 - I_1)\,4$

$$2\,I_3 + 6\,(I_3 - I_2) + 4\,(I_3 - I_1) = 0$$

$$2\,I_3 + 6\,I_3 - 6\,I_2 + 4\,I_3 - 4\,I_1 = 0$$

$$-4\,I_1 - 6\,I_2 + 12\,I_3 = 0 \qquad ....(3)$$

வார்ப்புரு வடிவில் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\begin{bmatrix} 13 & -8 & -4 \\ -8 & +15 & -6 \\ -4 & -6 & +12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 \\ -16 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = 13\,(180 - 36) - 8\,(24 - 96) - 4\,(48 + 60)$$

$$= 1872 - 960 - 432$$

$$= 480$$

$$I_1 = \frac{\begin{bmatrix} 12 & -8 & -4 \\ -16 & 15 & -6 \\ 0 & -6 & 12 \end{bmatrix}}{\Delta}$$

$$= \frac{12\,[180 - 36] - 8\,[0 + 192] - 4\,[96 - 0]}{\Delta}$$

$$= \frac{12\,[144] - 8\,[192] - 4\,[96]}{\Delta}$$

$$= \frac{1728 - 1536 - 384}{\Delta}$$

$$= \frac{-192}{480} = -0.4$$ ஆம்பியர்

$$I_2 = \frac{\begin{bmatrix} 13 & 12 & -4 \\ -8 & -6 & -6 \\ -4 & -6 & 12 \end{bmatrix}}{\Delta}$$

$$= \frac{13\,[-192 - 0] + 12\,[24 + 96] - 4\,[-64]}{\Delta}$$

$$= \frac{13\,[-192] + 12\,[120] - 4\,[-64]}{\Delta}$$

$$= \frac{-2496 + 1440 + 256}{\Delta}$$

$$= \frac{-800}{\Delta} = \frac{-800}{480} = -1.666$$ ஆம்பியர்.

$$I_3 = \frac{\begin{bmatrix} 13 & -8 & 12 \\ -8 & 15 & -16 \\ -4 & -6 & 0 \end{bmatrix}}{\Delta}$$

$$= \frac{13\,[0-96] - 8\,[64+0] + 12\,[48+60]}{\Delta}$$

$$= \frac{-1248 - 512 + 1296}{\Delta}$$

$$= \frac{-464}{480} = -0.966$$ ஆம்பியர்

2 Ω மின்தடையில் பாயும் மின்னோட்டம் **0'966** ஆம்.

செலவழிந்த திறன் = $I^2 R$

$= (0.966)^2 \times 2$

= 1.866 வாட்.

விடை:

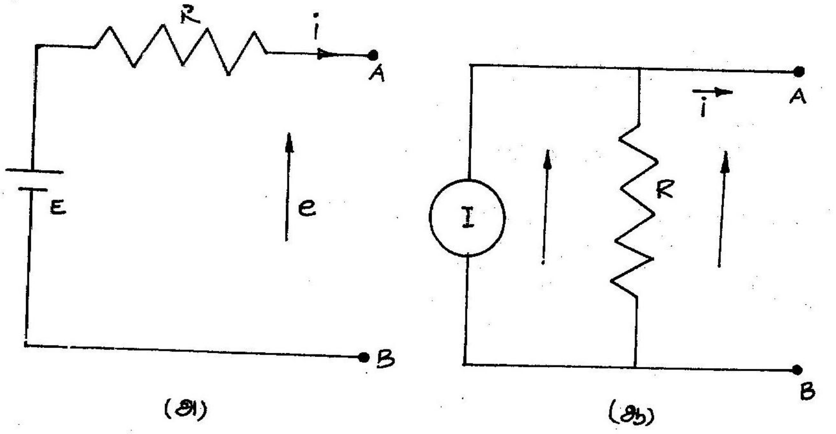
செலவழிக்கப்பட்ட திறன் = 1.866 வாட்கள்.

2-01-03 இணை மதிப்புள்ள மூலங்கள் (Source Equivalents)

பல இடங்களில், நாம், மின் அழுத்த மூலத்தை (Voltage Source) மின்னோட்ட மூலமாகவும் (Current Source) மின்னோட்ட மூலத்தை, மின் அழுத்தமாகவும், மாற்ற வேண்டியிருக்கிறது.

பொதுவாகச் சுற்றுகட்கு எளிய முறையில் தீர்வு காண்பதற்கு (Mesh Method) வலை முறையாயின், மூலம், மின் அழுத்த மூலமாகவும், முடிச்சுமுறை (Nodel Method) யாயின் மூலம், மின்னோட்ட மூலமாகவும் இருக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக படம் 2-07 (அ) மற்றும் (ஆ) ஐ எடுத்துக் கொள்ளவும்.



படம் 2-07

படம் 2-07 (அ) இல் மின் அழுத்த மூலம் E மற்றும் மின் தடை R ஆகியவைகள் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. வெளியிடு (Output) மின் அழுத்தம் 'e' எனில்

$$e = E - iR \qquad ....(2\text{-}4)$$

படம் 2 · 07 (ஆ) இல் இணை மதிப்புள்ள (Eqauivalent) மின்ஓட்ட மூலம், மின்தடைக்குக் குறுக்காகக்காட்டப்படுள்ளது. இங்கு

$$e = (I - i)R$$

$$e = IR - iR \qquad ....(2\text{-}6)$$

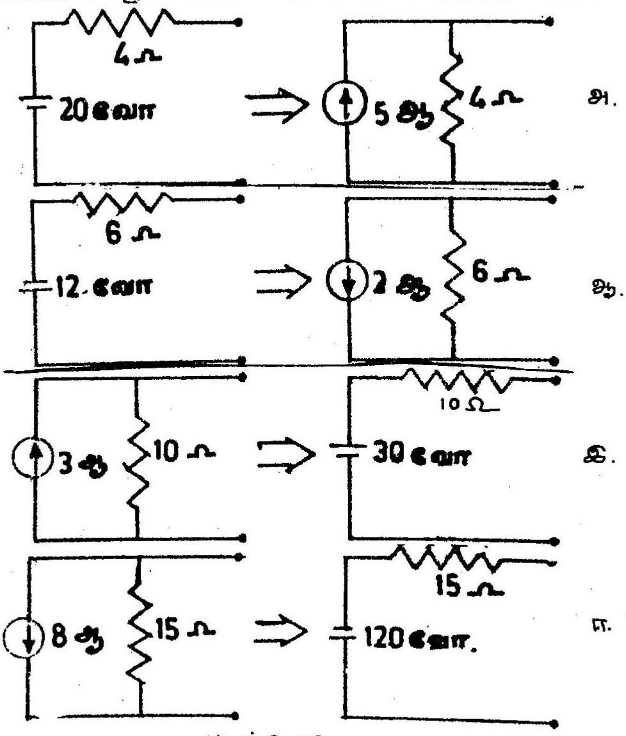
சமன்பாடுகள் (2-4) மற்றும் (2- 5)ஐ ஒப்பிட்டு (Comparing) நோக்கும் பொழுது

$$E = IR \qquad ....(2\text{-}6)$$

எனவே, மின் அழுத்த மூலம் என்பது மின்னோட்டம் மூலம் மற்றும் மின்தடையின் பெருக்கற் (Product) பலனுக்கு இணை யானால், மின்தடைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின்னோட்ட மூலம் என்பது அதே மின்தடைக்குத் தொடராக இருக்கும். மின் அழுத்த மூலத்திற்கு இணை மதிப்புள்ளதாகிறது. இந்த மாற்றீடு (Transformation) இரு வழிகளிலும் பொருந்தக் கூடிய தொன்றாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 2-4:

கீழ்க்கண்ட மூலங்களை (Source) மாற்றீடு (Transform) செய்க.



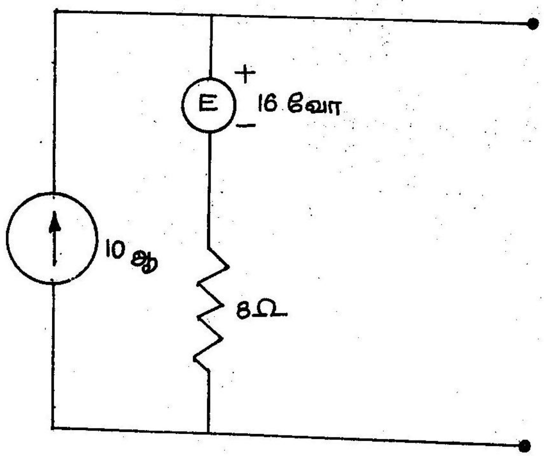
விடை:

படம் 2-08

சுற்றுகட்குகான தீர்வுகளை அவையவற்றின் எதிரிலேயே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டு 2-05.

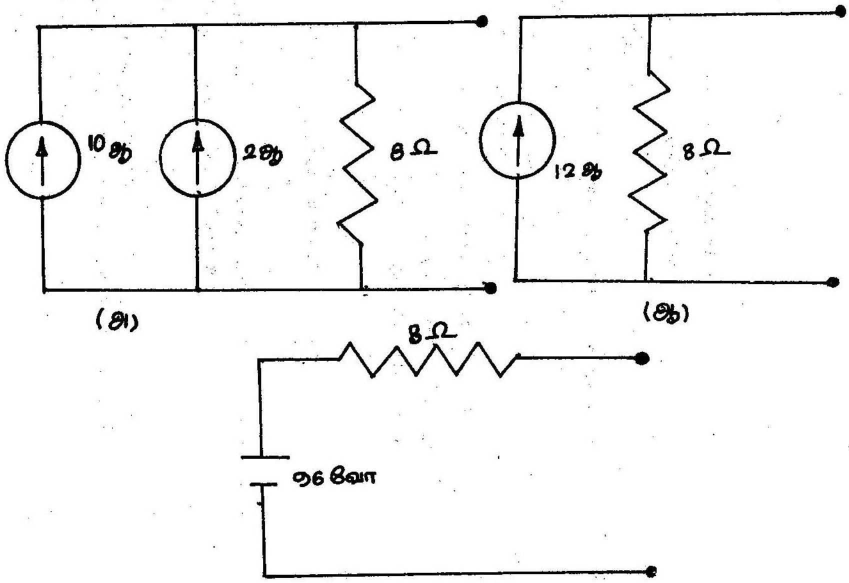
படம் 2- 09 இல் காட்டியசுற்றை ஒரே மூலுமாக. (Single Soruce) மாற்றீடு செய்க.



படம் 2- 09.

வழிமுறை:

படம் 2 - 09 இல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் மின் அழுத்த மூலம் மற்றும் மின் ஒட்டம் மூலமும் இரண்டும் இடம் பெற்றிருக் கின்றன. முதலில் மின் அழுத்த மூலத்தை மின் ஒட்ட மூலமாக மாற்றவும். பின்னர் இரு மின் அழுத்த மூலங்களையும் படம் 2 - 10 (ஆ) வில் காட்டியுள்ளது போல் ஒன்றாக இணைக்கவும். இது போன்று இணைக்கப்பட்ட மின் ஒட்ட மூலங்களையும் மின் அழுத்த மூலங்களாக மாற்றலாம். (படம் 2 - 10)



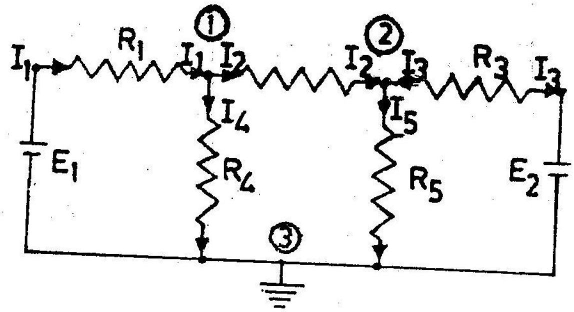
(இ) படம் 2- *10*.

2 - 01 - 04. முடிச்சு முறை (Nodel Method)

இம் முறையில், வலைப் பின்னல்களின் முடிச்சுகள் அல்லது சந்திப்புகள் (Junction) எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட முடிச்சு ஒன்று மாட்டேறு முடிச்சாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

மின் அழுத்தங்கள் $V_1, V_2, V_3 ...... V_n$ என்பவைகள் குறிப்பிட்ட முடிச்சுக்கும், மாட்டேறு முடிச்சுக்கும் இடைப்பட்ட மின் அழுத்த வேறுபாடுகள் ஆகும். மின்சுற்று ஒன்றில் முடிச்சுகளின் எண்ணிக்கையை 'N' என்று கொண்டோமேயானால் சுற்றின் தீர்வு காண N-1 மின்னோட்டச் சமன்பாடுகள் தேவைப் படுகின்றன.

படம் *2-11* இல் காட்டியுள்ள மின் சுற்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.



படம் 2 - 11.

இதில் (1), (2) மற்றும் (3) என்று எண்ணிட்டுள்ள மூன்று சந்திப்புகள் முடிச்சுகளாகக் கருதப்படுகின்றன. இதில் (3) எண்ணிட்டுள்ள முடிச்சு மாட்டேறு முடிச்சாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. V_1 மற்றும் V_2 என்னும் மின் அழுத்தங்கள் முறையே முடிச்சு 1. மற்றும் முடிச்சு 2க்கும் மற்றும், மாட்டேறு முடிச்சுக்கும் இடைப்பட்ட மின் அழுத்த வேறுபாடுகள் ஆகும்.

இதில் முடிச்சு (1) என்பது மின்தடைகள் R_1, R_2 மற்றும் R_4 சந்திக்கும் இடம் ஆகும்.

இதன் மின் ஓட்டச் சமன்பாடானது

$$I_1 = I_2 + I_4 \qquad \text{....(2-7)}$$

$$I_1 = \frac{E_1 - V_1}{R_1} \; i \qquad I_2 = \frac{V_1 - V_2}{R_2}$$

மற்றும் $I_4 = \dfrac{V_1}{R_4}$

எனவே,

$$\frac{E_1 - V_1}{R_1} = \frac{V_1 - V_2}{R_2} + \frac{V_1}{R_4}$$

$$\frac{E_1}{R_1} - \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_1}{R_2} - \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_1}{R_4}$$

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_1}{R_2} + \frac{V_1}{R_4} - \frac{V_2}{R_2} = \frac{E_1}{R_1}$$

$$V_1 \left\{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}\right\} - V_2 \left\{\frac{1}{R_2}\right\} = \frac{E_1}{R_1} \qquad \text{....(2-8)}$$

இதே போல் முடிச்சு (2) என்பது மின்தடைகள் R_2, R_3 மற்றும் R_3 சந்திக்கும் இடம் ஆகும் முடிச்சு (2) இன் மின்னோட்டச் சமன்பாடானது:

$$I_2 + I_3 = I_5 \qquad \text{....(2-9)}$$

$$\frac{V_1 - V_2}{R_2} + \frac{E_2 - V_2}{R_3} = \frac{V_2}{R_5}$$

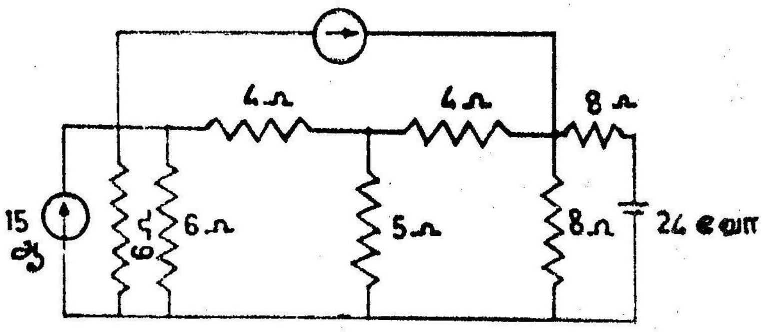
$$= \frac{V_1}{R_2} - \frac{V_2}{R_2} + \frac{E_2}{R_3} - \frac{V_2}{R_3} = \frac{V_2}{R_5}$$

$$= \frac{V_1}{R_2} - \frac{V_2}{R_2} - \frac{V_2}{R_3} - \frac{V_2}{R_5} = \frac{-E_2}{R_3} \qquad \text{....(2-10)}$$

இச்சமன்பாடுகளை வார்ப்புரு வடிவத்தில் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} & -\frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{E_1}{R_1} \\ \frac{-E_2}{R_3} \end{bmatrix}$$

படம் 2 - 12 இல் காட்டப்பட்டிருக்கும் சுற்றில் உள்ள 5 ஓம் மின்தடையில் பாயும் மின்னோட்டத்தினைக் கணக்கிடவும்.

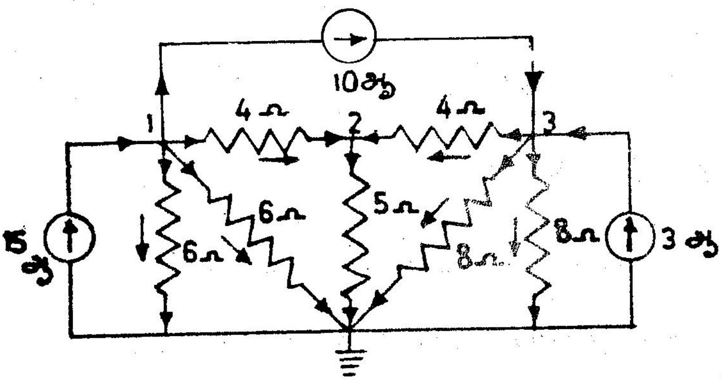


படம் 2- 12

வழிமுறை:

படம் 2 - 12 இல் காட்டியுள்ளது போல் சுற்று இரண்டு, மின்னோட்ட மூலங்களையும், ஒரு மின் அழுத்த மூலத்தையும் கொண்டதாக உள்ளது.

இதை முடிச்சு முறையில் தீர்வு காண்பதற்கு, மின் அழுத்த மூலங்களை மின் ஓட்ட மூலங்களாக மாற்ற வேண்டும். பின்னர், இச்சுற்றைப்படம் 2 - 13இல் காட்டியுள்ளது போல் மறு வரைவு (redrawn) செய்ய வேண்டும்.



படம் 2 - 13.

முடிச்சு 1

$$\frac{V_1}{6} + \frac{V_1}{6} + \frac{V_1 - V_2}{4} + 10 - 15 = 0$$

$$\frac{V_1}{6} + \frac{V_1}{6} + \frac{V_1}{4} - \frac{V_2}{4} = 5$$

$$V_1 \left\{\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4}\right\} - \frac{V_2}{4} = 5$$

$$V_1 \{0.583\} - V_2 (0.25) = 5 \qquad ....(1)$$

$$= 0.583 V_1 - 0.25 V_2 = 5 \qquad ....(1)$$

முடிச்சு 2

$$\frac{V_1 - V_2}{4} + \frac{V_2}{5} + \frac{V_3 - V_2}{5} = 0$$

$$\frac{V_1}{4} - \frac{V_2}{4} + \frac{V_2}{5} + \frac{V_3}{5} - \frac{V_2}{5} = 0$$

$$\frac{V_1}{4} - V_2\left\{\frac{1}{4} - \frac{1}{5} + \frac{1}{5}\right\} + \frac{V_3}{5} = 0\ ;\ 0.25\ V_1 - 0.25\ V_2 + 0.2\ V_3 = 0$$

முடிச்சு 3

$$\frac{V_3}{8} + \frac{V_3}{8} + \frac{V_3 - V_2}{4} - 10 - 3$$

$$= \frac{V_3}{8} + \frac{V_3}{8} + \frac{V_3}{4} - \frac{V_2}{4} = 13 \qquad \text{....(3)}$$

$$= V_3\left\{\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4}\right\} - \frac{V_2}{4} = 13\ ;\ 0.5\ V_3 - 0.25\ V_2 = 13$$

மூன்று முடிச்சுச் சமன்பாடுகளையும் வார்ப்புறு வடிவில் அமைக்க.

$$\begin{bmatrix} 0.583 & -0.25 & 0 \\ 0.25 & -0.25 & 0.2 \\ 0 & -0.25 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ 0 \\ 13 \end{bmatrix}$$

தீர்வுக்கூறு:

$$\Delta = 0.583\ \{-0.25(0.5) + 0.25(0.2) - 0.25\ \{0-0.25(0.5) + 0\}$$

$$(0.25\ (0.25 - 0\ )$$

$$= 0.583\ \{-0.125 + 0.05\}\ -0.25\ \{-0.125\}\ + 0$$

$$= 0.583\ \{-0.175\}\ + 0.03125\ = 0$$

$$= -0.102025\ +\ 0.03125$$

நிகழ்வுக்கூறு = 0.070775.

$$V_2 = \frac{\begin{bmatrix} 0.583 & 5 & 0 \\ 0.25 & 0 & 0.2 \\ 0 & 13 & 0.5 \end{bmatrix}}{\Delta}$$

$$= \frac{0.583\ \{0-2.6\} + 5\ \{0-(0.25)\ (0.5)\} + 0\ \{(0.25)\ (-13) - 0\}}{\Delta}$$

$$= \frac{-1.516\ -\ 0.625\ +\ 0}{\Delta}$$

5Ω மின் தடையில் பாயும் மின் ஓட்டம்.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{30.25}{5} = 6.05$$ ஆம்பியர்.

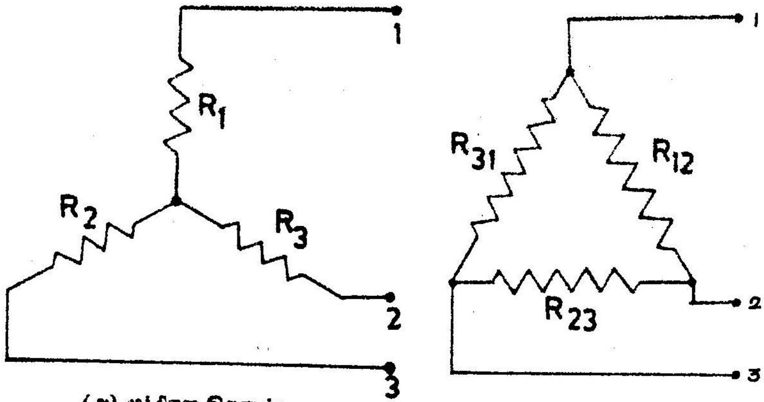
விடை:

5 Ω மின்தடையில் பாயும் மின்னோட்டம் **6.05** ஆம்பியர்.

2 - 01 - 05 முக்கோண முக்கிளை மாற்றீடுகள் (Delta-Star transformation)

மின் வலைச் சுற்று ஒன்றில், அதிகமான எண்ணிக்கையுள்ள கிளைகள் இருந்தால், இச்சுற்றிக்கு கிர்சாப்சின் விதி கொண்டு தீர்வுகாண இயலாது. அதிக எண்ணிக்கையுள்ள கிளைகள் கொண்ட சுற்றுக்குக் கிர்சாப்சின் விதியை உபயோகித் தால் அதிக எண்ணிக்கைக் கொண்ட ஒருங்கமைச் சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வு காண வேண்டிய நிலை ஏற்படும். மின் வலைச் சுற்றுக்களில் இது போன்ற சிக்கலைத் தவிர்ப்பதற்காக, முக்கோண - முக்கிளை, அல்லது முக்கிளை - முக்கோண மாற்றீடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மூன்று முனை (Three terminal) வலைச் சுற்றை முக்கோணம் அல்லது முக்கிளை இணைப்புக் கொண்டு உருவகப்படுத்திக் (Represent) காட்டலாம். படம் 2 - 14 (அ)வில் 1,2,3, என்ற முனைகள் முக்கிளை (Star) வடிவத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இச்சுற்றில் உள்ள மின்தடைகளின் மதிப்புகள் முறையே R_1, R_2 மற்றும் R_3 ஆகும். இந்த மூன்று தடைகளும் முக்கோண இணைப்பில் முறையே R_{12}, R_{23}, R_3 என்று இணைக்கப்பட்டிருப்பதைப் படம் 2-14 (ஆ) வில் காணலாம்.



(அ) முக்கிளை இணைப்பு (ஆ) முக்கோண இணைப்பு

படம் - 2.14

ஏதேனும் இரு இணை (Pair) முனைகட்கு இடையில் உள்ள தடைகள் இரண்டு அமைப்புகளிலும் ஒன்றானால் இந்த இரண்டு அமைப்புகளும், மின் இயலைப் பொறுத்த வரையில், சமமதிப் புள்ளவைகளாகும். முக்கிளை இணைப்பில் முனைகள் 1, மற்றும் 2 இற்கு குறுக்கே உள்ள மின்தடைகள் $R_1 + R_2$ முக்கோண இணைப்பில் முனைகள் ஒன்றிற்கும், இரண்டிற்கும் இடையில் இரண்டு இணைபாதைகள் (Parallel paths) உள்ளன. ஒரு பாதையில் தடை R_{12} மற்றுமொரு பாதையின் தடை $R_{23} + R_{31}$

முனைகட்கு இடையில் உள்ள மின்தடைகள் சமமாக இருக்க வேண்டுமாதலால்,

$$R_1 + R_2 = \frac{R_{12}\ (R_{23} + R_{31})}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \qquad ....(2\text{-}11)$$

இதேபோல் முகைள் 2 மற்றும் 3 இல்

$$R_2 + R_3 = \frac{R_{23}\ (R_{31} + R_{12})}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad ....(2\text{-}12)$$

மேலும் முனைகள் 3 மற்றும் 1இல்

$$R_3 + R_1 = \frac{R_{31}\ (R_{12} + R_{23})}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad ....(2\text{-}13)$$

சமன்பாடு 2-12ஐச் சமன்பாடு 2-1இலிருந்து கழித்து, இதன் முடிவை 2-13உடன் கட்ட

$$2R_1 = \frac{2R_{31}\ .\ R_{12}}{(R_{12} + R_{23} + R_{31})}$$

$$R_1 = \frac{R_{31}\ R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad ....(2\text{-}14)$$

இதேபோல்

$$R_2 = \frac{R_{23}\ .\ R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad ....(2\text{-}15)$$

$$R_3 = \frac{R_{31}\ R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \quad ....(2\text{-}16)$$

முக்கிளை இணைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட புயத்தின் (limb) தடையானது, முக்கோண இணைப்பில் அதே புயத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ள, இரண்டு தடைகளின் பெருக்கலை முக்கோண முப்புயன் கூடுதல் கொண்டு வகுப்பதால் கிடைப்பதற்கு இணை ஆகும்.

2- 01- 06. முக்கிளை - முக்கோண மாற்றீடு (Star - Delta Transformation)

முக்கிளை, இணைப்பின் தடைகள் மூன்றும் தெரிந்தனவாக இருந்து அவைகளை இணைமதிப்புளை முக்கோண இணைப்பின் தடைகளாக எளிதில் மாற்றுவதற்குச் சமன்பாடுகள் (2 11); (2 12); (2 13) ஆகியவைகளை பயன்படுத்தலாம்.

சமன்பாடுகள் (2-14) மற்றும் (2-15) ஐப் பெருக்க,

$$R_1 R_2 = \frac{2 R_{12}^2 . R_{23} R_{31}}{(R_{12} + R_{23} + R_{31})^2} \qquad ....(2\text{-}17)$$

இதேபோல் சமன்பாடுகள் (2-15) மற்றும் (2-16) ஐப் பெருக்க

$$R_2 R_3 = \frac{R_{23}^2 . R_{31} R_{12}}{(R_{12} + R_{23} + R_{31})^2} \qquad ....(2\text{-}18)$$

மற்றும் சமன்பாடுகள் (2-14) மற்றும் (2-16) ஐப் பெருக்க.

$$R_1 R_3 = \frac{R_{13}^{\ 2} \ R_{12} R_{23}}{(R_{12} + R_{23} + R_{31})^2} \qquad ....(2\text{-}19)$$

சமன்பாடுகள் (2-17), (2-18) மற்றும் (2-19) ஐக் கட்டி அவைகளை எளிய வடிவாக்கினால் (Simplifying) கீழ்க்கண்ட மூன்று சமன் பாடுகளும் நமக்குக் கிடைக்கும்.

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3} \qquad ....(2\text{-}20)$$

$$R_{23} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} \qquad ....(2\text{-}21)$$

$$R_{31} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2} = R_1 + R_3 + \frac{R_3 R_1}{R_2} \qquad ....(2\text{-}22)$$

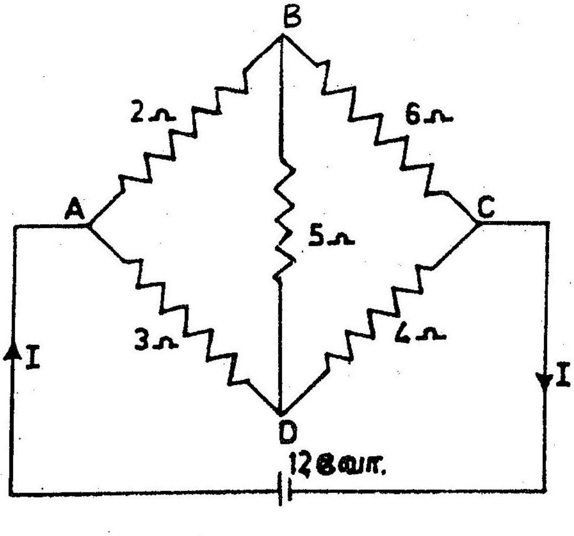
எனவே, இரு முனைகட்கு இடையிலுள்ள இணை மதிப்புள்ள முக்கோண மின்தடைகளாவன: இம் முனைகட்கு இடையிலுள்ள முக்கிளை மின்தடைகள் மற்றும் அதே இரண்டு மின் தடைகளின் பெருக்கலை மூன்றாவது தடையைக் கொண்டு வகுத்ததையும் கொண்டு வரும் கூட்டுப் பலனே ஆகும். (சமன்பாடுகள் 2-20, 2-21 மற்றும் 2-22 ஐக்காண்க.)

இது போன்ற முக்கிளை - முக்கோண அல்லது முக்கோண - முக்கிளை மாற்றீடுகள், வலைப் பின்னல் குறைப்பிற்கும் (Net

work reduction) பயன்படுகிறது. இம்மாற்றீடுகள் மாறுமின்னோட்டச் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம் மாற்றீடுகளை மாறுமின்னோட்டச் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தும் பொழுது, கிளைகளிலுள்ள மூலகங்கள், மின்தடைகட்கு மாற்றாக மின் எதிர்ப்புகளாக (impedance) இருக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 2.7:

படம் 2-15இல் காட்டியுள்ள வலைப் பின்னல் சுற்றில் 12 வோ. மின்கலம் அளிக்கும் மின்னோட்டத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும்.



படம் 2 - 15

வழிமுறை:

இச்சுற்றை எளிமைப்படுத்துவதற்கு, ABD என்ற முக்கோண இணைப்பை எடுத்துக்கொண்டு, இதை இணை மதிப்புள்ள முக்கிளை இணைப்பாக மாற்றீடு செய்யவேண்டும்.

முக்கோண இணைப்பில்

$R_{AB} = 2\,\Omega$, $R_{BD} = 5\,\Omega$ மற்றும் $R_{DA} = 3\,\Omega$

முக்கிளை இணை மதிப்புகள் அடைவதற்கு

$$R_A = \frac{R_{AB} \cdot R_{DA}}{R_{AB} + R_{BD} + R_{DA}}$$

$$= \frac{2 \times 3}{2+5+3} = \frac{6}{10} = 0.6\,\Omega$$

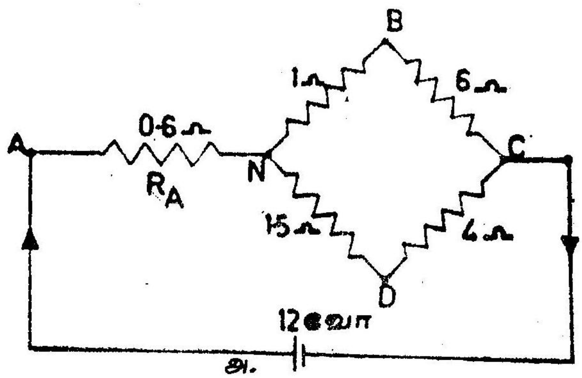
$$R_B = \frac{R_{BD} \cdot R_{AB}}{R_{AB} + R_{BD} + R_{DA}}$$

$$= 5 \times 2 = 10$$

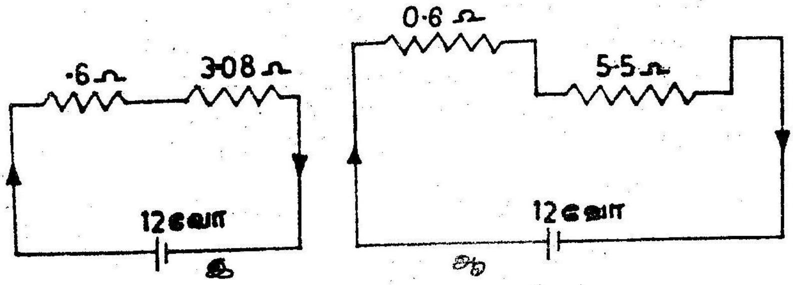
$$R_D = \frac{R_{DA} \cdot R_{BD}}{R_{AB} + R_{BD} + R_{DA}}$$

$$= \frac{3 \times 5}{2+5+3} = \frac{15}{10} = 1.5\,\Omega$$

இந்த மாற்றிடுக்குப் பின் சுற்று, படம் 2-16இல் காட்டப் பட்டுள்ளது போல் மாற்றப்படுகிறது.



படம் – 2.16



படம் 2-16

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{7 \times 5.5}{7 + 5.5} = \frac{38.5}{12.5} = 3.08\,\Omega$$

தொடர் இணைப்பில் மொத்த மின்தடை (படம் 2.16)

$$= 0.6\ \ 3.08 = 3.68\,\Omega$$

மின்னோட்டம்

$$= I = \frac{V}{R} = \frac{12}{3.68} = 3.26 \text{ ஆம்பியர்.}$$

விடை

12 வோ மின்கலத்தால் அளிக்கப்படும் மின்னோட்டம் = **3.26** ஆம்பியர்

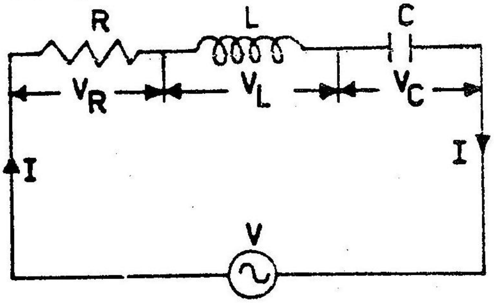
2-02. ஒரு நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகள் (Single Phase A.C. Circuits)

மாறு மின்னோட்டச் சுற்றின், அடிப்படைச் சுற்றுகள் யாவும், அத்தியாயம் ஒன்றில் விரிவாக விளக்கப்பட்டுவிட்டன. இந்தப் பகுதியில் மாறு மின்னோட்டத்தில் மின்தடை, மின்நிலையம், மின்தேக்கி முதலிய மூலகங்கள், இணைக்கப்பட்ட தொடர் மற்றும், இணை, இணைப்புகள் பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

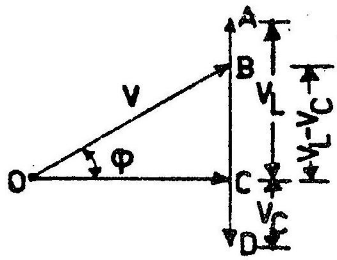
2 - 02-01. தொடர் இணைப்பு (Series Circuit)

படம் 1-07இல் காட்டியுள்ள படி, மின்தடை, மின் நிலைமம், மற்றும் மின்தேக்கி இவைகளைத் தொடர் அடுக்கில் இணைத்த சுற்று ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.

(அ)



(ஆ)



படம் 2 -17

மாறு மின்னோட்டச் சுற்றின் குறுக்காக இணைக்கப்பட்ட V என்பது, மின் அழுத்தத்தின் பயன் மதிப்பு ஆகும்.

I என்பது சுற்றில் பாயும் மின் ஓட்டம்.

VR = IR என்பது மின்தடையின் குறுக்காக ஏற்படும் மின்அழுத்த இறக்கம் ஆகும். இது மின் ஓட்டம் 'I' உடன் ஒன்றிய நிலையில் இருக்கின்றது.

$V_L = I_{XL}$ என்பது, மின் நிலைமம் 'L' இற்குக் குறுக்காக ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கம் ஆகும். இது மின் ஓட்டம் I இலிருந்து **90** பாகை முன் தங்கி இருக்கிறது.

$V_C = I_{XC}$ என்பது, மின் தேக்கி C இற்குக் குறுக்காக ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கம் ஆகும். இது மின் ஓட்டம் I லிருந்து **90** பாகை மின் தங்கியிருக்கிறது.

படம் **2-17** (ஆ) இல் ஒரு மின் அழுத்த முக்கோணம் காட்டப்பட்டுள்ளது. OC என்பது V_R என்னும் மின்அழுத்த இறக்கத்தைக் குறிக்கிறது. இதே போல் CA மற்றும் CD என்பன முறையே VL மற்றும் VC என்ற மின் அழுத்த இறக்கங்களைக் குறிக்கின்றன. இங்கு VL மற்றும் VC என்பன எதிர்த்திசையில் அமைந்திருக்கின்றன. இதையே VC மற்றும் VL என்பன ஒன்றுக்கொன்று **180** பாகை நிலை விலகத்தில் இருக்கின்றன என்பர். நிகர (Net) மின் எதிர்ப்புமின் அழுத்த இறக்கம் = VL - VC....(2.23) அளிக்கப்பட்ட மின் அழுத்தம் (Applied Voltage) OB என்பது OC மற்றும் CB யின் நேரியக் கூடுதல் ஆகும்.

எனவே,

$$OB = \sqrt{OC^2 + CB^2}$$

அல்லது

$$V = \sqrt{IR^2 + (I_{XL} - I_{XC})^2}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + (XL - XC)^2}$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (XL - XC)^2}} = \frac{V}{Z} \qquad ....(2\text{-}24)$$

நிலைக்கோணம் Q என்பது

$$\tan \varphi = \frac{x_L - x_C}{R} \text{ மற்றும்}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{x_L - x_C}{R} \qquad ....(2\text{-}25)$$

திறன் கூறு, கொசைன்

$$\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2}} \qquad ....(2\text{-}26)$$

எடுத்துக்காட்டு 2- 08:

20 Ω மின்தடையும், 0.1 ஹென்றி மின் நிலைமமும் கொண்ட மின் நிலைமச் சுருள் ஒன்று 125 மைக்ரோபாரட் மின்தேக்கு திறன் கொண்ட மின்தேக்கியுடன், தொடர் அடுக்கில், 200வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுற்றின் (அ) மின்எதிர்ப்பு (ஆ) மின் ஓட்டம் (இ) RL மற்றும் C இற்கு குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கங்கள் (ஈ) மின்திறன் வாட் மற்றும் பின்தங்கு கோணம்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்கள்:

R = 20 ஓம்.

L = 0.1 ஹென்றி

C = 125 மைபாரட்

V = 200 வோ. 50 ஹெர்ட்ஸ்.

தேவை:

(அ) மின் எதிர்ப்பு

(ஆ) மின் ஓட்டம்

(இ) RLC இற்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கங்கள்

(ஈ) மின்திறன் வாட்டிலும் திறனிலும்

(உ) திறன் கூறு மற்றும் பின் தங்கு கோணம்.

விதிமுறை:

$L = 0.1$ ஹென்றி

$X_L = 2\pi f_L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.1$

$= 31.4\ \Omega$

$C = 125 \times 10^{-6}$ பாரேட்

$$X_C = \frac{1}{2\pi f_C} = \frac{10^6}{2 \times 3.14 \times 50 \times 125}$$

$= 25.48\ \Omega$

(அ) $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$= \sqrt{20^2 + (31.4 - 25.48)^2}$

$= \sqrt{400 + 35.04}$

$= \sqrt{435.04} = 20.85\ \Omega$

(ஆ) $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{20.85} = 9.59$ ஆம்.

(இ) மின்தடை R இற்குக் குறுக்காக உள்ள மின்அழுத்த இறக்கம்

$V_R = I_R = 9.59 \times 20 = 191.8$ வோல்ட்

Lக்கு குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம்

$V_L = IX_L = 0\ 59 \times 3.14 = 301.126$ வோல்ட்

Cக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம்

$V_C = ISC = 9..59 \times 25.48 = 244.35$ வோல்ட்.

(ஈ) மின்திறன் வோல்ட் ஆம்பியரில் = VI

$= 200 \times 9.59 = 1918$ வோல். ஆம்.

மின் திறன் வாட்டில் = VI கொசைன் φ

= 1918 x 0.67

= 1285 வாட்.

(உ) திறன் கூறு கொசைன் $\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{20}{20.85} = 0.67$

φ = கொசைன்$^{-1}$ 0.67 = 47.93 பாகை.

விடை

அ. 20.85 Ω

ஆ. 9.59 ஆம்பியர்

இ. V_R 191.8 வோ. 301.126 வோ. 244.35

ஈ. 1918 வோ. ஆம் 1285 வாட்

உ. 0.67 φ = 47.93 பாகை.

2 - 02 - 02. இணை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுக்கள் (Parallel A.C. Circuits)

இணை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகட்குத் தீர்வு காண மூன்று முறைகள் உள்ளன.

அ. நேரிய முறை (Vector Method)

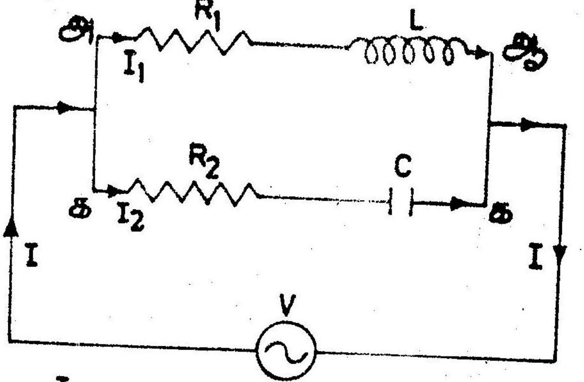
ஆ. மின் ஏற்பு முறை (Amittance Method)

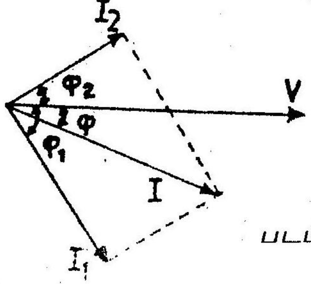
இ. பல்திறக் கூட்டொருமை அல்லது நேரியன் குறின் கணக்கியல் முறை (Complex (Or) Vector Algebric Method)

நேரிய முறை (vector Method)

படம் 2-18 இல் காட்டியுள்ள சுற்றை எடுத்துக் கொள்வோம். இதில் இரண்டு மின் மறுப்பு (Reactance) கிளைகள் இணையாக (பக்க அடுக்கில்) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சுற்றுக்குக் குறுக்காக V வோல்ட் மின் அழுத்தம் கொடுக்கப் படுகிறது. இவ்விரண்டு கிளைகளும் இணையாக இருப்பதால்

இரண்டுக்கும் கொடுக்கப்படும் மின் அழுத்தம் ஒன்றே ஆகும். ஆனால் மின் ஓட்டங்கள் மின் எதிர்ப்புக்கட்குத் தக்கவாறு மாறுபடுகின்றன.





படம் 2 18

கிளை 'அ', 'ஆ' இல்

$$Z_1 = \sqrt{x_1^2 + X_L^2} \quad I = \frac{V}{Z_1}$$

$$\text{கொசைன் } \varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1}, \ \varphi = \text{ கொசைன் } \frac{R_1}{Z_1} \qquad \text{....(2-27)}$$

நேரிய வரிப்புப் படம் 2 18 (ஆ) காட்டியுள்ளது போல் மின் ஓட்டம் 'I_1' கொடுக்கப்பட்ட மின் அழுத்தம்' 'V' யை கோணம் φ அளவுக்குப் 'பின்தங்கு' கிறது.

இதே போல் கிளை 'கக'

$$Z_2 = \sqrt{R_2^{\,2} + X_C^{\,2}}$$

$$I_2 = \frac{V}{Z_2}, \quad \text{கொசைன் } \varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2}$$

$$\varphi_2 = \text{கொசைன்}^{-1} \frac{R_2}{Z_2}$$

நேரிய வரிப்புப் படம் 2-18 இல் காட்டியுள்ளது போல் மின்னோட்டம் கொடுக்கப்பட்ட மின் அழுத்தம் V யைக் கோணம் φ_2 அளவுக்கு முன் தங்குகிறது.

கூட்டு விளைவாக்க (Resultant) மின் ஓட்டம் I என்பது கிளை மின்னோட்டங்களான I_1 மற்றும் I_2 வில் நேரியக் கூடுதல் ஆகும். இக்கூட்டு விளைவாக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்க விசைகளின் இணைகர விதி (Parallelogram Law of forces) யைப் பயன்படுத்த லாம். அல்லது மின்னோட்டங்கள் I_1 மற்றும் I_2 இணைகளை முறையே, செயல் கூறு (Active component) மற்றும் எதிர்வினைக் கூறு (Reactive component) களாகப் பகுத்து, பின்னர், இக் கூறுகளை ஒன்று சேர்த்தும் கண்டு பிடிக்கலாம்.

இச்சுற்றின் மொத்தத் திறனானது, கிளைகளில் செலவழியும் திறன்களின் மொத்தக் கூடுதலுக்குச் இணை ஆகும்.

$$P = P_1 + P_2 \qquad \text{....(2.29)}$$

இதில் $P_1 = VI_1$ கொசைன் Q_1

மற்றும் $P_2 = VI_2$ கொசைன் Q_2

ஆ. மின் ஏற்பு முறை (Admittance Method)

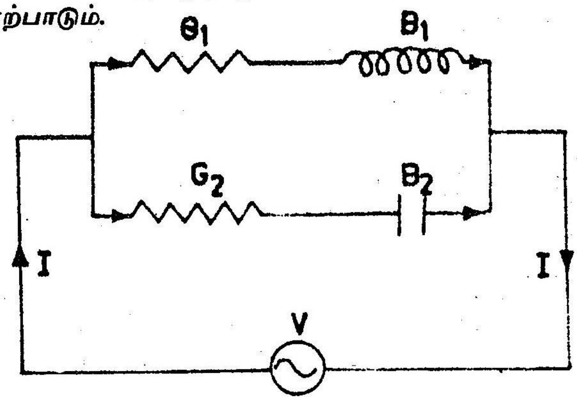
ஒரு சுற்றின் மின் ஏற்பை அச்சுற்றிலுள்ள மின் எதிர்ப்பின் (Impedance) தலைகீழ் விகிதமென விளக்கலாம்.

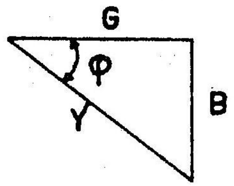
எனவே, $Y = \frac{1}{Z}$ மின் ஏற்பின் அலகு (unit) மோ. (Mho) ஆகும். ஆங்கிலத்தில் OHM என்ற அலகுக்கும் MHO என்ற அலகுக்கும் எழுத்துகள் முன்பின் வரிசைகளில் அமைந்திருக்கின்றன

மேலும் மின் ஏற்பின் அலகான 'மோ' விற்கு ℧ என்ற குறியும் இடுவது வழக்கம்.

ஓமின் குறியீடும் மோனின் குறியீடும் ஒன்றுக்கொன்று தலைகீழாக இருப்பதைக் காணலாம். (Ω, ℧)

மோ என்பது, ஒரு ஓம் மின் எதிர்ப்புள்ள மின் சுற்றின் மின் ஏற்பாடும்.





படம் 2-19

படம் 2-19 (ஆ) இல் ஒரு மின் ஏற்பு முக்கோணம் காட்டப் பட்டுள்ளது. மின் ஏற்பு 'Y' க்கு இரண்டு கூறுகள் உள்ளன. இதன் கிடைக்கூறுக்கு (X - கூறுக்கு) மின் கடத்தாற்றல் (conductance) என்றும் செங்குத்துக் கூறுக்கு (Y - கூறுக்கு) மின் உணர்வேற்பு (Susaptance) என்றும் பெயர்.

எனவே மின் கடத்தாற்றல் G = Y கொசைன் φ

$$G = \frac{1}{Z} \times \frac{R}{Z} = \frac{R}{Z^2} = \frac{R}{R^2 + X^2} \quad ....(2\text{-}30)$$

இதேபோல் மின் உணர்வேற்பு,

$B = Y$ சைன் φ

$$= \frac{1}{Z} \cdot \frac{X}{Z} = \frac{X}{Z^2} = \frac{X}{R^2 + X^2} \quad ....(2\text{-}31)$$

மின் ஏற்பு

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2} \quad ....(2\text{-}32)$$

கொசைன் $\varphi = \frac{G}{Y}$ ....(2-33)

மின்தேக்கு திறனின் உணர் வேற்பு (Capacity Susceptance) நேர்க் குறியுடனும் (Positive) மின் நிலைம உணர்வேற்பு (Inductive Susceptance) எதிர்க்குறியுடனும் குறிக்கப்படுகிறது.

படம் 2 - 19 அ இல் காட்டப்பட்டுள்ள இணைப்புப் படத்தில், மொத்த மின் கடத்தாற்றல் என்பது தனித்தனியே உள்ள இரு கிளைகளின் மின் கடத்தாற்றலின் கூடுதல் ஆகும்.

$$G = G_1 + G_2 \quad ....(2\text{-}34)$$

இதேபோல் மொத்த மின் உணர்வேற்பானது தனித்தனியே உள்ள இரு கிளைகளின் குறிக்கணக்கியல் கூடுதலுக்கு இணையாகும்.

$$B = -B_1 + B_2 \quad ....(2\text{-}35)$$

மொத்த மின் ஏற்பு $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$ ....(2-36)

மொத்த மின் ஏற்பு $I = V \cdot Y$

திறன் கூறு கொசைன் $\varphi = \frac{G}{Y}$

(இ) பல்திறக்கூட்டொருமை அல்லது நேரியக்குறிக் கணக்கியல் முறை (Complex (or) Vector Algebra Method)

படம் 2-18 (அ) இல் உள்ள இணைப்புப் படத்தை எடுத்துக் கொள்வோம்.

இந்த முறையில் (Method) Z_1 என்பது

$$Z_1\, h_1 + jX_1 \quad \text{....(2-37)}$$

இதேபோல் $Z_2 = R_2 + JX_2$ ....(2-38)

சமமான மின் எதிர்ப்புக் கிடைப்பதற்கு

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$

$$\frac{1}{Z_1} = Y_1 = \frac{1}{R_1 + jX_1} = \frac{R_1 - jX_1}{(R_1 + jX_1)\ (R_1 - jX_1)}$$

$$= \frac{R_1 - jX_1}{R_2 + jX_2}$$

$$\frac{1}{Z_2} = Y_2 = \frac{1}{R_2 - jX_2} = \frac{R_2 + jX_2}{(R_2 - jX_2)\ (R_2 + jX_2)}$$

$$= \frac{R_2 + jX_2}{R_2^2 + X_2^2}$$

$$\therefore \frac{1}{Z} = \frac{R_1 - jX_1}{R_1^2 + X_1^2} + \frac{R_2 + jX_2}{R_2^2 + X_2^2}$$

$$\frac{R_1}{R_1^2 + X_1^2} + \frac{R_2}{R_1^2 + X_2^2} - \frac{jX_1}{R_1^2 + X_1^2} + \frac{jX_2}{R_2^2 + X_2^2}$$

$$= G_1 + G_2 - j(B_1 - B_2)$$

$$= G - jB$$

$$I = V_y = V(G - jB) \quad \text{....(2-39)}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{B}{G} \qquad ....(2\text{-}40)$$

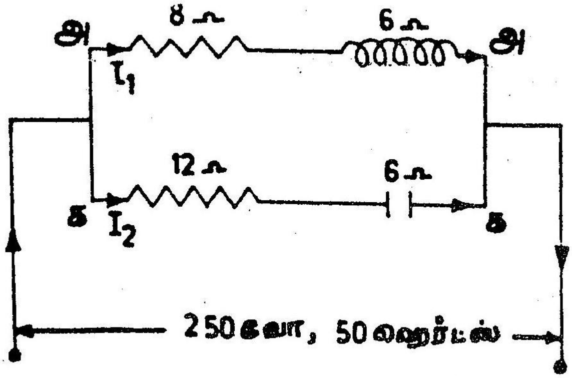
எடுத்துக்காட்டு 2-09:

8 Ω மின் தடையும் 6 Ω மின் நிலைம எதிர்ப்பும் கொண்ட சுற்று ஒன்றுடன், 12 Ω மின் தடையும், மின்தேக்கு திறமெனதிர்ப்பு 10 Ω கொண்ட மற்றொரு சுற்றுடன் இணையாக பக்க அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விணைப்பிற்கு 250 வோ, 50 ஹெர்ட் மாறுமின் ஒட்ட அரிப்பு (supply) கொடுக்கப் படுகிறது. இச்சுற்றின் (அ) கிளைகளின் மின்னோட்டம் (ஆ) மொத்த மின்னோட்டம் (இ) கிளைகளின் திறன் கூறு சுற்றின் மொத்தத் திறன் கூறு (ஈ) சுற்றின் மொத்தத் திறன் ஆகியவவைகளை

1. நேரிய முறை.
2. மின் ஏற்பு முறை மற்றும்

பலதிறக் கட்டொருமைகளில் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:



படம் 2-20

கிளை "அஅ"

$R = 8\,\Omega$

$X_L = 6\,\Omega$

கிளை "கக"

$R = 12\,\Omega$

$X_C = 10\,\Omega$ $V = 250\,V.$

தேவை:

(அ) கிளை மின்னோட்டங்கள்.
(ஆ) மொத்த மின்னோட்டங்கள்.
(இ) கிளைகளின் திறன் கூறு.
(ஈ) மொத்தத் திறன் கூறு.
(உ) மொத்தத் திறன்.

வழிமுறை:

(அ) நேரிய முறை:

$$Z_1 \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{100} = 10\,\Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{Z_1} = \frac{250}{10} = 25A.$$

$$\text{கொசைன் } \varphi_1 = \frac{R}{Z_1} = \frac{8}{10} = 0.8$$

$$\varphi_1 = \text{கொசைன்}^{-1}\ 0.8 = 36.86$$

$$\text{திறன் } P_1 = V I_1 \text{ கொசைன் } \varphi_1$$

$$= 250 \times 25 \times 0.8$$

$$= 5000 \text{ வாட்கள்.}$$

$$Z = \sqrt{12^2 + 10^2} = \sqrt{144 + 100} = \sqrt{244} = 15.62\,\Omega$$

$I_2 = \frac{V}{Z_2} = \frac{250}{15.62} = 16$ ஆம்பியர்.

கொசைன் $\varphi_2 = \frac{R}{Z_2} = \frac{12}{15.62} = 0.768 = 39.82^\circ$ முன்தங்கல்

$P_2 = V I_2$ கொசைன் φ_2

$= 250 \times 16 \times 0.768$

$= 3072$ வாட்கள்.

மொத்த மின் ஓட்டம் $I \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \text{ கொசைன் } (\varphi_2 + \varphi_1)}$

$= \sqrt{(25)^2 + (16)^2 + 2 . 25 . 16 \text{ கொசைன் } (39.82 + 36.81)}$

$= \sqrt{625 + 256 + 800 + \text{ கொசைன் } 76.68}$

$\sqrt{881 + 184.3} = \sqrt{1065.3}$

32.63 ஆம்பியர்.

மொத்தத்திறன் $P_1 + P_2 = 5000 + 3072 = 8072$ வாட்.

சுற்றின் திறன் கூறு $\frac{W}{VI}$

கொசைன் $\varphi = \frac{8072}{250 \times 32.63}$

$= 0.989$

$\varphi = 8^\circ 18'$

மின் ஏற்பு முறை:

$Z_1 = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{100} = 10\,\Omega$

$G_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{8}{100} = 0.08$ ℧

$B_1 = \frac{X_1}{Z_1^2} = \frac{6}{100} = 0.06$ ℧ (மின்நிலையம்)

$$Y_1 = \sqrt{G_1^2 + (B_1)^2} = \sqrt{(0.08)^2 + (0.06)^2}$$

$$= 0.1$$

திறன்கூறு $\frac{G_1}{Y_1} = \frac{0.08}{0.11} . 0.8$

$$Z_2 = \sqrt{12^2 + 10^2} = 15.62\ \Omega$$

$$G_2 = \frac{R_2}{Z_2^2} = \frac{12}{(15.62)^2} = 0.049\ \mho$$

$$B_2 = \frac{X_2}{Z_2^2} = \frac{10}{(15.62)^2} = 0.04\ \mho$$ (மின்தேக்கு திறன்)

$$Y_2 = \sqrt{G_2^2 + B_2^2} = \sqrt{(0.049)^2 + (0.04)^2} = 0.0632$$

கொசைன் $Q = \frac{G}{y} = \frac{0.049}{0.0632} = 0.76$

மொத்த மின் கடத்தாற்றல்

$$G = G_1 + G_2$$

$$= 0.08 + 0.049$$

$$= 0.129\ \mho$$

மொத்த மின் உணர்வேற்பு

$$= B = B_1 + B_2$$

$$= -0.06 + 0.04$$

$$= -0.02$$

$$y = \sqrt{G^2 + B^2} = \sqrt{(0.129)^2 + (0.02)^2}$$

$$Y = 0.13$$

மொத்த மின் ஓட்டம் $I = V . Y$

$I = 250 \times 0.13 = 32.63$ ஆம்பியர்.

திறன் கூறு = கொசைன்

$$\varphi = \frac{G}{Y} = \frac{0.12918}{0.130719}$$

$$= 0.988$$

$\varphi =$ கொசைன்$^{-1}$ $0.988 = 8^\circ\ 48'$

திறன் = VI கொசைன் φ

$$= 250 \times 32.65 \times 0.988$$

$= 8060$ வாட்.

(ச) பல்திறக் கட்டொருமை முறை:

$R_1 = 8\,\Omega \quad X_L = 6\,\Omega \quad R_2 = 12\,\Omega \quad X_C = 10\,\Omega$

$$Y_1 = \frac{1}{Z_1} = \frac{1}{8+j6} = \frac{8-j6}{8+j6} \times 8 - j6 = \frac{8-j6}{8^2+6^2} = 0.08 - j0.06$$

$$Y_2 = \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{12-j10} = \frac{12+j10}{12-j10}\ 12 + j10 = \frac{12+j10}{12^2+10^2} = 0.049 + j$$

$$I_1 = V Y_1 = 250 \times (0.08 - j0.06)$$

$$= (20 - j15)\ Tan^{-15/20}$$

$$= \sqrt{(20)^2 + (15)^2} = 25\ \lfloor 36^\circ\ 52'$$

$I_1 = 25$ ஆம்பியர்.

கொசைன் $\varphi = 0.8$ பின்தங்கல்

$$I_2 = V \cdot Y_2 = 250\ (0.049) + 0.499$$

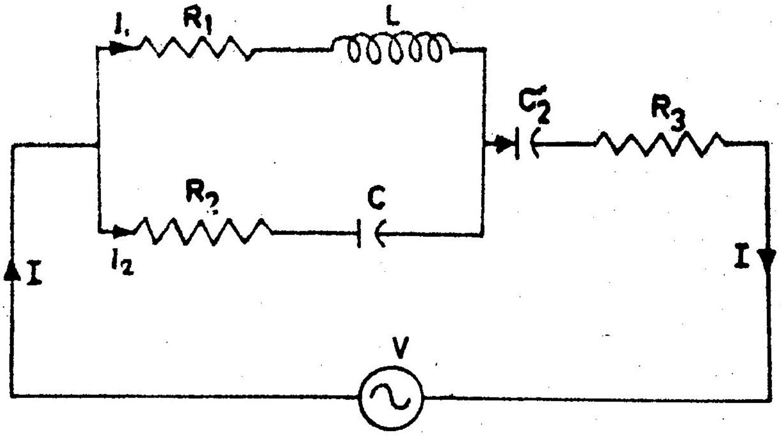
$$= 12.25 = j0.155$$

$$= \sqrt{(12.25)^2 + (10.225)^2}\quad Tan^{-1}\ \frac{10.225}{12.25}$$

ஈ. சுற்றின் மொத்தத் திறன் = 8072 வாட்கள்.

2-02-03 தொடர் - இணைச் சுற்றுகள் (Series Parallel Circuits)

ஓர் இணைச் சுற்றையும் மற்றுமொரு தொடர் சுற்றையும், படம் 2-21 இல் காட்டியுள்ளது போல் இணைத்தால் அந்தக் கூட்டுச் சுற்றுக்குத் தொடர் இணைச் சுற்று என்று பெயர்.



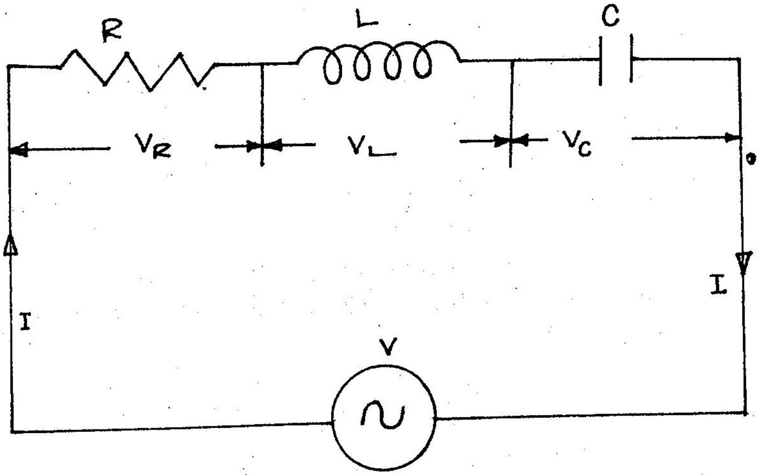
படம் 2 - 21

இது போன்ற சுற்றுகட்குத் தீர்வு காண்பதற்கு முதலில் இணைச் சுற்றுக்கு மின் ஏற்பு முறையில் தீர்வு கண்டு, பின்னர் இந்த மொத்த மின் ஏற்பை, மின் எதிர்ப்பாக மாற்ற வேண்டும். இந்த மின் எதிர்ப்பு, முதலில் சுற்றில் உள்ள மூலங்களுடன் தொடர் இணைப்பில் அமைந்து விடும்.

இது சமயம் மொத்தச் சுற்றையும் தொடர் இணைப்பாகப் பாவித்து, மொத்த மின் எதிர்ப்பைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பின்னர், மின்னோட்டம், திறன் கூறு, மற்றும் கிளை மின்னோட்டங்களையும் கண்டு பிடிக்க வேண்டும்.

2-03. தொடர் சுற்றில் அனுநாதம் (Resonance in Series Circuits)

படம் 2 - 22 இல் காட்டியுள்ளது போன்ற R,L,C தொடர் சுற்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.



படம் 2 -22

V_R, V_L மற்றும் V_C என்பன முறையே மின்தடை R மின் நிலைமம் L மற்றும் மின்தேக்குதிறன் Cக்குக் குறுக்காக ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கங்கள் ஆகும். F என்னும் அலைவு எண்ணில் சுற்றுக்குக் குறுக்காக அளக்கப்படும் மின் அழுத்தம் 'V' வோல்ட் ஆகும். இச்சுற்றில் பாயும் மின் ஓட்டம் 'I' ஆம்பியர் ஆகும்.

X_L மற்றும் X_C இன் மதிப்பு அலைவு எண்ணைப் பொறுத்து மாறுபடும். ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவு எண்ணில் மின் நிலைம எதிர்ப்பு X_L உம் மின் தேக்கு திறனைத் தீர்ப்பு X_C உம் இணையாக இருக்கும்.

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$X_L = X_C \qquad ....(2\text{-}41)$$

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$(2\pi f)^2 = \frac{1}{LC}$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad ....(2\text{-}42)$$

இதில் அலைவு எண் fன் அலகு ஹெர்ட்ஸ் ஆகும். மின் நிலைமம் Lன் அலகு ஹென்றி மற்றும் மின்தேக்கு திறன் C இன் அலகு பாரட் ஆகும்.

இந்த உரிய நிலைக்குத் ''தொடர் அனுநாதம்'' (Series Re-ance) என்று பெயர். இந்நிலை நிகழும் அலைவு எண்ணை ''அனுநாத அலைவு'' (Resanant frequancy) என்று அழைக்கிறோம்.

தொடர் சுற்றில்

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \qquad ....(2\text{-}43)$$

அனுநாத அலைவு எண்ணில்

$$X_L = X_C$$

எனவே,

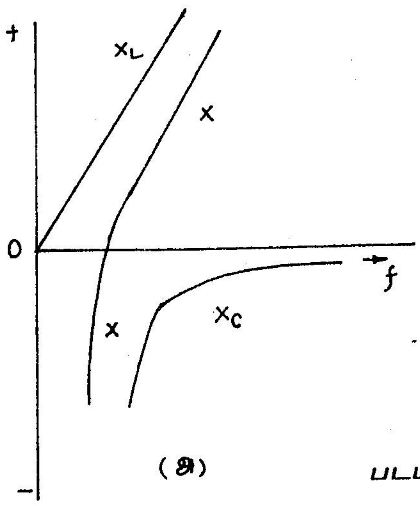
$$Z = \sqrt{R^2} = R \qquad ....(2\text{-}44)$$

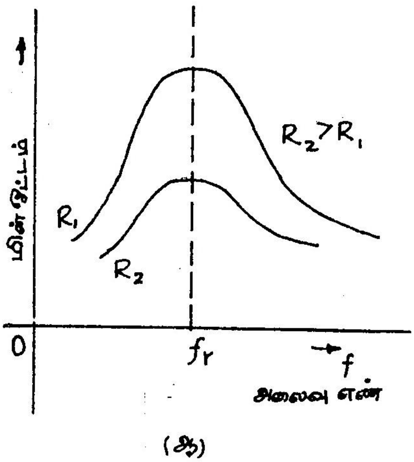
ஆகவே, அனுநாதச் சுற்றில் உள்ள மின் எதிர்ப்புச் சுற்றின் மின்தடைக்கு இணை ஆகும். எனவே, சுற்றில் மின்னோட்டம் அதிகமாக இருக்கிறது. மின்னோட்டத்தின் மதிப்பை மின்தடை

மட்டுமே கட்டுப்படுத்த வல்லது. மின்னோட்டமும், மின் அழுத்தமும் இச்சுற்றில் ஒன்றிய நிலையில் இருக்கின்றன.

$$\text{இதன் மதிப்பு } I_R = \frac{V}{R} \qquad ....(2\text{-}45)$$

இச்சுற்றில், மின்தடை மிகவும் குறைவாக இருந்தால், அதிகமாக மின்ஓட்டம் சுற்றில் பாயும். இந்நிலையில் மின் நிலைமம், மற்றும் மின் தேக்கிக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம், மின் அதிகமாகும். மேலும், இத்தகைய உயர்ச்சி (Rise) மூலங்களை, சேதப்படுத்தி அழித்துவிடும். எனவே, இந்தத் தொடர் அனுநாதத்தை, மின் அழுத்த அனுநாதம் என்றும் அழைக்கலாம். இந்த அனுநாத நிலையில், மின் ஓட்டத்திற்கு ஏற்படும் எதிர்ப்பு மிகவும் குறைவு. எனவே, இந்ச் சுற்றை "ஏற்புச் சுற்று" (Acceptor Circuit) என்றும் அழைப்பார்கள். அலைவு எண்ணின் மாறுபாட்டோடு, மின் நிலைம மறுப்பு, மின் தேக்கு திறன் மறுப்பு மற்றும் இவைகளின் நிகர மறுப்புகட்குள்ள ($X = X_L - X_C$) மாறுபாடுகள் (Variation) படம் 2 - 23 அ. இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. மற்றும், மின்னோட்டம், அலைவு எண், இவைகட்கு இடையே உள்ள மாறுபாடுகளை, படம் 2 - 23 அ இல் காணலாம்.





படம் 2-23.

தொடர் அனுநாதத்தில்

1. மின்னோட்டம் மிக மிக அதிகம்.

2. சுற்றில் மின் எதிர்ப்பு (Impedance) மிகவும் குறைவு. மற்றும் மின் எதிர்ப்பு மின் தடைக்கு இணை ஆகும்.

3. சுற்றின் திறன் கூறு "ஒன்று" ஆகும். மற்றும் மின் ஓட்டம், மற்றும் மின் அழுத்தம் இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட நிலைக்கோணம் பூச்சியம் ஆகும்.

4. அனுநாத அலைவு எண் $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

சுற்றின் அலைவு எண், அனுநாத அலைவு எண்ணிற்குக் குறைவாக இருந்தால் அச்சுற்றில் நிகர மறுப்பு, மின் தேக்கு திறன் மறுப்பாக அமையும். மாறாக அலைவு எண், அனுநாத அலைவு எண்ணைவிட அதிகமாக இருந்தால் அச்சுற்றின் நிகர மறுப்பு மின் நிலைம மறுப்பாக அமையும்.

எடுத்துக்காட்டு 2-10

தொடர் சுற்று ஒன்றில் 30Ω மின்தடை, 90 மில்லி ஹென்றி, மின் நிலைமம் மற்றும் 70 மைக்ரோபாரட் மின் தேக்கி ஆகியன இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இச்சுற்றை 200 வோ, மற்றும் மாறுபடும் அலைவு எண் கொண்ட மின் அளிப்பில் இணைப்பதால் உண்டாகும். (அ) அலைவு எண் (ஆ) மின் ஓட்டம் (இ) திறன் (ஈ) அனுநாத நிலையில் வெவ்வேறு மூலகங்கட்குக் குறுக்காக ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கம் முதலியவைகளைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்

R = 30 Ω

L = 90 மி. ஹெ.

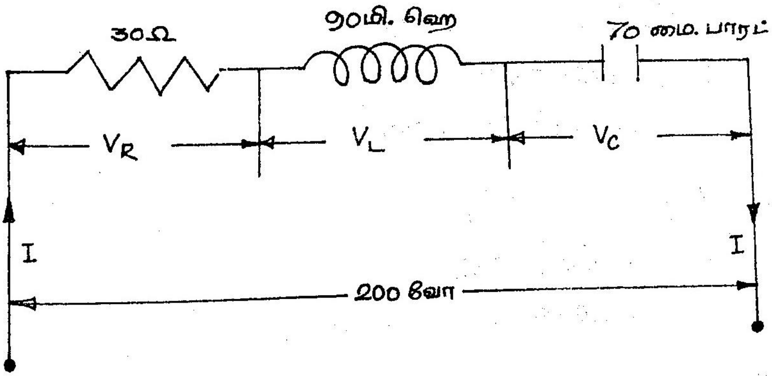
C = 70 மை.பா.

V = 200 வோ.

தேவை.

(அ) அலைவு எண் (ஆ) மின்னோட்டம் (இ) திறன் (ஈ) மூலகங்கட்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த இறக்கம்.

வழிமுறை:



படம் 2-24

அனுநாத நிலையில்

$$X_L = X_C$$

$$2 \pi f L = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$(2 \pi f)^2 LC = 1$$

$$f^2 = \frac{1}{4 \pi^2 LC}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{19\times10^{-3}\times70\times10^{-6}}}$$

= **63.4** ஹெர்ட்ஸ்.

மின்னோட்டம் $I = \frac{V}{R} = \frac{200}{30} = 6.67$

திறன் $I^2 R = (6.67)^2 \times 30 = 1334.6$ வாட்.

$E_R = I \cdot R = 6.67 \times 30 = 200$ வோ.

$E_L = I \cdot X_L = 6.67 \times 2\pi f L$

$= 6.67 \times 35.883 = 239$ வோ.

$E_C = I \cdot X_C = 6.67 \times \frac{1}{2\pi f C}$

$= 6.67 \times 35.88$

$= 239$ வோ.

விடை:

அலைவு எண் = **63.4** ஹெர்ட்
மின்னோட்டம் = **6.67** ஆம்.
திறன் = **1334.6** வாட்.
மின்தடைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின்அழுத்த இறக்கம்
$V_R = 200$ வோ.
$V_L = 239$ வோ.
$V_C = 239$ வோ.

2-04. இணைச் சுற்றில் அனுநாதம் (Resonance in Parallel Circuit)

A மற்றும் B என்னும் இருகிளைகள் கொண்ட இணைச் சுற்று ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம். கிளை A இல் L என்னும் மின் நிலைமம், R_A என்னும் மின் தடையும் தொடராக இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இதேபோல் கிளை B யில் C என்றும் மின் தேக்கியும்,

R_B என்னும் மின்தடையும் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த இணைச் சுற்றில், அனுநாதம் ஏற்படுவதற்கு இரு கிளைகளின் மின் உணர்வேற்புகள் இணையாகவும், குறிகள் நேர் மாறினதாகவும் இருக்க வேண்டும்.

$$B_A = B_B \quad \text{....(2-46)}$$

$$\frac{W_r L}{R_A^2 + W_r^2 L^2} = \frac{\frac{1}{W_r C}}{R_B^2 + \frac{1}{W_r^2 C^2}} \quad \text{....(2-47)}$$

இதில் W_r என்பது கோண அனுநாத அலைவு எண் (Angular Resonance frequency)

$$W_r = 2\pi f_r$$

$$\frac{W_r L}{R_A^2 + W_r^2 L^2} = \frac{W_r C}{R_B^2 W_r^2 C^2 + 1} \quad \text{....(2-48)}$$

இருபக்கமும் W^r நீக்கிவிட்டு, குறுக்கே பெருக்கினால்,

$$W_r^2 R_B^2 LC^2 = R_A^2 C + W_r^2 CL^2 \quad \text{....(2-49)}$$

$$W_r^2 R_B^2 LC^2 - W_r^2 L^2 C = R_A^2 C$$

$$W_r^2 LC (R_B^2 C - L) = R_A^2 C$$

$$W_r^2 = \frac{R_A^2 C}{LC(R_B^2 C - L)} \quad \text{....(2-50)}$$

சுருக்கிய பின்

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{R_B^2 - L/C}{R_B^2 - L/C}} \quad \text{....(2-51)}$$

$$W_r = 2\pi f_r \;\; ஃ \;\; f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{R_B^2 - L/C}{R_B^2 - L/C}} \quad \text{....(2-52)}$$

$\frac{L}{C}$ விகிதத்தை ஒப்பிடும் பொழுது மின்தடை Rஇன் மதிப்பு, அதிகமாக இருந்தால் சமன்பாடு 2.52இல் அதை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். மின்தடையின் மதிப்பு, ஒதுக்கி விடக்கூடிய அளவுக்குச் சிறியதாக இருத்தல் சமன்பாடு 2-52 எளிதாக்கி

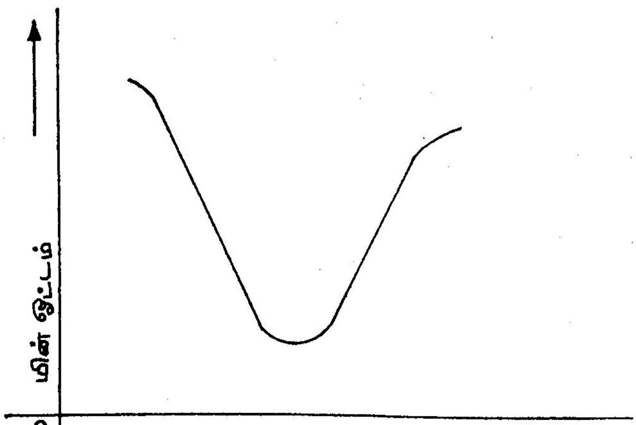
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{....(2-53)}$$

என்று எழுதலாம்.

அனுநாத நிலையில், மின்னோட்டம் மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் இச்சுற்று "மறுப்புச் சுற்று" (Rejector Circuit) என்றழைக்கப்படுகிறது.

இரு கிளைகட்கிடையில் பாயும் மின்னோட்டம், மின்வழி மின்னோட்டத்தைக் (Lime Currents) காட்டிலும் பல மடங்கு அதிகமாக இருப்பதால் இந்த இணை அனுநாதம் மின்னோட்ட அனுநாதம் (Current Resonance) என்றழைக்கப்படுகிறது.

மின்னோட்டத்திற்கும், அலைவு எண்ணிற்கும் உள்ள மாறுபாடு படம் 2-25இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2 - 25

இதன் மூலம் இணை அனுநாதத்தில்,

1. இச்சுற்று எடுத்துக் கொள்ளும் மின்னோட்டம் மிகக் குறைவு.

2. இச்சுற்றில் மின்ஏற்பு, மின் கடத்தாற்றலுக்குச் இணையான தாகும். மேலும் இது மிகவும் குறைவாகக் காணப்படுகிறது.

3. திறன் கூறு "ஒன்று" ஆகும். மின் ஒட்டத்திற்கும் மின்னழுத் தத்திற்கும் இடைப்பட்ட நிலைக் கோணம் பூச்சியம் ஆகும்.

4. மின் நிலைமத்திற்கும், மின் தேக்கிக்கும் தொடராக உள்ள மின்தடை ஒதுக்கப்பட வேண்டிய அளவிற்குக் குறைவாக இருந்தால் அனுநாத அலைவு எண் $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

5. அனுநாத அலைவு எண், இணைப்பு அலைவு எண்ணைக் (Supply Frequency) காட்டிலும் அதிகமானதாக இருந்தால் சுற்றின் திறன்கூறு முன்தங்கலாக இருக்கிறது. மாறாக, இணைப்பு அலைவு எண், அனுநாத அலைவு எண்ணைக் காட்டிலும் அதிகமானதாக இருப்பதால் சுற்றின் திறன்கூறு பின்தங்கலாக இருக்கிறது. மேலும், இந்நிலையில், மின் உணர்வேற்பும் எதிர்க் குறியீட்டைக் (Negative) கொண்டதாக உள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு 2-11.

5Ω மின்தடையும், 0.1 ஹென்றி மின் நிலைமமும் கொண்ட வரிச்சுற்று ஒன்று மின்தேக்கிக்கு இணையாக இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இந்த இணைச் சுற்று 230 வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ், மாறு மின்னோட்ட இணைப்பிற்குக் குறுக்காக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சுற்றில் இணை அனுநாதம் உண்டாக்க வேண்டுமானால் இணைக்கப்பட்டுள்ள (அ) மின்தேக்கியின் மதிப்பைக் கண்டு பிடிக்கவும். மேலும் (ஆ) கிளை மின்னோட்டங்கள் (இ) மொத்த மின்னோட்டம் ஆகியவைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப் பட்ட விவரங்கள்:

$R = 5\,\Omega \quad L = 0.1$ ஹென்றி.

$V = 250$ வோ.

$f = 50$ ஹெர்ட்ஸ்.

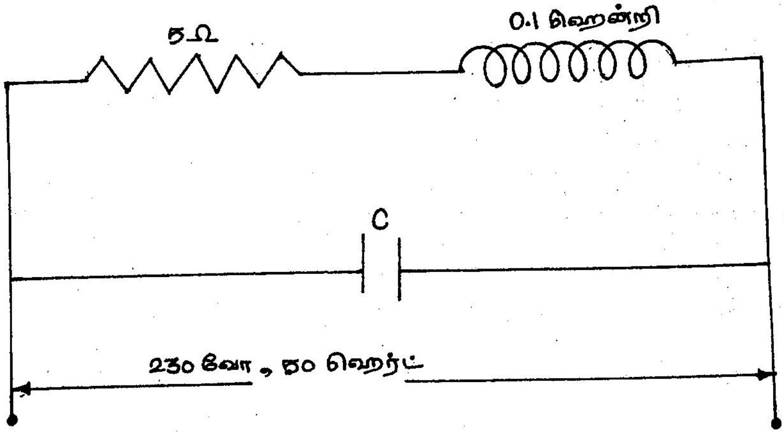
தேவை:

அ. மின் தேக்கு திறனின் மதிப்பு

ஆ. கிளை மின்னோட்டங்கள்

இ. மொத்த மின்னோட்டம்.

வழிமுறை:



படம் 2-26

அனுநாதத்தில்

$X_L = X_C$

எனவே, $2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$

∴ $X_L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.1$

$= 31.4\ \Omega$

$$31.4 = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$C = \frac{1}{31.4 \times 2 \times 3.14 \times 50} = 101 \times 10^{-6}$$

= 101 மை பாரட்.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad = \sqrt{5^2 + (31.4)^2}$$

$$= 31.7955\,\Omega$$

சுற்றின் இயங்கு மின்தடை (Dynamic Resistance)

$$\frac{L}{C} = \frac{0.1}{10 \times 10^{-6}} \times 5 = 198\,\Omega$$

மொத்த மின் ஓட்டம் $= \frac{230}{198} = 1.16$ ஆம்பியர்.

சுற்றின் குறுக்கே உள்ள மின் அழுத்தம் = மின் ஓட்டம் x இயங்கு மின்தடை

$= 1.16 \times 198 = 229.68$ வோ.

மின் நிலைமக் கிளையின் மின்னோட்டம்

$$\frac{229.68}{Z} = \frac{229.68}{31.7955} = 7.22 \text{ ஆம்.}$$

மின் தேக்கிக் கிளையின் மின்னோட்டம்

$$= \frac{V}{X_C} = V \times 2\pi fc$$

$$= 229.68 \times 2 \times 3.14 \times 50 \times 101 \;\; 10^{-6}$$

$= 7.29$ ஆம்.

விடை:

$C = 101 \times 10^{-6}$ மை பாரட்.

மொத்த மின்னோட்டம் = 1. 16 ஆம்.

கிளை மின்னோட்டம் = 7.22 ஆகும், 7.29 ஆம்

2-05 Q காரணி (Q factor)

தரக்காரணி (Quality factor) யையே, சுருக்கமாக 'Q' காரணி என்று அழைக்கிறோம்.

தொடர் சுற்றில், அனுநாத நிலையில் மின் அழுத்தத்தைப் பெரிதாக்குதலையே (Magnification) தரக்காரணி என்று விளக்கலாம்.

சுற்றின் குறுக்கே உள்ள மின் அழுத்தம்

$I_0 X_L$ அல்லது $I_0 X_C$

இணைப்பு மின்னழுத்தம் $V = I_0 R$

மின் அழுத்தம் பெரிதாக்குதல் $= \dfrac{I_0 X_L}{I_0 X_R} = \dfrac{X_L}{R} = \dfrac{2\pi fL}{R}$

அனுநாத அலைவு எண் $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$

அல்லது $2\pi f_0 = \dfrac{1}{\sqrt{L.C}}$

$$= \frac{L}{\sqrt{LC}\,R} = \frac{1}{R}\sqrt{L/C} \qquad \text{....(2-54)}$$

தொடர் அனுநாதத்தில், உயர்ந்த தரக்காரணி என்றால், உயர்ந்த மின்னழுத்த பெரிதாக்கல் மட்டுமன்றி ஒத்தியைவைப்பு (tuning) சுருளியின் உயர்ந்த தேர் திறன் (Selectivity) ஆகும். இந்தக் காரணியை அதிகப்படுத்துவதற்கு, அதிக மின் நிலைமமும், குறைந்த தடையும் உள்ள சுற்றுக்களைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

இணைச் சுற்றில் பக்க அடுக்கில், தரக்காரணியை, மின்னோட்டப் பெரிதாக்குதல் (Current Magnification) என்று விளக்கலாம். அல்லது இரு கிளைகளிலும் பாயும்

மின்னோட்டத்திற்கும், மின் வழி (Line) மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதம் என விளக்கலாம்.

மின் தேக்கியிலும், சுற்றிலும் பாயும் மின்னோட்டம் Ic எனக் கொள்வோம்.

$$\text{'Q' காரணி } \frac{I_c}{I} \quad \frac{V}{1} = 2\pi fc \, . \, V$$

$$I_c = \frac{V}{X_c} = 2\pi fc$$

$$\text{'Q' காரணி } \frac{I_c}{I} = 2\pi fC \, \frac{V}{V/C/CR}$$

$$= \frac{2\pi f_o \, C \, VL}{V \, C \, R} = \frac{2\pi f_o L}{R}$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} = \frac{2\pi L}{2\pi\sqrt{L.C}\,R} = \frac{1}{R}\sqrt{L/C} \qquad ....(2\text{-}56)$$

சமன்பாடு 2-54உம் 2-55உம் நன்றாக இருப்பதைக் காணலாம்.

2-06. மூன்று நிலை மாறுமின்னோட்டச் சுற்றுகள் (Three Phase A.C. Circuit)

இதுவரையில் நாம், நேர்மின்னோட்டச் சுற்றுகளையும், ஒரு நிலை மாறுமின்னோட்டச் சுற்றுகளையும் பற்றிப் பார்த்தோம். இவை யாவற்றிற்கும் இரண்டு கம்பிகள் மூலமாக மின் இணைப்பு செய்யப்படுகிறது. நடைமுறையில் அதிகக் கம்பிகளின் மூலமாக மின் இணைப்பு பெற்றுக் கொள்ளும் இணைப்புகள் இருந்து வருகின்றன. இவ்வமைப்புக்குப் பல்நிலை (Poly Phase) அமைப்புகள் என்று பெயர். இப்பல்நிலை அமைப்புகளில் அதிகமாகப் புழக்கத்தில் இருந்து வரும் சுற்றுகள், மூன்று நிலைமாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகள் ஆகும்.

மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகளையும், ஒரு நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுக்களையும் ஒப்பிடும் போது

மூன்ற நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகளில் அதிக அளவிலான (Numerous) நல்விளைவுகள் (Advandages) உள்ளன.

2-06-01. ஒரு நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றைக் காட்டிலும், மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் உள்ள நல்விளைவுகள் (Advantages of Three phase system over a simple phase system)

1. மூன்று நிலை இயந்திரங்களும், ஒரு நிலை இயந்திரங்களும் ஒரே புற அளவையும் உருவையும் உடையதாக இருந்தாலும் செயல் திறனைப் (capacity) பொறுத்த வரையில் மூன்று நிலை இயந்திரங்களே அதிகத் திறமுடையனவாக உள்ளன.

2. கொடுக்கப்பட்ட அளவுத் திறனைக் குறிப்பிட்ட தூரத்திற்கு எடுத்துச் செல்வதற்கு மூன்று நிலை அமைப்பில் தேவைப் படும் தாமிர அளவைக் காட்டிலும் ஒரு நிலை அமைப்பில் தேவைப்படும் தாமிர அளவு மிக அதிகம் ஆகும்.

3. ஒரு நிலையான சுருளில் மூன்று நிலைமின்னோட்டம் பாயும் பொழுது சுழல் காந்தப் புலனை (Rotating Magnetic field) உண்டு பண்ணுகிறது. ஆனால் ஒரு நிலை மின்னோட்டம் இது போல் சுழல் காந்தப் புலனை உண்டு பண்ணுவது இல்லை.

4. மூன்று நிலைத் துாண்டல் மின்னோட்டிகள் (Induction Motor) யாவும் தம் தொடக்கம் (self starting) பெற்றவைகள். ஆனால் ஒரு நிலைத் துாண்டல் மின்னோடிகள் தம் தொடக்கம் இல்லாதவைகள்.

5. ஒரு நிலை மின்னோடிகளைக் காட்டிலும், மூன்று நிலை மின்னோடிகள் அதிகமான திறன் கூறையும் பயனுாறு திறனையும் (efficiency) பெற்றிருக்கின்றன.

6. மூன்று நிலை மின்னோடிகள் ஒரே சீரான (Uniform) சுழற்றுமையைப் (Torque) பெற்றிருக்கின்றன. ஒரு நிலை மின்னோடிகளில் துடிப்பு (pulsating) சுழற்றுமைதான் கிடைக்கிறது.

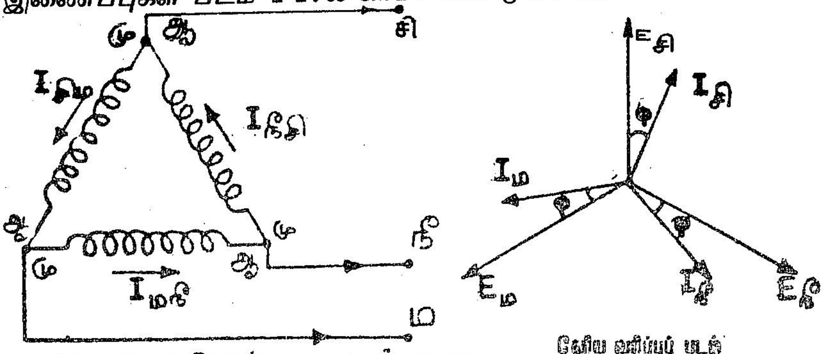
7. ஒரு நிலை அமைப்புடன் ஒப்பிடும்பொழுது மூன்று நிலை அமைப்புகள்தான் மின் உற்பத்தி (Generation) மின் இடையீட்டுனுப்பீடு (Transmission) பகிர்ந்தளிப்பு (Distribution) மற்றும் பயனாக்கல் (Utilisation) ஆகிய யாவற்றிற்கும் சிறந்த தொன்றாகும்.

மூன்று நிலை அமைப்பில் நிலைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணைக்கப்படாமல் தனித்தனியாக இருக்குமேயானால், நிலைக்கு இரு கடத்திகளாக மொத்தம் ஆறு கடததிகள் தேவைப்படும். இது அமைப்பை மிகவும் மிகுவிலையுள்ள (Expensive) தொன்றாக மாற்றிவிடும். எனவே, செம்பை (Copper) மிச்சப்படுத்துவதற்கு மூன்று நிலைகளும் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட வேண்டும். இவ்வாறு இடை இணைப்பீடு (Inter Connection) செய்வதற்கு இரண்டு முறைகள் உள்ளன.

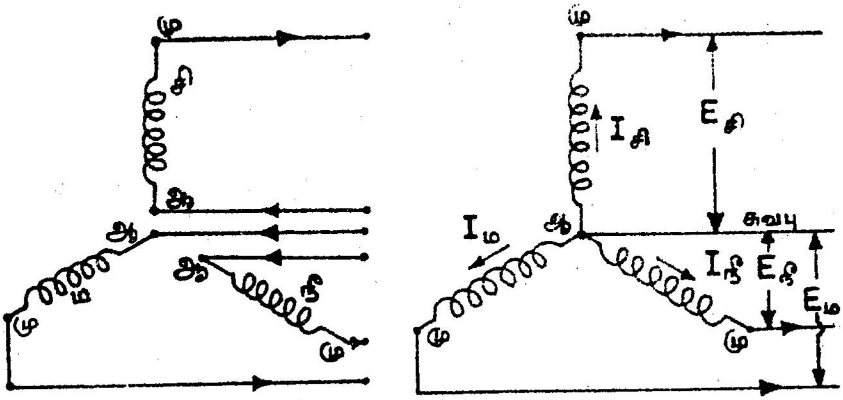
அ. முக்கிளை இணைப்பு (Star System)

ஆ. முக்கோண இணைப்பு (Delta System)

தனித்தனி இணைப்புகள், மற்றும் முக்கிளை முக்கோண இணைப்புகள் படம் 2-27ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



(இ) முக்கோண இணைப்பு படம் - 2.27



(அ) மூன்று தனித்தனி இணைப்புகள் (ஆ) முக்கிளை இணைப்பு

படம் 2-27

2-06-02. முக்கிளை இணைப்பு (Star Connection)

படம் 2-27 (ஆ)இல் காட்டியுள்ளது போல் மூன்று சுருள்களின் (Coil) தொடக்கத்தையும் (Start) ஒன்றாக இணைத்துச் சுருள்களின் முடிவைச் (Finish) சுமையுடன் இணைத்தால், இத்தகைய இணைப்பிற்கு முக்கிளை இணைப்பு எனப்பெயர். இந்த இணைப்பை 'Y' இணைப்பு என்றும் அழைப்பார்கள். இதன் அமைப்பு ஆங்கில எழுத்து Y யைப் போன்று அமைந் திருக்கிறது. மூன்று சுருள்களின் தொடக்கமும் (Start) இணைந்த புள்ளிக்குச் சுழல் வலிமைப்புள்ளி (Neutral Point) என்று பெயர். இதையே முக்கிளைப் புள்ளி (StarPoint) என்றும் அழைப்பார்கள். பொதுவாக இந்தச் சுழல் வலிமைப் புள்ளியைத் தரையிணைப்பு (Earth) செய்து இப்புள்ளியையே மாட்டேறாகவும் (Reference) எடுத்துக் கொள்வது வழக்கம். இப்புள்ளியில் இணைக்கப்பட்ட கடத்தியைச் சுழல் வலிமைக் கடத்தி (Neutral Wire) அல்லது தரையிணைப்பி (Earth Wire) என்றழைப்பார்கள், இக்கடத்தி

இணைக்கப்பட்டால் இந்த வகை அமைப்பிற்கு, மூன்று நிலை நான்கு கடத்தி அமைப்பு (Three Phase 4 Wire) என்று பெயர். மாறாகச் சுழல வலிமைக் கடத்தி இணைக்கப்படவில்லை யானால், இந்த அமைப்பிற்கு மூன்று நிலை மூன்று வடத்தி "அமைப்பு" (Three Phase three wire) என்று பெயர்.

சுருள்களின் முடிவுப்புள்ளிகளுடன் (Finish)) இணைக்கப் பட்ட கடத்திகளை மின்வழிக்கடத்திகள் (line conductor) என்றழைக்கிறோம். மின் வழிக்கடத்திகட்கும் சுழல் வலிமைக் கடத்திகட்கும் இடைபட்ட மின் அழுத்த வேறுபாட்டை நிலை மின் அழுத்தம் (Phase Voltage) என்று அழைக்கிறோம்.

$E_{ph} = E_{RN} = E_{YN} = E_{BN}$ ....(2-56)

இதேபோல், இரண்டு மின் வழிக்கடத்திகட்கு இடைப்பட்ட மின் அழுத்த வேறுபாட்டை மின்வழி மின் அழுத்தம் (Lime Voltage) என்று அழைக்கிறோம்.

$E_{வ} = E_{சீம} = E_{மநீ} = E_{நீசி}$ ....(2-57)

$E_{வ} = E_{சிநி} = E_{சித} = E_{நீத}$

$E_{வ} = \sqrt{3}\ E_{ph} \angle 30^{\circ}$ ....(2-58)

எனவே, Y இணைப்பில் மின்வழி மின் அழுத்தம் என்பது, நிலை மின் அழுத்தத்தைப் போல் $\sqrt{3}$ மடங்கு அளவில் அதிகமாகவும், மற்றும் நிலை மின் அழுத்தத்தை **30** பாகை முன்தங்கு நிலையிலும், பெற்றிருக்கிறது.

மற்றும் ஒவ்வொரு மின்வழியும், தனித்தனியாக ஒவ்வொரு மின் நிலையுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், மின் வழி மின்னோட்டம், மின்நிலை மின்னோட்டத்திற்கு இணையாக இருக்கிறது.

அதாவது, $I_{வழி} = I_{நிலை}$ ....(2- 59)

திறன் = *3* நிலைத் திறன்

$= 3 \times E_{நீ}\ I_{நீ}$ கொசைன் φ ....(2-60)

இதில் φ என்பது நிலை மின் அழுத்தத்திற்கும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் ஆகும். (படம் 2-27) (ஈ) இல் காட்டியுள்ளது போல் இதையே "மின்வழி" மதிப்புகளில் எழுத வேண்டுமானால்,

$$= \frac{3\, E_2}{\sqrt{3}}\ .\ I_{வ}\ \text{கொசைன்}\ \varphi$$

$$= \sqrt{3}\ \ E_{வ}\ I_{வ}\ \text{கொசைன்}\ \varphi$$

இதிலும் φ என்பது மின்வழி மின் அழுத்தத்திற்கும் மற்றும் மின் ஓட்டத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் ஆகும்.

2-06-03 முக்கோண அமைப்பு (Delta System)

ஒரு சுருளில் தொடக்கம் அடுத்த சுருளின் முடிவுடன் அதாவது நேர்மாறான (Dissimilar) முனைகள் இரண்டும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டுப் படம் 2 - 27 இல் காட்டியுள்ளது போல், ஒரு முக்கோண அமைப்பைப் பெறுமாயின் இவ்வகை இணைப் பிற்கு முக்கோண அமைப்பு என்று பெயர். சுற்றுகள் ஒன்றோ டொன்று தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு, ஒரு மூடிய வலையை உண்டு பண்ணுகிறது. இந்த அமைப்பிற்கு மற்றொரு பெயர், வலை அமைப்பு (Mesh System) ஆகும்.

இந்த முக்கோண இணைப்பில் இரண்டு மின்வழிகட்கு இடையில் ஒரு, நிலைச்சுற்று இருப்பதால் இவ்வகை அமைப்பில், மின் வழி மின் அழுத்தமும், மின் நிலை மின்னழுத்தமும் இணையாக இருக்கிறது.

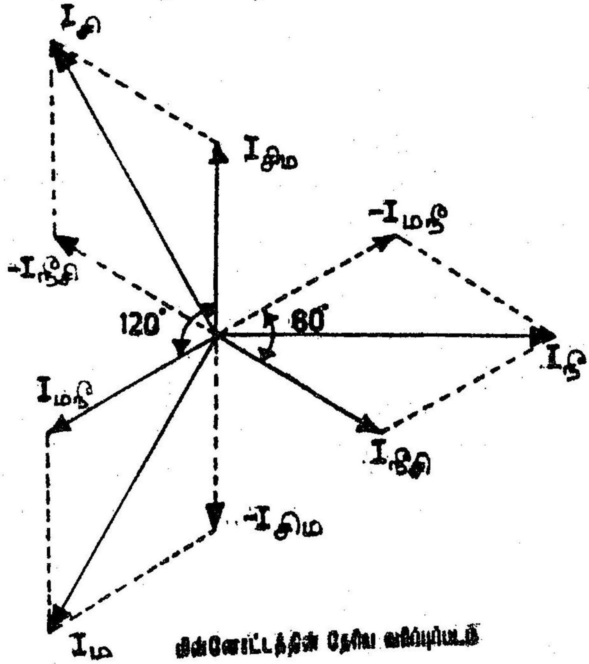
எனவே, $E\ \text{வழி} = E\ \text{நிலை}$ .....(2-62)

$I_{சி}$ $I_{ம}$ மற்றும் $I_{நீ}$ என்பன மின்வழி மின்னோட்டங்கள் ஆகும்.

$I\ \text{வழி} = I_{சி} = I_{நீசி} = I_{சிம}$ ....(2-63)

மற்றும் $I_{சிம}$, $I_{மதி}$, $I_{நிசி}$ என்பன மின்நிலை மின்னோட்டங்கள் ஆகும்.

$I_{\text{நிலை}} = I_{\text{சிம}} = I_{\text{மநி}} = I_{\text{நீசி}}$ ....(2-64)



படம். 2-29

நேரியங்கள்

$\bar{I}_{\text{சி}} = \bar{I}_{\text{சிம}} = \bar{I}_{\text{நீசி}}$ ....(2-65)

$I_{\text{சி}} = \sqrt{3}\ I_{\text{சிம}}$

$I_{\text{வழி}} = \sqrt{3}\ I_{\text{நிலை}}$ ....(2-65)

மின்வழி மின்னோட்டங்கள் யாவும், ஒன்றுக்கொன்று 120 பாகை நிலை வேறுபாட்டில் அமைந்து இருக்கின்றன. மின் வழி மின் அழுத்தங்கள் யாவும் மின் நிலை மின் அழுத்தங்களை 30° பின்தங்குகிறது.

திறன் P = 3 x நிலைத்திறன்

$= 3\ E_{\text{நிலை}}\ I_{\text{நிலை}}$ கொசைன் φ ....(2-66)

மின் வழி மதிப்புக்களில்

P = 3 E வழி I வழி கொசைன் φ

P = √3 E வழி $I^{\sqrt{3}}$ வழி கொசைன் φ ....(2-67)

2-06-04. இணைநிலை மற்றும் இணையற்ற நிலை அமைப்புகள் (Balanced and unbalanced System)

ஒரு மூன்று நிலை அமைப்பில், மூன்று நிலை மின் அழுத்தங்கள் யாவும் அளவில் இணையாகவும், 120 மின் பாகை (Electrical degree) நிலை வேறுபாட்டிலுமாக இருந்தால் இந்த அமைப்பை இணை நிலை மின் அமைப்பு என்றழைக்கிறோம். இந்த இணை நிலை மின் அமைப்பில் மூன்று நிலைகளிலுமுள்ள (Three Phase) மின் எதிர்ப்புகள் (Impedance) ஒன்றுக்கொன்று ஒப்பானவைகளாக (identical) இருக்கின்றன. எனவே, நிலைகள் யாவிலுமுள்ள மின்னோட்டங்கள் இணையானதாகவும், மற்றும் 120 மின் பாகை நிலை வேறுபாடுள்ளவைகளாகவும் இருக்கின்றன. இணைநிலை முக்கிளை (Balanced Star) இணைப்பில் சுழல் வலிமைக் கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டம் பூச்சியம் ஆகும். இணையற்ற நிலையில் உள்ள மூன்று நிலை அமைப்பில் அளவும் (Magnitude) நிலைக்கோணங்களும் (Phase angle) ஒன்றாக இணைத்துது இருப்பதில்லை.

எடுத்துக்காட்டு 2-12.

மாறு மின்ஒட்ட மின்னாக்கி ஒன்று, 6351 வோல்ட் நிலை மின் அழுத்தத்தையும், 250 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தையும் உண்டாக்குகிறது. இந்த எந்திரத்தின் (அ) மின் வழி மின் அழுத்தம் (ஆ) மின்வழி மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு (இ) மின்னோக்கியின் கி.வே.ஆ. (KVA) மதிப்பு ஆகியவைகளை (க) முக்கோண இணைப்பில் (கா) முக்கிளை இணைப்பிலும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

V நிலை = **6351** வோ.

I = **250** ஆம்.

தேவை.

அ. மின்வழி மின்னழுத்தம்

ஆ. மின்வழி மின்னோட்டம்.

இ. மொத்த கி.வோ.ஆ. வலிமை

வழிமுறை:

க. முக்கோண இணைப்பு:

E வழி = E நிலை = 6351 வோல்ட்.

I வழி = $\sqrt{3}$ நிலை = $\sqrt{3}$ 250

மொத்த கி.வோ.ஆ. $\frac{\sqrt{3} \times 6351 \times 433}{1000}$

= 4762.96 கி.வோ.ஆ.

Ω 4763 கி.வோ.ஆ.

கா. முக்கிளை இணைப்பு:

E வழி = $\sqrt{3}$ E நிலை

= $\sqrt{3} \times 6357$

= 11000 வோ.

I வழி = I நிலை = 250.

மொத்த கி.வோ.ஆ. வலிமை = $\frac{\sqrt{3} \times 11000 \times 250}{1000}$

= 4763 கி.வோ.ஆ.

விடை:

	முக்கோண இணைப்பு	முக்கிளை இணைப்பு
மின்வழி மின் அழுத்தம்	***6351வோ***	***11000 வோ***
மின்வழி மின்னோட்டம்	***433 ஆ.***	***250 ஆ.***
மொத்த கி.வோ. ஆ.	***4763*** *கி.வோ.ஆ.*	***4763*** *கி.வோ.ஆ.*

எடுத்துக்காட்டு 2-13.

மின்தடை 32 Ω மும், மற்றும் மின் நிலைம மறுப்பு 24 மும் கொண்ட மின் எதிரப்புக்கிளை ஒன்றை (அ) முக்கிளை (ஆ) முக்கோண அமைப்புகளில் மூன்று நிலை 440 வோ, மின் அழுத்தத்தில் இணைப்பதால் உண்டாகும். (க) மின்வழி மின்னோட்டம் (ங) திறன்கூற (ச) மொத்தத்திறன் கிலோவாட்டில் ஆகியவைகளைத் தனித்தனியே கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

V = 400 வோ

R = 32 Ω

X_L = 24 Ω

(அ) முக்கிளை (ஆ) முக்கோண இணைப்பு

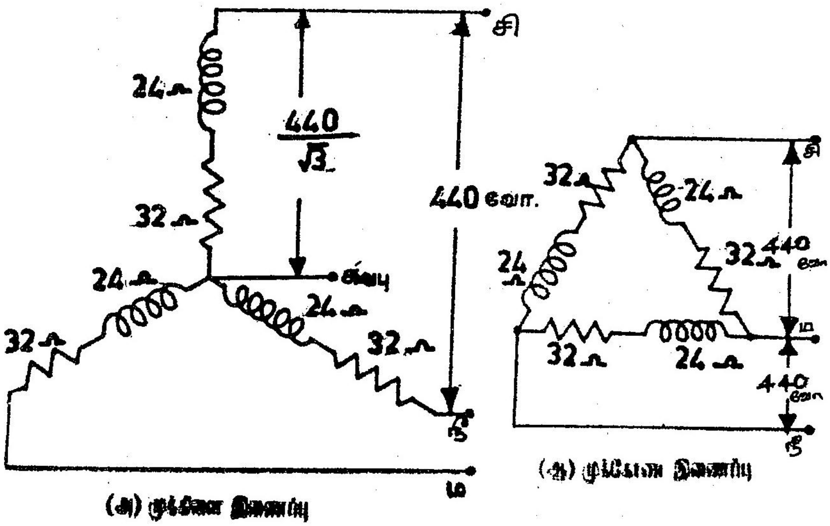
தேவை:

(க) மின் வழி மின்னோட்டம்

(ங) திறன் கூறு

(ச) மொத்தத் திறன் கிலோ வாட்டில்.

வழிமுறை:



படம் 2-30

Z நிலை = $\sqrt{(32)^2 \quad (24)^2}$ = $\sqrt{1600}$ = 40 Ω

E நிலை $\frac{440}{\sqrt{3}}$ = 254.03 வோ.

I நிலை $\frac{E \text{ நிலை}}{Z \text{ நிலை}}$ = $\frac{254.03}{40}$ = 6.35 ஆம்.

மின்னோட்டம் இணையாக இருப்பதால், I வழி

= I நிலை = **6.35** ஆம்.

திறன் கூறு கொசைன் Θ = $\frac{R}{Z}$ = $\frac{32}{40}$ = 0.8 பின்தங்கல்.

மொத்தத்திறன் = 3 E நிலை I நிலை கொசைன் Θ

= 3 x 254.03 x 6.35 x 0.8

= 3871.41 வாட் (அல்லது)

= 3.87141 கி. வாட்.

(அல்லது)

$P = \sqrt{3}\, E$ வழி I வழிக் கொசைன் ϕ

$P = \sqrt{3} \times 440 \times 6.35 \times 0.8$

= 3871.41 வாட்கள்.

(ஆ) முக்கோண இணைப்பு

Z நிலை = 40 Ω

E நிலை = E வழி = 440 வோ.

I நிலை $= \dfrac{E \text{ நிலை}}{Z \text{ நிலை}} = \dfrac{440}{40} = 11$ ஆம்பியர்ஃ.

I வழி = $\sqrt{3}$ I நிலை = $\sqrt{3} \times 11 = 19.05$ ஆம்.

திறன் கூறு கொசைன் $Q = \dfrac{R}{Z} = 0.8$ பின்தங்கல்.

மொத்தத் திறன் = $\sqrt{3}$ E வழி I வழிக்கொசைன் φ

$= \sqrt{3} \times 440 \times 19.05 \times 0.8$

= 11614.439 வாட். (அல்லது)

11.614 கிலோவாட்.

விடை:

	முக்கிளை இணைப்பு	முக்கோண இணைப்பு
(அ)	I வழி = 6.35 ஆம்	I வழி = 11 ஆம்.
(ஆ)	திறன்கூறு = 0.8	0.8
(இ)	மொத்தத்திறன் 3.871 கி.வா.	11.614 கி.வா.

மாற்றுமுறை (Alter)

(அ) முக்கிளை இணைப்பு:

(நேரியக் குறிக்கணக்கியல் முறையில் தீர்வுகாணல்)

$$V_{சி} = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254.03 \text{ வே } \angle 0$$

$$V_{ம} = 254.03 \angle -120$$

$$= 254.03 \; (-0.5 - j0.866)$$

$$= (-127.01 - j219.98) \text{ வோல்ட்.}$$

$$V_{நீ} = 254.03 \angle 120^\circ$$

$$= 254.03 \; (-0.5 + j0.866)$$

$$= (-127.01 + j219.98) \text{ வோல்ட்.}$$

$$Z = 32 + j24 = 40 \angle (36.86^\circ)$$

$$V_{சி} = \frac{V_{சி}}{Z} = \frac{254.03 \angle 0}{40 \angle (36.86)} = 6.35 \angle -36.86^\circ$$

இந்த மின்னோட்டம் மாட்டேற்றை ***36.86*** பாகை பின் தங்குகிறது.

$$\text{இதேபோல் } I_{ம} = V_{ம} = \frac{254.03 \angle 120}{40 \angle 36.86}$$

$$Z = 6.36 \angle 83.14'$$

$$I_{நீ} = \frac{V_{நீ}}{Z} = \frac{254.03 \angle -120}{40 \angle 36.86} = 6.35 \angle -156.86'$$

திறன் கூறு கோணம் $\varphi = 36.86^\circ$

திறன் கூறு கொசைன் φ = கொசைன் $36.86^\circ = 0.8$

மொத்தத் திறன் = 3 V நிலை I நிலைக் கொசைன் φ

$= 3 \times 254.03 \times 6.35 \times \angle 36.86 \times 0.8$

$= 3\ (254.03 + j\,o)\ (6.35$
(கொசைன் 36.86 + j சைன் –36.86) 0.8

$= 3\ (254.03 + j0)\ 6.35\ (0.8 + j0.599)\ 0.8$

$= 3\ (254.03 + j0)\ (5.08 + j3.8)\ 0.8$

$= 2.4\ (254.03)\ (6.344)$

= 3867 வாட்.

= 3.867 கிலோ வாட்.

விடை:

(அ) I வழி = **6.35** ஆம்
(ஆ) திறன் கூறு = **0.8**
(இ) மொத்தத் திறன் = **3.867** கி.வா.

எடுத்துக்காட்டு:

இணையற்ற மூன்று நிலை முக்கிளை இணைப்பில் 8 Ω 10 Ω மற்றும் 12 Ω மின்தடைகள் ஒவ்வொரு கிளைகளிலும் முறையே, இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்விணைப்பிற்கு, **400** வோ, மூன்று நிலை மின் அளிப்பு கொடுக்கப்படுகிறது. இச்சுற்றின் நிலைமற்றும் சுழல் வலிமை மின்னோட்டங்கள், மேலும் மொத்தத்திறனைக்கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

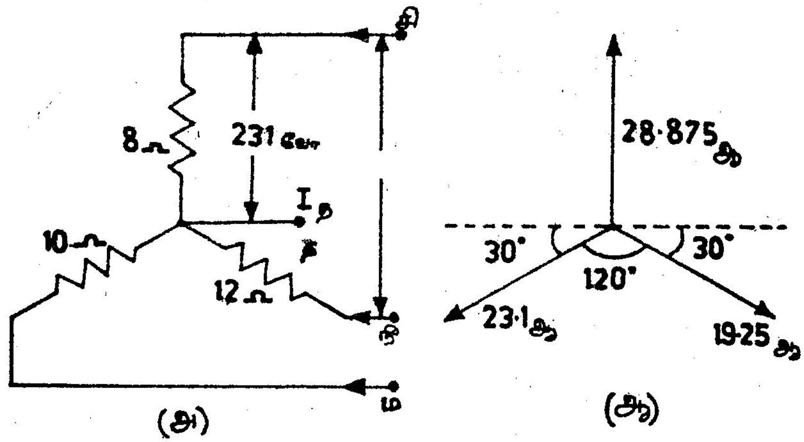
$R_1 = 8\,\Omega \quad R_2 = 10 \quad R_3 = 12$

V வழி = 400 வோ.

தேவை

நிலை மின்னோட்டம், சுழல் வலிமை மின்னோட்டத் திறன்

வழிமுறை



படம் 2-31

சிவப்பு நிலையில் மின்னோட்டம் $= \frac{231}{8} = 28.875$ *ஆம்.*

மஞ்சள் நிலையில் மின்னோட்டம் $= \frac{231}{8} = 23.1$ *ஆம்.*

நீல நிலையில் மின்னோட்டம் $= \frac{231}{8} = 19.25$ *ஆம்.*

மின்னோட்டங்கள் 120 பாகை நிலை வேறுபாடுகளில் இருக்கின்றன. சுழல் வலிமை மின்னோட்டம் மூன்று நிலை மின்னோட்டங்கள் நேரியக் கூடுதலுக்கு இணையாகும். இந்த மூன்று மின்னோட்டங்களும் X கூறு மற்றும் Y கூறு பகுதிகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றன.

X *கூறுகள்* = −23.1 கொசைன் 30 + 19.25 கொசைன் 30

$= -20 + 16.67 = -3.335.$

Y கூறுகள் = 28.875 – 23.1 சைன் 30 – 19.25 –சைன் 30

$= 28.875 - 11.55 - 9.625 = 7.7$

$I_{த} = \sqrt{(7.7)^2 + (3.335)^2} = \sqrt{70-41} = 8.39$ ஆம்.

மொத்தத் திறன் $P = I_{சி} \; R_{சி} + I^2_{ம} \; R_{ம} + I^2_{நி} \; R_{நீ}$

$= (28.875)^2 \; 8 + (23.1)^2 \; 10 + (19.25)^2 \; 12$

$= 6670.12 + 5336.1 + 4476.75$

$= 16452.95$ வாட்.

$= 16.45$ கிலோ வாட்.

விடை:

நிலை மின்னோட்டங்கள்

$I_{சி} = 28.875 \; I_{ம} = 23.18$

$I = 19.25$ ஆம்.

சுழல் வலிமை மின்னோட்டம் = 8.39 ஆம்.

மொத்தத் திறன் = 16.45 கிலோவாட்.

2-07. திறன் மற்றும் திறன் கூறுகளை அளத்தல் (Measurement of Power and Power factor)

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள முறைகளில் ஏதேனும் ஒன்றைப் பயன்படுத்தி மூன்று நிலைச் சுற்றுகளின் திறனை அளக்கலாம்.

அ. ஒரு திறனளவி முறை (Single Watt Meter Method)

இணையுள்ள மூன்று நிலைச் சுற்றின் திறனை, ஒரேஒரு திறனளவிகொண்டு அளக்கலாம். திறனளவியை ஏதாவதொரு நிலைக்கும், சுழல்வலிமைக் கடத்திக்கும் இடையில் இணைக்க வேண்டும். சுற்றிலுள்ள மொத்தத்திறன் = 3 திறனளவியின் அளவு.

ஆ. மூன்று திறனளவி முறை (Three Watt Meter Method)

இந்த முறையை முக்கோண மற்றும் முக்கிளை இணைப்பு களிலும், இணைவுள்ள, மற்றும் இணையமற்ற சுற்றுகளிலும் பயன்படுத்தலாம். ஒரு நிலைக்கும் மற்றும் சுழல் வலிமைக் கடத்திக்கும் இடையில் திறனளவியை இணைக்க வேண்டும். இதேபோல் மூன்று நிலைகட்கும் தனித்தனியே மூன்று திறனளவிகள் தேவைப்படுகின்றன.

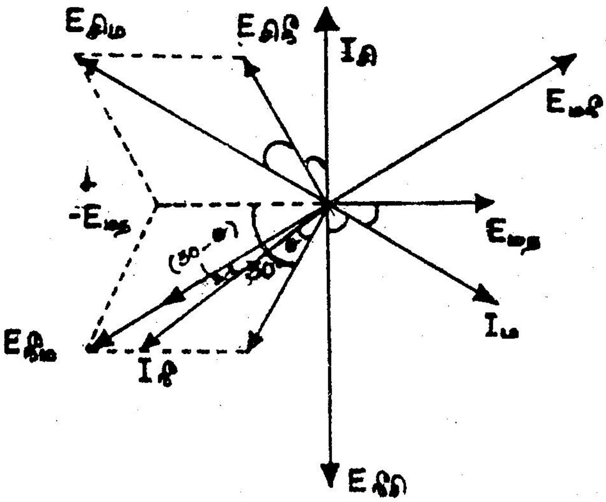
மூன்று திறனளவிகளின், குறிக்கணக்கியல் கூடுதலே சுற்றின் மொத்தத்திறன் ஆகும்.

மேலே சொல்லப்பட்ட இரண்டு முறைகளிலும், கீழ்க்கண்ட அல்விளைவுகள் (Disadvantages) உள்ளன.

இம்முறைகளைப் பயன்படுத்துவதற்குச் சுழல் வலிமைக் கடத்தி அவசியம் தேவைப்படுகிறது. மற்றும், முக்கோண இணைப்பில் நிலையைப் பிரித்து, இடையில் திறனளவியை இணைப்பதற்கான வசதிகள் வேண்டும்.

(இ) இரு திறனளவிகளின் முறை **(Two wattmeter Method)**

மூன்று நிலைச் சுற்றுக்கள் இணைவுள்ளதாக அல்லது இணையற்றதாக இருந்தாலும், மற்றும் முக்கோண அல்லது முக்கிளை இணைப்புகளாக இருந்தாலும் இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம். படம் 2-32 (அ) வில் காட்டியுள்ளதுபோல் ஏதாவது இரு நிலைகட்கும் இடையில் திறனளவிகளை இணைக்க வேண்டும்.



படம் 2-32

மின் வழி சிவப்பு மற்றும் நீலத்தில் மின்னோட்டச் சுருள் களையும், மற்றும் சிவப்பு-மஞ்சள், மேலும் நீலம் - மஞ்சள் இம் மின்வழிகட்குக் குறுக்காக மின் அழுத்தச் சுருள்கள் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. பின் தங்கு திறன் கூறுக்கான, நேரி வரிப்புப் படம், படம் 2-32 (ஆ) வில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

திறனளவிகள் இரண்டும், கீழ்க்காணுமாறு அளக்கின்றன.

W_1 = E வழி I வழிக் கொசைன் (30 + φ)

= E வழி I வழிக் கொசைன் (30 + φ) ....(26-8)

W_2 = நீம $I_{நீ}$ கொசைன் (30 - φ)

= E வழி I வழிக் கொசைன் (30 - φ) ....(2-69)

எனவே, மொத்தத் திறன் = W_1 + W_2

$= E$ வழி I வழி (கொசைன் $(30+\varphi)$ + கொசைன் $(30+\varphi)$

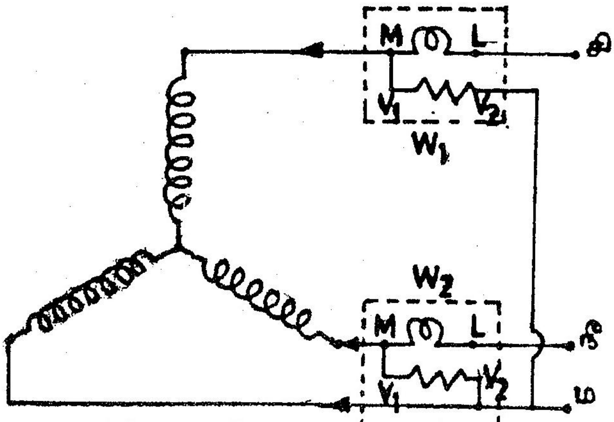
(கொசைன் C + கொசைன் D)

$= 2$ கொசைன் $\frac{C+D}{2}$ − கொசைன் $\frac{C-D}{2}$

$= E$ வழி I வழி 2 கொசைன் **60** கொசைன் φ

$= \sqrt{3}\ E$ வழி I வழிக் கொசைன் φ ....(2-70)

இணைச் சுமையுள்ள முக்கோண இணைப்பு ஒன்றில் இரு திறனளவிகள் படம் 2-*33* (அ) இல் உள்ளதுபோல் இணைக்கப் பட்டிருப்பதாகக் கொள்வோம்.



படம் 2-*33*

மின் தங்கு திறன் கூறுக்கான நேரிய வரிப்புப் படம், படம் 2.*33* (அ) காட்டப்பட்டுள்ளது.

$W_1 = E_{சீம}\ I_{சி}$ கொசைன் $(30+\varphi)$

$W_1 = E_{வழி}\ I_{வழி}$க் கொசைன் $(30+\varphi)$ ....(2-71)

$W_2 = E_{நீம}\ I_{நீ}$ கொசைன் $(30-\varphi)$

$= E_{வழி}\ I_{வழி}$க் கொசைன் $(30-\varphi)$ ....(2-72)

எனவே, மொத்தத் திறன் $= W_1 + W_2$

$W_1 + W_2 = E_{வழி}\ E_{வழி}$ கொசைன் $(30+\varphi)$ + கொசைன் $(30-\varphi)$

$W_1 + W_2 = E_{வழி}\ I_{வழி}$ 2 கொசைன் 60 கொசைன் φ

$W_1 + W_2 = \sqrt{3}\ E_{வழி}\ I_{வழி}$க் கொசைன் φ (2.73)

சமன்பாடு (2.73)உம் (2-70)உம் ஒன்றாக இருப்பதைக் காணலாம்.

திறன்கூறு:

சமன்பாடு 2.71 ஒன்றை 2.72 இலிருந்து கழிக்கவும்

$W_2 - W_1$ = V வழி I வழி (கொசைன் $(30-\varphi)$
− கொசைன் $(30+\varphi)$)

$= V_{வழி}\ I_{வழி}$ (கொசைன் 30 கொசைன் Q + சைன் 30 சைன் Q − கொசைன் 30 கொசைன் Q + சைன் 30 சைன் Q)

= V வழி I வழி கொசைன் φ + 2 சைன் φ ....(2.74)

சமன்பாடு 2.74ஐ 2.73இல் வகுக்க

$$\frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_1}$$

$$= \frac{V\ வழி\ I\ வழி\ சைன்\ Q}{\sqrt{3}\ V\ வழி\ I\ வழி\ கொசைன்\ Q}$$

$$\frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_1} = \frac{\text{டான்}\ \theta}{\sqrt{3}}$$

$$\text{டான்}\ \theta = \sqrt{3}\ \frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_1} \qquad \text{....(2-75)}$$

$$\varphi = \text{டான்}^{-1}\ \sqrt{3}\ \frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_1} \qquad \text{....(2-76)}$$

பல்வேறு திறன் கூறுகளில் திறனளவியின் அளவுகள் (Readings)

W_1 = V வழி I வழிக் கொசைன் (30 + φ)

W_2 = V வழி I வழிக் கொசைன் (30 - φ)

சுமையின்

1. திறன் கூறு ஓர் அலகாக (unity) அதாவது ஒன்றாக இருக்கும்போது

W_1 = V வழி I வழிக் கொசைன் 30°

W_2 = V வழி I வழிக் கொசைன் 30°

2. திறன்கூறு பூச்சியமாக இருக்கும்போது θ = 90°

இதுபோது W_1 மற்றும் W_2 இரண்டு திறனளவிகளும் இணையாகவும் எதிரெதிர் திசையிலுமாக அமைந்திருக்கும்.

3. சுமையின் திறன் கூறு 0.5 ஆக இருக்கும் பொழுது θ = 60°

W_1 = V வழி I வழிக் கொசைன் 90°

W_2 = V வழி I வழிக் கொசைன் 30° = 0.866 V வழி I வழி

இதில் திறனளவி W_1 இன் அளவு பூச்சியமாக இருக்கும் போது திறனளவி W_2 மொத்தத் திறனையும் அளக்கிறது.

4. சுமையின் திறன் கூறு 0.5 க்கும் குறைவாக இருக்கும் பொழுது

$\theta = 60^{o} + 0\ 90^{o}$

இது போது திறனளவி W_1ன் அளவுகள் எதிர்த்திசையிலும் (Negative) W_2 ன் அளவுகள் நேர்த் திசையிலுமாக இருக்கின்றன. எதிர்த்திசை அளவுகளை அளப்பதற்குத் திறனளவி W_1 இன் மின் அழுத்தச் சுருள் அல்லது மின்னோட்டச் சுருள்களில் ஏதேனும் ஒன்றின் இணைப்பை மாற்றி அமைக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 2.15:

மின் அழுத்தம் **440** வோல்ட் மற்றும் அலைவு எண் **50** ஹெர்ட்ஸ்ம், கொண்ட மூன்று நிலைத் தூண்டல் மின்னோடி ஒன்றின் உள்ளீடு (input) திறன் W_1 மற்றும் W_2 என்னும் இரு திறனளவிகளால் முறையே **6** கிலோவாட், மற்றும் 2 கிலோவாட் என்று அளக்கப்படுகிறது. திறனளவி W_2 இன் அளவு மின் அழுத்தச் சுருளை மாற்றி அமைத்த பின் கிடைத்த மதிப்பாகும்.

இச்சுற்றின் (அ) உள்ளீடு திறன் (ஆ) திறன் கூறு (இ) மின் வழி மின்னோட்டம் ஆகியவைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

$V = 400\ f$

$f = 50$

$W_1 = 6$ கிலோவாட்

$W_2 = -2$ கிலோவாட்

தேவை:

(அ) உள்ளீடு திறன்

(ஆ) திறன் கூறு

(இ) மின் வழியின் ஒட்டம்

வழிமுறை:

$W_1 = 6$ *கிலோ வாட்*

$W_2 = -2$ *கிலோ வாட்.*

மொத்தத்திறன் $= W_1 \pm W_2$

$= 6 - 2 = 4$ *கிலோவாட்.*

$$\text{டான் } \varphi = \sqrt{3}\left(\frac{W_2 - W_1}{W_1 + W_2}\right)$$

$$= \frac{\sqrt{3}\ (6-(-2))}{6-2} = \frac{\sqrt{3}\ 8}{4} = \frac{2 \times \sqrt{3}}{4}$$

$= 3.464.$

$Q =$ டான்$^{-1}$ $3.464 = 73.897.$

திறன்கூறு = கொசைன் Q = கொசைன் **73.897 = 0.277**

திறன் $= \sqrt{3}$ V வழி I வழிக் கொசைன் Q

$4000 = 1.732 \quad 440$ I வழி $\quad 0.277$

$$\text{I வழி} = \frac{4000}{1.732 \times 440 \times 0.277} = 18.948 \text{ ஆம்.}$$

விடை:

(அ) உள்ளீடு திறன் = 4 கிலோவாட்.

(ஆ) திறன் கூறு = **0.277.**

(இ) மின் வழி மின் ஓட்டம் = **18.948** ஆம்.

எடுத்துக்காட்டு 2-16.

சுமையுள்ள சுற்று ஒன்றில் இரு திறனளவிகள் சுற்றின் திறனை அளக்கின்றன. ஓர் அலகுத் திறன் கூறில் சுமையின் திற்ன 18 கிலோ வாட்டாக இருந்தால், இரு திறனளவிகளின் அளவுகளையும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

மொத்தச் சுமை = 18 கிலோவாட்.

திறன்கூறு = ஓர் அலகு ஒன்று

தேவை:

இரு திறனளவியின் அளவுகள்.

வழிமுறை:

$W_1 = \sqrt{3}$ V வழி I வழி கொசைன் $(30 + \varphi)$

$W_2 = \sqrt{3}$ E வழி I வழி கொசைன் $(30 - \varphi)$

திறன்கூறு ஒன்றாக இருக்கும்போது $Q = 0$ எனவே

$W_1 = \sqrt{3}$ E வழி I வழி கொசைன் $30 = W_2$

மொத்தத்திறன் é $W_1 + W_2 = 18$ கிலோவாட்

ஃ $2 W_1 = 18$ கிலோவாட்

$W_1 = \frac{18}{2} = 9$ கிலோவாட் $= W_2$

விடை:

இரண்டு திறனளவிகளின் அளவுகளும்

$W_1 = W_2 = 9$ கிலோவாட்.

பயிற்சி வினாக்கள்

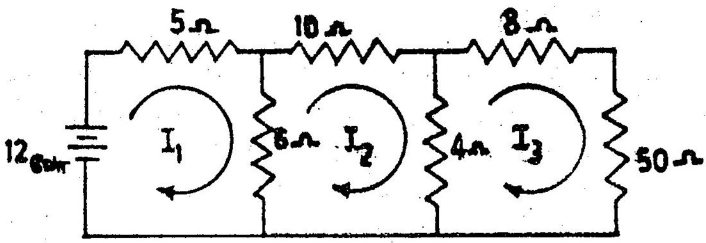
1.(அ) கிர்சாப்சின் மின்னோட்ட விதியை எழுதி விவரிக்கவும்.

(ஆ) அ.ஆ. இ.ஈ. என்னும் விட்ஸ்டோன் சமனி வலைப் பின்னல் ஒன்று 12 வோ மின் அழுத்தம் ஒதுக்கிவிடும் அளவுக்கும் குறைவான அகத்தடையும் கொண்ட மின் கலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முனைகள் அ.ஆ.இ.ஈ. இஈ ஈஅ மற்றும் ஆஈ இவைகட்கு இடையே உள்ள மின் தடைகள் முறையே 10,5,15,20 மற்றும் 30 ஓம் ஆகும். ஒவ்வொரு மின்தடையிலும் பாயும் மின்ஓட்டத்தின் அளவைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

2.(அ) கிர்சாப்சின் மின்அழுத்த விதியை எழுதி விவரிக்கவும்.

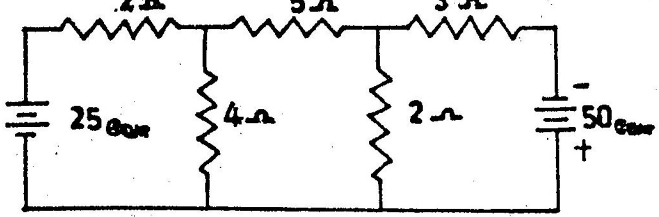
(ஆ) இரண்டு மின்கலங்கள் 15Ω பொதுவான சுமையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு கலத்தின் மின், இயக்குவிசை 12 வோ, மற்றும் அகத்தடை (internal Resistance) 1.5Ω இதேபோல் மற்றுமொரு, கலத்தின் மின் இயக்கு விசை 6 வோ, மற்றும் அகத் தடை 1Ω கிர்சாப்சின் விதிகளைப் பயன்படுத்திச் சுமைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாட்டைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

3. படம் 2- 34இல் காட்டியுள்ள சுற்றிற்கு மேகச்வெல்லின் வலை வார் புருவை எழுதவும். மேலும் சுமைக்குக் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்தத்தையும், மற்றும் சுமை மின்னோட்டத்தையும் கண்டுபிடிக்க.



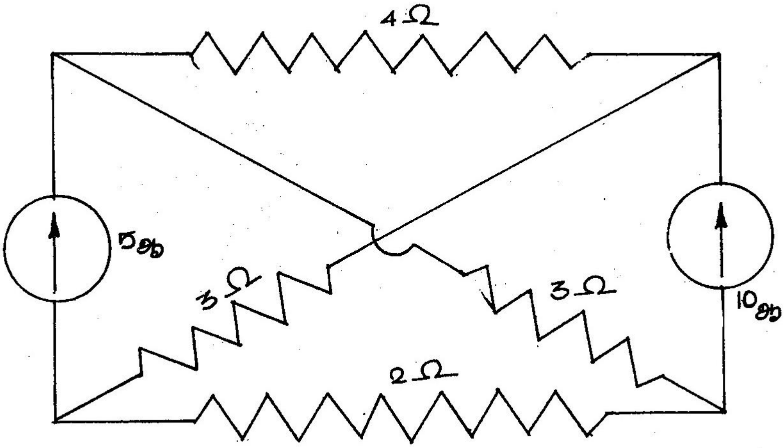
படம் 2-34

4. படம் 2-35ல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் 5Ω மின் தடையில் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கண்டு பிடிக்க. (அண்ணா மலைப் பல்கலைக்கழகம், டிசம்பர் 81).



படம் 2-35

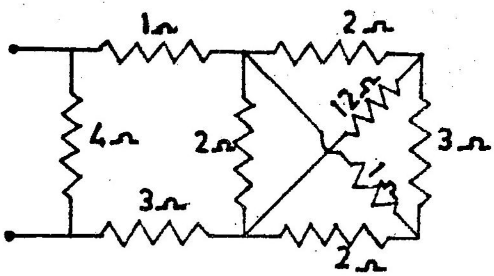
5. படம் 2.36இல் காட்டிய சுற்றில் முடிச்சு முறையைப் பயன்படுத்தி, மின்னோட்ட மூலத்தினால், செலுத்தப்பட்ட திறனைக் கண்டுபிடிக்க.



படம் 2- 36

6. (அ) முக்கிளை இணைப்புச் சுமையை இணையுள்ள முக்கோண இணைப்புச் சுமையாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான சமன்பாடுகளைத் தருவிக்க. (Derive)

(ஆ) படம் 2-37ல் உள்ள சுற்றை ஒரே மூலமாக மாற்றிப் பயனுறு மின்தடை (Effective Resistance) யைக் கண்டு பிடிக்க.



படம் 2-37

7.(அ) மூன்று நிலை முக்கோண இணைப்புச் சுமையை இணைமதிப்புள்ள முக்கிளை இணைப்புச் சுமையாக, மாற்றுவதற்குத் தேவையான சமன்பாடுகளைத் தருவிக்க.

(ஆ) 10Ω மின் தடையும் 0.2 ஹென்றி மின் நிலைமத்தையும் ஒவ்வொரு புயத்திலும் (Limp) கொண்டிருக்கிற முக்கிளை இணைப்பு ஒன்று 440 வோ, 50 HZ. மின் அளப்பிற்குக் குறுக்காக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுற்றின் மின்வழி, மின்னோட்டத்தையும் எடுத்துக்கொண்ட மொத்தத் திறனையும் கண்டுபிடிக்க.

(அண்ணா பல்கலைக் கழகம், டிசம்பர் 81)

8. தொடர் சுற்று ஒன்றில் மின்தடை R மின் நிலைமம் L மற்றும் 50 மைக்ரோபாரட் மின் தேக்கி மூன்றும்

இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம் 1.8ஆம். மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது மின்தடை R க்குக் குறுக்காக உள்ள மின்தடை இறக்கம் 35வோ, மின் நிலைமத்திற்குக்குக் குறுக்கா உள்ள மின் நிலைம இறக்கம் 50வோ, மேலும் மின்தடை மற்றும் மின்நிலைமம் இரண்டிற்கும் குறுக்காக உள்ள அழுத்த இறக்கம் 75வோ, மற்றும் மின் தேக்கிக்குக் குறுக்காக உள் மின்அழுத்த இறக்கம் 110வோ, எனில் இச்சுற்றிற்கு அளிக்கப்பட்ட (அ) மொத்த மின் அழுத்த (ஆ) மின் இணைப்பின் அலைவு எண் (இ) சுற்றின் திறன்கூறு மற்றும் மின் நிலைமத்தின் மதிப்பு ஆகியவைகளைக் கண்டுபிடிக்க.

9. மின் எதிர்ப்புகள் (4+j3); (8-j10) மற்றும் (6+j0) மூன்றும் தொடர் அடுக்கில் $200\angle 0$ வோக்குக் குறுக்காக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் முன்வொரு மின் எதிர்ப்புக்கு குறுக்கே ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கத் தையும் சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தையும் கண்டு பிடிக்க.

10. மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் பயன்படும் கீழ்க்காணும் சொற்களை விளக்குக.

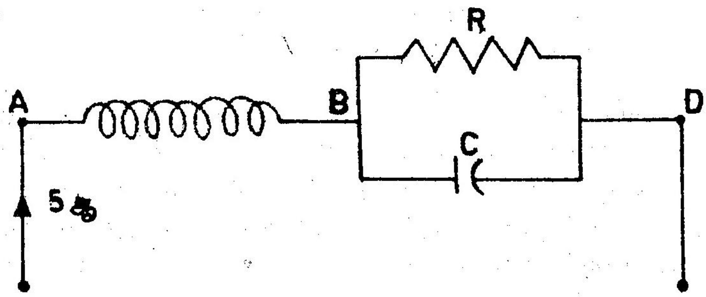
மின்ஏற்பு, மின் கடத்தாற்றல், மின் உணர் வேற்பு.

11. 8+j6 மற்றும் 4-j3 என்னும் இரு இணைப்பின் எதிர்ப்பு கட்குக் குறுக்கே உள்ள மின் அழுத்தம் $200\angle 53.8^\circ$ வோல்ட் இச்சுற்றில்

அ. கிளைகளில் பாயும் மின்னோட்டம்
ஆ. கிளைகளின் திறன் கூறு.
இ. கிலோ வோல்ட் ஆம்
ஈ. கிலோ வோல்ட் ஆம் எதிர்வினையில்
உ. கிலோ வாட்டில் கண்டுபிடிக்க.

12. படம் 2-26இல் காட்டியுள்ள இணைப்பில் V_{AB} மற்றும் V_{BD} இற்குக் குறுக்காக உள்ள மின்அழுத்தம் 100 வோல்ட் ஆகும். சுற்றில் மின்ஓட்டம் 5ஆம் சுற்றில் உள்ள R மற்றும் C யின் மதிப்பைக் கண்டுபிடிக்க. சுற்றின் மொத்தத் திறனைக் கண்டுபிடிக்க.

(அண்ணா பல்கலைக்கழகம், டிசம்பர் 1981)



படம் 2-38

13.(அ) அனுநாத அலைவு எண் என்றால் என்ன?

(ஆ) எளிய RLC தொடர் சுற்றின் மின் அனுநாதத்தை விவரிக்க.

(இ) மின்தடை 3 Ω மற்றும் மின் நிலைமம் 0.02ஹென்றி இரண்டையும் தொடர் அடுக்கில் ஒரு மின் தேக்கியுடன் இணைத்துப்பின் இச்சுற்று 200வோ, மின் அழுத்தத்திற்குக் குறுக்காக இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதிக அளவு மின்

னோட்டம் கீழ்க்கண்ட அலைவு எண்ணில் பாயும் பொழுது தொடர் அடுக்கில் உள்ள மின் தேக்கியின் மதிப்பைக் கண்டுபிடிக்க.

(அ) 60 ஹெர்ட்ஸ் (ஆ) 100 ஹெர்ட்ஸ். மின் தேக்கியில் பாயும் மின் ஒட்டத்தையும், அதன் குறுக்காக ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கத்தையும், மேற்கண்ட இரு அலைவு எண்களிலும் கண்டுபிடிக்க.

14.(அ) இணைச்சுற்றுகளில் ஏற்படும் மின் அனுநாதத்தை விவரிக்கவும்.

(ஆ) மின் அனுநாதச் சுற்றுச்சுற்றில் 6+j8 என்றும் மின்எதிர்ப்பு, ஒரு மின்தேக்கு திறனுடன் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த இணைக்குக் குறுக்காக 200வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் அளிப்பு கொடுக்கப் படுகிறது. இச்சுற்றின் அ.மின் தேக்கு திறனின் மதிப்பு ஆ. மற்றும் இணை மின்னோட்டங்கள், மொத்த மின் ஒட்டம் ஆகியவைகளைக் கண்டுபிடிக்க.

15.(அ) Q காரணி என்றால் என்ன?

(ஆ) தொடர் மற்றும் இணை இணைப்பின் Q காரணியை விளக்கித் தருவிக்க.

16. ஒரு நிலை அமைப்பைக் காட்டிலும் மூன்று நிலை அமைப்பில் உள்ள நல்விளைவுகளை விளக்க.

17.(அ) மூன்று நிலைகளை இணைக்கும் இருமுறைகள் யாவை?

(ஆ) முக்கிளை இணைப்பு அமைப்பு முறையை நேரிய விரிப்புப்படத்தின் உதவியுடன் விளக்குக.

18.(அ) முக்கோண அமைப்பு முறையை எழுதி விளக்குக.

(ஆ) முக்கோண அமைப்பில் மின்வழி மின்னோட்ட மற்றும் மின்அழுத்தம், மேலும் மின் நிலை மின்ஓட்டம் மின் அழுத்ததம் ஆகியவைகளை நேரிய விரிப்புப் படத்தின் உதவியுடன் விளக்குக.

19. $8 + j6\ \Omega$ மின் எதிப்பினைக் கொண்ட மூன்று ஒரு நிலைச் சுமைகள்

(அ) முக்கிளை அமைப்பிலும் முன்று ஒரு நிலைச் சுமைகள் (ஆ) முக்கோண அமைப்பிலும், இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இச்சுமைகள் 400 வோல்ட் 50 ஹெர்ட்ஸ் மின் அளிப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக் கின்றன. இச்சுற்றின் (அ) மின்விழி மின்னோட்டம் (ஆ) திறன் (இ) திறன்கூறு ஆகியவைகளை இரண்டு அமைப்பிற்கும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடிக்க.

20. மூன்று 80 Ω மின் நிலைமம் கலவாத மின்தடைகளை அ. முக்கிளை ஆ. முக்கோண அமைப்புகளாக 440வோ, 50 ஹெர்ட்ஸ் மூன்று நிலை மின் அளிப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுமைகள் மின்அளிப்பி லிருந்து எடுத்துக்கொண்ட திறனைத்தனித்தனியாகக் கணக்கிடவும். இச்சுற்றில் ஏதேனும் ஒரு புயத்தில் உள்ள மின்தடை இணைப்பிலிருந்து நீக்கப்பட்டால் இது போது சுமைகள், மின் அளிப்பிலிருந்து எடுத்துக் கொண்ட திறனையும் தனித்தனியாகக் கணக்கிடுக.

21. மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் திறனை அளக்கப்பயன்படும் மூன்று முறைகளையும் விவரிக்க.

22. (அ) மூன்று நிலைச் சுற்றில் இரு திறனளவிகள் கொண்டு, திறனையும் திறன் கூறையும் அளக்கும் முறைகளை விளக்குக

(ஆ) 440 மின்னழுத்தத்தில் தூண்டல் மின்னோடி ஒன்றுகுறைந்த சுமையில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது இதனுடன் இணைக்கப்பட்ட இரு திறனளவிகளில் ஒன்று 2.5 கிலோ வாட் திறனையும், மற்றொன்று 250 வாட் திறனையும் அளிக்கின்றன. இம் மின்னோடி எடுத்துக்கொள்ளும் அ. மின் வழி மின்னோட்டம். ஆ. திறன் கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரில் இ. திறன் கூறு; ஆகியவைகளைக் கண்டுபிடிக்க.

23. மூன்று நிலை 440 வோ, மின்னோடிச் சுமை ஒன்று 0.4 திறன் கூறில் இயங்குகிறது. திறனை அளக்க இணைக்கப்பட்ட இரு திறனளவிகளின் மொத்தக் கூடுதல் 30கிலோ வாட் ஆகும். ஒவ்வொரு திறனளவியின் தனித்தனி அளவைக் கண்டுபிடிக்க.

[illegible]

[illegible]

இயல் - 3

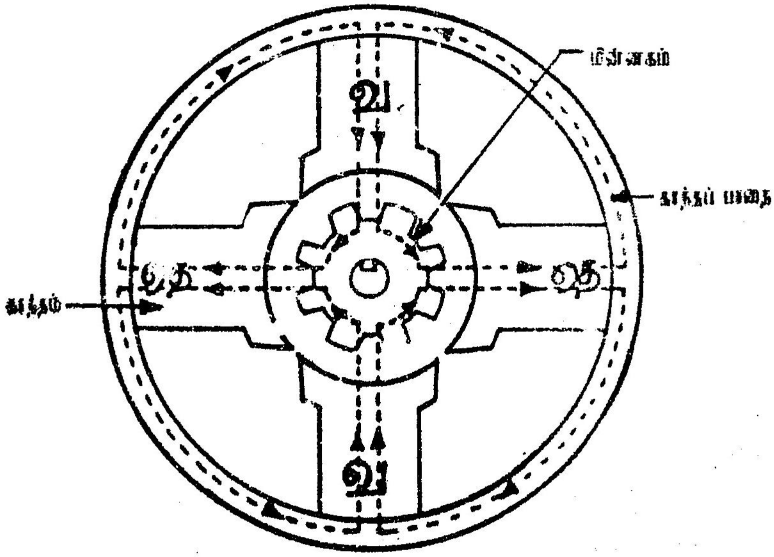
மின் திறன் சாதனங்கள்

(Electric Power Device)

3-01-01 நேர் மின்னோட்ட எந்திரங்கள் (Direct Current Machines)

நேர் மின்னோட்டத்தை உற்பத்தி செய்யும் எந்திரங்களை, நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கி (D.C. Generator) என்றும், நேர் மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்திச் சுழலக் கூடிய எந்திரங்களை நேர் மின்னோட்ட மின்னோடி (D.C.Motor) அல்லது மின் உந்தம் என்றும் அழைக்கிறோம். ஏறத்தாழ 40 ஆண்டுகட்கு முன்னர், ஆங்காங்குச் சிறிய மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் இருந்தபோது, இந்நிலையங்கள் நேர் மின்னோட்டத்தையே உற்பத்தி (D.C. Generation) செய்து பிரித்தரிப்பு (Distribution) செய்து வந்தன. இப்போது படிப்படியாக மாறு மின்னோட்ட எந்திரங்கள் பயன்பாட்டிற்கு வந்த பின்னர், நேர்மின்னோட்ட எந்திரங்கள் மெல்லமெல்ல மறைந்து வருகின்றன. இவ்விரண்டு வகை எந்திரங்களையும் ஒப்பிடும் பொழுது பலவகைகளிலும் மாறுமின் னோட்ட எந்திரங்கள் அதிக நல் ஊவிளைவுகளைக் கொண்டனவாக உள்ளன. இன்றைக்கு நேர் மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்தும் எந்திரங்களை ஊர்திகளிலும் ஆய்வுக் கூடங்களிலும்தான் நாம் காண முடிகிறது.

3-01 2. மின்னாக்கி இயங்கும் தத்துவம் (Principle of Operation of Generator)



படம் 3-01.

மின்னாக்கி என்பது, எந்திர சக்தியை மின் சக்தியாக மாற்றக் கூடியதொரு சாதனம் ஆகும். இந்த மின்னாக்கி, பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டலின் விதிப்படி (Faraday's law of Electromagnetic induction) *இயங்குகிறது.*

பாரடேயின் விதி:

ஒரு *மின்கடத்தி* (Conductor) *காந்தப் புலனில்* (Magnetic field) *நகரும் பொழுது காந்தப் பாயங்கள் கடத்தியினால் வெட்டப்படுகின்றன. கடத்தி நகர்வதால் கடத்தியில் ஊடாடும் காந்தப் பாயங்களின் அடர்த்தியில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இம்மாற்றத்தினால் கடத்தியில் ஒரு மின் இயக்கு விசை* (Electro motive force) *தூண்டப்படுகிறது. இம்மூலக் கொள்கையின்படி,*

ஒரு மின்னாக்கி இயங்குவதற்குச் தேவையான மூன்று அடிப்படைகளாவன:

அ. காந்தப் புலம் (Magnetic field)

ஆ. கடத்தி (Conductor)

இ. அசைவு (Motion) அல்லது சுழற்சி (Rotation)

3-01-03. நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் பாகங்கள். (Parts of a D.C. Generator)

இருப்பினும், நடைமுறையில் ஒரு மின்னாக்கி முழுமையாகச் செயல்படக் கீழ்க்காணும் இன்றியமையாப் பாகங்கள் தேவைப் படுகின்றன. அப்பாகங்களின் விளக்கங்களையும் செயல்படும் முறைகளையும் பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

அ. இணைப்புச் சட்டம் (அல்லது) காந்தச் சட்டம் (Magnetic frame (or) Yoke)

ஆ. காந்தத் துருவம் (Magnetic pole)

இ. துருவச் சுற்றுகள் (Pole winding)

ஈ. மின்னகம் (Armature)

உ. மின்னகச் சுற்றுகள் (Armature windings)

ஊ. திசை மாற்றி (Commutator)

எ. தொடுவிகள் (Brushes)

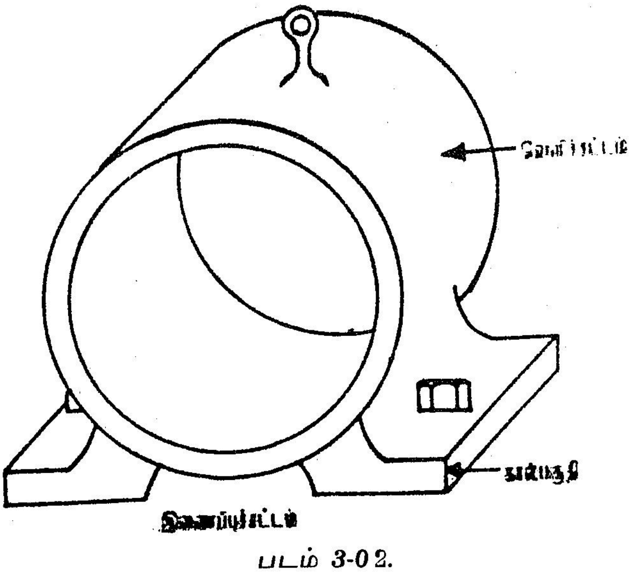
மேற்குறிப்பிட்ட பாகங்கள் பொதுவாக நிலையி (stator) என்றும் சுழலி (Rotor) என்றும் இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. இதில் நிலையியைச் சேர்ந்த பாகங்கள் யாவும் மின்னாக்கி செயல்படும்போது நிலையானவைகளாக (Static), சலனமற்றவையாக இருக்கின்றன. இணைப்புச் சட்டம், துருவங்கள், தொடுவிகள் யாவும் இப்பிரிவைச் சேர்ந்த பாகங்கள் ஆகும். மேலும் சுழலியைச் சேர்ந்த பாகங்கள் யாவும், மின்னாக்கி செயல்படும்போது சுழலக்கூடியவையாக (Rotating) சலன முள்ளவைகளாகச் செயல்படுகின்றன. மின்னகம், திசைமாற்றி யாவும் இப்பிரிவைச் சேர்ந்த பாகங்கள் ஆகும்.

அ. இணைப்புச் சட்டம்:

இதைக் காந்தச் சட்டம் என்றும் அழைக்கலாம். இச்சட்டம் இரண்டு வழிகளில் செயல்படுகிறது.

1. இது நிலையியைச் சேர்ந்த துருவங்கள் மற்றும் தொடுவிகள் ஆகிய சுழலாப்பகுதிகளைத் தன்னகத்தே பொருத்தி வைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. மேலும் காந்தப் பாயங்களைக் கடத்தும் பாதையாகவும் பயன்படுகிறது.

இது உருக்கு இரும்பு அல்லது உருக்கு எஃகால் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. இந்த இணைப்புச் சட்டம், இதனுடன் பொருத்தப்பட்ட பாகங்களைத் தாங்கும் அளவுக்கும், செயல்படும் பொழுது சுழற்சியின் அதிர்வுகளைத் தாங்கும் அளவுக்கும் போதிய வலு (Strength) உள்ளதாகவும், மற்றும் உயர்ந்த உட்புகுதிறன் (permiability) உடையதாகவும் இருக்க வேண்டும். இச்சட்டத்தின் அமைப்பு படம் 3-02ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இணைப்புச்சட்டம்

படம் 3-02.

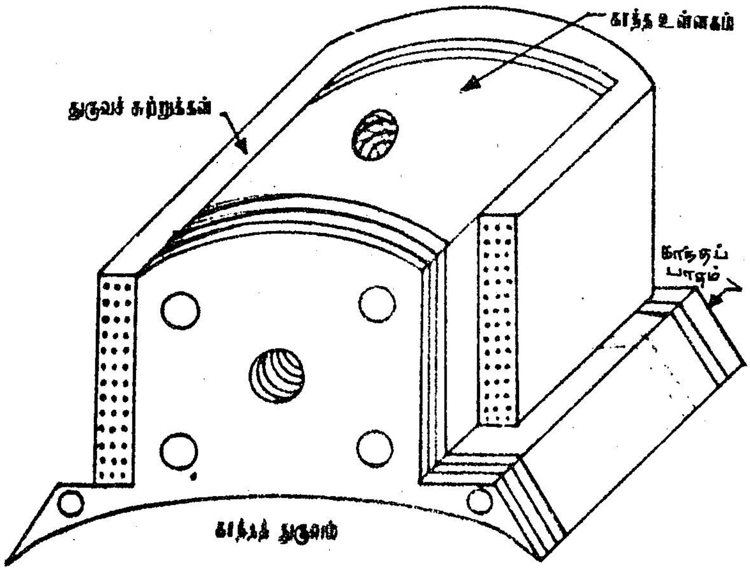
ஆ. காந்தத் துருவம் (Magnetic Pole)

காந்தப் பாயங்களை உண்டாக்குவதற்காக இத்துருவங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. துருவங்களின் பரப்பளவைப் பொறுத்துக் காந்தத் தடை (Reluctance) மாறுபடுகிறது. இது உயர் காந்தத் தரிப்புத் திறன் (Retentivity) கொண்ட உலோகத்தால் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. காந்தப் பாயங்களின் எண்ணிக்கையை யும், அடர்த்தியையும் அதிகப்படுத்துவதற்கு துருவச் சுற்றுகள் இதன் மீது அமர்த்தப்படுகின்றன. துருவங்களின் முக்கிய பாகங்களாவன:

அ. காந்த உள்ளகம் (Magnetic Core)

ஆ. துருவப் பாதம் (Pole shoe)

காந்தத் துருவத்தின் அமைப்புப்படம் *3-03*இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



காந்தத் துருவம். படம் - 3-03.

இந்தத் துருவக் கட்டுமானத்திற்கு (Construction) இரண்டு முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

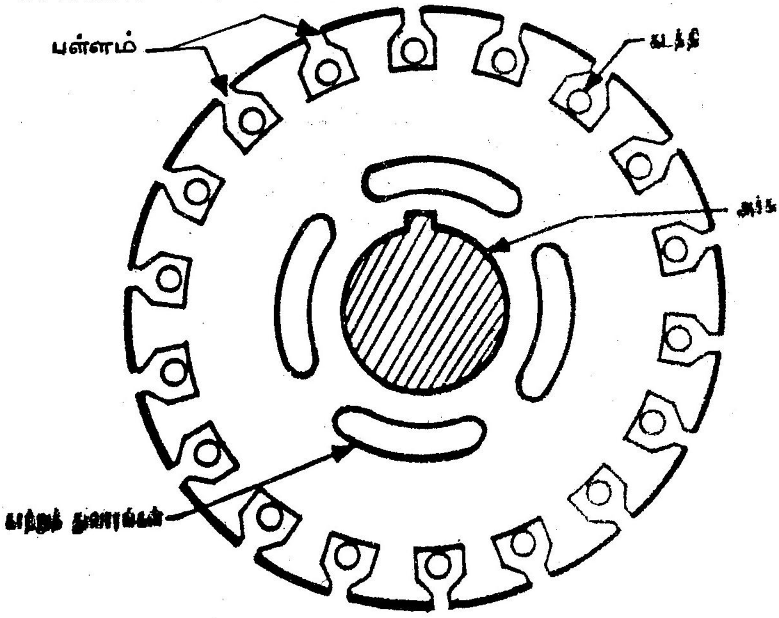
ஒரு முறையில் காந்த உள்ளகம், இணைப்புச் சட்டத்துடன் இணைந்து ஒரே வார்ப்பில் (Casting) உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். மெல்லிய தகட்டடுக்குகளினால் ஆன காந்தப் பாதம் இத்துடன் திருகாணி (Screws) மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இரண்டாம் முறையில் காந்த உள்ளகம், மற்றும் பாதங்கள் யாவும், ஒரே தகட்டடுக்களினால் செய்யப்பட்டுப் படம் 3-0 2இல் காட்டியுள்ளது போல் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் கட்டடுக்கு களின் கனம் 1 இலிருந்து 1.2 மி.மீ கனம் வரை இருக்கும். இந்த மெல்லிய தகட்டடுக்குகட்கு இடையில் எவ்விதக் காப்பிடலும் (Insulation) இல்லை. இந்தத் துருவங்கள், இணைப்புச் சட்டத்தில், திருகாணி அல்லது தாழ்ப்பாளின் உதவி கொண்டு இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இ. துருவச் சுற்றுகள் (Pole Windings)

இச் சுற்றுக்களைக் காந்தப் புலச் சுற்றுகள் (Magnetic Field Winding) என்றும் அழைப்பார்கள். அட்டையிலான சட்டங்களின் (Former) மேல், காப்பீடப்பட்ட தாமிரக் கம்பிகள் சுற்றப்பட்டு வைத்திருக்கும் அமைப்புகளையே துருவச் சுற்றுகள் என்றழைக் கிறோம். இவைகள் துருவப் பாதங்களின் மேல் அமரும்படி (படம் 3-0இல் காட்டியுள்ளவாறு) பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. தாமிரக் கம்பிகளில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துவதினால் துருவம் மின்காந்தமாக (Electro magnet) மாற்றப்படுகின்றது. இச்சுற்றுகளில் பாயும் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்துப் புலன் (Field) வலிமை பெறுகிறது. சுற்றுகளில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையைப் (Direction) பொறுத்து இத்துருவங்கள் வட துருவம் (North Pole) மற்றும் தென் துருவம் (South Pole) ஆக மாற்றப்படுகின்றன.

ஈ. மின்னகம் (Armature)



படம்-3-4

மின்னகம் மெல்லிய எஃகுத் (Steel) தகட்டடுக்குகளால் (Sheet Lamination) ஆன உள்ளகத்தைக் (Core) கொண்டிருக்கிறது. இத்தகடுகளின் கனம் சுமார் 20 மி. மீட்டரிலிருந்து 25 மி. மீட்டர் வரை இருக்கும். உருளை வடிவ முடைய இந்த மின்னகத்தின் புறப்பரப்பில் புள்ளங்கள் (Slots) வெட்டப்பட்டு இதில் மின்னகக் கடத்திகள் வைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. மின்னகம் சுழலும் போது ஏற்படும் மைய விலக்கு விசையினால் (Centrifugal Force) கடத்திகள் வெளி வராமல் இருக்கப் பள்ளங்களின் மேற்பரப்பில் மூங்கில் தக்கைகள் வைத்து மூடப்பட்டுள்ளன. மின்னகத்தின் அமைப்புப்படம் 3-04ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மின்னாக்கி செயல்படும்போது சுழலக் கூடிய இம்மின்னகம், இதன் அச்சில் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. இக்கடத்திகளில் ஏற்படும் வெப்பத்தைக் குறைப் பதற்காக மின்னகத்துள் காற்றுத் துளைகள் (Ventilating ducks) இடப்பட்டுள்ளன.

உ. மின்னகச் சுற்றுகள் (Armature Winding)

செவ்வக வடிவிலே, குறிப்பிட்ட இடைத் தூரங்களில் (Pitch) சுற்றப்பட்ட காப்பிடப்பட்ட தாமிரக் கம்பிகளைப் பள்ளங்களில் நிரப்பி, காப்பு எண்ணெய் (Insulating Varinish) தடவிய தாள்களின் உதவி கொண்டு மேலுறை இட்டு, பள்ளங்களின் மேற்பகுதியை மூங்கில் தட்டைக் கொண்டு மூடிவிடுவார்கள். மின்னகச் சுற்றில் இரண்டு வகைகள் உண்டு.

1. மடிப்புச் சுற்று (Lap Winding)
2. அலைச் சுற்று (Wave Winding)

மின்னகப் பள்ளங்களில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கடத்திகளின் அடுக்குகளைப் (Layer) பொறுத்துக் கீழ்க்காணுமாறு பிரிக்கப் படுகிறது.

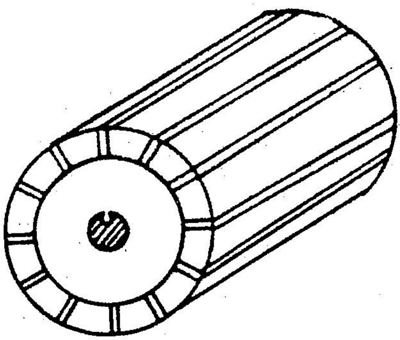
1. ஓரடுக்குச் சுற்று (Single Layer Winding)
2. ஈரடுக்குச் சுற்று (Double Layer winding)

ஓரடுக்குச் சுற்றில், சுற்றின் ஒரு பகுதி ஒரு பள்ளத்திலும், மறுபகுதி அடுத்த பள்ளத்திலுமாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனால் ஈரடுக்குச் சுற்றில் இரண்டு அடுக்குகள் தனித் தனியே வைக்கப்பட்டிருக்கும். சுருளின் (Coil) ஒரு பகுதி ஒரு பள்ளத்தின் மேலடுக்காகவும், மறு பகுதி மற்றொரு பள்ளத்தின் கீழடுக்காகவும், மாற்றி, மாற்றி வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஊ. திசைமாற்றி (Commutator)

இது ஆப்பு (Wedge) போன்ற வடிவமுடைய தாமிரத் தண்டு (Bar)களால் செய்யப்பட்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு தாமிரத் தண்டிற்கும் இடையில் மைக்கா (Mica) வினாலான சிறு மின் கடத்தாப் பொருள் ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இத்திசைமாற்றியானது மின்னகத்திலுள்ள மின்னோட்டத்தைத் தன்னகத்தே ஈர்த்துத் தொடுவிகளின் (Brushes) மூலமாக வெளியிலுள்ள இணைப்புகட்குக் கொடுக்கிறது. இது போது

மின்னகத்திலிருந்து கிடைக்கும் மாறு மின்னோட்டம், நேர் மின்னோட்டமாக மாற்றப்பட்டு வெளிக் கொணரப்படுகிறது. எனவே, இது ஒரு திருத்தியைப் (Rectifier) போலவும் செயல்படுகிறது. திசை மாற்றியின் ஒவ்வொரு தாமிரத் தண்டும், மின்னகக் கடத்திகளின் பொருத்து முனையின் (Lug (or) Visor) மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் அமைப்பு படம் 3-05இல் காணலாம்.



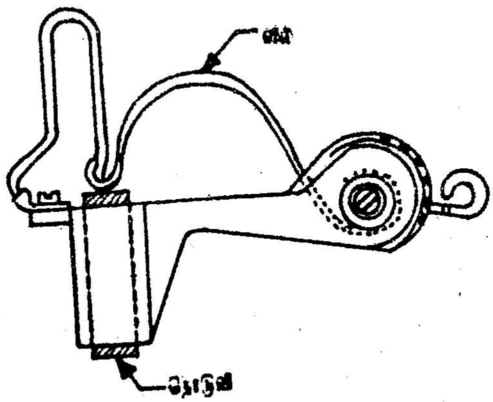
திசை மாற்றி

படம் -3-05

எ. தொடுவிகள் (Brushes)

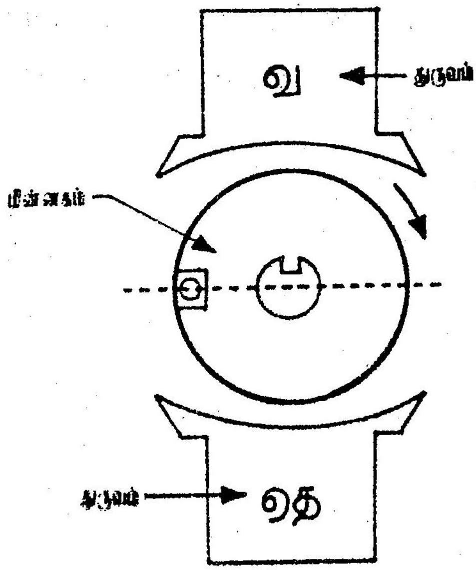
இத்தொடுவிகள் திசைமாற்றியின் மேற்பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். இது கரித் துகள்களால் செய்யப்பட்டுள்ளது. அதன் அமைப்பை படம் 3-05இல் காணலாம். கரித்துண்டைச் சிறிய பெட்டிக்குள் வைத்து இதன் மேற்பரப்பில் வில் ஒன்று அழுத்திக் கொண்டிருக்குமாறு அமைத்திருக்கிறார்கள். இதன் அழுத்தம் சரியாக இல்லையேல் திசைமாற்றியில் தீப்பொறி உண்டாகி இதன் மேற்பரப்பு எளிதில்

கெட்டுவிடும். இத்தொடுவிகள் யாவும், இணைப்புச் சட்டத்தில் சறுக்குப் புயத்தின் (Rocker arm) உதவி கொண்டு பொருத்தப் பட்டிருக்கிறது. தொடுவிகளை முன்பின் நகர்த்த இச்சறுக்குப் புயம் சுழலும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. தொடுவிகளில் இரண்டு வகை இணைகள் (Pairs) இருக்கும். ஓர் இணை நேர் மின்னேற்றத்தையும் (Positive Charge) மற்றோர் இணை எதிர் மின்னேற்றத்தினையும் (Negative Charge) சேகரிக்கின்றன.



படம் *3-06*

3-01-04. நேர்மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் மின் இயக்கு விசைச் சமன்பாடு (**Emf Equivation of D.C Generator**)



படம் -3-07

படம் **3-06**ல் காட்டியுள்ளது போன்று இரு துருவ மின்னாக்கி ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.

இதில்

Q = ஒரு துருவத்தில் உண்டாகும் காந்தப் பாயங்களின் அளவு வெப்பரில், **(Webber)**

P = துருவங்களின் எண்ணிக்கை.

N = ஒரு மணித்துளியில் மின்னாக்கியின் சுழற்சி

Z = மின்னகக் கடத்திகளின் மொத்த எண்ணிக்கை.

A = மின்னகத்தில் உள்ள இணைப் பாதைகளின் (Parallel Paths) எண்ணிக்கை.

E = மின்னகக் கடத்திகளில் உற்பத்தியாகும் மின்னியக்கு விசை.

பாரேடயின் மின்காந்தத் தூண்டலின் விதிப்படி,

ஒரு கடத்தியில் உற்பத்தியாகும் சராசரி மின் இயக்கு விசையின் அளவு

$$= \frac{dQ}{dt} \text{ வோல்ட்} \qquad ....(3\text{-}01)$$

ஒரு சுழற்சியில் கடத்தியால் வெட்டப்படும் பாயத்தின் அளவு

$$= dQ = QP \text{ வெப்பர்} \qquad ....(3\text{-}02)$$

ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் சுழற்சி $\frac{N}{60}$ ....(3-03)

எனவே, ஒரு சுழற்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம்

$$= dt = \frac{60}{N} \text{ வினாடி} \qquad ....(3\text{-}04)$$

சமன்பாடு **3-01**இன் படி ஒரு கடத்தியில் உற்பத்தியாகும் சராசரி மின் இயக்கு விசையின் அளவு

$$= \frac{dQ}{dt} = \frac{QP}{60/N} = \frac{QPN}{60} \text{ வோல்ட்} \qquad ....(3\text{-}05)$$

எல்லாக் கடத்திகளிலும் உண்டாகும் மின் இயக்கு விசை

$$\frac{QZN}{60} \times P \text{ வோல்ட்} \qquad ....(3\text{-}06)$$

மொத்த மின் இயக்கு விசையின் அளவு = எல்லாக் கடத்திகளிலும் உண்டாகும் மின் இயக்கு விசை.

A இணைப்பாதைகளின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{QZN}{60} \times \frac{P}{A} \text{ வோல்ட்} \qquad ....(3\text{-}07)$$

அலைச்சுற்றுடன் (WaveWinding) கூடிய மின்னாக்கியில் எப்போதும் இரண்டு இணைப்பாதைகள் இருக்கும்.

எனவே, $A = 2$ ....(3-08)

மடிப்புச் சுற்றுடன் (Lap Winding) கூடிய மின்னாக்கியில் எப்பொழுதும் இணைப்பாதைகளின் எண்ணிக்கை = துருவங்களின் எண்ணிக்கை.

அதாவது $A = P$ ....(3-09)

பொதுவாக, மின் இயக்குவிசை

$$E = \frac{QZN}{60} \times \frac{P}{A} \text{ வோல்ட்} \qquad ....(3\text{-}10)$$

எடுத்துக்காட்டு 3-01

220 வோ. மின்னியக்கு விசை உற்பத்தி செய்யும், 4 துருவம், கொண்ட மின்னாக்கியின் மின்னகத்தில் 51 பள்ளங்களும் பள்ளத்திற்கு 24 கடத்திகளும் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு துருவத்தில் 0.01 வெப்பர் பாயங்கள் கிடைக்கின்றன. மடிப்புச் சுற்று கொண்ட இம் மின்னகம் சுழலும் வேகத்தைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்

மின் இயக்கு விசை $E = 220$ வோல்ட்

துருவங்கள் $P = 2$

பள்ளங்கள் $S = 51$

கடத்திகள் பள்ளம் $= 24$

பாயங்கள் $= 0.01$ வெப்பர்/துருவம்.

மடிப்புச் சுற்று.

தேவை:

மின்னகம் சுழலும் வேகம்.

வழிமுறை:

$$E = \frac{QZN}{60} \times \frac{P}{A} \text{ வோல்ட்.}$$

மடிப்புச்சுற்று கொண்ட மின்னகம் எனவே, P = 4.

மொத்தக் கடத்திகள் = 24 x 51 = 1224.

P = 4

Q = 0.01 வெப்பர்

E = 220 வோல்ட்

$$N = \frac{E \times 60 \times 4}{QZP}$$

$$= \frac{220 \times 60 \times 4}{0.01 \times 1224 \times 4} = 1078.43 \text{ சுற்றுகள்/மணித்துளி.}$$

எடுத்துக்காட்டு 3-02

மணித்துளிக்கு **8500** சுழற்சிகள் கொண்ட நான்கு துருவங்கள் கொண்ட மின்னாக்கியின் மொத்தக் கடத்திகள் **1000.** அலைச் சுற்றுடன் கூடிய மின்னகத்தில் உற்பத்தியாகும் மின் இயக்கு விசையின் அளவு **440** வோ. என்றால், ஒரு துருவத்தில் 'உள்ள காந்தப் பாயத்தின் அளவைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

மின்னாக்கியின் வேகம் **8500** சுற்றுகள்/மணித்துளிகள்

துருவங்கள் P = 4

கடத்திகள் Z = 1000

மின் இயக்கு விசையின் அளவு E= 440 வோல்ட்.

அலைச்சுற்று.

தேவை

துருவத்தில் உண்டாகும் காந்தப் பாயங்களின் அளவு.

வழிமுறை:

$$E = \frac{QZN}{60} \times \frac{P}{A} \text{ வோல்ட்}$$

$$Q = \frac{E \times 60 \times A}{ZNP}$$

அலைச்சுற்று எனவே, A = 2

$$= \frac{440 \times 60 \times 2}{1000 \times 8500 \times 4} = 0.00155 \text{ வெப்பர்.}$$

விடை:

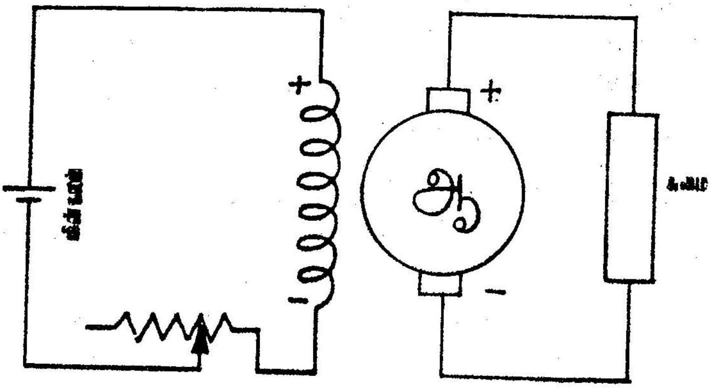
துருவத்தில் உண்டாகும் காந்தப் பாயங்களின் அளவு = **0.00155** வெப்பர்.

3-01-05 மின்னாக்கியின் வகைகள் (Types of Generator)

துருவச் சுற்றுகள் அல்லது காந்தப் புலச்சுற்றுகட்கு அளிக்கப்படும் மின் இணைப்பைப் பொறுத்து மின்னாக்கிகளை இருபெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. தனிக்கிளர்வு மின்னாக்கி (Separately Excited)
2. தற்கிளர்வு மின்னாக்கி (Self Excited)

தனிக்கிளர்வு மின்னாக்கியில் துருவச் சுற்றுகளுக்கான மின்னோட்டம், தனியாக வெளிப்பகுதியில் பொருத்தப்பட்ட மின்கலத்திலிருந்தோ (Battery) நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கியிலிருந்தோ பெறப்படுகிறது. இதன் அமைப்பைப் படம் **3-08**ல் காணலாம்.



படம் - 3 - 08

இங்குள்ள காந்தப் புலச் சுற்றுக்கு மின் கலத்திலிருந்த மின்னோட்டம் கொடுக்கப்படுகிறது. கலத்திலிருந்து பெறப்படும் மின்னோட்டத்தைக் கூட்டியோ, குறைத்தோ கொடுப்பதற்காக, மின்தடை மாற்றி (Rheostal) ஒன்று தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. புலச் சுற்றுக்கான மின் அரிப்பைக் கொடுப்பதற்குத் தனியாக ஒரு மின்னாக்கி அல்லது மின்கலம் (Battery) தேவைப்படுவதால், இவ்விணைப்பு முறை அதிகமாக வழக்கத்தில் இல்லை.

தற்கிளர்வு மின்னாக்கியில், காந்தப் புலச் சுற்றுக்களுக்கான மின்னோட்டம், அந்தந்த மின்னாக்கியின் மின்னகத்திலிருந்தே பெறப்படுகிறது. தானே தனக்கான காந்தப் புல மின்னோட்டத்தைத் தனக்குள்ளே பெற்றுக் கொள்வதால், இம்முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள, மின்னாக்கிகளைத் தற்கிளர்வு மின்னாக்கி என அழைக்கிறோம். இந்தத் தற்கிளர்வு மின்னாக்கிகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

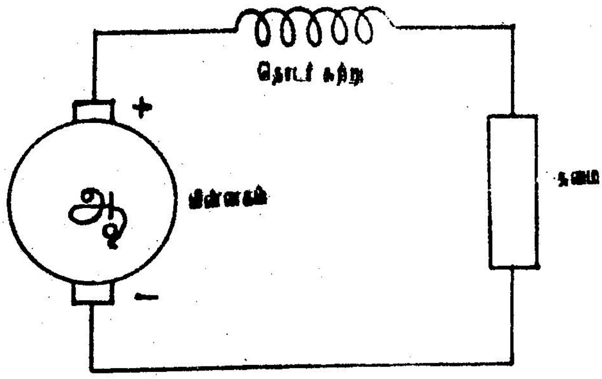
(அ) தொடர் புல மின்னாக்கி. (Series Wound Generator)

(ஆ) இணைப்புல மின்னாக்கி (Shunt Wound Generator)

(இ) கூட்டுப்புல மின்னாக்கி (Compound Wound Generator)

அ. தொடர் புல மின்னாக்கி (Series Wound Generator)

இவ்வகை மின்னாக்கிகளில் படம் **3-09**இல் காட்டியுள்ளது போல் மின்னகச் சுற்றும், துருவச் சுற்றும், தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.



தற்கிளர்வு மின்னாக்கி

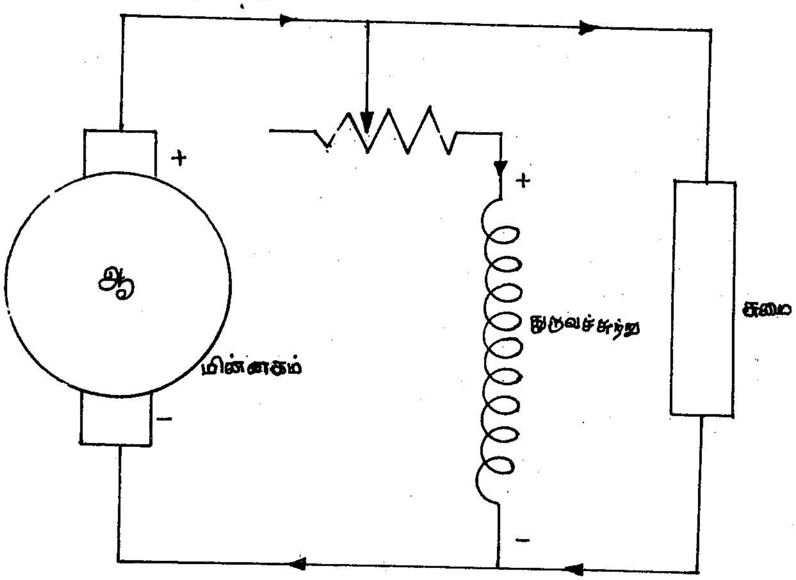
படம் **3-09**

இவ்விணைப்பில் மின்னகச் சுற்று, காந்தப் புலச்சுற்று, மற்றும் சுமை, இம்மூன்றும், தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப் பட்டிருப்பதால் இம்மூன்றும் சுமை மின்னோட்டம் பாய்கிறது. சுமை மின்னோட்டம் பொதுவாக அதிகமாகவே இருக்கும். எனவே, இம் மின்னாக்கியில் துருவச் சுற்றுகள் தடித்த தாமிரக் கம்பிகளை

உடையதாகவும், எண்ணிக்கையில் குறைந்த சுற்றுக்களைக் கொண்டதாகவும் இருக்கிறது.

ஆ. இணைப் புல மின்னாக்கி (Shunt Wound Generator)

இவ்வகை மின்னாக்கிகளில், மின்னகச் சுற்றும் காந்தப்புலச் சுற்றும், இணை - இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இணைப்புல மின்னாக்கியின் இணைப்பு படம் 3-09இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3-10

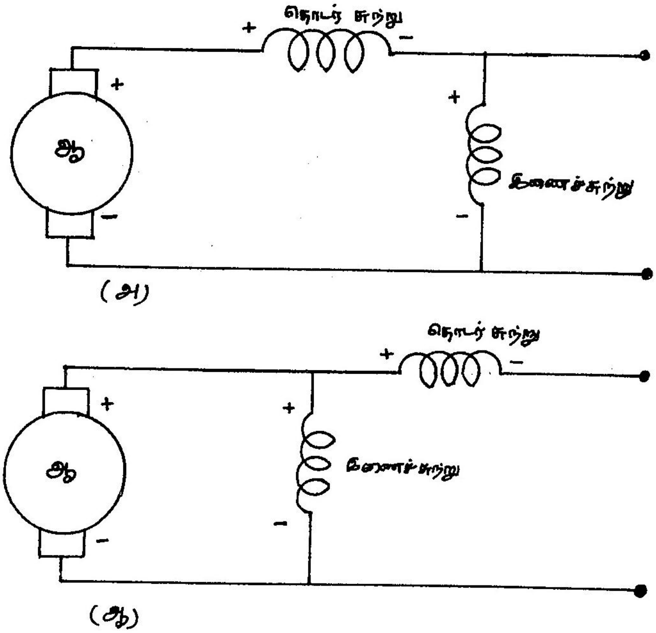
இவ்வகைப் புலச் சுற்றுகள், மெல்லிய தாமிரக் கம்பியினால் அதிக எண்ணிக்கையுடன் சுற்றப்பட்டிருக்கும். இதன் மின்தடை அதிகமாகவும் மற்றும் புல மின்னோட்டம் குறைவானதாகவும் இருக்கும்.

இ. கூட்டுப்புல மின்னாக்கி (Compound Wound Generator)

இக்கூட்டுப்புலச் சுற்றில் இரண்டு வகையான சுற்றுகள் தனித்தனியாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். தொடர்புலச் சுற்றும், இணைப்புலச் சுற்றும் கூட்டாக இம்மின்னாக்கியில் செயல்படுவதால் இதைக் கூட்டுப்புல மின்னாக்கி என்று அழைக்கிறோம். கூட்டுப்புல மின்னாக்கியில் இரு வகைகள் உண்டு.

1. நீண்ட இணைப்புக் கூட்டுப் புல மின்னாக்கி
   (Long Shunt Compound Generator)
2. குறுகிய இணைப்புக் கூட்டுப் புல மின்னாக்கி
   (Short Shunt Compound Generator)

இதனுடைய இணைப்புகள் முறையே படம் 3.11 (அ) மற்றும் (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

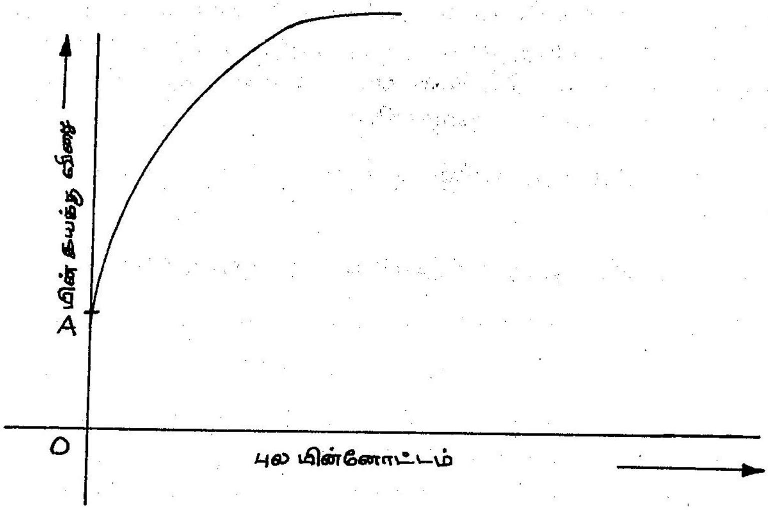


படம் 3-11.

மின்னகத்துடன் இணைச் சுற்று இணைக்கப்படும் தன்மையை வைத்து நீண்ட இணைப்பு என்றும், குறுகிய இணைப்பு என்றும் பிரிக்கப்படுகிறது. குறுகிய இணைப்புச் சுற்று நேரடியாகப்படம் 3.11 (அ) இல் காட்டியுள்ளது போல் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் இதைக் குறுகிய இணைப்புக் கூட்டுப்புல மின்னாக்கி என்றும், இணைச் சுற்றின் இணைப்புத் தொடர் சுற்றுக்கு அப்பால் இருப்பதால் இதை நீண்ட இணைப்புக் கூட்டுப்புல மின்னாக்கி என்றும் அழைக்கிறோம்.

3-01-06. மின் இயக்கு விசை உருவாக்கும் விதம் (Building up of an emf)

மின்னாக்கியில் உள்ள துருவங்கள் எஃகால் செய்யப் பட்டவைகள். எனவே, இதில் எப்பொழுதும், சிறிதளவு காந்தம் எஞ்சி இருக்கும், இக்காந்தத்திற்கு எச்சகாந்தம் என்று பெயர். மின்னாக்கி சுழலத் தொடங்கியதும் தற்கிளர்வு மின்னாக்கியில் முழு அளவு மின் இயக்கு விசை உடனே கிடைத்து விடுவதில்லை. முதலில் இந்த எச்ச காந்தத்திற்கான சிறிதளவு பாயம் உண்டாக்கப்பட்டு, இப்பாயத்திற்குத் தகுந்தாற் போல் குறைந்த அளவு மின் இயக்குவிசை உண்டாக்கப்படுகிறது. இதன் அளவு இயல்பாக 20 இலிருந்து 30 வோல்ட் வரை இருக்கலாம். இது போது இந்தக் குறைந்த அளவு மின் இயக்கு விசைக்கான மின்னோட்டம் புலத்தில் பாயும் பொழுது இன்னும் சற்று அதிகமான பாயங்கள் ஏற்பட்டு அதற்குத் தகந்தாற்போல் அதிகமான மின் இயக்கு விசை உண்டாகிறது. பின்னர் இந்தச் செயல் குறிப்பிட்ட மின் அழுத்தம் கிடைக்கும் வரை தொடர்ந்து செயலாகிறது. இணைப்புல மின்னோடியில் மின் இயக்கு விசை உண்டாகும் தன்மையை வரைபடம் 3-12ல் காணலாம்.



படம் - 3-12

புல மின்னோட்டம் பூச்சியமாக இருக்கும்பொழுது ஏற்படும் ஓரளவு மின் இயக்கு விசை 'BA' படத்தில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. இது எச்ச காந்தத்தால் உண்டாகும் மின்இயக்கு விசை ஆகும். பின்னர் புல மின்னோட்டம் உயர, உயர மின்இயக்கு விசையும் அதிகமாகிப் பின்னர் குறிப்பிட்ட நிலையை அடைகிறது.

3-01-07 மின்னாக்கியின் சிறப்பியல்புகள் (Generator Characteristics)

மின்னாக்கியைப் பயன்படுத்தும் முறையைப் பொறுத்தும், அதன் இணைப்புகளைப் பொறுத்தும் இதனுடைய செயல் திறன்கள் மாறுபடுகின்றன. இதனுடைய செயல்முறைகளை, வரைபடங்கள் மூலம் காண்பிக்கலாம். இவ்வரைபடங்கள் சுழற்சியின் வேகம், மின் இயக்குவிசை, காந்தப்புல மின்னோட்டம், சுமை மின்ஓட்டம், இவைகட்கு இடையிலுள்ள தொடர்புகளைக் காட்டுவதற்காக வரையப்பட்டிருக்கிறது.

ஏதேனும் இரு கணியங்களை (Quantities) மாறக்கூடியதாகவும் (Variable) மற்றுமொரு கணியத்தை மாறிலியாகவும் (Constant) வைத்து வரையப்படும் வரைபடங்களையே சிறப்பியல்புகள் (Characteristics) என்று அழைக்கிறோம்.

நேர் மின்னாக்கியின் மூன்று முக்கியச் சிறப்பியல்பு களாவன:

1. காந்த விசையூட்டுச் சிறப்பியல்பு (Magnetic Characteristic)
2. அகச்சிறப்பியல்பு (Internal Characteristic)
3. புறச்சிறப்பியல்பு (External Characteristic)

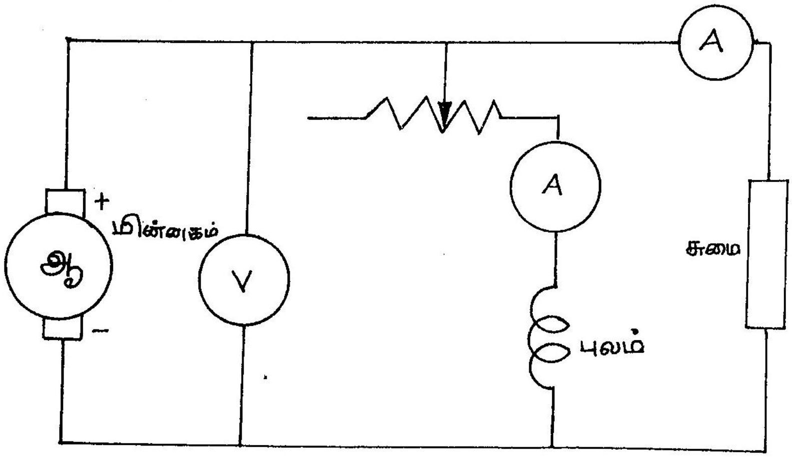
காந்த விசையூட்டுச் சிறப்பியல்பைத் திறந்த சுற்றுச் சிறப்பில்பு (Open Circuit Characteristic) அல்லது சுமையற்ற சிறப்பியல்பு (No Load Characteristic) என்றும் அழைப்பார்கள். ஒரே சீரான வேகத்தில் சுமையற்ற நிலையில் உள்ள மின் இயக்கு விசைக்கும் Eo காந்தப்புல மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறிப்பதே இச்சிறப்பியல்பு ஆகும். இச் சிறப்பியல்பின் வடிவமைப்பு தற்கிளர்வு (Self excited) மின்னாக்கியிலும் தனிக்கிளர்வு (Separately Excited) மின்னாக்கியிலும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். அகச்சிறப்பியல் பானது மின்னகத்தில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசைக்கும், மின்னக மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது. இச்சிறப்பியல்புகளைக் கண்டறியும் போது சுழற்சியும் மற்றும் காந்தப்புல மின்னோட்டமும் மாறிலியாக இருத்தல் வேண்டும். புறச் சிறப்பியல்பானது மின்முனை மின் இயக்கு விசைக்கும் (Terminal Potential Difference) சுமை மின் ஓட்டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறிக்கின்றது. குறிப்பிட்ட சுமையில் மின்னாக்கியை இயக்க இயலுமா என்பதனை அறிவதற்கு இச்சிறப்பியல்பு மிகவும் முக்கியமாகப் பயன்படுகிறது. இச்சிறப்பியல்பை, ஆய்வுகளின், மூலமும் மற்றும், திறந்த சுற்றுச் சிறப்பியல் பின் வரைபடத்திலிருந்தும் கண்டறியலாம்.

இணைப்புல மின்னாக்கி:

*இவ்வகை மின்னாக்கியின் இணைப்பு முறை படம் **3-11**ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் அகச் சிறப்பியல்பு மற்றும் புறச் சிறப்பியல்புகளைப் படம் **3-12**ல் காணலாம்.*

இணைப் புல மின்னாக்கியில் மின்னகம், புலம், சுமை. இம்மூன்றும், இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்னக முனை மின் இயக்குவிசையை (Armature Terminal Voltage) அளிப்பதற்கு ஒரு மின் அழுத்த மானியும், புல மின்னோட்டம் மற்றும் சுமை மின்னோட்டங்களை அறப்பதற்கு முறையே புலச் சுற்றிலும், சுமைச் சுற்றிலுமாக இரு மின்னோட்ட மானிகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இணைப்புல மின்னாக்கியை ஒரே வேகத்தில் சுழலச் செய்து காந்தப் புல மின்னோட்டத்தை ஒரே அளவில் சீராக, மாற்றாமல் வைத்துக்கொண்டு இரண்டும் மாற்றிகளாகச் செயல்படுகின்றன சுமையை மாற்றி ஒவ்வொரு மாறுதலுக்கும் அதற்காக மின்னக மின் அழுத்தத்தையும் சுமை மின்னோட்டத்தையும், ஓர் அட்டவணையில் (Tabular Colomn) குறித்து வருதல் வேண்டும்

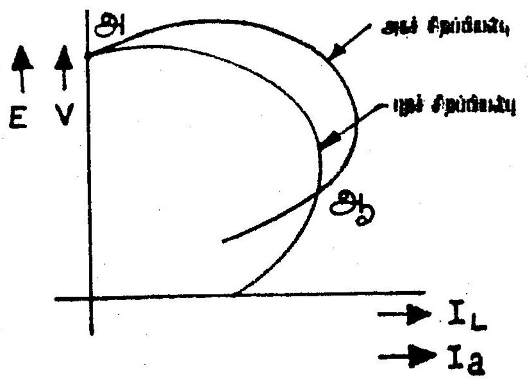
$$E = V + I_a R_a \qquad \text{....(3-11)}$$



படம் *3–13*

சமன்பாடு 3-11, மின்னகத்தில் தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையான Eக்கும் மின்னக முனைகளில் கிடைக்கும், மின் அழுத்தமாகிய Vக்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்குகிறது. இதில் IaRa என்பது மின்னகத்தில் ஏற்படும் மின் அழுத்த இழப்பைக் குறிக்கிறது.

எனவே, வரைபடத்தின் X-அச்சில் சுமை மின் ஒட்டத்தையும் 'X'-அச்சில் மின்முனை மின் அழுத்தத்தையும், எடுத்துக்கொண்டு வரைபடம் வரையப்பட்டிருக்கிறது. இது மின்னாக்கியின் புறச்சிறப்பியல்பைக் காட்டுகிறது. இதே வரைபடத்தில் ஒப்பிட்டு நோக்குவதற்காக, அகச்சிறப்பியல்பும் வரையப்பட்டிருக்கிறது. இதற்கு மின்னக மின் ஒட்டத்தை 'X' அச்சிலும் மின்னகத்தில் தூண்டப்பட்ட மின் இயங்கு விசையை 'Y' அச்சிலுமாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது.



படம் - 3- 14

படம் **3-13**ல் உள்ள அகச் சிறப்பு வளை கோட்டில் (Curve) 'அ' 'ஆ' என்னும் பகுதியில் மட்டும்தான் இயக்கத்திற்கு உரியது. இப்பகுதியில் சுமை மின்னோட்டம் கூடும்போது மின் இயக்க விசையில் சிறிய இழப்பு ஏற்பட்டு, மின் இயக்குவிசை சிறிது சிறிதாகக்குறைந்து கொண்டு வருகிறது. 'அ' என்ற புள்ளிவரை இவ்வாறு நடந்து வருகிறது. பின்னர் இப்புள்ளியைத்தாண்டிலும் மின் இயக்கு விசை வேகமாகக் குறைந்து விடுகிறது. இந்த ''ஆ'' என்ற புள்ளிக்கு, முறிவுப் புள்ளி (Breakdown Point) என்று பெயர்.

புறச் சிறப்பியல்பும், இவ்வாறே கிடைக்கிறது. இயல்பாகக் குறைந்த சுமைகளில், மின்னாக்கி இயங்கும் பொழுது காந்தப் புல வளைவின் தெவிட்டு நிலைக்குள் (Saturation) இயங்குகிறது. எனவே, மின்முனை மின் இயக்கு விசை குறைவதினால், ஏற்படும் காந்தப் பாயக் குறைவு மிகவும் சிறியதே.

சுமை அதிகமாகும் பொழுது, அதாவது நிறை சுமையைக் காட்டிலும் இரண்டு அல்லது மூன்று முறை அதிகமாகும் பொழுது காந்தப்புல வளைவு, தெவிட்டு நிலையைத் தாண்டி விடுகிறது. எனவே, மின்முனை மின் இயக்கு விசை குறைந்ததும், இதைத் தொடர்ந்து, காந்தப் புல மின்னோட்டம், காந்தப்பாயம் மற்றும், தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசையாவும் குறைகிறது. எனவே, இதைத் தொடர்ந்து மின் இயக்குவிசை குறைகிறது. இச்செயல் தொடர் செயலாக, இறுதியில் மின்இயக்கு விசை பூஜ்ஜியத்தை அடைகிறது.

கூட்டுப்புல மின்னாக்கி (Compound Generator)

கூட்டுப்புல மின்னாக்கியின் இணைப்பு முறை படம் **3-10**இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் தொடர் மற்றும், இணைப் புலன்கள் இரண்டுமே இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இணைப் புலன் மின்னாக்கிக்கு எப்பொழுதும் சிறப்பியல்பு, கீழ்நோக்கி சாய்வாகவே (Dropping) அமைந்திருக்கும். ஆனால் தொடர் புல மின்னாக்கிக்கு எப்பொழுதும் சிறப்பியல்பு மேல் நோக்கிய (Rising) வளைவாகவே அமைந்திருக்கும். எனவே, இரு புலன்களையும் பெற்றுள்ள, கூட்டுப் புல மின்னாக்கியின் மின்

முனை மின் இயக்கு விசை, குறையாமல் ஈடு செய்யப்படுகிறது. கூட்டுப் புலனில் மூன்று வகைகள் உண்டு. அவைகளாவன:

1. மிகைக் கூட்டு (Over Compound)

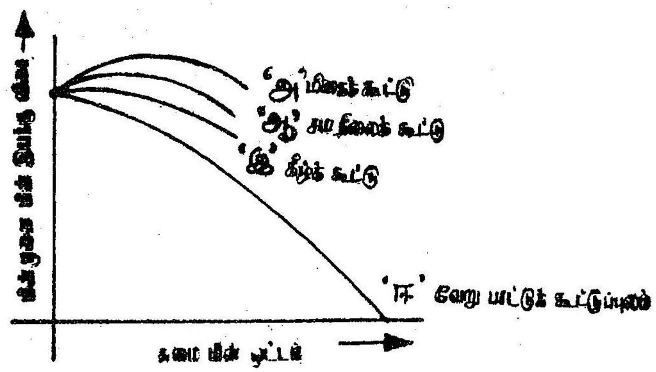
2. இணை நிலைக் கூட்டு (Level Compound)

3. கீழ்க்கூட்டு (Under Compound)

மிகைக் கூட்டு மின்னாக்கியில் இணைப்புலனும் தொடர் புலனும் காந்த மின் இயக்கு விசையை அதிகப்படுத்திக் கொடுக்குமாறு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதைத் திரள் கூட்டுப்புல மின்னாக்கி (Cumulative Compound Generator) என்றும் கூறுவர். தொடர் சுற்றின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கப் பட்டிருப்பதால் இதன் சிறப்பியல்பு, வளைவு படம் 3-14இல் காட்டியுள்ளது போல் அமைந்திருக்கிறது.

மின் முனை மின் இயக்கு விசை சுமையற்ற நிலையிலிருந்து, நிறை சுமைவரை ஒரே சீராக இருக்கும் படி, தொடர் சுற்றின் எண்ணிக்கை அமைந்திருந்தால்; இதை இணை நிலைக் கூட்டு மின்னாக்கி என்று அழைப்பார்கள். இதன் சிறப்பியல்பு படம் 3- 14இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தொடர் புலனும் இணைப் புலனும், ஒன்றுக்கொன்று எதிரெதிராகச் செயல்படும்படி அமைக்கப்பட்டால், சுமை அதிகமாகும் பொழுது மின் முனை மின்இயக்கு விசை குறிப்பிட்ட சுமைக்குப் பின்னர் வேகமாகக் குறைந்து பூச்சியத்தை அடைந்து விடும். இத்தகைய இயல்புடைய மின்னாக்கியை வேறுபாட்டுக் கூட்டுப் புல மின்னாக்கி (Differentilly Compounded Generator) என்றழைப்பார்கள்.



படம் 3-15

3-01-07. நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் பயன்கள் (Uses of D.C)

(அ) தொடர் புல மின்னாக்கி

இது உயரும் (Rising) சிறப்பியல்பைக் கொண்டிருப்பதால் மின் திறன் அளிப்புகட்கு (Power Supply) இதைப் பயன்படுத்துவ தில்லை. இருந்தபோதும் இச் சிறப்பியல்பால் இம்மின்னாக்கிகள் ஊட்டிகளாகப் (Boosters) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(ஆ) இணைப்புல மின்னாக்கி:

இயல்பான விளக்கு மற்றும் திறனளிப்புத் தேவைகட்கு, இம் மின்னாக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் இதன் மின் முனை மின் இயக்கு விசைகள் மாறாமல் இருப்பதால்

இவைகள் மின்கலங்களை மின்னேற்றம் (Charging) செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(இ) கூட்டுப்புல மின்னாக்கி

இவ்வகை மின்னாக்கிகள் எந்த ஒரு சுமையிலும் மாறாத மின் இயக்கு விசையே கொடுக்கின்றன. இவ்வகை மின்னாக்கிகள் திடீரெனக் கூடும், மற்றும் குறையும் சுமைகட்கும், மற்றும் அடிக்கடி நிறுத்திப் பின்னர் செலுத்தப்படும், சுமைகட்கும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

3-02. நேர் மின்னோட்ட மின்னோடி (Direct Current Motor)

மின்னோடி என்பது மின் சக்தியை எந்திர சக்தியாக மாற்றக்கூடியதொரு சாதனம் ஆகும். கட்டுமானத்தை (Construction) பொறுத்தவரையில் நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிக்கும், நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கிக்கும் எவ்வித மாறுதலும் இல்லை. செயல்படும் முறைக்கேற்ப தேவைக்குத் தகுந்தாற்போல் ஒரு சிறு மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. இச்சிறு மாற்றங்கள் தவிர மற்றபடி நேர் மின்னோட்ட மின்னோடியை மின்னாக்கி யாகவோ மின்னாக்கியை மின்னோடியாகவோ இயக்கலாம்.

3-02-01 மின்னோடி இயங்கும் தத்துவம் (Principle of Operation)

மின்னோடிக்கும் மின்னாக்கிக்கும் கட்டுமானம் ஒன்றாக இருந்தாலும், அடிப்படைத் தத்துவத்தில் இரண்டும் ஒன்றுக் கொன்று மாறுபட்டவைகளே. இத்தத்துவமானது மின்னோட்டம் பாய்ந்து கொண்டிருக்கும் கடத்தி ஒன்றைக் காந்த மின்கலத்தில் அமர்த்தும் பொழுது இக்கடத்தியில் எந்திர விசை (Mechanical Force) ஒன்று உண்டாகிறது. இவ்விசையின் திசையை (Direction) பிளமிங்கின் இடக்கை விதி (Flemings Left Hand Rule) கொண்டும் இவ்விசையின் அளவைக் (Magnitude) கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டி லிருந்து 3-12 கண்டறியலாம்.

$$F = BLI \text{ நியூடன்ஸ்} \quad \ldots(3\text{-}12)$$

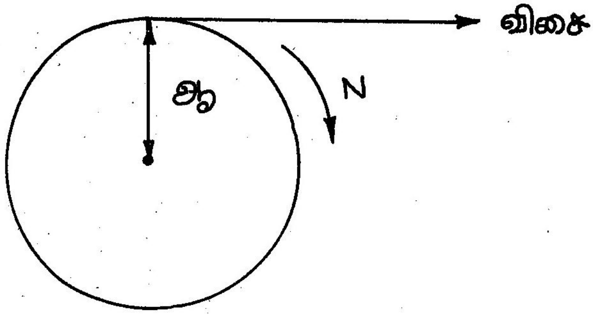
இதில்

F = விசை நியூடன்ஸ்

B = காந்தப் பாய அடர்த்தி வெப்பர் சதுர மீட்டர்.

L = மின் கடத்தியின் நீளம் மீட்டரில் (பாயங்கள் ஊடாடும் பகுதி மட்டும்)

I = கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டம் ஆம்.



படம் - 3-16

படம் 3-14ல் 'அ' காட்டியுள்ளதைப் போன்ற இரு துருவ மின்னோடி ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.

இதில் மின் கடத்தியின் மேல் பாகத்தில் உள்ள கடத்திகளில், மின் ஓட்டம் காகிதத்திற்குள்ளும், அல்லது காண்பவருக்கு (Observer) எதிர்த்திசையிலும், மின்னகத்தின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள கடத்திகளில் மின் ஓட்டம் காகிதத்திற்கு வெளியிலும். அல்லது காண்பவரை நோக்கியும் வருவதாகக்

காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. கடத்திகளில் பாயும் மின் ஓட்டத்தால் உண்டாகும் காந்தப் பாயங்களின் திசைகள் படம் 3-16ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இத்திசைகள் தக்கை மரை விதி (Cork Screw Rule) கொண்டு உறுதிசெய்யப்படுகின்றன. படம் 3-14இல் துருவங்கள் மற்றும் மின்னகம், இரண்டிலும் உள்ள காந்தப் பாயங்களின் கூட்டு விளைவாக்கப் (Resultan) பாயங்கள் காட்டப் பட்டுள்ளன. பாயங்கள் மின்னக மேற்பகுதி கடத்திகளுக்கு வலப் பக்கமும், கீழ்ப்பகுதி கடத்திகளுக்கு இடப்பக்கமும், கூட்டமாக வளைந்து காணப்படுகின்றன. எனவே, இப்பாயங்கள் மின்னகப் புறப் பரப்பில் (Circumference) உள்ள கடத்திகளில் தொடு வரையின் (Tangential) திசையில் ஓர் எந்திர சக்தியை உண்டாக்கிறது. கடத்திகள் மின்னகப் பள்ளங்களில் செவ்வனே பொருத்தப்பட்டிருப்பதால் இச்சக்தி மின்னகத்தைக் குறிப்பிட்ட திசையில் சுழல வைக்கிறது. இவ்வாறாக மின்னோடி, மின் சக்தியை எந்திர சக்தியாக மாற்றிக் கொடுக்கிறது.

மின்னகம் சுழலும் திசையை மாற்றுவதற்கும் துருவ மின்னோட்டத் திசையை மாற்றுவதற்கும் துருவ மின்னோட்டத் திசை அல்லது மின்னக மின்னோட்டத் திசை ஆகிய இவைகளில் ஏதாவதொன்றை மாற்ற வேண்டும். இரண்டையுமே மாற்றி னால் மீண்டும் பழைய திசையிலேயே ஓடும்.

3-02-02. எதிர் மின் இயக்கு விசை (Counter Electro Motive Force)

மின்னோடி ஒன்று செயல்படும் பொழுது, மின்னகம் இரு துருவங்கட்கு இடையில் சுழலுகிறது. பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டலின் விதிப்படிக் கடத்தி ஒன்று காந்த மண்டலத்தில் நகரும் பொழுது இதில் மின் இயக்கு விசை உண்டாகிறது. இம்மின் இயக்கு விசையின் திசையைப் பிளமிங்கின் வலக்கை விதி மூலம் அறியலாம்.

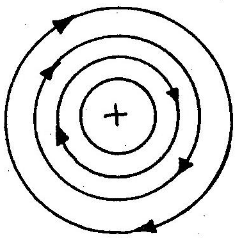
மின்னோடி செயல்படுவதற்கு, மின் முனைகளில் V என்ற மின் அழுத்த வேறுபாட்டைக் கொடுக்கிறோம். இப்போது மின்னகம் சுழல்கிறது. மின்னகம் சுழல்வதால் இதில் ஒரு மின் இயக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இதுபோல் தூண்டப்பட்ட

மின் இயக்கு விசை, மின்னோடிக்குக் கொடுக்கப்படும் மின் அழுத்த வேறுபாட்டிற்கு, எதிர்த்திசையில் செலுத்தப்படுகிறது. எனவே, இதை எதிர் மின் இயக்கு விசை அல்லது பின் மின் இயக்கு விசை (Back Electromotive Force) என்று E_b அழைக்கிறோம். இதை E_b என்னும் ஆங்கில எழுத்துக்களைக் கொண்டு குறியிடுவது வழக்கம்.

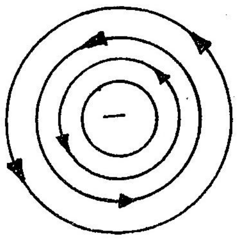
இதன் அளவைச் சமன்பாடு 3-10இல் குறிப்பிட்டது போல் $E_b = \frac{QZN}{60} \times \frac{P}{A}$ வோல்ட் ஆகும்.

3-02-03. சுழற்றுமைச் சமன்பாடு (Torque Equation)

சுழற்றுமை என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சில் ஏற்படும் விசையினுடைய சுழற்சி நெம்புதிறனே (Moment of Force) ஆகும்.



(அ)



(ஆ)

படம் - 3-17

படம் 3-16ல் காட்டியுள்ளது போன்ற உருளை (Pulley) ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.

இதில் 'F' என்னும் விசை தொடுவரையின் திசையில் இருக்கிறது. 'ஆ' என்பது உருளையின் ஆரத்தைக் குறிக்கிறது.

இதில் சுழற்றுமை T=FxR..........(3-13) இதன் அலகு நியூட்டன் மீட்டர் ஆகும்.

மின்னோடியின் மின்னகச் சுழற்றுமையைக் கீழ்க்காணுமாறு கண்டுபிடிக்கலாம்.

மின்னகச் சுழற்றுமை = T

மின்னகச் சுழற்சி = N சுற்றுகள்/மணித்துளி.

மின்னகத்தில் உண்டாகும் திறன் = $\frac{2\pi NT}{60}$ வாட். ....(3-14)

= $\frac{2\pi NT}{60 \times 735.5}$ குதிரைத்திறன் ....(3-15)

(1 குதிரைத்திறன் = 735.5 வாட்கள்)

எந்திரத் திறனாக மாற்றப்பட்ட மின்திறன் $E_b I_a$ வாட் ....(3-16)

= $\frac{E_b I_a}{735.5}$ குதிரைத்திறன் ....(3-17)

சமன்பாடு 3-15 மற்றும் 3-17ஐ சமனாக்கும் பொழுது

$$\frac{2\pi NT}{60 \times 735.5} = \frac{E_b I_a}{735.5}$$

எனவே, $T = \frac{60 \times E_b I_a}{2\pi N}$ நியூட்டன் மீட்டர் ....(3-18)

இதில் $E_b = \frac{QZN}{60} \times \frac{P}{A}$ வோல்ட் ....(3-19)

எனவே, சமன்பாடு (3-18)ஐ கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்.

$$T = 60 \times \frac{QZN}{60} \times \frac{P}{A} \times \frac{I_a}{2\pi N}$$

$$T = \frac{QZ\,I_a}{A} \times \frac{P}{2\pi} \text{ நியூட்டன் மீட்டர்} \qquad ....(3\text{-}20)$$

$$T = \frac{QZ\,I_a}{A} P \times 0.159 \text{ நியூட்டன் மீட்டர்} \qquad ....(3\text{-}21)$$

9.81 நியூடன் மீட்டர் = 1 கிலோ கிராம் மீட்டர்

$$T = 0.159 \times \frac{QZ\,I_a}{A} . P \text{ கிலோ கிராம் மீட்டர்}$$

$$T = 0.0162 \frac{QZ\,I_a}{A} . P \text{ கிலோ கிராம் மீட்டர்} \qquad ....(3\text{-}32)$$

சமன்பாடு, 3-20 சுழற்றுமையை நியூட்டன் மீட்டரிலும் சமன்பாடு (3-22) சுழற்றுமையைக் கிலோகிராம் மீட்டரிலும் குறிக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 3-03:

நான்கு துருவங்கள் கொண்ட இணைப்புல மின்னோடி ஒன்றின் மின்னகம், மடிப்புச் சுற்றுகளைக் கொண்டதாக அமைந்திருக்கிறது. இதில் பள்ளத்திற்குப் 15 கடத்திகள் வீதம், 60 பள்ளங்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு துருவத்திலும் 20 வெப்பர் பாயங்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. மின்னக மின்னோட்டம் 25 ஆம்பியர் என்றால் மின்னோடியில் உண்டாக்கப்பட்ட சுழற்றுமையை, நியூட்டன் மீட்டரிலும், கிலோ கிராம் மீட்டரிலும் கண்டுபிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

துருவங்கள் P = 4.

மடிப்புச் சுற்று எனவே, A = P = 4.

கடத்திகள் Z = 60 x 15 = 900

பாயம் Q = 20 வெப்பர்.

மின்னக மின்னோட்டம் $I_a = 25$ ஆம்பியர்.

தேவை:

சுழற்றுமை (அ) நியூட்டன் மீட்டரில்
(ஆ) கிலோகிராம் மீட்டரில்.

வழிமுறை:

(அ) சுழற்றுமை நியூட்டன் மீட்டரில்:

$T = 0.159 \frac{QZ I_a}{A} . P$ *நியூட்டன் மீட்டர்.*

$= \frac{0.159 \times 20 \times 900 \times 25 \times 4}{4}$

$T = 71550$ *நியூட்டன் மீட்டர்.*

(ஆ) சுழற்றுமை கிலே கிராம் மீட்டரில்:

$0.0162 \times \frac{QZ I_a}{A} . P$ *கிலோகிராம் மீட்டர்.*

$\frac{0.0162 \times 20 \times 900 \times 25 \times 4}{4}$

7290 *கிலோகிராம் மீட்டர்.*

விடை:

(அ) ***71550*** *நியூட்டன் மீட்டர்.*

(ஆ) ***7290*** *கிலோகிராம் மீட்டர்.*

3-02-04. நேர் மின்னோட்ட மின்னோடியின் சிறப்பியல்புகள். (Characteristics of D.C Motor)

மின்னோடியின் சிறப்பியல்புளைக் காணும்முன் கீழ்க்காணும் இரு சமன்பாடுகளையும் நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

(அ) $T \alpha \; Q I_a$ ....(3-23)

(ஆ) $N \alpha \; \frac{E_b}{Q}$ ....(3-24)

சுழற்றுமையானது காந்தப் பாயத்திற்கும், மின்னக மின் ஓட்டத்திற்கும், நேர் விகிதத்தில் மாறுபடுகிறது. மின்னோடியின் வேகம் எதிர் மின் இயக்கு விசைக்கு நேர்விகிதத்திலும் காந்தப் பாயத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலுமாக மாறுபடுகிறது.

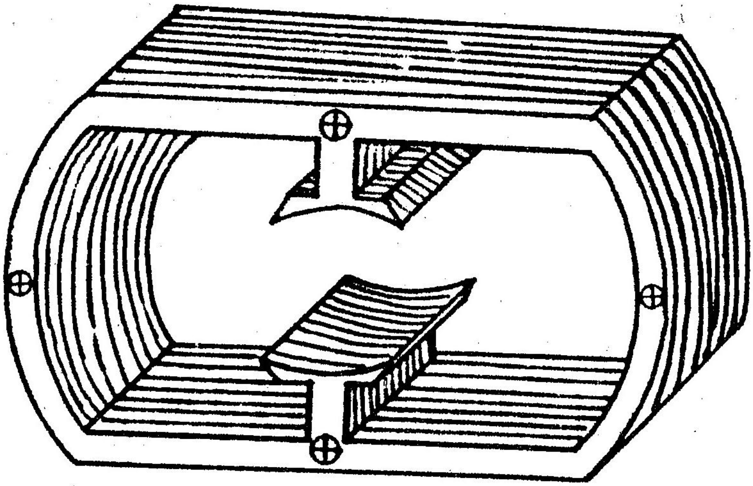
மின்னோடியின் முக்கியமான மூன்று சிறப்பியல்புகளாவன:

1. வேகம் - மின்னக மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பு.
2 சுழற்றுமை - மின்னக மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பு.
3 வேகம் - சுழற்றுமைச் சிறப்பியல்பு.

இணைப்புல மின்னோடியின் சிறப்பியல்புகள்:

1. வேகம் - மின்னக மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பு:

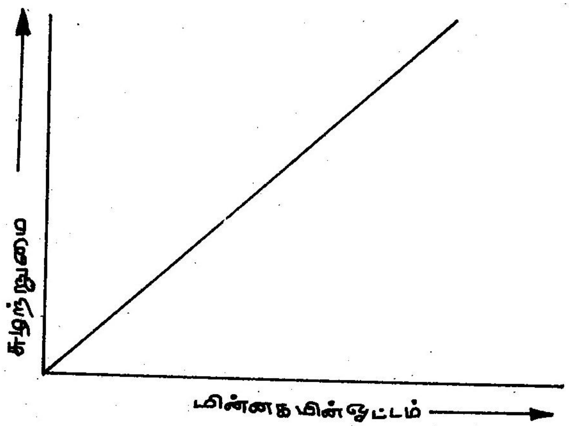
இணைப்புல மின்னோடியில் மின் முனை மின் அழுத்தம் சீராக மாறாமல் இருக்கும். நிறை சுமையின் பொழுது மின்னக எதிர்ச் செயலால் காந்தப் பாயம் குறைகிறது. சமன்பாடு 3-24ன் படி வேகம் பாய்த்திற்குத் தலை கீழ் விகிதத்தில் மாறுபடுவதால் பாயம் குறையக் குறைய வேகம் அதிகரிக்கிறது. எனவே, மின்னக மின்னோட்டம் அதிகமாக இருக்கும்பொழுதும், வேகம் குறைவதில்லை. இணைப்புல மின்னோடி, சுமையற்ற நிலையிலிருந்து நிலைசுமை நிலைக்கு மாறும்வரை வேகம் ஏறத்தாழ 5 விழுக்காடு தான் குறைகிறது. ஆகையால், இதை வேகம் மாறா (Constant Speed) மின்னோடி, அதாவது நிலையான வேகமுடைய மின்னோடி என்றழைக்கலாம்.



படம் 3-18

2. சுழற்றுமை- மின்னக மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பு:

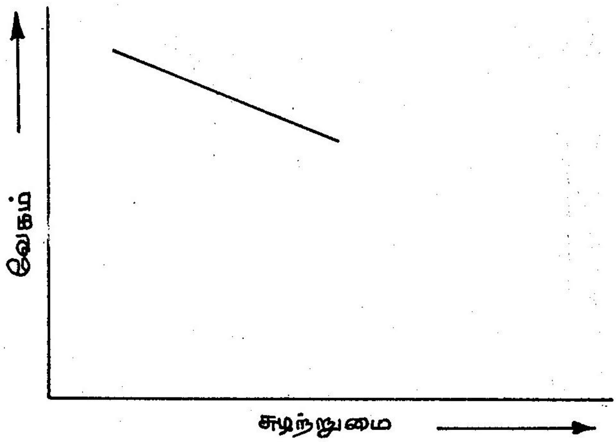
சமன்பாடு **3-23**இன் படி மின்னக மின்னோட்டமும் சுழற்றுமையும் ஒன்றுக்கொன்று நேர்விகிதத்தில் மாறுபடுவதால், சிறப்பியல்பின் அமைப்புப் படம் **3-18**இல் காட்டியுள்ளது போல் அமைந்திருக்கிறது. இதில் பாயம் மாறிலியாக இருக்கிறது.



படம் 3-19

3. வேகம்- சுழற்றுமைச் சிறப்பியல்பு:

இச் சிறப்பியல்பை முந்தைய இரண்டு சிறப்பியல்புகளிலிருந்தும் வரையலாம். வெவ்வேறு மின்னக மின்னோட்டத்தின் அளவுகட்கு ஏற்ப உள்ள வேகத்தையும், மற்றும் சுழற்றுமையையும் எடுத்துக்கொண்டு இந்த வளைவை வரையலாம். இதன் அமைப்புப் படம் 3-19இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

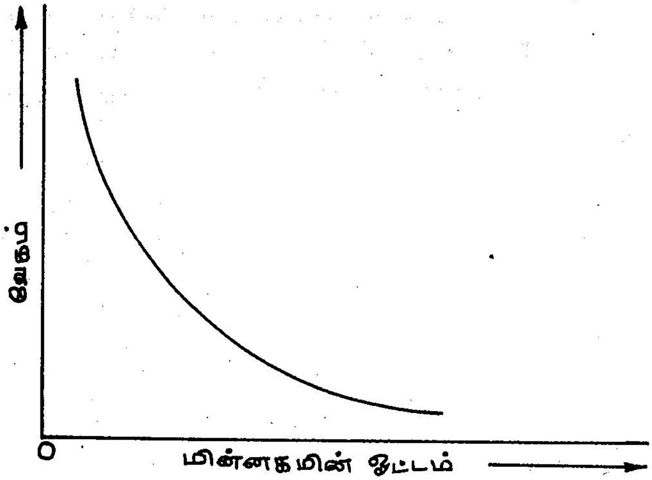


படம் 3-20

தொடர்பு புல மின்னோடியின் சிறப்பியல்புகள்:

தொடர் புல மின்னோடியின், காந்தப் புல மின்னோட்டம், மின்னக மின்னோட்டம், மற்றும் சுமை மின்னோட்டம் யாவும் ஒரே அளவு உடையதாக இருக்கிறது. எனவே, காந்தப் பாய மானது, மின்னக மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து அதிகரிக்கும். எதிர் மின் இயங்கு விசையில் அதகிமான மாறுதல்கள் ஏதும் இல்லை.

சமன்பாடு 3-24இன் படி பாயமானது வேகத்திற்குத் தலை வீழ் விகிதத்தில் மாறுதல் அடைகிறது. எனவே, இச் சிறப்பியல் பிலிருந்து தொடர் புல மின்னோடி மாறும் வேகத்தை உடைய ஒன்று என்பதனை அறியலாம்.



படம் 3-21

சுழற்றுமை - மின்னக மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பு:

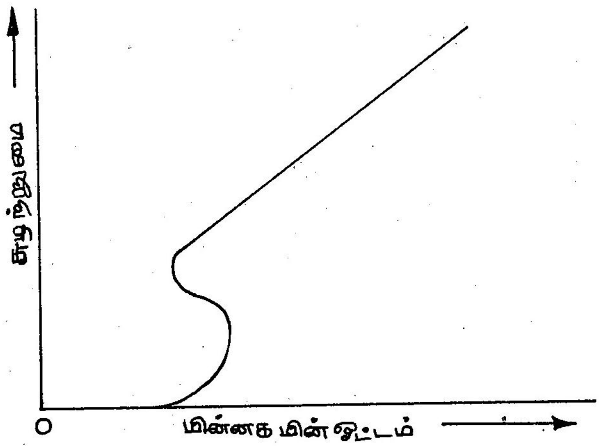
சமன்பாடு 3-23இன் படி $T \alpha QI_a$ காந்தத் துருவங்கள் தெவிட்டு நிலையை அடையும்வரை பாயம் Q ஆனது. மின்னக மின்னோட்டம் I_a யைப் பொறுத்து மாறுபடும். (இது தொடர்புல மின்னோடியாகையால் காந்தப் புலன், சுமை, மின்னக மின்னோட்டங்கள் யாவும் ஒன்றே) எனவே தெவிட்டு நிலையை அடையும் வரை

$$T \alpha I_a^2 \qquad ....(3\text{-}25)$$

தெவிட்டு நிலையை அடைந்த பின்னர் பாயம் யில் அதிக மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை.

எனவே, $I \alpha I_a$ ....(3-26)

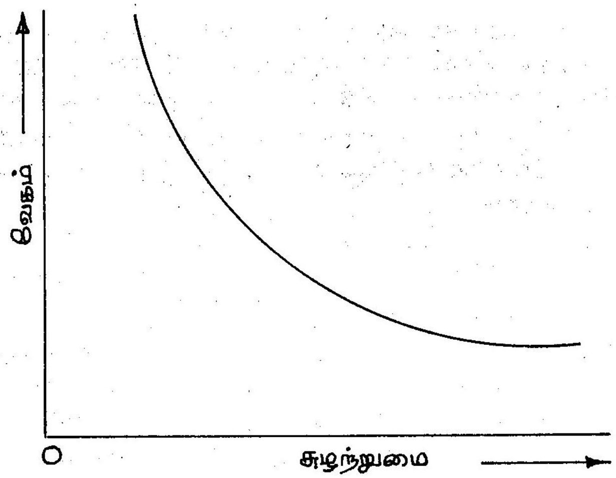
சிறப்பியல்பு வளைவு (3-25) தெவிட்டு நிலையை அடையும் வரை பர வளைவு (Parabola) வடிவிலும், பின்னர் தெவிட்டு நிலையை எய்திய பின்னர் நேர் கோட்டு வடிவத்திலும் அமைந்திருக்கிறது. இதன் அமைப்புப்படம் 3-21இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் - 3- 22

வேகம் - சுழற்றுமைச் சிறப்பியல்பு:

இச் சிறப்பியல்பை முன்னிரண்டு சிறப்பியல்புகளின் வரை படங்களிலிருந்து வரையலாம். சமன்பாடுகள், 3 - 23 மற்றும் 3 - 24இன் படி வேகம் மற்றும் சுழற்றுமை இரண்டும் ஒன்றுக் கொன்று தலைகீழ் விகிதத்தில் மாறுபடுகின்றன. என வே, இச்சிறப்பியல்பின் வளைவு படம் 3 - 22 இல் காட்டியுள்ளது போல் அமைந்திருக்கிறது.



படம் - 3- 23

சுழற்றுமை அதிகமாக இருக்கும் போது வேகம், அதிகமாகவும், சுழற்றுமை அதிகமானதும் வேகம் குறைவாகவும் காணப்படுகிறது.

3-02-05 நேர் மின்னோட்ட மின்னோடியின் பயன்கள் (Uses of D.C Motor)

இணைப்புல மின்னோடி:

இது சீரான வேகத்துடன் செயல்படக்கூடியது. வேகத்தையும் கட்டுப்பாடு செய்யலாம். தொடக்கச் சுழற்றுமையும் (Starting tor) நடுத்தரமானது. எனவே, இவ்வகை மின்னோடிகள், கடைசல் எந்திரம் (Lathe), ஊதிகள் (Blowers), பெரிய எந்திரச் சாதனங்கள், மைய விலக்கு இறைப்பிகள் (Centrifugal pumps) மற்றும் காற்றாடிகள் (Fans) முதலியவைகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

தொடர்புல மின்னோடி:

இம்மின்னோடி மாறுபடும் வேகத்தை உடையது. இவ்வகை மின்னோடிகட்குத் தொடக்கச் சுழற்றுமை மிகவும் அதிகம். எனவே, இதை மின்சார தொடர் வண்டிகளிலும், சுமை தூக்கிகளிலும் (Hoist) பொருள் கொண்டு செல்லும் கருவிகளிலும் (Conveyers) இழுவை ஊர்திகளிலும் (Trolly Cars) பயன்படுத்துகின்றனர்.

கூட்டுப்புல மின்னோடிகள்:

இவ்வகை மின்னோடிகள், மாறுபடும், வேகத்தை உடையவைகள். மற்றும் தொடக்கச் சுழற்றுமையும் இவைகட்கு அதிகம். இம்மின்னோடிகளை இடைவிட்டு நிகழ்கிற (Interaputed) அதிகச் சுழற்றுமை கொண்ட சுமைகட்கும், துளையிடும் கருவிகட்கும் (Punches) சுமை தூக்கிகட்கும் (Cranes) சுமையை எடுத்துச் செல்லும் பட்டைகட்கும் (Conveyer belts) பெரிய இழைப்பு எந்திரங் களிலும் (Planners) மற்றும் உருளை ஆலைகளிலும் (Rolling Mills) பயன்படுத்துகிறோம்.

3-02-06 தொடக்கிகள் (Starters)

மின்னோடியில் மின் அழுத்தத்திற்கும், எதிர் மின் இயக்கு விசைக்கும் உள்ள தொடர்பை,

$$V = E_b + I_a R_a \qquad \text{....(3-27)}$$

என்ற சமன்பாடு விளக்குகிறது.

இச்சமன்பாட்டை,

$$I_a = \frac{V - E_b}{R_a} \qquad \text{....(3-28)}$$

என்றும் எழுதலாம், இதில்

V என்பது மின் அழுத்தத்தையும்,

E_b என்பது எதிர் மின் இயக்கு விசையையும்,

I_a என்பது மின்னக மின் ஓட்டத்தையும்,

R_a என்பது மின்னகத் தடையையும் குறிக்கிறது.

மின்னோடி சுழலத் தொடங்கு முன்னர் மின்னகத்தின் வேகம் பூச்சியம் ஆகும். எனவே, எதிர் மின் இயக்கு விசையும் பூச்சியம் ஆகும். இது போன்ற நிலையான மின்னகத்தில் முழு மின் அழுத்தத்தையும் கொடுக்கும் பொழுது மின்னகத் தடையின் மதிப்புக் குறைவாக இருப்பதால் சமன்பாடு 3.28இன் படி மின்னகத்தில் மிக அதிகமான மின்னோட்டம் பாய நேரிடுகிறது. இம்மின்னோட்டம் நிறை சுமை மின்னோட்டத்தைக் காட்டிலும் 30 லிருந்து 40 மடங்கு வரை அதிகமாக இருக்கும். இந்த அதிகமான மின்னோட்டம் உருக்கிகளைச் (Fuses) செலற்றுப் போகச் செய்வதுடன் தொடுவிகளையும், திசைமாற்றிகளையும் பயனற்றுப் போகவும் செய்துவிடும்.

இது போன்றதொரு பொருந்தா நிகழ்ச்சிகளைத் தடுப்பதற்காக மின்னகத்துடன் தொடர் அடுக்கில் ஒரு மின் தடையை இணைக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக 5 லிருந்து 10 வினாடிகள் வரை மின்னோடியில் பூச்சியத்திலிருந்து சிறிது சிறிதாக வேகத்தை அதிகப்படுத்தும் பொழுது இத்தொடர் மின்தடையின் அளவு, சிறிது சிறிதாகக் குறைக்கப்பட்டு இறுதியில் பூச்சியத்தை அடைந்து விடுகிறது. இந்த அமைப்பிற்குத்தான் தொடக்கி (Starter) என்றுபெயர். இத்தொடக்கிகளில் மின்னக மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் தடைகள் மட்டுமன்றி, இரு பாதுகாப்புச் சாதனங்களும் (Safety Devices) பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

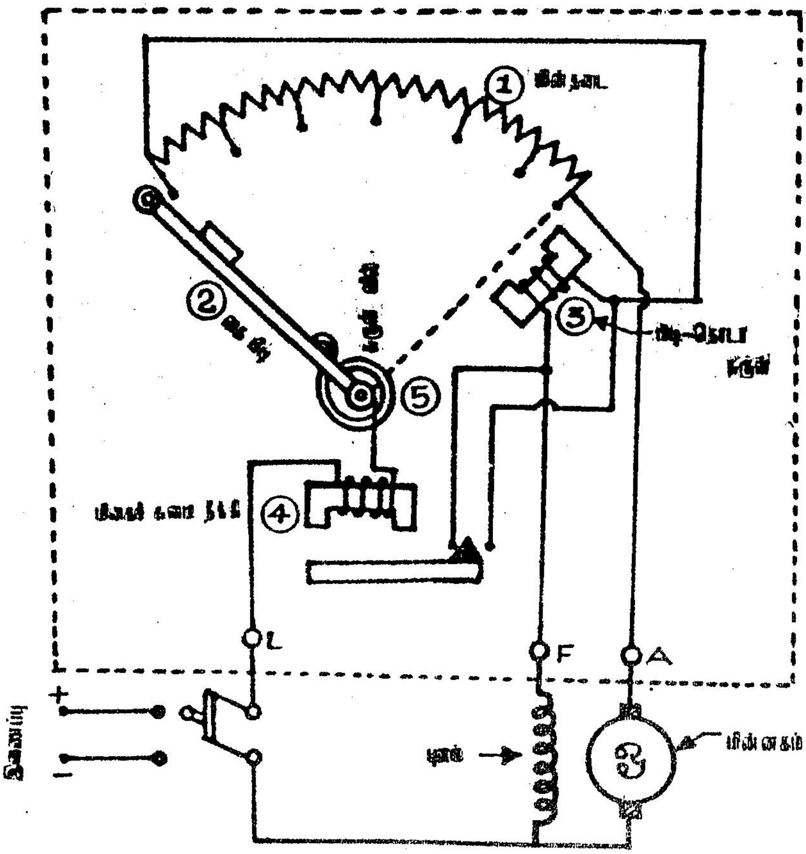
மிகச் சிறிய அளவிலான மின்னோடிகளில் தொடக்க மின்னோட்டம் குறைவாக இருப்பதினால் இது போன்ற பயங்கர விளைவுகள் ஏற்பட ஏது இல்லை.

நேர் மின்னோட்டத் தொடக்கிகளில் இரண்டு வகைகள் உண்டு.

1. மும் முனைத் தொடக்கி (Three Point Starter)
2. நால்முனைத் தொடக்கி (Four Point Starter)

மும்முனைத் தொடக்கி **(Three Point starter)**

இவ்வகைத் தொடக்களில் வழி (Line) புலம் (field) மின்னகம், (Armature) என்று மூன்று முனைகள் (Three Points) உள்ளன. எனவே, இதை மும்முனைத் தொடக்கி என அழைக்கிறோம். இதை L,F,A என்று மூன்று ஆங்கில எழுத்து கொண்டு குறியிடுவது வழக்கம். இத்தொடக்கியின் அமைப்புப் படம் 3-24 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இணைப்பின் ஒரு கம்பி (wire) 'L' என்னும் முனையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

'L' இல் இருந்து மின் ஓட்டம் "மிகைச் சுமை நீக்கிச்' (Overload release) சுருளின் வழியாகக் கைப்பிடிக்குச் செல்கிறது. மின்னோடியைத் தொடக்கக் கைப்பிடியைச் சுழற்றும் பொழுது கைப்பிடியின் முனை முதல் மின்தடை குமிழைத் (Stud) தொடும் போது, மின்னோட்டம் எல்லாக் குமிழ்களுக்குமான தடைகளினிடையே பாய்ந்து, மின்னகத்திற்குள் செல்கிறது. இதுபோது மிகவும் குறைவான மின் அழுத்தமே மின்னகத்திற்கு அளிக்கப்படுகிறது. இதனால் தொடக்கத்தில் மின்னகத்தில் மிக அதிகமான மின்னோட்டம் பாயாமல் தடுக்கப்படுகிறது. பின்னர், மெதுவாகக் கைப்பிடியைச் சுழற்றித் தடைகளைச் சிறிது சிறிதாகக் குறைத்து 5 அல்லது 10 வினாடிகளில் மின்னோடியை முழு அளவிலான வேகத்தில் சுழல வைக்கிறோம். தொடக்கியின் கைப்பிடி, சுருள் வில்லுடன் (Coil Spring) பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. கைப்பிடி மின்னோடி இயங்கும்போது இறுதிக் குமிழைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. இதுபோது சுருள் வில்லின் இழுவைக்கு எதிராகக் கைப்பிடி பிடிதொடர் (Holdon) சுருளின் மின்காந்தத்தினுடைய வலிமையால் பிடித்து நிறுத்தி வைக்கப்பட்டுள்ளது.

தொடக்கியின் இரண்டு பாதுகாப்புச் சாதானங்கள் செயல்படுவதாகப் பார்த்தோம். அவைகளாவன:

1. மின்னழுத்தமில்லாச் சுருள் (No Voltage Coil)
2. மிகைச் சுமை நீக்கி (Over load relase)

(மின் அழுத்தமில்லாச் சுருளைப் பிடிதொடர்சுருள் (Holdance) என்று அழைப்பார்கள்.) இச்சுருளின் அமைப்புப் படம் 3.24இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இச்சுருள் மின்னோடியின் புலச்சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. எனவே, புல மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து இச்சுரள் கிளர்வு (Excited) அடைகிறது. மின்னோடி இயங்கிக் கொண்டிருக்கும்போது,

பிடிதொடர்சுற்றுக் கைப்பிடியைப் பற்றிப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கிறது. புலச் சுற்றில் ஏற்பட்டாலோ, மின் அளிப்பு (Suplly) திடீரென நின்று விட்டாலோ இச்சுற்று காந்தத் தன்மையை இழந்து விடுகிறது. இதனால் கைப்பிடிச் சுருள் வில்லின் துணைகொண்டு பழைய நிலைக்குத் தள்ளப்படுகிறது. இந்த ஏற்பாட்டால் தற்காலிக மின் அரிப்பு நிறுத்தத்தால், உடனடியாக நின்றுவிட்ட மின் திறன் திரும்பவும் வரும்போது முழு மின்னழுத்தம் மின்னகத்திற்குச் செல்லாமல் தடுக்கப் படுகிறது.

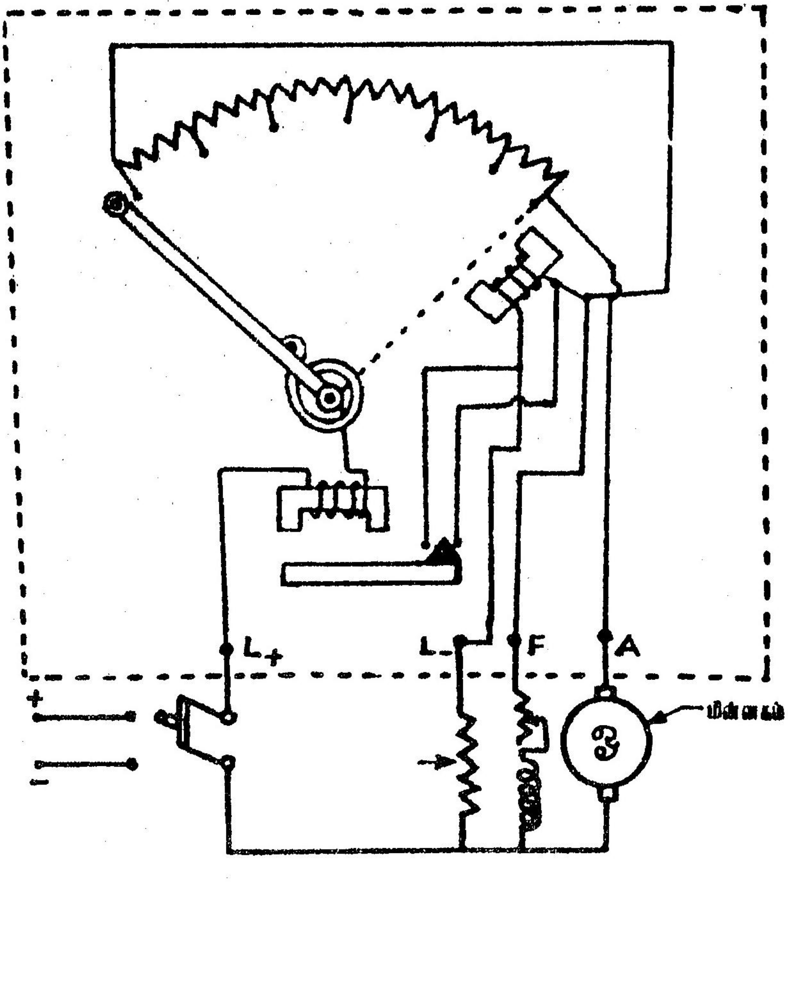
மிகைச்சுமை நீக்கியின் அமைப்புப் படம் 3-24இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இந்த மின்காந்தம் மின் வழி மின்னோட்டத்துடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மின் காந்தத்திற்கு அருகில் இரும்புக் கம்பி ஒன்று, ஒரு பக்கம் பொருத்தப்பட்டும், மறு பக்கம், கூம்பு போன்ற வடிவுடைய தாமிரக் குமிழுடன் அமைக்கப்பட்டும் இருக்கிறது. மின் காந்தத்திற்கும், இக்கம்பிக்கும் இடைப்பட்ட காற்று வெளியைத் (Air gap) தேவைக்குத் தகுந்தாற் போல் மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளலாம். குறிப்பிட்ட மின்வழி மின்னோட்டம், குறிப்பிட்ட அளவை விட அதிகமானால் மின்காந்தம் இரும்புக் கம்பியைத் தன்னகத்தே இழுக்கத் தாமிரக் குமிழ் அதற்கு மேலுள்ள இரண்டு புள்ளிகளை யும் குறுக்கிணைப்புச் செய்து விடும். இப்புள்ளிகள் இரண்டும் பிடிதொடர் சுருளுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் சுருள் குறுக்கிணைப்பு செய்யப்பட்டுப் பிடிதொடர் மின்காந்தம் காந்தத் தன்மையை இழந்து கைப்பிடிச்சுருள் வில்லால் மீண்டும் பழைய நிலைக்குத் தள்ளப்படுகிறது. இதனால் மின்னோடி செயலிழந்து நின்று விடுகிறது. இவ்வாறாக மின்னோடியில் ஏற்படும் அதிக மின்சுமை நீக்கப்படுகிறது.

நால் முனைத் தொடக்கி **(Four point starter)**

இம்மின்னோடிகளில் வேகக் கட்டுப்பாடு (Speed Control) நிகழும் பொழுது வேகத்தை அதிகரிக்க, புல மின்னோட்டத்தைக் குறைக்க வேண்டும். $N \alpha \frac{1}{Q}$ குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் வேகத்தை அதிகரிக்கும்போது புல மின்னோட்டம் ஓரளவு

குறைந்து விடுகிறது. இதுபோது தொடக்கியினுள் புல மின் சுற்று இணைக்கப்பட்டிருக்கும், பிடி தொடர் சுற்று, வலிமையை இழந்து கைப்பிடியை நழுவ விட்டுவிடுகிறது. இதனால் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் மின்னோடியின் வேகத்தை அதிகரிக்க இயலவில்லை.

இக்குறையைக் களையவே, நான்கு முனைத் தொடக்கிகள், பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இதில் பிடிதொடர் சுற்றுப்புலச் சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டால் மின் வழியில் ஒரு பாதுகாப்புத் தடை (Protective Resistance) இணைக்கப்படுகிறது. கைப்பிடி முதற் குமிழுடன் தொடர்பு கொண்டதும், மின் வழி மின்னோட்டம்



மூன்று பகுதிகளில் பாயத்தொடங்குகிறது. முதற் பகுதி தொடக்கியின் தடை வழியாகவும், இரண்டாவது பகுதி புலத்தின் வழியாகவும், மூன்றாம் பகுதி பிடிதொடர் சுற்று மற்றும் பாதுகாப்புத்தடையின் வழியாகவும் பாய்கிறது.

இந்த வகை இணைப்பால் மின்னோடியின் புல மின்னோட்டத்தில் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டாலும், பிடி தொடர் சுருள் வலிமையை இழந்த விடாது. இது ஒன்றைத் தவிர, மற்ற கட்டுமானங்கள் யாவும் மும்முனைத் தொடக்கியைப் போலவே அமைந்திருக்கிறது. இத்தொடக்கியின் அமைப்புப் படம் 3- 25 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

3-02-07. நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிகளின் வேகக் கட்டுப்பாடு.

மின்னோடிகளைத் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தும் பொழுது அதைப் பல்வேறு வேகங்களில் தேவைக்கு ஏற்ப செலுத்த வேண்டிவரும். இதுபோழ்து, மின்னோடியின் வேகத்தைப் பல்வேறு வேகங்களில் மாற்றிக் கொள்ளத்தக்க இணைப்பு முறைகள் தேவைப்படுகின்றன. எனவே, வேகக்கட்டுப்பாடு நமக்கு இன்றியமையாத ஒன்றாகிறது.

$$N \propto \frac{E_b}{Q} \qquad \text{....(3-29)}$$

இச்சமன்பாட்டின்படி வேகம் எதிர் மின்இயக்கு விசைக்கு நேர்விகிதத்திலும், பாயத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலுமாக மாறுபடுகிறது. இதில் ஏதாவது ஒன்றை மட்டும் மாறக்கூடியதாக வைத்துக் கொண்டு, மின்னோடியின் மற்ற கணியங்கள் யாவற்றையும் மாறிலிகளாக வைத்துக் கொண்டு, வேகக் கட்டுப்பாட்டைச் செயல்படுத்தலாம். எனவே, வேகக் கட்டுப் பாடுகளை இரு முறைகளில் பெறலாம்.

1. மின்னகக் கட்டுப்பாடு. (Armature Control)
2. காந்தப்புலக் கட்டுப்பாடு. (Field Control)

1. மின்னகக் கட்டுப்பாடு

சமன்பாடு 3- 29இன் படி எதிர் மின் இயக்கு விசை E_b வேகத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் மாறுபடுவதாகப் பார்த்தோம்.

$$E_b = V - I_a R_a \qquad ....(3\text{-}30)$$

இதில் V என்பது கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம்.

R_a என்பது மின்னக மின்தடை.

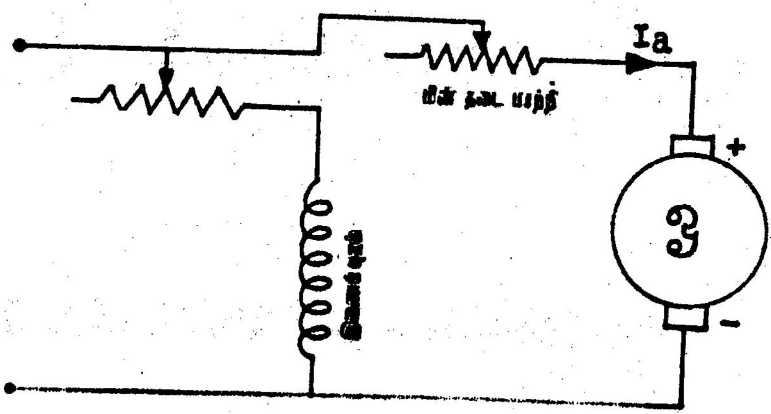
I_a என்பது மின்னக மின்னோட்டம்.

மின் அழுத்தம் இணைப்பில் ஒரே சீராக இருக்கும். எனவே, மின்னகத்திற்குத் தொடர்ச்சியாக ஒரு மின்தடை மாற்றியினை (Rheostat) இணைத்து, இதன் கைப்பிடியை முன் பின் நகர்த்துவதன் மூலமாக எதிர் மின் இயக்கு விசையினை மாற்றி, வேகத்தை மாற்றலாம். இணைப்புல மின்னோடியின் வேகக்கட்டுப்பாட்டு இணைப்பு முறை படம் 3-26இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இணைப்புலன் மற்றும் கூட்டுப்புல மின்னோடிகளில், மின்னகத்திற்குத் தொடர்ச்சியாக இணைக்கப்பட்டுள்ள, மின்தடை மாற்றியின் கைப்பிடியை முன்பின் நகர்த்துவதன் மூலம் மின்னக மின்தடை கூடவும், குறையவும், ஏதுவாகிறது. எனவே, எதிர் மின்இயக்கு விசை E_b இல் மாற்றம் ஏற்பட்டு வேகம் மாறுபடுகிறது. தொடர் புல மின்னோடியில், மின்னக மின்தடை அதிகரித்தால் மின்னகமின் அழுத்தம் குறைகிறது. எனவே, வேகமும் குறைகிறது. இந்த மின்னகக் கட்டுப்பாட்டைப் பயன்படுத்திக் குறிப்பிட்ட வேகத்திற்குள் (Rated Speed) கொண்டுவரலாம். இந்த முறையில் குறைந்த வேகங்களில், மின்னோடி இயங்கும்பொழுது மின்னோடியின் திறனும் மிகக் குறைவாகவே இருக்கிறது. ஆனால் உள்ளீடு (Input) திறன் மாறுவதில்லை, எனவே, பயனுறு திறன் (Efficience) குறைந்து விடுகிறது. மின்னகத்திற்குத் தொடராக இணைக்கப்படும் மின்தடை மாற்றி, அதிக மின்னோட்டத்தைத் தாங்கவல்ல தாகவும் இருக்கவேண்டும்.

2. காந்தப்புலக் கட்டுப்பாடு

இம்முறையில் காந்தப் புலத்துடன் மின்தடை மாற்றி, தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதனால் காந்தப்புல மின்னோட்டம் மாறுபடுகிறது. பின்னர், பாயங்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடுகிறது. பாயமும் வேகமும் தலைகீழ் விகிதத்தில் மாறுபடுவதாகப் பார்த்தோம். எனவே, காந்தப் புல மின்னோட்டம் அதிகமானால் வேகம் குறைவாகவும், காந்தப்புல மின்னோட்டம் குறைந்தால் வேகம் அதிகமாகவும் ஆகிறது. இணைப்புப்படம் 3-27இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 3-27

இணைப்புல மற்றும் கூட்டுப்புல மின்னோடிகட்கு மின் தடை மாற்றியினை இணைப் புலத்துடன் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கவேண்டும். தொடர் புல மின்னோடிக்கு வழிமாற்றி (Divert) ஒன்றினைக் காந்தப் புலச்சுற்றுக்கு இணையாக வேண்டும். இம்முறையில் குறிப்பிட்ட வேகத்திற்கு மேல் வேக

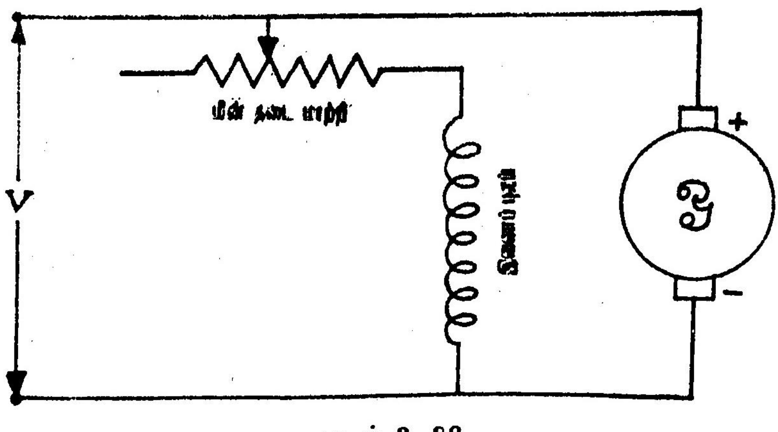
மாறுதல்கள் கிடைக்கிறது. இம்முறையில் வேகத்தை அதிகப் படுத்துவதற்குப் பாயத்தைக் குறைக்கிறோம். பாயம் குறைவதி னால் சுழற்றுமை குறைகிறது. எனவே, அதிக வேகத்தில் மின்னோடி இயங்கும்போது சுழற்றுமை குறைவாக இருக்கிறது. இம்முறையில் அதிகத் திறன் மின்தடை மாற்றியில் வீணாவதில்லை. மின்னக மற்றும் காந்தப்புலக் கட்டுப்பாடு இரண்டையும் ஒரு மின்னோடியில் பயன்படுத்தினால் குறிப்பிட்ட வேகத்திற்கு மேலும், மற்றும் கீழும் உள்ள வேகங்களை அடையலாம்.

3- 03. மின் மாற்றி (Transformer)

அடிப்படைத் தத்துவம்:

மின் மாற்றி என்பது, அலைவு எண் மாறுபடாமல் மின் திறனை ஒரு சுற்றிலிருந்து மறு சுற்றுக்கு மாற்றிக் கொடுக்கக் கூடிய நிலையானதொரு சாதனம் ஆகும். இதனால் ஒரு சுற்றிலுள்ள மின் அழுத்தத்தைக் கூட்டியோ, குறைத்தோ கொடுக்க இயலும். மின் அழுத்தம் கூடும்பொழுது அதற்கு ஏற்புடைய (Corrosponding) மின் ஒட்டம் குறையும். இதேபோல் மின் அழுத்தம் குறையும் பொழுது அதற்கு ஏற்புடைய மின்னோட்டம் கூடும்.

மின் மாற்றியின் அமைப்புப் படம் 3-28இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 3- 28.

குறைந்த காந்தத் தடை (Reluctance) உள்ள பாதையில் இரு தூண்டலுள்ள சுற்றுகள், மின் புலத்தால் (Electricfield) வேறு படுத்தப்பட்டு, காந்தப் புலத்தால் (Magnetic field) இணைக்கப் பட்டுள்ளன. மாறு மின்னோட்டத்தை முதன் முதலில் எந்தச் சுற்றுக்குக் கொடுக்கிறோமோ அந்தச் சுற்றுக்கு "முதன்மைச் சுற்று" (Primary Winding) என்று பெயர். எந்தச் சுற்றிலிருந்து மின் திறனை வெளியில் எடுக்கிறோமோ, அந்தச் சுற்றுக்கு, துணைச்சுற்று (Secondary Winding) என்று பெயர்.

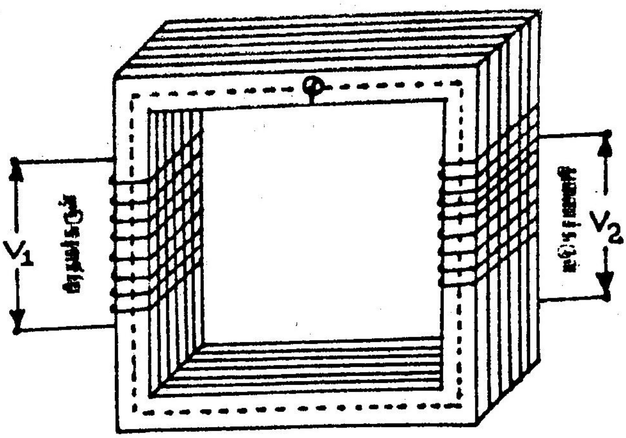
மின்மாற்றி, பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டலின் விதிப்படி இயங்குகிறது. முதன்மைச் சுற்றுக்கு மாறு மின் அழுத்தம் கொடுத்ததும் தகட்டடுக்கு உள்ளகத்தில் (LaminatedCore) மாறுபடும் காந்தப் பாயங்கள் (Alternating flux) உண்டாகின்றன. இதில் பெரும்பகுதி துணைச் சுற்றில் ஊடாடுவதால், அச்சுருளில் நிலையான தூண்டப்பட்ட மின் இயக்குவிசை (Statically induced emf) உண்டாகிறது. இதுவே, துணைச் சுற்றின் மின் அழுத்தம் V_2 ஆகும். துணைச் சுற்றில் சுமையை இணைத்தவுடன், இதில் மின் ஓட்டம் பாய்கிறது. இவ்வாறாக மின்திறன், முதன்மைச் சுற்றிலிருந்து துணைச் சுற்றிற்கு மாற்றப்படுகிறது.

முதன்மைச் சுருளில் குறைவான எண்ணிக்கையுள்ள சுற்றுகளும், துணைச் சுருளில் அதிகமான எண்ணிக்கையுள்ள சுற்றுகளும் இருந்தால், இந்த வகை மின் மாற்றிகளை, உயர்வடுக்கு (Step up) மாற்றிகள் எனவும், மாறாக முதன்மைச் சுற்றில் அதிகமான எண்ணிக்கையுள்ள சுற்றுகளும், துணைச் சுற்றில் குறைவான எண்ணிக்கையுள்ள சுற்றுகளும் இருந்தால் இந்த வகை மின்மாற்றிகளைத் தாழ்வடுக்கு (Step down) மின்மாற்றிகள் எனவும் அழைப்பார்கள். அதிக சுற்றுகள் கொண்ட பகுதியை உயர்வழுத்தப்பகுதி (High tension side) என்றும், குறைந்த சுற்றுகள் கொண்ட பகுதியைத் தாழ்வழுத்தப் பகுதி (Low tension Side) என்றும் அழைப்பார்கள்.

3-03-01 கட்டுமானம் (Construction)

மின்மாற்றியின் உள்ளகம், காகிதம் போன்ற மெல்லிய எஃகுத் தகட்டடுக்குகளால் (Laminations) செய்யப்பட்டிருக்கிறது. தகட்டடுக்கின் கனம் 0.35 மில்லி மீட்டரிலிருந்து 0.4 மி.மீட்டர் வரை இருக்கும். இந்தத் தகட்டடுக்குகள் யாவும், மெருகு எண்ணெய் (Varinish) போன்ற மெல்லிய கடத்தாப் பொருள் களால் இருபுறமும் பூசப்படுகின்றன. சுழல் மின் ஓட்ட இழப்பைத் (Eddy Current Loss) தவிர்ப்பதற்காகவே, உள்ளகம் மெல்லிய தகடுகளினால் செய்யப்பட்டு மெருகு எண்ணெய் பூசப் பட்டிருக்கிறது.

மின் மாற்றியின் சுற்றுகள் தன்னுள் செலுத்தப்படும் மின் ஓட்டத்திற்குத் தக்கவாறு, பருமன் கொண்டதாக இருக்கும். சுற்றுகள் யாவும் படம் 3 - 26இல் காட்டியுள்ளது போன்று, உருளை வடிவச் சுற்றுகளாக அல்லது இடையீட்டுச் சுற்றுகளாக, அமைக்கப்பட்டு உள்ளகத்தின் மேல் பொறுத்தப்படுகிறது.



படம் - 3- 29

படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் உள்ளகத்தைச் சுற்றி முதலில் கடத்தாப் பொருள்களினால் செய்யப்பட்ட காப்பும், பின்னர், தாழ்வழுத்தச் சுற்றுகளும், இதற்கு மேல் காப்பும், பின்னர், உயர்வழுத்தச் சுற்றுகளும் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இடையீட்டுச் சுற்றின் அமைப்பில், உயர்வழுத்த மற்றும் தாழ்வழுத்தச் சுற்றுகள் இடையிடையே மாறி மாறி ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக, அடுக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இரண்டு சுற்றுகட்கு இடையில் மரம் அல்லது தக்கை போன்ற கடத்தாப் பொருள்களினாலான தட்டு (Disc) போன்ற காப்புப் பொருள்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இதுபோல சுற்றுகள் சுற்றப்பட்ட உள்ளகங்கள், உலோகத் தொட்டிகளினுள் (Metal Tank) உறுதியாக இணைக்கப் பட்டிருக்கும். உயர்வழுத்த மின் மாற்றிகளைக் குளிர்விப்பதற்காக இத்தொட்டியினுள் எண்ணெய் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இந்த எண்ணெய், சுருள்களில் உண்டாகும் அதிகப்படியான வெப்பத்தைக் குளிர வைப்பதுடன் நல்லகாப்பிடல் நீர்மமாகவும் பயன்படுகிறது.

மின்மாற்றிகளில் ஒரு நிலை மற்றும் மூன்று நிலை மின் மாற்றிகள் உள்ளன. பெரிய அளவில் மின்சாரத்தை மாற்றீடு செய்யும் மின்னாக்கிகள் யாவும் மூன்று நிலை மின்னாக்கிகளே.

மின் அழுத்தம், பொதுவாக மூன்று நிலையில் 11 கிலோ வோல்ட் ஆகும். தொலை தூரங்கட்கு மின்சாரத்தை எடுத்துச்செல்லும் பொழுது மின் அழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தி 66 கிவோ, 110 கிவோ, 132 கிவோ, 230 கிவோ மின் ஓட்டத்தைக் குறைக்கவும், மற்றும் துணை மின் நிலையங்களில் பயன்படுவ தற்கு ஏற்றவாறு மின் அழுத்தத்தைக் குறைத்து 6.6 கி.வோ, 440 கி.வோ, 240 கி. வோ, 110 கி. வோ மின் ஓட்டத்தை அதிகப் படுத்தவும் மூன்று நிலைமின் மாற்றிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. பொதுவாக இம்மூன்று நிலை மின்மாற்றி களில், முதன்மை மற்றும் துணைச் சுற்றுகள், முக்கிளை அல்லது 'Y' வடிவ அமைப்பில், மற்றும் முக்கோண அல்லது வலை வடிவ அமைப்பில் இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த முக்கோண மற்றும்

முக்கிளை இணைப்புகளின் அமைப்பைப்பற்றி அத்தியாயம் இரண்டில் விரிவாகப் பார்த்தோம்.

மூன்று நிலை மின் மாற்றியின் இணைப்புகளில் இரு வகைகள் உண்டு. இதில் ஒரு வகையில் மூன்று தனித்தனி, ஒரு நிலை மின்மாற்றிகளை, மேற்கூறிய முக்கிளை அல்லது முக்கோண வடிவில் இணைப்பார்கள். மற்றொரு வகையில் இம்மூன்று நிலைகட்காக மூன்று தனித்தனிச் சுருள்கள் ஒரே உள்ளகத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இச் சுருள்களின் ''முதல்'' மற்றும் ''முடிவு'' முனைகளை முக்கிளை மற்றும் முக்கோண வடிவில் இணைப்பார்கள். இந்த இரு இணைப்புகளும் நல் விளைவுகள் மற்றும் அவ்விளைவுகளைக் கொண்டனவாக உள்ளன.

மூன்று நிலை மின்மாற்றியின் முதன்மை மற்றும் துணைச் சுருள்களை இணைக்கக் கீழ்க்காணும் ஆறு முறைகள் பின்பற்றப் படுகின்றன.

1. முக்கிளை -- முக்கிளை இணைப்பு (Y-Y Connection)

2. முக்கோண -- முக்கோண இணைப்பு (Connection)

3. முக்கிளை முக்கோண இணைப்பு (Y- Connection)

4. முக்கோண - முக்கிளை இணைப்பு (- Y Connection)

5. திறந்த முக்கோண இணைப்பு அல்லது (V-V) இணைப்பு (Open Delta அல்லது V - V Connection.)

6. ஸ்காட் இணைப்பு அல்லது T.T இணைப்பு. (Scott Connection அல்லது T - T. Connection.)

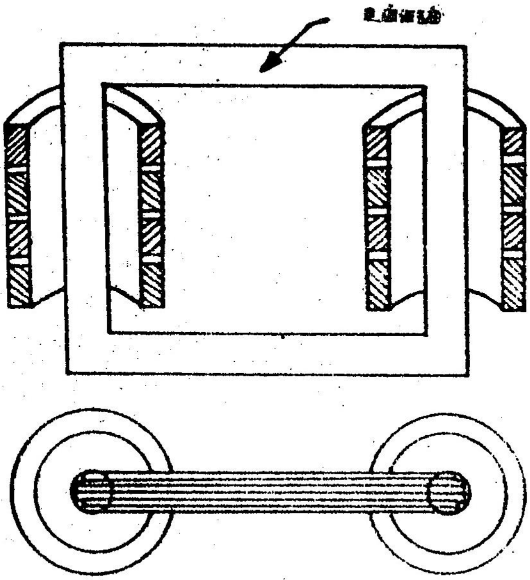
3-03-02 பயன்கள்

பொதுவாக மின்மாற்றிகள், சிறிய அளவிலிருந்து மிகப் பெரிய அளவு வரை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. தாழ்வடுக்கு மின்மாற்றிகள், விடிவிளக்குகளிலும் மற்றும் வானொலிப் பெட்டி, ஒலிபெருக்கி முதலிய மின் அணுச் சாதனங்களிலும், அளவைக் கருவிகளிலும், பிரித்தளிப்பு அமைப்புகளிலும் (Distribution System) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதுபோல் உயர்வழுத்த

மின்மாற்றிகள் மின் உற்பத்தி நிலையங்களிலும், தொலைக் காட்சி முதலான மின் அணுச் சாதனங்களிலும், பயன்படுத்தப் படுகின்றன. ஒற்றை உள்ளக மின் மாற்றிகள் (Auto Transformer) துணை மின் நிலையங்களிலும், மின்னோடிகளைத் தொடக்கவும், உலைகளில் பயன்படும் உலை மின் மாற்றிகளாகவும் (Furnace Transformer) இணைநிலைப்படுத்திகளாவும் (Static balance) பயன் படுத்தப்படுகின்றன. கருவி மின் மாற்றிகள் உயர் மின் அழுத்தங் களையும், உயர் மின்னோட்டங்களையும் அளக்கப் பயன் படுகின்றன.

3-04 மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கி (**Alter nators)**

மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கி எந்திர சக்தியை, மாறு மின்சக்தியாக மாற்றிக் கொடுக்கிறது. இது பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் தத்துவப்படி இயங்குகிறது. இதிலும் துருவங்கள் மற்றும், மின்னகம் யாவும் இடம் பெறுகின்றன. இதற்கும் நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கிக்கும் உள்ள முக்கியமான வேறுபாடு, மின்னகம் நிலையாகவும், (Stator) மற்றும் துருவங்கள் சுழலியாகவும் இருந்து செயல்படுகின்றன. ஆனால் நேர்மின்னோட்ட மின்னாக்கியில் இதற்கு மாறாக துருவங்கள் நிலையாகவும், மின்னகம் சுழலியாகவும் இருந்து செயல்படுகின்றன. மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கி படம் - 3 - 30இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் *3-30*

மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் நிலையி உருக்கு இரும்பால் செய்யப்பட்டு, மின்னக உள்ளகத்தைக் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. இம்மின்னகத்தில் கடத்திகளைப் பொருத்தி வைப்பதற்கு ஏதுவாகப் பள்ளங்கள் (Slots) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. சுழலியானது ஓர் உருளையைப் போன்ற வடிவுடன், தனது வெளி விளிம்பில் துருவங்களைப் படம் 3-2இல் காட்ட ப்பட்டுள்ளது போல் தாங்கி இருக்கிறது. இத்துருவங்களில் சுற்றுகள் பொருத்தப் பட்டு, இச்சுற்றுகளுக்கு மின்னோட்டம், வெளியிலிருந்து நழுவு வளையங்கள் (Sliprings) மூலமாக உள் செலுத்தப்படுகிறது. மிகப் பெரிய எந்திரங்களில், இக்கிளர்வு (Exciting) மின்னோட்டத்தைக் கொடுப்பதற்கென்றே தனிப்பட்ட சிறிய மின்னாக்கிகள், மின்னாக்கியின் தண்டிலேயே (Shaft) இணைக்கப்பட்டுச் செயல் படுகின்றன.

சுழலி சுழலும் பொழுது நிலையிலுள்ள கடத்திகள், காந்தப்பாயங்களை வெட்டுகின்றன. இப்பாயங்கள் அடர்த்தி

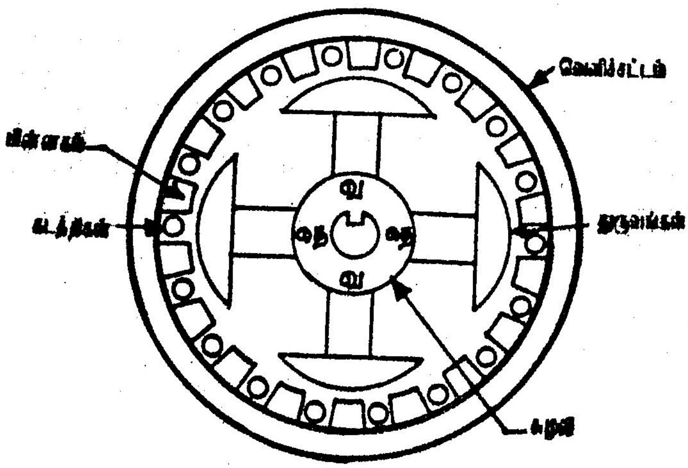
மாறிக் கொண்டே இருக்கிறது. எனவே, பாரடேயின் மின் காந்தத் தூண்டலின் விதிப்படி, நிலையின் கடத்திகளில் மின் இயக்கு விசை உண்டாகிறது. கடத்தி நிலையாக இருப்பதனால், இம்மின் இயக்கு விசையைத் திசை மாற்றி, தொடுவி முதலிய துணைக் கருவிகளின் உதவியின்றி, எளிதில் வெளிக் கொணரலாம்.

மின்னகம் நிலையியாக இருப்பதினால், அதிக அளவு மின்னோட்டத்தைத் துன்பமின்றி வெளிக்கொணரலாம். கடத்திகளை அதிக அளவுக்குக் காப்பிடலாம். கடத்திகள் நிலையாக இருப்பதால் உறுதியாக இருக்கின்றன.

மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் சுழலிகளில் இரு வகைகள் உண்டு.

1. துருத்து நிலைத் துருவச் சுழலி (Salient Pole roator)
2. மிருதுருளை வடிவச் சுழலி (Smooth Cylindrical roator)

குறைந்த மற்றும் மைய (Medium) வேகமுடைய மின்னாக்கிகளில் துருத்து நிலைத்துருவச் சுழலி பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 3-31

இதன் துருவங்கள், படம் 3-3 (அ) -இல் காட்டியுள்ளது போல் உந்திக்கொண்டு, வெளியில் துருத்திக் கொண்டு நிற்கும். துருவங்களில் உரிய இடங்களில் சுற்றுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். துருவங்களும் துருவப் பாதங்களும் மெல்லிய தகட்டடுக்குகளால் செய்யப்பட்டிருக்கும். துருவச் சுற்றுகட்காக நேர் மின்னோட்டம், தனியான நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கியிலிருந்து தொடுவிகள் வழியாக நழுவு வளையங்களின் மூலம் கொடுக்கப்படுகிறது. இத்துருவச் சுற்றுகள் தாமிரக் கம்பியால் ஆனவை. படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் துருவ முகங்களில் பள்ளங்கள் அமைக்கப் பட்டு, இதில் தாமிரப்பட்டைகளை நுழைத்துப் பட்டைகளின் முடிவுகளைக் குறுக்கிணைப்பு (Short Circuit) செய்துள்ளார்கள். இந்தச் சுற்றுகட்கு அதிர்வு வழிவுச் சுற்று (Damperwinding) என்று பெயர். இச்சுற்றுகள் திடீரென்று சுழலியின் வேகத்தில் ஏற்படும் வேக மாறுதல்களைத் (Speed flucturations) தவிர்க்கின்றன. இவ் வேக மாறுதல்களைத் தேட்டம் (Hunting) என்றழைப்பார்கள்.

மிருதுருளை வடிவச் சுழலி:

அதிக வேகமுடைய நீராவி உருளைகளால் (Steam turbine) செலுத்தப்படும் மின்னாக்கிகளில் இந்த மிருதுருளை வடிவச் சுழலி பயன்படுத்தப்படுகிறது. படம் 3-31 "ஆ" இல் காட்டியுள்ளது போல் சுழலியின் புறப்பரப்பில் பள்ளங்கள் அமைக்கப்பட்டு, இதில் கடத்திகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய சுழலிகள் இரண்டு அல்லது நான்கு துருவங்கட்கு, உருவரை வடிவமைப்பு (Design) செய்யப்பட்டிருக்கும். நடுவில் உள்ள துருவப்பரப்புகளைச் சுற்றிச் சுற்றுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கிகளில் ஒரு நிலை, இரண்டு நிலை மற்றும் மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கிகள், புழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றன. ஒரு நிலை மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் மின்னகத்தில், ஒரே ஒரு சுருள் மட்டும் இருக்கும். இதில் இரு முனைகள் இணைப்புகட்காக வெளிக் கொணரப் பட்டிருக்கும். இரு நிலை மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கிகளில் இரண்டு தனித்தனிச் சுருள்கள் 180 பாகை வேறுபாட்டில் மின்னகத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. மொத்தம் நான்கு முனைகள் இணைப்புகட்காக வெளிக் கொணரப்பட்டிருக்கின்றன. மூன்று

நிலை மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கியில் மூன்று தனித்தனிச் சுற்றுகள் 120 பாகை வேறு பாட்டில் மின்னகத்தில் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இதில் நிலைக்கு இரண்டாக மொத்தம் ஆறு முனைகள் இணைப்புகட்காக வெளிக்கொணரப்பட்டுள்ளன.

மின்னாக்கியில் உண்டாகும் நிலை (Phase) மின் அழுத்தம் = 444 Kc Kd f Q T வோல்ட் ஆகும் ......(3-31)

இதில் K_C என்பது சுருளிடைக்காரணி K_d என்பது பங்கீட்டுக் காரணி, மற்றும் f = அலைவு எண் Q = பாயம் T = சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை மின்வழி (Line) மின் இயக்கு விசைக்கு, இச் சமன்பாட்டை $\sqrt{3}$ ஆல் பெருக்க வேண்டும்.

3-04-01. மாறுமின்னோட்ட மின்னாக்கியின் பயன்கள்

ஒரு நிலை மாறுமின்னோட்ட மின்னாக்கிகள் சிறிய அளவு மின்இயக்கு விசை உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மிதிவண்டிகள் சிறிய மின்னாக்கிகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவைகளே ஆகும். இருநிலை மாறுமின் னோட்ட மின்னாக்கிகளின் பயன் மிகவும் குறைவே. மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கிகள், பொதுவாகத் திறன் உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. குறைவழுத்தம் , நடுத்தர அழுத்தம் மற்றும் உயர் மின் அழுத்த உற்பத்திகட்கு இம்மின் னாக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

3-05. ஒத்தியங்கு மின்னோடி (Synchronous Motor)

இது ஒரு மூன்று நிலை மின்னோடி ஆகும். நேர் மின்னோட்ட எந்திரங்கள் இயங்குவது போலவே, மாறு மின்னோட்ட எந்திரங்களிலும் ஒரே கட்டுமானத்தைக் கொண்ட எந்திரங்கள் மின்னோடியாகவும் மற்றும் மின்னாக்கியாகவும் செயல்படுகின்றன. இவ்வகையில் அமைப்பளவில் மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கியை ஒத்து இருப்பதுடன் செயலளவில் மின்னோடியைப்போல இயங்கும் எந்திரத்தை ஒத்தியங்கு மின்னோடி என்றழைக்கிறோம்.

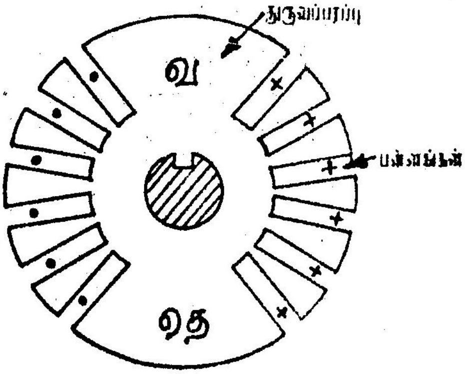
இதன் முக்கியச் சிறப்புக்களாவன:

அ. இம்மின்னோடி எப்பொழுதும் ஒத்தியங்கு வேகத்தில் (Synchronous Speed) *இயங்குகிறது. இவ்வேகம் நிலையானது அலைவெண்ணை மாற்றினாலன்றி இம்மின்னோடியின் வேகத்தை மாற்ற இயலாது.*

ஆ. இதற்குத் தன் தொடக்கம் (Self starting) *கிடையாது. இவ்வெந்திரத்தில் சுழற்சியை, ஒத்தியங்கு வேகத்திற்கு வேறு ஏதேனும் வெளி உதவி கொண்டு சுழலச் செய்த பின்னர்தான் இம்மின்னோடி இயங்கத் தொடங்கும்.*

இ. இம்மின்னோடி, முன்தங்கு மற்றும் பின்தங்கு திறன் கூறுகளில் இயங்கவல்லது.

3-05-01. ஒத்தியங்கு மின்னோடி இயங்கும் விதம் (Principle of Synchronous motor)



படம் 3-32

ஒத்தியங்கு மின்னோடியின் நிலையியில் (stator) மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சுழலியில், துருவங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. துருவங்களில் சுற்றுகள் சுற்றப்பட்டு, இச்சுற்றுகளுக்கு நழுவு உருளைகள் மூலமாக, வெளிச்சுற்றிலிருந்து (External Circuit) நேர் மின்னோட்டம் கொடுக்கப்படுகிறது. நிலையில் உள்ள மூன்று நிலைச் சுற்றுகட்கு மின்னோட்டம் செலுத்தியவுடன், நிலையான அளவு மற்றும் ஒத்தியங்கு வேகத்தில் சுழலக்கூடிய காந்தப்பாயம் உண்டாகிறது.

படம் 3-32இல் காட்டியுள்ள இரு துருவ மின்னோடி ஒன்றை எடுத்தக்கொள்வோம். படம் 'அ' வில் காட்டியுள்ளபடி சுழலியின் தென்துருவம், மேற்பகுதியிலும் வடதுருவம் கீழ்ப் பகுதியிலுமாக இருக்கிறது. இக்குறிப்பிட்ட நிலைமையில் (Position) மேற்பகுதியில் வட துருவம் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இதுபோது மாறுபட்ட துருவங்கள் ஒன்றை ஒன்று கவர்ந்திழுக்கும். எனவே, சுழலிவலம் சுழித்திசையில் சுழல முயற்சிக்கிறது. நிலையியில் மாறு மின்னோட்டம் இருப்பதால் காந்தப்பாயங்கள், மாறுபட்டுக்கொண்டே இருக்கின்றன. எனவே, அடுத்த அரைச் சுழற்சியில் (HalfCycle) மேற் பகுதியில் தென்துருவம் உண்டாகுகிறது. இதுபோது மடம் 3-32 "ஆ" வில், காட்டியுள்ளது போல், நிலையி, சுழலி இரண்டின் துருவங்களும் தென்துருவங்களாக இருக்கின்றன. ஒத்த துருவங்கள் இரண்டும் ஒன்றை ஒன்று விலக்கித் தள்ளும். எனவே, இதுபோது சுழலி, இடம் சுழித்திசையில் சுழல முயற்சிக்கிறது. அடுத்த அரைச் சுழற்சியில் வலம் சுழித்திசையிலும், பின்னர் இடம் சுழித்திசையிலுமாக, மாறி, மாறி உந்தித்தள்ளப் படுகிறது. ஆகவே, இந்தச் சூழ்நிலையில் சுழலி எந்தத் திசையிலும் சுழல இயலா வண்ணம் நிலையாக நின்று விடுகிறது. மேற் குறிப்பிட்ட சூழலில் சுழல் நிலையாக இருப்பதாகப் பார்த்தோம். இதற்கு மாற்றாக நிலையியில் காந்தப்பாயம், தனது துருவத் திண்மையை மாற்றிக் கொள்ளும் இடைவெளியில், சுழலி ஒரு துருவ இடைத்தூரம் (Pole pitch) சுழன்றால் சுழலி மற்றும், நிலையியின் துருவங்கள் மாறி, மாறி வந்து ஒன்றை ஒன்று கவர்ந்திழுத்துச் சுழலி வலம் சூழ்த்திசையில் தொடர்ந்து சுழலித் தொடங்கி விடுகிறது. பின்னர், இச்சுழற்சி தொடர்ந்து, நிலையில் மின்னோட்டம் நிறுத்தப்படும் வரை நடைபெறுகிறது.

இவ்வாறு நிலையியின் காந்தப்பாலம் தனது துருவத் தன்மையை மாற்றிக் கொள்ளும் இடைவெளியில் சுழலி ஒரு துருவ இடைத்தூரம் சுழன்றால்தான் இம்மின்னோடி தொடங்கிப் பின்னர், செயல்படும். எனவே, இதிலிருந்து ஒத்தியங்கு மின்னோடி, தன் தொடக்கம் இல்லாதது எனத் தெரியவருகிறது.

இந்த ஒத்தியங்கு மின்னோடியைத் தன் தொடக்கமுள்ளதாகச் செய்வதற்கு மூன்று முறைகள் உள்ளன. அவைகளாவன:

1. துணை நேரிமின்னோட்ட மின்னோடி முறை (Auxilary D.C Motor method)
2. சிறு மின்னோடி முறை (pony motor Method)
3. அதிர்வழிச் சுற்று முறை (Damper winding Method)

3-05-02. பயன்கள்

ஒத்தியங்கு மின்னோடி, முன்தங்கு மற்றும் பின்தங்கும் திறன் கூறுகளில் இயங்கக் கூடியதொன்று ஆகும்.

முன்தங்கு திறன்கூறில் இயங்கும் சிறப்பியல்பை வைத்து, இது பெரிய தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. திறன் கூறை அதிகப்படுத்தப் பயன்படுத்தும் சிலவகை மின்னோடிகட்கு ஒத்தியங்கு நிலைமாற்றி என்று பெயர். ஒத்தியங்கு நிலை மாற்றிகள், துணைமின்நிலையங்க்ளில் திறன்கூறை உயர்த்துவதற்காக நிறுவப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும் நிலையான வேகத்தில் இயக்குவதால், நேர்மின்னோட்ட மின்னாக்கிகளே இயக்கவும், மேலும் நூற்பு ஆலைகளிலும், கப்பல்களிலும் இம் மின்னோடி பயன்படுகிறது.

மேலும் இது தொடர்ந்து செயல்படும் மையவிலக்கு இறைப்பி (Centrifugal Pump), காற்றாடி (Fans), காற்றமுத்தி (compressure) முதலான மின்சாரச் சாதனங்களில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. மற்றும் பின்னக்குதிரைத்திறன் (Fractional Horse Power) கொண்ட ஒரு நிலை ஒத்தியங்கு மின்னோடிகளைத் துல்லியமாக நேரம் காட்டப்பயன்படுத்தும் மின்சாரக் கடிகாரங்களில் பயன் படுத்துகிறார்கள்.

3-06. தூண்டல் மின்னோடி (Induction Motor)

தூண்டல் மின்னோடி 1885 ஆம் ஆண்டு நிக்கோலா விடஸ்வா என்பவரால் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம்மின்னோடிகள், கட்டுமானத்தில் உறுதியாகவும், இயக்குவதற்கு எளிதாகவும் இருக்கின்றன. இம்மின்னோடியின் சுழலிக்கு எந்தவித மின் அளிப்பும் கொடுக்கப்படுவதில்லை. நிலைக்குக் கொடுக்கப்படும். மின் அழுத்தத்தால், சுழலியின் தூண்டல் ஏற்பட்டு, சுழலிக்கு மின் அபத்தம் கிடைக்கிறது. எனவே, இதைத் தூண்டல் மின்னோடி என்றழைக்கிறோம். இம்மின்னோடியின் நல் விளைவுகளாவன (Advantages)

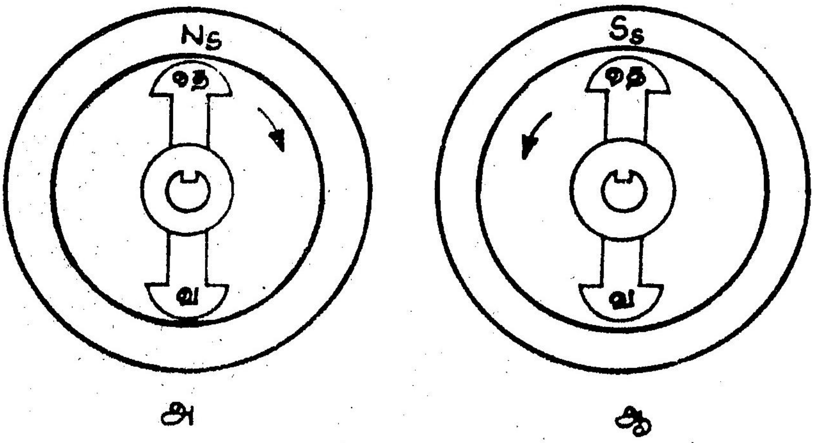
1. இதனுடைய கட்டுமானம் எளிதானது, உறுதியானது.
2. இதனுடைய பயனுறுதிறன் (efficiency) மிகவும்
3. இதற்குக் குறைந்த அளவு பேணுதலே (Maintanance) போதுமான்து
4. இதன் விலையும் மிக மலிவு, மற்றும் நம்பகமான செயல்திறன் கொண்டது.
5. இம்மின்னோடித் தொடக்கியின் உதவிகொண்டு நேரடியாக இயங்கவல்லது. இதற்கு ஒத்திபங்கு மின்னோடியைப் போல் மற்றெந்த ஆயத்தங்களும் தேவை இல்லை.
6. காந்தப் புல சுற்றுகள், மற்றும் திசைமாற்றி முதலிய உறுப்புகள் இல்லை.

அவ்விளைவுகளாவன (Disadvantages)

1. இதனுடைய வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தவோ, மாறுதலுக்கு உட்படுத்தவோ இயலாது. அவ்வாறு செய்ய முயன்றால் பயனுறுத்திறன் குறைந்து விடும்.
2. மின்னோடியின் சுமையை அதிகப்படுத்தும் பொழுது வேகம் குறைந்து விடுகிறது.

3-06-01. தூண்டல் மின்னோடி இயங்கும் விதம் (Principle of Induct Motor)

மூன்று நிலைத் தூண்டல் மின்னோடியின் அமைப்புப் படம் 3- 31இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3-33.

மின்னோடியின் நிலையி மூன்று நிலை மின் அழுத்தத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். மூன்று நிலை மின் அழுத்தத்தால், நிலையியின் சுற்றுகளில் சுழல் காந்த மண்டலம் (Roting Magnetic Field) உண்டாக்கப்படுகிறது. நிலையியும் சுழலியும் மின்மாற்றியில் உள்ள அமைப்புபோல் மின்புலத்தால் வேறு படுத்தப்பட்டுக் காந்தப் புலத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுழல் காந்த மண்டலத்தின் நடுவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். சுழலியின் கடத்திகள், இக்காந்தப்பாயங்களால் வெட்டப்படுகின்றன. எனவே, மின்மாற்றியின் மூலக் கொள்கையின்படி, இதில் நிலையான தூண்டல் மின்இயக்குவிசை (Statically Induced emf) உண்டாகிறது.

சுழலியின் கடத்திகள் இருபுறமும் தாமிர வளையம் கொண்டு குறுக்கிணைப்புச் செய்யப்பட்டிருப்பதால், இக்கடத்திகளில் மின் ஓட்டம் பாய்கிறது. இம்மின்னோட்டத்தால் சுழலியிலும் காந்தப் பாயங்கள், உண்டாக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு நிலையியில் செலுத்தப்பட்ட மின்னோட்டத்தால் உண்டான காந்தப் பாயங் கட்கும், சுழலியில் நிலைத்தூண்டலினால் உண்டாக்கப்பட்ட காந்தப் பாயங்கட்கும், எதிர் விளைவுகள் ஏற்பட்டு, சுழற்றுமை உண்டாகிப் பின்னர் சுழலி சுழலத் தொடங்குகிறது.

நிலையியில் உள்ள சுழல் காந்த மண்டலம் ஒத்தியங்கு வேகத்தில்சுழல்கிறது. ஆனால் சுழலி இயங்கும் வேகம், ஒத்தியங்கு வேகத்தை விடக் குறைவானது. நிலையியும் சுழலியும் ஒத்தியங்கு வேகத்தில் இயங்கினால், சுழலியில், மின் இயக்குவிசையோ அல்லது மின் ஓட்டமோ உண்டாவதில்லை. இந்த இரு வேகங் கட்கும் உள்ள வேறுபாட்டை நழுவல் (Slip) என்றழைக்கிறோம். இம்மின்னோடி சுழலும் திசையை மாற்றுவதற்கு, நிலையியிக்குக் கொடுக்கும் மூன்று நிலை மின்னோட்டத்தால், ஏதேனும் இரு நிலையை ஒன்றுக்கொன்று மாற்றி இணைப்புச் செய்ய வேண்டும். சுழலியின் கட்டுமானத்தைப் பொறுத்து இம்மின்னோடிகள் இருவகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவைகளாவன:

1. அணிற்கூட்டுச்சுழலி மின்னோடி (Squirrl Cage Motor)
2. சுற்றப்பட்ட சுழலி மின்னோடி (Wound Roator Motor)

அணில் கூட்டுச்சுழல் மின்னோடியில், சுழலியின் தோற்றம் அணில் கூட்டைப் போல் நீள் உருளை வடிவமாக அமைந் திருக்கிறது. பெரிய தடித்த தாமிர அல்லது அலுமினியத் தண்டுகள் சுழலியின் கடத்திகளாகச் செய்யப்படுகின்றன.

காந்த மண்டலத்தினால் ஏற்படும் முனகல் ஒலி (Magnetic hum) இல்லாமல் சுழலியை அமைதியாகச் சுழல வைக்கவும், மற்றும் சுழலிக்கும் நிலையிக்கும் உள்ள காந்தப் பிடிப்பைக் (Magnetic Locking) குறைக்கவும், சுழலியின் பள்ளங்கள் நிலையியின் பள்ளங்கட்கு இணையாக இராமல், சற்றுச் சாய்வாக

இருக்கின்றன. இதற்குச் சாய் பள்ளங்கள் (Skewe Slots) என்று பெயர்.

சுற்றப்பட்ட சுழலிகளில், தண்டுக் கடத்திகட்கு மாற்றாக, சுற்றுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இம்மின்னோடிகளை நழுவ வளைய (Slipring) மின்னோடி என்று அழைப்பார்கள். இதன் சிறப்பியல்புகளை மாற்றலாம். சுற்றப்பட்ட சுழலிகளை ஒன்று அல்லது இரண்டு துருவ எண்ணிக்கை மட்டும்தான் பயன்படுத்த இயலும்.

3-06-02. தூண்டல் மின்னோடியின் பயன்கள்

அணிற்கூடு மின்னோடிகள், குறைந்த திறனுள்ள மற்றும் வேகக்கட்டுப்பாடு தேவையில்லாத சுமைகட்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தொழிற்சாலைகளில் 90 விழுக்காட்டிற்கும் அதிகமாக இவ்வகை மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மற்றும், மரஅறுவை எந்திரங்கள், மாவு எந்திரங்கள், பாரம் தூக்கிகள் முதலியவைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சுற்றப்பட்ட சுழலி மின்னோடிகள் அல்லது நழுவு உருளை மின்னோடிகள் யாவும், உயர்திறனுள்ள சுமைகட்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, இரும்புவார்ப்பு ஆலைகளிலும், பெரிய மாவு ஆலை களிலும், நீர் ஏற்று எந்திரங்கள், மற்றும், பாரம் தூக்கிகள் முதலியவைகளிலும் பயன்படுகின்றன.

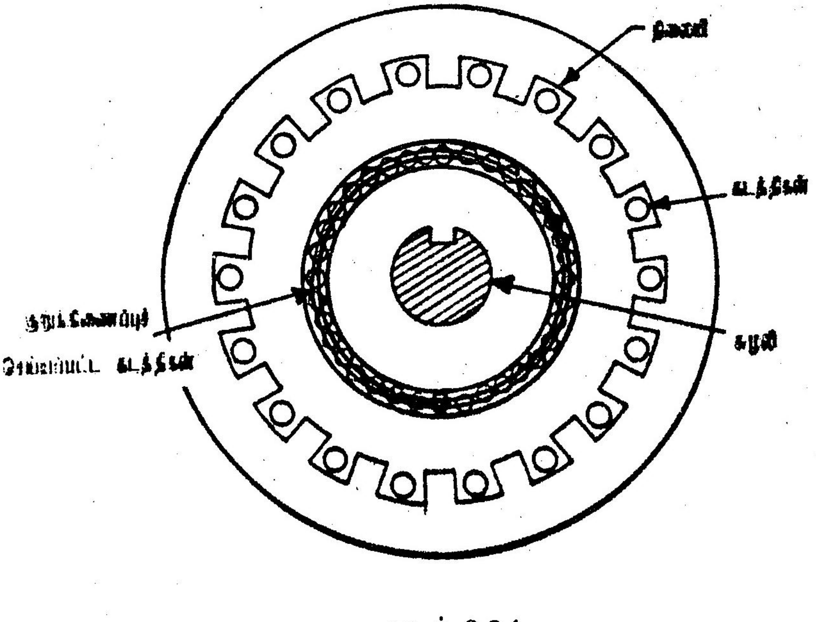
3- 07. ஒரு நிலைத்தூண்டல் வகை மின்னோடிகள் (Single Phase Induction Motors)

ஒரு நிலைத்தூண்டல் மின்னோடிகள் மூன்று நிலை மின்னோடிகளைப் போலவே, கட்டுமானம் கொண்டவைகள். ஆனால் நிலையியில் ஒரே ஒரு நிலைச் சுற்று மட்டும் இடம் பெறுகிறது. சுழலி அணில் கூடுவகையைச் சேர்ந்ததாகும்.

நிலையியின் சுற்றுகளில் மின் அழுத்தம் செலுத்தப்படும் பொழுது மாறும் பாயங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஆனால் இவைகள் சுழல் காந்தப்பாயங்கள் அல்ல. மாறுபாயங்கள் ஒருமுறை வலம் சுழித்திசையிலும், மறுமுறை இடம் சுழித்திசையிலுமாக மாறிமாறி உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே,

சுழலி இரு பக்கமும் அதிர்வடையுமே தவிர சுழலாது. எனவே, ஒரு நிலை மின்னோடிகட்குத் தன் தொடக்கம் இல்லை. எனவே, இச்சுழலிக்குப் போதிய சுழற்றுமையுடன் சுழற்சியையும் கொடுத்தால் இச்சுழலி தொடர்ந்து சுழலத் தொடங்கி விடும். இதற்கு நிலையியில் உள்ள ஒரு நிலைச்சுற்றுகளில் சுழல் காந்த மண்டலத்தை உருவாக்க வேண்டும். சுழல் காந்த மண்டலம் உருவாவதற்கு நிலையியில் இரண்டு தனித்தனிச் சுற்றுகள் வைக்கப்படவேண்டும். இவைகளில் பாயும் மின்னோட்டங்கள் காலநிலையில் (Time Phase) மாறுபட்டதாக இருத்தல் வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதற்குப் பல முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. அந்தந்த முறைகட்கு ஏற்ப மின்னோடிகள் பெயரிட்டு அழைக்கப்படுகின்றன.

3-07-01. பிளவு- நிலைத்தூண்டல் மின்னோடி (Split phase Induction Motor)

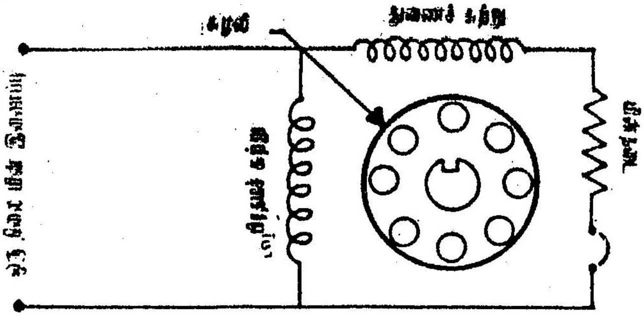


படம் 3-34

இவ்வகை மின்னோடியின் நிலையியில், முதன்மைச்சுற்று, மற்றும் துணைச்சுற்று என இரண்டு தனித்தனிச் சுற்றுக்கள் உள்ளன. துணைச் சுற்றுடன் ஒரு மின்தடை ஒன்றும், மைய விலக்கு இணைப்பி (Centrifugal Switch) ஒன்றும் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சுழலி அணிற்கூடு வகையைச் சார்ந்தது. இரண்டு சுற்றுகளின் மின்னோட்டங் களுக்கும் நிலை விலக்கம் இருப்பதால் தொடக்கச் சுழற்றுமை உண்டாகிறது. மின்னோடி சுழலத் தொடங்கி, 75 லிருந்து 80 விழுக்காடு வரை வேகத்தை அடைந்ததும், மையவிலக்கு இணைப்பி செயல்பட்டு, துணைச்சுற்றை அதாவது தொடக்கச் சுற்றை (Starting winding) இணைப்பிலிருந்து துண்டித்து விடுகிறது. பின்னர் இது ஒரு நிலைத்தூண்டல் மின்னோடியைப் போல் செயல் படுகிறது.

இவ்வகை மின்னோடிகள் நீர் இறைக்கும் எந்திரங்கள், ஈரத்திருகை (Wet grinder) ஆகியவைகளில் பயன்படுத்துப் படுகின்றன.

3-07-02. மின்தேக்கி தொடக்க - தூண்டல் மின்னோடி (Capacitor Start Induction Motor)

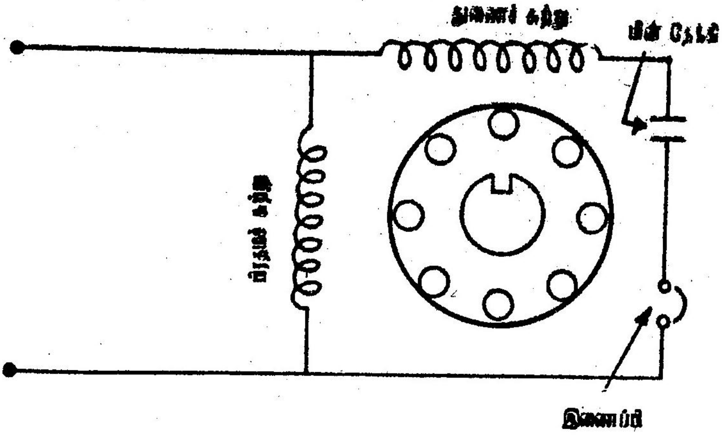


படம். 3-35

இம்மின்னோடியில் முதன்மைச்சுற்று மற்றும் உதவிச்சுற்று (Auxilary) என்று இரண்டு சுற்றுகள் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. உதவிச்சுற்றின் மின்ஓட்டம், முதன்மைச்சுற்றின் மின் ஓட்டத்திற்கு 90° முன்தங்கி இருக்குமாறு மின்தேக்கி ஒன்று தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மையவிலக்கு இணைப்பி (Centrifugal Switch) ஒன்றும் இத்துடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. தொடக்கத்தில் இரு நிலை மின்னோடி போல் செயல்பட்டுப் பின்னர், குறிப்பிட்ட வேகத்தை அடைந்ததும் மையவிலக்கு இணைப்பி செயல்பட்டு, உதவிச்சுற்றை இணைப்பிலிருந்து அகற்றி விடுகிறது. பின்னர் இது ஒரு தூண்டல் மின்னோடியைப் போல இயங்குகிறது.

இம் மின்னோடிகளில் மின்தேக்கி, தொடக்கத்திற்கு மட்டுமல்லாமல், சுழற்சியின்போதும், இணைப்பிலேயே பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் அமைப்பும் படம் 3-33ல் உள்ளதைப்போலவே, மைய விலக்கு இணைப்பி மட்டும் நீங்கலாக, உள்ளது. இந்தவகை மின்னோடிகளில், தொடர்ந்து செயல்படும் எண்ணெய் வகை மின்தேக்கிகளையே பயன்படுத்த வேண்டும், முதன்மைச்சுற்றும், துணைச்சுற்றும், ஒரே மாதிரியாக இருந்தால், ஒரு கம்பி இருவழி (single pole Double through) மின்இணைப்பியின் உதவி கொண்டு சுழலும் திசையை மாற்றலாம். மின் அழுத்தங்களை வேறுபடுத்துவதால், மின்னோடியின் வேகத்தை மாறுபடுத்தலாம். இவ்வகை மின்னோடிகள் தண்டுகளில் இணைக்கப்பட்ட மின்னோடிகட்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3-07-04. துருவ நிழல் மின்னோடி (Shaded pole Motor)



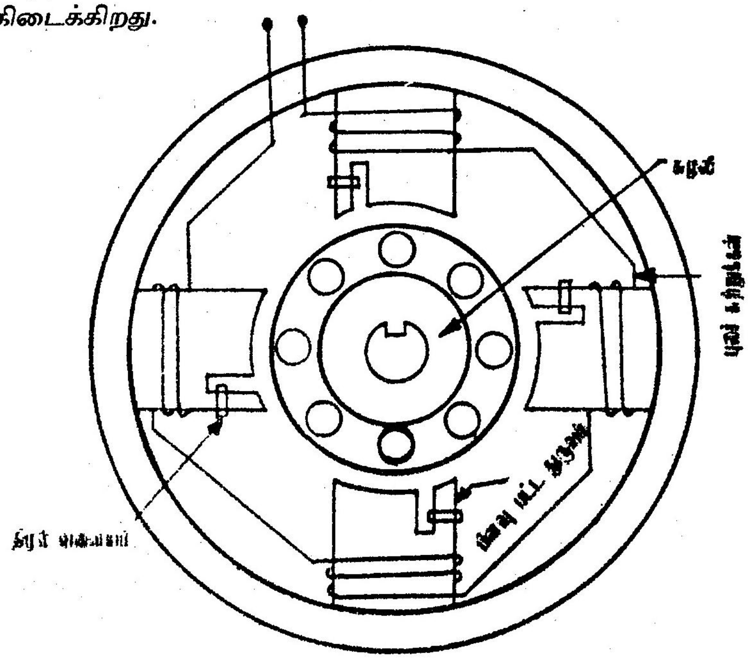
படம் 3-36

துருவ நிழல் மின்னோடியின் அமைப்புப் படம் 3-36ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இம்மின்னோடியின் நிலையியில் காந்தத் துருவங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இதன் சுழல் அணில்கூடு வகையைச் சேர்ந்தது. இதில் தூண்டலின் தத்துவப்படி நிலைப் பிளவு (Phase Spliting) உண்டாக்கப்படுகிறது. மின்னோட்டமும் தேவைப்படும் இடங்களில் பயன்படுகின்றன.

3-07-06. பல்நோக்கு மின்னோடி (Universal Motor)

இம்மின்னோடியில் தொடர்சுற்று, அல்லது ஈடுசெய்யப் பட்ட (Compensation) தொடர்சுற்று பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இது நேர்மின்னோட்டத்திலும் ஒரு நிலை மாறு மின்னோட்டத்திலும் இயங்க வல்லது. இதன் காந்தப்பாதை படம் 3-35ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் இரண்டு துருவங்கள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இது இருதுருவ, நேர் மின்னோட்டத் தொடர் மின்னோடியைப் (Two pole Series D.C. Motor) போல் செயல்படுகிறது. காந்தப்பாதை முழுவதும் தகட்டடுக்குகளால்

ஆன உள்ளகத்தால் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. மாறுமின்னோட்டத்தில் ஓடும்பொழுது ஏற்படும் மின் மறுப்பு (Reluctance) மின் இயங்கு விசையை ஈடு செய்வதற்காகவே, ஈடு செய்யும் சுற்றுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இம்மின் இயக்கு விசை மின் மாற்றியின் தத்துவப்படி, மாறு மின்னோட்டப் பாயங்களால் கிடைக்கிறது.



படம் 3-37.

நேர் மின்னோட்டத் தொடர் மின்னோடியின் இணைப்புகள் இரண்டையும் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றும்பொழுது, புலம், மற்றும் மின்னகம் இரண்டின் இணைப்புகளும் ஒரே நேரத்தில் மாற்றப்பட்டு விடுவதால், சுழற்றுமையின் திசை மாறுபடுவதில்லை. எனவே, இம்மின்னோடியை மாறுமின்னோட்டத்தில் இணைக்கும்பொழுது சுழற்றுமையில் எந்த வித மாற்றமும் இல்லாமல் ஒரே திசை சுழற்றுமையைக் கொடுக்கிறது. மின் இணைப்பிலிருந்து மின் ஓட்டத்தைப் பெற்றதும், புல மின்னோட்டப் பாயங்கட்கும் மின்னகப் பாயங்கட்கும் எதிராய்ச்

செயல்பட்டுச்சுழலி சுற்றத் தொடங்குகிறது. சுழலும் திசையை மாற்ற வேண்டுமானால் மின்னகம் அல்லது காந்தப்புலச் சுற்றுகளின் இணைப்பை மாற்றி இணைக்க வேண்டும். வேகமாறுதல்கள் வேண்டுமாயின், தொடர் மின் தடையின் தொடுகைகள் அல்லது காந்தப்புல வலிமையை மாறுபடச் செய்தல் இவைகளில் ஏதேனும் ஒரு முறையைப் பின்பற்றலாம்.

இவ்வகையின் மின்னோடிகள், வெற்றிடத்துப்புரவிகள் (Vaccum Cleaner), கலவிகள் (Mixer), துளையீடு கருவிகள் (Drills) மற்றும் தையல் இயந்திரங்கள் (Sewing Machine) ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

3-08. தொடக்கிகள் (Starters)

மின்னோடிகளைத் தொடங்கும் நேரத்தில், ஏற்படக்கூடிய அதிக அளவு தொடங்கு மின்னோட்டத்தைக் (Starting Current) குறைப்பதற்காகத் தொடக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் தொடக்கிகள் சில, துருவங்கள் யாவும் தகட்டடுக்குகளால் செய்யப்பட்டு, துருவமுகத்தில் (Pole face) தோராயமாக 1 3 பகுதியில் படம் 3-33இல் காட்டியுள்ளதுபோல் பிளவு ஒன்று ஏற்படுத்தப்பட்டு, அதில் சிறு தாமிர அல்லது அலுமினிய வளையமொன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வளையத்திற்கு நிழல் வளையம் (Shading ring) என்று பெயர். வளையம் பொருத்தப் படாத மற்றொரு பகுதிக்கு நிழலில்லாப்பகுதி (Unshaded part) என்று பெயர். துருவங்கட்கு, மாறுமின்னோட்டம் செலுத்தப் பட்டவுடன், நிழல் சுற்றுகள் துணைச்சுருளைப் போல இயங்குகிறது. இதனால் இம்மின்னோட்டத்தில் காந்தப்பாயங்கள் உண்டாகின்றன. இக்காந்தப்பாயங்கள் நிழலிலாப்பகுதியில் உள்ள காந்தப்பாயங் கட்குப் பின் தங்குகிறது. (Lagging) சுழற்றுமை சுழலியை நிழற் பகுதியிருந்து, நிழலில்லாப் பகுதியின் திசையில் சுழல வைக்கிறது.

மின்னோடியின் சுழலும் திசையை மாற்றுவதற்கு இரண்டு தனித்தனி நிலையிச் சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன. இதன் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு , மின்தடை அல்லது மின் நிலைமத்தை (Inductance) நிலையியுடன் தொடர் அடுக்கில் இணைக்க வேண்டும்.

3-07-05. விலக்கித்தள்ளும் மின்னோடி (Repulsion Motor)

இதை எதிர்த்துறை மின்னோடி என்றும் கூறுவர். இதன் சுழலியின் அமைப்பு நேர் மின்னோட்ட மின்னோடியைப் போல, மின்னகம், திசைமாற்றி, தொடுவிகள் ஆகிய அனைத்தையும் கொண்டதாக இருக்கிறது. நிலையிச்சுற்றுகள் மூன்று நிலை மின்னோடியின் சுற்றுகளைப் போல, நிலையின் உள்ளகத்தில் பள்ளங்கள் அமைக்கப்பட்டு, சுற்றுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நிலையியின் சுற்றுகளில் மாறு மின்னோட்டம் செலுத்தப் படுகிறது. மின்னகக் கடத்திகளில் தூண்டலின் தத்துவப்படி மின் அழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. தொடுவிகளின் இடம் குறிப்பிட்ட கோணத்தில் இருக்கும் பொழுது நிலையியிலும், சுழலியிலும் மாற்றுத்துருவங்கள் உண்டாகி ஒன்றை ஒன்று விலக்கித் தள்ளுவதன் மூலமாக, சுழலியில் சுழற்றுமை ஏற்படுகிறது. மின்னோடி சுழலும் திசையை மாற்ற, தொடுவிகளின் திசையை மாற்றுத்திசையில் அமைத்துக் கொள்ளவேண்டும். இம்மின் னோடியில் உண்டாகும் தொடக்கச் சுழற்றுமையின் அளவு தொடுவிகளின் இடத்தைப் பொருத்தது.

இம்மின்னோடிகளின் அல்விளைவுகளாவன:

தொடுவிகளில் தீப்பொறி உண்டாதல் சாதாரண வேகத்தில் திறன்கூறு குறைவாக இருத்தல். சுமையின் அளவிற்குத் தகுந்தாற் போல் வேகம்மாறுபடுதல், இம்மின்னோடிகளில், உயிர் தொடக்கச் சுழற்றுமையும் குறைவான, தொடக்கப் பாதுகாப்புச் சாதனங்களும் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இவைகள் மின்னோடி இயங்கும் நேரத்தில், மிகைச் சுமை ஏற்பட்டாலோ ஒரு நிலைத் தொடர் அறுந்து விட்டாலோ (Single phasing) மின்னோடியையும், மின்வழியையும் அபாயத்திலிருந்து பாதுகாக்க இப்பாதுகாப்புச் சாதனங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒரு நிலைமின்னோடிகட்குத் தனிவகை (Special) தொடக்கிகள் ஏதும் தேவை இல்லை. ஏனெனில் இலைகளின் தொடங்கு மின்னோட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருக்கிறது. பொதுவான உருக்கிகள் (Fuses) இணைக்கப்பட்ட முதன்மை

இணைப்பியின் (Main Switch) உதவி கொண்டு இந்த ஒரு நிலை மின்னோடிகளைத் தொடக்கலாம்.

மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்டத்தூண்டல் வகை மின்னோடிகளைத் தொடக்க கீழ்க்கண்ட தொடக்க வகைகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

(அ) நேர்வழித்தொடக்கி (Direct (or) Time Starter)

(ஆ) நிலையி தடைத்தொடக்கி (Stator resistance starter))

(இ) முக்கிளை - முக்கோணத்தொடக்கி (Star - Delta Starter)

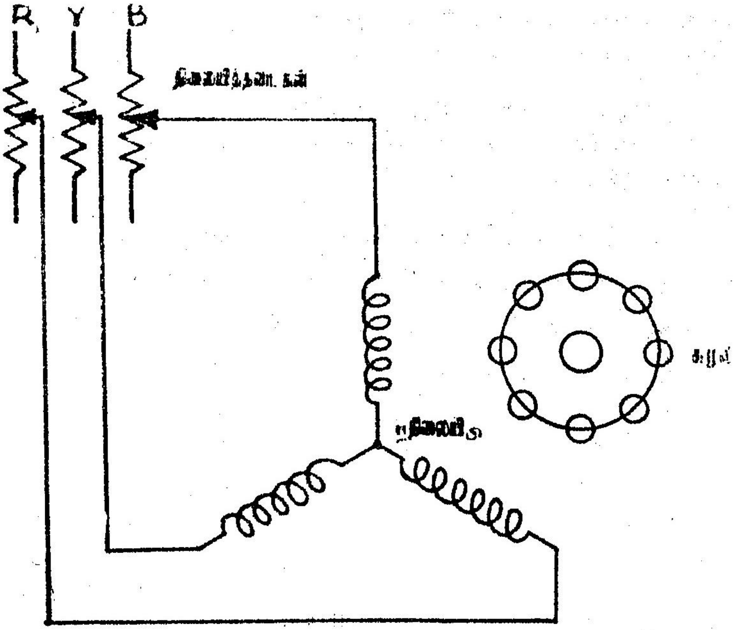
(ஈ) சுழலி - தடைத்தொடக்கி (Rotor resistance starter)

(உ) ஓர் உள்ளக மின்மாற்றித் தொடக்கி (Autotransformerstar)

(அ) நேர்- வழித்தொடக்கி

இவ்வகைத் தொடக்கிகளில் தொடங்கு மின்னோட்டம் குறைக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் இது எளிதான முறையில் மின்னோடியைத் தொடங்க மற்றும் நிறுத்த உதவுகிறது. மேலும் இதில் மிகைச் சுமை நீக்கி, ஒற்றை நீலத் தடுப்பி (Single Phase Preventor) முதலான பாதுகாப்புச் சாதனங்கள் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவ்வகைத் தொடக்கிகள், 5 குதிரைத்திறன் வரையிலான, சிறிய மின்னோடிகட்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

(ஆ) நிலையி - தடைத் தொடக்கி

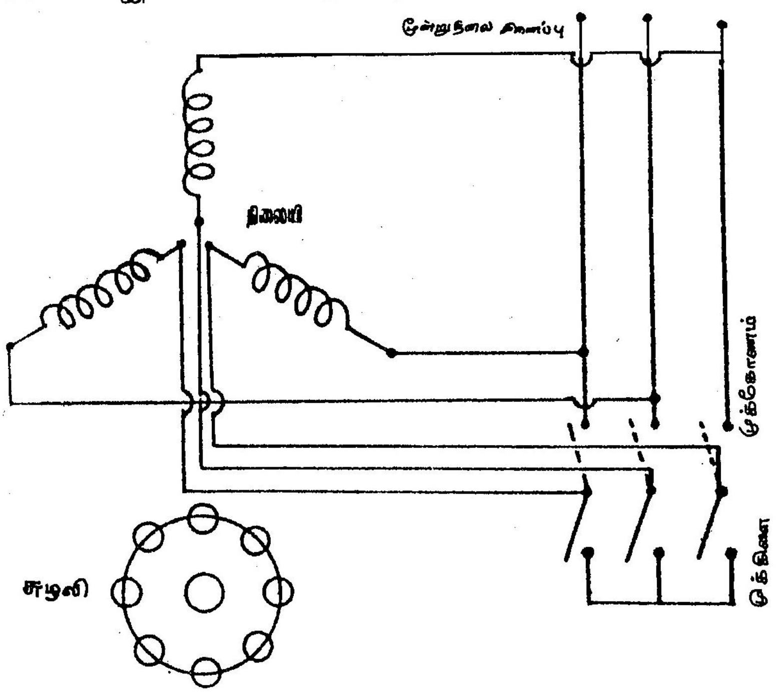


மின்னோடியைத் தொடக்கும் பொழுது நிலையியின் தடை, மிக அதிகமாகவும், பின்னர் சுழலத் தொடங்கியதும், மெதுவாகத் தடைகளைத் குறைத்து முழு அளவு மின் அழுத்தத்தையும், மின்னோடிக்குச் செலுத்துமாறும், ஏற்பாடுகள் செய்யப் பட்டிருக்கின்றன. இதன் அமைப்புப் படம் 3- 36இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இதனால் தொடக்க மின்னோட்டம் குறைவதுடன் தொடக்கமும் மென்மை (Smooth) வாய்ந்ததாக அமைகிறது.

(இ) முக்கிளை - முக்கோணத் தொடக்கி

இவ்வகைத் தொடக்கிகள் 5 லிருந்து 20 குதிரைத்திறன் வரையிலான மின்னோடிகட்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அணிற்கூடு தூண்டல் மின்னோடியின் நிலையிச் சுற்றுகள் நேரடியாக மின் அளிப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்னோடி இயல்பு நிலையில் இயங்கும் போது இதன் நிலையில் முக்கோண இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மின்னோடி ஓடத் தொடங்கும் நேரத்தில் முக்கிளை இணைப்பில்

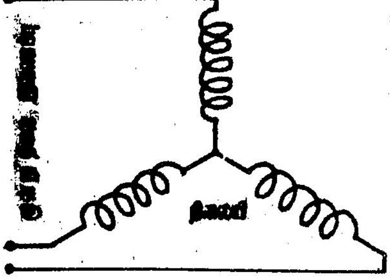
இணைக்கப்படுகிறது. இது போது ஒரு நிலைக்கும் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்தம் = $\frac{V}{\sqrt{3}}$. அதாவது 58%. எனவே, தொடக்க மின் ஓட்டம் ஒரு நிலைக்கு $\frac{1}{\sqrt{3}}$ Isc. மேலும் சுழற்றுமை அதன் குறுக்கிணைப்பு மதிப்பில் 1/3 மடங்கு ஆகும். இதனால் மின்னோடிக்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் மிகவும் குறைவாக இருக்கிறது. பின்னர் மின்னோடி ஓடத்தொடங்கிக் குறைவான வேகத்தில் இயங்கும் பொழுது, இணைப்புகள் முக்கிளையிலிருந்து - முக்கோண அமைப்பிற்கு ஒரு மாற்றும் இணைப்பியின் (Charge Over Switch) மூலம் மாற்றப்படுகிறது. இது போது முழு அளவு மின் அழுத்தமும், மின்னோடிக்குச் செலுத்தப்பட்டு, சுழற்றுமை வேகம், மற்றும் மின்னோட்டம் யாவும் குறிப்பிட்ட நிலையில், இருக்க மின்னோடி இயங்குகிறது. இதன் இணைப்புப் படம் 3-37இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

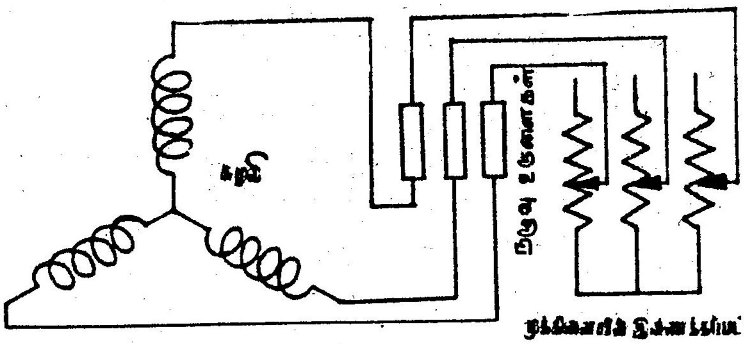


முக்கிளை - முக்கோணத் தொடக்கித் தொடு நிலை (Contacts) களைக் கொண்டதாக இருக்கிறது. கைப்பிடியின் (Handle) உதவி கொண்டு இத்தொடு நிலைகட்கு மின் அரிப்பு கொடுக்கப்படுகிறது. மிகைச் சுமை நீக்கி (Over Load Release) மற்றும் பிடி தொடர் சுற்று (Hold on Coil) ஆகிய பாதுகாப்புச் சாதனங்களும், பொருத்தப் பட்டுள்ளன. தொடக்கியின் மூடியில் (Cover) கைப்பிடிக்கு மூன்று இடங்கள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். (1) Y (2) O (3) Δ மின்னோடியைத் தொடக்குவதற்கு, முதலில் கைப்பிடியை 'Y' என்ற குறிக்கு மேலே உயர்த்த வேண்டும். இதுபோது மின்னோடி ஓடத்தொடங்கி விடுகிறது. பின்னர் கைப்பிடியைக் கீழே தாழ்த்த வேண்டும். இதுபோது முழு அளவு மின் அழுத்தமும் நிலையிக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. பின்னர் மின்னோடியை நிறுத்துதற்குப் பொத்தான் (Button) ஒன்றை அழுத்தினால் மின்னோடி நின்றுவிடும். அண்மை நாள்களில், நாம் கையாலே கைப்பிடியை உயர்த்தித் தாழ்த்துதற்கு மாற்றாக, பொத்தான் ஒன்றை அழுத்தினால் தானாகவே தொடக்கி, முக்கிளை - மற்றும் முக்கோண இணைப்புகட்கு மாற்றிக் கொள்ளும் முறை வந்துள்ளது. இத்தகைய அமைப்புகள் கொண்ட தொடக்கி களைத் தானியங்கி முக்கிளை - தொடக்கி (Automatic Star - Dell Starter) என்றழைக்கிறோம்.

✱ சுழலி தடைத் தொடக்கி (Rotor Resistance Starter)

சுற்றப்பட்ட சுழல்களைக் கொண்ட தூண்டல் மின்னோடி களைத்தொடக்குவதற்கு இம்முறை பின்பற்றப்படுகிறது. இதன் இணைப்புப் படம் 3- 38இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.



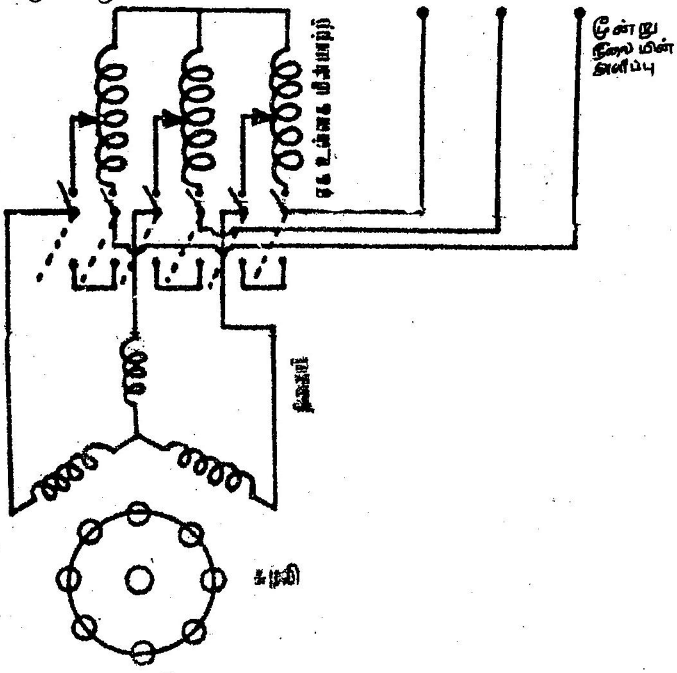


20 குதிரைத் திறனுக்கும் மேலாக உள்ள மின்னோடிகட்கு இம்முறை பின்பற்றப்படுகிறது. மின்னோடி தொடங்கும் நேரத்தில், இம்மின் தடைகள் அதிகமாகவும் பின்னர் மின்னோடியின் வேகம் அதிகமாகவும் சிறித் சிறிதாகத் தடையின் அளவைக் குறைத்து இறுதியில் தடையேதும் இல்லாமல், நழுவு உருளைகள் மூலம் குறுக்கிணைப்பு செய்யப்படுகிறது. இந்த ஏற்பாட்டின் மூலம், தொடக்கச்சுழற்றுமை அதிகப்பட்டு, தொடங்கு மின்னோட்டம் குறைக்கப்படுகிறது.

(உ) ஓர் உள்ளக மின்மாற்றித் தொடக்கி (**Auto Transformer Starter**)

இவ்வகைத் தொடக்கிகளில் தொடக்க மின் அழுத்தத்தைக் குறைக்க, ஓர் உள்ளக மின்மாற்றி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்மின் மாற்றியில் வடிமுனைகள் (Tappings) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இதன் விகிதம் (Ratio) பொதுவாக *2:1* அல்லது *3:1* என்ற அளவில் இருக்கும். இதன் மூலமாக மின்னோடியின் நிலையிக்கு இணைப்பைக் கொடுத்ததும் முதலில் *1/3* பங்கு மின் அழுத்தம்

கொடுக்கப்படுகிறது. பின்னர் மின்னோடி சுழலத் தொடங்கியதும் வடிமுனைகளை மாற்றி மின் அழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தி இறுதியில் முழு அளவு மின் அழுத்தமும் மினனோடிக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. இதன் இணைப்புப் படம் 3 - 39 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



3 - 09. இடை மாற்றீடு அமைவு (Relay)

பொதுவாக இடை மாற்றீடு அமைவுகளை "மின் சுற்றுகளைத் தானாகவே மூடி (Close) மற்றும் திறந்து (Open) கொள்ளச் செய்யும் ஒரு சாதனம் என்று விளக்கலாம்." இந்த இடை மாற்றீடு அமைவுகள் மின்ஓட்டம், மின் அழுத்தம், மின் திறன் போன்ற ஏதாவதொரு கணியத்தின் உதவி கொண்டு இயக்கப்படுகிறது.

இதில் இருவகைகள் உண்டு.

1. தூண்டல் இடை மாற்றீடு அமைவு (Induction Relay)

2. மின்காந்த இடைமாற்றீடு அமைவு (Electro Magnetic Relay)

தூண்டல் இடை மாற்றீடு அமைவுகள் பொது நடைமுறை அமைப்புகளில் (Practical Circuit) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் மூன்று முக்கிய வகைகள் உள்ளன.

1. கம்பிச்சுருள் உருளை (Solinoid) வகை.

2. மின்னகக்கில் (Hinged Armature) வகை

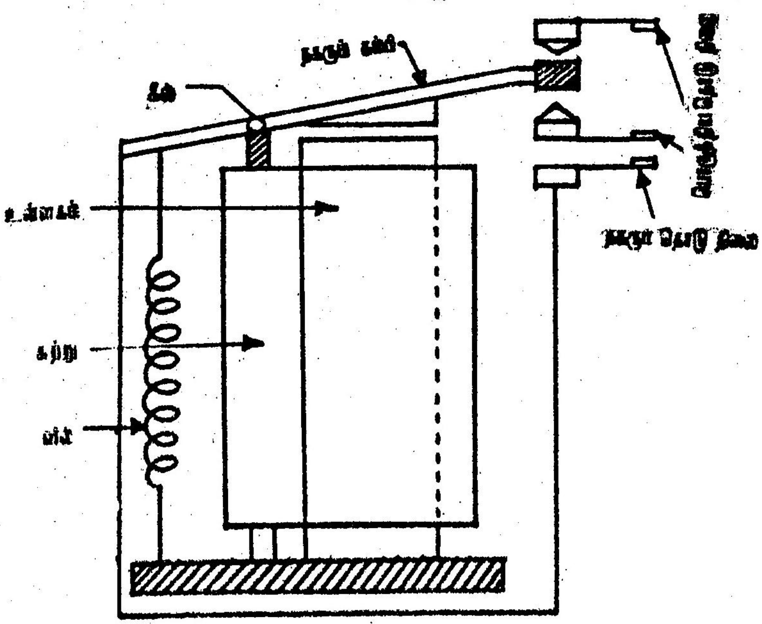
3. சுழலும் மின்னக வகை (Roating Armature)

இதில் அதிகமாகப் பயன்படுவது மின்னகக்கில் வகையே. இதன் அமைப்புப்படம் 3-40இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் முக்கிய பாகங்களாவன 1. காந்த உள்ளகம் 2. சுற்றுகள். 3. கம்பி நிலையான தொடுநிலை. 4. நகரும் தொடுநிலைகள். 5. கட்டுப் படுத்தும் வில் (Controlling Spring) முதலியன ஆகும்.

காந்த உள்ளகம் கொண்ட சுற்றில் தேவையான அளவு மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது, நகரும் கம்பி காந்த உள்ளகத்தை நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. இக்கம்பி நெம்புகோல் (Fulgrum) போல், வில் (Spring) மற்றும் கில் (Hinge) உதவிகொண்டு பொருத்தப் பட்டிருக்கிறது.

இந்த இடை மாற்றீடு அமைவுகளில் மூன்று (அல்லது) மூன்று இணைத் (3 Pair) தொகு நிலைகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன. இவைகளில் இரண்டு தொகுநிலைகள் பொருத்தியதாகவும், இரண்டுக்கும்இடையில் மற்றுமொரு தொகு நிலை, நகரக்கூடியதாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வகை அமைப்பினால், இந்த இடை மாற்றீடு அமைவுகளால், இயல்பாக முடிய (Normally Closed) அல்லது இயல்பாகத்திறந்த (Normally open) தொடு நிலைகள் கிடைக்கப்பெறுகின்றன.

பொதுவாக இடைமாற்றீடு அமைவுகளின் தரம், மின் அழுத்தத்தைக் கொண்டு குறிக்கப்பெறும். எடுத்துக்காட்டாக (6V 12v 24V மற்றும் 100V) என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கும், குறியிட்ட மின் அழுத்தம் கொடுத்தாலன்றி, கம்பி உள்ளகத்தை நோக்கி இழுக்கப்படாது.



சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தை நிறுத்தியதும் உள்ளகம் காந்த வலிமையை இழந்து விடுகிறது. இந்த நேரத்தில், வில்லின் உதவியால், நகரும் கம்பி, மேல் நோக்கி இழுக்கப்பட்டு விடுகிறது.

பொதுவாக இடைமாற்றீடு அமைவுகள் எல்லாத் தானியங்கி (Automatic) மின்சாதனங்களிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

3-10. மின் எந்திரங்கள் மற்றும் மின்மாற்றிகளின் குளிர்வு முறைகள். (Cooling of Machine and Transformers)

மின் எந்திரங்கள் செயல்படும்பொழுது, இவைகளில் ஏற்படும் இழப்புகள் (Losses) வெப்பமாக மாறி, எந்திரப் பகுதி களைச் சூடடையச் செய்கின்றன. இதனால் உண்டாகும் வெப்ப நிலை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருத்தல் வேண்டும். இல்லையேல் எந்திரப் பகுதிகளை உருக்கிக் கெடுத்துவிடும். உயரும் வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காக, எந்திரங்களில் குளிர்வு முறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டும்.

3-10-01. மாறுமின்னோட்ட மின்னோடியைக் குளிரச் செய்தல். (Cooling of Alternators)

மாறுமின்னோட்ட மின்னோடிகளைக் குளிர வைப்பதற்கு, இவைகளின் நிலையி, மற்றும் சுழலியின் உள்ளகங்களில், காற்றுத்துளைகள் (Ventilating ducks) இடப்பட்டிருக்கின்றன. முழுவதும் மூடப்பட்ட வெளிச்சட்டம் (Yoke) கொண்ட மின்னாக்கி களைக் குளிர் விட்டதற்கு இரண்டு முறைகள் உள்ளன.

ஒரு முறையில், மின்னகத்தண்டின் ஒரு முனையில் இறக்கைகள் (Wings) பொருத்தப்பட்ட காற்றாடி ஒன்று இணைக்கப் பட்டிருக்கும். மின்னாக்கி இயங்கும் பொழுது, இதன் சுழற்சியில், காற்றுச் சுற்றுகள் மற்றும் மின்னகம் போன்ற பகுதிகட்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. இரண்டாம் முறையில், இந்த ஏற்பாட்டுடன், எந்திரத்தின் வெளிப்பகுதியிலும், மற்றுமொரு காற்றாடியின் உதவி கொண்டு, வெப்பத்தைப் போக்குவார்கள். இதனால் குளிர்வு முறை விரைவுபடுத்தப்படுகிறது. இம்முறைகள், துருத்து நிலைத் துருவச் சுழலிகட்கு ஏற்றவையாகும்.

வெளிக்காற்றை உள் செலுத்திக் குளிரவைக்கும் பொழுது, இக்காற்றைத் தூசி துகள்கள் இல்லாமல் வடிகட்ட (Filters) வேண்டும். அதிகத் திறனுள்ள மின்னாக்கிகளில், எடுத்துக்காட்டாக, 75 மெகாவாட் திறனுள்ள மின்னாக்கிகளில் காற்றுக்குப்பதிலாக நீரக வாயு (Hydrogen gas) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இதன் நல் விளைவுகளாவன:

1. காற்றைக் காட்டிலும் 25 விழுக்காடு அதிகக் குளிர் விப்பைப் பெறலாம்.

2. மின்னாக்கியில் ஏற்படும் காற்றிழப்பு (Windage Loss) மிகவும் குறைவு. நீரகத்தின் அடர்த்தி, காற்றின் அடர்த்தியில் 7 விழுக்காடு மட்டும்தான்

3. மின்னாக்கி செயல்படும்பொழுது ஏற்படும் இரைச்சல் மிகவும் குறைவு.

4. நீரகம், மிகவும் குறைவு எளிதில் தீப்பிடிக்காத வாயு. எனவே, தீ விபத்துக்கள் ஏற்பட வாய்ப்பில்லை.

அல்விளைவுகளாவன:

இந்த அமைப்பின் கட்டுப்பாடு (Control) மிகவும் துன்பமான ஒன்றாகும். மேலும் காற்று உட்புகா அடைப்புகள் (Air Tight Seal) தேவைப்படுகின்றன.

வெடிவிபத்து முதலியவைகளைத் தடுப்பதற்குக் காற்றும் நீரகமும் சரியான அளவில் கலந்திருக்க வேண்டும்.

3-10-2. மின்மாற்றியைக் குளிர வைத்தல். (Cooling of Transformers)

மின்மாற்றியைக் குளிர வைப்பதற்கு, அதன் அளவு, திறன், சூழ்நிலைகள் இவைகளைப் பொறுத்துக் குளிர்வு முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

மின்மாற்றியில் கீழ்க்கண்ட குளிர்வு முறைகள் பின்பற்றப் படுகின்றன.

(அ) இயற்கைக் காற்றால் குளிரச் செய்தல். (Natural Air Cooling)

(ஆ) காற்றைச் செலுத்திக் குளிர வைத்தல். (Air Cooling)

(இ) எண்ணெயால் இயற்கையிலேயே குளிரச்செய்தல். (Natural Oil Cooling)

ஈ எண்ணெயினுள் அமிழ்த்திக்காற்றைச் செலுத்திக் குளிரவைத்தல். (Oil immersed forced Air Cooling)

உ எண்ணெயை விசையுடன் செலுத்திக் குளிரவைத்தல். (Forced oil Cooling)

ஊ எண்ணெயினுள் அமிழ்த்தித் தண்ணீரால் குளிர வைத்தல். (Oil immersed water cooling)

எ எண்ணெயை விசையுடன் செலுத்தித் தண்ணீரால் குளிரச்செய்தல். (Forced oil ems cooling)

(அ) இயற்கைக் காற்றால் குளிர வைத்தல்

சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள காற்றோட்டத்தால் இயற்கையிலேயே இந்தக் குளிர்வு நடைபெறுகிறது. மின்மாற்றிக்குள், இழப்புகளால் ஏற்படும் வெப்பநிலை உயர்வை, இக் காற்றோட்டம் தணிக்கிறது. மின்மாற்றி பொருத்தப்பட்டிருக்கும் தொட்டியின் இரு புறங்களிலும், எதிரெதிராகக் காற்றுத் துளைகள் இடப் பட்டிருக்கும். இவ்வகைக் குளிர்வு முறை சிறிய, குறைவான மின் அழுத்தத்தை உடைய மின் மாற்றிகளுக்கு ஏற்றதாக இருக்கிறது.

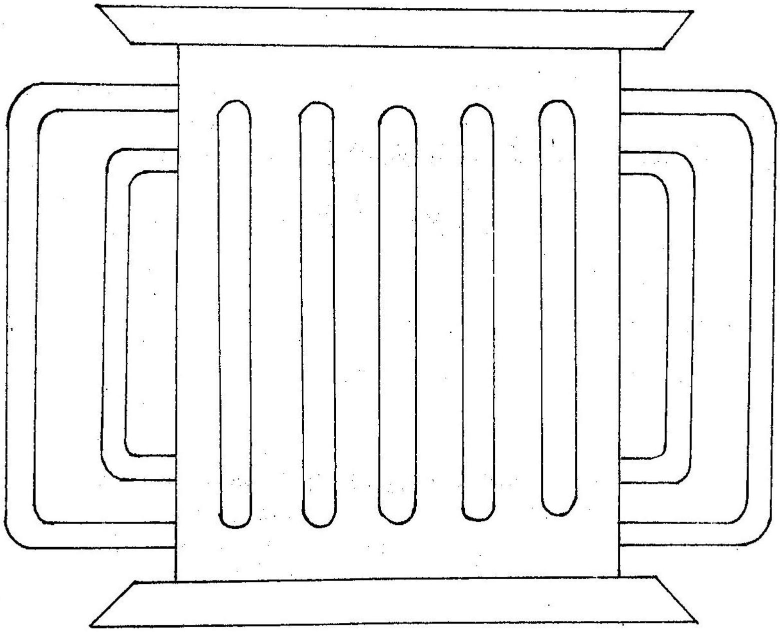
(ஆ) காற்றைச் செலுத்திக் குளிர வைத்தல்

இந்த முறையில், காற்றைப் பெரிய காற்றாடிகளின் உதவி கொண்டு, வேகமாக அழுத்தத்துடன், மின்மாற்றியின் உள்ளகம் மற்றும் சுற்றுகள் மேல்படுமாறு செலுத்த வேண்டும். இதனால் அதிக அளவு வெப்பம் வெளிக்கொணரப்படுகிறது. உள் நுழையும் காற்றில் உள்ள தூசி மற்றும் நுண் அழுக்குகளை வடிகட்டுவதற்காகக் காற்று வடிகட்டி (Air filter) மின்மாற்றியின் தொட்டியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சற்றுக்கூடிய திறனுள்ள மின்மாற்றிகட்கு இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலே பார்த்த இரண்டு குளிர வைக்கும் முறைகளையும் உலர்ந்த முறை (Dry type) என்றழைப்பார்கள்.

(இ) எண்ணெயால் இயற்கையிலேயே குளிரச்செய்தல்

மின்மாற்றியின் தொட்டிக்குள் எண்ணெயை நிரப்பி, அதில் உள்ளகம் மற்றும் சுருள்கள் அமிழ்ந்திருக்குமாறு வைத்திருப்பார்கள். இந்த எண்ணெய், மின்மாற்றியைக் குளிர்விப்பதோடு மட்டுமல்லாமல், சிறந்த காப்புப் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. இந்த எண்ணெயானது, பெட்ரோலியக் கசடு களை முறையாகச் சுத்தம் செய்வதால் உண்டாகும் தாது எண்ணெயே ஆகும். இந்த எண்ணெயில் ஈரப்பதம் தாக்கினால் இதன் காப்புத்திறன் குறைந்து விடும். அண்மைக் காலத்தில் இத்தாது எண்ணெய்க்குப் பதிலாக, அஸ்காரெல்ஸ் (Askarels) என்னும் காப்பு நீர்மம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்நீர்மம் மின்பொறிகளால் தீப்பற்றாது. மேலும் எரியக் கூடிய வாயுக்களை (In flameable gases) இது உற்பத்தி செய்யாது.

உள்ளகத்திலும் சுற்றுகளிலும் உண்டாகும் வெப்பம், கடத்தல் (Conduction) முறையில் எண்ணெய்க்குத் தரப்படுகிறது. இதனால் உள்ளகத்திற்கு அருகில் இருக்கும் எண்ணெய், வெப்ப மடைந்து அடர்த்தி கனமற்றுப்போவதால் இந்த எண்ணெய் மேல் நோக்கிச் செல்கிறது. இவ்விடத்தை நிரப்பத் தொட்டியின் ஓரத்தில் உள்ள வெப்பம் குறைந்த எண்ணெய், உள்ளகம் நோக்கி வருகிறது. எனவே, இந்நிகழ்ச்சியில் வெப்பம் தொட்டியின் ஓரப்பரப்புகட்கு கடத்தப்பட்டு, வெளியில் தொட்டியைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றால், சுற்றுப்புறத்தில் பரவி, வெப்பம் குறைவுறுகிறது. தொட்டியின் சுற்றுப்புறச் சுவர்களில் மடிப்புகள் (Corrucations) பள்ளங்கள் (Fins) மற்றும் குழாய்கள் போன்ற அமைப்புகளை ஏற்படுத்தி, புறப்பரப்பை அதிகப்படுத்து கிறார்கள். குழாய்கள், பொருத்தப்பட்ட மின்மாற்றியின் வெளிப் புறத் தோட்டம் படம் **3-44**இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3-43.

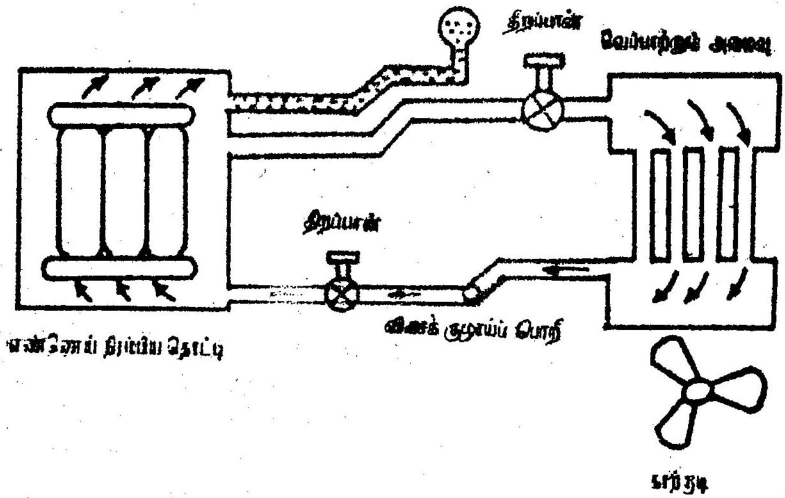
ஈ. எண்ணெயினுள் அமிழ்த்திக் காற்றைச் செலுத்திக் குளிர வைத்தல்:

இதற்கு முன் பார்த்த முறையில் உள்ள குளிர்விப்பு முறையை விரிவுப்படுத்துவதற்கானக் குழாய் பொருத்தப்பட்ட புறப் பரப்பின் மேல் காற்றை நல்ல அழுத்தத்துடன் வேகமாகச் செலுத்தி அதிக அளவு வெப்பம் வெளிக் கொணரப்படுகிறது. உயர்திறன் மின் மாற்றிகளில் தானியங்கிக் காற்றாடிகள் (Automatic fans) பொருத்தப்பட்டு, தொட்டியின் புறப்பரப்பில் வெப்பம், குறிப்பிட்ட அளவைத் தாண்டும்பொழுது இக் காற்றாடிகள் தானே இயங்கத் தொடங்கி வெப்பத்தைக் குறைக்கவும், மற்ற நேரங்களில் இயற்கைக் காற்றால் குளிர்வு நடைபெறும்படி ஏற்பாடுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

உ. எண்ணெயை விசையுடன் செலுத்திக் குளிர வைத்தல்:

பெரிய மின்மாற்றிகளில் இயற்கையான எண்ணெய்ச் சுற்றோட்டம் போதாப்பொழுது, எண்ணெயை விசையுடன்

உள்ளகப்பகுதியில் செலுத்தி வெளிக் கொணர்வதே ஆகும். படம் **3-44**இல் காட்டியுள்ளது போல் வெப்ப மாற்று அமைவு (Radiators) ஒன்று மின் மாற்றிக்குப் பக்கத்தில் அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இரண்டுக்கும் இடையில் அமைக்கப்பட்ட விசைக் குழாய் இறைப்பி (Pump) ஒன்று எண்ணெயின் சுற்றோட்டத்தை விசையுடன் அதிகரிக்கிறது. இதனால் அதிக அளவு வெப்பம், எளிதில் குறுகிய காலத்தில் வெளிக் கொணரப்பட்டு மின்மாற்றி குளிர்விக்கப்படுகிறது.



படம் **3-44**.

ஊ. எண்ணெயினுள் அமிழ்த்தித் தண்ணீரால் குளிரச் செய்தல்.

இத்தகைய குளிர்வு முறையில், உள்ளகம், மற்றும் சுற்றுகள் உள்ள தொட்டி முழுவதிலும், எண்ணெய் நிரப்பி, சுற்றுகள் வெளிப்பரப்பைச்சுற்றித் தண்ணீர்க் குழாய்களை அமைத்து, இக்குழாய்களினுள், குளிர்ந்த தண்ணீரைச் செலுத்தி வெப்பத்தைத் தணிக்கிறார்கள்.

எ. எண்ணெயை விசையுடன் செலுத்தித் தண்ணீரால் குளிரச்செய்தல்.

இம்முறையில் எண்ணெயைத் தொட்டிற்குள் விசைக்குழாய் இறைப்பி வேகமாகச் செலுத்தி, வெளிக்கொணர்ந்து, வெளிக் கொணர்ந்த எண்ணெயைப், பக்கத்தில் உள்ள வெப்பமாற்றும் அமைவால் (Radiator) குளிரவைக்க வேண்டும். வெப்பமாற்றும் அமைவைக் குளிர வைப்பதற்கு, இதைச்சுற்றித் தண்ணீர்க் குழாய்கள் அமைக்கப்பட்டுத் தண்ணீரை விசையுடன் செலுத்திக் குளிர வைக்கிறார்கள். இம்முறை கொள்ளளவு குறைந்த உயர்வழுத்த மின்மாற்றிகட்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3-11. தொடர் பணிக்கணிப்பு விதம். (Continuous Rating)

எந்திரம் செயல்படும்பொழுது ஏற்படும் வெப்ப உயர்வு என்பது, எந்திரத்தின் இழப்பையும் (loss) மற்றும், குளிர்வு முறைகளையும் பொறுத்ததே. வெப்பமாறுபாடு, குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருக்கும்பொழுது ஏற்படும் உயர்வெளியீட்டுத் திறனே, எந்திரத்தின் தொடர்பணிக்கணிப்பு விகிதம் ஆகும். எந்திரம், எவ்வளவு நேரம் இயங்கினாலும், வெப்பநிலையின் மாறுபாடு, குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருத்தல் வேண்டும். இதை மணிக் கணக்கில் குறிப்பிடுவது வழக்கம். எடுத்துக் காட்டாக ஓர் உந்தம் மின்னாக்கியின் (Motor quarter) தொடர் பணிக்கணிப்பு விகிதம் 10 மணி நேரம் என்று குறிப்பிட்டப் பட்டிருந்தால், இந்த இணை எந்திரங்களை, 10 மணி நேரத்திற்குத் தான் அதில் குறிப்பிட்டுள்ள சுமையில் வெப்பமாறுபாடு அபாய எல்லையைக் கடக்காமல் பயன்படுத்த இயலும். இத்தொடர் பணிக்கணிப்பை அதிகப்படுத்த எந்திரத்தின் இழப்பைக் குறைத்து, குளிர்வு முறைகளை அதிகப்படுத்தவேண்டும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

3-01. அடிப்படை மின்னாக்கி இயங்கும் முறையைப் படத்துடன் விளக்குக.

3-02. நேர்மின்னோட்ட எந்திரத்தின் பல்வேறு பாகங்களைப் படம் வரைந்து விளக்குக. (மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம், டிசம்பர் 81).

3-03. நேர்மின்னோட்ட மின்னாக்கி இயங்கும் தத்துவத்தை விளக்குக. நேர் மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் பயன்களை எழுதுக. (அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம், நவம்பர்-82).

3-04. மின்இயக்கு விசையின் சமன்பாட்டை எழுதி மெய்ப்பிக்க.

3-05. நான்கு துருவங்களும், 1200 சுற்றுகள் மணித்துளி வேகமும் மடிப்புச் சுற்றும் கொண்ட மின்னாக்கி, 312 வோ. மின்னழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்தால், மின்னகத்திலுள்ள மொத்தக்கடத்திகளைக் கணக்கிடவும். துருவத்தின் காந்தப்பாயம் 0.02 வெப்பர்.

3-06. நேர்மின்னோட்ட இணைப்பில் மின்னோடியின் இணைப்புப்படம் வரைந்து அது எவ்வாறு மின்இயக்கு விசையை உருவாக்குகிறது என்பதை விவரிக்கவும். (மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம் நவம்பர்'82).

3-07. காந்தப்புலச்சுற்றின் வகைகளை எழுதிப்படத்துடன் விளக்குக.

3-08. இணைப்புல மின்னாக்கியின் அகச் சிறப்பியல்பு, மற்றும் புறச்சிறப்பியல்பை வரைந்து விளக்குக.

3-09. கூட்டுப்புல மின்னாக்கியின் வகைகளை எழுதி, அதன் சிறப்பியல்புகளை வரைபடத்துடன் விளக்குக.

3-10. (அ) நான்கு துருவ நேர்மின்னோட்ட எந்திரத்தின் காந்தப் பாதையைக் காட்டும் படத்தை வரைக.

(ஆ) திசை மாற்றி இயங்கும் விதத்தை விவரிக்க. (மதுரை காமராசர் பலகலைக்கழகம், ஏப்ரல் 81).

3- 11. நேர்மின்னோட்ட மின்னோடி இயங்கும் விதத்தைப் படத்துடன் விவரிக்க.

3-12. எதிர் மின்இயக்கு விசை பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுதுக.

3-13. சுழற்றுமைச் சமன்பாட்டை எழுதி நிருபிக்க.

3-14. 40 ஆம்பியர் மின்னக மின்ஒட்டமுள்ள, 300 கடத்திகளுள்ள, அலைச்சுற்றுடைய 4 துருவ மின்னோடியின் சுழற்றுமையை, கிலோ-கிராம் மீட்டரில் கண்டு பிடிக்க. காந்தப்பாயம் 0.03 வெப்பர். 1.6

3-15 (அ) கீழ்க்கண்ட நேர்மின்னோட்ட மின்னோடிகளின் இணைப்புப்படங்களை வரைக. 1 இணைப்புலம் 2 தொடர்புலம் 3 கூட்டுப்புலம்.

(ஆ) மேற்கண்ட நேர்மின்னோட்ட மின்னோடிகளின் வேகம்/சுழற்சி சிறப்பியல்புகளை வரைந்து விளக்குக. ஒவ்வொரு மின்னோடியின் பயன்களையும் எழுதுக. (மதுரைகாமராசர் பல்கலைக்கழகம், ஏப்ரல் 82).

3-16. வேகம் கட்டுப்பாடுகளின் வகைகளை எழுதி விளக்குக. (ம.கா.ப.க., நவம்பர் 82).

3-17. நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிகளின் தொடக்கிகள் பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக. (ம.கா.ப.க., ஏப்ரல் 82).

3-18. மும்முனைத் தொடக்கியின் படம் வரைந்து இயங்கும் விதத்தை விளக்குக.

3-19. நால்முனைத் தொடக்கியின் இயக்கத்தை விளக்குக.

3-20 மின்மாற்றி இயங்கும் தத்துவத்தை விவரிக்க (ம.கா.ப.கழகம்., டிசம்பர் 81).

3-21 மின்மாற்றியின் கட்டுமானத்தை விவரிக்க.

3-22 மூன்று நிலை மின்மாற்றியின் இணைப்புகள் பற்றிச் சிறுகுறிப்பெழுதுக. (ம.கா.ப.க., நவம்பர் 82).

3-23 மின்மாற்றியைக் குளிர்வித்தல் பற்றிச் சிறுகுறிப்பெழுதுக. (அ.ப.க., நவ. 82. ம.கா.ப.க., நவ. 81, ஏப்ரல் 81).

3-24. மாறுமின்னோட்ட மின்னாக்கியின் தத்துவத்தையும், மின்னகம் நிலையாக இருப்பதினால் உண்டாகும் நன்மைகளையும் எழுதுக.

3-25. மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கியின் சுழலிகளின் இருவகைகளைப்பற்றி எழுதுக.

3-26. மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கி இயங்கும் தத்துவத்தை விளக்குக. அலைவு எண்ணும், மின் இயக்குவிசையும், எந்தெந்தக் காரணிகளைப் பொருத்தது? (ம.கா.ப.க. நவ. 81.)

3-27. துருத்திநிலைத் துருவச்சுழலி கொண்ட .ஒத்தியங்கு எந்திரத்தின் கட்டுமானத்தைப் படத்துடன் விளக்குக. (ம.கா.ப.க., நவ. 82).

3-28. ஒத்தியங்கு மின்னோடியின் சிறப்புகளை எழுதுக.

3-29. ஒத்தியங்கு மின்னோடி இயங்கும்விதத்தைப் படத்துடன் விளக்குக.

3-30. ஒத்தியங்கு மின்னோடியின் பயன்களைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.

3-31. தூண்டல் மின்னோடியின் நல்விளைவுகள் யாவை?

3-32. மூன்று நிலைத்தூண்டல் மின்னோடி இயங்கும் விதத்தை விளக்குக. இம் மின்னோடியின் பயன்களை எழுதுக. (அ.ப.க., நவம்பர் 82. ம.கா.ப.க., நவ. 81, ஏப் 81).

3-33. தூண்டல் மின்னோடிகளில் இருவகைகளைப் பற்றிக் குறிப்பெழுதுக.

3-34. ஒரு நிலைத்தூண்டல் வகை மின்னோடிகளைப் பற்றிச் சிறுகுறிப்பெழுதுக. (ம.கா.ப.க., நவ. 81).

3-35. பலவகை ஒருநிலைத்தூண்டல் மின்னோடிகளைப் பற்றி எழுதி அவைகளின் பயன்களையும் எழுதுக. (ம.கா.ப.க., நவ. 82).

3-36. ஒரு நிலை மின்னோடிகட்குத் தன்தொடக்கம் இல்லை. ஏன்?

3-37. துருவ நிழல் மின்னோடியின் அமைப்பையும் இயங்கும் விதத்தையும் விவரிக்க.

3-38. பல் நோக்கு மின்னோடியின் கட்டுமானத்தையும் இயங்கும் விதத்தையும் விவரிக்க.

3-39. மின் தேக்கி தொடக்க-தூண்டல் மின்னோடி பற்றிக் குறிப்பெழுதுக.

3-40. மூன்று நிலை மாறுமின்னோட்டத்தொடக்கிகளில் ஏதேனும் இரண்டைப்பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.

3-41. இடைமாற்றீடு அமைவு என்றால் என்ன? மிகை மின்னோட்டக்கிடை மாற்றீடு அமைவுபற்றிச் சிறுகுறிப்பு எழுதுக. (அ.ப.க., நவ. 81).

3-42. இடைமாற்றீடு அமைப்பு பற்றிச் சிறுகுறிப்பெழுதுக. (ம.கா.ப.க., ஏப். 82).

3-43. இடைமாற்றீடு அமைவு இயங்கும் தத்துவத்தை எழுதி அதன் பயன்களை எழுதுக. (ம.கா.ப.க., டிசம். 81).

3-44. மின் எந்திரங்களையும், மின்மாற்றிகளையும் ஏன் குளிர்விக்க வேண்டும்? குளிர்விப்புகட்குப் பயன்படுத்தும் முறைகள் யாவை? (அ.ப.க., நவம். 82).

3-45. மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கியைக் குளிர்விக்கும் முறை பற்றிக் குறிப்பெழுதுக. (ம.கா.ப.க., டிசம். 81).

3-46. மின் மாற்றியைக் குளிர்விக்கும் முறைகள் பற்றி விளக்குக.

3-47. தொடர் பணிக்கணிப்பு விகிதம் என்றால் என்ன?

இயல் - 4

மின் அளவைக் கருவிகள்

(Measuring Instruments)

4-01. அளவைக் கருவிகளின் வகைகள் (Classification of Instruments)

மின் கணியங்களை (Quantities) அளவிடப் பயன்படும் கருவிகளை மின் அளவைக் கருவிகள் என்று குறிக்கிறோம். பொதுவாக, பயன்பாட்டில் இருந்து வரும் பல தரப்பட்ட மின் அளவைக் கருவிகளைக் கீழ்க்கண்ட இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. முதற் கருவிகள் (Absoulte Instruments)
2. துணைக் கருவிகள் (Secondary Instruments)

முதற்கருவிகளாவன, அளக்கப்பட வேண்டிய கணியத்தை (Quantity) அவற்றின் நிலை எண்களையும் (Constant) முன் விலக்கத்தையும் (Deflection) பொறுத்து அளவிடுகின்றன. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகத் திசைமாறும் கால்வனமானியைச் சொல்லலாம். முதற் கருவிகள் யாவும், ஆராய்ச்சிக் கூடங்களிலும் ஆய்வு நிலையங் களிலும், படித்தர அளவிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

துணைக் கருவிகளில் அளக்கப்பட வேண்டிய கணியத்தை முன் விலக்கமே நேரடியாகக் காண்பித்துவிடுகிறது. இக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்பு துணை அல்லது முதற் கருவிகளின் உதவி கொண்டு, ஒப்பிடப்பட்டு அளவீடு செய்யப்பட்டிருக்கும் பெரும்பாலான பயன்பாட்டில் இருப்பவை யாவும் துணைக் கருவிகளே. எடுத்துக்காட்டாக மின்னோட்டமானி (Ammeter) மின் அழுத்தமானி (Voltmeter) மற்றும் திறனளவிகளைச் (Watt Meter) சொல்லலாம். துணைக் கருவிகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப் படுத்தலாம்.

அ. காட்டும் கருவிகள் (Indicating Instruments)

ஆ. பதி கருவிகள் (Recording Instruments)

இ. தொகு கருவிகள் (Integrating Instruments)

காட்டும் கருவிகளில், அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட ஒரு முகப்புத் தகட்டின் (Dial) மேல் நகரும் குறிமுள் (Pointer) ஒன்று அளவிடப்படும் கணியத்தைக் காண்பிக்கிறது.

(எ–டு): மின்னோட்டமானி, மின் அழுத்தமானி, திறனளவிகள்.

பதிகருவிகளில், இயங்கும் அமைப்புடன் (Moving part) இணைக்கப்பட்ட எழுதுகோல் ஒன்று சுழலும் உருளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள வரைபடத்தாளில் (Graph Paper) அளக்கப் பட வேண்டிய கணியத்தைத் தொடர்ந்து பதிவு செய்கிறது. எனவே, இதைப்பதிவு கருவி எனலாம். மின் உற்பத்தி நிலையங் களிலும், மின்சாரத்தைப் பல இடங்கட்கும் பங்கீட்டு அளிக்கும் துணை மின் நிலையங்களிலும், இப்பதிவு கருவிகள் பயன் படுகின்றன.

தொகு கருவிகள் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் செலவிடப்படும் மின்சாரத்தின் அளவை (Quantity of Electricity) மின் ஓட்டமானியில் (AMP-hour) அல்லது மின் ஆற்றலின் அளவைக் கிலோவாட் மணியில் அளவிடுகிறது. இதன் அளவுகள் தொடர்ச்சியாகக் கூட்டப்பட்டுக் காண்பிக்கப்படும். இதன் முகப்புத் தகடுகளில் மாறும் எண்கள் மூலமாக அல்லது குறிமுள்கள் மூலமாக அளவுகள் காண்பிக்கப்படுகின்றன.

(எ–டு): ஆம்பியர் மணி அளவிகள் (Amperk hour meter), ஆற்றல் அளவிகள் (Energy meters)

4-02. காட்டும் கருவிகள் (Indicating Instruments):

துணைக்கருவிகளின் மூவகை உட்பிரிவுகளில் காட்டும் கருவியினைப்பற்றி அறிவோம். காட்டும் கருவிகளின் இயங்கமைப்புகள் சரிவர இயங்க மூன்று முக்கிய விசைகள் (Force) தேவைப்படுகின்றன.

அவைகளாவன:

1. விலக்கும் விசை (Deflecting Force)
2. கட்டுப்படுத்தும் விசை (Controlling Force)
3. ஒடுக்கல் விசை (Damping Force)

4-02-01. விலக்கும் விசை (Deflecting Force):

இவ்வினையை இயங்கும் விசை என்று கூறலாம். இவ் விசையானது இயங்கமைப்பைப் (Moving System) பூச்சிய நிலையிலிருந்து நகரச் செய்கிறது. இந்த இயக்க விசையானது கீழ்க்கண்ட ஏதேனும் ஒன்றின் மூலமாக உண்டாக்கப்படுகிறது. 1. காந்த விளைவு 2. வெப்ப விளைவு 3. இரசாயன விளைவு 4. மின்காந்தத்தூண்டல் விளைவு 5. நிலைமின் விளைவு. இந்த இயக்கம் பெரும்பாலும் வரையறுக்கப்படாததாகவே (Indefinite) இருக்கும். எனவே, இவ்விசையால் பூச்சிய நிலையிலிருந்து உந்தப்பட்ட முள், முகப்புத் தகட்டின் மேல் நகரத் தொடங்குகிறது.

4-02-02. கட்டுப்படுத்தும் விசை (Contorlling force):

இவ்விசையை முன்னிலை மீட்டளிப்பு விசை என்றும் கூறுவர். இயங்கும் விசையால் பூச்சிய நிலையிலிருந்து உந்தப் பட்ட முள் நகர்ந்து கொண்டே இருப்பதாகப் பார்த்தோம். இந்த நகர்வை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் முகப்புத் தகட்டின் மேல் நிறுத்துவதற்குக் கட்டுப்படுத்தும் விசை தேவைப்படுகிறது. அளக்கப் பட வேண்டிய கணியத்தின் விலக்க மதிப்பு எப்பொழுதும் ஒரே

மாதிரியாக இருப்பதற்கான கட்டுப்படுத்தும் விசை பயன்படுத்தப் படுகிறது.

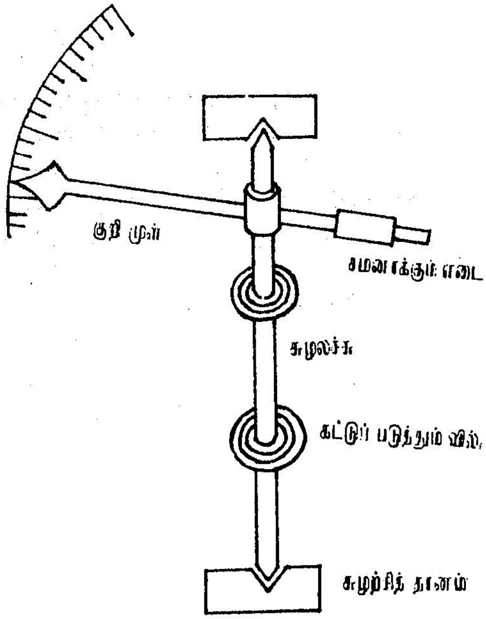
கட்டுப்படுத்தும் சுழற்றுமை (Controlling Torque) விலக்கும் சுழற்றுமையை எதிராக்கிக் கொண்டு இருப்பதோடு, இயங்க மைப்பின் விலக்கம் அதிகம் ஆகும்பொழுது, கட்டுப்படுத்தும் சுழற்றுமையம் அதிகமாகிறது. இவ்விரண்டு சுழற்றுமைகளும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகும். இடத்தில் குறிமுள் நிறுத்தப் படுகிறது. இத்தகைய முன்னிலை மீட்டளிப்பு விசை இல்லையேல் பூச்சிய நிலையிலிருந்து ஒரு முறை உந்தப்பட்ட குறிமுள் முகப்புத் தகட்டின் மேல் நகர்ந்து கொண்டே இருக்கும். அளவைக் கருவிக்குக் கொடுக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தை நிறுத்தியதும். குறிமுள்ளைத் திருமபவும், பூச்சிய நிலைக்குக் கொண்டு செல்வதும் இந்த விசையே. இத்தகைய விசையானது கீழ்க்கண்ட இரண்டு முறைகளில் உண்டாக்கப்படுகிறது.

அ. வில் கட்டுப்பாடு (Spring Control)

ஆ. ஈர்ப்புக் கட்டுப்பாடு (Gravity Control)

வில் கட்டுப்பாடு:

இந்த முறையில் பாஸ்வர வெண்கலத்தால் (Phosphor Bronze) ஆன முடி வில் (Hair Spring) இயங்கமைப்புடன் படம் 4-01இல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இயங்கமைப்புடன் பொருத்தப்பட்ட குறிமுள் நகரும்பொழுது இந்த முடி வில்லின் எதிர்த் திசையில் உந்து விசை (Thrus) ஏற்படுகிறது. இவ்வில்லில் ஏற்பட்ட உந்து விசை, கட்டுப்படுத்தும் விசையை அல்லது முன்னிலை மீட்பு விசையைக் கொடுக்கிறது.



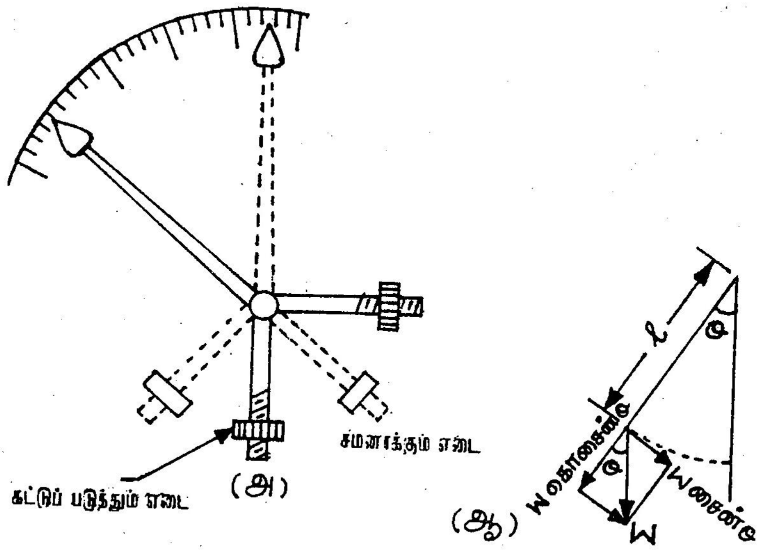
படம் - 4.1

வெப்ப நிலை மாறுபாட்டால் வில்லின் நீளத்தில் மாறுதல் ஏற்பட்டு உண்டாகும் பிழைகளைத் தவிர்ப்பதற்காக, இரண்டு வில்களும் எதிரெதிர்த்திசைகளில் சுற்றப்பட்டு அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இத்தகைய முடி வில் புரிசுருள் (Spiril) வடிவாக, அல்லது திருகு சுருள் (Helical) வட்ட வடிவாக அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இவ்வில்லை உருவாக்கும் உலோகம், காந்தத் தன்மையற்றதாக, பயன்பாட்டிற்குப் பின் தொய்வு ஏற்படாததாக, மேலும் மின்தடை குறைவு உள்ளதாக, மின்வெப்ப நிலை எண் குறைவு (Temperature coefficuit of Resistance) உள்ளதாக இருத்தல் வேண்டும்.

ஈர்ப்புக் கட்டுப்பாடு (Gravity control):

இம்முறையில் புவி ஈர்ப்பைப் பயன்படுத்தி, கட்டுப்படுத்தும் விசை உண்டாக்கப்பட்டிருக்கிறது. இயங்கமைப்பில் ஒரு சிறு எடையைப் பொருத்தி இவ்வமைப்பு விலகும்பொழுது அதைத் தொடக்க நிலைக்கே கொண்டுவரும் ஒரு சுழற்றுமையை

உண்டாக்கும் வகையில் இந்த எடை அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இயங்கமைப்பின் மற்றொரு புயத்தில், சமனாக்கும் எடை ஒன்றும் அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இந்த எடைகளை முன்பின் நகர்த்துவதற்கு ஏதுவாக இப்புயங்களில் திருகு மரை இழை (Thread) பே . ப்பட்டுள்ளது. எடைகளை முன்பின் நகர்த்துவதன்மூலம் கட்டுப்படுத்தும் சுழற்று மையை மாற்றலாம். இதன் அமைப்பு, படம் 4-02 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 4-02.

இவ்வகைக் கட்டுப்பாடுகள் உள்ள கருவிகளை எப்பொழுதும் நிலைக்குத்தாகவே (Vertical) வைத்திருத்தல் வேண்டும். அடிக்கடி இடம் மாற்றும் (Portable) கருவிகளில் இவ்வகைக் கட்டுப்பாடுகள் வைக்கக்கூடாது. அளவுக் குறியீடுகள் (Scale) இவ்வகைக் கருவிகளில் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. இருந்த போதிலும் இவ்வகைக் கட்டுப்பாடுகள் நாட்படுவதால் (ageing) கெட்டுப்போகா. வெப்ப நிலையில் மாறுபடா; மேலும், விலையும் மிக மலிவு.

4-02-03. ஒடுக்கல் விசை.

ஓர் அளவைக் கருவியில், விலக்கும் விசையும், கட்டுப் படுத்தும் விசையும் மட்டும் இருந்தால் கருவியின் இயங்கமைப்பு இறுதி நிலையை (final positive) ஒட்டி முன்னும் பின்னும் அலைந்து (Oscillate) கொண்டே இருக்கும். சரியான அளவைக் காட்ட மிகுந்த தாமதம் ஏற்படும். இத்தாமதத்தைக் குறைத்துச் சரியான அளவை விரைவாகக் காண்பிப்பதற்கு ஒடுக்கல் விசை தேவைப்படுகிறது. இந்த ஒடுக்கல் விசை, கருவி இயங்கும் பொழுது மட்டுமே செயல்படுகிறது. இந்த ஒடுக்கல் விசையைக் கீழ்க்கண்ட மூன்று முறைகளில் உண்டாக்கலாம்.

அ. காற்று உராய்வு ஒடுக்கல் (Air friction damping)

ஆ. பாய்ம உராய்வு ஒடுக்கல் (Fluid friction damping)

இ. சுழல் மின் ஓட்ட ஒடுக்கல் (Eddy current damping)

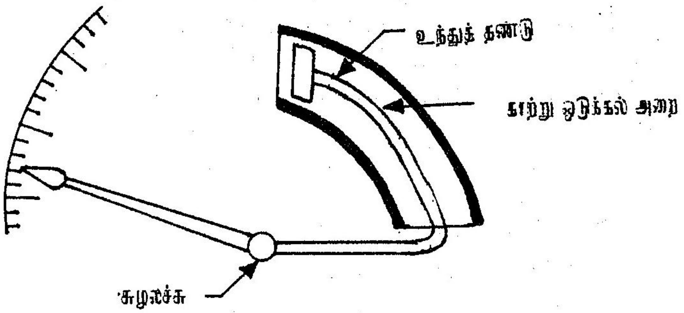
காற்று உராய்வு ஒடுக்கல்:

இவ்வகை ஒடுக்கலில்

அ. உந்து தண்டு வகை (Piston type)

ஆ. பெட்டி வகை (Box type) என்று இருவகை உண்டு.

உந்து தண்டு வகையில் ஒரு மென்மையான அலுமினிய உந்து தண்டு (Piston) இயங்கும் அமைப்பின் சுழலச்சில் (Spindle) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த உந்து தண்டு, ஒரு பக்கம் மூடப் பட்ட வட்ட வடிவக் காற்றறையினுள், (Air Chamber) இயங்குகிறது. குறிமுள் நகரும்பொழுது உந்து தண்டு காற்றறைக்குள் செல்கிறது. இதுபோது காற்றறைக்குள் உள்ள காற்று அழுத்தப்பட்டுத் தண்டின் விளிம்பு ஓரங்கள் வழியாக வெளியேறி ஒடுக்கலை ஏற்படுத்துகிறது. இதன் அமைப்பு படம் 4-03இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் : 4-03.

பெட்டி வகையில் கால்வட்ட அறையில் இதழ் ஒன்று அறையினுள் நகர்கிறது. இதழ் நகரும்பொழுது, காற்றழுத்தத்தில் வேறுபாடு ஏற்பட்டு ஒடுக்கல் உண்டாகிறது.

காற்று உராய்வு உடுக்கல், இயங்கிரும்பு (Moving Iron) வகை அளவுக்கருவிகளில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

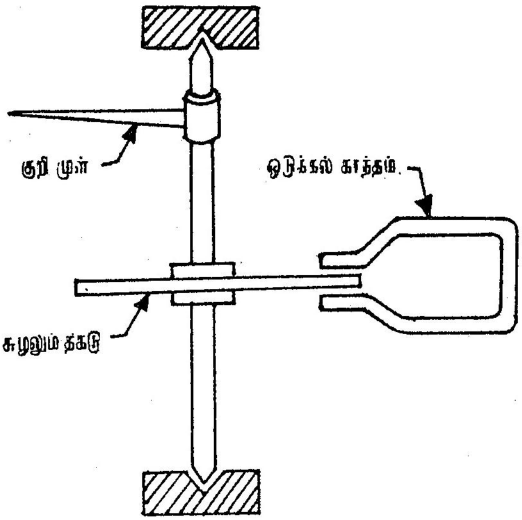
பாய்ம உராய்வு ஒடுக்கல் (Fluid Friction Damping):

இவ்வகை ஒடுக்கலில் 'X' போன்ற வடிவமுள்ள அலுமினியத்தகடு ஒன்று பாத்திரம் ஒன்றில் நிரப்பப்பட்டுள்ள ஒடுக்கல் நீர்மத்தில் (Damping fluid) முழுவதும் மூழ்கி இருக்கும்படி வைக்கப்பட்டுள்ளது. நீர்மத்தின் தடையை எதிர்த்து அலுமினியத் தகடு சுற்றும்பொழுது தடை ஏற்பட்டு ஒடுக்கல் விசை உண்டாகிறது. இந்நீர்மம் அரிதில் கடத்தியாகவும், பாகுநிலை (Viscosit) மாறக் கூடாததாகவும், ஆவியாகாததாகவும், தகட்டை அரிக்கக் கூடாத தாகவும் இருக்க வேண்டும். பாய்ம உராய்வு

ஒடுக்கல், ஓரிடத்தில் நிலையாகச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் அளவைக் கருவிகட்கு மட்டுமே ஏற்றது.

சுழல்மின் ஓட்ட ஒடுக்கம் (Eddy current Damping):

மூவகை ஒடுக்கங்களில் சுழல் மின் ஓட்ட ஒடுக்கமே மிகவும் சிறந்ததாகும். இதன் அமைப்பு, படம் 4-04.இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4-04.

கடத்தும் தன்மையுடைய ஆனால் காந்தமுறாத ஒரு மெல்லிய வட்ட உலோகத்தகடு ஒன்று இயங்கும் அமைப்புடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இத்தகடு அலுமினியம் அல்லது தாமிரத்தினால் செய்யப்பட்டதாக இருக்கும். தகடு சுழலும்பொழுது, அதன் விளிம்பு நிலைத்த காந்தமொன்றில் ஊடுருவுமாறு அமைக்கப்பட்டு இருக்கிறது. சுழலச்சில் (Spindle) இணைக்கப் பட்ட குறிமுள் நகரும் பொழுது இத்தகடும் நிலைக்காந்தத் துருவங்கட்கு இடையில் நகர்கிறது. இது போழ்து காந்தப் பாயங்கள் வெட்டப்பட்டு மின் இயங்கு விசை தூண்டப்பட்டுத்

தகட்டில் சுழல் மின்னோட்டம் (Eddy Current) ஏற்படுகிறது. இச்சுழல் மின்னோட்டம், தனக்கும் புலனுக்கும் இடையே ஒரு விசையை ஏற்படுத்துகிறது. லென்சின் விதிப்படி (Lenz's Law) இந்த விசை, தன்னை ஏற்படுத்தக் காரணமாக இருந்த சுழற்சியையே எதிர்க்கிறது. இந்த எதிர்ப்பினால் ஒடுக்கம் ஏற்படுகிறது.

சுருள் ஒன்றை அலுமினியச் சட்டத்தின் மேல் சுற்றி, இச்சட்டம் நிலைத்த காந்தத்தின் இரு துருவங்கட்குகிடையில் நகரும்பொழுது இதில் சுழல் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. இந்த அமைப்பு நிலைத்த காந்த இயங்கு சுருள் அளவைக் கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பொதுவாகப் பயன்பாட்டில் இருக்கும் அளவைக்கருவிகள் யாவும், கீழ்க்கண்ட வகைகளில் ஏதேனும் ஒன்றைச் சார்ந்ததே இருக்கின்றன.

அ. இயங்கு சுருள் வகை (Moving coil type)

ஆ. இயங்கிரும்பு வகை (Moving Iron type)

இ. சுடுகம்பி வகை (Hot wire type)

ஈ. நிலை மின் வகை (Electro static type)

உ. தூண்டல் வகை (Induction type)

4-03. இயங்கு சுருள் வகை (Moving Coil type):

இந்த வகைக் கருவிகளில் இரண்டு பிரிவுகள் உள்ளன. அவையாவன:

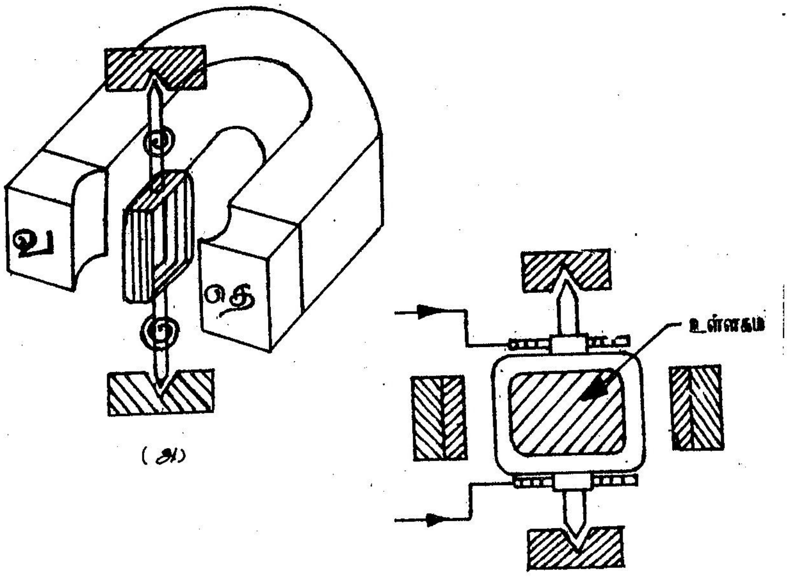
அ. நிலைக்காந்த வகை (Permanant magnet type)

ஆ. இயங்களவி வகை (Dynamometer type)

4-03-01. நிலைக்காந்த வகை:

இக்கருவிகள் மின் அழுத்த மற்றும் மின்னோட்ட மாணிகளாகச் செயல்படுகின்றன. நிலைக் காந்த வகைகள், நேர் மின்சாரத்தை மட்டுமே அளக்கப் பயன்படும். இக்கருவிகள் கீழ்க்கண்ட தத்துவத்தின்படி இயங்குகின்றன. மின்ஓட்டம்

பாய்ந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு கடத்தியைக் காந்தப் புலத்தில் அமர்த்தும்பொழுது அக்கடத்தியில் ஒரு விசை உண்டாகிறது. இவ்விசைக் கடத்தியை ஏதாவது ஒரு பக்கம் நகர்த்திக் காந்த மண்டலத்தை விட்டு வெளியேறச் செய்கிறது. இக்கருவிகளின் அமைப்பு, படம் 4-05.இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4-05. (ஆ)

சக்தி வாய்ந்த லாட வடிவமுள்ள நிலைக்காந்தமொன்றின் துருவமுனைகளில், தேனிரும்புக் காந்தத் துண்டுகள் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவ்விரண்டு துருவங்கட்கு இடையில் உருளை வடிவமுள்ள இரும்பு உள்ளகம் ஒன்று சுழலச்சில் பொருத்தி வைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட காற்றிடை வெளியில் (Air gap) செவ்வக வடிவில் அமைந்த கம்பிச் சுருள் ஒன்று மெல்லிய அலுமினியம் அல்லது தாமிரச் சட்டத்தின் மேல் சுற்றப்பட்டுப் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

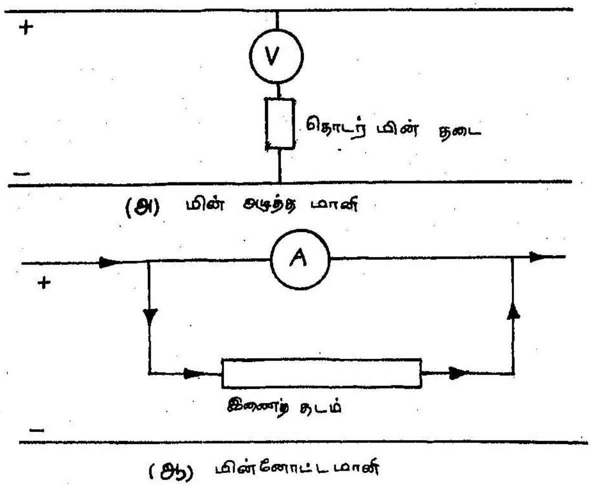
பாஸ்வர வெண்கலத்தினால் ஆன இரண்டு முடி வில்கள் புரிசுருள்வடிவில் சுற்றப்பட்டுக் கம்பிச் சுற்றுக்கு மேலும் கீழும்

வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை இரண்டு வழிகளில் செயல் படுகின்றன. ஒன்று சுருளுக்குத் தன் வழியாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகின்றன. மற்றொன்று இக்கருவிக்குத் தேவையான கட்டுப் படுத்தும் விசையை இவ்விரண்டும் அளிக்கின்றன. அலுமினியம் அல்லது தாமிரத்தினால் ஆன சட்டம், கம்பிச் சுருளைத் தாங்குவதோடு மட்டுமன்றி, இக்கருவிக்குத் தேவையான ஒடுக்கல் விசையையும் சுழல் ஒட்ட ஒடுக்க முறையில் அளிக்கிறது.

சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தால் உண்டாகும் காந்த மண்டலம் நிலைக் காந்தத்தினால் உண்டாக்கப்படும் காந்த மண்டலத்துடன் செயல்பட்டு விலக்கச் சுழற்றுமை ஏற்படுத்துகிறது.

இந்த அமைப்பை மின் ஒட்ட மானி அல்லது மின் அழுத்த மானியாகப் பயன்படுத்தலாம். இக்கருவியுடன் இணைத்தடத்தை (Shunt) இணைத்தால் இதை மின்னோட்டமானியாகவும், தொடர் மின்தடையை இணைத்தால் மின் அழுத்தமானியாகவும் பயன் படுத்தலாம்.

மின் ஒட்டமானியாகப் பயன்படுத்தும்பொழுது, சுற்றில் பாயும் மின் ஒட்டம் அல்லது அதன் ஒரு பகுதி, சுருளின் வழியாகப் பாய்கிறது. மின் அழுத்தமானியாகப் பயன்படுத்தும்பொழுது, அளக்கப்பட வேண்டிய மின் அழுத்தத்திற்கு விகித இணையுள்ள மின்னோட்டம் சுருளின் வழியாகப் பாய்கிறது.



படம் 4-06.

மின் அழுத்தமானி மற்றும் மின்னோட்டமானியின் இணைப்பு முறைகள் படம் 4-06இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இணைப்புகளை மாற்றி இணைப்பதின் மூலம், மின் அழுத்த மானியை மின் ஒட்டமானியாகவும், மின் ஒட்டமானியை மின்அழுத்த மானியாகவும் பயன்படுத்தலாம். இக்கருவிகளில் ஏற்படும் விலக்கச் சுழற்றுமை, சுருளில் பாயும் மின் ஒட்டத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே, இவ்வகைக்கருவிகளில் குறியீடுகள் சீராக அமைந்திருக்கும். இந்த விலக்கத்தின் திசை, சுருளில் பாயும் மின் ஒட்டத்தின் திசையைப் பொறுத்தது.

இவ்வகைக் கருவிகளின் நல்விளைவுகளாவன (Advantages):

அ. குறியீடுகள் ஒரே சீராக அமைந்திருக்கும்

ஆ. தயக்கத் திறனிழப்பு இல்லை

இ. மிகக் குறைந்த அளவு திறனே செலவழிக்கப்படுகிறது.

ஈ. அதிகமான சுழற்றுமை எடை விகிதம் கொண்டதாக இருக்கிறது.

உ. சக்தி வாய்ந்த சுழல் ஓட்ட ஒடுக்கம் கொண்டது

ஊ. வெளிக்காந்தப் புலன்களால் (Stary Magnetic field) பாதிக்கப்படுவதில்லை.

எ. நெடுக்கத்தை (Range) இணைத்தடங்கள் மூலமாகவும் பெருக்கிகளின் மூலமாகவும் அதிகப்படுத்திக் கொள்ள லாம்.

அல்விளைவுகளாவன (Disadvantages):

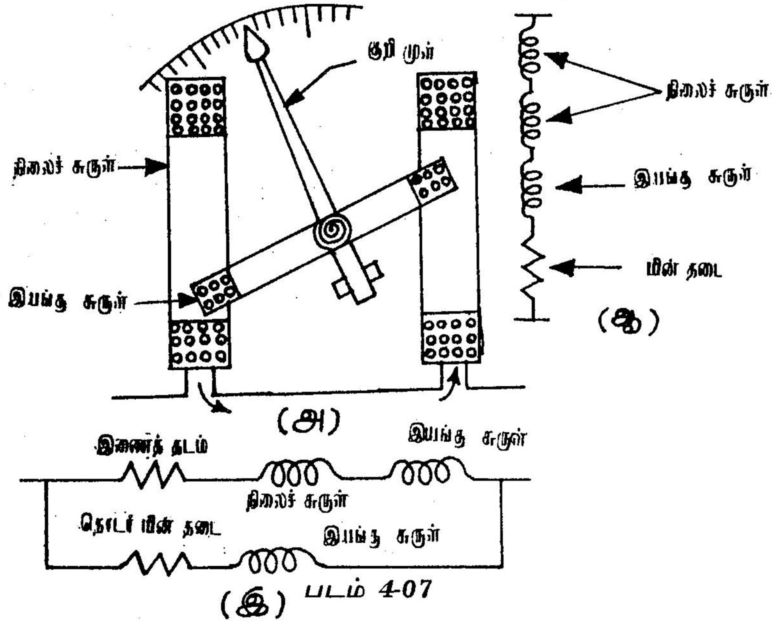
அ. சுழற்றுமையின் திசை மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுவதால் நேர் மின்சாரக் கணியங்களை மட்டுமே அளக்கப் பயன்படுகிறது.

ஆ. இயங்கு இரும்புக் கருவிகளுடன் ஒப்பிடும்பொழுது விலை அதிகமானவை.

இ. பொதுவாகக் கருவிகளில் ஏற்படும் உராய்வு மற்றும் வெப்ப நிலைப் பிழைகளோடு, நாள்கள் செல்லச் செல்ல முடிவிலும், நிலைக் காந்தங்களில் ஏற்படும் தளர்ச்சிகளாலும் (aging) பிழைகள் ஏற்படுகின்றன.

4-03-02. இயக்களவி வகை (Dynamometer type):

முன்னேமேயே பார்த்த இயங்களவி வகைக் கருவிகளில் உள்ள நிலைக் காந்தங்கட்கு மாற்றாக இவ்வகைக் கருவிகளில் படம் 4-07இல் காட்டியுள்ளபடி இரண்டு நிலையான சுருள்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுருள்கள் மாறு மின்னோட்டத்தில் இயங்கும்பொழுது ஏற்படும் தயக்க விளைவுகளைத் (Hysterisis effect) தவிர்ப்பதற்காகக் காற்று உள்ளகத்தைக் கொண்டனவாக இருக்கின்றன. இக்கருவிகளை மின்னோட்ட மானிகளாகவோ, மின் அழுத்த மானிகளாகவோ பயன்படுத்தலாம். ஆனால் பெரும்பாலும் இக்கருவிகள் திறனளவிகளாகவே பயன்படுத்தப் படுகின்றன.



படம் 4-07

இரண்டு முடி வில்கள் கட்டுப்படுத்தும் விசையை உண்டு பண்ணுவதற்காக வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்விரண்டு வில்கள் வழியாகவே நகரும் சுருள் மின் ஓட்டத்தைப் பெறுகிறது. ஒடுக்கல் விசைக் காற்று உராய்வு ஒடுக்கலின் மூலம் பெறப்படுகிறது. (படத்தில் காட்டப்படவில்லை) சில போதில் சுழல் ஓட்ட ஒடுக்கத்தின் மூலமும் பெறப்படுகிறது.

படம் 4-7 'ஆ' இல் காட்டியுள்ளது போல நிலைச்சுருள், இயங்கு சுருள் மற்றும் மின்தடைகளைத் தொடர் அடுக்கில் இணைப்பதன் மூலம், இக்கருவியை மின் அழுத்தமானியாகவும், மற்றும் நிலைச்சுருள், இயங்கு சுருள் இணைத்திடம் இவற்றுடன் தொடர் மின்தடை இயங்கு சுருள் இவற்றை இணையாகவும் படம் 4-07 'இ' இல் காட்டியுள்ளது போல் இணைப்பதன் மூலம் இக்கருவியை மின்னோட்ட மானியாகவும் இயங்கச் செய்யலாம். இக்கருவிகள் மின்னோட்ட மானிகளாகப் பயன்படும்பொழுது அளவிடப்பட வேண்டிய மின்னோட்டம் அல்லது அதன் ஒரு பகுதி சுருளின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. மற்றும் மின்

அழுத்தமானிகளாகப் பயன்படுத்தும்பொழுது அளவிடப்பட வேண்டிய மின் அழுத்தத்திற்கு விகிதச் சமமுள்ள மின்னோட்டம் சுருளின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இந்த மின் ஓட்டமே விலக்கும் சுழற்றுமையை உண்டாக்குகிறது. இந்த மின் ஓட்டம் விலக்கத்தின் இருபடிக்கு (Square) விகித சமத்தில் இருக்கும். எனவே, இக்கருவிகளை நேர் மின்னோட்டத்தில் மட்டுமேயன்றி, மாறு மின்னோட்டத்திலும் பயன்படுத்தலாம். இக்கருவிகளில் அளவுக்குறிகள் ஒரே சீராக இரா. குறிப்பாகப் பூச்சியத்திற்கு அருகில் அளவுக் குறிகள் மிகவும் நெருக்கமாக இருக்கும்.

இக்கருவிகளின் அல்விளைவுகளாவன:

இதன் சுருள்கள் காற்று உள்ளகத்தைக் கொண்டிருப்பதால், இதனால் உண்டாகும் புலவலிமை மிகவும் குறைவே. குறிப்பிட்ட அளவு விலக்குமையை உண்டுபண்ணுவதற்குச் சுருளில் அதிகமாகச் சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன. மேலும் மின்னோட்டச் சுருளுக்குள் செலுத்தும் முடி வில்களும் மிக மெல்லியவாக இருப்பதால், குறைந்த அளவு மின்னோட்டத்தையே சுருளுக்குள் செலுத்த இயலும், இதனாலும் சுருளில் அதிகமான சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன. இவ்விரண்டு காரணங்களாலும் இயங்கமைப்பின் எடை அதிகப் படுகிறது. எனவே உராய்வினால் ஏற்படும் இழப்பும் மிகவும் அதிகமாகிறது. இவ்வகைக்கருவிகளின் சுழற்றுமை எடை (Torque weight) விகிதம் குறைவாக இருப்பதால் இதன் பதிலீட்டு நுட்பமும் மிகக் குறைவாக இருக்கிறது. இவ்வகைக் கருவிகளின் விலை மிகவும் அதிகம்.

இதன் நல்விளைவுகளாவன:

சுழல் ஓட்டப் பிழைகளும், தயக்க இழப்பினால் உண்டாகும் பிழைகளும் இக்கருவிகட்கு இல்லை. 10 ஆம்பியர் வரையிலான மின்னோட்ட மானிகளும் 600 வோல்ட் வரையிலான மின் அழுத்த மானிகளும் அதிக நுட்பமுள்ளவையாகச் (Sensitivity) செயல்படுகின்றன.

4-03-03. இயங்களவி வகைத் திறனளவிகள் (Dynamometer type wattmeter):

திறன் என்பது, மின் ஓட்டம் மற்றும் மின் அழுத்தத்தின் பெருக்கல் ஆகும். எனவே, திறனளவிகளில் இரண்டு தனித்தனிச் சுருள்கள் தேவைப்படுகின்றன. ஒன்று மின்னோட்டச் சுருளாகவும் (Current coil) மற்றொன்று மின் அழுத்தச் சுருளாகவும் (Pressure coil) செயல்படும். அளக்கப்பட வேண்டிய மின் சுற்றுக்குத் தொடரிணைப்பில் மின்னோட்டச் சுருளையும், இணை இணைப்பில் மின்னழுத்தச் சுருளையும் பொருத்த வேண்டும்.

இயங்களவி வகைக் கருவிகளை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

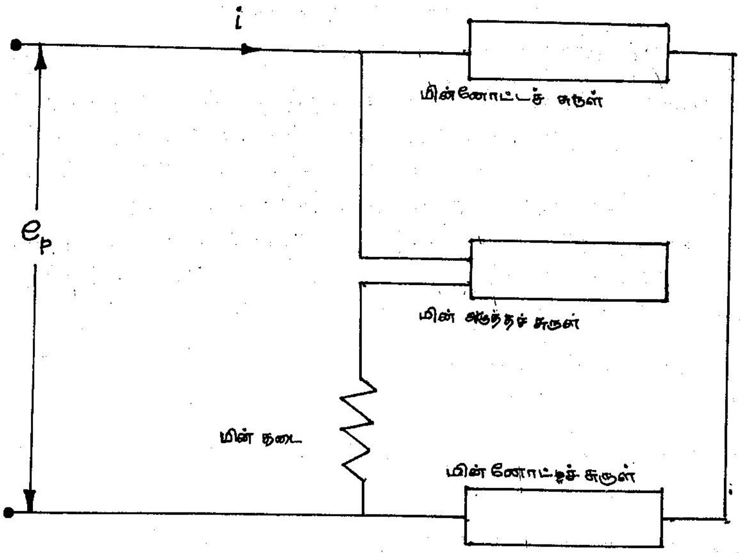
அ. தொங்கும் சுருள் முறுக்கு கருவிகள் (Suspebded coil torsion instrument)

ஆ. சுழற்சித்தானம் அமைந்த சுருள், நேரடிக்காட்டும் கருவிகள். (Pivited Coil direct indicating type)

தொங்கும் சுருள் முறுக்கு கருவிகள் முதலியவை பெருமளவில் படித்தரத் திறனளவிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இவற்றின் இரு சுருள்களில் ஒன்று நிலையானதாகவும், மற்றொன்று நகரக்கூடியதாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நிலைச் சுருள் மின்னோட்டச் சுருளாகவும், இயங்கு சுருள் மின் அழுத்தச் சுருளாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே, நிலைச் சுருளில் சுற்றின் மின்னோட்டமும், இயங்கு சுருளில் மின் அழுத்தத்திற்கு விகித இணையிலுள்ள மின்னோட்டமும் பாயும், மின் அழுத்தச் சுருளுடன் ஒரு பெரும் மின் நிலைமம் கலவாத மின்தடை, தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

படம் 40-8இல் இயங்களவி வகைத் திறனளவியின் இணைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4-08

4-04. இயங்கிரும்பு வகைக் கருவிகள் (Moving Iron Instrument)

இக்கருவிகளில் இரண்டு அடிப்படை வகைகள் உண்டு.

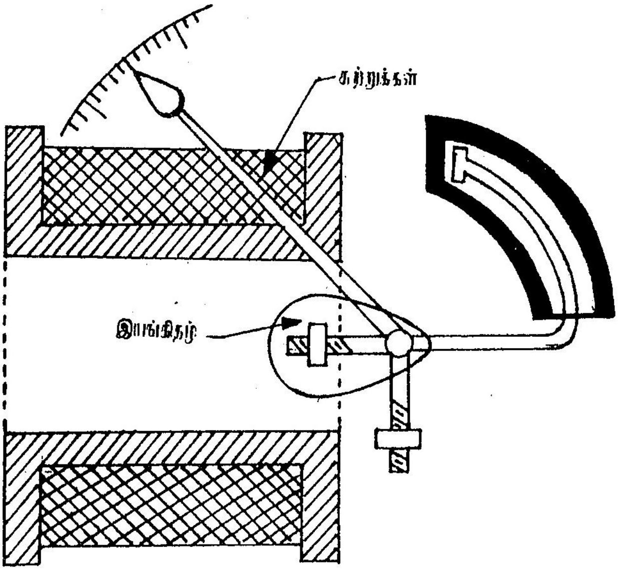
அ. கவர்ச்சி வகை (Attraction type)

ஆ. எதிர்த்துத் தள்ளும் வகை (Repulsion type)

4-04-01. கவர்ச்சி வகை (Attraction type):

சிறிய, மெல்லிய இரும்புத் துண்டைக் காந்த மண்டலத்தின் அருகில் கொண்டு சென்றால் இரும்புத் துண்டு உள்நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. இந்த அடிப்படைத் தத்துவத்தைக் கொண்டு இவ்வகைக் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. படம் 4-09இல் காட்டியுள்ளது போன்று ஒரு சுருளில் மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது அதனுள் காந்தப் புலன் ஏற்படுகிறது. ஒரு சிறிய முட்டை போன்ற வெளிவரையுடைய (Oval Shape) தேனிரும்புத் துண்டு, சுருளிற்கு அருகில் இருதாங்கிகட்கு இடையில் சுழலச்சில்

பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. குறிமுள் ஒன்றும் ஊடச்சில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், இரும்புத் துண்டு உள்நோக்கி நகரும் பொழுது, குறிமுள் அளவு குறிகளின் மேல் நகர்கிறது. குறிமுள்ளின் விலக்கம், சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவைப் பொறுத்தது. மேலும் சுருளின் மின்னோட்டம் எந்தத் திசையில் இருந்தாலும் இரும்புத்துண்டு உள்நோக்கியே கவர்ந்திழுக்கப் படுகிறது. எனவே, இக்கருவிகள், நேர் மின்சாரம் மற்றும் மாறு மின்சாரம் இரண்டிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 4-09 இல் காட்டியுள்ள அமைப்பில் ஒடுக்கல் விசை, காற்று உராய்வு ஒடுக்கல் மூலமாகவும், கட்டுப்படுத்தும் விசை ஈர்ப்புக் கட்டுப் படுத்தலின் மூலமாகவும் பெறப்படுகின்றன.

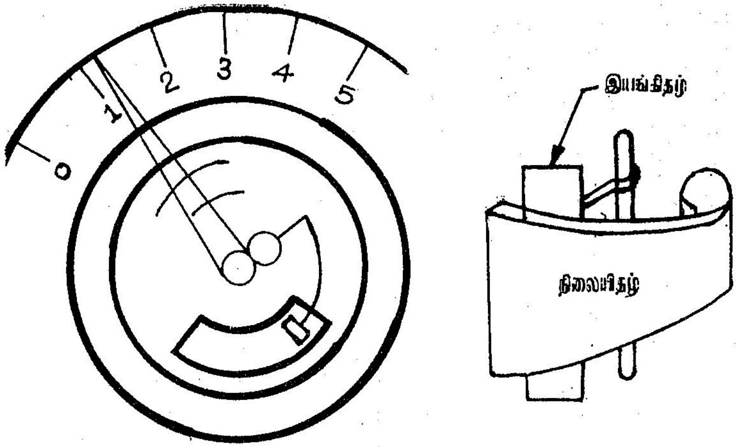


படம் 4-09.

4-04-02. எதிர்த்துத்தள்ளும் வகை (Repulsion type):

இவ்வகைக் கருவியின் அமைப்புப் படம் 4-10இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. கம்பிச் சுருளின் நடுவில் இரண்டு தேனிரும்புச் சட்டங்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக வைக்கப்

பட்டிருக்கின்றன. ஒன்று நிலையானது; மற்றொன்று நகரக் கூடியது; நகரக்கூடிய இரும்பு சுழலச்சுடன் பொருத்தப் பட்டுள்ளது.



படம் 4-10.

மின் ஒட்டமானியானால், அளக்கப்படவேண்டிய மின்னோட்டமும், மின் அழுத்தமானியானால் மின் அழுத்தத்திற்கு விகித இணையிள்ள மின்ஓட்டமும் சுருளின் வழியாகப் பாயும். சுருளில் மின் ஓட்டம் பாயும்பொழுது, காந்தப் புலன் உண்டாகி, இரண்டு சட்டங்களும் ஒரே மாதிரியாகக் காந்தப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரே துருவங்கள் ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகிச் செல்லும் என்ற தத்துவத்தின்படி நிலையிதழினால் இயங்கிதழ் எதிர்த்துத் தள்ளப் படுகிறது. இவ்விலக்கம் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் வலிமையைப் பொறுத்தது. இயங்கிதழ் ஊடச்சில் இணைக்கப் பட்டிருப்பதால் ஊடச்சில் சுழற்சி ஏற்பட்டு இத்துடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும் குறிமுள்ளும் நகர்த்தப்படுகிறது. மின் ஓட்டத்தின் திசை எதுவாக இருந்தாலும் சட்டங்கள் (Bar) ஒரே மாதிரியாகக் காந்தப்படுத்தப்படுவதால் ஊடச்சின் சுழற்சி ஒரே திசையில்

கிடைக்கிறது. எனவே, இக்கருவிகளை நேர் மின்னோட்டம், மாறு மின்னோட்டம் இரண்டிற்குமே பயன்படுத்தலாம். படம் **4-10**இல் காட்டியுள்ளதைப் போன்று ஒடுக்கல் விசை, காற்று உராய்வு ஒடுக்கலின் மூலமாகவும், கட்டப்படுத்தும் விசை ஈர்ப்புக் கட்டுப்படுத்தலின் மூலமாகவும் பெறப்படுகின்றன.

இயங்கிரும்புக் கருவிகளில் ஏற்படும் பிழைகளை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அ. நேர் மின்னோட்டம் மற்றும் மாறு மின்னோட்டங்களினால் ஏற்படும் பிழைகள்.

ஆ. மாறு மின்னோட்டத்தினால் மட்டும் ஏற்படும் பிழைகள்.

நேர் மின்னோட்டம் மற்றும் மாறு மின்னோட்டங்களில் ஏற்படும் பிழைகளாவன:

இயங்கிரும்புப் பகுதிகளால் ஏற்படும் தயக்க இழப்பினால், அளவீடுகளில் வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகைத் தயக்க இழப்பைப் போக்க, தயக்க இழப்பு மிகவும் குறைவான முமெட்டல் (Mumetal) அல்லது பர்மல்லாய்- சி (Permalloy-C) என்ற உலோகங்களை பயன்படுத்த வேண்டும்.

வெளிக் காந்தப் புலங்களினால் (Stary magnetic fields) தவறான அளவீடுகளைக் காண நேரிடும் - இப்பிழைகளைப் போக்க இரும்புக் கவசங்களைப் பயன்படுத்திக் காந்தத் தடுப்புச் (Magnetic screening) செய்ய வேண்டும். மாறு மின்னோட்டத்தினால் மட்டும் ஏற்படும் பிழையானது, அலைவெண் பிழையே ஆகும். அலைவெண்கள் மாறுபடுவதினால் சுருளின் மின் மறுப்பு மாறுபடுகிறது. மற்றும் சுழல் ஓட்டத்தின் அளவும் மாறுபடுகிறது. இந்த மாறுதலால் பிழைகள் ஏற்படுகின்றன. மின்தடைக்கு இணையாகத் தகுந்த சரியான மதிப்புள்ள, ஒரு மின் தேக்கியை இணைப்பதின் மூலம் இப்பிழைகளைத் தவிர்க்கலாம்.

இக்கருவிகளின் நல்விளைவுகளாவன:

அ. நேர் மற்றும் மாறு மின்னோட்டங்கள் இரண்டிற்குமே இக்கருவியைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆ. இக்கருவிகளின் விலக்கும் சுழற்றுமை மிக அதிகம்.

இ. இக்கருவிகள் மலிவானவை; நம்பகமானவை (Reliable); மேலும் அதிகத்திறன் உள்ள அமைப்புகட்கும், குறைந்த அலைவெண் கொண்ட அமைப்புகட்கும் ஏற்றவை.

ஈ. இயங்கும் பாகங்கட்கு மின்னோட்டம் தேவையில்லாததால், இக்கருவிகள் உறுதிவாய்ந்தவை (Robust).

அல்விளைவுகளாவன:

அ. தயக்கம் பிழை மற்றும் காந்தப் பிழைகள் உண்டாகின்றன.

ஆ. அளவீடுகள் ஒரே சீரானவையாக இரா.

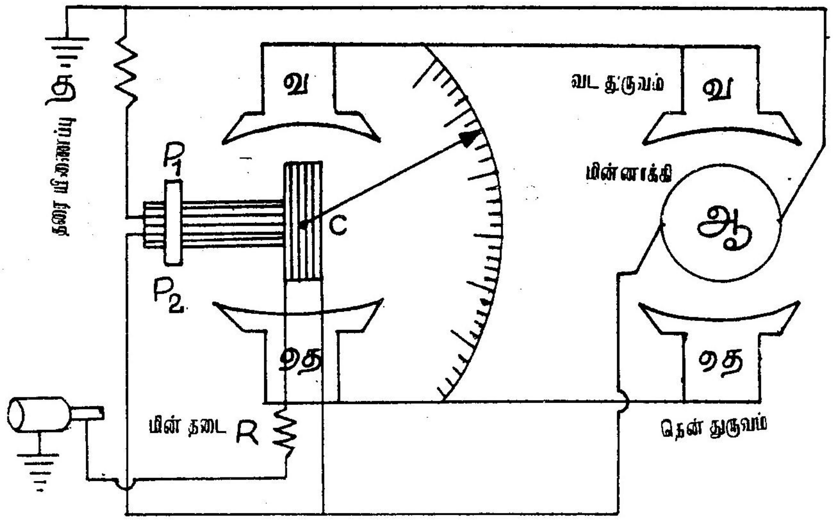
இ. மாறுமின்சாரத்தில் பயன்படுத்தும்பொழுது எந்த அலை வெண்ணிற்கு அளவீடு (Calibration) செய்யப்பட்டிருக்கிறதோ, அந்தக் குறிப்பிட்ட அலைவெண்ணில் மட்டுமே சரியான அளவீடுகளைக் காண்பிக்கும்.

ஈ. வெப்ப நிலை அதிகரிப்பதால் முடி வில்களின் (Hair springs) விறைப்பு (Stiffness) குறைந்துவிடும்.

4-05. தடையாற்றல் மானி (Megger):

ஒரு இலட்சம் ஓம் மற்றும் அதற்கு அதிகமான உயர் மின்தடைகளையும், காப்பிடல்களின் (Insulation) தடையையும் சுற்றுகளின் தொடர்ச்சியையும் (continuity) கண்டுபிடித்து மின் அமைப்புகளின் குறைகளைப் போக்கவும், மின் இணைப்புகளின் பழுதுகளைக் கண்டுபிடிக்கவும் பயன்படும் கருவியே, தடையாற்றல் மானி ஆகும்.

தடையாற்றல் மானியின் படம் 4-11இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதைப் பயன்படுத்தித் தடையின் அளவை முகப்புத் தகடுகளின் மேல் நகரும் குறிமுள்ளின் உதவிகொண்டு நேரிடையாகக் கண்டு கொள்ளலாம். இதற்கு எந்தவிதக் கணக்கீடுகளும் தேவையில்லை. தடையாற்றல் மானியில் இரு வகைகள் உண்டு. ஒன்று கையால் சுழற்றும் வகை (Hand driven type), மற்றொன்று மின்னோடியால் இயங்கும் வகை (Motor driven type).



படம் 4-11.

மின் அழுத்தச்சுருள் மின்னோட்டச்சுருள் இரண்டு மின்னாக்கிக்கு இணையாக இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மின் அழுத்தச் சுருள் நிலையானது; மின்னோட்டச் சுருள் நகரக் கூடியது; குறிமுள் மின்னோட்டச் சுருளுடன் இணைக்கப்பட்டு, முகப்புத் தகட்டின் மேல் நகரும்படியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இரு சுருள்கட்கும் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் ஒன்றாக இருப்பதால், இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்தடைகளின் விகிதத்தைப் பொறுத்துக் குறிமுள் அசைவுறுகிறது. மின்வடம் ஒன்றில் (Cable) காப்பின் தடையை அளப்பதற்கான படம் (4-11) மேலே காட்டப்பட்டுள்ளது.

பயிற்சி வினாக்கள்

4-1. காட்டும் கருவிகளின் இயக்கத்திற்குத் தேவையான மூவகை விசைகளையும் விவரிக்க.

4-2. கட்டுப்படுத்தும் விசையின் இரு முறைகளையும் படத்துடன் விளக்குக.

4-3. ஒடுக்கல் விசையின் ஏதேனும் இரு முறைகளைப் படத்துடன் விளக்கு.

4-4. இயங்குசுருள், நிலைத்த காந்த வகைக் கருவிகளின் கட்டுமானம் மற்றும் தத்துவம் பற்றிப் படத்துடன் விளக்குக. (மகா.ப. கழகம், நவம். 81).

4-5. இயங்கிரும்பு வகைக் கருவிகளின் கட்டுமானம் மற்றும் தத்துவத்தைப் படத்துடன் விளக்குக. இதில் எந்த வகை ஒடுக்கல் பயன்படுத்தப்படுகிறது? (ம.பா.க.ப. கழகம், ஏப்ரல் 82).

4-6. இயங்கு சுருள் நிலைத்த காந்தவகை, மின்னோட்ட மானியின் கட்டுமானம் மற்றும் தத்துவத்தைப் படம் வரைந்து விளக்குக. இந்த முன்னோட்ட மானியை மின் அழுத்தமானியாக்கும் மாற்று முறையை விளக்குக; (மகா.ப. கழகம், ஏப்ரல் 82).

4-7. அ. இயங்கு சுருள் மின் அழுத்தமானியின் கட்டுமானத்தைப் படத்துடன் விவரிக்க.

ஆ. இயங்கு சுருள் கருவியை மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் பயன்படுத்த இயலுமா? ஏன்? (ம.கா.ப. கழகம், டிசம்பர் 81).

4-8. அ. இயங்ளவி வகைத் திறனளவியின் படம் வரைந்து, அது வேலை செய்யும் தத்துவத்தை விளக்குக.

ஆ. இது மாறு மின்னோட்டம் மற்றும் நேர்மின்னோட்டம் இரண்டிலும் பயன்படும் என்பதை விளக்குக. (ம.கா.ப.கழகம், நவ. 82).

4-9. இயங்களவி வகைத் திறனளவியின் படம் வரைந்து அது வேலை செய்யும் தத்துவத்தை விவரிக்க. (ம.கா.ப. கழகம், நவ. 82, ஏப்ரல் 82).

4-10. தடையாற்றல் மானி வேலை செய்யும் விதத்தைப் படத்துடன் விளக்குக. (ம.கா.ப. கழகம், ஏப்ரல் 82, நவ. 81, டிசம்பர் 81).

இயல் – 5

திறன் அமைப்பு

(Power System)

5-01 மின் ஆற்றலின் மூலம் (Source of Electrical Energy)

பெருகி வரும் மக்கள் தொகையின் தேவைகளை நிறைவு செய்ய, . மின் ஆற்றலும் அதிகமாகத் தேவைப்படுகிறது. அந்த ஆற்றலைத் தரக்கூடிய மூலங்கள் நாளுக்கு நாள் அரிதாகிக் கொண்டு வருவதோடு, இன்றைய தேவைகளை நிறைவு செய்யப் போதாதவைகளாகவும் இருந்து வருகின்றன. அதிக அளவில் மின் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யத் தேவைப்படும் மூலங்களாவ, தண்ணீர், நீராவி, டீசல் எண்ணெய், மற்றும் அணுக்கரு ஆற்றல்கள் ஆகும். மற்ற மூலங்களாவன கதிரவன் ஆற்றல் (Solar Energy), கடலோதத் திறன் (Tidal Power) மற்றும் காற்றுத் திறன் (Wind Power) முதலியன ஆகும். அண்மைக் காலத்தில் வெப்பச் சக்தியை நேரடியாக மின் சக்தியாக மாற்றும் காந்த உள் இயங்கு வெப்பாலை அமைப்பு (Magneto--hydro dynamic system) பொறியாளர்களின் கவனத்தை ஈர்த்திருக்கிறது. பொறியியல் மற்றும் தொழில் நுட்பச் (Technical) சூழ்நிலைகளையும், பொருளியல் (Economy) செயலெளிமைகளையும் (Feasibility) பொறுத்துத்தான் குறிப்பிட்ட இடத்தில், குறிப்பிட்ட மின் உற்பத்தி முறையைத் தேர்ந்தெடுக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாக அனல் மின் நிலையங்

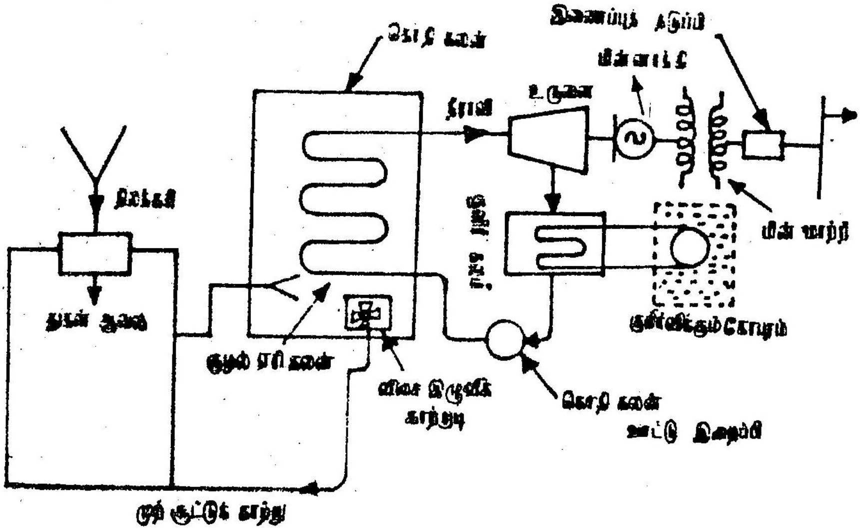
களைக் (The ermal Power Stations) குறிப்பிட்ட ஓர் இடத்தில் நிறுவ வேண்டுமானால் அந்த இடத்தைச் சுற்றிலும் அதிகமான அளவுக்கு நிலக்கரி உற்பத்தியோ டீசல் எண்ணெய் உற்பத்தியோ இருக்க வேண்டும். இதேபோல் நீர் மின் நிலையங்களைப் பெரிய அளவிலான நீர்த்தேக்கங்கட்கு அருகில் மலைச் சரிவுகட்குப் பக்கத்தில், அதிகமாக மழை பெய்யும் இடங்களில் மட்டும்தான் அமைக்க இயலும். பொதுவாக மேலே சொல்லப்பட்ட வசதிகள் ஏதும் இல்லாத இடங்களில் அணுக்கரு மின் உற்பத்தி நிலையங்களை (Nuclear Power Stations) அமைக்கலாம். எனவே, மின் உற்பத்திக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் இடம் மின் உற்பத்தி முறையைப் பொறுத்தது.

5-01. மின் உற்பத்தி (Generation of Electricity)

மேற்கண்ட உற்பத்தி முறைகளில் அனல் மின் உற்பத்தி, நீர் மின் உற்பத்தி மற்றும் அணுக்கரு மின் உற்பத்தி ஆகிய முறைகள் அதிகமாகப் புழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றன.

5-02-01. அனல் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் (Thermal Power Stations)

அனல் மின் உற்பத்தி நிலையங்களில் உள்ள மின்னாக்கிகள், நீராவி உருளி (Steam turbine) யிலிருந்து கிடைக்கும் எந்திர சக்தியை மின் சக்தியாக மாற்றிக் கொடுக்கின்றன. நீராவி எந்திரத்தை இயக்குவதற்குத் தேவையான நீராவி நிலக்கரியை எரித்து (Combustion) அல்லது எண்ணெயை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தித் தண்ணீரை வெப்பப்படுத்திப் பெற வேண்டி யிருக்கிறது. நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தி மின்சக்தியை உருவாக்கும் ஒரு அனல் மின் நிலையத்தின் தரைப்படம் (Layout) அல்லது வழிப்படம் (Line diagram) படம் **5-01**இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 5-01.

இந்த இட நிலை வரைபடத்தில் (Schematic diagram) நிலக்கரியிலிருந்து தொடங்கி மின்மாற்றி வரையிலான துணைக் கருவிகள் யாவையும் வரிசைப் படுத்திக் காட்டப்பட்டுள்ளன. நிலக்கரி முதலில் துகள் ஆலையினுள் (Pulverising mill) செலுத்தப் பட்டு முன் துகள்களாக்கப்படுகிறது. பின்னர், கொதிகலனுக்குச் (Boiler) செலுத்தப்படுகிறது. இத்துகள் எரிவதனால் உண்டாகும் வெப்பத்தைப் பயன்படுத்திக் கொதிகலனில், உயர் அழுத்த (High pressure) நீராவி உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இந்த நீராவி உருளையின் (Turbine) அலகுகளில் (blade) செலுத்தப்படும்பொழுது வெப்பச் சக்தி எந்திர சக்தியாக (Mechanical energy) மாற்றப் படுகிறது.

உருளையுடன், மின்னாக்கி (Generator) இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இதுபோது உருளை முதன்மை இயக்கியாகச் (Prime mover) செயல்படுகிறது. மின்னாக்கி எந்திர சக்தியை மின் சக்தியாக மாற்றுகிறது. மின்சக்தி மின் மாற்றிகளின் மூலம் அதிக

மின் அழுத்தமுள்ளதாக மாற்றப்பட்டு, இணைப்புத் தடுப்புகளின் (Circuit breaker) மூலமாக, மின்னேகிகட்குச் (Busber) கொடுக்கப் பட்டு பிரித்தளிக்கப்படுகிறது.

உருளையை நீராவி இயக்கும் பொழுது நீராவி விரிவடைகிறது (Expands). இதனால் நீராவியின் அழுத்தம் குறைந்துவிடுகிறது. தன்னுடைய பயனுள்ள பணியை முடித்தபின், நீராவி குளிர் கலனுக்குள் (Condenser) செலுத்தப்படுகிறது. இக்கலன் குளிர்க் கோபுரங்களின் (Cooling Towers) உதவியுடன் நீராவியைக் குளிர் வித்து மீண்டும் நீராக்கிக் கொதிகலன் ஊட்டு இறைப்பியின் (feed pump) மூலமாகத் திரும்பவும் கொதிகலனுக்குள் செலுத்தப் படுகிறது. இவ்வாறு செலுத்தப்படும் தண்ணீர் ஒரளவிற்கு உயர் வெப்ப நிலையில் இருக்கும். இவ்வாறு செய்வதால் கொதி கலனின் இயக்கு பயனுறு திறன் (Thermo dynamic efficiency) அதிகரிக்கப்படுகிறது.

இந்த வகை மின் உற்பத்தியின் மொத்தப் பயனுறு திறன் 25இலிருந்து 40 விழுகாட்டிற்குள்தான் இருக்கிறது. இது மிகவும் குறைவே. எரிபொருள்களினால் உண்டாகும் வெப்பப் பயனுறு திறன் (Thermal efficiency) அதிகப்படுத்தப் பயன்படுத்தும் நீராவியின் அழுத்தத்தையும், வெப்ப நிலையையும் உயர்த்த வேண்டும். நீராவி உருளையின் பயனுறு திறனை அதிகப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்பட்ட நீராவியினை மறு சூடுபடுத்த (Reheat) வேண்டும். மொத்தப் பயனுறு திறனை அதிகப்படுத்த, உயர் வெளியிடுதிறன் கொண்ட மின்னாக்கிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

இவ்வகை நிலையங்கட்காக, இடத்தைத் தெரிவு செய்யும் பொழுது, கீழ்க்கண்ட காரணக் கூறுகளை (factor) மனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. நிலையங்கள், பிரித்தளிப்பிற்கு வசதியாக மையத்தில், அதாவது சுமைப்பகுதியின், புவியீர்ப்பு (Center of gravity) மையத்தில் அமைந்திருந்தால், பிரித்தளிப்புக்கான செலவு குறையும்.

2. குளிர்கலனை இயக்க அதிக அளவு தண்ணீர் தேவைப் படுகிறது. குளிர்க் கோபுரங்களை ஆற்றுக்குப் பக்கத்தில் ஒரு நீர்த் தேக்கத்திற்கு நடுவில் அமைக்க வேண்டும்.

3. நிலக்கரி மையங்கள் தூரத்தில் இருப்பின் போக்கு வரத்து வசதி செய்யப்படவேண்டும்.

முதன்மை இயக்கியாகப் பயன்படும் நீராவி உருளைகளில் இரு வகைகள்உண்டு.

1. தூண்டுகை உருள் (Impulse Turbine)
2. எதிர் வினை உருள் (Reaction Turbine)

நீராவியின் அழுத்தம் மற்றும் வேகத்தை நகரும், மற்றும் பொருந்திய (fixed) அலகுகளைக் கொண்டு கட்டுப்படுத்தும் முறை களில் மேற்சொன்ன இரண்டு வகை உருளிகளும் மாறுபடுகின்றன.

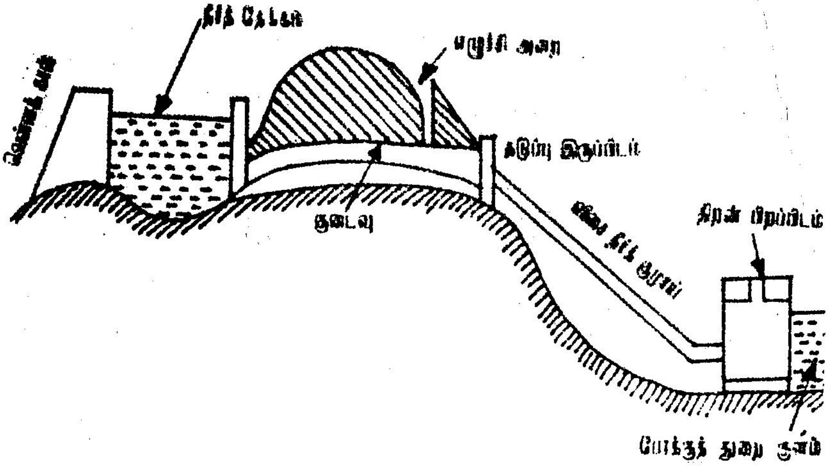
நிலக்கரியினால் இயங்கும் நீராவி மின் நிலையங்கள், சுற்றுப் புறங்களை மாசுபடுத்தி (Pollution) விடுகின்றன. புகைபோக் கியிலிருந்து (Chimny) வெளிவரும் வாயுக்களில் அடங்கியுள்ள கந்தக உயிரகை (Sulpher Oride) போன்ற வேதிப் பொருள்கள், காற்றை மாசுபடுத்தி விடுகின்றன. மேலும், குளிர் கலனிலிருந்து வெப்பம் தண்ணீருக்கு மாற்றப்படும் பொழுது சுற்றுப்புறங்கள் வெப்ப மாசுபடுத்தலுக்கு உட்படுகின்றன. காற்றுமாசுபடுதலை வீழ்படிவு(Precipitator) மற்றும் பிரித்தகற்றிகளின் (Scrubbers) மூலம் குறைக்கலாம்.

5-02-02. நீர் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் (Hydro electric generation)

மின் உற்பத்தி முறைகளில், எளிய மற்றும் பழைய முறை யானது நீர்மின்உற்பத்தி முறையாகும். இதில் நீரின் இயக்கு சக்தி (Potential energy) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தச்சக்தி எந்த வித இயக்கச் செலவில்லாமலும் (Running Cost), சுற்றுப்புறங்களை மாசுபடுத்தாமலும் கிடைக்கிறது. இது போன்ற நிலையங்களை அமைக்கக் கட்டிடம் எந்திரங்கட்கான முதலீடுகள் அதாவது நிலை

முதல் வளர்ச்சிக்கான முதலீடுகள் (Capital Cost) மிக அதிகமாகும். இந்த வகை நிலையங்களைக் கட்டி முடிப்பதற்கான கால வரம்பும் அதிமாகும். இவ்வகை நிலையங்கள், பல வகைப் பயன்களை கருத்தில் கொண்டு உருவாக்கப்படுகின்றன. ஆற்று வெள்ளப் போக்கைக்கட்டுப்படுத்தல், நீர்ப்பாசன, மற்றும் குடிநீரைச் சேமித்து வைத்தல், முதலியவைகள் இந்தப்பயன்களில் சிலவாகும்.

நீர் மின் உற்பத்தி நிலையத்தின் வழிப்பட அமைப்புப்படம் 5-02 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 5-02.

மேல் நீர்த் தேக்கத்திற்கும், போக்குத்துறைக்கும் (Tail race) இடைப்பட்ட செங்குத்து (Vertical) உயரம்தான் நீர்ம உயரம் (Head) ஆகும்.

நீர் மின் உற்பத்தி நிலையங்களில் மூன்று வகை உண்டு. முதல் வகையில் ஆற்று ஓட்டத்தின் திசையிலேயே உருளிகளை இயங்கச் செய்தல். இதற்குத் தாழ்வ நீர்ம உயரம் (Lowhead) என்று

பெயர். இதற்குக் காப்ளான் உருளி (Kaplan Turbine) பயன்படுத்தப் படுகிறது.

இரண்டாம் வகை சிறிய செய்குள (Pond) வகையாகும். ஆற்றின் குறுக்கே அணையைக் கட்டி நீரோட்டத்தைத் தடுத்து நிறுத்திக்குடைவுகளின் (Tunnel) மூலமாக நீரை உருளிகட்குள் செலுத்தி இயங்கச் செய்தல், இதற்கு இடைநிலை நீர்ம உயரம் (Medium head) என்று பெயர். இதில் பிரான்சிஸ் உருளி (Francis Turbine) பயன்படுத்தப்படுகிறது. மூன்றாவது வகையில் நீர்த் தேக்கத்திலிருந்து நீரை விசை நீர்க் குழாய்கள் மூலம், உருளிகட்குள் செலுத்தி இயங்கச் செய்தல், இதற்கு மிகை நீர்ம உயரம் (High head) என்றுபெயர். அதிகத் திறன் உற்பத்திக்கு மிகை நீர்ம உயரத்தையே பயன்படுத்துகிறார்கள். அதில் பெல்டன் (Peltor Whool) உருளை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சுற்றுப்புறச்சூழ்நிலைகட்குத் தக்கவாறு இந்நீர்ம உயரங்கள் (Head) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தொடர் நிலையங்களும் சில இடங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன. அதாவது ஒரு நிலை யத்திலிருந்து வெளிவிடப்படும் தண்ணீர் அதற்கடுத்த நிலை யத்திற்கு உள்ளிடப்படும் தண்ணீராகச் செயல்படுகின்றன. இவ்வகை அமைப்புள்ள நிலையங்கள், நமது தமிழ் நாட்டில் நீலமலைப் (Ooty) பகுதிகளில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

அலையின் ஆற்றலை ஒரு கால்வாய்க்குள் (Channel) செலுத்தி இதன் மூலம் உருளிகளை இயங்கச் செய்யும் முறை இன்னும் ஆராய்ச்சிப்பருவத்திலேயே இருந்து வருகிறது.

மற்றும் இறைத்துச் சேமிக்கும் (Pumped Storage) மின்உற்பத்தி நிலையங்கள் அண்மைக்காலங்களில் பயன்பாட்டிற்கு வந்து கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வகை நிலையங்களில் மேல்நீர்த் தேக்கம் என்றும், கீழ்நீர்த்தேக்கம் என்றும் இரண்டு தேக்கங்கள் உண்டு. திருப்பு நிகழ்ச்சியுடைய (Reversible Process) எந்திரங்க ளாவன. உருளை மின்னாக்கி இணைகள், மின்னோட்டி இறைப்பி இணையாகவும் செயல்படக் கூடியவைகள் ஆகும். முழு நிறைச் சுமையை ஆறு அல்லது எட்டு மணி நேரத்திற்கு உற்பத்தி செய்யக் கூடிய அளவிற்கான தண்ணீர் மேல்நீர்த் தேக்கத்தில் சேமித்து

வைக்கப்பட்டிருக்கும் சுமை சிகர மதிப்பில் (Peak Value) இருக்கும் பொழுது எந்திர இணைகள் உருளை மின்னாக்கியாகச் செயல் பட்டு மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்கிறது. சுமை குறைவான நேரங் களில், எந்திர இணைகள், மின்னோடி இணைப்பியாகச் செயல்பட்டுக் கீழ்த்தேக்கத்திலுள்ள தண்ணீரை மேல்தேக்கத்திற்கு இறைத்து அனுப்பிவைக்கிறது. இதுபோது மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கிகள், ஒத்தியங்கு மின்னோடிகளாகச் செயல்படுகின்றன. மற்றும் உருளைகள், அறைப்பிகளாகச் செயல்பட்டுத் தண்ணீரை அறைத்து மேல் செலுத்துகின்றன. மின்னாக்கியாக இயங்கும் பொழுது இதற்குத் தேவையான திறனை அருகில் உள்ள திறன் வலைப்பின்னல் (Power net work) களிலிருந்து எடுத்துக் கொள்கிறது.

இவ்வகை நிலையங்களின் மொத்தப்பயனுறுதிறன் 60லிருந்து 70 விழுக்காடுவரை இருக்கும். இதனுடைய கூடுதல் நல்விளை வானது மின்னாக்கிஒத்தியங்கும் மின்னோடியாகச் செயல் படும்பொழுது, திறன் வலைப் பின்னலின் திறன் கூறை அதிகப் படுத்திக் கொடுக்கிறது. இவ்வகை நிலையங்கள் ஆந்திர மாநிலத் திலுள்ள நாகார்ச்சுன சாகரிலும், தமிழ்நாட்டில் காடப்பாறையிலும் உள்ளன.

நீர் மின் உற்பத்தி நிலையங்களை, விரைவில் தொடங்கி விடலாம். மேலும், எந்திரங்கள் இயங்காமல் இருக்கும்பொழுது இந்நிலையங்கட்கு எவ்வித இழப்பும் ஏற்படுவதில்லை. நிலை முதல் வளர்ச்சிக்கான செலவீடுகள் இவ்வகை நிலையங்கட்கு மிக மிக அதிகமாகும். ஆனால் இயக்கச் செலவோ மிகவும் குறைவு.

5-02-03. அணுமின் உற்பத்தி நிலையம் (Neuclear Power Station)

நிலக்கரி, மற்றும் எண்ணெய் போன்ற இயற்கை வளத்தின் இருப்புகள் (Reserves) உலகில் மிகவும் குறைவு. மிக வேகமான வளர்ந்துவரும் மனிதனுடைய தேவைகள் மற்றும் தொழிற்சாலைகள் யாவும் இந்த இருப்புகளை விரைவில் அழித்துவிடக்கூடும். எனவே, மின்திறன் உற்பத்திக்குப் புதியவகை மூலகங்களைக்

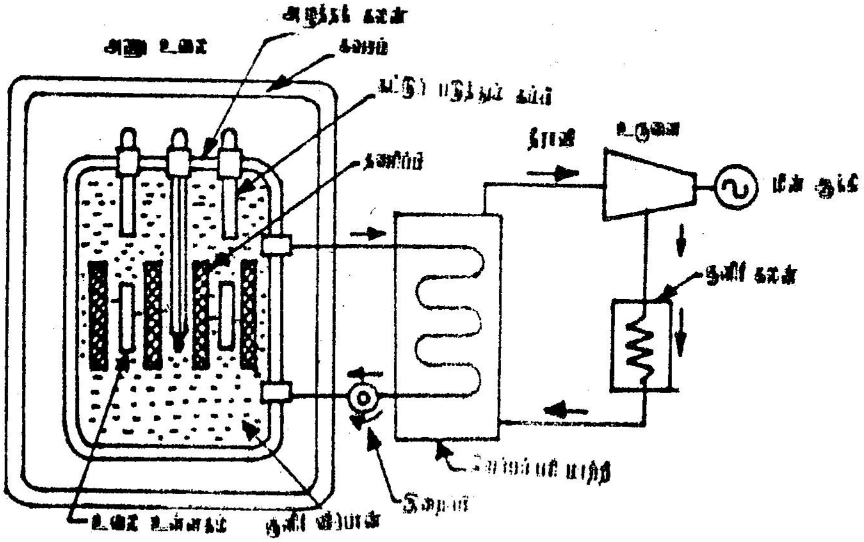
(Sources) கண்டுபிடித்துக் கையாள வேண்டிய சூழ்நிலையில் இருக்கிறோம். இப்புதிய வகை மூலங்களில் அணுக்கரு (Nucleus) ஒன்றாகும். ஒரு கிலோகிராம் எடையுள்ள அணுவில் 2,750,000 கிலோ எடையுள்ள நிலக்கரியில் கிடைக்கும் வெப்பச் சக்தி கிடைக்கிறது. எனவே, அணுக்கரு சக்தி மிகவும் திறமை வாய்ந்தது.

அணுக்கரு மின் உற்பத்தி நிலையம் என்பது, அனல் மின் நிலையத்தைப் போன்றதே. அனல் மின்நிலையத்தில் உள்ள, நீராவிக் கொதிகலனுக்கு (Steam boiler) மாற்றாக, அணுக்கரு மின் உற்பத்தி நிலையத்தில் அணுக்கரு வினைக்கலம் (Neuclear Reactor) அல்லது அணு உலை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இருப்பினும் சில முக்கிய அடிப்படை வேறுபாடுகள் வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. நிலக்கரியை ஒப்பிடும்பொழுது மிகமிகக் குறைந்த அளவு எரிபொருளே தேவைப்படுகிறது. ஆனால் அணுக்கரு எரிபொருள் எரிதலைக் கட்டுப்படுத்துவதென்பது மிகவும் சிக்கலானது. அணுக்கருப் பிளவின் போது (Fission) கதிரியக்க வெப்பக் கதிர்வீச்சும் (Radio active radiat) நடைபெறுவதால், இது உயிரினங்கட்கு ஆபத்தை விளைவிக்கிறது. எனவே, இந்தக் கதிர்வீச்சைக் கட்டுப்படுத்தும் அளவிற்குத் தனிவகையான கவச (Shellding) ஏற்பாடுகள் செய்ய வேண்டும். இவ்வகையான எரி பொருள் மிகவும் விலை உயர்ந்ததாக இருப்பதால், இவ்வகை நிலையங்கள் அதிகமாக உருவாகவில்லை. மேலை நாடுகளில் தற்சமயம் இவ்வகை நிலையங்கள் அதிகமாகப் புழக்கத்தில் வரத் தொடங்கியுள்ளன. நமது இந்தியாவிலும் (தாரப்பூர்) (மகாராஷ்டிரா) கோட்டா (ராஜஸ்தான்) மற்றும் கல்பாக்கம் (தமிழ்நாடு) ஆகிய இடங்களில் அணுமின் நிலையங்கள் நிறுவப்பட்டுச் செயலாற்றி வருகின்றன.

அணுக்கருப்பிளவை (Nuclear fission) கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம். ஒரு மின் அணு (Atom) நொதுமம் (Neutron) ஒன்றை தன்னகத்தே ஈர்த்துக் கொண்டபின், நிலையற்றதாக (unstable) மாறிப் பின்னர் சிறிய துகள்களாகப் பிளந்து விடுகிறது. இந்த நிகழ்ச்சியில் தொடக்கத்தில் இருந்து அணுவில் உள்ள சில பகுதிகள் மறைந்து வெப்பமாகவும் மற்றும் கதிர்

வீச்சாகவும் உருவெடுக்கிறது. இந்த வழியில் உண்டாகும் வெப்பமே மின் திறன் உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறன.

அணுக்கரு உற்பத்தி நிலையத்தில் அணு உலையே (Reactor) முக்கியப் பங்கேற்கிறது. இதனுள்தான், அணுக்கருப் பிளவின் தொடர் மறுவிளைவு (Chain reaction) ஏற்பட்டு வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகிறது. குளிர்விப்பான்களின் மூலமாக வெப்பம் வெப்ப மாற்றிக்கு (Heat exchanger) எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அதனுள் உள்ள தண்ணீர் நீராவியாக மாற்றப்படுகிறது. நீராவி உருளிக்குள் செலுத்தப்பட்டு உருளி இயங்கும் பொழுது இதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்னாக்கி சுழன்று மின் திறனை உற்பத்தி செய்கிறது. அணுக்கரு மின் நிலையத்தின் வழிப்படம், படம் 5-03இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 5-03.

அணு உலையினுள் யூரேனியம் 235 நெதுமத்துடன் மோதும் போது அணுக்கருப் பிரிவு ஏற்பட்டு, நொதுமமும், வெப்பச்சக்தியும் வெளிப்படுகின்றன. திரும்பவும் இந்த நொது

மங்கள் தொடர் மறுவிளைவுகட்கு உட்பட்டு அதிகமான வெப்பத்தை வெளிவிடுகிறது. புதிதாக வெளிவந்த நொதுமங்கள் அணுக்கருப் பிளவையில் ஈடுபடுவதற்கு அவைகளின் வேகங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருத்தல் வேண்டும். எனவே, இந்த மறு விளைவுகள் தொடர்ந்து நடைபெற, நொதும எரிபொருள் தண்டுகள் (Neulear fuelrods) நொதும வேகத்தடுப்பிகளின் நடுவே பதிக்கப்பட வேண்டும். தண்ணீர் அல்லது கிராபைட் இவ்வகைத் தடுப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவைகட்குத் தணிப்பி (Moderator) என்று பெயர். மறுவிளைவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காக நொதுமத்தை ஈர்க்கும் (போரான் எஃகு) உலோகத்தினால் செய்யப் பட்ட தண்டுகள், அணு மூலமாக மறுவிளைவையும் கட்டுப் படுத்துகின்றன.

நல் விளைவுகள்:

இந் நிலையங்கள் காற்றை மாசு படுத்துவதில்லை.

எடை மற்றும் கன அளவைப் பொறுத்த வரையில் மிகவும் குறைந்த அளவு எரிபொருளே தேவைப்படுகிறது. எனவே, எரி பொருட்களை ஏற்றிச் செல்லுதல் இருப்பு வைத்தல், ஆகிய இடர்ப் பாடுகள் இதில் இல்லை.

அல் விளைவுகள்:

அணு உலைகள் உண்டாக்கும் கதிரியக்க (Radio active) எரிபொருள் கழிவுகள், சுற்றுப் புறங்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கின்றன.

இந்த எரிபொருட்கள் மிகவும் விலை உயர்ந்தவை, மேலும் அரிதில் கிடைப்பவைகள் ஆகும்.

நொதும மாறு விளைவை மிகக் குறைந்த அளவுக்கே கட்டுப்படுத்த இயலும். நிலை முதல் வளர்ச்சிக்கான செலவீடுகள் மிக அதிகம். ஆனால் இயக்கச் செலவோ மிகவும் குறைவு.

5-03. மின் ஆற்றல் செலுத்துகை: (Transmission of Electrical Energy)

மின் திறனமைப்பு முறையை, மூன்று முக்கியப் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. *மின்சார உற்பத்தி அமைப்பு* (Electrical generating system)
2. *மின்சாரச் செலுத்துகை அமைப்பு* (Electrical Transmission system)
3. *மின்சாரப் பகிர்ந்தளிப்பு அமைப்பு.* (Electrical distribution system)

5-03-01. மின் செலுத்துகை அமைப்பு:

மின் ஆற்றலை மொத்தமாக உற்பத்தியாகும் இடத்திலிருந்து, பகிர்ந்தளிக்கும் இடம் வரை கொண்டு செல்லும் அமைப்பிற்குச் செலுத்துகை அமைப்பு என்று பெயர்.

மின் திறன் சூழ்நிலைகட்குத் தக்கவாறு பல முறைகளில் உற்பத்தி செய்ய நிலையங்கள், மலைச் சரிவுகளிலும் அணைக் கட்டுப் பக்கத்திலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அனல் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் நிலக்கரிச் சுரங்கங்கட்குப் பக்கத்தில் அல்லது போக்குவரத்து எளிதாக உள்ள இடங்களில் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. மற்றும் அணுமின் உற்பத்தி நிலையங்களோ, பாதுகாப்பு முறைகளை அனுசரித்து, மக்கள் வசிக்கும் பகுதியிலிருந்து தொலை தூரங்களில் நிறுவப்பட்டிருக்கின்றன.

ஆகவே, இது போன்ற பல இடங்களில் உற்பத்தி செய்யப் பட்ட மின் ஆற்றலை நுகர்வோர் (Consumer) *இருக்கும் இடத்திற்குக் கொண்டு வருதல் அவசியமாகிறது. நீண்ட தூர மொத்தத் திறன் செலுத்துகை* (Long distance bulk Power Transmission) *என்பது உயர் அழுத்தச் செலுத்துகை அமைப்பதால் தான் இயலும். சில இடங்களில்* 220KV*க்கும் அதிகமான மின் அழுத்தத்தைத் தொலை தூரங்கட்குச் செலுத்துகை செய்வதற்குக் கூடுதல் உயர் மின் அழுத்த* (Extra high

voltage) செலுத்துகை அமைப்புகள் தேவைப்படுகின்றன. (Inter Connection) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

5-03-02. செலுத்துகை அடிப்படை அமைப்புகள்:

அ. உயர் மின் அழுத்த நேர் மின்னோட்ட அமைப்பு (High Voltage D.C.System)

ஆ. உயர் மின் அழுத்த மாறு மின்னோட்ட அமைப்பு (High Voltage A.C.System)

நேர் மின்னோட்ட செலுத்துகை அமைப்பின் நல்விளைவு களாவன.

1. இரண்டு கடத்திகள் மட்டும் செலுத்துகைக்குப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. தரையிணைப்பை ஒரு கடத்தியாக எடுத்துக் தொண்டால் அமைப்பில் மூன்று அல்லது நான்கு கடத்திகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

2. மின் நிலைமம் மின் தேக்குத் திறன் நிலை விலக்கம் முதலியன நேர் மின்னோட்ட அமைப்பில் இல்லை.

3. வடங்கள் (Cables) காப்பிடல்களில் (Insulation) ஏற்படும் தகைவு (Stress) நேர் மின்னோட்டத்தில் மிகவும் குறைவே.

இத்துணை நல்விளைவுகள் இருந்தபோதிலும் பயன்படுவ தற்கு ஏற்றதாக அமைந்துள்ள மூன்று நிலை மாறு மின்னோட்ட அமைப்பையே அதிகமாகப் பயன்படுத்துகிறோம். மாறு மின்னோட்ட அமைப்பின் நல்விளைவுகளாவன.

1. மாறு மின்னோட்ட அமைப்பில் 33 கி.வோ. வரை உற்பத்தி செய்யலாம். ஆனால் நேர் மின்னோட்ட அமைப்பில் 11 கி.வோ.க்கு மேல் உற்பத்தி செய்ய இயலாது.

2. மாறு மின்னோட்டத்தை நமது தேவைக்குத் தகுந்தாற் போல், உயர்வடுக்கு மற்றும் தாழ்வடுக்கு மின்மாற்றிகளைப் பயன்படுத்திக் கூட்டவோ, குறைக்கவோ இயலும். ஆனால் நேர் மின்னோட்டத்தில் இவ்வாறு கூட்டவோ குறைக்கவோ மின்னோடி

- மின்னாக்கி இணைகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும். மாறு மின்னோட்ட துணைமின் நிலையங்களை (Substation) இயக்குதலும் (Operation) மற்றும் பேணுதலும் (Maintenance) எளிது.

மாறு மின்னோட்டச் செலுத்துகையின் அல்விளைவுகளாவன.

1. செலுத்துகைக்குப் பயன்படுத்தும், தாமிரத்தின் கன அளவு (Volume) நேர் மின்னோட்டத்துக்குப் பயன்படுத்துவதைக் காட்டிலும் மிகவும் அதிகம்.

2. மின் ஓட்ட வழியில் ஏற்படும் மின் நிலைமம் மற்றும் மின் தேக்கு திறனால் மின் வழியின் (Pine) ஒழுங்கிசைவு (Regulation) மிகவும் அதிகமாகிறது.

3. புறப்பரப்பு விளைவால் (Skin effect) மின்வழி மின்தடை அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. இது மேலும் புறப்பரப்பு விளைவை, அதிகரிக்கச்செய்கிறது.

4. நேர் மின்னோட்டச் சுற்றைக் காட்டிலும் மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் மகுட விளைவு (Corona effect) அதிகமாக உள்ளது.

5. அடித்தள (Under ground) வடங்களில் மாறு மின்னோட்டம் உறை (Sheath) இழப்புகளை ஏற்படுத்துகிறது.

6. மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கிகள் யாவும் செலுத்துகை வழியில் இணைக்கப்படுமுன், ஒத்தியங்கச் செய்தல் (Synchronisation) வேண்டும்.

5-03-03. செலுத்துகை மின் அழுத்தம்:

செலுத்துகைக்கு ஏற்றது உயர் மின் அழுத்தமே. வழி இழப்பு (Line lossco) மின்னோட்டத்தின் இருமடிக்கு (Square) நேர் விகிதத்தில் இருப்பதால், (சமன்பாடு 5-01)

$$p= I^2 R \qquad ....(5\text{-}01)$$

செலுத்துகையில் மின்னோட்டத்தைக் குறைத்து அதற்கு ஈடான மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்த வேண்டும். அமைப்பின் மின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்து கடத்தியின் எடை, வழியின் பயனுறு திறன் மற்றும் வழியின் மின் அழுத்த இறக்கம் யாவும் மாறுபடுகின்றன. அதிகமான மின் அழுத்தத்தைப் பயன்படுத்திச் செலுத்துகையின் சிக்கனத்தை மேம்படுத்தினாலும், குறிப்பிட்ட ஓர் எல்லைக்குத்தான் மின் அழுத்தத்தை அதிகப்படுத்த இயலும். அதிக அளவி மின் அழுத்தம் கடத்திகளின் தாங்கமைவு (Supporting Structures) கடத்திகளின் இடைத்தூரம் மற்றும் மின்மாற்றி, இணைப்பிகள் முதலியவைகளின் அமைப்பு மற்றும் விலைகளை அதிகப்படுத்திவிடுகிறது. மேலே கூறப்பட்ட நடைமுறை மற்றும் பொருளியல் (Economical) சிக்கல்களை மனத்தில்கொண்டு கீழ்க் கண்டவாறு மின் அழுத்தங்கள் உறுதிசெய்யப்படுகின்றன.

மின்உற்பத்திக்கு 6.6, 11 அல்லது 33 கிலோ வோல்ட், முதன்மை செலுத்துகைக்கு (Primary Transmission) 66, 132, 220, 375, 330 மற்றும் 400 கிலோ வோல்ட். துணை செலுத்தகைக்கு (Secondary Transmission) 11 அல்லது 33 கிலோ வோல்ட்.

மேலும், பகிர்ந்தளிப்பிற்கு (Distribution) 6.6,11 அல்லது 33 கிலோ

5-03-04. மேல்மட்ட மற்றும் அடித்தளச் செலுத்துகைகள்:

பொதுவாக மின்திறன் செலுத்துகைக்கு மேல்மட்ட (Overhead) மற்றும் அடித்தள (under graund) அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் மேல்மட்டச் செலுத்துகையில் கீழ்க்கண்ட நல்விளைவுகள் காணப்படுகின்றன.

1. மேல்மட்டச் செலுத்துகையில், செலவு மிகவும் குறைவு.

2. அடித்தளச் செலுத்துகையில் மின் அழுத்தம் அதிகமாக வடத்தின் (Cable) விலையும் அதிகரித்துக் கொண்டே போகிறது.

3. இவ்வடித்தள வடங்களில் (under graund Cabies) ஏற்படும் குறுக்குப் பாய்வு (Short Circuit) திறந்த சுற்று (Open

Circuit) முதலிய குறைகள் ஏற்பட்ட இடங்களைக் கண்டறிதல் மிகவும் கடினம் ஆகும்.

4. அடித்தள வடங்களில் காப்பிடல் தொந்தரவுகளினால் 66 கிலோ அல்லது கிலோ வோல்ட்ஸ் மேல் மின் அழுத்தம் செலுத்த இயலாது. ஆனால் மேல் மட்டக் கம்பிகளில் 400 கிலோ. வரை மின் அழுத்தம் செலுத்தலாம்.

அடித்தள அமைப்புகளின் நல்விளைவுகளாவன:

1. பேணுதல் மிகவும் எளிது.

2. மக்கள் மற்றும் போக்குவரத்து நெரிசல் உள்ள இடங்களில் அடித்தள அமைப்பிகள் மிகவும் பொருத்தமுள்ளவைகளாக இருக்கின்றன.

3. மேல்மட்டக் கம்பிகளில் ஏற்படும், கோளாறுகளைக் காட்டிலும், அடித்தள வடங்களில் உண்டாகும் கோளாறுகள் மிக மிகக் குறைவே.

3-03-05. செலுத்துகையின் பலவித அமைப்பு:

மூன்று நிலை மாறுமின்னோட்டச்சுற்று, செலுத்துகைக்கு அதிகமாகப் பயன்பட்டாலும், மற்ற அமைப்புகளும் புழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றன. அவைகளாவன.

அ. நேர் மின்னோட்ட இரு கம்பி அமைப்பு (D.C..Three wire system)

ஆ. நேர்மின்னோட்ட இரு கம்பியுடன் நடுப்புள்ளி தரையிணைப்பு செய்யப்பட்டது. (D.C.Tow wire system with mid point earthed)

இ. நேர் மின்னோட்ட மூன்று கம்பி அமைப்பு (D. C. Three wire system)

ஈ. ஒரு நிலை இரு கம்பி (Single phase two wire)

உ. ஒரு நிலை மூன்னு கம்பி (Single lohase three wire)

ஊ. ஒரு நிலை இரு கம்பியுடன் நடுப்புள்ளி தரையிணைப்பு செய்யப்பட்டது. (Single phase two wire with omidpoint earthed)

எ. இரு நிலை மூன்று கம்பி (Two phase threewire)

ஏ. இரு நிலை நான்கு கம்பி (Two phase four wire)

ஐ. மூன்று நிலை மூன்று கம்பி (Three phase three wire)

ஒ. மூன்று நிலை நான்கு கம்பி (Three phase four wire)

இத்துணை வகைச் செலுத்துகையிலும், நமது வசதிக்கேற்ப, சூழ்நிலை கட்கு ஒத்த அதிகப் பொருட் செலவில்லாத ஒன்றைச் சந்தர்ப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு நாம் தெரிந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

5-03-06. திறனமைப்பு முறையின் ஒரு வழிப்படம்: (Single line diagram of a Power system)

கணக்கிடலை (Calculation) எளிதாக்கவும் குறிப்பிட்ட தேவையான விவரங்களை எளிதில் தெரிந்து கொள்ளவும், திறமைப்புகள். ஒரு வழிப் படமாக (single line diagram) வரையப் படுகின்றன. இப் படங்களில் தேவையற்ற வகைகளை ஒதுக்கி விடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, இணைப்பிகள் (Switches) இடை மாற்றிகள், (Relays) இவைகளால் அமைப்பின் சுமை கணக்கீடுகள் (Load Calculation) மாறப் போவதில்லை. எனவே, இவைகளை ஒதுக்கிவிடலாம். மின்னோடிகள், மின்னாக்கிகள், பால வகை, மின்மாற்றிகள், அளவைக் கருவிகள் யாவும் இப்படத்தில் முக்கிய இடம் பெறுகின்றன. ஒரு வழிப்படத்தில் பயன் படுத்தப்படும் குறியீடுகளும் (Symbols) அவற்றின் விளக்கங்களும் கீழே தரப் பட்டுள்ளன.

மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கி

இரு சுற்றுத் (Two winding) திறன் மின் மாற்றி

மூன்று சுற்றுத்திறன் மின்மாற்றி

மின் ஓட்டமானி

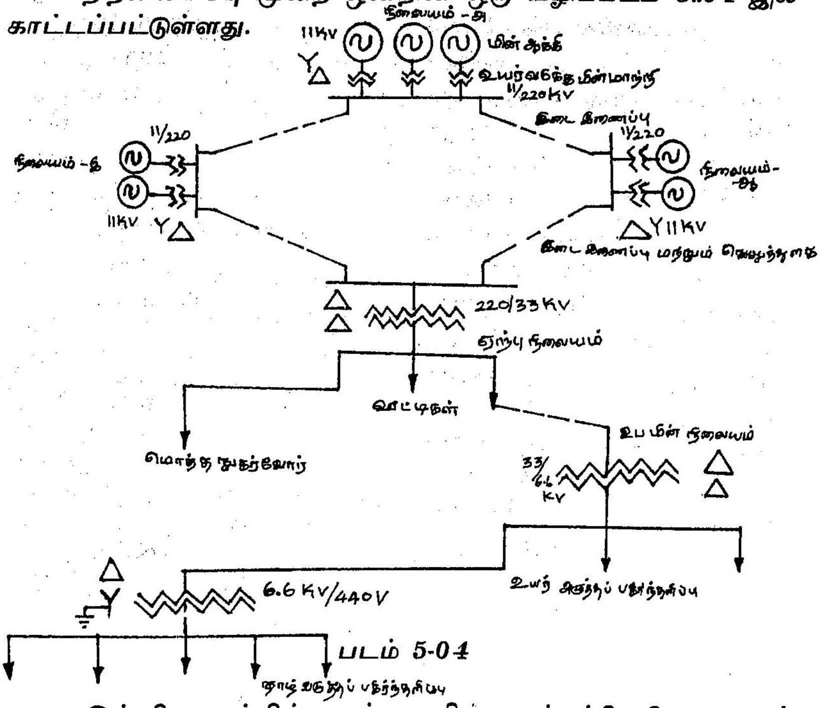
மின் அழுத்தமானி

மூன்று நிலை முக்கோண இணைப்பு

மூன்று நிலை முக்கிளை இணைப்பு

மூன்று நிலை முக்கிளை இணைப்பில் சுழல் வழிமைப்புள்ளி தரை இணைப்பு செய்யப்பட்டுள்ளது.

திறனமைப்பு முறை ஒன்றின் ஒரு வழிப்படம் 5..04 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 5-04

இவ்விணைப்பில் மூன்று மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் இடை இணைப்பு செய்யப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக, மின்னாக்கி உற்பத்தி செய்யும் மின் அழுத்தம் 11KV ஆகும். இந்த உயர்வடுக்கு (Step up) மின் மாற்றியின் மூலம் (11 KV/220 KV) 220 KV க்கு

உ ந்திச்செலுத்துகை மற்றும் அடை இணைப்பு செய்யப்படுகிறது. பின்னர் ஏற்பு நிலையத்தில் (Receiving Station) இவ்வழுத்தம் தாழ்வடுக்கு மின் மாற்றியின் மூலமாக 33 KV க்கு குறைக்கப்பட்டு மேலும் செலுத்துகை செய்யப்படுகிறது. இவ்வமயம், மொத்த நுகர்வோர் (Bulk Consumers) ஊட்டிகள் (Feeders) மற்றும் துணை மின் நிலையங்கட்கு இச்செலுத்துகை தொடர்கிறது. பின்னர் துணைமின் நிலையத்தில் மேலும் மின் அழுத்தம் குறைக்கப்பட்டு (33/6.6 KV) செலுத்துகை தொடர்த்து, நுகர்வோரின் முனையில் (Consumers end) 6.6KV/440 V ஆக மாற்றப்பட்டுப் பகிர்ந்தளிக்கப் படுகிறது.

5-04. மின் திறன் பகிர்ந்தளிப்பு:
(Electrical Power Distribution)

மின் திறன் பகிர்ந்தளிப்பு என்பது நுகர்வோர்க்குத் தேவையான மின் அழுத்தங்களை மாறாத நிலையில் (Constant) கொடுப்பதே ஆகும்.

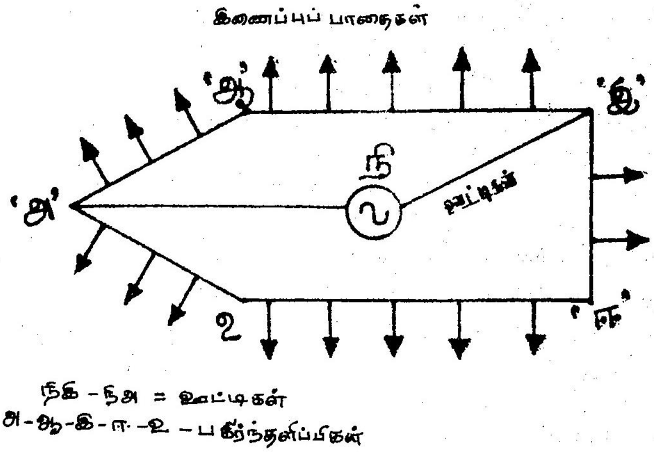
பதிர்ந்தளிப்பு அமைப்பைக் கீழ்க்காணுமாறு மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. ஊட்டிகள். (Feeders)
2. பகிர்ந்தளிப்புக் கம்பிகள். (Distributors)
3. இணைப்புப் பாதைகள். (Service Mains)

ஊட்டிகள் என்பது மின் நிலையத்தை அல்லது சில இடங்களில் உற்பத்தி நிலையத்தைக் குறிப்பிட்ட இடத்திலுள்ள பகிர்ந்தளிப்புகளுடன் இணைக்கும் கடத்திகளாகும். இது அதிகமான மின்னோட்டத்தைத் தன்னகத்தே தாங்கிச் செல்ல வல்லது. பகிர்ந்தளிப்பிகள் என்பது நுகர்வோர்களுக்கான மின் அளிப்பைத் (Supply) தேவையான இடங்களில் வடித்துக்கொடுக்கும் (tap) கடத்தியாகும்.

இணைப்புப் பாதை என்பது பகிர்ந்தளிப்பிகளையும் நுகர்வோரின் இடத்தையும் (Consumers premises) இணைக்கும் சிறிய கம்பி (wire) அல்லது வடம் (Cable) ஆகும்.

பகிர்ந்தளிப்பு முறை ஒன்றின் மாதிரிப்படம் 5-05.இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 5-05.

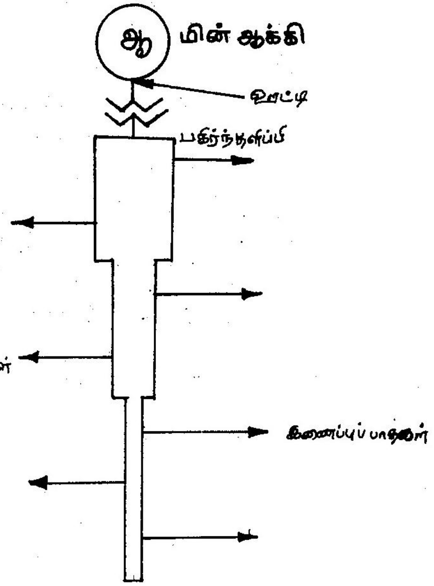
பகிர்ந்தளிப்பு முறையில் இரண்டு வகைகள் உண்டு.

1. ஆர வகைப் பகிர்ந்தளிப்பு. (Radial Distributions)

2. வளைய வகைப் பகிர்ந்தளிப்பு. (Ring Distributions)

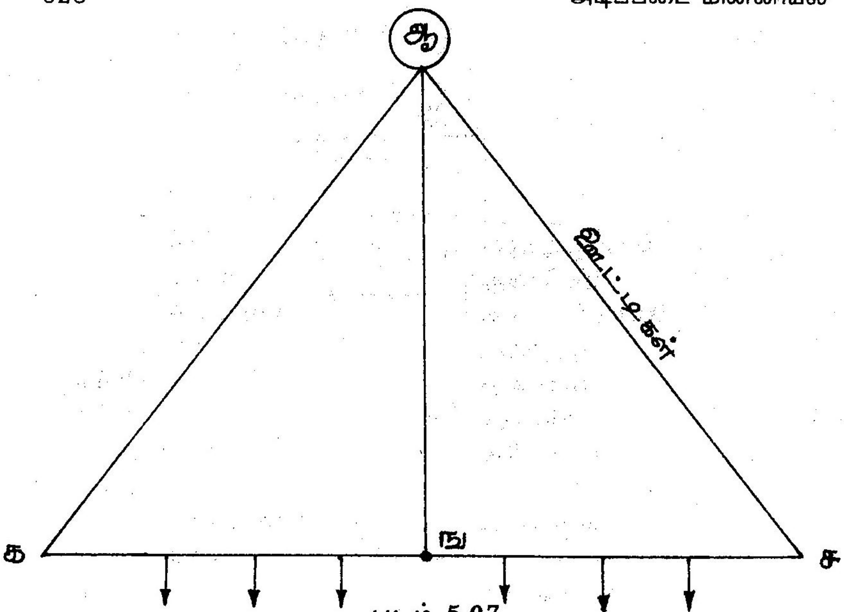
5-04-01. ஆரவகைப் பகிர்ந்தளிப்பு:

மின் அளிப்பு அமைப்பில் (Supply System) பகிர்ந்தளிப்பு ஊட்டிகளுடன் ஒரே ஒரு முனையில் மட்டுமே இணைக்கப் பட்டிருக்கும். இதன் அமைப்புப்படம் 5.06இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 5-06

இந்த முனையில் உற்பத்தி நிலையத்திற்கு அருகில் இருக்கும் பகிர்ந்தளிப்பியில் அதிகச் சுமை எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஆனால் தொலை தூரத்தில் இருக்கும் நுகர்வோர்களுக்கு அதிகமான மின் அழுத்த வேறுபாடுகள் இருக்க ஏதுவாகிறது. பகிர்ந்தளிப்பியல் ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கத்தினால் தூர முனையில் அதிக இறக்கம் ஏற்பட்டு மின் அழுத்தம் மிகவும் குறைவாகக் கிடைக்கிறது. மேலும் நுகர்வோரும், ஓர் ஊட்டியையே (Feeder) நம்பியிருக்க வேண்டும். ஆகவே, ஊட்டியிலோ பகிர்ந்தளிப்பிலோ ஏதேனும் கோளாறுகள் (Faults) ஏற்பட்டால், கோளாறு ஏற்பட்ட இடத்திற்கு அப்பால் உள்ள இணைப்புப் பாதைகட்கு மின் அளிப்பு துண்டிக்கப்பட்டு விடுகிறது. இந்த விதமான பாதிப்புகளைத் தவிர்ப்பதற்காக, பகிர்ந்தளிப்பிகள், இரண்டு அல்லது மூன்று இடங்களில் மின் அளிப்பைப்பெறும்படி அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இந்த முறை படம் 5..07.இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

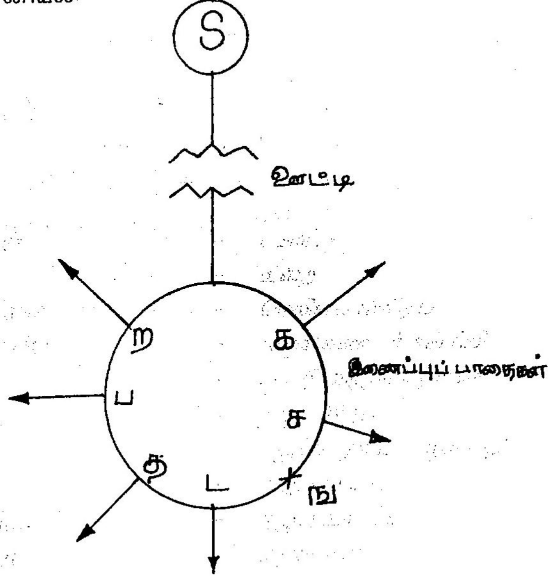


படம் 5-07.

க,ங,ச என்ற பகிர்ந்தளிப்பிக்கு, ஆக, ஆங, மற்றும் ஆச என்ற ஊட்டிகளின் மூலம் மூன்று இடங்களில் இணைப்பு கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.

5-04-02. வளைய வகை பகிர்ந்தளிப்பு:

ஓர் ஊட்டியானது, பகிர்ந்தளிப்பியில் ஓர் இடத்தில் இணைக்கப்பட்டு, பகிர்ந்தளிப்பி ஒரு வளையம் போல் அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இவ்வளையத்தின் பல இடங்களில் இருந்தும் இணைப்புப் பாதைகள் வடிக்கப்பட்டிருக்கும். (Tapped) இதன் அமைப்புப்படம் 5..08இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் பகிர்ந்தளிப்பி ஒரு மூடிய சுற்றாகும்.



படம் 5-08

இணைப்புப் பாதைகள் பகிர்ந்தளிப்பியில் க,ச,ட, த,ப,ற என்ற இடங்களில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வகை இணைப்பின் நல்வினைகளான. எடுத்துக்காட்டாக ங என்ற இடத்தில் ஒரு கோளாறு ஏற்படுமேயானால் ச..ட என்ற இரு இடங்களுக்கு இடையே உள்ள இணைப்பைத் துண்டித்து விட்டு எல்லா இணைப்புப் பாதைகட்கும் மின் அளிப்பை வழங்கலாம். இதனால் எந்தப் பகுதியும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவ்விணைப்பினால் அதிக நம்பகமான (Reliable) மின் அளிப்பபைப் பெற இயலும்.

மற்றும் பயன்பாட்டில் இருக்கும் பகிர்ந்தளிப்பு முறை களாவன.

அ. இரு கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பி, ஒரு முனையில் ஊட்டப்படுதல்.

ஆ. இரு கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பி, இணையான மின் அழுத்தம் ஊட்டப்படுதல்.

இ. இரு கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பி இரு முனையில் இணையற்ற மின் அழுத்தம் ஊட்டப்படுதல்.

ஈ. இருகம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பியில் சீராகப் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்ட ஒரு முனையில் ஊட்டப்படுதல்.

உ. இரு கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பியில் சீராகப்பகிர்ந்தளிக்கப்பட்ட சுமை, இரு முனைகளில் ஊட்டப்படுதல்.

ஊ. மூன்று கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பி ஒரு முனையில் ஊட்டப்படுதல்.

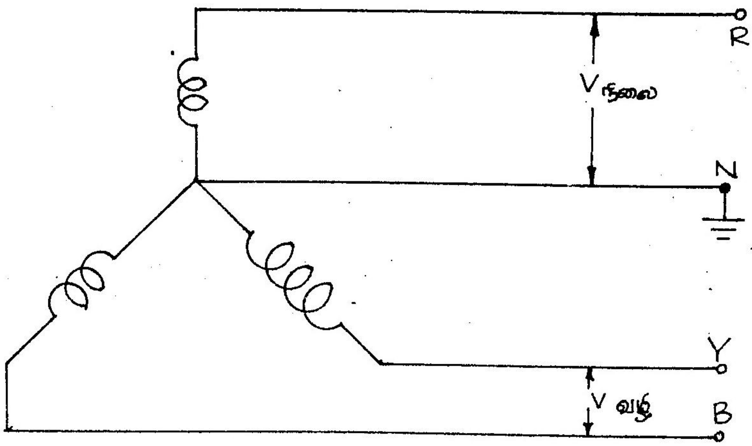
எ. மூன்று கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பி இரு முனைகளில் ஊட்டப்படுதல்.

ஏ. மூன்று நிலை நான்கு கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பு.

ஒவ்வொரு முறைகளிலும் அதற்கான அல்விளைவுகளும், நல்விளைவுகளும், இருக்கின்றன. இடம், தேவை சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகள், ஆகியவற்றைப் பொறுத்து ஏதேனும் ஓர் அமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5-04-03. மூன்று நிலை நான்கு கம்பிப்பகிர்ந்தளிப்பு:

இந்த வகைப் பகிர்ந்தளிப்பு மாறு மின்னோட்ட, இணைச் சுமை மற்றும் இணையில்லாச் சுமைகட்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த வகை அமைப்பில் மின் வழி மின் அழுத்தங்களும் நிலை மின் அழுத்தங்களும் தனித்தனியாகக் கிடைக்கின்றன. இதன் அமைப்புப் படம் 5..09 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது முக்கிளை அமைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 5..09

பகிர்ந்தளிப்பு மின் மாற்றியின் (Distrubtion transformer) துணைச் சுற்று, மூன்று நிலை நான்கு கம்பி அமைப்பிலேயே சுற்றப் பட்டிருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மின் வழி மின் அழுத்தம் 400வோ. எனில், நிலை மின அழுத்தம் $400/\sqrt{3}$ = 230 வோ. ஆகும். இவ்விரண்டு மின்னழுத்தங்களும் கிடைப்பதால் ஒரு நிலைச் சுமைகளாக, மின் விளக்கு, மின் விசிறி, குளிர் சாதனம், கலவி, அரைவை எந்திரம் முதலிய வீட்டுத்துணைக்கருவிகளையும் மற்றும் மூன்று நிலை மின்னோடிகள், பற்றவைப்பிகள் ஆகிய தொழிற்சாலைச் சுமைகளையும் ஒரே பகிர்ந்தளிப்பு மின் மாற்றியின் மூலம் பெற முடிகிறது. இன்றைய புழக்கத்தில் இருக்கக் கூடிய, அதிக நல்விளைவுகள் நிறைந்த பகிர்ந்தளிப்பு முறை இது ஒன்றே. சுமை மூன்று நிலைகளிலும் இணையாக இருந்ததால், தரையிணைப்பு தேவை இல்லை. பின்னர் இதை மூன்று கம்பி இணைப்பு முக்கோண அமைப்பில் இணைக்கப் பட்டு, செலுத்துகைக்கு அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. மின் உற்பத்திக்கு ஏற்ற இயற்கையில் கிடைக்கும் முதன்மை மூலங்களைப் பற்றி எழுதுக. ஒவ்வொன்றும் மின் உற்பத்திக்கு எவ்வாறு ஏற்றதாக இருக்கின்றது என்பது பற்றிக் குறிப்பிடுக. (நவ. 81, ம.கா. பல்கலைக்கழகம்).
2. மின் ஆற்றலின் மூலங்களைப் பற்றிச் சிறுகுறிப்பெழுதுக. (மே 81 ம.கா.ப.க.).
3. அனல் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன என்பதைப் படத்துடன் விவரிக்க. அதன் தத்துவத்தை விளக்குக. (அண்ணாமலைப் பல்கலை, நவ. 82).
4. அனல் மின் நிலையம் பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக. (நவ. 81 ம.கா.ப.க.).
5. அனல் மின் நியைத்தின் தரைப்படத்தை (Layout) வரைக. (ஏப்ரல் 82, ம.கா.ப.க.).
6. நீர் உற்பத்தி நிலையங்கள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன என்பது பற்றியும் அதன் தத்துவத்தைப்பற்றியும் படத்துடன் விவரிக்க.

7. நீர் மின் நிலையத்தின் தரைப்படத்தை வரைக.

8. நீர் மின் நிலையம் பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக. (நவ.81, ம.கா.க.ப).

9. அணுக்கரு மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன என்பது பற்றியும் அதன் தத்துவத்தையும் தரைப்படத்துடன் விவரிக்க.

10. அணுக்கரு மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் பற்றிச்சிறு குறிப்பெழுதுக.

11. அணுக்கரு மின் நிலையத்தின் நல்விளைவுகள் மற்றும் அல்விளைவுகள் பற்றிச் சிறுகுறிப்பெழுதுக.

12. மாறு மின்னோட்டச் செலுத்துகையின் நல்விளைவுகள் மற்றும் அல்விளைவுகளை எழுதுக.

13. "மின்சாரச் செலுத்துகைக்கு ஏற்றது உயர்வழுத்த மாறு மின்னோட்டமே" என்பதனை விளக்குக. (ஏப்ரல் 82, ம.கா.ப.க.)

14. மேல் மட்ட மற்றும் அடித்தளச் செலுத்துகைகளின் நன்மை தீமைகளை விவரிக்க.

15. திறனமைப்பு முறையில் ஒரு வழிப்படத்தை வரைந்து ஒவ்வொரு இடங்களிலும் உள்ள மின் திறன் சாதனங்களையும் அதன் பயன்களையும் விவரிக்க. (ஏப்ரல் 81, ம.கா.ப.க.)

16. பகிர்ந்தளிப்பில் இரண்டு முறைகளயைும் விவரிக்க.

17. வளைய வகைப் பகிர்ந்தளிப்பு என்றால் என்ன, அதன் நல்விளைவுகளை விவரிக்க. (எப்ரல் 81, ம.கா.ப.க.)

18. வளைய வகைப் பகிர்ந்தளிப்பிற்கும் ஆர வகைப் பகிர்ந்தளிப்பிற்கும் உள்ள நன்மை தீமைகளை விவரிக்க. (ஏப்ரல் 82, ம.கா.ப.க.)

19. மூன்று நிலை நான்கு கம்பிப் பகிர்ந்தளிப்பு பற்றிச்சிறு குறிப்பெழுதுக.

20. பொதுவாகப் புழக்கத்தில் இருக்கும் பகிர்ந்தளிப்பு முறை பற்றிச்சிறு குறிப்பெழுதுக. (நவ. 81, ம.கா.ப.க.)

இயல் - 6

மின்சாரத்தின் பயன்கள் (பயன்முறைகள்)

(Application Of Electricity)

அறிமுகம்

மின்சாரத்தின் பயன்கள் எண்ணிறந்தன. சில வினாடி நேரம் மின்சாரம் இல்லாது போனால் உலகமே செயலற்றுப் போகும் அளவிற்கு மின்சாரம் இன்று நம்மை அடிமை கொண்டிருக்கிறது. மின்சாரத்தை ஆடம்பரப் பொருள் என்று ஒதுக்க இயலாத அளவுக்கு அன்றாட வாழ்க்கையில் அது நம்முடன் இரண்டறக் கலந்து விட்டது. ஒரு நாட்டின் வளர்ச்சியை அளவிட அந்நாட்டின் மின்சார வளர்ச்சியே அளவு கோலாகப் பயன் படுகிறது. இன்றைக்குச் சிறிய குக்கிராமங்களிலிருந்து பெரிய நகரங்கள் வரை மின்சாரம் நுகர்வோர்களின் எண்ணிக்கை பன் மடங்காகப் பெருகி விட்டது. ஒரு தனிமனிதனின் அன்றாட வாழ்க்கையில், நவீன தொழிற்சாலைகளில், மருத்துவத் துறையில், விண்வெளி ஆராய்ச்சித் துறையில், மற்றும் கால் நடைத் துறை, விவசாயத் துறை, ஒலிபரப்புத்துறை, வானிலை முன்னறிவிப்பு ஆகிய பல்வேறு துறைகளிலும் மின்சாரம் நமக்குப் பயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளில் நாம் பயன்படுத்தும் மின்னாற் பூச்சு முறைகளையும், மின் உலைகளைப் பற்றியும், உருக்கிப் பிணைக்கும் முறைகள் பற்றியும், மின்சார இழுவை பலவகைப்பட்ட

இயக்கங்களுக்குத் தேவையான மின்னோடிகளைப் பற்றியும், அவைகளைத் தெரிவு செய்யும் முறைகள் பற்றியும் இப்பகுதியில் விரிவாகக் காண்போம்.

6-01. மின்னாற் பூச்சு (Electro Plating)

மின்னாற்பூச்சு என்பது மின் பகுப்பினால் (Electrolysis) ஒரு உலோகத்தின் மெல்லிய படிவத்தை (Layer) அடுத்த உலோகத்தின் மேல் படிய வைக்கும் (Deposit) ஒரு முறை (process) ஆகும்.

மின் பகுப்பு என்பது மின் பகுபொருளை (Electrolyte) மின்னோட்டத்தால் சிதைவுறச் செய்தல் (Decomposition) ஆகும். மின்பகு பொருளானது ஒரு கூட்டுப் பொருள் இந்தக் கட்டுப் பொருள் தகுந்த கரைப்பானில் (Solvant) கரைந்து நேர் மற்றும் எதிர் அயனிகளாகப் பிரிந்து மின்சாரத்தைக் கடத்தக் கூடிய ஒன்றாகும்.

மின்னாற் பூச்சின் முக்கிய நோக்கங்களாவன உலோகங்களை அழகுபடுத்தல் (Decorate), மேற் பரப்பைப் பாதுகாத்தல் (Protect), உலோகத்தைக் கடினப்படுத்தல், உலோகத்தின் பருமனை அதிகரித்தல் முதலியவைகளாகும். மின்னாற் பூச்சுக்குத் தேவையான விதிப்புகளாவன:

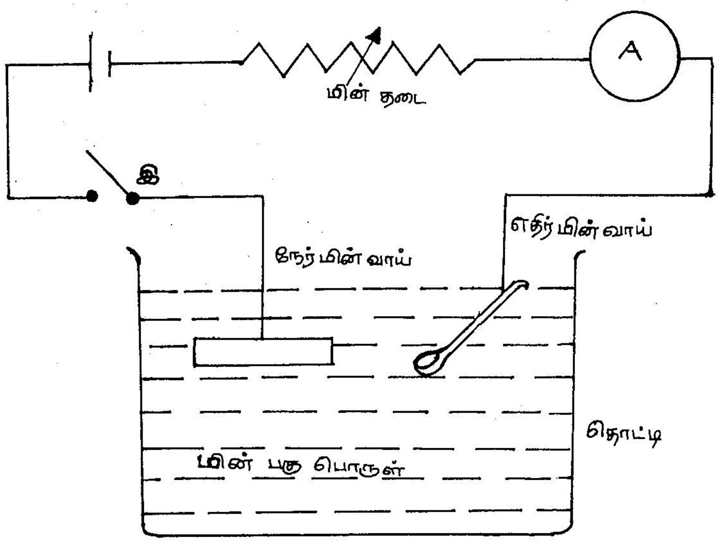
1. மின்னாற் பூச்சு செய்யப்பட வேண்டி பொருள்கள் எதிர் மின்வாயாக (Cathode) அமைதல் வேண்டும்.

2. மின் பகுபொருள் படிய வேண்டிய உலோகத்தைத் தன்னுள் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.

3. மின்னாற் பூச்சு பூசப்பட வேண்டிய பொருளின் மேற் பரப்பு வேதிய முறையில் சுத்தம் செய்யப்பட வேண்டும். அதன் மேற்பரப்பில் தூசி (Dust) துரு (Rust) மற்றும் எண்ணைப் பசை முதலானவைகள் இருத்தல் கூடாது.

4. படியப் போகும் உலோகம் நேர் மின்வாயாக (Anode) அமைதல் வேண்டும்.

இதற்கான மின் அளிப்பு மின்னோடி - மின்னாக்கி இணையிலிருந்தோ (Motor-Generator Set), தனிவகைத் திருத்தியிலிருந்தோ (Rectifier) பெறப்படுகிறது. இதற்கு அதிக அளவு நேர் மின்னோட்டமும், குறைந்த அளவு நேர் மின்னழுத்தமும், கொடுக்கப்பட வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாகப் புழக்கத்தில் இருந்து வரும் மின் அளிப்புகளாவன 50 ஆம்பியர் 6 வோ, மற்றும் 1000 ஆம்பியர் 8 வோ. இதற்கான தொட்டி வலுவூட்டப்பட்ட கற்காரையினால் (Reinforced Cement Concreate) செய்யப்பட்டது. உள்பகுதியில் தார் பூசப்பட்டிருக்கும். இதனுள் ஏதேனும் ஓர் உப்பு கலந்த மின்பகு பொருள் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். நன்கு சுத்தம் செய்யப் பட்ட மன்னாற் பூச்சு பூசப்பட வேண்டிய பொருள், மின்பகு பொருள் நீர்மத்தினுள் கட்டித் தொங்க விடப் பட்டிருக்கும். நேர் மின் வாயாகிய படிய வேண்டிய பொருளும் மின் பகு பொருளுக்குள் கட்டித்தொங்க விடப்பட்டிருக்கும். இதன் அமைப்புப்படம் 6-01ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6-01

தாமிரப் பூச்சு (Copper Plating)

தாமிரப்பூச்சு பெரும்பாலும், இரும்புப் பொருள்களின் மேல்பூசப்படுகிறது. மேலும், வெள்ளி, குரோமியம் மற்றும் நிக்கல் பூச்சுகட்கு அடிப்படைப் பூச்சாக (முதற்பூச்சாக) இது பூசப் படுகிறது.

தாமிர சல்பெட் என்ற அமிலக் கரைசல் அல்லது தாமிர சயனைடு என்ற காரக்கரைசல் மின்பகு பொருளாகச் செயல் படுகிறது. மின் பூச்சு பெற வேண்டிய பொருள் எதிர் மின்வாயாகவும், தாமிரத்தண்டு நேர் மின்வாயாகவும் இணைக்கப்படுகிறது. ஒரே சீரான பூச்சு அமைவதற்கு 200 இலிருந்து 250 ஆசதுர மீட்டர் மின் ஓட்ட அடர்த்தி தேவைப்படுகிறது. பூச்சு பெற வேண்டிய பொருள் நன்கு சுத்தம் செய்யப்பட வேண்டும். எண்ணெய்ப் பசையைப் போக்குவதற்கு நன்கு கொதிக்கும் எரிபொட்டாஸ் (Caustic Potash) கரைசலில் மூழ்க வைத்திருக்க வேண்டும். பின்னர் சுத்தமான நீரில் கழுவிப் பூச்சுக் கொடுக்க வேண்டும்.

நிக்கல் பூச்சு (Nickal Coating)

இரும்பு மற்றும் எஃகுப் பொருள்களில் நிக்கல் படிவதில்லை. எனவே, இவ்வகைப் பொருள்கட்கு, மெல்லிய தாமிரப் பூச்சு பூசப்பட்ட பின்னர், நிக்கல் பூச்சு பூசப்பட வேண்டும். நிக்கல் அம்மோனியம் சல்பேட் (Nickal Ammonium Sulphate) மின் பகு பொருளாகவும், நிக்கல் உலோகத் தண்டு நேர் மின்வாயாகவும் செயல்படுகிறது. 20 ஆம்பியர்/சதுர மீட்டர் மின் ஓட்ட அடர்த்தி தேவைப்படுகிறது. பூச்சுப் பெற வேண்டிய பொருள்கள் நன்கு சுத்தம் செய்யப்பட்டு, மெருகேற்றப்பட்ட பின் பொட்டாசியம் சயனைடு (Pottasium Cyanide) கரைசலில் மூழ்க வைத்துப் பின்னர் சுத்தமான நீரில் கழுவப்பட வேண்டும்.

குரோமியம் பூச்சு (Chromium Plating)

சுற்றுப்புற வளிமண்டல ஈரத்தினால் உலோகத்தின் புறப்பரப்பு அரிக்கப்படாமல் (Corrosion) இருக்கும் பொருட்டுக் குரோமியம் பூச்சு பூசப்படுகிறது. இது மிகவும் பளபளப்பாக

இருப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் உறுதியான பூச்சாகவும் அமைகிறது.

குரோமியம் பூச்சு கொடுக்கும் முன்னர், பொருள்கட்கு முதலில் தாமிரப் பூச்சும் பின்னர் நிக்கல் பூச்சும் கொடுக்கப்பட வேண்டும். குரோமிக் அமிலம் மற்றும் அடர் சல்பியூரிக் அமிலம் (Concentrated Sulphuric acid) மின்பகு பொருளாகவும், கெட்டியான காரீயம் (Hard lead) நேர் மின்வாயாகவும் செயல்படுகிறது. இந்தப் பூச்சுக்கு மின்பகு பொருள் 60° வரையில் சூடுபடுத்தப்பட்டுப்பின் **1000** ஆம்பியர்/சதுர மீட்டர் வரை மின்சார அடர்த்தியும் கொடுக்கப் படுகிறது. குரோமியம் பூச்சுக்குப் பின்னர் உலோகத்தின் புறப் பரப்பு நன்கு பளபளப்பாக இருப்பதற்காக மெருகூட்டும் எந்திரங்களின் உதவியால் நன்கு மெருகேற்றப்படுகிறது.

6-2 மின் உலை (Electric furnace)

உலோகங்களை உருக்குவதற்கு ஆன உலைகள், எரி பொருட்களைப் பயன்படுத்தியும் மற்றும், மின்சாரத்தைப் பயன் படுத்தியும் இயங்குகின்றன. இரண்டையும் ஒப்பிடும் பொழுது மின் உலைகட்குக் கீழ்க்கண்ட நல்விளைவுகள் உள்ளன.

1. மின் உலைகளில் எந்தவித எரிபொருளையும் பயன் படுத்துவதில்லை. மேலும் புகை, தூசி, சாம்பல் போன்ற கழிவுகளும் வெளியாக வேண்டிய அவசியம் இல்லை. எனவே, மின் உலைகள் எப்பொழுதும் சுத்தமாக்க காட்சியளிக்கின்றன.

2. மின் ஓட்டத்தை எளிதில் கட்டுப்படுத்த இயலும். ஆகையால் இதனால் ஏற்படும் வெப்பத்தையும், எளிதில் கட்டுப் படுத்தலாம்.

3. எரி பொருள்கட்கு உள்ளதைப் போல, அதிக அளவு வெப்ப நிலைக்கு வரம்பு கிடையாது. வெப்ப இழைகள் (Heading elements) தாங்கும் திறனைப் பொறுத்து வெப்பத்தை அதிகப் படுத்தலாம்.

4. குறிப்பிட்ட இடத்திற்கு வெப்பத்தைச் செலுத்த இயலும்.

5. எரிபொருள்களைச் சேமித்து வைக்க வேண்டிய அவசியம் இல்லை.

6. மின் உலைக்குக் குறைந்த அளவு, மேற்பார்வையும் பேணுதலும் போதுமானது.

7. மின் உலைகளிலிருந்து கிடைக்கும், வெளியீடு பொருள்கள் ஒரே சீராகவும் சுத்தமாகவும் இருக்கின்றன.

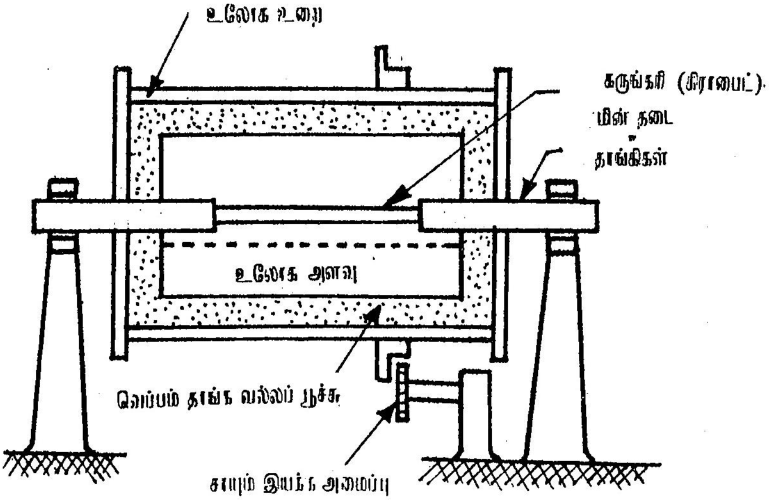
எல்லா வகையான உலோகங்களையும், மின் உலையினால் உருக்கலாம். மின் உலைகளில் மூன்று வகைகள் உண்டு. அவைகளாவன.

1. மின் தடை உருக்கு உலை. (Resistor Melting furnace)

2 மின் பொறி உருக்கு உலை (Arc Melting furnace)

3. தூண்டல் உருக்கு உலை. (Induction Melting furnace)

1. மின் தடை உருக்கு உலை.



படம் 6-02.

இயல்பாக ஒரு மின் தடையில், மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது அதில் வெப்பம் உணடாகிறது.

$$H \alpha I^2 Rt \quad ....(6\text{-}1)$$

சமன்பாடு 6-1ன் படி உண்டாகும் வெப்பம் சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் இருமடிக்கும் (Square) மின் தடைக்கும், மின் னோட்டம் பாயும் நேரத்திற்கும் நேர்விகிதத்தில் இருக்கிறது.

படம் 6-2ல் மின்தடை உருக்கு உலை ஒன்று காட்டப் பட்டுள்ளது. இதில் இரண்டு தாங்கிகட்கு, இடையில் கருங்கரித் (Graphite) தண்டு ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. உலைக்கு வேண்டிய வெப்பத்தை இந்தத் தண்டு கொடுக்கிறது. இதைத் தொடர் வண்ணம் இதற்குக் கீழ் மட்டம் வரையில் உருக வேண்டிய பொருள்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. இந்த வெப்ப அறையின் (Heating Chamber) உள் பகுதியில் வெப்பம் தாங்கவல்ல (Refractory) பூச்சு பூசப்பட்டுள்ளது. வெளிப்பகுதி எஃகால் செய்யப்பட்டுள்ளது. உருகிய உலோகக் குழம்பை வெளிக் கொணரத் துளைகளும் உலோகங்களை உள்ளிட உள்ளிடும் கதவுகளும் (Charging doors) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. வெப்ப அறையினை நமது வசதிக்கேற்பச் சாய்த்துக் கொள்வதற்குப் படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்ற பல்லிணைகள் (Gears) கொண்ட சாயும் இயக்க அமைப்பு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கருங்கரி வெப்பமடையும் பொழுது பிராண வாயுடன் கலப்பதால், இந்த மின்தடை நாளடைவில் மெல்லியதாக விடுகிறது. பின்னர் இதை மாற்றவேண்டும் (Replace) இந்த உலையில் வெப்பம், கதிர் வீச்சு (radiation) முறையில் கடத்தப்படுகிறது. உலையில் வெப்பம் 500லிருந்து 1400° வரை கிடைக்கிறது. இந்த உலை வெப்பப் பதனிடுதலுக்கு (Heat treatment) அதிகமாகப் பயன்படுகிறது.

2. மின்பொறி உருக்கு உலை.

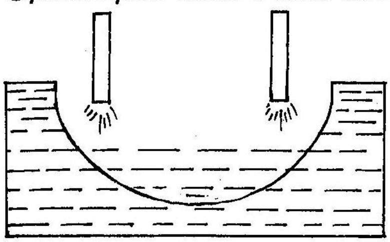
தொட்டுக் கொண்டிருக்கும், மின் ஓட்டம் பாயும், இரண்டு கடத்திகளை, சற்றே விலக்கினால் இரண்டுக்கும் இடையில் மின் பொறி உண்டாகும் இந்த மின் பொறியின் வெப்பத்தைப் பயன் படுத்தி உலோகங்கள் உருக்கப்படுகின்றன.

மின்பொறி உருக்கு உலையைப் பயன்படுத்தி, எஃகு மற்றும் உலோகங்களை உருக்கலாம். மின்பொறி இரண்டு மின்வாய் கட்கு இடையிலோ மின்வாய்க்கும் உருக்கப்படும் உலோகத்துக்கும் இடையிலோ உண்டாக்கலாம். மின் பொறியிலிருந்து பெறும் வெப்பம் உயர்ந்த அளவு 3500° வரை கிடைக்கிறது. மின் பொறி அறையின் வெளிப் பகுதி எஃகால் செய்யப்பட்டு உள் பகுதியில் வெப்பம் தாங்கவல்ல பூச்சு பூசப்பட்டிருக்கிறது. இப்பூச்சு மிகவும் விலை உயர்ந்தது ஆகும். எனவே, உள்பகுதியில் தேவையற்ற புறப்பரப்பைக் குறைப் பதற்காக, மின் பொறி உருக்கி ஒரு கோளம் (Spherical) போல் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. உள்ளிடு கதவுகள் வெளியிடு துளைகள் மற்றும் சாயும் இயக்க அமைப்பு யாவும் மின்பொறி அறையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. மின் பொறி உருக்கு உலையில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

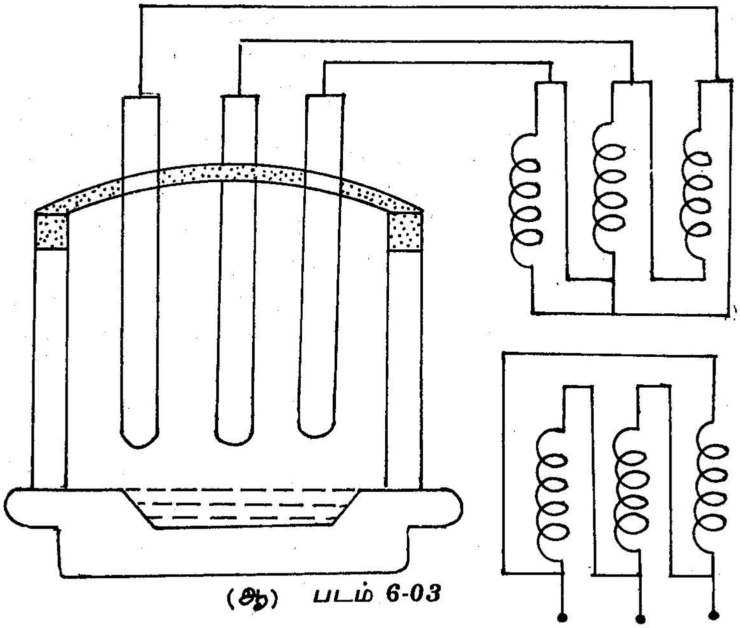
1. நேர்முகப் பொறி உருக்கு உலை (Direct Arc furnace)

2. மறைமுகப் பொறி உருக்கு உலை. (Indirect Arc furnace)

நேர்முகப் பொறி உருக்கு உலையில், மின்பொறி, மின் வாய்க்கும் உருகும் பொருளுக்கும் இடையில் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. உருகு பொருள் மின் பொறியுடன் நேரடித் தொடர்பில் இருப் பதால் அதிக வெப்பம் உருகு பொருளுக்குக் கிடைக்கிறது. இது போன்ற உலைகளில் உருக்கப்படும் பொருளும் கடத்தும் தன்மையுள்ள உலோகமாக இருத்தல் அவசியம். இந்த வகை உலைகள் எஃகுத் தொழிற் சாலைகளில் எஃகைத் தூய தனியாக்கம் (Refining) செய்யவும், கலவை எஃகு செய்யவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் ஒரு நிலை மற்றும் மூன்று நிலை உலைகள் புழக்கத்தில் உள்ளன. இதன் அமைப்புகள் படம் 6-03ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 6-3(அ)



(ஆ) படம் 6-03

ஒரு நிலை உலையில் இரண்டு மின்வாய்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இரண்டும் உருகும் பொருளுடன் தொடர் இணைப்பில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதிகத் திறன் உள்ள உலைகட்கு மூன்று நிலை இணைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதற்கான மூன்று மின்வாய்களும் இணைபக்க முக்கோணத்தைப் போல உலையின் உச்சியினின்று பொருத்தப்பட்டுள்ளன. மின்வாய்கள், மூனறு நிலை உலை மின்மாற்றியின் துணைச் சுற்றில் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. மின்னோட்டம் உருகும் பொருளினுள் பாயும் பொழுது மின்காந்த விசையால் ஒரு கலக்கும் (Stirring) செயல் நடக்கிறது.

மறைமுகப் பொறி உருக்கு உலை

இந்த உலையின் இரண்டு மின்வாய்கள், உருகும் பொருளுக்குச் சற்று மேலே பொருத்தப்பட்டு, படம் 6-04ல் காட்டியுள்ளது போல், மின்பொறிகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்த வகை உலையில் மின்பொறி உருகும் பொருளுடன் நேரடித் தொடர்பு கொள்ளவில்லை. தீப்பொறியினால் உண்டாகும் வெப்பம் கதிர்

வீச்சு முறையில் உருகும் பொருளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இதனால் முந்தைய முறையைக் காட்டிலும் குறைவான வெப்பமே பொருளுக்குக் கடத்தப்படுகிறது. இதில் பயன்படுத்தும் உருகு பொருள் மின்சாரம் கடத்தும் உலோகமாக இருக்க வேண்டும் என்ற அவிசயமில்லை. இதில் கலக்கும் செயல் ஏற்படுவதில்லை. ஆகவே, மின் உலை தொடர்ந்து ஊசலாடும் (Rocking) விதத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த ஊசலின் இடைக் கோணம், தொடக்கத்தில் 20° ஆக இருந்து இறுதியில் உலோகம் உருகியதும் 200° வரை ஊசலாடும் படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வகை உலைகள் 90 மணித்துளியில் 4 டன்னிஸ் உலோகத்தை உருக வைக்கும்.

தூண்டல் உருக்கு உலை:

மின்காந்தத் தூண்டுதலின் விளைவால், உருகும் பொருளில் மின்னோட்டத்தைப் பாயச் செய்து வெப்பத்தை ஏற்படுத்தி உலோகப் பொருள்களை உருக்கும் உலைக்குத் தூண்டல் உருக்கு உலை என்று பெயர். இதன் தத்துவம் மின்மாற்றியின் தத்துவத்தைப் போல் உள்ளது.

உலை அறையை முதன்மைச் சுற்று சூழ்ந்து இருக்கிறது. உருகும் பொருள் துணைச் சுற்றாகச் செயல்படுகிறது. முதன்மைச் சுற்றில் மின்சாரம் பாய்ந்ததும், மின் மாற்றியின் விதிப்படி உருகும் பொருளில் தூண்டல் தத்துவத்தில் மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. இதனால் உண்டாகும் வெப்பம் பொருளை உருக்குகிறது. தூண்டல் உருக்கு உலையில் இருவகைகள் உண்டு.

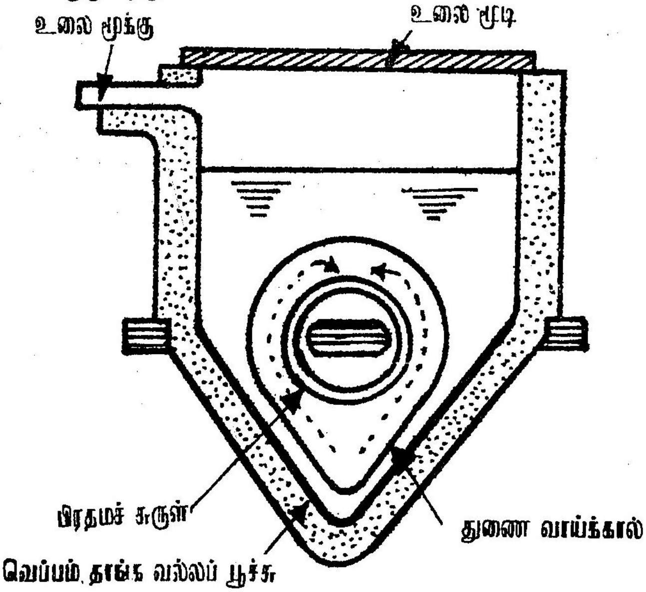
1. உள்ளக வகை உருக்கு உலை (Core type furnace)

2. உள்ளகமற்ற உருக்கு உலை. (Core less type furnace)

உள்ளகவகை உருக்கு உலை

இதன் அமைப்புப் படம் 6-05ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் உள்ளகம் முதன்மைச் சுருள், மற்றும் துணைக் கால்வாய் (Channel) முதலியன உள்ளன. இதில் அதிகமாகப் பழக்கத்தில் இருந்து வரும் வகைக்குப் பெயர் அஜாக்ஸ்வியாட் உலை (Ajax - wyatt furnace)

கால்வாய் போன்று அமைந்திருக்கும். உருகும் பொருள் துணைச் சுருளாகச் செயல்படுவதினால் இதில் பாயும் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகிறது. மேலும் இதில் மின் சுழற்சி ஏற்படுவதினால் உருகு பொருளில் சுழற்சி ஏற்பட்டுச் சீராக உருகுகிறது.



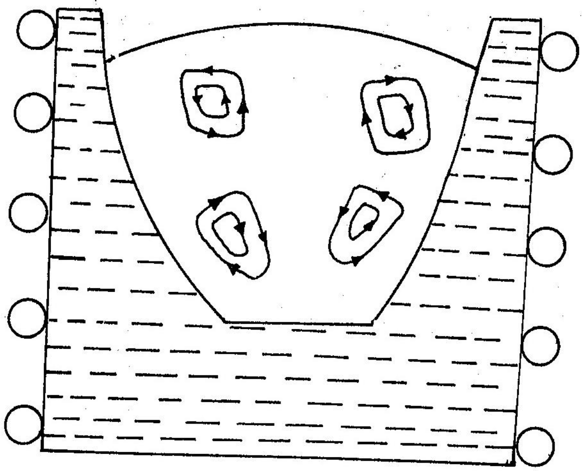
படம் 6-05

உலையின் அடிப்பகுதி 'V' வடிவத்தில் அமைந்திருக்கிறது. உலையின் உட்பகுதி காப்பிடப்பட்ட செங்கல், மற்றும் கற்காரை (Concrete) கொண்டு கட்டப்பட்டுள்ளது. உலை மூடி தீக்களி மண்ணில் (Fire day) செய்யப்பட்டுள்ளது. உலையைச் சற்று சாய்த்தால் உலை மூக்கு (spout) வழியாக உருக்கப்பட்ட உலோகக் குழம்பு வெளியில் கொட்டப்படுகிறது. இரும்பு உள்ளகத்திற்கு மூன்று புயங்கள் உள்ளன. அதன் அமைப்பு, கவச வகை (Shell type) மின் மாற்றியைப் போல் உள்ளது. இந்த வகையில் துணை வாய்க்கால் எப்பொழுதும் காலியாக இருக்கக்கூடாது. உருகும் பொருளால் நிரப்பப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். இல்லையேல் துணைச்சுற்று நிறைவு செய்யப்படாத ஒன்றாக இருக்கும். எனவே,

இவ்வுலைகள் தொடர் இயக்கத்திற்குத்தான் (Continuous Operation) தகுதியானவை. இதன் திறன்கூறு 0.8 இதன் திறன் 100 கிலோ வாட்டிலிருந்து 300 கிலோவாட் வரை உள்ளது. 600 வோ. வரை மின் அழுத்தம் எடுத்துக்கொள்கிறது. குறைந்த அலைவெண்ணில் இயங்குகிறது.

உள்ளகமற்ற உருக்கு உலை

இது உயர் அலைவெண்ணில் இயங்குகிறது. இது மிகவும் பொதுவான கட்டுமானத்தைக் கொண்டது. வெப்பம், தாங்கவல்ல பூச்சு பூசப்பட்ட வெப்ப அறையைச் சுற்றிலும் வெளிப்புறமாகப் படம் 6-06ல் காட்டியுள்ளபடி முதன்மைச் சுற்றுகள் வைக்கப் பட்டுள்ளன.



படம் 6-06

சுற்றுகளில் 1000 ஹெர்ட்ஸ் அலைவெண் கொண்ட மின் னோட்டம் பாய்வதால் உருகும் பொருளில் மின்னோட்டத்தைத் தூண்டல் முறையில் உண்டாக்குகிறது. இம்மின்னோட்டத்தால்

வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகிறது. முதன்மைச் சுற்றில் உள்ள கடத்திகள் தாமிர இழப்பைத் தவிர்ப்பதற்கென உள்ளீடற்றதாகப் (Hallow) பொருத்தப்படுகிறது. இதன் திறன் கூறு மிகவும் குறைவு. அதாவது 0.2 திறன் கூறை அதிகப்படுத்தத் தேவையான மின் தேக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மிகவும் குறைந்த அளவு, வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல பூச்சு பூசப்பட்டுள்ளது.

6-03. மின்சார உருக்கிப் பிணைத்தல் (Electric Welding)

மின்சார உருக்கிப் பிணைத்தல் என்பது அதிகமான மின்னோட்டத்தால் உண்டாகும் வெப்பத்தை வைத்து, இரண்டு உலோகப் பகுதிகளை உருகு நிலைக்குக் கொண்டுவந்து, இரண்டையும் ஒன்றொடொன்று பிணைத்தல் ஆகும்.

மின்சார உருக்கிப் பிணைத்தல் என்பது ஒரு நிலையான (Permanent) பிணைப்பு ஆகும். இது எஃகுக் கட்டு மானங்களிலும், கப்பல், ஊர்திகள், கலன்கள், தொட்டிகள் முதலியன செய்யும் பொழுதும் இப்பிணைத்தல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பலவகையான, மின்சார உருக்கிப் பிணைத்தல்களாவன.

1. மின்தடை உருக்கிப்பிணைத்தல் (Resistance Welding)
2. மின்தூண்டல் உருக்கிப்பிணைத்தல் (Induction Welding)
3. மின்கடத்தா உருக்கிப்பிணைத்தல் (Dielectric Welding)
4. மின்பொறி உருக்கிப்பிணைத்தல், (Electric Arc Welding)

இதில் பொதுவாக அதிகப் புழக்கத்தில் இருந்துவரும் முறைகள், மின்தடை உருக்கிப் பிணைத்தலும், மின்பொறி உருக்கிப் பிணைத்தலும் ஆகும்.

1. மின்தடை உருக்கிப் பிணைத்தல்.

இரண்டு உலோகங்களில் எந்த இடத்தில் பிணைப்பு வேண்டுமோ, அந்த இடத்தில் அதிகமான மின்னோட்டத்தைப் பாயச்செய்து வெப்பத்தை உண்டாக்கி உருக்கிப் பிணைத்தல் நிகழ்கிறது. இதற்கு மாறு மின்னோட்டம் அல்லது நேர் மின்னோட்டத்தின் சிறிய துடிப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதில்

பயன்படும் துணைக்கருவிகள் மற்றும் பிணைப்பு முறைகளை வைத்து மின்தடை உருக்கிப் பிணைத்தல் நான்கு வகைகளாகப் பகுக்கப்படுகிறது. ஆனால் எல்லா வகையிலும் நிரப்பு உலோகம் (Filler Metal) பயன்படுத்துவதில்லை.

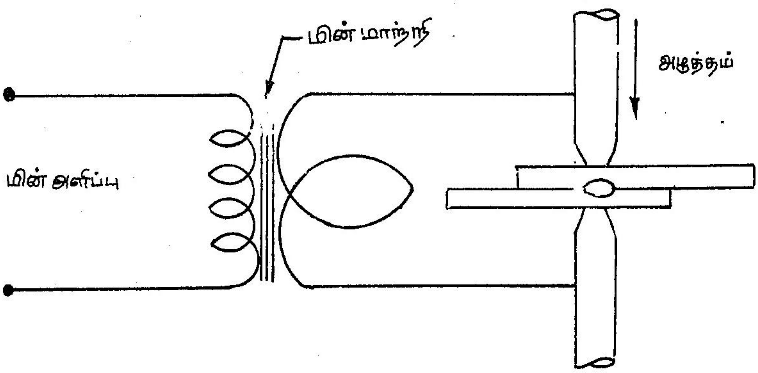
ஜோல்சின் விதிப்படி (Joules) உண்டாகும் வெப்பம் $H \alpha I^2 Rt$.

எனவே, வெப்பம், சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் இருமடிக்கும் (Square) மின்தடை, மற்றும் மின்னோட்டம் பாயும் நேரத்திற்கும் நேர் விகிதத்தில் இருக்கிறது. ஆகையால் பிணைப்பு என்பது மேற்கண்ட கணியங்களைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. மின்தடை உருக்கிப் பிணைத்தலின் நான்கு வகைகளாவன.

1. பொட்டு உருக்கிப் பிணைப்பு (Spot Welding)
2. மடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பு (Seam Welding)
3. துடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பு (Pulsation Welding)
4. ஒருமட்ட உருக்கிப் பிணைப்பு (Bult Welding)

பொட்டு உருக்கிப் பிணைப்பு

பொட்டு உருக்கிப் பிணைப்பில் பிணைக்க வேண்டிய இரண்டு தகடுகளைப் படம் 6-07இல் காட்டியுள்ளபடி அமைத்து அவைகளின் மேலும், கீழும் மின்வாய்களைப் பொருத்தி இம் மின்வாய்களைப் பிணைப்பு மின் மாற்றியின் (Welding Transformer) துணைச் சுற்றில் இணைக்க வேண்டும். எந்த இடத்தில் பிணைப்பு வேண்டுமோ அந்த இடத்தில், மின்வாய்களை அமர்த்தி அதிகமான அழுத்தமும் கொடுக்கவேண்டும்.



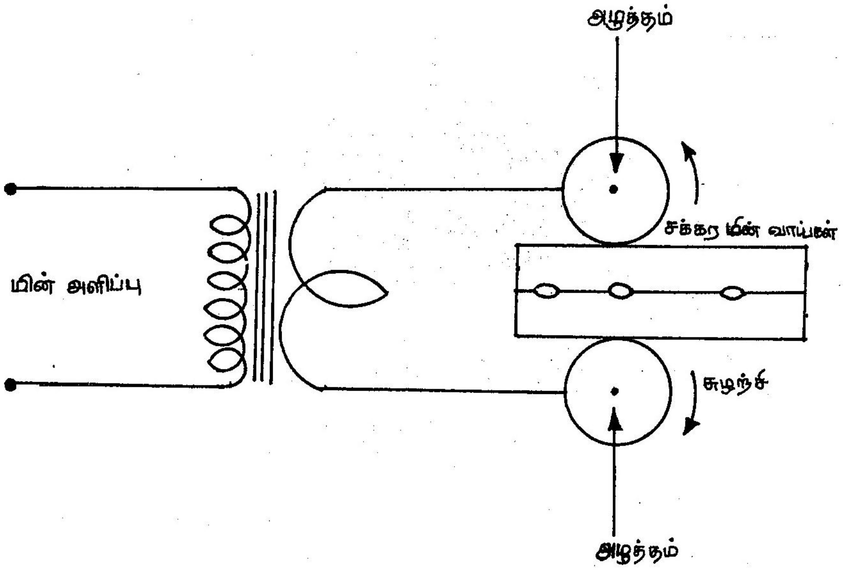
படம் 6-07.

மின் ஓட்டம் எப்பொழுதும் எளிதான பாதையிலே பாயும். இரண்டு மின்வாய்கட்கு இடையில் உள்ள மின் தடைகளினால் வெப்பம் உண்டாகி, உலோகம் உருகும் நிலையில் அழுத்தம் கிடைத்ததும், இரண்டு தகடுகளும் ஒன்றொடொன்று இறுகிப் பிணைந்து கொள்கின்றன. இவ்வகைப் பிணைப்புகள், தகடுகட்கும், இரும்பு, மற்றும் இரும்பல்லாத பொருள்கட்கும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தண்ணீர் மற்றும் காற்றுப் புகாத இணைப்புக்கட்கு, இவ்வகைப் பிணைப்புகள் பயனற்றவைகள் ஆகும். மேசை, நாற்காலிகள், உலோகப்பெட்டிகள், ஊர்திகளின் உடற்கட்டுமானம் முதலானவைகட்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பு

இதை விளிம்பு உருக்கிப் பிணைப்பு என்றும் அழைப்பார்கள். இரண்டு தகடுகட்கு இடையில், தொடர்ந்து பிணைப்பு ஏற்படுத்த வேண்டுமானால், மடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பைப் பயன்படுத்த

வேண்டும். இதன் அமைப்புப் படம் 6-08ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் மின் வாய்கள், சக்கரம் போன்ற அமைப்பை உடையவைகள்.



படம் 6-08.

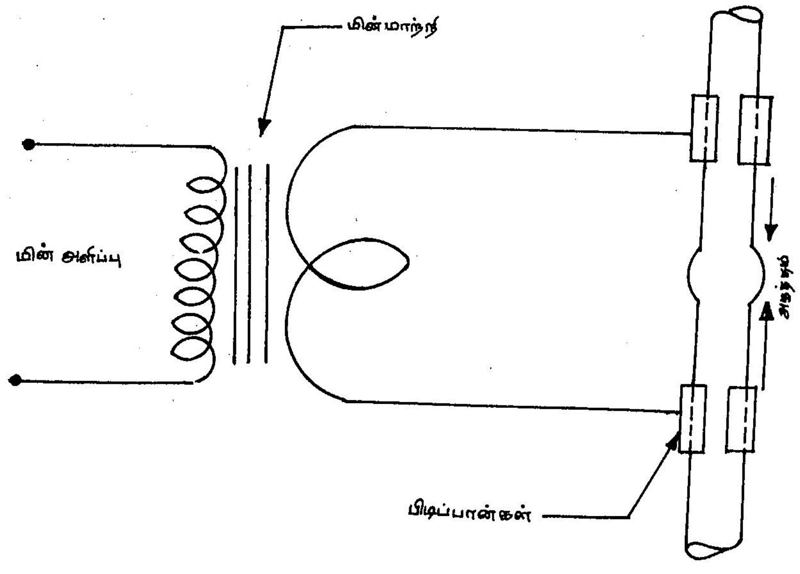
தொடர்ந்து வெப்பப் கொடுத்தால் தகடுகள் மடிய (Warping) தொடங்கிவிடும். இதற்காகத் தனியான முன் எச்சரிக்கை ஏற்பாடுகள் செய்து கொள்ள வேண்டும். இதைத் தவிர்ப்பதற்காகத் தொடர்ந்து, பொட்டு உருக்கிணைப்பைக் குறிப்பிட்ட இடைவேளையில் வைக்கவேண்டும். நகரும் சக்கர மின்வாய்கட்கு, இடைவிட்டுப் பாயும் மின்னோட்டத்தை அளித்தால் தொடர்ந்து பொட்டு உருக் கிணைப்பு அல்லது மடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பு கிடைக்கிறது. இந்த வகை இணைப்பு முறை எஃகுப் பீப்பாய்கள், எண்ணெய்த் தொட்டிகள், முதலான காற்று மற்றும் தண்ணீர் புகாத கலன்கள் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

துடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பு

இதில் பொட்டு உருக்கிப் பிணைப்பியைப் பயன்படுத்திப் பொட்டு உருக்கிப் பிணைப்பை, மடிப்பு உருக்கப்பிணைப்பின் நேரத்தில் இணைப்பதையே மேற்கொள்ளுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, இந்த துடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பில், 10 சுழற்சிக்குப் பற்ற வைப்பும் 4 சுழற்சிக்குக் குளிர்வுமாக மாறி மாறி நடைபெறுகிறது. 5 பற்றவைப்பிற்கு மொத்தம் 66 சுழற்சிகள் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன.

ஒரு மட்ட உருக்கிப் பிணைப்பு

இந்த முறையில் பிணைக்கப்பட வேண்டிய இரண்டு உலோகத் துண்டுகளும், ஒன்றுக்கொன்று இணையாகப் படம் 6-09ல் காட்டியுள்ளபடி வைக்கப்பட்டு மின்வாய்களின் மூலம் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி ஒரே உலோகத் துண்டாக, இணைக்கப் படுகிறது.



படம் 6-09.

உலோகத் துண்டுகட்கு அதிகமான அழுத்தம் கொடுக்கப் பட வேண்டியிருப்பதால் அவைகள் பிடிப்பான்களில் (Clamps) பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இம்முறையைப் பயன்படுத்திச் சிறிய உலோகத்தண்டுகளையும் (rod) குழாய்களையும் பிணைக்கலாம்.

மின்தடை உருக்கிப்பிணைத்தலில் முக்கியமாகப் பயன் படும் துணைக்கருவிகளாவன மின்மாற்றிகள், மின்வாய்கள், பிடிப்பான்கள் முதலியன ஆகும். மின்மாற்றிகளில் இரண்டு சுற்று மின் மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் இணைச் சுற்றில் குறைவழுத்தமும், உயர் மின்னோட்டமும் தேவைப் படுகிறது. மின்னோட்டத்தை மின் மாற்றியினுள் செலுத்த மற்றும் நிறுத்த, மின் காந்தத் தொடுகை (Electro Magnetic Contactors) அல்லது மின்அலை தொடுகை (Electronic Contractors) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மின்பொறி உருகிப் பிணைத்தல்.

மின்பொறி என்பது, மின்வாய்க்கும், பிணைக்கப்பட வேண்டிய உலோகத்துண்டுக்கும் இடையே ஏற்படும் மின் இறக்கமே ஆகும். இந்த மின்பொறியின் வெப்பம் 4000° வரை இருக்கும். பிணைக்கப்படவேண்டிய இடத்தில் இந்த வெப்பம் கொடுக்கப்படுவதால் இந்த இடத்திலுள்ள உலோகம், உருகி இரண்டறக்கலந்து ஒன்றொடொன்று ஒட்டிக்கொள்கிறது. உலோகம் உருகுவதோடு இரண்டும் இணைக்கப்படவேண்டிய இடத்தில் நிரப்பி உலோகத்தால் (Filler Metal) சற்று உலோகமும் நிரப்பப்பட்டுப் பிணைப்பு நிறைவு செய்யப்படுகிறது.

மரை ஆணி (Bolting) மற்றும் சடையாணி (Rivetting) பயன் படுத்துவதற்குப் பதிலாக மின்பொறி உருகிப் பிணைத்தலைப் பயன்படுத்தலாம். பழுதடைந்த, மற்றும், உடைந்துபோன உருக்கு களைச் சரி செய்யவும் இம்முறை பயன்படுகிறது. மின்பொறி உருகிப் பிணைத்தலின் வகைகளாவன.

1. கரிப்பொறி உருகிப் பிணைத்தல் (Carbon Arc Welding)

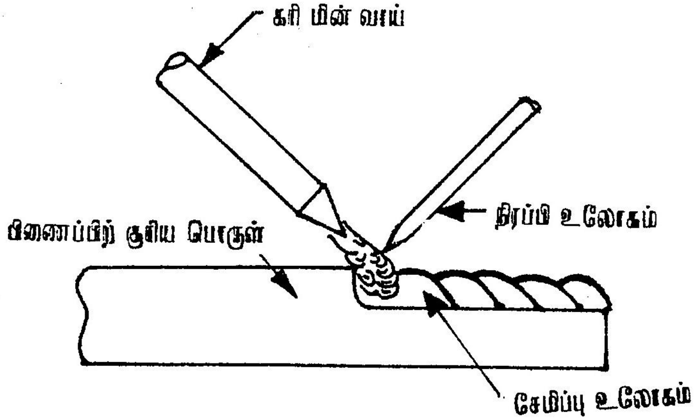
2. உலோகப் பொறி உருகிப்பிணைத்தல் (Mettalic Arc Welding)

3. அணு நீரக உருகிப் பிணைத்தல் (Atomic hydrogen Welding)

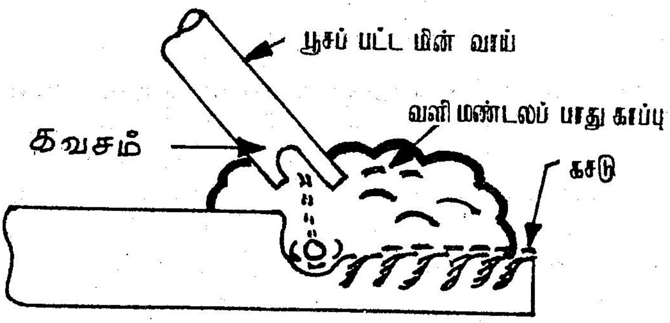
4. ஆர்கான் பொறி உருகிப் பிணைத்தல் (Argon Arc Welding)

கரிப்பொறி உருகிப் பிணைத்தல்

இவ்வகைப் பிணைத்தலில் கரியின்வாய்க்கும், பிணைக்கப் பட வேண்டிய பொருளுக்கும் இடையில் மின்பொறி உண்டாக்கப் படுகிறது. இதற்கு நேர் மின்னோட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பிணைக்கப்படவேண்டிய பொருள்கள் நேர்முனையாகவும், கரி மின்வாய் எதிர்முனையாகவும் செயல்படுகிறது. அதிகமான உலோகம் பிணைக்கப்பட வேண்டிய இடத்தில் தேவைப்பட்டால் நிரப்பி உலோகமும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதுவும் மேற் குறிப்பிட்ட பொறியாலேயே (Filler metal) *உருக்கப்படுகிறது. படம் 6-10 (அ) இல் இந்த முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.*



படம் 6-10 அ



படம் 6-10 ஆ

கரித்துகள், சுற்றிலும் படர்ந்திருப்பதால் வளிமண்டலத்தில் (Atmosphere) உள்ள உயிரகம் (Oxygen) உருகும் உலோகத்தைப் பாதிப்பதில்லை. மின்வாய் நேர்முனையுடன், இணைக்கப்பட்டால், மின் அணுக்கள் அதிகமான வேகத்துடன், மின்வாயில் மோதும். மேலும் அதன் நுனியில் அதிகமான வெப்பத்தை உண்டுபண்ணும். இதனால், கரித்துண்டு விரைவில் ஆவியாவதுடன் உருகும் பொருளில் கரி அதிகமாகச் சேர்ந்துகொண்டு உலோகத்தை எளிதில் உடையக் கூடியதாகச் செய்துவிடும். ஆகவே, மின்வாயை எதிர்முனையில் தான் இணைக்க வேண்டும்- இந்த முறை மிகவும் பழைய முறை. தற்சமயம் இந்த முறை அதிகமாகப் புழக்கத்தில் இல்லை.

உலோகப் பொறி உருக்கிப் பிணைத்தல்

இந்த முறை அதிகமாகப் புழக்கத்தில் இருந்து வரும் ஒன்று. இதில் மின்னோட்டமானது உலோக மின்வாய் பொறி, பிணைக்கப்பட வேண்டிய பொருள். இவற்றினுள் பாய்ந்து மீண்டும் மின் அளிப்புக்குத் திரும்புகிறது. பொறியினால்

உண்டாகும் வெப்பத்தினால், பிணைக்கப்பட வேண்டிய பொருளில் சிறு பகுதியும் மின்வாயில் சிறுபகுதியும் உருகுகிறது. மின் வாயை வெளியில் எடுத்தும், உலோகம் குளிர்வு பெற்று இறுகிவிடுகிறது. இதில் மின்வாயே நிரப்பி உலோகமாகவும் செயல்படுகிறது. மின்வாய்களின் புறப்பரப்பில், சிலிகான் உப்பு, சுண்ணாம்பு அல்லது மங்கனிசியம் கலந்த கலவை பூசப் படுகிறது. இது பிணைக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் மேல் கசடு போல் படிந்து ஆக்சிகரணத்தைத் தவிர்க்கிறது.

அணு நீரக உருகிப் பிணைத்தல்

இந்த வகைப் பிணைத்தலில் இரண்டு டங்ஸ்டன் மின்வாய் கட்கு இடையில் பொறி (Arc) உண்டாக்கப்படுகிறது. நீரக வாயுவை (Hydrogen) இப்பொறியினுள் செலுத்தியதும், நுண் துகள்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு (Atomised) விடுகிறது. இத்துகள்கள் ஒன்று கூடும் பொழுது, அதிகமான அளவில் வெப்பம் ஏற்பட்டு இதனால் பிணைத்தல் நடைபெறுகிறது. இம்முறைக்கு மாறு மின்னோட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகைப் பிணைப்பு, உலோகம், கூட்டு உலோகம், இரும்பு கலந்த மற்றும் கலவாத பொருள்கட்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆர்கான் பொறி உருகிப் பிணைத்தல்

இதில் பொறி டங்ஸ்டன் மின்வாய்க்கும், பிணைக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்கும் இடையில் உண்டாக்கப்படுகிறது. ஆர்கான் என்ற மந்த வாயு, வளிமண்டலத்திலுள்ள நீரக வாயுவினால், சேதம் ஏதும் ஏற்படாமல், கவசம் போல் பாதுகாக்கிறது. இந்த முறை மக்னிசீயம், மக்னிசீயக் கூட்டு உலோகம் மேலும் அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களை உருக்கிப் பிணைக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

6-4 ஒளிர்வு (Illumination)

ஒளி என்பது கதிர்களைக் கொண்ட ஒரு சக்தி. மனிதனுடைய கண்ணுக்கு 40×10^{-8} மீட்டலிருந்து 75×10^{-8} மீட்டர் வரை அலை நீளம் (Wave length) கொண்ட மின்காந்தக் கதிர்களை (Electro Magnetic radiation) மட்டும் தான் உணரக் கூடிய

ஆற்றல் உண்டு. தெரியக்கூடிய நிறமாலையில் (Spectrum) பற்பல அலை நீளங்கள் பலவகை நிறங்களை உண்டு பண்ணுகின்றன. 50×10^{-8} மீட்டர் அலை நீளமுள்ள பச்சை நிறம், மனிதர்களின் கண்ணுக்கு எளிதில் புலனாகக் கூடிய ஒன்றாகும். ஒளிர்க்கற்றைகளாக அல்லது போட்டான் என்றழைக்கப்படும் சிறிய சக்திச் சிப்பமாக (Packet) வெளியிடப்படுகிறது.

ஒளிர்வைப் பற்றிய அலகுகளையும், அதற்கான விளக்கங்களையும் காண்போமாக.

1. கான்டிலா (Candela)

இது ஒளி அடர்த்தியினுடைய அலகாகும். இது கருப்பு நிறமுள்ள புறப்பரப்பில் பிளாட்டினத்தின் உறை நிலை வெப்பத்தில் (2043□K) ஒரு சதுர சென்டி மீட்டர்/வினாடியில் உமிழப்படும் ஒளியில் 1/60 பாகமாகும்.

2. ஒளிர்வின் அடர்த்தி (Lumnous Intensity)

ஒரு பொருளின் ஒளிர்வின் அடர்த்தி என்பது படித்தர (Standard) அளவி ஒன்றுடன் ஒப்பிட்டு அளக்கப்படுவதாகும். இது மெழுவர்த்தித் திறன் (Candle Power) என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

3. ஒளி மின் பாயங்கள் (Luminous flux)

இது ஒரு வினாடியில் உமிழப்படும் ஒளியின் சக்தியாகும். இதன் அலகு லூமன் (Lumen) ஆகும்.

4. லூமன் (Lumen)

ஒரு காண்டிலா, ஒளி அடர்த்தி கொண்டு ஓர் ஒளியின் புள்ளியிலிருந்து, ஓர் அலகு திடகோணத்தில் (Solid Angle) ஒரு வினாடியில் வெளியிடப்படும் ஒளியின் சக்தியே ஒரு லூமன் ஆகும்.

5. திடக்கோணம் (Solid Angle)

ஓர் அலகு ஆரமும், புறப்பரப்பில் ஓர் அலகு பரப்பளவும் கொண்ட ஒரு கோளத்தின் மத்தியில் உண்டாகும் கோணமே திடக்கோணம் ஆகும்.

$$\text{திடக்கோணம்} = \frac{\text{பரப்பளவு}}{\text{ஆரத்தின் இருமடி}}$$

6. ஒளிர்வு (Illumination)

ஒரு பரப்பின் மேல் ஒளியின் பாயங்கள் படும்பொழுது அந்தப்பரப்பு ஒளி பெறுகிறது. இந்த ஒளிர்வு பாயங்கள்/ அலகு பரப்பு என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

ஒளிர்வின் விதிகள் (Laws of Illumination)

தலைகீழ் இருமடி விதி (Inverse square Law)

ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் கிடைக்கும் ஒளிர்வானது, ஒளி உற்பத்தியாகும் ஒரு புள்ளியிலிருந்து உள்ள தூரத்தில் இரு படிக்கும் தலைகீழ் விகிதத்தில், மாறுதலடைகிறது. மேலும் இந்த ஒளிர்வின் அடர்த்திக்கு, நேர்விகிதத்தில் மாறுதலடைகிறது. ஒளிர்வின் அடர்த்தியை 'I' என்றும், இடைப்பட்ட தூரத்தை 'd' என்றும் கொள்வோமேயானால், ஒளிர்வு $\alpha \frac{I}{d^2}$

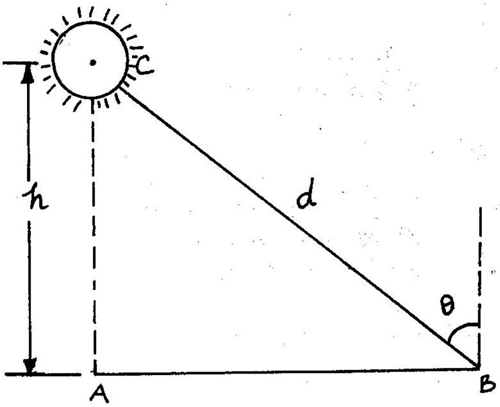
லாம்பர்ட்சின் கொசைன் விதி

இந்த விதியின் படி, ஒளிர்வானது ஒளிரும் பரப்பின் இயல்புக் கோட்டிற்கும் (noru) ஒளிப்பாயம் விழுகின்ற (Incident) திசைக்கும் இடைப்பட்ட கொசைன் கோணத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் மாறுபடுகிறது.

எல்லாவற்றையும் ஒன்றாக இணைத்து ஒளிர்வு

$$E \alpha \frac{I}{d^2} \cos\theta$$

8. ஒரு புள்ளியில் கிடைக்கும் ஒளிர்வு



படம் 6-11

படம் 6-11இல் 'C' என்பது ஓர் ஒளிவிடும் புள்ளி. இதன் ஒளிர்வின் அடர்த்தி I கான்டிலா 'A' என்ற இடம் 'C' என்ற புள்ளியில் இருந்து 'h' மீட்டர் உயரத்தில் இருக்கிறது. 'C' என்ற புள்ளிக்கும், 'B' இக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் 'd' மீட்டர் ஆகும். 'θ' என்பது இயல்புக் கோட்டிற்கும், ஒளிப்பாயம் விழுகின்ற திசைக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் ஆகும்.

'A' என்ற இடத்தில் கிடைக்கும் ஒளிர்வு $= \frac{I}{h^2}$

'B' என்ற இடத்தில் கிடைக்கும் ஒளிர்வு $= \frac{I}{d^2} \cos\theta$

$[\, d = \frac{h}{\cos\theta} \,]$

எனவே, $\frac{I}{h^2} Cos^3 \theta$

6..01. ***1500*** *லூாமன் ஒளி கொடுக்கும் ஒரு விளக்கு சமதளத்தின் மேல் 8 மீட்டர் உயரத்தில், தொங்கவிடப்பட்டிருக்கிறது. சமதளத்தில், விளக்கின் அடியில் இருந்து, 6 மீட்டர் தூரத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் உண்டாகும் ஒளிர்வைக் கண்டுபிடிக்கவும்.*

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

விளக்கின் ஒளி **1500** லூாமன்.

உயரம் 8 மீட்டர்.

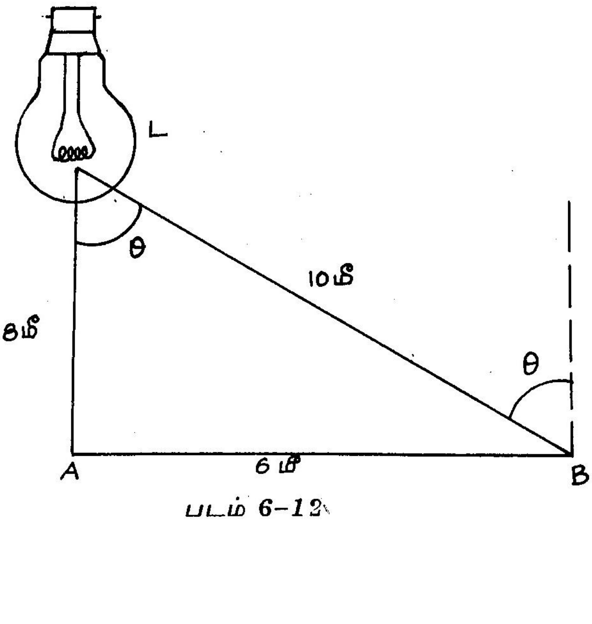
கிடைத்தூரம் 6 மீட்டர்.

தேவை:

ஒளிர்வு.

வழிமுறை:

ஒளிர்வின் அடர்த்தி $I = \frac{1500}{4\pi}$ காண்டிலா.



படம் 6-12

$$I_B = \sqrt{8^2 + 6^2}$$

$$= \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} = 10$$ மீட்டர்.

கொசைன் $\theta = \frac{8}{10} = 0.8$

$E_B = \frac{I}{d^2}$ கொசைன் θ.

$$E_B = \frac{1500}{4 \times 3.14} \times \frac{0.8}{10^2}$$

$$= \frac{1500 \times 0.8}{4 \times 3.14 \times 100} = \frac{12}{12.56} = 0.9554.$$

விடை:

ஒளிர்வு = ***0.9554.***

கோளங்களும், எதிரொளிப்பான்களும்
(Globes and reflectors)

மின் விளக்குகளிலிருந்து கிடைக்கும்நேரான கண்கூசச் செய்கிற வெளிச்சத்தைத் தவிர்ப்பதற்காக, விளக்குகள் முழுவதும் அல்லது அதன் ஒரு பகுதி மட்டும், கோளங்கள் மற்றும் எதிரொளிப் பான்களின் உதவி கொண்டு மறைக்கப்படுகிறது. தேவையில் லாத இடங்களில் பரவும் ஒளியைத் தவிர்ப்பதற்காகவும், தேவை யான இடங்களில் எதிரொளிப்பின் மூலம் ஒளியை அதிகப் படுத்தவும், எதிரொளிப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒளியை மங்கலாகவும், சீராகவும் கொடுக்கக் கோளங்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இது விளக்கை முழுவதும் மூடி விடுகிறது. கண்ணாடியின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து இது 15 லிருந்து 40 விழுக்காடு வரை உள்ள ஒளியைத் தன்னுள் ஈர்த்துக் கொள்கிறது.

பலவகையான எதிரொளிப்பான்கள், மற்றும் கோளங்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

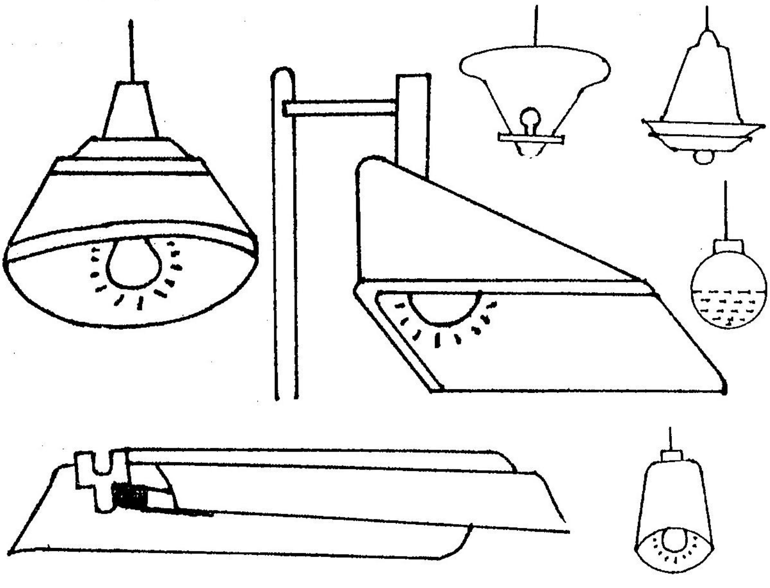
1. நேரடி மற்றும் பிரதி நேரடி ஒளிக்கான துணைக்கருவிகள் (Direct and Semi direct light fittings)

2. *மறைமுக மற்றும் பாதி மறைமுக ஒளிக்கான துணைக் கருவிகள்* (Indirect and semi Indirect light fittings)

3. *ஒளிச் சிதறலாக்கும் துணைக்கருவிகள்* (Diffusing light fittings)

1. நேரடி மற்றும் பாதி நேரடி ஒளிக்கான துணைக்கருவிகள்

இவ்வகை துணைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதால் 90 லிருந்து 100 விழுக்காடு வரையிலான ஒளி, கீழ்நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது. நேரடி ஒளிக்கான, எதிரொளிப்பான்கள் சிலவற்றின் அமைப்புப் படம் 6-13 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது



படம் 6-13.

பாதி நேரடி ஒளிக்கான துணைக்கருவிகள், அதிக அளவு ஒளியைக் கீழும், சிறிதளவு ஒளியை விதானம் மற்றும் சுவர்கட்கும் அளிக்கின்றன. இதில் 30 விழுக்காடு மேல் நோக்கியும், 45 விழுக்காடு கீழ்நோக்கியும் அனுப்பப்படுகிறது.

இந்த வகைத் துணைக்கருவிகள், அதிக உயரமுள்ள அறைகளில், சீரான ஒளிப் பகிர்ந்தளிப்பு வேண்டிய இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் அமைப்புப் படம் 6-13 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மறைமுக மற்றும் பாதி மறைமுக ஒளிக்கான துணைக்கருவிகள்

இந்த வகை அமைப்பில் ஒளி நேராகத் தரையை அடையாமல், மறைமுகமாக, மங்கலான எதிரொளிப்புடன் தரையை வந்தடைகிறது. ஒளியை ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதிக்காத (Opaque) கண்ணாடி மற்றும் பிளாஸ்டிக் கிண்ணங்களின் நடுவில் விளக்குகள் தொங்க விடப்படுகின்றன. இதனால், அதிகமான ஒளி, மேல் நோக்கி விதானங்களில் செலுத்தப்படுகிறது. பின்னர், விதானங்களினால் எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளி, தரையை வந்தடைகிறது. கிண்ணம் போன்ற துணைக்கருவிகள் அறையின் உயரத்தில் முக்கால் பங்குக்கு மேல் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த வகை ஒளியில் நிழல்கள் (Shadows) கிடைப்பதில்லை. எனவே, இந்த வகை விளக்குகள், வரைபட அலுவலகங்கள் (Drawing Offices) அச்சுக் கோர்க்கும் அறைகள் (Composingrooms) மற்றும் தொழில் கூடங்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் அமைப்புப் படம் 6-12 ஆ இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பாதி மறைமுக ஒளிக்கான துணைக்கருவிகளில் ஒரு பகுதி ஒளி நேரடியாகவும், மறுபகுதி மங்கிய எதிரொளிப்பாலும் கிடைக்கிறது. ஒளியை ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதிக்காத பொருள்களைத் தவிர்த்து, இதில் ஒளியைத் தன்னுள் கசியவிடும் பொருள்களினால் (Transulent) செய்யப்பட்ட துணைக்கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒளியைச் சிதறலாக்கும் துணைக்கருவிகள்

இந்தத் துணைக்கருவிகள், எல்லாத் திசைகளிலும், ஒளியைச் சிதற வைக்கிறது. ஒளியைச் சிதற வைக்கும் கோளத்திற்குள் விளக்கு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதனால் விளக்கின் புறப்பரப்பு அதிகரிக்கப்பட்டு விடுகிறது. ஒளியின் அடர்த்தி

குறைக்கப்படுகிறது. ஆனால் அதே அளவு வெளிச்சம், வெளியிடப்படுகிறது. இதன் அமைப்புப் படம் 6-13 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒளிர்வும், பல்வேறு தேவைகளும்

பல்வேறு தேவைகட்கான ஒளிர்வுகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றன. மிக நுண்ணியமான வேலைப்பாடுகள், பார்வைப் பொருட்கள் (Display) முதலியன .... 500 லூமன்/சதுர மீட்டருக்கு மேல் தையல் எந்திரம் (Sewing Machine) பெயர் வெட்டுதல் முதலியவற்றிற்கு .... 20 லிருந்து 500 லூமன்/சதுர மீட்டர் அச்சுப்படி திருத்துதல் (Proof Reading) வரை படம் வரைதல், கோர்த்தல் (Assembling) 100 லிருந்து 200 லூமன்/சதுர மீட்டர் கலைக்கண்காட்சிகள் (Art exhibition) இயல்பாகப் படிக்க .... 60 லிருந்து 100 லூமன்/சதுர மீட்டர் படுக்கை அறை, ஒய்வு அறை, அரங்குகள் (Auditorium) ....20 லிருந்து 40 லூமன்/சதுர மீட்டர் மருத்துவ விடுதியின் அறைகள் (Hospital Wards) பேருந்து நிலையம் மற்றும் இருப்புப் பாதை நிலையங் களின் தங்குதளம் (Raillway Station Platerform) .... 5லிருந்து 10 லூமன்/சதுர மீட்டர் வரை எடுத்துக்காட்டாக நல்ல நண்பகல் வேளையில் கிடைக்கும் சூரிய வெளிச்சம் 120000 லூமன்/சதுர மீட்டர் முழு நிலவுக் காலத்தில் கிடைக்கும் நிலவொளி 0.1. 0.3 லூமன்/சதுர மீட்டர்.

இடைவெளி (Space) உயரம் (height) விகிதம்

குறிப்பிட்ட ஓர் இறைக்கு அல்லது இடத்துக்கு, ஒளிர்வைத் (Illumination) திட்டமிடும் பொழுது (Design) இந்த விகிதம் அவசியம் தேவைப்படுகிறது.

இடைவெளி உயரம் விகிதம் என்பது இரண்டு விளக்குகட்கு இடையிலுள்ள தூரத்திற்கும், தரையிலிருந்து விளக்கு தொங்கும் உயரத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். இதன் மதிப்பு 1 லிருந்து 2 வரை மாறுபடுகிறது.

பயன் - காரணி (Utilization factor) (1)

பயன்காரணியைப் பயன் குணகம் (Co-efficient & utilization) என்றும் சொல்லுவதுண்டு. இது, ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் கிடைக்கக்கூடிய ஒளிக்கும், விளக்கில் உமிழப்பட்ட ஒளிக்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். இந்தக் காரணி நேர்முக அல்லது மறைமுக விளக்கு முறைகள், விளக்கு தொங்கும் உயரம், சுவர் மற்றும் விதானத்தின் பளபளப்பு மேலும் வண்ணங்கள், அறையின் நீள அகலம் இவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. இதன் மதிப்பு *0.4* லிருந்து *0.6* வரை மாறுபடுகிறது.

மதிப்பிறக்கக் காரணி (Depreciation factor (p)

எல்லா விளக்குகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளியும் நாள் செல்லச்செல்ல குறைந்து விடுகின்றது. தூசி மற்றும் அழுக்குகள், கோணங்கள் மற்றும் எதிரொளிப் பான்களின் மேலும், சுற்றுயுள்ள சுவர்களின் மேலும் படிவதால், ஒளி இறக்கம் குறைந்து விடுகிறது. இதைப் பேணுதல்காரணி (Maintenance factor) என்றும் அழைப்பார்கள். மதிப்பிறக்கக் காரணியானது, உள்ள நிலையில் (Actual Condition) கிடைக்கும் ஒளிர்வுக்கும் எல்லாப் பொருள் களையும் சுத்தம் செய்தபின் கிடைக்கும் ஒளிக்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். இந்தக் காரணி *0.6* லிருந்து *0.75* வரை மாறுபடுகிறது.

விளக்குகளைத் திட்டமிடல் (Design of Lighting)

நன்கு திட்டமிடப்பட்ட விளக்குமுறையானது *1.* தேவையுள்ள அளவுக்கு ஒளியைக் கொடுக்கவேண்டும் *2.* கண் கூசும் வெளிச்சத்தையும், அடர்த்தி நிழல்களையும் தவிர்க்கவேண்டும். *3.* எல்லா இடங்களிலும் பரவலான, ஒரே சீரான, வெளிச்சம் கிடைக்குமாறு இருக்கவேண்டும்.

உள் ஒளித் (InternalLighting) திட்டமிடலில், தொழிற்சாலைகளை எடுத்துக் கொண்டோமேயானால் அங்குப் பயன்படும் விளக்குகள் யாவும் பெரும்பாலும் இழை மற்றும் குழாய் விளக்குகள் ஆகும். இவைகள் நேரடி வெளிச்சம் கிடைப்பதற்கு ஏதுவாக பொருத்தப் பட்டுள்ளது. பொதுவான எந்திரங்களில் வேலை செய்வதற்கு *300* லூமன்/சதுர மீட்டரும், மேசை வேலைகட்கு (Bench wor)

150 லூமன்/சதுர மீட்டரும் தேவைப்படுகிறது. அலுவலகங்கட்கு நல்ல ஒளி தேவைப்படுவதால், இழை மற்றும் குழாய் விளக்குகட்கு ஒளிச்சிதறல் துணைக்கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் ஒளிர்வு 300 லூமன்/சதுர மீட்டர்.

வசிக்கும் இடங்கட்கு ஓர் அறைக்கு ஓர் இழை அல்லது குழாய் விளக்கு தேவைப்படுகிறது. அறையின் பயன்பாட்டைப் பொறுத்து ஒளியின் அடர்த்தி, கூட்டவோ மற்றும் குறைக்கவோ செய்யப்படுகிறது.

மருத்துவ விடுதிகள், வகுப்பறைகள், வரைபட அலுவலகங்கள் யாவற்றிற்கும் அதிகமான ஒளி கொடுக்கும் விளக்குகள் தேவைப் படுகின்றன. கண் கூசும் வெளிச்சங்கள் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். இவைகட்கு மறைமுக ஒளி கொடுக்கும் விளக்குகள் மற்றும் துணைக் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விளையாட்டுத் திடல், வீதிகள், பாலங்கள் மற்றும் நீச்சல் குளங்கட்கான விளக்குகளைத் திட்டமிடல், வெளி ஒளித் (outdoor lighting) திட்டமிடலைச் சேர்ந்ததாகும். இவைகள் உள்ளொளித் திட்டத்தினின்றும் மாறுபட்டவைகள் ஆகும். இங்கும் பரப்பு அதிகமாக இருப்பதால் சீரான ஒளி எல்லா இடத்திலும் கிடைப்பது அரிது. மேலும் இங்குச் சுவர்கள் மற்றும் விதானங்கள் இல்லையாதலால், ஒளியை எதிரொளிக்க வழி இல்லை. எனவே, நேர்மிக ஒளிமட்டும்தான் தரையில் விழும். இதற்கான துணைக்கருவிகள் படம் 6-13இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

6-02. 15 மீ x 10 மீட்டர் அளவுள்ள ஓர் அறையை 20 விளக்குகள் கொண்ட ஒளி பெறச் செய்திருக்கிறார்கள். ஒளியின் அடர்த்தி 10 லூமன்/சதுர மீட்டர். ஒவ்வொரு விளக்கும் வெளியிடும் ஒளி 1600 லூமன் என்றால் இந்த முறையின் பயன்காரணியைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

அறையின் அளவு = 15 x 10
விளக்குகள் = 20
அடர்த்தி = 100 லூமன்/சதுர மீட்டர்.
விளக்கு வெளியிடும் ஒளி 1600 லூமன்

தேவை:

பயன் காரணி.

வழிமுறை:

விளக்குகளினால் கிடைக்கும் ஒளி = 20 x 1600 = 32000 லூமன்.

தரையில் கிடைக்கும் ஒளி = 100 x 15 x 10 = 15000 லூமன்.

$$\text{பயன் காரணி} = \frac{15000}{32000} = 0.468.$$

விடை:

பயன் காரணி = **0.468**

6-03. பொறியியற் கல்லூரி ஒன்றின் வரைபட அறையின் அளவு 30M x 20M x 6M விளக்குகள் **5** மீட்டர் உயரத்தில் தொங்கவிடப் பட்டிருக்கின்றன. தேவையான அளவு ஒளி **150** லூமன்/சதுர மீ. இதற்குத் தேவையான விளக்குகளையும் அவைகளைப் பொருத்தும் தரைப்படத்தையும் வரையவும்.

தற்பிணைவு **(Assumption)**

பயன் காரணி = **0.6** (P) பேணுதல் காரணி **0.75**, இடைவெளி – உயர விகிதம் **1. 300** வாட் விளக்குகளை லூமன்/வாட் = **13. 500** வாட் விளக்குகட்கான லூமன்/ வாட் = **16.**

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

அறையின் அளவு = 30 x 30 x 6

உயரம் = 4 M.

தேவையான அளவு ஒளி **150** லூமன்/சதுர மீட்டர்.

தேவை:

விளக்குகளின் எண்ணிக்கை, தரைப்படம்.

வழிமுறை:

$$\text{பாயங்கள் } \varphi = \frac{EA}{\eta P}$$

$$= \frac{150 \times 30 \times 20}{0.6 \times 0.75} = 20{,}0000$$

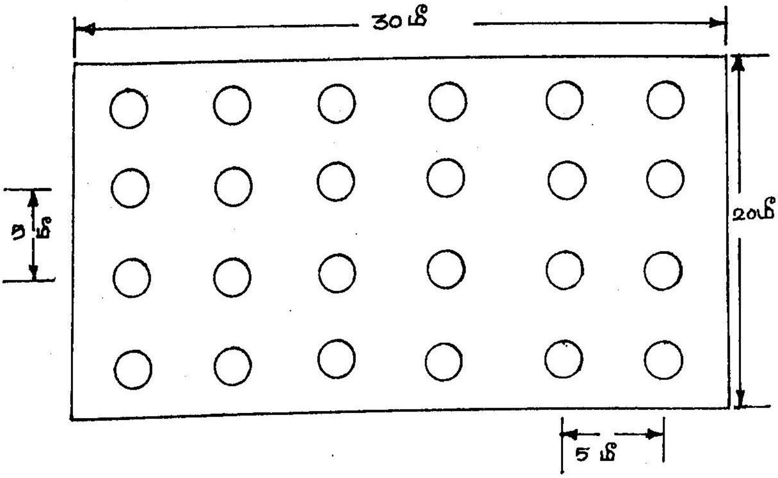
500 வாட் விளக்கால் உமிழப்படும் ஒளி = 500 x 16 = 8000.

300 வாட் விளக்கால் உமிழப்படும் ஒளி = 300 x 13= 3900.

$$500 \text{ வாட் விளக்குகளின் எண்ணிக்கை} = \frac{200000}{8000} = 25.$$

$$300 \text{ வாட் விளக்குகளின் எண்ணிக்கை} = \frac{200000}{3900} = 51.$$

இதில் 300 வாட் விளக்கு பயன்படுத்த இயலாது. 51 விளக்குகளைச் சுற்றி சீராக 30 x 20 மீ. பரப்பில் வரிசைப்படுத்த இயலாது. எனவே, 25 விளக்குகளை 4 வரிசையாக வரிசைக்கு 6 விளக்குகளாகப் பொருத்தலாம். இடைவெளி உயர விகிதம் 1 ஆக இருப்பதால் இடைவெளி 5 மீட்டராக வைத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது.



படம் 6-14.

6-05. மின்சார இழுவை: (Electric Traction)

இழுவை முறைகள்: (Systems of Electric traction)

இழுவை முறைகளில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. ஒரு வகையில் பிரித்தளிப்புச் சுற்றுகளிலிருந்து திறனைப் பெற்றுக் கொள்கிறது. மற்றொரு முறையில் இழுவைச் சக்திக்கான திறன் அந்தப் பொறிக்குள்ளேயே (Engine) உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. முதல் வகையில், மாறு மின்னோட்டம் அல்லது நேர் மின்னோட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மற்றொரு முறையில் டீசல்-மின்சார இழுவை பெட்ரோல்-மின்சார இழுவை, மற்றும் சேமகலன் இழுவை ஆகிய முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

மின்சார இழுவையின் அல்விளைவுகள் மற்றும் நல்விளைவுகள்:

1. வேகமான முடுக்கமும் (Acceleration) திறமையான வேகத் தடுப்பான் (bra) முறைகளும், மின்சார இழுவையை அதிக வேக முள்ளதாக ஆக்குகிறது. மேலும் அதிகமான வண்டிகளைத் தேவையான நேரங்களில் இயக்கவும் பயன்படுகிறது.

மின் னோடிகள், அதிகச் சுமைகளைக் குறைந்த நேரத்திற்குத் தாங்கக் கூடியது. எனவே, இந்த வண்டிகள் ஏற்றமான (up-gradients) வழிகளில் செல்லும்பொழுது, சுலபமாகச் செல்ல ஏதுவாக இருக்கிறது. மின்சார இழுவையில் இரண்டு முனைகளிலும் பொறிகள் பொருத்தப்பட்டிருப்பதால் வண்டிகள் திரும்பவும் அதன் பயணத்தை எதிர்த் திசையில் தொடரும் பொழுது எளிதாக அமைகிறது.

மின்சார இழுவை மற்ற எல்லா வகை இழுவை முறைகளைக் காட்டிலும் மிகவும் சுத்தமானது. புகை, கரி, எண்ணெய் முதலிய வகைகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. பேணுதலுக்காக எடுத்துக் கொள்ளப்படும் நேரம் நீராவி எந்திரத்திற்கு எடுத்துக் கொள்ளப் படும் நேரத்தைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைவு. மேலும் பேணுதலுக் கான செலவும் மிகவும் குறைவு. மின்சார இழுவை எந்திரத்தை உடனடியாகச் செயலுக்குக் கொண்டு வந்து விடலாம். ஆனால் நீராவி எந்திரத்தைச் செயலுக்குக் கொண்டு வருவதற்கு அதிக நேரம் பிடிக்கும். மின்சார வேகத்தடுப்பான்முறை எந்திர வேகத்

தடுப்பான் முறையைக் (Mechanical braking) காட்டிலும் திறமை வாய்ந்தது. மின்சார வேகத்தடுப்பானின் முறையில் சக்கரங்களுக்கும் வேகத்தடுப்பிகட்கும், (brake shoe) மற்றும் தண்டவாளங்கட்கும் (Rails) தேய்மானம் ஏற்படுவதில்லை. மறு உற்பத்தி (Regenerative) வேகத்தடுப்பானில் சக்தியின் ஒரு பகுதி திரும்பவும் மின் அளிப்புக்கு அளிக்கப்படுகிறது. இதனால் மின் சக்தி மிச்சமாக்கப்படுகிறது. இந்த இழுவையின் அல்விளைவுகளாவன. இதன் மூலதன விலை (Capital Cost) மிகவும் அதிகமாக இருக்கிறது. மேலும், நீராவி இழுவையை மின்சார இழுவையாக மாற்றுவதற்கு அதிகமான செலவுகள் ஏற்படுகின்றன. திடீரென ஏற்படும் மின் அளிப்பு இடைத்தடைகளினால், ஓட்டம் பாதிக்கப் படும். மாறு மின்னோட்டத்தை மின் இழுவைக்குப் பயன்படுத்தும் பொழுது, தொலைபேசி (Telephone) மற்றும் தொலை வரிக்கான (Telegraph) கம்பிகள் அருகிலே இருந்தால் இவைகளின் செயலில் இடையூறுகள் ஏற்படும். ஆனால் டீசல் மின் இழுவையில் இது போன்ற தொல்லைகள் தடுக்கப்படுகின்றன. மேலும் துணை மின் நிலையங்கள் மேல் மட்டக் கம்பிகள் (Overheadlines) மற்றும் தாங்கிகள் (Supporters) யாவும் தவிர்க்கப் படுகின்றன.

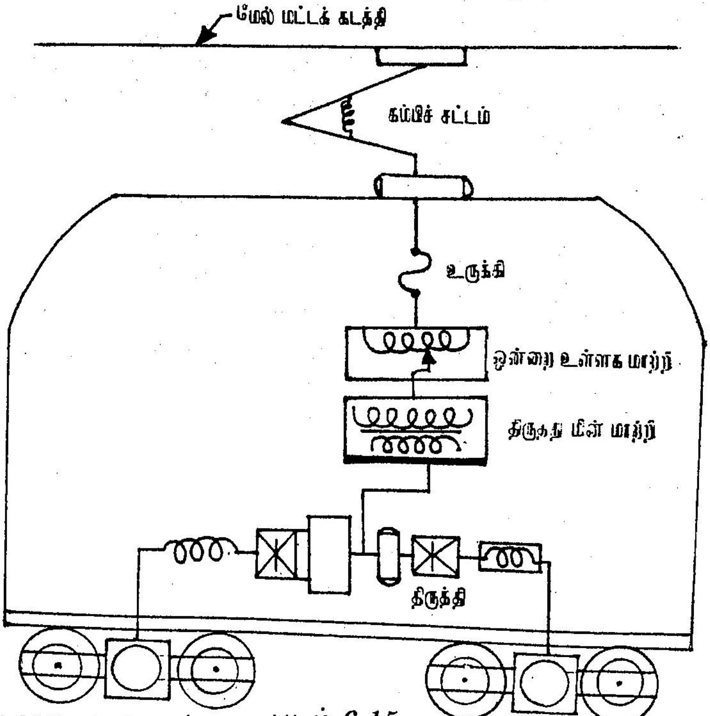
மின் அளிப்பு முறைகள் (System of Supply)

மின் இழுவைக்கு, நேர் மின்னோட்டம் மற்றும் மாறு மின்னோட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நேர் மின்னோட்ட இழுவை முறையில் தொடர் மற்றும் கூட்டு மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மாறு மின்னோட்ட இழுவை முறையில், ஒரு நிலைத் தொடர் மின்னோடி மற்றும் மூன்று நிலைத் தூண்டல் மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒரு நிலை மின் அளிப்பு மிகவும் அதிகமாகப் புழக்கத்தில் இருந்து வருகிறது. தடங்களில் (track) உள்ள துணைமின்நிலையங்கள் 25 கிலோவோல்ட், 50 அலைவெண் கொண்ட மின் அளிப்பை மேல் மட்டக் கம்பிகட்கு ஊட்டுகிறது. மேல் மட்டக் கம்பிகட்கு ஊட்டப்பட்ட, மின் அளிப்பு உராயும் கம்பிச் சட்டத்தின் (Pantograph) உதவியால் பொறி அறைக்குள் (Engine room) கொண்டுவரப்படுகிறது. இந்தக் கம்பிச் சட்டத்தை, வில்லமைப்பு

(Spring) மற்றும் காற்றழுத்த உருளை **(Cylinder)** களின் மூலமாக உயரே தூக்கவோ, கீழே தாழ்த்தவோ இயலும்.

இந்தக் கம்பிச் சட்டத்திலிருந்து, மின்அளிப்பு, ஒற்றை உள்ளக மின்மாற்றிக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த மின்மாற்றி மின் அழுத்தத்தைக் குறைத்து இயங்கும் மின்னோடிகட்குத் தேவையான மின் அழுத்தத்தை மட்டும் உள்ளே அனுமதிக்கிறது. மாறுமின்னோட்ட இழுவையாக இருந்தால் மின்னோடிகட்கு மின்மாற்றியிலிருந்து நேரடியாக மின் அரிப்புக் கொடுக்கப் படுகிறது. நேர் மின்னோட்ட இழுவையால், மின்மாற்றியிலிருந்து கிடைக்கும் மின் அளிப்பைத் திருத்திகளின் **(Rectifier)** உதவியால், நேர் மின்சாரமாக மாற்றிப் பின்னர் நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிகட்குள் புகட்டப்படுகிறது. மின் இணைப்பின் ஒரு வழிப்படம் படம் 6- 15இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6-15

நேர் மின்னோட்ட இழுவையின் தொடர் மின்னோடி, சக்கரங்கட்கு இடையில் இணைக்கப்படுகிறது. உயர்திறன் திருத்திகளில், சிலிகான் இருவாய்கள் (Diode) பால (bridge) முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. வடிகட்டும் அமைவாக (filter) மின்னொழுக்குத் தடங்கல் அமைவு செயலாற்றுகிறது.

6-05-03. வண்டியின் நகர்வுக்கான வேக நேர வளைவுகள் (Speed - time Curres for train Movement)

வண்டி ஒன்றின் ஓட்டத்தை வரைபடத்தின் மூலம், காண்பிக்கும் பொழுது, படம் 6-16இல் காட்டியுள்ளபடி அதை ஐந்து பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. மின் தடையில் முடுக்கம்.
2. மின்னோடியின் வேகத்தில் முடுக்கம்.
3. எளிதான ஓட்டம்.
4. திறனற்ற ஓட்டம்.
5. வேகத் தடை.

1. மின்தடையில் முடுக்கம் (Acceleration On Resistance)

இந்தப் பகுதியில், தொடக்கியின் (Starter) தடைகள் மெதுவாகக் குறைக்கப்படுகின்றன. இதனால் மின்னோடியில் முடுக்கம் அதிகமாகிறது. மின்னோடி எடுத்துக் கொள்ளும் மின்னோட்டமும் வண்டியின் இழுவைச் சக்தியும் மாறிலிகளாக உள்ளன.

2. மின்னோடியின் வேகத்தில் முடுக்கம் (Acceleration On Motor Speed)

இந்தப் பகுதியில், தொடக்கியின் (Starter) தடைகள் மெதுவாகக் குறைக்கப்படுகின்றன. இதனால் மின்னோடியின் முடுக்கம் அதிகமாகிறது. மின்னோடி எடுத்துக் கொள்ளும்

மின்னோட்டமும் வண்டியின் இழுவைச் சக்தியும் மாறிலிகளாக உள்ளன.

2. மின்னோடியின் வேகத்தில் முடுக்கம் (Acceleration on Motor Speed)

மின்னோடியைத் தொடங்கும் வேலை முடிந்ததும் வண்டி தொடர்ந்து முடுக்கத்தைப் பெறுகிறது. மேலும் வண்டியின் வேகமானது, மின்னோடியின் சுழற்றுமை வேகம் சிறப்பில்லைப் பொறுத்து அதிகப்படுகிறது. இறுதியாக வண்டி ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தை அடைகிறது. இந்த வேகத்தில் இழுவைச் சக்தியானது தடத்தில் (Track) உண்டாகும் தடைக்கு இணையாக உள்ளது.

3. எளிதான ஓட்டம் (Free Running)

வளைவில் இந்தப் பகுதி எளிதான ஓட்டத்தைக் குறிக்கிறது. இதுபோது வேகம் மாறாமல் சீராகக் கிடைக்கிறது.

4. திறனற்ற ஓட்டம் (Coasting Period)

இந்தப் பகுதியில் "L" என்ற இடத்தில் வண்டிகட்குக் கொடுக்கப் படும் திறன் நிறுத்தப்படுகிறது. வண்டியிடம் ஏற்கெனவே, இருந்தடம்,இயங்கு சக்தியால் (Kinctic energy) வண்டி தொடர்ந்து ஓடுகிறது. இருப்பினும் தடத்தில் உள்ள உராய்வுகளினால் (Friction) வேகம் மெதுவாகக் குறையத் தொடங்குகிறது.

வேகத் தடை (Braking)

இயங்கு தடைகள் பயன்படுத்தப்பட்டு எதிர் முடுக்கம் (Deacceleration) கொடுக்கப்படுகிறது. பின்னர் வண்டி நிறுத்தப்படுகிறது.

6-05-04. தொடக்க முறைகள்

நேர் மின்னோட்டத் தொடர் மின்னோடியில் மின்னக மின் ஓட்டம் $I_a = \frac{V - E_b}{R_a}$ இதில் R_a என்பது மின்னக மின்

தடையைக் குறிக்கிறது. தொடக்கத்தில் E_b பூச்சியம் ஆகும். எனவே, மின்னக மின்னோட்டம் மிகவும் அதிகமாக இருக்கிறது. இதைக் குறைப்பதற்காகச் செலுத்தப்படும் மின் அழுத்தத்தைத் தொடக்கத்தில் குறைக்க வேண்டும். இம் முறைக்குத் தொடர் இணை முறை (Series- Parallel Method) என்று பெயர். மற்றொரு முறையில் அதிகமான மின் தடைகளைச் சுற்றியில் இணைத்து மின்னோடியைத் தொடக்கும்போது தடைகளை ஒவ்வொன்றாகக் குறைத்து முழு வேகத்தைப் பெற வைக்க வேண்டும். இந்த முறைக்குப் பிளப்பு முறை (Notching Mehtod) என்று பெயர்.

6-05-06. வேகக்கட்டுப்பாடு

$$N \alpha \frac{E_b}{\varphi} \qquad \text{....(6-02)}$$

மின்னோடியில் வேகம் என்பது பின் மின் இயக்குவிசைக்கு (Back lem) நேர் விகிதத்திலும், புலத்திலுள்ள பாயத்திற்குத் தலை கீழ் விகித்திலுமாக மாறுதல் அடைகிறது. எனவே, வேகக் கட்டுப்பாட்டை அடைய மாறும் தொடுகைகள் (Tap) உள்ள மின் மாற்றியினால் கொடுக்கப்படும் மின் அழுத்தத்தைக் கூட்டி அல்லது குறைத்து மின்னோடிக்குள் செலுத்தலாம். அல்லது புலத்தை வலிமை இழக்கச் செய்து (Weater) அதனால் வேகத்தை அதிகப்படுத்தலாம். புலத்தை வலிமை இழக்கச் செய்வதற்குத் தொடுகை முறை அல்லது புலத் திசை மாற்றி (Field diverter) முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

புலக் கட்டுப்பாட்டின் நல்விளைவுகளாவன

இந்த முறை எளிதில் கையாளத்தக்கதாக அமைந்திருக்கிறது. நகர்புறங்களில் ஓடும் வண்டிகள் குறைந்த வேகத்துடன் செயல் படுகின்றன. மேலும், அடிக்கடி நிற்பதும் ஓடுவதுமாக இருப்பதால் இதற்கான கட்டுப்படுத்திகள் (Controllers) முழுப் புலத்திலேயே (Full field) இயக்கப்படுகின்றன. இதே வண்டியைப் பெருநகர்கட்கு இடையில் ஓடும் பொழுது அதிகமான வேகத்துடன் இயக்க வேண்டியிருக்கின்றது. இதற்குப் பல்லிணைகளின் (Gears) விகிதத்தை அதிகப்படுத்த வேண்டும். ஆனால் புலக்கட்டுப்பாடு இருப்பின் பல் லிணைகளை மாற்றாமல் புல வலிமையைக்

குறைத்து வேகத்தை அதிகப்படுத்திக் கொள்ளலாம். எனவே, ஒரே துணைக்கருவிகள் இரண்டுவித ஓட்டங்களுக்கும் பயன் படுத்தப்படுகிறது.

ஒரு நிலை மாறு மின்னோட்ட மின்னோடிகளின் வேகத்தையும் சுழற்றுமையையும் கட்டுப்படுத்துவதற்கு அளிக்கப்படும் மின் அழுத்தத்தை மாறு படச் செய்யவேண்டும். அதற்குத் துணைச் சுற்றில் தொடுகைகள் கொண்ட மின் மாற்றி பயன்படுத்தப் படுகிறது. மூன்று நிலைத் தூண்டல் மின்னோடிகளின் வேகக்கட்டுப் பாட்டிற்குக் கீழ்க்கண்ட முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

1. மின்தடை மாற்றிக் கட்டுப்பாடு (Rhostatic Control)

இது மிகவும் எளிமையான, மற்றும் திறனற்ற ஒரு வேகக் கட்டுப்பாடு முறையாகும். உலோக (Metallic) அல்லது நீர்ம மின்தடை மாற்றிகள் சுழலியுடன் (Rotor) பொருத்தப்படுகிறது. 50 விழுக்காடுக்கும் மேலான திறன் தடைமாற்றியில் வீணாகிறது. (வெப்பமாக வெளியிடப்படுகிறது.) இந்தமுறை சிறிய வண்டிகட்கு மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

2. துருவ மாறும் கட்டுப்பாடு (Pole changing Control)

மின்னோடியின் நிலையில் உள்ள சுற்றுகளை மாற்றி அமைப்பதன் மூலம் துருவ எண்ணிக்கையை மாற்றிக் கொள்ளலாம். துருவங்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து வேகம் மாறுதலடைகிறது.

$$N = \frac{120\,f}{P} \qquad \text{....(6-03)}$$

சமன்பாடு **6-03**இல் N என்பது வேகத்தையும் f என்பது அலைவெண்ணையும் P என்பது துருவங்களின் எண்ணிக்கை கையையும் குறிக்கிறது.

3. அலை தொடர்க்கட்டுப்பாடு (Cascade Control)

இந்த வகைக்கட்டுப்பாட்டிற்கு, எந்திரப் பிணைப்பினால் (Mechanical Coupling) இணைக்கப்பட்ட இரண்டு மின்னோடிகள் தேவைப்படுகின்றன. இந்த முறையில் வேகம்

$$N = \frac{120 f}{P_1 \pm P_2} \quad ....(6-04)$$

இதில் P_1 என்பது முதல் மின்னோடியின் துருவ எண்ணிக்கையும் P_2 என்பது இரண்டாவது மின்னோடியின் துருவ எண்ணிக்கையையும் குறிக்கிறது. இரண்டு மின்னோடிகளின் சுழற்றுமையும், ஒரே திசையில் இருந்தால் கூட்டல் குறியும் (+) எதிர்த் திசையில் இருந்தால் கழித்தல் (-) குறியும் பயன்படுத்த வேண்டும்.

4. அலை தொடர் மற்றும் துருவ மாற்றுமுறை
(Cascade and Pole changing Method)

இம்முறையில் முந்தைய இரண்டு முறைகளும் ஒரு சேர இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இம்முறையில் துருவங்களையும் மாற்றிக் கொள்ள வாய்ப்பு இருப்பதினால் அதிக அளவிலான வேகக் கட்டுப்பாடுகள் கிடைக்கின்றன.

6-05-07. மின்சார வேகத்தடை (Breaking)

இமுவையில் எந்திர வேகத்தடை (Mechanical breaking) மற்றும் மின்சார வேகத்தடை இரண்டுமே வண்டியை நிறுத்தப் பயன்படுகின்றன. மின்சார வேகத்தடையால் வேகத்தைக் குறைக்க இயலுமே தவிர வண்டியை நிறுத்த இயலாது. வேகம் குறைந்த வண்டியை நிறுத்த எந்திர வேகத்தடை பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்சார வேகத்தடை தேய்மானங்களைக் குறைக்கவும், விரைவில் வண்டியை நிறுத்தவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நேர்மின்னோட்ட மின்னோடியில் மூன்று வகையான மின்சார வேகத்தடைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

1. அடைப்பான் முறை (Plugging Method)
2. மின்தடை மாற்றி வேகத்தடை (Rheostatic breaking)
3. மறு உற்பத்தி வேகத்தடை (Regenerative breaking)

1. அடைப்பான் முறை (Plugging Method)

மின்னோடிகளின் சுழலும் திசையை மாற்ற மின்னகம் அல்லது புலம் ஏதாவது ஒன்றின் இணைப்பினை மாற்றி இணைக்க வேண்டும். அடைப்பான் முறையில் இந்த வழி பின்பற்றப்படுகிறது. ஓடிக் கொண்டிருக்கும் வண்டியில் இதுபோன்று இணைப்பை மாற்றியதும் எதிர்த்திசையில் சுழற்றுமை ஏற்பட்டு, வண்டியை நிறுத்த முயல்கிறது. வண்டியின் வேகம் குறைவாக இருக்கும் பொழுது, மின் இணைப்பை நிறுத்திவிட வேண்டும். இல்லையேல் வண்டி எதிர்த்திசையில் ஓடத் தொடங்கிவிடும். அடைப்பான் முறை நேர் மின்னோட்ட மின்னோடி, தூண்டல் மின்னோடி மற்றும் ஒத்தியங்கு மின்னோடிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நேர் மின்னோட்ட மின்னோடியில், மின்னக இணைப்புகள் மாற்றப்படுகின்றன. மாற்றி இணைக்கப்பட்டவுடன் இரண்டு மடங்கு மின்னழுத்தம் உண்டாகி அதிகமான மின்னோட்டம் மின்னகத்தில் பாய்கிறது. இம்மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகளைத் தடுக்க மின்னகச் சுற்றில் தொடக்கத்திற்காக (Starting) வைத்திருந்த மின்தடைகள் இதனுடன் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கப்படுகின்றன. மேலும் வேகத் தடையைப் பயன் படுத்தும்பொழுது, மின் அளிப்பிலிருந்து சக்தி செலவழிக்கப் படுகிறது. இதனால் சக்தி வீணாகிறது. மூன்று நிலைத் தூண்டல் மின்னோடியில் ஏதேனும் இரண்டு நிலைகளை மாற்றி இணைத்து எதிர்த் திசையில் பாயங்களை உற்பத்தி செய்து தடையை உண்டுபண்ணலாம். இதனால் ஏற்படும் அதிக அளவு மின்னோட்டத்தைக் குறைப்பதற்கான மின்தடைகளைச் சுழலி அல்லது நிலையுடன் இணைக்க வேண்டும்.

ஒத்தியங்கு மின்னோடியில் புலத்தில் பாய உற்பத்திக்காக உள்ள நேர் மின்னோட்டத்தை மாற்றி இணைத்தால், நேர் மின்னோட்டம் மற்றும் மாறு மின்னோட்டப் புலங்கள் இரண்டுமே மாறி வேகத்தடை ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் அதிர்வழிவுச் சுற்றுகள் (Damper Winding) பதிக்கப்பட்ட ஒத்தியங்கு மின்னோடிகளில் உண்டாக்கப்படும் சுழல் மின்னோட்டம் (Eddy Current) வேகத் தடையைக் கொடுக்கிறது.

2. மின்தடை மாற்றி வேகத்தடை (Rheostatic breaking)

இமுறை மின்னோடியை மின் இணைப்பிலிருந்து அகற்றிய பின், வண்டி மற்றும் சுமையின் இயங்கு சக்தியால் சுழலி சுழன்று கொண்டே இருக்கும். இதனால், உண்டாகும் மின் உற்பத்தியை மின் தடைகட்கு அளித்து அதைச் செலவழிக்கும் முறைக்கு, மின்தடை மாற்றி முறை என்று பெயர்.

நேர் மின்னோட்ட மின்னோடியில் மின்னகம் இணைப்பிலிருந்து அகற்றப்பட்டு மின்தடைக்குக் குறுக்காக இணைக்கப்படுகிறது.

ஒத்தியங்கு மின்னோடியில், புல மின்னோட்டத்தை நிறுத்தாமல், இணைப்பிலிருந்து அகற்றி மின்னோடி முக்கிளை, அல்லது முக்கோண இணைப்பிலுள்ள மின்தடைகளில் இணைக்கப்படுகிறது. இதுபோது மின்னோடி மாறுமின்னோட்ட மின்னாக்கியாகச் செயல்படுகிறது. இதனால் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்சக்தி, தடைகளில் செலவழிக்கப்படுகிறது.

3. மறு உற்பத்தி வேகத்தடை (Regenerative breaking)

இம்முறையில் மின்னோடி மின்னாக்கியாகச் செயல் படுகிறது. இதனால் உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்சக்தி திரும்பவும் மின் அளிப்பிற்கே, அளிக்கப்படுகிறது. இதனால் மொத்தத்தில் சக்தி சேமிக்கப்படுகிறது.

வேகத்தடையின் பொழுது நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிகளில் உற்பத்தியாகும் மின் இயக்கு விசையின் அளவு மின் அளிப்பின் மின் இயக்கு விசையைவிட அதிகமாக இருந்தால், மின் அளிப்பிற்கு மின்சக்தி திரும்பவும் அளிக்கப்படுகிறது. மறு உற்பத்தி முறையில் மின்னோடி மின்னாக்கியாகச் செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வேகம் அதிகரிக்க வழியில்லை.

தூண்டல் மின்னோடி அதன் ஒத்தியங்கு வேகத்தைக் காட்டிலும் அதிகமான வேகத்துடன் சுழலும் பொழுது, இது தூண்டல் மின்னாக்கியாகச் (Induction generator) செயல்பட்டு மின்சக்தியை மின் அளிப்பிற்குத் திரும்பக் கொடுக்கிறது.

6-06. பலவகைப்பட்ட தொழிற்சாலை இயக்கத்திற்கான மின்னோடிகள் (Motor for Various Industrial drives)

மின்சக்தி, தொழிற்சாலைகளிலும், மற்றும் வியாபாரத் துறைகளிலும், இன்றியமையாத ஒன்றாக உள்ளது. தொழிற்சாலை களில் மின்சார உந்தங்கள் மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மற்ற உந்தங்களைக் காட்டிலும் மின்சார உந்தங்கள் அதிகமான நல்விளைவுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. மின்னோடிகளைப் பயன்படுத்தும்பொழுது சுற்றுப்புறங்கள் மிகவும் சுத்தமாக இருக்கின்றன. கட்டுப்பாடு மிகவும் எளிதாக உள்ளது மற்றும் இயக்குதலும் பேணுதலும் எளிது. இதற்காக ஆகும் செலவும் குறைவு. மின்னோடிகளை எந்த இடத்தில் வேண்டுமானாலும் வசதிக்கேற்பப் பொருத்திக் கொள்ளலாம். ஆனால் டீசல் மற்றும் பெட்ரோல் உந்தங்களை இவ்வாறு பொருத்துதல் இயலாத ஒன்றாகும்.

6-06-01. தொகுதி மற்றும் தனித்த இயக்கங்கள் (Group and Individual drive)

ஒரு பொதுவான சுழல் உருளையில் (shaft) அதிக எண்ணிக்கையுள்ள எந்திரங்களை இணைப்பதற்குத் தொகுதி இயக்கம் (Group drive) என்று பெயர். ஒவ்வொரு எந்திரத் தினுடனும் தனித்தனியாக ஒவ்வொரு மின்னோடி இணைக்கப் பட்டிருந்தால் இவ்வகை இயக்கத்திற்குத் தனித்த இயக்கம் (Individual drive) என்று பெயர்.

தொகுதி இயக்கத்தினால், பெரிய ஒரு மின்னோடி, அதாவது இணைக்கப்பட்டுள்ள எந்திரங்களின் சுமைகள் யாவையும், எடுத்துக் கொள்ளும் அளவிலான மின்னோடி ஒன்று பொதுவான சுழல் உருளை ஒன்றுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இச்சுழல் உருளையிலிருந்து தட்டையான வார்கள் (Belts) மூலமாக ஒவ்வொரு எந்திரங்களும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பொதுவாக, எல்லா நேரங்களிலும் எல்லா எந்திரங்களும் ஓட்டப்படுவதில்லை. எனவே, மின்னோடியின் முழுத்திறனையும் நாம் அனுபவிக்க முடியாமல் போய் விடுகிறது. இந்த முதன்மையான மின்னோடியில் ஏதேனும் கோளாறுகள் ஏற்பட்டால் எல்லா

எந்திரங்களையும் இயக்க இயலாத நிலையில் வேலை பாதிக்கப்பட்டு விடுகிறது. தனித்தனி மின்னோடிகளின் விலையைக் காட்டிலும் ஒரே மின்னோடியின் விலை குறைவாக இருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஆறு 25 குதிரைத் திறன் மின்னோடிகளின் விலையைக் காட்டிலும் 150 குதிரைத் திறன் மின்னோடியின் விலை மிகவும் குறைவே. தனித்த இயக்கத்தில் ஒவ்வொரு எந்திரப் பணியாள்களும் (Machinist) அவர்களுடைய எந்திரத்தைப் பொறுத்த வரையில் முழுக்கட்டுப்பாடும் கிடைக்கிறது.

மின்னோடிகட்கு அருகிலேயே அதற்கான கட்டுப்பாடுத் துணைக்கருவிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. எந்திரத்தை எந்த இடத்தில் வேண்டுமானாலும், நமது விருப்பப்படி அமைத்துக் கொள்ளலாம். கடைசல் எந்திரம் (latte) பாரம் தூக்கி (Cranes) மேலுயர்த்தி (Lifts) முதலியவைகட்குத் தனித்தனி மின்னோடிகள் தேவைப்படுகின்றன.

6-06-02. மின்னோடிகளின் தெரிவு (Selection of Motors)

ஒரு குறிப்பிட்ட இயக்கத்திற்கு (வேலைக்கு) மின்னோடிகளைத் தெரிவு செய்வதற்குக் கீழ்க்கண்ட காரணிகள் (Factors) பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

அ. மின்னியற் சிறப்பியல்புகளாவன: தொடக்கச் சிறப் பியல்பு. ஓட்டச் சிறப்பியல்பு, வேகக் கட்டுப்பாடு, மற்றும் வேகத் தடை.

ஆ. எந்திரத்தைப் பொறுத்த வரையில் அதன் மேற்பாகம், தாங்கிகள், சத்தம் (Noise) குளிர்வு முறை மற்றும் திறன் கடத்தல் முதலியன.

இ.சுமை தாங்கும் இயல்பு தொடர் கணிப்பு (Continuous rating) மற்றும் மாறுபட்ட சுமைக்கணிப்பு (Variable load rating)

ஈ. விலையைப் பொருத்தவரையில் மூலதன விலை (Capital Cost) மற்றும் இயக்கத்திற்கான செலவு முதலியன.

மேற்கண்ட காரணிகளை வைத்து மின்னோடிகள் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன.

6-06-03. எந்திரக் கருவிகள் (Machine tools)

சாணைப் பொறி (Grinding Machine) மற்றும் துருவப் பொறிக்கு (Milling Machines) 50 குதிரைத் திறன் வரையிலுள்ள நேர் மின்னோட்ட இணைப்புல மின்னோடிகள் மற்றும் நழுவு வளையத் தூண்டல் மின்னோடிகள் மற்றும் துருவ மாற்றம் உள்ள அணில் கூடு மின்னோடிகள் யாவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கடைசல் எந்திரத்திற்குத் (Lathe) தொடக்கத்தில் அதிகச் சுமை தேவை இல்லாததால் அணில் கூடு தூண்டல் மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வேகத்தை மாற்றுவதற்குப், பல்லிணைகளும், துருவமாற்ற (Pole changing) ஏற்பாடுகளும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. நேர் மின்னோட்டங்கள் கிடைக்கும் இடங்களில் இணைப்புல நேர் மின்னோட்ட மின்னோடியும் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இழைப்புப் பொறிக்கு (Planing Machine) மெதுவான வெட்டு (Cutting) நகர்வும், வேகமான மின் நகர்வும் தேவைப் படுவதால் நேர் மின்னோட்டக் கூட்டுப்புல மின்னோடி இதற்கு ஏற்றதாக அமைந்திருக்கிறது.

துளைப் பொறி (Punching Machines) மற்றும் சறுக்குப் பொறிகளில் (Shearing Machine) அதிகமான சுமை, ஏற்ற இறக்கம் இருப்பதால் சுழற் சக்திச் சக்கரம் (Fly Wheel) மின்னோடியுடன் இணைக்கப்படுகிறது. எனவே, நழுவு வளையத்தூண்டல் மின்னோடி அல்லது நேர் மின்னோட்டமாக இருந்தால் இணைப்புல அல்லது கூட்டுப்புல மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

6-06-04. வீட்டுப் பயன்பாடுகள் (Domestic uses)

சிறிய பலநோக்கு மின்னோடிகள் (Universal Motors) வீடுகளில் பொதுவாகப் புழக்கத்தில் இருந்துவரும், வெற்றிடத் துப்புரவி (Vacuumcleaners) காற்றாடி, துவைக்கும் பொறி, (Washing Machine) குளிர் பதனப்பெட்டி (Refrigerator) மற்றும் இசைத்தட்டுப்பெட்டி (Garamphone) ஆகியவகைகளில்

பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மாவரைக்கும் பொறி, மற்றும் நீர் இறைப்பி ஆகியவைகளில், ஒரு நிலைத்தூண்டல் வகை மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

6-06-05. பாரம் தூக்கிகள் (Granes)

பாரம் தூக்கிகட்கு, அதிகத் தொடக்கச் சுழற்றுமையும், நுண்ணிய வேகக் கட்டுப்பாடும் தேவைப்படுகின்றன. எனவே, நேர்மின்னோட்ட மின்னோடிகளில், பாரத்தை உயரே தூக்கக் கூட்டுப்புல மின்னோடியும், பின் நகர்வுக்கும் முன் நகர்வுக்கும், தொடர்புல மின்னோடியும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மாறு மின்னோட்ட மின்னோடிகளில் நழுவு உருளைத் தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுத்தப்டுகிறது.

6-06-06. மேலுயர்த்தி (Lifts)

மேலுயர்த்திக்கு உயர்ந்த முடுக்கமும் (Acceleration) உயர்ந்த எதிர் முடுக்கம் தேவைப்படுகின்றன. இதன் வேகம் நடுநிலையானது, எனவே மேலுயர்த்திக்கு நேர்மின்னோட்டக் கூட்டுப்புல மின்னோடி, நழுவு உருளைத் தூண்டல் மின்னோடி, மாறு மின்னோட்டத் திசைமாற்றி மின்னோடி (A.C. Commutation type Motor) முதலியன பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதிகச் சுறுசுறுப்புடன் இயங்கும் மேலுயர்த்திகளில் மாறு மின்னோட்ட வார்டு–லியோனார்ட்டு கட்டுப்பாடு (Ward - Leoward Control) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

6-06-07. இறைப்பிகள் (Pumps)

மைய விலக்கு இறைப்பி (Centrifugal pump) அதிகமான வேகத்தில் செயல்படுகிறது. சுமையின் சுழற்றுமை வேகத்தின் இருபடியை ஒத்து மாறுதலடைகிறது. தொடக்கச் சுழற்றுமையும் அதிகம் இல்லை. அணிற்கூடு தூண்டல் மின்னோடி, இச்சுமைக்கு ஏற்றது. அதிகத் திறனுள்ள சுமைகட்கு ஒத்தியங்கு மின்னோடி ஏற்றது.

முன்பின் ஏறும் நீர் இறைப்பி (Reciprocating Pump) குறைந்த வேகத்தில் இயங்கக்கூடியது. தொடக்கச் சுழற்றுமை,

முழுச்சுமை சுழற்றுமையைப் போல் இரு மடங்காக இருக்கிறது. எனவே, இரட்டைக்கூடு தூண்டல் மின்னோடி (Double Cage Induction Motor) அல்லது நழுவு உருளைத் தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. நேர் மின்னோட்டமாக இருப்பின் இணைப்புல மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. காற்றழுத்திகளும் (Compressors) வெற்றிட இறைப்பிகளும் (Vaccum Pump) மைய விலக்கு வகையை அல்லது முன்பின் ஏகும் வகையைச் சேர்ந்தது ஆகும். இரண்டு வகையும் சுமையற்ற நிலையில் தொடக்கப்படுவ தால், தொடக்கச் சுழற்றுமை அதிகம் தேவையில்லை. இதற்குத் தூண்டல் மின்னோடி மிகவும் ஏற்றது உயர் திறன் வகைகட்கு ஒத்தியங்கு மின்னோடி ஏற்றதாகும்.

6-06-08. நெய் பொருள் ஆலைகள் (Textile mills)

நெய் பொருள் ஆலையில் பஞ்சின் தூசியும், ஈரமும் அதிகமாகக் காற்றில் கலந்திருக்கும். எனவே, இந்தச் சூழ்நிலையில் பயன்படுத்தும் மின்னோடிகள் முழுவதும் மூடப்பட்ட (Totally Closed type) ஒன்றாக இருத்தல் வேண்டும். இரட்டைக்கூட்டு தூண்டல் மின்னோடிகள், முழுச்சுமை சுழற்றுமையைக் காட்டிலும் இரு மடங்கு தொடக்கச் சுழற்றுமை கொண்டவைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். தறிக்கு (Loom) அதிகமான முடுக்கம் வேண்டியதிருப்பதால் இவ்வகை மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

மின் அலைவு எண்களால் வேகம் நிச்சயிக்கப்படுவதால், மூன்று நிலைத் தூண்டல் மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிகளின் வேகம் மின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுவதால் நெய் பொருள் ஆலைகட்கு இம் மின் னோடிகள் ஏற்றவையல்ல.

6-06-09. தொடர் நகர்த்திகளும், பளு ஏற்றிகளும் (Conveyors and elevators)

தொடர் நகர்த்தி என்பது ஒரு சங்கிலியில் தட்டுகள் அல்லது வாளிகள் பொருத்தப்பட்டு அல்லது தட்டையான நாடாவுடன் (Flate Belt) இயங்கும் ஒரு நீளமான, முடிவற்ற பாரம் நகர்த்திகள்

ஆகும். பளு ஏற்றி என்பது சுமையினை உயரே ஏற்றவும், இறக்கவும் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு சாதனம் ஆகும். இவைகட்கு நழுவு உருளைத் தூண்டல் மின்னோடி அல்லது இரட்டைக் கூடு தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுத்தப் படுகிறது. முழுச் சுமை சுழற்றுமையைக் காட்டிலும், தொடக்கச் சுழற்றுமை இரண்டு மடங்கு அதிகமாகத் தேவைப்படுகிறது. இதில் மின் அளிப்பை அடிக்கடி நிறுத்த மற்றும் செலுத்தத் தேவையில்லை.

6-06-10. அச்சு எந்திரம் (Printing Machinary)

பொருத்தும் பலகையை (Platers) இயக்கவும் வெட்டும் கருவியை (Guillotines) இயக்கவும் அணிற்கூடு தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சுழல் அச்சு (Rotary press) இயந்திரங்களில் வெவ்வேறு வேகங்கள் தேவைப்படுவதால் சுழலித்தடை (Rotor Resistance) பொருத்தப்பட்ட தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது அல்லது மாறு மின்னோட்டத்திசைமாற்றி மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. நேர் மின்னோட்டக்கூட்டுப்புல மின்னோடியையும் பயன்படுத்த லாம். இவற்றின் வேக விகிதம் 4:1.

6-06-11. காகித ஆலைகள் (Paper Industry)

இந்த வகை ஆலைகளில் மாறாத வேகம் தேவைப்படுகிறது. நவீன ஆலைகளில் மாறு மின்னோட்டமும் மற்றும் நேர் மின்னோட்டமும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மாறாத வேகத்தில் இயங்கக்கூடிய வெட்டுக்கத்திப் பொறி (Choppers) மற்றும் அடித்து வைக்கும் பொறி (Beaters) முதலியவைகட்கு நழுவு உருளை அல்லது அணிற்கூடு தூண்டல் மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மிக நுண்ணிய வேகக் கட்டுப்பாடுகள் தேவைப்படுவதால் வார்டு லியோனார்டு (Ward Leouard) முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

6-06-12. பைஞ்சுதை ஆலைகள் (Cement Mills)

சுத்தியல் கொண்ட நொறுக்கும் பொறிகள் (Hammer Crushes) சுமையுடனே தொடக்கப்படுவதால் இவைகட்கு நழுவு உருளைத்

தூண்டல் மின்னோடிகள் தேவைப்படுகின்றன. குண்டு ஆலைகளில் (Ball mills) கச்சாப்பொருள்களை (Raw Matterial) அரைத்து, மாவாகக் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு ஒத்தியங்கு மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சுழலும், உலோகங்களில் (Rotary drives) நழுவு உருளைத்தூண்டல் மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நீர்மக்குழம்பு இறைப்பிகளிலும் (Slurry Pumps) குறுக்கும் பொறிகளிலும் (Agri-tators) அணிற்கூடு தூண்டல் மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

6-06-13. சுரங்கம்

சுரங்களில் பயன்படுத்தும் மின்னோடிகள் யாவும் தீப்பற்றாத (Flame Proof) மின்னோடிகளை இருத்தல் வேண்டும். 10 குதிரைத்திறன் வரையில் அணிற்கூடு மின்னோடிகளும், அதற்கு மேலுள்ள திறனுக்கு, நழுவு உருளை அல்லது நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சுரங்கத்தின் அடியில் இருந்து பொருள்களை உயரே கொண்டு வரும் சுழல் ஏற்ற மின்பொறிகட்கு (Winder) நழுவு உருளைத் தூண்டல் மின்னோடி அல்லது வார்டு லியோனார்டு வேகக் கட்டுப்பாடுகளுடன் கூடிய நேர் மின்னோட்ட மின்னோடிகள் ஆகியன பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரண்டு முறைகளிலும் சுழற்சி சக்கரம் (Fly wheel) மின்னோடிகளுடன் இணைக்கப் படுகிறது. மேலும், சுரங்கங்களில் உள்ள நீர் இறைப்பிகள், காற்றாடிகள், மற்றும் காற்றழுத்திகட்குத் தூண்டல் மின்னோடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

6-06-14. இரும்பு எஃகுத் தொழிற்சாலைகள் (Iron and Steel Industry)

மின்சக்தியை அதிகமாகப் பயன்படுத்தும் ஒரே தொழிற் சாலை இரும்பு எஃகுத் தொழிற்சாலையே. எஃகுத் தொழிற் சாலைகளில் இரண்டு வகை உண்டு. 1. திரும்புவகை (Reversible Type) 2. தொடர் வகை. (Continuous type) திரும்பு வகையில் அடிக்கடி மின்னோடிகளை எதிர்த்திசையில் ஓட்டச் செய்ய வேண்டியிருப்பதாலும் நுண்ணியக்கட்டுப்பாடுகள் தேவைப்

படுவதாலும் தனிக்கிளர்வு (Separaterly excited) மின்னாக்கியடன் வார்டு லியோனார்டு புலக்கப்பட்டுப்பாடு கொண்ட மின்னோடிகள் சுழற்சக்திச் சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தொடர் வகை எஃகு உற்பத்தியில் நழுவு உருளை தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. தகுந்த எடுத்துக்காட்டுடன் மின்னாற் பூச்சு முறையை விவரிக்கவும் (ஏப்ரல் 82. ம.கா.ப.க.)
2. மின்னாற் பூச்சு பற்றிச்சிறு குறிப்பெழுதுக. (நவம்பர் 81. ம.கா.ப.க.)
3. எரிபொருட்களைப் பயன்படுத்தி மற்றும் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தி இயங்கும் உலைகளை ஒப்பிட்டு விவரிக்கவும்.
4. மின் உலைகளில் மூன்று வகைகள் யாவை? அவைகளில் ஏதேனும் ஒன்று இயங்கும் விதத்தைப் படத்துடன் விவரிக்கவும்.
5. உள்ளக வகை உருக்கு உலையைப் பற்றிச்சிறு குறிப்பெழுதுக.
6. மின்சார உருகிப் பிணைத்தலின் வகைகளை எழுதி ஏதேனும் ஒன்றை விவரிக்கவும்.
7. ஏதேனும் ஒரு மின் அணு உருகிப் பிணைப்பு முறையை விளக்குக.
8. மின்தடை உருக்கிப் பிணைத்தலின் நான்கு வகைகளை எழுதி ஏதேனும் ஒன்றைப் படத்துடன் விளக்குக.
9. பொட்டு உருக்கிப் பிணைத்தலின் தத்துவத்தை எழுதி அதற்கான துணைக்கருவிகளையும் விளக்குக. (நவ.82. ம.கா.ப.க.)
10. மின் பொறி உருகிப் பிணைத்தல் பற்றி சிறுகுறிப்பெழுதுக.

11. கீழ்க்கண்ட சொற்களை விளக்குக.

1. ஒளிர்வின் அடர்த்தி 2. திடக்கோணம். 3. லூமன்

12. 1000 லூமன் ஒளி கொடுக்கும் ஒரு விளக்கு சம தளத்தின் மேல் 10 மீட்டர் உயரத்தில் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கிறது. சமதளத்தில் விளக்கின் அடியில் இருந்து 8 மீட்டர் உயரத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் உண்டாகும் ஒளிர்வைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

13. நேரடி மற்றும் பாதி நேரடி ஒளிக்கான துணைக் கருவிகளைப் படத்துடன் விவரிக்க.

14. மறைமுக மற்றும் பாதி மறைமுக ஒளிக்கான துணைக் கருவிகளைப் படத்துடன் விவரிக்க.

15. பல்வேறு தேவைகட்கான ஒளிர்வை லூமன்/சதுரமீட்டரில் எழுதுக.

16. வீதி, விளக்குக்குத் தேவையான துணைக்கருவிகளை எழுதவும். மேலும் வீதி விளக்குக்கு ஏற்ற ஒரு விளக்கைப் பற்றி விவரிக்கவும். (நவ. 82. ம.கா.ப.க.)

17. அரங்கு ஒன்றின் முதன்மையான அறையின் அளவு 20M x 15M x 4M தளத்தில் தேவையான அளவு ஒளி 200 லூமன்/ சதுர மீட்டர் விளக்குகள் 3 உயரத்தில் தொங்கவிடப் பட்டிருக்கின்றன. தற்புனைவு பயன்காரணி 0.6 பேணுதல் காரணி 0.75 இடைவெளி உயர விகிதம் 1.5 300 வாட் விளக்குகளின் லூமன்/வாட் = 13. 500 வாட் விளக்கு கட்கான லூமன்/வாட் = 16. இதற்குத் தேவையான விளக்கு களின் எண்ணிக் கையையும், அவைகளைப் பொருத்தும் தரைப்படத்தையும் வரைக.

18. மின்சார இழுவையின் அல்விளைவுகள் மற்றும் நல் விளைவுகள் பற்றி எழுதுக.

19. மின்சார இழுவை பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக. (நவ.82. ம.கா.ப.க.)

20. மின்சார இழுவைக்குப் பயன்படும் மின்னோடிகளைப் பற்றிச்சிறு குறிப்பெழுதுக. (நவ. சு.ம.ப.க.)

21. மின்சார இழுவை வண்டியின் ஒரு வழிப்படம் வரைந்து விளக்குக.

22. வண்டியின் நகர்வுக்கான வேக நேர வளைவுகளை வரைந்து விளக்குக.

23. மின்சார இழுவையின் தொடக்க முறைகள் மற்றும் வேகக் கட்டுப்பாடு பற்றி எழுதுக.

24. மின்சார இழுவையில் வேகத்தடை பற்றி விளக்குக.

25. தொகுதி மற்றும் தனித்த இயக்கம் பற்றி விரிவாக எழுதக.

26. பலவகைப்பட்ட தொழிற்சாலை இயக்கத்திற்கான மின் னோடிகள் எவ்வாறு தெரிந்தெடுக்கப்படுகின்றன என்பதை விளக்குக. (நவம்பர்.82. அ.ப.க.)

27. கீழ்க்கண்ட தேவைகட்கான மின்னோடிகள் யாவை?

1. எந்திரக் கருவிகள். 2. இறைப்பிகள். 3. பைஞ்சுதை ஆலைகள்.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

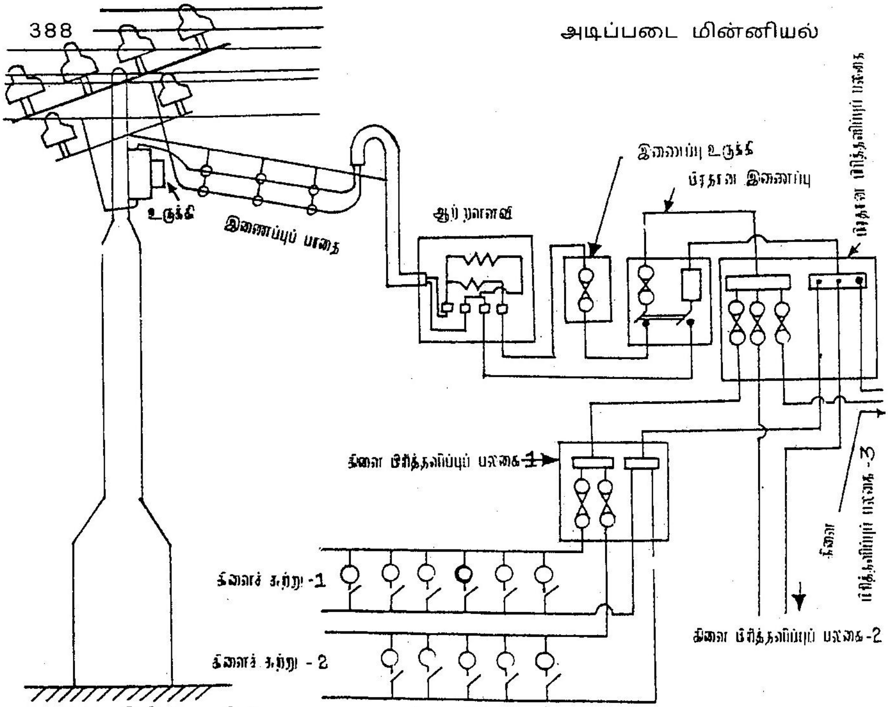
இயல் – 7

வீட்டு மின் இணைப்பு

(House Wiring)

மின் அளிப்புக் கொடுப்பவர்களின் ஆற்றலளவைப் பெட்டியிலிருந்து மின் ஆற்றலைப் பகிர்ந்து கொள்ளும், பலவித துணைக்கருவிகளை விளக்கு, விசிறி, குளிர்சாதனம், கலவி மற்றும் தொலைக் காட்சி, வானொலிப் பெட்டி முதலான அனைத்திலு முள்ள மின்கடத்திகளின் வலைப்பின்னல்கட்கே வீட்டு மின் இணைப்பு என்று பெயர். மின் இணைப்பைக் கட்டுப்படுத்து வதற்காக (To control) முதன்மை இணைப்பிகளும் (Main switch) மின் இணைப்பைப் பாதுகாப்பதற்காக உருக்கி (fuse) மற்றும் வெட்டி விலக்கி (cutout) முதலான பாதுகாப்புச் சாதனங்களும் இவ்விணைப்பைச் சேர்ந்தவைகளாகும்.

இணைப்பு உருக்கி (Service fuse) வரை மின் அளிப்புக் கொடுப்பவர்களின், இணைப்புப் பாதை உள்ளது. இணைப்பு உருக்கிக்கு அப்பால் உள்ள இணைப்புகள் யாவும் நுகர்வோரைச் (Consumers) சார்ந்தது ஆகும். நுகர்வோரின் விருப்பப்படித் தேவைக்குத் தகுந்தாற்போல இவ்விணைப்புகள் உருவாக்கப் படும். ஒரு குறிப்பிட்ட வீட்டு மின் இணைப்பின் அமைப்புப்படம் **5.10**இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



7-01 பிரிந்தளிப்பு முறைகள்: (Distribution system)

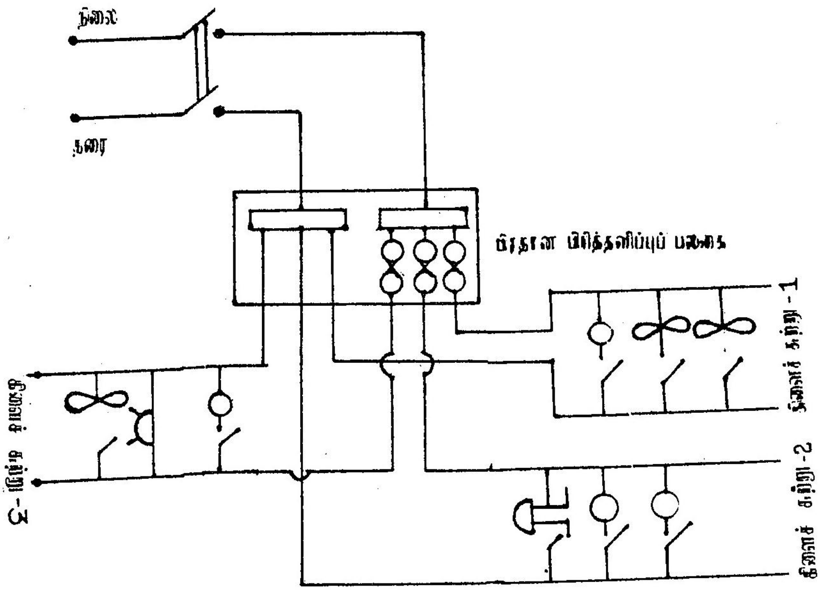
இந்தியத் தரக்கட்டுப்பாட்டு நிறுவனத்தின் (Indian standard institution) *பரிந்துரைப்பின் படி ஒரு கிளைச் சுற்றில் பத்து முனைகட்கு* (Point) *மேல் இருக்கக்கூடாது. அல்லது அக்கிளைச் சுற்றில் 1000 வாட்களுக்கு மேல் சுமை இருக்கக் கூடாது. எனவே, மின் இணைப்பு களில், ஒரு சுற்றிற்குமேல், இணைச்சுற்றுக்களை அதிகப்படுத்தி இணைப்புகள் கொடுக்க வேண்டும். பகிர்ந்தளிப்பு அல்லது பிரித்தளிப்பில் கீழ்க்கண்ட முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.*

1. *பிரித்தளிப்புப் பலகை* (Distribution Board system)

2. *மர அமைப்பு முறை* (Tree system)

1. பிரித்தளிப்புப்பலகை முறை: (Distribution Board system)

ஒரு பெரிய கட்டிடத்திற்கு மின் இணைப்புக்கள் கொடுக்கும் பொழுது பெரும்பாலும் இந்த முறையே பின்பற்றப்படுகிறது. இதன் அமைப்பு முறை படம் 7-02இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

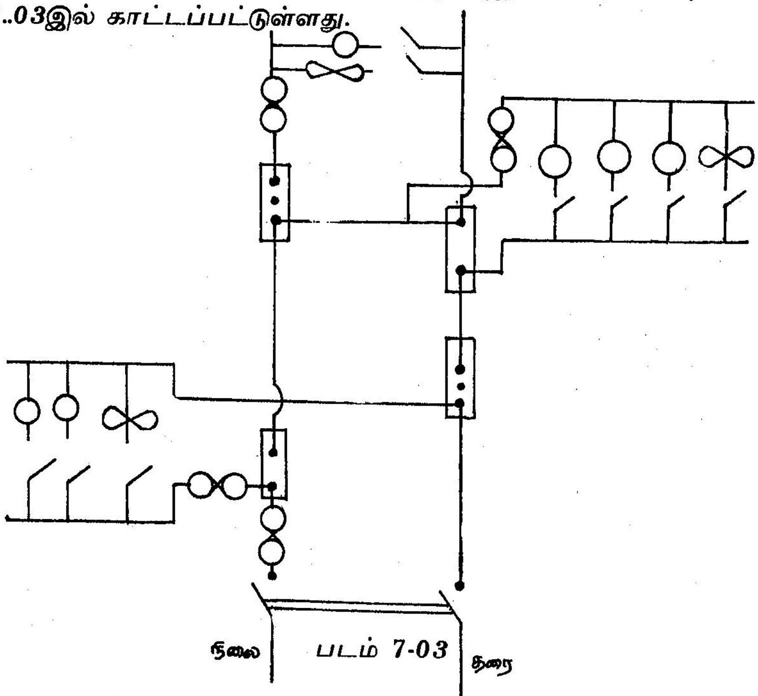


ஒவ்வொரு கிளைச் சுற்றிற்குமான உருக்கிகள் முதன்மைப் பிரித்தளிப்புப் பலகையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கிளைச் சுற்றிலும் 10 முனைகள் அல்லது 1000 வாட்கட்குக் குறைவான திறனுள்ள சுமைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. உருக்கிகள் எப்பொழுதும் நிலையிலேயே பொருத்தப்படுகின்றன. தரையிணைப்பில் உருக்கிகள் பொருத்தப்படக்கூடாது. அதற்கான காரணத்தை அடுத்து வரும் பாடப் பிரிவுகளில் விரிவாகக் காண்போம். படத்தில் காட்டியுள்ள பகிர்ந்தளிப்பில் மூன்று வழிகள் உள்ளன. இதையே அதிக எண்ணிக்கையுள்ள கிளைச் சுற்றுகட்கும் பயன்படுத்தலாம். மேலும் முனைகள் சுமைகள் அதிக தூரத்தில் இருந்தால், படம் 5-10இல் காட்டியுள்ளது, போல்

கிளைப் பிரித்தளிப்புப் பலகைகளையும் பயன்படுத்தலாம். இதனால் அதிக நீளமான வடங்களைத் தவிர்ப்பதோடு தூரத்திலுள்ள முனைகட்கு ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கத்தைக் (Voltage drop) குறைக்கலாம்.

மர அமைப்பு முறை: (Tree system)

மற்றொரு முறையானது மர அமைப்பு முறையாகும். இந்த முறையில் முதன்மைக்கிளைகளில் இருந்து துணைக்கிளைகட்கு மின் அளிப்புக் கொடுக்கப்படுகிறது. இதன் அமைப்புப்படம் **7..03**இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 7-03

இதன் அமைப்பு முறை ஒரு மரத்தைப் போல, அம் மரத்தினின்று கிளைகள் பிரிவது போன்று துணைச் சுற்றுகள், முதன்மைச் சுற்றுகளிலிருந்து பிரிந்து செல்வதால் இதனை மர அமைப்பு முறை என்று அழைக்கிறோம். இந்த முறை அதிகமாக

இன்றைய நாட்களில் புழக்கத்தில் இல்லை. கீழ்க்கண்ட அவ்விளைவுகள் இதற்குக் காரணம் ஆகும்.

1. ஒவ்வொரு சுற்றிலும் அதிகமான மூட்டுகள் (Joints) இருக்கின்றன. மூட்டுகள் நாளடைவில் பிரிந்து போகவும், இளகவும், வாய்ப்புகள் உண்டு.

2. உருக்கிகள் தனித்தனியாக வெவ்வேறு இடங்களில் கிடைப்பதில்லை.

3. எல்லா முனைகட்கும் ஒரே அளவு மின் அழுத்தங்கள் கிடைப்பதில்லை. தூரத்திலுள்ள முனைகட்குச் சுமைகளில் ஏற்படும் மின் அழுத்த இறக்கங்களினால் குறைவான மின் அழுத்தமே கிடைக்கிறது.

4. இணைப்பில் கோளாறுகள் ஏற்பட்டால் எளிதில் கண்டுபிடிக்க இயலாது.

மின் இணைப்பு முறைகள்: (Metheds of Wiring)

மின் இணைப்பு முறைகளில் கீழ்க்கண்ட இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

1. மூட்டுப் பெட்டி இணைப்பு முறை. (Joint Box system)

2. உள் வளைய இணைப்பு முறை. (Loop in system)

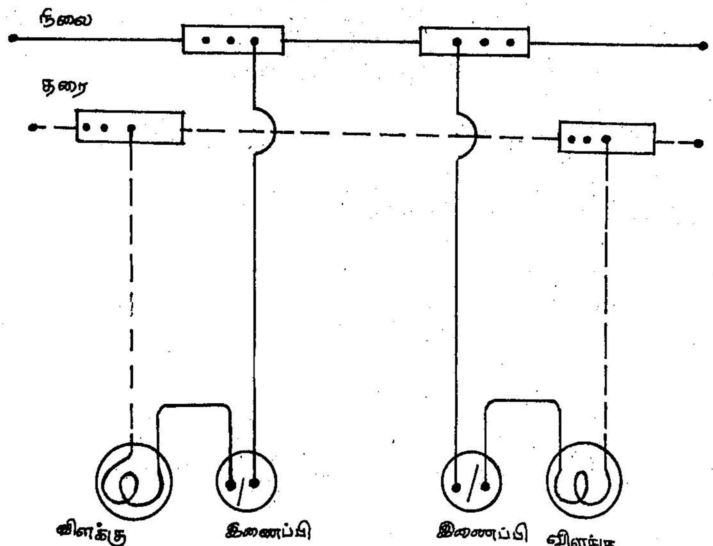
1. மூட்டுப் பெட்டி இணைப்பு முறை:

இம்முறையை 'T' முறை என்றும் கூறுவது வழக்கம். முனைகட்கான சுமை இணைப்பிகள் யாவும் மூட்டுகள் (Joints) வழியாகவே, மூட்டுப் பெட்டிகளின் மூலம் கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த முறையில் கடத்திகளின் நீளம் அதிகமாகச் சேமிக்கப்படுகிறது. இதற்கு ஏற்படும் செலவோ மிகவும் குறைவு. இதனால் உண்டாகும் அவ்விளைவுகளாவன.

1. மூட்டுப் பெட்டிகள் பயன் படுத்தப்படுவதால் இதனுடைய விலை, இணைப்பின் செலவை அதிகப்படுத்துகிறது.

2. மூட்டுகள் அதிகப்பட்டால் மேலும் சரியான முறையில் மூட்டுகள் இணைக்கப்படாமல் இருந்தால் நாளடைவில் இரு மின் இணைப்பை வலு இழக்கச் செய்கிறது.

இன்றைய நாள்களில் இவ்வகை 'T' இணைப்புகளுக்குச் செலவுகள் குறைவாக இருப்பதால், தற்காலிக (Temporary) மின் இணைப்புகட்கு மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் அமைப்புப் படம் 5..13இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

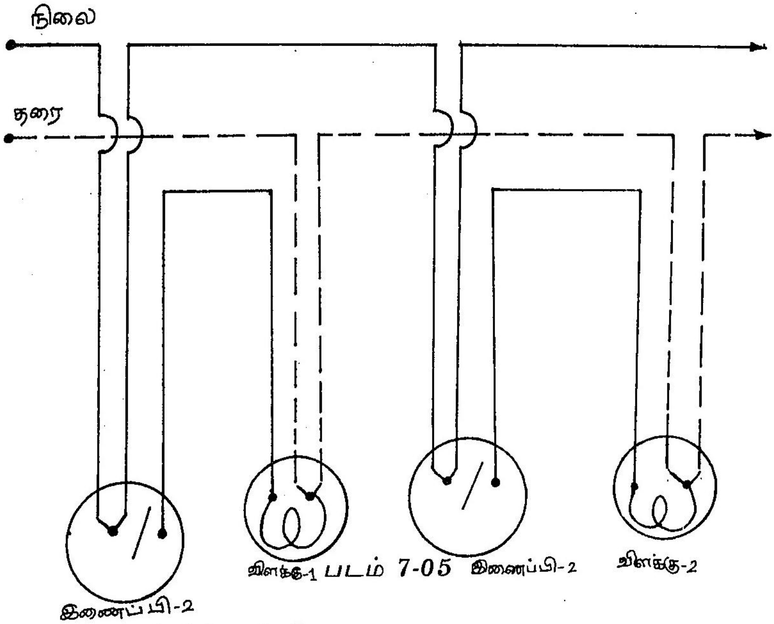


படம் 7-04

உள் வளைய இணைப்பு முறை:

இந்த முறை பெரிய கட்டிடங்கள் மற்றும் வீடுகளில் உள்ள எல்லா மின் இணைப்பு கட்குமே, பொதுவாப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இந்த வகை இணைப்பு முறையில் ஓர் இணைப்பு முடிந்ததும். மறு இணைப்பிற்கான, நிலை மற்றும் தரைக் கடத்திகள் முறையே இணைப்பி மற்றும் சுமைகளிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இதே போல் இறுதி இணைப்பு

வரை இணைப்பிலிருந்தும், சுமைகளிலிருந்துமே. அடுத்தடுத்த இணைப்புகட்கான கடத்திகள் எடுக்கப்படுகின்றன. இவ் விணைப்பில் இக்கட்டத்திகள் வளைய (வளையம் போல்) வருவதினால் இவ்விணைப்பை வளைய இணைப்பு முறை என்று கூறுகிறோம். நிலைக்கடத்தியை (Phase wire) விளக்குகள் மற்றும் சுமைகளிலிருந்து எடுத்தல் கூடாது. அவ்வாறு எடுத்தால் அது தன்னிச்சையாக (Independant) இயங்க இயலாமல் போய்விடுகிறது. இதன் இணைப்பு முறை படம் 5..14இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 7-05

இவ்விணைப்பின் நல்விளைவுகளாவன:

1. அடுத்த இணைப்புகட்கான மூட்டுகளை இணைப்பிகள், மற்றும் சுமை களிலேயே பொருத்தப்படுவதால் இணைப்புகளில் கோளாறுகள் ஏற்படும் பொழுது இவைகளை எளிதில் பிரித் தகற்றிக் கோளாறுகளைச் சீர்செய்யலாம். எனவே, கோளாறு களைக் கண்டுபிடிப்பது எளிது.

2. இதில் மூட்டுப் பெட்டிகள் கிடையாது.

அல்விளைவுகளாவன:

1. இந்த உள்வளைய இணைப்பு முறைக்கு அதிகமான கடத்திகள் தேவைப் படுகின்றன.

2. இணைப்பிகள் மற்றும் பிடி சிமிழ்களில் (Holder) இரண்டு அல்லது மூன்று கடத்திகளைப் பொருத்துவது மிகவும் கடினமான வேலையாகும்.

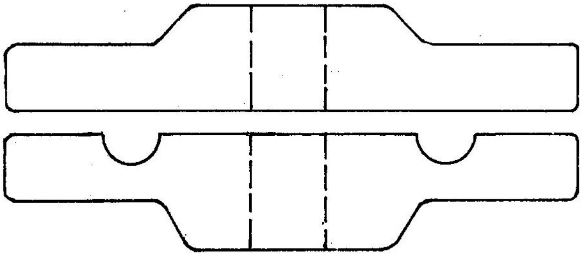
7-03. மின் இணைப்பு வகைகள்:

நமது நாட்டில் பொதுவாக வழக்கத்தில் இருந்து வரும் உள் மின் இணைப்பு (Internal wiring) வகைகளாவன.

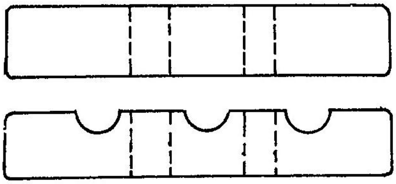
1. தாங்கி வகை. (Cleat wiring)
2. பிடிப்பான் வகை. (clip wiring)
3. மூடு உறை வகை (Casing and caping wiring)
4. ஈயக் கவச வகை (Lead sheathed wiring)
5. குழாய் வகை (Conduit wiring)

தாங்கி வகை மின் இணைப்பு: (**Cleats wiring**)

இந்த் வகை உள்மின் இணைப்பு முறையில் கட்த்திகள் இரண்டு தாங்கிகட்கு (cleats) இடையே நெருக்கமாகப் பிடிக்கப் பட்டு, இணைப்புகளுக்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தாங்கிகள் இரண்டு பிளவாக உள்ளன. ஒன்று அடித்தளமாகவும் (Base) மற்றொன்று மேல் மூடியாக்வும் (Top) செயல்படுகின்றன. இதில் இரண்டு வழி (Two way) மற்றும் மூன்று வழித் (Three way) தாங்கிகள் உபயோகத்தில் இருந்து வருகின்றன. தாங்கிகளின் அமைப்புப் படம் 5-15இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



(அ) இரு வழி



(ஆ) மூன்று வழி

படம் 7-06

காப்பிடப்பட்ட கடத்திகளை அதற்கான பள்ளங்களில் வைத்துச் சொரசொரப்பான (rough) மேல் பாகம் உள்ள மூடியினை மேலே வைத்து, மரை ஆணிகளின் (screws) மூலமாக இரண்டு தாங்கிகளையும் ஒரு சேரச் சுவரில் அல்லது உள் விதானத்தில் (Celling) பொருத்தப்படுகிறது. குறைவழுத்தங்கட்கு (230 வோ) இரு கடத்திகட்கும் இடையே உள்ள தூரம் 3 செ. மீட்டருக்குக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஒரு தாங்கிக்கும் மற்றொன்றிற்கும் இடையே உள்ள தூரம் 30 செ.மீ. லிருந்து 50 செ.மீ. வரை உள்ளதாக இருக்கவேண்டும். இவ்வகை இணைப்பில் கெட்டியாக்கப்பட்ட கறுப்பு இரப்பர் (Volcanised Indian rubber) அல்லது பாலிவிளனல் குளோரைடு (Polyvinyl choloride) டால் காப்பிடப்பட்ட கடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தாங்கிகள் சைனாக் களிமண்ணால் (China clay) செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த இணைப்புக்குத் தேவையான துணைக்கருவிகளாவன 1. தாங்கிகள் மூன்று வழி மற்றும் இரண்டு வழி. 2. கெட்டியாக்கப்பட்ட கறுப்பு இரப்பரால் காப்பிடப்பட்டுள்ள

கடத்திகள். 3. மரை ஆணிகள். 4. அச்சுக் கட்டைகள் மரக்கனங்கள் (Cubes) மற்றும் மரப்பலகைகள். இதன் பயன்களாவன. இது பந்தல் அலங்கார்ரங்கள் முதலான தற்காலிக இணைப்புகட்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஈரமான சுவர், மற்றும் விதானங்களில் பயன்படுத்தக்கூடாது. வீடுகட்குள்ளும் இதைப் பயன்படுத்த இயலாது.

நல்விளைவுகள்:

உள் மின் இணைப்பு முனைகளில் இது மிகவும் சிக்கன மானது. இந்த வகை இணைப்பைப் பொருத்துவதும் மற்றும் கழற்றுவதும் (Removal) மிகவும் எளிது. இதற்குத் தேவையான திறமையும் மிகவும் குறைவு. பேணுதல், இணைப்பை மாற்றுதல், இணைப்பைக் கூடுதல் செய்தல் ஆகிய யாவும் மிக எ ரிது. கழற்றிய பின் இந்தப் பொருள்களை அப்படியே மறுமின் இணைப்புக்குப் பயன் படுத்தலாம். பொருத்திய பின் கடத்திகட்கோ, மற்ற துணைக்கருவிகளுக்கோ எந்தவிதச் சேதமும் ஏற்படுவ தில்லை.

அல்விளைவுகள்.

இந்த இணைப்பு தற்காலிகமானதே. மேலும் கடத்திகள் யாவும் வெப்ப தட்ப நிலையால் பாதிக்கப்பட்டு விரைவில் கெட்டுப்போய்விடும். இது பார்வைக்கு அழகாய் இராது. காற்றிலுள்ள ஈரத்தை எடுத்துக் கொண்டு கடத்தியின் காப்புப் பொருள் சீக்கிரத்தில் காப்புத் தன்மையை இழந்து விடுகின்றன.

புகை மற்றும் எண்ணெய் முதலான பொருள்கள், கெட்டி யாக்கப்பட்ட கறுப்பு இரப்பர் காப்பிடலுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கக் கூடியன ஆகும்.

பிடிப்பான் வகை மின் இணைப்பு:

இதில் பிடிப்பான்களைப் (Clips) பயன்படுத்தி, கடத்திகளை மரத்தப்பையின் (Wooden Reepar) மேல் பொருத்தப்படுவதால் இவ்வகை இணைப்புகட்குப்பிடிப்பான் வகை மின் இணைப்பு என்று பெயர். மேலும் இதைக் கெட்டியான இரப்பரினால்

உறையிடப்பட்ட (Captyre sheathed) கடத்திகளை இந்த வகை மின் இணைப்பிற்குப் பயன்படுத்துவதால் இதற்கு (C.T.S.ORT.R.S.) இணைப்பு என்ற மறுபெயரும் உண்டு. இந்த வகைக் கடத்திகள் தண்ணீர், வேதியப்பொருள்கள் நீராவி முதலியவைகளால் பாதிக்கப்படா. தப்பியின் அகலம் அதில் பொருந்தப்படும். கடத்திகளின் எண்ணிக்கைக்குத் தகுந்தாற் போல் மாறக்கூடியது. 60இலிருந்து 75 செ.மீ. வரையிலான இடைவெளியில் அச்சுக் கட்டைகள் பதிக்கப்பட்டுத் தட்டையான தலையினையுடைய மரையாணிகளின் உதவி கொண்டு தப்பகைளைச் சுவரிலும், விதானத்திலும் பொருத்த வேண்டும். தப்பகைளில் 10 செ.மீ. இடைவெளியில் தகரம் (Tin) அல்லது பித்தளையிலா (Brass) பிடிப்பான்களைப் பொருத்தி, இதில் காப்பிட்ட கடத்திகளைப் பொருத்துதல் வேண்டும். பிடிப்பான்களின் அளவும், அது பிடித்துக் கொள்ளும் கடத்திகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து வேறுபடக் கூடியது. மின் இணைப்பு முடிந்ததும் இக்கடத்திகளின் மேல், எண்ணெய் கலவாத வெடிப்பு ஏற்படாத ஒரு வண்ணத்தை இருமுறை பூசுதல் வேண்டும். இந்த இணைப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படும் துணைக்கருவிகளான:

1. தேக்குத் தப்பைகள். 2. கெட்டியான இரப்பரினால் உறையிடப்பட்டு (C.T.S.) காப்பிடப்பட்ட கடத்திகள் 3. தகர அல்லது பித்தளைப் பிடிப்பான்கள். 4. அச்சுக் கட்டைகள் மற்றும் 5. சிறிய ஆணிகள்.

இது குறைவழுத்த நிர்மாணிப்புகட்குப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. வீடுகள், அலுவலகங்கள் கடைகள் முதலான இடங்களில் விளக்குகள், விசிறிகள் அலங்கார விளக்குகள் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தொழி லகங்களில் இவ்வகை இணைப்புகட்குப் பாதுகாப்பு மிகவும் குறைவு.

நல் விளைவுகள்:

இது அதிக நாள்களுக்குப் பயன்படக் கூடியது. இதைப் பொருத்துவது மிகவும் எளிது.

அமிலங்கள் மற்றும் காரங்கள் இவ்வகை இணைப்பை என்றும் பாதிக்காது.

இது மற்ற இணைப்பு முறைகளைக் காட்டிலும் (தாங்கி வகை தவிர) சிக்கலானது. பார்ப்பதற்கு அழகாய் இருக்கும். பேணுதல் மிகவும் எளிது. கோளாறுகளை உடனடியாகக் கண்டறியலாம்.

அல்விளைவுகளாவன.

நல்ல வேலை தெரிந்தவர்களால் மட்டும் தான் இவ்விணைப்பைத் திறமையாகப் பொருத்த இயலும். திறந்த இடங்களில் (Open spaces) இவ்வகை இணைப்புகள் பயன்படா.

மூடு உறை வகை மின் இணைப்பு:
(Casing and caping Wiring)

இவ்வகை இணைப்புகளில் 'U' போன்ற இரண்டு பள்ளங்கள் எடுக்கப்பட்ட தேக்குச் சட்டத்தில் (Casing) காப்பிடப்பட்ட கடத்திகளை அமர்த்தி இதன் மேலே ஒரு பலகை மூடியை (Caping) வைத்துப்பொருத்தி விடுகிறார்கள். இந்தப் பள்ளங்களில் ஒரே தன்மையுடைய நிலை அல்லது தரை இரண்டு அல்லது மூன்று கடத்திகள் அமர்த்தப்படுகின்றன. மூடியை உறையின் மேல் அமர்த்தி 15 செ. மீட்டருக்கு ஒரு மரை ஆணி வீதம் செலுத்தி மூடி உறையுடன் பொருத்தப்படுகிறது. கரையான்களிலிருந்து இந்த மரச்சட்டத்தையும் மூடியையும் பாதுகாக்க மெருகு எண்ணெயை (Varnish) மேலே பூச வேண்டும். சுவரில் மற்றும் விதானங்களில் பதிக்கும் போது உறையின் மேல் ஈரம் தாக்காமல் இருக்க சுமார் 60 செ. மீ. இடை வெளியில் தேக்குத் தக்கைகள் அல்லது சைனா களிமண்ணால் செய்யப்பட்ட தாங்கிகளைப் பொருத்தி அதன் மேல் உறையைப் பதிக்க வேண்டும். இந்த இணைப்பில் கெட்டியான கருப்பு இரப்பர் அல்லது பாலி வினைல் குளோரைட்டால் காப்பிடப்பட்ட கடத்திகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

இந்த வகை மின் இணைப்புகட்குக் கீழ்க்கண்ட துணைக் கருவிகள் தேவைப்படுகின்றன. 1. தேக்கு உறையும் மூடியும்.

2. கெட்டியான கருப்பு இரப்பர். 3. அச்சுக்கட்டைகள். 4. சீகாணிகள் (Tag--nails) மற்றும் மரையாணிகள்.

கடைகள் மற்றும் வீடுகளினுள் உள்ள உள்மின் இணைப்பு கட்கு இவ்வகை இணைப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் ஈரம் மற்றும் நெருப்பு ஆகிய இவ்விரண்டும் தாக்காத இடங்களில் இவ்விணைப்பைப் பயன்படுத்தலாம்.

நல்விளைவுகள்:

இந்த வகை இணைப்பு சிக்கலானது. கடத்திகள் தனித்தனியாக அமர்த்தப்படுவதால் இம்முறையில் நல்ல காப்பிடல்கள் கிடைக்கின்றன. வெப்பமான நாடுகளில் எஃகுக் குழாய்களைப் பயன்படுத்திக், குளிர்வித்தலால் குழாய்க்குள் (Condensation) ஈரம் படிந்து விடும், ஆனால் இந்த மாமூடு உறையில் ஈரம் படிவதில்லை. கோளாறுகளின் போது எளிதில் முடியைக் சுழற்றி ஆய்வு செய்யலாம்.

அல்விளைவுகள்:

ஈரமான இடங்களில் பயன்படுத்தக்ககூடாது. நெருப்பினால் ஆபத்து ஏற்படும் இடங்களில் பயன்படுத்தக்கூடாது. சுவர் மற்றும் விதானங்களின் புறப்பரப்பில் மட்டுமே பயன்படுத்த இயலும். சுவருக்குள் இதைப் பதிக்க இயலாது. வேலைத் திறன் அதிகம் இருப்பதால் இதைச் செயலாக்க அதிக நாள் பிடிக்கும்.

ஈயக்கவச இணைப்பு வகை: (Lead sheathed wiring)

இவ்வகை இணைப்பில் பயன்படுத்தப்படும் கடத்திகளுக்கு இரண்டு காப்பியல்கள் உண்டு. முதலில் கடத்திகள் கெட்டியாக்கப்பட்ட கருப்பு இரப்பரினால் காப்பிடப்பட்டுள்ளது. பின்னர் இது போன்ற இரண்டு அல்லது மூன்று காப்பிட்ட கடத்திகளை ஒன்று சேர்த்து ஈய அலுமினியக் கவசத்திற்குள் நுழைக்கப்படும். இக்கவசத்தில் 95 விழுக்காடு ஈயமும் மீதம் 5 விழுக்காடு அலுமினியமும் இருக்கின்றன. இந்த உலோகக் கவசத்தினால், ஈரம் மற்றும் காற்றில் கலந்து வரும் உப்புகள் மற்றும் அமிலங்களினால் ஏற்படும் அரிப்புகள் (Corrosion) யாவும் தடுக்கப்

படுகின்றன. ஈயக் கவசம் கடத்தியின் நீளம் முழுவதும் தொடர்ந்து இருப்பதால் பாதுகாப்பை முன்னிட்டு இக்கவசம் தரை இணைப்பு செய்யப்படுகிறது. பிடிப்பான்களின் மூலம் இந்த ஈயக்கவசம் தேக்குத் தப்பைகளின் மேல் பொருத்தப்படுகிறது. தேவைக்குத் தகுந்தாற்போல் ஒற்றை, இரட்டை மற்றும் மூன்று கடத்திகள் உள்ள ஈயக்கவசம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இவ்வகை இணைப்பிற்குத் தேவையான துணைக்கருவிகளாவன 1. பிடிப்பான்கள் 2. தேக்குத் தப்பைகள். 3. ஈயக்கவசக் கடத்திகள் 4. அச்சுக்கட்டைகள் 5. வட்டக்கட்டைகள் (Round Blocks) 6. மூட்டுப்பெட்டிகள். இவ்விணைப்புகள் குறைந்த மின் அழுத்தமுள்ள சுற்றுகட்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதை வெளி மின் இணைப்புகட்கு (External wiring) பயன்படுத்தலாம். வெயில், மழை, ஈரம் யாவும் இதைத் தாக்காது. இவ்வகைக் கடத்திகளின் விலை அதிகமாகப் போய் விட்டதால் தற்சமயம் இது அதிகமாகப் புழக்கத்தில் இல்லை.

நல்விளைவுகள்:

கடத்திகட்கு இரண்டு கவசங்கள் இருப்பதால் கடத்திகள் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

இது பார்ப்பதற்கு அழகாக இருக்கிறது. மேலும் இதில் சுவருக்குத் தகுந்தாற்போல் எந்த வண்ணம் வேண்டுமானாலும் பூசிக்கொள்ளலாம்.

ஈயக் கவசத்தைத் தரையிணைப்பு செய்து விடுவதால் சுவருக்குப் பாதுகாப்பு அதிகமாகிறது.

வெளி ம றும் உள் இணைப்புக்குப் பயன்படுத்தலாம். மழை, வெயில், காற்று, ஈரம் முதலியவைகளால் இவ்விணைப்புகள் பாதிக்கப்படா.

அல்விளைவுகள்:

இந்த இணைப்பிற்கு ஆகும் செலவு மற்ற இணைப்புகட்கு ஆகும் செலவைக் காட்டிலும் சற்று அதிகம்.

வேதிய அரிப்புகள் உள்ள இடங்கட்கு இது ஏற்றதன்று.

தரையிணைப்புச் சரியாக இல்லையானால் மின் அதிர்ச்சி (Shock) ஏற்படும்.

இணைப்புகளை நிறுவுவதற்குத் திறமையான வேலை யாட்களும் நல்ல மேற்பார்வையும் தேவை.

குழாய் இணைப்பு முறை:

இதில் இரண்டு வகைகள் உண்டு.

1. புறக்குழாய் இணைப்பு (Surface conduit wiring)

2. மறைவிடக் குழாய் இணைப்பு (Concealed conduit wiring)

இவ்வகை இணைப்பில் எஃகுக் குழாய்களினுள், கடத்திகள் செலுத்தப்பட்டு இணைப்புகள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கெட்டியாக்கப்பட்ட கருப்பு இரப்பரால் காப்பிடப்பட்ட கடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

புறக் குழாய் இணைப்பு முறையில்:

இக் குழாயைச் சுவரில் பதிக்க, சேணம் (Saddle) அல்லது குழாய்க் கொக்கி(Pipe hooks)பயன் படுத்தப்படுகிறது. ஈரமான இடங்களில் இக்குழாய்களைப் பதிக்கும் பொழுது சுவருக்கும், குழாய்க்கும் இடையில் சிறிய கட்டைகள் வைக்கப்படுகின்றன. கோளாறுகளை எளிதில் கண்டுபிடித்துச் சீர் செய்வதற்குக் குழாயினுடைய ஓட்டத்தில் நீளத்தில் ஆய்வு மூடிகள் (Inspection ecovrs) நிறையப் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த எஃகுக் குழாய் விட்டு உள்ளும் புறமும் கருப்பு வண்ணம் பூசப்படுவது வழக்கம். இன்றைய நாள்களில் பாலிவினைல் குளோரைடு (Polyvenyl chloride) குழாய்கள் எஃகுக் குழாய்கட்கு மாற்றாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவைகள் கனக்குறைவாகவும், உறுதியாகவும். மின்சாரத்தைக் கடத்தாப் பொருள்களாகவும். இருப்பதால் இவைகளின் பயன்பாடு அதிகமாகப் பரவி வருகிறது.

மறைவிடக் குழாய் இணைப்பு முறையில் சுவர் மற்றும் விதானப் பூச்சுக்குள் (Plaster) மறைவாக இக்குழாய்களைப் பதித்து, இதனுள் 18 கேஜ் (Guage) கம்பி ஒன்றை நுழைத்து வைப்பது வழக்கம். பின்னர், பூச்சுக்கள் முடிந்து, இணைப்புகள் கொடுக்கும்போது இக் கம்பியின் மூலம் கடத்திகளைப் பிணைத்து. இழுத்து இணைப்புகள் கொடுக்கப்படுகின்றன.

இந்த வகை இணைப்புகளை நெருப்பு ஈரம் முதலியன தாக்காததாலும், தூசி முதலிய காற்றோடு கலந்து வரும் அசுத்தங்கள் உட்புகாமல் இருப்பதாலும் இவைகள் நூற்பு ஆலைகள், மாவு ஆலைகள் (Flour mills) மர அறுவை ஆலைகள் (Saw mills) சிறிய பட்டரைகள் மற்றும் எண்ணை உற்பத்தி செய்யும் ஆலைகள் யாவினும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முக்கியமான அரசாங்கப் பதிவேடுகள் (Records) இருக்கும் இடங்களில் மின்சாரத்தினால் ஆபத்து விளையாமல் இருக்க இவ்விணைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும், வீடுகளிலும் பொதுக் கட்டிடங்களிலும், அழகுக்காக மறைவிடக்குழாய் இணைப்பு முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நல்விளைவுகள்:

1. இந்த இணைப்பு முழுவதும் நீர் கொள்ளாத ஒன்றாகும் (Water proof)

2. நீண்ட நாளைக்கு உழைக்கக் கூடியது.

3. இணைப்புகட்கான கடத்திகள் பழுதடைந்து போனால் மாற்றுக் கடத்திகள் பொருத்துவது மிகவும் எளிது.

4. தரையிணைப்புகள் சரியாக இருந்தால் மின் அதிர்ச்சியிலிருந்து நல்ல பாதுகாப்பு கிடைக்கும்.

அல்விலைவுகள்:

1. இதற்கு ஆகும் செலவோ மிகவும் அதிகம்.

2. பொருத்துவதற்கு நாள் அதிகம் பிடிக்கும்.

3. குழாயினுள் ஏற்படும் குளிர்விப்பினால் (Condensation) உண்டாகும் ஈரம் கடத்திகளைப் பாதித்துவிடும். இதற்காக சரியான காற்றோட்ட வசதியும் நீர் வழிய வசதிகளும் செய்யப்பட வேண்டும்.

7-04 மின் இணைப்புத் தெரிவு முறைகள்: (Selection of wiring)

இது வரை நாம் பலவகை மின் இணைப்பு வகைகளையும், முறைகளையும் பற்றிப் பார்த்தோம். அதில் நமக்குத் தேவையான முறையையும் வகையையும் எந்தெந்தக் காரணக் கூறுகளை (Factors) வைத்துத் தெரிவு செய்யவேண்டும் என்பதைப் பற்றிப் பார்ப்போமாக.

1. பார்வை. (Appearence)

மின் இணைப்புகள் பார்ப்பதற்கு நல்ல எடுப்பான தோற்றப் பொலிவையும். அழகையும் தரத்தக்கவைகளாக இருத்தல் வேண்டும். புதிய அழகான, கட்டிடமொன்றில் பிடிப்பான் வகை இணைப்பு முறையைப் பயன்படுத்தினால் அது கட்டிட அழகைக் கெடுத்துவிடும்.

2. பாதுகாப்பு: (Safety)

மின் கசிவு (Leakage) மற்றும் மின் அதிர்ச்சி (Shock) யாவும் நுகர்வோரைப் பாதிக்காத வண்ணம் மின் இணைப்புச் செய்தல் அவசியம் ஆகும்.

3. அணுகும் தன்மை: (Accessibility)

மின் இணைப்பு முறையில் இம்முறையை, மாற்றவோ, புதுப்பிக்கவோ, மற்றும் அதில் அதிகமான புதிய இணைப்புகளை எடுக்கவோ வசதிகள் வேண்டும்.

4. தொா க்கச் செலவு (Cost)

தொடக்கச் செலவானது சொந்தக்காரரின் செலவழிக்கும் திறனுக்குள் இருத்தல் வேண்டும். மேலும் பேணுதலுக்கு ஆகும் செலவு மிகவும் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும்.

5. நிலைத்த தன்மை (Permanence)

இணைப்புகள் காலப்போக்கில் நாட்பட்ட பின்னும் சூழ்நிலை நெருப்பு ஈரம், முதலியவைகளால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்க வேண்டும்.

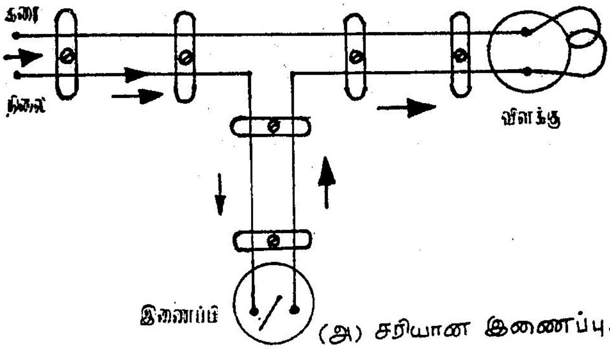
மற்றும் சுமை (Load) பயன்படுத்தும் மின் அழுத்தம், மற்றும் கட்டிடத்தின் பயன்பாடு முதலியவற்றைப் பொறுத்தும் இணைப்பு முறைகளைத் தெரிந்தெடுக்க வேண்டும்.

7-05 மின் இணைப்புச் செய்யும் பொழுது நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டிய சில பொது விதிகள்.

1. ''நிலை''க் கடத்திகளில் அதில் பாயும் சுமை மின்னோட்டத் திற்குத் தக்கவாறு சந்திப்பு முனை(Junction point)களில் உருக்கிகள் (Fuse) பொருத்தப்படவேண்டும்.

2. இணைப்பில் உள்ள இணைப்பிகள் (Switches) தொடக்கிகள் (Starters) அளவைக் கருவிகள் (Meters) யாவும் இயக்குபவருக்கு (Operater) அணுகத்தக்க (accessable) இடங்களிலேயே பொருத்தல் வேண்டும்.

3. இணைப்பிகளை, தரையிணைப்புக் கடத்தியில் பொருத்தக்கூடாது. நிலைக் கடத்திகளில் மட்டும் தான் பொருத்த வேண்டும். படம் 5..10இல் ஒரு விளக்கும் ஒரு இணைப்பியால் கட்டுப்படுத்தும் விதமும் காண்பிக்கிப்பட்டுள்ளன.



(அ) சரியான இணைப்பு.

படம் 7-07

இந்த இணைப்பில் 'நிலை'யில் பாயும் மின்னோட்டம், இணைப்பியின் வழியாக, விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. இணைப்பு, செயல்படாதிருக்கும் பொழுது, நிலையில் உள்ள மின்னோட்டம், இணைப்பி வரையில் மட்டும்தான் பாயும். மாறாகப் படம் **5.10** 'ஆ' வில் காட்டியுள்ளது போல் இணைக்கப்பட் 'லும் செயல்பட்டாலும், செயல்படாவிட்டாலும் மின்னோட்டம், பிடிகிமிழ் (Holder) வழியாக இணைப்பி வரை தொடர்ந்து எப்பொழுதும் பாய்ந்துகொண்டே இருக்கிறது. இதுபோது, மின் விளக்குகளை மாற்ற முயற்சிக்கும் வேலை செய்பவர் கவனக் குறைவாக இருந்தால், மின் அதிர்ச்சிற்கு உ· ாாவர். எனவே, இணைப்பு 'நிலை'க் கடத்தியில் இணை ப்பட்டால் இணைப்பியைச் செயல்படாதிருக்கச் செய்தபின் நாம் விளக்கு அல்லது பிடிசிமிழ் எதை வேண்டுமானாலும் எளிதில் மாற்றலாம். மின்னோட்டம் இணைப்பிலேயே நிறுத்தப்படுவதால் மின் அதிர்ச்சி தவிர்க்கப் படுகிறது.

4. மின் இணைப்பில் உருக்கிகளை முதன்மை இணைப்பிக்கு அப்பால் வரும்படி இணைக்கவேண்டும். மின் இணைப்பில் கோளாறுகள் ஏதும் ஏற்பட்டு உருக்கி (fuse) உருகிப் போனால், முதன்மை இணைப்பியை நிறுத்தவிட்டு உருக்கியை மாற்றலாம். மாறாக உருக்கி, முதன்மை இணைப்புக்கு முன்னா லேயே அமைந்துவிட்டால் முதன்மை இணைப்பிக்குக் கட்டுப் படாமல் மின்னோட்டம் எப்பொழுதும் உருக்கிவரை பாய்ந்து கொண்டே இருக்கும். உருக்கியை மாற்றும் பொழுது மின் அதிர்ச்சி அல்லது நெருப்பு போன்ற ஆபத்துகள் உண்டாக்கலாம். மேலும் உருக்கிகளை நிலைக் கடத்திகளில் மட்டும் தான் இணைக்க வேண்டும். தரை இணைப்பிலோ தரை, மற்றும் நிலை இரண்டு கடத்திகளிலுமோ இணைத்தல் கூடாது. அவ்வாறு இணைத்தால் சுற்றில் ஏற்படும் கோளாறுகள் காரணமாக தரைகடத்தியில் உள்ள உருக்கி உருகிப்போனால் நிலைக் கடத்தி வழியாக மின்சாரம் இணைப்பிமற்றும் பிற சிமிழ் வழியாகத்தரை இணைப்பு உருக்கியின் முனை வரை பாய நேரிடுகிறது. இதுபோது மின் சாதனங்கள் யாவினும் மின்னோட்டம் பாய்வதால் தொடுபவர்கள் மின் அதிர்ச்சிக்கு ஆளாக நேரிடுகிறது. எனவே, நிலைக் கடத்தியில் உருக்கியும் தரைக் கடத்தியில் தாமிரத் தகடும் (Copper strip) இணைக்கப்பட வேண்டும். சுற்றுகளில் வழங்குபலகை மற்றும் சுற்றுப் பிரித்து நீக்கிகள் (Circuit cutoup) பயன்படுத்துவதால் சுற்றுகள் பல சிறிய பகுதிகளாகப் பகுக்கப் படுகின்றன. கட்டிடத்தின் ஒரு மூலையில் குறுக்குப் பாய்வோ மற்றெந்தக் கோளாறுமோ ஏற்பட்டால் அந்தப் பகுதிக்கான உருக்கி மட்டும் உருகி மற்றெல்லா இணைப்புகட்கும் தடையில்லாமல் மின்சாரம் பாய வழிவிடுக்கிறது. அதுவல்லாமல் முதன்மை உருக்கி ஒன்று மட்டும் இணைப்பில் இருந்தால், கோளாறு காரணமாக அது உருகிக்கட்டிடம் முழுவதும் மின் இணைப்பு துண்டிக்கப்பட்டு விடும். இதுபோன்ற தேவையற்ற மின் துண்டிப்பபை போக்குவதற்கு வழங்குபலகையும், சுற்றுப் பிரித்து நீக்கிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

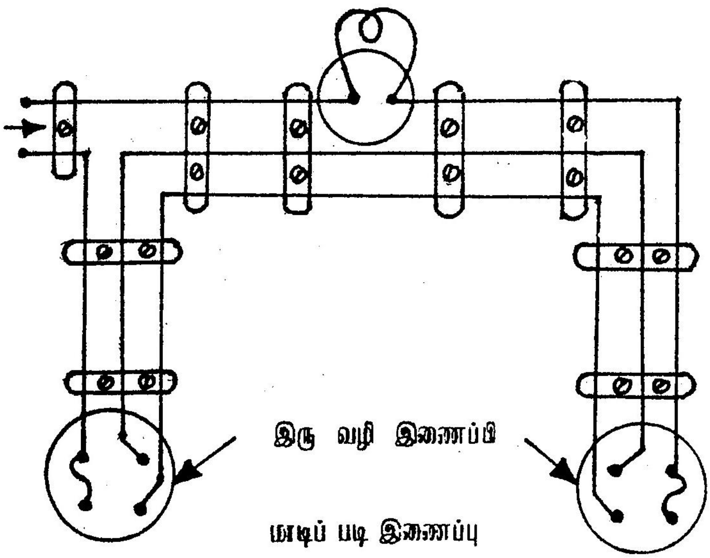
5. சுமையின் அளவுக்குத் தக்கவாறு கடத்திகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும்.

6. அந்தந்தப் பகுதியில் புழக்கத்தில் இருந்து வரும் மொழி களில் எச்சரிக்கைப் பலகைகள் (Caution boards) மின்சாதனங் கட்கு அருகில் பொருத்தப்படவேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு : அபாயம் 440 வோல்ட்.

7. ஒவ்வொரு இணைப்பிற்கும் தனித்தனியாக இணைப்பிகள் பொருத்தப்பட வேண்டும்.

8. மின்சதனங்களின் உலோகப் பகுதிகள் யாவும் (Metal Parts) பாதுகாப்பை முன்னிட்டு உறுதியான தரை இணைப்பு செய்யப்பட வேண்டும்.



படம் 7-08

7-06 சிறிய வீட்டு மின் இணைப்பின் தரைப்படம். (lay out of small house wiring)

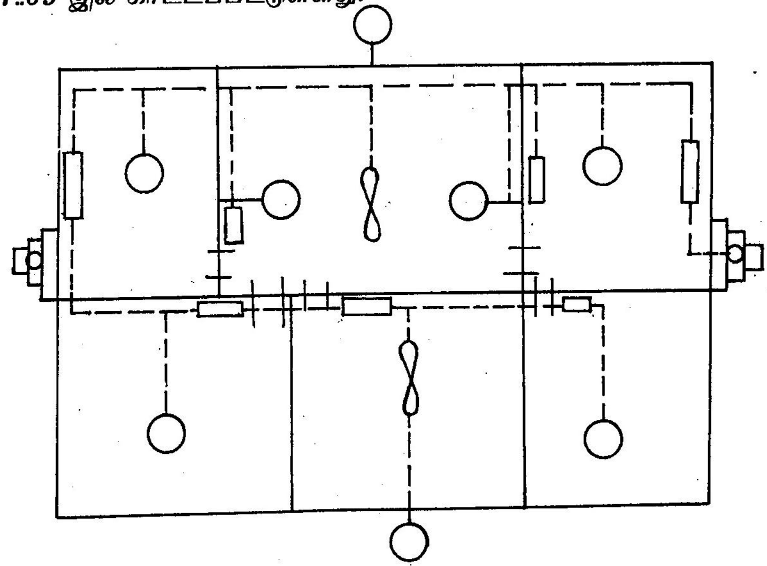
பொதுவாக வரைபடம் என்பது பொறியாளர்களின் (Engineer) மொழி (Language) ஆகும். வரைபடத்தில் பயன்படுத்தும் குறியீடுகள் (symbols) இம்மொழியின் எழுத்துகள் (Albhapets) ஆகும். எனவே, மின் இணைப்பைப் பொருத்தவரை பொது வாகப் பயன்படும் குறியீடுகளைப் பற்றிப் பார்ப்போம். இந்தக் குறியீடுகள் யாவும் இந்திய தரக்கட்டுப்பாட்டினரால் உறுதி செய்யப் பட்டவைகள்.

பிரித்தளிப்பு உருக்கிப் பலகை	..
முதன்மை இணைப்பு	..
அளவைக் கருவிகள்	..
விளக்குத் தண்டு	..
ஒரு வழி இணைப்பி	..
இரு வழி இணைப்பி	..
இரு துணை மின் குழிவு	..
மூன்று துணை மின் குழிவு	..
காற்றாடி	..
சங்கு	..
தரையிணைப்பு	..
உருக்கி	..

குறியீடுகளின் அளவு, வரைபடத்தின் அளவைப் பொறுத்தது. குறியீடுகள், எப்பொழுதும் மின்சாதனங்களின் மதிப்பைக் (Value) குறிப்பிடுவதில்லை.

மின் இணைப்புகட்கான மதிப்பீடுகளைக் (estimate) கணக் கிடும் பொழுது வரைபடம் மிகவும் தேவையானதொன்றாகிறது.

வரை படத்திலுள்ள குறியீடுகள் கட்டிடத்தில் உள்ள பல்வேறு இணைப்புகளையும் மின் சாதனங்களையும் தெளிவாகக் காட்டுகிறது. ஒரு வீட்டின் மின் இணைப்புத் தரைப்படம் படம் 7..09 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 7-09

இந்தத் தரைப்படங்கள் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு scaleவரையப் படிருப்பதால் இக்கட்டிடத்தின் நீள அகல உயரங்களையும், கடத்திகள் பயன்படுத்தவேண்டிய இடங்களையும் நீளத்தையும் இத்தரைப் படங்களைக் கொண்டே மதிப்பிட்டு விடலாம்.

7-07. காப்புப் பொருள்கள்: (Insulating materials)

கடத்திகளில் பாயும் மி   ட்டத்தின் ஒழுக்கைத் (Leakage) தவிர்ப்பதற்காகக் கடத்திகள் காப்பிடப்படுகின்றன. சில கடத்தி களுக்குக் காப்பிடல் செய்வதோடு மட்டுமின்றி, காப்பிடலுக்கு மேற்பகுதியில் மற்றுமொரு உறையும் (cover) இடப்படுகிறது. இதற்குப்பாதுகாப்பு உறை (Protective) என்று பெயர். இந்தப்

பாதுகாப்பு உறை, வெளி ஊறு (Damage) களிலிருந்து கடத்தி களைக் காப்பாற்றுகிறது. மேலும் இந்த உறைகள் பலவண்ணங் களில் தயாரிக்கப்பட்டு, கடத்திகட்கு நல்ல அழகையும் கொடுக் கிறது.

கடத்தி என்ற சொல் பொதுவாக மின்சாரம் கடத்தும் காப்பிடப்படாத கம்பியையே குறிக்கிறது. ஆனால் வழக்கில் காப்பிடப்பட்ட ஒற்றைக் கம்பிக்கும் இப்பெயரே வழங்கப்பட்டு வருகிறது. மேலும், மின் ஓட்டம், அடர்த்தி அதிகம் இருந்தால் ஒற்றைக் கம்பிக்கு மாற்றாக மூன்று அல்லது ஏழு கம்பிகள் வைக்கப்பட்டுக் காப்பிடப்பட்டிருக்கும் இத்தகைய கடத்திகள் வடங்கள் (Cables) என அழைக்கப்படுகிறன்றன. மேலும் தரையி னடியில் (Under ground) போடப்படும் பெரிய அதிக எண்ணிக் கையுள்ள கம்பிகளைக்கொண்ட கடத்திகளையும் வடங்கள் என்றே அழைக்கிறோம்.

இவ்வடங்கள் மற்றும் கடத்திகள் யாவும் தாமிரம் மற்றும் அலுமினியம் முதலான உலோகங்களால் செய்யப்படுகின்றன. உலோகங்களில் அதிகமான கடத்தும் தன்மையை உடையது வெள்ளி (Silver) ஒன்றுதான். இருப்பினும் இதன் விலை அதிகமாக இருப்பதால் இதைக் கடத்தியாகப் பயன்படுத்துவது இல்லை. இதற்கு அடுத்து கடத்தும் தன்மையுடையது தாமிரம் ஆகும். இது உறுதி வாய்ந்த உலோகம், கெட்டியானது. கம்பி களாக இழுக்கவும் பட்டைகளாகச் செய்யவும் ஏற்றது. இதன் இனத்தடை (Resistivity) 1.78×10^{-8} ஓம் ஆகும். இதன் உருகு நிலை 1085^{o} ஆகும். இது ஈரத்தால் பாதிக்கப்படாது. இதை எளிதாகப் பற்ற வைக்கவும் (Solder) மற்றும் உருக்கி இணைக்கவும் (Welding) இயலும். தாமிரக் கம்பிகளைப் பதனாற்றல் (Annealing) செய்வதனால் நன்கு சூடாக்கி மெதுவாக ஆறவிடுவதிஞால் அவைகள் மென்மையாகவும் வளையக் கூடியனவாகவும் (Flexiable) அமைகின்றன. இக்கடத்திகள் உள் மற்றும், வெளி மின் இணைப்புகட்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கடின இழுவைக்கு (Hard drawn) ஆளான தாமிரக் கம்பிகள் அதிக இழுவைச் சக்தி கொண்டிருப்பதால் இவைகள் உயர்வழிக் (Over head) கடத்தி களாகக் காப்பிடல் இல்லாமல் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அலுமினியக் கடத்திகள், தாமிரத்திற்கு அடுத்தபடியாகக்கடத்தும் தன்மை உடையன. அலுமினியத்தின் இனத்தடை 20°C யில் 2.87 x 10^{-8} ஓம் மீட்டர். இந்த மதிப்பு தாமிரத்தின் இனத்தடையில் 60 விழுக்காடு ஆகும். இதன் எடை குறைவு. அலுமினியத்தின் உருகு நிலை 65.7°C அலுமினியத்தின் இழுவைச் சக்தி மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் முருக்கிய அலுமினியக் கம்பிகட்கு ஊடே எஃகு கம்பி ஒன்றை நுழைத்து அனுப்பீடு (trans mission) மற்றும் பகிர்ந்தளிப்பிகளுக்குப் (Distribution) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்கடத்திகள் எஃகு வலுவூட்டிய அலுமினியக் கடத்திகள் (Allu-minium conducton steel reinforced) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. கடத்திகட்கு மேல் உறைகளாகக்காப்புப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதாகப் பார்த்தோம். இக்காப்புப் பொருள்களின் முக்கியப் பண்புகளாவன:

1. உயர் மின் தடை.

2. அதிக இளகும் தன்மை (flexibility)

3. உயர் மின் அழுத்தத்தைத் தாங்க வல்லதாக இருத்தல் வேண்டும். (High die - electric strength)

4. தீப்பற்றாததாக இருத்தல்வேண்டும்.

5. ஈரம், அமிலம், காரம் முதலியவைகளால் பாதிக்கப் படாதவைகளாக இருத்தல் வேண்டும்.

6. ஈரத்தை உறிஞ்சாததாக இருக்கவேண்டும். (non hygros copic)

7. அதிக வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும்.

மேலும் சொல்லப்பட்ட பண்புகள் யாவும் ஒரே காப்புப் பொருளில் இருக்க இயலாது. எனவே, காப்புப் பொருள்களை அதனதன் குணங்களைப் பொறுத்துத் தேவைப்பட்ட இடங்களில் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

கீழ்க்கண்ட பொருள்கள் மின்காப்புப் பொருள்களாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

1. இரப்பர் (Rubber)

2. உறுதியாக்கப்பட்ட கறுப்பு இரப்பர் (Valcan ised Indial Rubber)

3. தண்ணிறைவாக்கப்பட் காகிதம் (Impregnated Paper)

4. பளப்பளப்பான மேற்பூச்சுகளாலாகிய காப்புப் பொருள். (Enamal)

5. சாம்பல் நிற மரப்பால் பிசின். (Gulta--percha)

6. உறுதியாக்கப்பட்ட நிலக்கீல் (Vulcanined Bitumen)

7. பாலிவினைல் குளோரைடு.

8. எண்ணெய் பூசப்பட்ட மெல்லிய வெள்ளைத்துணி. (Vulcanized cambric)

1. இரப்பர்.

இரப்பரில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. ஒன்று இயற்கை இரப்பர். மற்றொன்று கூட்டிணைப்பாலான செயற்கை (Synthetic) இரப்பர். இயற்கை இரப்பர், வெப்பம் மிகுந்துள்ள பகுதி களில் வளரும் ஒரு வகை மரத்தினின்று வடியும் வெண்மையான பாலிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. செயற்கை இரப்பரானது, சாராயம் (Alohol) அல்லது எண்ணெய் பொருள்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இரப்பரின் மின் அழுத்தத்தைத் தாங்கும் திறன் (die-electric stremgth) 30 கி. மி. மீ. க்கு வோ. அதிகமான காப்புத்திறன் கொண்டிருந்தாலும் இது 70°C அல்லது 80°C இற்கு மேல் வெப்பத்தைத் தாங்காது. நீரை உறிஞ்சும் தன்மையுடையது. தாது எண்ணெய்யுள் கலக்கும் பொழுது புறப்பகுதிகள் உப்பிக் கொள்கின்றன (Swells). எனவே, கலப்பில்லாத தூய இரப்பரை மின் காப்புப் பொருளாகப் பயன்படுத்த இயலாது.

உறுதியாக்கப்பட்ட கருப்பு இரப்பர்:

இரப்பர் உறுதியாக்கப்படுவதால் இதனுடைய வலிமை, மீட்சித்தன்மை (elasticity) மற்றும் நீடித்த உழைப்பு (durability)

முதலியன அதிகப்படுகின்றன. கந்தகம், சிவப்பு, ஈயம் (lead) துத்தநாக ஆக்ஸைடு போன்ற தாதுக்களுடன் கறுப்பு இரப்பரைக் கலப் பதால் இந்த இரப்பர் உறுதியாக்கப்படுகிறது. இந்த உறுதி யாக்கப்பட்ட கறுப்பு இரப்பர் ஈரத்தை உறிஞ்சாது. இதனுடைய அல்விளைவானது, இதில் கந்தகம் (sulpher) கலந்திருப்பதால் தாமிரத்தைத் தாக்கவல்லது. இதற்காகத் தாமிரத்தின் மேற்பகுதியில் தகரப் (Tin) பூச்சு பூசலாம். அல்லது தாமிரத்தின் மேற்பகுதியில் மெல்லிய இரப்பர் உறையிட்டு அதன் மேல் உறுதியாக்கப்பட்ட கறுப்பு இரப்பரைக் காப்புப் பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வகைக் காப்புப் பொருள்களுள்ள கடத்திகள் குறைவழுத்தச் சுற்றுகட்கும் உள் மின் இணைப்புகட்கும் (internal wiring) பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

திண்ணிறைவாக்கப்பட்ட காகிதம்:

இது மிகவும் மலிவானது. அதிக மின் அழுத்தத்தைத் தாங்கும் திறன் கொண்டது. வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் திறன் பொற்றிருப்பதால் மற்ற காப்புப் பொருள்களோடு ஒப்பிடும் பொழுது அதிகப்பயனுள்ளதாக இருக்கிறது. இதன் அல்விளைவு களாவன. இது ஈரத்தைத்தன்னுள் இழுக்கும் தன்மை கொண்டது. இதனால் காப்புத்திறன் குறைகிறது. எனவே, இதைத் தவிர்ப்பதற்குக் காகித உறைக்கு மேல் மற்றுமொரு காப்புப் பொருள் இடப்படுகிறது. அதிகக் கெட்டிவாய்ந்த தாது எண்ணெயுடன் (Mineral oil) மரப் பிசினும் (Resin) கலந்த கூட்டுப்பொருளே திண்ணிறைவுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பட்டு மற்றும் பருத்தித் துணி:

இத் துணியினாலாகிய காப்புப் பொருள்கள் மிகவும் குறைந்த மின் அழுத்தச் சுற்றுகட்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கடத்திகட்கு மேல் இந்த பருத்தி அல்லது பட்டுத்துணிகளை ஒன்று அல்லது இரண்டு அடுக்குகளாக (Layers) சுற்றப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய காப்புப் பொருள்கள் பொரும்பாலும் அளவைக் கருவிகளிலும், மின் எந்திரங்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பளபளப்பான மேற்பூச்சாலாகிய காப்புப் பொருள்:

இந்த வேதியப் பூச்சைக் கடத்திகளின் மேல் பூசி, காப்பிடல் செய்கிறார்கள். இந்த வகைக் காப்பிடல்கள் மற்ற காப்பிடல் களைக் காட்டிலும் மலிவாக இருக்கிறது. எந்திரங்களில் மின்னகச் சுற்று (armature .inding) கட்டும் அளவைக் கருவிகளின் சுற்று கட்டும், இந்தப் பளபளப்பபான மேற்பூச்சாலாகிய காப்புப் பொருள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சாம்பல் நிற மரப்பால் பிசின்:

இந்தப் பிசினும் இரப்பரைப் போன்றதே. ஆனால் இது குறைவான வெப்பநிலையிலேயே, மிருதுவாகி விடுகிறது. 25 மெகா ஓம் வரை மின்தடை கொண்டது. மின் அழுத்தத்தைத் தாங்கும் திறன் குறைவான இருப்பதால் இது தாழ்வழுத்தங்கள் மற்றும், நடுத்தர அழுத்தங்கட்கு மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நீரை உறிஞ்சும் தன்மை மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் கடலுக்கடியில் செல்லும் தொலைபேசி (Tele phone) மற்றும் தந்தி (Telegraph) களின் வடங்கட்குப் (Cables) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உறுதியாக்கப்பட்ட நிலக்கீல்:

இது இரப்பரைக் காட்டிலும் மலிவானது. வாயுக்கள், புகை மற்றும் தண்ணீரால் பாதிக்கப்படாத தொன்றாகும். இதனுடைய மின் தடை 10 x 16 ஓம். ஆகும். மேலும் எலி போன்ற தொல்லை தரும் பிராணிகளால் இந்தக் காப்புப் பொருள் பாதிக்கப்படாது. இதனுடைய ஒரே அல்விளைவானது இக்காப்புப் பொருள் 50°C இற்கு மேல் வெப்பத்தைத் தாங்காது; உருகிவிடும்.

பாலிவினைல் குளோரைடு:

இது ஒரு செயற்கையிலான கூட்டுப் பொருள். இதைக் காப்புப் பொருளாகப் (மேலுறையாக) பயன்படுத்துவதற்கு, குழை பொருள் குழுமத்தை வளமாக்கும் பொருளுடன் (Plasticizer) பதனஞ்செய்ய (Process) வேண்டும். இது காரம், அமிலம் மற்றும் பிராண வாயு முதலியவைகளால் பாதிக்கப்படாது, எனவே, இந்த வகைக் காப்புப் பொருள்களிட்ட கடத்திகளைப் பைஞ்சுதை

(Cement) ஆலைகளிலும் வேதிய ஆலைகளிலும் பயன்படுத்தலாம். இவைகள் தாழ்வழுத்த, மற்றும் நடுத்தர அழுத்தச் சுற்றுகட்கும், வீடு மற்றும் தொழிற் சாலைகளிலும், இவ்வகைக் காப்பிட்டக் கடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இன்றைய நாள்களில் இந்தப் பாலிவினைல் குளோரைடுடன் கடின இரப்பர் உறை (Tough rubber sheathed) அல்லது உறுதியாக்கப்பட்ட கறுப்புப் பொருளோடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவைகளை ஆங்கிலத்தில் P.V.C. T.R.S. அல்லது P.V.C.-V.I.R. என்று குறிப்பிடுவது வழக்கம்.

எண்ணெய் பூசப்பட்ட மெல்லிய வெள்ளைத் துணி:

திண்ணிறைவாக்கப்பட்ட பருத்தித்துணியில், மெருகு எண்ணெய் (Varnish) தடவி இந்த வகைக் காப்புப் பொருளைத் தயாரிக்கிறார்கள். இது நாடா (Tape) படிவத்தில் இருப்பதால் இதைக்கடத்தியின் மேல் சுற்றி இச்சுற்றுக்கு மேல் பாறை எண்ணெ.யின் (Petroleum) குழம்பை (Jelly) வழு வழுப்பிற்காகத் தடவியிருக்கிறார்கள். இதன் மின் அழுத்தத்தைத் தாங்கும் திறனானது 4 கிலோவோல்ட்ஸ்/மீ.மீட்டர். இவ்வகைக் காப்புப் பொருள் திறன் உற்பத்தி நிலையங்களில், எந்திரங்களை இணைக்கும் வடங்கட்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

7-08 உருக்கிகள்: (Fuses)

உருக்கிகள் என்பது சிறிய நீளமுடைய கடத்தும் தன்மையுடைய கம்பி அல்லது தகடு ஆகும். இதனுடைய உருகுநிலை மிகவும் குறைவு. மின் இணைப்புகளில் அதிகமான மின் ஓட்டம் பாயும் பொழுது சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள இந்த உருக்கிகள் உருகி மின் ஓட்டத்தைக் துண்டித்து விடும். அதிகமான மின் ஓட்டங்களினால் ஏற்படும் தீமைகளிலிருந்து சுற்று பாதுகாக்கப் படுகிறது. எனவே, இது ஒரு பாதுகாப்புச் சாதனமாகச் செயல் படுகிறது. இதுபோன்றதொரு பாதுகாப்புச் சாதனம் இல்லையேல் அதிகச்சுமை (Overload) மின் குறுக்குப் செய்வு (short circuit) மற்றும் தரைக்கோளாறுகளினால் (earth fault) ஏற்படும், தேவைக்கதிகமான மின் ஓட்டங்களினால் இணைப்புகளும் மின் சாதனங்களும் பாதிக்கப்பட்டுவிடும். உருக்கி உருகும் நேரம், சுற்றில் பாயும் மின் ஓட்டத்தின் அளவைப் பொறுத்தது. உருக்கியானது தலைகீழ்,

நேரம் மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பைக் கொண்டுள்ளது. உருக்கியின் முக்கிய நல்விளைவுகளாவன. இதற்குப் பேணுதல் தேவையில்லை. மேலும், ின் பாதுகாப்பு வகைகளில், இது மிகவும் மலிவானது. உருக்கிகள் தாழ்வழுத்தப் பிரித்தளிப்பிச் சுற்றுகளில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. மின்னோடிகள், மின்னாக்கிகள், மின்மாற்றிகள் ஆகியவைகளின் பாதுகாப்பிற்காக உருக்கிகள் பயன்படுத்தபடுகின்றன. உருக்கிகளின் பணியானது இயல்பு நிலையில் குறியீட்டு அளவுக்குள் உள்ள மின்னோட்டத்தை வெப்பம் உண்டாகாமல் கடத்துவது. குறியீட்டளவை, மின்னோட்டம் கடந்துவிட்டால் உருக்கி உருகி மின் இணைப்பதை துண்டித்து விடுகிறது.

உருக்கி மின் வகைகளாவன:

அ. இணைப்பின் முதன்மை உருக்கி

ஆ. நுகர்வோரின் – முதன்மை உருக்கி

இ. துணைச்சுற்றின் உருக்கி

ஈ. பகுதி உருக்கி

இணைப்பின் முதன்மை உருக்கியானது (Circuit main fuse) மின் இணைப்புக் கொடுப்பவர்களால் ஆற்றலளவிக்கு அருகில் இணைக்கப்படுகிறது. இதில் மின்வாரியத்தின் (Electricity Board) முத்திரை (Seal) பொறிக்கப் பட்டிருக்கும். வாரியப் பணியாளர் களைத் தவிர, வேறு யாரும் இந்த உருக்கியை மாற்றவோ, புதுப்பிக்கவோ கூடாது. இணைப்பில் உள்ள சுமைகள் அளவுக் கேற்ப இந்த உருக்கிகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

நுகர்வோரின் முதன்மை உருக்கி: (Consumers main fuse)

இந்த உருக்கி இணைப்பின் முதன்மை உருக்கிக்கு அடுத்துப் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இந்த உருக்கியின் மதிப்பு (Value) வாரிய உருக்கியின் மதிப்பை காட்டிலும் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும். மின் இணைப்பில் குறுக்குப் பாய்வு மற்றும் கோளாறுகள் ஏற்படும் பொழுது இந்த உருக்கி முதலில் உருகி இணைப்பைத் துண்டித்து விடும். இது நுகர்வோரின் கட்டுப்பாட்டில் இருப்பதால் இதை உடனடியாகப் புதுப்பித்தலோ, மாற்றலோ மிகவும் எளிது.

துணைச் சுற்றின் உருக்கி:

சுற்றில் பாயும் மின்னோட்ட அளவைக் குறைப்பதற்காக இணைப்புகள் பல சிறிய துணைச்சுற்றுக்களாகப் பிரிக்கப் பட்டிருப்பதாக முன்னமேயே பார்த்தோம். ஒவ்வொரு துணைச் சுற்றின் தொடக்கத்திலும் அந்தந்தச் சுற்றின் பாதுகாப்பிற்காகத் தனித்தனியே வகைப்படும் உருக்கிகளையே துணைச் சுற்றின் உருக்கி என்றழைக்கிறோம். இதனுடைய மதிப்பு, துணைச் சுற்றிலுள்ள சுமையைப் பொறுத்தும். முதன்மை உருக்கிகளின் மதிப்பைக் காட்டிலும் குறைந்தும் இருக்கும்.

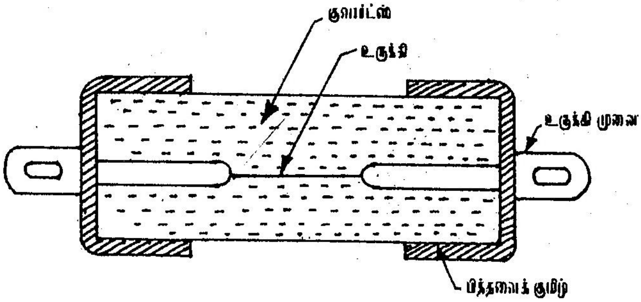
பகுதி உருக்கி: (Section fuse)

ஒவ்வொரு துணைச் சுற்றும் சிறிய பகுதிகளாகப் பிரிக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இரண்டு அல்லது மூன்று விளக்கு மற்றும் மின் வாங்கிகளை ஒரு சிறிய பகுதியாகப் பிரித்து அவ்வவற்றிற்குத் தனித்தனியாக உருக்கிகள் வைக்கப்பட்டிருப்பதையே பகுதி உருக்கி என்றழைக்கிறோம். இதைப்பிரித்து விலக்கி (Cut out) என்றழைப்பதும் வழக்கம். விதானக்குமிழ் போன்ற உருவடைப்புக் கொண்ட இதன் மேல் மூடியில் சிறு துளைகள் இடப்பட்டிருக்கும். உருகும் பொழுது உண்டாகும், வெப்பம், மற்றும் வாயுக்கள் இது வழியாக வெளியேறுவதற்கு ஏதுவாக இருக்கிறது. இதை இணைப்புகட்கான கடத்திகள் செல்லும் வழியில், சுவரின் உயரத்தில் ப்திதித்து வைப்பார்கள்.

உருக்கி அலகு: (Fuse unit)

உருக்கிக் கம்பிகளைத் தனியே பொருத்தாமல், அதற்கெனத் தனி அலகை அமைத்து அதனுள் உருக்கிகளையும், அதற்கான மின் முனைக் கோடிகளையும் பொருத்துவது வழக்கம். இதன் அடிப்பகுதியில், கடத்திகளின், மின் முனைக் கோடிகளும், (Terminals) மேல் பகுதிகளில், உருக்கியும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கீழ்ப்பகுதி மரப்பலகையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மேற்பகுதியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள உருக்கி உருகியதும், இதை மாற்றித் திரும்பவும் பொருத்தி விடலாம். இந்த அலகுகள் சைனாக் களிமண்ணால் செய்யப்பட்டுள்ளன. மற்றொரு வகை உருக்கி அலகானது, "பொதி உறைவகை" (Cartrige type) என அழைக்கப்

படுகிறது. இது முழுவதும் மூடப்பட்டதொரு அமைப்பாகும். கண்ணாடி அல்லது கடத்தாப் பொருள் ஏதேனும் ஒன்றிலான உறையினுள், உருக்கியை வைத்து மீதமுள்ள இடத்தில் மண், கால்சியம் கார்பனேட், குவார்ட்ஸ் முதலிய நுண்துகள்கள் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இதன் அமைப்புப்படம் 5..20இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. மிகைச் சுமை அல்லது குறுக்குப் பாய்வுகளினால் உருக்கி உருகும் பொழுது, ஏற்படும் வெப்பத்தை, இந்த நுண் துகள்கள் எடுத்துக்கொண்டு தீப்பொறிகள் ஏதும் இல்லாமல் உருக்கியை உருகச் செய்கிறது.



படம் 7-10

அடுத்து உயர் முறிவுதிறன் (High rupturing capacity) உருக்கி களைப் பற்றிப் பார்ப்போம். இவ்வகை உருக்கிகள், நடுத்தர மற்றும் உயர்தர மின்அழுத்தமுடைய சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகை உருக்கிகள் நாட்டுவதால் கெட்டுப்போகாது. இதன் இயக்கம் உறுதியானதும், மற்றும் வேகமானதும் கூட. இதற்கு எந்தவிதப் பேணுதலும் தேவை இல்லை. இதில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. ஒன்றில் பொதி உறை வகையில் (Cortridge

type) உள்ளதைப்போல், உறைக்குள் தீப்பொறிகளை அணைக்கும் சிறுதுகள்கள் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். மற்றொரு வகையான டெட்ரா குளோரைடு உறைவகையில் (Tetra chloride type H.R.C. Fuse) இந்நீர்மம் தீப்பொறிகளை அணைக்கப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

7-09 இணைப்பிகள்: (Switches)

இணைப்பி என்பது மின் சுற்றில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தவும், நிறுத்தவும் பயன்படும் ஒரு மின் சாதனம் ஆகும். இணைப்பியில் உள்ள குமிழ் அல்லது கைப்பிடியை அழுத்துவதால், நகர்த்துவதால் அல்லது இடப்பிறழ்வு (Shift) செய்வதால் இணைப்பில் இயக்கம் கிடைக்கிறது. இணைப்பிகள் செயல்படும் விதத்தைப் பொறுத்து அவைகள் 1. ஒரு வழி இணைப்பி 2. இரு வழி இணைப்பி 3. இருவழி நடு நிறுத்த இணைப்பி 4. இரு கம்பி கவச இணைப்பி 5. அழுத்து குமிழ் இணைப்பி 6. தொங்கும் இணைப்பி.

ஒரு வழி இணைப்பி. (One way switch)

இது 250 வோ. 5 ஆம்பியர் வரை பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுமைக்குத் தொடராக, நிலை (Phase) அல்லது தரைக் (earth) கடத்தியில் இவ்வகை இணைப்பி இணைக்கப்படுகிறது. இதில் இரண்டு முனைகள் உள்ளன. இவ்வகை இணைப்பிகள் சைனாக் களிமண்ணால் ஆன் அடிப்பகுதிகளுடன் (Base) அல்லது தள வகைகளாகப் (flush) பயன்பாட்டிற்குக் கிடைக்கின்றன. இந்த இணைப்பிகள் மரப் பெட்டிகளின் மேல் பொருத்தப்பட்டுப் பெட்டியின் உள் பக்கம் இணைப்பியின் பின்பக்கம் இணைப்பு கட்கான கடத்திகள் பொருத்தப்படுகின்றன.

இரு வழி இணைப்பிகள்:

இவ்வகை இணைப்பியில் நான்கு முனைக் கோடிகள் (Terminals) உள்ளன. இதில் இரு முனைக் கோடிகளை ஒன்றோ டொன்று இணைத்து அவைகளைப்பொது முனைக் கோடிகள் (Common terminals) என்றழைக்கின்றனர். இவ்விணைப்பிகள் மாடிப்படி விளக்குகட்காக, அதாவது ஒரு விளக்கை இருவேறு இடங்களிலிருந்து கட்டுப்ப்டுத்தும் இணைப்புகட்காகப் பயன்

படுத்தப்படுகின்றன. பொது முனைக் கோடிகள் இல்லாமல் நான் முனைக் கோடிகளும் தனித்தனியாக இருந்தால் இதை இடையீடு இணைப்பியாகவும் (Intermi tate switch) பயன்படுத்தலாம். இடையீடு இணைப்பி ஒரு விளக்கை மூன்று அல்லது அதற்கு மேல் எண்ணுள்ள இடங்களிலிருந்து கட்டுப்படுத்ததுவதற்கும் பயன் படுத்தப்படுகிறது.

இரு வழி நடு நிறுத்த இணைப்பி: (Two way centre off switch)

இந்த இணைப்பியில் மூன்று இயக்க நிலைகள் இருக்கின்றன. நடு நிறுத்த நிலை இணைப்பில் பாயும் மின்னோட்டத்தை நிறுத்தவும் மற்றும் இரு இயக்க நிலைகளும் இரண்டு தனித்தனி விளக்குகளை மாறி மாறி இயக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இரு கம்பி இரும்புக் கவச இணைப்பி: (Double pole Iron clead switch)

இந்த இணைப்பி முதன்மை இணைப்பியாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இது இணைப்பிற்குக் குறுக்காக நிலை மற்றும் தரைக் கடத்திகள் இரண்டிலும் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. வீட்டு மின் இணைப்புகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சிறிய தகடும் (Strip) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கைப்பிடி (Handle) மூலம் இவ்விணைப்பி இயக்கப்படுகிறது. இது **15** ஆம்பியர் மற்றும் **30** ஆம்பியர் மின்னோட்டம் செல்லும் இணைப்பிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அழுத்த குமிழ் இணைப்பி: (Push Putton switch)

இவ்வகை இணைப்பிகள் இதன் குமிழை அழுத்துகின்ற வரை மட்டும் தன்னுள் மினோட்டத்தைச் செலுத்தும். அழுத்தம் நின்று விட்டால் குமிழ் பழைய நிலைக்கு வந்து விடும். இந்த இணைப்பிகள் மின்சார மணி (electric bell) மற்றும் மின்சார ஒலிப்பான்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தொங்கும் இணைப்பி: (Hanging switch)

இதைப் படுக்கை இணைப்பி (bed switch) என்றும் அழைப் பார்கள். இதன் குமிழை அமுக்கினால் இணைப்பு ஏற்படும். மறுமுறை அழுத்தினால் இணைப்பு துண்டிக்கப்பட்டு விடும்.

இதை நமது வசதிக்கேற்ப வேண்டிய இடங்களில் தொங்கவிட்டுக் கொள்ளலாம். இருட்டிலும் இந்த இணைப்பியின் குமிழ் நன்கு தெரியுமளவிற்கு இதில் வண்ண ஒளிவிடும் கூட்டுப் பொருள்கள் மேலே பூசப்பட்டிருக்கின்றன.

7-10. மின்விளக்குகள். (Electric lamps)

மின்சாரத்தால் ஒளிரும் விளக்குகளை மூன்று வகைகளாகப் பகுக்கலாம்.

1. வெண்சுடர் விளக்குகள். (Incandescent lamp)
2. பிறை விளக்குகள். (Ark lamp)
3. மின் இறக்க விளக்குகள். (Electric discharge lamp)

7.10.01. வெண்சுடர் விளக்குகள்:

இதை இழை விளக்குகள் (filament lamp) என்றும் அழைப்பது வழக்கம். மின்சாரம் ஒரு உலோகக் கம்பியின் வழியாகப் பாயும் பொழுது, கம்பியின் வெப்பம் அதிகரிக்கிறது. உயர்ந்த வெப்ப நிலையில், வெப்பம் மற்றும் ஒளிச்சக்திகள் வெளிப்படுத்தப் படுகின்றன. வெண்சுடர் விளக்குகளில் காற்று அகற்றப்பட்ட கண்ணாடிக் குமிழினுள், நுண்ணிய, மெல்லிய கம்பி இழை வைக்கப்பட்டிருக்கும். வெற்றிடக் (Vacuum) குமிழ் பயன்படுத்துவதால், பிராணவாயுடன் சலந்து (oxidisation) இழை சீக்கிரம் எரிந்துவிடாது. மேலும் உள் வெப்பம் எளிதில் கடத்தப்படாது. இழையாகப் பயன்படும் உலோகங்களாவன. கரி (Carbon) ஒஸ்மியம் (Osmium) டான்டாலும் (Tantalum) மற்றும் டங்ஸ்டன் (Tungstan) இவ்வுலோகங்கள் உயர் வெப்ப நிலையில் செயல்படக் கூடியனவாகவும், உயர்ந்த உருகு நிலை கொண்டனவாகவும் இருக்க வேண்டும். இழைகள் உறுதி உள்ளனவாகவும் எளிதில் அதிர்வுகளால் (Vibration) அறுந்து விடக்கூடாதனவாகவும் இருக்க வேண்டும். மேலும் மெல்லிய கம்பியாக எளிதில் நீட்டக் கூடியனவாகவும் குறைவான மின்தடை வெப்பக் கெழு (temperature of co-efficient of resistance) உடையனவாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

முன்பு கரி இழைகள் (carbon filaments) பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. பின்னர் டங்ஸ்டன் அதிகமாகப் பயன்பாட்டில் இருந்து வருகிறது. கரி இழையோடு ஒப்பிடும் பொழுது டங்ஸ்டன் உருகு நிலை அதிகமாகவும், மேலும் அதைவிட உறுதியாகவும் இருக்கிறது. விளக்குகளின் பயனுறு திறனை அதிகப்படுத்துவற்குக் கண்ணாடிக் குமிழுக்குள் மந்தவாயுக்கள் (Inert gases) நிரப்பப்படுகின்றன. ஆர்கான் Organ என்ற மந்த வாயுவுடன் குறைந்த விழுக்காடு நைட்ரஜனும் (Nitrogen) தீப்பொறிகளைத் தடுப்பதற்காகச் சேர்க்கப் படுகிறது. இதனுடைய நீளத்தை அகிரிப்பதற்காக இழைச்சுருள் (Coil) வடிவத்தில் அமைக்கப்படுகிறது. மேலும் நீளத்தை அதிகரிப்பதற்காகச் சுற்றப்பட்ட சுருள் (colld-coll) வடிவத்தில் இழைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. மந்த வாயுக்கள் இரண்டு அடுத்தடுத்தச் சுருள்கட்கு இடையில், தீப்பொறிகள் பரவாவண்ணம் தடுக்கின்றன. குறைந்த திறனுற்ற விளக்குகளில் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு (Heat loss) நடுத்தரத்திறனுள்ள விளக்குகளில் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு களைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கிறது. எனவே, குறைந்த திறனுக்கு எடுத்துக்காட்டாக 15வாட், 25வாட் திறனுள்ள விளக்குகட்கு வெற்றிட வகைகளும், 100 வாட் வரை திறனுள்ள விளக்குகட்குச்சுற்றப்பட்ட சுருள் கொண்ட விளக்குகளும் பயன்படுகின்றன. விளக்குகள் சராசரி 1000 மணி நேரம் வேலை செய்யும்.

7-10-02. பிறை விளக்குகள்:

மிகவும் அதிகமான ஒளி அல்லது வெளிச்சம் தேவைப் படும் இடங்களில் பிறை விளக்குகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இது முந்தைய நாள்களில் தெரு விளக்குகளிலும் இன்றைய நாள்களில் திரைப்படக் (ஒளியுருப்படிவுக்) கருவிகளிலும் (Cinema projector) பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

இந்த வகையில் இணைப்பியின் இரண்டு வெவ்வேறு துருவ முனைகளில் இணைக்கப்பட்ட கரித்தண்டுகள், ஒரு துளி நேரம் இணைக்கப்பட்டுப் பின்னர் விலக்கப்பட்டவுடன், இரண்டுக்கும் இமையில் பிறை போன்ற வடிவத்தில் பிழம்பு

உண்டாகிறது. இணைப்பியில் மின்னோட்டம் உள்ள வரை, இச்செயல் தொடர்ந்து நடை பெறுகிறது.

இந்த வகை விளக்குகளில் அதிகமான ஒளி பெற, புளோரைடு எனப்படும் தீப் பிழம்புப் பொருளைக் கரியுடன் 15 : 85 என்ற விகிதத்தில் சேர்க்க வேண்டும். சிலவகைப் புளோரைடுகள், இப்பிழம்புகட்குப் பலவகை வண்ணங்களையும், கொடுக்கின்றது. காந்தத்தின் உதவியுடன் இந்த ஒளி வில்லின் பாதையை மாற்றலாம்.

7-10-03. மின் இறக்க விளக்குகள்.

இழை விளக்குகளில் இரண்டு அல்விளைவுகள் உள்ளன.

1. குறைந்த பயனுறுதிறன்.

2. வண்ண ஒளி கிடைக்கிறது. வெண்மை கலந்த மஞ்சள் ஒளி

இந்த அல்விளைவுகளைக் களைய மின் இறக்க விளக்குகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பொதுவாக இவ்வகை விளக்குகளில் கண்ணாடிக் குழாயினுள் இரண்டு மின்வாய்கள் (electrodes) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக்குழாயினுள் குறைந்த அழுத்தத்தில் வாயு (gas) அல்லது ஆவி (Vapour) நிரப்பப் பட்டிருக்கும். மின் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டதும், வாயு அயனியாகி (ionise) இதில் மின் ஓட்டம் பாயத்தொடங்குகிறது. இதுபோது, கண்ணாடிக் குழாய் முழுவதும் குளிர்வு இறக்கம் (Luminous discharge) நிரம்பியிருக்கும்.

மின் இறக்க விளக்குகளில் இரண்டு வகைகள் உண்டு.

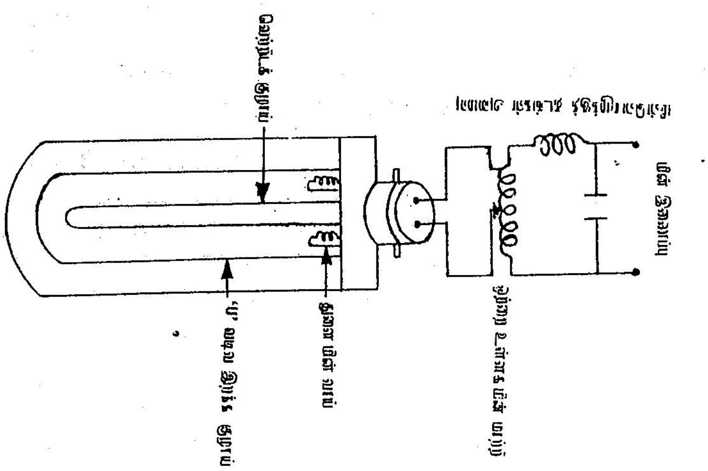
1. நிரப்பப்பட்ட வாயு அல்லது ஆவிக்கான வண்ணங்களை அப்படியே தருவது. இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டாகச் சோடியம் ஆவி விளக்கு (sodium vapour lamp) பாதரச ஆவி விளக்கு (Mercury vapour lamp) மற்றும் நியான் விளக்குகளைச் (Neon gas lamp) சொல்லலாம்.

2. மற்றொரு வகை, கண்ணாடிக்குழாயின் உட் சுவர்களில் பூசப்படும் ஒரு வித கண்ணாடிக் குற்றலைகளை ஏற்றுக்காணும் நீளலைகளாக்கி வெளிவிடும் பண்புடைய வேதியப் பூச்சால் ஒளியை வெளிப்படுத்தும் இயல்புடையது. எடுத்துக்காட்டாக, பாதரச ஆவி விளக்கு அல்லது குழாய் விளக்கு (Tube lamps) மின் இறக்க விளக்குகள் இழை விளக்குகளைக் காட்டிலும், பயனுறு திறன் வாய்ந்தனவாக இருந்தாலும் மின் இறக்க விளக்குகளின் தொடக்க விலை அதிகம்.

திறன் கூறு மிகவும் குறைவு. தொடக்குவது (Starting) சிரமமானதென்று முழு அளவு ஒளியை வெளியிடுவதற்குச்சற்று நேரம் எடுத்துக் கொள்கிறது. வெளிப்படுத்தப்படும் ஒளி, மின் அளிப்பின் அலைவு எண்ணைப் போல் இரு மடங்கு மாறு படுகிறது (fluxtuate).

7-10-04 சோடியம் ஆவி விளக்கு: (Sodium vapour lamp)

சோடியம் ஆவி விளக்கில் உள்ள கண்ணாடிகள் குமிழில், சிறிய அளவு சோடிய உலோகமும், நியான் வாயுவும், இரண்டு மின்வாய்வுகளும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இயல்பான கண்ணாடிக் குழாயைச்சோடியம் ஆவி கருமையாக்கி விடும். ஆதலால் இதற்குத் தனி வகைக் (Special type) கண்ணாடிக்குமிழ்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. நீளத்தை அதிகப்படுத்துவதற்காகக் குழாய் U வடிவத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதில் நிரப்பப்பட்டிருக்கும் நியான் வாயு இறக்கத்தைத் (Discharge) தொடக்கவும் சோடியத்தை ஆவியாக்கு வதற்கான வெப்பத்தைக் கொடுக்கவும் பயன் படுகிறது. இந்த உட்குமிழ் மற்றொரு வெற்றிடக் குமிழுக்குள் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இதனால் உட்குமிழின் வெப்பம் வெளிக்குமிழுக்கோ, சுற்றுப் புறங்கட்கோ கடத்தப் படுவதில்லை. சோடியம் குழாய் முழுவதும் பரவுவதற்காக இவ்வகை விளக்குகள் கிடை மட்டத்திலேயே (Horizontal) பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். இதன் அமைப்புப்படம் 5..22இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 7-12

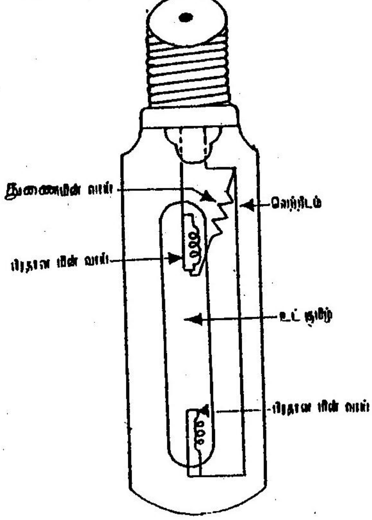
சோடியம் ஆவி விளக்குகள், மாறு மின்னோட்டத்தில் மட்டும்தான் செயல்பட வல்லது. ஒற்றை உள்ளக மின்மாற்றி, மின் அளிப்பு மின் அழுத்தமான 230 வோ. மாறு மின் னோட்டத்தை 450 வோல்டிலிருந்து 480 வோல்ட் வரை அதிகப் படுத்தப் பயன்படுகிறது. இணைப்பிற்குக் குறுக்காகப் பொருத்தப் பட்டிருக்கும் மின் தேக்கித்திறன் கூற்றை அதிகப்படுத்தப் பயன் படுகிறது.

விளக்கு மின் இணைப்பில் பொருத்தப்படாதிருக்கும் பொழுது, சோடியம் திட நிலையில் கண்ணாடிக் குமிழின் சுவர்களில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும், எனவே, மின் அழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டவுடன் முதலில் நியான் வாயுவில் இறக்கம் ஏற்பட்டுச் சிவப்பு, ஆரஞ்சு ஒளி கிடைக்கிறது. சோடியம் மெல்ல, மெல்ல ஆவியானதும் 15 நிமிட நேரங்களில் முழு மஞ்சள் நிற ஒளியைக் கொடுக்கிறது. இவ்வகை விளக்குகள் பொதுவாக நெடுஞ்சாலைகளிலும் (Highway) போக்குவரத்து நெருக்கடி மிக்க தெருக்களிலும் பொருத்தப்படுகின்றன. இது 45, 60, 85 மற்றும்

140 வாட் திறன் கொண்டவைகளாக உருவாக்கப்படுகின்றன. இதனுடைய சராசரிப்பயன்பாடு *3000* மணி நேரம் ஆகும்.

7-10-05 உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கு. (High pressure mercury vapour lamp)

இதன் அமைப்பு, சோடியம் ஆவி விளக்கைப் போன்றதே, உள் குமிழினுள் இரண்டு மின்வாய்களும், ஆர்கான் (Orgon) என்ற மந்த வாயுவும் சிறிதளவு பாதரசமும் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றன. வெளிக்குமிழ், காற்றகற்றப்பட்டு வெற்றிடமாக உள்ளது. இது உள் குமிழின் வெப்பத்தை வெளிக் கடத்தாது. மேலும் இந்த வெளிக் குமிழ் தீமை தரக்கூடிய புற ஊதாக் கதிர்களைத் தன்னகத்தே ஈர்த்துக்கொள்ளுகிறது. இரண்டு முதன்மையான மின்வாய்களுடன், தொடக்க மின்வாய் (starting electrode) ஒன்றும் உயர் மின் தடையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த விளக்குடன் மின்னோட்டத்தைக் குறைப்பதற்காக மின்னொழுக்குத் தடங்கல் அமைவும் (Choke) திறன் கூற்றை அதிகப்படுத்த மின் தேக்கியும் இணைக்கப்படுகின்றன. விளக்கின் அமைப்புப் படம் 5-23. இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் *7-13*

விளக்கு மின் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டதும், துணை மின்வாய்க்கும் முதன்மை மின்வாய்க்கும் இடையில் மின் அழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. இதனால் ஆர்கான் வாயு மூலம் இறக்கம் ஏற்படுகிறது. இதனால் விளக்கு சூடடைகிறது. பாதரசம் ஆவியாக்கப்படுகிறது. ஆவியின் அழுத்தம் அதிகமானதும், 4 அல்லது 5 மணித்துளி விளக்கு முழு அளவு ஒளியினை உமிழும் நிலையை அடைந்து விடுகிறது. இது பெரிய தொழிற்சாலை களிலும், தெருக்களிலும் விளக்குகளாகப் பயன்படுகிறது. இதன் பயனுறுதிறன் 40 லூமன் வாட் (லூமன் என்பது ஒளியின் அலகு.)

7-10-06 நியான் விளக்கு:

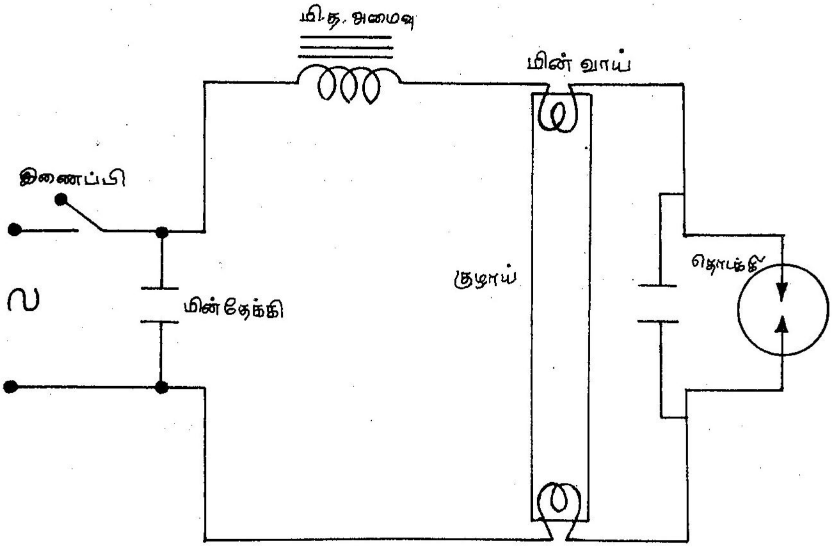
இது குளிர் எதிர் மின்வாயை (Cold cathode) உடைய மின் விளக்கு ஆகும். நீண்ட குறுகிய கண்ணாடிக் குழாயினுள் நியான் வாயு நிரப்பப்பட்டு இதனுடன் சிறிதளவு ஹீலியமும் கலக்கப்படுகிறது. நமக்குத் தேவையான ஆரஞ்சு, சிவப்பு, மஞ்சள், பச்சை போன்ற வண்ணங்கட்குத் தகுந்தாற்போல் வாயுக்கள் நியானுடன் கலக்கப்படுகின்றன. இதனுடைய இணக்க மின் அழுத்தம் 300 வோல்ட்டிலிருந்து 1000 வோல்ட் வரை ஒரு மீட்டர் நீளத்திற்குத் தேவைப்படுகிறது. மேலும் தொடக்க மின் அழுத்தம் இதைப் போல் 1 1/2 மடங்கு தேவைப்படுகிறது. இதற்கு உயர்வடுக்கு (Step-up) மின் மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்விள்க்குகள் முக்கியமாக விளம்பரங்கட்காகப் (Advertisement) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஓர் எழுத்தையும் அடுத்த எழுத்தையும் இணைப்பதற்கு நிக்கல் கம்பிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

7-10-07 குழாய் விளக்கு. (Tube lights)

இதை ஒளிரும் விளக்கு (Flourescent light) என்றும் அழைப்பதுண்டு. தேவைக்கு எற்றாற்போல் இவ்விளக்குகள் 2 அடி, 4 அடி, 5 அடி ஆகிய நீளங்களிலும் பல வண்ணங்களிலும் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை விளக்குகள் இயங்கும்போது அதிக வெப்பம் வெளியிடப்படுவதில்லை. இதன் பயனுறு திறன் 40 லூமன் வாட் ஆகும். சராசரியாக இது 4000 மணி நேரம் வரை இயங்கும் தன்மை கொண்டது. குழாயின் உட்சுவர்களில்

ஒளிரும் மாவுப் பொருள்களை மெல்லிய பூச்சாகப் பூசியிருப்பார்கள். இக்குழாய்க்குள் சிறிய அளவு ஆர்கான் (Orgon) வாயு குறைந்த அழுத்தத்திலும் மற்றும் ஒன்று அல்லது இரண்டு சொட்டு (Drop) பாதரசமும் (Mercury) நிரப்பப் பட்டிருக்கும். குழாயின் இரண்டு பக்கத்திலும் மின்னணு உமிழும் (Electron emissirve) பொருள்கள் பூசப்பட்டு இரண்டு மின் வாய்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

இவ்விளக்கு இயங்குவதற்குத் தொடக்கி (Starter) மின்தேக்கி மற்றம் மின்னொழுக்குத் தடங்கல் அமைவு (Choke) ஆகிய துணைக்கருவிகள் தேவைப்படுகின்றன. இதன் இணைப்புப் படம் 5-14 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 7-14

இணைப்பியின் மூலம், மின் அளிப்பைக் கொடுத்ததும் முதலில் கனலொளி (Glow) தொடக்கி இயங்கத் தொடங்குகிறது. மின் வாய்கட்கு இடையில் தொடர்ச்சி இல்லை. தொடக்கியில்,

இரண்டு இரு உலோக (Bimetallic) மின்வாய்கள் ஹீலியம் மற்றும் ஹைட்ரஜன் நிரப்பப்பட்டு கண்ணாடிக் குடுவைக்குள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பொதுவான நிலையில் இரண்டு தொடுவி களும் சற்று விலகியே இருக்கும். மின் அளிப்பைப் பெற்றதும் இரண்டு மின்வாய்கட்கு இடையில் சிறிய கனலொளி இறக்கம் (Glow discharge) ஏற்பட்டு, குறைந்த அளவு மின்னோட்டம் மின் வாய்களின் வழியாகப் பாய்கிறது. இதனால் சூடடைந்த இரு உலோக மின்வாய்கள் வளைந்து ஒன்றொடொன்று ஒட்டிக் கொள்கிறது. இதனால் குறுக்கிணைப்பு ஏற்பட்டு அதிகமான மின்னோட்டம் மின்வாய்களின் வழியாகப் பாய நேரிடுகிறது. இதுபோது அதிகமான வெப்பம் ஏற்பட்டுச் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள வாயுக்கள் அயனியாக்கப்படுகின்றன. ஒன்று அல்லது இரண்டு வினாடிகட்குப்பின், இரு உலோக மின்வாய்கள் குளிர்வடைந்து, தொடுவிகள் விலக்கிக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு விலக்கிக் கொள்ளும்பொழுது தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப் பட்டிருக்கும், மின்னொழுக்குத் தடங்கள் அமைவு, கணநேரத்திற்கு அதிகமான மின் அழுத்தத்தை உண்டு பண்ணும் இயல்புடையது. இந்த அதிகமான மின் அழுத்தம் குழாயினுள் உள்ள வாயுக்களில் இறக்கத்தைத் தொடக்குவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கிறது. இதனால் இறக்கம் தொடங்குகிறது. இதுபோது தொடக்கிக்கு அளிக்கப்படும் மின் அழுத்தம் குறைந்து விடுவதால், தொடக்கி செயலிழந்து விடுகிறது. மேலும் குழாயில் இறக்கம் நடந்து விளக்கு வேலை செய்து கொண்டிருக்கும்பொழுது மின்னொளிக்குத் தடங்கல் அமைவு நிலைப்படுத்தியாக (Ballast) இயங்குகிறது. இது மின்னோட்டத்தை நிலைப்படுத்துகிறது.

இழை விளக்குக்கும் குழாய் விளக்குக்கும் உள்ள ஒப்ப வமைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

தொடர் எண்	குழாய் விளக்கு	இழைவிளக்கு
1.	குறிப்பிட்ட திறனுக்கு அதிக மான ஒளிச்சக்தியைக் கொடுக் கிறது.	குறிப்பிட்ட திறனுக்கு வெளிப் படும் [illegible]ச்சக்தி குறைவு.

2.	தொடக்க விலை அதிகம்.	தொடக்க விலை குறைவு.
3.	பொதுவாக 4000 மணி நேரம் இயங்கவல்லது.	பொதுவாக 1000 மணி நேரம் மட்டுமே இயங்கவல்லது.
4.	வேலை செய்யும்பொழுது வெளியிடப் படும் வெப்பம் மிகவும் குறைவு.	வெளியிடப்படும் வெப்பம் மிகவும் அதிகம்.
5.	வெளியிடப்படும் ஒளியின் தன்மை இயற்கையாக இல்லாததால் எந்த ஒரு பொருளையும் அதன் உண்மையான வண்ணத்தில் காண முடியாது.	வெளிவிடும் ஒளியின் தன்மை இயற்கையாக இருப்பதால் பொருள்களை அதனதன் உண்மையான வண்ணங்களுடன் காணலாம்.
6,	மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒளியின் அளவைப் பெரும் பாலும் குறைப்பதில்லை.	மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒளியின் அளவைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது.
7.	அதிக ஒளி பெற, குழாயின் நீளத்தை அதிகப்படுத்தலாம். மின்னழுத்தத்தை அதிகப் படுத்துவதினால் அதிக ஒளி பெற முடியாது.	அழுத்ததை அதிகப்படுத்து வதினால் ஒளியும் அதிக மாகக் கிடைக்கிறது.
8.	குழாயினுள் பூசப்படும் ஒளிர்வுப் பொருள்களை மாற்றிப் பல வண்ணவிளக்குகளை உருவாக்கலாம்.	பல வண்ணங்கள் கிடைப் பதற்குக் கண்ணாடிக் குமிழின் நிறத்தை மாற்ற வேண்டும்.

7-11 மின் சாதனங்களைத்தரை இணைப்பு செய்தல். (Earthing of electrical apparatus)

தரை இணைப்பு (Earthing) என்பது மின் அளப்பியின் சுழல் வலிமைப் புள்ளியை அல்லது மின் சாதனங்களில் மின்னோட்டத்தைத் தன்னுள் செலுத்தாத உலோகப்பகுதிகளான,

வெளிச் சட்டம், மூடிகள் போன்றவைகளை, பொதுவான தரையுடன் போதிய பாதுகாப்புடன் இணைப்பதற்குப் பெயர் ஆகும். இதனால் எந்த ஒரு மின் கடத்தியிலும் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் மின் அழுத்தம் அதிகரிக்காது. மேலும் மனிதர்கள் மற்றும் விலங்குகள் மின் அதிர்ச்சி (Electric shock) யிலிருந்து பாதுகாக்கப்படுகின்றனர்.

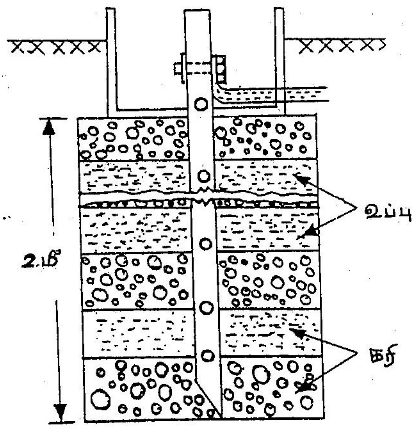
மின் சாதனங்களின் உலோக மூடி அல்லது வெளிச் சட்டங்கள், மின்னோட்டம் பாயும் கம்பிகளுடன் நேரடியாகத் தொடர்பு கொள்ளும் பொழுது காப்புப் பொருள்கள் சரியாகச் சுற்றப்படாமல் இருத்தல் அல்லது நாட்பட்டதால் உதிர்ந்து போதல் வெளி உலோகங்களில் மின் ஏற்றம் (Charge) ஏற்படுகிறது. நிலை மின்னேற்றம் (static charge) இதில் தங்கியிருக்கிறது. இதை யாரேனும் தொட்டால் அவர்கள் மின் அதிர்ச்சிக்கு ஆளாகிறார்கள். ஆனால் இச்சாதனங்கள் தரை யிணைப்புச் செய்யப்பட்டிருந்தால் இதிலுள்ள மின்னேற்றம் உடனடியாகத் தரைக்குச் செலுத்தப்பட்டுவிடுகிறது. தொடுபவர்கள் மின் அதிர்ச்சியின்று காக்கப் படுகிறார்கள்.

பொதுவாக வழக்கத்தில் இருந்துவரும் தரை இணைப்பு முறைகளாவன.

1. கம்பித்தரையிணைப்பு. (Wire eqrthing)
2. உலோகக் கழி தரையிணைப்பு. (Rod earthing)
3. குழாய்த் தரையிணைப்பு. (Pipe earthing)
4. தட்டுத்தரை இணைப்பு. (Plate earthing)

இவற்றுள் குழாய்த் தரையிணைப்பைப் பற்றிப் பார்போம். எல்லாத் தரையிணைப்புகளுள் குழாய்த் தரையிணைப்பே மிகவும் சிறந்தது. மற்றும் செலவும் குறைவு. இந்த வகைத் தரையி ணைப்பில் முலாம் பூசப்பட்டுச் சிறு துளையிட்ட இரும்புக் குழாயை எப்பொழுதும் ஈரமாக இருக்கும் தரையினுள் செலுத்த வேண்டும். இந்தக் குழாயின் அளவுகள், தரையினுள் செலுத்தப் படும் மின்னோட்டம் மற்றும் தரையின் தன்மை ஆகியவைகளைப் பொறுத்தது. சராசரியாக இதன் அளவுகள் 30லிருந்து 40 மி.

மீட்டர் வரை விட்டமும் 2 மீட்டரிலிருந்து 2.5 மீட்டர் வரை நீளமும் இருக்கும். குழாயின் நுனி சாய்வாகவும், கூர்மையாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. குழாயைச் சுற்றிலும் உள்ள பகுதியில் மாறி மாறி அடுப்புக் கரியும், உப்பும், படிப்படியாகப் படம் 5.25இல் காட்டியுள்ளதுபோல் நிரப்பப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறு நிரப்பப்படுவதினால் தரையின் மின்தடை மிகவும் குறைவாக வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. தரையின் இப்பகுதிகள் காய்ந்து போகாமல் இருக்க அடிக்கடி, இதில் தண்ணீர் ஊற்றி வர வேண்டும். இதற்காகத் தரை மட்டத்தில், சிறிய தொட்டிபோன்ற பகுதியை அமைத்து நீரை நிரப்புதல் வேண்டும். மேலும், கோடைக் காலங்களில் தொடர்ந்து நீர் ஊற்றி வரவேண்டும்.



படம் 7-15

இந்திய மின்வாரியச்சட்டப்படி (IE Rules) தரையிணைப்பு செய்யப்பட வேண்டிய பகுதிகளாவன:

1. வீட்டு மின் இணைப்பில் உள்ள மூன்று துளை மின் குழிவின் (Three pin plug) தடித்த மூன்றாவது துளையைத் தரை யி ணைப்புச் செய்யவேண்டும்.

2. மின் சாதனங்களின் வெளிப்புற உலோகப் பாகங் களைத் தரையிணைப்புச் செய்யவேண்டும்.

3. வீட்டு மின் இணைப்பில் பயன்படும் இரும்புக் கவச இணைப்பி பிரித்தளிப்பு உருக்கிப்பெட்டிகள் முலாம் பூசப்பட்ட இரும்புக் குழாய்கள் மற்றும் விதானக் காற்றாடியின் குழாய் போன்றவைகளைத் தரையிணைப்புச் செய்யவேண்டும்.

4. மின்னாக்கி மின்னோடி முதலியவைகளின் வெளிச் சட்டங்கள், மின்மாற்றியின் தொட்டிகள் முதலியன குறைந்தது இரண்டு இடங்களிலாவது தரையிணைப்புச் செய்யப்படல் வேண்டும்.

5. இடையீட்டு அணுப்பீடுகட்குப் பயன்படுத்தப்படும் கோபுரம் (Towers) மற்றும், குழாய்க் கம்பங்கள் (Tubular poles) தண்ட வாளங்கள் (Rail poles) முதலியவைகள் தரையிணைப்புச் செய்யப் படல் வேண்டும்.

7-12 பாதுகாப்பு முறை. (Safety Aspects)

மின்சாரத்தால் நாம் சிறந்த பல பயன்களைத் துய்க்கிறோம் என்பது முற்றிலும் உண்மை. இருப்பினும் மின்சாரம் மிகவும் அபாய மானதும் ஆபத்தானதும் என்பது மறுக்கப்பட முடியாத ஒன்றாகும். இத்தகைய மின்சாரத்தைப் பாதுகாப்பு முறைகளுடன் பயன்படுத்தி வந்தால் அதனுடைய பயன்களை நல்ல முறையில் அனுபவிக்க முடியும்.

பாதுகாப்பபு முறையில் இரண்டு வகை உண்டு. ஒன்று இயக்குபவருக்குப் பாதுகாப்பு, மற்றொன்று எந்திரங்கட்குப் பாது காப்பு. ஆபத்தில்லாத இயக்கத்திற்கு இரண்டு பாதுகாப்புகளும் மிகவும் அவசியமாகின்றன. முதலில் இயக்குபவரின் பாதுகாப்பைப் பற்றிக் காண்போமாக. மின் சுற்றுக்களில் வேலை பார்க்கும் பொழுது, முதன்மை இணைப்பியை நிறுத்திய பின்னரே

வேலையைத் துவங்க வேண்டும். இல்லையேல் காலணிகள் மற்றும் இரப்பர் கையுறைகள் அணிந்து பழுதுகளைச் சரிபார்த்தல் மிக்க அவசியம். மின்சாரப் பணியாட்களுக்கு இரப்பர் அல்லது தோல் காலணிகள் மிகவும் அவசியமானதொன்றாகும். உயரமான இடங்களிலிருந்து வேலை பார்க்கும்பொழுது பாதுகாப்புப் பட்டையை (Safety belt) இடுப்பில் அணிந்து கொள்ளவேண்டும். ஏணியின் மீது நின்று வேலை பார்க்கும் பொழுது ஏணியை நழுவவிடாமல் பிடித்துக் கொள்ளத் தனியாகக் கீழே ஒரு ஆள் நிற்க வேண்டும்.

உருக்கிகளை மாற்றும்பொழுது அதற்கான இணைப்பிகள் நிறுத்தப்பட்ட (Off) நிலையிலேயே இருக்கவேண்டும்.

எந்திரங்களின் பாதுகாப்பை எடுத்துக்கொள்ளும்பொழுது. எந்திரங்களிலுள்ள சுற்றுகளில் உள்ள மேலுறைகளை (Insulation) மற்றும் இணைப்புகள் (Joints) சரியான முறையில் இருக்கின்றனவா என்று அடிக்கடி சரிபார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

மின் இயந்திரங்கள் மற்றும் சாதனங்கள் யாவும் சரியான முறையில் தரையிணைப்புச் செய்யப்படல் வேண்டும்.

மின்சாதனங்களைப் பழுது பார்க்கு முன் இணைப்பியை மட்டும் நிறுத்தாமல் அவைகளை மின் இணைப்பிலிருந்தே அகற்றிய பின்னர்தான் பழுதுகளைச் சரிபார்க்க முயல வேண்டும். மின் கம்பிகளில் குறுக்குப் பாய்வுகளின் (Short Circuit) காரணமாக நெருப்பு விபத்து ஏற்பட்டால் அவைகளின் மேல் தண்ணீரை ஊற்றி நெருப்பை அணைக்க முயலக் கூடாது. (தண்ணீரின் வழியாக மின்சாரம், ஊற்றுபவரின் உடலில் பாய நேரிடும்) நெருப்பைக் கண்டதும், முதலின் மின் இணைப்பைத் துண்டிக்க முயல வேண்டும். பின்னர்தான் நெருப்பை அணைக்க முயல வேண்டும். நெருப்பை அணைக்கக் காய்ந்த மண் (Dry sand) அல்லது இதற்கென உள்ள தனித்த தீ அணைப்பான்களைப் (Fire Extinguisher) பயன்படுத்தவேண்டும்.

பொதுவாகப் பணிமனைகள் மற்றும் பெரிய தொழிற்சாலைகளில் பணிபுரியும் தொழிலாளர்கள் மற்றும்

மேற்பார்வையாளர்கள் யாவரும் குறிப்பிட்ட இடைக்காலங்களில் பாதுகாப்பு முறைகட்கான தனி வகுப்புகளில் சேர்ந்து பயிற்சி பெற வாய்ப்புகள் அளிக்கப்பட வேண்டும்.

மின் அதிர்ச்சிக்கு ஆளாகிக் கொண்டிருக்கிற ஒருவரைக் காப்பாற்ற கடத்திகளினின்று முதலில் அப்புறப்படுத்த வேண்டும். அதிர்ச்சிக் குள்ளானவரை அப்புறப்படுத்தும் போது நம்மை நாம் மின்சாரத்தினின்றும் தற்காத்துக் கொள்ள வேண்டியது மிக அவசியம் ஆகும். அதிச்சிக்குள்ளனவர் மூச்சு விட்டுக் கொண்டிருந்தால், சூடான பானங்கள், ஏதாவது கொடுத்து நல்ல காற்றில் மூச்சுவிடச் செய்து ஓய்வுதந்து மருத்துவரிடம் அழைத்துச் செல்லுதல் வேண்டும். மூச்சுத் திணறல் இருந்தாலோ மூச்சு விடுதல் நின்று போய் இருந்தாலோ, செயற்கை மூச்சு (Artificial respirat) முறைகளை அனுசரித்து அதிர்ச்சிக்குள்ளான வருக்கு மூச்சு வரச் செய்தல்வேண்டும்.

7-13 திறன் பயனீட்டளவும் (Power consumption) சக்தி கணக்கிடுதலும். (Energy calculation)

நேர் மின்னோட்டத்தில் திறன் என்பது மின்னோட்டம் மற்றும் மின் அழுத்தத்தின் பெருக்கற்பலனே ஆகும்.

$P = VI$ வாட்.

மாறு மின்னோட்டத்தில் திறன் என்பது, மின்னோட்டம், மின் அழுத்தம் மற்றும் திறன் கூறு (Cos θ) ஆகியவற்றின் பெருக்கற் பலன் ஆகும்.

$P = VI \cos\varphi$ வாட் ....(7-2)

மூன்று நிலைச்சுற்றுகளில் திறன்

$P = 3\ E_{நிலை}\ I_{நிலை} \cos\varphi$ வாட். ....(7-3)

அல்லது

$P = \sqrt{3}\ E_{வழி}\ I_{வழி} \cos\varphi$ வாட். ....(7-4)

7-1. 750 ஓம் மின்தடை கொண்ட மினசார அடுப்பு ஒன்று 250 வோ மின் அழுத்தத்தில் இயங்குகிறது. கீழ்கண்ட கணியங்களைக் கண்டு பிடிக்கவும். அ. மின் ஒட்டம். ஆ. செலவழிக்கப்படும் திறன். இ. 2 மணி நேரத்திற்குச் செலவழிக்கப்படும் சக்தி. ஈ. ஓர் அலகு 55 பைசா எனில், மொத்த மின் கட்டணம்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

மின்தடை = 750 ஓம்.

மின் அழுத்தம் = 250 வோ.

தேவை:

அ. மின்னோட்டம். ஆ. திறன்.

இ. சக்தி. ஈ. மின் கட்டணம்.

வழிமுறை:

அ. மின்ஒட்டம் $I = \frac{V}{R} \frac{250}{750}$ ⅓ = 0.33 ஓம்.

ஆ. திறன் $= \frac{V^2}{R} = \frac{250^2}{750} = 83.33$ வாட்.

இ. சக்தி $= P x t = 83.33 x 2 = 166.66$ வாட் மணி.

ஈ. மின்கட்டணம்.

$= \frac{166.66}{1000}$ அலகு.

= 0.16666 அலகு.

= 0.16666 x 50 = 8.33 பைசா,

விடை:

அ. மின் ஒட்டம் = 0.33 ஆம்பியர்.

ஆ. திறன் = 83.33 வாட்.

இ. சக்தி = 166.66 வாட் மணி.

ஈ. மின் கட்டணம் = 8.33 பைசா.

7-2. ஒரு அலகு 55 காசுகள் வீதம் கீழ்க்கண்ட வீட்டு மின் இணைப்பிற்கு 30 நாள்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்திற்கு ஆகும் மின் கட்டணத்தைக் கணக்கிடவும்.

25 வாட் விளக்குகள் 6 ஒரு நாளைக்கு 12 மணி நேரம்.

40 வாட் விளக்குகள் 8 ஒரு நாளைக்கு 10 மணி நேரம்.

100 வாட் விளக்குகள் 5 ஒரு நாளைக்கு 6 மணி நேரம்.

120 வாட் காற்றாடி 6 ஒரு நாளைக்கு 20 மணி நேரம்.

60 வாட் வானொலிப் பெட்டி 1 ஒரு நாளைக்கு 18 மணிநேரம்.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்.

ஒரு அலகு 55 பைசா 30 நாள்கள் சுமை விவரங்களும் அதைப்பயன்படுத்தும் நேரங்களும்.

தேவை:

ஒரு மாதத்திற்குரிய மின் கட்டணம்.

வழிமுறை:

மொத்த சக்தி

25 6 12 = 1800 வாட் மணி.

40 8 10 = 3200 வாட் மணி.

100 5 6 = 3300 வாட் மணி.

120 6 20 = 14400 வாட் மணி.

60 1 18 = 1080 வாட் மணி.

234880 வாட் மணி.

ஒரு நாளைக்குச் செலவாகும் சக்தி 23.48 கிலோ வாட் மணி = 23.48 அலகு. 30 நாள்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்திற்கு 23.48 x 30 அலகு. ஒரு அலகு 55 காசுகள்.

மொத்த மின் கட்டணம் = 23.48 x 30 x 55

= 387.42 ரூபாய்கள்.

விடை:

மின் கட்டணம் 387.42 ரூபாய்கள்.

7-3 மூன்று நிலை மின்னோடி ஒன்றினால் செலுத்தப்படும் நீர் இறைப்பி 1500 கிலோ கிராம் தண்ணீரை ஒரு மணித்துளியில் 100% மீட்டர் உயரத்திற்குச் செலுத்துகிறது. நீர் இறைப்பியின் பயனுறு திறன் 80சதவீதம் மின்னோடியின் பயனுறுதிறன் 90% இந்த மின்னோடி 440 வோ. மின் அழுத்தத்தில் இயங்கினால் மின்னோடியின், மின்னோட்டத்தைக் கண்டு பிடிக்கவும். இம்மின்னோடி 12 மணி நேரம் இயங்கினால் இதற்கு ஆகும் மின் கட்டணத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும். 1 அலகு 55 பைசா.

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

தண்ணீரின் எடை = 1500 கிலோகிராம்.

உயரம் = 100மீட்டர்

பயனுறுதிறன் நீர் இறைப்பி = 80%

பயனுறுதிறன் மின்னோடி = 90%

மின் அழுத்தம் = 440வோ

காலம் = 12 மணி.

1 அலகு = 55 பைசா.

தேவை:

மின்னோட்டம்.

மின் கட்டணம்.

வழிமுறை:

நீர் இறைப்பியின் வேலை $1500 \times 100 = 150000$ *கிலோ.கி.*

குதிரைத்திறன் $= \dfrac{150000}{4500} = 33.33$

நீர் இறைப்பியின் உள்ளிருதிறன் $= \dfrac{33.33}{80} \times 100 = 41.66$

மின்னோடியின் உள்ளிருதிறன் $= \dfrac{44.66}{90} \times 100 = 46.3$

மின்னோடியின் உள்ளிருதிறன் வாட்டில்

$= \dfrac{46.3 \times 736}{1000}$ *கிலோவாட்.*

மின்னோடியின் மின்னோட்டம் $= \dfrac{46.3 \times 736}{440} = 17.44\ A$

மின்னோடியின் சக்தி = திறன் x நேரம்.

$= \dfrac{46.3 \times 736 \times 12}{1000}$ *கிலோவாட் மணி.*

$= 408.921\ KW.H$

மின்கட்டணம் $= \dfrac{408.921 \times 55}{100} = 228.9$ *ரூபாய்கள்.*

$= 224.9$ *ரூபாய்கள்*

7-4. *2 குதிரைத் திறன் கொண்ட மின்னோடி ஒன்று 250 வோ. மின் அழுத்தத்தில் ஒரு நாளைக்கு 10 மணி நேரம் இயங்குகிறது. ஓர் அலகு 18 பைசா எனில் 31 நாள்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்திற்கு ஆகும் மின் கட்டணத்தைக் கணக்கிடவும்.*

கொடுக்கப்பட்ட விவரங்கள்:

குதிரைத் திறன் = 2.

மின் அழுத்தம் = 250 வோ.

காலம் = 10 மணி

1அலகு = 18 பைசா.

தேவை:

மின் கட்டணம்.

வழிமுறை:

திறன் வெளியீடு 2 x 736 = 1472

மொத்த நேரம் 10 மணி = 13 x 10 = 310 மணி.

$= \frac{1472 \times 310}{1000}$ *சிலோவாட் மணி (அல்லது) அலகு*

அலகு 18 பசைா வீதம்

$\frac{1472\ 310\ 18}{1000\ 100}$ *ரூபாய்கள்.*

விடை.

மின் கட்டணம் ரூபாய்கள்.

பயிற்சி வினாக்கள்

7-01. பலவகைப்பட்ட வீட்டு மின் இணைப்பு முறைகளை எழுதி அவைகளின் நன்மைகளை எழுதுக. (ஏப்ரல் 81. ம.கா.ப.க.)

7-02. கீழ்க்கண்ட வாக்கியங்களைப் பூர்த்தி செய்து அவற்றிற் கான விளக்கங்களைக் கொடுக்கவும்.

1. இணைப்பிகள்..கம்பிகளில் பொருத்தப்படவேண்டும். (சுழல் வலிமை புள்ளி/நிலை)

2. உருக்கிகள் இணைப்பிகட்கு .... பொருத்தப்படவேண்டும். (முன்/பின்.)

3. பகிர்ந்தளிப்புப் பலவகை பொருத்தப்படுவது.......................................
(நன்மையே/தீமையே நவ.82, ம.கா.ப.க.)

3. விளக்கு, விசிறி, மற்றும் மாடிப்படி விளக்கு இம்மூன்றையும் உள்வளைய முறையில் இணைக்கும் விதத்தை இணைப்புப் படம் வரைந்து காண்பிக்க.

4. வீட்டு மின் இணைப்பின் அமைப்பைத் தரைப்படம் வரைந்து விளக்குக.

5. வீட்டு மின் இணைப்பில் இரண்டு பகிர்ந்தளிப்பு முறைகளை விளக்குக.

6. வீட்டு மின் இணைப்பை எவ்வாறு தெரிவுசெய்ய வேண்டும்.

7. மின் இணைப்புச் செய்யும் பொழுது நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டிய சில பொதுவான விதிகள் யாவை.

8. கீழ்க்கண்ட இணைப்புகட்கு இணைப்புப்படம் வரைக.

   1. இரண்டு விளக்குகளை, இரண்டு இணைப்பிகள் கொண்டு தனித்தனியே கட்டுப்படுத்தல்.

   2. மாடிப்படி இணைப்பு முறை.

   3. குழாய் விளக்கின் இணைப்பு முறை (ஏப்.82, ம.கா.ப.க.)

9. வீட்டு மின் இணைப்பில் பயன்படும் பல தரப்பட்ட காப்புப் பொருள்களை எழுதி அவைகளின் நல்விளைவுகளை எழுதுக. (ஏப்.82. ம.கா.ப.க.)

10. பலவகை இணைப்பு வடங்களைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு வரைக. (நவ. 82. ம.கா.ப.க.)

11. உருக்கிகளின் பயன் யாது. அதன் வகைகளை எழுதி விளக்குக.

12. இணைப்பிகளின் பயன்கள் யாவை. அதன் வகைகளை எழுதி விளக்குக.

13. வெண்சுடர் விளக்குபற்றி விளக்குக.

14. பிறை விளக்குகள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன.

15. மின் இறக்க விளக்குகளின் இரண்டு வகைகளை விளக்குக.

16. சோடியம் ஆவிவிளக்கின் படம் வரைந்து வேலை செய்யும் விதத்தை விவரிக்க.

17. உயர் அழுத்த பாதரச ஆவி விளக்கின்படம் வரைந்து இயங்கும் விதத்தை விளக்குக.

18. நியான் விளக்கு பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுதுக.

19. குழாய் விளக்கு இயங்கு விதத்தை இணைப்புப் படத்துடன் விளக்குக.

20. குழாய் விளக்கையும் இழை விளக்கையும் ஒப்பு நோக்கு.

21. மின் சாதனங்களைத் தரையிணைப்புச் செய்தல் பற்றி சிறு குறிப்பெழுதுக. (டிச. 81. ம.கா.ப.க.)

22. பாதுகாப்பு முறைகளைப் பற்றி விவரிக்க.

23. 20 ஓம். மின்தடை கொண்ட சுற்று ஒன்றில் 5 ஆம்பியர் மின்ஓட்டம் பாய்கிறது. இச்சுற்றை 8 கிராம் தண்ணீரின் இணைமதிப்புள்ள, கனல் அளவி (Calorimeter) யில் இணைத்து இதில் 100 கிராம் தண்ணீரை நிரப்பினால் ஒரு மணித் துளிக்கு அதிகமாகும் வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடிக்க. ie J = 4.2. ஜோல்ஸ்/கனல் கலோரி 66.

24. 50 குதிரைத்திறன் கொண்ட தூண்டல் மின்னோடி ஒன்று முழு நிறை சுமையில் 8 மணிநேரம் ஒரு நாளைக்கு இயங்குகிறது. இதன் பயனுறு திறன் 90 விழுக்காடு ஓர் அலகு 28 பைசா எனில் மின்னோடிக்கான மின் கட்டணத்தை 30 நாள்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்திற்குக் கணக்கிடுக. 278 ரூபாய்.

25. குதிரைத்திறன். கொண்ட மின்னோடி ஒன்று 500 கிலோ கிராம் தண்ணீரை ஒரு மணித்துளியில் இறைப்பி மூலம் இறைத்துவிடுகிறது. இறைப்பியின் பயனுறுதிறன் 70 விழுக்காடு மற்றும் மின்னோடியின் பயனுறுதிறன் 90 விழுக்காடு எனில் கீழ்க்கண்டவற்றைக் கண்டுபிடிக்க.

1. தண்ணீர் எடுக்கப்படும் உயரம்.

2. 440 வோ. மின் அழுத்தத்தில் மின்னோடி எடுத்துக் கொள்ளும் மின் ஓட்டம் (ங) ஒரு நாளைக்கு 5 மணி நேரம் இயங்கினால் ஓர் அலகு 32 காசு வீதம், 31 நாள்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்திற்கு ஆகும். மின் கட்டணத்தை கணக்கிடுக.

26. மின் இறைப்பியால் தண்ணீர் இறைக்க ஆகும் செலவைக் கணக்கிடுக. தண்ணீர் இறைக்க வேண்டிய உயரம் 20 மீட்டர். தொட்டியில் கொள்ளளவு 10,000 கிலோ கிராம்கள், தொட்டியை நிரப்புவதற்கு ஆகும் நேரம் 4 மணி, மின் கட்டணம் 32 காசு அலகு இறைப்பி மற்றும் மின்னோடியின் பயனுறு திறன் 0.85.

கலைச் சொற்கள்

தமிழ் – ஆங்கிலம்

அ

அகச் சிறப்பியல்பு	Internal characteristics
அகத் தடை	Internal resistance
அடித்தளம்	Under ground
அடித்துத் துவைக்கும் பொறி	Beaters
அடுக்குக் குறி வடிவம்	Exponential form
அடைப்பான் முறை	Plugging Method
அடைப்பிதழ்	Valve
அணில் கூட்டுச் சுழலி	Squrrill cage rotor
அணு உலை	Reactor
அணு எண்	Atomic Number
அணுக் கரு	Neucleus
அணுக் கரு மின் உற்பத்தி நிலையங்கள்	Neuclear Power station
அணுத் திண்மங்கள்	Molecules
அணு நாதம்	Resonance
அணு நீரக உருகிப் பிணைத்தல்	Atomic Hydrogen welding
அணுப் பிளவு	Fission
அதிர்வு	Vibration
அரிப்புகள்	Corrosion
அலகு	Unit,
அலைச் சுற்று	Wave winding
அலைத் தொடர்க் கட்டுப்பாடு	Cascade control
அலை நீளம்	Wave length
அலை வீச்சு	Amplitude
அழுத்த ஆவி விளக்கு	Pressure Vapour Lamp
அழுத்தத்தைத் தாங்கும் திறன்	Diolectric strength
அழுத்து குமிழ் இணைப்பி	Push Button Switch
அனல் மின் நிலையங்கள்	Thermal power stations

ஆ

ஆப்பு	Wedge
ஆரவகைப் பகிர்ந்தளிப்பு	Radial distribution

ஆரைக் கோணம்	Radian
ஆவி விளக்கு	Vapour lamp
ஆற்றலளவி	Energy meter

இ

இடஞ்சுழித் திசை	Anticlock wise direction
இடநிலை வரைபடம்	Schematic diagram
இடப் பிறழ்வு	Shift
இடை இணைப்பு	Inter connection
இடைத்தூரம்	Pitch
இடை மாற்றி	Relays
இடையீட்டணுப்பீடு	Transmission
இடையீட்டு இணைப்பி	Intermediate switch
இணக்கத் தன்மை	Flexibility
இணைகர விதி	Parallelogram Law of force
இணைகள்	Pairs
இணைத்தடம்	Shunt
இணைப்புச் சட்டம்	Yoke
இணைப்பிகள்	Switches
இணைப்புத் தடுப்பிகள்	Circuit breakers
இணைப்புல மின்னாக்கி	Shunt wound Generator
இந்திய தரக் கட்டுப்பாடு நிறுவனம்	Indian Standard Institution
இயக்கச் செலவு	Running cost
இயக்கு சக்தி	Potential Energy
இயங்களவி	Dynamometer
இயங்கு சக்தி	Kinetic Energy
இயங்கு சுருள்	Moving Coil
இயங்கு மின் இயல்	Dynamic Electricity
இயங்கு மின் தடை	Dynamic Resistance
இயற்கை மடக்கை	Natural logorithm
இரட்டைக் கூடு தூண்டல் மின்னோடி	Double cage Induction Motor
இருவாய்	Diode
இருவழி நடுநிறுத்த இணைப்பி	Two way centre off switch
இழை விளக்குகள்	Filament Lamps

இழுவை ஊர்திகள்	Trolly cars
இழுவை வலிமை	Tensile Strength
இறைத்துச் சேமித்தல்	Pumped storage
இறைப்பிகள்	Pumps

ஈ

ஈயக் கவசம்	Lead sheathed
ஈர்ப்புக் கட்டுப்பாடு	Gravity control
ஈரடுக்குச் சுற்று	Double layer winding
ஈரத் திருகை	Wet grinder
ஈருறுப்பு	Binomial

உ

உச்ச மிதப்பு	Maximum value
உட்புகு திறன்	Permiability
உயர் முறிவுத் திறன்	High rupturing capacity
உயிரகம்	Oxygen
உராயும் கம்பிச்சட்டம்	Pantograph
உயராய்வு	Friction
உருக்கி அலகு	Fuse unit
உருகி இணைத்தல்	Welding
உலை மூக்கு	Spout
உள்ளகம்	Core
உள்ளிடு கதவு	Charging door
உள் மின் இணைப்பு	Internal wiring

ஊ

ஊசல் ஆடுதல்	Rocking
ஊடச்சு	Spindle
ஊடாடுதல்	Linkages
ஊட்டு இறைப்பி	Feed pump
ஊட்டிகள்	Boosters

எ

எச்சரிக்கைப் பலகை	Caution Board
எதிர் உச்சம்	Negative maximum
எதிர் ஒளிப்பான்	Reflecter

எதிர் கோணம்	Negative angle
எதிர்த்துத் தள்ளுதல்	Repulsion
எதிர்த்திசை	Negative Direction
எதிர்த் தடை வெப்பக்கெழு	Negative temprature coefficient
எதிர்ப் பாதி அலைவு	Negative Half cycle
எதிர் மின் இயக்கு விசை	Counter e.m.f.
எதிர் மின்வாய்	Cathode
எதிர் மின்னோட்டம்	Alternating current
எதிர் மின் ஊட்டம்	Negative charge
எதிர் முடுக்கம்	Deceleration
எதிர் வினைக்கூறு	Reaction Component
எதிர் வினை உருளை	Reaction turbine
எரித்தல்	Cumbustion
எளிய மின்னோட்டச் சுற்றுகள்	Simple direct current circuits

ஏ

ஏக உள்ளகத்தொடக்கி	Aute Transformer starter
ஏற்புச் சுற்று	Acceptor circuit
ஏற்பு நிலையம்	Receiving station
ஏற்றம்	Up- gradient

ஒ

ஒடுக்கல் நீர்மம்	Damping fluid
ஒடுக்கல் விசை	Damping force
ஒத்தியங்குதல்	Synchronisation
ஒத்தியங்கு நிலை மாற்றி	Synchronous phase modifier
ஒத்தியங்கு மின்னோடி	Synchronous motor
ஒத்தியைவைப்பு	Tuning
ஒளிச்சிதறல்	Diffusion
ஒளியுருப்படிவுக் கருவி	Conoma projector
ஒளியைக் கசியவிடும் பொருள்	Translucent
ஒளிர்வின் விதிகள்	Laws of Illumination
ஒளிர்வு	Illumination
ஒளிர்வு இறக்கம்	Luminous discharge

ஒ

ஒரடுக்குச் சுற்று	Single layer winding

க

கட்டுப்பட்ட மின் அணுக்கள்	Bound Electrons
கட்டுப்படா மின் அணுக்கள்	Free Electrons
கட்டுப்படுத்தி	Controller
கட்டுப்படுத்தும் விசை	Controlling Spring
கடைசல் எந்திரம்	Lathe
கண மின்னழுத்தம்	Instentanious Voltage
கண மின்னேற்றம்	Instentanious charge
கணியங்கள்	Quantities
கதிர் வீச்சு	Radiation
கம்பிச்சுருள்	Solinoid
கம்பி தரை இணைப்பு	Wire earthing
கரி இழை	Carbon filament
கரிப்பொறி உருகிப் பிணைத்தல்	Carbon Arc welding
கரைப்பான்	Solvant
கனலொளி இறக்கம்	Glow discharge
கடத்துதல்	Conduction
காந்த உள்ளகம்	Magnetic core
காந்தத் தடுப்பு	Magnetic Screen
காந்தத் தடை	Reluctance
காந்தத் துருவம்	Magnetic Pole
காந்தப் புலக் கட்டுப்பாடு	Magnetic Field control
காந்தப் புலம்	Magnetic Field
காப்பிடல்கள்	Insulation
காப்பு எண்ணெய்	Insulating varnish
கால்வட்டம்	Quadrant
கால்வட்டக்கூறு	Quadrature component
காரம்	Base
காற்றறை	Air chamber
காற்றழுத்தி	Compressor
காற்றால் குளிர வைத்தல்	Air cooling
காற்றிழப்பு	Windage loss
காற்று உட்புகா அடைப்பு	Air tight seal

காற்று உராய்வு	Air Friction
காற்று உள்ளகம்	Air core
காற்றுத் திறன்	Wind power
காற்றுத் துவாரங்கள்	Ventilating ducts
காற்று வடிகட்டி	Air filter
கிடைக் கூறு	Horizontal component
கிடைக்கோடு	Horizontal line
கிளர்வு மின்னோட்டம்	Exciting current
குதிரைத் திறன்	Horse power
குமிழ்	Stud
குறிக் கணக்கியல் கூடுதல்	Algebric sum
குறிமுள்	Pointer
குறைக் கடத்திகள்	Semi conductors
குழம்பு	Jelly
குழாய்க் கம்பங்கள்	Tubuler poles
குழாய்த் தரை இணைப்பு	Pipe earthing
குளிர் இழுவை	Hard Drawn
குளிர் எதிர் மின்வாய்	Cold cathode
குளிர் கலன்	Condenser
குளிர்க் கோபுரங்கள்	Cooling Towers
குளிர்விப்பு முறைகள்	Cooling methods
குளிர்வித்தல்	Condensation
குறிக் கணக்கியல்	Algerbriaic
கூட்டு உலோகம்	Alloy
கூட்டுப்புல மின்னாக்கி	Compound wound Generator
கூடுதல் உயர் மின்அழுத்தம்	Extra High Voltage
கொக்கி	Hook
கோண இயல் வடிவம்	Trignometrical form
கோணத் தூரம்	Angular velocity
கோண வேகம்	Angular velocity
கோத்தல்	Assembling

ச

சக்தியின் அழிவின்மை விதி	Law of conservation of energy
சராசரி இருபடியின் மதிப்பு	Root mean square value
சருக்குப் பொறி	Shearing machine

சாணைப் பொறி	Grinding machine
சாய் பள்ளங்கள்	Skewed slots
சிகரக் காரணி	Peak factor
சிகர மதிப்பு	Peak Value
சீகாணிகள்	Tag nails
சுமை கணக்கீடு	Load calculation
சுருள் வில்	Coil spring
சுழல் ஒட்டம்	Eddy-current
சுழல் வலிமைக் கடத்தி	Neutral wire
சுழற் சக்திச் சக்கரம்	Fly Wheel
சுழல் காந்தப் புலன்	Rotating magnetic field
சுழல் வலிமைப் புள்ளி	Neutral point
சுழலித் தடைத் தொடக்கி	Rotor Resistance Starter
சுழற்சி நெம்புதிறன்	Moment of a Force
சுழற்றுமை எடை	Torque /Weight
செயற்கை மூச்சு முறை	Artificial respiration
செலுத்துகை	Transmission
செலுத்துகைத் தடங்கள்	Transmission lines
சேணம்	Saddle
சேமகலம்	Storage Batteries

த

தகட்டடுக்கு	Sheet lamination
தகட்டடுக்கு உள்ளகம்	Laminated core
தகைவு	Stress
தட்டுத் தரை இணைப்பு	Plate earthing
தட்டையான நாடா	Flate belt
தடை இறக்கம்	Ohmic drop
தடை மாற்றி	Rheostat
தடை ஆற்றல் மானி	Megger
தயக்க விளைவு	Hysterises effect
தரிப்புத் திறன்	Retentivity
தரைப் படம்	Lay out
தரையாணி	Rivet
தற்கிளர்வு மின்னாக்கி	Self excited generator

தன் தூண்டல் மின்னியக்கு விசை	Self induced e.m.f.
தன் மின் நிலைமம்	Self Inductance
தாங்கமைவு	Supporting structures
தாது எண்ணெய்	Mineral Oil
தாமிரப்பூச்சு	Copper plating
தாழ் வடுக்கு	Step down
தாழ் வழுத்தம்	Low Tension
தாழ்வு நீர்ம உயரம்	Low head
திசைமாற்றி	Commutator
திடக் கோணம்	Solid angle
திரள் கூட்டு	Coumulative compound
திருகுச் சுருள்	Helical spring
திறனளவி	Watt meter
திறன் வலை	Power net work
தீ அணைப்பான்	Fire extinguisher
தீக்களி மண்	Fire clay
துகள் ஆலை	Pulverising mill
துடிப்பு உருக்கிப் பிணைப்பு	Pulsation welding
துடிப்புச் சுழற்றுமை	Pulsating torque
துருவ நிழல் மின்னோடி	Shaded pole motor
தூண்டல் உருக்கு உலை	Induction melting furnace
தூண்டல் மின்னாக்கி	Induction Generator
தூண்டல் மின்னோடி	Induction motor
தேர் திறன்	Selectivity
தொங்கும் இணைப்பி	Hanging switch
தொடர் அனு நாதம்	Series Resonance
தொடர் இணைச் சுற்று	Series parallel circuit
தொடர் இணைப்பு	Series circuit
தொடர் இணை முறை	Series parallel Method
தொடர் புல மின்னாக்கி	Series wound Generator
தொகுதி எண்	Numerator
தொடக்கச் சுற்று	Starting winding
தொடக்கி	Starter
தொடக்கமின்வாய்	Starting electrode
தொடுகை	Contacts

தொடுவரை	Tangential
தொடுவிகள்	Brushes
தோற்றத் திறன்	Apparent power

ந

நியமப் பாதை	Orbit
நிரப்பி உலோகம்	Filler metal
நிலக் கீல்	Bitumen
நிலைக்காந்தம்	Permanent magnet
நிலைக் குத்துக்கூறு	Ventical components
நிலைக் கோணம்	Phase angle
நிலைக் கடத்தி	Phase wire
நிலைம மின் மறுப்பு	Inductive reactance
நிலை மின் இயல்	Static Electricity
நிலை மின்னழுத்தம்	Phase voltage
நிழல் வளையம்	Shading ring
நிறமாலை	Spectrum
நீர்ச் சுமை	Water load
நீர்த்த கந்தக அமிலம்	Dilute Sulphuric acid
நீர்ம வாயு	Hydrogen gas
நீராவிச் சுழலி	Steam turbine
நெய் பொருள் ஆலை	Textile mill
நேர்த் தடை வெப்பக்கெழு	Positive temperature coefficient
நேர்ப் பாதி அலைவு	Positive Half cycle
நேர் மின் ஊட்டம்	Positive charge
நேர் மின்மம்	Proton
நேர் மின்னேற்றம்	Postitive charge
நேர் மின்னோட்ட மின்னோடி	Direct current motor
நேர் முகப் பொறி உருக்காலை	Direct Arc furnace
நேரியங்களின் குறியீடுகள்	Vector representation
நேரியமுறை	Vector method
நேரிய வரிப்புப்படம்	Vector diagram
நொதும எரிபொருள் தண்டுகள்	Nuclear fuel rods
நொதுமம்	Neutron

ப

படுக்கை இணைப்பி	Bed switch
பதனாற்றல்	Annealing
பயன் காரணி	Utilization factor
பயன் குணகம்	Coeffcient of utilization
பள்ளங்கள்	Slots
பற்ற வைத்தல்	Soldered
பாகு நிலை	Viscosity
பாதரச ஆவி விளக்கு	Mercury Vapour lamp
பாதுகாப்பு அமைப்பு	Practical circuits
பாதுகாப்பு உறை	Protective cover
பாதுகாப்புத் தடை	Protective Resistance
பாதுகாப்புப்பட்டை	Safety Belt
பாதுகாப்பு முறை	Safety aspects
பாயம்	Flux
பாய அடர்த்தி	Flux density
பாய்ம உராய்வு	Fluid friction
பரிமாற்று மின் நிலைமம்	Mutual inductance
பாஸ்வர வெண்கலம்	Phospher bronze
பிணைப்பு மின்மாற்றி	Welding transformer
பிடிசிமிழ்	Holder
பிடி தொடர்ச் சுருள்	Hold on coil
பிடிப்பான்	Clip
புயம்	Limb
புரிசுருள்	Spiral
புலத் திசை மாற்றி	Field divertor
புள்ளி விதி	Point Law
புறக் குழாய்	Surface conduit
பொட்டு உருகிப் பிணைத்தல்	Spot welding
பொதி உறை வகை	Cartridge type
பொது முனை	Common terminal
பைஞ்சுதை	Cement

ம

மகுட விளைவு	Corona effect
மந்த வாயு	Inert gas

மடிப்பு உருகிப் பிணைத்தல்	Seam welding
மடிப்புச் சுற்று	Lap winding
மரை இழை	Thread
மெருகு எண்ணெய்	Varnish
மரத் தப்பை	Wooden reeper
மறைமுகப் பொறி உருக்காலை	Indirect Arc furnace
மறைவிடக் குழாய்	Concealed conduit
மாற்று இணைப்பி	Change over switch
மாறு வேகம்	Constant speed
மிகைக் கூட்டு	Over compound
மிகைச் சுமை நீக்கி	Over load release
மிரு துருளை வடிவச் சுழலி	Cylindrical rotor
மின் அழுத்த இறக்கம்	Potential drop
மின் அழுத்த ஏற்றம்	Potential rise
மின் அழுத்த விதி	Voltage law
மின் இயக்கு விசை	Electro motive force
மின்சார இழுவை	Electric traction
மின் இயல் கணியங்கள்	Electrical Quantities
மின் உலை	Electric furnace
மின் உற்பத்தி	Generation of Electricity
மின் ஊட்டம்	Electric charge
மின் எதிர்ப்பு	Impedance
மின் ஏற்பு முறை	Admittance Method
மின் ஓட்ட மின் இயல்	Current Electricity
மின் ஓட்ட விதி	Current law
மின் புலம்	Electric field
மின் பொறி உருக்கு உலை	Arc melting furnace
மின் மாற்றி	Trnasformer
மின் வடங்கள்	Cables
மின் வலைச் சுற்று	Net work
மின் அழுத்த வேறுபாடு	Potential difference
மின் வழிக் கடத்தி	Line conductor
மின் வழி மின் அழுத்தம்	Line voltage
மின்னகம்	Armature
மின்னழுத்த இறக்கம்	Voltage drop
மின்னழுத்தச் சுருள்	Pressure coil

மின்னழுத்த மானி	Voltmeter
மின்னாக்கி	Generetor
மின்னாற் பகு பொருள்	Electrolytes
மின் கடத்தாற்றல்	Conductance
மின் கடத்தி	Conductor
மின் தடை	Resistance
மின் தடை உருக்கு உலை	Resistance melting furance
மின்தடை மாற்றி கட்டுப்பாடு	Rheostatic control
மின் நிலைமச் சுமை	Inductive load
மின்னாற் பூச்சு	Electroplating
மின்னியல்	Electricity
மின்னோட்டச் சுருள்	Current coil
மின்னோட்ட மானி	Ammeter
மின்னோடி	Motor
முக்கிளை இணைப்பு	Star cannection
முக்கிளை முக்கோணத் தொடக்கி	Star delta starter
முக்கோண இணைப்பி	Delta connection
முக்கோண முக்கிளை மாற்றீடுகள்	Delta star transformation
முடுக்கம்	Accelaration
முறிவுப் புள்ளி	Break down point
மேலுயர்த்தி	Lift
மேற்பூச்சு பூசப்பட்ட இரும்பு	Galvanised Iron
மைய விலக்கு இறைப்பி	Centrifugal pump
மைய விலக்கு விசை	Centrifugal force

வ

வட்டக் கட்டைகள்	Round blocks
வடிவக் காரணி	Form factor
வலஞ்சுழி திசை	Clock wise direction
வலைப் பின்னல் விதி	Mesh Law
வலுவூட்டப்பட்ட கற்காரை	Reinforced cement concrete
வளி மண்டலம்	Atmosphere
வளையச் சமன்பாடுகள்	Loop equation
வளைய மின் ஓட்டம்	Loop current

வழி மாற்றி	Diverter
விலக்கம்	Deflection
விலக்கித்தள்ளும் மின்னோடி	Repulsion motor
வில் கட்டுப்பாடு	Spring control
வீச்சுக் காரணி	Amplitude factor
வெட்டுக் கத்திப் பொறி	Choppers
வெட்டும் கருவி	Guillotine
வெண் சுடர் விளக்கு	Incandecent lamp
வெப்ப அறை	Heating Chamber
வெப்ப இயக்கு பயனுறு திறன்	Thermo dynamic efficiency
வெப்பமாற்றும் அமைவு	Radiators
வெப்பமாற்றி	Heat exchanger
வெப்பப் பதனிடுதல்	Heat treatment
வெளிச்சுற்று	External circuit
வெளி மின் இணைப்பு	External wiring
வெற்றிட இறைப்பி	Vacuum pump
வேறுபாட்டுக் கூட்டுப் புலம்	Differentially compound field

ஆங்கிலம் - தமிழ்

A

Absolute Instrument	முதற்கருவிகள்
Acceleration	முடுக்கம்
Acceptor Circuit	ஏற்புச்சுற்று
Admittance Method	மின்னேற்பு முறை
Aging	நாட்படுதல்
Air Chamber	காற்றறை
Algebraic Sum	குறிக் கணக்கியல் கூடுதல்
Alternating Current	எதிர் மின்னோட்டம்
Alternators	மாறு மின்னோட்ட மின்னாக்கி
Ammeter	மின்னோட்ட மானி
Amplitude factor	வீச்சுக் காரணி
Angular distance	கோணத்தூரம்
Angular rotation of the Coil	கடத்திச் சுருளின் கோண வேகச் சுழற்சி

Angular Velocity	கோண வேகம்
Annealing	பதனாற்றல்
Anode	நேர்மின்வாய்
Anticlock wise direction	இடஞ்சுழி திசை
Apparent Power	தோற்றத்திறன்
Arc Melting furnace	மின் பொறி உருக்கு உலை
Armature control	மின்னகக் கட்டுப்பாடு
Armature winding	மின்னகச் சுற்றுகள்
Atomic hydrogen welding	அணுநீரக உருகிப் பிணைத்தல்
Atomic Number	அணுஎண்

B

Base	காரம்
Bed Switch	படுக்கை இணைப்பி
Binomial	ஈறுருப்பு
Bitumen	நிலக்கீல்
Bolt	மரையாணி
Boosters	ஊட்டிகள்
Break down point	முறிவுப் புள்ளி
Brushes	தொடுவிகள்
Butt Welding	ஒருமட்ட உருகிப் பிணைப்பு

C

Cables	மின் வடங்கள்
Calori Meter	கனல் அளவி
Capacitive Suseptance	மின் தேக்கு உணர்வேற்பு
Cathode	எதிர் மின்வாய்
Casing and Capping	மூடு உறை
Cement	பைஞ்சுதை
Centrifugal force	மைய் விலக்கு விசை
Centrifugal Pump	மைய விலக்கு இறைப்பி
Change over Switch	மாற்று இணைப்பி
Charging door	உள்ளீடு கதவு
Choppers	வெட்டுக் கத்திப் பொறி
Circuit breaker	இணைப்புத் தடுப்பிகள்
Clock wise direction	வலஞ்சுழி திசை
Closed loop	மூடிய வளையம்

Cold Cathod	குளிர் எதிர் மின்வாய்
Coiled Coil	சுற்றப்பட்ட சுருள்
Coil Spring	சுருள் வில்
Combustion	எரித்தல்
Commutator	திசை மாற்றி
Complex	கூட்டொருமை
Compound wound Generator	கூட்டுப்புல மின்னாக்கி
Compressor	காற்றழுத்தி
Condenser	குளிர்கலன்
Condensation	குளிர்வித்தல்
Conductance	மின் கடத்தாற்றல்
Conductor	மின் கடத்தி.
Conjugate	துணைஎண்
Constant	மாறிலி
Coreless type furnace	உள்ளக மற்ற உருக்கு உலை
Corona effect	மகுட விளைவு
Corrosion	அரிப்புகள்
Cubes	கணங்கள்
Cumulative Compound	திரள் கூட்டு
Current Coil	மின்னோட்டச் சுருள்
Current Law	மின்னோட்ட விதி

D

Damper Winding	அதிர் வழிவுச் சுற்று
Dampling fluid	ஒடுக்கல் திரவம்
Dampling force	ஒடுக்கல் விசை
Deceleration	எதிர் முடுக்கம்
Decomposition	சிதைவுறுதல்
Deffecting force	விலக்கும் விசை
Delta Connection	முக்கோண இணைப்பு
Delta Star transformation	முக்கோண முக்கிளை மாற்றீடுகள்
Dial	முகப்புத் தகடு
Direct Current	நேர் மின்னோட்டம்
Direct Current Motor	நேர்மின்னோட்ட மின்னோடி
Distributors	பிரித்தளிப்பிகள்

Diverter	வழிமாற்றி
Double Cage Induction Motor	இரட்டை கூடு தூண்டல் மின்னோடி
Double layer winding	ஈரடுக்குச் சுற்று
Drills	துளையீடு கருவி
Dynamic Electricity	இயங்கு மின்னியல்
Dynamic Resistance	இயங்கு மின்தடை
Dynamo Meter	இயங்களவி

E

Eddy Current	சுழல்மின்னோட்டம்
Effective resistance	பயனுறு மின்தடை
Elasticity	மீட்சித்தன்மை
Electricity board	மின்சார வாரியம்
Electric Power distribution	மின் திறன் பகிர்ந்தளிப்பு
Electric traction	மின்சார இழுவை
Electro Magnetic relay	மின்காந்த இடைமாற்றீடு
Electrolytes	மின்னாற்பகு பொருள்
Electron emission	மின்னணு உமிழ்தல்
Electro Motive force	மின் இயக்கு விசை
Electro Plating	மின்னாற் பூச்சு
Electro Statics	நிலைமின்னியல்
Energy Meter	ஆற்றலளவிகள்
Exponential form	அடுக்குக் குறி வடிவம்
External Wiring	வெளி மின் இணைப்பு

F

Feeders	ஊட்டிகள்
Field Control	காந்தப்புலக் கட்டுப்பாடு
Field divertor	புலத்திசை மாற்றி
Fins	பள்ளம்
Fire clay	தீக்களிமண்
Fire extinguisher	தீ அணைப்பான்
Fission	அணுப்பிளவு
Fluxibility	இணக்கத் தன்மை
Fluid friction	பாய உராய்வு

Flux	பாயம்
Flux density	பாய அடர்த்தி
Friction	உராய்வு
Fuse unit	உருக்கி அலகு

G

Galvana Meter	கால்வனாமானி
Gears	பல்லிணை
Glow discharge	கனல் ஒளி இறக்கம்
Graphite	கருங்கரி
Gravity Control	ஈர்ப்புக் கட்டுப்பாடு
Grinding Machine	சாணைப பொறி
Gullatine	வெட்டும் கருவி

H

Hair Spring	முடி வில்
Hanging Switch	தொங்கும் இணைப்பி
Hard drawn	கடின இழுவை
High rupturing capacity	உயர் முறிவுத் திறன்
Hinged Armature	மின்னகக் கீல்
Horizontal component	கிடைக்கூறு
Indirect Arc furnace	மறைமுகப் பொறி உருக்காலை
Inductance	மின் நிலைமம்
Induction generator	தூண்டல் மின்னாக்கி
Induction Melting furnace	தூண்டல் உருக்கு உலை
Induction Motor	தூண்டல் மின்னோடி
Induction Relay	தூண்டல் இடைமாற்றீடு
Inert gases	மந்த வாயுக்கள்
Inspection Corers	ஆய்வு மூடிகள்
Instantaneous Charge	கண மின்னேற்றம்
Instantanious Voltage	கண மின்னழுத்தம்
Insulator	மின் காப்புப் பொருள்
Insulation	காப்பிடல்
Integrating Instrument	தொகு கருவி
Inter connection	இடை இணைப்பு
Inter Mediate Switch	இடையீட்டு இணைப்பி

Internal resistance	அகத் தடை
Internal Wiring	உள் மின் இணைப்பி
Iron Core	இரும்பு உள்ளகம்

L

Laminated Core	தகட்டடுக்கு உள்ளகம்
Laws of illumination	ஒளிர்வின் விதிகள்
Lead sheathed	ஈயக்கவசம்
Line Conductor	மின் வழிக் கடத்தி
Line Voltage	மின்வழி மின் அழுத்தம்
Linkages	ஊடாடுதல்
Load Calculation	சுமைக் கணக்கீடு
Loop current	வளைய மின்னோட்டம்
Loop equivation	வளையச் சமன்பாடுகள்
Magnetic Core	காந்த உள்ளகம்
Magnetic field	காந்தப் புலம்
Magnetic Hydro dynamic system	காந்த உள் இயங்கு வெப்பாலை அமைவு
Magnetic screen	காந்தத் தடுப்பு
Magnetic pole	காந்தத் துருவம்
Matrix form	வார்ப்புரு வடிவு
Measuring Instrument	மின் அளவைக் கருவி
Medium head	இடைநிலை நீர்ம உயரம்
Megger	தடையாற்றல் மானி
Mesh law	வலைப் பின்னல் விதி
Modulus	உருத் தகவு
Molecules	அணுத் திண்மங்கள்
Moving Iron	இயங்கிரும்பு
Mutual Inductance	பரிமாற்று மின் நிலைமம்

N

Natural logarithm	இயற்கை மடக்கை
Negative temperature coefficient of resistance	எதிர் மின்தடை வெப்பக் கெழு
Neon gas lamp	நியான் ஆவி விளக்கு
Network	மின் வலைச் சுற்று

Neutral wire	சுழல் வலிமைக் கடத்தி
Neutral point	சுழல் வலிமைப் புள்ளி
Neutran	நொதுமம்
Nodel Method	முடிச்சு முறை
Notching Method	பிளப்பு முறை

O

Ohmic drop	தடை இறக்கம்
Open circuit	திறந்த சுற்று
Orbit	நியமப் பாதை
Out of phase	விலக்க நிலை
Over compound	மிகைக் கூட்டு
Over load release	மிகைச்சுமை நீக்கி
Oxygen	உயிரகம்

P

Parallogram law of forces	இணைகர விதி
Peak factor	சிகரக் காரணி
Permiability	உட்புகு திறன்
Pantograph	உராயும் கம்பிச் சட்டம்
Petroleum	பாறை எண்ணெய்
Phase angle	நிலைக் கோணம்
Pipe earthing	குழாய் தரை இணைப்பு
Pitch	இடைத் தூரம்
Pivoted coil	சுழற்சித்தானம் அமைந்த சுருள்
Plate earthing	தட்டுத் தரை இணைப்பு
Plugging method	அடைப்பான் முறை
Point law	புள்ளி விதி
Pointer	குறிமுள்
Pole changing control	துருவம் மாற்றும் கட்டுப்பாடு
Pole winding	துருவச் சுற்றுகள்
Postively charged	நேர் மின் ஊட்டம்
Positive Maximum	நேர் உச்சம்
Potential difference	மின் அழுத்த வேறுபாடு
Potential drop	மின் அழுத்த இறக்கம்
Potential energy	இயங்கு சக்தி

Power net work	திறன் வலை
Pressure coil	மின்னழுத்த சுருள்
Prime Mover	முதன்மை இயக்கி
Proton	நேர் மின்மம்
Pumps	இறைப்பிகள்
Push Button switch	அழுத்து குமிழ் இணைப்பி

R

Radial distribution	ஆரவகைப் பகிர்ந்தளிப்பு
Radian	ஆரைக் கோணம்
Radiation	கதிர் வீச்சு
Radioactive radiation	வெப்பக் கதிர் வீச்சு
Reactive component	எதிர் வினைக் கூறு
Reaction turbine	எதிர்வினை உருளை
Reactive power	எதிர் வினையுறு திறன்
Reactor	அணு உலை
Reference axis	மாட்டேறு அச்சு
Refining	தூய தனியாக்கம்
Reflector	எதிரொளிப்பான்
Refrigerator	குளிர்பதனப் பெட்டி
Regulation	ஒழுங்கிசைவு
Reheat	மறு சூடு
Resistance welding	மின்தடை உருகிப் பிணைத்தல்
Resistivity	இனத்தடை
Resistor Melting f::rnace	மின்தடை உருக்கு உலை
Retentivity	தரிப்புத் திறன்
Rheostatic control	மின்தடை மாற்றி கட்டுப்பாடு
Rivet	தரையாணி
Resonant frequen.,	அலைவு எண்
Resultant	கூட்டு விளைவாக்கம்
Retating magnetic field	சுழல் காந்தப்புலன்
Rod earthing	உலோகக் கழி தரை இணைப்பு
Rotating Armature	சுழலும் மின்னக வகை
Rotary driers	சுழலும் உலரகம்
Rotor resistance	சுழலித் தடை

S

Saddle	சேணம்
Sailient pole rotor	துருத்தி நிலை துருவச் சுழலி
Shaded Pole Motor	துருவ நிழல் மின்னோடி
Shading ring	நிழல் வளையம்
Sheet lamination	தகட்டடுக்கு
Skewed Slots	சாய் பள்ளங்கள்
Shift	இடப்பிறழ்வு
Shunt	இணைத்தடம்
Shock	மின் அதிர்ச்சி
Short - circuit	குறுக்குப் பாய்வு
Short - Shunt	குறுகிய இணைப்பு
Shunt wound generator	இணைப்புல மின்னாக்கி
Schematic diagram	அடைநிலை வரைபடம்
Scrubber	பிரித்தகற்றி
Seam Welding	மடிப்பு உருகிப் பிணைத்தல்
Self exicitedmGenerator	தற்கிளர்வு மின்னாக்கி
Self inductance	தன்மின் நிலைமம்
Semi conductor	குறைக்கடத்தி
Seperately excited generator	தனிக்கிளர்வு மின்னாக்கி
Service fuse	இணைப்பு உருக்கி
Serivice lines	இணைப்பு பாதைகள்
Single watt Meter Method	ஒரு திறனளவி முறை
Significants of operator	செயல் ராசியின் உட்கருத்து
Skin effect	புறப்பரப்பு விளைவு
Slip ring	நழுவு வளையம்
Slots	பள்ளங்கள்
Solar energy	கதிரவன் ஆற்றல்
Solid angle	திடக் கோணம்
Solinoid	கம்பிச் சுருள்
Specific resistance	இனத்தடை
Spectrum	நிறமாலை
Sphere	கோளம்
Spindle	ஊடச்சு
Spiral	புரி சுருள்
Spout	உலை மூக்கு

Squirrel cage rotor	அணில் கூட்டுச் சுழலி
Star connection	முக்கிளை இணைப்பி
Star - delta starter	முக்கிளை முக்கோணத் தொடக்கி
Starting torque	தொடக்கச் சுழற்றுமை
Stator	நிலையி
Stator resistance starter	நிலையி தடைத் தொடக்கி
Steam turbine	நீராவிச் சுழலி
Stray Magnetic field	வெளிக் காந்தப் புலன்
Stress	தகைவு
Sulphur oxide	கந்தக உயிரகை
Supply frequency	இணைப்பு அலைவு எண்
Surface conduit	புறக்குழாய்
Suseptance	மின் உணர்வேற்பு
Switches	இணைப்பிகள்
Synchronous Motor	ஒத்து இயங்கு மின்னோடி
Synchronous phase modifier	ஒத்தியங்கு நிலை மாற்றி

T

Tag nails	சீகாணிகள்
Tail race	போக்குத் துறை
Tangential	தொடுவரை
Tappings	வடிமுனைகள்
Temperature coefficient of resistance	மின்தடை வெப்பக் கெழு
Tensile strength	இழுவை வலிமை
Thermal Power Station	அனல் மின் நிலையங்கள்
Tidal Power	கடலோதத் திறன்
Transmission	இடையீட்டனுப்பீடு அல்லது செலுத்துகை
Tunnel	குடைவுகள்
Turbine	உருளை
Tuning	ஒத்தியைவைப்பு

U

Unit time	அலகு காலம்
Universal Motor	பல்நோக்கு மின்னோடி

Up gradient	ஏற்றம்
Utilisation	பயனாக்குதல்
Utilization factor	பயன் காரணி

V

Vacuum	வெற்றிடம்
Vacuum cleaner	வெற்றிடத்துப்புரவி
Vacuum pump	வெற்றிட இறைப்பி
Valency	வலு எண்
Valve	அடைப்பிதழ்
Varnish	மர எண்ணெய்
Vector diagram	நேரிய வரிப்புப் படம்
Vector Method	நேரிய முறை
Vector quantities	நேரிய கணியங்கள்
Vector representation	நேரியங்களின் குறியீடுகள்
Ventilating ducts	காற்றுத் துவாரங்கள்
Vertical component	நிலைக் குத்துக்கூறு
Viscosity	பாகு நிலை
Voltage drop	மின்ன்ழுத்த இறக்கம்
Voltage law	மின்னழுத்த விதி
Water load	நீர்ச் சுமை
Watt Motor	திறனளவி
Washing Machine	துவைக்கும் பொறி
Wave length	அலை நீளம்
Wave winding	அலைச் சுற்று
Wedge	ஆப்பு
Welding	உருக்கி இணைத்தல்
Welding Transformer	பிணைப்பு மின் மாற்றி
Windage loss	காற்றிழப்பு
Wind Power	காற்றுத்திறன்
Wire	மின்கம்பி
Wire earthing	கம்பி தரை இணைப்பி
Wooden reeper	மரத்தப்பை

Y

Yoke	இணைப்புச் சட்டம்