த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—499

தொழில் துறையில் எலெக்ட்ரான்கள்

ஆசிரியர்
மேஜர் தி. அ. கறுப்பண்ணன், எம். ஏ., எம். எஸ்ஸி.,
டி.எஸ்.எஸ்.,
பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை,
பூ. சா. கோ. கலைக் கல்லூரி,
கோயமுத்தூர்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—September, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 499

© Tamil Nadu Text Book Society

ELECTRONS IN INDUSTRY

T. A. KARUPPANNAN

Price Rs. 8-80

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of Books and Literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi '

Printed by
Metro Printers & Packaging Industry
Madras-29

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக கலவி அமைசசர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன் ருண்டுகள ஆக்விட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரி களில பி ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள தங்கள் பாடங்கள் அனைத் தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின தொடக்கத்தில புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கறபிபபோம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரி யர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித்தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும தரததக்க வகையில நடைபெற்றுவருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல பாடங்களை மாணவாக்குத தமிழிலேயே பயிற்றுவிபபதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக குறிப் பிட்டுச் சொல்லவேணடும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல, உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல, உயிரியல, வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்பபு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்ருன 'தொழில்துறையில் எலெக்ட்ரான்கள்' என்ற இந்நூல் தமிழ்நாட்டுப பாடநூல் நிறுவனத்தின் 499ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க்குழுவின சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 534 நூல்கள் வெளி வந்துள்ளன இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச் சகதத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டததின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

முன்னுரை

கிட்டத்தட்ட நாற்பது ஆண்டுகட்கு முன்பு 'எலெக்ட்ரானியல்' என்று சொன்னால், அது ரேடியோவை மட்டும்தான் குறித்தது. வேறு எதையும் அது குறிக்கவில்லை. ஆனால், இன்று நம்மையெல்லாம் வியப்பில் ஆழ்த்தும் அளவிற்கு, களிப்பூட்டும் துறை, செய்தித் தொடர்பு துறை, மருத்துவத் துறை, அணுக்கரு ஆற்றல் துறை, கம்பியூட்டர் துறை, தொழில் துறை என்று வரிசையாக கிட்டத்தட்ட நமக்குத் தெரிந்த எல்லாத் துறைகளிலும் 'எலெக்ட்ரானியல்' ஊடுருவிவிட்டது. பொதுவாக எலெக்ட்ரான் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படாத துறைகளே இன்று இல்லை என்ற அளவிற்கு எலெக்ட்ரானியல் வளர்ந்துவிட்டது. இன்னும் வளர்ந்து கொண்டே போகின்றது.

தொழில் துறையை எடுத்துக் கொண்டால், இன்று எலெக்ட்ரான் கருவிகள் பெருமளவில் அங்குப் பயன்படுத்தப்படுவது வெள்ளிடைமலை. தொழில்துறை எலெக்ட்ரானியலின் வரலாற்றைப் பார்த்தால் முதலில் அங்குத் தொழில் துறை மின்னியல்தான் தோன்றியதைக் காண்கிறோம். காட்டாக, மோட்டார்கள், கையினால் விசைப்படுத்தப்படும் சுவிட்சுகள், உருகு அமைப்புகள், மூன்றுகட்ட மின்மாற்றிகள் (Three stage transformer) போன்றவை முதலில் தொழில் துறையில் மெதுவாகத் தலைகாட்டின. மேலே கூறிய கருவிகள் யாவும் வேலை செய்யும் எந்திரங்களை முடுக்கும் மோட்டார்களைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவிகளாகும். இம் மோட்டார்கள் எந்திரங்களை இயக்குவதன் மூலம், பல ஆள்கள் சேர்ந்து செய்து முடிக்கும வேலையை ஒரே எந்திரமானது எளிதில் செய்து முடிக்க இயன்றது. இதனால் தொழிற்கூடங்களுக்குத் தேவையான ஆள்களின் எண்ணிக்கை வெகுவாகக் குறைந்தது. எனினும், உற்பத்திப் பொருள்களின் தரத்தை எப்போதும் உயர்ந்த அளவில் வைத்துக் கொள்வதற்கு, இந்த எந்திரங்களைக் கண்காணிக்கக் கைதேர்ந்த (Skilled) ஆள்கள் தேவையாகத்தானிருந்தது. அதாவது, இயந்திரங்கள் என்ன தான் வேலை செய்தாலும், அவற்றைக் கட்டுப்படுத்திக் கண்காணிக்க மனிதனின் நேரடித தொடர்பு மிக அவசியமாக இருந்ததைத் தவிர்க்க முடியாத நிலை இருந்தது.

இந்தச் சூழ்நிலையில்தான் எலெக்ட்ரானியக் கருவிகளும் எலெக்ட்ரானியச் சுற்றுகளும் மெதுவாகத் தோன்றின. அவற்றின் செயல்படும் திறனும் நம்பகமும் எல்லோரையும்

கவர்ந்தன. முதலில் வால்வுகளும், குழாய்களும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு, எந்திரங்களுக்குத் தேவையான ஆற்றலைப் பெற மின்னடுக்குகளையே நம்பி இருக்க வேண்டாத நிலை எட்டியது. அடுத்து, வாயு டையோடுகள், டிரை யோடுகள், டெட்ரோடுகள், ஒளி மின்கலங்கள் போன்ற முன்னேற்றமடைந்த குழாய்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றின் உதவி கொண்டு, நகரும் பட்டையின்மேல் (Conveyer belt) செல்லும் உற்பத்திப் பொருள்களின் தரத்தையும் எண்ணிக்கையையும் கண்காணிக்க இயன்றது இவ்வாறுகப் படிப்படியாகக் கண்காணிப்புத்துறையில் எலெக்ட்ரானியல் முன்னேறி, கிட்டத்தட்ட எல்லா எந்திரங்களும் தானியங்கும் (Automatic) நிலைக்கு வளரத் தலைப்பட்டன. இதனுல் ஒரே ஆளால் ஓர் எந்திரமல்லாமல் இரண்டையும், பின்பு மூன்றையும், படிப்படியாக இன்னும் அதிகமான எந்திரங்களையும் கட்டுபபடுததிக் கண்காணிக்க முடிந்தது.

தொழில் துறையில் எலெக்ட்ரானியல் வளர்ச்சியின் அடுத்த கட்டமாக, பின்னூட்ட (Feed back) முறையானது தோன்றியது. இதனுல் எந்திரங்கள் தாங்கள் செய்யும் தவறுகளைத் தாங்களே விரைவில் தவிர்த்துக் கொள்ள முடிந்தது. இதற்கு அடுததது ஆள்களே இன்றிக் கடைசிவரை தாமாகவே செயல்படும் எந்திரங்கள் தோறறுவிக்கப்பட்டன. இவை செயல்பட வேண்டிய முறைக்கான கட்டளைகள் துளை நாடாக்கள் மூலம் இந்த எந்திரங்களுக்கு ஊட்டப்படுகின்றன. முன்னேற்றம் இந்தக் கட்டத்தை அடைந்த நிலையில, இன்று மனிதன் எந்திரத்தின் அருகில் இல்லாமல், எட்டிச் சென்று ஆளுகைப் பலகையின் (Control board) முன்னுல் உட்கார்ந்து விட்டதைக் காண்கிறோம்

இன்று தொழில்துறை, எலெக்ட்ரானியலை நம்பித்தான் இருக்கின்றது. எலெக்ட்ரானியல் இல்லாமல் தொழில்துறை செயல்படவும் இயலாது, முன்னேற்றங் காணவும் முடியாது. இந்த நிலையில் தொழில் துறையில எலெக்ட்ரான்கள் பயன படும் துறைகள் யாவற்றையும் ஒனறுவிடாமல் விரிவாகக் கூறிவிட முடியும் என்பது இயலாத காரியமாகும். சில பயனகளை மட்டும்தான், சற்றே விளக்கமாகக் காண முடியும். தலைப்புகளை விளக்குங்காலை, கொள்கை விளக்கங்களும் (Theory), சூத்திரங்களும், கணக்கீடுகளும் பெருமளவில் கொடுக்கப்படாமல், ஆனுல் பொதுவாக இத்துறையில் ஈடுபாடு கொண்டவர்களை ஈர்க்கும் அளவிற்குச் செய்திகள் விளக்கப் பட்டுள்ளன.

— ஆசிரியர்

பொருளடக்கம்

பக்கம்

1. எலெக்ட்ரான் குழாய்கள் .. 1

2. ஒளி எலெக்ட்ரானியக் கருவிகளும் அவை பயன்படும் விதமும் .. 41

3. மின் திருத்திகளும் திறன் அளிப்பும் 79

4. சுவிட்சுகளும் அஞ்சற் கருவிகளும் . 116

5. ஆற்றல் மாற்றிகள் .. 137

6. எலெக்ட்ரானியல் வெப்பமூட்டலும், பற்ற வைத்தலும், வெட்டுதலும் . 150

7. மின் மோட்டார் கட்டுப்பாடு .. 165

8. எலெக்ட்ரானியப் பாதுகாப்புக் கருவிகள் ... 187

9. பதிவிடும் கருவிகள் ... 198

10. ரேடியோ அலைக் குறுக்கீடுகளும் அவைகளைத் தடுக்கும் முறைகளும் .. 215

11. எண்ணிகள் ... 226

12. கட்டுப்பாடும் தானியங்குதலும் . 250

13. எகஸ் - கதிர்கள் ... 261

14. டிரானசிஸ்டர் ... 275

15. தொலைக்காட்சி ... 306

16 லேசரும் மேசரும் ... 326

மேற்கோள் நூல்கள் ... 353

கலைச்சொற்கள் ... 355

1. எலெக்ட்ரான் குழாய்கள்
(Electron Tubes)

(1) எலெக்ட்ரான்களின் வெளியீடு
(Emission of Electrons)

எலெக்ட்ரான் குழாய்கள், டிரான்சிஸ்டர்கள், தொகுப்பு மின்சுற்றுகள் (Integrated Circuits) ஆகிய எலெகட்ரான் கருவிகள் தன்னிச்சையான (Free) எலெக்ட்ரான்களைக் கொணடு இயஙகுகின்றன. பெரும்பான்மையான திடப் பொருள்களில, குறிபபாக உலோகங்களில ஏராளமான தன்னிசசை எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்கள், எந்த ஒரு குறிப்பிடட அணுவுடனும் இணையாமல் பருப்பொருள்களினூடே அலைந்து கொண்டிருக்கும் மின்னூட்டத்தைத (Charge) தன்னகத்தே கொண்டுள்ள இத்தன்னிசசை எலெக்ட்ரான்களின் இடப்பெயர்ச்சியையே (ஓட்டததையே) மின்னோட்டம் என்று குறிபபிடுகிறோம். சாதாரணக் கடததிகளிலும், எல்லாவித எலெக்ட்ரான குழாய்களிலும், இவவாறே மின்னோட்டம் நடைபெறுகிறது.

மின்னூட்டத்தைத் தாங்கிச செலலும் தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்கள் அதிக அளவில வெள்ளி, தாமிரம், அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களில் இருப்பதால் இவைகளைக் கடத்திகள் (Conductors) என்று அழைக்கப்படுகினறன. மிகக் குறைந்த அளவில் தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரானகள் இருக்கும் பருப் பொருள்கள் காப்பானகள் (Insulators) என்று வழங்கப்படும். மேற்கூறிய இருநிலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட அளவில் அமைந் திருக்கும் தனனிசசை எலெக்ட்ரானகளை வேறு சில பருப் பொருள்களில் காணலாம். அவைகள் குறைக்கடததிகள் (Semi-conductors) எனறழைக்கப்படும். தனனிச்சை எலெக்ட்ரான் களின இடம்பெயரும் வேகம் குறைவாக இருந்தபோதிலும்

அலைகளின கணத்தாக்கு (Impulse) ஏறக்குறைய ஒளியின் வேகத்தில செலுததப்படுகிறது.

"தன்னிச்சை எலெக்டரான்கள" என்று குறிப்பிடப்பட்ட போதிலும், மினனழுத்த அரண் (Potential barrier) இருப்பதினுல் மேறகூறிய தன்னிச்சை எலெக்டரானகள் பருப்பொருளின் புறபபரபபிலிருந்து எளிதாக வெளியேறமுடியாது. சில வெளிச்செயற்பாடுகளால (External Agency) தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்கள் கிளாந்தெழும்போது அதிகபபடியான சக்தியைப் பெறறு மினனழுதத அரணிலிருந்து விடுபட்டு வெளியேறுகின்றன. இநத வெளிசசெயறபாடுகள் பல்வேறு வடிவில் தோனறலாம். வெபப ஆற்றல், ஒளி ஆறறல, காந்த அல்லது மின புலஙகளில தேக்கி வைக்கப்படும் ஆற்றல், உலோகததின புறப்பரபபில் தாக்கும் மினனூட்டஙகளின் இயக்க ஆறறல் (Kinetic energy of electric charges) ஆகியவை போன்ற எந்த வடிவிலும் அது தோனறலாம் இருநதபோதிலும் மிகவும்சிக்கனமான முறையில், எளிதாக, அதிகமான எலெக்ட்ரான்களை, வெபப அயனி வெளியீடு (Thermionic Emission) மூலம் உண்டாக்கலாம். இம்முறையே மிகவும் அதிகமாகப் பழக்கததில் உள்ளது.

உலோகததை வெப்பப்படுத்தும்போது அதன் மூலக்கூறு, அணு ஆகியவற்றின் இயக்க ஆற்றல் (Kinetic Energy) அதிகரிக்கும். இந்த இயக்க ஆற்றலை அணுக்களும், எலெக்ட்ரான்களும் பகிர்ந்துகொள்கின்றன. இந்தப் பரிமாற்றம் ஒன்ருேடொன்று மோதுவதால (Collision) ஏற்படுகிறது. இத்தகு மோதுகையால சில தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்கள் மின்னழுத்த அரணினினறும் விடுபடுவதற்குப் போதுமான ஆற்றலைப் பெறுகின்றன.

திரவத்தை வெப்பப்படுத்தும்போது அதன் மேற்பரப்பிலிருந்து எப்படித் திரவம் ஆவியாகிறதோ அதேபோல் உலோகததின புறப்பரபபு சூடாக்கப்படும்போது எலெக்ட்ரான் வெளியீடு ஏற்படுகிறது. திரவத்தை வெப்பப்படுததும்போது, அதன் மேற்பரப்பில உள்ள அடக்கு விசையை (Restraining force) மீறி ஆவியாவதறகுப் போதுமான ஆற்றலைப் பெறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. மேலும் வெப்ப நிலை உயர்த்தபபடும்போது ஆவியாகிவிடுகின்ற மூலககூறுகளின் எண்ணிக்கையும் விரைவில் உயரும். இதைப் போலவே உலோகம் சூடாக்கபபடும்போது மினனழுத்த அரணை மீறப்

போதுமான சக்தியைப் பெறும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் அதிகமாகி அவை வெளியேறிவிடுகின்றன. எனவே வெளியிடப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வெப்பநிலையை ஒட்டி அமையும் என்பதை எளிதில் உணரலாம்.

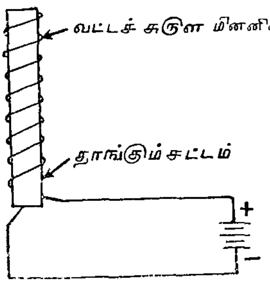
எலெக்ட்ரான் குழாயில் வாயுவை நீக்கிவிடுவதால் அதை வெற்றிடக் குழாய் (Vacuum Tube) என்கிறோம். இந்த வெற்றிடக் குழாயிலும் மிகச் சிறிய அளவு வாயு தங்கிவிடும். இதை எஞ்சிய வாயு அல்லது மீந்த வாயு (Residual gas) என்று குறிப்பிடலாம். எலெக்ட்ரான் ஓட்டத்தை இந்த மீந்த வாயுவின் மிகச்சில அணுக்கள் கூடத் தடுத்துவிடும். எனவேதான் எலெக்ட்ரான்களை உற்பத்தி செய்ய, ஒரு மின்னிழையையும் (Filament), மிக உயர்ந்த அளவில் வெற்றிடமும் கொண்ட ஒரு அடைப்பானைத் தேர்ந்தெடுக்கிறோம். பிறகு இக்குழாயில் அதிக மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்தால், நேர்முனை முடிவை (Positive End) நோக்கி இந்த எலெக்ட்ரான்கள் பெருமளவு கவரப்படும். அதனால் எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் (Velocity) அதிகமாக இருக்கும் மின்னிழையை உயர் வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தும்போது அது ஏராளமான எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடும். இத்தகு மின்னிழையை எதிர்மின்வாய் (Cathode) என்போம்.

தூய டங்ஸ்டன், தோரியம் கலந்த டங்ஸ்டன் (Thoriated Tungsten) அல்லது ஆக்ஸைடு பூசப்பட்ட பருப்பொருள் போன்றவைகளால் தற்போது எதிர்மின்வாய் செய்யப்படுகிறது. ஆக்ஸைடு பூசப்பட்ட எதிர்மின்வாய், நிக்கல் அல்லது மாலிப்டினம் (Molybdenum) உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட நீள் உருளை வடிவில் இருக்கும். இதன் வெளிப்பரப்பு பேரியம், ஸ்ட்ரான்சியம் (Strontium) ஆக்ஸைடு ஆகியவைகளாலான மெல்லிய ஏட்டினைக் கொண்டிருக்கும். இதன் வெப்ப அயனி பயனுறுதிறன் (Thermionic Efficiency) மிகவும் அதிகம். ஒரு வாட் வெப்பத்திறனுக்கு 1000°K வெப்பநிலையில் 50 மில்லி ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கவல்லது. 3800°K அளவில் உருகுநிலையுடைய டங்ஸ்டன், 2500°K வெப்பநிலையில் எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடத் தொடங்குகிறது. எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படும்போது அயனியாக்கம் (Ionisation) நிகழ்கிறது. அயனியாக்கம் என்பது அணுவிலிருந்து ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் வெளியேறும் செயலாகும். எலெக்ட்ரான்கள் வெளியேறும்போது நேர்மின்

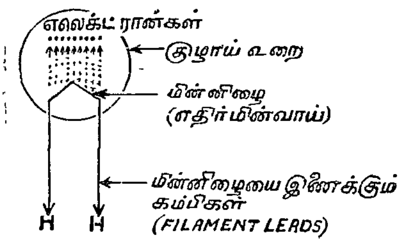
அயனிகள் (Positive Ions) தோன்றுகின்றன. இந்த ஆற்றல் வாய்ந்த நேர்மின் அயனிகள் மோதும்போது அதைத் தாங்கும் சக்தியை டங்ஸ்டன் பெற்றுள்ளது. தோரியம் கலந்த டங்ஸ்டன், தூய டங்ஸ்டன் ஆகிய இரண்டும் ஒரே வெப்ப நிலையில் இருக்கும்போது முன்னது பின்னதைக்காட்டிலும் பல்லாயிரக் கணக்கான எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடும் ஒரு வாட் வெப்பத்திறனுக்கு வெளியிடப்படும் எலெக்ட்ரான் அளவு மற்றவற்றைக் காட்டிலும் ஆக்ஸைடு பூசப்பட்ட எதிர்மின் வாயில் அதிகமாக இருக்கும். அதாவது ஒரு சதுர செ மீ.க்கு அதிக அளவு ஆம்பியரை வெளிப்படுத்தும்.

(2) நடைமுறையிலுள்ள எதிர்மின்வாய் அமைப்பு (Practical Cathode Structure)

எலெக்ட்ரான்களை வெளியிட இருவகை எதிர் மின்வாய்கள் பொதுவாக வெற்றிடக் குழாய்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்னோட்டத்தை நேர்முகமாகவோ (Directly) அன்றி மறைமுகமாகவோ (Indirectly) செலுத்தி எதிர்மின்வாய்களை வெப்பப் படுத்தலாம். நேர்முகமுறையில் மின்னிழையே எதிர்மின் வாயாக அமைந்துவிடும். இந்த அமைப்பில் போதுமான அளவு மின்தடையைக் கொண்டுள்ள மின்னிழை நாடாவடிவில் செருகப்பட்டிருக்கும். இதன் முனைகளுக்கு இடையில் தகுந்த மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டால் இது எலெக்ட்ரான் வெளியேறு வெப்பநிலையை (Emitting Temperature) உடனே



படம் 1·1



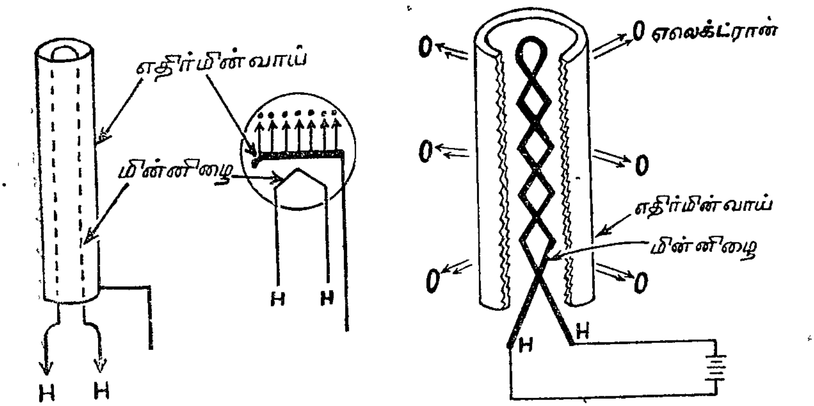
படம் 1·2

நேர்முகமாக வெப்பப படுத்தும் எதிர்மின்வாய் அமைப்பு
(Directly heated cathode)

அடைவதற்கு உகந்தபடி போதுமான மின்தடை உடையதாக இருக்க வேண்டும். அவ்வாறு அமைந்தால் விரைவில் எலெக்ட்ரான் வெளியீடு தொடங்கிவிடும் இல்லையேல் தாமதமாகும்.

மேலும் இவ்வகை எதிர்மின்வாய்கள் டங்ஸ்டனால் செய்யப்பட்டு, எலெக்ட்ரான்களை ஏராளமாக வெளியிடும் பருப்பொருள் பூசப்பட்டதாகவும் இருக்கும். இவற்றின் மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்துவதன் மூலம் தேவையான அளவு உயர்ந்த வெப்பநிலையை அடையச்செய்யலாம். நேர்முகமாக வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாய் அமைப்பைப் படம் 1·1-ம், 1 2-ம் காட்டுகின்றன.

மறைமுகமாக வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாய்கள் எனப்படுவன, டங்ஸ்டன் மின்னிழையைச் சுற்றிலும் ஆக்ஸைடு பூசப்பட்ட மெல்லிய நிக்கல் தகட்டாலான நீள் உருளை வடிவ அமைப்பாகும். இவ்வமைப்பில் முதலில் மின்னிழையை மின்சாரத்தின் உதவியால் வெண்சுடராகச் செய்து (Incandescence) அதன்பிறகுதான் வெப்பக்கதிர்வீச்சு மூலம் எதிர்மின்வாய் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது.



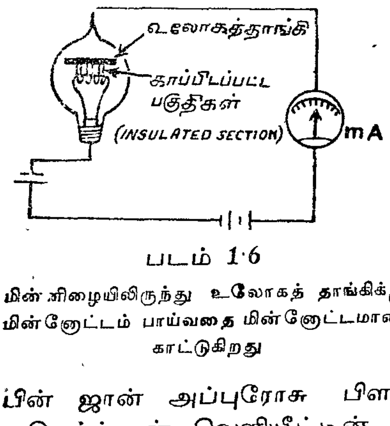
படம் 1 3 படம் 1·4 படம் 1·5

மறைமுகமாக வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாய் அமைப்பு
(Indirectly heated cathode)

பொதுவாக மறைமுக முறையைக் காட்டிலும் நேர்முக முறையில வெப்பப்படுததப்படும் எதிர்மின்வாய்கள் மிக அதிகமான எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுவதால் இத்தகு எதிர்மின்வாய்களே உயர் அளவில் மின்னோட்டத்தைத் தருகின்ற வெற்றிடக் குழாய்களில் பயன்படுகின்றன. மறைமுகமுறையில் வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாய்களைக் குறைந்த அளவு மின்னோட்டத்தை மட்டும் கொடுப்பதற்காகப் பயன்படும் வெற்றிடக் குழாய்களில் உபயோகப்படுத்துகிறோம்.

(3) டையோடு (Diode)

வெண்சுடர் விடும் விளக்குகளுடன் (Incandescent Lamps சோதனை நடத்திவந்த தாமஸ் எடிசன் என்ற அமெரிக்க விஞ் ஞானி, மிக மெல்லிய கார்பனுல் (carbon) உருவாக்கப்பட்டிருந்த மின்னிழைகள் எளிதில் அறுந்து போவதைக் கண்டு அதைத் தவிர்ப்பதற்காக மின்னிழையுடன் ஓர் உலோகச்சட்டத்தைத் தாங்கியாகப் பொருத்தினர் உலோகச் சட்டத்திற்கும் மின் னிழைக்கும் இடையே நேராக மின்னேட்டம் ஏற்படா வண்ணம் காப்புப் பகுதிகளை (Insulated Sections) அமைத்தார். மின்கலத்தின் எதிர்முனையோடு மின்னிழையையும், நேர்முனை யோடு அந்த உலோகச் சட்டத்தையும் தற்செயலாக இணைத்த போது மின்னேட்டம் பாய் வதைக் கண்டு வியப்புற்ருர். அவர் உபயோகித்த அமைப் பைப் படம் 1·6-இல் காண் கவும்.



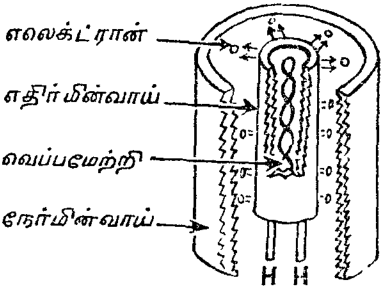
படம் 1·6

மின்னிழையிலிருந்து உலோகத் தாங்கிக்கு மின்னேட்டம் பாய்வதை மின்னேட்டமானி காட்டுகிறது

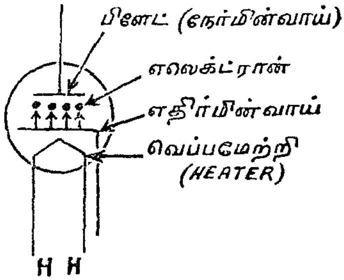
எலெக்ட்ரானியலைப் பற்றி ஏதும் அறிந்திராத அப் போது, தனது கண்டுபிடிப் பின் முக்கியத்துவத்தை அவர் உணரவோ அன்றிப் பிறர்க்கு உணர்த்தவோ இலலை. 21 வருடங்களுக்குப் பின் ஜான் அப்புரோசு பிளமிங் என்ற விஞ்ஞானிதான் எலெக்ட்ரான் வெளியீட்டின் சிறப்பான முக்கியததுவத்தை அறிந்தார். மேற்கண்ட பரிசோதனையில் ஒரு திசையில் மட்டும் மின்னேட்டம் பாய்வதைக்கண்ட அவர் தன் கண்டுபிடிப்பினை ‘வால்வு'' என்று அழைத்தார். (இதனை அமெரிக்கர்கள் குழாய் என்றே அழைக்கிருர்கள்)

டையோடு என்பதற்கு இரண்டு மின்வாய்கள் (Two Electrodes) என்று பொருள். எலெக்ட்ரான்களை வெளி யிடும் எதிர்மின்வாயும் அதைச்சுற்றி நீள் உருளை வடிவில் நேர்மின்வாயும் (Anode) டையோடினுள் உள்ளன. இந்த நேர்மின்வாயின் முக்கியமான வேலை எலெக்ட்ரான்களைத் தன்னை நோக்கி வாங்குவதாகும். டையோடின் அமைப்பைப் படம் 1·7–இலும், 1·8-இலும் காண்க. படம் 1·8-இல் இருப்பது சுற்றுகளில் டையோடு பயன்படுத்தப்படும்போது காட்டப் படும் மரபுவழிக்குறியாகும்.

உயர் உருகுநிலையைக் கொண்டிருக்கும் நிக்கல், மாலிபிடினம் போன்ற உலோகங்களினால் நேர்மின்வாய் செய்யப்படும். எலெக்ட்ரான்கள் அதி வேகத்தில் இம்மின்வாயை அடைவதால் உண்டாகும் வெப்பத்தை, வெப்பக் கதிர்வீச்சு முறையில



படம் 1·7



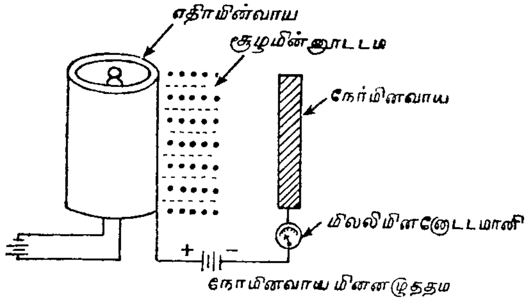
படம் 1·8

டையோடின் அமைப்பு

வெளியேற்றச் சாதகமாக இருக்கும் பொருட்டு அதன் புறப்பரப்புக் கருப்பாகவும், கரடுமுரடாகவும் அமையவேண்டும். இம்முறையில் வெப்பத்தைக் கடத்துவது, நேர்முனையிலிருந்து எலெக்ட்ரான் வெளியேறுதைத் தடுக்க உதவுகிறது. அதாவது நேர்மின்வாய் எதிர்மின்வாயாக மாறிவிடக்கூடாது. எலெக்ட்ரான் குழாயிலிருந்து காற்றினை வெளியேற்றி உயர்ந்த வெற்றிடத்தை உண்டாக்கிவிடுவதால் மின்னிழை எரிந்துவிடாமல் தடுப்பதுடன் நேர்மின் அயனிகளை உண்டாக்குவதும் தடுக்கப்படுகிறது. மேலும் எதிர்மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயை நோக்கி ஓடும் எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டததில் மீந்துள்ள வாயுவின் மூலக்கூறுகளினுடைய இடையீட்டையும் தடுத்துவிடுகிறது.

மின்னழுத்த வேறுபாட்டை (Potential Difference) நேர்—எதிர் மின்வாய்களுக்கு இடையே கொடுக்கும் போது குழாயின் உட்புறத்தில் மினபுலம (Electric field) ஏற்படுகிறது. இப்போது மின்னிழைக்கு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கும்போது எதிர்மின வாய் தொடர்ந்து ஏராளமான எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடும். நேர்மின்வாயில் எதிர்மின்னழுத்தம் கொடுத்தால் எலெக்ட்ரான்கள் கவரப்படாமல் விலக்கப்பட்டு மில்லி அம்மீட்டரில் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை நேர்மின்வாய் எலெக்ட்ரான்களை வெளியிட இயலாதாகையால் நேர்மின்வாயிலிருந்து எதிர்மின் வாயுக்கு மின்னோட்டம் நிகழாது. இதைப் படம் 1·9–இல் காணலாம்.

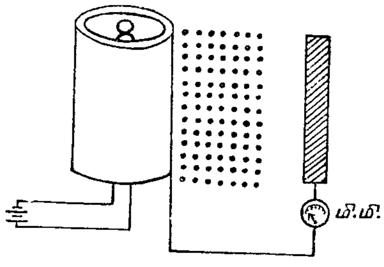
நேர்மின்வாயும் எதிர்மின்வாயும் ஒரே அளவு ஒத்த மின்ன ழுத்ததில் வைக்கப்படும்போது, எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்



படம் 1 9

எலெகட்ரான்களை நோமின்வாய விலககும நிலை

வாயின் எதிர்ப்புக்கோ அனறிக் கவர்ச்சிக்கோ உட்படா. ஆகையால இந்த நிலையிலும மினனோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. இதைப் படம் 1.10-இல காண்க.

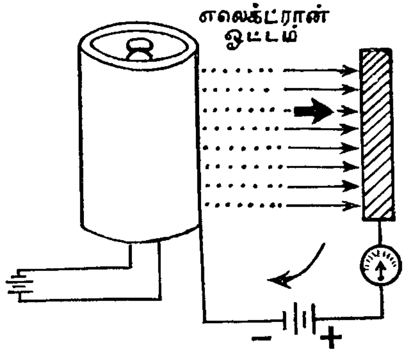


படம் 1·10

எதிா—நோமினவாயகள ஒரே மினனழுததத்தில இருக்கும நிலை

எதிர்மின்வாயைப் பொருத்து, நேர்மின்வாய் நேர்முனை (Positive polarity) ஆக்கப்படும் போது, மின்னோட்டம் சூழ்மின்னூட்டதிலிருந்து (Space Charge) நேர்மின்வாய்க்குப் பாயும். இதை ஒருதிசைக்கடத்தல் (Unidirectional Conduction) என்று வழங்கப்படுகிறது. இவ்வாறு நிகழும் மின்னோட்டதைப் படம் 1·11–இல் காண்க.

நேர்மின்வாயிலுள்ள நேர்மின்னழுத்தம் மேலும் அதிகப்படுத்தும்போது மின்னேட்டமும் அதிகமாகிறது. எதிர்மின் வாயைப் பொறுத்து, நேர்மின்வாய் நேர் ஆக இருக்கும்



படம் 1·11

சூழ் மின்னேட்டத்திலிருந்து நேர்மின்வாய்க்கு மின்னேட்டம் பாய்தல்

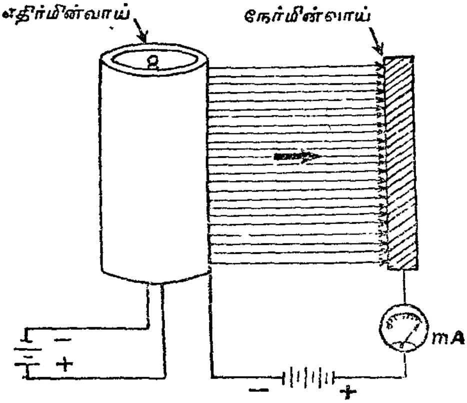
போதெல்லாம், நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் ஒவ்வொரு மாற்றமும் அதற்குத் தகுந்தாறபோல் எதிர்மின் வாயின் மின்னேட்டத்தில் மாறுதலை விளைவிக்கிறது இதுவே டையோடு வேலை செய்யும் முறையாகும்.

சூழ் மின்னூட்டம் (Space Charge)

எதிர்மின்வாயும், மின்னிழையும் மட்டுமே எலெக்ட்ரான் குழாயில் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். எலெக்ட்ரான்களைக் கவரும் நேர்மின்வாய் இல்லாததால் எதிர்மின்வாயைச் சுற்றிலும் மேகத்திரள் போன்ற கூட்டத்தை, வெளியிடப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் ஏற்படுத்திவிடும். இந்த அமைப்பைச் "சூழ் மின்னூட்டம்" என்று அழைக்கின்றோம். எலெக்ட்ரான்கள் மட்டுமே இந்த அமைப்பில் இருப்பதால் சூழ்மின்னூட்டம் எதிர் மின்னூட்டமாக அமைந்துவிடுகிறது. இதனால் எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்கள் விலக்கப்பட்டு நேர்மின் வாயை அடைய முடியாமல் தடுக்கப்படுகின்றன.

நேர்மின்வாய்க்குத் தேவையான அதிக அளவு மின்னழுத்தம் தரப்பட்டால், எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளியாகும் எலெக்ட்ரான்கள் முழுவதும் நேர்மின்வாயால் கவரப்படும். இந்த

நிலையில் சூழ்மின்னூட்ட விளைவு முழுவதும் நீக்கப்பட்டு விடுகிறது. எனவே மின்னோட்டமானியில் உயர் அளவு மின்னோட்டம் இருப்பதைக் காணலாம். படம் 1·12-இதைத் தெளிவாக விளக்குகிறது.



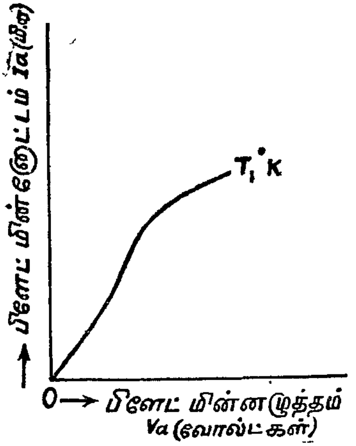
படம் 1 12

இந்த அளவுக்கும்மேல் மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தினுமென்றாலும், மின்னோட்டம் அதிகமாகாமல் இருப்பதைக் காண்கிறோம். ஏனெனில் எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளியாகும் எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு வரம்புக்கு மேல் அதிகரிக்காதாகையால் மின்னோட்டத்திற்கும் ஓர் உச்சவரம்பு ஏற்பட்டுவிடுகிறது.

பல்வேறு வெப்பநிலைகளில் நேர்மின்வாயின் மின்னோட்ட —மின்னழுதத்திற்கு இடையேயுள்ள தொடர்பை வரைபடம் மூலம் காட்டலாம். அதில் அமையும் தனிப்பண்பு வளைவு மூலம் (Characteristic curve) அவற்றின் தொடர்பை விளக்கலாம். இது படம் 1.13-இலும் 1.14-இலும் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

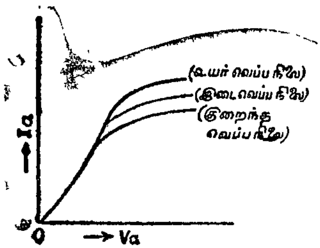
நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருக்கும்வரை, எல்லா விளைவுகளும் ஒரே சீராக அமைவதோடு எதிர் (Negative) சூழ் மின்னூட்டம் எலெக்ட்ரான் ஓட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதையும் நாம் அறிவோம். இந்த நிலையில் நேர்மின்வாயின் மின்னோட்டம் எதிர்மின்வாயின் வெப்பநிலைக்குத் தகுந்தாற்போல் அமையாமல் தனித்தே அதன் அளவு அமைந்திருக்கும். இத்தகு விதிமுறையில் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம்

"சூழ்மின்னூட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மின்னோட்டம்" (Space charge limited current) என்று அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 1·13

டையோடின் தனிப்பண்பு வளைவுகள்.



படம் 1·14

நேர்மின்வாய மின்னோட்ட—மின்னழுத்தத் தொடர்பு

நேர்மின்வாயில் உயர்ந்த அளவு மின்னழுத்தம் இருக்கும் போது, சூழ்மின்னூட்டம் (space charge) முழுவதும் நடுநிலை ஆக்கப்படுகிறது (Neutralised). அதன் விளைவைப் படத்தில் சிறப்பியல்பு வளைவுகள் தட்டையாக (flattening) அமைவதின் மூலம் அறியலாம். எல்லா எலெக்ட்ரான்களும் நேர்மின் வாயால் கவரப்படும்போது, நேர்மின்வாயின் மின்னோட்டம் அதன் மின்னழுத்தத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் அமையாது, தனித்தே இருக்கும். மொத்தமாக, வெளியிடப்படும் (Total Emission) மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாக, நிலையான ஒரு உச்ச மதிப்பையும் இது பெறும். இந்த உச்ச மதிப்பைப் பெற்ற வெளியீட்டைத் "தெவிட்டிய வெளியீடு" (Emission Saturation) என்றும், இத்தகைய சூழ்நிலையில் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் "கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெளியீட்டு (Emission Limited) மின்னோட்டம்" என்றும் குறிப்பிடுகிறோம்.

நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தின் வேறுபாட்டுக்கு ஏற்ப மிகவும் நுண்ணிய மாற்றம் அடையும் தன்மை சூழ்மின்னூட்டத்திற்கு உண்டு. எனவேதான் எந்த ஒரு வெற்றிடக் குழாயும் சூழ்மின்னூட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையிலேயே இயக்கப்படும்.

(4) டிரையோடு (Triode)

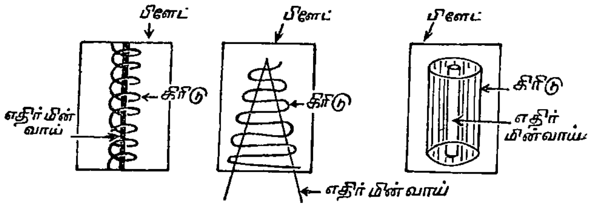
1907-ஆம் ஆண்டு டாக்டர் லீ டி பாரஸ்ட் (Dr. Lee De Forest) என்பவர் டையோடு குழாயில் மேலும் ஒரு மின்வாயை நுழைத்ததின் காரணமாக டிரையோடு என்ற புதியதொரு எலெக்ட்ரான் குழாய் தோன்றிற்று. அதன்மூலம் எலெக்ட்ரான் இயல் துறையில் பல புது வழிமுறைகள் ஏற்படத் தொடங்கின.

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்றுவதற்குப் பொதுவாக வெற்றிட டையோடு உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. அலைப்பண்பேற்றப்பட ரேடியோ அலை அதிர்வெண் மின்னழுத்தத்திலிருந்து(Modulated radio frequency voltage) கேள்திறன் அதிர்வெண் (Audio frequency) மின்னழுத் த்தைப் பிரித்தெடுக்கவும் டையோடு பயன்படுகிறது. இதைத் தவிர டையோடு அலை இயற்றியாகவும் (Oscillator), பெருக்கி யாகவோ (Amplifier) இயங்க இயலாது. ஆனால் டிரையோடு பெருக்கியாகவும், அலை இயற்றியாகவும், அலைப்பண்பேற்றி யாகவும் திறம்பட இயங்கும்.

டிரையோடு மூன்று மின்வாய்களைத் தன்னகத்தே கொண் டிருக்கும் டையோடு குழாயில் எதிர் மின்வாய்க்கும் நேர் மின் வாய்க்கும் இடையே திரை வடிவத்தில் கிரிடு (Grid) எனப் படும் ஒரு மின்வாயைப் புகுத்தினால் அந்தக் குழாய் டிரை யோடாக மாறிவிடும். நேர்மின்வாய்க்குச் செல்லும் எலெக்ட் ரான்களின் ஓட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதே கிரிடின் வேலை யாகும்.

கிரிடின் அமைப்பு பல்வேறு வடிவில் இருக்கும் தட்டை யான அல்லது ஓவல் வடிவ அமைப்பில் உள்ள வட்டச் சுருளா கவும், ஏணி வடிவம் கொண்ட அமைப்பிலும், இன்னும் பல் வேறு வடிவங்களிலும் இருக்கும் குழாயின் வடிவ அமைப் பிற்கும், அதைப் பயன்படுத்தப்படும் சூழ்நிலைக்கும் ஏற்றவாறு கிரிடின் வடிவமும், அந்தக் கிரிடின் கம்பிகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளிகளும் வேறுபட்டு அமையும். கிரிடு செய் வதற்கு நைக்ரோம் (Nichrome), மாலிபிடினம் (Molybdenum), இரும்பு, நிக்கல், டங்ஸ்டன் போன்ற உலோகங்களும், மற்றும் பலவித உலோகக் கலவைகளும் பயன்படுகின்றன. எதிர் மின்வாயைப் பொறுத்துச் சாதாரணமாகக் கிரிடு எதிர்மின் னழுத்தத்திலேயே இயக்கப்படுவதால் அது எலெக்ட்ரான்களைக் கவர்ந்திழுக்காது. இந்த எதிர்மின்னழுத்தத்தை " ஒரு சார்பு

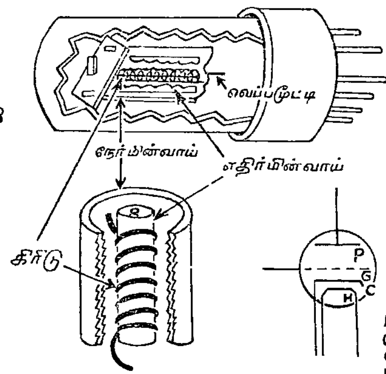
எதிர்மின்னழுத்தம்" (Negative bias) என்கிறோம். இந்த ஒரு சார்பு எதிர்மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்தே எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. கிரிடின் சல்லடை (Sieve) வடிவ அமைப்பினுல், எலெக்ட்ரான்களை வாங்குகின்ற தன்மையுடைய மின்வாயாக இது இயங்காமல், அவற்றின் பெரும்பகுதியைத் தனது இடைவெளிகளின் வழியாக நேர்மின்வாய்க்குச் செல்ல அனுமதிக்கும். இதை ஆளுகை கிரிடு (Control grid) என்று குறிப்பிடுகிறோம். பழக்கத்தில் (அ) நடைமுறையில் வழங்கிவரும் குழாய்களில் பயன்படுத்தப்படும். கிரிடின் பல்வேறு வடிவ அமைப்பைக் கீழ்க்கண்ட படங்களின் வாயிலாக விளக்கலாம்.

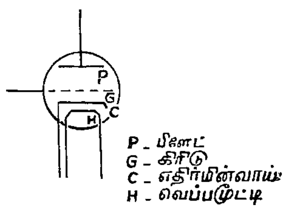


படம் 1·15 படம் 1·16 படம் 1·17

கிரிடு, நேர்மின்வாய், எதிர்மின்வாய் ஆகியவற்றின் வடிவம்.

படம் 1.18





படம் 1·19 படம் 1·20

டிரையோடின் வடிவம்

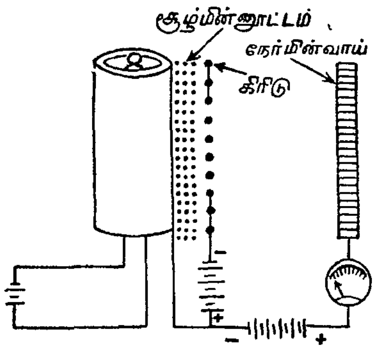
ஆளுகை கிரிடின் செயல் (Action of control grid)

ஆளுகை கிரிடானது, நேர்மின்வாயைக் காட்டிலும் எதிர் மின்வாய்க்கு மிக அருகாமையில் வைக்கப்பட்டுள்ளமையால், இந்த இரு மின்வாய்களுக்கும் ஒரே அளவு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்தால், அதாவது நேர்மின்வாயும் கிரிடும் சமமான மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும்போது, முன்னதின் ஆதிக்கத்தைக் காட்டிலும் பின்னதின் ஆதிக்கமே, குழாயினுள் உள்ள மின்புலத்திலும் அதனகாரணமாக ஏற்படும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்திலும் மிக அதிகமாக இருக்கும். மேலும் எங்கு சூழ்மின்னூட்டம் நெருக்கமாகச் சேர்ந்துள்ளதோ, அங்கு இந்தக் கிரிடு வைக்கப் படுவதினால், குழாயினுள் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் திறனையும் இந்தக் கிரிடு எளிதில் பெறுகிறது இந்தக் கட்டுப் படுத்தும்திறன் கிரிடின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தைப் (Grid bias) பொருத்தது என்பதை எளிதில் உணரலாம்.

இந்த ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் பொதுவாக இருவகை மின்னழுத்தத்தைக் கொண்டிருக்கும் நிலையான ஒருதிசை மின்னழுத்தம் இதில் ஒன்றாகும், இது ஒரு சார்பு மின்னழுத்தமாகும். இது எதிர்மின்வாயைப் பொறுத்து சிறிதளவே எதிர்மின்னழுத்தத்தைக் கொண்டிருக்கும். இதன் முக்கிய வேலை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின்னோட்டத்தை எப்போதும் குழாயினுள் இருக்கவைப்பதாகும். மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தை, ஒரு சார்பு மின்னழுத்தததின்மீது உயர்ந்த அளவு சுமத்தப்படும். அத்தகு மின்னழுத்தம் "சைகை மின்னழுத்தம்" (Signal voltage) எனப்படும். சைகை மாற்றத்திற்கேற்ப நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தை மாற்றுவதற்கே மேற்கண்ட மின்னழுத்தம் உதவுகிறது. இதனால் சைகை மின்னழுத்தத்தின் நேர்ப்படிப் பெருக்கமாக, (Amplified replica) நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் அமைகிறது. கிரிடில் ஏற்படுகின்ற குறைந்த அளவு மின்னழுத்த வேறுபாடானது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் அதிக அளவு வேறுபாட்டைக் கொடுப்பதால்தான் மேற்கூறிய பெருக்கம் ஏற்படுகிறது.

எதிர்மின்வாயைப் பொறுத்து கிரிடு தேவையான அளவு எதிர்முனையாக மாறும்போது, எதிர்மின்வாயிற்கு அருகில் அமைந்துள்ள சூழ்மின்னூட்டத்தினின்றும் வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்களை அது விலக்குகிறது. அதே சமயத்தில் நேர்மின்வாயானது நேர்முனையாக இருப்பதால் அந்த எலெக்ட்

ரான்களைக் கவர்ந்து இந்த விலக்கமும் கவர்ச்சியும் எந்த நிலையில் ஒன்றையொன்று சரியீடு செய்து கொள்கிறதோ அந்த நிலையை "வெட்டு" (Cut-off) எனறு கூறுகிறோம். இந்த நிலையில் நேர்மின்வாயை நோக்கி வரும் எலெக்ட்ரான்கள் கிரிடால் தடுக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. எனவே மின்னோட்டம் நடைபெறுவதில்லை. இந்த நிலையைப் படம் 1 21 குறிக்கிறது.

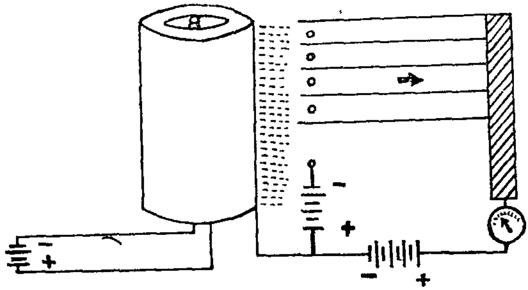


படம் 1 21

இந்த நிலையை அடையும்போது கிரிடில் உள்ள எதிர்மின்னழுத்தத்தை "வெட்டுமின்னழுத்தம்" என்கிறோம். இந்த நிலையினைவிட மேலும் கிரிடை எதிர்முனையாக்கப்படும்போது குழாய் "வெட்டுக்கப்பால்" (Beyond cut-off) இயங்குவதாகக் கூறுகிறோம். இந்நிலையில் மின்னோட்டம் நடைபெற வாய்ப்பே இல்லை. எனவே நேர்மின்வாயின் மின்னோட்டத்தை வெட்டுவதற்குப் போதுமான எதிர்மின்னழுத்தம் கிரிடுக்கும் எதிர்மின்வாயிற்குமிடையே இருக்குமானால் அந்த மின்னழுத்தத்தை வெட்டுமின்னழுத்தம் என வரையறுக்கலாம். இந்த வெட்டுமின்னழுத்தத்தைவிட அதிக அளவுள்ள ஒரு சார்பு மின்னழுத்தங்கள் (Bias voltages) குழாயின் செய்கையில் எந்தவித விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை.

கிரிடின் எதிர்மின்னழுத்தம் குறைக்கப்படும்போது சூழ்மின்னூட்டத்திலிருந்து சில எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயிற்குச் செல்லமுடியுமாதலால் மின்னோட்டம் சிறிதளவு ஏற்படும். மேலும் மேலும் கிரிடின் எதிர் மின்னழுததததைக் குறைக்கும்போது அதிகப்படியான எலெக்ட்ரான்கள் கிரிடு கம்பிகளுக்கு இடையே நேர்மின்வாயிற்குச் செல்வதால் தொடர்ந்து

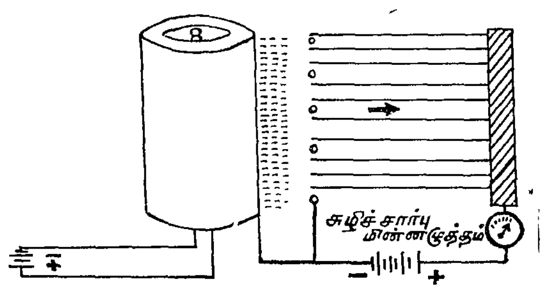
மின்னோட்டமும் அதிகமாகும். இத்தகைய மின்னோட்டத்தைப் படம் 1·22-இல் காணலாம்.



படம் 1·22

கிரிடின் எதிர்மின்னழுத்தம் குறையும்போது சில எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயிற்குச் செல்லுகின்றன

கிரிடு மின்னழுத்தம் சூழி (Zero) நிலையில் இருக்கும்போது அது எலெக்ட்ரான் ஓட்டததை எந்த விதத்திலும் கட்டுப்படுத்துவதில்லை. எனவே நேர்மின்வாய் அதிகப்படியான எலெக்ட்ரான்களைக் கிரிடுக் கம்பிகளுக்கு இடையே கவர்ந்து இழுக்கும். இதனால் சூழ்மின்னோட்டத்திலிருந்து நேர்மின்வாயிற்கு அதிக அளவு மின்னோட்டம் பாயும் இதைப் படம் 1·23 விளக்குகிறது.

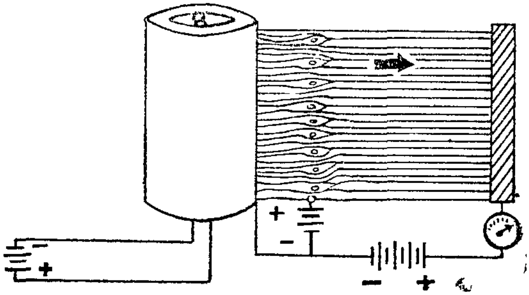


படம் 1·23

கிரிடில் ஒருசார்பு மின்னழுத்தம் இல்லாத போது ஓரளவு அதிகப்படியான எலெகடரான்கள் நேர்மினவாயிற்குச் செல்லுகின்றன,

எதிர்மின்வாயைப் பொறுத்து (With respect to cathode) கிரிடு நேர்முனையாக ஆக்கப்படும்போது மேலும் அதிக மின்னோட்டம் பாயும். எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளியாகும்

எலெக்ட்ரான்கள் எண்ணிக்கையில் ஒரு உச்சநிலையை அடையும் தருணத்தை கிரிடு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நேர்முனையாக இருக்கும்போது காணலாம். அதாவது அது தெவிட்டிய நிலையினை (Saturation Stage) அடையும் இந்தத் தெவிட்டிய நிலைக்குப் பிறகு மேலும் மேலும் நேர்மின்னழுதததத்தைக் கிரிடுக்குக் கொடுத்தால் அது எந்த விளைவையும் உண்டாக்காது. இத்தகு நிலையைப் படம் 1·24-இல் காண்க



படம் 1·24

தெவிட்டிய மின்னோட்டம்

கிரிடு நேர்மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும்போது, நேர்மின் வாயைப் போலவே இதுவும் எலெக்ட்ரான்களைக் கவரும். எனவே எதிர்மின்வாயிற்கும் கிரிடுக்கும் இடையில் மின்னோட்டம் நிகழும். இந்தக் கிரிடு மின்னோட்டத்தால் நமக்கு எந்தவிதப் பயனும் இல்லை. இவ்வாறு மின்திறன் வீணுவதைத் தடுக்கவும், தெவிட்டிய நிலையில் அதிக மின்னோட்டத்தால் குழாய் சேதமடைவதைத தவிர்க்கவும், பொதுவாக எதிர்மின் வாயைப் பொறுத்து கிரிடை எதிர்மின்னழுத்தத்திலேயே வைக்கப்பட்டு, எலெக்ட்ரான் குழாய்கள் இயக்கப்படுகின்றன.

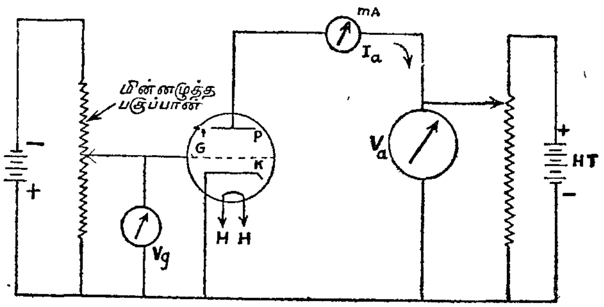
டிரையோடின் தனிப்பண்பு வளைவுகள் (Characteristic curves of the triode)

டிரையோடில் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் (V_a), கிரிடு மின்னழுத்தம் (V_g), நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் (I_a) ஆகியவற்றின் தொடர்புகளைத் தனிப்பண்பு வளைவுகளின் மூலம் நன்கு கண்டறியலாம். நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தமும் கிரிடு மின்னழுத்தமும் தனித்தனியே மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த வல்லன. எனவே இரண்டு வகையான வரைபடங்களை வரையலாம்.

1. மாறுத கிரிடு மின்னழுத்தத்தில், நேர்மின்வாயின் மின்னோட்டம் மின்னழுத்தம் ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை வைத்து ஒரு வரைபடம் வரையலாம்.

2. மாறுத நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தில், கிரிடு மின்னழுத்தம் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை வைத்துக் கொண்டு வேறு ஒரு வரைபடம் வரையலாம்.

முன்னது நேர்மின்வாய் தனிப்பண்பு வளைவுகள் (Anode characteristic curves) எனறும், பின்னது பரிமாற்றுத் தனிப் பண்பு வளைவுகள் (Mutual characteristic curves) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. இதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மின்சுற்று (Circuit) கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1·25

மின்வாய்களுக்கு நிலையான மின்னழுத்தத்தை (Steady voltage) அளிப்பதாலும், பளு தடையை (Load resistance) நேர் மினவாய் மின்சுற்றில் (Anode circuit) சேர்க்கப்படாததாலும் முன்பு கண்டவாறு வரையப்படுகின்ற தனிப்பண்பு வளைவுகள், நிலையியல தனிப்பண்புகள் (Static characteristics) என்று அழைக்கப்படுகினறன.

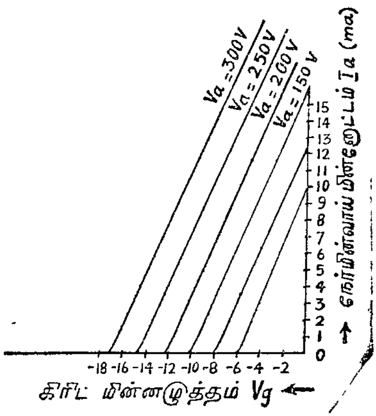
குழாயிலிருந்து மின்திறனைப் பெறுவதற்காக நேர்மின்வாய் மின்சுறறில் பளுதடையைச் சேர்த்தும், மின்வாய்களுக்குச் சைகை மினனழுந்தத்தைக் கொடுத்தும் இயக்கி அதன் மூலம் வரையும் தனிப்பண்பு வளைவுகளை, இயக்கப் பண்புகள் (Dynamic c' aracteristics) என்று வழங்கப்படுகின்றன.

நேர்மின்வாய், கிரிடு ஆகியவற்றிற்குத் தேவையான அளவு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்க மின்னழுத்தப் பகுப்பான்கள் (Potential dividers) உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. மின்வாய்களில் அமையும் மின்னழுத்தத்தையும் மின்னோட்டத்தையும் அளப்பதற்குத் தகுந்த வோல்ட் மீட்டரும், மில்லி அம்மீட்டரும், பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 6 J 5 டிரையோடின் தனிப்பண்பு வளைவுகள் மாதிரிக்காக இப்பகுதியில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பரிமாற்றுத் தனிப்பண்புகள் (Mutual characteristics)

பிளேட் மின்னழுத்தத்தை மாறாமல் நிலையாக ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் வைத்துக்கொண்டு, பல்வேறு கிரிடு மின்னழுத்தத்தில் முறையே நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனால் ஒரு வளைவு கிடைக்கும் பிறகு பல்வேறு மாறாத குறிப்பிட்ட அளவு நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்களுக்கு ஏற்ப பல பரிமாற்றுத் தனிப்பண்புகளை வரையலாம். அவற்றைப் படம் 1.26இல் காணவும்.

ஒவ்வொரு வளைவும் (curve) கிரிடு மின்னழுத்த அச்சினை (axis) ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் சந்திப்பதைக் காணலாம். கொடுக்கப்பட்ட புள்ளியில் சந்திப்பதைக் காணலாம். கொடுக்கப்பட்ட நிலையான நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தில் அதன் மின்னோட்டத்தை நிறுத்துவதற்குப் போதுமான கிரிடின் எதிர்மின்னழுத்த மதிப்பையே அப்புள்ளி குறிப்பிடுகிறது இதுவே அதன் 'வெட்டு' மின்னழுத்தமாகும் என்பதை எளிதில் உணரலாம்.



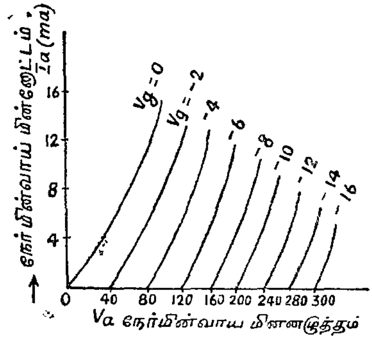
படம் 1·26

நேர்மின்வாயில் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது அதன் மின்னோட்டத்தை வெட்டுதற்குரிய ஒருசார்பு எதிர்மின்னழுத்தம் (Negative bias) அதிகமாவதைக் காணலாம். மேலும் வெட்டு மின்னழுத்தத்தைக் குறிக்கும் புள்ளிகளுக்கு அருகாமையில் உள்ள கோடுகள் அதிகமாக வளைந்துள்ளதையும்

மையப்பகுதியும் மேல்பகுதியும் ஏறக்குறைய நேர்கோடாக இருப்பதையும் காண்க. நேர்கோடாக இருக்கும் சூழ்நிலையிலேயே பொதுவாக எப்போதும் டிரையோடு இயக்கப்படுகிறது. இந்த நேர்கோடாக அமைந்துள்ள பகுதி எதைக் குறிப்பிடுகிறது? கிரிடு அல்லது சைகை மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் சமமான மாறுதல்கள் (Equal changes) நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்திலும் சமமான மாறுதல்களை ஏற்படுத்துவதையே குறிப்பிடுகிறது என்பதை நாம் அறியவேண்டும். அதாவது நேர் கோட்டுப் பகுதிக்குள் எங்கு சரிவு மதிப்பைக் (Slope value) கணக்கிட்டாலும் அது ஒரே அளவானதாக இருக்கும்.

நேர்மின்வாய் தனிப்பண்புகள் (Anode characteristics)

குறிப்பிட்ட மாருத மின்னழுத்தத்தில் கிரிடு வைக்கப்பட்டு, பல்வேறு நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடும் அதன் மின்னோட்டத்தைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இவற்ருல் ஒரு நேர்மின்வாய் தனிப்பண்புக்கோடு வரையலாம். கிரிடு மின்னழுத்தத்தைப் பல்வேறு அளவிற்கு மாற்றி மேற்கண்ட முறையில் பல வளைவுகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையலாம்.



படம் 1·27

குறிப்பிட்ட மதிப்புடைய மாருத மின்னழுத்தத்தில் கிரிடு இருக்கும்போது, வெவ்வேறு மின்னழுத்தத்தில் நேர்மின்வாய் இருந்தால் அதன் மின்னோட்டத்தின் அளவு எவ்வாறு இருக்கும் என்பதையே படத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு வளைவும் காட்டுகிறது.

டிரையோடின் குணகங்கள் (Coefficients of triodes)

ஏதாவதொரு இயங்கும் புள்ளியில் (Operating point) எலெக்ட்ரான் குழாயை இயக்கும்போது அக்குழாயின் செயல் முறையை மூன்று மாருத குணகங்களால் (constant Coefficients) குறிப்பிடலாம். அவைகளாவன :

(i) நேர்மின்வாய் தடை R_p
(ii) பரிமாற்றுக் கடத்துதிறன் (mutual conductance) g_m
(iii) பெருக்கு எண் (Amplification factor) μ

(i) நேர்மின்வாய் தடை: மாருத கிரிடு மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுதலுக்கும் (δV_a) அதன் மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் மாறுதலுக்கும் (δI_a) இடையே உள்ள விகிதத்திற்கு "நேர்மின்வாய் தடை" என்று பெயர்.

அதாவது மாருத மின்னழுத்தத்தில் கிரிடு இருக்கும்போது

$$R_p = \frac{\delta V_a}{\delta I_a}$$

(ii) மாருத மின்னழுத்தத்தில் நேர்மின்வாய் இருக்கும் போது, நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தின் மாற்றத்திற்கும் (δI_a) கிரிடு மின்னழுத்த மாற்றத்திற்கும் (δV_g) இடையே உள்ள விகிதத்தையே பரிமாற்றுக் கடத்துதிறன் (mutual conductance) என்கிறோம்.

மாருத நேர்மின்வாய் மின்னழுத்ததில்,

$$g_m = \frac{\delta I_a}{\delta V_g}$$

(iii) நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் ஒரே அளவு மாற்றத்தை ஏற்படுதத, நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தில் உண்டாக்க வேண்டிய மாற்றத்திற்கும், கிரிடு மின்னழுத்தத்தில் உண்டாக்க வேண்டிய மாற்றத்திற்கும் இடையே உள்ள விகிதமே பெருக்கு எண் (μ) ஆகும். அதாவது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தில் ஒரே அளவு மின்னோட்ட மாற்றம் ஏற்படும் போது,

$$\text{பெருக்கு எண் } \mu = \frac{\delta V_a}{\delta V_g}$$

மேலும் $\mu = R_p \times g_m$ என்பதை எளிதில் காணலாம்.

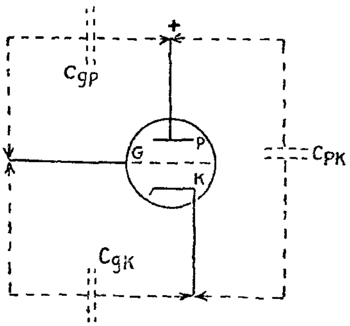
நிலையியல் தனிப்பண்புகளிலிருந்து மேற்கண்ட மூன்று மாறிலிகளையும் (Constants) கணக்கிடுவதால் அவை நிலையியல் மாறிலிகள் (Static constants) எனப்படும். நேர்மின்வாயின் மின் சுற்றில் பளுவைச் சேர்த்துவிட்டால் பின்பு இம்மாதிரிக் கிடைக்கும் வளைவுகள் இயக்கப் பண்புகளாகிவிடும் (Dynamic characteristics).

டிரையோடின் குறைபாடுகள்

மின்கடத்தாப் பொருளினுல் (Dielectric) இரண்டு உலோகத் துண்டுகள் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும் அமைப்பினை மின்தேக்கி (Capacitor) என்று நாம் கூறுகிருேம். எலெக்ட்ரான் குழாயில் உள்ள ஒவ்வொரு மின்வாய் ஜோடியும் (pair) சிறிய மின்தேக்கியாக வேலை செய்கிறது டிரையோடில் மூன்று மின்வாய்களுமே வெவ்வேறு மின்னழுத்தங்களில் இருப்பதால் அதில் கீழ்க்காணும் மூன்று மின்தேக்கிகள் உள்ளன.

1. கிரிடும் நேர்மின்வாயும் சேர்ந்த அமைப்பு.
2. கிரிடும் எதிர்மின்வாயும் சேர்ந்த அமைப்பு,
3. நேர்மின்வாயும் எதிர்மின்வாயும் சேர்ந்த அமைப்பு.

இவைகளை இடை மின்வாய் மினதேக்குத்திறன்கள் (Inter-electrode Capacitances) என்று அழைக்கிருேம். இவைகளின் மின்தேக்குத்திறன் சில மைக்ரோ ஃபாரடுகளே (Micro farads) ஆகும். மின்வாய்களுக்கு இடையே அமையும் இந்த மின்தேக்குத்திறனுனது மின்வாய்களின் வடிவத்தையும், அவற்றின் இடைவெளியையும், மினகடத்தாப் பொருளின் (dielectric) தன்மையையும் பொறுத்து அமையும். டிரையோடின் இடை மின்வாய் மின்தேக்கிகளைப் படம் 1·28-இல் காண்க.



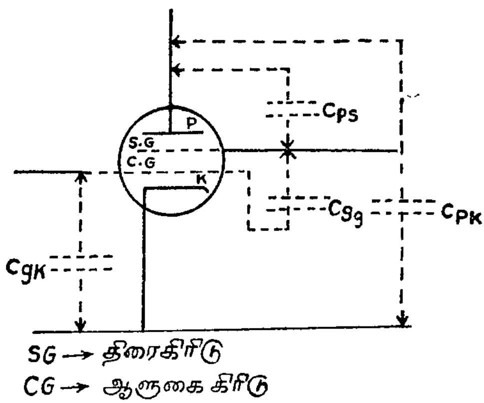
படம் 1·28
டிரையோடின் இடைமின்வாய் மின்தேக்கிகள்

டிரையோடு குறைந்த அதிர்வெண் பெருக்கியாக (Low frequency Amplifier) இயங்கும்போது குறைந்த அளவுள்ள இடைமின்வாய் மின்தேக்குத்திறன் குழாயின் பயனுறுதிறனை (efficiency) அதிகமாகப் பாதிக்காது. ஆயினும் இது உயர் அதிர்வு எண பெருக்கியாக (High frequency Amplifier) இயங்கும் போதுஇந்த இடைமின்வாய் மின்தேக்கியானது இணைத்தடை விளைவை (Shunting effect) உண்டாக்கி குழாயின் பயனுறு திறனைக் குறைத்துவிடும். மேலும் அலையியற்றியாக (Generator of Oscillations) டிரையோடு இயங்கும்போது அது ஒரு வரம்பு எல்லைக்கு உட்பட்டே இயங்கவேண்டியுள்ளது. எதிர்

மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாயிற்கு எலெக்ட்ரான் கடக்கத் தேவையான நேரத்திறகு "கடக்கும் காலம்" (Transit time) என்று பெயர். இந்தக் கடக்கும கால விளைவினை (Transit time effect) உயர் அதிர்வெண் அலையியறறியாக இருப்பதற்கு டிரையோடு மிகவும் ஏறறதாக அமைவதில்லை. எனவே டிரையோடில் உள்ள இடை மின்வாய் மின்தேக்கியானது அது பெருக்கியாகவும், அலை இயற்றியாகவும் இயங்குவதற்கு ஒரு வரம்பு எல்லையை ஏற்படுததிவிடுகிறது.

5. டெட்ரோடு (Tetrode)

இடை மின்வாய் மின்தேக்குத் திறனைக் குறைப்பதற்காக இரண்டாவது கிரிடு ஒன்றை நேர்மின்வாயிற்கும், ஆளுகை கிரிடுக்கும் (Controlling Grid) இடையில் வைக்கப்படுகிறது. இந்த இரண்டாவது கிரிடு திரை கிரிடு (Screen grid) எனப்படும். இந்த கிரிடு டிரையோடில (மூனறு மினவாய் குழாய்) வைக்கப் படும்போது அது டெட்ரோடாக (நான்கு மினவாய் குழாய்) மாறிவிடுகிறது. ஆளுகை கிரிடிறகும், நேர்மின்வாயிற்கும் இடையே திரைகிரிடானது "நிலை மின பாதுகாபபாக" (Electrostatic shield) இயங்குகிறது. இது சல்லடை வடிவில் இருப்ப தால் எப்படியும் எலெகட்ரான்கள் இதன் வழியே கடந்து செல்லும். இந்தத் திரை கிரிடானது கிரிடு—நேர்மின்வாய் இடைவெளியை இரணடாகப பிரிதது, தொடர்முறையில்



படம் 1·29

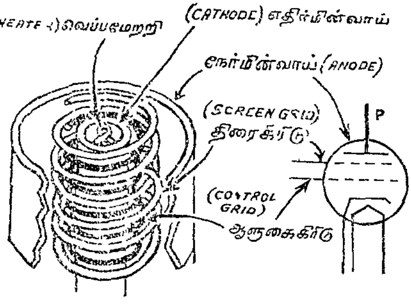
டிரையோடில் திரைகிரிடு வைக்கப்பட்டு டெட்ரோடாகி இரு மின்தேககிகளை கொண்டிருததல்

இணைந்த (Connected in series) மின்தேக்கிகளாக மாற்றி இடை மின்வாய் மின்தேக்குத் திறனைக் குறைத்துவிடுகிறது. அதாவது ஆளுகை கிரிடும் திரையும் ஒரு மின்தேக்கியாகவும், திரையும் நேர்மின்வாயும் மற்றொரு மின்தேக்கியாகவும் இயங்குகின்றன. தொடராக இணைக்கப்பட்ட இரண்டு மின் தேக்கிகளின் மொத்த மின்தேக்குத்திறன் அவற்றின் ஏதாவது ஒன்றின் மின்தேக்குத்திறனைக் காட்டிலும் குறைவானதாகும என்பது இங்கு குறிப்பிடததக்கதாகும். எவ்வாறு இடை மின்வாய் மின்தேக்குத்திறன் டெட்ரோடில் குறைக்கப்படுகிறது என்பதைக் கீழ்க்கண்ட படம் தெளிவாக விளக்குகிறது.

ஆளுகை கிரிடுக்கும் நேர்மின்வாயிற்கும் இடையே உள்ள மொத்த மின்தேக்குத் திறன்

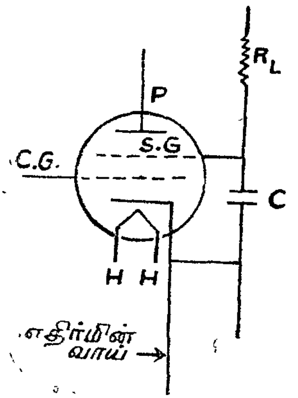
$$C_{gp} = \frac{1}{\left[\frac{1}{C_{sg}} + \frac{1}{C_{ps}}\right]}$$

தொடக்கத்தில் இந்த திரைகிரிடு எதிர்மின்வாயோடு இணைக்கப்பட்டு, இடை மின்வாய் மின்தேக்குத்திறனைக் குறைந்த அளவு மதிப்புக்குக் (·01Pf) கொணடுவரப்பட்டது. திரை கிரிடு நுழைக்கப்பட்டதால் நாம் விரும்பும் விளைவு ஏற்பட்டாலும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் கணிசமான அளவு குறைந்துவிடுகிறது. இதைத் தவிர்ப்பதற்கு எதிர்மினவாயைப் பொறுத்து, திரை, நேர்முனை ஆக்கப்படவேண்டும். டெட்ரோடுகள் நேர்முகமாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாயைக் கொண்டிருக்கும். டெட்ரோடின் அமைப்பு படம் 1·30-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. படம் 1.31-இல் காட்டப்படும் டெட்ரோடு, சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படும் போது குறிப்பிடும் மரபுவழி குறியாகும்.



படம் 1·30
டெட்ரோடின் அமைப்பு

பழக்கத்தில் உள்ள (டெட்ரோடு மின்சுற்றுகளில் திரையானது நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தைவிட ஓரளவு குறைவான மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும்). மேலும் திரைக்கும் எதிர்மின்வாயிற்கும் இடையே ஒரு தனி மின்தேக்கி இணைக்கப்படும். இதன் காரணமாகத் திரையானது மாறுதிசை மின்னோட்டத்திற்கு எதிர்முனையில் (Negative terminal) இணைக்கப்பட்டுள்ளது போலும் நேர்திசை மின்னோட்டத்திற்கு அவ்வாறு இணைக்கப்படாதது போலும் அமைகிறது. ஏனெனில் மின்தேக்கியின் வழியாக மாறுதிசை மின்னோட்டம் நடைபெறும். நேர்திசை மின்னோட்டம் நடைபெறாது. எனவே படம் 1·31-இல் R_L என்ற மின்தடை திரை கிரிடோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளதும், C என்ற தனி மின்தேக்கி சேர்க்கப்பட்டுள்ளதும் ஏன் என்பது இப்போது புலனாகும்.



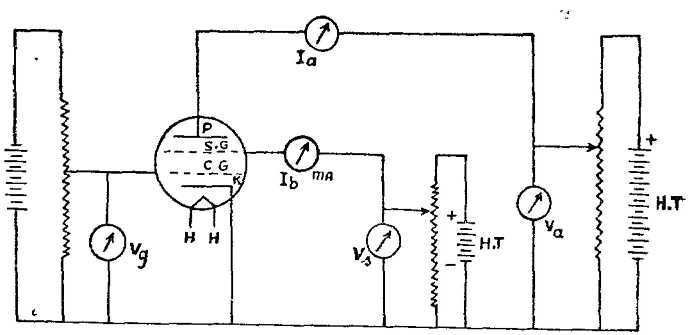
படம் 1·31
சுற்றுகளில் காட்டுதற்குரிய டெட்ரோடின் மரபுவழி குறி

இத்தகு திரை உள்ள குழாயில், நேர்மின்வாயின் மின்னோட்டம் அதன் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்து அமையாமல் பெரும்பாலும் தனித்தே இருக்கும். இதற்குக் காரணம் யாதெனில் எதிர்மின் வாயிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்களைத் திரையானது நேர்மின்வாயால் கவரப்படுவதைக் கட்டுப்படுத்துவதேயாகும். திரையை நேர்மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டிருப்பதால் எலெக்ட்ரான்கள் கவரப்பட்டு, அதன் இடைவெளி வழியாக நேர்மின்வாயை அடைகின்றன. எனவே மின்னோட்டத்தை நிர்ணயிப்பதில் திரைமின்னழுத்தமானது நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகப் பங்கு பெறுகிறது.

டெட்ரோடின் தனிப்பண்பு வளைவுகளை வரைவதின் மூலம் அது செயல்படும் முறையைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். அதற்குரிய மின்சுற்றைப் படம் 1·32-இலும், தனிப்பண்பு வளைவுகளைப் படம் 1·33-இலும் காணலாம்.

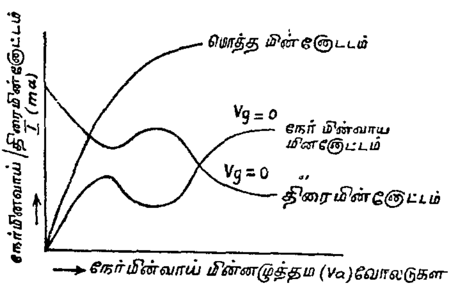
மாறுத திரை மின்னழுத்தத்தில் டெட்ரோடின் தனிப்பண்புகளை வரைபடம் காட்டுகிறது. சுழி (Zero) மின்னழுத்தத்

திலிருந்து நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தம் அதிகப்படுத்தப்படும் போது அதன் மின்னோட்டமும் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லை வரை அதிகமாகிறது. திரை மின்னழுததததிற்குச சற்றுக் குறைவாக நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் இருககும்போது அதன் மின்னோட்டம் குறைந்துகொண்டேபோய் குறைந்தபட்ச மதிப்பை அடைந்து மீண்டும் நிலையான மதிப்புக்கு உயருவதைக் கூர்ந்து கவனிக்க வேண்டும்.



படம் 1·32

டெடரோடின் தனிபபணபுகளை உரைவதற்குரிய மின்சுற்று



படம் 1·33

டெட்ரோடின் தனிபபணபுகள்

திரை மின்னோட்டத்திற்கும் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைக் குறிக்க வரையப்படும்

வரைபடமானது. நேர்மின்வாய் மின்னேட்ட, மின்னழுத்தங்களுக்கு இடையே உள்ள தொடர்பைக் குறிக்கும் நேர்மின் வாய்த் தனிப்பண்பின் பிரதிபலிப்பாக அமைந்துள்ளதைக் காண்க. இருப்பினும் மொத்த மின்னேட்டத்திற்கும் நேர்மின் வாய் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பில் எந்த வித நெளிவும் (Kink) இருப்பதில்லை.

நெளிவிற்குப் பக்கத்தில், நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தம் அதிகமாகும்போது அதன் மின்னேட்டம் குறைவதை வரை படத்தில் காண்கிறோம். இது ஓமின் விதிக்கு (Ohm's law) முரண்பாடாக உள்ளது. இதையே எதிர்மின் தடை (Negative resistance) என்று குறிப்பிடுகிறோம்.

டெட்ரோடிற்கு என்றே உள்ள இந்தத் தனிப்பட்ட எதிர் மின்தடைப் பண்பினைச் சற்று விளக்கமாகத் தெரிந்துகொள் வோம். திரை மின்னழுத்தத்தைக் காட்டிலும் மிகக் குறைவான மின்னழுத்தத்தில் நேர்மின்வாயை வைக்கும்போது குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய எலெக்ட்ரான்கள் குறைந்த திசைவேகத் தோடு (Velocity) நேர்மின்வாயை அடையும். நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தம் அதிமாக்கப்பட்டு, திரை மின்னழுத்தத்தைவிடச் சற்றே குறைந்த அளவில் இருக்கும்போது, எதிர்மின்வாயி லிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயில் பின்வரு எலெக்ட்ரான் வெளியீட்டை (Secondary electron emission) உண்டாக்கத் தேவையான அளவு திசைவேகத்தைப் பெறுகின்றன. திரையில் உயர்ந்த அளவு நேர்மின்னழுத்தம் இருப்பதால் எலெக்ட்ரான்கள் கவரப்படுகின்றன. எனவே நேர்மின்வாய்க்குப் போகவேண்டிய எலெக்ட்ரான்களின் எண் ணிக்கை குறைந்துவிடுகிறது. திரை மின்னழுத்தத்தைக் காட் டிலும் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் அதிகமாக்கப்படும்போது எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயோடு மோதலினால் உண்டாகும் பின்வரு எலெக்ட்ரான்களை நேர்மின்வாயே கவர்ந்துகொள் கிறது. எனவே மின்னேட்டம் சீராக (Steadily) உயருகிறது.

தனிப்பண்புக் கோடுகள் நேர்கோடாக அமையும் சூழ் நிலையிலேயே எந்த ஒரு வெற்றிடக் குழாயும் இயக்கப்படும் என்பதை ஏற்கனவே கண்டோம். அதாவது நேர்கோட்டில் உள்ள புள்ளியையே "இயக்கப் புள்ளி"யாக (Working point) தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும். டெட்ரோடின் தனிப் பண்புக் கோட்டிலும் நேர்கோட்டுப் பகுதியில் நாம் தலைகீழ்ச் சரிவு

மதிப்பை (Reciprocal of the slope. i.e., $\frac{1}{\text{Slope}}$) அதாவது

ஒன்றின் கீழ்ச் சரிவின் மதிப்பைக் கணக்கிட்டால், அந்த மதிப்பு உயர்ந்த அளவில் இருப்பதைக் காணலாம். அதாவது நேர் மின்வாயின மின்தடை மிகவும் அதிகமாகும் என்பதை உணர வேண்டும். டெட்ரோடின் பெருக்கு எண (μ) எப்போதும் உயர்ந்த அளவில் இருப்பதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

டெட்ரோடின் குறைபாடுகள்

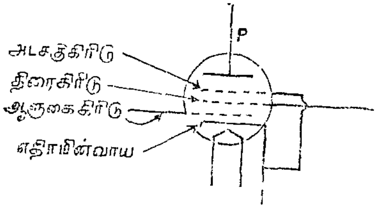
டெட்ரோடின் பெருக்கு எண் உயர்ந்த அளவாக இருந்த போதிலும், இது அதிக அளவு சைகையை (Signal) கையாளு வதற்கான ஒரு பெருக்கியாக (Amplifier) இருப்பதற்குப் பொருத்தமானதல்ல. உள்வரும் சைகை மின்னழுத்தம் (input signal voltage) குறைந்த அளவோடு இருக்காவிட்டால், நேர் மின்வாயினுடைய தனிப்பண்புக் கோடுகளின் நெளிவினால் உருக்குலைவு அல்லது திரிபு (Distortion) ஏற்பட்டுவிடும். எனவே உள்வரும் சைகையைக் கையாளும் திறனில் இது ஒரு வரம்பை ஏற்படுத்திவிடுகிறது.

டெட்ரோடின் எதிர்மின்தடைப் பண்பைப் பயன்படுத்தி உயர் அலை அதிர்வெண் உண்டாக்கலாம். இத்தகு அலை இயற்றி "டைனட்ரான் அலையியற்றி" (Dynatron oscillator) என்றழைக்கப்படுகிறது.

6. பென்டோடுகள் (Pentodes)

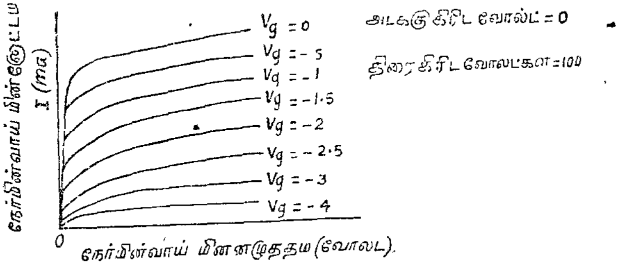
இது ஐந்து மின்வாய்களைக் கொண்ட எலெக்ட்ரான் குழா யாகும். டெட்ரோடின் நேர்மின்வாய்க்கும் திரைக்கும் இடையே அடக்கு கிரிடு (Suppressor grid) என்ற மற்றுமொரு கிரிடு வைக்கபபடுவதால் வேண்டாத விளைவுகளான பின்வரு எலெக்ட்ரான் வெளியீடும், எதிர்மின்தடைப் பண்பும் நீக்கப் படுகின்றன. தனிப்பண்பில் நெளிவுப் பகுதியை ஒதுக்கிவிடும் போது, கிரிடுக்கும் நேர்மின்வாய்க்கும் இடையே குறைந்த மின் தேக்குதகிறன், உயர் பெருக்கு எண், உயர் வெளியீடு திறன் (High power output) ஆகிய டெட்ரோடின் பயன்கள் அனைத் தையுமே பென்டோடுகள் கொடுக்கின்றன. பென்டோடின் அமைப்பைப் படம் 1.34-இல் காண்க.

பெரும்பாலும் எதிர்மின்வாயோடு உட்புறமாகவோ அல்லது வெளிப்புறமாகவோ அடக்கு கிரிடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே இது நேர்மின்வாயைப் பொருத்துப் போதிய அளவு எதிர்மின்னழுதததத்தில் இருக்கும். நேர்மின்வாயால் வெளியிடப்படும் பின்வரு எலெக்ட்ரான்கள் இந்த எதிர்மின்னழுதத்தில் உள்ள அடக்கு கிரிடினல் விலக்கப்பட்டு மீண்டும் நேர்மின்வாய்க்கே செலுத்தப்படுகின்றன.



படம் 1·34
பென்டோடு (Pentode)

பின்வரு எலெக்ட்ரான் வெளியிடு ஏற்படுவதைத் தடுக்காமலேயே அடக்கு கிரிடானது அந்த எலெக்ட்ரான்களின் விளைவை நீக்கிவிடுவது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கதாகும். எனவே நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தம் உயரும்போது அதன் மின்னோட்டமும் சீராக உயரும். மேலும் அடக்கு கிரிடு இருப்பதன் பயனாக கிரிடு—நேர்மின்வாய் மின்தேக்குத் திறன் குறைக்கப்படுகிறது. இக்காரணத்தால் டெட்ரோடில இருப்பதை விட இதில் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் அதன் மினனழுத்தததினின்றும் தனித்தே நிற்கிறது. இந்தக் குண இயலபை வரைபடத்திலுள்ள குறைந்தச் சரிவைக் (Slope) கொண்ட படுக்கைக் கோடுகளைப் போனற நேர்மின்வாய்த தனிப்பண்புக் கோடுகள் மூலம் அறியலாம். 6 J 7 எனற பெனடோடிற்கு வரையப்பட்ட தனிப்பண்புகள் படம் 1·35-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

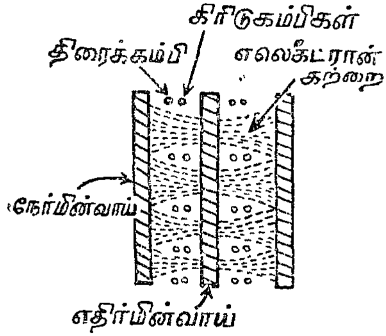


படம் 1·35

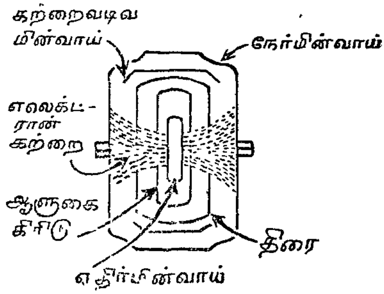
திரை கிரிடின் செயலால் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டமானது அதன் மின்னழுத்தத்தினால் மிக மிகச் சிறிதளவே பாதிக்கப்படுவதையும் அதனால் பென்டோடின் பெருக்கு எண்ணும் நேர் மின்வாயின் மின் தடையும் உச்ச அளவில் இருப்பதையும் வரைபடத்தில் எளிதில் காணலாம். உயர்ந்த மின்னோட்டத்தைப் பெற்றுள்ளமையால், மின்திறன் பெருக்கியாக (Power amplifier) இயங்குவதற்குப் பென்டோடுகள் மிகவும் ஏற்றனவாகும்.

7. திறன்கற்றைக் குழாய் (Beam power tube)

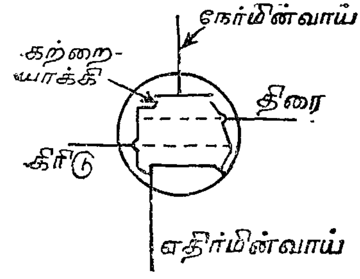
டெட்ரோடில் தகுந்த மாற்றம் செய்வதன் மூலம் அதை எலெக்ட்ரான் கற்றையினை உண்டாக்குகின்ற குணமுள்ள திறன்கற்றைக் குழாயாக மாற்றிவிடலாம். அடக்கு கிரிடைப் புகுத்தாமலேயே இதில் எதிர்மின்தடைக் குணத்தை நீக்க முடியும். திறன்கற்றைக் குழாய் அமைப்பைக் கீழ்காணும் படங்களில் காண்க.



படம் 1·36



படம் 1·37



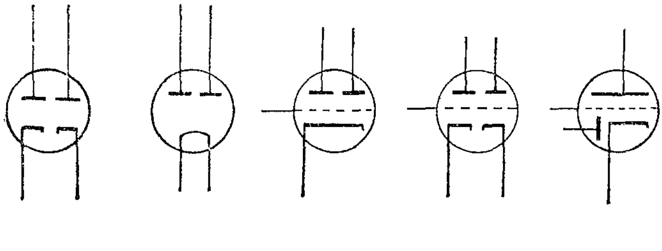
படம் 1 38

திறன் கற்றைக் குழாய் அமைப்பில், திரைக்கும் நேர் மின்வாய்க்கும் இடையே கற்றையை உண்டாக்குகின்ற இரு தட்டுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இத்தட்டுகளே அடக்கு கிரிடின் செயலையும் செய்துவிடுகின்றன. ஆளுகை கிரிடின் கம்பியோடு படியும்படியும் ஒன்றையொன்று தொடாதவண்ணம் ஒரே நேர்கோட்டில் அமையும்

படியும் திரைகிரிடின் கம்பி சுற்றப்பட்டிருக்கும். இத்தகுச் சிறப்பு அமைப்பினால் இந்தத் திறன்கற்றைக் குழாயானது மின்னழுத்தத்தையும், மின்னோட்டத்தையும் பெருக்கும். பெருக்கியாக இயங்கி உயர்ந்த பயனுறுதிறனைக் கொடுப்பதால் இது அதிகத் திறனைக் கையாளவல்லது. பென்டோடுகளைப் போலவே திறன்கற்றைக் குழாயும் மாறாத மின்னோட்டத் தனிப் பண்பு வளைவுகளைக் கொண்டுள்ளது

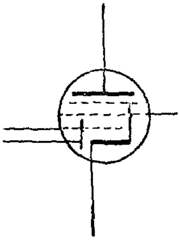
8. கூட்டுக் குழாய்கள் (Combination tubes)

எலெக்ட்ரான் கருவிகளில் குழாய்கள் எடுத்துக்கொள்ளும் இடத்தைக் குறைப்பதற்காக இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குழாய்களின் உறுப்புகளை ஒரே குழாயில் அடைத்து வைக்கப்படுவதும் உண்டு. இத்தகு கூட்டுக்குழாய்கள் நேர்முகமாக வெப்பப்படுத்தப்படும் மின்னிழையையோ அல்லது மறைமுகமாக வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாயையோ கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு டையோடானது டிரையோடு அல்லது பென்டோடுடன் இணைந்து ஒரே குழாயினுள் வைக்கப்படுகிறது. மேலும் இரண்டு டிரையோடுகள் ஒரே தனிக்குழாயில் வைக்கப்பட்டிருப்பதும் உண்டு. பல்வேறு வகையான கூட்டுக் குழாய்கள் படம் 1.39-A முதல் 1.39-M வரை உள்ளவற்றில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவைகள் நடைமுறையில் உள்ள கூட்டுக்

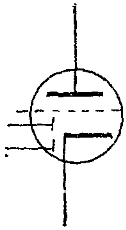


படம் 1·39 A　படம் 1·39 B　படம் 1·39 C　படம் 1·39 D　படம் 1·39 E

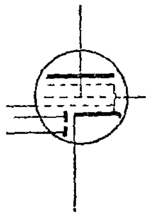
குழாய்கள் சிலவற்றின் அமைப்பைக் குறிக்கின்றன. படங்களின் அமைப்பை எளிதாக்கும் பொருட்டு மின்னிழைகள் அவற்றினின்று நீக்கப்பட்டுள்ளன.



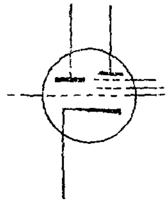
படம் 1·39 F



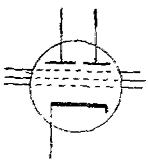
படம் 1·39 G



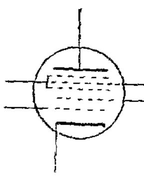
படம் 1·39 H



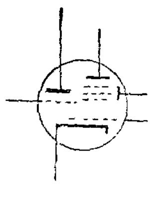
படம் 1·39 I



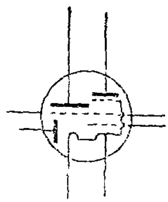
படம் 1 39 J



படம் 1·39 K



படம் 1·39 L



படம் 1·39 M

9. வாயு நிரப்பப்பட்டுள்ள குழாய்கள் (Gas filled tubes)

வெப்ப அயனி வால்வுகளில் (Thermionic Valves) குறைந்த அளவு வாயுவைப் புகுத்தினால் அது செயல்படும் பண்புகள் முற்றிலும் மாறுபடும். எதிர்மின்வாயால் வெளியிடப்படும் எலெக்ட்ரான்களை நேர்மின்வாய் வேகமாகக் கவர்வதால் அந்த எலெக்ட்ரான்கள் குழாயினுள் புகுத்தப்பட்டுள்ள வாயுவோடு மோதி அயனிகளை உண்டாக்குகின்றன. அயனி, எலெக்ட்ரான் ஆகியவற்றின் இடப்பெயர்ச்சியால் குழாயினுள் மின்னோட்டம் நடைபெறுகிறது. அயனியாக்கப்பட்ட வாயு மூலக்கூறுகள் எலெக்ட்ரான் ஓட்டத்தில் தலையிடுவதால் குழாயானது பெருக்கியாக இயங்க முடியாமல் போய்விடுகிறது. இதனால்தான் நாம்

வெற்றிடத்தை உண்டாக்குகிறோம். ஆனால் எலெக்ட்ரான் ஓட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டிய அவசியம் இல்லாமல், தொழில் துறையில் பயன்படும் உயர்ந்த மின்னோட்டத்தைப் பெற, நைட்ரஜன், ஹீலியம், நியான், ஆர்கான், பாதரச ஆவி போன்ற வாயுக்கள் குழாயினுள் புகுத்தப்படும்.

வாயு நிரம்பிய குழாயில் எவ்வாறு உயர்ந்த மின்னோட்டம் நடைபெறுகிறது என்பதை முதலில் காண்போம். அயனியாக்கம் என்பது வாயுவின் சாதாரண நிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகளிலிருந்து ஒன்று அல்லது அனேக எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்கப்படுவதேயாகும் அவ்வாறு விடுவிக்கும்போது, நேர் மின்னூட்ட அயனிகள் குழாயினுள் எஞ்சிவிடும். எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளியேறி நேர்மின்வாயின் கவர்ச்சிக்கு உட்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் தாங்கள் ஓடும் பாதையில் உள்ள வாயுவின் மூலக்கூறுகளோடு மோதி அயனியாக்கிவிட்டுச் செல்வதால் மேலும் பல எலெக்ட்ரான்கள் விடுபட்டு அவை மீண்டும் மூல எலெக்ட்ரான்களோடு சேர்ந்துகொள்கின்றன. இதனால் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகி மின்னோட்டததில் திடீரென்று உயர்வு ஏற்பட்டு ஒரு "குவிப்பு விளைவு" (Cumılatıve effect) ஏற்படுகிறது. அதே சமயம் குழாயினுள் எஞ்சிய நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற திண்ணிய (Heavy) அயனிகள் மெதுவாக எதிர்மின்வாயை நோக்கி விரைகினறன. அப்போது அவை எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்களைக் கவர்ந்து, அவைகளோடு இணைந்து பழையபடி வாயு மூலக்கூறுகளாக மாறுகின்றன

உயர்திசைவேக (Hıgh Velocity) எலெக்ட்ரான்கள் வாயு மூலக்கூறுகளோடு மோதுகையால் ஏற்படும் அயனியாக்கத்திற்குத் தேவையான சக்தி, நேர்-எதிர் மின்வாய்களுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தின் மூலம் கிடைக்கிறது ஒவ்வொரு வாயுவும் ஒரு குறிப்பிட்ட இந்த மின்னழுத்தத்திலேயே அயனியாக்கததைத் திடீரெனத் தொடங்கும். இந்த நிலையை அடையுமுன மின்னோட்டமானது, அதே மின்னழுத்தத்தில உள்ள வாயு புகுததபபடாத வெற்றிடக் குழாயில் எவ்வளவு மின்னோட்டம் இருக்குமோ அதற்குக் கிட்டத்தட்டச் சமமாகவே இருக்கும். அயனியாக்கம் தொடங்கியவுடனே மின்னோட்டம் திடீரென உயர்ந்த அளவிற்குப் போகும். அதே நேரத்தில் குழாயின் மின்னழுத்தம் மிகக்குறைந்த மதிப்பிற்கு இறங்கி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் மாறாத நிலையை அடைந்துவிடும். இந்தக் குணமானது நிலைப்பான திறன் அளிப்பிற்குப் (Stablısed power supply) பயன்படுகிறது. எந்த மின்னழுத்

தத்தில் அயனியாக்கம் தொடங்குகிறதோ அந்த மின்னழுத்த மானது அயனியாக்க மின்னழுத்தம் (Ionizing potential) அல்லது தாக்கு மின்னழுத்தம் (Striking potential) என்று கூறப்படும்.

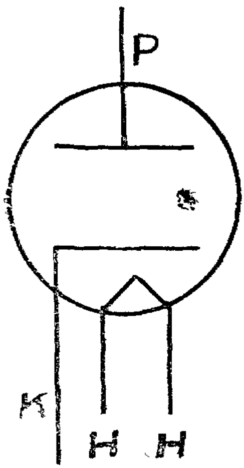
ஒருமுறை அயனியாக்கம் தொடங்கிவிட்டால் பின்பு நேர்-எதிர் மின்வாய்களுக்கு இடையே மின்னழுத்தத்தில் சிறிது தாழ்வு ஏற்பட்டு, அயனியாக்க மின்னழுத்தத்தைக் காட்டிலும் சற்றுக் குறைவான மின்னழுத்தத்தில் அயனியாக்கம் தொடர்ந்து நடைபெறுவதோடு அச்செயல் ஒரு நிலைப்புத் தன்மை அடைவதை ஏற்கனவே கண்டோம். இந்த மின்னழுத்தத் தாழ்விற்கும் ஓர் எல்லை உண்டு. அதற்கு அயனி நீக்க மின்னழுத்தம் (De-ionizing potential) என்று பெயர். எனவே, எந்த மிகக் குறைந்த மின்னழுத்தத்திற்குக் குறைவான மின்னழுத்தத்தில் இந்த அயனியாக்கத்தைத் தொடர்ந்து செயல்படவைக்க முடியாதோ, அந்த மின்னழுத்தத்தை அயனி நீக்க மின்னழுத்தம் என்று வரையறுக்கலாம். இதற்குக் குறைவான மின்னழுத்தத்தில் அயனியாக்கம் நின்றுவிடுவதோடு அயனி நீக்கம் தொடங்குகிறது ; எலெக்ட்ரான் ஓட்டமும் நிறுத்தப்படுகிறது. இந்த அஞ்சற்கருவி (Relay) அல்லது சுவிட்சு (Switch) வினையினால் இந்தக் குழாய் எலெக்ட்ரான் இயலில் சுவிட்சாகப் பயன்படுகிறது. அதாவது அயனியாக்க மின்னழுத்தத்தில் ஏராளமான மின்னோட்டம் பாயவும், அயனி நீக்க மின்னழுத்தத்தில் மின்னோட்டத்தைத் தடுக்கவும் வகை செய்கிறது. தொழில் துறையில் உயர்ந்த அளவு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னோட்டமாகத் திருத்தும் திருத்தியாக (Rectifier) வாயுக் குழாய்கள் பயன்படுகின்றன.

எலெக்ட்ரான் வெளியீட்டு முறையை ஒட்டி வாயுக்குழாய்களை குளிர்-எதிர் மின்வாய் வாயுக்குழாய்கள் (பொதுவாக டையோடுகள்) என்றும், டையோடுகள், டிரையோடுகள், டெட்ரோடுகள், இக்னைட்ரான் (Ignitron) எனப்படும் பாதரசக் குமிழைக் கொண்டுள்ள குழாய்கள் ஆகிய பல்வேறு வடிவங்களில் கிடைக்கும் வெப்ப எதிர்மின்வாயை (வெப்ப அயனி எதிர்மின்வாயை) பெற்றுள்ள குழாய்களை வெப்ப எதிர்மின்வாய் குழாய்கள் என்றும் இருவகைப்படுத்தலாம்.

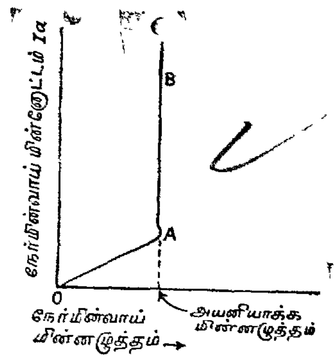
வாயு நிரப்பப்பட்ட குழாய்களின் அமைப்பு, உயர் வெற்றிடக் குழாயின் அமைப்பைப் போன்றதேயாகும். எனினும் அவைகளில் ஏற்படும் உயர் அளவு மின்னோட்டத்திற்கேற்ப மின்வாய்களின் வடிவம் அமைப்பில் பெரியதாக இருக்கும்.

9. (a) வாயு நிரம்பிய வெப்ப-எதிர்மின்வாய் டையோடு குழாய்கள் (Hot-cathode gas-filled diode tubes)

இதன் அமைப்பையும், தனிப்பண்பு வளைவையும் கீழ் வரும் படங்களில் காணலாம்.



படம் 1 40



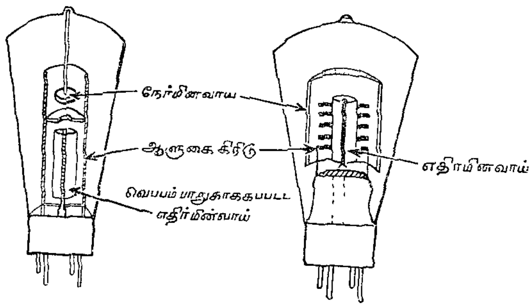
படம் 1·41

படத்தில் வட்டத்தினுள் அமைந்திருக்கும் கரும்புள்ளியானது குழாயினுள் வாயு உள்ளதைக் குறிப்பிடுகிறது. வெப்ப எதிர்மின்வாய் குழாயில் வெப்ப அயனி வெளியீடு மூலம் எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன.

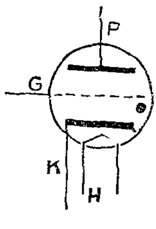
தனிப்பண்பு வரைபடத்தில் OA, AB என்ற இரு தனித்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பகுதிகளைக் காண்கிறோம். வெற்றிடக் குழாயின் தனிப்பண்பு வளைவுகளில் இருப்பது போலவே சூழ் மின்னூட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மின்னோட்டத்தை OA குறிக்கிறது. A என்ற புள்ளி குறிப்பிடும் மின்னழுத்தம் அயனியாக்க மின்னழுத்தம் அல்லது தாக்கு மின்னழுததம் (Striking potential) என்பது தெளிவாகும். பாதரச ஆவிக் குழாயிற்கு இந்த மின்னழுத்தம் சுமாராக 15 வோல்ட்டுகளாக இருக்கும். அயனியாக்கம் தொடங்கியபின் இந்தக் குழாயில் பாயும் மின்னோட்டமானது எலெக்ட்ரான வெளியீடு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மின்னோட்டமாக இருக்கும். இதன் அளவு அதிகமாதலால், இதை வெளிமின்சுற்று (External circuit) ஒழுங்காகக் கட்டுப்படுத்தாவிடில் குழாய் பழுதாக நேரிடும்.

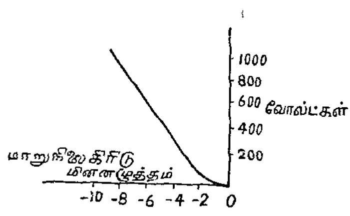
9. (b) வெப்ப எதிர்மின்வாய் வாயு நிரம்பிய டிரையோடுகள் தைரட்ரானகள் (Hot-cathode gas filled Triodes–Thyratrons)

டிரையோடு அல்லது டெட்ரோடில் சிறிதளவு வாயுவைச் (ஆர்கான், நியான், பாதரசஆவி போன்றவை) சேர்க்கும்போது அவை தைரட்ரான் என்று அழைக்கப்படும். அயனியாக்கப்படு தலால் உண்டாகும் மின்னேட்டத்தைத் தொடங்கிவைப்பதற்கு மட்டும் தைரட்ரானில் உள்ள கிரிடு பயன்படுமேயொழிய நேர்மின்வாய் மின்னேட்டத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவ தற்கோ அல்லது நிறுத்துவதற்கோ இது பயன்படாது. இவ் வகையில் பார்க்கும்போது தைரட்ரானின் முக்கிய செயலானது, விசையைத் தட்டிவிடும் (Trigger) செயலேயே பெரிதும் ஒத்தி ருப்பதைக் காணலாம். குழாயின் மின்னேட்டத்தை நிறுத்து வதற்கு நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தத்தை நீக்க வேண்டும். தைரட்ரான்களின் இருவகை அமைப்புகளைக் கீழே உள்ள படங்களில் காணலாம்.



படம் 1·42 படம் 1·43





படம் 1·44 படம் 1·45

நேர்–எதிர் மின்வாய்களுக்கு இடையே கிரிடானது மின் காப்பாக (Electrical shield) அமைகிறது. மேலும் கிரிடு எதிர் மின்வாய்க்கு மிக அண்மையில் இருப்பதால், இதன் சிறு எதிர்

மின்னழுத்தமே எலெக்ட்ரான்களின் அயனியாக்கும் விளை வைக் கட்டுப்படுத்தப் போதுமானதாகும்.

கிரிடின் எதிர் மின்னழுத்தத்தைக் குறைத்துக்கொண்டே வந்தால் அதன் இடைவெளிகளில் எலெக்ட்ரான்கள் சென்று அயனியாக்கததை ஏற்படுத்துகின்றன. கிரிடின் ஒரு குறிப் பிட்ட நேர்மின்னழுத்தத்தில்தான் திடீரென அயனியாக்கம் தொடங்குகிறது உடனே அதிக மின்னோட்டம் குழாயில் பாயும். அப்போது கிரிடு தன் கட்டுப்பாட்டை முழுமையாக இழந்துவிடுகிறது. அயனியாக்கம் உண்டாகும்போது ஏற்படும் நேர அயனிகள் சூழ்மின்னூட்டத்தை நடுநிலை (Neutralisation) ஆக்குவதுடன் எதிர்மினனழுத்தத்தில் உள்ள கிரிடினல் கவரவும்படுகின்றன. இந்த அயனிகள் ஆளுகை கிரிடைச் சுற்றி ஒரு உறை (Sheath) போன்ற வடிவத்தில் அமைத்து விடுகினறன.

அயனியாக்கத்திற்குப் பிறகு, குழாய் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுததுவதற்காகக் கிரிடின் மின்னழுத்தத்தை மீண்டும் மீண்டும் எதிர்முனையாக உயர்த்தும்போது, நேர்மின்னூட்ட அயனிகளின் உறைவடிவக் கூட்டத்தின் பரிமாணம் அதிக மாகி, நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தின் மேலுள்ள கிரிடின் ஆதிக்கத்தைச் செயல்படா வண்ணம் தடுத்துவிடுகிறது. நேர் மின்வாய் மின்னழுத்ததைத் "தணிப்பு மின்னழுத்தத்தைக்" (Quenching voltage) காட்டிலும் குறைந்த அளவாக்குவதின் மூலமே மின்னோட்டத்தை நிறுத்தமுடியும்.

பல்வேறு நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்களில் அதன் மின்னோட்டத்தைத் தொடஙகுவதற்குத் தேவையான மாறு நிலை கிரிடு மின்னழுத்தங்கள் (Critical grid voltages) ஏற்கனவே வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

படத்திலுள்ள வளைவிற்கு இடதுபுறம் அமையும் பகுதியில் உள்ள புள்ளிகள் (Points) குழாயின் மின்கடத்தாத் திறனையும் (Non-Conduction), வலதுபுறம் அமைபவை கடத்தும் திறனையும் குறிக்கின்றன, விசையைத் தட்டிவிடும் பண்பை (Trigger Characteristic) இந்தக் குழாய்கள் பெற்றிருப்பதால், இவைகள் சுவிட்சாகவும், கிரிடின் மின்னழுத்தக் கட்டுப் பாட்டின்மூலம் தேவையானபோது தேவையான இடத்தில் மின்னோட்டத்தைத் தடுக்கவோ அல்லது பாய்ச்சவோ அவசியம் ஏற்படும் மின்சுற்றுக்களில் ரிலேயாகவும் பயன்படு வதோடு, மோட்டார் கட்டுப்பாடு மின்சுற்றுகளிலும் (Motor-control circuits), தொலைக்காட்சிக்குரிய இரம்பப்பற்களுடைய

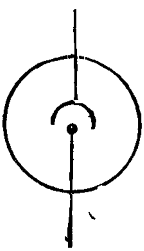
விரிவு அலை இயற்றிகளிலும், (Saw tooth sweep generators for T. V) ராடார் கருவிகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

9. (c) வாயு நிரப்பப்பட்ட குளிர் எதிர்மின்வாய்க் குழாய்கள் (Cold-Cathode gas-filled tubes)

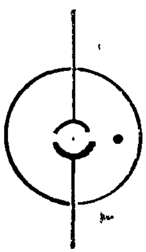
நியான் வாயுவை மற்ற வாயுக்களோடு கலந்து, நிரப்பப் பட்ட இந்தக் குளிர் எதிர்மின்வாய் டையோடுகளில் அயனி யாக்கம் உண்டாக்கத் தேவையான எலெக்ட்ரான்கள் புல வெளியீடு (Field emission) மூலம் கிடைக்கின்றன.

சக்திவாய்ந்த மின்புலனை, எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும் பொருளின் புறப்பரப்பிற்குப் பக்கத்தில் செலுத்தும்போது நேர்மின்புலனின் (Positive field) கவரும் சக்தியால் எலெக்ட்ரான்கள் வெளியே இழுக்கப்படுகின்றன. மின்புலன் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு ஆற்றல் உடையதாக இருக்கிறதோ அந்த அளவுக்கு வெளியேறும் எலெக்ட்ரான்களின எண்ணிக்கையும் அதிகமாக இருக்கும். குறைந்த அளவு எலெக்ட்ரான் வெளியீட்டை உண்டாக்குவதறகுக்கூட நமக்கு ஒரு மில்லியன் வோல்ட் மின்னழுத்தம் தேவைபபடும். இதுவரை நாம் கண்ட எலெக்ட்ரான் குழாய்களில், எதிர்மினவாயே எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றிவிடுவதால் அவற்றைக் கவர்ந்து இழுப்பதற்கு மட்டுமே நேர்மின்வாயில் மின்னழுத்தம் தேவைப்பட்டது. ஆனல் குளிர்–எதிர்மின்வாய்க் குழாய்களில் அவ்வாறு ஏற்கனவே வெளியேறறப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் இல்லையாதலால அவற்றை வெளிக் கொணரவும் சேர்த்து மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. எனவே இவ்வகைக் குழாயில் அயனியாக்க மினனழுததத்தின் மதிப்பு மிகவும் உயர்ந்ததாக இருக்கும்.

நியான்குழாய்களைப் பொதுவாக இருவகையாகப் பிரிக்க லாம். அவற்றின் அமைப்புகள் படங்களில் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.



படம் 1·46



படம் 1.47

வடிவமைப்பிலும், பரிமாணத் திலும் நேர்மின்வாயைப் போலவே உள்ள எதிர்மின்வாயைக் கொண்ட நியான் கனல் ஒளி விளக்குகளில் (Neon glow lamps), மின்வாய்களுக்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தங்களின் மதிப்புக் கேற்றவாறு அவற்றிற்கு இடையே மின்னோட்டம் எந்தத் திசையிலும்

இருக்கும். பிரத்தியேகமான கனல் ஒளி (Characteristic glow) எதிர்மின்வாயைச் சுற்றிலும் (பொதுவாக ஆரஞ்சு நிறத்தில்) அமைவதின் காரணமாக இந்தக் குழாயை ஒருதிசை மின்னழுத தத்தின் துருவங்களைச் (Polarity of D. C. voltage) சுட்டிக் காட்டப் பயனபடுகிறது. மாறுதிசை மின்னழுததத்தைக் கொடுக்கும்போது இரு மின்வாய்களைச் சுற்றிலும் கனல் ஒளி மின்னுமிழ்வு (Glow discharge) இருக்கும்.

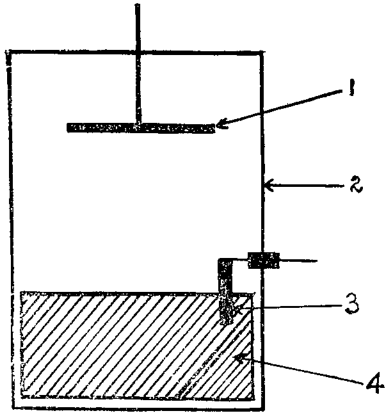
குழாய்க்கு நேரடி மின்தொடர்பேதும் இல்லாமலேயே சக்திவாய்ந்த ரேடியோ அதிர்வெண் புலம் (Radio frequency field) வாயுவை அயனியாக்கவலலது. எனவே ரேடியோ அதிர்வெண் புலம் இருப்பதைச் சுட்டிக் காட்டுவதற்கு நியான் கனல் ஒளி விளக்குகள் பயன்படுகின்றன.

மற்ரொருவகை குளிர் மின்வாய் நியான் குழாய்களில், நேர் மின்வாயைக் காட்டிலும் எதிர்மின்வாயானது வடிவத்தில மிகப் பெரியதாக இருக்கும் இத்தகு குழாய்களில மின்னோட்டம் ஒரு திசையிலேயே நடைபெறும். குழாயின் இரண்டு மின் வாய்களில் உள்ள மினனழுததங்களின் வித்தியாசம் ஓரளவு குறைவாக இருக்கும்போது, அதாவது குழாய் குறைந்த மின்னழுத்த பேதததில் (Voltage drop) இருக்கும்போது. ஏராளமான மின்னோட்டததைக் கையாளவல்ல மின் திருத்தி யாக (Rectifier) இத்தகு குழாய்கள் பயன்படுகின்றன. குழா யின் மின்னோட்டம் அதிகமாக மாறினாலும் இந்த மின்னழுதத பேதம் பெரும்பாலும் மாறிலியாகவே இருபபதால் இததகு குழாய்கள் மின்னழுத்தக் கட்டுப்படுத்தியாகவும் (Regulator) பயன்படுகினறன.

9. (d) பாதரசக்குமிழ் குழாய்கள் (Mercury-pool tubes) இக்னேட்ரான (Ignitron)

10 ஆம்பியரிலிருந்து *5000* ஆம்பியர்கள் வரையுள்ள மிக உயர்ந்த மின்னோட்டங்களைக் கையாளுவதற்கு இக்னேட்ரான என்ற சிறப்புக்குழாய் பயன்படுகிறது. இந்தக் குழாயில் உள்ள வெற்றிட அறையின் உச்சியில் ஒரு நேர்மின்வாயும் (நேர்மின்வாய் பெரும்பாலும் ஒரு வட்டவடிவிலோ அல்லது நீள் உருளை வடிவிலோ உள்ள கிராபைட் (Graphite) என்ற பொருளால் செய்யப்படும்), அடிப்பகுதியில் பாதரசக் குமிழால் ஆன எதிர்மின்வாயும் அமைந்திருக்கும். இதன் அமைப்பைப் படம் *1·48*-இல் காணலாம்.

இக்குழாய்க்கு இக்னேட்ரான் என்று பெயர்வரக் காரண மாயிருந்த இக்னேட்டார் என்ற மூன்ருவது மின்வாய் பாதரசத் திற்குள் அமிழ்த்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்னேட்டாருக்கும்



1. நேர் மின்வாய்
2. வெற்றிடமாக்கப்பட்ட அறை
3. இக்னேடடார்
4. பாதரகசகுமிழ எதிர் மின்வாய்

படம் 1·48

எதிர்மின்வாய்க்கும் இடையே மின் துடிப்புப் (Current pulse) பாயும் சமயத்தில், பாதரசத்தைத் தொடும் புள்ளியில் (Point of contact) ஒரு பொறி எழும்பும். இந்தப் பொறியானது சில எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும். அவை, சுற்றிலுமுள்ள பாதரச ஆவியை அயனியாக்கிவிடும். அயனியாக்கம் தொடங்கியவுடன் எதிர்மின்வாய்க்கும் நேர்மின்வாய்க்கும் இடையே மின்னுமிழ்வு (Discharge) உண்டாகி, நேர்மின் வாயில் மின்னேட்டம் பாயும்.

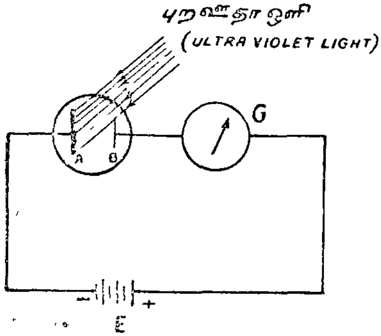
2. ஒளி எலெக்ட்ரானியக் கருவிகளும் அவை பயன்படும் விதமும்

(Photo electronic Devices and their Applications)

சில பொருள்கள் (பெரும்பாலும் உலோகங்கள்) கதிர்வீச்சு அவைகளின் மேல்படும்போது, எலெக்ட்ரான்களை வெளிப் படுத்தும். இந்த முறைக்கு ஒளிமின் வெளியீடு (Photo electric emission) என்று பெயர். காமாக்கதிர், எக்ஸ்-கதிர்கள், புற ஊதா மற்றும் கண்ணுக்குப் புலப்படுகின்ற ஒளி ஆகியவை அப்பொருட்களின் மேல் படும்போது எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன, இந்த விளைவை *1873*-ஆம் ஆண்டு தந்திக் கருவி இயக்குநர் டபிள்யூ. ஸ்மித (W. Smith) என்பவர் கண்டு பிடித்தார். டிரான்ஸ்-அட்லாண்டிக் கேபிள்களின் (Trans-Atlantic cables) தடையை அளப்பதற்குரிய கருவியில் செலினியம் (Selinium) தடைகளைப் (Resistors) பயன்படுத்திய போது, இவைகளின்மேல் சூரிய ஒளிபடும்போது மின்னோட்டம் குறிப்பிட்ட அளவு மாறுவதைக் கணணுற்ருர். மின்காந்த அலைகளோடு, ஒத்ததிர்வு மின் சுற்றுகளில் (Resonance electric circuits) பரிசோதனை செய்துகொண்டிருந்தபோது மேற்கண்ட விளைவை, எதிர்பாராதவிதமாக *1887*-இல் ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்பவர் கண்ணுற்ருர். பொறி இடைவெளியில் (Spark gap) புறஊதாக்கதிர்கள் (Ultra violet rays) படுகின்றபோது அப்பொறியானது மிக எளிதாகப் பாய்ந்து செல்வதைக் கண்டார். ஒரு வருடத்திற்குப்பின், ஹால்வாட்ஸ், (Hall-wachs) எல்ஸ்டர், (Elster) கெயிட்டல் (Geital) ஆகிய மூவரும் கீழ்கண்ட சிறு அமைப்பின் மூலம் ஹெர்ட்ஸினல் அறிவிக்கப்பட்ட புதியமுறையை (கண்டுபிடிப்பை) கண்டு பிடித்தார்கள்.

வெற்றிட குவார்ட்ஜ் (Evacuated quartz) பல்பில் A, B என்ற இரு துத்தநாகத் தகடுகள் (Zinc plates) படத்தில்

காட்டியபடி இருக்கும். இந்த பல்பு E என்ற பாட்டரியுடனும், G என்ற கால்வனுமீட்டருடனும் படத்தில் காட்டியபடி இணைக்கப்பட்டிருக்கும் புற ஊதா ஒளி Aயில் விழும்போது



A, B. துத்தநாகத் தகடுகள்
E-பாட்டரி
G-கால்வனு மீட்டர்

படம் 21

கால்வனுமீட்டரில் மின்னேட்டம் பாய்வது தெரியும். ஆனல் இதே ஒளி B என்ற நேர்முனைத் தகட்டில் படும்போது மின்னேட்டம் உண்டாகாது. புற ஊதா ஒளியினல எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற பொருள்கள் மட்டுமே மின்னூட்டததை இழககிறது என்றும், அதோடு இக்குணம் நேர்மின்னூட்டப் பொருள்களுக்குப் பொருந்தாது என்பதும், எதிர்மின்வாய் வெளியிடும் எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாய்த் தகட்டினல் கவரப்படுவதால் மின்னேடடம் ஏறபடுகிறது என்பதையும் இது நிரூபிக்கிறது ஒளியின் காரணத்தினல் இவ்விளைவு ஏற்படுவதால் இதறகு ஒளிமின் விளைவு (Photo electric effect) என்றும், வெளியிடபபடும் எலெக்டரான்கள், உணடாகும் மின்னேட்டம் ஆகியவை முறையே ஒளி எலெக்ட்ரான்கள் ஒளிமின்னேட்டம் என்றும் வழஙகப்படுகின்றன. இக்கண்டு பிடிப்பின் விளைவாகக் கீழேயுள்ள முடிவுகள் நிறுவப்பட்டன.

(1) படுகின்ற வீசுகதிரின் செறிவுக்கு நேர்விகிதத்தில் ஒளிமின்னேட்டத்தின் (Photo electric current) வலிமை (Strength) இருக்கும்.

(2) ஒளி எலெக்ட்ரான்களின் (Photo electrons) திசை வேகமும், அதனல் இயக்கவாற்றலும், படுகின்ற வீசுகதிரின் செறிவுக்குத் தொடர்பில்லாமல் தனித்து (Independent) இருக்கும், ஆனல் இவை படுகின்ற வீசுகதிரின் அதிர் வெண்ணுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். பயன்படுத்தப்படும் வெளியீடுகளின் (Emitter) இயற்கையை ஒட்டி மாறும்

குறைந்தபட்ச அதிர்வெண் பயன்தொடக்க அதிர்வெண் (Threshold Frequeney) அங்கு தோன்றுகின்றது. இந்தப் பயன் தொடக்க அதிர்வெண்ணைக் காட்டிலும் குறைவாக, படும் ஒளியின் அதிர்வெண் இருக்கும்போது தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவரா. மேலும் எவ்வளவு நேரம் அவ்வகை ஒளி பரப்பின்மீது பட்டாலும் அல்லது அதன் செறிவு (Intensity) எததகைய அளவு பெரிதாக இருந்தாலும் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவரா.

ஒளிமின் வெளியீடு (Photo electric emission) உடனுக்குடன் தோன்றும் செயலாகும். இதன் தாமத நேரம் (Time lag) 3×10^{-9} விநாடிக்குமேல் இருக்காது என்பதை துல்லியமான அளவீடு காட்டுகிறது. வெளியீடு சிறப்பாக இருப்பதற்கு, வெளியிடு பரப்பானது (Emitting surface) மாறுநிலை மின்னழுத தத்திறகு (Critical potential) மேல இருக்கவேணடும்.

1905-ஆம் ஆண்டு இதைப்பற்றி ஐன்ஸ்டீன் (Einstein) நிறைவானதொரு விளக்கத்தைக் கொடுததார். இவ்விளககம் ஒளியின் குவான்டம் கொள்கையை ஒட்டி (Quantum Theory of light) அமைந்தது, அக்கொளகையில ஒளிக்கற்றையானது, ஆற்றலின் தனித்தனிக் கடடுகளாக (Discrete bundles of energy) அலலது "குவான்டா" (Quanta) அமைப்பைக் கொண்டதாக இருக்குமென எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. ஒவ்வொரு குவான்ட்டத்திலும் அதிாவெண் அதிகமாகும்போது அதன் ஆற்றலும் அதிகரிக்கும். உலோகத்தின் புறபரப்பின் மீது ஒளியானது விழுகின்றபோது குவான்ட்டத்தின் ஒரு பகுதி ஆற்றலானது, உலோகத்தினுள் கட்டுக்கடங்காமலிருக்கும் (Unbound) எலெக்ட்ரான்களுக்கு நேரிடையாகக் கொடுக்கப் படுகின்றது. இதனுல அந்த எலெக்ட்ரான்களுக்குப் புற விசையை (Surface force) மீறுவதறகுரிய தேவையான ஆற்றல கிடைக்கிறது. குவான்டம் ஆறறல் அதிகமாகும்போது அதற் கேற்ப எலெக்ட்ரானும் அதிக அளவில் விடுபடும். குறைவான அதிர்வெண் கொண்டுள்ள புறச்சிவப்பிலிருந்து (Infra-red) உயர் அதிர்வெண் கொண்டுளள புற ஊதாவரை செல்லும் போது இந்த குவான்டம் ஆற்றலின் அளவும் படிப்படியாக அதிகமாகிக் கொண்டே போகும். பிளான்க்கின் (Planck's) குவான்டம் கொள்கையின்படி ஒவ்வொரு குவான்டததின் ஆற்றலும் அதிர்வெண்ணுக்கு விகிதப் பொருத்தததில் அமையும். இந்த குவான்டம் ஆறறலானது ஒளியின் வெளியீட்டுக் காரணமாகும் உலோகத்தின் வெளியேற்று ஆற்றலுக்கு (Work function) குறைந்தளவு சமமாகவாவது

இருத்தல் வேண்டும். வெளியேற்று ஆற்றலுக்கு அதிகமான குவான்டம் ஆற்றல் இருப்பின், அதிகமாக உள்ள அந்த அளவு ஆற்றல், வெளியிடப்படும் எலெக்ட்ரானின் இயக்க ஆற்றலாகத் தோற்றமளிக்கும் கணிதவடிவில் ஐன்ஸ்டீன் இதற்கொரு சமன்பாட்டை (Equation) தந்தார். அச்சமன்பாடு ஐன்ஸ்டீனின் ஒளிமின் வெளியீட்டுச் சமன்பாடு (Einstein's equation of photo-electric emission) என்றழைக்கப்படுகிறது. அச்சமன்பாடு,

$$W_e = hf = eE_W + \frac{1}{2} m_e V^2$$

என்று எழுதப்படுகிறது. இதில் W_e என்பது கதிர்வீச்சுக் குவான்டம் ஆற்றல். f என்பது அதிர்வெண் ஹெர்ட்ஸ் (1 Hertz = 1 cycle/sec) h என்பது பிளான்க்கின் மாறிலி (Planck's constant) இந்த மாறிலி $6{\cdot}624 \times 10^{-34}$ ஜுல்ஸ்/ விநாடிக்குச் சமம். e என்பது உலோகத்தின் வெளியேற்று ஆற்றல். இது எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுகளில் இருக்கும். E_W என்பது எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டம். (இது கூலும்பு கணக்கில் இருக்கும்) எனவே eE_W என்பது உலோகத்தின் வெளியேற்று ஆற்றல் ஜுல்ஸ் (Joules) கணக்கில் இருக்கும். m_e என்பது ஓர் எலெக்ட்ரானின் நிறை (Mass) ஆகும். V என்பது உயர்ந்தபட்ச திசைவேகம் (Velocity) ஆகும். உலோகப்பரப்பிலிருந்து வெளியாகும் ஒளிமின் வெளியீட்டிற்குக் காரணமாகத் திகழும் பயன் தொடக்க அதிர்வெண் என்பது ஒளிவீசுகதிரின் தேவையான குறைந்தபட்ச அதிர் வெண் ஆகும். எனவே f_t என்பதை பயன்தொடக்க அதிர்வெண் என்று வைத்துக்கொண்டால்,

$$hf_t = eE_W \text{ என்று எழுதலாம்.}$$

அல்லது,

$$f_t = \frac{e.E_W}{h}$$

கட்புலனாகும் கதிர்வீச்சுக்குச் செயல்பட உலோகத்தின் வெளியேற்று ஆற்றல் குறைந்த அளவாக இருத்தல் வேண்டும் என்பதை ஐன்ஸ்டீனின் சமன்பாடு குறிக்கிறது.

ஒளி எதிர்மின்வாய்ப் பருப்பொருள்கள் (Photo cathode materials)

வெப்ப அயனி எதிர்மின்வாய்களைவிட மிக அதிக அளவில் ஒளி எதிர்மின்வாய்ப் பருப்பொருள்கள் பயன்பட்டு வருகின்றன. ஒளி எதிர்மின்வாய்களை இயக்குவதற்கு அறை

வெப்பநிலைக்கு (Room temp.,) மேல் வெப்பநிலை தேவைப் படுவதில்லை. காரம் (Alkali) அல்லது காரமண் உலோகங் களின் (Alkaline earth metals) வெளியேற்று ஆற்றல் குறை வாகும். எனவே அவைகள் பெரும் அளவில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. பொதுவாக மூன்று பெரும்பான்மையான ஒளிப் புறங்கள் (Photo surfaces) கீழ்கண்டவாறு அமையும்.

1. வெள்ளி-சீசியம் ஆக்சைடு (Silver–cesium oxide)

சீசியம் பரப்பு கண்ணுறு எல்லைவரை (Visible region) முழுவதற்கும் செயல்படும் வகையில் இருக்கும். அதோடு புறச்சிவப்பில் கூட உயர்ந்த நுட்ப உணர்வுடையதாகவும் இருக்கும். இதன் விளைவாக இக்கலவை பரப்பு, வியாபாரத் துறையில் ஒளிக்குழாய்கள் (Photo tubes) தயாரிக்கப் பரந்தளவில் பயனபடுகிறது.

2. வெள்ளி-ருபிடியம் ஆக்சைடு (Silver–rubidium oxide)

ருபிடியம் பரப்பானது கண்ணுறு எல்லைவரை மட்டும் அதிக அளவு உணர்வு நுட்பம் (Sensitivity) கொண்டிருக்கிறது. எனினும் நிறமாலையின் நீலத்தின் முடிவில் உயர்ந்தளவு உணர்வு நுட்பததை இது பெற்றிருக்கின்றது.

3. ஆன்டிமனி-சீசியம் பரப்பு (Antimony-cesium surface)

பச்சை, நீலம், புற ஊதாக்கருகில் உயர்நுட்ப உணர்வை யும், சிவப்பு, புறச்சிவப்பு கதிர்வீச்சு ஆகியவற்றில் நுட்ப உணர்வு இல்லாதுமிருக்கும்.

வீச்சு ஆற்றலின் குவான்டாக்கள் பொருளுக்குள் துளைத்துக்கொண்டு சென்று ஆற்றலை அங்கு ஈந்து :—

1. பொருளின் பரப்பு அடுக்கிலிருந்து (Surface layer) எலெக்ட்ரான்களைத் தள்ளுவதன்மூலம் ஒளிமின் வெளியீடுகளை உண்டாக்கலாம்.

அல்லது

2. பொருளின் உள்ளிருக்கும் தன்னிச்சைத் தாங்கிகளின் (Free carriers) எண்ணிக்கையை அதிகப்படுத்தி அதனுல் கடத்தும் திறனை அதிகப்படுத்தவோ, அல்லது உள் மின்னியக்கு விசையை (Internal e. m. f) அதிகப்படுத்தவோ முடியும்.

புறவியலான (Extrinsic) ஒளிவிளைவை (Photo effect) சார்ந்து நிற்கும் ஒளி எலெக்ட்ரானிய வெளியீடு,

எலெக்ட்ரானிய அயனிய ஒளிமின் கலங்களில் (Ionic photo cells) பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆனால் கடத்துதிறனில் மாறுபாடு ஏற்படுவதும், மின் இயக்குவிசையை பெருக்குவதும் அகவியலைச் (Intrinsic) சார்ந்து இருக்கும் இவை ஒளிகடத்திகளிலும், (Photo conductors) குறைக்கடத்திகளிலும், (Semi conductors) ஒளி டையோடுகளிலும் (Photo diodes) ஒளி டிரையோடுகளிலும் (Photo triodes) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

குழாய்களில் அல்லது மின்கல அடுக்கில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கங்களின் (Illumination) மாறுதலுக்கேற்ப மாறும் மின்தடையை உண்டாக்கும் திறனை, ஒளிகடத்தும் திறன் குறிப்பிடுகிறது. இதன்மூலம் மின்னோட்டதனை மாற்றமுடியும்.

ஒளிவிளக்கத்தின் பயனாக மின்னியக்கு விசையை நேரடியாக இயக்கும் கருவியின் திறனை ஒளி வோல்டா விளைவு (Photo voltaic effect) என்கிறோம்.

ஒளியானது, ஒளிநுட்ப உணர்வு பரப்பின்மீது (Photo-sensitive surface) படும்போது எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன என்ற அடிப்படையில்தான் மேற்கண்ட எல்லா கருவிகளும் அமைகின்றன.

ஒளிக் குழாய்கள் (Photo tubes)

அதிக பரப்புள்ள நுட்ப உணர்வுடைய எதிர்மின்வாயும், வாங்கும் தனமையுடைய நேர்மின்வாயும்தான் ஒளிக்குழாய்களின் முக்கிய பாகங்களாகும். இவைகள் ஒரு கண்ணாடி பல்பில் அமையப் பெற்றிருக்கும். தற்போது வழங்கிவரும் குழாய்களில் அரைவடிவ நீள் உருளை உலோக எதிர்மின்வாயோ (Semi cylindrical metalic cathode) அல்லது வெள்ளி வெளியீடோ (Silver emitter) அல்லது வெள்ளித் தகடோ அல்லது தாமிரம் பூசப்பட்ட மென்படலம் அமையப்பட்ட கூட்டு வெளியீடோ (Composite emitter) அமைந்திருக்கும். நேர்மின் வாயானது மெல்லிய கம்பி அல்லது கோல் வடிவில் நீள் உருளையின் அச்சில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். எதிர்மின்வாயைப் பொறுத்து, நேர்மின்வாயானது பொதுவாக DC மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும், எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்களை கவர்ந்திழுக்க இது பயன்படும். ஒளிக் குழாய்களை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

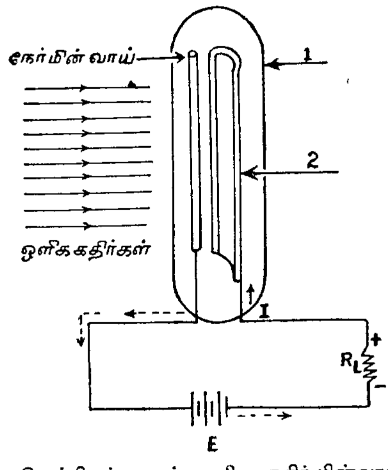
(a) வெற்றிட ஒளிக்குழாய்கள் (Vacuum photo-tubes)

இத்தகு குழாய்களில எதிர்மின்வாயும் நேர்மின்வாயும் வைக்கப்பட்டு, குழாய்கள் மிக நன்ருக வெற்றிடமாக்கப் பட்டிருக்கும். இதனுல் குழாய்களுள் உயர்திசைவேக எலெக்ட்ரான்களின் மோதுகையினுல் அயனியாக்கப்படும் வாயுமூலக் கூறுகள் பெரும்பாலும் இல்லாதுபோகும்.

(b) வாயு ஒளிக் குழாய்கள் (Gas photo-tubes).

குழாயின் நுட்பஉணர்வை அதிகரிக்கும் பொருட்டு குறைந்த அழுத்தநிலையில் மந்தவாயு (Inert gas) சிறிதளவு இததகு குழாயினுள் இருக்கும்.

(a) வெற்றிட ஒளிக்குழாய்கள் (Vacuum photo tubes)
[ஒளிவெளியீடு குழாய்கள் (Photo emissive tubes)]



1 வெற்றிடக் குழாய் 2. எதிர் மின்வாய்
படம் 2.2

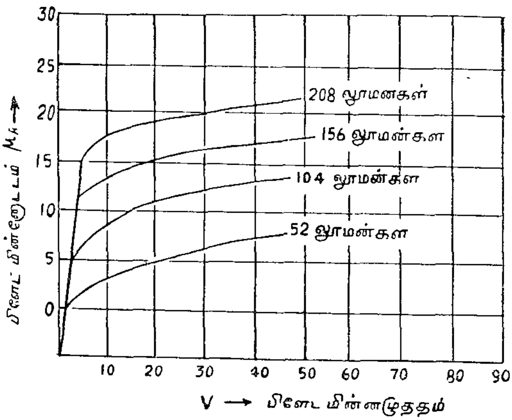
மேலே உள்ள படத்தில் ஒளிக்குழாயின் அடிப்படைத் தத்துவமும், அதற்கான மின்சுற்றும் (circuit) காட்டப் பட்டுள்ளது. இக்குழாயின் எதிர்மின்வாய் அரைவடிவநீள் உருளை அமைப்பில் படத்தில் காட்டியபடி இருக்கும். இது வெள்ளியினுல் செய்யப்பட்டிருக்கும். இதன் உட்புறத்தில் சீசியம் ஆக்சைடு உள்ள மெல்லியபடலம் இருக்கும். இவ் வுலோகம் ஒளிநுட்ப உணர்வினைத்தரும் கலவையாகும். ஒளி இதன்மீது படும்போது எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுவதால்

இதற்கு ஒளி வெளியீடு என்று பெயர். இக்குழாயின் நேர் மின்வாய், நேரான செங்குத்தான கம்பியாக எதிர்மின்வாய் நீள் உருளையின் அச்சில் வைக்கப்பட்டிருக்கும், உயர் மட்டத்தில் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணாடி உறையினுள் இவ்விரு மின்வாய்களும் அமைந்திருக்கும்.

வெளியிடுவாளைப் பொறுத்து நேர்மின்வாய் உயர் DC மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒளி எதிர்மின்வாயின் மேல் படுகின்ற ஒளியின் பாயம் (Flux), அதிர்வெண் ஆகிய வைகளைப் பொறுத்து எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளிவரும். இவை நேர்மின்வாயினுல் கவரப்படுகின்றன. எனவே படத்தில் குறியிட்டுக் காட்டியபடி எலெக்ட்ரான் மின்னேட்டம் பாயும்.

பிளேட்டின் தனிக் குணங்கள் (Plate characteristics) :

வெற்றிட ஒளிக்குழாய்களின் வளைவுகள் (Curve) கீழே படத்தில் காட்டியபடி அமையும்.



படம் 23

பூஜ்யநிலை மின்னழுத்த முடுக்கத்தில் (Zero accelerating potential) தோன்றும் மின்னேட்டமானது எலெக்ட்ரான்களின் தொடக்க திசைவேகங்களிலிருந்து கிடைக்கிறது. எனவே வேக இறக்கத்தைக் கொடுக்கும் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத் தால்தான் மின்னேட்டம் பூஜ்யநிலைக்கு வரும்.

எதிர்-நேர் மின்வாய்களின் மின்னழுத்தத்தை அதிகப் படுத்தும்போது நேர்மின்வாய்க்குச் செல்லும் மின்னேட்டம்

முதலில் மிக விரைவாக உயரும். சூழ்மின்னூட்டத்தின் விளைவாலும், எதிர்மின்வாயிலிருந்து செல்லும் சில எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயின் கம்பியில் சேராமல் விட்டுப் போய்விடுவதாலும், குறை மின்னழுத்தங்களில் ஈர்ப்புப்புலம் குறைந்தளவில் இருக்குமாதலாலும் முதலில் மின்னோட்டத்தின் அளவு தெவிட்டிய நிலையை அடைவதில்லை. எதிர்மின்வாயிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்கள் முழுவதையும், இப்புலம் ஈர்ப்பதற்குரிய நிலைவரும்போது மின்னோட்டம் மிக விரைவில் தெவிட்டிய நிலையை அடைந்துவிடும். நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தம் அதிகமாகும்போது, அதைத் தொடர்ந்து அதிகமாகும் ஒளிமின்னோட்டததின், அதிகமாகும் நிலையானது எலெக்ட்ரான்கள் முழுவதையும் நேர்மின்வாய் வாங்குவதின விளைவாக அமையும்.

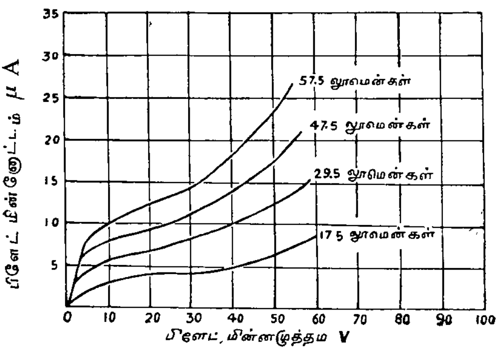
ஒளிவிளக்க உணர்வு நுட்பம் (Luminous sensitivity)

கொடுக்கப்பட்ட நேர்மினவாயின் மின்னழுத்தத்தில் உள்ள ஓர் ஒளிக்குழாயின் நிலை ஒளிவிளக்க உணர்வு நுட்பமானது. (Static luminous sensitivity) லூமென்கள் (Lumens) அளவில் படு ஒளிவிளக்கப்பாயத்திற்கும், (Incident luminous flux) நேர்மினவாயின் DC மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதமேயாகும் 2870°k அளவில் உள்ள டங்ஸ்டன் மின்னிழையே பொதுவாக ஒளிதரும் மூலமாக (Source) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனுல் கிடைகக்கும் உணர்வு நுட்பம் "2870 டங்ஸ்டன் உணர்வு நுட்பம்" என்றழைக்கப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையான நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்தில், மாறுகின்ற உணர்வு நுட்பமானது (Variational sensitivity) குழாயின் எதிர்மின்வாயில் படுகின்ற மொத்த ஒளிவிளக்கப் பாயத்தின் மாறுதலுககும், நேர்மினவாய் மின்னோட்டத்தின் மாறுதலுக்குமுள்ள விகிதமேயாகும். இததகு வெற்றிடக் குழாய்கள் உயர்நுட்பம் வாய்ந்த பரிசோதனைச் சாலைகளில் ஒளியை அளப்பதற்கும், மாறுநிலை அஞ்சற்கருவி கட்டுப்பாடு பயன்படும் (Critical relay control applications) சோதனைகளிலும் பயன்படுததப்படுகின்றன.

வாயு ஒளிக்குழாய்

வெற்றிட ஒளிக்குழாயின் வெளியீட்டு மின்னோட்டமானது குறைந்தளவுள்ளதாக, அதாவது சில மைக்ரோ ஆம்பியர்களாகவே இருக்கும். 0·5 மில்லி மீட்டர் பாதரச அழுத்த

நிலையில் கண்ணாடி உறையினுள் நியான் அல்லது ஆர்கான் போன்ற மந்தவாயுவை நிரப்பும்போது, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கொடுக்கப்படுகின்ற ஒளிவிளக்கத்தின் செறிவிற்கு, மின்னோட்ட ஈதல் (Current yield) படத்தில் காட்டியபடி அதிகமாகும்.



படம் 24

மிகக்குறைந்த நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்துடன் இருக்கும்போது குறிப்பிட்ட ஒளிப்பாயத்திற்கு, சூழ் மின்னூட்டத்தால் வரையறுக்கப்பட்ட மின்னோட்டம்தான் இருக்கும். பின்பு அது நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் அதிகமாகும்போது தானும் அதிகமாகும். 10 வோல்ட்களில் தெவிட்டிய நிலையை அடைந்துவிடும். இந்த நிலையில் இந்த வாயு ஒளிக்குழாயின் நிலைச்சிறப்பியல்பு, வெற்றிட ஒளிக்குழாய்கள் போலவே இருக்கும். இத்தகு நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தங்களில், எதிர் மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாய்க்கு எலெக்ட்ரான்கள் செல்லும் போது வாயுவின் எந்த ஓர் அணுவையும் அயனியாக்குவதற்குரிய இயக்கஆற்றலை அவைகள் பெறுவதில்லை. 20 வோல்ட்களுக்கும் அதிகமாக இந்த நேர்மின்வாயின் மின்னழுத்தம் அதிகமாகும்போது எலெக்ட்ரான்களின் இயக்க ஆற்றல் அதிகமாகும். இதனால் அவை மோதுகை மூலம் அயனியாக்கப்படுதலுக்கு ஏதுவாகின்றன. எனவே வெளியாகின்ற புது எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாய்க்குச் செல்லும். நேர் அயனிகள் எதிர்மின்வாயினால் கவரப்படுகின்றன இதனால் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் அதிகமாகின்றது. நேர்

மின்வாய் மின்னழுத்தம் அதிகமாகும்போது அதிகமுள்ள முதன்மை எலெக்டரான்கள் (Primary electrons) அயனியாக்கத்திற்கு காரணமாகி, அதற்கேற்றவாறு மின்னோட்டம் அதிகமாக்கப்படுகிறது. மிக அதிகமான நேர்மின்னழுத்தத்தில் ஒவ்வொரு எலெக்ட்ரானும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மோதுகைக்குட்பட்டு, அதனுல் புதிதாகத்தோன்றும் ஒவ்வொரு எலெக்ட்ரானும் மேலும் அயனியாக்குதலுக்கு (Ionising collisions) காரணமாகின்றது. இந்த அயனியாக்க மின்னழுத்தத்திற்குப்பின் (Ionisation potential) மின்னோட்டமானது நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தத்திற்கேற்ப விரைவாக அதிகமாகிறது. வாயு இருப்பதினுல அதிகமாகின்ற இந்த நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் "வாயு பெருக்கம்" (Gas amplification) என்றழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்திலும், பாயத்திலும் உள்ள ஒரு வாயு ஒளிக்குழாயின் உணர்வு நுட்பத்திற்கும், அதே குழாயில் அதே மினனழுத்தம், பாயமுள்ள நிலையில குழாயில் வாயு இல்லாமலிருந்து இதனுல் அயனியாக்க வசதியற்ற நிலையில் கிடைக்கும் உணர்வு நுட்பத்திற்கும் உள்ள விகிதம் "வாயு பெருக்க எண்" (Gas amplification factor) என்றழைக்கப்படும். இது வாயு அமுக்கத்திற்கேற்ப இருக்கும் குறைந்தளவு வாயு அழுத்தமுள்ள மூலக்கூறுகள் தனித்து ஒன்றுக்கொன்று மிக எட்டி இருக்கும். எனவே முதனமை எலெக்ட்ரான்கள் மூலக்கூறுகளுடன மோதக்கூடிய வாய்ப்பு மிகவும் குறைவாக இருக்கும். ஆனுல் உயர் அமுக்கத்தில் மோதுகைகளின் நிகழ்திறன (Probability of collision) உயரும். ஆனுல் உயர் அமுக்கத்தின் விளைவாக, அடுததடுத்துள்ள இரு மோதுகைகளில் பெறப்படும் இயக்க ஆறறலின் அளவு குறையும். எனவே வாயு பெருக்க எண் தானுகக் குறையும். இதனுல் பெரும பெருக்கததைப (Maximum amplification) பெற அமுக்கத்தின் அளவிறகு ஒரு வரம்பு வந்துவிடுகின்றது. இந்த வரம்பு அமுககம் 0·2 மி மீ. அளவுள்ள பாதரச அமுக்கத்திற்கு மேலிருக்கும் என்பதைக கண்டறியப்பட்டது. வாயு ஒளிக்குழாய்கள் கீழ்கண்ட குறைகளைக் கொண்டிருக்கின்றன.

1. வாயு ஒளிக்குழாயின் பிளேட் மின்னழுத்த-மின்னோட்ட சிறப்பியல்பிலிருந்து, நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்திற்கும் ஒளிப் பாயத்திற்குமிடையே "நெடுக்க இழப்பு" (Loss of linearity) உண்டாவது புலனுகும்.

2. 90 வோல்ட்களுக்குமேல் மின்னழுத்தம் குழாயில் இருக்கும்போது மின்னிறக்கப் பொலிவு (Glow discharge) ஏற்படலாம். இவ்விறக்கம் ஏற்பட்டதும், மின்னோட்டம், ஒளி விளக்கத்திற்குப் பொருந்தாமல், குழாயின் உணர்வு நுட்பத்தை நிலையாகக் குறைததுவிடும். எனவே வாயு ஒளிக்குழாய்களில் எக்காரணத்தைக் கொண்டும் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் 90 வோல்ட்களுக்குமேல் போகாது இருத்தல வேண்டும். ஆனால் இந்த வரையறு வெற்றிட ஒளிக்குழாய்களில் கிடையாது. மின்னிறக்கப் பொலிவிலிருந்து வாயுக் குழாயைப் பாதுகாப்பதற்கும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும் எப்போதும் 100 கிலோ ஓம் அளவுள்ள உயர்தடையானது குழாயுடன் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் இந்தத் தடையிலிருந்து வெளியீட்டை (Output) வசதிக்கேற்றாற்போல் எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

3. அதிகப்படியான நேர் அயனிகள் இருப்பதால், ஒளிப் பாயத்தின் மாறுதலுக்கேற்ப தானும் மாற குழாய்க்கு நேரம் அதிகமாக வேண்டியிருக்கும். ஏனெனில் இந்த நேர் அயனிகள் எதிர்மின்வாய்க்குச் செல்வதற்கு அதிக நேரம் எடுத்துக்கொள்ளும்.

4. நேர் அயனிகளின் தாக்குதலினால் எதிர்மின்வாயிலிருந்து பின்வரு (Secondary) வெளியீட்டை ஏறபடுத்தாத அளவிற்கு நேர்மின்வாயின மின்னழுத்தத்தை வரையறுக்கப் படுதல வேண்டும். இல்லையெனில் அவற்றின் தாக்குதல்களால் ஒற்றை மூலக்கூறு ஏடானது வெளியீடு பரப்பிலிருந்து (Monomolecular emitting surface) அழிக்கப்பட்டுவிடும். இதனால் மின்னிறக்கம் தானாக ஏற்படவும், இது படு ஒளியைச் சார்ந்திராத நிலை ஏற்படவும் காரணமாகிவிடும்.

மேற்கண்ட குறைகள் இருந்தபோதிலும் வாயு ஒளிக் குழாய்கள் ஒலிமீட்புக்கும் (Sound reproduction) அஞ்சற் கருவிகளிலும் (Relay applications) தகுதிவாய்ந்தவைகளாக அமைகின்றன.

கடத்தி - ஒளிமின்கலம் (Photo conductive cell)

ஒளி கடத்துத்திறன் (Photo conductivity)

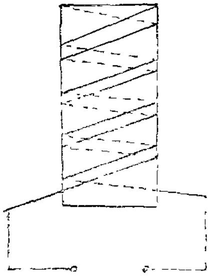
ஒரு குறைக்கடத்தியின்மீது வீசுகதிர் படுகின்றபோது அதன் கடத்துத்திறன் அதிகமாகும். இந்த ஒளிகடத்துத்

திறன் கீழ்காணுமாறு விளக்கப்படுகிறது. ஓர் உலோகத்தின் கடத்துத்திறன் அவ்வுலோகததில் இருக்கின்ற மின்னூட்டங்களின் அடர்வுக்கு விகிதப் பொருத்தத்தில் அமையும். குறைக் கடத்திக்குக் கொடுக்கப்படும வீசுகதிர் ஆற்றல இணைவலு கட்டுகளை (Covalent bonds) உடைப்பதற்குக் காரணமாகிறது. இதன் விளைவாக குறைக்கடததியில் ஏறபடும் மின்துளை-எலெக்ட்ரான் ஜோடிகள் (Hole-electron pairs) வெப்பம் மூலம் ஏற்படும் எண்ணிக்கையைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும். இவைகள் உலோகத்தின் தடையைக் குறைத்து மின்னோட்டத்தை அதிகப்படுத்துகின்றன. எனவே இத்தகு கருவி, ஒளியியல் தடைப்பான் (Photo resistor) அல்லது ஒளிக்கடத்தி (Photo conductor) என்றழைக்கப்படுகிறது. 100 அடிக் கேண்டல்களின் (100 Foot candles) ஒளிச்செறிவு மாறுதலுக்கு இவ்வகை ஒளிக்கடத்தியின் தடையானது பல கிலோ ஓம்கள் அளவில் மாறும்.

கடத்தி-ஒளிமின்கலம்

1871-ஆம் ஆண்டு வில்லௌபி ஸ்மித் (Willoughby Smith) என்பவர் படிகவியல் (Crystalline) வடிவ செலினியத்தில் ஒளி படும்போது இதன் மின்தடையில் மாற்றம் ஏற்படுவதைக் கண்ணுற்றார். ஒளிகடத்துவிளைவை (Photo conductive effect) வெளிப்படுததும் பல குறைக்கடததிப் பொருள்கள் இருந்த போதிலும், இந்த செலினியம் (Selenium) பொதுவாக கடத்தி-ஒளிமினகலததில் அதிகமாகப் பயனபடுததப்படுகிறது.

கண்ணாடித் தகட்டில் பதிக்கப்பட்ட தங்கம் அல்லது பிளாட்டின இரட்டை கிரிடின மீது செலினிய ஆவி மிகமெல்லிய படலவடிவில (Very thin film) குளிர்ந்து படியச் செய்யப்பட்ட அமைப்புடன் கடத்தி-ஒளிமின்கலம் அமைகிறது. கிரிடின அமைப்பைப படததில் காணலாம்



படம் 2·5

கண்ணாடிததகட்டை தகுந்த வெப்ப நிலையில் வைக்கும்போது செலினியப் படலம் படிகவடிவில் அமையும். பரிசோதனைகளின் மூலம் கீழ்கணட விதிகள் நிறுவப்பட்டன.

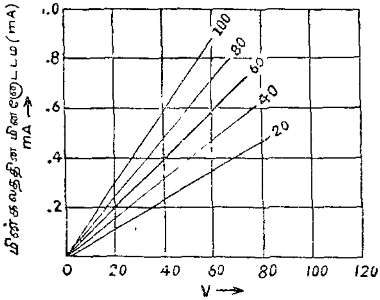
1. ஒளிசெலுத்தப்பட்டபின், ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த நேரத்தில், ஒளி விளக்கத்தினல் (Illumination) மாறும் மின்னேட்டம் படு பாயத்திற்கு (Incident flux) விகிதப் பொருத்தத்தில் இருக்கும்.

2. ஒளிபடும் நேரம் அதிகமாக்கப்பட்டால் (Extended exposure) மின்னேட்டம் சமநிலே அடையும். அதன் பிறகு படுபாயத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு (Square root) விகிதப் பொருத்தத்தில் இருக்கும்.

3. ஒளியின் அலேவால் (Fluctuating light) உண்டாகும் மாறுதிசை மின்னேட்டம் ஒளிபாயத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும், ஆனல் அலேயும் ஒளிபாயத்தின் அதிர்வெண்ணுக்குத் தலேகீழ் விகிதத்திலும் (Inversely proportional) இருக்கும.

மின்னேட்டம் ஒளிவிளக்கத்தின் காலத்தை ஒட்டி அமைவதாலும், அதிக பளுவுள்ள நேர் அயனிகளின் குறைந்த திசைவேகத்துடன் நகருவதாலும கடத்தல்-ஒளிமின்கலம் மந்தமான முறையில் செயல்படுகின்றது.

ஒளிக்குழாயில் (Photo tube) முற்றிலும் இருட்டாக இருக்கும் நிலேயில் மின்னேட்டம் இருக்காது. ஆனல் கடத்தல்-ஒளிமின் கலங்களில் இந்நிலேயிலும் குறிப்பிட்டளவு மின்னேட்டம் இருக்கும். கடத்தல்-ஒளிமின்கலமானது, இருட்டில் இருக்கும் போது பெறப்படும் தடைக்கு (Resistance) "இருண்ட தடை" (Dark resistance) என்று பெயர். இது 100 கிலோ ஓம்களிலிருந்து 20 மெகா ஓம்கள் வரையுள்ள அளவில் அமையும்.



படம் 2·6

ஒளியிலும் இருட்டிலுமுள்ள மின்னேட்டங்களின் விகிதம் பொதுவாக 8லிருந்து 10க்குள்ளாகவோ அன்றி அதிகமாகவோ

இருக்கலாம். மின்கலத்திற்குச் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் உணர்வு நுட்பம் இருக்கும். இது முன் பக்கத்தில கொடுக்கப்பட்டுள்ள மின்னோட்ட-மின்னழுதத சிறப்பியல் அமைந்த வரைபடத்தின்படி அமையும்.

மேற்கூறிய குணத்தினுல் மின்கலங்கள் பொதுவாக உயர் மின்னழுத்தங்களில் இயக்கப்படுகின்றன. அதிகமாக வெப்பப் படுத்தல் மூலம் செயலற்ற நிலையை அடையாதளவு உள்ள மின்னழுத்தத்தைத் தான் கொடுக்கவேண்டும் என்பதை கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஒளி விளக்கத்தில் மின் கலத்தடை (Cell resistance) மின்கல மின்னழுத்தத்தினைச் சார்ந்திராமல் இருக்கும். இதனுல் மின்னோட்ட-மின்னழுத்த நெடுக்கைச் சிறப்பியல்பு (Linearity of current-voltage) கிடைக்கிறது. கடததல்-ஒளிமின்கலங்களின் மின்னோட்ட அளவு (Current capacity) சில மில்லி ஆம்பியர்களுக்கு மேல் போகாது. ஆனுல் தகுந்த அமைப்பை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் இவ்வளவானது 0·25 ஆம்பியர் அளவு மதிப்புக்கு உயரலாம்.

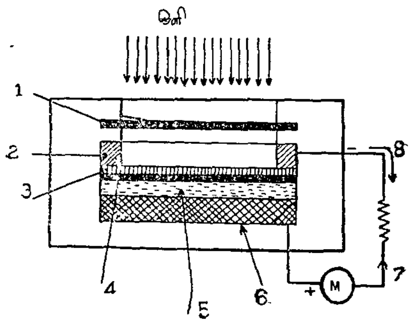
ஒளி–வோல்டா மினகலம் (Photo-Voltaic cell)

ஒளி வோல்டா விளைவை (Photo–voltaic effect) பெக்குரல் (Becqueral) எனபவர் கண்டுபிடித்தார். மின்பகு பொருளில் (Electrolyte) அமிழ்ததி வைக்கப்பட்ட இருமின்வாய்களில் ஏதாகிலும் ஒன்றில் ஒளிவிழும்போது, அவைகளுக்கிடையே மின்னியக்குவிசை தோனறுவதைக் கண்ணுற்ருர். தறபோதைய ஒளி–வோலடா மின்கலததின் வடிவம் "தடுப்பு–அடுக்கு மின்கலம்" (Barrier – layer cell) என்றழைக்கப்படுகிறது. அத்தகைய மின்கலஙகளில் அடி உலோகத்தகட்டின் (Base-plate) மீது குறைக்கடத்தியின் அடுக்கு அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். தாமிர உலோக அடிததகட்டின் மீது சாதாரணமாக தாமிர ஆக்சைடு படிந்திருக்கும். அன்றி இரும்புததகட்டின்மீது தங்கம் அல்லது பிளாட்டினம் அல்லது இரும்பு செலினைட்டின் (Iron selenide) மெல்லிய அடுக்கு படிந்திருக்கும் கூட்டுப் பொருளுக்கும் (Compound) உலோகத்தகட்டிற்குமிடையில் ஒளிவிளக்கத்தின் எல்லே (Illumination of the boundary) அல்லது தடுப்புத்தளமானது (Barrier plane) அமைகிறது. இத்தளத்தின் மீது ஒளிவிழும்போது மின்னழுத்தம் தோற்றுவிக்கப் படும். இப்போது உலோகமும், குறைகடப்பான படலமும் வெளிபுறமாக மின்சுற்றில் இணைக்கப்பட்டால் மின்னோட்டம் பாயும். குறைக்கடத்தியிலிருந்து வெளியாகும் எலெக்ட்ரான்

கள் உலோகங்களினுள் செல்வதால் மேற்கண்ட மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது என்று நம்பப்படுகிறது. குறைக்கடத்தியில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களுக்கு விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளியை (Forbidden energy gap) வெல்வதற்குரிய (Surmount) போதுமான ஆற்றலை படுஒளி (Incident light) தருகிறது. எனவே எலெக்ட்ரான்கள் உலோகத்தினுள் பாயும். ஒளி விளக்கம் தொடர்ந்து இருக்கும் வரையிலும் இந்த எலெக்ட்ரான்களும் தொடர்ந்து பாய, மின்னோட்டமும் தொடர்ந்து இருக்கும்.

(1) செலினியம் வகை மின்கலம் (Selenium type cell)

நிக்கல் பூசப்பட்ட இரும்பு அல்லது அலுமினிய அடித்தகட்டின் மேல் வார்ப்பு செலினிய அடுக்கு (A layer of molten selenium) ஊற்றப்பட்டிருக்கும் அமைப்பில் செலினியம் மின்கலம் உருவாக்கப்படுகிறது. பின்பு சாம்பல் நிற படிகவடிவ குறைக்கடத்தி வகையாக செலினியம் திடப்பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. ஒளி செல்கின்ற வெள்ளி அல்லது தங்க மின்வாய்கள் மேல் பரப்பில் படிய வைக்கப்படும் செலினிய பரப்பின்மீது தடுப்பு அடுக்கு உடனடியாகத் தானுகவேத் தோன்றும்.

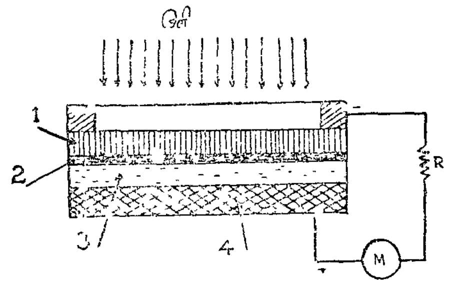


1 பாதுகாப்பு சன்னல
2 தொடாபு வளையம
3 சிறிதளவு ஒளிபுகும் மெல்லிய உலோக அடுக்கு
4 அரண் மறைகதும் அடுக்கு
5 செலினியம குறைககடத்தி
6 இருமபு அடித்தகடு
7 மரபு மின்னேடடம்
8 எலெக்டரான் ஓட்டம்

படம் 2·7

உயர்மின்தடையுள்ள திசையில் பலமணி நேரம் மின்கலத்தின் வழியே திருத்தப்பட்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைச் (Rectified AC) செலுத்தி இந்த தடுப்பு அடுக்கின் திறனை அதிகமாக்கலாம். இந்த "முன்சுவர்" (Front-wall) அமைப்பு மிகவும் வேண்டிய ஒன்றாகும். ஏனெனில் மிகக்குறைந்த தடிமனில் (Thickness) கூட செலினியம் ஒளிபுகா இயல்பினை அடைந்து விடும்.

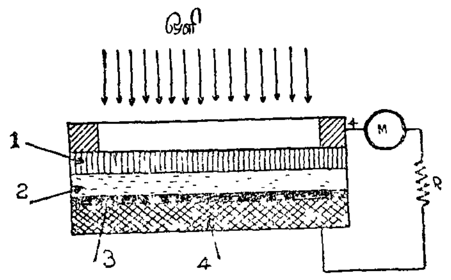
(2) பின்சுவர் தாமிர ஆக்சைடு மின்கலம் (Back wall copper oxide cell) பின் விளைவு மின்கலம் (Back effect cell)



படம் 2·8

தாமிரச ஆக்சைடின் (Cuprous oxide) மெல்லிய அடுக்கு ஒளிபுகும் இயல்பினைப் பெற்றிருப்பதால் இந்த "பின்சுவர் தாமிர ஆக்சைடு மின்கல" அமைப்பினை உருவாக்க முடிகிறது. அதிகப்படியான ஆக்ஸிஜனுல் தாமிரத்தின் மேல் உண்டாகும் ஆக்சைடு குறைக்கடத்திப் பண்பைப் பெறுகின்றது. தாமிரத்திற்கு அடுத்தமையும் தூய தாமிரச ஆக்சைடு தடுப்பு மட்டுமே அடுக்கைக் கொடுக்கும் மற்றபடி எலலாப் பகுதிகளும் குறைக் கடத்திப் பண்பினைப் பெறுகின்றன.

(3) முன்சுவர் தாமிர ஆக்சைடு மின்கலம் (Front-wall copper oxide cell)



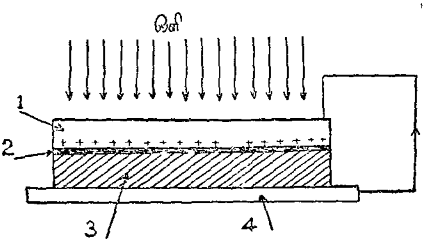
படம் 2·9

தாமிர ஆக்சைடு மின்கலத்திற்கு "முன் சுவர்" அமைப்பு பயன்படுகிறது. இரசாயன குறை (Chemical reduction) அல்லது அயனிகளின் மோதுகைக் காரணத்தால் தாமிரச ஆக்சைடு குறைக்கடத்தியின் மீது தடுப்பு அடுக்கு உண்டாக்

கப்படுகின்றது. தாமிர ஆக்சைடுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும் ஒரு கடத்து மின்வாய்தான் அடித்தகடாக அமைகின்றது.

ஒளி வோல்டா மின்கலம் அல்லது தடுப்பு அடுக்கு மின்கலனின் செயல் (The action of photo voltaic cell or Barrier layer cell)

ஒளி வோல்டா மின்கலத்தின் முக்கிய பகுதிகள் கீழே படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன,



1 சிறிதளவு ஒளிபுகும உலோக மின்வாய்
2 தடுபபு அடுக்கு
3 குறைககடத்தி
4 உலோக மின்வாய்

படம் 2 10

இதில் 10^{-4} செ. மீ. தடிமன் அளவுள்ள மெல்லிய காப்பிட்ட அடுக்கினுல் குறைக்கடத்தி, ஒரு மினவாயிலிருந்துப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த அடுக்கிற்குப் பொதுவாக "தடுப்பு அடுக்கு" என்று பெயர். மேல் மினவாய் ஒளி ஊடுருவும் வண்ணம் காட்டப்பட்டிருப்பதை அறியலாம். இதனுல் தடுப்பு அடுக்கு, குறைக்கடததி ஆகியவைகளுக்கிடையே உள்ள முகத்தை ஒளி சென்றடைய முடியும்.

P–வகையில் (P-Type) குறைக்கடத்தி இருக்கும்போது தாமிரச ஆக்சைடும், செலினியமும் பொதுவாக இதற்குப் பயன்படுத்தப்படும். குறைக்கடத்தியில் நகரும் துளைகள் (Mobile holes) இருக்கும். ஆனுல் பருப்பொருள் முழுவதும் மின்னேட்ட முறையில் நடுநிலையாக்கப்பட்டதாக இருப்பதால் (Electrically neutral), நகரும் துளைக்குச் சமமான, எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற மையங்களும் பொருளினுள் இருக்கவேண்டும். இந்த மையங்கள் எதிர்மின்னூட்ட அணுக்கள் ஆதலினுல் அவைகள் நகராது. தடுப்பு அடுக்கின் அடுத்தப்பககததில் நகரும் எலெக்ட்ரான்களும், நிலையான நேர்மின்னூட்ட அணுக்களும் உள்ள உலோகமிருக்கும். குறைக்கடத்தியின் துளைகளும், உலோகத்திலிருந்து வெளி வரும் எலெக்ட்ரான்களும் தடுப்பு

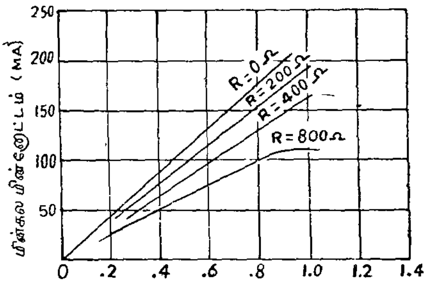
அடுக்கு வழியே விரவிவிடுகின்றன (Diffuse). இதனுல் தடுப்பு அடுக்கின் உலோகப் பகுதியில் உள்ள நேர் மின்னூட்டத்தின் அடர்வு அதிகரிக்கின்றது. இது மின்னழுத்த அரண் (Potential barrier) உண்டாவதற்கு வழிகோலுகிறது. இந்த மின்னழுத்த அரண், விரவுதலை (Diffusion) எதிர்க்கும். மேலும் சமன்நிலை அடையப் பெறும்வரை இதன் அளவு அதிகரித்துக் கொண்டே போகும்.

இப்போது குறைக்கடத்தியின் மீது ஒளியை விழும்படி செய்தால், ஒரு போட்டான் ஆற்றலை ஓர் எலெக்ட்ரான் உட்கவரும். இவ்வாற்றல் எலெக்ட்ரானை கூடுகை கட்டிலிருந்து (Valancy bond) கடத்துகட்டுக்கு (Conduction bond) எடுத்துச் செல்லும் திறனைப் பெற்றிருப்பின் எலெக்ட்ரான்-துளை இரட்டை உண்டாக்கப்படுகிறது. கட்புலன் ஒளியின் (Visible Light) போட்டான்கள் (Photons) இந்த முறைக்குத் தகுந்த ஆற்றலைத் தருகின்றன. இச்செயல் முறைக்குப் பயன்படும் தாமிரச ஆக்சைடு, செலினியம், மேலும் சில குறைக்கடத்திகளுக்குத் தேவையான ஆற்றலையும் கட்புல ஒளியின் போட்டான்களே தகுந்த அளவிற்குத் தருகின்றன.

வெளியிடப்படும் துளை-எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் கூடுதலான மின்னோட்டத் தாங்கிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன இவை இரணடும் சீராக விரவி விட முயலகின்றன. ஆனுல் தடுப்பு அடுக்கின் வழியே உள்ள மின்புலம், குறைக்கடத்திகளில் இருந்து எலெக்ட்ரான்களை உலோகத்தினை நோக்கி கவருகின்றது. ஆனுல் அதே நேரத்தில் துளைகள் எதிர்புறமாகத்தாக்கப்படுகின்றன. இப்போது வெளிக்கடத்தி ஒன்றின் மூலம் (External conductor) இந்த மின்வாய்கள் சேர்க்கப்படுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். தடுப்பு அடுக்கின் குறுக்கே எலெக்ட்ரான்கள் சென்று, வெளிச்சுற்றின் வழியே போய் மீண்டும் குறைக்கடத்தியினுள் நுழைந்து, மறுபடியும் துளைகளும்–எலெக்ட்ரான்களும் ஒன்றுசேரும் வாய்ப்புத் தோன்றுகிறது. இவ்வாருகத தோன்றும் மின்னோட்டம், ஒமிக் தடையின் பாதையில் (Ohmic resistance of the path) ஆற்றல் சிதைவை (Dissipation of energy) ஏற்படுத்த காரணமாகிறது. ஆனுல் இதை சரி கட்டுவதற்கு குறைக்கடத்திகள் ஒளி மூலத்திலிருந்து ஆற்றலை பெறுகின்றன. வெளிச்சுற்று இல்லாதிருப்பின், தடுப்பு அடுக்கின் குறுக்கேச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் சுற்றுக்கு வெளியே செலல முடியாதாகிவிடும். மேலும் புதுசமநிலை நிப்பந்தனை ஏற்படும் வரை, தடுப்பு அடுக்கின் குறுக்கே மின்ன

ழுத்த வேறுபாடு மாற்றியமைக்கப்படும். ஒளி மின்கலத்தின் மின்வாய்களுக்கு இடையே இப்போது மின்னழுத்த வேறுபாடு (P. D) தோன்றுகிறது. இதை ஒரு வெளிச் சுவற்றின் (External circuit) மூலம் அளக்க முடியும்.

எந்த தடுப்பு அடுக்கு மின்கலத்தின் குறுக்குச்சுற்று (Short circuit) மின்ேனாட்டமும் படு ஒளியின் பாயத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். வெளிச்சுற்றில் தடையைப் புகுத்தும் போது மின்ேனாட்டத்திற்கும் பாயத்திற்கும் இடையே உள்ள நீட்சித் தொடர்பு (Linear relation) இருக்காது.



ஒளிப்பாயும (லூமென் அளவில்)

படம் 2·11

வெளியிடுப்புள்ளியிலிருந்து, வெளிச்சுற்று இணைப்புப் புள்ளிவரை, எலெக்ட்ரான்கள் மிகக்குறைந்த கடத்திகளான தாமிர ஆக்சைடு அல்லது இரும்பு செலினைட் (Selenide) அடுக்கில் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் விளைவினால் மின்கலத்தின் அகமின்தடை (Internal resistance) ஏற்படுகிறது. இரு பரப்புகளுக்கு இடையே உயர்மின்தேக்குத்திறன் வெளியாகிறது. எனவே, படு ஒளியின் அலைவுக்கேற்ப, தடுப்பு அடுக்கு செயல்படும் திறன், வேகமாகக் குறைக்கப்பட்டு விடுகின்றது.

ஒளி வோல்டா மின்கலங்களுக்கு வெளிமூலம் (External source) தேவையில்லை. ஆனால் மற்ற ஒளி வெளியீடு மின்கலம் கடத்தல்-ஒளிமின்கலம் ஆகியவற்றிற்கு அவை தேவை. பரப்பளவை அதிகப்படுத்தவும், மொத்த படுஒளி பாயத்தை அதிகரிக்கவும் பல ஒளி வோல்டா மின்கலங்கள் பக்கஇணைப்பு மூலம் (Parallel connection) இணைக்கப்படுகின்றன. இவைகளைத் தொடரிணைப்பின் (Series) மூலம் இணைப்பதால் மின்னோட்ட, மின்னழுத்த நுட்ப உணர்வுகளை அதிகப்படுத்தலாம்

பயன்படும் துறைகளும் பயன்படும் இடங்களும்

"மாயக்கண்" (Magic-eye) என்ற பெயர் ஒளிமின்கலத்திற்குண்டு. ஒளிமின்கலன், மனிதக்கண்ணுக்குப் பதிலாக ஒருசில இடங்களில் வேலைசெய்வதால் இதற்கு அப்பெயர் பொருத்தமுடையதேயாகும். ஆனல் இந்த மாயக்கண் நுட்ப உணர்வு மனிதக்கண்ணைவிட சக்தி பெற்றது இன்றைய வாழ்வில் ஒவ்வொருத் துறையிலும் இதன் பயன்கள் பரவலாக அமைந்துள்ளன. விண்மீன்களின் வெப்பநிலைகள், மீளொளி நிறமாலை (Stellar spectra) போன்ற வானவியல் பௌதிகத் துறையிலும், உலைகளின் (Furnaces) வேதியியல கிரியைகளின் வெப்பநிலைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும், வெப்ப அளவியலிலும், ஒளி அளவியலிலும் இந்த ஒளிமின்கலன் மிகப்பெரிய அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு நல்ல முடிவுகள் (Results) கிடைக்க வழிகோலுகிறது. நடைமுறையில், மின்சாதனங்களில வேலைபார்க்கும்போது பாதுகாப்பினைத் தருவதற்கும், தீ மற்றும் திருடர்களிடமிருந்தும் காப்பாற்றவும், தானாக இயங்கும் தெரு விளக்குகளிலும், தானியங்கி சைகைகள் இயக்கத்திற்கும், புகைவண்டி, உந்துவண்டி இயக்கங்களிலும், தானியங்கும் எண்ணிக்கைப் பொறிகளிலும் (Automatic counters) இது மிக எளிதானமுறையில்-நல்லமுறையில் திறமையாகச் செயல்பட்டு பயனைததருகிறது. ஒளிமின்கலத்தின் சில முக்கிய நவீன சாதனங்கள் : சூரிய மின்கல அடுக்குகள் (Sun batteries), தொலைக்காட்சிக் கருவி, (Television) பேசும் படங்கள் (Talking pictures), படமனுப்பும் வாங்கும் கருவி, (Transmission and reception) தொழில துறைப் புகையைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவி போன்றவைகளாகும்.

ஒளி-வெளிவிடு பெருக்கிகள் (Photo-emission multiplier)

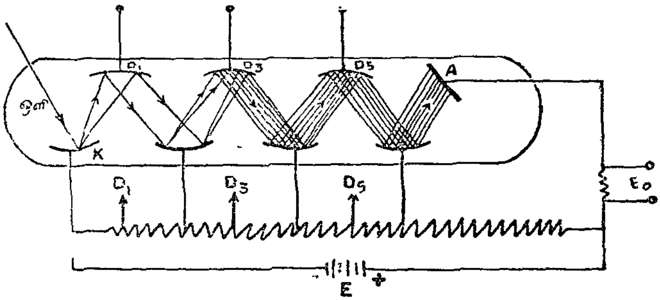
அலலது

எலெக்ட்ரான் பெருக்கிகள் (Electron multiplier)

ஒளிக்குழாய் எதிர்மின்வாய்கள் வெளியிடும் மின்னேட்டம் பொதுவாக மிகக்குறைந்த அளவில் இருக்கும். பிலிமில் (Film) பதிவாக்கிய ஒலியை மீட்கும் துறையிலும் தொலைக் காட்சிக் கருவிகளிலும் ஒளிக்குழாயின் வெளியீட்டு மின்னேட்டத்தைப் பெருக்க வேண்டியது (Amplification) மிகத் தேவையாக உள்ளது. பெருக்கியின் சிலநிலைகளில் (A few stages of amplifiers) இத்தகு பெருக்கத்தை உண்டாக்கமுடியும்; அல்லது பின்வரு வெளியீட்டை (Secondery emission) குழாயி

னுள்ளே பயன்படுத்தியும் பெருக்கத்தை உண்டாக்கமுடியும். இந்த இரண்டாவது செயல்முறை "எலெக்ட்ரான் பெருக்கம்" (Etectron multiplications) என்றழைக்கப்படுகிறது. கீழே உள்ள படத்தில் எலெக்ட்ரான் பெருக்கியின் இயக்கத்தை அறியலாம்.

ஒளி பெருக்கியின் தத்துவம் (Principle of photo multiplier)



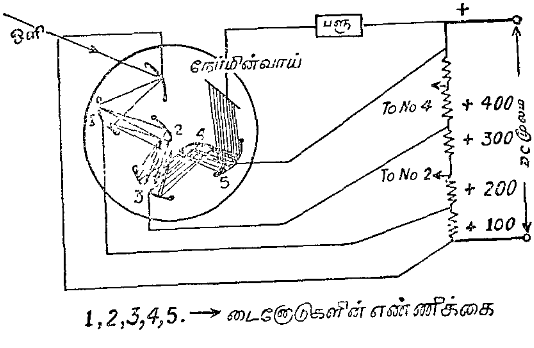
படம் 2·12

படு ஒளியினுல், ஒளி வெளியீடு எதிர்மின்வாய் K-இல் இருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்கள், D_1 என்ற நேர்மின் வாயினுல் கவரப்படுகின்றன. D_1-இல் பின்வரு வெளியீடு ஏற்பட்டு அதன்வீதம் d என உள்ளதாகக் கொள்வோம். ஒவ்வொரு முதன்மை எலெக்ட்ரானுக்கும், இந்த பின்வரு d எலெக்ட்ரான்கள், D_1-ஐவிட்டு D_2 என்ற மற்றொரு நேர்மின் வாயினுல் கவரப்படுகின்றன D_1-ஐவிட D_2 அதிக மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும்போது இது நிகழ்கிறது. D_2-ஆனது D_1-ஐப் போலவே இருக்கும். D_1க்கும் D_2க்குமிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு D_1, K ஆகியவற்றின் இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். D_2 யிலும் பின்வரு வெளியீட்டின் வீதம் d ஆகவே இருக்கும், எனவே ஒவ்வொரு ஒளி எலெக்ட்ரானுக்கும், d^2 எலெக்ட்ரான்கள் D_2வை விட்டுச் செலகின்றன. இப்படிப்பட்ட n-எண்ணிக்கையுள்ள நேர்மின்வாய்கள் உள்ளன. இவைகள் டைனேடுகள் (Dynodes) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. உயர்மின்னழுத்தங்களில் ஒவ்வொரு டைனேடிலும் எலெக்ட்ரான் பெருக்கம் ஏற்படுகிறது. வாங்கி நேர்மின்வாயினுல் (Collector anode) வெளியீட்டு மின்னேட்டம் ஒன்று சேர்க்கப்படுகிறது. கிடைக்கும் மின்னேட்ட இலாபம் d^n ஆகும். செய்முறையில் பின்வரு வெளியீட்டு வீதம் d ஆனது 5லிருந்து 10 வரை

இருக்கும். எனவே 9 டைனேடுகளைப் பயன்படுத்துவதினல் மின்னேட்ட இலாபம் 2000000 போல மிக உயர்ந்த அளவில் இருக்கும்.

மின்னழுத்தப் பகுப்பானிலிருந்து (Potential divider) வசதியாக வேண்டியளவு மின்னழுததத்தை பல்வேறு டைனேடுகளுக்கும் ஏற்பு நேர்மின்வாய்களுக்கும் (Collector anodes) கொடுக்கலாம். ஒவ்வொரு டைனேடின் மின்னழுத்தத்தையும், கடைசி டைனேடுக்கும், ஏற்பு நேர்மின்வாயுக்குமிடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தையும் ஒட்டித்தான் எலெக்ட்ரான் பெருக்கியின் வெளியீடு (Output) அமையும். அடுத்தடுத்து இருக்கும் டைனேடுகளுக்கு இடையே உளள மின்னழுததம் 70-100 வோல்ட் களுக்கு இடையே இருந்தால் நல்ல உணர்வு நுட்பம் (Good sensitivity) கிடைக்கும். மைக்ரோ லூமென்கள் அளவேயுள்ள ஒளிவிளக்கததிற்கு, ஒளிபெருக்கியானது, வெளியீட்டை (பயனளவை) மில்லி ஆம்பியர்களில் தரும்.

வளைவான மின்புலம்தரும்படி டைனேடுகள் வடிவாக்கப் பட்டு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அடுததடுத்த டைனேடுகளின் மேல் வெளியீடு எலெக்ட்ரான்களைச் சரியாகக் குவிக்கும் பொருட்டு இவ்வாருன வளைவு மின்புலம் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. நடைமுறையில் இந்த டைனேடு, ஏற்பு நேர் மின்வாய் ஆகியவை ஒரு வட்டத்தில இருக்கும்படி அமைக்கப் பட்டிருக்கும். நேர்க்கோட்டில் இவை இருப்பதைவிட வட்டததில இருந்தால் இடச்சிக்கனம் படத்தில காட்டியபடி அமையும்,



1,2,3,4,5.→ டைனேடுகளின் எண்ணிக்கை

படம் 2·12

இத்தகு அமைப்பினல் சரியானதிசையில் எப்போதும் எலெக்ட்ரான்கள் இயங்குவதற்கு வழி கிடைக்கிறது. டைனேடு

களிடையே இவை தகுந்த அளவு வேகமுடுக்கும் செய்து, ஒவ்வொரு பரப்பிலிருந்தும் பின்வரு வெளியீடு ஏற்பட காரணமாகின்றன. இத்தொடரில் இறுதி மின்வாய்தான் ஏற்புவாய் அல்லது நேர்மின்வாயாகும். ஒவ்வொரு டைனோடிலும் ஒவ்வொரு படு எலெக்ட்ரானல் இரு பின்வரு எலெக்ட்ரான் உண்டாவதாக கொள்வோம். அப்படியானல் ஒவ்வொரு ஒளி வெளியீடு எலெக்ட்ரான்களிலிருந்தும் 2^{n} எலெக்ட்ரான்களின் மின்னேட்டம் கிடைக்கும், இதில் ^{N} என்பது டைனேடுகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும் 10 டைனேடுகளுக்கு 2^{10} அளவு, அதாவது 1024 அளவு மின்னேட்டம் கிடைக்கும். டைனேடு செய்யப்படும்போது தனிக் கவனம் கொடுத்துச்செய்வோமானல் ஒவ்வொரு ஒளிவெளியீடு எலெக்ட்ரானும் 5லிருந்து 10 வரை பின்வரு எலெக்ட்ரான்களை வெளியேத்தள்ளும். இதையே அடுத்தடுத்துள்ள டைனேடுகளில் திருப்பிச் செய்வதன் மூலம், 2 மில்லியன் இலாபம் பெறுவது சாத்தியமாகும்.

ஒளிக்குழாய் பெருக்கிகள் (Photo tube amplifiers)

ஒளிக்குழாயினூடே அனுமதிக்கும் மின்னேட்ட அளவு மிகக் குறைவாகும். எனவே பல செயல்முறை பயன்களுக்கு பெருக்கம் தேவைப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மிக உணர்வு நுட்ப அஞ்சலுக்கு (Relay) 200 μ A அளவுள்ள மின்னேட்டம் தேவைப்படுகிறது. இந்த அளவு ஒளிக்குழாய்ச் சுற்றில் நேரடியாகக் கிடைக்கும் அளவைவிட பலமடங்கு அதிகமாகும். இந்த பெருக்கததை அடைய, வெப்ப அயனி வால்வுகள் அல்லது தைரட்ரான்கள் கொண்ட அமைப்புகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகினறன.

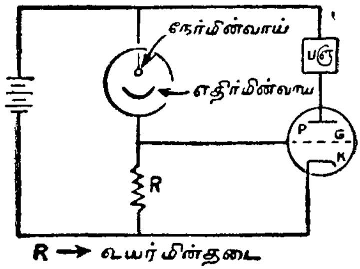
1. ஒளிப்படவியல் திறப்புமானி அல்லது ஒளிமானி (Photographic exposure meter or Light meter)

ஒளிவிளக்கச் செறிவை நேரடியாக அளப்பதற்கு வசதியான வழி, மைக்ரோ அம்மீட்டருடன் கூடிய ஒளிவெளியீடு மின்கலத்தையோ அல்லது மைக்ரோ அம்மீட்டருடன் கூடிய ஒளி வோல்டா மின்கலத்தையோ பயன்படுத்துவதேயாகும்.

வெற்றிட ஒளிமின்கல வகையின் வெளியீடு மின்னேட்டத்தின் அளவு சில மைக்ரோ ஆம்பியர்களேயாகும். இதன் அளவு சில இடங்களில் இன்னும் குறையும். இத்தகு குறைந்தளவு மின்னேட்டம், மின்கலத்தின் சுற்றுடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும் வலுவான அஞ்சற்கருவி (robust

relay) போன்ற பளுவை இயக்குவதற்குரிய திறனைப்பெற்றிருக்காது. தேவையான அளவு ஆளுகைத்திறனைப் பெறுவதற்குப் படத்தில் காட்டியபடி ஒரு வால்வு பெருக்கத்தை செலுத்துவதே பொதுவான வழியாகும்.

இங்கு ஒளிமின் கலத்தினூடே செல்லும் மின்னோட்டம், R என்ற உயர்மின்தடை வழியாகச் செல்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை இது உண்டாக்குகிறது. இவ் வேறுபாட்டினை, பின்பு வால்வின் ஆளுகை கிரிடுக்கு செலுத்த அங்கு கணிசமான பெருக்கம் ஏற்படுகிறது.



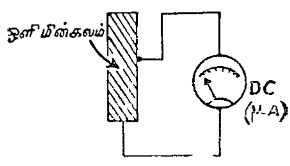
படம் 2·13

எடுத்துக்காட்டாக, 0·5 மை. ஆ (μ A) அளவுள்ள வெளியீட்டு மின்னோட்டத்தை (Emission current) படுஒளி உண்டாக்குவதாகவும், R ஆனதை 2 M Ω அளவுக்குச் சமமாகவும் வைதது்க் கொண்டால், R–இன் வழியே மாறுபடும் மின்னழுத்த வேறுபாடு $0{\cdot}5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{6} = 1$ volt என்பதாக அமையும். 2mA/வோல்ட் அளவாக வால்வின் பரிமாற்றுக் கடத்துதிறனை (Mutual conductance) வைத்துக்கொண்டால், 2mA அளவுள்ள நேர்மின்வாய் மின்னோட்ட மாறுதலைப் பெறலாம். அதாவது இவ்வகையில் 4000 மடங்கு மின்னோட்டப் பயனைப் பெறலாம்.

அவ்வப்போது அளவீட்டை சோதனைச்செய்து படித்தரமாக்கவேண்டி இருந்தபோதும், மைக்ரோ அம்மீட்டரில் அடிக்கேண்டில் அளவிலேயே நேரடியாக அளவீடு குறிக்கப்பட்டிருக்கும். சாதாரண உள்ளமை ஒளிவிளக்கச் செறிவுகளுக்கு (Indoor illumination intensities) குறைந்த மின்தடையுள்ள மைக்ரோ அம்மீட்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன்மூலம் ஓரளவு ஒரே சீரான அளவு (Scale) கிடைக்கும் பயனைப் பெறலாம்.

ஒளிமின்கல திறப்புமானி (Photo Cell exposure meter)

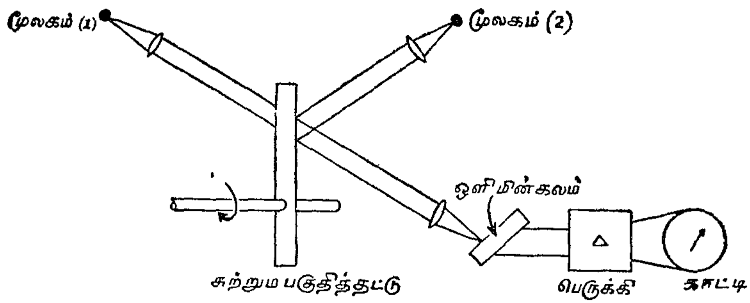
படத்தில் காட்டியபடி தனி ஒளிமானி அல்லது ஒளிப்படவியல் திறப்புமானி அமையும். இச்சுற்றில், ஒளிமின்கலத்தின் DC வெளியீடு (Output) ஒரு d/c



படம் 2·14

மைக்ரோ அம்மீட்டரை இயக்குகிறது. இந்த மானியில் ஏற்படும் விலக்கமானது (Deflection) ஒளியின் செறிவுக்கு விகிதப் பொருத்தத்தில இருக்கும். எனவே இதிலுள்ள அளவீடானது நேரடியாக அடிக்கேண்டிலிலோ அல்லது வேறு ஒளி அலகுகளின மூலமோ ஒளியின் அளவைக் காண்பதற்கு வகை ஏற்படுகிறது. ஒளிவிளக்கச் செறிவு (Illumination intensity) மிகக்குறைவாக இருக்கும், தெருக்களின் ஒளியை அளப்பதற்கு, பல ஒளிவோல்டா மின்கலங்கள் பக்க இணைப்புமூலம் இணைக்கப்படடிருக்கும். இதன்மூலம் தேவையான உணர்வு நுட்பததைப் பெறலாம்.

இரு ஒளி மூலங்களை ஒப்பிடுதல் (Comparison of two light sources)



படம் 2·15

படத்தில் காட்டியபடி ஒரு வெளியீடுவகை ஒளிமின்கலம், ஒரு சுறறுத்தட்டு ஆகியவறறைப் பயனபடுத்தி துல்லியமாக இரு ஒளி மூலங்களை ஒப்பிடமுடியும். இந்த வட்டு, வட்டப் பகுதிகளாகப் (Sectors) பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இவறறில பாதி ஒளியை ஊடே செலுத்துவதற்கேறப அமைப்பினைப் பெற்றிருக்கும. ஒன்றுவிட்டு ஒன்றுள்ள வட்டப்பகுதிகள் திடமாகவும (Solid) ரசம் பூசப்பட்டதாகவும் இருக்கும் (Mirrored). இப்பகுதிகள் ஒளிமினகலத்தை எதிர்நோக்கி இருக்கும்.

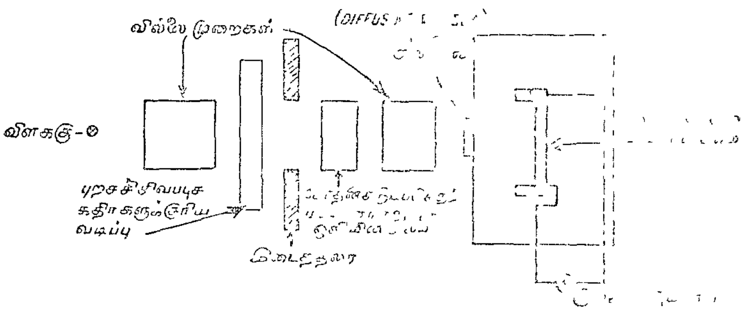
இரு மூலங்களும் சமமாக இல்லாதிருப்பதாகக் கொள்வோம். சுழற்சிவேகத்தின் உதவியால், ஒளிமினகலத்தை அடையும் ஒளியினால் சிமிட்டுதல் (Flicker) ஏறபடும் வேகத்தைக் கண்டு பிடிக்கலாம். இதனால் திசைமாறும் பயனளவு (Alternating output) கிடைக்கும. இது பெருக்கப்

பட்டு அலைவு காலவனுமீட்டருக்கு அல்லது வேறு உணர்வு நுட்ப AC டிடக்டருக்கு (Detector) கொடுக்கப்படும்.

இரு மூலங்களும் சமமாக்கப்படும்போது, ஒளிமின்கலத்தின் திசைமாறும் பயனளவு பூஜ்ய மதிப்பாகிவிடும். வலுவான மூலத்திலிருந்து வருகின்ற ஒளியின் ஒரு பகுதியை, ஒரு திரை அல்லது மூடியின் மூலம் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம், மேற்கண்ட நிலைக்குக் கொண்டுவர முடியும். துல்லிய ஒளிமின்சார அளவீடுகளுக்கு வெற்றிட வெளியீட்டுவகை ஒளிமின்கலம் சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பல பெருக்கி நிலைகளை சேர்ப்பதன் மூலம் இன்னும் சிறப்பான உணர்வு நுட்பத்தைப் பெறமுடியும்.

ஒளிபுகா இயல்பினை அளத்தல் (Measurement of opacity)

ஓர் இரசாயனக் கரைசலின் அடர்வை, அது உட்கவரும் ஒளியின் அளவைக்கொண்டு எளிதாகக் கண்டுபிடிக்கலாம். இந்த தத்துவம் பயன்படும் முறையை கீழே உள்ள படம் விளக்கும்.



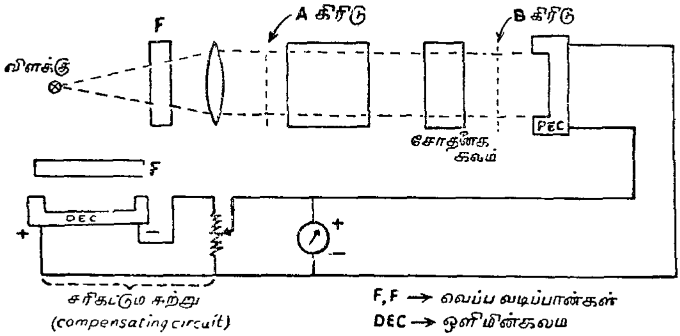
படம் 2 16

படத்தில் காட்டியபடி இதன் அமைப்பு இருக்கும். ஒளி மின்கலத்தை சரிபடுத்துவதன் மூலமோ அல்லது ... இணைத்தடம (Shunting) செய்வதன் மூலமோ, ... மின்கலம் இருக்கும்போது, குறிகாட்டும் ... விலக்கம் உண்டாவதைக (Full deflection) ... சோதனைக்குரிய கரைசல் மின்கலத்தில் நிரப்பப்படும்போது, குறிகாட்டி அளவு குறையும். இது சோதனைக்குரிய கரைசலின் 'ஒளி உட்கவரும் திறனை' ஒட்டி அமையும் ...க்கின்

பயனளவு மாறுதல்களினுல் அளவீடு மிகமிக வேகமாக இருக்கக்கூடிய சிறு தொல்லையிருக்கும். அடர்வு தெரிந்த கரைசல்களைப் பயன்படுத்துவதன்மூலம் அளவீடு பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

கழிவுத்துகள்களை அளத்தல் (Measurement of Turbidity)

திரவத்தில் இருக்கும், திடப்பருபொருளின் சிறு துகள்களை—கழிவுகளை கீழே காட்டப்பட்டுள்ள சற்று மாறுபட்ட முறையில் அளக்கமுடியும்.



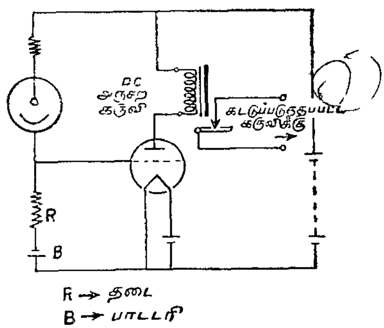
படம் 2·17

நீள்வடிவ கடினத்தன்மையான சிறு உலோகக் கோல்களும் இடை வெளிகளுமாக (Space) ஒன்றையொன்று அடுத்தடுத்து உள்ள கிரிடு Aயின் வழியாக விளக்கிலிருந்து ஒளியானது செல்லும். ஒளிமின்கலத்தில் ஒளிச்செலலாதவாறு அமைக்கப் பட்டிருக்கும் இதேப்போன்ற B என்ற கிரிடில் ஒளியைக் குவிக்கச் செய்தல் வேண்டும். ஒளிவிலகுதல் காரணமாக (Refraction) உண்மையில் சிறு அளவு ஒளியானது எப்படியும் ஊடுருவிச்செல்லும். சரிசெய்யக்கூடிய மின்னேட்டத்தோடு அமைக்கப்பட்ட இரண்டாவது ஒளிமின்கலத்தைப் பயன் படுத்தி, இதை சரிகட்டிவிடலாம். வெப்ப வடிப்பான்கள் F, F என்பன பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சோதனைக் கலத்திலுள்ள திரவத்தில் திடப்பருப்பொருளின் சிறுதுகள்கள் இருக்கும் போது ஒளிச்சிதறல் (Scattering) ஏற்படக்காரணமாகிறது. சிதறிய ஒளியின் ஒரு பகுதி B கிரிடின் வழியேச்சென்று மின் கலத்தை இயக்குகிறது.

அஞ்சற் கருவிகளின் ஒளிமின்சாரக் கட்டுப்பாடு (Photo electric control of relays)

ஒரு வாலவின துணையுடன இது நடைபெறுகிறது. இதன் பின அலாரததைத தொடஙகுவதறகுரிய ஸவிட்ச்சை இயக்கு வதறகோ அலலது எண்ணிககைப பொறியை இயக்கு வதறகோ அலலது மினசார மோட்டாரை நிறுததவோ, ஓடடவோ இதைப பயனபடுததலாம.

மேற்கண்ட படததில் ஒளி மினகலததினமீது ஒளிபடாமல வால்வு கிரிடை, பாட்டரியின உதவியால, எதிாமுனையாக நிலை நிறுததபபடுகிறது இதனைல நோமினவாய் மினனேடடம் வெட்டப்படுவதால அஞசற கருவி இயககபபடாமலிருந்து விடுகிறது ஒளியானது மின கலததினமீது படும்போது, மின் கலமானது மினனேட்டததைச செலுததுகிறது மேலும் R



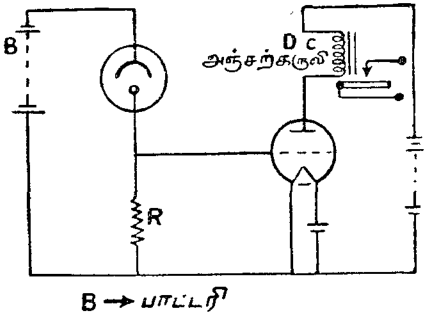
படம் 2 18

எனற மின்தடை, ஒளிமினகலம் ஆகியவைகளின் மின் தடையை ஒடடியிருககும் வால்வின கிரிடு மின்னழுததம் முனபிருநததைவிட அதிகமாக நோமுனையாகிவிடுகிறது இதனைல வாலவில மினனேட்டம் அனுமதிக்கப்பட்டு, உடனே அஞசறகருவி இயஙகுகிறது, ஒளியானது ஒளிககுழாயினுள் படடுககொணடிருக்கும் வரை, அஞ்சறகருவி இயஙகும். அஞசறகருவி முனையின எதிர்ப்புறம தொடுகை (Contact) இருபபின, ஒளி இடைவெடடபபடும்போது (Interrupted) அஞ்சறகருவி இயஙகும்

ஒளி தடைப்படுவதன்மூலம இயஙகும் அஞ்சற்கருவி (Relay to operate an interruption of light)

இஙகு ஒளிமினகலததினமீது ஒளிபடாதபோது, வால்வு கிரிடின மின்னழுததம் பூஜயமாகி, மினனேடடம் பாய அஞ்சற் கருவி வேலைசெய்யத தொடஙகும். ஒளியானது ஒளிமின் கலததினமீது படுமபோது, மினனேடடம B எனற பாட்டரியி லிருந்து R, ஒளிமினகலம் ஆகியவை வழியாகப பாயந்து செலல, எதிர்மின்வாயைப் பொறுதது வால்வு கிரிடு எதிர்முனை

யாக்கப்பட்டு, நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் வெட்டப்படுகிறது. எனவே மின்கலன் ஒளிபெறும்போது, அஞ்சற்கருவி இயங்காம லிருக்கும். ஆனால் ஒளி தடைபடும்போது உடனடியாக இயங்கத் தொடங்கும். அஞ்சற்கருவியை அல்லது



படம் 2·19

எண்ணிக்கைப் பொறியை இயக்குவதற்குரிய பயனளவு, வாயு நிரப்பப்பட்ட தைரட்ரானில் அதிகமாக இருப்பதால், டிரையோடு வால்வுகளுக்குப் பதில், தைரட்ரான்கள் பரந்த அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன, பொருட்காட்சியினுள் நுழையும் மக்களின் எண்ணிக்கையை எண்ணும் முறைக்கு இத்தகு சுற்றினைப் பயன்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். ஒவ்வொருவராக (Person) நுழையும்போது, ஒளிக்கற்றை தடைப்படுவதால் ஒளிமின்கலத்தினுள் மின்னோட்டம் தடைபடுகிறது. உடனே மின்காந்த எண்ணிக்கை மானியில் (Electromagnetic counter) எண்ணிக்கைப் பதிவு செய்யப்படுகிறது இதற்கு மின் காந்தத்தினால் செயல்படும் ஆர்மெச்சூருடன் இந்த எண்ணிக் கைக்கருவி இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்காந்தத்தில் ஆற்றலை உண்டாக்க, பல மில்லி ஆம்பியர் அளவு மின்னோட்டம் தேவைப்படும். ஆனால் ஒளி மின்னோட்டம் மைக்ரோ ஆம்பியர் அல்லது அதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். இந்த இடர்பாட்டைத் தவிர்க்க உயர் வெற்றிட வால்வு பயன் படுத்தலாம். ஏனெனில் அதன் நேர்மின்வாயின் மின்னோட்டம், எண்ணிக்கைக் கருவியை செயல்படுத்தத் தேவையான அளவில் இருக்கிறது. ஆனால் இந்த உயர்மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு, உயர் வெற்றிட வால்வு, வேறு ஓர் அஞ்சற்கருவியைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. கேடயத

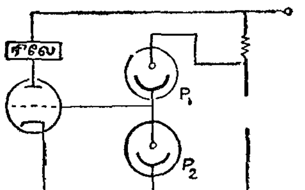
கிரிடு தைரட்ரான் (Shield grid thyratron) அதிக மின்னோட்டத்தைக்கூடக் கட்டுப்படுத்தும். எனவே இதுதான் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒளிதடைப்படுவதன் மூலம் இயங்கும் ரிலேயின் தத்துவத்தின் அடிப்படையில்தான், தானாகத்திறக்கும் கதவு (Automatic door opener) செயல்படுகின்றது.

திருடர் அலாரம் (Burglar or Intruder Alarms)

கதவு, சன்னல் வழியே வருகின்ற ஒளிக்கற்றை தடைப்படும்போது, இயங்கும் அலாரம் அல்லது எச்சரிக்கை ஒலி ஒருவகையாகும் கண்களுக்குத்தெரியும் ஒளியைப் பயன்படுத்தும் இக்கருவியின்மூலம், தற்கால எந்தத் திருடனும் பிடிபடமாட்டான் என்பது தெளிவானாலும் கட்புலனுக்குத் தெரியாத ஒளியில் இது செயல்பட்டால் இதன் திறனும் பயனும் அதிகமாகின்றது. டங்ஸ்டன் மின்னிழையோடு கூடிய விளக்கை மூலமாகப் பயன்படுத்தியும், கட்புலன் ஒளியை வெட்டுவதற்கு ஒரு வடிப்பானைப் பயன்படுத்தியும் புறச்சிவப்புக் கதிர்களுக்கு மட்டும் உணர்வு நுட்பத்தைப்பெறும் ஒளிமின்கலத்தை நாம் பெறலாம்.

புகை டிடக்டர் (Smoke detector)



படம் 2·20

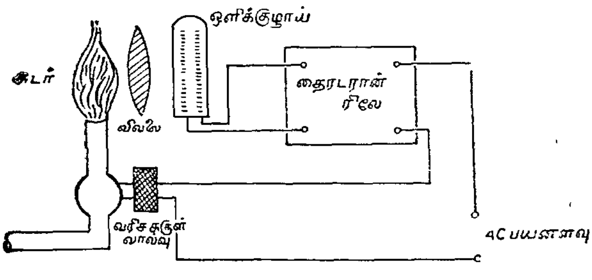
ஒருவகைப் புகை டிடக்டர் படத்தில் காட்டியபடி அமையும். இவ்வமைப்பில் ஒளிமின் சார மின்கலமானது p_2, நேரடியாக ஒருவிளக்கினால் ஒளிபடுத்தப்படுகிறது. அதே விளக்கிலிருந்துவரும் ஒளிக்கற்றை p_1 என்ற மின்கலத்தின் மீதுபடும். p_1 ஆனது p_2 ஐப் போலவே இருக்கும். ஆனால் இதன் பரப்பின்மீதுபடும் முன்பு காப்பாற்றப்படவேண்டிய இடத்தினூடேயும் ஒளிக்கற்றைப் பாய்ந்து சென்று பின்பு ஒருகண்ணாடியினால் எதிரொளிப்புச் செய்யப்படுகிறது. p_2, p_1 இவைகளின் ஒப்புத்தடைகளைப் பொறுத்து (Relative resistances) வால்வின் கிரிடு மின்னழுத்தம் அமைகின்றது. சாதாரண நிலையில் (புகையில்லாத போது) இவையிரண்டும் மின்கடத்துவதால், கிரிட் நேர்முனையாகச் செய்யப்

பட்டு அஞ்சற்கருவி இயங்குகிறது. புகையிருக்கும்போது p_1 குறைவான அளவு ஒளியைத்தான் பெறும். அதனால் அதன் தடை அதிகமாக்கப்பட்டு, அதன் விளைவாக கிரிடு மின்னழுத்தம், நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் ஆகியவைகள் குறைக்கப்படுகின்றன. எனவே, அஞ்சற்கருவி விடுபடுகின்றது.

விளக்கின் பயனளவில் ஏற்படும் மாறுதல்கள். இயக்கத்திற்கு இடையூற்றை ஏற்படுத்தா. ஏனெனில் இரு ஒளிமின் கலங்களுமே ஒரே அளவில்தான் பாதிக்கப்படும். ஆனால் பயன்படுத்தப்படும் ஒளியியல் முறையை (Optical system) நல்ல நிலைமையில் வைத்துக்கொள்ளவேண்டும். இந்த புகை டிடக்டர்கள், தீ தடுப்புததிட்டங்களில் வெகுவாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

சுடர் தவறிப்போவதைக் காப்பான் (Flame failure protection)

தொழில் துறை செயல்முறைகளில் வாயுச்சுடர்களைப் பயன் படுத்தும்போது, சுடர் திடீரென்று நின்றுவிட்டால் அதனால் வெடிக்கின்ற அபாயநிலை ஏற்படக்கூடும். இத்தீச்சுடர் திடீரென்று அணைந்துவிட்டால் உடனே எண்ணெய் அல்லது எரிவாயுவின் ஓட்டத்தை சட்டென்று நிறுத்துவதற்கு, சுடர் தவறுதல்-காப்பான் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுருள் பளுவுடன் கூடிய வால்வினால் வாயுவின் ஓட்டம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. வரிச்சுருள் உதவியால் (Solenoid) இந்த வால்வானது (Valve) எப்போதும் திறந்துவைக்கப்பட்டு, வாயு அனுமதிக்கப்படுகின்றது. சுடர்தவறுதல் காப்பானுக்குரிய ஒருவித எலெக்ட்ரானிய முறை படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2·21

சுடரிலிருந்துவரும் ஒளிக்கதிர்கள் ஒரு வில்லையின் (Lens) உதவியால் ஒளிக்குழாயின் எதிர்மின்வாயின்மீது குவிக்கப்

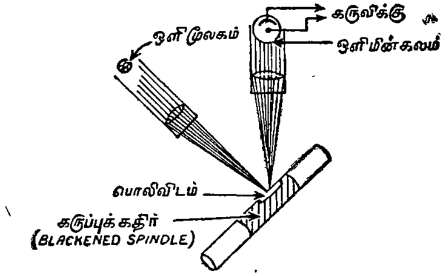
படுகிறது. இந்த ஒளிக்குழாயானது தைரட்ரான் அஞ்சற் கருவிச் சுற்றுடன் (Thyratron relay circuit) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அஞ்சற்கருவியின் பயனிலவு முனைகள், வாயு அல்லது எண்ணெய் ஓடும் பகுதியினுள் இருக்கும், வரிச்சுருள் வகை வால்வின் மூலம், AC திறனைச் செயல்படத் தூண்டுகின்றன.

சுடர் இருந்து கொண்டிருக்கும் வரை, ஒளிக்குழாய் ஒளியை ஏறக, சுற்று இயக்கப்பட்டு வால்வானது (Valve) திறந்து இருக்க அனுமதியளிக்கப்படும். அதாவது இந்நிலையில் தைரட்ரான் கடத்தா நிலையில் இருக்கும். அல்லது தைரட்ரான் கிரிடின் ஒரு சார்பு மினனழுத்தம், எதிர் ஆக்கப்படும். எனவே தைரட்ரான் செயல்படுவதில்லை. சுடர் தவறுவதால் ஒளி வெட்டப்பட்டவுடனே, ஒளிக்குழாய் இருட்டைந்துவிடும். உடனே கிரிடின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் குறைக்கப்பட்டு, தைரட்ரான் செயல்பட்டு, அஞசறகருவியானது விழுந்துவிடுகின்றது. இதனல் வரிச்சுருள் வால்வில் மின்னேட்டம் உடனே பாய்ந்து, மூடப்பட்டுவிடுகினறது.

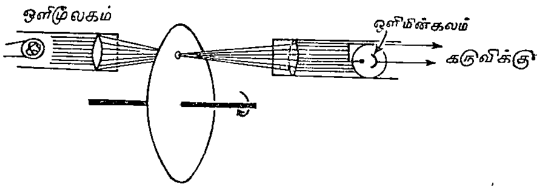
ஒளிமின்சார, சுற்றும் எண்ணிக்கைக் கருவி (Photo electric revolution counter)

வழக்கத்திலிருக்கும் சில சாதாரணச்சுற்றும் எண்ணிக்கைக் கருவியில் மிகச்சரியான விடைகளைக் காண்பது எளிதல்ல. ஏனெனில் இம்முறையில் அளக்கப்படவேண்டிய கருவியின் மேலேயே பளு ஏற்றப்படுவதால், இதன் விளைவாக, நமது அளவுகள் மிகத் துல்லியமாக இருக்க வாய்ப்பில்லை. உயர் வேகத்தை அளக்கும்போது உராய்வு இழப்பு (Friction losses), இணைப்புப் பகுதிகளினல் விளையும் ஒத்ததிர்வு போன்றவைகளால் சில பிழைகள் தோன்றலாம். இந்தக் குறைகள் ஒளிமின்சாரச் சுற்று எண்ணிக்கைக் கருவியினல் தடுக்கப்படுகின்றன. ஒளிக்கற்றையினல் இக்கருவியைக் கொண்டு. அளப்பதை கீழே படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. எளிதாக நம்மால் தொடமுடியாத இடங்களில் (Accessible places) உள்ள சுற்று எணணிக்கையைக்கூட கணக்கிடமுடிகின்றதென்பது, இம்முறையின் மற்றெரு பயனுகும். உள்ளமை அரவையில் (Internal grinding) உள்ள நூல்சுற்றும் கதிர்கள், நூல்சுற்றும் பொறிகள் (Spinning machines) மற்றும் உயர்வேக மைய விலக்குவிசை பொறிகள் (High speed centrifugal machines) போன்றவற்றில் இவ்வகை எண்ணிக்கைக் கருவி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

120,000 rpm (நிமிடத்திற்கு 120,000 சுற்றுக்கள்) அளவில் உள்ள வேகத்தை உள்ளமை அரவைப் பொறிகள் பெற்றிருக்கும். எனவே விளக்கப்பட்டிருக்கும் அளவைக்



படம் 2 22



2·22 (அ)

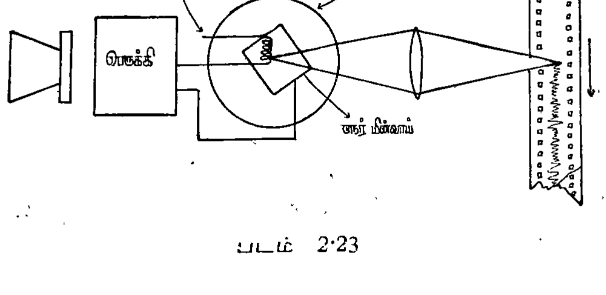
கருவி 1000லிருந்து 180000 rpm வரையுள்ள வேகத்தை அளப்பதற்கேற்ற வகையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

ஓர் ஒளிமின்கலத்தையும், ஓர் ஒளிமூலத்தையும் பதிப்ப தன்மூலம் அளவெடுப்பது நடைபெறுகிறது. இதனால் எந்தப் பொருளை அளக்கவேண்டுமோ அது ஒளிமின்கலத்தின மீது படுகின்ற ஒளிக்கற்றையின் செறிவில் (ஏற்றத்தாழ்வு) வேறுபாடுகளை உண்டாக்கமுடிகிறது கதிரிலிருந்து (Spindle) வரும் தொடர்ச்சியில்லா எதிரொளிப்பினாலோ, அல்லது ஒரு விசையாட் சுழலினாலோ (Fly wheel), அல்லது ஒளிக்கதிரின் ஒழுங்கான இடையீட்டினாலோ அல்லது வேறு இதைப் போன்ற முறையினாலோ மேற்கண்டதைப் பெறலாம். படத்தில் காட்டியுள்ள இரு படங்களும் இதையே காட்டுகின்றன. இத்தகு ஒளிக்கற்றையின் வேறுபாடுகளினால், ஒளிமின் கலத்தில் துடிப்பு மின்னோட்டம் (Current pulse) உண்டாக்கப் படுகிறது.

இம்மின்னோட்டத் துடிப்பு, பென்டோடின் நேர்மின்வாய் தடைகளுக்குகுறுக்கே மின்னழுத்தத் துடிப்பினை உண்டாக்கும். இத்துடிப்புகள் பெருக்கப்படுகின்றன. பின்பு தடை மின் தேக்குத்திறன் கலந்த வலையமைப்பு (Net work) அசைவுச்சுருள் மீட்டர் (Moving coilmeter) ஆகியவற்றுடன் இணைக்கப்பட வாயு நிரப்பப்பட்ட டிரையோடினால் இத்துடிப்புகள் எண்ணப் படுகின்றன.

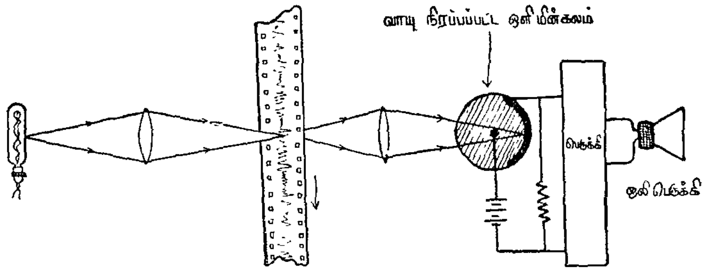
ஒளி (மின்சார) மின்கலத்தைப் பயன்படுத்தி ஒலிப்பதிவும்-ஒலி மீட்பும் (Sound recording and reproduction using Photo electric cell)

ஒலியை, ஒளியியல் பதிவுசெய்து, மீண்டும் அந்தப் பதிவினை ஒளிமின்கலத்தின் வழியாக, ஒலியாகச்செய்யும் செயல்முறை இங்கு விளக்கப்படுகிறது. படத்தில் (Film) ஒலி அலைகளைப்பதிவு செய்வதற்கு "ஒலிச்சுவடு படுத்தல்" (Sound track) என்று பெயர். அலையிலிருக்கும் அமுக்கத்திற்கு ஏற்ப ஒலி அலை, ஒளியைச் செலுத்துகிறது. ஒலிப்பதிவு செய்யும்முறை ஒன்றில், மைக்ரோபோன் மூலம் ஒலியை வாங்கி, பெருக்கத்தை உண்டாக்கப்படுகிறது. திறன் பெருக்கி யிலிருந்து (Power amplifier) வரும் மின்னோட்டமானது ஒருவாயு மின்னிறக்கக் குழாயின் (A gas discharge tube) வழி யேச்செல்லும். இக்குழாய் மின்னோட்டத்தின் விகிதத்திற் கேற்ப ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஒளியை வெளியிடும். படத்தின் இயக்கத்திறகு செங்குத்தாக, இந்த மின்னிறக்கம் ஒளியின் கோட்டிற்குக் குவிக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து வரும் ஒளி யானது, பாதையை (Track) மாருத அகலமாகவும் ஆனுல் "மாறுகின்ற அடர்த்தி" (Variable density) உள்ளதாகவும்



படம் 2·23

செய்து விடுகிறது. ஒலிமீட்பில், ஒலிப்பாதைக்குச் செங்குத்தாக, டங்ஸ்டன் மின்னிழையிலிருந்து வரும் ஒளியானது ஒரு மெல்லியக் கோடாகக் குவிக்கப்படுகிறது. பாதை வழியே. வெளிச் சென்ற பின்பு ஒளிமின்கலத்தின் எதிர்மின்வாயின்மீது ஒளியானது குவிக்கப்படுகிறது. மின்கலத்தின் வழியேசெல்லும் மின்னோட்டமானது, மூல ஒலி அலையின் (Original sound wave) அமுக்கத்திற்கு விகிதப் பொருத்தத்தில் அமைகிறது கிடைக்கக் கூடிய மிகக் குறைந்தளவு ஒளிவிளக்கத்திற்கு அமையும் அதிக உணர்வு நுட்பத்தின் காரணமாக இங்கு வாயு நிரப்பப் பட்ட மின்கலன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. படத்தில் காட்டியபடி ஒளிமின்னோட்டமானது R_e என்ற தடையின் வழியே செல்கிறது,



படம் 2·24

அத்தடையின் குறுக்கே மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உருவாக்குகிறது. இதன் மாறுதல்கள் ஒலியின் அலைவடிவ அமைப்பில் இருக்கும். இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு செ க்கப்பட்டு, ஒலிபெருக்கி, ஆற்றல் பெருக்கி ஆகியவற்றைச் செயலபடச் செய்கின்றது.

வாயு நிரப்பப்பட்ட கலங்கள் பொதுவாக ஒலிமீட்புக்குப் பயனபடுகின்றன. ஏனெனில் இதன் எதிர்மின்வாயின் மீது படும் ஒளிபாயத்தின் மதிப்பு 0·01 லூமென் அல்லது அதற்கு குறைந்தோ இருக்கும். மேலும் உயர் வெற்றிடக் குழாயினுல் கொடுக்கப்படும் மின்னோட்டமானது மிகக் குறைவாக இருக்கும்.

ஒளி-தந்தியனுப்பும் கருவி அல்லது பெலினேகிராம் (Photo-telegraphy or Belinogram)

ஒளி–தந்தியனுப்பும் கருவியிலும், மிகக்குறைந்த நேரத்தில் நீண்ட தொலைவிலுள்ள இடங்களுக்குப் படங்களை அனுப்புதல்

போன்ற கலைகளிலும், ஒளிமின்கலங்களின் பயன் முக்கிய இடத்தை பெறுகின்றது. உலகின் பல்வேறு பகுதிகளில் நடைபெறுகின்ற செய்திகளை அல்லது சிறப்புப்பெற்ற மனிதர்களின் புகைப்படங்களை ஒவ்வொரு நாட்டின் செய்தித்தாள்களும் உடனடியாக வெளியிடும் வியக்கத்தக்க செயல்களை செய்து முடிக்க இக்கருவி வழிகோலுகிறது.

பரப்பும் நிலையத்தில் (Transmitting) இந்தப் புகைப் படங்கள் அல்லது செய்திகள் ஒரு நீள் உருளையின்மீது இணைக்கப்படும். ஒரே சீரான வீதத்தில் சுழன்று கொண்டிருக்கும் இவ்வுருளை, அதே சமயம் அதன் அச்சில் முன்நோக்கி இயங்கவும் செய்யும். இதனால் இதன்மீதிருக்கும் ஒருநிலையான புள்ளியானது, சீராக $\frac{1}{4}$ மி. மீட்டர் புரியுடன் (Pitch) ஒரு ஹெலிக்கல் பாதையாக (Helical path) சுவடிட்டுக் காட்டும். நீள் உருளையின்மீது, ஒளியின் செறிவுமிகுந்த புள்ளி படுகின்றது. ஒளிபடும்படி செய்யப்பட்ட அச்செய்தியிலிருந்து (Document) வருகின்ற, எதிரொளிப்பு ஒளியானது, ஒளிமின் கலத்தின்மீது படும்படியாகச் செய்யப்படுகிறது. ஒளிருகின்ற செய்திப் பகுதியின் ஓசையினை (Tone) ஒட்டி, இந்த எதிரொளிப்பு ஒளியின் செறிவு இருக்கும். சுழலுகின்ற நீள் உருளை முன்நோக்கி இயங்குகின்ற தன்மையினால் வெவ்வேறு செய்திப்பகுதிகள் அடுத்தடுத்து ஒளிருவதற்கு வகை ஏற்படுகிறது. எனவே ஒளிமின்கலத்தின்மீது படுகின்ற எதிரொளிப்பு ஒளிக்கற்றைச் செறிவில் மாறுபாடுகள் விளைய, மின்னோட்ட வலிமையிலும் அதே விகிதப்பொருத்தத்தில் மாறுபாடு ஏற்படுகிறது. இந்த பண்பேறற மின்னோட்டம் (Modulated current) வால்வுகளின் உதவியால், பல நிலைகளில் பெருக்கப்படுகிறது. பின்பு பரப்பும் கருவியின் (Transmitter) உதவியால் ரேடியோ அலைகளாக மாற்றப்படுகிறது.

வாங்கும்நிலையத்தில் (Receiving station) ஏரியல் (Aerial) இந்த ரேடியோ அலைகளை வாங்கி, இதனை வால்வுகளின் பெருக்க நிலைக்கு (Amplifying system of valves) செலுத்துகிறது. தகுந்த அடர்வுமிகுந்த ஒளிக்கற்றை படும்படியாக அமைக்கப் பட்டுள்ள கண்ணாடியுடன் கூடிய ஆசிலோகிராஃப்பில் (Oscillograph) இந்த பெருக்கப்பட்ட மின்னோட்டம் செலுத்தப் படுகிறது. ஆசிலோகிராஃப்பில் செல்லும் மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்ப இந்தக் கண்ணாடியின் அலைவின் வீச்சு அமையும். எனவே பரப்பும் நிலையத்தில் உண்டாக்கப்படும் ஒளிமின் கலத்தின் மின்னோட்டத்திற்கு விகிதப்பொருத்தத்தில் கண்ணாடி

யிலிருந்து எதிரொளிப்பாகும் ஒளியும் அலையும் எதிரொளிப்பாகும் அலைவு ஒளிக்கற்றை ஓர் இடைத்திரையின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இந்த இடைத்திரை "ஓசை - அளவு இடைத்திரை" (Tone-scale diaphragm) என்றழைக்கப்படுகிறது. ஆசிலோகிராஃப்பின் கண்ணாடி அதிக அல்லது குறைவான கோணத்தில் திரும்புவதற்கு ஏற்றாற்போல் இத்திரை ஒளியை அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ பரப்புகிறது. இப்படி வெளிவரும் ஒளியின் செறிவு, ஒளிமின்னோட்டத்திற்கு ஏறப இருக்கும். ஓசை-அளவு இடைத்திரையிலிருந்து வெளிவரும் மாறும் செறிவுள்ள ஒளியானது, செய்தி அல்லது படத்தை மீண்டும் தருவதற்குரிய புகைப்படப் (Photographic film) பிலிமின்மீது விழும்படி அமைக்கப்படுகிறது. சுழல்வதும், அதே சமயத்தில்தான் அதன் அச்சில் முன்னேக்கி இயங்குவதுமான நீள் உருளையில் இப்படம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவ்வுருளை, பரப்பு நிலையத்திலுள்ள உருளையின் கால ஒற்றுமைக்கு ஏற்ப, சரியாக (Perfect synchronism) இயங்கும். சைகைகளை (Signal) வெளியிடும் புள்ளிக்கும், ஏற்கும் இடத்திலுள்ள புள்ளிக்கும் கட்டம், (Phase) திசைவேகம் ஆகிய இரண்டிலும் சரியான இசைவு உண்டாகுகிறது. இவ்வாறு, பரப்பும் நிலையத்தில் உருவாக்கப்படும் படம் அல்லது செய்தியானது, மிகக்குறைந்த நேரத்தில் வாங்கும் நிலையத்தில் மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது.

3. மின் திருத்திகளும் திறன் அளிப்பும்
(Rectifiers and Power Supply)

எல்லா எலெக்ட்ரான் இயல் கருவிகளை இயக்குவதற்கும் மின்திறன் தேவைப்படுகிறது. மின்திறனை நீண்ட கம்பிகளின் வழியே நெடுந்தூரம் எளிதில் செலுத்த மாறுதிசை மின்னோட்டமே உகந்ததாகையால் பெரும்பாலும் அவ்வடிவிலேயே மின்திறன் உலகெங்கும் அனுப்பப்படுகிறது. மின்சாரம் உற்பத்தியாகும் இடத்திலிருந்து அது பயன்படும் இடம்வரை மாறுதிசை மின்னோட்ட வடிவிலேயே செலுத்தப்பட்டாலும், பல தொழிலகங்களில் நேர்திசை மின்னோட்டமே வேண்டியுள்ளது. தொழில் நிறுவனங்களில் எலெக்ட்ரான் பொறிகள், மின்வேதியியல் (Electro chemical) மின் உலோகவியல் (Electro metallurgical), மின் பகுப்பொருள் தொட்டிகள் (Baths) உருக்கிகள், உருக்கிப் பற்றவைக்கும் கருவிகள் போன்றவைகளுக்கு நேர்மின்னோட்டம் மட்டுமே தேவைப்படுகிறது.

எலெக்ட்ரான் குழாய்களில் மின்னிழையை வெப்பப்படுத்த மட்டும் நேர்திசை மின்னோட்டத்தையோ அல்லது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தையோ பயன்படுத்தலாம். ஆனால் மற்ற எல்லா மின்வாய்களுக்குமே நேர்திசை மின்னோட்டம் தேவைப்படுவதால், அதை வழங்க எல்லா எலெக்ட்ரானியல் மின்சுற்றுகளிலும் சீரான ஒரு திசை மின்னோட்டத்தை வழங்கும் திறன் அளிப்பான் தேவையாகும். எலெக்ட்ரானியல் மின்சுற்றுக்கு அளிக்கப்படுவதற்கு முன் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தை நேர்திசை மின்னழுத்தமாகத் திருத்தவேண்டும். இந்தப் பணியைச் செய்யும் மின்சுற்று, 'திறன் அளிப்பு மின்சுற்று' (Power supply circuit) எனப்படும். மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்றுவதற்கு மிகவும் எளிமையான, வசதியான, திறமைவாய்ந்த முறை

எலெக்ட்ரான் குழாய் மின்திருத்திகளைப் (Electron tube Rectifier) பயன்படுத்துவதேயாகும். ஒவ்வொரு எலெக்ட்ரான் குழாய் திருத்தியும் எப்போதும் ஒரு வடிப்பு மின்சுற்று (Filter circuit) அல்லது சீர்படுத்தும் மின்சுற்று (Smoothing circuit) ஒன்றைப் பெற்றிருக்கும். திருத்தியால் திருத்தப்பட்ட பின் வெளியேறும் மின்னழுத்தம் பொதுவாக ஒரே சீரானமட்டத்தில் இல்லாது துடிப்பு (Pulsating) வடிவில் இருக்கும். இந்தத் துடிப்பை வடிப்பான் அறவே நீக்கி. ஒரே சீரான மாறுத மின்னழுத்தமாக வெளியே அனுப்புகிறது. இதை மட்டுமே செய்தால் திறனளிப்பானின் பணி முடிவு பெற்றுவிடாது. அந்தந்த மின்வாய்களுக்குத் தேவையான அளவு ஒரு திசை மின்னழுத்தத்தைப் பகுத்துக்கொடுக்க ஒரு மின்னழுத்தப் பகுப்பானையும், (Voltage divider), மின்னழுத்தத்தை எப் போதும் ஒரே அளவாக வைத்திருக்க ஒரு கட்டுப்படுத்தியையும் (Regulator) அது பெற்றிருக்க வேண்டும்.

எலெக்ட்ரான் குழாய் கருவிகள் எடுத்துக்கொள்ளும் திறனின் அளவிற்கு ஏற்ப, திறன் அளிப்பானின் அமைப்பும் வடிவமும் அமையும். 1 கிலோ வாட் வரை திறன் தேவைப் படும் இடங்களில் உலோகத்திருத்திகள் அல்லது உயர் வெற்றிடத் திருத்திகள் பயன்படுத்தப்படும். அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள குறைகடத்தி, செலிகான் டையோடுகள் செலிகான் ஆளுகைக்குட்பட்ட திருத்திகள் ஆகியவை, பழைய மின்திருத்தி வகைகளை முற்றிலும் மாற்றி அமைத்துவிட்டன எனக்கூறலாம். இதைவிட அதிகமான திறன் தேவைப்பட்டால் வாயு மின்னுமிழ் திருத்திகளைப் (Gas discharge rectifiers) பயன்படுத்தலாம். இன்னும் அதிகத் திறன் வேண்டியுள்ள இடங்களில் பாதரச வில் திருத்திகள் அல்லது பல கட்ட (Polyphase) மின்னளிப்பால் இயங்கும் ஒரு திசை மின்னியற்றிகள் (D. C. generators fed from a polyphase supply) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. திறன் கடத்தும் கம்பிகள் வழியாக மின்னியற்றியிலிருந்து வரும் மின்திறன், ஒரு திசை மின்னோட்டவடிவில் செலவாகும் இடத்திற்குச் செல்லுமுன் மேற்கண்ட மின் திருத்தங்கள் நடைபெறு கின்றன.

சரியான திறன் அளிப்பானைப் பொருத்தே எலெக்ட்ரான் கருவிகள் நன்கு இயங்குமாதலால் மிகவும் பழக்கத்தில் உள்ள திறன் தோற்றுவாய்களின் (Power sources) தனிப்பண்புகளை அறிந்துகொள்வது, மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

இலட்சிய நேர்மின்திறன் அளிப்பு (Ideal D. C. power supply) என்பது கீழ்க்காணும் குணத்தைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

(i) பளுவில் மின்னோட்டமாற்றமானது தேவைக்கு ஏற்ப எவ்வாறு மாறினாலும் ஒரு மாருத மின்னழுத்தத்தைத் திறன் அளிப்பான் கொடுக்கவேண்டும்.

(ii) வெப்பநிலை மாறினாலும், திறன் அளிப்பானுக்கு வரும் மாறுதிசை மின்னழுததத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், திறன் அளிப்பான் செயல்படு காலம் அதிகமானாலும் மாருத மின்னழுத்ததைத் திறன் அளிப்பான் கொடுக்கவேண்டும்.

(iii) திறன் அளிப்பானிலிருந்து வெளிவரும் மின்னழுத்தத்தில் எந்தவித மாறுதிசை மின்னழுத்தமும் கலக்காமல் தூய ஒரு திசை மின்னழுத்தமாக இருக்கவேண்டும்.

இத்தகு தனிப்பண்புகளோடு, மேலும் திறன் அளிப்பானிலிருந்து வெளியேறும் மின்னழுத்தமும் மின்னோட்டமும் எலெக்ட்ரானியல் கருவிகளை இயக்குதற்குப் போதிய அளவாக இருத்தல் வேண்டும்.

மின் திருத்திகள் (Rectifiers)

மாறுதிசை மின்னோட்டத்திலிருந்து நேர்திசை அல்லது ஒரு திசை மின்னோட்டத்தைப் பெறும் முறைக்கு மின் திருத்தம் (Rectification) என்றும், மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னழுத்தங்களை நேர்திசை மின்னோட்ட மின்னழுத்தங்களாக மாற்றும் எலெக்ட்ரானியல் கருவியைத் திருத்தி என்றும் குறிப்பிடுகிறோம்.

ஒரு திசையில் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் கருவிகளைக் கொண்ட அமைப்பையே திருத்தி என்கிறோம். எல்லா எலெக்ட்ரான் குழாய்களும் தணிக்கை வால்வுகளாக (Check valves) மின்சுற்றில் இயங்குவதை நாம் முன்பே கண்டுள்ளோம். அதாவது ஓர் இலட்சிய மின்திருத்தியை பளுவின் மின்சுற்றில் மாறுதிசை மினனோட்டம் நேர் (Positive) ஆக இருக்கும்போதெல்லாம் அம்மின் சுற்றுப் பூர்த்தி அடையும் படியும், எதிராக (Negative) இருக்கும்போதெல்லாம் பூர்த்தியாகாமலும் செய்யும் ஒரு சுவிட்சு என்றும் கூடக் கருதலாம். மாறுதிசை மின்னோட்ட அரைச் சுழற்சி (Half-cycle) நேராக

இருக்கும்போது இத்தகைய சுவிட்சானது மின்சுற்றில் மின்னோட்டத்தைப் பூர்த்தியடையச் செய்யும். அப்போது அதன் மின்தடை பூஜ்யமாகும். அடுத்த அரைச்சுழற்சியில் எதிராக இருக்கும்போது இந்த சுவிட்சானது மின்சுற்றில் மின்னோட்டத்தைப் பூர்த்தியடையாமல் செய்துவிடும். அப்போது அது எண்ணில்லா மின்தடையைப் (Infinite resistance) பெற்றிருக்கும். எனவே இத்தகைய திருத்தியின் மின்தடையானது அதற்குக் கொடுக்கப்படும் நேர் அல்லது எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பொருத்துள்ளது எனக்கூறலாம். இவ்வாறு மின்னோட்டத்திற்கு ஒருவழிப்பாதையை அமைத்துக் கொடுக்கப்படுகிறது.

திருத்திகளின வகைகள்

மின் திருத்திகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

1. வெற்றிடக் குழாய் திருத்திகள்(Vacuum tube rectifiers)

   (அ) அரை-அலைத் திருத்தி (Half-wave rectifier)

   (ஆ) முழு-அலைத் திருத்தி (Full-wave rectifier)

2. வாயு டையோடு திருத்திகள் (Gas Diode Rectifiers)

   (அ) வெப்ப எதிர்மின்வாய் வாயு டையோடு திருத்தி (Hot cathode gas diode rectifier)

   (ஆ) குளிர் எதிர்மின்வாய் வாயு டையோடு திருத்தி (Cold cathode gas diode rectifier)

   (இ) பாதரசச்சுடர் திருத்தி (Mercury arc rectifier)

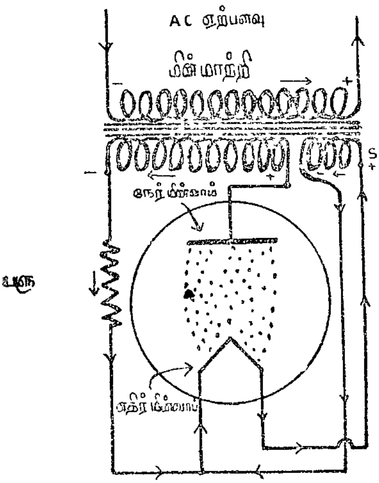
3. பால இணைப்புத் திருத்தி (Bridge rectifier)

4. பல கட்டத் திருத்தி (Poly-phase rectifier)

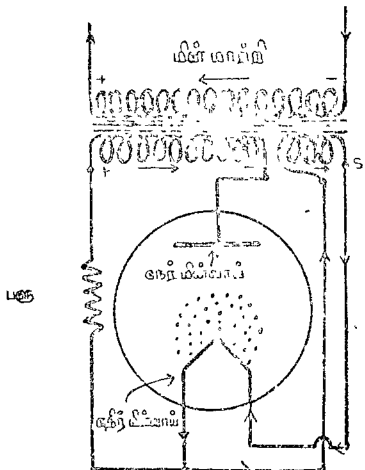
5. ஆளுகைக்குட்பட்ட திருத்தி (Controlled rectifier) [தைரட்ரான், இக்னிட்ரான், குளிர்எதிர்மின்வாய் வாயு டிரையோடு, எக்சைட்ரான் போன்றவை இவ்வகையில் அடங்கும்.]

அரை-அலைத் திருத்தி

அரை-அலைத்திருத்தியானது, கொடுக்கப்படுகின்ற மாறு திசை மின்னழுத்தத்தின் அரைச் சுழற்சிகளை (Half-cycles) பயன்படுத்தி அந்த மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தைத் துடிப்பு (Pulsating) மின்னழுத்தமாக மாற்றும். அரைச்சுழற்சியின் பொழுது மட்டுமே திருத்திக்குழாய் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும். மீதமுள்ள அரைச் சுழற்சியில் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தாதாகையால் பளுவின் வழியே மின்னோட்டம் பாயாது, கொடுக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் நேர் அரைச் சுழற்சியில் மட்டும் மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கும் குணம் டையோடுக்கு இருக்கின்ற காரணத்தால் ஒரு தனி டையோடு அரை-அலைத் திருத்தியாக அமைகிறது. எளிய எலெக்ட்ரான் குழாய் திருத்தியின் படங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



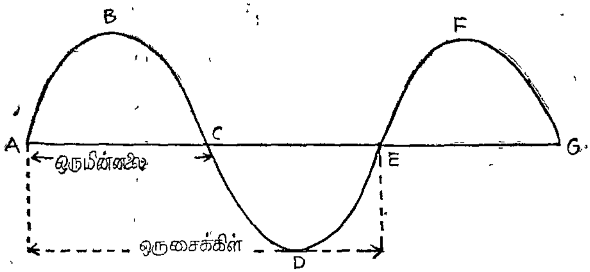
படம் 3.1



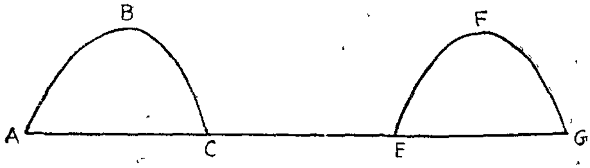
படம் 3.1 (அ)

திருத்தப்படவேண்டிய மாறுதிசை மின்னோட்டம் மின் மாற்றியின் (Transformer) முதன்மைச் சுருளுக்குச் (Primary Coil) செலுத்தப்படுகிறது. மின்மாற்றியின் துணைச்சுருளில் (Secondary coil) மின்னழுத்தம் தூண்டப்படும் என்பதை நாம் அறிவோம். மின்மாற்றித் துணைச்சுருளின் S என்ற சிறு பகுதியானது எதிர்மின்வாயை வெப்பப்படுத்தத் தேவையான மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது. அதனால் எலெக்ட்ரான்கள்

வெளிவரத் தொடங்கும். இக்குழாயின் இயக்கத்தைப் பொறுத்த வரையில், எதிர்மின்வாய் எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுவதற்குரிய வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப் போதுமான அளவு மின்னோட்டம் கொடுக்கும்போது, அது எதிர்மின்வாயின் வழியே எந்தத் திசையில் மின்னோட்டம் பாய்ந்தாலும் விளைவு ஒன்றே. எனவே இந்த எதிர்மின்வாய்க்கு மாறுதிசை மின்னோட்டமே செலுத்தப்படுகிறது. திருத்தக் கொடுக்கப்பட்டதும் பிறகு திருத்தப்பட்டதுமான மின்னோட்ட மின்னழுத்தங்களின் அலை வடிவங்கள் கீழ்க்கணடபடி அமையும்.



படம் 3·2



படம் 3·3

படம் 3·2-இல் உள்ள ABC என்ற வளைவு மினமாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்ததைக் குறிப்பதாக வைததுக்கொள்வோம். இது முன்பு கூறியபடி துணைச்சுருளில் மின்னழுத்தத்தைத் தூண்டும். படத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள சூழ்நிலையில், மின்மாற்றியின் துணைச் சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தமானது குழாயின் நேர் மின்வாயை நேர்மின்னழுத்தத்தில் வைக்கிறது. ஆகவே மின்னோட்டமானது பளுவின் வழியாகவும், குழாயின் வழியாகவும் படத்தில அம்புக்குறியிட்டுக் காட்டிய திசையில் செல்லும். மின்னழுத்த அலை ABC குழாயில் இருக்கும் நேரம் முழுவதும் மின்னோட்டம் நடைபெறும். படம் 3·3–இல் உள்ளபடி ABC என்ற அலையால் இதனைக் குறிப்பிடலாம்.

அடுத்த அலை மாற்றத்தைக் குறிப்பிடும் CDE என்ற மின்னழுத்தத்தில் குழாய் இருக்கும்போது மின்மாற்றியிலும்

குழாயிலும் உள்ள மின்னழுத்தம் படம் 3·1 (அ)-இல் காட்டியபடி திசை திருப்பப்படுகிறது. இங்கு எதிர்மின்வாய் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் படம் 3·1–இல் காட்டியதற்கு எதிர்த் திசையில் இருக்கும். முன்பு கூறியபடி இது குழாயின் இயக்கத்தில எந்த மாறுதலையும் விளைவிக்காது. ஏனென்னில் இம்மின்னோட்டததின் ஒரே வேலை, எதிர்மின்வாயை வெப்பப் படுத்துவதேயாகும். ஆனால் நேர்மின்வாய் இப்போது எதிர் மின்னழுததத்தில இருப்பதால் எலெக்ட்ரான்கள் விலக்கப்படுகின்றன. எனவே மாறுதிசை மின் அலை CDE இருக்கும்போது ஒருதிசை மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் பாயாது. இதைப் படம் 3·ப-இல் குறிப்பிட்டுள்ள CE என்ற பகுதியால் அறியலாம்.

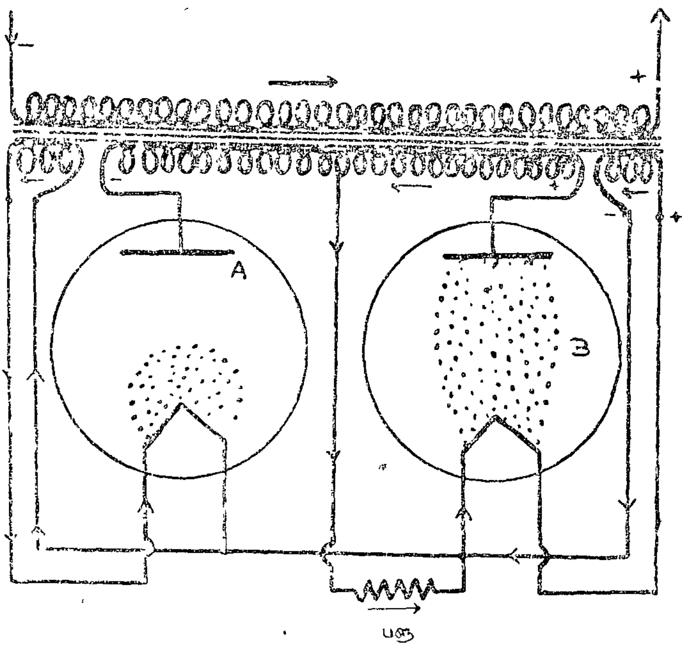
அடுத்த மாறுதிசை மின் அலை EFG (படம் 3 2) இருக்கும்போது ABC–இல் இருந்ததைப் போன்ற அதே நிபந்தனை பொருந்தி மீண்டும் மின்னோட்டமானது நேர்திசை மின்சுற்றில் பாயும் (படம் 3 3). இதிலிருந்து மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் ஒவ்வொரு அரைச் சுழற்சியின்போதும் ஒருதிசை மின்சுற்றுக்கு மின்னோட்டத்தைக் குழாய் அனுமதிக்கிறது. என்பதைக் காணலாம். இதன் விளைவாக ஒவ்வொரு அரை அலைகளும் இடையே விடப்பட்ட தொடர்மின் அலைவடிவில் மின்னோட்டம் இந்த மின்சுற்றில் பாய்கிறது இதுவே "அரை அலைத் திருத்தம்" என்றழைக்கப்படுகிறது. ஏற்பளவு மின்னழுத்தம் (Input voltage) நேராக இருக்கும் அரைச்சுழற்சிகள் மீண்டும் மீண்டும் உண்டாக்கப்படுகின்ற காரணத்தால் ஏற்பளவு மின்னழுத்தத்தின் ஒருபாதி விளைவேதும் இல்லாமல் இழக்கப் படுகிறது,

இக்காரணத்தால் அரை அலை திருததியின் பயனுறுதிறன் மிகக் குறைவாக இருக்கும். எனவே குறைந்த மின்னோட்டம் தேவையாகவுள்ள இடங்களில் மட்டும் இது பயன்படுகிறது. இதன் மற்றொரு குறைபாடு என்னவென்றால மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமாக வெளியேறு மின்னோட்டத்தின் துடிப்பின் எண்ணிக்கையும் இருக்கும், அதாவது மின்னழுத்தம் ஒரே மட்டமாக இல்லாமல் அதிகத துடிப்போடு உள்ளது. இந்தக் குறைபாட்டைத் தவிர்க்கப் பரந்த அளவு, வடிப்பு மின்சுற்றுகளைப் (Filter circuits) பயன் படுத்தவேண்டும். பின்பு ஒரே சீரான நேர்திசை மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கலாம்.

முழு அலைத் திருததி (Full wave rectifier)

திருத்திக்கு உள்ளேவரும் திருத்தப்படவேண்டிய மாறு திசை மின் அலைகளின் முழுப்பகுதியையும் திருத்தி அதன்மூலம்

பளுவில் தொடர்ந்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தவல்ல மின் திருத்திகளே அனேகமாக எல்லா இடங்களிலும் தேவைப்படு கின்றன. மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் முழுச் சுழற்சியையும் (Full cycle) பயன்படுத்தி இந்த முழு அலைத்திருத்தியானது கொடுக்கப்படுகின்ற மாறுதிசை மின்னழுத்ததை ஒரு திசைத் துடிப்பு மின்னழுத்தமாக மாற்றிவிடுகிறது. மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் ஒவ்வொரு அரைச்சுழற்சியிலும் பளுவின் வழியே மின்னோட்டததை ஒரே திசையில் செலுததும்படியாகத் திருத்தியில (இரண்டு திருத்தும் அமைபபுகள் உண்டு. ஒரு திருத்தும் அமைப்பு ஓர் அரைச்சுழற்சியில் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும், மற்றொரு திருத்தும் அமைப்பு அடுத்த அரைச் சுழற்சியில் மின்னோட்டததைக் கடத்தும்.)

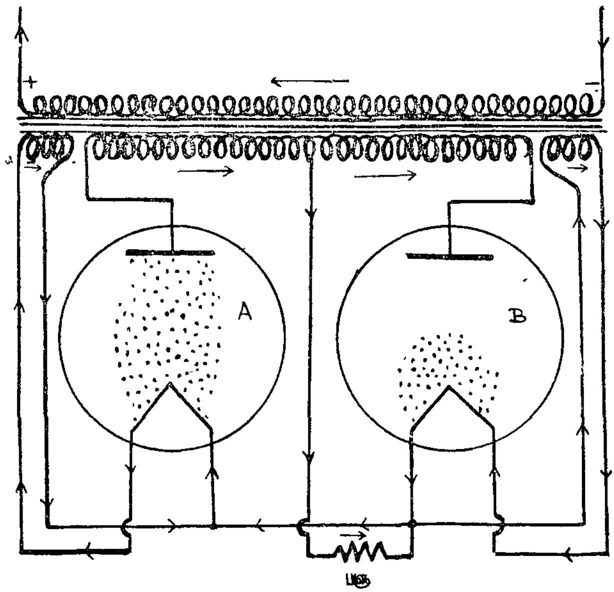


படம் 3 4

இரு அரைச் சுழற்சிகளையும் திருத்துவதற்கு இரு குழாய்களைப் படம் 3·4, 3·5 ஆகியவற்றில் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

மின்மாற்றியின் துணைச்சுருளின் சிறுபகுதிகள் எதிர்மின்வாய்களை வெப்பப்படுத்த அவைகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். படம் 3·4-இல் குறிப்பிட்டுள்ளபடி மின்மாற்றியின்

துருவங்கள் இருக்கும்போது குழாய் Aயின் நேர்மின்வாய் எதிர்மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றிருப்பதால் இதன் வழியே மின்னோட்டம் பாயாது. அப்போது B குழாய் நேர் மின்னழுத தத்தைப பெற்றிருப்பதால், படத்தில் அம்புக்குறி காட்டுகிற

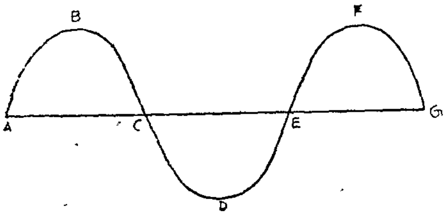


படம் 35

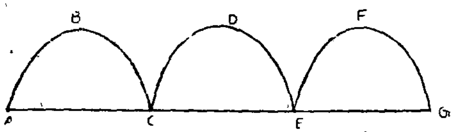
திசையில் வெளிப்பளு (External load) வழியே மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இரு எதிர்மின்வாய்களின் பொதுச்சந்திப்பு, பளுமின்தடையின் ஒரு முனையோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் மறுமுனையைத திறன் மின்மாற்றியின் (Power transformer) துணைச்சுருளினுடைய நடு இணைப்பு முனையோடு (Centre tap) இணைக்கபபட்டுளளது. மின்மாற்றியின் துணைச்சுருளினுடைய ஒரு முனைக்கும் நடு இணைப்புமுனைக்கும் இடையே ஒவ்வொரு குழாயும இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் ஒவ்வொரு டையோடின் எதிர்மின்வாயுக்கும் நேர்மின் வாயுக்கும் இடையே, துணைச்சுருள் மின்னழுத்தத்தின் பாதி அளவு மின்னழுத்தமே தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு குழாயுக்கும் தேவையான நேர்மின்வாய் மின்னழுத்ததைப் போன்ற இரு மடங்கு மொத்த மினனழுத்தத்தை மின்மாற்றித் துணைச்சுருள் கொடுக்கவேண்டியுள்ளது. தகுந்த நேர்மின்வாய், பயனளவு மின்னழுததங்களை வழங்கும் பொருட்டு மின்மாற்றியானது முதன்மைச் சுருளின் சுற்றுகளுக்கும் துணைச்சுருளின் சுற்று

களுக்கும் இடையே ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உயர்விகிதத்தைப் (Step up ratio) பெற்றிருக்கும்.

படம் 3·6, 3·7 ஆகியவற்றின் உதவியோடு முழு–அலைத் திருத்தியின் செயல்படு முறையை விளக்கலாம்.



படம் 3·6



படம் 3·7

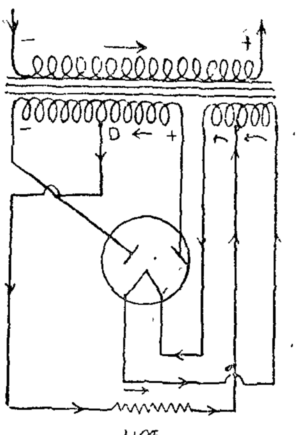
மின் அலை ABC செயல்படும் கால அளவில் திருத்தி இயக்கத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இதைப்படம் 3·7இல் ABC என்ற அலையால் குறிப்பிடலாம். CDE-யின் கால அளவில் மின்சுற்றில் கொடுக்கப்படும் மின்னழுதம் திசை திருப்பப்படுகிறது (படம் 3·5). இது B-குழாயின் நேர்மின் வாயை எதிர்முனையாக்குவதால் இதன் வழியே மின்னோட்டம் பாயமுடியாது. A-குழாயின் நேர்மின்வாய் நேராக இருப்ப தால் பளுவழியே படம் 3·5-இல் காட்டியபடி அதே திசையில் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இவ்வாறு மாறுமின்னோட்டத்தின் அரைச் சுழற்சியையும் (CDE) திருத்தி ABCயின் திசையில் (படம் 3 7) அமையும்படி செய்கிறோம். எனவே இடை விடாமல் தொடராக அலைகள் அமைந்து ஒரே திசையில் பளு மின்னோட்டம் பாய்வதைக் குறிக்கின்றன. இதற்கு "முழு-அலைத் திருத்தி" என்று பெயர். தொடர்ந்துவரும் ஏற்பளவு மின்னழுத்தத்தின் அரைச்சுழற்சிகள் அடுத்தடுத்து அமையும் காலத்தில் டையோடுகள் ஒன்று மாறி ஒன்று தொடர்ந்து மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகின்றன. இதன் காரணமாக ஒவ்வொரு முழுச் சுழற்சிக்கும் இரண்டு பயனளவு துடிப்புகள் (Output pulse) ஏற்படுகின்றன. இதனால் திருத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்தின அதிர்வு எண், ஏற்பளவு மின்னழுத்தத்தின் அதிர்வெண்ணைப்போல இருமடங்காக இருக்கும். இக்கார ணத்தால் அரை–அலைத்திருத்தியில் கிடைத்ததைவிட ஓரளவு தொடர்ந்து சீரான மின்னோட்டம் கிடைக்கும். எனவே தகுந்த

வடிப்பான் மின் சுற்றின் (Filter circuits) உதவியால் துடிப்பினை எளிதாகச் சீராக்கமுடியும். ஏற்பளவின் இரு அரைச் சுழற்சிகளும் திருத்தப்படுவதால் இந்த முழு அலைத் திருத்தியின் பயனுறுதிறன் அரை அலைத்திருத்தி வகையைவிட அதிகமாக இருக்கும்.

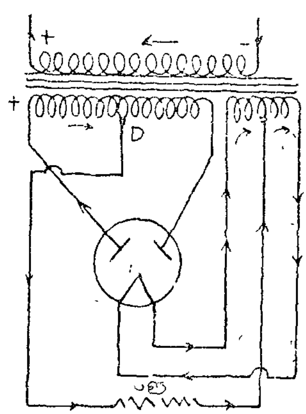
டியூப்லக்ஸ் குழாய்கள் (Duplex tubes)

இதுவரை அரை, முழு அலைத் திருத்திகளுக்குரிய எளிய அடிப்படை மின்சுற்றுகளைப் பறறிப் பார்த்தோம். இதில் நேர்முகமாக வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாய்களைக் கொண்ட வெற்றிடக் குழாய்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. எங்கு குறைந்த அளவு திறன் கொடுக்கும் முழு அலைததிருத்தி தேவைப்படுகிறதோ அங்கு சில சமயங்களில் டியூப்லக்ஸ் குழாய் (இரண்டு டையோடு அமைபபுகளைத் தன்னகத்தே கொண்டுளள ஒரு குழாய்) பயனபடுத்தப்படுகிறது. இத்தகு குழாய் நேரடியாக வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாயினைப் பெற்றிருக்கும்போது, இது இரு நேர்மின்வாய்களையும் ஒரு எதிர்மின்வாயையும் படததில் காட்டியபடி பெற்றிருக்கும்.

இரட்டை இரு நேர்மின்வாய்க் குழாயிற்குரிய எளிய திருத்தியின இணைப்பு மேலே உள்ள படததில் காட்டப் பட்டுள்ளது. ஓர் அரை அலைக்குரிய இயக்கத்தில் மின்னோட்



படம் 38



படம் 39

டத்தின் திசையை அம்புக் குறியிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. எதிர்மின்வாயை வெப்பப்படுத்தும் மின் மாற்றிச் சுருளின்

பகுதியினுடைய மையத்தில் பளு இணைக்கப்பட்டிருப்பதைப் படம் 3·8–இல் காணலாம். திருத்தப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் ஒவ்வொரு அலையிலும் ஒரே மாதிரியான மின்னழுத்தத்தை இது தருகிறது.

படம் 3·8–இல் இருப்பதுபோல் உள்ள ஒரு நிலையில் பளு மின்னோட்டமானது மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளின் நடு இணைப்பு முனையான Dயிலிருந்து எதிர்மினவாயை வெப்பப் படுத்தப்படும் பகுதியின் நடு இணைப்பு முனைக்கும் பின்பு இடதுபுறமுள்ள எதிர்மின்வாயை வெப்பப்படுத்தும் மின் மாற்றியின் துணைச்சுருள் வழியாகவும், வலதுபுறமுள்ள எதிர் மின்வாய் வழியாகவும் நேர்மினவாய் வழியாகவும் மின் னோட்டம் பாய்ந்து முதன்மை மின்மாற்றிக்குப் (Main transformer) படதகில் கண்டபடி செல்லும். யாறுதிசை மின் திறனின் அடுதத அலையில், மின்மாற்றியில மினனழுததம் திசை திருப்பப்பட்டு, பளு மின்னோட்டமானது Dயிலிருந்து பளு, வலதுபுறமுள்ள வெப்பமூட்டும் ஒரு பகுதி, எதிர்மின்வாய் இடதுபுற நேர்மின்வாய் ஆகியவைகளின வழியே சென்று முதனமை மின்மாற்றிக்குப் படம் 3 9–இல் காட்டியுள்ளபடி பாய்கிறது.

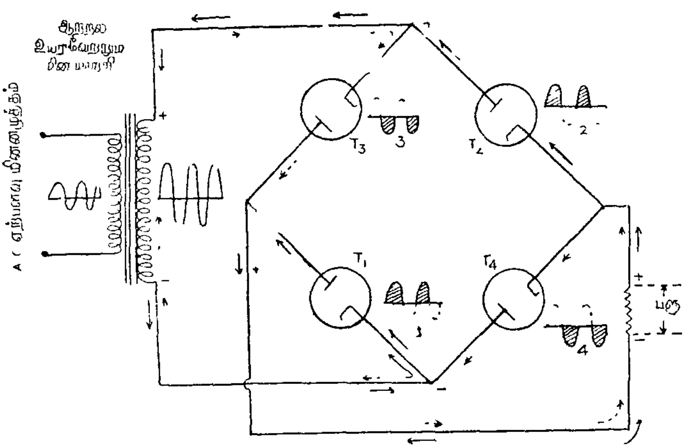
இந்த இரண்டு சமயத்திலும் மின்மாற்றியின் வெப்ப மூட்டும் சுருளின் ஓர் அரைப்பகுதி முதன்மைப் பகுதியோடு தொடரிணைப்பாக அமைந்து பளு மினனோட்டத்தைக கொடுத்து, ஒரே மாதிரியான முனையோடும் (Same polarity) அமைகிறது. இதன் விளைவாக, ஒவ்வொரு அரைச்சுழற்சிக்கும பளுவுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுததம் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். எதிரமின்வாயின் ஒரு பகுதியோடு மட்டும் பளு இணைக்கப்பட்டால் இததகைய மினனழுத்தம் ஏற்படாது. ஏனென்றல் திருத்தியின் ஓர் அரைச்சுழற்சியில் பளுவுடன எதிர்மின்வாயினை வெப்பப்படுத்த உதவும் துணை மின்மாற்றிச் சுருளின் ஒரு பகுதி தொடரிணையாக அமையும். அடுத்த அரைச் சுழற்சியில் பளு நேரடியாக எதிர்மின் வாயுடன் இணைந்து விடும்.

இதே காரணத்திற்காகத்தான், ஒவ்வொரு குழாயின் எதிர் மின்வாயும் மினமாற்றித் துணைச்சுருளின் தனிப்பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதை எளிதில் உணரலாம். மறை முகமாக வெப்பப்படுத்தப்படும் எதிர்மின்வாயோடு கூடிய குழாய்களைப் பய்ன்படுததும்போது, இவ்விரு வெப்பச்சுருள் களும் மின்மாற்றியின் ஒரே பகுதியில் இணைக்கப்படலாம் மேலும் பளுவின் ஒரு முனை இரு எதிர்மின்வாய்களுடனும்

இணைக்கப்படும் தனியான அல்லது டியூப்லக்ஸ்-அமைப்புக் குழாய் அல்லது மறைமுகமாக வெபபப்படுத்தப்படும் எதிர்மின வாய்களோடு கூடிய இரு குழாயகள் ஆகியவை முழு அலைத திருத்திக்காக இணைக்கப்படுவதற்கு இது பொருநதும்.

அரை அலைத்திருத்தியில் திறன் மின்மாற்றியின் துணைச் சுருளின் வழியே ஒரு திசையில் மட்டும் மின்னோட்டம் பாயும். ஆனல் முழு அலைததிருத்தியில் திறன் மின்மாற்றியினுடைய துணைச்சுருளில் அமைந்த மையப்பகுதியில் நடு இணைப்பு முனையின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள அரைப்பகுதிகளில் சமமான மின்னோட்டம் எதிர்த்திசையில் பாயும் மின்மாற்றியின் உள்ளக நேர்திசை மின்னோட்டத் தெவிட்டு நிலை (D. C, saturation of the core of the transformer) இதனல் தவிர்க்கப்படுகிறது. உள்ளகத் தெவிட்டுதலானது (Saturation of core) காந்த மேற்றும் மின்னோட்டத்தையும (Magnetising current), காந்தத் தயக்க இழப்பையும் (Hysterisis losses) அதிகப்படுத்தி பயனளவில் பலவேறு அதிர்வெண்களைக் கொண்ட மினனழுத் தங்களை உண்டாக்கிவிடும். முழு அலைத்திருத்தியில இத்தகு இடர்ப்பாடுகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன. மேலும் முழு அலைத திருத்தியின் அரை அலைத்திருத்தியைப் போல இரு மடங்காக இருக்கும்.

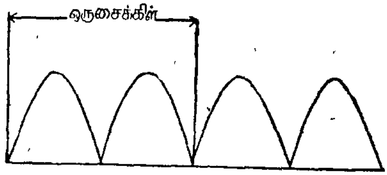
இதன் சிறப்பான செயல்படும் முறையின் காரணமாக இதைத் தனிக்கட்ட முழு அலைத் திருத்தியாகப் (Single phase



படம் 3·10

full-wave rectifier) பொதுவாகத் திறன் அளிப்பானில் அதிக மாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுமார் 1000 வோல்ட்டுகள்

வரை நேர்திசை மின்னழுத்தத்தையும் 1 ஆம்பியர் வரை நேர்மின்னோட்டத்தையும் வழங்கும் திறன் அளிப்பானில் இது



படம் 3 11

பயன்படுத்தப்படுகிறது. குறைந்த திறன் பெருக்கத்திற்குரிய படித்தரச் சுற்றாக (Standard circuit) இது விளங்குகிறது.

முழு அலைப் பால இணைப்புத் திருத்தி (Full wave Bridge rectifier)

நடு இணைப்பு முனை மின்மாற்றியைத் (Centre tapped transformer) தவிர்த்து முழு அலைத்திருத்தத்தைப் பெறுவதற்குப் பால இணைப்புத் திருத்தி (Bridge rectifier) நன்கு பயன்படும். இதில் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி நான்கு டையோடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இந்த வலை இணைப்பு மின்சுற்றில், வலையமைப்பின் நேர் எதிர் மூலைகளுக்கு இடையே (Diagonally opposite corners of the network) மாறுதிசை மின்னோட்ட ஏற்பளவு (A. C. input) கொடுக்கப்படுகிறது மீதமிருக்கும் இரு மூலைகளிலிருந்து பளுவுக்குப் பயனளவு எடுக்கப்படுகிறது. கொடுக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் முதல் அரைச் சுழற்சியின் போது மின்மாற்றித் துணைச்சுருளின் மேற்பகுதி நேர்முனையாக இருப்பதாக எடுத்துக்கொள்வோம். இந்தக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் குழாய் 1, பளுமின்தடை, குழாய் 2 ஆகியவை அடங்கிய தொடர்ச்சுற்றுக்கு இடையே செலுத்தப்படும். குழாய் ஒன்றிலும் இரண்டிலும் உள்ள நேர்மின்வாய்கள் அவற்றின் எதிர்மின்வாய்களைக் காட்டிலும் அதிக நேர்மின்னழுத்தத்தில் இருப்பதாலும், குழாய் மூன்றிலும், நான்கிலும் உள்ளவை அவைகளின் எதிர்மின்வாய்களைக் காட்டிலும் அதிக அளவு எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றிருப்பதாலும் உண்டாகும் மின்னோட்டத்தின் திசையை அம்புக்குறிகளினால் குறியிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. பின்பு ஓர் அரைச்சுழற்சிக்குப் பிறகு மின்மாற்றியின் முனைகள் மாற்றப்படுகின்றன. இப்போது 3, 4 ஆகிய குழாய்களின் நேர்மின்வாய்கள் அவற்றின் எதிர்மின்வாய்களைக் காட்டிலும் அதிக நேர்மின்னழுத்தத்தையும் 1, 2 குழாய்களில் உள்ளவை அவற்றின் எதிர்மின்வாய்களைக் காட்டிலும் அதிக எதிர் மின்னழுத்தத்தையும் பெற்றிருப்பதாலும், புள்ளிகளினால் குறியிடப்பட்ட அம்புக் குறிகளின் திசையில் இப்போது மின்னோட்டம் பாயும் இவ்விரண்டு சுழற்சிகளிலும் பளுமின்தடை மூலமாக மின்னோட்டம் ஒரே திசையில் செல்லுவதால் அது ஒரு திசை மின்னோட்டமாக அமைகின்றது.

வலை இணைப்பு மின் சுற்றில், மின்மாற்றித் துணைச்சுற்றின் முழு மின்னழுத்தமும் ஒவ்வொரு அரைச்சுழற்சிக காலததிலும் மின்னோட்டததைக் கடத்துகின்ற இரு குழாய்களின் குறுக்கே முழுமையாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. இதற்கு மாருகப் படம் 3·8, 3 9-இல் காட்டப்பட்ட மின்சுற்றுகளில் உள்ள மின் மாற்றியின் துணைச்சுருளில் தூண்டப்படும மின்னழுத்ததை இரண்டாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. எனவே, கொடுககப்பட்ட திறன் மின்மாற்றியை முன்பே கண்ட மின்திருத்திகளில் பயன் படுததுவதைக் காட்டிலும் வலை இணைபபுத திருததிகளில பயனபடுத்தினுல் மினனழுத்தப பயனளவு இரு மடங்குக்கு அருகில இருக்கும். நான்கு குழாய்களையும், அவற்றிற்குத தனிததனியே வெப்பமூட்டப்பட வேணடிய மின்னிழை களையும பயன்படுத்த வேணடியிருப்பதால இது சிக்கனமான அமைப்பாக இருக்க முடிவதிலலை எனவே குழாய்களுக்குப் பதிலாக குறை-கடத்தி (Semi-conductor) டையோடுகள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பளுவிற்குக் குறுக்கே மின்தேக்கியைச் சேர்ப்பதால் ஏற்படும் விளைவு

இதுவரை நாம் பார்த்த திருத்திகள் அனைத்தும் மின்னழுத்த அல்லது மின்னோட்டப் பயனளவைத் துடிப்பு வடிவததில் (Pulsating form) மட்டுமே கொடுததன. இவை, மின்கல அடுக்குகளை மின்னூட்டம் பெறச் செய்வதற்கும் மற்றுமுள்ள ஒரு சில செயல்களுக்கு மட்டுமே உகந்ததாக இருக்குமே யன்றி எலெக்ட்ரான் குழாய்களுக்குக் கொடுக்கும் அளவிற்கு உகந்ததாகச் சீரான மினனழுத்தமாக இருப்பதிலலை எலெக்ட்ரான் குழாய்களின் நேர்மின்வாய், திரை, கிரிடு ஆகியவற்றின் மின்சுற்றுகளுக்கு இந்தப் பயனளவு மின்னழுத்ததைக் கொடுப்பதற்கு முன்பே அதன துடிப்பு முழுவதும் சீராக்கப் படுதல் வேண்டும். இச் செயலுக்கு சோக்கு (Choke) அல்லது மின்மறுப்புகளையும், (Reactors) மின்தேக்கிகளையும் (Capacitors கொண்டுள்ள வடிப்பு வலையமைபபுகள் (Filter networks) பயன்படுததப்படுகின்றன.

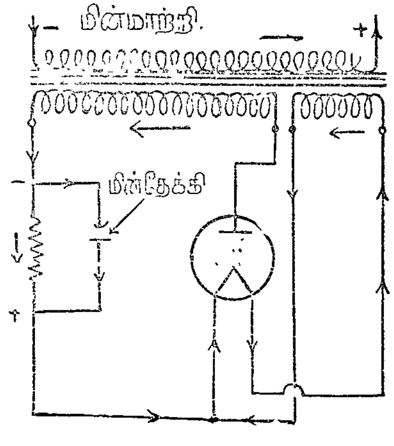
அடிப்படை மின்சார விதிமுறைகளை ஒட்டி சோக்குகள், மின் தேக்கிகள் ஆகியவற்றின வடிப்புச் செயல் (Filter action) அமையும். மின்னழுத்தததில் ஏறபடும எந்த மாற்றததையும் மின்தேககி எதிர்க்கும் என்பதை நாம அறிவோம். கொடுக்கப் படும் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது மின்தேக்கியானது தனது நிலை மின்புலததில் (Electrostatic field) ஆற்றலைச் சேமிப்பதின் மூலம் அந்த மின்னழுதத அதிகரிப்பை எதிர்க் கிறது. பின்பு மினனழுத்தம் குறையும்போது, ஏற்கனவே சேகரித்து வைத்துள்ள ஆறறலை மீணடும் மின்னழுததமாக மாற்றி அந்த மினனழுத்தக் குறைப்பை எதிர்க்கிறது எனவே திருததியிலிருந்து வெளியேறும் பயனளவுத துடிப்புகளினுடைய ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை மினதேக்கியின் மினபுலனில் சேமித்து வைக்கவும், பின்பு மின்னோட்டத் துடிப்புகளுக்கு இடையே மின்தேக்கியை மின்னுமிழ்வு அல்லது மின்னிறக்கம்

(Discharge) நிகழ்த்தச் செய்யவும் முடியுமானுல் பயனளவு மின்னழுததத்தில உள்ள சீரற்ற நிலைகள் (Fluctuations) பெரும் அளவு குறைக்கப்பட முடியும். இதே செயலைததான் மின்தேக்கி யானது திருததியில் பயனளவு மினசுற்றில் பக்க இணைபபில (Parallel connection) இணைக்கப்படுமபோது செயகிறது.

ஒரு தூணடுச்சுருள் (Inductor coil) அல்லது சோக்கு (Choke) தன வழியே செல்லும் மின்னேட்டததின அளவில் ஏற்படும் எந்த மாறுதலையும் எதிர்க்கும் இதன் வழியேச் செலலும மின்னேட்டம் அதிகரிக்குமபோது காந்தப்புலனில ஆற்றலைச் சேமிப்பதின்மூலம் அந்த அதிகரிப்பை எதிர்க்கும். மினனேட்டம் குறையுமபோது அதை மீண்டும் நிலைப்படுத்து வதற்கு அந்தக் காந்தப் புலனிலிருந்து ஆற்றலைக் கொடுக் கிறது. எனவே திருததியின் பயனளவு மின்சுற்றில் பளுவுடன தொடர் இணைப்பில (Series connection) சோககினை இணைக் கும்போது பளு மின்னேட்டததிலும், பளு மின்னழுத்தங்களிலும் ஏறபடும் திடீா மாற்றங்கள குறைக்கப்படுகின்றன.

மற்ெருரு வழியிலும் இந்தச் செயலை விளக்கலாம். நேர் திசை மின்னேட்டம் தன்னகத்தே செல்லும்போது அதற்குக் குறைந்த மின தடையையும், அதேசமயம் மாறுதிசை மின்னேட் டததிற்கு ஏராளமான மாறுமின்தூண்டுத் தடையையும் ஒரு கமபிச்சுருள் கொடுக்கும். மாறுதிசை மின்குற்றலைகள் (Ripple) பெரும் அளவில் குறைக்கப்படும்போது நேர்திசை மின் னேட்டம் பாய்வதற்கு வகை ஏற்படுகிறது.

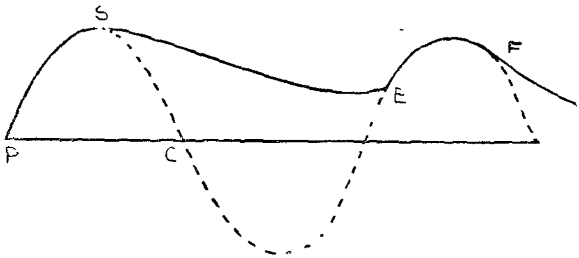
படம் 3·1-இல் காட்டியுள்ளபடி அதே எளிய மின்சுற்று, பளுவிற்குக் குறுக்கே ஒரு மின்தேக்கி சேர்க்கப்பட்டிருப்ப துடன் உள்ள நிலையைப் படம் காட்டுகிறது.



படம் 3·12

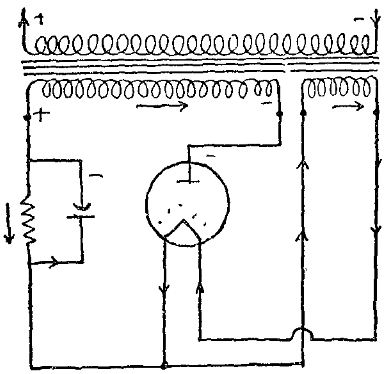
குழாயின் மின்னேட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தப் பளுவானது போதுமான அளவு உயர்ந்த மின்தடையைப் பெற்றிருக்கும்.

படம் 3·12-இல் உள்ளபடி குழாய் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்போது நேர்திசை மின்சுற்றின் மின்னழுத்தம் A-யிலுள்ள சுழி அளவிலிருந்து (Zero value) உச்ச நிலையான B-யிற்கு உயரும். அப்போது பளுவின் வழியே மின்னோட்டம் பாயும். அதே சமயம் சுற்றின் உச்ச மின்னழுத்தத்திற்கு மின்தேக்கியை மின்னூட்டம் பெறுமாறு செய்யப்படுகிறது. BC என்ற கால அளவில், திருத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம் C-யில் சுழி மதிப்பிற்கு இறங்கத் தொடங்குகிறது. திருத்தியின் மின்னழுத்தம், B-இல் மின்தேக்கி பெற்றுள்ள மின்னழுத்தத்தைவிடக் குறையும்போது, கீழே உள்ள படத்தில் காட்டி



படம் 3·13

யுள்ளபடி மின்தேக்கியானது பளுவின் வழியாக மின்னிறக்கம் செய்யத் தொடங்கிவிடும்.



படம் 3·14

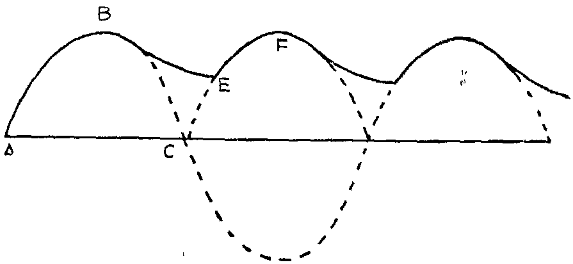
திருத்தியின் மின்னழுத்தம் மீண்டும் நேர்முனையாக்கப் பட்டு மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தத்தை அடையும்வரை மின்தேக்கியானது பளுவின் குறுக்கே குறைந்துகொண்டே

இருக்கும் BE என்ற மின்னழுத்தத்தை நிலைநிறுத்திக்கொண்டே இருக்க, மின்னோட்டம் தொடர்ந்து பாயும். இந்த நிலையில் மின்தேக்கியிலிருந்து குழாயின்வழியே மின்னோட்டம் பாயாது. ஏனெனில் அது நேர்மின்வாயிலிருந்து எதிர்மின்வாயிற்குச் செல்லவேண்டியுள்ளது. முன்பே சொன்னபடி குழாயானது இந்தத் திசையில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தாது.

படம் 3 13-இல் அடுத்த நேர்மின்னலையில் உள்ள E-யில் திருத்தியின் மின்னழுத்தம் மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாகும். E-யிறகு அப்பால் மீண்டும் திருத்தியானது பளுவில் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தி மின்தேக்கியை F-இல் உள்ள உச்ச மின்னழுத்தத்திற்கு மின்னூட்டம் செய்கிறது. அதற்குப்பின் முந்திய சூழ்நிலை உருவாகிவிடுவதால் முன்பு கூறியபடியே மின்னோட்டம் நடைபெறுகிறது. மின்தேக்கியின் மின்னிறக்க வீதத்தை (Discharging rate) மின்தேக்குத்திறன் C, பளுமின்தடை R ஆகிய கால மாறிலிகளே (Time constants) நிர்ணயிக்கின்றன. துடிப்பின் குறைவைக் குறிப்பிடும் வளை வைக் காட்டிலும் மின்தேக்கியின் மின்னிறக்கம் குறைவான சரிவோடு விளங்குகிறது. ~ பளுவிற்குக் குறுக்கேயுள்ள மின்னழுத்த வீச்சின் (Amplitude) வேறுபாடுகள மின்தேக்கியினால் குறைக்கப்படுகிறது. மின்னழுத்ததுடன் ஒரே கட்டத்திலிருக்கும் (Same phase) பளு மின்னோட்டத்திற்கும் இது உண்மையாகும். எனவே மின்தேக்கியைத் துடிப்புகளைச் சீராக்கும் காரியத்தின் கர்த்தா (Smoothing agent) எனலாம். சில சமயங்களில் இது "சேமிப்பு மின்தேக்கி" (Reservoir capacitor) என்றும் வழங்கப்படும்.

படம் 3·12, 3-14-இல் காட்டிய திருத்திக்கு அதிக மின் தேக்குந் திறனைப்பெற்ற மின்தேக்கி தேவைப்படும். மேலும் அது முழுவதும் சீராக்கப்பட்ட நேர்திசை மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்காது. இதைத் தவிர்க்க மின்னழுதத அலைகளின் இரு அரைச் சுழறசிகளையும் திருத்த இரு குழாய்கள் (படம் 3·4, 3 5) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முந்திய முறையில் மின்தேக்கி ஒருமுறை மின்னூட்டம் பெறும்போது இம்முறையில் இருமுறை

மின்னூட்டம் பெறுகிறது. இதைப் படம் 3 15-இல் கீழ் கண்டவாறு காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3 15

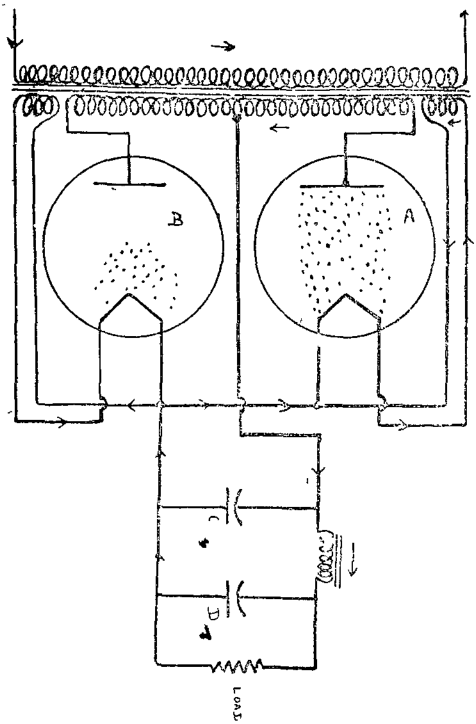
படம் 3·13, 3·15 ஆகிய இரண்டிலுமே நேர்திசை மின், துடிப்புகளுக்கு இடையே மின்தேக்கி மின்னிறக்கம் செய்யும் காலத்தை BE என்ற கோடு குறிப்பிடுகிறது. படம் 3·15-இல் BE-என்ற கோட்டின் நீளம் படம் 3·13-இல் உள்ள BE-இன் நீளத்தில் ஓர் அரைப்பகுதியளவில் இருப்பது தெளிவாகும். எனவே மேற்கூறிய கால அளவிலும் அரைப்பகுதியே என்பதும் புலனாகும். இரு முறைகளிலும் ஒரே மாதிரியான வடிவமைப்புக் கொண்ட மின்தேக்கியினைப் பயன்படுத்தும் போது முழு அலைத்திருத்தியில் மின்னழுத்தக் குற்றலைகள் (Voltage ripples) அலை, அலைத் திருத்தியில் கிடைப்பதைவிட சிறியவைகளாக இருக்கும்.

பெரும்பாலான மின் திருத்திகளில் திருத்தப்பட்ட துடிப்பு மின்னழுத்தத்தைச் சீராக்கும் வடிப்பானாக மின்தேக்கி பயன் படுகிறது. இதுவரை நாம் பார்த்தவையெல்லாம் பொதுவான தத்துவமேயாகும். பளுவின் குறுக்கே இணைக்கப்படும் தனி ஒரு மின்தேக்கியானது அமைப்பில் எளியதாக விளங்குகிறது. மின்தேக்குத் திறன், மின்தடை ஆகியவைகளின மதிப்புகள் உயர் அளவில் இருந்தால் இவற்றின் கூட்டு அமைப்பை, வெற்றிடக் குழாய்கள் மூலம் இயங்கும் சிறு பளுக்களுக்கு வடிப்பானாகப் பயன்படுத்தலாம்.

மின்மறுப்பு—மின்தேக்கி வடிப்பான் (Reactor—Capacitor filter)

தகுந்த சீரான நேர்மின்னோட்டத்தை ஒரு தனித்த மின் தேக்கி வடிப்பானோ அல்லது மின்மறுப்பு வடிப்பானோ தராத போது, மின் தேக்கிகளும், மின் மறுப்புகளும் கலந்த கூட்டு

வடிப்பானைப் பொதுவாகக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் பயன்படுததுகிறோம்,



படம் 3·16

படம் 3·17

இதில் திருத்தியின் குறுக்கே இரு மின்தேக்கிகள் இருப்பதையும், அவைகளின் இடையே ஒரு மின்மறுப்பு தொடர் இணைப்பில் உள்ளதையும் படத்தில் காண்க. மின்தேக்கிகளும், மின்மறுப்பும் அமையப்பெறற வடிவம் கிரேக்க எழுத்தான π- வடிவில் இருக்கும் காரணத்தால் இது "பை" வடிப்பான் (Pi-filter) என்றழைக்கப்படுகிறது. படத்தில் காட்டிய

படி மின்முனைகளை (Polarity) மின்மாற்றியானது பெற்றிருக்கும் போது, நடு இணைப்பு முனையான T-யிலிருந்து மின்னழுததம் மின்மறுப்பு, பளு, குழாய் A ஆகியவற்றின் வழியே மின்மாற றிக்குச் செல்லும். மின் மறுப்புச் சுருள்களின் வழியே பாயும மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும்போது அது ஓர் எதிர்பபு மின்னழுத ததைத (A counter voltage) தூண்டும். இந்த எதிர்ப்பு மின் னழுததம் திருத்தியின் மின்னழுத்ததகதை (Rectifier voltage) எதிர்க்கும். எனவே இவை இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள வித்தியாசம்தான் பளுவிற்குக் குறுக்கேயுள்ள மின்னழுத்த மாகும்.

இம்மின்சுற்றில் திருத்திக்குக் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டிருக் கும் C-என்ற மின்தேக்கியானது திருத்தியின் உச்ச மின்னழுத் ததிற்கு மின்னூட்டம் பெறுகிறது. பளுவிற்குக் குறுக்கே யுள்ள D- என்ற மின்தேக்கியானது பளுவிற்குக் குறுக்கே யுள்ள மின்னழுததத்திற்கு மின்னூட்டப்படுகிறது. இந்த மின் னழுத்தமானது திருததி, மின்மறுப்பு ஆகியவற்றின் மின்னழுத் தங்களுக்கு இடையே உள்ள வித்தியாசமேயாகும்.

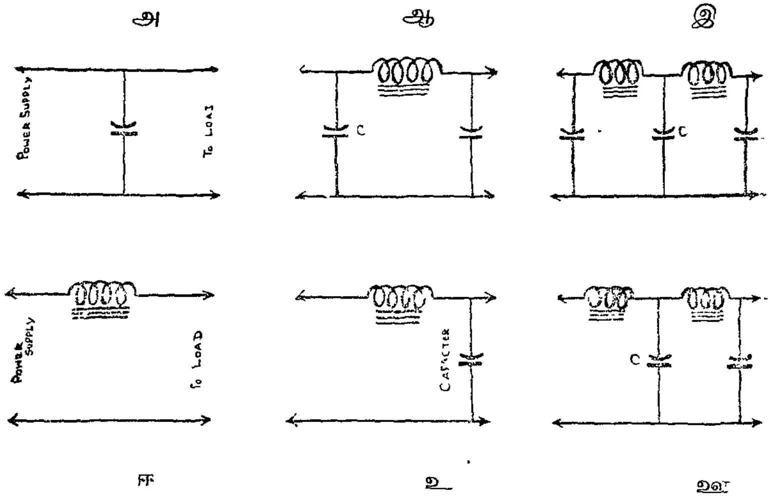
திருத்தியின் மின்னழுத்தம் அதனுடைய உச்சமதிப்பைக் (Peak value) கடந்து செலலும்போது, C-என்ற மின்தேக்கி மின்சுற்றில் மின்னோட்டத்தை நிலை நிறுத்தும் பொருட்டு மின்னி றக்கம் செய்யத தொடங்கும்.

மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் எந்தக் குறைவும் மின்மறுப்பில் மின்னோட்டப் பாய்தலை நிலைநிறுத்தத தூண்டுகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் மின்தேக்கியின் மின்னழுததத்தோடு சேர்ந்து, பளுவின வழியாக மாறாத மின்னோட்டததை நிலைநிறுத்த உதவு கிறது. எந்தச் சிறு மின்னழுத்த மாற்றமும் பளுவிற்குக் குறுக்கே இருக்கும்போது D-என்ற மின்தேக்கி மின்னிறக்கத்தைத் தொடங்கும். மின்தேக்கிகளும் மின்மறுப்புகளும் பளுவிற்குப் பொருத்தமானபடி தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு விட்டால், பின்பு மேற்கண்ட செயலின் விளைவாகப் பளு மின்னோட்டம் படம் 3·17-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல சீரானதாக இருக்கும்.

வடிப்பான்கள் (Filters) ✓

படம் 3·18 (அ)-விலிருந்து (ஊ)-வரையுள்ளபடி, மின்மறுப் புகள (Reactors), மின்தேக்கிகள் ஆகியவை இணைந்துள்ள பல கூட்டு அமைப்பில் வடிப்பான்கள் பயன்படுததப்படுகின்றன. படம் 3·18 (அ)-யிலும் (ஆ)-யிலும் உள்ள வடிப்பான்களைப்

பற்றி ஏற்கனவே நாம் படித்துள்ளோம். 3·18 (இ)-யில் உள்ள வடிப்பான் படம் 3·18 (ஆ)-யில் உள்ள வடிப்பானைப் போன்று தேயாகும். ஆனல் 3 18 (ஆ)-யில் உள்ள π-வடிப்பானில் கிடைப்பதைவிட இதில் சீரான நேர்மின்னேட்டம் தருவதற்கு அதிகப்படியான ஒரு மின்மறுப்பும், மின்தேக்கியும் உள்ளன.



படம் 3·18 (அ) முதல் (ஊ) வரை.

படம் 3·18 (அ)-யிலிருந்து (இ)-வரையுள்ள மூன்று வடிப்பான்களும் அவற்றின் ஏற்பளவுப் (Input) பக்கத்தில் ஒரு மின்தேக்கியினைப் பெற்றிருக்கும். இவைகள் "மின்தேக்கி ஏற்பளவு வடிப்பான்கள்" (Capacitor input filters) எனப்படும். இதேபோல் படம் 3·18 (ஈ)-யிலிருந்து (ஊ) வரையுள்ள மூன்று வடிப்பான்களும் அவற்றின் ஏற்பளவுப் பக்கததில் ஒரு மின் மறுப்பினைக் கொண்டிருக்கும். இவைகள் "மின் மறுப்பு ஏற்பளவு வடிப்பான்கள்" (Reactor input filters) என்று வழங்கப படும்.

ஏற்பளவுப் பக்கததில் மின்மறுப்பைக் கொண்டிருக்கும் வடிப்பானைவிட மின்தேக்கியைக் கொண்டிருக்கும் வடிப்பானே உயர்ந்த நேர்திசை மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது. ஏனெனில் மின்தேக்கி-ஏற்பளவு வடிப்பானில், ஏற்பளவு மின் தேக்கியைத் திருத்தியின் உச்ச அளவு மின்னழுத்தத்திற்கு சமமாக இருக்குமளவிற்கு மின்னூட்டப்படுகிறது. ஏற்பளவுப் பகுதியில் இதற்குப் பதிலாக மின்மறுப்பு இருந்தால், முதல் மின் தேக்கியானது திருத்தியின் உச்ச அளவு மின்னழுத்தத்திற்கும் மின்மறுப்பில் தூண்டப்படும் எதிர்ப்பு மின்னழுத்தத்திற்கும்

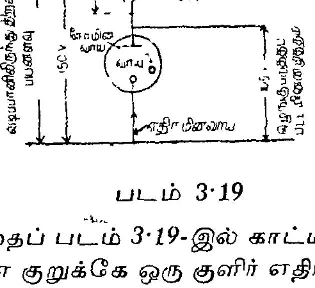
இடையே உள்ள வேறுபாட்டு அளவிற்கு மட்டுமே மின்னூட்டப்படுகிறது.

மின்தேக்கி ஏற்பளவு வடிப்பானில் உள்ள குறைபாடு என்னவென்றால் பளுவிற்கு அளிக்கப்படும் சராசரி நேர்திசை மின்னோட்டத்தை விட ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உயர் உச்ச மின்னோட்டத்தை மின்மறுப்புக் கடததுதல் வேண்டும். எனவே இந்தக் குறையைத தவிர்க்கப் பொருததமான மின் திருத்திக் குழாய்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

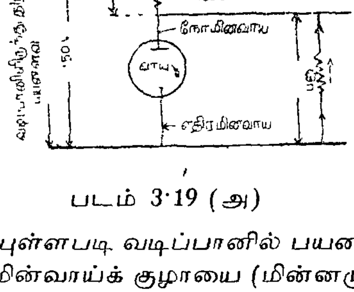
ஏற்பளவு மின்தேக்கியானது உயர் மின்னோட்டத்தை எடுததுக்கொள்ளுகின்ற காரணத்தால் இத்தகு வடிப்பான் பொதுவாக வெற்றிடக் குழாய்த் திருத்திகளுடன் மட்டும் பயன்படுத்தப்படும். வாயு நிரப்பப்பட்ட குழாய் முனைகளுக்குக் குறுக்கே மின்தேக்கியை இணைக்கப்படும்போது குழாயின் குறைந்த மின்தடையின் காரணமாக மின்தேக்கியானது பெரும்பாலும் ஒரு குறுக்குச் சுற்றாகவே (Short circuit) செயல்படுகிறது இததகைய திருததிகளுக்குரிய வடிப்பான்களாகப் பொதுவாக மின்மறுப்பு–ஏறபளவு வகை வடிப்பான்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த மின்மறுப்பானது மின்தேக்கி அல்லது மின்தேக்கிகளுக்குச் செல்லும் மின்னோட்டத்தை மின்சுற்றில் கட்டுப்படுத்துகிறது.

மின்னழுதத ஒழுங்குசெய் குழாய்கள் (Voltage Regulating tubes)

திருத்தியிலிருந்து வரும் மின்னோட்டத்தையும் மின்னழுத்தத்தையும் வடிப்பான் சீராக்கி விடும். ஆனால் பளுவில் ஏற்படும் மாறுதல்களாலும் மின்சுற்றில் அவற்றின் விளைவுகளாலும் மின்னழுத்தம் சீராக இல்லாமல் பரந்த அளவில் மாறுபடும்.



படம் 3·19



படம் 3·19 (அ)

இதைப் படம் 3·19-இல் காட்டியுள்ளபடி வடிப்பானில் பயனளவின் குறுக்கே ஒரு குளிர் எதிர்மின்வாய்க் குழாயை (மின்னழுத்தத்தை ஒழுங்கு செய்யும் குழாய்) இணைப்பதின் மூலம் தவிர்த்து

விடலாம். அவ்வாறு இணைப்பதன் மூலம் 5 முதல் 40 மில்லி ஆம்பியர்கள் வரை மினேட்ட மாறுதல்கள் ஏற்பட்டாலும் கூட இந்தக் குழாயின் முனைகளுக்கு இடையே மாருத மின்ன ழுத்தம் நிலைத்து நிற்கும்.

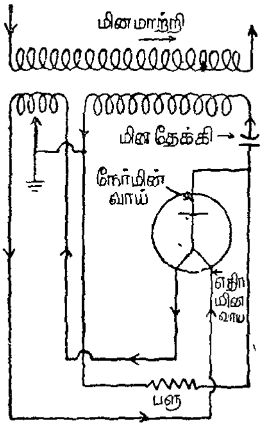
படத்தில் காட்டியபடி இக்குழாயை எப்போதும் ஓர் உயர்ந்த மின்தடையோடு தொடர் இணைப்பில இணைக்கப்பட வேண்டும். இந்த மினதடையானது ஒழுங்கு படுத்துவதற்கு முன்னும் பின்னும் உள்ள மின்னழுத்தங்களின் வேறுபாட்டை எடுத்துக்கொள்ளும் அளவிற்கு மினதடையைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். இந்த மின்னழுத்த வேறுபாட்டைப் படம் 3 19 (அ) யில தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த வேறுபாடு 150 வோல்ட்டுக்கும் 105 வோல்ட்டுக்கும் உள்ள வித்தியாசமான 45 வோல்ட்டுகளாகும் 1500-ஓம் மின்தடையுள்ள ஒரு மின்தடை வழியாக 0 030 ஆம்பியர் மின்ேைட்டம் பாயும்போது அது 45 வோல்ட் மின்னழுத்த வித்தியாசத்தை ஏற்படுத்துகிறது-

இக்குழாயின் குறுக்கே ஒரு 5250 ஓம் பளுமின்தடையை 105 வோல்ட்டில் படம் 3 19 (அ) யில காட்டப்பட்டுள்ளது போல் இணைக்கப்பட்டால், இந்தத் தடை வழியாகவும் தொட ரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள Rஎன்ற மின்தடை வழியாகவும் 20 மில்லி ஆம்பியர் மின்ேைட்டம் பாயும். ஆனல் குழாயின குறுக்கே 105 வோல்ட் மின்னழுத்தம் இருக்கவேண்டுமாயின 30 மில்லி ஆம்பியர்கள் அளவு மின்ேைட்டம் R-இன் வழியே பாய்தல் வேண்டும் எனவே 30 – 20 = 10 மில்லி ஆம்பியாகள் குழாயின் வழியே பாயும். உள்ளபடியே இங்கு என்ன நிகழ் கிறது என்ருல் குழாயில் மின்ேைட்டம் குறையும்போது அதன் மின்தடை அதிகரிக்கிறது. மேலும் மின்ேைட்டம் அதிகமாகும் போது, குழாயின் மின்தடை குறைகிறது. இவ்வாறு மின்தடை மாறுவதன மூலம், மாருத மின்னழுத்தத்தைப பெற முடிகிறது. குழாயானது, தேவையைப் பொருத்துச் செய்யப்பட்ட அமைப் பிற்கேற்றவாறு ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைவரை மேற்கண்ட செயலை நிகழ்த்தும்.

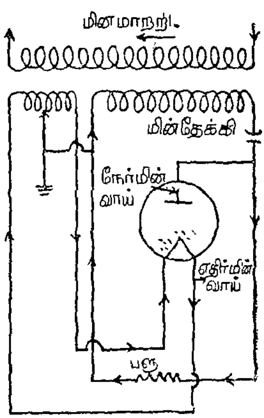
மின்னழுத்த இரட்டிப்பான்கள் (Voltage Doublers)

ஒரு குழாயும் ஒரு மின்தேக்கியும் அமைந்த மின்னழுத்த இரட்டிப்பான் மின்சுற்றைப் படம் 3·20 இல் காட்டப்பட்டுள் ளது. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல் மின்மாற்றியானது மின் முனைகளைக் கொண்டிருக்கும்போது, குறிப்பிட்டுள்ளபடி குழாய் மின்ேைட்டத்தைக் கடத்தி, மின்னழுத்த அலையின் உச்ச

அளவிற்கு மின்தேக்கியை மின்னூட்டம் பெறச் செய்கிறது. இச் செயலின் இடை நேரத்தில் பளுவிற்குக் குறுக்கே ஒரு குறுக்கு மின்சுற்றாகக் குழாயும், மின்தேக்கியும் செயல்படுகின்றன. இதனால் பளுவின் வழியே குறைந்த மின்னோட்டம் செல்லும் மின்தேக்கியானது மின்னூட்டத்தைப் பெறுகின்றபோது, இது பளுவை அடைத்துவிடுகிறது. எனவே இதன்வழியே மின்னோட்டம் இருக்காது.



படம் 3 20

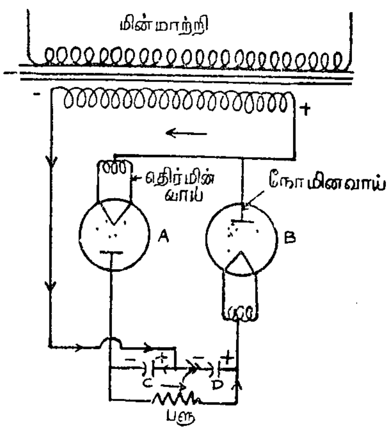


படம் 3·21

படம் 3 21-இல் அடுத்த மின்னழுத்த நிகழ்ச்சி காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில, அம்புக்குறியிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் மினமாற்றியும், மின்தேக்கியும் தொடர் இணைப்பில் அமைந்து பளுவிற்குக் குறுக்கே இரட்டிபபு மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கின்றன. அடுத்த மின்னழுத்த அலையின்போது மின் தேக்கி படம் 3 19-இல் உள்ளதுபோல மின்னூட்டப்படுகிறது. தொடர்ந்துவரும் மின்னழுத்த அலைகளில் பளுவிற்கு இரட்டிப்பு மின்னழுத்தம் தருவதற்காக மின்மாற்றிக்கு இது உதவுகிறது. இந்த மின்னழுத்த இரட்டிப்பு மின்சுற்றில் ஒவ்வொரு அடுத்த மின்னழுத்த அலைக்குமட்டுமே பளுவிற்கு ஆற்றல் அளிக்கப் படுவதால இது பல உபயோகங்களுக்கு உகந்ததல்ல.

இரு-குழாய் மின்னழுத்த இரட்டிப்பான்கள் (Two-tube Voltage Doublers)

உயர்ந்த சீர் வீச்சைப் (Uniform Amplitude) பெற்றுள்ள பளுவின் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் ஆகியவை எங்கு தேவைப்படுகிறதோ, அங்கு இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குழாய்களும், மின்தேக்கிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 3·22-இல் இரு குழாய்களும், இரு மின்தேக்கிகளும் உள்ள இத்தகைய மின்சுற்று விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் எதிர்மின்வாய்களை வெப்பமூட்டும் மின்மாற்றியின் குறைந்த மின்னழுத்தப் பகுதிகள் குழாய்களின் எதிர்மின்வாய்களோடு சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். விளக்கத்தை எளிதாக்கும் பொருட்டு படம் 3·22 இல் C-என்ற மின்தேக்கி மின்னூட்டம் பெற்றதாகவும், மின்மாற்றியின் மின்முனைகள் படத்தில் காட்டியவாறும் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம்.



படம் 3 22

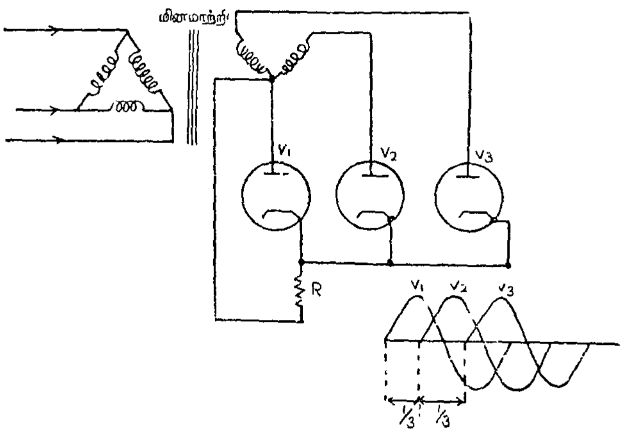
அம்புக் குறியிட்டுக் காட்டியபடி குழாய் B மின்னோட்டத்தைக் கடத்தி D-என்ற மின்தேக்கியை மின்னூட்டச்செய்கிறது. C-யினுடைய மின்னழுத்தம் மின்மாற்றியின் மின்னழுத்தத்தோடு சேர்ந்து அதை அதிகரிக்கச் செய்ய உகந்தபடி மின்முனையை C பெற்றுள்ளது. இப்போது மின்னோட்டம் மின்மாற்றியின் எதிர்மின்முனையிலிருந்து (Negative terminal) மின்தேக்கி C, பளு, குழாய் B ஆகியவற்றின் வழியே பாய்ந்து மீண்டும்

மின்மாற்றிக்கே திரும்பச்செல்கிறது. இப்போது மின்மாற்றியின் மின்னழுத்தமும், மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தமும் சேர்ந்து பளுவிற்கு அளிக்கப்படுகிறது

மின்மாற்றியின் மின்னழுத்தம் திசைமாறும் போது குழாய் A மின்னோட்டத்தைக் கடத்தி, C என்ற மின்தேக்கியை மின்னூட்டம் பெறச் செய்கிறது. அப்போது மின்னோட்டமானது மின்மாற்றியின் எதிர்முனையிலிருந்து குழாய் A, பளு, D-என்ற மின்தேக்கி ஆகியவற்றின் வழியேச்சென்று மீண்டும் மின்மாற்றிக்குச் செல்கிறது. இப்போது மீண்டும் மின்மாற்றியின் மின்னழுத்தமும் சேர்ந்து பளுவிற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது.

மின்தேக்கிகள் ஒரேமாதிரியான மின்துருவங்களைப் பெற்றிருப்பதோடு பளுவிற்குக் குறுக்கே தொடர் இணைப்பிலும் இணைந்துள்ளன. எனவே அவை வடிப்பானாகவும் செயல்பட்டு நேர்மின் அலைகளின் இடையே உள்ள இடைவெளியில் (Valleys) பளுவிற்குக் குறுக்கே மின்னழுத்தத்தை ஒரே சீராக வைத்திருக்கின்றன. இத்தகு சமயங்களில் எந்தக் குழாயும் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துவதில்லை. இப்போது மின்னோட்டம், மின்தேக்கி C, பளு, மின்தேக்கி D ஆகியவற்றின் வழியாகப் பாயும் உயர் மின்னழுத்தத்தில் சில மில்லி ஆம்பியர்கள் அளவுள்ள நேர்மின்னோட்டம் தேவைப்படும் சூழ்நிலையில் இத்தகு மின்சுற்றுகள் பயன்படுகின்றன.

மூன்று-கட்ட அரை-அலை மின்திருத்தி (Three-Phase Half-wave Rectifier)



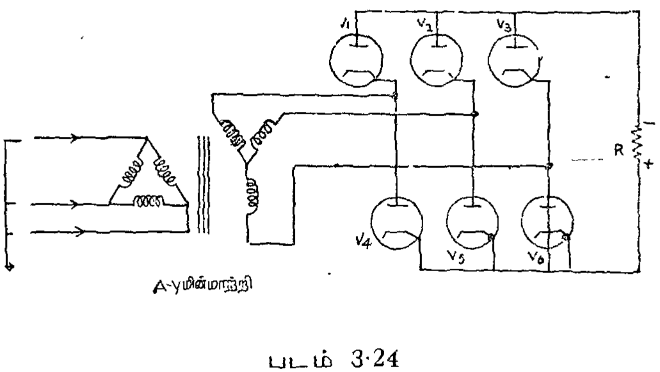
படம் 3·23

படம் 3·23-இல் மூன்றுகட்ட அரை அலை மின்திருத்தியின் மாதிரி மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

படத்தில் காட்டியுள்ள Y-வடிவ அமைப்பில் உள்ள துணைச்சுருள்களை, V_1, V_2, V_3 என்ற திருத்திகளின் நேர்மின் வாய்களோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. R என்ற பளுவானது Y-வடிவ அமைப்பின் மையத்திற்கும் எதிர்மின்வாய்களின் சந்திப்புக்கும் இடையே இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முறைப்படி குழாய்கள் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்போது இங்கு கட்டத் திருப்பங்கள் (Phase offset) முழுச்சுழற்சியின் மூன்றில் ஒரு பகுதியில் நிகழ்வதால முதற்குழாய் மின்னோட்டத்தைக் கடத்து வதை நிறுத்துவதற்கு முன்பே இரண்டாவது குழாய் கடத்த ஆரம்பிக்கும் ஒரு கட்டச்செயலில் ஏற்படும் குற்றலையை விட இங்கு முடிவான குற்றலை (Resu'tig ripple) மிகக் குறைந்த அளவினதாக இருக்கும். மேலும் இதனுடைய அதிர்வெண், திருத்திக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்த அதிர்வெண்ணைப் போல மூன்று மடங்கினதாக இருக்கும்.

மூன்று-கட்ட முழு அலை மின்திருத்திகள் (Three-phase full-wave Rectifiers)

கீழே உள்ள படத்தில் மூன்றுகட்ட முழு அலை மின்திருத்தி காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் குற்றலையானது (Ripple) முன்பு



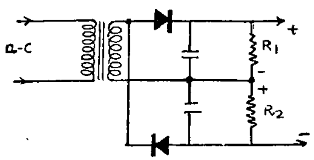
படம் 3·24

கூறிய மூன்றுகட்ட அரைஅலை மின்திருத்தியின் குற்றலையைக் காட்டிலும் குறைவாக இருக்கும். மேல வரிசையிலுள்ள ஒரு குழாயும் (V_1) அதற்கு நேர் கீழாக அமையாது, தொடர்ந்து கீழ்வரிசையில அமைந்துள்ள இரண்டு குழாய்களும் (V_5, V_6)

மின்னோட்டத்தை ஒரே நேரத்தில் கடத்துகின்றன. அளிக்கப் படும் மின்னழுத்த அதிர்வெண்ணைக் காட்டிலும் 6 மடங்கு குற்றலை அதிர்வெண் இதில இருப்பதன் காரணமாக மூன்று கட்ட முழு அலைத்திருத்தியில் வடிப்புச்செயல் எளிதாக அமைந்திருக்கும்.

குறைக் கடத்தி மின்திருத்திகள் (Semi-Conductor Rectifiers)

குறைக் கடத்திக் கருவிகளும், எலெக்ட்ரான் குழாய்களைப் போல ஒரே திசையில் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதால், மின்திருத்தியில் வெப்ப அயனி டையோடுகளுக்குப் பதிலாக அனேக உபயோகங்களில் குறைக் கடத்திக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் வெப்ப மூட்டிகள் (Heaters) ஏதும் தேவையில்லாமல் இருப்பது இதன் தனித்தன்மைக்கு மெருகூட்டுகிறது. படம் 3 25–இல் காட்டியுள்ள மின்னழுத்த இரட்டிப்பான் மின்சுற்றைப் போன்றவற்றில் இது சிறப்பாகத் திகழும். இங்கு இரு அரை அலைகளும் அடுத்தடுத்துத் திருத்தப்படுகின்றன.



படம் 3·25

குறைக்கடத்தி டையோடுகளுக்குப் பதிலாக வெப்ப அயனி வால்வுகளைப் பயன்படுத்தும்போது அவை மின்மாற்றியில் தனியான ஒரு வெப்பமூட்டும் சுருளையும், மேலும் பால இணைப்பு மின்திருத்தியில் தனித்தனியே நான்கு வெப்ப மேற்றும் சுருள்களும் வேண்டியுள்ளது. இவற்றில் குழாய்களுக்குப் பதிலாகக் குறைக்கடத்திகள் உபயோகிக்கப்படும் போது செயல் எளிதாக்கப்படுகிறது. தாமிர ஆக்சைடு, செலீனியம் திருத்திகள் கடந்த பல ஆண்டுகளாகப் பயன் படுத்தப்பட்டன. ஆனால் தற்போது, உயர்பயனுறுதிறனும், குறைந்த பின்னூட்ட மின்னோட்டமும்(Lower feedb ck current) கொண்டிருக்கும் ஜெர்மானியம், சிலிகான் வகைகள் முன்னதை நீக்கிவிட்டு அந்த இடத்தில் அமைந்துள்ளன. இவற்றின்

இயக்கும் வெப்பநிலைகள் (Operating temprs.,) குறிப்பிட்ட வரம்பிற்குமேல் இருக்கக்கூடாது. ஜெர்மானியத்திற்கு 185°Fக்கு உள்ளும் சிலிகானுக்கு 300°Fக்கு உள்ளும் அது அமைந்துள்ளது. இவைகளைக்கூட விரைவில் ஒதுக்கித்தள்ளிவிடுகின்ற குறைக்கடத்திகள் வரலாம். 500°C வெப்பநிலையில் இயக்கப்படும் சிலிகான் கார்பைடு (Silicon carbide) போன்றவைகளே அத்தகைய குறைக்கடத்திகளாகும்.

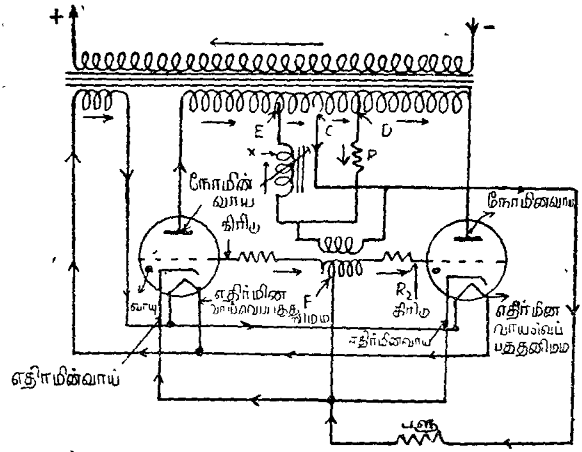
கிரிடு-கட்டுப்பாடு மின் திருத்திகள் (Grid-controlled Rectifiers)

எலெக்ட்ரான்-குழாய் குடும்பத்தில் ஒன்றான தைரட்ரான் என்பது ஒரு வாயு நிரப்பப்பட்ட வெப்ப எதிர்மின்வாய்க் குழாயாகும். இதில் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கிரிடுகள் இருக்கும். இக்குழாயில் பெரிய அளவில் பாதரசக் குமிழ் உள்ளது. அதன் ஒரு பகுதி குழாய் இயங்கும்போது ஆவியாக மாறிவிடும். குழாய் இயங்கும் வெப்பநிலையில் அதனுள் பாதரச ஆவியினுடைய அழுத்தமானது. அதே வெப்பநிலையில் பாதரச ஆவியின் அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

உயர்-வெற்றிடக் குழாய் கிரிடில் உள்ள மின்ன...த்தத்தை மாற்றுவதின் மூலமாக அதனுடைய ஏற்பளவு மின்னழுத்தத்தைச் சுழி மதிப்பிலிருந்து உச்சமதிப்புவரை உள்ள எந்த மின்னழுத்தத்தையும் கட்டுப்படுத்த முடியும் தைரட்ரானில் கிரிடானது குழாயில் மின்னோட்டத்தைப் பாயாமல் தடுக்க முடியும். ஆனால் மின்னோட்டம் பாயத்தொடங்கிய பின்பு கிரிடானது தன் ஆளுகையை முழுவதுமாக இழந்துவிடுகிறது. மீண்டும் மின்னோட்டம் சுழிநிலைக்குத் திரும்பும்போது மட்டுமே கிரிடானது தன்னுடைய ஆளுகையைப் பெறும்.

கிரிடின் மின்னழுத்தம் மாறுநிலை மின்னழுத்தத்தைக் (Critical voltage) காட்டிலும் குறைவாக இருக்கும்போது, தைரட்ரானுக்குக் கொடுக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்தமானது நேர்மின்வாயை நேர்முனையாக வைத்தாலும் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை என்பதையும், இந்தச் சூழ்நிலையில் தைரட்ரானனது ஒரு மின்னோட்டதை மின்சுற்றில் பூர்த்தியடையாமல், கிரிடிக்கும், நேர்மின்வாய்க்கும் இடையே உள்ள கட்டத் தொடர்பைப் (Phase relations) பொருத்தமான முறையில் மாற்றுவதின் மூலம் குழாயின் வெளியீடு மின்

ஞேட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தமுடியும் என்பதையும் இங்கு மீண்டும் நினைவு கொள்வோம்.



படம் 3·26

படம் 3·26-இல் காட்டியபடி திறன் மின்மாற்றியின் மையப் பகுதியோடு தொடரிணைப்பில் இணைந்துள்ள ஒரு மாறுத மின்தடையும், மாறும் மின் எதிர்ப்பும் இணைவதின்மூலம் கிரிடு மின்னழுத்தத்தை எளிதில் மாற்றமுடியும். மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளிலும், துணைச்சுருளிலும் படத்தில் அம்புக் குறியிடப்பட்டுள்ள திசையில் மின்னழுத்தம் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம்.

R–என்ற மின்தடையை ஒப்பிடும்போது மின்மறுப்பானின் (Reactor) மின் எதிர்ப்பு (Impedance) குறைவாகும் என வைத்துக்கொண்டால், R-வழியே செல்லும் மின்னேட்டம் முழுவதும் X-வழியே செலலும்; X-இன் குறைவான மின் எதிர்ப்பின் காரணமாக, கிரிடு மின்மாற்றி G-க்கு உரிய முதன்மை மின்னேட்டம் முதன்மை மினமாற்றியின C-இல் இருந்து கிரிடின் முதன்மை மின்மாற்றி, மின் எதிர்ப்பு X ஆகிய வைகளின் வழியாக E–க்கு வரும். இது A–குழாயின் கிரிடின்மீது எதிர்மின்னழுத்தத்தையும், B-குழாயின் கிரிடின்மீது எதிர் மின் னழுத்தத்தையும் அம்புக்குறியிட்டுக் காட்டியபடி ஏற்படுத்து கிறது X-இன் மின் எதிர்ப்பு குறைவாக இருக்கும்படி செய்யப் பட்டிருப்பதின் காரணமாக கிரிடின் மின்னழுததம், நேர்மின் யின் மின்னழுத்தத்துடன் ஒரே கட்டத்திற் 5 அருகில்

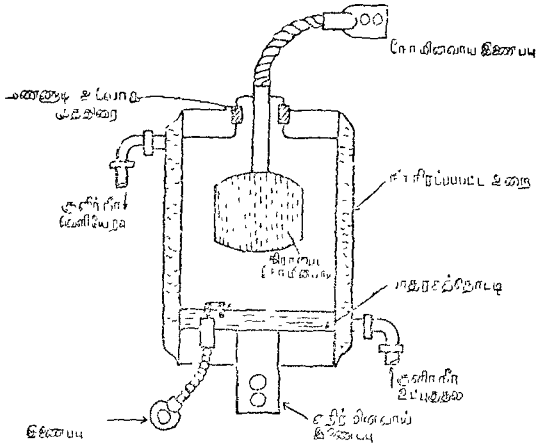
இருக்கும். மின்னழுத்த அலையின் முழு நேரத்திலும் குழாய் A மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும். X-இன மின்தூண்டல் (Inductance) அதிகமானால் கிரிடின் மின்னழுத்தம் நேர்மின்வாய் மின்னழுத்ததின் கட்டத்திலிருந்து அதிகம் விலகியிருக்கும் (Out of phase) இதனால் குழாய்வழியே மின்னோட்டம் குறைந்த நேரத்திற்கு மட்டுமே பாயும்.

மாறுதிசை மின்னலை திசை திருப்பப்படும்போது, படம் 3 26-இல் உள்ளதுபோலவே உண்மையில் அதன் மின்சுற்று அமைந்தாலும். மின்திருத்தியின் மின்சுற்றோடு குழாய் B-சேர்ந்துகொள்கிறது. X-இன் மின்மறுப்பு குறைவாக இருக்கச்செய்தால் மின்னோட்டமானது X-இன் வழியாகவும், R-இன் வழியாகவும் பாயும். மேலும் இது X-இன் வழியாகவும், பளுவின் வழியாகவும் G-என்ற கிரிடு மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுக்கும், குழாய் B-வழியாகவும் சென்று மீண்டும் முதன்மை மின்மாற்றிக்கே திரும்பும். குழாய் B-இல் உள்ள கிரிடை இது நேர்மின்னழுத்தமுள்ளதாகச் செய்கிறது. இதனால் கிரிடானது மின்னோட்டத்தைக் குழாயின் வழியே பாய்வதற்கு வழி செய்கிறது. X-என்ற மின்மறுப்பை மாற்றுவதின்மூலம் குழாய் மின்னோட்டத்தைக் கடத்த ஆரம்பிக்கும் சூழ்நிலையைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

இக்னிட்ரான திருத்திகள் (Ignitron Rectifiers)

இக்னிட்ரான் என்பது குளிர்-எதிர்மின்வாய்க் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்தியாகும். உயர்மின்னோட்டம் பயன்படும் துறைகளில் இக்னைட்ரான்கள் நன்கு பயன்படுத்தப்படுகினறன. நீரால் குளிர்விக்கப்படும் இக்னைட்ரானில் ஓர் எஃகுக் கூடும், கிராஃபைட் நேர்மின்வாயும் எதிர்மின்வாயாக அமையும் பாதரசக் குமிழும் போரான் கார்பைடினால் செய்யப்பட்டஒரு கூம்பு வடிவ முனையுடன் விளங்கும் இக்னைட்டாரும் உள்ளன. இத்தகு அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும் இக்னைட்ரானில், இக்னைட்டாரானது பாதரசக் குமிழுக்குள் சிறிதளவு மூழ்கி இருக்கும். இதன் அமைப்பைப் படம் 3·27-இல் காண்க.

50-ஆம்பியரிலிருந்து 10,000 ஆம்பியர்கள் வரை உள்ள மின்னோட்டத்தை ஒரு ஜோடி இக்னேட்ரான்கள் கையாள



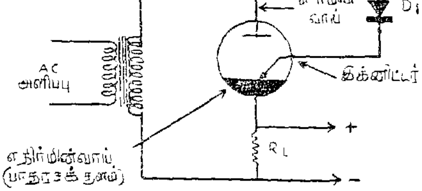
படம் 3·27

வல்லனவாகையால், அவற்றைத் தாங்கும் அளவிற்கு நேர், எதிர் மின்வாய்களின் அமைப்புகளும், இணைப்புகளும் வலிமையுள்ளனவாக அமைதல் வேண்டும்.

வெப்ப அயனி வால்வுகளைப் போலவே இக்னேட்ரானின் நேர்மின்வாயானது, எதிர்மின்வாயைப் பொருத்து நேராக இருக்கும்போது மட்டும் இக்னேட்ரான் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும். நேர்மின்வாய்க்குக் கொடுக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் நேர் அரைச் சுழற்சியின்போது (Positive half-cycle) இக்னேட்ரானின் நேர்மின்வாய் நேர்மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும். இந்த நிலையில் இக்னேட்டாருக்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டால் இக்னேட்ரான் திடீரென மின்னோட்டத்தைக் கடத்தத் தொடங்கும். போரான் கார்பைடு இக்னேட்டாருக்கும் அதை நனைக்காத (Non-wetting) பாதரசக் குமிழுக்கும் இடையே சுமார் 100 ஓம்கள் மின்தடை இருப்பதால் அங்கு மிகச்சிறிய மின்பொறி (Arc) தோன்றுகிறது. இது போதுமான அளவு எலெக்ட்ரான்களைப் பாதரசத்திலிருந்து விடுவிக்கின்றன. நேர்—எதிர் மின்வாய்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியில் உடனே அயனியாக்கத்தை இந்த எலெக்ட்ரான்கள் ஏற்படுத்திக்குழாயில் மின்

னோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. நேர் அரைச் சுழற்சியின் முடிவில் இந்த மின்னுமிழ்வு அல்லது மின்னிறக்கம் (Discharge) நிறுத்தப்படுகிறது. மிகக் குறைந்த நேரத்திற்கு (சில மைக்ரோ வினாடிகள்) இக்னைட்டார் ஏராளமான மின்னோட்டத்தைக் (40 ஆம்பியர்களுக்குமேல்) கடத்துகிறது. ஆனால் வால்வு இயங்கத் தொடங்கியதும், நேர்மின்வாய் இதைக் கட்டுப் படுத்திவிடுவதால் இக்னைட்டார் மூலம் செல்லும் மின்னோட்டம் அளவில் புறக்கணிக்கத் தக்கபடி (negligible) குறைந்து விடு கிறது. தைரட்ரானில் நடைபெறுவதுபோலவே, வால்வு மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்போது அதைத் தொடங்கி வைக்கும் மின்வாய் (இக்னைட்டார்) அதன்மேல உள்ள தன் ஆளுகையை முழுமையாக இழந்துவிடுகிறது.

குறிப்பிடத்தக்க அளவு பாதரசத்தைக் குழாயில்பாயும் உயர்ந்த அளவு மின்னோட்டம் ஆவியாக்கிவிடுவ தால், ஆவி அழுத்தம் அதிகமாகிறது. எனவே பாது காப்பு அவசியமாகிறது. எஃகு அமைப்பைச் சுற்றிலும் குளிர்ந்த நீர் சென்றுகொண்டிருப்பது தவறினால், திறன் அளிப்பானை உடனே தடைசெய்யும் பொருட்டு ஒரு பாது காப்புக் கருவி அமைக்கபபட்டிருக்கும். வால்வு இயஙகாமல் குளிர்ந்த நிலையில் இருக்கும்போது நீரோட்டத்தை நிறுத்து வதற்கு வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 3·28

படம் 3·28-இல் ஓர் எளிய இக்னைட்ரான் மின்திருத்தி விளக் கப்பட்டுள்ளது. இதற்குக் கொடுக்கப்படும் மாறுதிசை மின்ன ழுத்தத்தின் அரைச்சுழற்சியின் போது V_1 என்னும இக்னைட் ரான் இயங்குவதற்கு அதன் நேர்மின்வாய் நேராக ஆக்கப் பட்டிருக்கும். நேர்மின்வாயிலிருந்து இக்னைட்டாருக்கு மின் னோட்டத்தைச் செலுத்த D_1 என்ற மின்திருத்தி பயன்படுகிறது. நேர்—எதிர் மின்வாய்களுக்கு இடையே உடனே அயனியாக்

கம் ஏற்பட்டு இக்னேட்ரானில் மின்னேட்டம் பாய்கிறது தொடர்ந்து வரும் அடுத்த அரைச்சுழற்சியில் (எதிர் அரைச் சுழற்சி) குழாய் மின்னேட்டத்தைக் கடத்த இயலாது. அவ் வாறே D_1-உம் மின்னேட்டத்தைக் கடத்தாது இதனுல் தேவை யற்ற இகனேட்டார் இயக்கமும், பின்பு மின்னேட்டத்தின் திசை மாற்றத்தால் விளையும் சேதமும் தடுக்கப்படுகிறது S என்ற சுவிட்சைத் திறப்பதின் மூலம் மின்திருத்தச் செயல் உடனடியாக நிறுத்தப்படுகிறது. தொடர்ந்து மின்திருத்தம் நிகழவேண்டுமாயின் இக்னேட்டார் திருத்திகளுக்குப் பதிலாக தைரட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

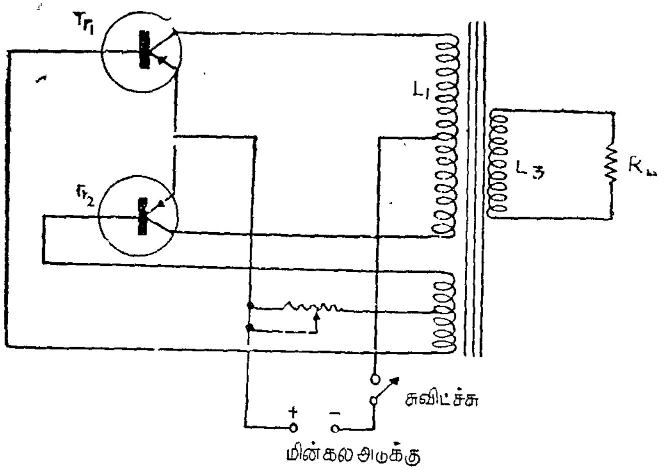
மின்புரட்டிகளும், மாற்றிகளும் (Invertors and convertors)

மாறுதிசை மின்திறனை நேர்திசை மின்திறனுக மின்திருத்தி கள் மாற்றுவதை இதுவரை கண்டோம். ஆனுல் மின்புரட்டி கள் நேர்திசை மின்திறனை மாறுதிசை மின்திறனுக மாற்று கின்றன. இவை இடம் விட்டு இடம் எடுத்துச்செல்லப்படும் எலெக்ட்ரான் கருவிகள் பலவற்றில் பயன்படுகின்றன. ஒரு நேர்திசை மின்னழுத்தத்தை மற்ருெரு நேர்திசை மின்னழுத்த மாக மாற்றும் மின்மாற்றி (Convertor) நேர்திசை மின்மாற்றி (D. C. Transformer) எனக்கூறலாம். நேர்திசை மாறுதிசை மின்மாற்றத்திற்கு ஒரு மின்புரட்டி (Invertor) பயன்படுத்தப் படும். இதனுடன் ஒரு மின்திருத்தியைச் சேர்த்தால் இந்த மாறுதிசை மின்னேட்டம் மீண்டும் நேர்திசை-மின்னேட்டமாக மாற்றப்படும் தகுந்த மின்மாற்றியின் துணையோடு, திருத்தத் திற்கு முன்பே தேவைப்பட்டால் மின்னழுத்தத்தை உயர்வேற் றம் (Step up) செய்யப்படும்.

பழக்கத்தில் உள்ள அலையியற்றி (Oscillator) உண்மையில் ஒரு மின் புரட்டியேயாகும். ஏனெனில் இது கொடுக்கப்படும் ஒரு திசை மின்திறனை மாறுதிசை மின்திறனுக மாற்றுகிறது, குறைந்த மின்னளிப்பு (Supply) காரணமாகவும், உயர்ந்த பயனுறுதிறன் தேவைப்படுவதாலும் குறைக்கடத்திக் கருவி களே எப்போதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனுல் அதிக மின்திறன் உபயோகப்படும் இடங்களில் குறைக்கடத்திக் கருவி களுக்குப் பதிலாகப் பாதரசத் தீப்பொறி கருவிகள் நன்கு பயன்படுகின்றன.

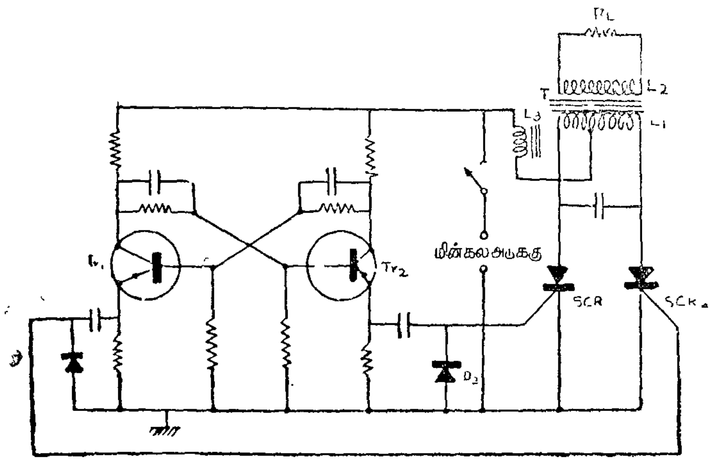
படம்-3·29 இல் எளிய டிரான்சிஸ்டர் மின் புரட்டி கொடுக் கப்பட்டுள்ளது. T என்ற மின்மாற்றியின் நடுஇணைப்பு மின் சுருள் L_1-க்கு Tr_1, Tr_2 என்ற டிரான்சிஸ்டர்கள் தள்ளு-இழுவை (Push-pull) முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் அடி மின்வாய்களுக்கு (Bases) L_2-விலிருந்து திருப்பியூட்டு மின்ன

முத்தம் (Feed back voltage) அளிக்கப்படுகிறது இதனால் சக்தி வாய்ந்த அலைவு (Oscillation) ஏற்பட்டு L_2 என்ற பயனளவுச்



படம் 3 29

சுருளுக்குக் குறுக்கே உள்ள R_L என்ற பளுவிற்கு மாறுதிசை மின் ஏற்பளவு கிடைக்கும். மின்மாற்றியைப் பெறுவதற்கு L_2-க்கும் R_L-க்கும் இடையே ஒரு மின்திருத்தியைச் சேர்த்தாலே போதும். குறைக்கடத்தி மின் திருத்திகள உயர்த்த மின் அளிப்பு வீதத்தையும், பயனுறுதிறனையும் கொண்டிருப்பதால் அவை



படம் 3·30

மின் மாற்றியாகவும், மின் புரட்டியாகவும் இயங்க மிகவும் **சிறந்தனவாகும்.**

படத்தில் காட்டப்பட்ட மின்சுற்றில், மின்மாற்றியின் முதன்மைச்சுருள் L_1-இன் ஒரு பகுதியோடு SCR_1 என்ற குறைக் கடத்தியும், மற்ற பகுதியோடு SCR_2 என்ற குறைக்கடத்தியும் இணைந்து இயங்குகின்றன ஆகவே SCR_1 இயக்கத்திலிருக் கும்போது அதனுடன் இணைந்த பகுதியும், SCR_2 இயக்கத் திலிருக்கும்போது அதனுடன் இணைந்த பகுதியும் நேர்திசை மின்னழுத்தத்தை மாறிமாறிப் பெறுகின்றன. ஆனால் முன்பு கூறப்பட்ட சுற்றில் உள்ளதுபோல் இந்த மாறிமாறி வழங்கும் தன்மை இதில் நிலைத்திருப்பதில்லை. எனினும் இயக்கத் துடிப்புக்களை மாறிமாறி வழங்கும் Tr_1, Tr_2 என்ற இரு டிரான் சிஸ்டர் பல்வகை அதிர்வுகளால் இவ்வியக்கம் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. L_1-ஐ மின்தேக்கி C செயலுறுத்துவதில்லை (Does not tune) என்றபோதிலும், மேற்கூறிய இரண்டு குறைக்கடத்தி களில் ஒன்று இயக்கத்தில் இருக்கும்போது, மற்றதின் நேர் மின்வாய் எதிர்மின்னழுத்தம் பெற்றுத் தொடர்பு துண்டிக்காது இருக்க உதவுகிறது. சுவிட்சைப் போடும்போது பாயும் அதிகப்படியான மின்னோட்டத்தைத் தடுக்க பேலஸ்ட் சோக்கு (Ballast choke) L_3 என்ற தூண்டுச்சுருள் உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது.

4. சுவிட்ச்சுகளும் அஞ்சற்கருவிகளும்

(Switches and Relays)

நம் அன்றாட வாழ்வில் பல துறைகளில் மின்சாரம் நமக்கு உற்ற தொண்டனாகப் பணியாற்றி வருகின்றது. அப்படியெனின் எந்தெந்த வகைகளில் நமக்கு உதவிசெய்ய மின்சாரத்தை நாம் ஏவலாம்? கணக்கற்ற முறைகள் இருப்பினும், அவற்றில் ஒன்றான, மின்சுற்றை மூடுவதற்கோ அல்லது திறப்பதற்கோ பயன்படும் முறையை இங்கு நாம் சிறப்பாக எடுத்துக் கொள்வோம். இம்முறையை நாம் அன்றாடம் கையாண்டு கொண்டுதான் இருக்கின்றோம். எடுத்துக்காட்டாக, அறையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள மின் விளக்கை ஏற்ற, பழக்கம் காரணமாக இருட்டில்கூட மின் சுவிட்ச்சு இருக்கும் இடத்தை நம் கை, தானாகவே கண்டுபிடித்து, சுவிட்ச்சைத்தட்டிவிட்டு மின் விளக்கை ஏற்றி விடுகின்றது. சுவிட்ச்சுப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் இடம் மிகவும் சாதகமாக இருப்பதையும் இதற்குக் காரணம் காட்டலாம். அப்படியானால் கைக்கு எட்டாத தொலைவிலோ அல்லது சிக்கலான இடத்திலோ, சுவிட்ச்சு இருந்தால் என்ன செய்வது? அன்றி சுவிட்ச்சைச் சீரான தொடர்கால இடைவெளியில் தட்டிவிட்டும், நிறுத்தவும் வேண்டுமானால் என்ன செய்வது? இவ்வகையான வேலைகளை வெறும் கைகொண்டுச் செய்ய நம்மால் இயலாது. எனினும் இவற்றை எளிதாகவும், விரைவாகவும், நம்பகமாகவும் செய்து முடிக்கச் சுவிட்ச்சுகளின்மூலம் மின்சாரத்தைப் பயன் படுத்தலாம்.

தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலின் இதயமே சுவிட்ச்சுக் கருவிகள்தாம் என்றால் அது மிகையாகாது. எந்த ஒரு தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியல் பொறியை எடுத்துக் கொண்டாலும் அதில் ஒரு சுவிட்ச்சோ அல்லது அஞ்சற் கருவியோ (Relay) பயன்படுத்தப்படுவதை கட்டாயமாகக்

காணலாம். அஞ்சற்கருவியோ அல்லது சுவிட்ச்சோ பயன் படுத்தப்படாத தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியல் கருவியே இல்லை எனலாம். சுவிட்ச்சுக் கருவிகளைப் பெரும்பாலும் கீழ்க்கண்ட வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) மின்காந்த அஞ்சற்கருவிகள் (Electromagnetic relays)

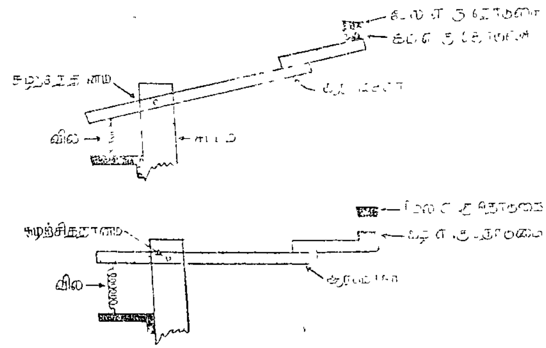
(2) எலெக்ட்ரான் சுவிட்ச்சுகள் (Electron switches)

(3) வெப்ப ஆற்றல், பாதரச சுவிட்ச்சுகள் (Thermal switches and mercury switches)

மின் காந்த அஞ்சற் கருவிகள்

முதலில் மின்சாரத்தினுல் செயல்படும் ஒரு சுவிட்ச்சை எடுத்துக் கொள்வோம். இதில் ஒரு தட்டையான இரும்புக் கோல் முக்கிய பாகமாக அமைகின்றது. இதை நாம் ஆர்மேச்சர் (Armature) என்கிறோம். இந்த ஆர்மேச்சரின் நுனியில் கெட்டியான எஃகினுலான ஒரு துண்டுப்பாகம் உள்ளது. இத்துண்டிற்கு நேரெதிரே இன்னும் ஓர் எஃகுத் துண்டு உள்ளதையும் காணலாம். ஆர்மேச்சரின் மறு கோடியில் ஒரு வில் (Spring) இருக்கின்றது. இந்த வில்லினுல்தான் எஃகுத்துண்டுகள் இரண்டும் ஒன்றோடொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு செய்ய இயலுகின்றது.

இப்போது ஆர்மேச்சரை நம் விரலினுல் கீழே அழுத்துவதாகக் கொள்வோம். படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்று வில்லின் இழு விசைக்கு (Tension) எதிராக நாம் இப்போது வேலை செய்வ

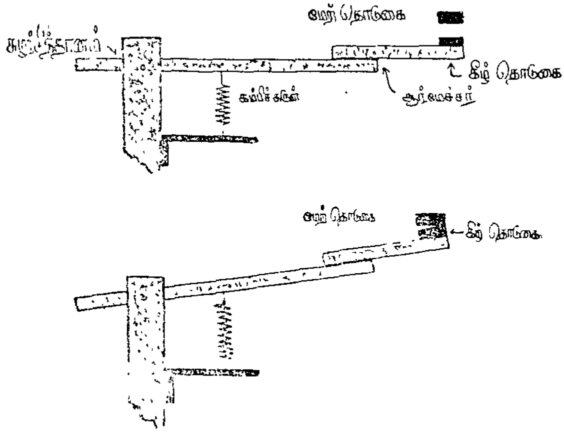


படம் 41

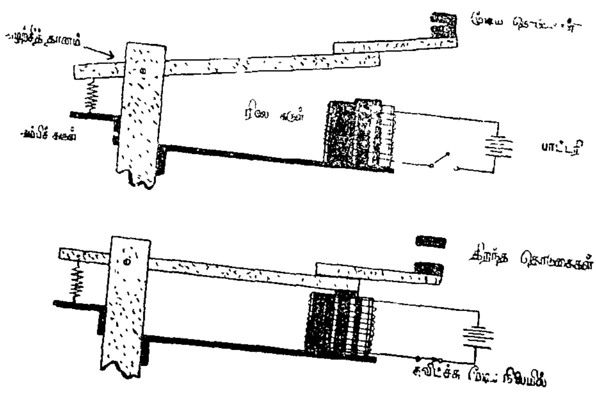
தால் குறைவான ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதே போதுமானதாக உள்ளது. எஃகுத் தொடுகைகள் (Contacts) இரண்டும் ஒன்றை விட்டு ஒன்று பிரிந்து விடுகின்றன.

விரலைக் கொண்டு ஆர்மேச்சரை அழுத்துவதின் மூலம், எவ்வாறு சுவிட்ச்சுச் செயல்படுகின்றதென்பதை எளிதில் விளக்கி விட்டோம். ஆனல் செயல்முறையில் ஆர்மேச்சரை ஒவ்வொரு முறையும் விரல் கொண்டு அழுத்துவது என்பது முடியாத காரியமாகும். ஆர்மேச்சரை மேலும் கீழும் நகர்த்துவதற்கு வேறு முறையை நாம் கையாளவேண்டும்.

இதற்கு நாம் மேலே விளக்கிய சுவிட்ச்சில் வேறு சில பாகங்களையும் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். இரும்பு உள்ளகத்தைச் (Core) சுற்றியுள்ள ஒரு கம்பிச்சுருள், மின்னடுக்கு,



படம் 4·2



படம் 4·2 (அ)

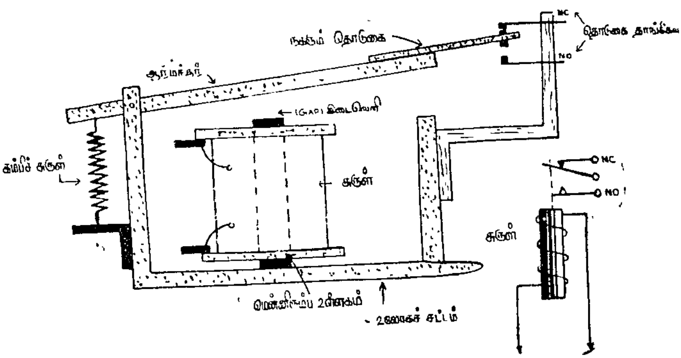
ஒரு-முனை (Single pole) ஒரு வீச்சு (Single-throw) சுவிட்ச்சு ஆகியவற்றை நாம் புதிதாக எடுத்துக் கொண்டுள்ளோம்.

படத்தைப் பாருங்கள். சுவிட்ச்சானது இப்போது திறந்துள்ளது. எனவே கம்பிச்சுருளில் மின்சாரம் பாய்வதில்லை. ஆகையால் ஒரு செயலும் நிகழுவதில்லை.

இப்போது படம் 4·2(அ) பாருங்கள். சுவிட்ச்சானது மூடப்பட்டுள்ளது. எனவே மின்னடுக்கிலிருந்து மின்சாரம் கம்பிச்சுருளில் பாய்கின்றது. கம்பிச்சுருளினுல சுற்றப்பட்டுள்ள இரும்பு உளளகம இப்போது வலிமை வாய்ந்த மின்காந்தமாக மாறுகின்றது, எனவே இது தனது காந்த வலிமையினுல் ஆர்மேச்சரைத் தன்னை நோக்கிக் கீழாக இழுக்கின்றது

இப்போது ஆர்மேச்சர் என்ன செய்கின்றது? இதன் ஒரு முனையில் சுழற்சித்தானம் (Pivot) உள்ளதைக் காணலாம். இதனுல் ஆர்மேச்சர் தன்னிச்சையாகக் கீழ்நோக்கி நகர்ந்து மின்காந்தத்தைத் தொடுகின்றது. வில்லின் இழுவிசை இச் செயலுக்கு எதிராக இருந்தபோதிலும், மின்காந்தத்தின் வலிமை அதிகமாக இருப்பதால, ஆர்மேச்சர் கீழ்நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றது.

எனவே இம்முறையினுல் ஒரு மின்னடுக்கு, கம்பிச்சுருள் போன்றவற்றைப பயன்படுத்தித் தொடுகைகளைப் பிரிக்கவோ அன்றி ஒன்றிணைக்கவோ இயலும் என்பதைக் காண்கிறோம். இவ்வகையான அமைப்பினை நாம் அஞ்சற்கருவி (Relay) அல்லது ரிலே என்கிறோம். அஞ்சற்கருவியின் அடிப்படைக் கருத்துக்களைக கண்ட நாம் அடுத்து, அஞ்சற்கருவியானது எப்படிச் செயல்படுகின்றதென்பதைச் சற்று விரிவாகக் காணலாம். கீழ்க்காணும் படம் இதை விளக்குகின்றது.



படம் 4 3

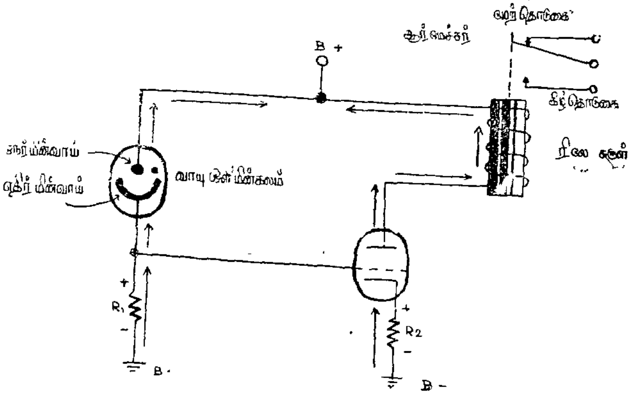
இதிலும் ஆர்மேச்சர் உள்ளதைக் காண்கிறோம். ஆர்மேச்சர் இரு ஜோடித் தொடுகைகளுக்கு இடையே மேலும் கீழும் நகருகின்றது. இத்தொடுகைகள் மின்கடத்தாப் பொருளினுல் ஆன தாங்குதலில் (Support) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த அஞ்சற்கருவியில் மூன்று மின்சுற்றுக்கள் (Connections) உள்ளன. ஒன்று ஆர்மேச்சருக்கும், இன்னுமொன்று திறந்

திருக்கும் தொடுகைக்கும் (No contact), மூன்றுவது மூடி யிருக்கும் தொடுகைக்கும் (NC contact) ஆக மூன்று மின் சுற்றுக்கள் உள்ளன.

இதுகாறும் அஞ்சற்கருவியின் செயல்படும் அடிப்படை முறையினைக் கண்டோம். இக்கருவிகள் உருவங்களில் பல தரப்பட்டன. சில மிகமிகச்சிறியன. பத்து அல்லது பதினைந்து கருவிகளை உள்ளங்கையில் அடக்கிவிடக்கூடிய அளவிற்கு மிகச்சிறிய அஞ்சற்கருவிகளும் உண்டு ஆனல் அதே வேளையில் இரண்டு கைகளாலும் கூட தாங்கிப்பிடிக்க முடியாத அளவிற்குப் பெரியதாக உள்ள அஞ்சற்கருவிகளும் உள்ளன.

அஞ்சல் சுற்று (Relay circuit)

அஞ்சற்கருவி செயல்படும் விதத்தைக்கண்ட நாம் அடுத்து, அதை எவ்வாறு . நமக்குப பணிபுரியப் பயன் படுத்தலாம் என்பதைக் காண்போம்.



படம் 4·4

மேலே உள்ள மின்சுற்றில் ஓர் ஒளிமின்கலம் (Photo tube) டிரையோடு ஒன்று, மற்றுமொரு அஞ்சற்கருவியும் இருப்பதைக் காண்கிறேம். மின்சுற்றை ஆராயும் வகையில் நிலத்திலிருந்து அதாவது B எதிரிலிருந்து (B – minus) துவங்குவோம், B எதிருடன் R_1 என்ற தடை இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த தடையுடன், தொடர் இணைப்பாக ஒளிமின்கலம் உள்ளது ஒளிமின்கலத்தின் நேர்மின்வாயுடன் B நேர் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. மின்சுற்றின இப்பகுதியின் முடிவு இதுவே யாகும்.

அடுத்து மறுபடியும் B எதிரிலிருந்து துவங்குவோம். ஆனல் இம்முறை R_2 என்ற தடை, டிரையோடு, அஞ்சற்கருவி ஆகிய இப்பாதையில் மேல்நோக்கிச் செல்வோம், இப்படி செல்லுங் கால் மறுபடியும் B நேரை அடைகின்றேம்.

மின்சுற்றைப் பொதுவாகப் பார்க்கும்போது இரண்டு மின்சுமைகள் (Loads) ஒன்றேடொன்றுப் பக்க இணைப்பாக அமர்ந்துள்ளதைக் காணலாம். இனி இம்மின்சுற்று எவ்விதம் செயல்படுகின்றதென்பதைக் காண்போம். வலது பக்கச் சுற்றை எடுத்துக்கொண்டால், மின்சாரமானது B எதிரிலிருந்து புறப்பட்டு, R_2 வழியாகவும், டிரையோடு வழியாகவும் பாய்ந்து B நேரை அடைகின்றது. அங்கிருந்து மின் அழுத்த வழங்கியினுள் (Power supply) பாய்ந்து, நிலத்தையடைந்து, மறுபடியும் R_2 வழியாகப்பாய்கின்றது.

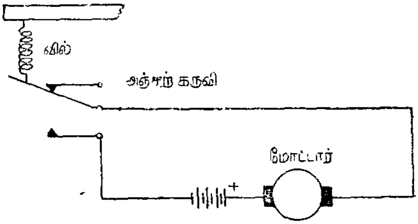
இவ்வாறு பாயும் மின்னேட்டம் என்ன செய்கின்றது? R_2 வழியாகப் பாயும்போது. அங்கு $I \times R$ என்ற முறையில் மின் அழுத்த வீழ்ச்சி (Voltage drop) நேரிடுகிறது. படத்தில் இந்த வீழ்ச்சியின் முனைவுத்தன்மை (Polarity) குறிக்கப்பட்டுள்ளது, B எதிரைப் பொறுத்தமட்டில் டிரையோடு வால்வின் எதிர்மின் வாயை நேராகவும், அல்லது கட்டுப்படுத்தும் கிரிட்டை (Control grid) எதிராகவும் உள்ளவாறு நாம் செய்துள்ளோம். எனவே அஞ்சற்கருவிச் சுருளின்மூலம் மிகக் குறைந்த அளவு மின்னேட்டமே பாய்கின்றது. இம் மின்னேட்டத்தின் அளவு அஞ்சற்கருவியைச் செயல்படுத்தத் தூண்டுவதற்குக்கூட வலிமையற்றதாக உள்ளது. ஆகையால் அஞ்சற்கருவிச் செயல்படுவதில்லை.

இப்போது ஒளிமின்கலத்தின்மீது ஒளியைப் பாய்ச்சுவதாகக் கொள்வோம். இவ்வாறு செய்யும்போது ஒளிமின்கலம் செயல்படத் துவங்கித் தற்போது மின்சுற்றின் இடப்பக்கப் பாதையும் செயலாற்றத் துவங்குகின்றது. மின்னேட்டமானது B எதிரிலிருந்து கிளம்பி, R_1 வழியாக ஒளிமின்கலத்தினூடே பாய்ந்து, B நேர் வழியாகவும் மின் அழுத்த வழங்கியினூடும் சென்று மறுபடியும் துவங்கிய இடமாகிய B எதிரை அடைகின்றது.

மின்னேட்டம் R_1 என்ற தடையினுடே பாயும்போது அங்கு ஒரு மின்னழுத்த வீழ்ச்சி உண்டாகிறது. இவ் வீழ்ச்சியின் முனைவுத்தன்மையை நோக்குங்கள். மின்தடை R_1 இன்மேல் நுனியானது நேராகவும், கீழ் நுனி எதிராகவும் உள்ளன. தடையின் மேல் நுனியானது டிரையோடு வால்வின் கிரிட்டினுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளதல்லவா? எனவே கிரிட்டானது நேர்மின்னழுத்தம் கொண்டதாகிறது. இதனுல் டிரையோடு வால்வினுள் வலிமை வாய்ந்த மின்னேட்டம் உண்டாகிறது. இவ்வலிமை வாய்ந்த மின்னேட்டம் அஞ்சற்கருவியின் சுருளில் பாய்ந்து மின்காந்தத்தைச் செயல்பட வைக்கின்றது. எனவே அஞ்சற்கருவியினுள்ள ஆர்மேச்சர் தொடுகைகளுக்கு நடுவே மேலும் கீழும் அசைகின்றது.

எப்படிப் பயன் படுத்துவது ?

மேலே விளக்கப்பட்ட மின்சுற்றின் செயல்படும் விதத்தை அறிந்த நாம், அதை எவ்வாறு செயல்முறையில் பயன் படுத்தலாம் எனக் காண்போம். அதைப் பயன்படுத்தி ஒரு மின மோட்டாரைக் (Motor) கட்டுப்படுத்த முடியுமா ?



படம் 45

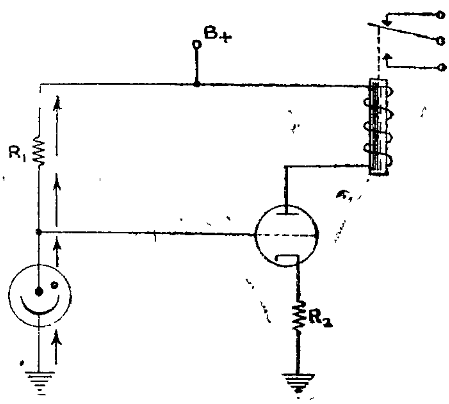
ஒளி மின்கலத்தின்மேல் நாம் ஒளியைப் பாய்ச்சும்போது அஞ்சற்கருவிச் செயல்படத் துவங்கி, ஆர்மேச்சர் கீழே இழுக்கப்பட்டு மோட்டாரின் மின்சுற்று முற்றுப் பெருகின்றது. மோட்டாரானது மின்னடுக்கினுடன தொடர் இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே மோட்டாரின் எந்திரத்தண்டு (Shaft) இப்போது சுற்ற ஆரம்பிக்கிறது. நாம் எதுவரை ஒளியைப பாய்ச்சுகிறேமோ, அதுவரைதான் மோட்டாரின் எநதிரத்தண்டு சுற்றுகிறது. நாம் ஒளியைப் பாய்ச்சுவதை நிறுத்திவிட்டோமானல் என்ன நடக்கும் ? அஞ்சற்கருவியின் சுருளில் பாயும் மின்னேட்டம் வலிமையை இழந்துவிடுகின்றது. எனவே மினகாந்தத்தினல் ஆர்மேச்சரைத் தன்னை நோக்கிக் கீழே இழுத்துப் பிடிக்க முடிவதில்லை. வில்லானது, தனது இழு விசையினல் ஆர்மேச்சரைக் கீழ்த்தொடுகையிலிருந்து பிடித்து இழுத்துவிடுகின்றது. இதனல் மின்சுற்றுத் திறக்கப்பட்டு விடுகின்றது. எனவே மோட்டார் ஓடாமல் நின்று விடுகின்றது.

இவ்வாறு வேண்டும்போது ஓடி, வேண்டாதபோது நின்று விடும் மோட்டாரைக் கொண்டு பலவேலைகளைச் செய்யலாம். எடுத்துக் காட்டாக, அச்சு இயந்திரத்தை வேண்டியவாறு ஓட்டி நிறுத்தலாம். கதவுகளை வேண்டும்போது தானகவே திறந்து மூடுமாறு செய்யலாம். அதே போன்று நீர் இறைக்கும் இயந்திரத்தை வேண்டியவாறு ஓட்டியோ அல்லது நிறுத்தியோ வேண்டிய அளவு நீரைமட்டும் பெறலாம்.

மேற்கூறியவாறு, மின்சுற்றை ஒளியினல் கட்டுப்படுத்துவதினல் என்ன பயன் ? ஒளியை விருப்பம்போல் தானகவே (Automatically) ஏற்றியோ அல்லது நிறுத்தவோ முடியும்.

ஒளிதரும் தோற்றுவாயை (Source) ஒரு கடிகாரத்துடன் இணைப்பதினல், நமக்கு வேண்டிய குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒளியை ஏற்றியோ அன்றி அணைக்கவோ முடியும். மேலே விளக்கப்பட்ட மின்சுற்றில் மோட்டாருக்குப் பதிலாக, அலாரம் (Alarm) என்ற எச்சரிக்கைக்கருவி ஒன்றை இணைக்கலாம். குறிப்பிட்ட இடத்தில் நெருப்புப்பற்றிக் கொண்டது என்ருல், உடனே நெருப்பின் ஒளியானது ஒளி மின்கலத்தின் மேல்பட்டு, மின்சுற்று மூடப்படுவதால், அலாரம் உடனே அலறி நமக்கு நெருப்பைப்பற்றி அறிவித்து விடுகின்றது.

மேலே எடுத்துக்காட்டாகக் கூறப்பட்டப் பயன்கள் சிலவேயானலும், இவ்வகை மின்சுற்றுக்களைப் பயன்படுத்தி இன்னும் எண்ணிலடங்கா வேலைகளை நாம் செய்யலாம். இருப்பினும் செயல்படும் வேலைகளைப் பொறுத்தும், இடங்களைப் பொறுத்தும் மின்சுற்றுக்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றென்று வேறுபடும். மின்சுற்றைச் சற்றே மாற்றுவதாலோ அன்றிச் சில பாகங்களை மாற்றுவதாலோ, வெவ்வேறு வகையான வேலைகளைச் செய்யலாம் என்பதற்கு எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மின் சுற்றை எடுத்துக்கொள்வோம்.



படம் 4·6

இச்சுற்று, நாம் முன்பே விளக்கிய மின்சுற்றிலிருந்து சற்று தான் மாறுபட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக ஒளிமின்கலம், R_1 என்ற மின்தடை ஆகியவற்றின் இடங்கள் மாற்றப்பட்டுள் ளதைக் காணலாம். இங்கு ஒளிமின்கலமானது, டிரையோடின், கிரிட்டின் மின்சுமையாகச் செயல்படுவது தெரிகின்றது. இப்போது ஒளிமின்கலத்தின் மேல், ஒளியைப் பாய்ச்சுவோ

மானுல் என்ன நடக்கும்? ஒளிமின்கலத்தில் மின்னேட்டம், கிளம்பி மின்தடை R_1-இன் வழியாகப் பாயும். எனவே R_1-இன் மேல் அதிக மின் அழுத்த வீழ்ச்சி நிகழும். ஆனுல் R_1-ம் ஒளி மின்கலமும் தொடர் இணைப்பாக, மின் அழுத்தத் தோற்று வாயுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதை நாம் மறக்கக்கூடாது. R_1 இன் மேல் இருக்கும் மின் அழுத்த வீழ்ச்சி அதிகரிக்கும்போது அதே வேளையில் ஒளிமின்கலத்தின் மேலிருக்கும் மின் அழுத்த வீழ்ச்சி குறைகின்றது. இதனுல் டிரையோடு வால்வின் கிரிட்டிற்கு நாம் கொடுக்கும் வோல்டேஜ் (Voltage) குறைகிறது. எனவே அஞ்சற்கருவியினுள் பாயும் மின்னேட்டத்தின் வலிமை குறையும்.

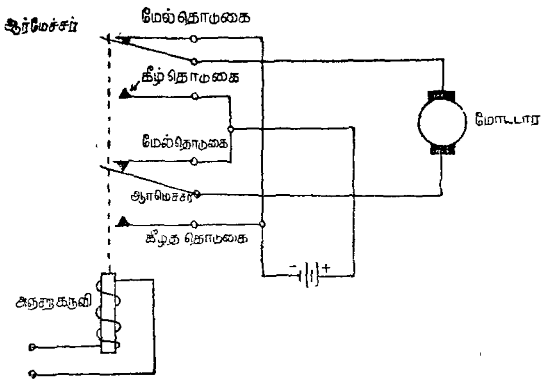
நாம் முன்பு விளக்கிய மின்சுற்றில் ஒளியை ஒளி மின் கலத்தின் மேல் படுமாறு செய்யும் போது, அஞ்சற்கருவிச் செயல் படுவதைக் கண்டோம். ஆனுல் மேலே கூறிய மின் சுற்றில் ஒளியானது ஒளி மின் கலத்தின் மேல் படும்போது அஞ்சற்கருவி செயல் இழந்து விடுகின்றதைக் காண்கிறேம்.

இவ்வகையான மின்சுற்றுக்களை நாம் பயன்படுத்த இயலுமா? எடுத்துக்காட்டாக தெரு விளக்குகளெல்லாம் தாமாகவே எரிய வேண்டும் என விரும்புகின்றேம் எனக் கொள்வோம், பகல் வேளையில் வேண்டிய அளவு ஒளியானது, ஒளி மின்கலத்தின் மேல் பட்டுக் கொண்டே இருப்பதால், அஞ்சற் கருவி செயல் படாது. ஆனுல் இருட்டு ஆனதும் ஒளியானது ஒளி மின்கலத்தின் மேல் படுவதில்லை. எனவே அதிக மின்னூட்டம் அஞ்சற் கருவியினூடேப் பாய்ந்து அதைச் செயல்படச் செய்கின்றது. இந்த அஞ்சற்கருவி வேறு வேண்டிய மின்சுற்றைக் கிளப்பி மின் விளக்குகளை எரியச் செய்கிறது.

முன்னும், பின்னும் இயங்கச் செய்தல்

அநேகமாக எல்லாத் தொழில் துறைகளிலும் மின் மோட்டார்கள் பயன்படுத்தப்படுவதை நாம் அறிவோம். இவற்றின் எந்திரத்தண்டுகள் எப்போதும் ஒரே திசையில் மட்டும் சுழல்வதாக இருந்தால் அவை பயன்படா. சில குறிப்பிட்ட தொழில்களுக்கு ஏற்ப, இவற்றின் தண்டுகள் ஓடிக் கொண்டே இருக்கும்போது, நின்று, பின்பு எதிர்த்திசையில் ஓட வேண்டியும் இருக்கும். அப்படியெனின் இவ்வகையான மோட்டாரை எவ்விதம் இயங்கச் செய்வது ?

மேலே இருக்கும் மின் சுற்றை இதற்கு நாம் பயன்படுத்த லாம். முதலில் இதுவரை காணுதச் சறறே மாறுபட்டிருக்கும் அஞ்சற்கருவியைக் காண்போம். பார்த்த மாத்திரத்திலேயே,



படம் 4·7

இவ்வமைப்பு ஒரே ஒரு அஞ்சற்கருவியைப் போல் செயல்பட்ட போதிலும், உண்மையில் இதில் இரண்டு அஞ்சற்கருவிகள் இருப்பது புலப்படும். இரண்டு ஆர்மேச்சர்களும் இடை விட்டக் கோட்டினுல் இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் கொண்டு இவை இரண்டும் ஒரே சமயத்தில் ஒன்ருகச் செயல்படுவது விளங்கும். ஓர் ஆர்மேச்சர் மேல் நோக்கிச் செல்கின்றதென்ருல் மற்றதும் தாளுகவே மேலே செல்லும்.

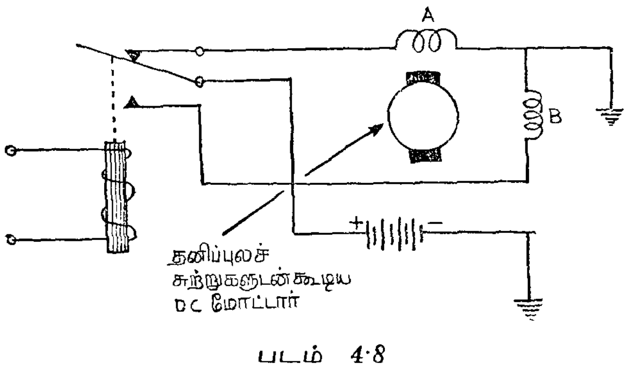
மோட்டாரின் எந்திரத்தண்டு முன்னுக்கோ அல்லது பின்னுக்கோ நாம் வேண்டியவாறு சுற்றுவதற்கு, இம்மின்சுற்று எவ்விதம் பயன் படுகிறது?

படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்று இப்போது இரண்டு ஆர்மேச்சர்களும் மேலே உள்ளன. மோட்டாரின் ஒருமுனை மேலே உள்ள ஆர்மேச்சரின் மூலம் மின் அடுக்கின் எதிர்முனையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மோட்டாரின் அடுத்த முனை படத்தில் கீழேயுள்ள இரண்டாவது ஆர்மேச்சரின் மூலம் மின் அடுக்கின் நேர்முனை யுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே மோட்டாரானது மின் அடுக்கினுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் அதனது எந்திரத் தண்டு சுற்ற ஆரம்பிக்கின்றது.

இப்போது அஞ்சறக்கருவியினுள் மின்னூட்டம் பாய்ந்தால் என்ன விளையும்? படத்தில் கீழே இருக்கும் ஆர்மேச்சர் இழுக்கப்பட்டுக் கீழ் நோக்கி வந்து விடும். உடனே மேலேயிருக்கும் ஆர்மேச்சரும் தானாகவே கீழே வந்துவிடும். இதன விளைவு என்ன? இரண்டு ஆர்மேச்சாகளும் கீழே வந்து விட்டதால் இப்போது மோட்டாரின் மின் சுற்றைத தொடாநது பார்த்துக் கொண்டே போனால், மோட்டாரின் மின்சுற்றின் மின்னோட்டப் பாதையின் திசை மாற்றப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம் அதாவது முன்பு மோட்டாரின் எந்த முனை மின்னடுக்கின் நேர் முனையுடன் இணைக்கப்பட்டதோ, அதே முனை இப்போது மின்னடுக்கின் எதிர்முனையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இதனால் மோட்டாரில் என்ன நிகழ்கின்றது? முன்பு மோட்டாரின் எந்திரத்தண்டானது வலஞ்சுழியாகச் (Clockwise) சுற்றியதாகக் கொண்டால், இப்போது இடஞ்சுழியாகச் (Anti clockwise) சுற்றுகின்றது.

தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்து முடிக்க, ஒரு குறிப்பிட்ட மின்சுற்றைத்தான் பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதில்லை. இதை நாம் கட்டாயம் மனதில் கொள்ளவேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்யப் பலவகையான மின்சுற்றுக்கள் பயன்படலாம். எடுத்துக்காட்டாக மோட்டாரின் எந்திரத்தண்டு முன்னுக்கோ அல்லது வேண்டியபோது பின்னுக்கோ சுற்றுவதற்கு நாம் மேலே விவரித்த மின் சுற்று மாத்திரம் தான் பயன்படும் என்று நினைக்கக்கூடாது. இதே வேலையை வேறு மின் சுற்றைக் கொண்டும் செய்து முடிக்கலாம் என்பதைக் கீழ்க்காணும் உதாரணத்தால் விளக்குவோம்.



படம் 4·8

இந்த மின்சுற்றில் A, B என்று குறிக்கப்பட்டிருப்பவை மோட்டாரின் புலச்சுற்றுக்கள் (Field windings) ஆகும். A

என்ற புலச்சுற்றின் மூலம் மின்னூட்டம் பாயும் போது மோட்டார் வலஞ்சுழியாகச் சுற்றுகிறதென்றால், B என்ற புலச்சுற்றின் மூலம் மின்னூட்டம் பாயும் போது மோட்டார் இடஞ்சுழியாகச் சுற்றும்.

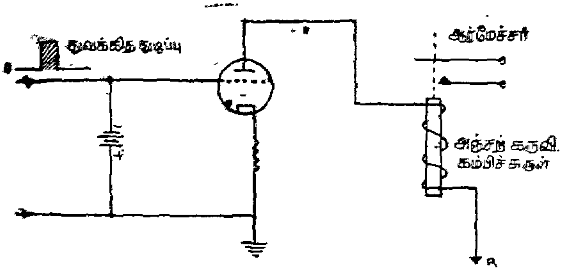
மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டை எதற்குக் கூறினேமென்றால், அது தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் ஒரே ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்து முடிக்கப் பலவகையான மின்சுற்றுக்கள் கூடப் பயன்படுத்தப்படலாம் என்ற உண்மையை விளக்குவதற்காகத்தான்.

தான் — விசைத்தாழிடும் அஞ்சற் கருவி (Self-latching relay)

இதுகாறும் அஞ்சற்கருவிகளினுல் என்ன செய்ய இயலும் என்பதற்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகளைக் கண்டோம். நாம் கண்டவை மிகச் சிலவே ஏனெனில் இன்னும் எத்தனையோ எண்ணிடலங்காப் பயன்களைக் கூறிக் கொண்டே போகலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் நாம் ஓர் அறிவிப்பு மணியை அடிக்கச் செய்யவேண்டும், அதுவும் அம்மணித் தொடர்ந்து அடித்துக்கொண்டே இருக்கவேண்டும் என விரும்புகின்றேம் என்பதாகக் கொள்வோம். இவ்வாறு அடிக்கும் மணியோசை, நெருப்புப் பற்றிக் கொண்டதை அறிவிக்கும் எச்சரிக்கை மணி ஓசையாகவோ, அல்லது தொழிற்கூடத்தில் தேவைக்கும் அதிகமாகச் சேர்ந்து விட்ட தூசுக்களை அறிவிக்கும் எச்சரிக்கையாகவோ இருக்கலாம். இவ்விதம் அதிகத் தூசுக்கள் சேர்ந்து விட்டால் அது அபாயகரமான வெடிப்புக்குக் காரணமாகவோ அன்றித் தொழிலாளிகளின் உடல்நலத்தைக் கெடுத்துவிடக் கூடியதாகவோ அமைந்து விடலாம். அல்லது ஒரு பெரிய பொறியின் ஒரு குறிப்பிட்ட பாகம் பழுது பட்டு விடுமேயானுல் அதை உடனே தெரிவிக்கும் எச்சரிக்கையாகக் கூட இருக்கலாம். குடிதண்ணீரானது குடிப்பதற்குத் தகுதியற்றதாகி விட்டதை உடனே அறிவிப்பதற்கோ, அல்லது இரசாயனச் சேர்க்கையால் கேடு விளைவிக்கும் வாயு தோன்றியதை இடன் அறிவிக்க ஓர் எச்சரிக்கை தேவை. இந்த எச்சரிக்கையானது தொடர்ந்து ஒலித்துக் கொண்டேயிருக்கும் அறிவிப்பு மணியாக இருக்கலாம். அப்படியெனின் இம்மணியைச் செயல் படுத்துவது எப்படி?

இதற்குக் கீழ்க்கண்ட மின்சுற்றை எடுத்துக்கொள்வோம்.



படம் 4·9

படத்தைப் பார்த்த மாத்திரத்தில் இரண்டு உண்மைகள் நமக்கு உடனே புலப்படுகின்றன. ஒன்று தைரட்ரான் (Thyratron) என்ற வால்வு பயன்படுத்தப்படுகின்றது என்பது மற்றொன்று நாம் அனுப்பும் சைகை (Signal) ஒரே ஒரு துடிப்பைக் (Pulse) கொண்டுள்ளது என்பதுதான். இந்தத் துடிப்பிற்குத் துவக்கித் துடிப்பு (Trigger signal) எனப் பெயர். ஏனெனில் துப்பாக்கியில் எப்படித் துவக்கியை இழுத்துச் செயல்படச் செய்கின்றோமோ, அதேபோன்று இந்தத் துடிப்புத் தான் மின்சுற்றைச் செயல்படுத்துகின்றது.

துவக்கித்துடிப்பு இல்லாதவரைத் தைரட்ரானில் மின்னோட்டம் பாயாது. தைரட்ரானின் நேர்மின்வாயானது B நேரியுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தபோதிலும், அதனது கட்டுப்பாட்டுக் கிரிட்டிற்கு மிக அதிக எதிர் மின்னோட்டம் (Negative charge) கொடுக்கப்பட்டுள்ளதால், தைரட்ரான் வெட்டப்பட்டுள்ள (Cut off) நிலையில் உள்ளது. எனவே அஞ்சல் சுருளில் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. ஆர்மேச்சர் அதனது தொடுகையைத் தொடுவதில்லை. ஆக திறந்திருக்கும் ஒரு சுவிட்ச்சு இப்போது இருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

இப்போது ஒரு நேர்மின்துடிப்பு, வருவாதகக் கொள்வோம். இந்த நேர் மின்துடிப்பு மின் அடுக்குக் கொடுக்கும் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தை (Bias) வெற்றி கொள்கின்றது. எனவே உடனே தைரட்ரான் வலிமை வாய்ந்த மின்னோட்டத்தை அனுப்பத் துவங்குகின்றது. இந்த மின்னோட்டமானது அஞ்சல் சுருளில் பாய்ந்து, ஆர்மேச்சரைக் கீழே இழுக்கின்றது. இழுக்கப்பட்ட ஆர்மேச்சர், எச்சரிக்கை மணி அல்லது சங்கு அல்லது எச்சரிக்கை ஒளி விளக்குகள் ஆகியவற்றின் மின் சுற்றை மூடி நமக்கு உடனே எச்சரிக்கை விடுக்கின்றது.

இவ்வாறு எச்சரிக்கை மணியானது செயல்படத் துவங்கிய பின்பு என்ன நடைபெறுகின்றது? இது நாம் பயன்படுத்தும் வால்வைப் பொறுத்துள்ளது. இங்கு நாம் தைரட்ரானைப் பயன் படுத்துவதால், வால்வானது மின்னூட்டத்தைப் பாய்ச்சத் துவங்கிய பின்பு, கிரிட்டினுல் (Grid) அதை ஒன்றும் கட்டுப் படுத்த முடியாது. அதாவது கிரிட்டானது செயலற்றுப் போய் விடுகின்றதெனலாம். கிரிட்டிற்கும் வால்வின் நேர்மின் வாய்க்கும் சம்மந்தமே இல்லாமல் போய்விடுகின்றது.

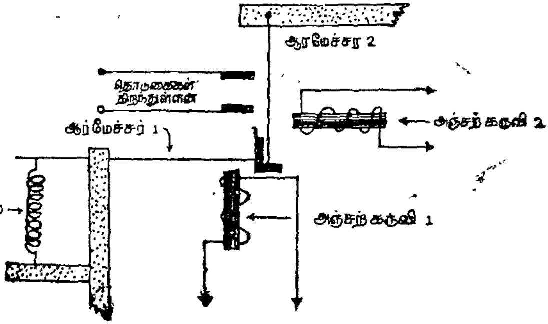
படத்தைப் பாருங்கள். நாம் ஒரே ஒரு நேர்த்துடிப்பைத் தான் (Positive pulse) பயன்படுத்துகின்றோம். இத்துடிப்பு வந்ததும், கிரிட்டை நேர் மின்சாரம் உடையதாக மாற்றத் தூண்டுகிறது. இவ்வாறு கிரிட்டானது நேர்மின்சாரமுடைய தாக மாறியதும், வால்வானது மின்னூட்டத்தைக் கடத்து கின்றது. ஒரு முறை மின்னூட்டம் கடத்தப்படுவது துவங்கி விட்டதென்றால், இதன் பிறகு ஒருவிதத் தூண்டலுமின்றியே இச்செய்கைத் தொடர்ந்து நடைபெறும். இதற்குப் பிறகு வேறு நேர்த்துடிப்புகள் இருக்க வேண்டிய அவசியமே இல்லை.

இவ்வகையான அஞ்சற்கருவி மற்றவைகளிலிருந்து மாறு பட்டிருப்பது கண்கூடாகத் தெரிகிறது. மேலே கூறப்பட்ட மின் சுற்றில் பயன்படுத்தப்பட்ட அஞ்சற்கருவியை நாம் தான்-விசைத் தாழ்ப்பாளிடும் (Self-Latching) அஞ்சற்கருவியாகக் கொள்ளலாம். ஒரு முறை வால்வானது மின்கடத்தத் துவங்கிய பின்பு, அஞ்சற்கருவியானது தொடர்ந்து மூடியே இருப்பதனுல் தான் இவ்வகையை நாம் தான்-விசைத் தாழ்ப்பாளிடும் அஞ்சற் கருவி என்கிறோம்.

எந்திரவியல் தான்-விசைத் தாழ்ப்பாள் (Mechanical latching)

மேலே விவரிக்கப்பட்ட மின்சுற்றை ஓர் எலெக்ட்ரானியல் தான்-விசைத் தாழ்ப்பாள் எனக் கூறலாம். ஆனல் இவ்வகை விசைத்தாழ்ப்பாளில், ஒரு முறை அஞ்சற்கருவியானது மூடப் பட்டுவிட்டால் பின்பு அது தொடர்ந்து மூடியே இருக்கும். மின்சுற்றைத் திறக்க நாம் வேறு வழியைத்தான் பின்பற்ற வேண்டும். ஆனல் நாம் வேண்டும்போது அஞ்சற்கருவி மூடப்படுவதற்கும், வேண்டும்போது திறக்கப்படுவதற்கும் நாம் என்ன செய்யலாம்? இதற்குக் கீழ்க்கண்ட மின்சுற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

இதை நாம் எந்திரவியல் விசைத்தாழ்ப்பாள் என்கிறோம். இதில் இரண்டு அஞ்சற்கருவிகள் உள்ளன. ஆர்மேச்சர்-2 ஆனது ஆர்மேச்சர் 1-இன் நேர் மேலே ஒரு ஜோடி (Pair) தொடுகைகள் உள்ளன. படத்தில் காட்டியபடி இப்போது



படம் 4·10

தொடுகைகள் ஒன்றையொன்றுத் தொட்டுக்கொள்ளாமல் இருக்கின்றன. அதாவது மின்சுற்றுத் திறந்து இருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

இப்போது நாம் அஞ்சற்கருவி 2-இன் சுருளினுள் மின்னூட்டத்தைப் பாய்ச்சுகின்றோம் எனக்கொள்வோம். உடனே என்ன நிகழ்கின்றது? அஞ்சற்கருவி 2-இன் சுருளுக்கு அருகாமையில் வருமாறு ஆர்மேச்சர் 2-ஆனது இழுக்கப்படு கின்றது. இவ்வாறு இது நகரும்போது, அது ஆர்மேச்சர் 1-இன் மேலிருந்து நழுவிவிடுகின்றது. எனவே இப்போது ஆர்மேச்சர் 1-ஆனது வில்லினுல் மேல் நோக்கித் தள்ளப் படுகின்றது. இவ்வாறு மேலே நகரும் ஆர்மேச்சர் இரண்டு தொடுகைகளும், நெருக்கி ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொள்ளுமாறு செய்கின்றது. அதாவது இப்போது விசைத் தாழ்ப்பாளிட்டு விட்டதாகக் கொள்ளலாம்.

தாழ்ப்பாளைத் திறப்பது எவ்விதம்? இப்போது அஞ்சற் கருவி 1-இன் மூலம் மின்னூட்டத்தைப் பாய்ச்சுகின்றோம் எனக் கொள்வோம். இதனுல் ஆர்மேச்சர்-1 கீழே இழுக்கப்பட்டு, இரண்டு தொடுகைகளும் பிரிந்துவிடுகின்றன. அடுத்து அஞ்சற்கருவி 2-இன் மூலம் பாயும் மின்னூட்டத்தை நிறுத்த வேண்டும். இதனுல் ஆர்மேச்சர் 2-ஆனது இழுவையிலிருந்து விடுபட்டு, மறுபடியும் இது ஆர்மேச்சர் 1-இன் மேல் அமை கின்றது.

எலக்ட்ரானியல், எந்திரவியல் ஆகிய இவை ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு விசைத்தாழ்ப்பாளைக் குறிப்பாக நாம் எடுத்துக் கொண்டோம். ஆனால் தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் இவை இரண்டு மட்டும்தான் உண்டு என நாம் எண்ணுதல் தவறு. இன்னும் எத்துணையோ வகைகள் உண்டு. எனினும் அவற்றின் அடிப்படைச் செயல்படும் வகை மேற்கூறிய இரண்டின் அடிப்படையில்தான் இருக்கும் என நாம் தெளிவுறலாம்.

சுவிட்ச்சுகள் (Switches)

சுவிட்ச்சுகள் என்று கூறியவுடன் மின்விளக்கை அணைக்க, ஏற்றப் பயன்படும் சுவிட்ச்சுகள், ரேடியோ, தொலைக்காட்சி போன்றவற்றை முடுக்கிவிடும் சுவிட்ச்சுகள்தான் நம் மனக் கண்முன் தோன்றுகின்றன. ஆனால் எலெக்ட்ரானியலில் இவைகளில்லாமல், சுற்றும் சுவிட்ச்சுகள் (Rotary switches), கத்தி சுவிட்ச்சுகள் (Knife switches), நழுவும் சுவிட்ச்சுகள் (Slide switches), நுண் சுவிட்ச்சுகள் (Micro switches) போன்ற இன்னும் எத்தனையோ வகையான சுவிட்ச்சுகள் பழக்கத்தில் உள்ளன. எனினும் இவையாவும் எந்திரவியலால் (Mechanical) செயல்படுவன.

உண்மையில் அஞ்சற்கருவியும் ஒரு சுவிட்ச்சுத்தான், ஆனால் இது மின் எந்திரவியல் (Electro mechanical) முறைப்படிச் செயல்படுகின்றது. இதை இயக்க மின்னூட்டம் தேவை.

அடுத்து சுவிட்ச்சுகளில் எலெக்ட்ரானியல் சுவிட்ச்சுகளும் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக ஒளி மின்கலத்தை எடுத்துக்கொள் வோம். ஒளியானது இதன்மேல் விழாதவரை இதனுள்ளோ, அன்றி இதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மற்ற சாதனங்களினூடோ மின்னூட்டம் பாய்வதில்லை. இதை நாம் திறந்திருக்கும் மின்சுற்றுகக் கொள்ளலாம். ஒளியை ஒளிமின்கலத்தின்மீது பாய்ச்சிய உடனே மின்னூட்டமானது மின்சுற்றில் பாய்கிறது. அதாவது இப்போது மின்சுற்றை மூடியதாகக் கொள்ளலாம். இவ்விதம் ஒளிமின்கலம் எலெக்ட்ரானியல் சுவிட்ச்சாகப் பயன்படுகிறது.

தொழில்துறை எலெக்ட்ரானியல், எந்திரவியல், மின் எந்திரவியல், எலெக்ட்ரானியல் ஆகிய எல்லா வகையான சுவிட்ச்சுகளும் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்துறையில்

இன்னுமொரு வகைச் சுவிட்ச்சுக் கூடப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது, சில மின்சுற்றுக்களை மூடுவதற்கோ, அன்றி திறப்பதற்கோ மாறுதிசை மின்னோட்ட சைகைகள் (Alternating current signals) கூடப் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு இச்சைகைகள் பயன் படுத்தப்படும்போது அவையும் சுவிட்ச்சுகளின் பணியைத் தான் ஆற்றுகின்றன.

பொதுவாக அஞ்சற்கருவியும் ஒரு சுவிட்ச்சுத்தான் எனக் கண்டோம். சில வேளைகளில் அஞ்சற்கருவியானது ஒரு சுவிட்ச்சுடன் இணைக்கப்பட்டு, இவை இரண்டும் செயல்படும், இவ்வகையான அமைப்பிற்குப்படி ஏற்றுவான் (Stepper) எனப் பெயர். இந்த அமைப்பைக்கொண்ட சுழலிபடி ஏற்றுவான் (Rotary stepper) என்பது. தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

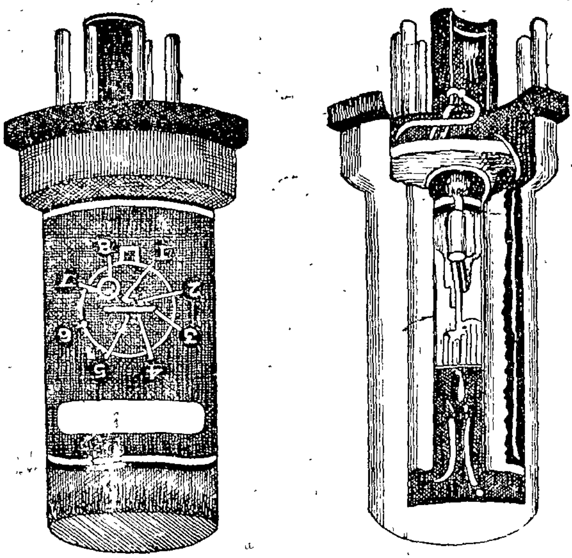
பாதரச-ஈர அஞ்சற்கருவிகள் (Mercury-wetted relays)

இதுகாறும் மின் எந்திரவியல் அடிப்படையில் செயல்படும் அஞ்சற்கருவிகளைக் கண்டோம். இவைகளினால் எலெக்ட்ரானியல் பொறியாளரின் தொல்லைகள் யாவும் தீர்ந்துவிடும் என நாம் எண்ணக்கூடாது. இவ்வகையான மின் எந்திரவியல் அஞ்சற்கருவியில் அசையும் பாகங்கள் அதிகமாக உள்ளன. ஒரு கருவியில் அசையும் பாகங்கள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு தொல்லைகளும் அதிகம். எடுத்துக்காட்டாக, வில்கள் எளிதில் இழுவிசையை (Tension) இழந்துவிடலாம், அல்லது தொடுகைகள் தேய்ந்து விடலாம்.

மேலும் சில குறிப்பிட்ட வேலைகளைச் செய்ய மேற்கூறிய மின் எந்திரவியல் அஞ்சற்கருவிகள் பயன்படா. எடுத்துக்காட்டாக, வெகுவேகமாகப் பணியாற்றும் கணக்குப்பொறியில் (Computer) இவ்வகையான அஞ்சற்கருவி பயன்படாது. இதற்கென, வேறுவகையானத் திறம்படச் செயலாற்றும் அஞ்சற்கருவியைத்தான் இங்கு பயன்படுத்தவேண்டும். இதற்குப் பாதரச–ஈர (Mercury - wetted) அஞ்சற்கருவிப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. (கணக்குப் பொறியியல் துறையில் இன்று தோன்றியுள்ள முன்னேற்றங்களின் காரணமாய் பாதரச-ஈர அஞ்சற்கருவிகள் கூட அவற்றில் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை !)

இதில் காற்றேப் புகாவண்ணம் நன்கு மூடப்பட்ட கண்ணாடிக்குழாய்தான் முக்கிய பாகமாக அமைகிறது. இக் குழாயினுள் ஒரு தொடுகை அமைப்பு (Contact assembly)

உள்ளது. பாதரச வாயு அமுக்கமுள்ள வாயுமண்டலத்தில் சிறிதளவு பாதரசமும் இக்கண்ணுடிக் குழாயினுள் வைக்கப் பட்டுள்ளது. நுண்புழை ஏற்றத்தினல் (Capillary rise) பாதரசம் கண்ணுடி உறைக்குழாயினுள் (Capsule) ஏறித் தொடுகைகளை எப்போதும் ஈரமாகவே வைத்திருக்கின்றது.



படம் 4·11

இவ்வமைப்பை மேலே இருக்கும் முதல் படத்தில் காண லாம். இரண்டாவது படத்தில் அஞ்சற்கருவி அமைப்பைச் சுற்றி உள்ள உலோகத்தாலான மூடி உள்ளதின் வெட்டுப் பாகத்தைக் காணலாம். ஒரு பாதரச-ஈர அஞ்சற்கருவி எப்படி இருக்கும் என்பதை அடுத்தப்படத்தில் காணலாம். இவ் வமைப்பை வேண்டிய இடத்தில் பொருத்தி வைத்துக் கொள்ளலாம். எடுத்த எடுப்பில் பார்த்தால், இது ஒரு ரேடியோ வால்வு போன்றே தோன்றுகின்றதல்லவா ?

இந்தக் குழாயினுள் ஏதாவது கோளாறு ஏற்பட்டுவிட்டால் குழாயைப் பிரித்துப் பழுதுபார்க்கலாம் என்பது முடியாது. மற்ற வால்வுகள் அப்படிப் பழுதுபட்டால் எடுத்து எரியப்பட்டு, வேறு வால்வுகள் பொறுத்தப்படுகின்றனவோ, அதேபோல் இந்தக் குழாயும் பழுதுபட்டுவிட்டால் உடனே இதற்குப்பதில் வேறு ஒன்றுதான் பொருத்தப்படவேண்டும். இம்மாதிரியானப்

பாதரச-ஈர அஞ்சற்கருவியை எப்போதும் செங்குத்தாகவே பொருத்தவேண்டும்.

எலெக்ட்ரானியல் அஞ்சற்கருவிகள் (Electronic relays)

பொதுவாக அஞ்சற்கருவியில் ஆர்மேச்சரை இழுக்க ஒரு மின் காந்தம் உள்ளதை நாம் அறிவோம். இம் மின் காந்தத்திற்கு வலிமையூட்டச் சுருளில் பாயும் மின்னூட்டத்தின் வலிமையை அதிகரிக்கவேண்டும். அப்போதுதான் அஞ்சற் கருவியின் உணர்வு நுட்பம்(Sensitiveness) அதிகரிக்கும். ஆனால் நாம் அனுப்பும் மின்னூட்டத்தின் வலிமை மிகக் குறைவாக இருந்தால், என் செய்வது? எடுத்துக்காட்டாக, நாம் அனுப்பும் மின்னூட்டம் சில மைக்ரோ ஆம்பியர்கள்தான் உள்ளது என்றால், இதைக் கொண்டே அஞ்சற்கருவியை எப்படி இயக்குவது? இம்மாதிரியான வேளைகளில்தான் எலெக்ட்ரா னியல் அஞ்சற்கருவி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த அஞ்சற் கருவியுடன் ஒரு பெருக்கியும் (Amplifier) இருக்கும். மிகக் குறைந்த வலிமையுள்ள மின்னூட்டத்தை ஒரு மின் தடையின் (Resistor) மூலம் பாய்ச்சினால், தடையின் இரண்டு நுனிகளிலும் மின் அழுத்த வேறுபாடு உண்டாகிறது. இந்த மின் அழுத்தத் தைப் பெருக்கியின் குழாயினுள் செலுத்தவேண்டும். குழாயின் நேர்மின் வாயின் பளுவாக (Load) அஞ்சற்கருவியின் சுருள் செயல்படுகின்றது. எனவே பெருக்கப்பட்ட மின் வலிமை அஞ்சற்கருவியைச் செயல்படச் செய்கின்றது. தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் பல வேலைகளைச் செய்ய இவ்வகை அஞ்சற்கருவிகள் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒளி மின்னியல் அஞ்சற்கருவி (Photo electric relay)

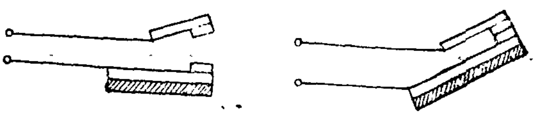
ஒரு ஒளிக்கற்றை, ஒளி மின்கலத்தின்மீது விழும்போது அஞ்சற்கருவி மூடப்பட்டோ அல்லது திறக்கப்பட்டோ செயல் படவேண்டும் என்போம். இதை விளக்க ஓர் எடுத்துக் காட்டைக் காண்போம். ஒரு தொழிற்சாலையில் செய்து முடிக்கப் பெற்ற பெட்டிகளைச் சுமந்து கொண்டு செல்லும் பட்டை (Conveyor belt) ஒன்று சென்று கொண்டிருப்பதாகக் கொள் வோம். பட்டையின் ஒரு பக்கம் ஒளிக்கற்றையை அனுப்பும் தோற்றுவாய் ஒன்று இருக்கட்டும். பட்டையின் அடுத்த பக்கத்தில் ஓர் ஒளி மின்கலம் இருக்கின்றது. ஒளி மின் கலத்திலிருந்து வெளிவரும் மின்னூட்டத்தை ஓர் எலெக்ட்ரா னியல் அஞ்சற்கருவியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கட்டும். பட்டையின்மேல் நகர்ந்துகொண்டேவரும் ஒரு பெட்டி ஒளித் தோற்றுவாய்க்கும், ஒளிமின்கலத்திற்கும் இடையேவரும்போது

ஒளிக்கற்றை தடுக்கப்படுகின்றது. இதனுல் ஒளி மின்கலத்தி லிருந்து வெளிவரும் மின்னூட்டம் பாதிக்கப்படுகின்றது. இது பெருக்கியின் குழாயினுள் செல்லும் மின்னூட்டத்தைப் பாதிக் கின்றது. இதனுல் அஞ்சற்கருவி செயல்படுத்தப்படும். இப் போது இந்த அஞ்சற்கருவி ஓர் எந்திரவியல் எண்ணி யுடன் (Counter) இணைக்கப்பட்டிருக்குமேயானுல், நகரும் பெட்டி எண்ணப்பட்டு விடுகின்றது. இவ்வாறு பட்டையின் மேல் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் பெட்டிகளை நாம் எண்ணி விடலாம்.

மேலே விளக்கப்பட்டது பலவகைப் பயன்களில் ஏதோ ஒன்றுதான். இவ்வகை அஞ்சற்கருவியைப் பல்வேறு வகை களில் பயன்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக, தானுகத் திறந்து மூடிக்கொள்ளும் கதவுகள் போன்றவற்றைக்கூட இவ்வகை அஞ்சற்கருவிகளைக் கொண்டு செயல்படச் செய்யலாம்.

இன்னும் பலவகை அஞ்சற்கருவிகள்

இதுகாறும் தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் பயன் படுத்தப்படும் சிலவகை அஞ்சற்கருவிகளைத்தான் கண்டோம். உண்மையில் இத்துறையில் இன்னும் பலவகை அஞ்சற் கருவிகள் பழக்கத்தில் உள்ளன. அவையாவற்றையும் இங்கு விரிவாகக் காண்பதென்பது இயலாத காரியமாகும். எடுத்துக் காட்டாக ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் கொண்ட ஒலியை எழுப்பும்போது திறக்கவோ, மூடவோ செய்யும் அஞ்சற்கருவி (Reed relay) உள்ளது. மேலும் கால தாமத (Time-delay) அஞ்சற்கருவிகளும் உள்ளன. இதில் ஓர் அஞ்சற்கருவியின் சுருளினுடன் பக்க இணைப்பாக ஒரு மின்தேக்கி (Capacitor) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே ஆற்றலை ஊட்டும் மின்னூட்டம் நின்ற பின்புகூட, அஞ்சற்கருவியின் மின்சுற்றை



படம் 4·12

மூடியே வைத்துக்கொள்ள இதனுல் இயலுகின்றது. இன்னும் வெப்ப ஆற்றலால் சுருங்கியோ அல்லது நீண்டோ போகும் இரண்டு உலோகத் தகடுகளைக் கொண்டு செயல்படும் வெப்ப ஆற்றல் கால-தாமத அஞ்சற்கருவிகளும் (Thermal time-delay relay) உண்டு.

இவ்வகையான அஞ்சற்கருவியில் ஓர் உலோகத்தகடும் இரண்டு தொடுகைகளும் பொதுவாக உள்ளன. உண்மையில் இந்த உலோகத்தகட்டில் இரண்டு வெவ்வேறு உலோகங்களால் ஆன இரண்டு தகடுகள் ஒன்ருகப் பொறுத்தப்பட்டுள்ளன. மின்னூட்டமானது இத்தகடுகளினூடே பாயும் போது, அங்கு ஏற்படும் மின்தடையினுல், தகடுகள் வெப்பமேற்றப்படுகின்றன. ஆனுல் இரண்டு தகடுகளும் வெவ்வேறு உலோகங்களால் ஆனவையாதலின் அவைகள் வெவ்வேறு அளவில் நிகழ்கின்றன. எனவே தகடானது வளைகின்றது இதனுல் தொடுகைகள் ஒன்ருேடொன்று தொட்டுக்கொள்கின்றன. இவ்வகையான அஞ்சற்கருவிகளை தீ எச்சரிக்கை, தொலைக்காட்சி, அஞ்சல் நிலையங்கள், மோட்டாரைப் பாதுகாப்பது போன்றவைகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

அஞ்சற்கருவிகளைப் பற்றி இவ்வளவு தெரிந்தவுடன், எல்லாவற்றையும் தெரிந்து கொண்டு விட்டோம் என எண்ணுதல் தவறு உண்மையில் நாம் ஒரு சிறு சதவீதத்தைத்தான் கண்டோம். இன்னும் எண்ணிடலங்கா வகைகள் உள்ளன என்பதை நாம் மறக்கக்கூடாது. இதுகாறும் கண்டவை பெரும்பாலும் மின் எந்திரவியல் அஞ்சற்கருவிகள்தான். எனினும் முழுக்க முழுக்க எலெக்ட்ரானியலாகவே உள்ள அஞ்சற்கருவிகள் மிகவும் அதிகம். இவ்வகையானவை மிக வேகத்தில் செயல்படுவதால் இவை தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

5. ஆற்றல் மாற்றிகள்

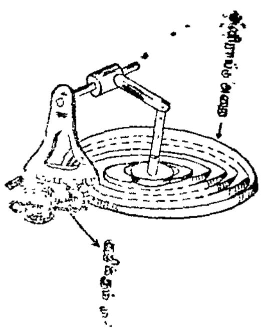
(Transducers)

தொழில் துறையில், ஒரு பொறியானது செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது, அதில் நிலவும் வெப்பநிலை, அமுக்கம் அல்லது இன்னும் பிற பண்புகளில் தோன்றும் மாறுதல்களை அவ்வப்போது பதிவு செய்ய வேண்டியது இன்றியமையாததாகும். இவ்வகையான மாறுதல்களை உடனுக்குடன் மின்னோட்ட மாறுதலாக மாற்றி விட்டோமானால் அவற்றைப் பதிவு செய்வது எளிது. இதை ஆற்றல் மாற்றிகளைக் (Transducers) கொண்டு நாம் செய்து முடிக்கலாம். ஆற்றல் மாற்றி என்பது நமக்குப் புதியதல்ல. உண்மையில் மைக்ரோபோன் (Microphone) ஓர் ஆற்றல் மாற்றியாகும். ஏனெனில் இது ஒலியை மின்னோட்டமாக மாற்றுகின்றது, ஒலிப்பெருக்கியும் (Loudspeaker) ஓர் ஆற்றல் மாற்றிதான். இது மின்னோட்டத்தை மறுபடியும் ஒலியாக மாற்றுகின்றது. ஒலியை, மின்னோட்டமாக மாற்றுவதினால் ஒளி மின்கலத்தையும் நாம் ஆற்றல் மாற்றி எனலாம். எனவே தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில் வெப்பநிலை, அமுக்கம் திண்மை, தரம் (Quality) அல்லது சில பாகங்களின் நகருதல் ஆகியவற்றை அளக்க வேண்டுமானால், இந்த இயற்பிய அடிப்படைகளை (Physical concepts) நாம் மின்னோட்ட சைகைகளாக (Signals) மாற்ற வேண்டும். இடத்திற்கேற்ப பல்லாயிரக்கணக்கான ஆற்றல் மாற்றிகள் வழக்கில் இருந்து வருகின்றன. எனினும் இவையாவற்றிலும் ஏதாவதொரு இயற்பிய, இரசாயன அல்லது வெப்ப ஆற்றல் மாறுதலை மின்னோட்டச் சைகைகளாக மாற்றும் செய்கை தான் நிகழ்கின்றது என உறுதியாகக் கூறலாம். இவ்வகையான ஆற்றல் மாற்றிகளில் சில முக்கியமானவற்றை மட்டிலும் நாம் எடுத்துக் கொள்வோம்.

அமுக்க ஆற்றல் மாற்றிகள் (Pressure transducers)

எந்த தொழில் துறையை எடுத்துக்கொண்டாலும் அதில் திரவமோ, வாயுவோ, காற்றோ அல்லது நீராவியோ பயன்படுத்

தப்படுவதினால் ஏதாவதொரு கட்டத்தில் அங்கு அழுக்கமானது பயன் படுத்தப்படுவது உண்மையாகும். வெற்றிடம் (Vacuum) என்பதும் எதிர் அழுக்கம் (Negative pressure) தான் அழுக்கத்தில் உண்டாகும் வேறுபாடுகளை அளக்க நாம் பன்னெடுங் காலம் எந்திரவியல் முறைகளைத்தான் கையாண்டு வந்துள்ளோம். எடுத்துக்காட்டாக ஓர் அனிராய்டு பாரமானியை எடுத்துக்கொள்வோம்.



படம் 5·1

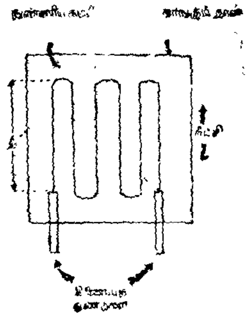
படமானது அனிராய்டு அறையில் துருத்திகளைக் (Bellows) காட்டுகின்றது. அழுக்கத்திற்கேற்ப குறிக்கும் முள்ளானது (Pointer) நகர்கிறது. இப்போது குறிமுள்ளுக்குப் பதிலாக ஒரு மின்னழுத்தமானியில் நேர்திசை மின்னோட்டம் (D - C) பாய்கின்றதென்றால் திரவ அல்லது வாயு அழுக்கத்திற்கேற்ப மானியின் குறிமுள்ளானது நேர்திசை (D-C) மின்னழுத்தத்தைக் காட்டும். இந்த அடிப்படையில் தான் அழுக்க ஆற்றல் மாற்றிகள் செயல்படுகின்றன.

விகார ஆற்றல் மாற்றி (Strain transducer)

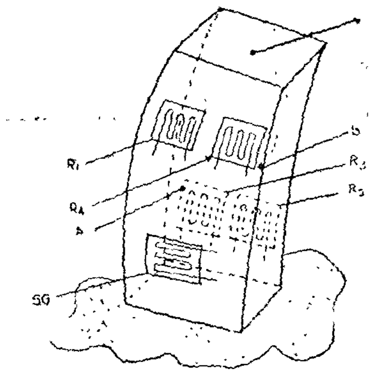
ஓர் எஃகுத்தூலத்தின் (Steel girder)மேல் எடையை ஏற்றிக் கொண்டே போகும் போது தூலத்தில் உண்டாகும் விகாரம் (Strain) என்ன என்பதை எலெக்ட்ரானியலில் கணக்கிடலாம் கான்கிரீட் (Concrete) தளம் அல்லது விட்டத்தின் (Beam) மேல் பளு ஏற்றப்படும் போது தோன்றும் விகாரங்களையும் நாம் கட்டாயம் அறியவேண்டும். ஏனெனில் விட்டத்தின் மேல் கூடுதலான பளுவை வைத்துவிட்டாலோ விட்டமே சரிந்து விடும். எப்போதுமே கட்டிட அமைப்புகளில் அவைகள் தாங்கும் பளுவிற்கு ஓர் எல்லையுண்டு.

விகாரத்தை அளக்க, விகார அளவியை (Strain gauge) நாம் பயன்படுத்துகின்றோம். இது ஒரு மிகச்சிறிய அமைப்பாகும். சாதாரணமாக ஒரு மெல்லிய காகிதத்தின் மேல் வளைந்து நெளிந்து (Zig zag) செல்லும் மிக நுண்ணியக் கம்பி ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

எந்தெந்த மேற்பரப்புகளைப் (Surface) பற்றி நாம் ஆய்ந்து அறிந்துகொள்ள வேண்டுமோ அவற்றின்மேல் இக்காகித அமைப்பை ஒட்டவைத்துவிட வேண்டும்.



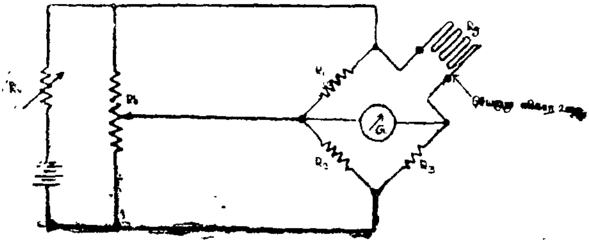
படம் 5·2



படம் 5·2 (அ)

இப்போது கட்டிட அமைப்பின் (Structure) மேல் விகாரத்தைப் பயன்படுத்தினால் என்ன நிகழும்? கட்டிட அமைப்பின் நீட்டலுக்கு ஏற்ப நுண்கம்பியின் நீளமும் கூடுதலாகும். இதனால் நுண்கம்பியின் குறுக்களவு குறைகின்றது. எனவே கம்பியின் மின்தடை அதிகரிக்கின்றது. இவ்வாறாக கட்டிட அமைப்பின் மாறுதலானது, மின்தடை மாறுதலால் நமக்குக் காண்பிக்கப் பட்டுவிடுகின்றது. இந்த விகார அளவி ஒரு பால மின்சுற்றின் (Bridge circuit) ஓர் அங்கமாக இருக்கின்றது. எனவே இந்த அளவியானது, மற்ற அங்கங்களை விட்டு சற்றே எட்டித் தொலைவில் கூட இருக்கலாம். கட்டிட அமைப்பின் மேல் பளு ஏற்றப்படுவதற்கு முன்பு, பால மின்சுற்றானது சமநிலை (Balance) ஆக்கப்பெற்றுள்ளது. பளுவானது ஏற்றப்பட்ட உடனே, கட்டிட அமைப்பின் விகாரத்திற்கேற்ப அளவியின் மின்தடை மாறுபடுகின்றது. இதற்கேற்ப கால்வனாமீட்டரானது (Galvanometer) தனது அளவைக் காண்பிக்கின்றது. இந்த அளவிலிருந்து விகாரத்தின் அளவை நாம் அறியலாம்.

உற்பத்தியின்போது வெளிவரும் செய்துமுடிக்கப்பெற்ற சில பொருட்களில் நம் கண்களுக்குப் புலப்படாமல் பின்னால் கேடு விளைவித்துவிடக்கூடிய சில தகைவுகள் (Stress) உள்ளே



படம் 5·3

இருக்கலாம். இவ்வகையான பொருட்களைப் பயன்படுத்தினால் பின்பு நாசம் தான் விளையும். எனவே கேடுற்ற இவற்றை நல்லவற்றிலிருந்து பிரிப்பது எங்ஙனம்?

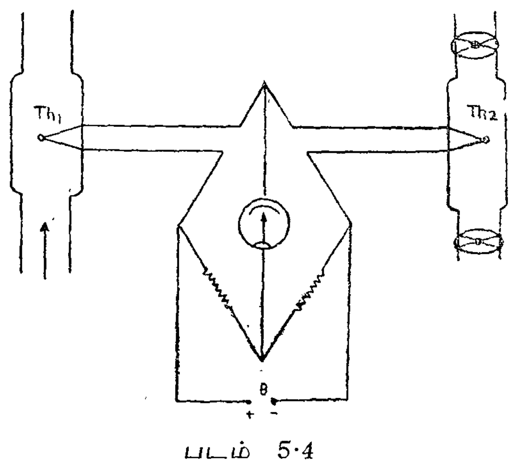
விகார அளவியை ஒரு நல்ல பொருளைக்கொண்டு முதலில் அளவீடு செய்து (Calibration) கொள்ளவேண்டும். பின்பு சந்தேகத்திற்கு இடமான பொருளை சோதித்தால், இது எந்த அளவு நல்ல பொருளிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கின்றதென்பது தெளிவாகும்.

இவ்வகையான விகார அளவியைக்கொண்டு மிகவும் கனமான பொருட்களின் எடையை நாம் கணக்கிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஆகாய விமானத்தின் எரிபொருளின் எடையை நாம் கணக்கிடவேண்டும் எனக் கொள்வோம். பொதுவாக எவ்வளவு எடை எரிபொருளை விமானம் தூக்கிச் செல்கின்றதென்பது நமக்குத் தெரிய வேண்டும். எரிபொருள் இல்லாமல், விமானத்தின் எடை எவ்வளவு என்பது முன்பே தெரிந்திருக்கும். விமானத்தில் அதைத் தாங்கிப் பிடிக்க மூன்று பளு செல்லுகள் (Load cells) இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு பளு செல்லிலும் ஒரு மையத்தூண் (Central pillar) உண்டு. எரிபொருளின் பளுவினால் இந்தத் தூண் ஆனது அழுத்தப்படும்போது அத்தூணில் உண்டாகும் விகாரத்தை விகார அளவி நேரே டன்கள் கணக்கில் காட்டுகின்றது. இவ்வாறு மூன்று பளு செல்லுகளிலும் உள்ள மூன்று தூண்களிலும் உண்டாகும் விகாரங்களை மூன்று விகார அளவிகள் டன்களில் கொடுக்கின்றன. இவை மூன்றையும் கூட்டினால் எரிபொருளுடன் விமானத்தின் எடை தெரியும். நமக்கு முன்கூட்டியே காலி

(Empty) விமானத்தின் எடை தெரிந்திருக்கின்றதாகையால் இப்போது எரிபொருளின் எடையை மட்டும் நம்மால் அறிய முடிகின்றது.

மின்தடை வெப்பநிலை ஆற்றல் மாற்றிகள் (Resistive temperature transducers)

வெப்பநிலை உணரும் நுண்கருவிகளில் பெரும்பான்மையானவை. மின்தடை மாறுதலைக்கொண்டு செயல்படும் ஆற்றல் மாற்றிகளுக்கு நல்ல எடுத்துக்காட்டுகளாகும். வெப்பக்கடத்திகள் (Conductors), குறைக்கடத்திகள் (Semi-conductors) ஆகியவற்றின் மின்தடையானது அவற்றின் வெப்பநிலைக்கேற்ப மாறுபடுகின்றது. இதன் அடிப்படையில்தான் இந்த ஆற்றல் மாற்றிகள் செயல்படுகின்றன. சுத்தமான உலோகங்களுக்கு, கலவைப்பொருள்களைவிட அதிகமான நேர் நீளப்பெருக்க எண் (Temperature coefficient) உண்டு. எனவே மிக அதிகமான வெப்பநிலையை அறிய பிளாட்டினம் (Platinum) போன்ற உலோகத்தாலான மின்தடை அளவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதற்கென பயன்படுத்தப்படும் வெப்பத்தடை மின்கலங்கள் அல்லது தெர்மிஸ்டர்கள் (Thermistors) பட்டை வளைய (Washer) உருவிலும் வட்டுக்கள், தண்டுகள் அல்லது உருண்டை மணிகள் (Beads) வடிவிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஊசியின் தலையளவே உள்ள வெப்பத்தடை மின் கலங்களும் உண்டு. தொழில் துறையில், பாயும் வாயுக்களின்



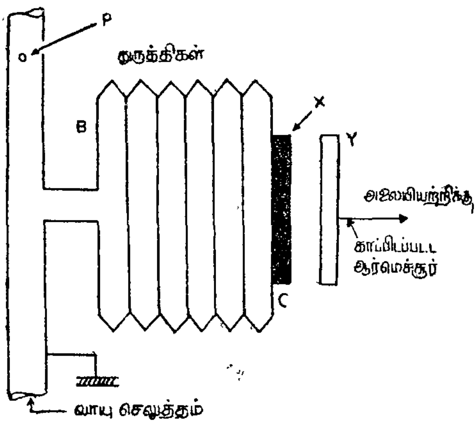
படம் 5·4

வேகம், அளவு ஆகியவற்றை நாம் கண்டறியலாம். இதற்குப் படத்தில் காட்டியபடி இரண்டு வெப்பத்தடை மின்கலங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

B என்ற மின் அடுக்கானது பாலத்திற்கு வேண்டிய மின்னோட்டத்தைக் கொடுப்பதோடல்லாமல் Th_1, Th_2 ஆகிய இரண்டு வெப்பத்தடை மின்கலங்களையும் சுற்றுப்புறங்களைவிட சற்றே வெப்பமாக்குவதற்கும் பயன்படுகின்றது. Th_2 என்பது அசைவற்ற காற்றிலும், Th_1 என்பது பாயும் வாயுவின பாதையிலும் உள்ளன. பாயும் வாயுவின் அளவைப் பொறுத்து Th_1 என்பது குளிர்வடைகின்றது. இதனல் பாலமானது சமநிலையிலிருந்து விலக்கப்படுகின்றது. இப்போது R_1 அல்லது R_2 ஆகிய எவையேனும் ஒன்றை சரியாக்குவதன் மூலம் பழையபடி பாலமானது சமநிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றது இவ்வாறு R_1 அல்லது R_2ல் நாம் எவ்வளவு மாற்றத்தை உண்டாக்கினேமோ அதைக் கொண்டு வாயுவின் அளவைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

மின்தேக்கி ஆற்றல் மாற்றிகள் (Capacitive transducers)

ஒரு மின் தேக்கியின் திறனைது அதனது இரண்டு பிளேட்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவைப் பொறுத்துள்ளது. பிளேட்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவை மாற்றினல் மின்தேக்குத்திறனும் (Capacitance) மாறிவிடும். இந்த மின் தேக்குத்திறனில் உண்டாகும் மாறுதலைக் கொண்டு நாம் அநேகக் கட்டுப்பாடுகளைச் (Controls) செய்யலாம். இந்த அடிப்படையில் தான் அமுக்கமானி ஆற்றல் மாற்றியானது (Manometric transducer) செயல்படுகின்றது.



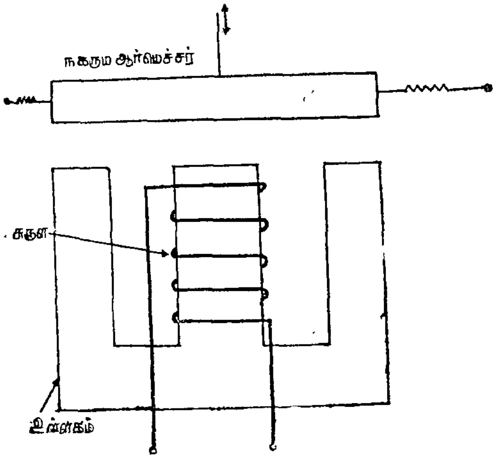
படம் 5·5

எந்தவாயுவின் அளவோ அல்லது வேகமோ நமக்குத் தெரிய வேண்டுமோ, அதை P என்ற குழாயின் வழியாகச் செலுத்தவேண்டும். இந்த வாயுவின் அமுக்கமானது உலோகத்

துருத்தியான B-யை நீளச்செய்கின்றது இதனுல் X என்ற பிளேட்டானது காப்பிடப்பட்ட Y என்ற பிளேட்டை நோக்கித் தள்ளப்படுகின்றது. இதனுல் X Y என்ற இரண்டு பிளேட்டு களினுல் ஆன மின் தேக்கியின் திறனுனது மாறுகின்றது. வாயுவின் அமுக்கம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க பிளேட்டுகளின் மின்தேக்குத்திறனும் அதிகரிக்கின்றது. இதனுல் ஆற்றல் மாற்றியினுல் கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கும் (Transducer - controlled) அலையியற்றியின் (Oscillator) அதிர்வெண் குறை கின்றது.

இங்கு முதலில் வாயுவின் அமுக்கமானது மின்தேக்குத் திறனை மாற்றுகின்றது. பின்பு இந்த மின்தேக்குத்திறனின் மாறுதலானது, அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணை மாற்று கின்றது. பின்பு இந்த அதிர்வெண் மாறுதல் வோல்டேஜ் (Voltage) மாறுதலாக மாற்றப்பட்டு, பின்பு இந்த வோல்டேஜ் மாறுதல் ஓர் எந்திர விசையாக (Force) மாற்றப்பட்டு, பின்பு கடைசியாக அது தன் விசைக்கேற்ப ஒருமின் எந்திரவியல் வால்வைச் செயல்படுத்துகின்றது.

இவ்வகையாக மின்தேக்குத்திறன் மாறுதலைக்கொண்டு செயல்படும் ஆற்றல் மாற்றியானது பணியாற்றுகின்றது.

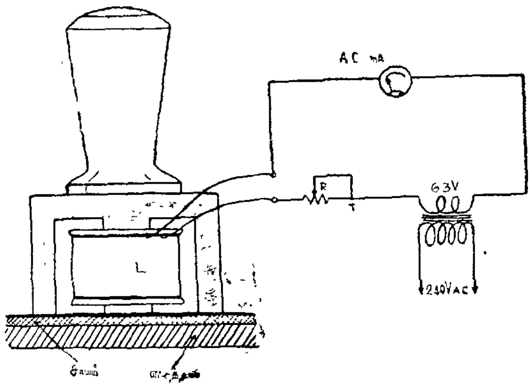


படம் 5·6

தூண்டல் விளைவு ஆற்றல் மாற்றிகள் (Inductive transducers)

மாறும் காந்தத்தடையைப் (Magnetic resistance or reluctance) பயன்படுத்தும் கருவியின் உள் அமைப்பை எடுத்துக் கொள்வோம்.

இதில் நகரக்கூடிய ஆர்மேச்சர் ஒன்று உள்ளது. ஆர்மேச்சர் நகருவதற்கேற்ப, உள்ளகத்தின் (Core) மேல் சுற்றப்பட்டிருக்கும் சுருளின் தூண்டல் விளைவு கூடுதலாக்கப் பட்டோ அன்றி குறைந்தோ தோன்றுகின்றது. காற்றுப்பகுதி யின் (Air gap) அளவுகுறையும்போது, உள்ளகத்தின் காந்தத் தடையானது குறைகின்றது. இதனால் தூண்டல் விளைவான L ஆனது அதிகரிக்கின்றது. ஒரு பாலமின்சுற்றைக் கொண்டு இந்த தூண்டல் விளைவு மாறுதலை நாம் கணக்கிடலாம்.

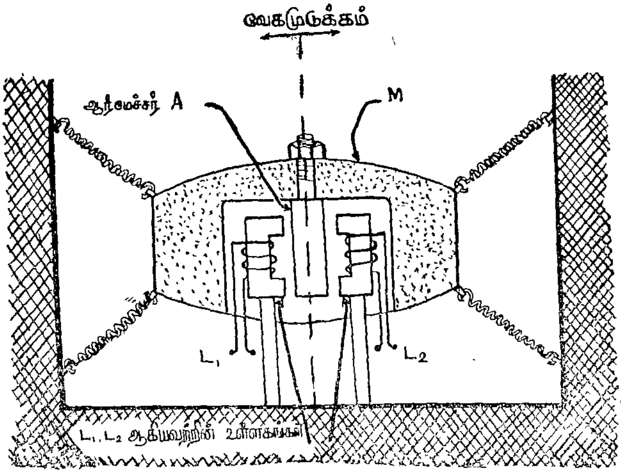


படம் 5·7

படத்தில் காட்டியுள்ள அமைப்பைக் கொண்டு ஓர் எஃகுத்தகட்டின்மேல் உள்ள சாயத்தின் (Paint) தடிமனைக் (Thickness) கண்டறியலாம். ஆற்றல் மாற்றியின் சுருளான L ஆனது 6·3 வோல்ட்களைக் கொண்ட மின்மாற்றி (Transformer) T-யின் துணைச்சுற்றுடனும் (Secondary) R என்ற மாறும் மின் தடையுடனும், A-C மில்லி அம்மீட்டரான mA யுடனும் தொடர் இணைப்பாக உள்ளது. சாயம் பூசப்படாத எஃகுத்தகடானது உள்ளகத்தைத் தொடும்போது மில்லி அம்மீட்டரில் முழுமுகமும் குறிமுள்ளானது நகருமாறு, R என்ற மாறு மின்தடையை சரிக்கட்ட வேண்டும். இப்போது சாயம் பூசப்பட்ட எஃகுத்தகட்டை உள்ளகத்தைத் தொடுமாறு வைக்கவேண்டும். இதனால் குறிமுள்ளின் விலகல் (Deflection) குறைகின்றது. விலகலில் குறைவாகும் அளவிலிருந்து சாயத்தின் தடிமன் எவ்வளவு என்பதை நாம் அறியலாம்.

வேகமுடுக்க மானி (Acceleo meter)

வேகமுடுக்கமானியானது இந்த அடிப்படையில்தான் செயலாற்றுகின்றது. இங்கு நியூட்டனின் முதல் விதியை நாம் நினைவுபடுத்திக் கொள்ளவேண்டும். இதன்படி வேகமாகச் சென்றுகொண்டிருக்கும் காரானது திடீரென்று நிறுத்தப் பட்டால், உடனே உள்ளே இருக்கும் நாம் முன்னேக்கிச் சாய்கின்ருேம். திடீரென்று காரின்வேகம் கூடுதல் ஆகும் போது வேக வளர்ச்சியின் திசைக்கு எதிராக நாம் பின்னேக்கிச் சாய்கின்ருேம். இந்த எளிய அடிப்படையைப் பயன்படுத்தி வேக முடுக்கமானியானது செயலபடுகின்றது.



படம் 5·8

ஆகாயவிமானம் அல்லது கார் ஆகியவற்றின் வேக முடுக் கத்தை அளக்க அவற்றில் M என்ற பொருண்மை கொண்ட பொருளானது நான்கு பக்கங்களிலும் வில்களைக்கொண்ட அமைப்பில் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கின்றது. காரின் வேக வளர்ச்சி கூடுதலாகும்போது இதன்திசைக்கு எதிராக M ஆனது நகர்கின்றது. அதேபோன்று காரின் வேகமானது குறையும் போது M ஆனது முன்னேக்கிச் செல்லத் தலைப்படுகின்றது. M ஆனது இவ்வாறு நகரும்போது, இதனுடன் பொருத்தப் பட்டுள்ள ஆர்மேச்சரானது, நிலையாகப் பொருத்தப்பட் டிருக்கும் சுருள்கள் L_1, L_2 ஆகியவற்றிற்கு இடையே நகரு கின்றது. இதனல் சுருள்களிலுள்ள மின்தூண்டல் அளவில் மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. இம்மாறுதல்களைக் கொண்டு வேகமுடுக்கத்தையோ அல்லது வேக இறக்கத்தையோ நாம்

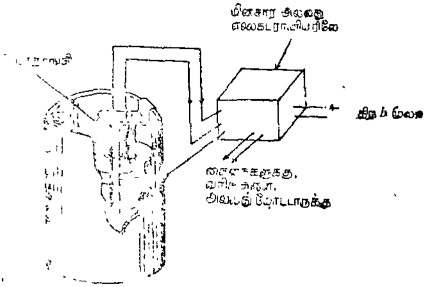
அறியலாம். இவ் வகையான கருவியைக் கொண்டு தொழில் துறையில் பயன்படுத்தப்படும் எந்திரங்கள் செயல்படும்போது அதிர்கின்றனவா என்றும் அல்லது கட்டிட அமைப்புகள் அதிர்கின்றனவா என்றும் எளிதில் உணரலாம்.

ஒளிமின்கல ஆற்றல மாற்றிகள்(Photo electric transducers)

ஒளிமின்கலங்களைப் பயன்படுத்தும் ஆற்றல் மாற்றிகளைப் பற்றியும், அவை செயல்படும் விதங்களைப்பற்றியும் நாம் முன்னரே 'ஒளிமின்கலமும், பயன்களும்' என்ற தலைப்பில் விரிவாகக் கண்டோம். வாசகர்கள் அத்தலைபபிலுள்ளவற்றை இங்கு கவனத்திற்குக் கொண்டுவருதல் நலம்.

நிலை, மட்டம் சுட்டிக்காட்டிகள் (Level and position indicators)

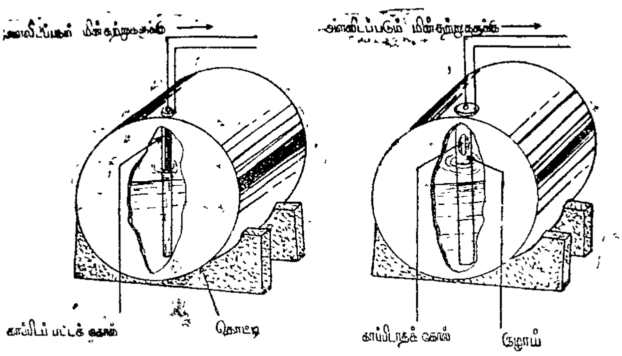
தொழில் துறையில் திடப்பொருட்கள் அல்லது திரவங்களின் மட்டங்களைத் (Levels) துல்லியமாக அளக்க வேண்டியது இன்றியமையாததாகும். மின்கடத்துத்திறன், மின் தேக்குத்திறன் ஆகியவற்றில் தோன்றும் மாறுதல்களைக் கொண்டு திரவமட்டங்களை நாம் எளிதில் காணலாம். கிட்டத் தட்ட எல்லாத் திரவங்களும் ஓரளவுக்காவது மின்கடத்திகளே.



படம் 5·9

இரண்டு உலோகக்கோல்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ள திரவத்தில் செருகப்பட்டுள்ளன. இவைகளுக்கிடையேயுள்ள மின் தடையை அளந்தால், அம்மின்தடையானது உலோகக் கோலகள் எவ்வளவு நீளம் திரவத்தில மூழ்கி இருக்கின்றன என்பதைக் காட்டும். இதைக்கொண்டு திரவமட்டத்தை நாம் அறியலாம். அநேக வேலைகளில் திரவம் நிரப்பப்பெற்றிருக்கும் தொட்டியே ஒரு மின் வாயாகப் (Electrode) பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

மின்தேக்குத்திறனில் தோன்றும் மாறுதலைக்கொண்டும் திரவமட்டத்தை நாம் அறியலாம். மின் கடத்தும் திரவத்தின் மட்டத்தை அளக்கும் கருவியில் ஒரு காப்பிடப்பட்டக் கோலானது திரவத்தினுள் செருகப்பட்டிருக்கும். இக் கோலானது மின்தேக்கியின் ஒரு பிளேட்டாகச் செயல்படுகின்றது. தொட்டியிலிருக்கும் திரவமானது மின்தேக்கியின் மற்றொரு பிளேட்டாக இங்கு செயலாற்றுகின்றது. திரவ மட்டத்திற்கு ஏற்ப மின்தேக்குத்திறனும் மாறும். எனவே இதிலிருந்து திரவமட்டத்தை நாம் அறியலாம்.

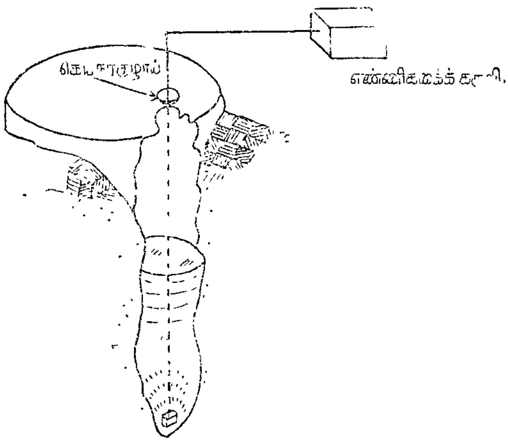


படம் 5·10

ஒலியியல் முறையில் செயல்படும் கருவிகளைக்கொண்டும் தற்காலத்தில் திரவமட்டங்களை அறிய முடிகின்றது. இவ்வகையான முறைகள் தாம் இப்போது வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இம்முறையில் ஆற்றல்மாற்றியிலிருந்து ஒலித்துடிப்பானது (Sonic pulse) திரவத்தை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகின்றது. ஒலியானது காற்றினூடேச் சென்று திரவமட்டத்தின்மேல்பட்டு தனது பாதையில் மறுபடியும் எதிரொலிக்கப் பெறுகின்றது. இதனால் ஒலியானது திரும்பி வந்து மறுபடியும் ஆற்றல் மாற்றியை அடைகின்றது. இவ்வாறு எதிரொலிக்கத் தேவையான கால இடைவெளியைக் கொண்டு, தொட்டியிலுள்ள

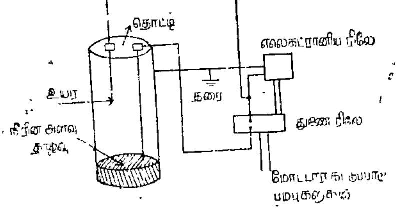
காற்றின் மட்டத்தை அறியலாம். பின்பு இதிலிருந்து திரவ மட்டத்தை அறியலாம்.



படம் 5·11

கதிரியக்கச் சுட்டிக்காட்டிகளைக் கொண்டும் திரவ மட்டத்தை நாம் கணக்கிடலாம். படத்தில் காட்டியவாறு ஒரு வலிமையற்ற (Weak) கதிரியக்கப் பொருளானது தொட்டியின் அடிப்பாகத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து வெளி வரும் கதிரியக்கங்களை (Radiations) திரவமானது உட்கவர் கின்றது. எஞ்சிய கதிரியக்கமானது மேலே வைத்துள்ள ஒரு கெய்கர்–எண்ணியை (Geiger counter) அடைகின்றது. வந்தடையும் எஞ்சிய கதிரியக்கத்தின் அளவிலிருந்து திரவத்தின் தடிமனை அறியலாம்.

அடுத்து, ஒரு தானியங்கும் தொட்டியை எடுத்துக்கொள் வோம். இத்தொட்டியில் நீரோ பாலோ அல்லது இரசாயன



படம் 5·12

கரைசலோ இருக்கலாம். இத்தொட்டியிலிருந்து நாம் திரவத் தைத் தொடர்ந்து எடுத்துக்கொண்டே இருக்கவேண்டியுள்ளது

என்போம். இதற்குத் தொட்டியில் திரவமானது ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்திற்குமேல் போகக்கூடாது. மேலும் திரவமானது குறைந்தவுடன் தானுகவே இத்தொட்டியானது வேண்டிய அளவு திரவத்தினுல் நிரப்பப்படவேண்டும். இதை எப்படிச் செய்வது ?

படத்தில் காட்டியவாறு இதில் இரண்டு மின்வாய்கள் (Electrodes) உள்ளன. இவை இரண்டும் திரவத்தில் செருகப்பட்டுள்ளன. இதில் ஒன்று மற்றதைக் காட்டிலும் உயரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலே இருக்கும் இந்த மின்வாய் நுனியானது திரவமட்டத்தின் உயர் நிலையைக் குறிக்கின்றது. அதேபோன்று கீழே இருக்கும் மின்வாய் திரவத்தின் கீழ் மட்டத்தைக் குறிக்கின்றது. ஒவ்வொரு மின்வாயும் தனித்தனியாக ஒவ்வொரு அஞ்சற்கருவியுடன் (Relay) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு அஞ்சற்கருவிகளும் முறையே இரண்டு மோட்டார்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஒன்று திரவத்தை நிரப்புவதற்கும் மற்றது திரவத்தை வெளியேற்றவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. திரவமானது குறைந்துக் கொண்டே வந்து கீழ்மட்டத்திற்கும் கீழே போகத் தலைப்படும்போது, உடனே மோட்டாரானது செயல்பட்டு திரவத்தை நிரப்பத துவங்குகின்றது. திரவமானது தொட்டியில் கொட்டிக் கொண்டே இருக்கின்றது இதனுல் திரவமட்டம் தொட்டியில் ஏறுகினறது. ஆனுல் திரவமட்டமானது மேலிருக்கும் மின்வாயின் அடிநுனியைத் தொட்டதும், அடுத்த அஞ்சற்கருவியானது செயலபட்டு, திரவம் ஊற்றும் பம்பை நிறுத்திவிடுகின்றது.

இவ்வாறுக ஆற்றல்மாற்றிகள் தொழில் துறைகளில் வெகுவாகப் பயன்படுததப்படுகின்றன.

6. எலெக்ட்ரானியல் வெப்பமூட்டலும், பற்றவைத்தலும், வெட்டுதலும்

(Electronic Heating, Welding and Machining)

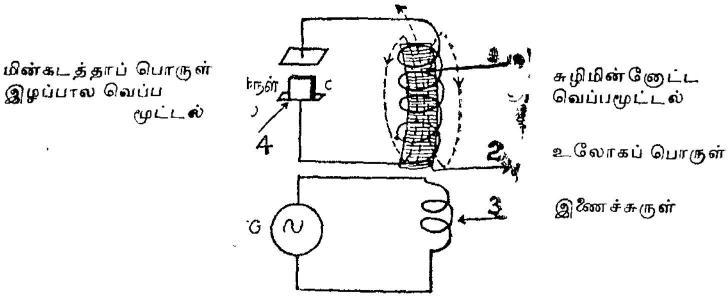
தூண்டுதல் முறையில் வெப்பமாக்கும் (Induction heating) முறையானது, தற்காலத்திய வெற்றிடக்குழாய்கள் கண்டு பிடிப்பதற்கு முன்பிருந்தே, பழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றது. ஆனால் அண்மையில் பிளாஸ்டிக்குகள், உணவுப்பொருட் களின் பாதுகாப்பு முறைகளில் தோன்றிய முன்னேற்றங்களின் காரணமாக மின்கடத்தாப்பொருள் வெப்பமூட்டும் (Dielectric heating) முறையானது வெகுவாக முன்னேற்றம் அடைந் துள்ளது, எடுத்துக்காட்டாக மரத்தொழிற்சாலைகளிலும், வானொலிப் பெட்டிகளைச் (cabinets) செய்வதிலும் மின்கடத் தாப்பொருள் வெப்பமூட்டும் முறையானது இன்றியமையாத தாக அமைந்துவிட்டது.

இந்த இரண்டுவகையான வெப்பமூட்டும் முறைகளின் அடிப்படைக் கருத்துக்களை நாம் எடுத்துக்கொள்வோம்.

அதிக-அதிர்வெண் வெப்பமூட்டல் (High-frequency heating)

படத்தில் காட்டிய G என்பது அதிக-அதிர்வெண் கொண்ட அலையியற்றியாகும் இதனுடன் (L-C) என்ற சுரமாக்கப்பட்ட மின்சுற்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்சுற்றில் இரண்டு வகையான இழப்புகள் (Losses) இருக்கின்றன. ஒன்று C என்ற மின்தேக்கியின் பிளேட்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள மின் கடத்தாப் பொருளில் நடைபெறும் இழப்பாகும். அடுத்தது சுழி மின்னோட்டம் (Eddy currents), காந்தத் தயக்கம் (Magnetic hysteresis) ஆகியவற்றால், L என்ற தூண்டியின் (Inductor) புலத்தில் உண்டாகும் இழப்பாகும். ஆக இந்த இரண்டு வகை களிலும் ஆற்றலானது இழக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு இழக்கப்

பட்ட ஆற்றலானது வெப்பமாக மாற்றப்படுகின்றது. இந்த வெப்பத்தைக் கொண்டுதான வெப்பமாக்கல, பற்றவைத்தல் போன்றவற்றை தொழில்துறையில் செய்துமுடிக்கப் பெறு



படம் 6·1

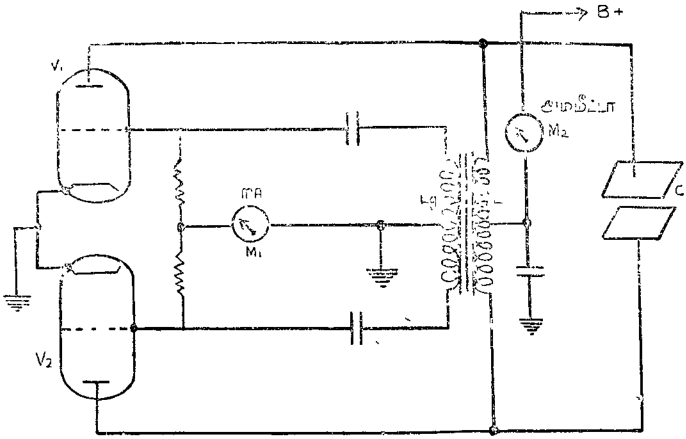
கின்றன. அதிர்வெண் அதிகமாக அதிகமாக இவ்வகை ஆற்றல் இழப்பும் அதிகரிக்கின்றது.

மின்கடத்தாப் பொருள் வெப்பமூட்டல் (Dielectric heating)

ஒரு மின்கடத்தாப் பொருளை மின்தேக்கியான C யின் பிளேட்டுகளுக்கு இடையே வைத்து, அலையியற்றியைத் துவக்கிவிட்டோமெனக் கொள்வோம். வெகு வேகமாகத் திசைமாறும் மின்னோட்டப்புலமானது அப்பொருளினூடே பாய்கின்றது. இப்போது அப்பொருளிலுள்ள மூலக்கூறுகள் இங்குமங்குமாக அல்லற்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால் பொருளில் வெப்பம் உண்டாக்கப் பெறுகின்றது. இவ்வாறு வெப்பமாக்கும் முறையானது, மற்ற சாதாரண வெப்பமாக்கும் முறையிலிருந்து ஒரு முக்கியமான மாறுதலைக் கொண்டது. சாதாரண முறைகளில் ஊட்டப்படும் வெப்பமானது முதலில் பொருளின் மேல்பாகத்தை வெப்பமூட்டுகின்றது. பின்புதான் மெதுவாகப் பொருளின் உள்நோக்கி வெப்பமானது மெதுவாகச் செல்கின்றது ஆனால மின்கடத்தாப் பொருள் வெப்ப முறையில், வெப்பமூட்டப்பெறும் பொருளில மேலிருந்து கீழாக முழுவதும் ஒரே சீராக வெப்பமானது எப்போதும் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதனால் பொருளின் ஒரு குறிப்பிட்டப் பகுதிமட்டும், மற்றப்பகுதிகளை விட அதிகமாக வெப்பமாக்கப் படுவதில்லை. மேலும் இம்முறையில் ஊட்டப்பெறும் வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதும் மிகவும் எளிது. அலையியற்றி செயல் படுவதை நிறுத்தியவுடன் வெப்பமூட்டலும் உடனே நிறுத்தப் பெறுகின்றது.

இவ்வகை வெப்பமூட்டும் முறையில், வெப்ப மூட்டப் பெறும் பொருட்களைப் பொறுத்துத்தான், அலையியற்றியின் அதிர்வெண் அமைகின்றது. பொதுவாக 2 முதல் 100 மெகா ஹெர்ட்ஸ் (2 to 100 Mega Hertz) அளவுள்ள அதிர்வெண்கள் இங்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பிளைவுட் (Plywood) தொழில், மரங்களை கோந்து போட்டு ஒட்டும் முறையில் 2 முதல் 10 மெ. ஹெர்ட்ஸ் அளவுள்ள அதிர் வெண் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. [1 ஹெர்ட்ஸ் = 1 சைக்கிள்/விநாடி]

இவ்வகை வெப்பமூட்டும் முறையானது பிளாஸ்டிக் உற்பத்தியில் வெகுவாகப் பயன்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக வார்ப்பு (Moulding) செய்யும் கட்டத்திற்கு முன்பாக பிளாஸ்டிக்கை வெப்பமூட்ட இம்முறைதான் கையாளப்படு கின்றது. இவ்வாறு வெப்பமூட்டப்படுவது, எளிதாகவும் விரை வாகவும் முடிகின்றது. மேலும் வெப்பமூட்டுதல் சீராக அமைவதின் வாயிலாக வார்ப்பு நல்ல தரத்துடன் அமைந்து விடுகின்றது. இரப்பர் தொழிற்சாலைகளில் இரப்பரில் உள்ள ஈரத்தைப் போக்க (Dry) இம்முறை வெப்பமூட்டும் முறைதான் பயன்படுகின்றது. பிளாஸ்டிக் மழைக்கோட்டுகள், அங்கிகள், கைப்பைகள், பொருட்களைக் கட்டும் பைகள் ஆகியவற்றில்



படம் 6·2

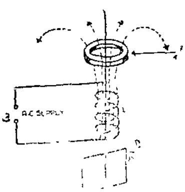
இவ்வாறுதான் வெப்ப ஆற்றலைக்கொண்டு பிளாஸ்டிக் பற்ற வைக்கும் (Plastic Welding) முறையானது கையாளப்படு கின்றது, மேலும் உயர்ரக துணிகள், கம்பளி, பருத்தி நூல்கள், உணவுப் பொருட்கள் ஆகியவற்றை உலர (Dry) வைக்கவும்

இவ்வகை மின்கடத்தாப் பொருள் வெப்பமூட்டும் முறை யானது வழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றது.

மின்கடத்தாப் பொருள் வெப்பமூட்டும் பொறியானது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு, தள்ளு–இழு (Push–Pull) அமைப்பில் V_1 V_2 என்ற அலையியற்றி உள்ளது. நடுவில் இணைப்பு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட தூண்டி L என்பதும் இதனுடன் இணைக்கப்பட்ட C என்ற மின்தேக்கியும் அதிர் வெண்ணை நிர்ணயிக்கின்றன. இம்மின்தேக்கியின் பிளேட்டு களுக்கிடையேதான் வெப்பமூட்டப்பெறும் பொருளானது வைக்கப்பெறும் நடுவில் இணைப்பு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட L_0 என்ற சுருளானது, அலையியற்றித் தொடர்ந்து செயல்படத் தேவையான ஆற்றலைக்கொடுக்குமாறு, இரண்டு வால்வுகளின் கிரிட்டுகளுடனும் இணைக்கப்பெற்றுள்ளது. இரண்டு கிரிட்டு களுடன் பொதுவாக இணைக்கப்பட்டுள்ள M_1 என்ற மில்லி அம்மீட்டரைக் கொண்டு, அலையியற்றிச் சரியாக செயல்படு கின்றதா என்பதை அறியலாம். M_2 என்ற அம்மீட்டரைக் கொண்டு மொத்த நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைக் கணக் கிடலாம்.

தூண்டல் வெப்பமூட்டல் (Induction heating)

படத்தில் L என்ற தூண்டுச்சுருளானது, A-C தோற்று வாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுருளின் காந்தப்புலத்தில் மின்கடத்தும் பொருளாலான ஒரு வளையம் வைக்கப்பட்டுள்ளது இந்த வளையம், ஒரே ஒரு சுற்றைக் கொண்ட, துணைச்சுற்றாகக் கொள்ளப்பட்டால், இந்த முழு அமைப்பும் ஒரு மின்மாற்றியென (Transformer) ஆகின்றது. வளையத்தில் வோல்டேஜ் தூண்டப் பெறுகின்றது. இதன் மின்தடை குறை வாக இருப்பின், இதன் மின்னோட்டம் அதிக மாகும். இதனால் இதில் தோன்றும் வெப்பம் மிக அதிகரிக்கின்றது. படத்தில் கீழேயிருக்கும் P என்ற தட்டைப் பாருங்கள், காந்தக்கோடுகளை இந்தத் தட்டானது வெட்டுவதில்லை. எனவே இத்தட்டானது வெப்பமாக்கப் பெறு வதில்லை.



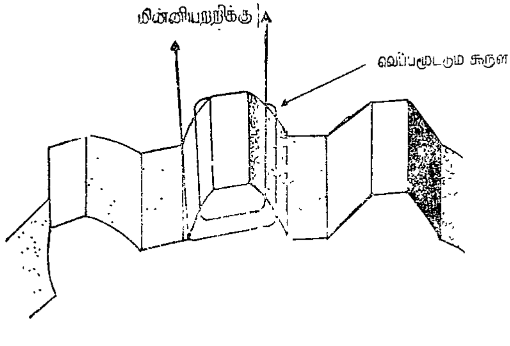
படம் 63

தூண்டல் முறையில். காந்தப்புலத்தில் வைக்கப் பட்டிருக்கும். மின்கடத்தும் பொருளில் சுழிமின்னோட்டம் (Eddy current) தோன்றுகின்றது. இச்சுழிமின்னோட்டத்தினால்

பொருளானது வெப்பமாக்கப்படுகின்றது. பொதுவாக மின் கடத்தும் பொருள்களான உலோகங்கள் இவ்வகையில் சுழி மின்னோட்டத்தினால் எளிதாக வெப்பமாக்கப்படுகின்றன. ஆனால் மின்கடத்தாப் பொருட்கள் அல்லது மிக அதிக மின் தடையைக் கொண்ட பொருட்கள், மின்கடத்தும் பொருட்களால் ஆன, கொள்கலன்களில் (Crucibles) வைக்கப்பட்டுப் பின்பு வெப்பமூட்டப் பெறுகின்றன.

இதோடன்றி, இரும்பு, எஃகு போன்ற பொருட்களில் தோன்றும் காந்தத்தயக்க இழப்புகளாலும், அப்பொருட்களில் வெப்பமூட்டப் பெறுகினறது. இந்த வெப்பமானது, சுழிமின்னோட்டததினால் கிடைக்கப்பெறும் வெப்பத்துடன் சேர்ந்து மொத்தமாகத் தோற்றுவிக்கப் பெறும் வெப்ப அளவை அதிகரிக்கின்றது.

அடுத்து ஒரு முக்கியமான விளைவை எடுத்துக் கொள்வோம். மின்னியலில் தோல்-விளைவைப் (Skin effect) பற்றி நமக்குத் தெரியும். இந்த விளைவால், பொருட்களில் தோற்றுவிக்கப் பெறும் சுழிமின்னோட்டங்கள் யாவும், பொருட்களின் மேற்பரப்பில் மட்டும் குவிக்கப் பெறுவதால், அவைகளின் மேற்பரப்புமட்டும் அதிகமாக வெப்பமூட்டப் பெறுகின்றது. எனவே பொருள் முழுவதும் ஒரே சீராக வெப்பமூட்ட முடியாது. அதிர்வெண் அதிகமாக அதிகமாக இவ்

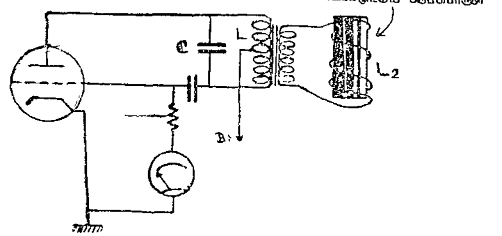


படம் 6·4

விளைவினால், வெப்பமானது மென்மேலும் மேற்பரப்பை நோக்கித தள்ளப்படுகின்றது. இது முதலில் ஏதோ இடர்பாடு போல் தோன்றினாலும், இதையே நமக்கு நன்மை பயக்கும் வகையில் நாம் பயன்படுத்தலாம்.

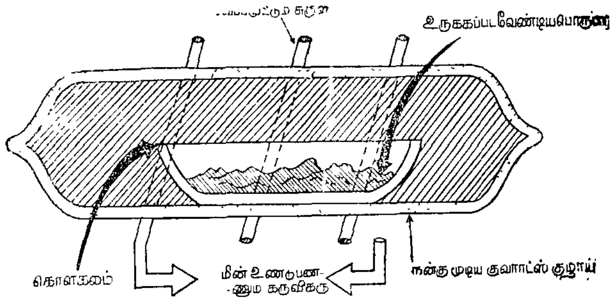
குறிப்பாக, ஒரு பொருளின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை மட்டும் வெப்பமாக்க இம்முறையைக் கையாளலாம். எடுத்துக் காட்டாக பற்சக்கரத்தில், ஒரு குறிப்பிட்ட பல்லின் மேற் புறத்தை மட்டும் உறுதியாக்க இம்முறையை நாம் பயன் படுத்தலாம். இப்பல்லைச் சுற்றிலும் மட்டும் ஒரு தூண்டல் வெப்பமூட்டும் சுருளைச் சுற்றி, இப்பல்லை மட்டும் வெப்ப மாக்கலாம்.

அடுத்து ரேடியோ - அதிர்வெண் (Radio - frequency) தூண்டல் - வெப்பமூட்டும் முறையில் செயல்படும் ஒரு பொறியை எடுத்துக்கொள்வோம். இதில் ஒரு வால்வைக் கொண்ட ஹார்ட்லி (Hartlev) அலையியற்றி உள்ளது. சுரமின் சுற்றன் L-C-ல் தோன்றும் ஆற்றலானது, இச்சுற்றுடன் -



படம் 6 5

நெருங்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளச் சுருள் L_1க்குக் கொடுக்கப் படும். பின்பு இதிலிருந்து வெப்பமூட்டும் சுருளான L_2க்குச்



படம் 6·6

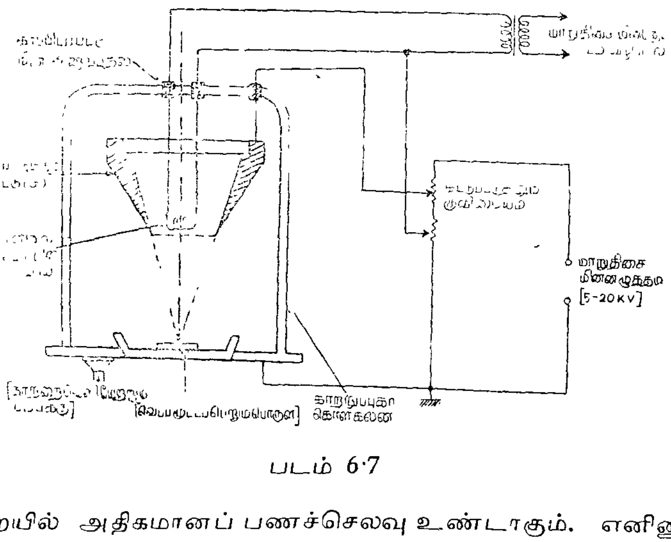
செல்கின்றது இச்சுருளில்தான் வெப்பமாக்கப்பட வேண்டிய பொருளானது வைக்கப்பட்டுள்ளது.

இவ்வகையான முறையைக் கொண்டு வெற்றிடம் அல்லது குறிப்பிட்ட அமுக்கத்தில் பொருள்களை உருக்கும் (Melting) செயலானது எளிதில் செய்து முடிக்கப் பெறுகின்றது.

உருக்கப்பட வேண்டிய M என்ற பொருளானது C என்ற கொள்கலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பின்பு இக்கொள்கலன் Q என்ற குவார்ட்ஸினால் (Quartz) ஆன குழாயினுள் வைக்கப் படும். இக்குழாயைச் சுற்றி L_2 என்ற வெப்பமூட்டும் சுருளானது சுற்றப்பட்டுள்ளது. ஜெர்மானியம், சிலிகான் போன்றவைகள் இம்முறையில்தான் வெப்பமாக்கப்படு கின்றன. மேலும் தானாகவே மூடிக்கொள்ளும் (Automatic sealing) முறைகளிலும், வெற்றுக் குழாய்கள் உற்பத்திமுறை களிலும் இவ்வகையான வெப்பமூட்டும் முறையானது கையாளப்படுகின்றது.

எலெக்ட்ரான்-கற்றை வெப்பமூட்டல் (Electron-beam heating)

இந்த முறையானது பொதுவாக இன்னும் துவக்கநிலையில் தான் உள்ளது எனலாம். இதில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பொருளின்மேல், வேகமாக எலெக்ட்ரான்கள் தாக்குவதால் வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகின்றது. வெப்பமாக்கவோ, பற்ற வைக்கவோ அல்லது துளையிடவோ இப்போது எலெக்ட்ரான் கற்றைப் பொறிகள் பழக்கத்திற்கு வந்துவிட்டன. இந்த



படம் 6·7

முறையில் அதிகமானப் பணச்செலவு உண்டாகும். எனினும் மற்றமுறைகள் பயன்படாது போகும் இடங்களில், இம்

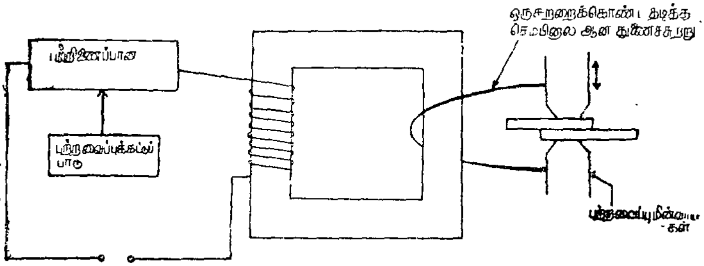
முறையைக் கையாண்டுதான் ஆகவேண்டியுள்ளது. எடுத்துக் காட்டாக டங்ஸ்டன், டைட்டேனியம், மாலிப்டினம் போன்ற பொருட்களை மற்றமுறைகளில் வெப்பமூட்டுவதென்பது இயலாது. எனினும் எலெக்ட்ரான்-கற்றை வெப்பமூட்டும் முறையினுல் இவைகளை வெப்பமூட்டிவிடலாம்.

இப்பொறியில் K என்ற டங்ஸ்டனினுல் ஆன எதிர்மின் வாயிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் யாவும் எதிர் மின்சுமை கொண்ட G என்ற கிரிட்டினுல் குவிக்கப்பெற்று, வேகமூட்டப்பெற்று W என்ற வெப்பமூட்டப்பெறும் பொருளின்மேல் விழுகின்றன. இவ்வாறு மிக வேகமாகப் பாய்ந்துவரும் எலெக்ட்ரான்கள், பொருளின் மேல் தாக்கியதும், அவைகள் நிறுத்தப்படுகின்றன. எனவே அவைகளின் இயக்க ஆற்றலானது, இங்கு வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது. இவ்வாருக W என்ற பொருளானது வெப்பமூட்டப்படுகின்றது. இவ்வகை வெப்பமூட்டும் முறை மிகமிகக் குறைந்த அழுக்கத்தில்தான் செயல்படும். ஆகையால் இந்த அமைப்பானது ஒரு காற்றுப்புகா கொள்கலனில் அமைக்கப்பட்டு, அக்கொள்கலத்தினுடன் காற்றை வெளியேற்றும் பம்பும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பொதுவாக இம் முறையில் வெப்பமாக்கப்படும் பொருளானது மிகமிகச்சிறிய அளவில்தான் இருக்கும். இப்பொருளை வெற்றிட அறையில் வைப்பது, எடுப்பதுபோன்ற செயல்கள் யாவும் தொலைக்காட்சி முறையைக் கொண்டு வெளியிலிருந்துதான் செய்யவேண்டும்.

எலெக்ட்ரானியல் மின்தடை - பற்றவைப்பு கட்டுப்படுத்திகள் (Electronic resistance - Welding Controls)

மின்தடை பற்றவைப்புப் பொறியியல் மின்மாற்றி ஒன்றுள்ளது. ஆனுல் இம்மின்மாற்றியின் துணைச்சுற்றில் ஒரே ஒரு சுற்று (Single turn) தான் இருக்கும். இந்தச்சுற்று தடித்தச் செம்புக்கம்பியினுல் ஆனது. இச்சுற்று, பளுவான பற்றவைப்பு மின்வாய்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மின்வாய்கள் செம்பு அல்லது செம்புக்கலவையால் ஆனவை. காலால் மிதிக்கப்படும்போது விசையைக்கொடுக்கும் ஓர் அமைப்பினுல் மின்வாய்கள் இரண்டும் வேண்டிய அளவு நெருங்கி, பற்றவைக்கவேண்டிய இரண்டு துண்டங்களையும் நசுக்குகின்றன. இதனுல் மின்மாற்றியின் துணைச்சுற்றில் மின்னேட்டம் சுற்ற முடிகின்றது. இப்போது மிகவலிமை வாய்ந்த மின்னேட்டம்

பாய்ந்து, மிகுந்த வெப்பத்தை உண்டாக்குவதால், துண்டங்கள் இரண்டும் உடனே உருகி பற்றவைக்கப்பட்டு விடுகின்றன.

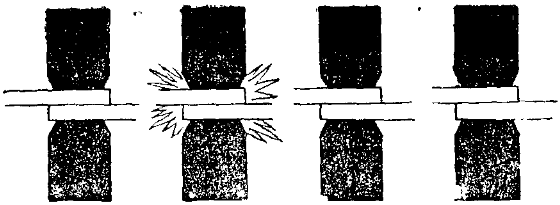


படம் 6·8

மின்மாற்றியின் முதன்மைச்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த பற்றிணைப்பான் (Contactor) ஒன்றுண்டு இது உண்மையிலேயே ஒரு சுவிட்ச்சு தான். ஆனல் இங்கு பயன்படுத்தும் மின்னோட்டத்தின் வலிமை மிக அதிகமாக இருப்பதினலும், குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளுக்குள் காரியங்கள் வேகமாகவும், செவ்வனேயும் செய்து முடிக்கப்பட வேண்டியுள்ளதாலும் சாதாரண அஞ்சற்கருவிகள் இங்கு பயனற்றுப் போய் விடுகின்றன. எனவே சிறிய பற்றவைப்பான்களின் தைரட்ரான்களும், மித அளவு அல்லது பெரிய வைப்பான்களில் இக்னேட்ரான்களும் (Ignitrons) இந்த சுவிட்ச்சின் வேலையைச் செய்கின்றன. இவ்வகையான பற்றிணைப்பான் ஒரு சுவிட்ச்சின் பணியைத்தான் செய்கின்றது. எனினும் இதைச் செயல்படுத்த ஒரு பற்றவைப்புக் கட்டுப்பாடு (Welding control) மிகவும் தேவையாகிறது.

மின்தடை-பற்றவைக்கும் முறையானது நான்கு கட்டங்களில் செய்து முடிக்கப்படுகின்றது. முதலில் நெருக்குங்காலம் (Squeeze time) வருகின்றது. இக்கால இடைவெளியில், பற்ற வைக்கப்பட வேண்டிய துண்டங்கள், மின்வாய்களால் நெருக்கப்பட்டு, வேண்டிய அழுக்கத்தைப் பெருகின்றன. இரண்டாவதாக வருவது பற்றும் நேரம் (Weld time). இக்கால இடைவெளியில் மின்னோட்டமானது பாய்ந்து, இரண்டு துண்டங்களையும் பற்றவைக்கின்றது. பின்பு மின்னோட்டமானது நின்றவுடன் பிடிப்புநேரம் (Hold time) வருகின்றது. இக்கால இடைவெளியில் உருகி பற்றவைக்கப்பட்டத் துண்டங்கள் மீண்டும் திடப்பொருளாக மாறத் தேவையான நேரம் கொடுக்கப்படுகின்றது. கடைசியாக வரும் செயலற்ற

நேரத்தில் (Off time)மின்வாய்கள் மட்டும் விலகி, பற்றவைக்கப் பட்டத் துண்டங்கள் எடுக்கப்பட்டுவிட்டு, வேறு துண்டங்கள் வைக்கப்படுகின்றன.



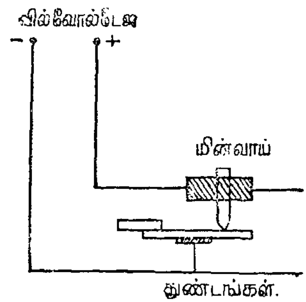
படம் 6·9

வரிசை	நெருக்கம்	பற்றவைப்பு	பிடிப்பு	செயலற்ற நிலை
மின்னோட்டம்	செயலற்ற நிலை	செயலபடுநிலை	செயலற்றநிலை	செயலற்ற நிலை
அழுக்கம்	செயல்படு நிலை	செயல்படுநிலை	செயல்படுநிலை	செயலற்ற நிலை

இவ்வாறான நான்கு கட்டச் செயல்களும் சரியான கால இடைவெளிகளில் தானாகவே சீராகத் தொடர்ந்து நடைபெற வேண்டும். எனவே, ஒவ்வொரு கட்டத்திற்கும் காலக்கட்டுப் படுத்திகள் (Timers) மிகவும் தேவையாகின்றன. ஒவ்வொரு கட்டச்செயல் முடிந்தபின்பும், அடுத்தக் கட்டத்தை உடனே தூண்டத் தேவையான நான்கு கால-தாமத (Time - delay) மின்சுற்றுக்கள் இதற்கெனப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. குறிப்பிட்டக்கால இடைவெளிகளுக்குப் பின்பு ஒவ்வொரு மின்சுற்றும், தானாகவே ஒன்றுக்குப்பின் ஒன்று தொடர்ந்து செயலாற்றுமாறு இம்மின்சுற்றுக்கள் உள்ளன.

எலெக்ட்ரானிய வில்-பற்றவைப்பு (Electronic arc-Welding)

இம்முறையில் பொதுவாக பற்றவைக்கப்பட வேண்டியத் துண்டங்கள் இரண்டும் ஒன்றாகவும், மற்றும் உருகிவிடக்கூடிய மின்வாய் ஒன்றும் உள்ளன. இவையிரண்டும் வேண்டிய மின் ஆற்றல் வழங்கியுடன் (Power supply) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சும் போது உருகும் மின்வாயானது உருகி, பற்றவைக்கப்பட வேண்டியத் துண்டங்களிடையேப் பாய்ந்து பரவி, அவைகளை ஒட்ட வைத்து விடுகின்றது. இந்த மின்வாய் உருகிக்கொண்டே போவதால், அதனது நீளம் குறைந்துகொண்டே போகின்றது. இதனால் வில்லின் நீளம் (Arc length) நீண்டுகொண்டே செல்கின்றது. எனவே ஒரு கட்டத்



படம் 6·10

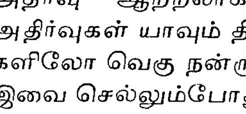
தில் வில்லானது அணைந்து அற்றுப்போய் விடுகின்றது. அல்லது மின்வாய்க்கும் துண்டங்களுக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி மிகக்குறுகிய அளவு இருந்தாலும், பற்றவைப்பு வேண்டியத்தரத்தில் முடிவதில்லை. எனவே மின்வாய்க்கும், துண்டங்களுக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளியை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவே உள்ளவாறு, எலெக்ட்ரானியல் கட்டுப் படுத்திகளைக் கொண்டு, தாமாகவே இயங்குமாறு செய்யலாம்.

கேளா ஒலி ஆக்கக்கருவிகள் (Ultrasonic production tools)

கேளா ஒலி என்பது ஓர் அதிர்வு ஆற்றல் ஆகும். அதனது அதிர்வெண் 15 KHz லிருந்து MHz வரையும், அதற்கு மேலும் இருக்கும். தொழில் துறைக்கு வேண்டிய கேளா ஒலியை உண்டுபண்ண, மிகவும் அதிக அதிர்வெண் உள்ள மின்னோட் டத்தை உற்பத்திசெய்யும் ஜெனரேட்டர்கள் (Generators) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பிறகு இந்த மின்னோட்டங்கள், ஆற்றல் மாற்றிகள் வழியாக அனுப்பப்பட்டு, மின்னாற்றலானது, அதிர்வு ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது. கேளா ஒலியின் அதிர்வுகள் யாவும் திடப்பொருளிலோ அன்றி திரவப்பொருள் களிலோ வெகு நன்றாகப் பரப்பப்படும். ஆனால் காற்றினூடே இவை செல்லும்போது, தங்களது ஆற்றலின் பெரும்பகுதியை இழந்து விடுகின்றன. இதனால்தான் கேளா ஒலியைப் பயன் படுத்தும்போது, அதன் ஆற்றல்மாற்றியை பொருளின்மேல் படும்படியோ அல்லது திரவத்தினுள்ளோ இருக்குமாறு வைக்க வேண்டியுள்ளது.

கேளா ஒலி ஆற்றல்மாற்றிகள் பீசோ - மின்முறையிலோ (Piezo electric) அல்லது காந்தப்பரிமாண மாற்ற (Magneto strictive) முறையிலோ அமைந்துள்ளன.

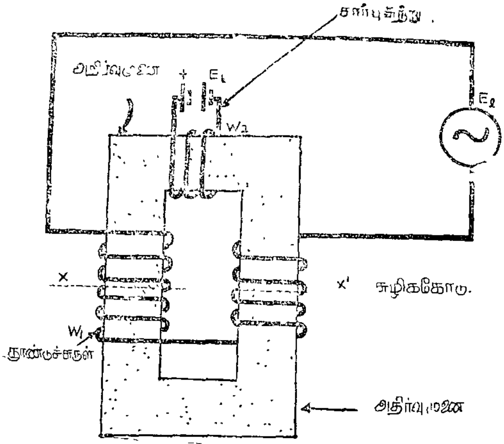
பீசோ மின் முறையில், சாதாரணமாக ஒரு குவார்ட்ஸ் படிகம் (Quartz crystal) உள்ளது. இந்தப் படிகமானது, அதிக அதிர்வெண் உள்ள மின்புலத்தினால் அதிர வைக்கப்படுகின்றது. படத்தைப் பாருங்கள்—ஆற்றல் மாற்றியில் S_1 S_2 என்ற இரண்டு எஃகுப் பிளேட்டுகள் P என்ற பீசோ படிகத்தின் இரண்டு இணைப்பக்கங்களிலும் பொருத்தி வைக்கப்பட்டுள்ளன. பீசோ படி கத்தை அதிரவைக்க வேண்டித் தேவைப்படும் A-C வோல்டேஜை கொடுப்பதற்காகவே S_1, S_2 என்ற இரண்டு மின்வாய்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 6·11

1. மாறுதிசைமின்னோட்டம் உண்டாகும் கருவி
2. பீசோ மினமுறைப்படிகம்
3. அதிரும் மேற்பகுதி
4. எஃகுப் பிளேட்டுகள்

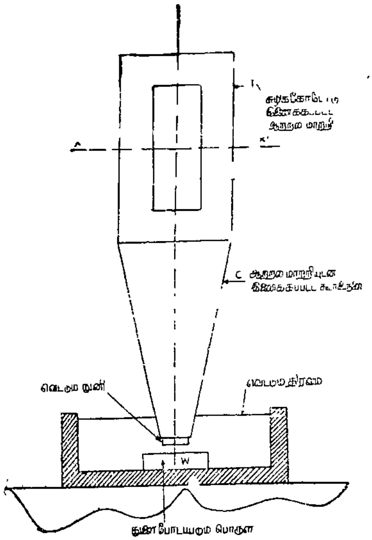
நிக்கல் அல்லது இரும்பு-கோபால்டு (Iron-Cobalt) கலவை இவற்ருல் ஆன கோலை (Rod) காந்தப்புலத்தில் வைத்தால் கோலின் நீளம் குறைகின்றது இவ்வகையான மாறுதலைத்தான் நாம் காந்தப் பரிமாண மாறுதலை (Magnetostriction) என்கிருேம். இம்முறை கேளா ஒலி ஆற்றல் மாற்றியில் பயன் படுத்தப்படுகின்றது.



படம் 6·12

நிக்கலிஞல் ஆன உள்ளகத்தின்மேல் W_1 என்ற மின் சுருள்கள் இருக்கின்றன. இவையாவும் E_C என்ற A-C வோல்டேஜைக் கொடுக்கும் தோற்றுவாயுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இத்தோற்றுவாயின் அதிர்வெண் மிக அதிகமாக உள்ளது. W_2 என்ற வேறு ஒரு சுருள் நேர்மின்னேட்டத் தோற்றுவாயுடன் (D - C Voltage) இணைக்கப்பட்டு உள்ளகத்தின் ஒரு பகுதியில் உள்ளது. இதனல் செயல்படும் புள்ளியானது (Operating point) நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. இப்போது உள்ளகமானது சரியாக அதன் நடுவில் கெட்டி யாகப் பிடிக்கப்பட்டு விட்டால், உள்ளகத்தின்மேல், கீழ் ஆகிய இரண்டு பாகங்களும் மிக வேகமாக நீண்டும், குறுகியும் அதிர்கின்றன. இதனல் அதிர்வு ஆற்றல் உண்டாகின்றது. கேளா ஒலிச் சாதனங்களைக் கொண்டு டங்ஸ்டன், கார்பைட் ஜெர்மானியம், சிலிகான், பீங்கான் போன்ற கெட்டியான

அனால் உடையக்கூடிய (Brittle) பொருட்களை அழகான முறையில் வெட்டுவதற்கோ அன்றி துளையிடுவதற்கோ முடியும்.

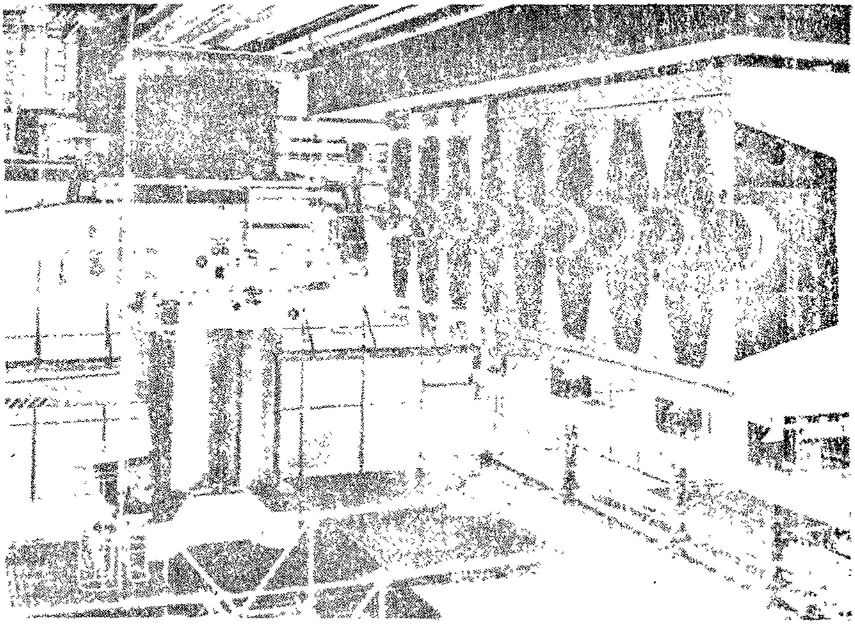


படம் 6·13

படத்தில் காட்டியபடி கேளா ஒலி துளைபோடும் (Drill) சாதனத்தில் T என்ற காந்தப்பரிமாண மாற்றும் ஆற்றல் மாற்றி உள்ளது. இது X X'(N)[1] என்றநேர்கோட்டில் கெட்டியாகப் பிடிக்கபபட்டுள்ளது, C என்ற உலோகத்தாலான ஒரு கூர் உருளையானது, (Conᶠ) ஆறறல் மாற்றியுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இக்கூர் உருளையின் நுனியில் வெட்டும் நுனி (Cutiing tip) இருக்கின்றது. வெட்டப்பட வேண்டிய W என்ற துண்டானது வெட்டும் திரவத்தினுள் (Cutting fluid) வைக்கப் பட்டுள்ளது. வெட்டும் நுனியானது W-வைத் தொடாமல் ஆனால் அதற்கு மிக அருகிலேயே அதிர்கின்றது. அப்படி இது அதிரும்போது, திரவத்தினுள் இருக்கும் உராய்பொருள் (Abrasive) துகள்கள் இந்த அதிர்வுகளைப்பெற்று, அவை வெட்டும் நுனியின் உருவ அமைப்பிலேயே, W என்ற பொருளில் துளையிட்டு விடுகின்றன. எனவே இங்கு இத்துகள்கள்தாம் வெட்டும் பொருட்களாகப் பணியாற்று கின்றன. அதிர்வு ஆற்றலைப் பரப்புவதற்கும், அதேவேளையில் வெட்டப்படும் பொருளையும், வெட்டும் நுனியையும் குளிர வைப்பதற்கும் திரவம் தேவைப்படுகின்றது.

கேளா ஒலி பற்றுசுச் சூட்டுக்கோலும், பற்றவைத்தலும் (Ultrasonic soldering and welding)

அலுமினியம் அல்லது அதன் கலவைகளை மற்றச் சாதாரண முறைகளின்படி பற்றுசு வைப்பது (Solder) என்பது முடியாததாகும். ஏனெனில் அலுமினியப் பரப்பின்மேல் அலுமினிய



படம் 6·14

ஆக்சைடு (Aluminium oxide) என்ற படலமானது (Film) படர்ந்துவிடுவதால்தான் பற்றுசு வைப்பது முடியாமல் போய் விடுகின்றது. ஆனல் கேளா ஒலி பற்றுசுச் சூட்டுக்கோலின் நுனியானது வேகமாக அதிர்வதால், உருகியிருக்கும் பொருளில் அநேக வாயுக்குமிழ்கள் (Bubbles) உண்டாக்கப் பெறுகின்றன. இதனல் மேற்பரப்பின்மேல் ஆக்சைடுப் படலம் தோன்ற முடியாமற் போகின்றது ஆகையினல் பற்றுசு வைப்பது எளிதாகின்றது.

கேளா ஒலியைக் கொண்டு பற்றவைத்தலும் (Welding) செய்து முடிக்கப்படுகின்றது. இது அமைப்பில் சூட்டுக்கோலின

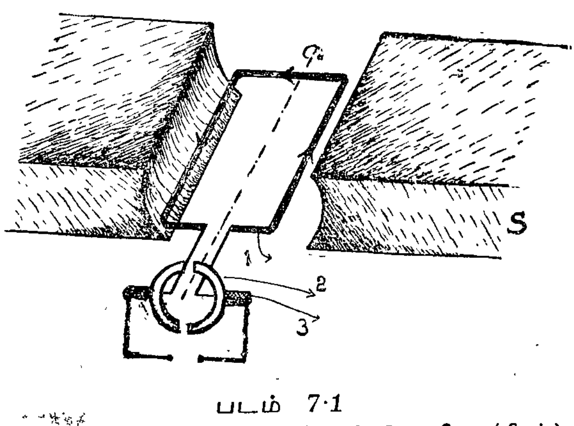
அடிப்படையில்தான் செயலாற்றுகின்றது. இது பொதுவாக 15 முதல் 50 KHz (1KHz=1Kc/s) அதிர்வெண்களில்தான் செயல்படுகின்றது.

தொழில் துறையில் கேளா ஒலியை உருகிய கலவைகளைக் கலக்கவும், அவற்றிலுள்ள வாயுக்களை நீக்கவும், எளிதில் கலவாத இரண்டு திரவங்களை ஒன்றோடொன்று கலக்குமாறு செய்யவும், உணவுப்பொருட்களைப் பாதுகாக்கும் முறைகளிலும், இன்னும் பலவகைகளிலும் நாம் பயன்படுத்துகின்றோம்.

7. மின்மோட்டார் கட்டுப்பாடு

(Electric Motor Control)

மின்சக்தியை எந்திர சக்தியாக மாற்றும் ஓர் அமைப்பே மின்மோட்டாராகும். அமைப்பில் நேர்திசை மின்சார டைனமோவும், நேர்திசை மின்சார மோட்டாரும் ஒரே மாதிரியாக இருந்தாலும், மோட்டாரின் ஆர்மெச்சூருக்கு (Armature) வெளியிலிருந்து மின்னழுத்தம் ஊட்டவேண்டும். ஒரே எந்திரத்தை நேர்திசை மின் மோட்டாராகவும், டைனமோ எனப்படும் மின் இயற்றியாகவும் இயக்கலாம். எலெக்ட்ரானியல் கருவிகளைக்கொண்டு மோட்டாரின் வேகத்தை எவ்வாறு தேவைக்கேற்றவாறு மாற்றலாம் அல்லது கட்டுப்படுத்தலாம் என்பதைக் காணுமுன், மோட்டாரின் அமைப்பையும், இயக்கத்தையும் தெரிந்துகொள்வது இன்றியமையாததாகும்.



படம் 7·1

1. ஆர்மெச்சூர் 2. வளையதிசை திருப்பி 3. தூரிகை (பிரஷ்)

நேர்திசை மின் மோட்டார் (D. C. Motor)

ஃபிளமிங்கின் இடதுகை விதியின்படி, காந்தத் துருவங்களுக்கு இடையே வைக்கப்படும் கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம்

பாய்ந்தால், அந்தக் கம்பிச்சுருளானது தனது தளம் (Plane) காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்படி அமையச் செய்யும் ஓர் இரட்டை (Couple) விசையைப் பெறுகிறது. மோட்டாரின் படம் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

மோட்டாரின் முக்கிய பாகங்கள்: (1) புலமின் காந்தம் (Field magnet), (2) ஆர்மெச்சூர். (3) வளையத் துண்டுகளாலான திசைமாற்றி (Split ring Commutator),

ABCD என்பது ஆர்மெச்சூரின்மீது சுற்றப்பட்ட கம்பிச் சுருளாகும். இதன் இரு முனைகளும் அரைவளையத் துண்டுகளாலான திசைமாற்றியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்கலத்தின் நேர்முனையோடும், எதிர்முனையோடும் முறையே B_1, B_2 என்ற பிரஷ்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்னோட்டம் கம்பிச் சுருளில் ABCD என்ற திசையில் பாய்கிறது. ஃபிளமிங்கின் இடதுகை விதிப்படி ABயில் எந்திர விசை கீழ்நோக்கியும், CDயில் மேல்நோக்கியும் இருப்பதால் இந்த இரண்டு எதிர் திசை இணை விசைகள் ஓர் இரட்டையாக அமைந்து ABயைக் கீழ்நோக்கிச் சுழலச்செய்கிறது. எனவே AB யானது அடிப் பகுதிக்குச் செல்லுகிறது .CD யானது மேற்பகுதிக்கு வருகிறது. இந்த நிலையில் பிரஷ்களின் வளையத் துண்டுகளோடு உள்ள தொடர்பு (Contact) இடமாற்றம் பெறுவதற்கு உகந்தபடி திசைமாற்றி அமைக்கப்பட்டிருப்பதால், கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டம் D-யிலிருந்து C-யிற்கும் பின்பு B-யிலிருந்து A-யிற்கும் பாய்கிறது. பின்பு A B மேல் நோக்கியும், C D கீழ்நோக்கியும், நகர்வதால், கம்பியில் உள்ள இரட்டைவிசை முன்போலவே அதே திசையில் உள்ளது. இவ்வாறு வளையத்துண்டுத் திசை மாற்றியின் உதவியால் தொடர்ந்து சுழல்கிறது மோட்டாரில் உள்ள உண்மையான ஆர்மெச்சூரில் ஏராளமான கம்பிச் சுருள்கள் பல கோணங்களில் சுற்றப்பட்டுள்ளதால், அது எந்த நிலையில் இருந்தாலும், இரட்டை விசையின் திருப்புத் திறன் ஒரே சீராகவும், சமமாகவும் இருக்கும். எனவே அந்த ஆர்மெச்சூரின் சுழற்சியும் ஒரே சீராக இருக்கும். ஆர்மெச்சூரின் அச்சின்மீது ஒரு சக்கரமும், பட்டையும் (Belt) பொருத்தப் பட்டு, இந்தச் சுழற்சியைக்கொண்டு வேறு எந்திரங்களையும் இயக்கலாம்.

நேர்திசை மின்சார டைனமோவில் உள்ளது போலவே மோட்டாரிலும் மூன்று வகைகள் உள்ளது.

(i) தொடர் இணைப்பு மோட்டார் (Series-wound motor)

(ii) பக்க இணைப்பு மோட்டார் (Shunt-wound motor).

(iii) கூட்டு இணைப்பு மோட்டார் (Compound-wound motor)

மோட்டாரில் உள்ள கிளர்ச்சி ஊட்டும் புலச்சுருள்கள் (Exciting field coils) தொடர் இணைப்பிலோ அல்லது பக்க இணைப்பிலோ அல்லது இரண்டும் கலந்து கூட்டு இணைப்பிலோ ஆர்மெச்சூரின் கம்பிச்சுருளோடு இணைந்திருக்கும். திசை மாற்றியிலிருந்து ஆர்மெச்சூர் சுருள்வழியாக ஒரு நிலையான மின்னோட்டம் வெளியேயிருந்து பாய்ச்சப்படுகிறது. ஆர் மெச்சூர் மின்னோட்டத்தினால் உண்டாகும் காந்தப்புலத்திற்கும், ஏற்கனவே உள்ள நிரந்தரக் காந்தப்புலத்திற்கும் இடையே ஏற்படும் விளைவினால் ஆர்மெச்சூர் சுழலுகிறது. இந்தச் சுழலும் திசையானது புலக்காந்தங்களின் தொடர், பக்க, கூட்டு இணைப்பைப் பொருத்து அமையும்.

தொடர் இணைப்பு டைனமோவைக் காந்தப்புலத்தின் திசையில் எந்தவித மாற்றமும் இன்றி மோட்டாராக இயக்கினால் அது டைனமோவின் திசைக்கு எதிர்திசையில் இயங்கும். இதை டைனமோவின் திசையிலேயே இயக்க வேண்டுமாயின் புல காந்தங்களின் துருவங்களில் எந்தவித மாற்றமும் ஏற்படாத வாறு பிரஷ்கள் ஒன்றுக்கொன்று இடம் மாறவேண்டும் (Should be crossed). ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டமும், புலக் காந்தமும் திசைமாறும்போது சுழலும் திசை ஒன்றாகவே இருக்கும். எனவே மோட்டாரின் சுழலும் திசை மாற்றப்பட வேண்டுமாயின் காந்தப்புலத்தின் திசையையோ அல்லது ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தின் திசையையோ மாற்றவேண்டும் இதில் ஏதோ ஒன்றை மட்டுமே மாற்றவேண்டுமேயல்லாமல் இரண்டையும் ஒரே சமயத்தில் மாற்றக்கூடாது. இத்தகைய மோட்டாரில், பளுவில் ஏதாவது சிறு மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், மின்னோட்டத்திலும் அதன் காரணமாகக் காந்தப் புலத்திலும் பெருத்த மாற்றம் ஏற்படும். இந்த மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப மோட்டாரின் வேகமும் மாறுகிறது. பளு குறைந்தால் இந்த மோட்டாரின் வேகம் அதிகரிக்கிறது. பளுவை நீக்கிவிட்டால், ஆபத்தை விளைவிக்கும் அளவிற்கு உயர்வேகத்தில் இயங்கும். எனவே பளு இல்லாத நேரத்தில் ஒரு மின்தடையைத் தொடர் இணைப்பில் இந்த மோட்டாரோடு இணைக்கவேண்டும். வெவ் வேறு வேகத்தில் இயக்கம் தேவைப்படும் இடங்களில் தொடர் ட்டார்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பக்க இணைப்பு டைனமோவை எந்தவித மாற்றமும் இன்றி மோட்டாராக இயக்கினால் அது டைனமோவின் திசையி லேயே இயங்கும். பக்க இணைப்பும் தொடர் இணைப்பும் கலந்த கூட்டு இணைப்பு டைனமோவை இணைப்பில் எந்த மாற்றமும் இன்றி மோட்டாராக இயக்கினால், தொடர் இணைப்புச் சுருளும், பக்க இணைப்புச் சுருளும் ஒன்றையொன்று எதிர்ப்ப தால் முடிவில் டைனமோவின் திசையிலேயே மோட்டார் இயங்கும். எனவே கூட்டு இணைப்பு டைனமோவை மோட்டா ராக இயக்கப்படுமுன் அதன் தொடர் இணைப்பைத் திசைமாற்றி அதில் உள்ள மின்னோட்டத்தை மட்டும் முதலில் திசை திருப்ப வேண்டும். பக்க இணைப்பு, கூட்டு இணைப்பு மோட்டார்களின் இயக்கம், பளு மாறினாலும் உயர்ந்த அளவு ஒரே சீராக இருப்பதால் இவற்றைத் தொழிற்சாலைக் கருவிகளில் அதிக மாகப் பயன்படுத்துகிறோம்.

மின்சார இரயில் எந்திரங்களிலும் கப்பிகள் உள்ள பாரம் தூக்கும் எந்திரங்களிலும், மின்சாரக் கார்களிலும், சுமை வண்டிகளிலும், சுரங்கங்களிலும், பெரிய தொழிற்சாலை களிலும் தொடர் இணைப்பு மோட்டார்கள் பயன்படுகின்றன. பக்க இணைப்பு மோட்டாரின் வேகம் ஒரே சீராக இருப்பதால், எங்கெல்லாம் மாருத வேகம் தேவைப்படுகிறதோ அங் கெல்லாம் இவை பயன்படுகின்றன. துளையிடும் கருவிகளிலும், மின்சாரப் பம்புகளிலும், மின்விசிறிகளிலும் இவை பயன்படு கின்றன. கூட்டு இணைப்பு மோட்டார்கள் பளு தூக்கும் மின் சார எந்திரங்களிலும், காற்றை அமுக்கும் கருவிகளிலும், வெற்றிடம் ஏற்படுத்தும் குழாய்களிலும் பயன்படுகின்றன.

பின்னேக்கு மின்னழுத்தமும் தொடக்க மின்தடையும் (Back e. m. f. Starting Resistance)

மோட்டாருக்குக் கொடுக்கப்படும் E-வோல்ட்டுகள் மின் னழுத்தத்தின் காரணமாக, அது அதிவேகத்தில் இயங்கும் போது காந்தப் புலத்தின் விசைக்கோடுகள் வெட்டப்படு கின்றன. இதன் விளைவாக ஒரு மின்னழுத்தம் தூண்டப்படு கிறது. இவ்வாறு எந்த எந்திரமும் மோட்டாராக இயங்கும் போது அது ஒரு டைனமோவாகவும்(மின் இயற்றியாக) இயங்குகிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் மின்னழுத்தத்தை பின்னேக்கு மின்னழுத்தம் (Back e. m. f.) அல்லது எதிர் மின்னழுத்தம் எனக் குறிப்பிடலாம். ஆர்மெச்சூரின் இதன்

அளவு e-வோல்ட்டாக இருந்தால், முடிவான மின்னழுத்தத்தின் அளவு (E-e) என்ற மதிப்பிற்கு மாறுகிறது. எனவே ஆர்மெச் சூரில் மின்னோட்டத்தின் அளவு $I_a = \frac{E-e}{R}$ ஆக இருக்கும். இங்கு R என்பது ஆர்மெச்சூரின் மின்தடையைக் குறிக்கும். இந்த மின்தடையின் அளவானது, உச்ச வேகத்தில் மோட்டார் இயங்கும்போது இருக்கும் மின்னோட்டத்தின் அளவு கம்பிச் சுருளை அழிக்காவண்ணம் இருக்க உகந்த அளவினதாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படவேண்டும்.

மோட்டார் இயங்கத் தொடங்கும்போது எதிர்மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுவதில்லையாகையால், அப்போது மின்னோட்டம் $I = \frac{E}{R}$ என்ற அளவிற்கு இருக்கும். இது I_a-வைக் காட்டிலும் மிக உயர் அளவில் இருப்பதால் இது ஆர்மெச்சூர் கம்பியை அழித்துவிடும். இதைத் தவிர்க்க எப்போதும் ஒரு தொடக்க மின்தடையைத் (Starting Resistance) தொடர் இணைப்பில் மோட்டாரோடு இணைக்கவேண்டும். இதன் முக்கியத்துவத்தைக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள எடுத்துக் காட்டு நன்கு விளக்கும்.

ஆர்மெச்சூரின் மின்தடை $R_a = 0{\cdot}05$ ஓம்கள் என்றும், மோட்டாருக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் $E = 100$ வோல்ட்டுகள் என்றும், பின்னேக்கு அல்லது எதிர் மின்னழுத்தம் $e = 98$ வோல்ட்டுகள் என்றும் வைத்துக்கொள் வோம் உச்ச வேகத்தில்,

ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் $I_a = \frac{100-98}{0{\cdot}05}$

$= 40$ ஆம்பியர்கள்

முழு அளவு மின்னழுத்தம் 100 வோல்ட்டுகளையும் திடீரென மோட்டார் இயங்காத நிலையில் கொடுத்தால் அல்லது எதிர் மின்னழுத்தம் தோன்றாது இருந்தால்

$I_a = \frac{100}{0{\cdot}05} = 2000$ ஆம்பியர்கள் இந்த அளவு மின்னோட்டம் எந்திரத்திற்குச் சேதம் விளைவிக்கும்.

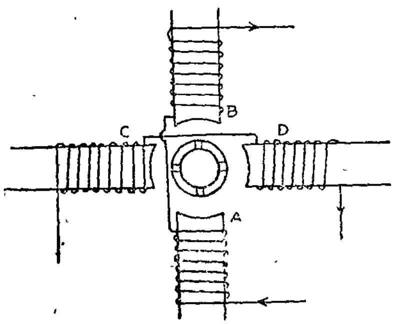
இதைத் தவிர்க்க முழு மின்னழுத்தம் E-வோல்ட்டுகளையும் மோட்டார் உச்ச வேகத்தை அடையும்வரை கொடுக்கப் படுவதில்லை.

மோட்டாரின் வேகம் உயர, உயர தொடர் இணைப்பில் உள்ள தொடக்க மின்தடையானது அப்போதைக்கப்போது

கட்டுப்படுத்தியின் உதவியால் தகுந்த அளவு குறைக்கப்படுகிறது. அதாவது, மோட்டாரின் சுவிட்சைப் போடும்போது, கட்டுப்படுத்தியின் அல்லது ஒழுங்குபடுத்தியின் கரம் (Regulator arm) மோட்டாரின் வேகம் அதிகமாகும்போது சிறிதுசிறிதாக நகர்ந்து தொடக்க மின்தடையைக் குறைக்கிறது. சுவிட்சைத் திறக்கும்போது கட்டுப்படுத்தியின் கரம் தானகவே வில்லின் உதவியால் உச்ச மின்தடையை நோக்கிப் பின்னேக்கி நகர்கிறது. இத்தகைய அமைப்பால் மோட்டாருக்கு எந்தவித சேதமும் ஏற்படாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

தூண்டு மின்மோட்டார்
(Induction Motor)

தூண்டு மின் மோட்டார் என அழைக்கப்படும் மாறுதிசை மின் மோட்டாரில் (A. C. Motor), சுழலும் (Rotating) காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஆர்மெச்சூரில் மின்தூண்டல் நிகழ்கிறது. சுழலும் காந்தப்புலம் என்பது என்னவென்றல் அதன் அளவு மாருமலும், ஆனல் காந்தப்புலத்தின் திசையானது ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சை மையமாகக்கொண்டு ஒரே சீரான சுழல்திசை வேகத்தோடும் (Uniform angular velocity) சுற்றிக்கொண்டு இருக்கும்,



படம் 7·2

இத்தகைய காந்தப் புலத்தை AB என்ற கம்பிச்சுருளும் CD என்ற கம்பிச்சுருளும் உண்டாக்குகின்றன. இந்த இரண்டு கம்பிச்சுருள்களுக்கும், ஒரே அளவான அதிர்வெண்ணேயும் (Frequency), வீச்சையும் (Amplitude) ஆனல் கட்ட வித்தியாசம் (Phase difference) 90° உள்ள, மாறுதிசை

மின்னேட்டம் கொடுக்கப்படுகிறது. எனவே இவற்ருல் உண்டாக்கப்படும் காந்தப்புலங்களின் திசையும் எந்தச் சமயத்திலும் ஒன்றுக்கொன்று 90° கோணத்தில் அமையும். காந்தப்புலத்தின் வலிமையும் அந்த மின்னேட்ட அளவிற்கு ஏற்ப நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

காந்த விசைக்கோடுகள் விநாடிக்கு விநாடி மாறிக் கொண்டே இருப்பதால், இந்தச் சுழலும் காந்தப் புலத்திற்கு இடையே உள்ள கம்பிச்சுருளும் அவ்வாறே அந்தக் காந்தப் புலத்தோடு அதன் சுழல்திசை வேகத்தில் காந்தப் புல மாற்றத்தை எதிர்க்கும் வண்ணம் சுழலும். இதுவே தூண்டு மின்மோட்டாரில் உபயோகப்படும் தத்துவமாகும்.

மின்விசிறி போன்றவற்றில் உபயோகப்படும் சிறிய தூண்டு மின் மோட்டார்கள் ஒரு கட்ட மாறுதிசை மின்னேட்டத்தால் (Single phase A. C) இயங்குகின்றன. பெரிய மோட்டார்களில் சுழலும் காந்தபபுலத்தை மூன்றுகட்ட மாறுதிசை மின்னேட்டம் உண்டாக்குகிறது. இதில் தனித் தனியே மூன்று கம்பிச்சுருள்களும் மூன்று கட்டத்தில் இயங்கும் வண்ணம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்

எலெக்ட்ரானியல் மோட்டார் கட்டுப்பாடு (Electronic Motor Control)

மாறுதிசை மின் மோட்டார்களில் தனிப்பட்ட புல மின்னளிப்புத் (Separate field supply) தேவையில்லை யாகையால், இவையே அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. குறிப்பாக வேகக் கட்டுப்பாடு (Speed control) அவசிய மில்லாத இடங்களில் சிறு வடிவங்களில் இவை அதிகமாக உபயோகத்தில் உள்ளன. பெரிய வடிவங்களில் இவற்றின் வேகம் நிலையில்லாது இருப்பதாலும், பயனுறுதிறன் (efficiency) குறைவாக இருப்பதாலும் பொறியியல் வல்லுநர்கள், நேர்திசை மின்மோட்டார்களை அமைக்க முன்வந்தனர். தனியாகக் கிளர்ச்சி ஊட்டப்படும் (Separately excited) நேர்திசை மின் மோட்டார்கள், வேகத்தைத் தேவைக்கு ஏற்ப மாற்றுவதற்கு ஏதுவான பண்பையும், உயர்ந்த பயனுறுதிறனேடு எளிதில் எலெக்ட்ரானியல் மின்சுற்றில் கட்டுப்படுத்தப்படும் குணத் தையும் பெற்றுள்ளன. எலெக்ட்ரான் குழாய்களையும், மோட் டாரையும் சேர்த்து இயக்குவது செலவு அதிகமானலும், வேகத்தைமிகவும் துல்லியமாகக்கட்டுப்படுத்தல், மோட்டாரின்

இயக்கத் தொடக்கத்தில் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தல் மோட்டாருக்குச் சேதமேற்படாமல் பாதுகாத்தல், தேவைக் கேற்பத் துல்லியமாக வேகத்தை மாற்றல் போன்ற சிறப்பான தனிப்பண்புகளைப் பார்க்கும்போது இதுவே மிகவும் சிறந்த தாகும். மேலும் தனியாக நேர்திசை மின்திறன் அளிப்பு (D. C. Power supply) அவசியமில்லாமல் மாறுதிசை மின்னோட் டத்தை வைத்துக்கொண்டு நேர்திசை மின்மோட்டாரை எலெக்ட்ரானியல் கட்டுப்பாட்டின் உதவியால் நன்கு இயக்க லாம். கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் மின்திருத்தி (Rectifier) சேர்க்கப்பட்டு அதனால் கிடைக்கும் நேர்திசை மின்னோட் டத்தை ஆர்மெச்சூர், மோட்டாரின் புலக்கம்பிச்சுருள், கட்டுப் படுத்தி ஆகிய மின்சுற்றுகளுக்கு அளிக்கிறோம். செலீனியம், தட்டு (Selenium-Disc) மின்திருத்தியும், எலெக்ட்ரான் குழாய் மின்திருத்தியும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றைப் பல்வேறு கூட்டு இணைப்பில் பல மின்சுற்றுகளில் இணைப்ப தோடு இவற்றின் பயனுறுதிறனைக் கட்டுப்படுத்த ஒரு கட்டுப் படுத்தியையும் சேர்த்துவைக்கப்படும் இந்தக் கருவிகள் குறைந்த குதிரைத் திறனிலிருந்து நூற்றுக்கணக்கான குதிரைத் திறனைக் கொடுக்கும் அளவிற்கு பல்வேறு வடிவங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன.

தனிப்பட்ட முறையில் கிளர்ச்சியூட்டப்படும் மோட்டாரில் உள்ள மின்னழுத்தங்களைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளில் குறிப்பிடலாம்.

$$E_{dc} - I_{dc} R_a - E_a = O \qquad (1)$$

$$E_a = K\phi_f N \qquad — \qquad (2)$$

இங்கு

E_a = மோட்டாரின் பின்னோக்கு அல்லது எதிர்ப்பு மின்னழுத்தம். (Back e. m. f.)

E_{dc} = மோட்டாருக்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம்.

ϕ_f = காந்தப் புலப் பாயம் (Field flux)

I_{dc} = மோட்டாரின் மின்னோட்டம்

N = வேகம், ஒரு நிமிடத்தில் ஏற்படும் சுழற்சிகள்.

R_a = ஆர்மெச்சூரின் மின்தடை.

K = விகித மாறிலி (Constant of proportionality)

சமன்பாடுகள் (1), (2) ஆகியவற்றை மாற்றி எழுதும் போது,

$$N = \frac{E_{dc} - I_{dc} R_a}{K\phi_f} \qquad (3)$$

ϕ_f மாறாமல் இருக்கும்போது I_{dc} அதிகமானால் வேகம் குறை கிறது. ஏனெனில் ஆர்மெச்சூரின் I_{dc} R_a அளவு அதிகமா

கிறது. இந்த $I_{ac} R_a$ உண்டாகும் விளைவைத் தவிர்த்து, மேலும் பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தையும் குறைத்துவிட்டால் மோட்டாரின் வேகத்தை நிலையானதாகச் செய்துவிடலாம். இந்த இரண்டு பணிகளையுமே எலெக்ட்ரான் மின்சுற்றுகள் எவ்வாறு செய்கின்றன என்பதை இப்பகுதியில் இனிக் காண்போம்.

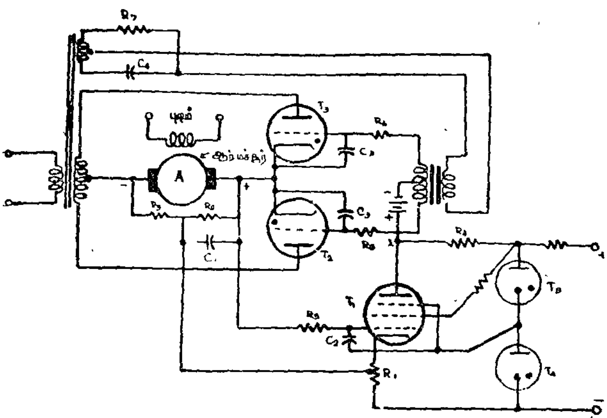
இரும்பின் புலப்பூரிதத்தன்மையால் (Field saturation) ϕ_f-ஐ அதிகமாக அதிகரிக்கச் செய்ய இயலாதாகையால், மோட்டாரின் வேகத்தைக் குறைப்பதற்கு உள்ள ஒரே வழி, கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் E_{ac}-யைக் குறைப்பதேயாகும். சமன்பாடு (3) மின்னழுத்தம் E_{ac}-க்கும், மோட்டாரின் வேகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறிக்கிறது. எனவே தேவைக்கேற்ற அளவிற்கு வேகத்தை மாற்ற உதவும் மின்சுற்று E_{ac} மின்னழுத்தத்தைக் குறைப்பதற்கு வழிவகுக்கவேண்டும் மேலும் சமன்பாடு (3)-இல் இருந்து மோட்டாரின் வேகத்தை அதிகரிக்க வேண்டுமாயின் புலப்பாயம் ϕ_f குறைக்கப்பட்டாலே போதும் என்பதையும் உணரலாம். இதனால் மின்னோட்டம் I_{ac} ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்பைக் கடக்காமல் இருக்கவும் செய்யலாம்.

பெரிய வடிவ மோட்டார்களில் பலகட்ட மின்திருத்திகளும், இக்னேட்ரான்களும் உபயோகப்படுகின்றன. ஆயினும் குறைந்த குதிரைத்திறனிலிருந்து அனேக குதிரைத்திறனை வழங்கும் மோட்டார்களில் ஒரு கட்ட மின்திறன் அளிப்பும், ஒரு கட்ட மின்திருத்தியுமே உபயோகத்தில் உள்ளன. தைரட்ரான்கள் மிகுந்த அளவில் பயன்படுகின்றன.

ஆர்மெச்சூரின் மின்னழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதின் மூலம் மோட்டாரின் வேகத்தை ஒழுங்குபடுத்துதல் :—

பொதுவாகத் தைரட்ரான் மோட்டாரின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. முதல் வகையில் தைரட்ரானின் கிரிடை ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தின் கட்டக் கட்டுப்பாட்டு முறையால் (Bias-phase methcd of control) இயக்குகிறோம். இரண்டாவது வகையில் பூரித மின்மறுப்பாலும் (Saturable reactor), கட்டப் பெயர்ச்சியை ஏற்படுத்தும் பால இணைப்பு மின்சுற்றாலும் (Phase shift bridge circuit) இயக்குகிறோம். தைரட்ரான் செயல்படும் முறையை நாம் ஏற்கனவே கண்டுள்ளோம். இங்கு அது எவ்வாறு கட்டுப்பாட்டு மின்சுற்றில் இயங்குகிறது என்பதைக் காண்போம்.

ஆர்மெச்சூரின் எதிர்ப்பு (Counter) மின்னழுத்தத்தை ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுவிட்டால் பிறகு மோட்டாரின் வேகமும் எளிதில் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுவிடும். ஆயினும் ஆர்மெச்சூரின் மின்னெதிர்ப்பு விளைவு அங்கு இருக்கும். ஆர்மெச்சூரின் மின் தடை காரணமாக ஏற்படும் மின்னழுத்த இறக்கம் (Voltage drop) அளவே எதிர்ப்பு மின்னழுத்தத்திலிருந்து ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்தம் வித்தியாசப்படுகிறது என்பதை ஏற்கனவே கண்டோம். இது பொதுவாகக் குறைந்த அளவினதாகையால் இந்த முறையில் மோட்டாரின் வேகத்தை நன்கு கட்டுப்படுத்தலாம். இந்த முறையைப் படம் 7·3 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

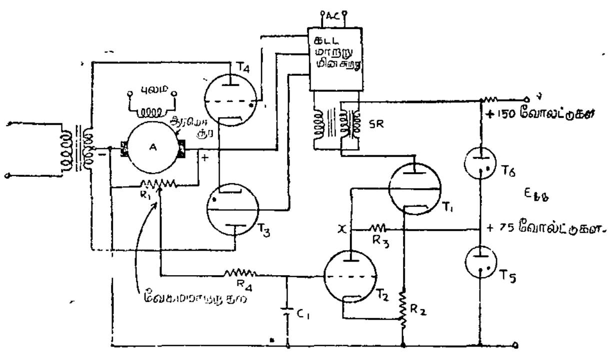


படம் 7·3

ஆர்மெச்சூரின் மின்னழுத்தத்தை $\left[\frac{R_2}{R_3+R_2}\right]$ என்ற விகிதம் நிர்ணயிக்கிறது. இந்த மின்னழுத்தத்தின் ஒரு பகுதியையே வேகக் கட்டுப்பாட்டை ஏற்படுத்த உபயோகிக்கிறோம். மின்தேக்கிகள் C_1, C_2, மின்தடை R_5 ஆகிய மூன்றும் வடிப்பானாக இயங்கி ஆர்மெச்சூரின் மின்னழுத்தக் குற்றலை (Ripple) அறவே நீக்கி ஒரே சீரான மின்னழுத்தமாக மாற்றுகின்றன. ஒழுங்குபடுத்தும் குழாய் T_4 அளிக்கும் நேர்திசை மின்னழுத்தம் R_1-இல் தோன்றி ஆர்மெச்சூரினுடைய மின்னழுத்தத்தின் ஒரு பகுதியை எதிர்க்கிறது. R_1-இல் மின்னழுத்தத்தை மாற்றுவதின் மூலம் தேவையான வேகத்தில் மோட்டாரை இயக்கலாம். ஆகவே, R_1 வேகம் மாற்றும் மின்தடை எனலாம். இந்தத் தேவையான மின்னழுத்தத்திற்கும், உண்மையான ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்தத்தின் ஒரு பகுதிக்கும் உள்ள வித்தியாசத்தைக்

குழாய் T_1-இன் கிரிடிற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. மோட்டாரின் வேகம் குறைவாக இருக்கும்போது R_1-க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தம் R_2-விற்கு இடையே உள்ளதைக் காட்டிலும் அதிகமாகும். இது T_1-இன் கிரிடை எதிர் மின்னழுத்தத்திலும், X–ஐ நேர் மின்னழுத்தத்திலும் வைக்கிறது. இந்த மின்னழுத்தத்தோடு, R_7, C_4 ஆகியவை அமைந்த மின்சுற்றினுல் கட்டப் பெயர்ச்சி (Phase-shift) உண்டாக்கப்பட்ட மாறுதிசை மின்னழுத்தமும் சேர்ந்து தைரட்ரானை அதிகமாக மின்கடத்தச் செய்கிறது. இதனுல் ஆர்மெச்சூர் அதிக மின்னழுத்தத்தைப் பெற்று அதிக வேகத்தில் இயங்குகிறது. R_1-க்கு இடையே தேவைக்கு ஏற்பத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தமும், R_2-க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தமும் சமமாக இருக்கும்போது மோட்டாரின் வேகமும் நிலையாக இருக்கும். இவ்வாறு R_1 வேகத்தைச் சரிசெய்கிறது. கட்டம் பெயர்ந்த மின்னழுத்ததை ஒரு சார்பு மின்னழுத்தமாகக் கொடுப்பதால் வேகம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது என்பது இங்கு கவனிக்கப்பட வேண்டும். எனவே இந்த முறையைக் கட்டப் பெயர்ச்சி முறை என்று குறிப்பிடுகிறோம்.

இனி பூரிதமடையும் மின்மறுப்பு முறையைக் காண்போம். இதற்கான மின்சுற்றைப் படம் 7·4–இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலும் தேவையான வேகததை R_1-இல் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.



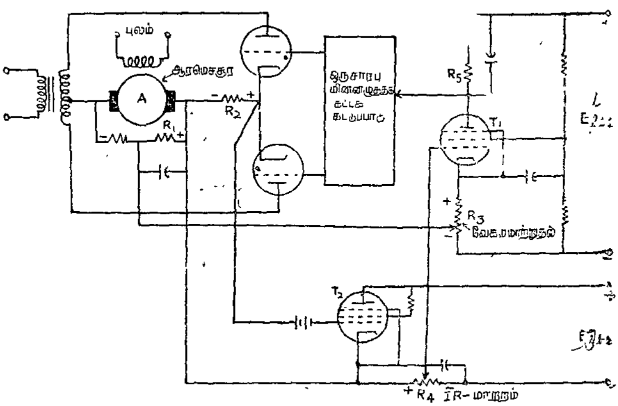
படம் 7.4

R_1–இல் உள்ள மின்னழுத்தம் R_2–இல் உள்ள நிலையான மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும். அவ்வாறு இல்லாமல் இருந்தால் இவற்றிற்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வித்தியாசத்தை T_1, T_2 ஆகியவை அடங்கிய நேர்திசை

மின்பெருக்கியால் (D. C. Amplifier) பெருக்கப்பட்டு பின்பு அது பூரித மின்மறுப்பு SR-ஐக் கட்டுப்படுத்துகிறது. குறிப்பிட்ட வேகத்திற்குக் குறைவாக மோட்டார் இயங்கினால் இந்த வித்தியாச மின்னழுத்தம் T_2-வின் கிரிடை எதிர்மின்னழுத்தத்தில் வைக்கிறது, மேலும் இது X என்ற புள்ளியையும், T_1-இன் கிரிடையும் நேர்மின்னழுத்தத்தில் வைப்பதால், குழாய் T_1-இல் மின்னோட்டம் அதிகரித்து SR என்ற மின்மறுப்பைப் பூரிதமடையச் செய்கிறது. அதாவது SR தெவிட்டிய நிலையைப் பெறுகிறது. இப்போது தைரட்ரானின் மின்னோட்டம் கடத்தும் நிலை தாண்டிவிடுவதால் அது ஏராளமான மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தி மோட்டாரின் வேகத்தை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. அதாவது ஆர்மெச்சூர் அதிக மின்னோட்டத்தைப் பெறுகிறது. ஆகவே வேகம் உயருகிறது. இது எதுவரை உயருகிறது என்றால், வேகத்தை எடுத்துக்காட்டும் R_1-க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தம், R_2-க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாக உயரும் வரைக்குமட்டுமேயாகும். வேகத்தை நிர்ணயிக்கும் R_1-இல் உள்ள தொடர்பு முன் வலதுபக்கம் நகரும் போது வேகம் குறைவதையும், இடது பக்கம் நகரும்போது வேகம் அதிகமாவதையும் எளிதில் உணரலாம்.

IR-மின்னிறக்கச் சரியீடு (IR-Drop Compensation)

ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்தமானது E_a, $I_{dc} R_a$ ஆகியவை சேர்ந்த கூடுகையாதலால் ஆர்மெச்சூரின் மின்னழுத்தம்



படம் 7·5

மட்டுமே வேகத்தை எடுத்துக்காட்டுகிறது. எனக்கொள்ள இயலாது. ஆர்மெச்சூரின் மின்னழுத்தத்திலிருந்து I_{dc} R_a

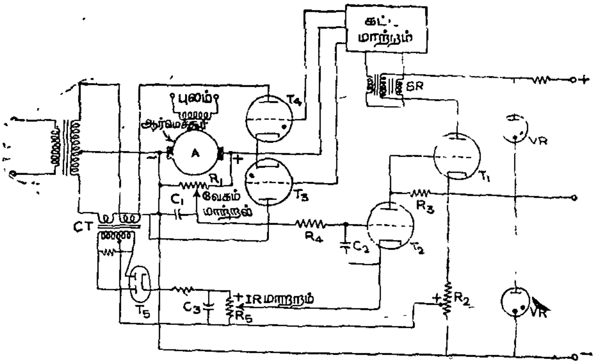
அளவை எலெக்ட்ரானியல் முறையில் கழிக்கச் செய்யலா மல்லவா ? ஆர்மெச்சூரின் மின்னழுத்தத்தை ஒழுங்குபடுத்தும் மின்சுற்றில், ஆர்மெசதூர் மின்னோட்டத்தை நேர்விகிதத்தில் பெருக்கிக் காட்டும் ஒரு சைகை அமைப்பைச் சேர்ப்பதன் மூலம் இந்தப் பணியைச் செய்யலாம். E_a-இன் அளவிற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ள மோட்டாரின் வேகத்தை இதனுல் கட்டுப்படுத்தலாம்

I_{a}; R_a அளவிற்கு நேர்விகிதத்தில் ஒரு மின்னழுத்தத்தைப் பெறச் சுலபமான வழி யாதெனில் ஒரு சிறிய மின்தடை R_2-வை ஆர்மெச்சூரோடு படம் 7.5-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதைப் போல் இணைப்பதேயாகும். R_1-க்கு இடையே உள்ள மின்ன ழுத்தத்தினின்றும் R_2–க்கு இடையே உள்ளதைக் கழிக்க வேண்டிய நிலை இந்த முறையில் தேவையாகிறது. பொதுவான இணைப்பு முனையாலும் (Common terminal), R_2 மிகக் குறை வாக உள்ளமையாலும், ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்தத்தை மதிப் பிடும் மின்சுற்றில் சேருவதற்கு முன் IR-இறக்க மின்னழுத் தத்தைத் துருவமாற்றம் செய்யவேண்டும். இதற்குப் பயன் படும் குழாய் T_2 பெருக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. குழாய் T_1 கட்டுப்பாட்டு பெருக்கியாக (Control amplifier) இயங்குகிறது. இதன் ஏற்பளவு மின்சுற்றில், R_4-க்கு இடையே I_{dc} R_a-அள விற்கு ஏற்ப மின்னழுத்த ஏற்றமும் (Rise), R_1-க்கு இடையே $(E_a+I_{dc}R_a)$ அளவிற்கு ஏற்ப மின்னழுத்த இறக்கமும், மின் தடை மாற்றியான R_3–க்கும் எதிர்மின்வாய்க்கும் ஒரு மின்னழுத்த ஏற்றமும் உள்ளன. எனவே ஆர்மெச்சூர் மின்னழுத்தத்திலிருந்து I_{dc} R_a அளவைக் கழிக்கவேண்டி செய்கிறது. முடிவான (Resultant) மின்னழுத்தத்தை வேகத்தை நிர்ணயிக்கும் R_3-க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தோடு ஒப்பிடப்படுகிறது.

மோட்டாரின் வேகத்திற்கு ஏற்பத் துணைச்சுருளில் மின்ன ழுத்தத்தை ஏற்படுத்தும் CT என்ற மின்மாற்றியைக் கொண்ட மிகவும் பயனுள்ள மின்சுற்றைக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இதில் இரண்டு முதன்மைச் சுருள்களைப் பயன்படுத்து கிறோம். இதனுல் நேர்திசை மின்சாரப் பூரிதப் பாயமும் (D. C Saturating flux), இரண்டு தைரட்ரான்களின் மின்னோட்டமும் ஒன்றையொன்று சரிசெய்து நீக்கிவிடுகிறது. மோட்டாரின் வேகத்திற்குத் தக்கபடி துணைச்சுருள் மின்னழுத்தத்தின் மின் திருத்தமானது R_5-இல் ஒரு பயனளவைக் (Out put) கொடுக் கிறது. இந்தப் பயனளவிற்கு வடிப்பானுக R_5, C_3 ஆகியவை கொண்ட மின்சுற்று விளங்குகிறது இந்தப் பயளனவின் ஒரு

பகுதியை வேகத்தை மாற்றும் மின்சுற்றில் (படம் 7·3 அல்லது 7·4-இல் உள்ள மின்சுற்றுகளில், செலுத்தப்படுகிறது. குழாய் T_2 வின் ஏற்பளவு R_1-க்கு இடையே $(E_a+I_{lc}R_a)$ அளவிற்கு



படம் 7 6

ஏற்ப ஒரு மின்னழுத்த இறக்கத்தையும், R_2-க்கு இடையே ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின்னழுத்த ஏற்றத்தையும், R_5-க்கு இடையே $I_{dc}R_a$ அளவிற்கு ஏற்ப மற்றொரு மின்னழுத்த அதிகரிப்பையும் பெற்று இறுதியில் எதிர்மின்வாயைச் சென்று அடைவதைப் படம் 7·6-இல் காணலாம். இதில் முடிவான சைகை மின்னழுத்தம், E_a-க்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. இது R_2-க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்ததிற்குச் சமமாக உள்ளது. குழாய் T_1 செயல்படும் முறை ஏற்கனவே கண்டது போலவே உள்ளது.

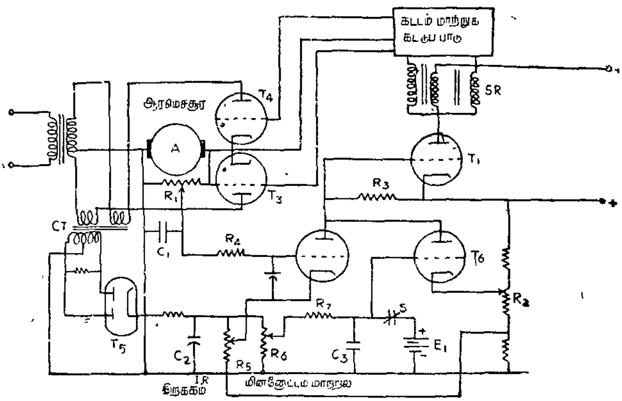
R_2-விற்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தைக் குறிப்பு மின்னழுத்தம் (Reference Voltage) என்கிறோம் இது இந்த மின் சுற்றில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும் எதிர்ப்பு மின்னழுத்தத் திற்காக R_2-ஐச் சரிசெய்யும் மாற்றமானது எந்த வேகத்தையும் கட்டுபடுத்த உகந்தபடி $(E_a+I_{dc}R_a)$ அளவிற்கு ஏற்பளவு மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்குகிறது. மின்னோட்ட மாறுபாடும். $I_{dc}R_a$ அளவும் எல்லா வேகத்திற்கும் ஒரே அளவினதாக இருப்பதால் குறிப்பு மின்னழுத்தம் E_a-வும், IR இறக்கச் சரியீடும் பொருத்தமான அளவில் மோட்டாரின் எல்லா வேகத் திலும் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன.

தனியாகக் கிளர்ச்சியூட்டப்படும் மோட்டாரின் எதிர்ப்பு மின்னழுத்தத்தை வேகத்தின் அடையாளமாக எடுத்துக் கொள்ளும்போது ஆர்மெச்சூரின் மின் எதிர்ப்பைப் பூஜயம்

என்று கருதுகிறோம். மேலும் ஆர்மெச்சூரின் மின்தடையானது அதன் வெப்பநிலை மாறும்போது மாறாமல் இருந்தால்தான் IR-இறக்கச் சரியீடு சரியானதாக இருக்கும். இதுகாறும் நாம் பார்த்த மின்சுற்றுகள் அனைத்தும் வேகக் கட்டுப்பாட்டை மிகவும் துல்லியமாகக் கொடுக்காது என்பதையும், ஒரு சில விழுக்காட்டிற்குள் வேகத்தின் மாற்றத்தை அதாவது உயர்வு அல்லது தாழ்வை வைத்திருக்கும் என்பதையும் நாம் கவனிக்க வேண்டும்.

ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தைக் குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் வைத்தல்

மோட்டாரின் இயக்கத்தைத் தொடங்கும்போதும், அளவிற்கு மிஞ்சிய பளுவைச் சேர்க்கும்போதும் ஏற்படும் மிதமிஞ்சிய மின்னோட்டத்தினின்றும் மோட்டாரையும், தைரட்ரான்களையும் பாதுகாக்க, ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்றை மேற்கண்ட மின்சுற்றுகளோடு எளிதில் இணைக்கலாம். வேகக்கட்டுப்பாடும் IR அளவுச் சரியீடும் கொண்ட முந்தைய மின் சுற்றுக்களோடு மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டையும் சேர்த்திருப்பதைப் படம் 7·7-இல் காணலாம்.



படம் 7·7

மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டு மின்சுற்றில் குழாய் T_6, கட்டுப்பாட்டு மின்தடை R_6, R_2-வினால் கொடுக்கப்படும் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் ஆகியவை உள்ளன. மோட்டாரின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் குழாய் T_2 மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் குழாய் T_6 ஆகிய இரண்டும் மின் மாற்றியின் திருத்தி T_5 வினால் இயங்கும்போது, பெருக்கிகளின் ஏற்பளவுகள

ஒன்றுக்கொன்று எதிரான கட்டத்தில் உள்ளன. ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டம் உயர்வதால் குழாய் T_6-இன் கிரிடு அதிக நேர் மின்னழுத்தத்தையும், IR இறக்கத்தின் காரணமாகக் குழாய் T_2-வின் கிரிடு அதிகமான எதிர் மின்னழுத்தத்தையும் பெறு கின்றன.

சாதாரணமாக ஆர்மெச்சூர் செயல்படும்போது ஏற்படும் மின்னோட்ட மாற்றங்களில், அதாவது பளுவானது 0% முதல் 150% வரை சேரும்போது மின்தடை R_9-வினால் குழாய் T_6 வெட்டு மின்னழுத்தத்திற்கு அப்பால் (Beyond Cut off) இயங்கச் செய்யப்படுகிறது. அப்போது குழாய் T_6 மின்சுற்றில் எந்த விளைவையும் தோற்றுவிக்காது முன்பு சொன்னதுபோல் இந்த நிலையில் குழாய் T_2 மோட்டாரின் வேகத்தைக் கட்டுப் படுத்துவதில் முக்கிய இடத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லையைக் கடக்கும்போது R_6-க்கு இடையே ஏற்படும் அதிக நேர் மின்னழுத்தத்தின் காரணமாகக் குழாய் T_6 மின்னோட்டத்தைக் கடத்தத் தொடங்குகிறது. இதனால் T_1 இன் கிரிடு அதிக எதிர் மின்னழுத்தத்தைப் பெறுகிறது இது தனது நேர்மின்வாய் மின்னோட்டத்தைப் பூரித மின்மறுப்பு SR-வழியாகக் குறைக் கிறது. எனவே தைட்ரான்கள் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தாத நிலையை அடைகின்றன. இது ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டத் தைப் பாதுகாப்பு அளவிற்கு அப்பால் செல்லாமல் தடுக்கிறது.

மின்தடை R_7, மின்தேக்கி C_3, சுவிட்சு S, துணை மின் னழுத்தம் (Auxiliary potential) ஆகியவை அடங்கிய தனிப் பட்ட பாதுகாப்பு மின்சுற்றை, மோட்டார் இயக்கத்தின் தொடக்கத்தில கட்டுப்பாட்டை ஏற்படுத்தச் சேர்க்கப்படு கிறது. S சுவிட்சைப் போடும்போது C_3 என்ற மின்தேக்கி E_1 வோல்ட்டுக்கு மின்னூட்டம் பெறுகிறது. இது T_6-இன் கிரிடிற்கு நேர்மின்னழுத்தமாகும். மெயின் சுவிட்சைப்போடும் போது S என்ற சுவிட்சு திறந்துகொள்கிறது. அப்போது C_3க்கு இடையே ஒரு நேர்மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்திவிட்டுப் பின்பு திறந்துகொள்கிறது. அதனால் T_6 குழாய் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறது. இது T_1 குழாயை வெட்டுமின்னழுத்தத்திற்கு அப்பால் வைப்பதால் தைரட்ரான்கள் மின்னோட்டத்தைக் கடத்த இயலாது.

C_3 என்ற மின்தேக்கி R_7, R_6 வழியாக மின்னிறக்கம் (Discharge) அல்லது மின்னுமிழ்வு செய்கிறது. குழாய் T_6-இன் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் குறைந்து, T_1 குழாயை

மின்னோட்டம் கடத்தும்படி செய்கிறது. C_3யின் மின்னிறக்கம் முடிவடையும்போது R_6 மின்தடைக்கு இடையே உள்ள மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தமானது T_6 குழாயைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. R_6 மின்தடையைத் தேவைக்கேற்ப மாற்றியமைப்பதன்மூலம் மோட்டாரின் முடுக்கத்தையும் (Accelaration) பளுவையும் மாருத மின்னோட்டத்தில் செயல்படச்செய்ய முடியும்.

ஆர்மெச்சூரின் இயக்கத் தொடக்கத்தில் உண்டாகும் மின்னோட்ட அதிகரிப்பை முதல் நான்கு அரைச்சுழற்சிகளில் (Half-cycles) ஒரே சீராக உயரும்படி செய்கிறோம். அந்த நான்கு சுழற்சிகளுக்குப் பிறகு மின்னோட்டத்தை ஒரே குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்கும்படி செய்கிறோம். அதாவது மோட்டாரின் வேக முடுக்கக்காலம் (Accelaration period) முழுவதும் மின்னோட்டம் ஒரே மட்டத்தில் இருக்கும். அதற்குப் பிறகு T_2 குழாயும், வேகக்கட்டுப்பாட்டு மின்சுற்றுகளும் ஆர்மெச்சூரின் மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டைத் தாமே எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன.

துணைக்கட்டுப்பாடுகள் (Auxiliary controls)

தைரட்ரான்களால் கட்டுப்படுத்தப்படும் மோட்டாரின் இயக்கத்தைத் திசைதிருப்ப வேண்டுமாயின் அதற்குக் காந்தத் தொடர்பை ஏற்படுத்தும் கருவியைப் (Magnetic contactor) பயன்படுத்துகிறோம். இது ஆர்மெச்சூரின் மின்னிணைப்புகளைத் திசைமாற்றம் செய்கிறது. மோட்டாரானது தான் திசைமாற்றும் காலத்தில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போது கால தாமதத்தை ஏற்படுத்தும் தொடக்க மின்சுற்று (Time delay starting circuit) செயல்பட்டு தைரட்ரான்களைச் செயல்படாமல் நிறுத்துகிறது. தொடர்பை ஏற்படுத்தும் கருவி மோட்டாரின் இணைப்பு முனைகளைத் (Terminals) திசைமாற்றுகிறது. அச்சமயத்தில் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. இத்தகைய இணைப்புமுனை மாற்றத்திற்குப் பின்பு, அப்போது உற்பத்தியாகும் மின்னழுத்தம் அங்கு பாயும் மின்னோட்டத்திற்குக் காரணமாக அமைகிறது. மேலும் இந்த மின்னோட்டம் மோட்டாரின் வேகத்தைக் குறைப்பதற்கு ஏற்றதிசையில் பாய்கிறது. எனவே மோட்டார் பூஜ்ய வேகத்திற்கு வந்துபின் எதிர்த்திசையில் வழக்கம்போல் இயங்குகிறது.

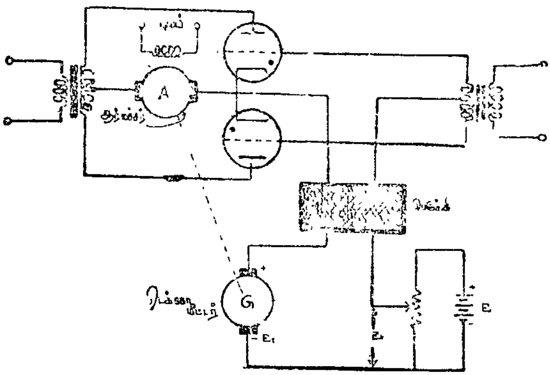
மோட்டாரின் இயக்க நிறுத்தம் மோட்டார்க் கட்டுப்பாட்டின் சிறப்பான அம்சமாகும், "நிறுத்துப்" பித்தானை

("Stop" button) அமுக்கும்போது மின்சுற்றிலுள்ள தைரட்ரான்களின் இணைப்புகள் துண்டிக்கப்படுகின்றன. அப்போது மோட்டார் குறைந்த அளவு மின்தடைக்கு இடையே இணைக்கப்படுகிறது. இது மோட்டாரின் நிறுத்தம் விரைவில் ஏற்பட உதவுவதால், மோட்டார் உடனே நின்றுவிட ஏதுவாகிறது. ஆயினும் ஒரு சில சுழற்சிகளுக்குப் பிறகே நிறுத்தப்படுகிறது என்பதைக் கவனிக்கவேண்டும்.

டெக்கோமீட்டரால் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தல் (Speed control by Tachometer)

டெக்கோமீட்டர் என்பது வேகத்தை அளவிடும் கருவியாகும். சிறிய மோட்டார்கள் உயர்ந்த மின்தடையையும் குறைந்த அளவு வேகத்தை ஒழுங்குபடுத்தும் பண்பையும் கொண்டுள்ளன. மிக உயர்ந்த வேகக்கட்டுப்பாட்டுக்கு முன்பு கண்ட மின்சுற்றுகள் உகந்தவையல்ல. மோட்டாரின் வேகத்தை நன்கு அளவிடவும், அதை ஒரு நிர்ணயிக்கப்பட்ட வேகத்தோடு ஒப்பிடவும் அதன்மூலம் வேகத்தில் ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்வுகளை அகற்றவும் ஒரு வழி மிகவும் தேவைப் படுகிறது. இதற்குச் சிறந்த வழி, ஒரு சிறிய நேர்திசை மின்னோட்ட டெக்கோமீட்டரை நிரந்தரக் காந்தப் புலத்தோடு சேர்த்து உபயோகிப்பதேயாகும். இவ்வாறு சேர்ப்பதனால் பயனளவு மின்னழுத்தம் பளு இல்லாத மோட்டாரின் வேகத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் அமைகிறது. டெக்கோமீட்டரைக் கட்டுப்பாட்டு மோட்டாரின் பயனளவுப் பக்கத்தில் இணைக்க வேண்டும். இதன் பயனளவு மின்னழுத்தத்தை நிலையான நிர்ணயிக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்தோடு ஒப்பிடப்படுகிறது. இந்த நிர்ணயிக்கப்பட்ட E_r மின்னழுத்தம் மோட்டாரின் வேகத்திற்கு ஏற்ப இருப்பதால், E_r மின்னழுத்தத்திற்கும்; டெக்கோமீட்டரின் E_t மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள எந்த வித்தியாச மின்னழுத்தத்தையும் பெருக்கப்பட்டுப் (Amplified) பின்பு அதைத் தைரட்ரான்களுக்குக் கட்டுப் பாட்டை விளைவிக்கும் சைகை மின்னழுத்தமாகக் கொடுப்பதின்மூலம் விருப்பமான அளவில் வேகத்தை மிகவும் துல்லியமாக நிலைநிறுத்தலாம். எனவே முழுக் கட்டுப்பாட்டு

அமைப்பில், ஆர்மெச்சூர் மின்னோட்டக் கட்டுப்பாடும் டெக்கோமீட்டர் வேக அளவிடும் அமைப்பும் சேர்க்கப் பட்டுள்ளன.



படம் 7 8

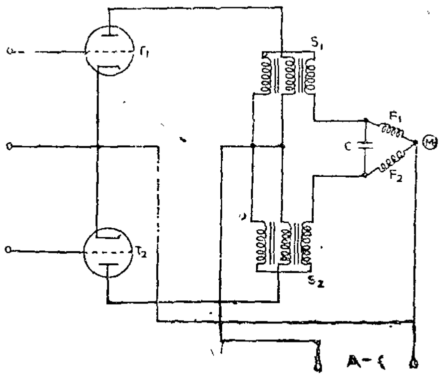
குறைந்த அளவு முறுக்குத்திறனைக் (Torque) கொண்டுள்ள மாறுதிசை மின்மோட்டார்களின் வேகத்தைக்கட்டுப்படுத்தல்.

பதிவிடும் கருவிகள் போன்ற எலெக்ட்ரானியல் சாதனங்களில் ஒரு கட்ட அல்லது இரண்டு கட்ட மாறுதிசை மின்மோட்டார்களின் கட்டுப்பாடு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாகும். இத்தகைய மோட்டார்கள் வேகத்தை நிர்ணயிக்கும் மின்தடையைத் தேவைக்கேற்றபடி மாற்றுவதோடு, வேகத்தை அறிவிக்கும் ஒரு முள்ளையும் இயக்குகின்றன.

மோட்டாரின் வேகம், சுழலும் திசை போன்ற மோட்டார் இயக்கத்தின் செய்திகளை அதனோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள எலெக்ட்ரானியல் மின்சுற்றுகள் தெரிவிக்கவேண்டும். இத் தகைய செய்திகளை அறிய ஏற்பளவு மின்னோட்டத்தின் மதிப்பும், அதன் கட்டமும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றின் உதவியால் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது எளி தாகிறது.

ஒரு கட்ட மின்தேக்கி மோட்டாருக்கு உகந்த கட்டுப் பாட்டு மின்சுற்றின் எளிய அமைப்பு படம் 7·9 இல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

பூரித மின்மறுப்புகள் S_1, S_2 ஆகியவை இதில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. மோட்டாரைக் கட்டுப்படுத்த இவற்றை வெற்றிடக் குழாய்களாலோ அல்லது சிறிய தைரட்ரான் குழாய்



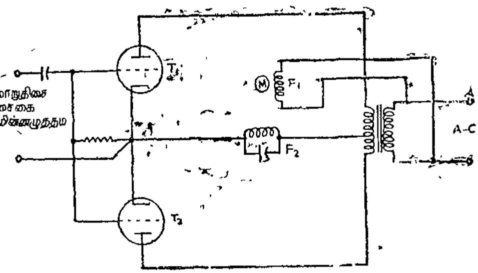
படம் 7·9

களாலோ இயக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் நேர்மின்வாய்களுக் குக் கொடுக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னேட்டம் இக் குழாய்களை இயக்குகின்றன. மேலும் மோட்டாரின் திசை மாற்றத்துக்கு உகந்தபடி நேர்திசை ஏற்பளவுச் சைகை மின்னழுத்தம் அளிக்கப்படுகிறது.

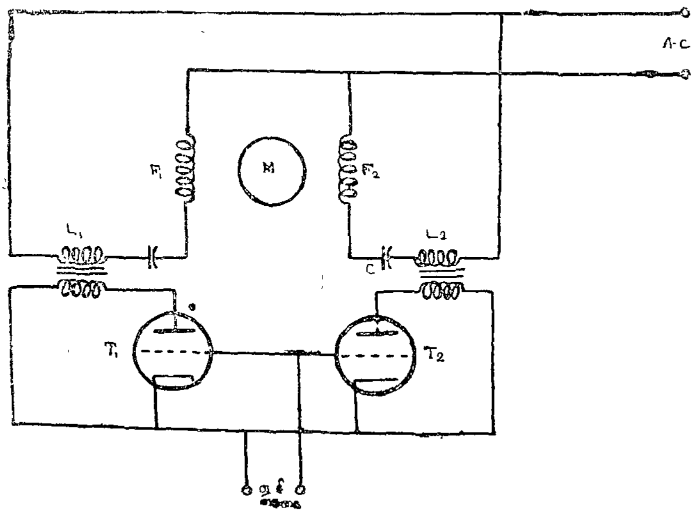
T_1 குழாய், T_2 குழாயைக் காட்டிலும் அதிக நேர்திசைக் கிரிடு மின்னழுத்தத்தைப் பெறும்போது முன்னது பின்னதைக் காட்டிலும் அதிக மின்னேட்டத்தை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் S_1 மின்மறுப்பு, S_2 மின்மறுப்பைக் காட்டிலும் குறைந்த அளவு மாறுதிசை மின்னழுத்த இறக்கத்தைப் (Voltage drop) பெறு கிறது. F_1 என்ற புலம் நேரடியாகக் கிளர்ச்சியூட்டப்படுகிறது. F_2 புலத்தின் ஒரு பகுதியே S_1-இல் இருந்து மின்தேக்கி வழியாகக் கிளர்ச்சியூட்டப்படுகிறது. இவ்வாறு தொடக்க முறுக்குத் திறன் (Torque) ஒரு திசையில் கொடுக்கப்படுகிறது. இது உள்ள நிலைமாறு குழாய் T_2 அதிகமாக மின்னேட்டத்தைக் கொடுக்கும்போது F_2 புலம் நேரடியாகக் கிளர்ச்சியூட்டப்படு கிறது. F_1 புலத்திற்கு மின்தேக்கி வழியாக மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. எனவே மோட்டார் எதிர்த்திசையில் சுழல்கிறது.

சிறிய மோட்டார்களின் கட்டுப்பாட்டு மின்சுற்றேடு மேலும் இரண்டு கட்ட மோட்டாருக்கு ஏற்ற மின்சுற்றை

இணைக்கப்படும் அமைப்பைப் படம் 7·10(அ), 7·10(ஆ) ஆகியவற்றில் காணலாம்.



படம் 7·10(அ)



படம் 7·10(ஆ)

இரண்டு குழாய்களும் ஒன்றுக்கொன்று தலைகீழாக இணைக்கப்பட்டு, இரண்டிற்கும் சேர்ந்து பொதுவான மாறு திசை ஏற்பளவுச் சைகை கொடுப்பதைப் படத்தில் காணலாம். ஏற்பளவுச் சைகை கொடுப்பதைப் படத்தில் காணலாம். ஏற்பளவு மின்னழுத்தமும், நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தமும் ஒரே சமயத்தில் எந்தக் குழாயில் நேர்மின்னழுத்தமாக உள்ளது அந்தக் குழாய் அதிக மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கிறது. ஏற்பளவுச் சைகை மின்னழுத்தத்தின் கட்டத்திற்கு

ஏற்ப மின்னேட்டத்தைக் கடத்தும் குழாயைப் பொருத்து மோட்டாரின் திசைத் திருப்பம் நடைபெறுகிறது.

படம் 7·10 ஆ-யில் இரண்டு புலங்களைக் கொண்ட மோட்டாரைத் தொடர் இணைப்பில் உள்ள மின்மாற்றிகள் L_1 L_2 கட்டுப்படுத்துகின்றன.

குழாய்கள் மின்னேட்டத்தைக் கடத்தும்போது மின்மாற்றிகளின் கூட்டுமின்தடையானது (Impedance) மின்னேட்டத்தைக் கடத்தாதபோது சுமார் 10 மடங்காக உயர்வதால், உள்ளே வரும் மின்னழுத்தத்தின் பெரும்பகுதி, குழாய் மின்னேட்டத்தைக் கடத்தும்போது மோட்டாரின் புலத்திற்கு இடையே தோன்றுகிறது. இதைக்கொண்டு மோட்டாரைத் தேவையான திசையில் இயக்கலாம். C என்ற மின்தேக்கியானது. தொடர் இணைப்பு ஒத்ததிர்வால் (Series Resonance) புலத்திற்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கச்செய்கிறது.

ஏற்பளவுச் சைகையின் கட்டத் திசைமாற்றம் இரண்டில் ஒரு குழாயை மட்டும் இயக்குகிறது. மாறுதிசை ஏற்பளவு மின்னழுத்தத்தின் அளவு, தொடர் இணைப்பில் அமைந்த மின்மாற்றிகளில் குறுக்குத்தடை விளைவை (Shunting effect) ஏற்படுத்தி மோட்டாரின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

8. எலெக்ட்ரானியப் பாதுகாப்புக் கருவிகள்

(Electronic Safety Devices)

மிகவும் விலையுயர்ந்தப் பொறிகளையும், எந்திரங்களையும் அவை இயங்கும் நிலையில், அவைகட்கு முழுபாதுகாப்பைத் தருவதில் எலெக்ட்ரானியக் கருவிகள் முக்கிய இடம் பெறுகின்றன. தானியங்கும் கட்டுப்பாடு முறையில் (Automatic control system) இயங்கும் பொறிகள் தமக்குள்ளே எவ்வித அழிவுக்குரிய விளைவையும் விளைவிக்காத அளவிற்கு அவைகள் நிறுவப்பெற்றனவாக இருக்கும். இவைகளை இயக்குவதற்கு மனிதன் இதனோடு தொடர்புகொள்ளும்போது, அவன் செய்துவிடக்கூடிய தவறான முடிவுகளையும் மற்றவிடுபடும் செயல்களையும்கூடக் கண்காணிக்கத் தனியாக சில கருவிகள் தேவைப்படுகின்றன.

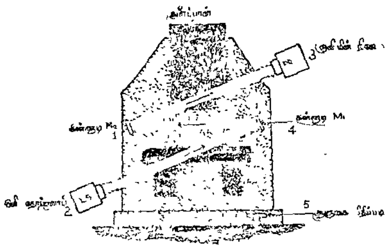
மிகவும் முன்னேற்றமடைந்த இத்தகு பாதுகாப்பு முறையை, வேலைசெய்யும் தொழிலாளர் விரைவில் வெறுக்கும் படியான நிலை ஏற்படலாம். ஏனெனில் மனிதனைச் சோதிக்கும் கருவியை மனிதனே விரும்பமாட்டான். இவ்வேலைகளில் அவனது சூழ்ச்சித் திட்டங்களினால், அத்தகு கருவிகளை செயலாற்றாமல் செய்யும் முயற்சியோ அல்லது அவற்றைப் பொய்யாக்கும் முயற்சியோ அவ்வளவு எளிதான செயல் அல்லவென்பதையும் நாம் அறியவேண்டும்.

அச்சு எந்திர, வெட்டு எந்திர இயக்குநர்களுக்குரிய பாதுகாப்பு (Protecting press and shear operators)

கைகளினால் இயக்குகின்ற எந்திரங்களுக்கு இத்தகு பாதுகாப்பு தேவையான ஒன்றாகும். எந்திரங்களை இயக்கு தற்கு அமையும் பித்தான் (Button) ஒன்றுமட்டும் இருப்பின்,

ஒரு கை அதனை இயக்க, மற்றொரு கை வேலையின்றி ஆபத்தினின்று முற்றிலும் விடுபட்டதாக இருக்கும் இன்னும் சில எந்திரங்களில் ஒன்றுக்குப் பதிலாக இரு பித்தான்கள் கூட இருக்கும். அவற்றை இயக்குவதற்கு நாம் இரு கைகளையும் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும். இவற்றை இவ்வாறு இயக்கும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நேரமும், முயற்சியும் இழப்பிற்குள்ளாகும் மேலும் வழிகாட்டவும், வேலையை ஊன்றிக் கவனித்து நுட்பமாகச் செயலாற்றவும் எப்படியும் ஒரு கை இம்முறைக்கு மிகவும் தேவைப்படுவதாகவும் இருக்கும்.

இந்த இடர்பாடுகளிலிருந்துவிடுபட ஓர் ஒளிமின் பாதுகாப்புக் கருவி நல்லதொரு தீர்வாக அமையும்.

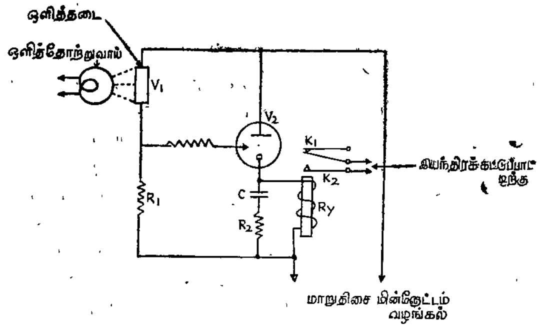


படம் 8·1

படத்தில் காட்டியபடி LS என்ற ஒளி தோற்றுவாயிலிருந்து ஒளிக்கற்றை M_1 M_2 என்ற கண்ணாடிகளினால் பலமுறை எதிரொளிப்புச் செய்யப்படுகிறது. இவையனைத்தும் PR என்ற ஒளிமின் அஞ்சற்கருவியை அடைவதற்கு முன் நடைபெறும். இம்முறையில் நாம் ஒரு கோடு அளவைக்காட்டிலும் சற்றே அதிகமான பரப்பை பாதுகாப்பிற்கு கொண்டுவரமுடியும். மேற்கூறிய முறையில் ஒரு "பாதுகாப்புத்திரை" (Protective curtain) இயக்குநருக்கும் அபாயப்பகுதிக்குமிடையே வைக்கப்படுகிறது. ஒளிக்கற்றையானது திரையினால் தடைப்படுத்தப்பட்டால் உடனடியாக எந்திரம் செயலுறுமல் நின்றுவிடும்.

முன்பே சில ஒளிமின் கட்டுப்பாடு கருவிகளை கண்டுள்ளோம். படம் 8·2–இல் காட்டப்பட்டுள்ள மின்சுற்றில் ஓர் ஒளித்தடைக்கும் (V_1), (Photo resistor) ஒரு குளிர் எதிர் மின்வாய் தைரட்ரானுக்கும்(V_2) (Cold cathode Thyratron) மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின்மூலம் நேரடியாக மின்னோட்டம் கொடுக்கப்படுகிறது. V_1–இன்மேல் ஒளிப்படாதபோது (Not illuminated) அதன் தடை மிக உயர்ந்தளவில் இருக்கும்.

தொடக்க மின்வாய் மின்னழுத்தம் குறைந்தும், தைரட்ரான் V_2 கடத்தாத்திறனையும் பெற்றிருக்கும். V_1-இன் மேல்படும் ஒளியானது அதனுடைய் தடையை குறிப்பிட்டளவு குறைத்து



படம் 8·2

தொடக்க மின்வாய் மின்னழுத்தத்தை (Starting electrode potential) அதிகரிக்கச் செய்யும். தைரட்ரான் இயங்க, RY என்ற அஞ்சற்கருவியை உள்ளிழுக்க, K_1, K_2 நெருங்கித் தொடர்புகொள்ள, எந்திர இயக்கத்திற்கு வழி ஏற்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் காரணமாக, ஒளிக்கற்றை தடைப் படுத்தப்பட்டவுடனே விரைவாக V_2 அணைக்கப்பட்டு (Extinguishes) RY வெளிவிடப்படுகிறது.

கருவியில் பழுது ஏற்படும்போது K_1, K_2 என்ற சாவி களின் தொடர்பு திறக்கப்பட்டு, எந்திரத்தின் இயக்கம் நிறுத்தப்படுகிறது. இவ்வகையாக மதிப்பிட முடியாத பாதுகாப்பு முறை நமக்குக் கிடைக்கப்பெறுகிறது. C, R_2 மூலமாக RY அடைக்கப்பட்டு, தேவையற்ற ஒலி ஏற்படாதவாறும் தடுக்கப்படுகிறது. மெதுவாக இயங்கும் அஞ்சற்கருவியை (Slow-acting relay) பயன்படுத்துவதின் மூலம் இதை நாம் அடையலாம்.

தீச்சுடர் – தவறிப்போவதைப் பாதுகாத்தல் (Flame - failure protection)

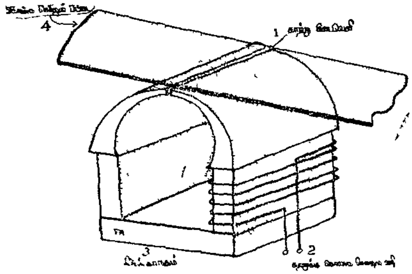
எரிபொருளை (Fuel) வேண்டியபோது தடுத்து நிறுத்துவ தற்குத் தொழில் துறை உலையடுப்புகளில் ஒரு பாதுகாப்புமுறை தேவைப்படுகிறது. வெப்பமாக இருக்கும் தீயின் அருகில், எரிபொருளானது ஓடும்போது, அத்தீச்சுடர் வெளியே வந்தால்

வெடிப்பு ஏற்பட வாய்ப்புண்டாகும். தீச்சுடர் வெளியே சென்றதும், எரிபொருளின் போக்கைக் கட்டுப்படுத்தும் வரிச் சுருள் வால்வின் (Solenoid fuel supply valve) அல்லது பம்ப் மோட்டாரின் (Pump motor) சுற்றில், இக்கட்டுப்பாடு உடனடியாகத தடையை ஏறபடுத்திவிடும்.

இவ்வெடுத்துக்காட்டு, முன்னல் இருக்கும் படம் 8 2இல் உள்ள ஒளிமின் கடடுப்பாடுக கருவிக்கும் கூடப பயனபடும் இககருவியைக கொணடு இன்னும் பல மாறுபட்ட வேலை களிலும வேண்டிய பயனகளை அடையலாம். இததகு தீசசுடர் தவறுதல பாதுகாபபிற்கு படம் 8 2இல உள்ள கருவியில தகுந்த ஒரு அறையும் (Appropriate enclosure) ஒரு குறிபபிடட ஒளி பாதுகாபபுக கணணுடியும் (Optical safety glass) சேர்ககபபட வேணடும். இங்கு ஒளிததோற்றுவாய் தேவையறறதாக அமையலாம். வெபபக்கதிர்வீசசு (Thermal radiation) அல்லது சுடரின மினகடததல அடிப்படையில் (Electric conduction of the flame) அமையப்பெற்ற மற்ற முறைகள் தறபோது பயன்பட்டு வருகினறன.

கொண்டுசெல்லும் பட்டை பொருத்தப்பட்ட உலோக டிடக்டர் (Conveyor-Belt Metal Detector)

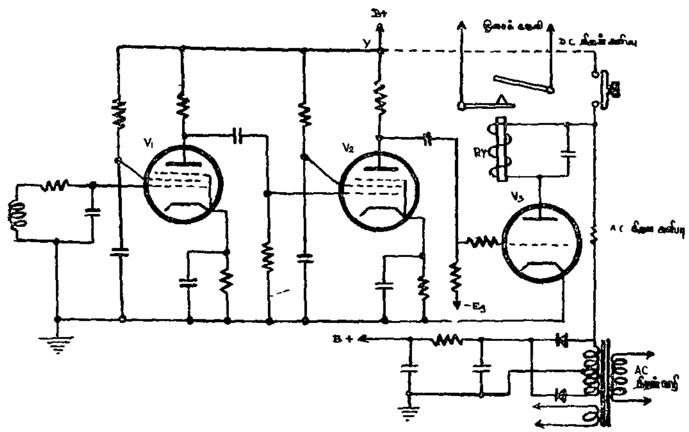
கரி, இன்னும் நூலிழைப் போன்ற உலோகத்துகள்கள் ஆகிய இவை இல்லாதப் பொருட்கள், எந்திரங்களின் தயாரிபபு, கடடுப்பாடு முறை ஆகியவறறில் எவ்வித ஊறுதலை யும விளைவிக்கா. ஆனல் இரும்பு, எஃகு போன்றவைகளின் கூட்டால அமைந்த துகள்கள், காந்த உலோகங்கள்



படம் 8 3

ஆகியவை இருப்பின எந்திர தயாரிபபிலும், அல்லது கட்டுப் பாடடு முறையிலும் இடர்பாடுகள கட்டாயம் தோனறும். எனவே இவறறின இருபபை உடனுககுடன கணடுபிடிதது விட ஒரு "டிடக்டா" பயனபடுததபபடுகினறது.

படத்தில் காட்டியபடி கொண்டுசெல்லும் பட்டைக்குக் கீழே ஒரு (காந்த) உலோக டிடக்டர் வைக்கப்பட்டிருக்கும். காந்த முறையில் மென்மையாக்கப்பட்ட இரு முனைகளை யுடையதாக, ஒரு காந்த உள்ளகம் (Magnetic core) அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்காந்தத்தின் மேல் ஓர் இணைப்பு படத்தில் காட்டியபடி இருக்கும் இந்த நிலைக்காந்தத்தின் அகலமும், பட்டையின் (Belt) அகலமும் சமமாக இருக்கும். உள்ளகத்தைச் சுற்றி பலவாறு சுற்றப்பட்ட சுற்றுகள் இருக்கும் காந்தமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள காற்று இடைவெளியில் (Air gap) காந்தத்துகள்கள் கடக்கும்போது, உள்ளகத்தின் காந்த நிலைமையில் சற்றே மாறிய நிலை (Slightly modified) ஏற்படும் சுற்றுகளுடன் (Winding) ஒரு சைகை (Signal) சேர்க்கப் பட்டிருக்கிறது



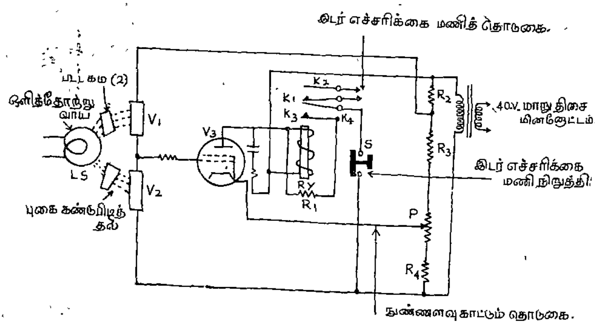
படம் 84

இவ்வாறு இடைவெளியை மிகச்சிறியத் துகள்கள் (Tiny particles) கடப்பதால கிடைக்கும் இசைகை மிகக்குறைவான வலுவுள்ளதாக இருக்குமெனபதைத் தெளிவாக அறியலாம். படத்திலுள்ள V_1, V_2 என்ற பென்டோடுகளினால இது பெருக்கப்படும் V_3 என்ற தைரட்ரான இயக்கப்பட்டு, RY என்ற அஞ்சற்கருவியைச் செயலபடச் செய்கிறது V_3யினால் அளிக்கப்படும மினனழுத்தத்தின் இயற்கைக்கேற்ப இருவித இயக்குமுறைகளைப் பெறலாம். ஒன்று XY மூலம் நேர்மின வாயின அளிப்பின (Anode supply) முழு தாக்குதலானது தைரட்ரான DC யுடன இருக்க வழி ஏற்படுத்துகிறது. இதனால

ஒருமுறை இயக்கம் ஏற்பட்டதும் இது தொடர்ந்து செயல்பட, உடனே அபாய அறிவிப்பு ஓசை எழுப்பப்பட்டு அது தொடர்ந்து ஒலித்துக்கொண்டே இருக்கும். S என்ற பித்தானை தள்ளி அதை நிறுத்தும்வரை ஓசை கேட்டுக்கொண்டேயிருக்கும். ஓசையைப் பெறும் முறைகள் அனைத்திலும் இம்முறைதான் பெரும்பாலும் கையாளப்படுகிறது. மற்றொரு முறையில் XZ என்ற இணைப்பின் மூலம் V_3 ஆனது, AC சப்ளையுடன் (AC supply) இணைக்கப்படும்போது RY ஆனது, துகள்கள் காற்று இடைவெளியைக் கடக்கும் நேரங்களில் மட்டும், இழுக்கப்படுகிறது. இது துகள்களின் எண்ணிக்கையை அறிய உதவும் இயக்கத்திற்கும் மிகவும் வசதியானதாகும்.

தீ அபாய அறிவிப்புக் கருவி (Fire-Alarm Devices)

வெப்ப விளைவுகள் (Heat effects), புறச் சிவப்பு கதிர்வீச்சு (Infra-red radiaton) அல்லது புகைக் கண்டுபிடிப்பு (Smoke detection) போன்றவைகளின் அடிப்படையில் 'தீ டிடக்டர்கள்' (Fire detectors) பலவகையில் அமைக்கப்படுகின்றன. ஒளி நிலை (Light level) மாற்றங்களைத் தவிர்ப்பதற்காக (To eliminate) படத்தில் காட்டியபடி புகை டிடக்டர் ஒரு வகையில் இயக்கப் படுகிறது.



படம் 85

ஒரு பொதுவான ஒளி தோற்றுவாயினால் (LS) V_1, V_2 என்ற இரு ஒளிக்கடத்தி (ஒளிவெளியீடு) மின்கலங்கள் பிரகாசிக்க செய்யப்படுகின்றன. எந்த ஒரு குறுக்கீடும் நேராமலிருக்குமாறு, V_1க்குச் செல்லும் ஒளிக்கற்றையின் பாதை ஒரு குழாயினூடே (Pipe) செல்லுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். V_2-இல்

நேரிடையாக ஒளிக்கற்றை விழும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மின்கலங்கள் இணைக்கப்பட்டு, அவற்றின் பொதுச்சந்திப்பு, (Common junction) AC மின்னழுத்தத்துடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும் V_3 என்ற தைரட்ரானின் கிரிடுக்கு இணைக்கப்பட் டிருக்கும். இதனுடைய எதிர்மின்வாயின் மின்னழுத்தத்தை, P என்ற மின்னழுத்த மானியினுல் அறியலாம்.

V_1, V_2 சமமாக ஒளிரும்போது Pயைச் சரிப்படுத்தி, துவக்க நிலைக்கு (Trigging point) தைரட்ரானை அமைக்கவேண்டும். புகை அல்லது தூசிப்பகுதியினுல் ஒளிப்பாதை மங்கலாக்கப் படும்போது (Obscures) V_2-இன் தடை குறைந்து, உடனே V_3 இயக்கப்பட்டு, RY என்ற அஞ்சற்கருவி (Relay) இழுக்கப் படுகிறது. உடனே K_1, K_2-வின் தொடர்புகள் மூடப்பட்டு அபாய அறிவிப்பு ஓசை உண்டாகத் தூண்டப்படுகிறது. K_3, K_4 தொடர்புகள் மூடப்பட்டு அஞ்சற்கருவியைக் கொண் டிருக்கும் சுற்று மூடப்பட்டு இவ்வோசை தொடர்ந்து ஒலித்துக் கொண்டே இருக்கும். இவ்வோசை நிலையை (Alarm condition) நிறுத்த S என்ற சுவிட்சை திறக்கவேண்டும். V_1, V_2 இரண்டும் ஒரே ஒளிமூலகத்தால் ஒளிரும்போது, ஒளி-நிலை வேறுபாடுகள் அவைகளின் தடையை ஒரே அளவில்தான் மாற்றும். எனவே V_3 இன் கிரிடு மின்னழுத்தம் அதே நிலையில் இருக்கும்.

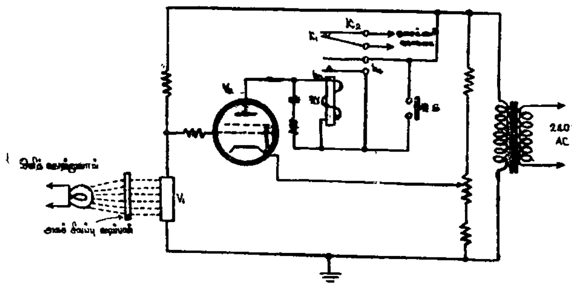
கட்புலன் கதிர்வீச்சைப்போல புறச்சிவப்பு கதிர்வீச்சையும் இம்முறைக்கு வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்தலாம். சில ஒளிக் கடத்துதிறன் மின்கலங்கள் புறச்சிவப்பு கதிர்வீச்சுக்கு நல்ல முறையில் இயங்கும். எனவே ஒளிவடிப்பான்கள் (Optical filters) மூலம் கட்புல ஒளியின் குறுக்கீட்டை நீக்கிவிடலாம். இங்கும் முன் பயன்படுத்திய மின்சுற்றைப் பயன்படுத்தலாம். அதில் பயன்படுத்திய ஒளித்தோற்றுவாய் இங்கு தேவையில்லை. V_1 மறைக்கப்பட்டிருப்பதால் V_2வை மட்டும் புறச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு ஒளிரும்படி செய்யும்.

இதே மின்சுற்றை, வெப்பநிலை அல்லது மற்ற வெப்பமான எந்திர பாகங்களைக் கண்டுபிடிக்கவும் பயன்படுத்தலாம். தெர்மிஸ்டர்கள் (Thermistors) ஒளிமின்கலங்களை விட மிக நல்லமுறையில் இதில் பயன்படும். எதனுடைய வெப்பநிலை கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டுமோ, அந்தப்பகுதியுடன் V_2 தெர் மிஸ்டர் மிக நெருக்கமாக ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். வெப்பப் படுத்தப்படாதப் பகுதியுடன் V_1 பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சுற்றியுள்ள ஒரே வெப்பநிலைக்கேற்ற மாற்றத்துடன்தான்

இவையிரண்டும் துவக்கத்தில் இருப்பதால், அவைகளின் மேலுள்ள விளைவுகள் ஒன்றாகத்தானிருக்கும். பின்பு V_2வில் மட்டும் வெப்ப நிலை மாறுதலினால் மாற்றம் தோன்றும்.

ஒளிமின் குறுக்கீடு ஓசைக்கருவி (Photo electric intruder Alarm)

இம்முறையானது கண்களுக்குத் தெரியாத ஒரு மர்ம முறையாக விளங்கும். கண்ணுக்குப் புலனாகாத புறச்சிவப்பு ஒளி, ஓசைக்கருவியை இயக்குதற்கு வசதியாக அமையும். தகுந்த இடங்களில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கண்ணாடிகள், ஒளிக் கற்றையை அறை முழுதும் எதிரொளிக்கச் செய்யும். இதன் மூலம் முழு அறையையோ அல்லது அலுவலகத்தையோ பாதுகாப்பு அமைப்பின் கீழ் நாம் கொண்டுவரமுடியும்.



படம் 8·6

படம் 8·6இல் ஒளிமின் ஓசைக்கருவியின் சுற்று (The photo electric alarm circuit) காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் LS என்ற புறச்சிவப்பு ஒளித்தோற்றுவாய் V_1 என்ற ஈயசல்பைடு (Lead sulphide) ஒளிகடத்துதிறன மின்கலன் ஒளிரும்படி செய்யப் படுகிறது. புறச்சிவப்பு ஒளியின் கண்ணுக்குத் தெரியும் கதிர் வீச்சுப் பகுதியானது ஒளிவடிப்பான், V_2 என்ற தைரட்ரான் ஆகியவை மூலம் ஒதுக்கப்படுகிறது. RY என்ற அஞ்சற்கருவி இயங்காதபோது, K_1 K_2 மூடப்பட்டிருக்கும் (Closed) மின்னழுத்த அளிப்பு (Supply voltage) நிறுத்தப்பட்டாலோ, V_2 அல்லது விளக்கு ஒளி கொடுக்காமலிருந்தாலோ ஓசைக்கருவி இயங்கத் தொடங்கிவிடும்.

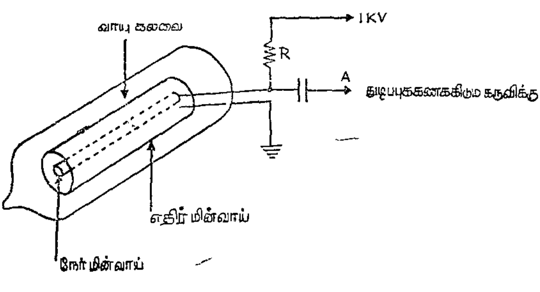
V_1–இன் மேல் படும் கதிர்வீச்சு அதன் தடையை குறைத்து விடுகிறது. எனவே V_2 இயங்கத்தொடங்கிவிடும். RY என்ற

அஞ்சற்கருவி இழுக்கப்பட்டு, நேர்மின்வாய் அளிப்பு (Anode supply) முழுதாக்கப்பட்டு, K_3, K_4 தொடர்புகள் மூடப்படு கின்றன. ஓசைக்கருவித்(Alarm)தொடர்புகள் K_1 K_2 திறக்கப் படுகின்றன. இதுதான இக்கருவியில் உண்மையாக நிகழு கின்றது ஒளிக்கற்றையின் இடையீட்டினால் V_2 அயனியாக்கப் படுதலைத்தடுக்க, RY விடுபட்டு, K_3 K_4 தொடர்புகள் திறக்கப் படுவதால் V_1 செயலற்று இருக்கும். இந்நிலை S என்ற பித்தானை அழுத்தி மீண்டும் நேர்மின்வாய் அளிப்பை உண்டாக்கும்வரை நீடிக்கும்.

காமா, எக்ஸ்-கதிர் கதிர்வீச்சின் எச்சரிக்கைப் பணி (Gamma and X-ray radiation Monitoring)

தொழில் துறையில் ரேடியோ கதிரியக்கப் (Radioactive) பொருட்களும், எக்ஸ்-கதிர் எந்திரங்களும் பெருமளவில் பயனபடுகின்றன. இவற்றில பயன்படுத்தபபடும் கதிர்வீச்சு, உடலநலத்திறகு கடுமையான ஆபத்தை விளைவிக்கும். கதிர்வீச்சு 'டிடக்டர்கள' (Radiation detectors) கதிர்வீச்சுகளின் அபாயததை உடனே இயக்குநர்களுக்கு எச்சரிக்கைச் செய்யும் ஆற்றலைப் பெற்றது.

ஒரு கதிர்வீச்சு டிடக்டரின் முக்கிய பகுதியாக, அயனியாக் கப்படும் அறை அல்லது கைகர் முல்லர் குழாய் (Geiger Mueller tube) இருக்கும். குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் கலக்கப்பட்ட வாயு நிரப்பப்பட்ட அறையை இது கொண்டிருக்கும். இதன் வெளிப்பாகம் நீள் உருளை வடிவில் இருக்கும். இதன் பொது மைய அச்சில், உட்புறமாக மின்வாய்கள் படத்தில் காட்டிய படி இருக்கும்.



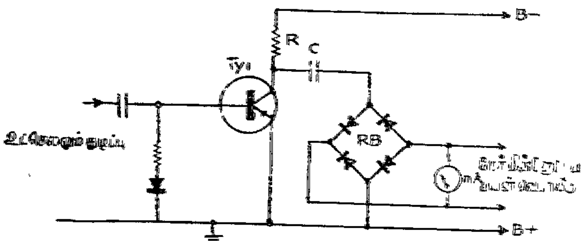
படம் 8·7

R என்ற உயர்மின் தடை வழியே உயர்நேர்மின்னழுத்தத்துடன் (1000 வோல்ட்டுகளுக்கு மேல) இக்குழாய் இணைக்கபபட் டிருக்கும்.

செயலற்ற தைரட்ரான்போல் இக்குழாய் இருக்கும்படியாக நிலைவாயுக்களின் கலவை (Mixtures of the stable gases) இக்குழாயினுள் இருக்கும். (நியான், ஆர்கான், கிரிப்டான் போன்றவை). காமா அல்லது எக்ஸ்-கதிர் கதிர்வீச்சின் அயனியாக்கம், குழாயை இயக்கச் செய்கிறது. சாதாரணமாக ஒரு தைரட்ரானின் கிரிடுக்கு கொடுக்கப்படுகின்ற ஒரு துடிப்பு (Pulse) போன்றது போலாகுமிது! இதனால குழாயின் உள்தடை (Internal resistance) குறைகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்டக் கால இடைவெளியில் அயனியாக்க அறையில் (Ionisation chamber) அயனியாக்கும் எண்ணிக்கையை, எணணும் முறையின் அடிப்படையில் கதிர்வீச்சின் எச்சரிக்கைப் பணி (Radiation monitoring) அமைகிறது. இவை அயனியாக்கப்படுகின்ற கதிர்விச்சுத் துடிப்பின் (Pulse) குறைந்த அல்லது அதிகமான அடர்த்தியைத் தொடர்ந்து கொண்டிருக்கும். எனவே, எரிக்கப்படும் குழாயினை மிக விரைவில் தணிப்பது மிகவும் தேவையான ஒரு செயலாகும். இத்தணிப்பு (Quench) அடுத்த எரிதலுக்கு (Ignition) குழாயை தயார்படுத்துவதற்குரிய செயலாக இருக்கும். குறைந்த அளவு குளோரினுதி (Halogen) வாயுவை அறைக்குள் செலுத்தப் படுவதன் மூலம் இத்தணிப்பு தானகவே ஏற்படும். எனவே கதிர்வீச்சு நிலை அதிகமாகும் போதெல்லாம் எரிகின்ற வாயுக் குழாயை இம் முறையில் நாம் பெறுகிறோம்.

A-யில் கிடைக்கின்ற மின்னழுத்தத் துடிப்புகள் தகுந்த வாலவு அல்லது டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிக்கு (Transistor amplifier) செலுத்தப்படுகின்றன. ஒலிபெருக்கி (Speaker) போன்ற வெளியே இருக்கும் கருவிகளை, விரைவாகத் தோன்றும் 'கிளிக்' (Clicks) ஒலி எச்சரிக்கைகளைக் கேட்பதற்குப்பயன்படுத்தலாம்.



படம் 8·8

படம் 8·8–இல் காட்டிய சுற்றினைக் கொண்டு, ஓர் அடிப்படை அதிர்வெண்மானியை (Basic frequency meter) அமைத்து

கதிர்வீச்சு நிலையின் குறிப்பை கண்ணால் பார்க்கும்படியாகவும் செய்யலாம். கதிர்வீச்சு நிலைக்கு விகிதப் பொருத்தத்தில் மானியின் விலக்கம் (Deflection) இருக்கும், எளிதாக எடுத்துச் செலலும்படியாக அமைக்கப்பட்ட எச்சரிக்கைக் கருவிகளில் கேட்கும், காணும் குறிகள் (Aural and visual indication) சேர்ந்து இருக்கும்.

நிலையாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இத்தகு கருவிகளில் துடிப்புவீதம் (Pulse rate) மின்னழுத்தமாக மாற்றப்படுகிறது. இம்மின்னழுததமானது தைரட்ரானை இயக்கச் செய்யும். தகுந்த கதிர்வீச்சு நிலை அடைந்தவுடன் ஓசைக்கருவி செயல் படத் தொடங்கும் மிக நுட்பமான முறையில் அமையப்பெற்ற கருவிகளில், துடிப்புகள் எலெக்ட்ரானிய தசம எண்ணிக்கைக் கருவிகளினால் (Electronic decimal counters) எண்ணப் படுகின்றன.

9. பதிவிடும் கருவிகள்

(Industrial Recorders)

தொழில் துறை உற்பத்திப் பெருக்கத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட கச்சாப் பொருட்களின் (Raw materials) எண்ணிக்கை, உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பொருட்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவைகளைப் பதிவிட்டு வைத்துக் கொள்ளுதல் அவசியம். தொழில் முறையின் பல்வேறு அளவுகளுக்கும் சரியான, நிலையான பதிப்பு ஏடு வைத்துக் கொள்ளுவதும் இன்றியமையாததாகும்.

உதாரணமாக, ஒரு பொறி செயல்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் போது செலவாகும் திறன் அளவு (Power consumed), வெப்ப நிலை மாற்றம், உபயோகிக்கப்பட்ட மின்னோட்ட மின்னழுத்த அளவுகள், ஒரு திரவத்தின் கடத்துத்திறனின் தொடர்ச்சி நிலை (Continuous state of Conductivity) ஆகியவைகளைத் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும், இதனால் பதிவேடுகளில் உள்ள புள்ளி விவரங்களை ஆராய்ந்து உற்பத்திப் பொருட்களின் செலவைக் குறைத்து. அவைகளின் தரத்தை உயர்த்த முடியும்.

நீண்டகாலமாகப் பலவகைப் பதிவிடும் கருவிகள் உபயோகத்தில் இருந்துவருகின்றன. தொழில் துறையில் எலெக்ட்ரானியல் புகுத்தப்படுவதற்கு முன்பு எந்திரவியற் கொள்கைகளால் (Mechanical Principle) இயக்கப்பட்ட பல பதிவிடு கருவிகள் இன்றும்கூட வழக்கில் இருந்துவருகின்றன.

கால்வனுமீட்டரில் அளவுகாட்டும் முள்ளிற்குப் பதிலாக ஒரு பேனவைப் பொருத்தி அதை ஒரு மின் பதிவிடும் கருவியாக (Electrical recorder) மாற்றலாம். இன்று பல இடங்களில் உபயோகிக்கப்படும் "தானே எழுதும் பேனப் பதிவிடு கருவி"களில் (Direct writing pen recorders) இம்முறையே பயன்படுத்

தப்படுகிறது. டி ஆர்சன்வால் (d'Arsonval) அசைவால் பேனு இயக்கப்படுகிறது. மின் ஆற்றலால் பதிவு அட்டை, பேனுவை ஒட்டி நகர்த்தப்பட்டு அதனுல பேனுவின் அசைவுகள் அட்டையில் பதிக்கப்படுகின்றன.

பதிக்கப்படும் செய்தி மின்னோட்டமாக மாற்றப்பட்டால் தான் மின் பதிவீடு கருவியை உபயோகிக்கமுடியும். ஆகவே பதிக்க வேண்டிய செய்திகளை உடனுக்குடன் மின்னோட்டச் சைகைகளாக (Electrical signals) மாற்றவேண்டும். இதை ஆற்றல்மாற்றிகளைக் (Transducers) கொண்டு நாம் செய்யலாம். எலெக்ட்ரானியலில் வெப்பநிலை, அழுக்கம், அடர்த்தி, பாகுநிலை (Viscosity), எடை, ஒப்படர்த்தி, ஒரு பொருளில் ஆக்ஸிஜன் கார்பன் மோனுக்ஸைடு இருக்கும் அளவுகள் போன்ற இயற்பிய இரசாயன அடிப்படை அளவுகளை மின்னோட்டச் சைகைகளாக மாற்றிப் பதிவீட ஆற்றல்மாற்றிகள் உதவு கின்றன. எலெக்ட்ரானியல் தொழில் துறையில் ஆற்றல்மாற்றி களும், பதிவீடு கருவிகளும் பலவிடங்களில் உபயோகிக்கப் படுகின்றன. முக்கியமாக வெற்றிடக்குழாய் (Vacuum tubes) உற்பத்தியில் அவைகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

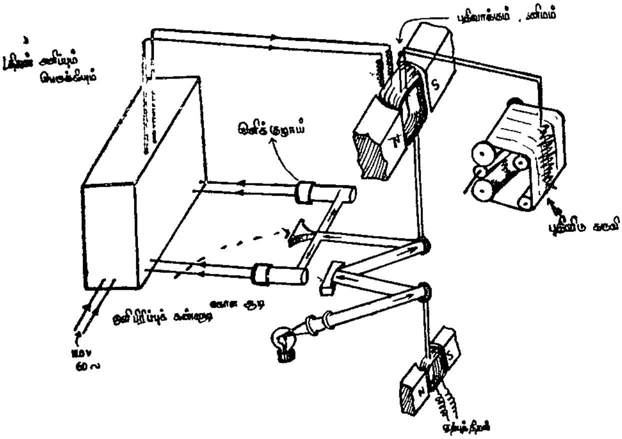
எலக்ட்ரானியத் தொழில் துறையின் தேவைக்கு ஏற்ப பலதரபபட்ட பதிவீடுகருவிகள் வழக்கில் இருந்து வருகின்றன. பேனுவும் மையும கொணடு டி ஆர்சன்வால் அசைவைப் பயன் படுத்தி, சிக்கலான பெருக்கிகளின் (Complex amplifiers) உதவியால் செயல்படும் சில நவீனப் பதிவீடு கருவிகள், ஒளிமின விளைவு (Photo electric effect) பயன்படுத்தப்பட்ட பதிவீடு கருவிகள், மின்சார இரசாயன மாறுதல்களை உணரும் தனித்தன்மை வாய்ந்த காகிதஙகளைக் கொண்ட பதிவீடு கருவிகள் போன்றவை அவைகளில் முக்கியமானவை. குறிப்பாக பதிவீடு கருவிகளை இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

1. மின்னழுத்தமானி (Potentiometer) அமைப்புப் பெற்றவை.

2. நேர்முகப் பதிப்புக் கருவிகள் (Direct recording type) இவ்விரு அமைப்பும் பெறுத வேறு பதிவீடு கருவிகளும் சில உண்டு.

நேர்முகப் பதிவீடு கருவிகளில் ஒரு குறை உண்டு. கனமான பேனுவை நகர்த்துவதற்கு அதிகமான சக்தி தேவைப் படுவதால் அதனுடைய உணர்வு நுட்பம் (Sensitivity) குறை

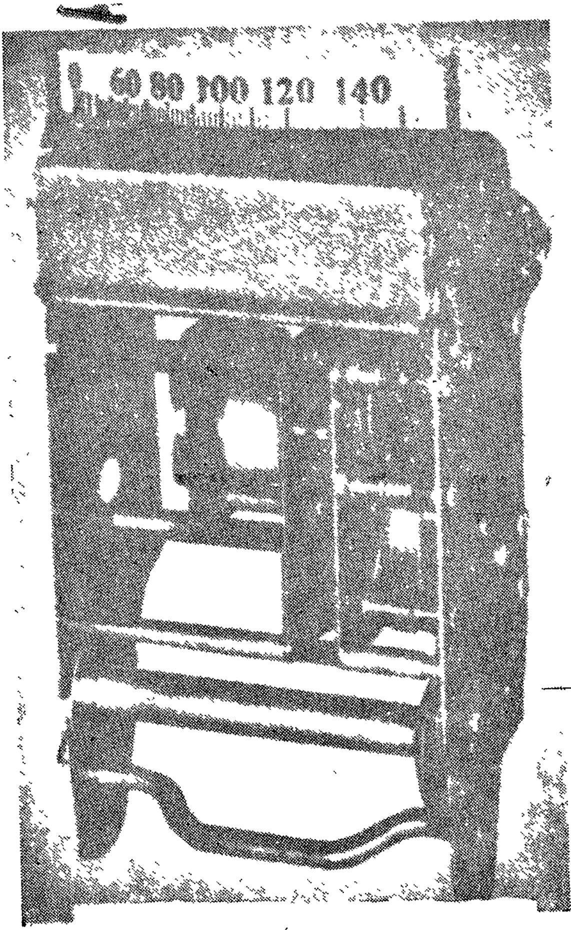
கிறது. உணர்வு நுட்பத்தை அதிகமாக்க ஓர் ஆடி கால்வனு மீட்டரைப் பயன்படுத்த வேண்டும். நகர்வுகளை (Movements) அக்கால்வனு மீட்டரில் அளந்து, பெருக்கி, பேனுவோடு கூடிய மோட்டாரில் செலுத்திப் பதிவீடு செய்யலாம். இம்முறை GE அமைப்புக்கொண்ட பதிவீடு கருவிகளில் பயன்படுத்தப் படுகிறது.



படங் 9·1 (அ)

படத்தில் காட்டியதுபோல உள்ளேற்புக் கருவி (Input) ஒரு சிறு ஆடியைப் பெற்றுள்ளது. இவ்வாடியால் எதிரொளிக் கப்பட்ட ஒளிக்கற்றையை இரு ஒளிமின்கலங்கள் (Photo cells) பகிர்ந்து கொள்கின்றன. இவ்விரு ஒளிமின் கலங்களும் ஒரு பகுப்புப் பெருக்கியோடு (Differential amplifier) இணைக் கப் பட்டுள்ளன. கால்வனு மீட்டரில் பாயும் மின்னோட்டத்தால் அதன் ஆடி திருப்பப்படுகிறது. திரும்பிய ஆடி, ஓர் ஒளிமின் கலத்தின்மீது அதிக ஒளியையும், மற்றதின்மீது குறைவான ஒளியையும் பாய்ச்சுகிறது. ஆகவே இரு ஒளிமின் கலங்களில் இருந்தும் இருவேறுபட்ட சைகைகள் வெளிப்படுகின்றன. இச் சைகைகள் 6SJ7 ஆல் பெருக்கி 6V6 திறன் குழாய்க்கு ஊட்டப் பட்டு பேனுமோட்டார் இயக்கப்படுகிறது. கீழ்வரும் படம் பதிவுக்காகிதம் நகரும்முறையைக் காட்டுகிறது.

காகிதத்தின் நகர்வு வேகத்தை மாற்ற கியர்கள் (Gear–துணைப்பொறி) பயன்படுததப்படுகின்றன.



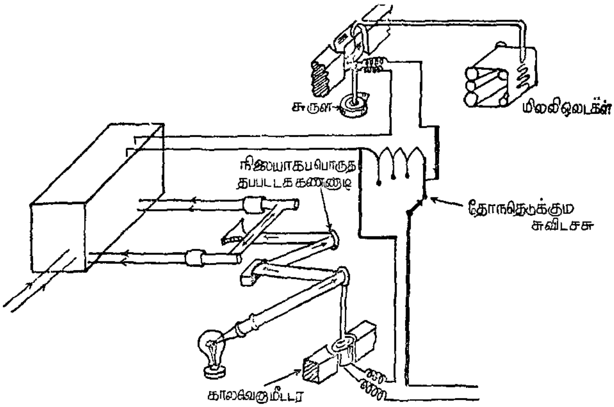
படம் 9·2

பதிவுக் காகிதம் நகரும் அமைப்பு

மின்னழுத்தமானி அமைப்புப் பெற்ற பதிவீடு கருவி படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கால்வனுமீட்டரின் கம்பிச் சுருளைத் திருப்ப மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. இம்மின்னழுத்தம் பேனு மோட்டாரில் மின்னேட்டத்தை ஏற்படுத்தும். இம்மின்னேட்டம், செலுத்தப் பட்ட சைகைக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். மேலும் இது மின்

தடை R-ல் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியை (Voltage drop) உண்டாக்குகிறது. இம்மின்னழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்பளவு மின்னழுத்தத்திற்குச் (Input voltage) சமமாகும். பேனு மோட்டாரின் இயக்கத்திற்குத் தேவையான மின்னழுத்ததை பெருக்கியில்



படம் 9·3

இருந்து பெரும்பொழுது, Rன குறுக்கே ஏற்பட்ட மேற்கூறிய மினனழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்பு வாயிலுக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. இது ஏற்பு மின்னழுததத்திற்குச் சமமாதலால், ஏறபளவை இது ஈடுகட்டி கால்வனுமீட்டரை மீண்டும பூஜ்யத்திற்குத திருப்பிக் கொணருகிறது. பேனு மோட்டாரில இணைக்கப்பட்ட ஒரு வில் திருப்பியின் (Spring return) உதவியால ஏறபுச் சைகையின் அளவையும் பேனு மோட்டாரின இயக்கதயையும் ஒரு நிலையில் வைதது்க்கொள்ள முடியும்.

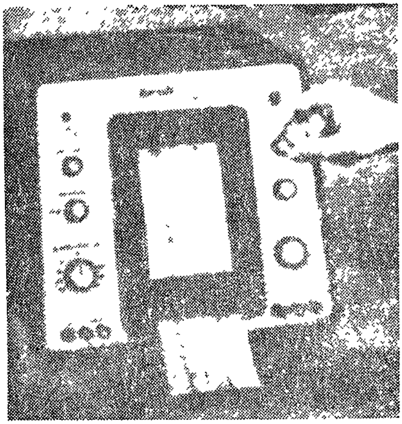
பதிவீடு கருவிகளில காகிதங்களின நகர்வு வேகத்தை வினுடிக்கு 20 சென்டி மீட்டர்கள் அளவிற்கு மாற்றிக்கொள்ளலாம். இது கருவியில் உள்ள துணைக்கருவிகளைப் (Gears) பொறுத்தது. பதிவீடு எந்திரததின உணாதிறன் (Sensitivity) பயன்படுததப்படும் அடிப்படை அலகுகளைப் பொறுத்து மாறுபடும். பதிக்கப்படும் மாறறஙகளின வேகம மிகக் குறைவாக இருக்கும்பொழுதுதான். இதுகாறும் விவரிக்கப்பட்ட பதிவீடு கருவிகளைப் பயன்படுதத முடியும்.

GE அமைப்பு GF பதிவீடு கருவிகள்

GF பதிவீடு கருவிகளில் தட்டும் முறை (Tapping system) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு வரிச்சுற்றின் உதவியால் (Solenoid) இரு வினுடி கால இடைவெளிக்கு ஒருமுறை

மோட்டாரோடு இணைந்த பேனா, பதிவு அட்டையில் தட்டிப் பதிக்கப்படுகிறது. ஒரு மைநாடாவின் (Carbon ribbon) உதவியால் தட்டுக்குறிகள் பதிவு அட்டையில் எழுதப்பட்டு மாற்றங்கள் பதிக்கப்படுகின்றன.

ஒரே சமயத்தில் பல்வேறு மாற்றங்களைப் பதிவிட வேண்டி இருப்பின் மார்க் II இரட்டைப் பதிவீடு கருவிகளை (Mark II Twin recorders) நாம் பயன்படுத்தலாம். இப்பதிவீடு கருவிகளில் சீராக்கப்பட்ட திறன் வழங்கியால் (Regulated power supply) சமன் நிலைப்படுத்தப்பட்ட DC பெருக்கியின் உதவி கொண்டு பேனா மோட்டார்கள் இயக்கப்படுகின்றன.



படம் 94

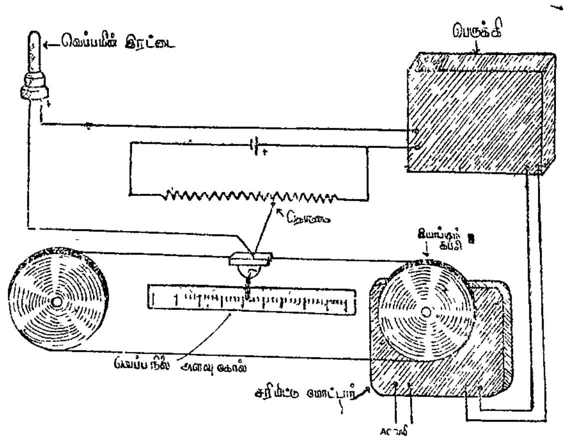
மார்க் II இரட்டைப் பதிவீடு கருவி

ஏற்பளவு நிலையில் இருந்து (Input stage) பயனளவு நிலை வரைக்கும் (Output stage) இப்பெருக்கி சரியீடு பெற்றிருக்கின்றமையால், DC பெருக்கிகளில் ஏற்படுகின்ற நகர்வுகள் (Drift) அகற்றப்படுகின்றன.

இப்பதிவீடு கருவிகளின் உணர்திறன் கொடுக்கப்படும் பெருக்கத்தைப் (Amplification) பொருத்தது. பேனா மிக வேகமாக காகிதத்தின் குறுக்கே நகர்த்தப்பட்டால் அதன்மீது எவ்விதச் சுவடும் பதியாது. ஏனெனில் மிக வேகமாக நகர்த்தப்படும் பேனா, காகிதத்தின்மீது சிராய்ப்புகளைத்தான் (Scratches) ஏற்படுத்தும். இக்குறையைப் போக்க பலவழிகள் கையாளப்படுகின்றன. பதிவிடுவதற்கு தனித்தன்மை வாய்ந்த மின் கடத்தும் (Electrically conductive) காகிதங்களை உபயோகிக்கிறார்கள், மேலும் பேனாவிற்குப் பதிலாக ஒரு DC வழங்கப்பட்ட அதிர்வு உலோக இழை (Stylus) பொருத்தப்படுகிறது.

இவ்வதிர்வு இழை காகிதத்தைத் தொடும்போது மின்சாரம் கடத்தப்பட்டு, இரசாயனமாற்றம் ஏற்பட்டு காகிதத்தில் நிலையான சுவடுகள் (Traces) பதிகின்றன. வெப்பச் சுருள்களோடு (Heating coils) இணைக்கப்பட்ட உலோக இழையும், வெப்ப உணர்வுகொண்ட காகிதங்களும் உபயோகப்படுத்தப்படும் பதிவீடு கருவிகளும் புழக்கத்தில் உள்ளன. சூடான உலோக இழையின் முனை காகிதத்தின்மீது பட்டு இரசாயன மாற்றம் ஏற்பட்டு நிலையான சுவடுகள் பதிக்கப்படுகின்றன.

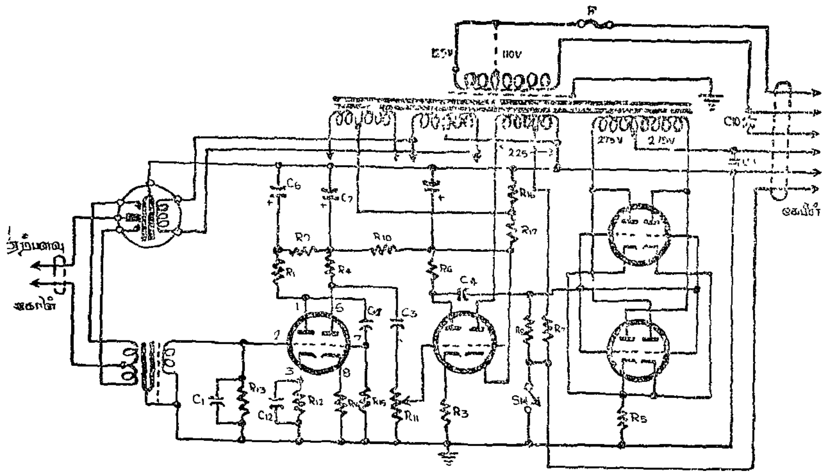
மின்னழுத்தமானி அமைப்புப்பெற்ற பதிவீடு கருவிகள் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ள தத்துவத்தின் அடிப்படையில் இயங்குகின்றன.



படம் 9·5

படத்தில் காட்டிய பாலச் சுற்றில் (Bridge circuit) உள்ளேற்றப்படும் சைகையே ஒரு புயமாக (Arm) இயங்குகிறது. பாலச்சுற்றின் மற்றொரு புயமாக ஒரு மாறு மின்னழுத்தம் (Variable voltage) அமைந்துள்ளது. இச்சுற்றில் கால்வனு மீட்டர் பூஜ்யக் காட்டியாக (Null detector) பயன்படுத்தப் படுகிறது. பாலச் சுற்றின் சமம் அடையாமையை (Unbalance) கால்வனுமீட்டர் காட்டுகிறது. காட்டப்படும் இம்மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்ப பேனமோட்டார் இயக்கப்படுகிறது. ஆகவே ஏற்பு முனைகளுக்கு (Input terminals) இடையே ஏற்படும் மின்னழுத்த மாறுபாட்டிற்கு ஏற்ப பதிவு அட்டைமீது பேனா நகர்ந்து நிலையான சுவடுகளை ஏற்படுத்துகிறது. வெட்டுச்

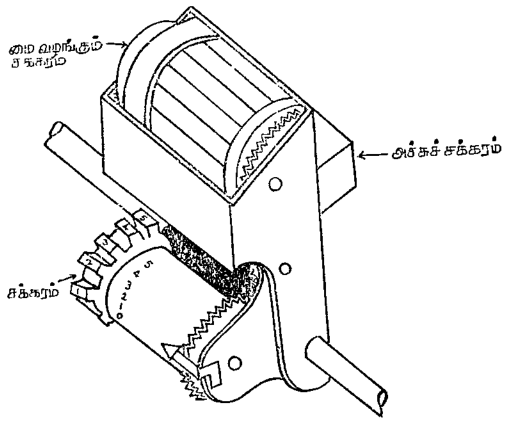
சுற்றும் (Chopper circuit) மாறு மின்னோட்ட இயக்கம்பெற்ற பயனளவு வெளியேற்றப் பகுதியும் பெற்ற தொழிலகப் பதிவீடு கருவிகளின் உள்ளேற்பு அமைப்பை (Input system) படத்தில் காணலாம்.



படம் 96

இம்மாதிரி அமைப்புகளில் மிகவும் அகலமான பதிவு அட்டைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அகலமான பதிவு அட்டையைப் பயன்படுத்துவதால் இப்பதிவீடு கருவிகள் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட குறிப்புக்களைப் பதிக்க உதவுகின்றன. இவ்வுபகரணங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட (சுமார் 12 சைகைகள்) உள்ளேற்புச் சைகைகளை (Input signal) ஊட்டலாம். இதில் பன்னிரண்டு வேறுபட்ட குறிகளோ, எண்களோ, கொண்ட அச்சுச்சக்கரம் (Printing wheel)பேனாவாக அமைந்து இயங்குகிறது இப்பன்னிரண்டு உள்ளேற்புச் சைகைகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் சுவிட்ச்சுகள் திருப்பப்படும்போது அச்சுச் சக்கரமும் இசைவுப் பொருத்தத்தோடு திருப்பப்படுகிறது (Synchronously). ஆகவே வழி (Channel) 1, உள்ளேற்போடு இணைந்திருக்கும்போது அட்டையில் 1 என்ற அடையாளம் பதிக்கப்படுகிறது. அச்சுச்சக்கரத்தை இவ்வாறு சரியான நிலைக்கு நகர்த்துவதற்கு மின்னழுத்தமானி பயன்படுகிறது. எண்களை அச்சிட ஒருவரிச் சுற்று உதவுகிறது. பின்னர் எண் "2" இன் இடத்திற்கு சுவிட்ச்சு நகர்த்தப்படும்போது அச்சுச் சக்கரமும் தானாகவே நகர்ந்து எண் 2 அச்சிடுகிறது. தானாக

நகர வல்லதும், அச்சுச்சக்கரத்தை இசைவுப் பொருத்தத்தோடு நகர்த்தவல்லதுமான ஒரு சுவிட்சை அமைத்துவிட்டால், ஒரே சமயத்தில் 12 வழிகளில் (Channels) ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒரே பதிவு அட்டையில் பதிக்கமுடியும். மின்னிபோலிஸ் ஹனிவெல்பிரவுன் (Minnepolis–Honey well Brown) பலவழிப் பதிவிடு கருவிகள் (Multi channel) இவ்வமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. கீழ்வரும் படத்தில் குறிமுள்ளிற்கு (Pointer) அருகில் எண்கள் பொறிக்கப்பட்டுள்ளன. அதை அடுத்து நாம் அச்சுச்சக்கரத்தைக் காணலாம்.



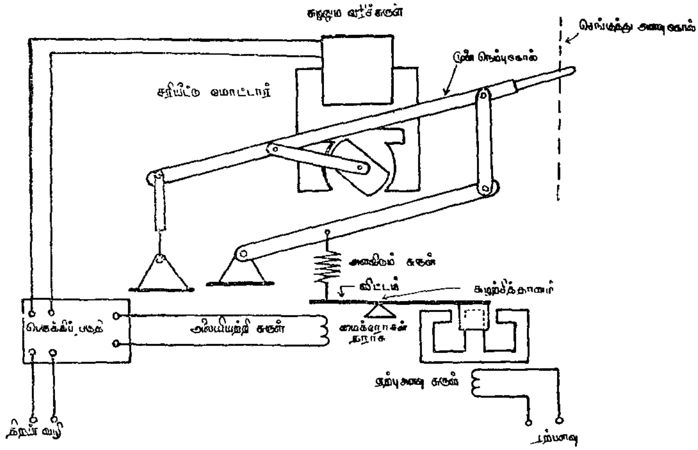
படம் 97

பொதுவாக டிஆர்சன்வால் சுருட் கொள்கையால் அசைவு இயக்கப்படும் பேனா மோட்டார்களை விட மின்னழுத்தமானி அமைப்புக் கொண்ட பதிவீடு கருவிகளால் மிக நீண்ட தூரம் பேனாவை நகர்த்த முடிகிறது. ஆகவே பேனா நகர்த்துமமுறை, சமன்பாட்டு அமைப்புமுறை, பதிவு வழிமுறைகள் ஆகியவை ஒவ்வொரு கருவியிலும் வேறுபட்டபோதிலும மின்னழுத்தமானி அமைப்புபெற்ற பதிவீடு கருவிகளே தொழிலகங்களில பெரும்பான்மையாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

மைக்ரோசன் கட்டுப்படுத்தும் பதிவீடு கருவிகள் (Microsen Recorder controller)

இக்கருவியின் அடிப்படைத் தத்துவம் கீழ்வரும் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

சுழல் சட்டத்தில் (Rotating beam) தொங்கும், மின் எந்திர வியல் விளைவுகளை (Electro mechanical effects) உணரக்கூடிய,

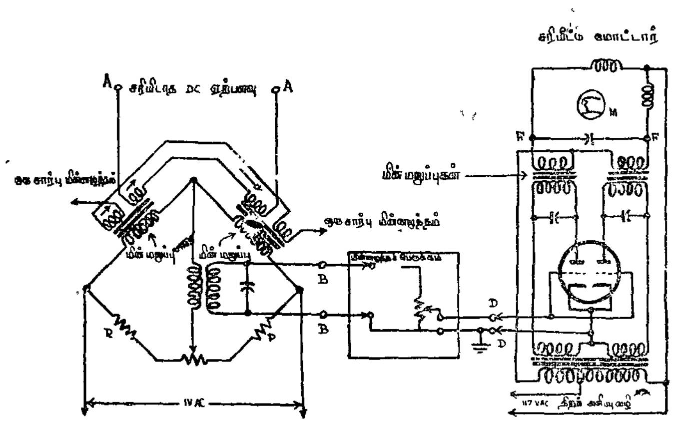


படம் 9·8

தனிமத்தோடு இணைந்த ஒரு கம்பிச்சுருள், இக்கருவியின் முக்கிய பகுதியாகும். இச்சுருள் ஒரு நிலைக்காந்தத்தின் புலத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல்மாற்றியில் இருந்து மின்னோட்டம் இச்சுருளின் வழியாகப் பாயும்போது இச்சுருளுக்கும், அலைவியற்றிச் சுருளுக்கும் (Oscillator coil) இடையே உள்ள சார்வு தூரம் (Relative distance) மாறுபடுகிறது.

அலையியற்றி மின்னோட்டத்தை, தட்டை (Vane) அசைவால், அதிகமாக்கவோ அல்லது குறைக்கவோ முடியும். எனவே சுழலும் வரிச்சுற்று அமைப்புக் கொண்ட மோட்டாருக்கு (Rotating solenoid type Motor) அலையியற்றி வழங்கும் மினனோட்டம் மாறுபடுகிறது அதனால் வரிச்சுற்று மோட்டார்வில் சுருளின் இழுவிசையை (Tension) அதிகப்படுத்துகிறது. இது உணர் சுருளின் (Sensor coil) மின்னோட்டததை மாற்றுகிறது ஆகவே வில்சுருளில் இழு விசையை ஏற்படுததும் நெமபுகோலின (Lever) இருப்பிடம் (Position) ஏற்ப மின்னோட்டததுடன் நோவிகித சமததில் இருக்கும். இதனால நெமபுகோலின முனையில் பொருததப்படடபேனா செஙகுததுஅசைவுக்குள்ளாக்கப்பட்டு மாறுபாடுகள் அட்டையில பதிக்கபபடுகின்றன. படததில் உள்ள பெருக்கிபபகுதி (Amplifier section) அலையியறறி, பெருக்கி ஆகிய இரண்டையும் கொண்டுள்ளமையைக் காணலாம்.

கீழ்வரும் படம் மற்றுமொரு பதிவீடு கருவியின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.



படம் 9·9

இதன் பாலச்சுற்றில் அமைந்த தெவிட்டிய நிலையை (Saturable) அடையவல்ல இரு மின் மறுப்புக்களின (Reactors) கட்டுப்பாட்டு பகுதிகளுக்கு (Control wings) ஏறபுச்சைகைகள் ஊட்டப்படுகின்றன. இவவாறு ஊட்டப்படுகின்ற சைகை, ஒரு மின் மறுப்பின ஒருசார மின்னழுததத்திறகு (Bias) நேர் திசையிலும், மற்ற மின மறுப்பின் ஒருசார் மின்னழுத்தததிறகு எதிர்திசையிலும் இருக்கும்வண்ணம அவ்விரண்டு மின் மறுப்புக்களின் ஒருசார மினனழுத்தங்கள அமைக்கப்படுகின்றன. ஆகவே சுற்றில் சரியிடாமை (Unbalance) ஏற்படுகிறது. இதனுல் பெறப்படும் விளைவுச்சைகையை (Resultant signal) பெருக்கி, AC பெருக்கிக்கு ஊடடப்படுகிறது. இந்த AC பெருக்கி, தெவிட்டியநிலை அடையவலல மின்மறுபபுககளைக் கொண்டு சரியீட்டு மோட்டாரைக் கட்டுப்படுததுகிறது. ஆகவே மோடடாரோடு இணைக்கப்பட்ட பேனு இயக்கங்களைப் பதிவு அட்டையில் வரைகிறது.

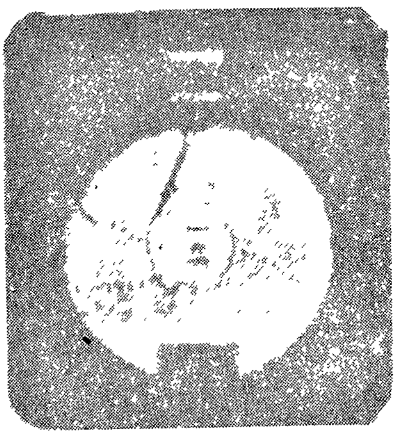
இதுகாறும் விவரிக்கப்பட்ட பதிவீடு கருவிகளல்லாத வேறு பல கருவிகள் தங்கள் இயக்கங்களுக்கு வேறு வேறு கொள்கைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. லீடு & நார்த்ரப் பதிவீடு கருவிகள் புவியீர்ப்பு மாதிரி சரியீட்டு அமைப்பை பயன்படுத்தி கால்வனுமீட்டரின் சுட்டுமுள்ளை நகர்த்துகிறது. வேறு பல கருவிகள் ஒளிமின்னேட்டத்தைப் பயன்படுத்துகின்றன.

X - Y பதிவீடு கருவிகள்

X-Y பதிவீடு கருவிகள் விநோதமான அமைப்புப் பெற்றவை அனலாக் கம்ப்யூட்டர்களின் (Analog computer) வெளியீடாகப் (Output) பயன்படுத்தப்படுவது இக்கருவிகளின் பல்வேறு பயன்களில் ஒன்ருகும். சிக்கலான கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் இயக்கங்களைப் (Complex control system functions) பரிசோதிப்பதற்கு இவைகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அவைகளின் பெயருக்கேற்ப இப்பதிவீடு கருவி கொண்டு X, Y ஆகிய இரு அச்சுக்களிலும் பதிவிடலாம் இரண்டு ஏற்புச்சைகைகளின் மாறுதல்களை இப்பதிவீடு கருவி கொண்டு வரைபடமாக (Graph) வரையலாம். சில X-Y பதிவீடு கருவிகள் ஒரு விஞடியின் மிகச்சிறிய பாகத்தில், மாறுதல்களை மிக நுண்ணியதாகவும் சரியாகவும் பதிக்க உதவுகின்றன.

சுழல் அட்டைப் பதிவீடு கருவிகள் (Rotary Chart Recorders)

ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட மாறுதல்களைப் பதிவிட சுழல் அட்டைப் பதிவீடு கருவிகள் உகந்தவை. ஆறுக்கு மேற்பட்ட, ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அமைக்கப்பட்ட பேனுக்கள் ஒரே சமயத்தில் பதிவுகளை வரைகின்றன. ஃபாக்ஸ்பாரோ (Foxboro) அமைப்புக் கொண்ட ஒரு சுழல் அட்டைப் பதிவீடு கருவி படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9·10

நான்கு பேஞ மோட்டார்கள், தனித்தனியே அவைகளோடு இணைந்த பேனுக்களை இயக்கும் ஒரு பதிவீடு கருவி

யைக்கொண்டும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மாற்றங்களைப் பதிவிடலாம். இக்கருவியில் பேனுக்களின் புயங்கள் எல்லாம் ஒரே சுழற்சிப்புள்ளியில் (Pivoted at the same point) இணைக்கப் கப்பட்டு செயல்படுகின்றன. ஒரு கொதிகலனின் (Boiler) நீராவி அழுத்த (Steam pressure) மாற்றத்தை தொழில் நுட்ப வல்லுநர் தொடர்ந்து கவனித்துக்கொள்ளவேண்டும். இதற்கு வட்ட அட்டைப் பதிவீடு கருவிகள் உகந்தவை நீண்டநேர இயக்கத்தில், கொதிகலன்கள் எப்பொழுதாவது மிகுந்த அழுத்த ளுவிற்கு உள்ளாக்கப்பட்டால் இப்பதிவீடு கருவிகள் உடனே காட்டிக் கொடுக்கின்றன. தேவையான ளுவை அறிந்து அதற்கேற்ப அழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்தி எந்திரங்களை இயக்க இது உதவுகிறது.

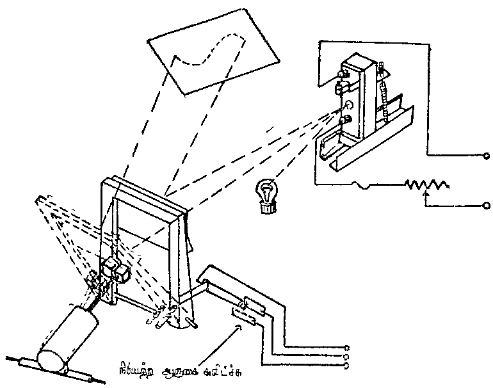
பதிவீடு கருவிகளை அடிக்கடி ஒழுங்காக்கி (Servicing) பாதுகாபபோடு கையாளவேண்டும். பல கருவிகளில மை வழங்கிகளை (Ink supply) அடிககடி புதிப்பிக்கவேண்டும். மை உபயோகிக்காத பதிவீடு கருவிகளில் அடிக்கடி கார்பன் நாடாக்கள் புதிப்பிக்கப்படவேண்டும் இரசாயன மின்சார மாற்றம் ஏற்படுத்தி மாறுதல்களைப் பதிக்கும் உலோக இழைப் பதிவீடு கருவிகளுக்கு அவ்வளவாகக் கவனம் தேவையிராது.

பதிவீடு கருவிகளை முறையாகச் சுத்தப்படுத்தவேண்டும். துடைப்பான் அல்லது குறைந்த அமுக்கக்காற்றின் உதவியால் அவைகளைச் சுத்தமாக்கலாம். ஆனால பயன்படுததப்படும் காற்று வறட்சியாகவும், எண்ணெப்பசை, தூசி இவைகள் கலக்காததாகவும் இருக்கவேண்டும் அதிக வலுக்கொண்ட காற்று வீச்சைப் பயன்படுத்தினால மிக நுண்ணிய பாகங்கள் சிதைவடைந்து போய்விடும்.

பதிவீடு கருவிகளின் பதிவு அட்டைகளை மாற்றிப் புதிப் பிப்பது சிறிது சிரமம். உபயோகிக்கும் கருவியைப் பொருத்து அட்டைகளைப் பொருத்தும் முறை மாறுபடுகிறது வட்டப் பதிவு அட்டைப் பதிவீடு கருவிகளில் அட்டைகளைப் பொருததுதல் எளிது ஒரு திருகு (Nut) அல்லது கவ்வி (Clip) கொண்டு இக்கருவியின் கதிர்க்கோலின் (Spindle) மேல் பதிவு அட்டைகள் பொருத்தப்படுகின்றன. மாறுதலகள் வரையப் பட்ட அட்டையை எளிதில் நீக்கி, புது அட்டையைச் செருகி, இததிருகை அல்லது கவ்வியை முறுக்கிவிடவேண்டும். பதிவீடு கருவிகளின அடிப்படைத் தத்துவங்களுக்கு ஏறப பேனுக்களை வெளியே எடுத்துப பின் மாட்டலாம்.

ஆசிலோ கிராஃபுகள் (Oscillographs)

ஆசிலோ கிராஃபுகள் பதிவீடு கருவிகளின் ஒருவகையாகும். இவைகள் தொழிலகங்களில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன பலவகை அமைப்புக்கொணட ஆசிலோகிராஃபுகள் புழக்கத்தில் இருந்தபோதிலும் அவைகள் எல்லாம் ஆடி கால்வனு மீட்டரின் (Mirror galvanometer) தத்துவத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒளிக்கற்றையின் நகர்வுகளை பில்மின் (Film) மீது பல வழிகளில் பதிவிடலாம். ஆசிலோ கிராஃபுகள் நேர்மின் காகிதங்களைப் (Positive paper) பயன்படுத்தி கறுப்புப் பின்னணியில (Black background) வெண்படங்களை உண்டாக்குகின்றன. இவைகள் "ஆசிலோ கிராம்" என்றழைக்கப் படுகின்றன. கால்வனு மீட்டரில இருந்து பிரதிபலிக்கப்பட்ட ஒளிக்கற்றை வெளிவரும் பிளவுகளைக் (Slits) கடந்துசெல்லும் மின் காகிதஙகள் அலலது பில்ம்களமீது ஒளிச்சுவடுகள் பதிககப்படுகினறன. இம்முறையால் குறுகிய நேரமாற்றங்களையே பதிகக முடியும. தொடர்ச்சியாக விளையும் மாறறங்களைப் பதிக்க படததில் உள்ளது போன்ற அமைப்பை பயன்படுத்தலாம்.

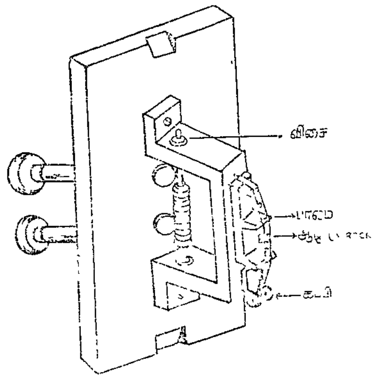


படம் 9 11

இக்கருவியில் கால்வனு மீட்டரில் இருந்துவரும் ஒளிக்கற்றை ஓர் ஆடியின்மீது சாய்ககபபடுகிறது (Projected) இந்த ஆடி ஒரு விற்சுருள் அலலது உந்து தணடினுல (Piston) வரைவாக நகாததப்படுகிறது. ஆடி ஒரு குறிப்பிட்ட கோணததிற்கு நகாத்தப்பட்டவுடன் ஒளிக்கற்றை ஒரு காலவடியைப் (Time base) பெருகிறது. ஆகவே எதிர்மின்கதிர்க் குழாய்த் திரைகளில் விழும் படஙகளைப் போன்று இக்கருவியின் திரையிலும் படங்கள் பிடிக்கப்படுகின்றன.

பல ஆசிலோகிராஃபுகளில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட சுமார்
இருபது கால்வனு மீட்டர்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.
இவைகள் ஒரே சமயத்தில பல ஒளிச்சுவடுகளைப் பிலிம்களின்
மீது ஏற்படுதத உதவுகின்றன.

காந்தப்புலத்தில் அசைவுச் சுருளின் இயக்கங்கொண்ட
கால்வனு மீட்டருக்குப் பதிலாக கம்பி அமைப்புக் கால்வனு
மீட்டர்களும் (String type galvanometer) பயன்படுத்தப்படு
கின்றன. இக்கம்பி அமைப்புக் கால்வனு மீட்டர்கள், ஒன்றுக்
கொன்று எதிர்த்திசையில் மின்னோட்டம் பாயும் இருகம்பிகளைக்
கொண்டன. இக்கம்பிகளில மின்னோட்டம் பாயும்போது,
காந்தப்புலத்திற்கு எதிராக ஏற்படுகின்ற விசையால், கம்பிகள்
முறுக்கப்பட்டு அதனோடு இணைந்த ஆடி திருப்பப்படுகிறது.

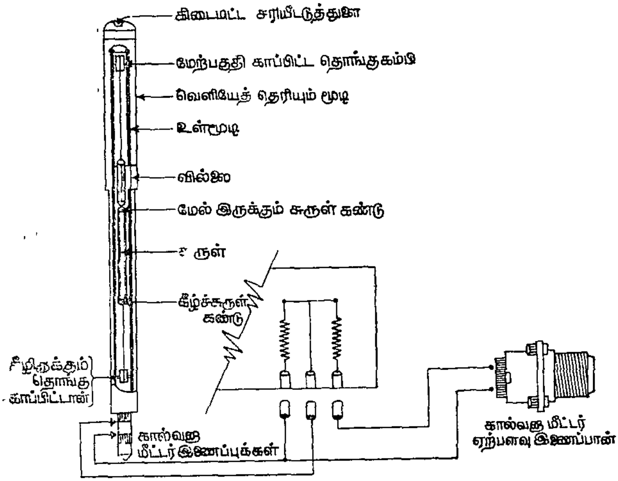


படம் 9 12

இவ்வகை கால்வனு மீட்டர்கள் அமைக்கப்பட்ட ஆசிலோ
கிராஃபுகளில் மெலிந்த இணையான ஒளிக்கற்றைகளை உண்
டாக்கும் ஒளியியல அமைப்புகள் பொருத்தபபட்டுள்ளன.
இம்மெலிந்த ஒளிக்கற்றைகள் கால்வனு மீட்டர் ஆடியில்
பட்டுத் திருபபிச் சாய்க்கப்பட்டு சுத்தமான சுவடுகளை
ஏற்படுத்துகின்றன.

மின்னி போலிசு — ஹனிவெல்லின் ஹேய்லாண்டுத்
தொழிலகம் (Heiland division) அமைதத விசிக்கோர்டர்
(Visicorder) என்ற நவீன ஆசிலோகிராஃபு தொழிலகப் பதிவிடு
கருவிகளில முக்கியமானதாகும. இதைச் சாதாரணப் பரி
சோதனை சாலையிலும் உபயோகிக்கலாம். இதில் பயன்படுதத‌ப்
படும் மெலிந்த கால்வனு மீட்டர்கள் மிகவும் உன்னதமானவை.
இக்கால்வனு மீட்டரின் ஒரு பகுதியான தொங்கு கம்பியில்

(Suspension wire) சுழலும், நீட்சி அடைந்த சிறுசுருள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9·13

இக்கருவியில் சுமார் 24 கால்வனு மீட்டர்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. இதனுடைய மின்தடை சுமார் 21 Ω இருந்து 112 Ω வரைக்கும மாறுபடுகிறது.

பதிவிடும் ஆசிலோ கிராஃபுகள் தொழிலகச் சோதனைச் சாலைகளில் மட்டுமின்றி தொழில் துறையின் பலவேறு அங்கங்களிலும் பயனுறுகின்றன. ஏவுகணை இயக்கம், அணு உலைக் கட்டுப்பாட்டு கேந்திரங்கள், கம்ப்யூட்டரில் மொழிபெயர்த்துப் படிக்கும் பகுதிகள் ஆகியவற்றின் பதிவுகளை எழுத்துமூலம் வைத்துக்கொள்ள இவைகள் பயன்படுகின்றன. மேலும் சுற்று உடைப்புக்கள் (Circuit breakers) தைரட்ரான் இயக்கங்கள் போன்றவற்றைச் சோதிக்க இவைகளே பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

அதிர்வு எண் 5000 அதிர்வு/வினடிக்குமேல் உள்ள சைகைகளைப் பதிவிட ஆசிலோஸ்கோப் எனறழைக்கப்படும் எதிர்மின் கதிர்க் குழாய்களைப் பயன்படுத்துகிறோம். இவைகளில் ஏற்படும் சைகை மாற்றங்களை கணணுல் காணலாம். ஆனுல தேவையான அமைப்புக்கொண்ட கேமராவின் உதவிகொண்டு ஆசிலோஸ்கோப்பை ஆசிலோ கிராஃபாக மாற்றிவிட முடியும்.

ஆசிலோஸ் கோப்பின் படப்பிடிப்பு (Oscilloscope photography)

ஆசிலோஸ் கோப்பின் முன்பகுதியில் கேமராவை இணைத்து, அதன் திரையில் ஏற்படும் சுவடுகளை புகைப்படமாகப் பிடிக்கலாம். இதற்கு ஆசிலோஸ்கோப்பு உள்ள அறையை இருட்டடிப்புச் செய்யவேண்டும். ஆனால் தொழிலக அமைப்பிலும் சோதனைச் சாலைகளிலும் இவ்வாறு செய்தல் இயலாது. ஆகவே ஆசிலோஸ்கோப்பில் பொருத்தவல்ல தனித்தன்மை வாய்ந்த கேமராக்கள் பல புழக்கத்தில் வந்துள்ளன. ஆசிலோஸ் கோப்பை இயக்கத் தனிக்கவனம் தேவை. ஆசிலோஸ் கோப்பு-கேமரா சாதனத்தைவிட ஆசிலோகிராஃபுகள் சிறந்தவை எனக் கொள்ளலாம்.

அதிக நீளத்திற்குத் தொடர்ச்சியான பதிவீடுகள் தேவைப் படும்போது எதிர்மின் கதிர்க்குழாயின் வேறு ஓர் அமைப்பைப் பயன்படுத்தவேண்டும் (Cathode ray tube-CRT), இதில் ஆசிலோஸ் கோப்பின் விரைவுச்சுற்று (Sweep circuit) பயன் படுத்தப்படுவதில்லை. மேலும் ஒளிப்புள்ளி செங்குத்துத திசையில் மட்டும் விலகுகிறது. ஆசிலோஸ்கோப்பின் திரையை ஒட்டி கிடைத்திசையில் (Horizontal direction) நகரும் பிலிம் பொருத்தப்பட்ட கேமராக்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. பலநூறு அடிகள் நீளம் கொண்ட 35 மி. மீட்டர் பிலிமில், தொடர்ந்து மாறுதல்கள், படம் பிடிக்கப்படுகின்றன,

அன்றாட தொழில் துறை வேலைகளில் ஆசிலோஸ்கோப்பில் புகைப்படம் எடுத்தல் இயலாது என்றாலும், பல பொறிகளின் இயக்கங்களைச் சோதித்து அறிந்துகொள்ள இன்றியமையாத கருவி இதுவாகும். தவறான இயக்கம் (Malfunction) ஒரு கருவியில் ஏற்படுகின்றபோது அதை அறிந்து காட்டிக்கொடுப்பது ஆசிலோஸ் கோப்புதான்.

அதிவேகப் பதிவீடுகருவிகள் (Increased writing speed)

ஓர் எலெக்ட்ரான் கற்றையை (Electron beam) நுட்ப உணர்வு கொண்ட புகைப்படப் பூச்சுமீது (Photographic emulsion) செலுத்தி, பதிவிடும் வேகத்தை அதிகரிக்கலாம். இதற்குத் தனியாகப் பிரித்து எடுக்கக்கூடிய, முன்பகுதி கொண்ட குழாயிற்குள், புகைப்படத்தட்டு (Photographic plate) செருகப்படவேண்டும். இக்குழாய்களில் வெற்றிடம் ஏற்படுத்தப்பட்டு பதிவுகள் திரையில் காட்டப்படுகின்றன. கனத்தாக்கு இயற்றிகளை (Impulse generators) பரிசோதிக்கும் சோதனைச்சாலைகளில் இவ்வகை ஆசிலோஸ்கோப்புகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

10. ரேடியோ அலைக் குறுக்கீடுகளும் அவைகளைத் தடுக்கும் முறைகளும்

(Preventing Interference)

தொழில் நிறுவனங்களில் பல்வேறு இயற்றிகள் (Generators) அமைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக அவைகளின் இயக்கங்களுக்கு கீழ்வரும் அதிர்வு எண்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

13·553 MHz முதல் 13·556 MHz வரை.
26 960 MHz முதல் 27·280 MHz வரை.
40·660 MHz முதல் 40·770 MHz வரை.
2100 MHz முதல் 2500 MHz வரை.
(MHz → மெக்-ஹெர்ட்ஸ் (Meg-Hertz)

பொது செய்தித் தொடர்பில் இடர்பாடுகள் தோன்றும லிருக்க மேற்கண்ட அதிர்வு எண் அலைகள், ரேடியோ அலை களோடு குறுக்கீடு விளைவிக்காமல் கவனித்துக் கொள்ளப்பட வேண்டும்.

மேற்கண்ட அதிர்வு எண் பட்டைகளே (Frequency band) தொழில் துறைகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும், சில நேரங்களில் எப்படியும் குறுக்கீடுகள் தோன்றிவிடுகின்றன. இதைத் தவிர்க்க உபகரணம் (Equipment) இருக்குமிடத்தி லிருந்து, ஒரு மைல் சுற்றளவில், 10 μv/ மீட்டருக்கு அதிகமான சைகைகள் (Signals) காணப்படாதவாறு, சீரிசைக் கதிர் வீச்சுக்கள் (Harmonic radiations) ஒடுக்கப்பட வேண்டும். மேலும் உபகரணத்திலிருந்து திறனளிக்கும் வழி (Power line) 50 அடி தூரத்தில் இருக்கும்போதும் இதே 10 μv/ மீட்டர் என்ற எல்லை வரம்பைக் கொள்ளவேண்டும். அவ்வாறு கொண் டால், அவ்வதிர்வு எண்களுக்கு, திறனளிக்கும் வழி ரேடியேட்ட ராகச் (Radiator) செயல்படாது.

அலைக்குறுக்கீடுகளைத் தடுக்கும் முறைகள்

முதன்மையாக எல்லா உபகரணங்களும் நில இணைப்புப் (Ground connection) பெறவேண்டும். இது கதிர் வீசலைத் (Rediation) தடுக்கும். உபகரணங்கள் உலோக அறைக்குள் அமைக்கப்பட்டிருப்பின் மிகவும் பலமான மின் கேடயம் (Shielding) அவசியம். சில சமயங்களில் பொருட் செலவைப் பாராது அறை முழுவதற்குமே மின் கேடயம் அமைக்க வேண்டும்.

கதவுகளுக்கும், சன்னல்களுக்கும் மின் கேடயம் பொருத் தப்படவேண்டும். பொருத்தபபடும் மின் கேடயப்பொருட் களின் பகுதிகளை இணைப்பதிலும் மிகுந்த கவனம் கொள்ள வேண்டும். மின் கேடயத்தின் அல்லது மின்தடுப்பின் ஒவ் வொரு இணைப்பையும் ஓர் இணைப்புக்கச்சை (Bonding strap) கொண்டு இணைக்கவேணடும். கதவுகளின் கீழ் பாகங்களில் (Hinge sides) வளைந்து கொடுக்கும் பின்னல்கள் (Flexible braids) பொருத்தவேண்டும். கதவுகளின் மற்ற பாகங்களில் அழுத்தத் தொடுகைகள் (Pressure contacts) அமைக்கப்படு கின்றன. இம்முறைகளால், தொழிலகங்களில் உள்ள உப கரணங்கள் ரேடியோ அலைக்குறுக்கீடு விளைவிக்கா வண்ணம் தடுக்கப்படுகின்றன.

குறுக்கீடுகளைக் கண்டு-பிடிக்கும் முறைகள்

குறுகிய இடைத்தூரங்களில் (Close range) ஏற்படும் அலைக்குறுக்கீட்டைக் கண்டுபிடிக்க முதலில் ஆராய்ச்சிக் கம்பியும் (Probe) பின்னர் ஒரு குற்றலை வாங்கியும் (Short wave receiver) பயன்படுகின்றன. உபகரணத்தயாரிப்பாளர்கள், நுட்பமாக அளவிடப்பட்ட (Detector with sensitive calibrated equipment) கருவியோடு கூடிய டிடக்டர்களைக் கொண்டு, தேவையான தூரங்களில் ஏற்படும் அலைக் குறுக் கீடுகளைக் கண்டுபிடிக்கிறார்கள். ஆனால் அலைக்குறுக்கீடு பற்றி நம்பகமாக அறிந்து கொள்ள போதுமான அதிர்வு ஏற்புத்திறன் (Frequency coverage) கொண்ட நுட்பமான செய்தி வாங்கியே (Communication receiver) போதுமானது.

குறுக்கீட்டு மூலங்கள் (Interference sources)

தொழிற்சாலைகளில் அமைந்திருக்கும் எந்த ஓர் உப கரணமும் குறுக்கீடு விளைவிக்கலாம். உதாரணமாக ஒரு சாதாரண மோட்டார் அல்லது இயற்றியின் திசைமாற்றி (Generator commutator)கூட குறுக்கீட்டை விளைவிக்கமுடியும்.

எனினும் இக்குறுக்கீடுகளை தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியச் செய்முறைகளால் (Industrial electronic servicing) போக்கலாம்.

உபகரணங்களால் உண்டாக்கப்படுகின்ற இக்குறுக்கீடுகள், திறனளிக்கும் வழிகளால் வீசிப் பரப்பப்படுகின்றன (Radiated), குறுக்கீட்டு மூலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டால், அவைகளைக் கட்டுப்படுத்துவது எளிது. குறுக்கீட்டு மூலத்தைக் கண்டுபிடிக்கும் ஒரு சாதாரண முறையைக் காண்போம். தொழிலகங்களில் உள்ள பல்வேறு உபகரணங்களின் சுவிட்ச்சுகளை ஒன்றின்பின் ஒன்ருக அணைக்கும்பொழுது குறுக்கீடு விளைவிக்கும் உபகரணத்தைச் சுலபமாக அறிந்து கொள்ளலாம்.

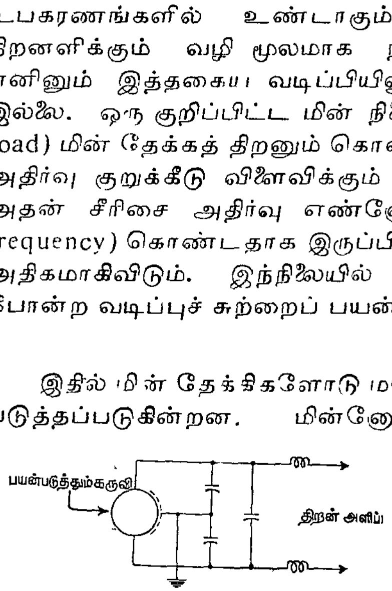
ஒளிருதல் (Fluorescent), பாதரச ஆவி (Mercury Vapour) அல்லது குளிர் எதிர்மின்வாய் (Cold Cathode) விளக்குகள், தைரட்ரான் (Thyratron) போன்ற வாயு இறக்கச் (Gas discharge devices) சாதனங்கள், தொடர்ச்சியாக அல்லது விட்டு விட்டு பொறி (Spark) உமிழும் உபகரணங்கள், சுவிட்ச்சுகள், வெப்ப நிலைநிறுத்திகள் (Thermostat), அதிர்வுச் சாதனங்கள் (Vibrators), மின் திசைமாற்றிகள் (Commutators), சுழல் மாற்றிகள் (Rotary Conertors), தளர்ந்த இணைப்புக்கள் போன்றவை மிகவும் தொல்லையை விளைவிக்கும் ரேடியோ அலைக் குறுக்கீடுகளை ஏற்படுத்தும் சாதனங்கள். மேலும் எலெக்ட்ரானிய பகுப்புக் கருவிகள் (Electronic Precipitation Equipments), நிலை மின்னூட்டம் (Static charge) தாங்கிய பட்டைகள் (Belts), கம்பிகள் போன்றவைகளும் குறுக்கீடுகள் விளைவிப்பவைகளே! எரிபொருள் எஞ்சின்களின் (Combustion engines) பொறிச் சாவிகளாலும் (Spark plug) குறுக்கீடு ஏற்படுகின்றது.

மேற்குறிப்பிட்டவைகள் அல்லாத வேறு உபகரணத்தினுல் குறுக்கீடு விளைவிக்கப்படுமாஞல், அதனை வளைய ஆன்டென்ஞ பொருத்தப்பட்ட வாங்கியின் (Receiver with a loop antenna) உதவியால் கண்டுபிடிக்கலாம். தொழிலகங்களின் உள்ளே அமைந்திருக்கும் சாதனங்கள் மட்டும்தான் குறுக்கீடு விளைவிப்பவை என்று கொள்ளுதல் தவறு. அவை வெளியேயும் அமைந்திருக்கலாம். உதாரணமாக உதவி நிலையங்களின் (Sub-stations) தூசி அல்லது ஈரம் படிந்த உயர் மின்னழுத்தக் காப்புக்கள் (High voltage insulators), திறன் முனைகள் (Power

poles) போன்றவை ரேடியோவில் மிகுந்த இரைச்சலை (Noise) ஏற்படுத்துகின்றன. திறனளிக்கும் உபகரணங்கள் குறுக்கீட்டுக்குக் காரணமானால் அவை உடனே சரிபார்க்கபபட வேண்டும்.

குறுக்கீடு விளைவிக்கும் உபகரணங்களின் முனைகளுக்கு குறுக்கே அமைக்கப்படும் ஒரு மின்தேக்கியே சாதாரணமாக சிறந்த குறுக்கீட்டு வடிப்பி (Interference filter) ஆகும். இது உபகரணங்களில் உண்டாகும் ரேடியோ அதிர்வுகளைத் திறனளிக்கும் வழி மூலமாக நிலத்திற்கு அனுப்பிவிடுகிறது. எனினும் இத்தகைய வடிப்பியிலும் ஒரு தீமை இல்லாமல் இல்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட மின் நிலைமைப் பளுவும் (Inductive load) மின் தேக்கத் திறனும் கொண்ட இந்த வடிப்புச் சுற்றின் அதிர்வு குறுக்கீடு விளைவிக்கும் அதிர்வு எண்ணோடு அல்லது அதன் சீரிசை அதிர்வு எண்ணோடு ஒத்ததிர்வு (Resonant frequency) கொண்டதாக இருப்பின், அலைக்குறுக்கீடு இன்னும் அதிகமாகிவிடும். இந்நிலையில் படத்தில் காட்டப்பட்டது போன்ற வடிப்புச் சுற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

இதில் மின் தேக்கிகளோடு மாறு மின்மறுப்புக்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்னோட்ட பளுவைத் தாங்கக் கூடியதும், ரேடியோ அதிர்வு எண் கொண்டதுமான பருமனை கம்பியால் சுற்றப்பட்ட சோக்குச் சுருள்களே (Chokes) மின் மறுப்பாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

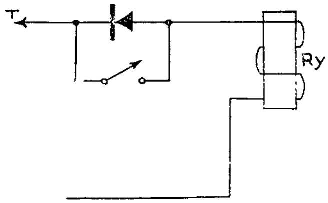


படம் 10·1

இதில் உள்ள மின்தேக்கிகள் குறைந்தது 0·05 μF கொண்டவைகளாகவும், தேவையான உச்சத்திற்கு உச்ச மின்னழுதத வீதம் (Peak to peak Voltage rating) பெற்றவைகளாகவும் அமைந்திருக்க வேண்டும். உதாரணமாக 120 வோல்டு மாறு மின்னோட்டச் சுற்றில் பயன்படும் மின்தேக்கியினை செயல்படு மின்னழுத்த வீதம் (Working voltage rating) குறைந்தது 250 ஆக இருக்க வேண்டும். அதேபோல் 220 வோல்டு சுற்றில், அது 380 ஆக அதிகரிக்கிறது. மேலும் பயன்படுத்தப்படுகின்ற இச் சுருள்கள் தகுந்த மின்காப்புப் பெற்றவைகளாக இருக்க வேண்டும். சுருள்களின் தொகுப்புக்களை ஓர் உலோகப் பெட்டிக்குள் பாதுகாப்பாக அமைக்க வேண்டும்.

அலைக்குறுக்கீட்டிற்கு மற்றுமொரு மிகப் பெரிய மூலம், அஞ்சல்கள் (Relays) ஆகும். அஞ்சல சுற்று அமைந்த சுருள் துண்டிக்கப்படும்போது, சுருளைச்சுறறி நிலைத்திருக்கும் காந்தப் புலத்தால் சுருளின் மின்னழுத்தம் விரைவாக உயருகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் சுறறின் தொடுகைகளுக்கிடையில் பொறியுடன் கூடிய சுடரை ஏற்படுத்தும். தொடுகைகளுக்குக் குறுக்கே சரியான அளவு கொண்ட தேக்கியை இணைத்து இச் சுடரைப் போக்கலாம். ஆனல் தொடுகைகளுக்குக் குறுக்கே ஒரு திருத்தியை (Rectifier) அமைபபது உகந்ததாகும்.

சுருளைச் சுற்றி ஏற்படும் காந்தப்புலத்தால் உண்டாக்கப் படும் மின்னழுத்தம், சுருளில் பாயும் முதன்மை மின்னோட்டத் திற்கு எதிர் திசையில், மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தும். சுருளின் தொடுகைகள் திறந்திருக்கும் போது இவ்வெதிர் திசை மின்னோட்டம் திருத்தி வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. அஞ்சல் சுருளை திருத்திக்கு இணைதடமாக அமைத்தும் அல்லது ஒரு மின்

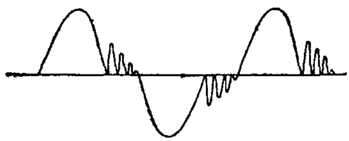


படம் 10 2

தேக்கியைச் சுருளுக்குக் குறுக்கே இணைததும் இக்குறையைப் போக்கலாம். ஆனல பயன்படுததப்படும் மின்தேக்கி மிகவும் பெரியதாக இருக்கவேண்டும். ஆனல் மின்தேக்கி பெரியதாக இருக்கும்போது அஞ்சல் இயக்கம் (Relay operation) மிகவும் மந்தமாக்கப்படுகிறது.

ஒளிர் விளக்குகள், குளிர் எதிர்மின்வாய், பாதரச ஆவி விளக்குகள், வாயு இறக்க விளக்குகள் போன்றவைகள் ரேடியோ அலைக்குறுக்கீடு விளைவிப்பவைகளில் முதன்மை யானவை என்று கண்டோம். ஒரு குறிப்பிட்ட மாறு மின்னோட்ட சைக்கிளின் (AC Cycle) போது இவ்விளக்குகள் தொடர்ந்து எரிவதில்லை. அதாவது விளக்கின் முனைகளுக்கு (Terminals) இடையே ஏற்படும் மின்னழுத்தம் குறையும்போது விளக்கு அணைந்து விடுகிறது. அதேபோல் மின்னழுத்தம் உயரும்போது மீண்டும் விளக்கு எரிகிறது. ஒளிர் விளக்கு (Fluorescent lamp) மின் முனைகளுக்கு இடையே ஏற்படும் மின்னழுத்த அலை அமைப்பு கீழ்வரும் படத்தில் காட்டப்பட் டுள்ளது.

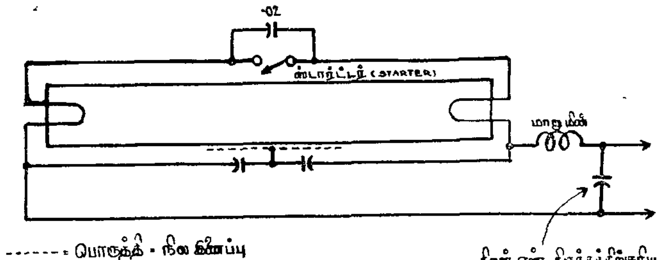
இதே போன்று ஒவ்வொரு சைக்கிளின் தொடக்கத்திலும் முடிவிலும் விரைவாக ஏற்படும் "அணைதல்" "ஒளிர்கலால்" விளக்கு விட்டு விட்டுப் பிரகாசிக்கிறது (Flickering). இச்செயல் மிக உயர்ந்த அதிர்வு எண் அலைக்கதிர் விசலை ஒத்து இருக்



படம் 10·3

கிறது. ஆகவேதான் இதனுல் மிகவும் பாதகமான ரேடியோ அலைக்குறுக்கீடு விளைகிறது. இக்காரணத்தை முன்னிட்டுத் தான் செய்தி பரப்பும் நிலையங்களில் மிகச்சில ஒளிர் விளக்கு களே பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அவைகளும் விலை உயர்ந்த பிடிப்பான்களில் (Fixtures) பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

திறனளிக்கும் வழியில் ஏற்படும் ரேடியோ அதிர்வைப் போக்க படதகில் காட்டியுள்ளது போன்ற சுற்றை உப யோகிக்கலாம்.



படம் 10 4

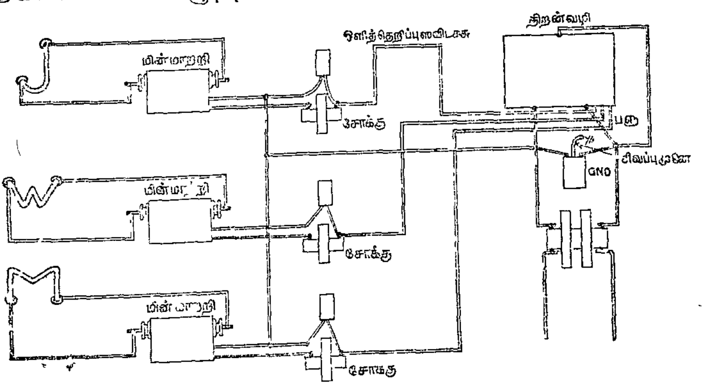
இதில் மின்தேககிகள் பயனபடுத்தப்பட்டுள்ளன. மின் தேகக்களால் சமாளிககமுடியாத அளவு குறுக்கீடு தீவிரமாக இருக்கும்போது சோக்குகளைச் சேர்ததுக் கொளளவேணடும். குளிா எதிாமின்வாய் விளக்குகள், ஒளிர் விளககுகள் போன்றவை தஙகள தொடக்கத்திற்கு வெப்ப எதிர்மின்வாய் களை (Hot Cathode) பயன்படுததமாட்டா. ஆகவே அவைகளை எரியவைப்பதற்கு மிக உயர்ந்த மின்னழுத்தம் தேவை. இவ் வுயர் மின்னழுத்ததிற்கு ஏற்றதாகவே மின்தேக்கிகள் அமைய வேண்டும். உதாரணமாக 8 அடி நீள மெலிந்த வரிவிளக்கிற்கு (8' Slim line lamp), 1500 rms திறந்த சுற்று மின்னழுத்தமும்

(Open circuit voltage), 2500 வோல்ட்டு மின்னழுத்த மின்தேக்கியும தேவை. அதுபோன்று குளிர் எதிர்மின்வாய் விளக்குகளுக்கு 5000 வோல்ட்டு திறந்த சுற்று மின்னழுத்தமும் வேண்டும்.

இவ்வுயர் மின்னழுத்தம் சாதாரணமாக ஒரு மின்னழுத்த மாற்றியில் (Transformer) இருந்து பெறப்படுகிறது. ஆகவே மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுற்றில் ஒரி வரிவடிப்பைப் (Line filter) புகுத்தி, இதனால் ஏற்படும் அலைக்குறுக்கீட்டைச் சுலபமாகப் போக்கலாம். எனினும் விளக்கிற்கும், மின்னழுத்த மாற்றிக்கும் இடையே உள்ள இணைப்புக் கம்பிகளால (Connecting wires) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அலைகுறுக்கீடு வீசிபரப்பபபடுகிறது.

பொருத்திகளில் (Fixtures) இருந்து விளக்குகளுக்குச் செல்லும் இணைபபுக் கம்பிகள் நில இணைப்புப பெற்ற உலோகக் குழாய்களின் வழியாக அமைககபபட்டால் அவைகளில் ஏற்படும் அலைக் குறுக்கீட்டைப் போதுமான அளவு குறைக்கலாம். ஆனல விளக்குகளால ஏற்படும் அலைக்குறுக்கீட்டை இது எவ்விதத்திலும் தடை செய்யா. ஆகவே தனித் தன்மை வாய்ந்த பொருததிகளை உபயோகிதது இககுறையைப் போக்கலாம்.

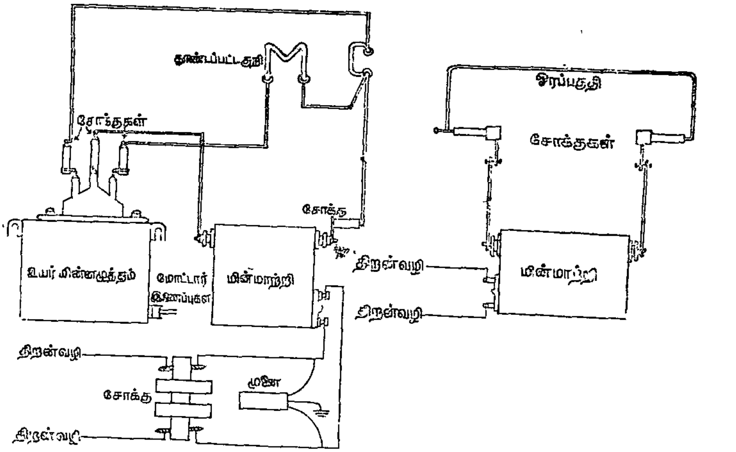
நியான்குறிகள் (Neon signals) மற்றுமொரு ரேடியோ அலைக்குறுக்கீட்டு மூலமாகும். அவைகளுக்கு 30Kv-ககும் அதிகமான மின்னழுததம் தேவை.



படம் 10·5 (அ)

இவ்வழுத்தங்களில் மினதேக்கிகள செயலிழந்து போகின்றன. இவைகளால் ஏறபடும் அலைக் குறுக்கீடுகளைப் போக்க படத்தில் காட்டிய இருமுறைகளை உபயோகிக்கலாம்.

ஆனல் இவ்விரண்டும் முழுபரிகாரம் அளிக்கமாட்டா. ஆகவே சிலசமயங்களில் இச்சுற்றுகளோடு மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுற்று இணைந்த ரேடியோ அதிர்வு வடிப்புச்சுற்று



படம் 10·5 (ஆ)

நியானகுறிகளுக்குரிய வடிப்பான்கள், அதன் முகத்திலிருந்து குறுக்கீடுகளைக் குறைப்பதற்கு உதவுகிறது

களும் (Radio frequency filters) இணைந்து உதவுகின்றன, எழுத்துக்கள் அல்லது உருவப்படங்கள் தாங்கிய உலோகத் தகடுகளுக்குள் நியான் விளக்குக் குழாய்கள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். அவ்வுலோகத்தகடுகளுக்குச் சரியான நில இணைப்புக கொடுக்கப்பட்டால் குறுக்கீடு கணிசமாகக் குறைக்கப்படும்.

நியான் விளக்குகளின் இணைப்புக்கள் (Connections) மின்னழுத்த உச்சத்தில (Voltage peaks) கொரோனு இறக்கம் (ஒளி வட்ட மின்னிறக்கம்) (Corona discharge) மூலமாக அலைக்குறுக்கீடு விளைவிக்கின்றன. சுற்றியுள்ள காற்றினை அயனியாக்கும் போது ஏறபடும் மின்சக்தியின் இறக்கமே கொரோனு மின்னிறக்கம் அல்லது ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் எனப்படுகிறது. உயர் மின்னழுத்தம் பெற்ற எந்தக் கூர்மையான புள்ளியிலும், கொரோனு இறக்கம் ஏற்படும. மோசமான இணைப்புக்களால வெளியே நீட்டிக் கொணடிருக்கும் கூர்மையான கம்பிமுனை கள், இணைப்புப் பொருள்களின் முனைகள போனறவை. கொரோனு இறக்கப் புள்ளிகளாக இயங்குகின்றன. இணைப்பு களுக்கு ஈயப்பத்திடுவதாலும், அவைகளை மென்மையாக்கு

வதாலும் கொரோனு இறக்கத்தைத் தடுத்து அதனுல் பரப்பப் படும் குறுக்கீடுகளையும் அகற்றலாம் அலலது அப்பாகங் களுக்கு மிகுந்த அளவு மெருகேற்றப்பட்டும் (Highly Polished) இக்குறை போக்கப்படுகிறது.

ஈரப்பதனம் (Humidity) கொரோனு இறக்கத்தை அதிகப் படுதத உதவுகிறது.

அலைக்குறுக்கீடுகளை வடிப்புக்களால் போக்க முடியாத போது, செய்தித் தொடர்பு உபகரணங்கள் (Communication equipment) காப்பு அறையில (Shielding rooms) அமைக்கப் படவேண்டும். காப்பு அறைகள் என்பவை தாமிரக் கம்பி யாலோ அல்லது தகட்டாலோ முழுவதும் மூடப்பட்ட சிறு அறையாகும். இக்காபபுக்கள் மிகுந்த பயனுள்ளவையாக இருக்க காப்புப பொருட்களின் இணைப்புக்களை (Joints) கவனத்துடன் இணைக்கவேண்டும். காப்பு அறை முழுவதும் நில இணைப்புப் பெற்றதாக இருக்க வேண்டும் நில இணைப்புக் கம்பிகள மிகவும் நீளமானதாக இருப்பின், காப்பு அறையும், இணைப்புக்கம்பியுமே, சிறந்த ரேடியோ அலை அதிர்வுகளை ஏற் படுத்தும் மூலமாக அமைந்துவிடும். ஆகவே நில இணைப்புக் கம்பிகள் மிகவும் குட்டையாக (Short) இருக்க வேண்டும்.

காப்பு பல அடுக்குகளாக அமைக்கப்படவேண்டும் (In layers). அதாவது அறையின் உள், வெளிப்பக்கங்கள் காப்புப் பொருளால திரையிடப்படவேண்டும். ஆனுல் இவ்விரு அடுக்குகளும் கவனமாக பல புள்ளிகளில் இணைக்கப்பட்டு பின் நில இணைபபூட்ட வேண்டும். காபபுக்கள் ஏற்படுத்தும் அதிர்வுகள், அறையில் உண்டாக்கப்படும் முதன்மை ரேடியோ அலை அதிர் வெண்ணின் துணைப் பெருககியாக (Sub-multiple) அமையா வண்ணம் பார்ததுக் கொள்ள வேண்டும்.

கதவுகளும், சன்னல்களும் காப்பிடப்பட வேண்டும் கதவுகளின திறப்பு முனைகளில் (Opening edges) அழுத்தத் தொடுகைகள் (Pressure contacts) அமைப்பதிலும், கீலபாகங் களில் பொருத்தப்படும் காப்புக்களை சரியான முறையில இணைப்பதிலும் மிகுந்த கவனம் கொள்ளவேணடும். காப்பிற்கு தாமிரக்கம்பி வலை உபயோகிக்கப்படுமானுல், வலையின துளைகள் கால் அலைநீளததிறகு (Quarter wave length) அதிக மாக இல்லாது இருக்கவேணடும். ஆகவேதான் மில்லிமீட்டர் நீளம் கொண்ட ராடார் (Radar) அலை அதிர்வுகளுக்கு தாமிரத் தகடு மட்டுமே காப்பாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

செய்தித்துறை கருவிகளுக்கு (Communication equipment) அலைக்குறுக்கீடு விளைவிப்பவை தொழிலக எந்திரங்களே, என்பதும் பொருந்தாது. இக்குறுக்கீடுகளை, செய்தி பரப்பும் உபகரணங்கள் அவைகளாவே தோற்றுவித்துக் கொள்ளலாம். சரியாக அமைக்கப்படாத அல்லது திருத்தப்படாத ரேடியோ வாங்கிகள், தொலைக்காட்சிக் கருவிகள் (T. V) போன்றவை, அவைகளின் அலையியற்றிகளாலும் (Oscillators) உயர் மின்னழுத்த வழங்கிகளாலும் (High Voltage supply) குறுக்கீடு விளைவித்துக் கொள்கின்றன.

முன் குறிப்பிட்டதுபோல சுவிட்ச்சுகள் அலைக்குறுக்கீடு விளைவிக்கும் முக்கிய மூலங்களில் ஒன்று. மிதி சுவிட்ச்சுகள் (Foot switches) இக்குற்றசாட்டின் முக்கிய பங்கை ஏற்கின்றன.

துணைக்கதிர் வீச்சாலும் (Secondary radiations) குறுக்கீடு விளையலாம். குறுக்கீட்டு மூலங்கள் எளிதில் கண்டுப்பிடிக்கப்பட்டாலும், இத் துணைக்கதிர் வீச்சு மூலங்களை கண்டுபிடிப்பது கடினம். தனித்து வைக்கப்பட்டு (Isolated) மோசமான நில இணைப்புப் பெற்ற உலோக கேபிள்கள், கதிர்வீச்சுமூலத்திற்கு அருகமைந்த உலோக குழாய்கள் போன்றவை ஆன்டன்னுக்களாக (Antenna) மாறுகின்றன. இவை பின் மின்தூண்டு முறையாலோ (Inductively) அல்லது மின் தேக்க முறையாலோ (Capacitatively) மூலங்களோடு இணைந்து குறுக்கீடுகளை வீச முற்படுகின்றன. இது துணைக் கதிர்வீசல் எனப்படுகிறது. இம்மாதிரி உள்ள கேபிள்கள், உலோகக் குழாய்கள், உலோக அமைப்புக்கள் போன்றவைகளை தகுந்த முறையில் இணைத்து, நில இணைப்பூட்டிக் குறுக்கீடுகளைப் போக்கலாம்.

குறுக்கீடு விளைவிக்கும் மூலங்களில் கடைசியாக வருபவை இயக்கப்பட்டைகள் (Drive belts) இவைகள் உராய்வு விசையால் (Friction) செயல்படுகின்றன. சாதாரணமாக இப்பட்டைகள் மின்காப்புப் பொருட்களால் (Insulators) ஆனவை. ஆகவே அவை இயங்கும் பொழுது, நிலை மின்னூட்டம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்நிலை மின்னூட்டம் கொரோனு மின்னிறக்க முறையில பரப்பப்படுவதால் குறுக்கீடு விளைகிறது.

இக்குறுக்கீட்டைப் பின்வருமாறு தடுக்கலாம், நில இணைப்புப் பெற்ற உலோகத்துடைப்பான்கள் கொண்டு

(Metal brushes), பட்டையின்மீது உண்டாகும் மின்னூட்டங்களை அகற்றலாம். ஆனால இம்முறை அவ்வளவு சிறப்புடைத்தன்று, ஏனெனில் துடைப்பான்களுக்கு மிக அதிகமான, பராமரிப்பு தேவைப்படுகிறது. பட்டைகளில் ஏற்படும் மின்னூட்டங்களை அகற்ற, கடத்தும் பூச்சுக்கள் (Conductive coating) பெற்ற பட்டைகளை உபயோகிக்கலாம். இவை மின்னூட்டங்களைத் தானாகவே நிலத்தில இறக்குகின்றன. ஆனால் இம்முறையும் நிலையானதல்ல. இக்கடத்தும் பூச்சுக்கள் விரைவில் காய்ந்து சில வாரங்களில் செயலற்றுப் போகின்றன. ஆகவே இவைகளை அடிக்கடி புதுப்பிக்கவேண்டும். வேறு ஒரு பரிகாரம் பட்டையின் மீது கரித்துகள்களை (Graphite powder) பூசுவதாகும் ஆனால் கரித்துகள் ஒரு சிறந்த உயவுப் பொருளாதலால் (Lubricant) பட்டையின் ஆற்றலைக் குறைக்கிறது. அடுத்து உலோகப் பட்டைகள் உபயோகிக்கப்படலாம். ஆனால் அதிக வேகம் தேவைப்படுகின்றபோது இவை பயனற்றுப் போகின்றன மேலும் அவைகள் விலையுயர்ந்தவைகள்.

ஒவ்வொரு தொழிலகத்திலும் பணிபுரியும் தொழில் வல்லுநர்கள் (Technicians), தேசிய மின்சார பாதுகாப்பு விதிகளில் (National electric safety code) தேர்ச்சி அடைந்தவர்களாக இருக்கவேண்டும். அத்தோடு இயற்றிகளையும் பல்வேறு எந்திரங்களையும் அமைக்கும்போது மிகுந்த கவனம் செலுத்தப்பட்டால் மேற்கண்ட விளைவுகளை எளிதில தடுக்கலாம். எல்லா எந்திரங்களுக்கும் நில இணைப்பூட்டுவதால் மேற்கண்ட குறைகளை எளிதில் போக்குவதோடல்லாமல், தொழிலாளர்களை மின்தாக்குதல்களிலிருந்தும் (Electric shocks) காப்பாற்றலாம்.

11. எண்ணிகள்

(Counters)

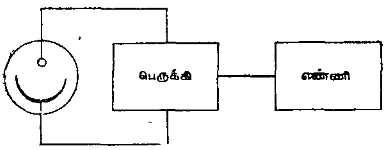
துவக்கப்பள்ளிகளில் சிறுவர்களாக இருக்கும்போது கணக்குப்போட்டு, எண்ணுவதற்கு நாம் நமது கைவிரல்களைப் பயன்படுததினேம். சிறிய எணகளை எண்ணுவதற்கு இம் முறை பயனபட்டது. பெரிய கணக்குகளைப் போட்டு, எண்ணு வதற்கு பின்பு நாம் வாய்பாடுகளைப் பயன்படுத்தினேம். பொது வாக அன்ருடம் நம் வாழ்வில் ஏதாவது ஒன்றை அவ்வப் போது எண்ணி கணக்கிட வேண்டியுள்ளது எடுத்துக்காட்டாக காலத்தைத் தெரிந்துகொள்ள கடிகாரத்தை நோக்கும்போது நாம் காலததை எணணுகின்ருேம், அல்லது கடைகளில் பொருட் களை வாங்கும்போது, அவற்றின் எண்ணிக்கைகளையும், அதே வேளையில் கடைக்காரர் கொடுத்த சில்லரையையும எண்ணி தான் வாங்குகிருேம். எனவே எண்ணுவதென்பது (Counting) நம் அன்ருட வாழ்வில் இன்றியமையாததாக அமைந்துவிடு கிறது. தொழில் துறை எலெக்ட்ரானியலில இதன் இன்றியமை யாமை இன்னும் அதிகமாகி விடுகின்றது. தொழில துறையில் உறபத்தியாகும் பொருட்களை நாம் கணக்கிட்டே ஆக வேண்டும். சிலவேளைகளில், முடிவுற்ற பொறிகளிலெல்லா மாகச் சேர்ந்து எத்துணைத் தனித்தனி பாகங்கள் (Separate parts) சேர்க்கப்பட்டுள்ளன என்பதையும் நாமறிய வேண்டியுள்ளது. இப்படித் துல்லியமாகத தெரியாவிட்டால் என்ன நேரிடும்? எடுத்துக்காட்டாக, எல்லாவற்றையும் எந்திரங்களினுலேயே செய்து முடிக்கும் இந்நாளில் கார்களுக்கு ஆறு சக்கரங்களும், சைக்கில்களுக்கு ஒற்றைச் சக்கரமும், மூடபபடட பாட்டில் களுக்கு இரணடு மூடிகளுமாக, முடிவில் உற்பததி செய்யபபட்டு உறபததிச் சாலைகளிலிருந்து வெளிவந்து விடும்! இதைத் தவிர்கக ஒவ்வொரு உறபததிச் சாலையிலும் கட்டாயமாக எண்ணிகள் பலவகைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

உற்பத்திச்சாலைகளில், பொருட்களை எண்ணுவதற்கு ஏன் ஆட்களை வேலைக்கு வைத்துக் கொள்ளலாகாதென கேட்கலாம். என்னதான் அறிவாளியாகவோ அல்லது சுறுசுறுப்பானவராகவோ ஒருவர் இருந்தபோதிலும், இவ்வகையான வேலையில் ஈடுபட்டால் விரைவிலேயே சோர்வுற்று, வெறுப்புற்று, எண்ணுவதில் தவறு இழைப்பது உறுதி. எனவேதான் இவ்வகையான வேலைகளை எந்திரங்களைக் கொண்டே செய்து முடிப்பது நல்லது ஏனெனில் எந்திரங்கள் எளிதில் சோர்வடைவதில்லை, தவறுகள் இழைப்பதில்லை.

எண்ணிகள் :

பெரிய நகரங்களிலுள்ள பெரிய கடைகளில், பொருட்களை வாங்கிய பின்பு, அதற்கான பணத்தை நாம் கொடுக்கும் போது, அங்குள்ளவர் பணத்தைக் கணக்கு வைத்துக்கொள்ள ஒரு பொறியைப் பயன்படுத்துவதை நாம் கண்டிருக்கின்றோம். இப்பொறி உண்மையில் ஓர் எண்ணிதான். இது கூட்டல் கணக்கை எண்ணிப் போடுகின்றது இவ்வகையான எண்ணிகள் யாவும் எந்திரவியலில் செயல்படுவதால், ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது, மிகமிக மெதுவாகச் செயல்படுகின்றன. ஆனால் தறகால உற்பத்திச் சாலைகளில் மிகமிக வேகமாக எண்ணிகள் செயல்பட்டாக வேண்டும் இவ்வகையான எண்ணிகள் எவ்விதம் செயல்படுகின்றன என்பதை படிப்படியாகக் காண்போம்.

நாம் ஒரு தொழிற்சாலையினுள் சுற்றிப்பார்த்துக்கொண்டே வருகின்றோம் எனக் கொள்வோம். அங்கு கடத்தும் பட்டையின் (Conveyor belt) மேல் முடிவுற்றதும், அரைகுறையாக முடிவுற்றதுமான உற்பத்திப் பொருட்கள் நகர்ந்துகொண்டே செல்வதைக் காண்கிறோம். இவற்றையெல்லாம் எண்ணியாக வேண்டும். இவற்றை எண்ணுவதற்கு கீழ்க்கண்ட ஒருமுறையைக் கையாளலாம்.



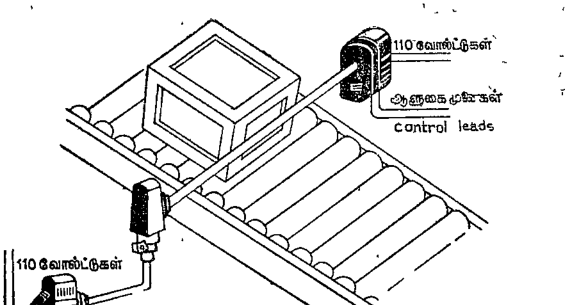
படம் 11·1

இதில் ஓர் ஒளிமின்கலம் உள்ளது. இத்துடன் ஒரு பெருக்கி (Amplifier) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பயன்தரு (Output) பகுதி

யுடன் ஓர் எண்ணி சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்சுற்றின் அடிப்படையில்தான் எண்ணிகள் செயலாற்றுகின்றன.

எலெக்ட்ரானியில் மின்சுற்றை எடுத்துக்கொள்ளும்போது நாம் வேகத்தைப் பற்றிக் கவலைப்படுவதேயில்லை. எல்லாம் இமைக்கும் நேரத்தில் நடந்துவிடுமென்று நினைக்கின்றோம். உண்மையில் ஒரு பெருக்கியைப் பயன்படுத்தும்போது, அதனுள் முதலில் சைகையை அனுப்பியதிலிருந்து, சைகை வெளிவர சிலவினாடிகள் பிடிப்பதை நாம் காண்கிறோம். இப்படி இருக்க மேலே விளக்கப்பட்ட மின்சுற்றினுடன் எந்திர வியலில் செயல்படும் எண்ணியை இணைக்கும்போது என்ன நிகழ்கின்றது? சுற்றில் இருக்கும் பாகங்கள் எல்லாம் விரைவில் ஒன்றாகச் செயல்படுவதில்லை. எலெக்ட்ரானியல் பகுதிகள் மிக வேகமாகவும், எந்திரவியல் எண்ணி மிகமெதுவாகவும்தான் செயல்படுகின்றன. இது ஒரு இரட்டை மாட்டு வண்டியில் வலிமை வாய்ந்த இளம் காளையுடன், வேறு ஒரு வலிமையற்ற கிழட்டு மாட்டைப் பூட்டுவதற்கு ஒப்பாகக் கூறலாம். அப்படி யெனின் இந்த இடர்பாட்டிலிருந்து தப்பிப்பது எவ்விதம்?

எந்திரவியலில் செயல்படும் எண்ணியை விரைவுபடுத்த நம்மால் இயலாது. எனினும் எலெக்ட்ரானியல் மின்சுற்றை நம்மால் மெதுவாக்க (Slow down) முடியுமல்லவா? பின் ஏன் அம்முறையை நாம் கையாளக் கூடாது? படத்தைப்பாருங்கள்.

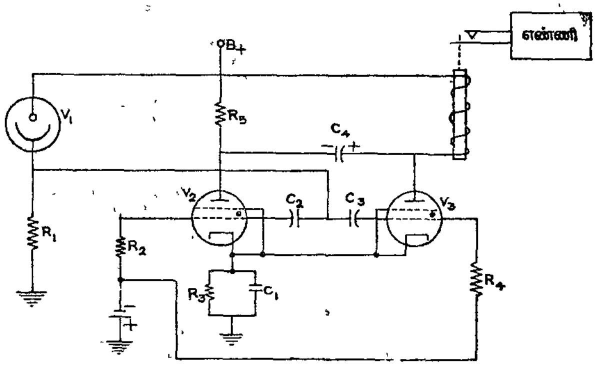


படம் 11 2

இதில் கடத்தும் பட்டை உள்ளது. பட்டையின் மேல் வரும் பொருட்களின்மேல் விழுமாறு ஓர் ஒளியமைப்பு இருக்கின்றது

ஒளிமின்கலம், பெருக்கி ஆகியவற்றின் வேகத்திற்கு ஈடான வேகத்துடன் எண்ணி செயல்பட முடியாது என்பதை முன்பே கண்டோம். அப்படியெனின் பட்டையின்மேல் வரும் பாதி பொருட்களுக்குமட்டும், பெருக்கி எதிர்ச்செயல் (Response) படுகின்றதென்போம். எடுத்துக்காட்டாக பட்டையின் மேல் வரும் 100 பொருட்களுக்குப் பதிலாக, நமது ஒளிமின்கலமும் பெருக்கியும் அவற்றை 50 என்று தான் காட்டும். இதையேதான் எண்ணியும் காட்டும். உண்மைக் கணக்கைக் காண நாம் செய்யவேண்டியதெல்லாம் எண்ணியின் கணக்கைச் சரியாக இரண்டால் பெருக்கிக் கொள்ள வேண்டியதுதான்.

இம்முறையை நன்கு தெரிந்துகொள்ள இதற்குற்ற மின் சுற்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.



படம் 11·3

படத்தைப் பார்த்த மாத்திரத்தில் இது ஒரு தடை-இணைக்கப்பட்ட (Resistance coupled) பெருக்கியைப் போன்று தோன்றுகின்றதல்லவா? ஆயினும் இதில் சில மாறுபாடுகளைக் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக வெற்றிட வால்வுகளுக்குப் பதிலாக இங்கு இரண்டு வாயு நிரப்பப்பட்ட தைரட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்சுற்றுக்கு வேண்டிய உள்வரும் சைகையை V_1 என்ற ஒளிமின்கலம் கொடுக்கின்றது.

கடத்தும்பட்டையின் மேலிருக்கும் பொருட்களிலிருந்து திரும்பப்பெறும் ஒளியை ஒளிமினகலம் பெறுகின்றது. இப்போது V_1 ஆனது மின்கடத்துகிறது; எனவே R_1 ன் மேல் மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றுகின்றது. இந்த வோல்டேஜ் C_2, C_3 என்ற இரு மின்தேக்கிகளின் மூலம், இரண்டு தைரட்ரான்

களின் கிரிட்டுகளுக்கும் அனுப்பப்படுகின்றது. உண்மையில் இந்த இரண்டு தைரட்ரான்களும் உடனே ஒரே நேரத்தில் செயல்பட வேண்டும். ஆனால் என்ன நேரிடுகிறதென்றால், ஒரு தைரட்ரான் மற்றதைவிட சற்று முந்திக்கொள்கின்றது. எடுத்துக் காட்டாக, இங்கு V_2 என்ற தைரட்ரான் முதலில் எரிபற்றுகிற தெனக் (Ignites) கொள்வோம். V_2-வின் வழியாகப் பாயும் மின்னூட்டம் R_3-ன் வழியாகவும் பாயும். இந்த R_3-ன் மேலிருக்கும் மின்சுமை V_2, V_3 ஆகிய இரண்டிற்கும் வேண்டிய எதிர் (Negative) சார்பு மின்னழுத்தத்தைக் (Bias) கொடுக்கின்றது. இதனால் V_3 ஆனது ஏற்கனவே எரிபற்றப்பட்டுவிட்டதென் பதை நினைவுறுத்திக் கொள்ள வேண்டும். மேலும் ஒருமுறை தைரட்ரான் எரிபற்றி விட்டால் பின்பு அதனைமாற்ற ஒரு சார்பு மின்னமுத்தத்தாலும் இயலாது என்பதையும் கவனத்தில் வைக்க வேண்டும்.

இதற்கிடையில் இரண்டு குழாய்களின் பிளேட் (Plate) மின்சுற்றுக்களைக் கவனிப்போம். V_2 என்ற வால்வு மின்கடத்து வதால், அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட R_5 என்ற மின்தடையின் மேல் நிறைய மின்சுமை உண்டாகின்றது. அதாவது இந்த அளவு மின்சுமையானது V_2-ன் பிளேட்டின் மேலுள்ள மின் சுமையிலிருந்து குறைந்து விடுகின்றது ஆனால் இதே நேரத்தில் V_3 ஆனது மின்கடத்துவதில்லை. ஆதலின், அதன் பிளேட் மின் சுமை மாறாமல் அப்படியே இருக்கின்றது இதனால் C_4 என்ற மின்தேக்கியானது இந்த இரண்டு பிளேட்டுகளுக்கும் இடை யில் சேர்க்கப்பட்டால், படத்தில் காட்டியபடி முனைவுத்தன்மை (Polarity) கொண்டதாய், அந்த மின்தேக்கி மின்னூட்டப்படு கின்றது. இவ்வாறெல்லாம் ஏன் நடைபெறுகின்றது ? ஒன்று மில்லை, ஓர் ஒளிக்கற்றையானது V_1 என்ற ஒளிமின்கலத்தின் மீதுபட்டு, அதன்மூலம் ஒருமின்துடிப்பைக் கடத்தியதுதான் இவற்றிற்கெல்லாம் மூலகாரணமாகும்.

இவ்வகையான நிகழ்ச்சிகளெல்லாம் மெதுவாக நடை பெறுவதாகக் கொள்வோம். அடுத்து கொண்டுவரும் பட்டை யின் மேலுள்ள இரண்டாவது பொருள் இப்போது ஒளிமின் கலத்தின் மேல் ஒளியைத் திருப்புகின்றதென்போம். இப்போது என்ன நிகழும் ? மறுபடியும் ஒருமின் துடிப்பு R_1 வழியாகப் பாயும், இந்தத்துடிப்பு V_2, V_3 ஆகியவற்றின் கிரிட்டுகளுக்கு முறையே C_2, C_3 ஆகிய மின்தேக்கிகளின் மூலம் கொடுக்கப் படுகின்றது.

இவையெல்லாம் இவ்வாறாக நிகழ்ந்துகொண்டிருக்கும் போது, C_4 என்ற மின்தேக்கி படத்தில காட்டியபடி முனைவுத் தன்மை கொண்டதாய் மின்னூட்டப்படுகின்றது. R_5 என்ற மின்தடையின் மேலுள்ள பெரும அளவு (Maximum) மின் சுமைக்கு ஏற்றவாறுதான் C_4 ஆனது மின்னூட்டப்படுகின்றது. இதனால் V_2-ன் பிளேட்டு மின்சுமையானது அதிகரிக்க முடியாத வண்ணம் தாழ்வாகவே வைக்கப்படுகின்றது. எனவே தாழ் வாகவே வைக்கப்பட்டுள்ள V_2-ன் பிளேட்டிலுள்ள இந்த அளவு மின்சுமையானது, V_2 வால்வை எரியூட்ட இயலுவதில்லை. இதனால் V_2-ன் வழியாக மின்னூட்டம் பாய்வதில்லை.

ஆனல் V_3 வால்வில் என்ன நிகழ்கின்றது? இதே நேரத்தில் V_3 ஆனது எரியூட்டப் பெறுகின்றது ஏனெனில் இவ்வேளையில் V_2 ப்போலல்லாமல், V_3-ன் பிளேட்டின் மேல் B-நேரின் முழு மின்சுமையும் இருக்கின்றது. இதனால் V_3 ஆனது எரியூட்டப பெறும்போது, மின்தேக்கி C_4-ல் மறுபடியும் மின்னூட்டம் பெறப்படுகின்றது ஆனல் மின்தேக்கியிலுள்ள மின்னூட்டத் தின் முனைவுத்தன்மை முன்பிருந்ததற்கு நேர் எதிராக இப்போதுள்ளது. இதுகாறும் விளக்கப்பட்டவற்றிலிருந்து நாம் என்ன காண்கிறோம்? முதலில் ஒரு வால்வு எரியூட்டப்படு கின்றது பின்பு அடுததமுறை இரண்டாவது வால்வு எரியூட்டப் படுகின்றது. அதாவது வால்வுகள மாற்றிமாற்றி எரியூட்டப் படுகின்றன. ஆனல V_2 என்ற வால்வு எரியூட்டப்படும்போது எண்ணியில் (Counter) என்ன நிகழ்கின்றது? எரியூட்டப்படும் போது எணணியில் ஒனறுமே நிகழ்வதில்லை. எண்ணியானது செயல்படுவதில்லை ஆனல் V_3 ஆனது எரியூட்டப்படும்போது மட்டும் தான் எண்ணியானது செயல்படுகின்றது. அதாவது அடுத்தடுதது இரண்டு துடிப்புகள் வந்தபோதிலும், அவற்றில் ஒரு துடிப்பிற்கு மட்டும் எண்ணியானது செயல்படுகின்றதென் பதை தெளிவுறலாம். கொண்டுவரும் பட்டையின்மேல் 100 பொருட்கள் வருகின்றதென்றல், நமக்கு 100 மின்துடிபபுகள் கிடைக்கும். ஆனல் இந்த நூறு மின்துடிபபுகளில் 50 மட்டும் தான் எண்ணியை செயல்படுத்துகின்றன. எனவே எண்ணியில் 50 என்று காட்டப்பட்டால அதை இரண்டால் பெருக்க, உண்மையான 100 எனற எண்ணிக்கைக் கிடைக்கின்றது.

எண்ணி :

படத்தில் காட்டிய மின்சுற்றின் வெளியீட்டுடன் (Output) ஓர் எணணியானது இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஓர் அஞ்சற் கருவியானது இந்த எண்ணியைச் செயல்படச் செய்கின்றது

அஞ்சற்கருவியின் சுருளில் மின்னோட்டம் பாயும் ஒவ்வொரு முறையும், எண்ணியிலுள்ள ஒரு வட்டானது (Disk) சற்றே சுற்றுகின்றது இந்த எண்ணியானது ஒரு கூட்டல்பொறியைப் போன்றே உள்ளது இவ்வகையான எண்ணியை சாதாரணமாக நமது கார்களில் காணலாம். எத்தனை மைல்கள் நாம் சென்றிருக்கின்றோம் என்பதைக் காட்டும் மைல் காட்டி (Milo meter) இவ்வகையான எண்ணிகளில் ஒன்றுதான்.

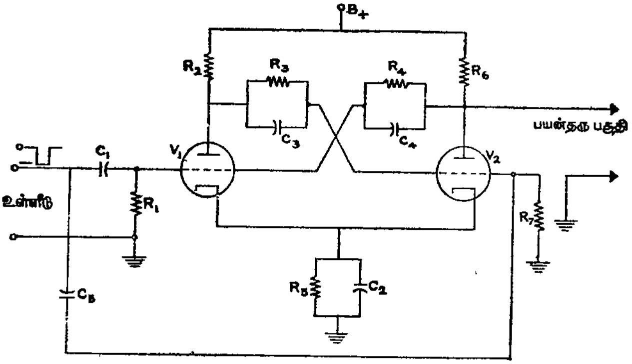
பொதுவாக ஓர் எண்ணியைக் கையாலோ அஞ்சற்கருவியாலோ, ஒளிமின் கலத்தாலோ அன்றி சுவிட்ச்சாலோ நாம் செயல்படச் செய்யலாம்.

இருநிலை பல்லதிரி (Bistable multivibrator)

வேகம்தான் இன்றைய நாகரிகத்தின் இலக்கணம் - மெள்ள நகரும் மாட்டுவண்டி, அடுத்து மோட்டார் வண்டி, அதற்கடுத்துப் புகைவண்டி, விமானம் போன்ற ஒன்றைவிட மற்றொன்று வேகமாகச் செல்லும் ஊர்திகள் படிப்படியாகத் தோன்றி, இன்று வியக்குமளவு வேகத்துடன் பறக்கும் ராக்கெட்டுகள் இயங்குகின்றனவல்லவா? அதே போன்று மின் சுற்றுக்களிலும் செயல்படுவதில் ஒன்றையொன்று வேகத்தில் மிஞ்சக்கூடிய மின்சுற்றுக்களும் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக முன்பு விளக்கப்பட்ட இரண்டு - அலகு எண்ணும் மின்சுற்றில் (Scale of two counting circuit) இரண்டு வாயுக்குழாய்கள் அதாவது தைரட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுவதைக் கண்டோம். இக்குழாய்களிலுள்ள வாயுக்கள் முதன் முதலில் அயனிகளாக்கப் பட்ட (Ionize) பின்புதான் இக்குழாய்கள் மின்கடத்தத் துவங்கும். இவ்வாறு அயனிகளாக்கும் செயலுக்கு எப்படியும் சற்றுநேரம் பிடித்தேயாகும். அதாவது உடனுக்குடன் இவை செயல்படா. மேலும் ஒருமுறை இவை எரியூட்டப் பட்டவுடன் இவற்றின் செயலை அடக்குவதற்கும் சற்றுநேரம் பிடிக்கின்றது. எனவே காலவிரையமாகும் இச்சுற்றைக் காட்டிலும், இன்னும் வேகமாகச் செயல்படும் மின்சுற்றை நாம் ஏன் பயன்படுத்தக் கூடாது?

கிட்டத்தட்ட நாம் முன்பே விளக்கிய மின்சுற்றைப் போன்றுள்ள வேறு ஓர் இருகூறு மின்சுற்றை (Binary circuit) எடுத்துக்கொள்வோம். இவ்வகையான இருகூறு மின்சுற்றிற்குப் பல பெயர்கள் உண்டு. முதன்முதலில் இதை எக்லஸ்-ஜோர்டன் (Eccles – Jordan) மின்சுற்று என்று அழைத்தனர். பின்பு, ஸ்கேலார் மின்சுற்று (Scalar circuit) எனவும், அதிர்

வெண் பகுப்பான் (Frequency divider) எனவும் இது அழைக்கப்பட்டது. நாம் வழங்கியிருக்கும் இருநிலை பல்லதிரி (Bistable multivibrator) என்பதும் இதற்கு இன்னுமொரு பெயராகும்.



படம் 11.4

படத்திலுள்ள மின்சுற்றை ஊன்றிக் கவனிப்போம். இரண்டு குழாய்களும் ஒன்றுக்கொன்று எப்படியும் சிறிதளவாவது மாறுபட்டிருப்பதால், ஒரு குழாய் மின்கடத்தும்போது, மற்றொன்று அதே நேரத்தில் செயல்படாமல் இருக்கின்றது. அதாவது எப்படி குதிரை பந்தயத்தின்போது எல்லா குதிரைகளும் ஒன்றாக நின்ற போதிலும், கிளம்பும்போது எப்படியும் ஒன்றுக்கொன்று சற்றேனும் மாறுபட்ட நேரத்தில்தான் கிளம்புகின்றனவோ அதேபோல குழாய்கள் இரண்டும் செயல்படும் போது ஒன்றுகொன்று சற்றேனும் கால இடைவெளி இருந்தே தீரும்.

அப்படியெனின் படத்தில் V_2 என்பது, மின் கடத்துவதாகக் கொள்வோம். அதே நேரத்தில் V_1 ஆனது வேண்டுமானால் செயல்படத் துவங்க வேண்டிய ஆரம்பநிலைகளைப் பெற்றிருக்கலாம். இந்நேரத்தில் ஒரு மின்துடிப்பு வந்து சேர்வதாகக் கொள்வோம். இந்த மின் துடிப்பானது, நேர் அல்லது எதிர்மின் துடிப்பாகக்கூட இருக்கலாம். இங்கு நாம் ஓர் எதிர்மின் துடிப்பு வருவதாகவேக் கொள்வோம். இந்த எதிர்மின்துடிப்பானது C_1ன் வழியாக V_1க்கும். C_5 வழியாக V_2வுக்கும் கொடுக்கப்படுகின்றது.

இந்த மின் துடிப்பால் என்ன நிகழ்கின்றது? V_1 என்பது மின்கடத்தாமல்தான் இந்நேரத்தில் உள்ளது. எனவே இந்த

மின் துடிப்பு ,இந்த V_1 வால்வை இன்னும் சோம்பேறியாகத் தானிருக்கத் தூண்டும். ஆனால் V_2-இல் என்ன நிகழ்கின்றது? அது மின்கடத்தத் துவங்கி விட்டது. இது நடைபெறும்போது R_6 ன் மேலுள்ள மின்சுமை கூடுகின்றதால் V_2-ன் பிளேட் மின்சுமை வரவரக் குறைய ஆரம்பிக்கின்றது. இது நடை பெற்றுக்கொண்டிருக்கும் போதே எதிர்மின் துடிப்பும் V_2-ன் கிரிட்டினை வந்தடைவதால் V_2-ஆனது வெட்டு மின்சுமைக்குத் (Cut off bias) தள்ளப்படுகின்றது. இப்போது V_2வினுள் மின்னோட்டம் இல்லாமையால், மின்தடை R_6-ன்மேல் மின் சுமை இருக்க வாய்ப்பில்லை. எனவே V_2-ன் பிளேட்டின்மீது மறுபடியும் மின்சுமை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. அதாவது V_2-ன் பிளேட்டானது நேர்முகமாகச் (Positive direction) செல்லத்தலைப்படுகின்றதெனலாம்.

ஆனால் V_2-ன் பிளேட்டானது R_4, C_4 ஆகியவற்றினால் V_1-ன கட்டுப்பாட்டு கிரிட்டினுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளதைக் காண்க. இந்த R_4, C_4 ஆகியவைபாலும், V_2 பிளேட்டின்மேல் படிப்படியாக ஏறிக்கொண்டே செல்லும் நேர்மின்சுமையாலும் இப்போது நாம் உண்மையிலேயே ஒரு நேர்மின் துடிப்பை V_1ன் கிரிட்டிற்குக் கொடுக்கின்றோம் எனலாம். இந்த நேர்மின் துடிப்பானது V_1னுடைய கிரிட்டின் வெட்டு மின்சுமையை வெற்றிபெறக்கூடிய அளவிற்கு இருப்பதால் இப்போது V_1 ஆனது மின்கடத்தத் துவங்குகின்றது.

இவ்வாறு V_1 ஆனது மின்கடத்தத் துவங்குவதால் என்ன நிகழ்கின்றது? இதனுள் பாயும் பிளேட் மின்னோட்டமானது அதே அளவில்தான் R_2-ன் வழியாகவும் பாயும் இவ்விதம் R_2-ன் வழியே மின்னோட்டம் பாயும்போது அதன்மேல் மின் சுமைத் தோன்றும். இந்த மின்சுமையை V_2னுடைய பிளேட் மின்சுமையிலிருந்து கழிக்கவேண்டும். இந்நிலையில் V_1 ஆனது மேலும் மேலும் மின்கடத்தும்போது, இதனுடைய பிளேட் மின்சுமை படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டே வருகின்றது. அதாவது மின்சுமையானது எதிர்முகத்தை (Negative direction) நோக்கிச்செல்ல ஆரம்பிக்கின்றது எனலாம். உண்மையில் R_3, C_3 ஆகியவற்றின் உதவிகொண்டு, V_2-ன் கிரிட்டின்மேல் ஓர் எதிர்மின்துடிப்பைக் கொடுக்கின்றோம் எனலாம்.

வால்வு V_2 வைப்பற்றி நாம் உண்மையிலேயே அனுதாபப் படவேண்டும்! ஏனெனில் இது எல்லாப்புறங்களிலும் இருந்து தாக்கப்படுகின்றது. ஏற்கனவே C_5-ன் வழியாக V_2க்கு ஓர்

எதிர்மின் துடிப்பு வந்துவிட்டது. இது போதாதென்று இப்போது V_1ம் கூடவே இன்னுமொரு எதிர்த்துடிப்பைக் கொடுக்கின்றது. இந்த இடிமேல இடியால் V_2-ஆனது வெட்டு மினசுமைக்குத தள்ளபபட்டு விடுகினறது. இதறகிடையில் V_1-ல் அதனது பிளேட் மின்னேட்டம தெவிட்டும (Saturation) நிலையை அடையும்வரை, மின்னேட்டம் தொடர்ந்து பாய்ந்து கொண்டே உள்ளது

இவ்வாறு மின்னேட்டம் தெவிட்டுநிலையை அடைந்த பின்பு, மினனேட்டத்தின் மதிப்பில் மாறுதலே இருக்காது. இதனுல் R_3, C_3 ஆகியவற்றினூடே, எதிர்மின் துடிப்பானது V_2க்குக் கொடுக்கப்படுவதில்லை. இவ்வாறு நடந்து கொண்டிருக்கும் இதே நேரததில் உள்ளீட்டை (Input) ஓர் எதிர்மின் துடிப்பு வந்து அடைகின்றதென்ருல் அப்போது என்ன நிகழும்? V_2-வைப் பொறுத்தவரை ஒன்றுமே மாறுத விருக்காது. ஏனெனில் அதுதான் நன்ருக வெட்டு மின். சுமைக்குத் தள்ளப்பட்டுவிட்டதே! ஆனல் V_1 ஆனது வாளா விருக்குமா? வந்தடையும் எதிர் மினதுடிப்பானது, அதை அதனது தெவிட்டு மின்னேட்டத்திலிருநது கீழேத்தள்ளி விடுகினறது. எனவே V_1-ன பிளேட் மின்னேட்டம் படிப்படி யாகக் குறைய, அதே நேரத்தில் R_2-ன் மேலுள்ள மின்சுமை யின் அளவும் படிப்படியாகக் குறைகின்றது. இதனுல் V_1-ன் பிளேட்டின் மேலுள்ள மின்சுமை படிப்படியாகக் கூடுதலா கின்றது. அதாவது V_1-ன் பிளேட் மின்சுமை நேர்முகத்தை நோக்கிப் போகிறதெனலாம். இது இவ்வாறு நிகழும்போது, மாறுபடும் இந்த மின்சுமையினுல் R_3, C_3 ஆகியவற்றின் மூலம் V_2-ன் கட்டுப்பாட்டு கிரிட்டின் மேல் ஒரு நேர்மின துடிப்புக் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதனுல் என்ன நேரிடும் என்பதை ஊகிப்பது எளிது. V_2-யை ஒரு நேர்மின்துடிப்பு இப்போது அடைவதால் அது தனது வெட்டு மின்சுமையிலிருந்து விடு பட்டு விடுகின்றது. அதனது பிளேட்டின் மேலுள்ள மின்சுமை யானது குறையத துவங்குகின்றது. இந்நிகழ்ச்சியானது V_1-ன் கட்டுப்பாட்டு கிரிட்டின்மேல் ஓா எதிர்மின் துடிப்பை அனுப்பு கின்றது. எனவே V_1 ஆனது தனது வெட்டுமின்சுமையை நோக்கிப் பிரயாணத்தைத் துவங்குகின்றது.

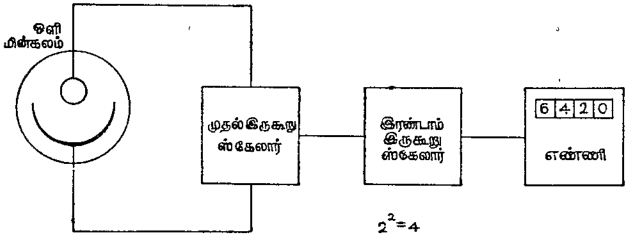
இவ்விதமாக முதலில் V_1-ம், அடுத்து V_2 மாக மாறிமாறி செயல்படுகின்றன. ஒரு குழாயானது மின்கடத்தும்போது. மற்றது வெட்டுமின்சுமையை நோக்கித் தள்ளப்பட்டுவிடு கின்றது. இவ்வகையான இந்த மின்சுற்ருனது முன்பு விளக்கிய மின்சுற்றைவிட வேகமாக செயல்படுகின்றது.

அருவித் தொகுதி இருகூட்டு எண்ணிகள் (Cascaded binary counters)

நாம் மேலே விளக்கிய இருமின்சுற்றுகளும் இருகூட்டு அதிர்வெண் பகுப்பான்களாகும். வருகின்ற இரண்டு மின் துடிப்புகளில் ஒரு மின்துடிப்பை மட்டும் எண்ணியானது குறித்துக் கொள்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக நமது எண்ணி 300 என்று காட்டினுல், உண்மையில 600 பொருட்கள், காவல்காத்து வரும் ஒளிமின்கலத்தின்முன் சென்றிருக்கின்றன என்று பொருள்.

வேகத்தைக் கூடுதலாக்கக் கொண்டுவரும் பட்டையின் நகரும் வேகத்தை ஏன் அதிகரிக்கக் கூடாது? உண்மையில் பட்டையின் வேகத்தை நார்மால் அதிகமாக்க முடியும். ஆனுல் இங்கு ஒரு சிக்கல் வந்துவிடுகின்றது. எந்திரவியலில் செயல் படும் எண்ணியின் வேகத்திற்கு எப்படியும் ஒரு வரையறை (Limit) உண்டு. அதாவது அதனுல் ஒரு செகண்டில் 20 அல்லது 30 பொருட்களைத்தான் எண்ண இயலும். அதாவது ஒரு நிமிடத் தில் 1800 பொருட்களையும், 5 நிமிடங்களில் 9000 பொருட்களை யும் இதனுல் எண்ண முடியும். இதைப் பார்த்தவுடனே "இவ் வளவு வேகமா!" என்று மலைப்புத் தட்டுகின்றதல்லவா? எனினும் உற்பத்திப்பெருக்கம் விரிவாகிவரும் தொழிற்சாலை களிலிருந்து வேகமாக வெளிவரும் பொருட்களை எண்ணுவதற்கு இந்த வேகம் போதாது !!

ஆனுல் சாதாரண எந்திரவியல் எண்ணிமட்டும் இல்லாமல் இதை ஓர் இரு கூட்டு ஸ்கேலார் மின்சுற்றுடன் இணைப் போம் என்ருல், இந்த அமைப்பைக் கொண்டு விடுடிக்கு இப் போது 50 முதல 60 பொருட்களை நம்மால் எண்ண முடியும்

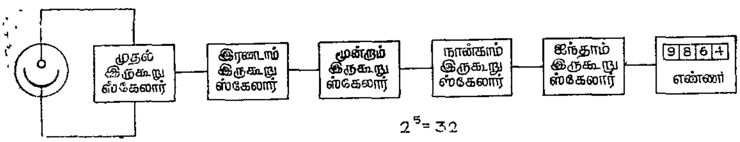


படம் 11·5

கொண்டுவரும் பட்டையில் இரண்டு பொருட்கள் இருந்தால் அவற்றில் ஒன்றைமட்டும் எண்ணியானது இப்போது குறித்துக் கொள்வதால், அந்த எண்ணிக்கையை இரண்டால் பெருக்கி

பொருட்களின் உண்மையான எண்ணிக்கையை நாம் பெற முடிகிறது. இதனால் 5 நிமிடங்களில் இப்போது 18000 பொருட்களை எண்ண முடிகிறது. எனினும் இந்த வேகங்கூட தற்காலத்திற்குப் போதாது !

பொருட்களை இன்னும் வேகமாக எண்ணுவதற்கு, கட்ட வரைப்படத்தில் (Block diagram) காட்டியபடி, ஸ்கேலார் சுற்றுக்களை தொடரிணைப்பாக இணைக்கலாம். இங்கு முதலாவது ஸ்கேலார் சுற்றின் வெளியீடானது, இரண்டாவது ஸ்கேலார் சுற்றின் உள்ளீடாக அமைகின்றது. இந்த அமைப்பினால் ஒளிமின்கலத்தை வந்தடைகின்ற ஒவ்வொரு இரண்டாவது மின் துடிப்பிற்குப் பதிலாக நாலாவது மின்துடிப்புத்தான் எண்ணியைச் செயல்படச் செய்கின்றது.



படம் 11·6

இவ்வாறே ஐந்து இருகூட்டுமின்சுற்றுக்களைத் தொடர்பாக அருவித தொகுதியாக (Cascade) இணைததால் என்ன நிகழும்? இப்போது ஒளிமினகலத்தை வந்தடையும் ஒவ்வொரு 32 வது மின் துடிபபு மட்டும்தான் எண்ணியைச் செயலபடுத்துகின்றது. அடுதது 10 ஸ்கேலார் மின்சுறறுக்கள் அருவித்தொகுதியாக அமைநதால் என்னவாகும்? கொண்டு செல்லும் பட்டையில் 1024 பொருட்கள் நகர்ந்த பின்புதான் எண்ணியில் ஒன்று என்று காட்டப்படும்.

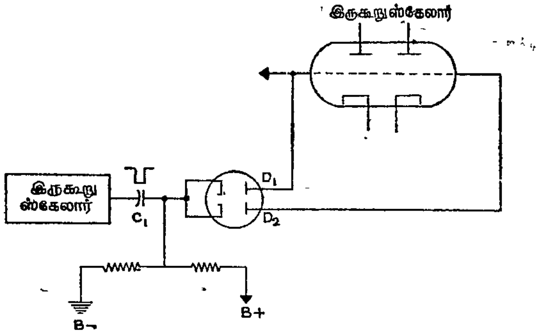
எலெக்ட்ரானியல் சுருக்கெழுத்து (Electronic shorthand)

எண்ணியினது மின்சுற்றை விளக்குவதற்கு எவ்வளவு காலம் பிடிக்கின்றதெனபதை நீங்களே கண்டீர்கள். நாம் விளக்கி முடிப்பதற்குள் எண்ணியானது ஆயிரக்கணக்கான பொருட்களை எண்ணிமுடித்து விடுகின்றது- எனவே மின் சுற்றை விளக்குவதற்கு சுருக்குவழியை நாம் கையாண்டுதான் ஆகவேண்டும். இதற்கு எண்களைப் (Numbers) பயன்படுத்தலாம். நாம் ஓர் இருகூட்டு எண்ணியை எடுத்துக்கொண்டதாகக் கொள்வோம். இதில் ஒரு குழாய் மின்கடத்தும்போது மற்றக்குழாய் செயல்படாமலிருக்கின்றது என்பதை விளக்க

01 அல்லது 10 என்று குறிக்கலாம். அதாவது 10 என்று எழுதி னால், இடது குழாய் மின்கடத்துவதாகவும் அதே நேரததில் வலது குழாய் மின்கடத்தாமலுமிருக்கின்றது என்று பொருள். இதே 01 என்று கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், இடதுகுழாய் மின் கடத்தாத பொழுது, வலதுகுழாய் மின் கடத்துவதாகப் பொருள்.

ஸ்கேலார் மின்சுற்றுக்களை இணைத்தல் (Coupling Scalar circuits)

ஸ்கேலார் மின்சுற்றுக்கள், அருவித்தொகுதியாக இணைக்கப் படும்போது, ஒவ்வொரு மின்சுற்றும் மற்றவைகளுடன் சார் பற்று, தனித்தனியாகச் (Independently) செயல்படவேண்டும். மின்துடிப்புகளை ஒரு கட்டத்திலிருந்து (Stage) மற்றொரு கட்டத் திற்கு, ஒன்றோடொன்று கலக்காமல், மாற்றவேண்டும். எடுத்துக் காட்டாக, ஒரு அறை முழுவதும் இரைச்சல் போட்டுக்கொண் டிருக்கும் பையன்களை அடக்குவது எப்படி? ஒவ்வொரு பையனையும் தனித்தனி அறையிலிட்டு சாத்திவிட்டால் அமைதி வந்து விடுமல்லவா? அதேபோல் ஒவ்வொரு ஸ்கேலார் மின் சுற்றையும் அடுத்ததிலிருந்து, ஓர் இரட்டை - டையோடைக் (Duo-diode) கொண்டு பிரித்துவிடலாம். இவ்வகையான அமைப்பைப் படத்தில காணலாம்.



படம் 11·7

ஒரு மின்துடிப்பும் வராதபோது, இணைக்கும் டையோடா னது மின்கடததுவதில்லை. டையோடின் எதிர்மினவாய்கள் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவையிரணடின் பொது இணைப்பு B-நேரினுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது இந்த அமைப பினல் டையோடானது வெட்டுமின் சுமைக்கும் அபபால் ஒரு சாபுள்ளதாக இருப்பதால், டையோடின் எந்த எதிர்மின்வாயி லிருந்தும் மின் பாய்வதில்லை.

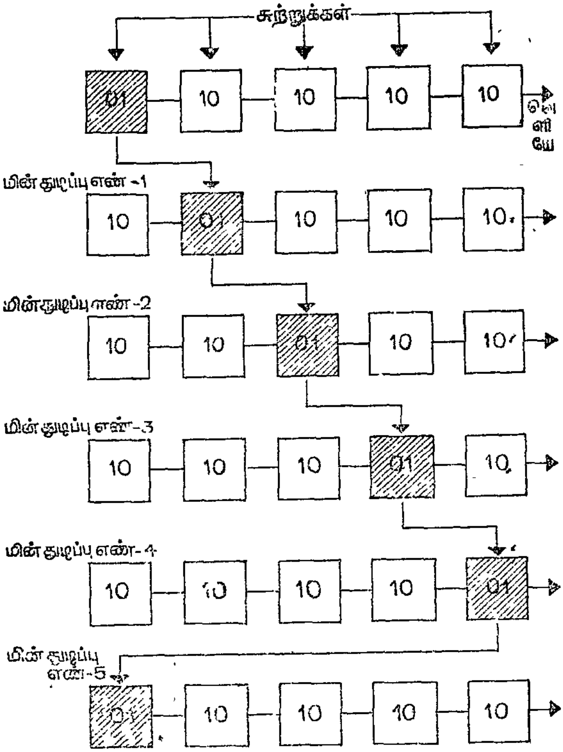
இது இப்படி இருக்கும்போது. டையோடின் பிளேட்டுகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள டிரையோடு இருகூட்டு ஸ்கேலாரில் (Triode binary scalar) என்ன நடக்கின்றதெனக் காண்போம். இந்த இருகூட்டு ஸ்கேலாரில் ஒன்று 01 அல்லது 10 என்ற நிலைதான இருக்கவேண்டும் இதை நாம் 01 எனக் கொள்வோம். அதாவது இடது பக்க டிரையோடு மின் கடத்துவதில்லை, ஆனால் அதே நேரததில் வலது டிரையோடு மின்கடததுகினறதென்பது பொருள், எனவே இடது பக்க டிரையோடு மின் கடத்தாததினல், அது வெட்டுமின்சுமையைத தாண்டி இருக்கின்றது அதனது கட்டுப்பாட்டு கிரிட்டானது எதிர்முகமாக (Negative) இருக்கின்றது. ஆனலை இந்த எதிர்முக கிரிட்டானது, டையோடு பிளேட் D_1வுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே டையோடின் இந்தப் பகுதியானது மின் செலுத்துவதற்கு வாய்ப்பே இல்லை.

இது இவ்வாறு நடந்து கொண்டிருக்கும்போதே, ஓர் எதிர் மின் துடிப்பானது வந்து, அது C_1ன் வழியாக டையோடின் இணைந்த எதிர்மின்வாய்களை அடைகின்றது. எதிர்மின்வாய்களின் மேலிருக்கும் ஒரே சார்புள்ள (Bias) நேர்மின்சுமையை வெற்றிக்கொள்ளும் அளவிற்கு இந்த எதிர்மின் துடிப்பிற்கு ஆற்றல் இருக்கின்றது. அப்படியானல் இரண்டு டையோடுகளும் மின் கடத்தத துவங்கி விடுமெனறு நினைக்கின்றீர்களா ? இஙகு D_1 என்ற டையோடு பிளேட்டானது எதிராக இருப்பதை நினைவு கொண்டால், இவ்வாறு இரண்டு டையோடுகளும் மின் கடத்தத் துவங்குவது இயலாது என்பது நன்கு புலனாகும். அப்படியெனின் D_2 என்ற டையோடு பிளேட் என்ன செய்கின்றது ? இதன்மேல் எதிர்வெட்டு மின்சுமை இருப்பதில்லை. எனவே, வலது கைப்பக்கமிருக்கும் டிரையோடை, வந்த எதிர் மின்துடிப்பானது, சென்றடைகின்றது. இதனல் என்ன நேர்ந்திருக்கின்றதென்று தெளிவாக்கிக் கொண்டால் நமக்கு வியப்பு மேலிடுகின்றது டிரையோடில் எந்த குழாய் மின்கடததிக் கொணடிருக்கின்றதோ, அந்த குழாய்க்கு மட்டும் மின்துடிபபானது கொடுக்கப்படுகினறது !

வளைய எண்ணி (Ring counter)

எண்ணிகளின் வேகத்தை மேன்மேலும் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்வதற்கு, அதிர்வெண் - பகுப்பான்களால் (Frequency - dividers) தான் முடியும். இவ்வகையான பகுப்பான்களில் வளைய எண்ணியும் (Ring counter) ஒனருகும் இதற்கான மின்சுற்றை விளக்குவதற்கு முன்பாக, இது எந்த

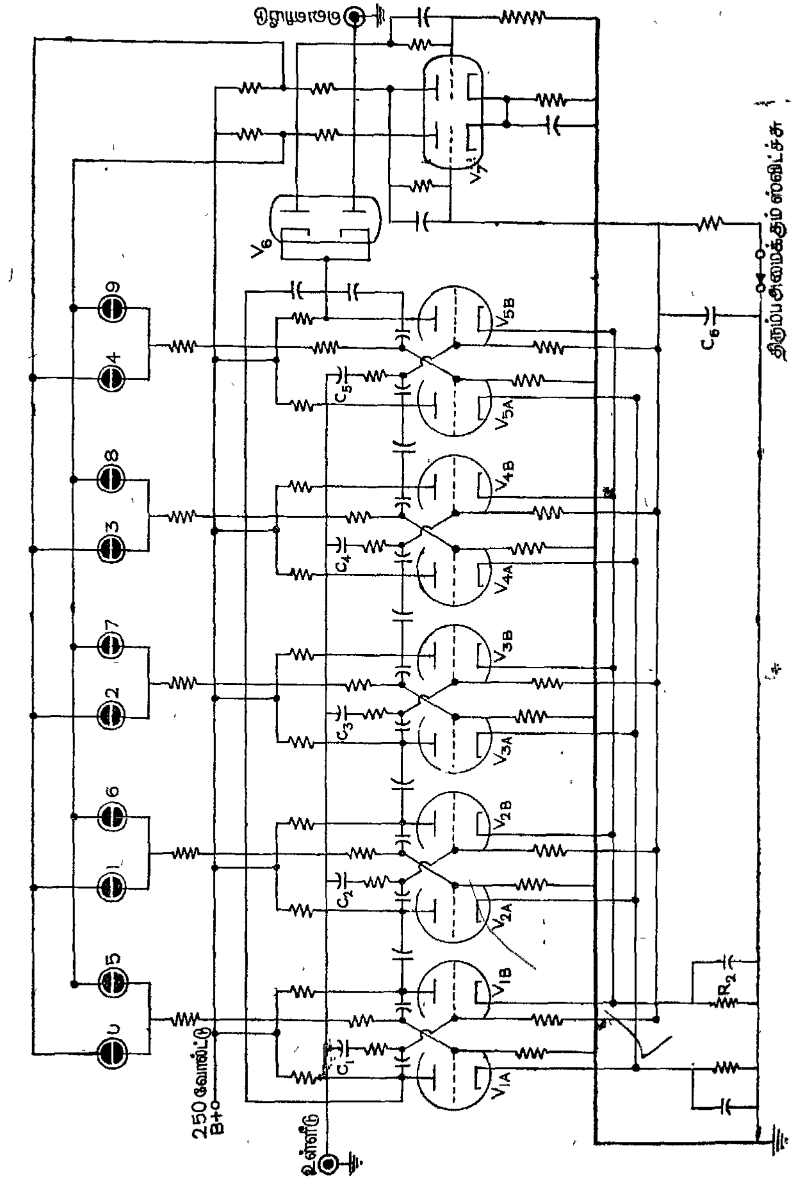
அடிப்படையில் செயலாற்றுகின்றதென்பதை விளக்க ஒரு கட்ட வரைப்படத்தை (Block diagram) எடுத்துக் கொள்வோம்.



படம் 11·8

முதலில் இதில் 5 மின்சுறறுக்கள் உள்ளன என்பது தெரிகின்றது. ஒரு மின்சுற்றில் ஒனறு, தனித்தனியாக இருக்கும் இரண்டு டிரையோடுகள் இருகக வேணடும் அல்லது ஒரே ஒரு இரட்டை-டிரையோடு (Duo-triode) இருக்க வேண்டும். அப்படியெனில் 5 மின் சுற்றுகளிலும் மொத்தம் தனித்தனியாகயுள்ள டிரையோடுகள் 10-ஆவது, அல்லது மொத்தம் 5 இரட்டை-டிரையோடுகளாவது இருக்கும். மேலும் படத்திலிருந்து, முதல் கட்டத்திலுள்ள இரண்டு டிரையோடுகளில் வலது டிரையோடு மின் கடத்துகினறதென்றும், இடது மின் கடததுவது இல்லையென்பதும் தெளிவாகிறது. இதே நேரத்தில் மற்ற நான்கு கட்டங்களில் உள்ள டிரையோடு ஜோடிகளில் வலப்பக்கமுள்ளவை மின்கடத்தாமலும், இடமானவை மின் கடத்தியும் செயல்படுகின்றன.

முதன் முதலில் 1-ஆம் நம்பர் (No. 1) மின் துடிப்பானது வந்து சேரும்போது என்ன நிகழ்கின்றது ? இது முதல் கட்டத்தி



படம் 11·9

லிருந்து இரண்டாவது கட்டத்திற்கு அனுப்பப்படுகின்றது. மின்துடிப்புகள் வந்துகொண்டே இருக்கும்போது, 01 என்ற நிலையானது கட்டத்திற்குக் கட்டம் மாறிக்கொண்டே போகின்றது. ஐந்தாவது மின்துடிப்பின் முடிவில், நாம் மறுபடியும் துவங்கிய இடத்திற்கே வந்தடைகின்றோம் எனவே 5 மின் துடிப்புகள் வந்தபின்புதான், வெளியீட்டில் (Output) செயல் நிகழ்கின்றது. எனவே இந்த அமைப்பானது ஓர் அதிர்வெண் பகுப்பானகும். இதனது விகிதம் 5க்கு 1 என்று இருக்கின்றது.

இந்த அமைப்பை ஓர் இருகூட்டு ஸ்கேலாருடன் (Binary scalar) இணைப்போமானல், விகிதமானது 10க்கு 1 என்று ஆகின்றது. அல்லது 5க்கு 1 என்ற இந்த அமைப்பை, இன்னுமொரு 5க்கு 1 என்ற அமைப்புடன் அருவித் தொடர்பாக இணைத்தோமானல் நமக்கு 25க்கு 1 என்ற விகிதம் கிட்டும். பொதுவாக 10க்கு 1 என்ற விகித அமைப்பானது வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஏனெனில் இம்முறை தசாம்ச (Decimal) முறையைப் பின்பற்றுகின்றது.

வளையச் சுற்று (The ring circuit)

வளைய எண்ணியின் அடிப்படைக் கருத்துக்களைத் தெரிந்து கொண்ட நாம், அடுத்து அதனது மின்சுற்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.

படத்தைப் பார்த்தவுடனே ஒவ்வொரு குழாயையும், ஒவ்வொரு மின்சுற்றையும் போலவே அடுத்தடுத்தவையாக உள்ளன என்பது தெளிவாக விளங்கும். இந்த மின்சுற்று முழுவதையும் அப்படியேத் தெரிந்துகொள்ளவேண்டுவதில்லை. முதல் குழாயில் என்ன நடைபெறுகின்றதெனக் கண்டால், இவ்வாறேதான் இரண்டாவது, மூன்ருவது .. .. மற்றெல்லா குழாய்களிலும் நடைபெறுமென அறுதியிடலாம். இன்னும் பொதுவாக இங்கு இரட்டை-டிரையோடுகள்தாம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன என்பதும் தெரிகின்றது. மேலும் இணைக்கும் இரட்டை - டையோடு V_6 என்பதைக் கண்டோமானல், இவ்வகையான அமைப்பை நாம் ஏற்கனவே விளக்கியுள்ளோம் என்பதும் தெளிவு. வெளியீட்டுக் குழாயை எடுத்துக் கொண்டால், இதனது மின்சுற்றானது, ஓர் இருகூட்டு பலலதிரி (Binary multivibrator) என்று தெரியும். எனவே நாம் எடுத்துக் கொண்ட மின்சுற்றில், 5க்கு 1 என்ற விகிதமுள்ள வளைய மின்சுற்ருனது ஓர் இருகூட்டு ஸ்கேலாருடன் (Binary scalar) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்சுற்றை இன்னும் சற்று ஊன்றி

கவனிப்போம். ஓர் உள்ளீடும் (Input) இல்லாதபோது V_1 என்ற குழாய் மட்டும் 01 என்ற அமைப்பிலும், மற்ற குழாய்கள் யாவும் 10 என்ற அமைப்பிலும் உள்ளன. இப்போது ஓர் எதிர்மின் துடிப்பானது வருகின்றதெனக் கொள்வோம். இந்த மின் துடிப்பானது V_1 முதல் V_5 வரை இருக்கும் குழாய்களின் வலது கிரிட்டிற்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. ஆனால் இவற்றில் முதலாவதான V_1 குழாய் மட்டும் 01 என்று இருப்பதால் அது மட்டும்தான் செயல்படும்.

இப்போது V_1–ல் என்ன நிகழ்கின்றதெனக் காண்போம். V_1 என்பது ஒரு பல்லதிரி மின்சுற்றாகும். எதிர்மின் துடிப்பு வந்தடைவதற்கு முன்பு இது 01 என்ற அமைப்பிலிருந்தது. ஆனால் எதிர்மின் துடிப்பு வந்தவுடன் என்ன ஆகின்றது ? V_1ன் வலது பாகமானது இப்போது மின் கடத்துவதை நிறுத்தி விடுகின்றது. இப்படி வலதுபக்கமானது மின் கடத்தாததாக ஆகும்போது இடதுபக்கம் உடனே மின்கடத்துவதாக ஆகி விடுகின்றது. அதாவது V_1 ஆனது 01 என்ற நிலையிலிருந்து 10 என்ற நிலைக்குமாறி விடுகின்றது.

அடுத்து V_2-வை எடுத்துக்கொள்வோம். இதனது உள்ளீட்டு கிரிட்டானது V_1B-யின் பிளேட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே அது V_1 B ஆனது வெட்டுநிலைக்கு (Cut off) வந்தவுடன் அதனது பிளேட் மின்சுமையானது படிப்படியாக நேர்முகமாகத்தலைப்படுகின்றது இதனால் ஒரு நேர்மின் துடிப்பானது V_2-ன் வலது பக்க டிரையோடான V_2 B ன் பக்கமாகச் செலுத்தப்படும். ஆனால் இதற்குமுன் V_2 ஆனது எந்நிலையில் இருந்தது. அது 10 என்ற நிலையில் இருந்ததல்லவா ? இப்போது எப்படி ஆகிவிட்டது? இதனது வலது பக்கம் நேராக (Positive) இருக்கும்போது, இடதுபக்கமானது வெட்டுநிலைக்கு (Cut off) மாற்றப்பட்டு விடுகின்றது. இதனால் V_2-ஆனது 10 என்ற நிலையிலிருந்து 01 என்ற நிலைக்கு மாற்றப்பட்டுவிட்டது.

இவ்வாறு ஒரு மின்துடிப்புக்கு நிகழ்வதுபோன்றேதான், இரண்டு அல்லது மூன்று, இப்படியே மற்ற மின் துடிப்புகளுக்கும் நடந்துகொண்டே போகும். இவ்வகையான ஒவ்வொரு மின்னெழுந்து விழுகின்ற (Flip - Flop) மின்சுற்றும், ஒரு ஜோடி நியான் (Neon) விளக்குகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அந்த விளக்குகளுக்கெல்லாம் 0 விலிருந்து 9 வரை எண்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

முதன் முதலில் V_1 ஆனது 01 என்ற நிலையில் இருக்கும் போது, 0 என்ற நியான் விளக்கு எரிகின்றது. இது ஒரு மின் துடிப்பும் இதுவரை வந்தடையவில்லை என்பதைக் குறிக் கின்றது. முதல் துடிப்பானது பெறப்பட்டு, V_2 ஆனது 01 என்ற நிலைக்கு மாறும்போது 1 இலக்கமிட்ட நியான் விளக்கு எரி கின்றது. இது, ஒரு மின்துடிப்பு வந்தடைந்துவிட்டதைக் குறிக்கின்றது. அடுத்தடுத்து மின் துடிப்புகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வந்துகொண்டிருக்கும்போது, 2, 3, 4 .. .. .. என்ற வரிசையில் 9-வது இலக்கமிட்ட நியான் விளக்குவரை வரிசை யாக ஒன்றன்பின் ஒன்றாக எரிகின்றன. இதற்கு உடனே அடுத்த மின்துடிப்பானது 9-வது இலக்கமிட்ட நியான் விளக்கை நிறுத்திவிட்டு, 0 இலக்கமிட்ட விளக்கை ஏற்றிவிடு கின்றது. எனவே வளையமானது முற்றுப் பெறப்படுகின்றது. உடனே நமக்கு 10 மின்துடிப்புகள் வந்து சேர்ந்துவிட்டன என்று தெரிந்துவிடுகின்றது. இவ்வகையாக நியான் விளக்குகள் வந்தடையும் மின்துடிப்புகளின் எண்ணிக்கை யைக் கொடுக்கின்றன.

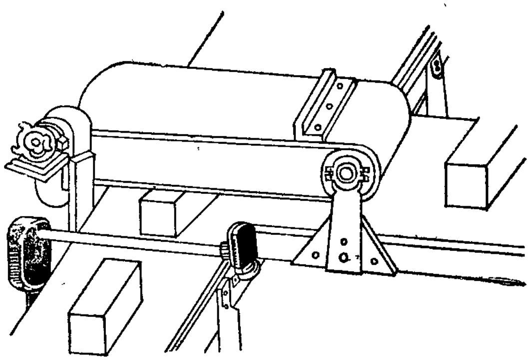
வேறுவகை வளையச்சுற்றுகள்

மேலே விளக்கிய மின்சுற்றில் 5 பல்லதிரிகள் தாம் பயன் படுத்தப்பட்டன. இதனால் இவ்வகையான மின்சுற்றில் 2, 3 அல்லது 4 பல்லதிரிகளை நாம் பயன்படுத்தக் கூடாதென்றில்லை, பயன்படுத்தலாம். ஆனால் ஒரு கூட்டு ஸ்கேலருடன், இணைக் கப்பட்ட 5 பல்லதிரிகளைப் பயன்படுத்துவதில் ஓர் ஆதாயம் இருக்கின்றது. இவ்வகையான எண்ணியின் விகிதம் 10க்கு 1 என்று இருப்பதால் நாம் கணக்கு வைத்துக்கொள்வது எளிது. அதாவது எண்ணியில் 500 என்று காண்பிக்கப்பட்டால், உடனே நாம் ஒரு பூஜ்யத்தைச் சேர்த்துக்கொண்டு, உண்மை யான எண்ணிக்கை 5000 ஆகும் என்று எளிதில் கணக்கிட லாம். இதைவிட்டு மின்சுற்றியில் 2, 3 அல்லது 4 பல்லதிரிகள் இணைக்கப்பட்டிருந்தால், எண்ணியில் காட்டப்பட்டிருக்கும் எண்ணிக்கையை 4, 7 அல்லது 9 போன்ற ஏதோ ஓர் எண்ணால்தான் பெருக்கவேண்டியிருக்கும். அப்படி பெருக்கிப் போடுவதும் சற்றுகடினம். மேலும் தவறு நேர்வதும் எளிது. எனவேதான் 5 பல்லதிரிகளைப் பயன்படுத்தி, 10 ஆல் பெருக்கிப் போடும் முறையானது வெகுவாகக் கையாளப் படுகின்றது.

வேறு பயன்கள்

இதுகாறும் நாம் கண்ட எல்லா மின்சுற்றுகளும் ஒரு வகையில் சுவிட்ச்சுகளேயாகும். இவற்றைக் கொண்டு

வேண்டியபோது செயலாற்றவோ அல்லது பொருட்களை எண்ணவோ இயலுகின்றது. எனினும் இவற்றில் அஞ்சற்கருவி என்பது ஒரு வரப்பிரசாதமாகும்! உண்மையில் நமக்குமட்டும் சற்றே கற்பனையும், திறமையும் இருந்தால் இந்த அஞ்சற்கருவி யைப் பயன்படுத்தி எண்ணற்ற வேலைகளைச் செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு தொழிற்சாலையில் கொண்டுவரும் பட்டையின் மேல் வந்து கொண்டிருக்கும் பெரிய பெட்டிகளை சிறிய பெட்டிகளிலிருந்து பிரிக்கவேண்டும் என்று நாம் விரும்பு கின்றோம் எனக்கொள்வோம். இதைச் செய்துமுடிக்க ஓர் ஒளி மின்கலம் இருந்தால் போதும்.

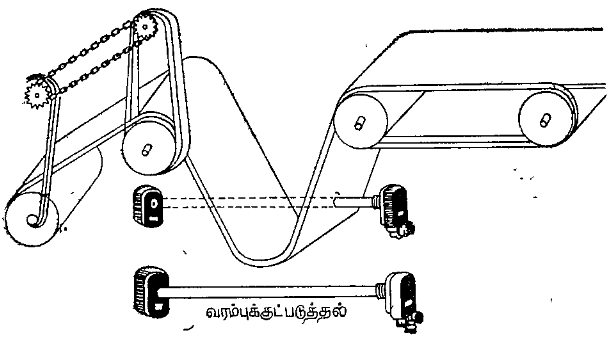


படம் 11·10

படத்தில் காட்டியபடி கொண்டுவரும் பட்டையின்மேல், இன்னுமொரு சிறியபட்டை இருப்பதைக் காணுங்கள். இச்சிறிய பட்டையின்மேல் 90°யில் வளைக்கப்பட்ட (Right angle) ஓர் உலோகக் கட்டை இருக்கின்றது.

சிறிய பெட்டிகள், கொண்டுவரும் பட்டையின்மேல் நகர்ந்து கொண்டே செல்கின்றன. இவை ஒளிக்கற்றையின் அடியில் சென்றுவிடுவதால், ஒன்றும் நிகழாமல், இவை தொடர்ந்து சென்றுகொண்டேயிருக்கின்றன. ஆனல் இடையில் திடீரென்று ஒரு பெரிய பெட்டி வருகின்றதெனக் கொள்வோம். இதுவரும்போது ஒளிக்கற்றையானது தடுக்கப் படுகின்றது. உடனே ஒளிமின்கல அஞ்சற்கருவியானது செயல்பட்டு, இடதுபக்கம் மேலே காட்டியுள்ள மோட்டாரை ஓட்டுகின்றது. இதனல் சிறியபட்டை சுற்றப்பட்டு, அதன் மேலுள்ள கோண உலோகமானது பெரிய பெட்டியை பக்க வாட்டில் தள்ளி விடுகின்றது. இவ்வகையான பெரிய பெட்டியை சிறிய பெட்டிகளிலிருந்து தனியாகப் பிரித்து விடலாம்.

இன்னுமொரு பயனை எடுத்துக்கொள்வோம். காகிதத் தொழிற்சாலையில் நீண்ட காகிததததை நீள் உருளையின்மேல், வேண்டிய இழுவிசையுடன் (Tension) சுற்றிவைக்க வேண்டியுள்ளது என்போம். இப்படி உருளையின்மேல் சுற்றுவதற்கு முன்பாக இக்காகிதம் ஒரு மடிப்பு வளையமாக (Loop) இருக்க வேண்டியது அவசியமாகிறது. அப்போதுதான் சுற்றுவதற்கு முன்பு வேண்டிய இழுவிசைக்கிடைக்கும். ஆனல் இந்த மடிப்பானது குறிப்பிட்ட அளவிற்குள்தான் இருக்க வேண்டும். மடிப்புப் பெரியதாகி விட்டால், நிலத்தின்மேல் இழுத்துக் கொண்டுவரும், மேலும் வேண்டிய இழுவிசைக் கிடைக்காது. இதைத் தவிர்க்க நாம் படத்தில் காட்டிய முறையைக் கையாளலாம்.



படம் 11·11

ஒளியால் செயல்படும் ஒரு ஜோடி அஞ்சற்கருவிகளை இதற்குப் பயன்படுத்தலாம. கீழேயிருககும் ஒளிமின் அஞ்சற் கருவி (Photo relay) தனது ஒளிக்கறறையை ஒழுங்காகப் பெற்றுக்கொண்டிருக்கும் வரை, காகிதத்தை இழுத்துககொண் டிருக்கும் மோட்டாரானது அதனது சீரான வேகத்துடன் சுற்றிக்கொண்டிருக்கும். ஆனல் மடிப்பானது பெரியதாகி விட்டால், கீழேயிருககும் ஒளிமின அஞ்சற்கருவிக்குச் செல்லும் ஒளியானது தடுக்கப்படுகின்றது. உடனே மோட்டாரானது தனது வேகத்தைக் கூடுதலாக்கிக்கொண்டு, தொங்கிக்கொண்டிருக்கும் அதிக நீளமான காகிதத்தை விரைவில் வேண்டிய அளவு மேலே இழுத்துக்கொள்கிறது. இது நடந்தவுடன் மறுபடியும் மோட்டார் தனது சீரான வேகத்துடன் சுற்றத் துவங்குகிறது.

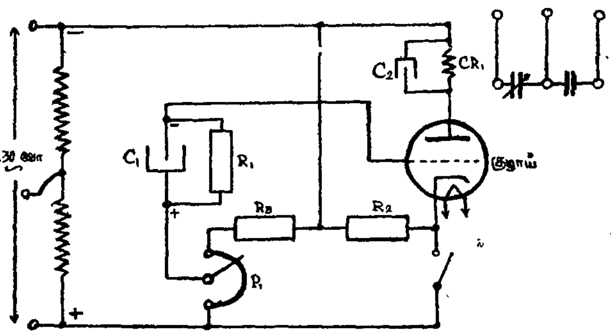
மாருக, மடிப்பு சிறியதாகப் போகும்போது, காகித மானது மேலே உயர்த்தப்படுகின்றது. அவ்வமயம் மேல இருக்கும் ஒளிமின் அஞ்சற்கருவியில் ஒளிக்கற்றையானது பாய்கின்றது. இது உடனே மோட்டாரானது அதிக வேகத்தில சுற்றுகின்றது என்று உணர்த்துவதோடல்லாமல், அதனது வேகத்தை வேண்டியளவு மட்டும் குறைத்து, பழையபடி மடிப் பானது வேண்டியளவு இருக்குமாறு செய்கின்றது. இவ்வகை யாக ஒரு ஜோடி ஒளி மின்கல அஞ்சற்கருவிகள் வரம்புக்குட் படுத்தும் (Limiting) வகையில பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வரம்பிற்குட்படுததும் செய்கைகளில் இன்னும் சில உதார ணங்களைக்கூறலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் எந்திரத்தின் பகுதி யானது, ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து மற்ருெரு குறிப்பிட்ட இடததிற்குள நகரவேண்டி இருக்கின்றதெனக் கொள்வோம். இந்த இரண்டு இடங்களுக்கும் நேரே இரணடு அஞசற்கருவி களைப் பொருத்தி வைததுவிட்டால், எந்திரத்தின் குறிப்பிட்ட பாகமானது இவ்விரண்டு எல்லைகளுக்கும் இடையே மட்டும் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும். மேலும் தானியங்கும் (Automatic) தூக்கும் பொறியானது (Elevator) ஒரு வரம்பு சுவிட்ச்சைத தான் பயன்படுத்துகின்றது இதில் ஓர் உலோகத்தண்டானது ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவுதான நகருகின்றது. ஒரு குறிப் பிட்ட இடத்தை அடைந்ததும் இத்தண்டானது மின்சுறறை, மூடியோ அலலது திறந்தோ விடுகின்றது இதனுல் தூக்கும் பொறி நகர வேண்டிய தொலைவானது தானுகவே கட்டுப்படுத் தப்படுகின்றது. இவ்வகையான அமைப்பினுல்தான், தூக்கும் பொறியிலுள்ள குறிப்பிட்டப் பிததான்களை அழுததியதும் குறிப்பிட்ட ஒன்று, இரண்டு அல்லது எந்த மாடிவரைச் செல்ல வேண்டுமோ, அந்த மாடிவரைச் சென்று தூக்கும் பொறி யானது நின்றுவிடுகின்றது. இவ்வாறு இன்னும் அநேக எடுத்துக்காட்டுகளைக் கூறிக்கொண்டே போகலாம்.

காலத் திட்டமிடும் செய்கை : (Timing action)

வரம்பிற்குட்படுத்தும் செய்கைகளில், அஞ்சற்கருவிகளின் செயல்கள்யாவும், பொறிகள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன என் பதைப் பொறுத்துள்ளன எனக் கண்டோம். ஆனுல் சில இடங் களில் அஞ்சற்கருவிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரததில் மட்டும் செயல் பட்டோ அல்லது செயல்படாமலோ இருக்கவேண்டு மென்ற நிலை தேவைப்படலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் அஞ்சற் கருவி $\frac{1}{2}$ விளுடிக்குச் செயல்படாமலும், அடுத்து 2 விளுடிகளுக் குத்தொடர்ந்து செயல்பட்டுமாக, இப்படி மாறி,மாறி தொடர்ந்து

பணியாற்றவேண்டியுள்ளது எனக்கொள்வோம். இவ்வகையான ஏற்பாடு எதற்கு? உற்பத்திக் கட்டத்தில் எந்திரத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியான இரண்டு வினாடிகளுக்கு மட்டும் ஆக்கவேலையில் ஈடுபட்டுவிட்டுப் பின்பு $\frac{1}{2}$ வினாடிக்கு செயல்படாமலிருக்க வேண்டிய நிலைத் தேவைபடலாம். இதைச் செய்துமுடிக்க நாம் காலத்திட்டமிடும் பொறியைப் (Timer) பயன்படுத்தலாம்.



படம்: 11·12 - எலெக்ட்ரானிய காலத்திட்டமிடும் பொறி

படம் 11·12

இவ்வகையானக் காலத்திட்டமிடும் பொறியில் ஒரு டிரையோடும், அஞ்சற்கருவியும் உள்ளது. படத்தில் அஞ்சற் கருவியானது CR_1 எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இது டிரையோடின் பிளேட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அஞ்சற்கருவியுடன் பக்க இணைப்பாக C_2 என்ற மின்தேக்கி உள்ளது சுவிட்ச்சானது திறக்கப்பட்டுள்ளபோது, கிரிட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள C_1 என்ற மின்தேக்கி மின்னூட்டப் படுகின்றது. முதலில் இதைக் கேள்விப்பட்டதும் சற்று குழப்பமாக இருக்கிறதல்லவா? எனினும் மின்சுற்றை ஊன்றிக் கவனித்தால் இக்குழப்பம் நீங்கும். பிளேட்டானது, அஞ்சற் கருவியின் வழியாக எப்போதும A - C யுடன (மாறுதிசை மின்னோட்டம்) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் எதிர்மின்வாயானது R_2, R_3 ஆகிய மின்தடைகளுடனும், மின்னழுத்தமானி (Potentiometer) P_1 டனும் A–C யின் அடுத்தப் பக்கததினுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. C_1 என்ற மின்தேக்கியானது மின்னூட்டம் பெற தன்னால் முடிந்தவரை முயல்கின்றது. ஆனால் இது R_1 என்ற மின்தடையுடன் பக்க இணைப்பாக உள்ளதால், இம்முயற்சி பெரிதும் தடங்கலுக்குள்ளாகிறது. இந்த C_1

என்ற மின்தேக்கியின் மேல்பாகமானது கட்டுப்பாட்டு கிரிட்டி னுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மேல் பாகமானது எப் போதும் எதிராகவே இருக்குமாறுதான் மின்தேக்கியானது மின் னூட்டப்படுகின்றது. C_1 ம் R_1 ம் சேர்ந்த இந்தத் தொகுப்பானது டிரையோடு வால்வுக்கான வெட்டுமின்சுமையைக் கொடுக் கின்றது ஆனல் எதிர்மின்வாய்க்குத திருடபும் வழியில்தான் R_3, R_2 ஆகியவை உள்ளன. இந்த மின் தடங்கலே வேண்டி யளவு இருப்பதால், வால்வானது வெட்டு மின்சுமை நிலைமை யிலே வைக்கப்பட்டுள்ளது.

சுவிட்ச்சானது மூடப்பெறும்போது, மின் அழுத்தமானி யானது R_3, R_2 ஆகியவற்றுடன் பக்க இணைப்பாக கொண்டு வரப் பெறுகிறது. இதனல் நம்மால் மின்தடையை சற்றே வேண்டியவாறு கட்டுப்படுத்த இயலும். எனவே P_1 என்பதை வேண்டியவாறு மாற்றுவதின் மூலம், வால்வின் வெட்டு மின் சுமையை மாற்றலாம் இவ்வாறு வெட்டு மின்சுமை மாறும் போது, குறிப்பிட்ட நிலையில் வால்வானது மின்கடத்தத் தலைப் படுகின்றது. எனவே P_1 என்பதை எவ்வாறு அமைக் கின்ருேமோ அதைப் பொறுத்துத்தான் CR_1 என்ற அஞ்சற் கருவி செயல்படவோ அல்லது செயல்படாமலிருக்கவோ செய் கின்றது.

இவ்வாருன காலத்திட்டமிடும் பொறியைக் கொண்டு நாம் பலவகையான பயன்களைப் பெறலாம், எடுத்துக்காட்டாக வார்ப்பு எந்திரங்களிலும் (Moldirg machines), கொண்டு வரும் பட்டையைக் (Convevor) கட்டுப்படுத்துவதிலும், புகைப் படங் களை அச்சிடுவதிலும் (Photographic printirg), எரிவாய்களிலும் (Furnaces), சைகை பளிச்சீட்டிலும் (Signal flashers), கலக்கும் எந்திரங்களிலும் (Mixing machines) இவ்வகையான காலத் திட்டமிடும் பொறிகள் (Timers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

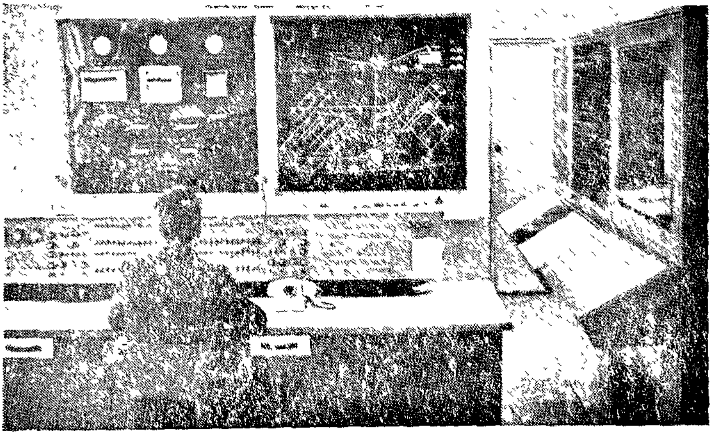
12. கட்டுப்பாடும் தானியங்குதலும்

(Control and Automation)

தற்காலத்தில் தானியங்குதல் (Automation) என்ற சொல் லிற்குப் பல விளக்கங்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக ஒரு தொழிற்சாலையில் சில வேலைகளை மட்டும் பொறி கள் தாமாகவே செய்து முடிப்பதைக் கூடச் சிலர் 'தானியங் குதல' என்பர், இன்னும் சிலர் தொழிற்சாலையில நடைபெறும் எல்லா வேலைகளையும், மனிதனின் நேரிடைக்குறுக்கீடு என்பதே அடியோடு இல்லாமல், ஆரம்ப முதல கடைசிவரை, பொறிகளே செய்து முடிப்பதைத்தான 'தானியங்குதல்' எனறும கூறுவர். ஒரு தொழிற்சாலையில் நிர்வாகம், கட்டுப்பாடு (Control) ஆகிய இரண்டையும் ஒருசேரக் கவனித்து, திட்டமிடுவது முதற் கொண்டு, பொருள் உற்பத்தியைச செய்து முடிப்பது முடிய நடைபெற வேண்டிய அததுணைக் காரியங்களையும் பொறிகளே செய்து முடிக்கும் முறையைத்தான நாம் 'தானியங்குதல்' எனக் கூறவேண்டும். இவ்வாறு முழுமையும் 'தானியங்கும்' தொழிற் சாலையில், கச்சாப பொருட்களைப் பற்றியும். மார்க்கெட் நில வரங்களைப் பற்றியும், உறபத்திப் பொருட்களின தேவைகளைப் (Demand) பற்றியும், மக்களின விருபபங்களையும் அவர்களைக் கவரக் கூடிய வகைகளைப் பற்றியும் அறியக்கூடிய அத்துணை விபரங்களையும் தெரிந்து, தனனகததே சேமித்து வைத்துக கொண்டு, கணக்கிடும் பொறிகள் அதறகேறப செயல்பட்டு, தொழில் அதிபர்களுக்குத தேவையான அவ்வளவு காரியங்களை யும் தாமாகவே செய்து முடித்து, தொழிலை வெற்றிகரமாகவும், இலாபகரமாகவும் நடததுகின்றன.

இவ்வாறன தானியங்கும் தொழிற்சாலையின் வெற்றிக்கு, கணக்கிடும் பொறிகள் என்னும் கம்பியூட்டர்கள் (Computers) தாம் வழியமைத்தன. இந்த கணக்கிடும் பொறியைச் சிலர் 'எலெக்ட்ரானியல் மூளை' (Electronic brain) என்றும் அழைப்பர்.

தற்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இந்த எலெக்ட்ரானியல் கணக்கிடும் பொறியானது மூன்று வகைகளில் மற்ற எந்திரங்களிலிருந்து மாறுபடுகின்றது. முதலாவதாக இது ஏராளமான விபரங்களை தனைகத்தே உள்ளடக்கி வைத்துக்



படம் 12அ₁

படம் 12அ₂

கொள்கின்றது பின்பு மனித முயற்சியின் இடையீடே இல்லாமல, நடக்க வேண்டிய காரியங்களை அதனதனபடி வரிசைக் கிரமமாக நடத்துகின்றது. மூன்ருவதாக அது வேலைகளைச செய்து கொண்டேவரும்போது, ஏதாவது இடையூறுகள தோன்றினல், உடனே வேறு நல்லவழியைத தாமாகவேப் பின் பற்றி, வேலையை வெற்றிகரமாக முடிக்கவும் வலலது.

தற்காலத்தில், போகப்போக அனுபவத்தின் வாயிலாக எது நல்லது எது கெட்டது என்பதை, தாமாகவே கற்றுக்கொள்ளக் கூடிய (Learn) கணககிடும் பொறி கூட கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. கணக்கிடும் பொறிகளில் எண் கணக்கிடும் பொறி (Digital Computer) என்றும், ஒப்பீடு - கணக்கிடும் பொறி (Analogue Computer) என்றும் இரண்டு வகைகள் இருக்கின்றன. இவற்றில் எண் கணக்கிடும் பொறியானது, வருங்காலத்தில் வாணிபத் துறையிலும், தொழில் துறையிலும் வெகுவாகப் பயன் படுத்தப்படும் என்பதை நாம் கட்டாயம் எதிர்பார்க்கலாம். கணக்கிடும் பொறியானது தொழில் துறையில் பயன்படுத்தப் படுவதால் திறமை (Efficiency) அதிகரிக்கப் படுகின்றது சாதாரணமாக கை தேர்ந்த விஞ்ஞானிகள் பலநாட்களாகத் தொடர்ந்து பணி செய்து முடிக்கக் கூடிய அரிய கணக்குகளைக் கூட இப்பொறிகள் சில மணிகளிலோ அல்லது நிமிடங்களிலோ

படம் 12b

விரைவாகச் செய்து முடிக்கவல்லன. இவ்வாறு கணக்குகளைத் துல்லியமாகவும், விரைவாகவும் செய்ய வல்லனவாகவும் இவை

இருப்பதால், இவற்றை இன்று விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளில் வெகுவாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். எடுததுக்காட்டாக, அணுக்கரு விஞ்ஞானம், வானவெளிப்பயணம் ஆகியத்துறைகளில இன்று நாம் காணும் முன்னேறறங்கள், இக்கணககிடும் பொறிகள் இல்லாதிருப்பின், தோன்றியிருக்குமா என்பது சந்தேகம்தான். அணுகுண்டைத் தாங்கிய ஏவுகணைகள் சரியாக செயலபட இந்த கணக்கிடும் பொறிகள்தாம உதவிசெய்கின்றன. மணிக்குப் பலலாயிரக்கணக்கான மைல்கள வேகத்தில் பறந்து செல்லக்கூடிய, முனனேறறமடைந்த ஜெட் விமானங்களைச் செவ்வனே செலுத்த இபபொறிகள இல்லாமல முடியாது. (போட்டோ 12·b) இவ்வாறுகக் கணக்கிடும் பொறியானது இன்று பலதுறைகளிலும் பயனபடுததபபட்டு வருவது கணகூடாக உள்ளது வருங்காலத்தில் எல்லாவற்றையும எந்திரங்களே செய்து முடிக்கக்கூடிய நிலைமைவந்து, ஆடகளே இல்லாமல செயல்படும் தொழிறசாலைகள தாம் நிலவுமென நாம் கட்டாயம் எதிர்பார்ககலாம். எடுததுக்காடடாக, இனறு அமெரிக்கர்களும், ருஷ்யாகளும் நிலவிறகுசசென்று ஆராய்சசிகள் செய்வது நாம் எல்லோரும் அறிந்ததே-இருபபினும் இப்பணியைச் செய்து முடிக்க இரண்டு நாட்டினரும் கையாளும் முறைகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டவையாகும். அமெரிக்கர்கள் விண்கலங்களில் ஆடகளை வைததுச்செலுததி, நிலவை அடையுமாறு செய்து அங்கு அவர்களை ஆராய்ச்சிகளைச் செய்யுமாறு பணிதது வெற்றி கணடனர். ஆனல் ருஷயர்கள ஆட்களே இல்லாத விண்கலங்களை நிலவுககுச செலுததி, தகுந்த ஆராய்ச்சிக கருவிகளையும், நகரும் வணடிகளையும, பூமியிலிருநதவாறே வேணடிய வாறு கட்டளையிட்டுக கட்டுபபடுததி, அவற்றைச் செயல்படசசெய்து வெற்றி கணடமைதான் இன்று உலகோரையும், விஞ்ஞானிகளையும் ஒருசேரக் கவர்ந்து இருக்கின்றதென்ருல் அது மிகையாகாது இது ருஷ்ய நாட டினர் தங்களது கம்ப்யூட்டர் தொழிலநுட்பத துறையில எவ்வளவு தூரம் முன்னேறியிருக்கின்ருர்கள் என்பதை நமக்குத் தெளிவாக்குகின்றது !

இவ்வகையில் இன்று கிட்டத்தட்ட எல்லாத் துறைகளிலும் பயன்பட்டுவரும் இக்கணக்கிடும் பொறியானது எவ்வாறு தொழில்துறையில் செயலாற்றுகின்றதென்பதைக் காண்போம், தொழில்துறையில், ஆட்களுக்குப் பதிலாக எந்திரங்களே செயல்படுவதென்பது பல ஆண்டுகட்கு முன்பிருந்தே பழக்கத்தில் இருந்து வந்திருக்கின்றது எடுத்துக்காட்டாக, நூல் ஆலைகளில் பல பேர்கள் செய்யும் வேலையை ஒரே எந்திரமானது

செய்து முடிப்பதை நாம் கண்டிருக்கின்றோம். பெரும்பாலும் இவ்வகையான பல எந்திரங்களை மேற்பார்வையிட ஒரே ஒரு மேற்பார்வையாளர் மட்டும் ஆலையில் இருப்பதை நாம் காணலாம். நூல் உற்பத்தியின்போது ஏதாவது ஓர் எந்திரம் சரியாகச் செயல்படாவிட்டால், அவ்வெந்திரம் தாமாகவே நின்றுவிடும் உடனே மேற்பார்வையாளர் அதைச் சரிசெய்து, மீண்டும் செயல்படச் செய்துவிடுவார். இவ்வகையாக ஓரளவுக்குக் கட்டுப்பாடு செய்யும் முறையானது இன்னும் பல துறைகளில் இருந்து வந்துள்ளது. எனினும் தற்காலத்தில், தொழிற்சாலையில் ஆதி முதல் அந்தம் வரை எல்லா வேலைகளையும் எந்திரங்களே செய்துமுடிக்குமாறு கணக்கிடும் பொறிகளால் கட்டுப்படுத்துவது என்பதுதான் நோக்கமாகும். இத்துறையில் பெருமளவு வெற்றியும் கண்டுள்ளோம்.

பொதுவாக, கம்ப்யூட்டர்களின் உதவி கொண்டு முழுவதும் தாமாகவேச் செயல்படும் தொழிற்சாலை, கீழ்க் காணும் வகையில்தான் செயல்படுமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். இங்கு எந்திரங்கள், கணக்கிடும் பொறிகள் இவைகளைத் தவிர, பழுதுபார்க்கும் கைதேர்ந்த தொழிலநுட்ப வல்லுநர்கள் சிலரும், தொழிலை நடத்தும் உரிமையாளர்கள் குழு ஆகியவர் மட்டுமே இருப்பர்.

உற்பத்தியை நிர்ணயிக்கத் தேவையான அத்துணை விபரங்களும். கணக்கிடும் பொறிக்கு (கம்ப்யூட்டர்) கொடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றைக் கொண்டு நல்லமுறையில் விபரங்களைப் பாகுபடுத்தி. ஒரு முடிவுக்கு வந்து, இம்முடிவை கம்ப்யூட்டரானது, உரிமையாளர் குழுவுக்கும், உற்பத்தியைக் கட்டுப்படுத்தும் (Controller) இரண்டாவது கம்ப்யூட்டருக்கும் தெரியப்படுத்துகின்றது உரிமையாளர்க்குழுவானது இம்முடிவில் ஏதாவது மாறுதல் உண்டாக்க வேண்டுமாயின் அம்மாறுதலை. உற்பத்தியைக் கட்டுப்படுத்தும் இரண்டாவது கம்ப்யூட்டருக்குத் தெரியப்படுத்தலாம். மாறுதல் ஏதும் இல்லையெனில் இரண்டாவது கம்ப்யூட்டர் முன்பு முதல் கம்ப்யூட்டர் கொடுத்த முடிவின்படியே செயல்படத் துவங்குகின்றது.

தொழிற்சாலையில் ஆங்காங்கு இருக்கும் சிறு சிறு கட்டுப்படுத்திகள், பல்வேறு எந்திரத் தொகுப்புகளை முறையே தங்களது கட்டுப்பாட்டிற்குள் வைத்திருக்கும். பின்பு இந்தச் சிறு கட்டுப்படுத்திகளையெல்லாம் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு தலைமைக்கட்டுப்படுத்தியும் உள்ளது. இதனால் தொழிற்சாலையில்

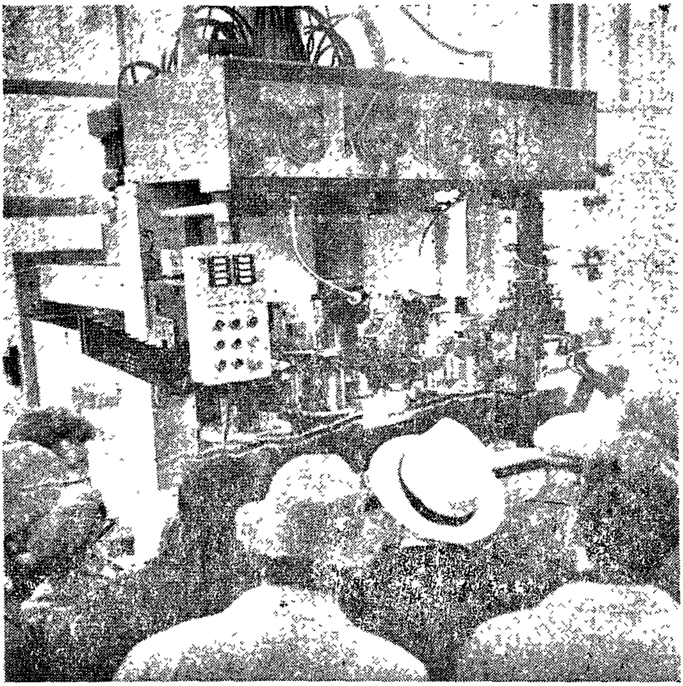
நடைபெறும் எல்லா நடவடிக்கைகளும் கச்சாப் பொருட்கள் கொடுக்கப்படுவதிலிருந்து உறபத்திப் பொருட்கள் செய்து முடிக்கப்பெறும் அததுணை செயல்களும் தலைமைக்கட்டுப் படுத்தியின் கட்டுப்பாட்டிற்குள் நடைபெறுகின்றன இதுவுமன்றி ஆங்காங்கே முக்கிய இடங்களில் கண்காணிப்பு நிலையங்கள் (Inspection stations) இருக்கும் இவைகள், உற்பத்திப் பொருட்களின் தரமானது எப்போதும் உயர்ந்த நிலையிலேயே இருக்கின்றதா என்பதை உண்ணிப்பாகக் கவனித்துக் கொண்டே இருக்கின்றன. அப்படி ஏதாவது தரம் குறைந்து விட்டால், உடனே கண்காணிப்பு நிலையமானது இத் தகவலை தலைமைக் கட்டுப்படுத்திக்குத் தெரிவித்துவிடுகின்றது. உடனுக்குடன தலைமைக்கட்டுப்படுதகி, வேண்டிய மாற்றங்களை நிர்ணயிதது, அத்தகவல்களை வேண்டிய எந்திரங்களுக்கு அனுப்பி, அவற்றின் செயல்களில் வேண்டிய மாறுதல்களைத் தோற்றுவித்து, திரும்பவும் தரமானது பழையபடி உயர்நிலையை அடையுமாறு செய்கின்றது.

ஆங்காங்குள்ள சிறுகட்டுப்படுத்திகள் அவ்வப்போது உற்பத்தியைப்பற்றிய புள்ளிவிபரங்களை தலைமைக்கட்டுப் படுத்திக்கு அனுப்பிவிடும். பின்பு அங்கிருந்து இவ்விபரங்கள் தகவல் சேகரிக்கும் கம்ப்யூட்டருக்குச் செலுத்தப்படுகின்றன. இத்தகவல்களின் உதவிகொண்டு கச்சாப்பொருட்களின் நிலையென்ன, உற்பத்திப்பொருட்களின் எண்ணிக்கை என்ன, என்பன போன்ற விபரங்கள் உடனே தயாரிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. எனவே அன்றுடம் மணிக்கு மணி, தொழிற்சாலையின் வியாபார நிலை எப்படி இருக்கின்றது என்பது, உரிமையாளர் குழு இருக்கும் அறையின் திரையில் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டு விடுகின்றது, இதுவனறி தொழிற்சாலையைப்பற்றிய வேறு எந்த நுட்பமானத் தகவலைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமென்றாலும். அறையிலிருந்தவாறே ஒரு பொத்தானை அழுத்தினல் போதும், வேண்டிய யாவும் திரையில் பளிச்சென காட்டப்பட்டுவிடும். இந்த அடிப்படையில்தான் இனிவரப் போகும் தானியங்கும் தொழிற்சாலைகள் அமைக்கப்பட்டு செயல்பட்டுவரும்.

பொதுவாக நாட்டின் பொருளாதார வளர்ச்சிக்கு உற்பத்தித் திறன் நல்லமுறையில் பெருகவேண்டும், உற்பத்தித் திறனைப் பெருக்குவதற்குப் பலவழிகள் உண்டு. இவறறில முக்கியமானது உற்பத்திச் செலவைக் குறைப்பது ஒன்ருகும். உற்பத்திச் செலவைக் குறைக்க, அனுவசியமான சேதத்தைக் குறைக்கலாம். மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்து

முடிக்கச் சாதாரணமாக எடுத்துக்கொள்ளப்படும் நேரத்தை குறைப்பதாலும் உற்பத்திச் செலவைக் குறைக்கமுடியும். இத்துறையில் எண்கட்டுப்பாட்டு எந்திரங்கள் (Numerically controlled machines) பெருமளவில் உதவுகின்றன.

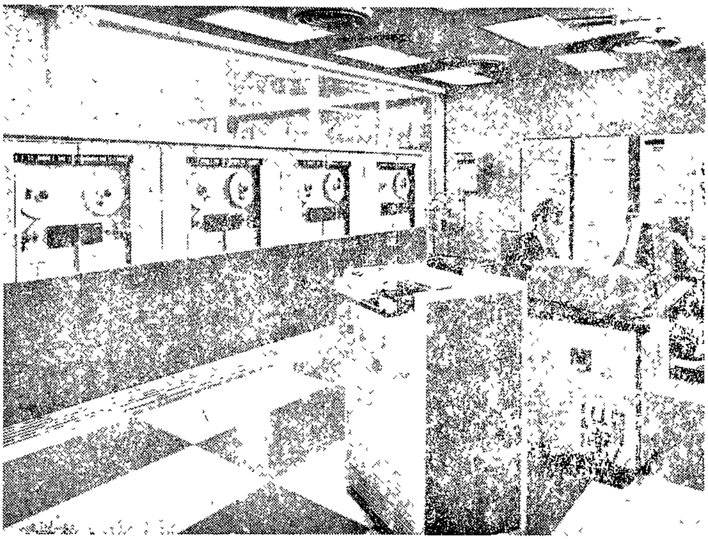
சுமார் இருபது ஆண்டுகட்கு முன்பாகவே எந்திரங்களின் எண்கட்டுப்பாடு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எனினும் தற்காலத்தில்தான் இவற்றின் அரிய விளைவுகள் நமககுத் தெரிய வருகின்றன. எடுததுக்காட்டாக இன்று உலோகப் பணி செய்யும் எந்திரங்களில் (Machine tools) இந்த எண்கட்டுப்பாட்டு முறை வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.



படம் 12 c

இக்கட்டுப்பாட்டு முறையில் எந்திரங்களின் வெவ்வேறு பாகங்களின் செயல்கள், அவற்றின் அசைவுகள், அசைவுகளின் - அளவுகள் போன்றவை குறியீட்டு எண்களின்மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகையானக் கட்டுப்பாட்டு முறையானது இரண்டு வழிகளில் பெரிதும் முன்னேற்றமுற்றதாக உள்ளது. அதாவது உற்பத்தி அளவு (Quantity of

production) எந்த அளவிலும் அது குறைந்தோ அல்லது பெருமளவு அதிகமாகவோ இருந்தபோதிலும், இம்முறையானது சிக்கனமானதுதான் என்பது தெளிவாக்கப்பட்டுள்ளது. இரண்டாவதாக, ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்துகொண்டிருந்த ஓர் எந்திரததை வேறு ஒரு வேலையைச் செய்யுமாறு நாம் மாற்றிப் பணிக்க வேண்டியிருந்தால், அதற்கேற்ப குறியீடு செய்யப்பட்ட நாடாவை மாற்றினல்மட்டும் போதும். எனவே இத்தகு முன்னேற்றங்கள் இத்துறையில் தோன்றியிருப்பதால், இன்று பல எந்திரங்களைக் கொணட, மிகப்பெரிய தொழிற்சாலையைக்கூட, ஒரே ஒரு கம்பியூட்டர் மூலம் கட்டுப்படுத்தி நிர்வகிக்க முடிகின்றது, இதை படம் 12-dயில் காணலாம்.



போட்டோ 12 - (d)

எண் கட்டுப்பாட்டு முறையின் மேம்பாடுகள்

(அ) இம்முறையைப் பயன்படுத்துவதால், ஒப்புமைத் தகடுகள் (Template), நிலையுறுதிகள் (Fixtures) வழியுறுதிகள் (Jigs), போன்றவை தேவையற்றுப் போய் விடுகின்றன.

(ஆ) ஆயத்த நேரம் குறைக்கப்பட்டுவிடுவதால் உற்பத்திச்செலவு கணிசமாகக் குறைக்கப்படுகின்றது.

(இ) ஒரே ஒரு கட்டுப்பாட்டு எந்திரமானது, மூன்று அல்லது நான்கு எந்திரங்கள் செய்யக்கூடிய அத்துணை வேலையையும் தானே செய்து முடிக்கவல்லது.

(ஈ) வேலைநேரம் குறைந்துவிடுவதால், இதனால் உற்பத்திப் பெருக்கம் தோன்ற ஏதுவாகின்றது.

(உ) குறைந்த இடவசதியே போதுமானதாகின்றது,

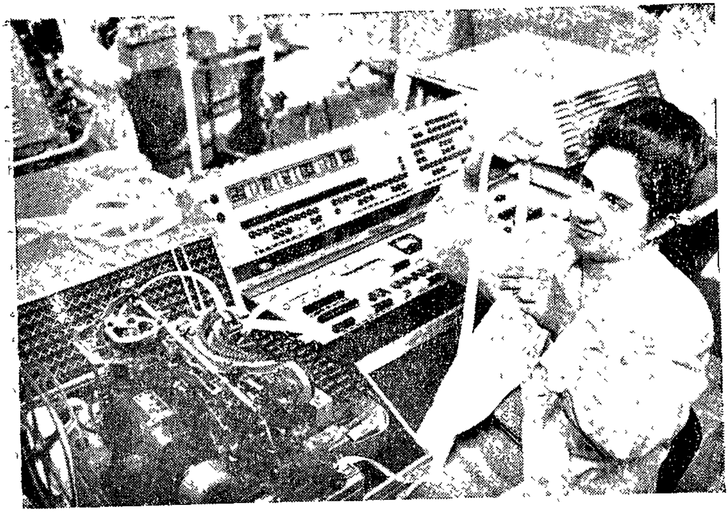
(ஊ) உற்பத்திப் பொருட்களின் தரமும், அவற்றின் அளவுகளும் தரமாக இருப்பதால், அவற்றை அவ்வப்போது சோதனையிட வேண்டிய அவசியமற்றுப் போய்விடுகின்றது. இதனால் செலவு குறைகின்றது.

(எ) இம்முறையின் உதவியால், செய்ய இயலாது என்று கருதப்பட்ட சில உருவங்களையும், வளைவுகளையும் கூட செய்யமுடியும்.

(ஏ) திட்டமிடுதல், கட்டுப்படுத்துதல் போன்ற துறைகளில் பெருமளவு முன்னேற்றம் தோன்றியுள்ளது.

பொதுவாக எந்திரங்களில் வேலைப் பொருட்கள், உளிகள் போன்றவற்றைப் பொருத்துதல்,பின்பு அவற்றைக் கட்டுப்படுத்துதல் போன்ற பல்வேறு பணிகள், இதுகாறும், அந்த எந்திரத்தை இயக்குபவரால் செயல்பட்டு வந்தன. மேலும் இதுவரை, உளியின் வெட்டு வேகம் (Cutting speed) வெட்டு ஆழம் (Depth of cut) ஆகியவற்றை வேலைக்கேற்ற வாறு தேர்ந்தெடுத்து பின்பு எந்திரத்தை அதற்கேற்றவாறு அமைக்கும் பழக்கம் இருந்து வருகின்றது. இதன்றி எந்திர மானது செயல்படத் துவங்கியதும், இடையிடையே அதை நிறுத்தி, வேலைபொருளின் துல்லிய அளவுகள் சரியாக இருக்கின்றனவா என்று அவ்வப்போது சோதித்துப் பார்க்கப்படுகின்றது. இத்தகைய இடர்பாடுகள் யாவும், எண் கட்டுப்பாட்டு எந்திரத்தில் தவிர்க்கப்படுகின்றன. மேற்கூறிய எல்லா வேலைகளையுமே எண்கட்டுப்பாட்டு எந்திரமானது தானாகவே செய்து விடுகின்றது. இவ்வாறு எல்லா வேலைகளையும் தாமாகவே எந்திரததைச் செய்யச் சொல்லும்போது, அது எதை, எவ்வாறு செய்ய வேண்டும் என்பதைப் பற்றித் தெளிவாக அது அறிந்து கொள்ளும் ''மொழியில்'' சொலலுவதுதான், இம்முறையின் உயிர்நாடியாகும். எண்களும், எண்களைக் குறிக்கும் துளையிட்ட நாடாவிலுள்ள குறியீடுகளும் தான், இங்கு பயன்படுத்தப்படும் ''மொழியாகும்''.

வேலையின் அளவுகள், எந்திரங்கள் செய்யவேண்டிய பணிகள், எந்திர பாகங்களின் அசைவுகள் ஆகிய வற்றின் தகவல்கள் யாவற்றையும் துளையிட்ட நாடா மூலம் எண்கட்டுப்பாட்டு எந்திரங்களில் அளிக்கின்றோம். இந்த



படம் 12·e

உருவில் உட்புகும் செய்திகளை, எந்திர அமைப்பானது, அதற்குத்தகுதியான உருவில் மாற்றியமைக்கின்றது. பிறகு கட்டளைகளுக்கேற்ப எந்திரம் செயல்பட்டு, ஏவப்பட்ட வேலையைச் செவ்வனே செய்து முடிக்கின்றது.

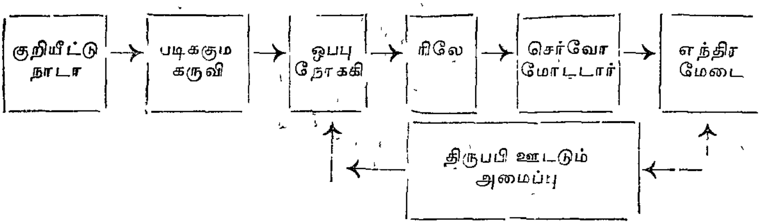
இவ்வகையான எண்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் முக்கிய மான பாகங்களை பின்வருமாறு அமைக்கலாம்.

1. செய்திகளை உட்புகுத்தும் கருவிகள் (Data input devices)
2 இயக்கும் கருவி (Director)
3 எந்திரம்
4. "செர்வோ" அமைப்புகள் (Servo devices)
5. திருப்பி ஊட்டும் கருவிகள் (Feed back)

இனி, அடுத்து ஓர் எண் கட்டுப்பாட்டு எந்திரம் எவ் விதம் செயல்படுகின்றதென்பதைக் காண்போம்.

முதன் முதலில் எந்திரம் என்ன பணிகளைச் செய்ய வேண்டுமென்ற செய்திகளைக் கொண்ட நாடாவைத் தயாரிக்க வேண்டும். இதனைச் செய்து முடிக்க ஃபிளக்சோ ரைட்டர் (Flexo writer) என்ற எந்திரம் உதவுகின்றது. பின்பு துளையிட்ட அந்த நாடாவை எந்திரத்தின் "படிக்கும் கருவியில்" (Reader) இணைக்கவேண்டும். நாடாவானது நகர்ந்து கொண்டே போகும்போது அதிலுள்ள துளைகள் தம் அமைப்புகளுக்கேற்ப மின் இணைப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

எண்கட்டுப்பாட்டின் முக்கிய பாகங்கள்



அடுத்து மின் இணைப்புகளுக்கேற்ப "செர்வோ" மோட்டார் செயல்பட்டு எந்திரத்தின பாகங்களை அசையச் செய்கின்றது. எனவே எந்திரம் என்ன பணிகளைச் செய்ய வேண்டுமோ, அவற்றைச் செய்து முடிக்க துளையிட்ட நாடாவைப் பயன்படுத்திச் செய்யச் சொலலலாம். எந்திரம் கட்டளைப்படி செய்ய முறபடும்போது, ஏற்படும் சில குறைகளை அவ்வப்போது களைந்து, பின்பு எந்திரம் செவ்வனே பணிபுரிய "ஊட்டும் கருவிகள்" உதவுகின்றன. இந்த முறையின வாயிலாக தரமானது உயர்ந்த அளவிலேயே எப்போதும் வைக்கப்பெறுகின்றது.

சாதாரண எந்திரங்களையும், எளிதில் எண்கட்டுப்பாட்டு எந்திரங்களாக மாற்ற இயலும். இதற்கு மேற்கூறிய சில அமைப்புகளை அவைகளுடன் தகுந்தவாறு இணைக்க வேண்டும். இவ்வகையில் கடைசல் எந்திரம், துளையிடும் எந்திரம், துருவல் எந்திரம் ஆகியவற்றைக் கூட எண்கட்டுப்பாட்டு எந்திரங்களாக மாற்றியமைக்கலாம்.

இவ்வாறான எண்கட்டுப்பாட்டு எந்திரங்களை நிறுவுவதற்கு ஆரம்பத்தில் அதிகச் செலவு ஆன போதிலும், இதனுல் பெறப்படும் நன்மைகள் மிக அதிகமாக இருப்பதனுல் செலவை நாம் ஒரு பொருட்டாக மதிக்கக்கூடாது. போகப் போகப் பெறப்படும் நன்மைகளும், முன்னேற்றங்களும் செலவை சரிக்கட்டிவிடும். இவற்றையெல்லாம் காணும்போது எதிர்காலத்தில் தொழிற்சாலைகளில் எண்கட்டுப்பாட்டு எந்திரங்கள்தாம் மிகுதியாக காணப் பெறுமென அறுதியிட்டுக் கூறலாம்.

13. எக்ஸ் - கதிர்கள்

(X-rays)

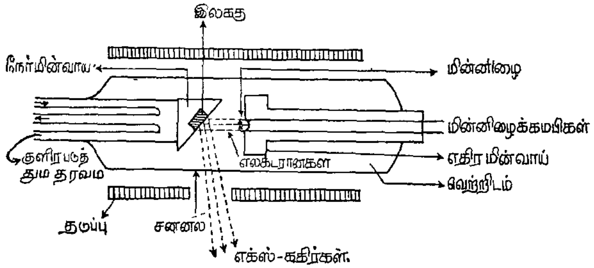
இக்கதிர்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோது இவற்றின் இயறகைப் பற்றிய விபரம் ஏதும் தெரியாக்காரணத்தால் இவற்றிற்கு எக்ஸ்-கதிர்கள் என்று பெயர் சூட்டப்பட்டது. இக் கதிர்களை 1895-ஆம் ஆண்டு வில்ஹம் ராண்ட்சென் (Wilhelm Rontgen) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். பொதுவாக அதிகப் பளுவுள்ள உலோகத்திஞல் செய்யப்பட்ட இலக்கோடு (Target) உயர் ஆற்றல எலெக்ட்ரான்கள் (High-energy electrons) மோதுகையினுல் எக்ஸ்-கதிர்கள் உண்டாக்கப் படுகின்றன.

ராண்ட்சென், வாயு நிரப்பப்பட்ட குழாயின் வழியே உயர் - மின்னழுத்த இறக்கம் செய்யும் சோதனையை செய்துகொண் டிருந்தபோது, குழாயின் அருகிலிருந்த சில படிகங்களில் (Crystals) பொலிவுடன் ஒளிர்கின்றத் தன்மையைக் (Bright fluoresence) கண்ணுற்ருர். இதைத் தொடர்ந்து நடைபெற்ற பல சோதனைகளின் வாயிலாக ராண்ட்சென், குழாயிலிருந்து ஒருவகையான கதிர்வீச்சுப் பாய்வதைக் கண்டார். இக்கதிர்கள் மிகச் சக்திவாய்ந்த துளைக்கும் திறனைப் (Penetrating power) பெற்றிருந்தன. அவைகள் காகிதம், துணி, மரத்தாள். (Sheet of wood) பரிசோதனை செய்பவரின் கை, மற்றும் இதுபோன்ற பருப்பொருள்களில் ஊடுருவிச் சென்றன. இவைகளின் தோற்றுவாய் மூலத்தை அறிய முடியாதிருந்ததாலும், அவை களின் பயன்களும் பண்புகளும் சரியாகத் தெரிந்திராதக் காரணத்தாலும் ராண்ட்சென், எக்ஸ்-கதிர்கள் என்று இவை களுக்கு அப்போது பெயரிட்டார். சில வாரங்களுக்குள் அவர், எக்ஸ்-கதிரின் துளைக்கும் திறன், பருப்பொருளின் அடர்த்திக் குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்குமெனக் கண்டுபிடித்தார். மேலும் ஒளிப்படத் தட்டினைப் (Photographic plate) பயன்

படுத்தி, மனிதனின் கையை முதல் "எக்ஸ-கதிர் படமாக" (X-ray picture) எடுத்தார். அதன்பின் ஒரு வருடத்திற்கும் குறைவான கால அளவில் எக்ஸ்-கதிர்கள் ஐரோப்பா முழுவதும் பரவிப் பயன்படத் தொடங்கியது. உடைந்த எலும்புகளைச் சீர்படுத்த உதவும். அறுவைச்சிகிச்சைக்கு உதவும் ஒரு வரப்பிரசாதமாக எக்ஸ் - கதிர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. கடந்த 40 ஆண்டுகளில் வியக்கத்தக்க அளவில் தொழில் துறையில் எக்ஸ்-கதிர்களின் பயன் வளரத் தொடங்கி நல்ல முன்னேற்ற நிலையில் இன்றுள்ளது குழாய்களை இயக்குவதற்கு உதவும் வகையில் உயர்மின்னழுத்தத் தோற்றுவாய்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டமைதான் இதற்குக் காரணமென்றல் அது மிகை யாகாது. (500,000-லிருந்து 1,000,000 வோல்ட்களும், அதற்கு மேலும் உள்ள உயர்மின்னழுத்தம்) இனி எக்ஸ்-கதிர்கள் உண்டாக்கப்படும் விதம்பற்றியும், இதன் குணங்களைப் பற்றியும் அறிந்து கொண்டு, இதன் தொழில் துறைப் பயன்களைப் பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

நவீன எக்ஸ்-கதிர் குழாய் (Modern X-ray tube)✓

1913-ஆம் ஆண்டு கூலிட்ஸ் (Coolidge) என்பவரால் இந்த எக்ஸ்-கதிர் குழாய் உருவாக்கப்பட்டது. இக்குழாயா யானது உயர் அளவில் வெற்றிடமாக்கப்பட்டிருக்கும். இதில் எதிர்மின்வாயோடு ஒரு நேர்மின்வாயும், டங்ஸ்டன் மின்னிழை யும் கொண்ட அமைப்பிருக்கும் கீழ்கண்ட படம் இதனை நன்கு விளக்கும்

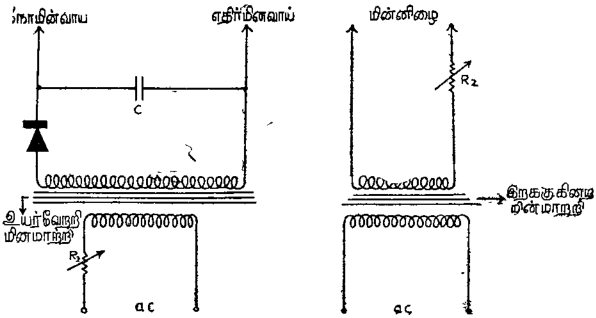


படம் *13·1*

வெப்ப அயனி வெளியீடு மூலம் மின்னிழையிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவரும். மின்னழுதத வேறுபாட்டினுல் இவைகள் நேர்மின்வாய்க்கு முடுக்கப்படுகின்றன. இம்மின் னழுத்த வேறுபாடு பலநூறு கிலோ வோல்ட்களில் அமையும் ஒரு செப்புக் கட்டியாலான (Copper block) நேர்மின்வாய்

இருக்கின்றது. இது எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டத்திற்குச் (Electron stream) சாய்வாக இருக்கும், மேலும் இதில் டங்ஸ்டன் உலோகத்தினலான அல்லது உயர் உருகுநிலைக் கொண்ட உலோகததினலான ஒரு சிறு இலக்கு (Target) அமைந்திருக்கும். குழி எதிர்மின்வாயினுல் (Concave cathode) எலெக்ட்ரான்கள் இவ்விலக்கின் மீதுக் குவிக்கப்படுகின்றன. இக் குழாய் ஓர் ஈயத்தடுப்பினைக் (Lead shield) கொண்டிருப்பதுடன் எக்ஸ்-கதிர் கற்றை வெளிச் செல்ல ஒரு சிறு சன்னல் போன்ற (Window) அமைப்பினையும் கொண்டிருக்கும்.

அரை சதவீதத்திற்கும் (½ Per cent) குறைவான எலெக்ட்ரான்களின் இயக்கவாற்றல் எக்ஸ்-கதிர்களாக மாற்றப்படுகின்றன. மீதமிருப்பவை நேர்மின்வாயில் வெப்பமாக மாற்றப் படுகின்றன. இந்த வெப்பம் குளிர்படுத்தும் விசிறி அல்லது நேர்மின்வாயின் வழியே செல்லும் தண்ணீர் அல்லது அதன் வழியே சுற்றிக்கொண்டிருக்கும் எண்ணெய் மூலம் குறைக்கப் படுகிறது. இக்கூலிட்ஸ் குழாய்கள் எக்ஸ்-கதிர்களின் தரம், அளவுகளுக்குரியத் தனியான ஒழுங்கமைப்பிற்கு வழி செய் கிறது. இந்தச் சிறப்பு வசதிகள் முதலில் புழக்கத்திலிருந்த குழாய்களில் காணப்படவில்லை. ஒரு விநாடிக்கு வெளியிடப் படும் அளவு (Quantity) அதாவது அதன் செறிவு (Density) இலக்கினைத் தாக்கும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுததிருக்கின்றது. மின்னிழையின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்துத்தான் வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்



படம் 13·2

கையும் அமையும். எக்ஸ்-கதிர்களின் துளைக்குமாற்றல் அலலது அதன் தரம் (Quality) எலெக்ட்ரான்களின் திசை வேகத்தைக் (Velocity) கொண்டு அளக்கப்படுகின்றது. இது குழாயின் குறுக்கே பாயும் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்ததாகும்.

பொதுவாக "மென்மை" எக்ஸ்-கதிர்கள் (Soft X-rays) சதைப் போன்ற (Flesh) மென்மையானப் பொருட்களை மட்டும் துளைக்கும். ஆனால் "கடின" (Hard) எக்ஸ்-கதிர்கள் இவைகளைவிட திடமாகவுள்ளப் பொருட்களைக் கூடத் துளைக்கும், எக்ஸ்-கதிர் குழாயிற்குச் செலுத்தும் உயர்மின்னழுத்தத்தைத் தருகின்ற ஒரு தனி அரை-அலைத் திருத்திச் சுற்று, கீழேயுள்ள (A simple half-wave rectification circuit) படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதில் ஒரு டையோடு வால்வு அல்லது உலோகத் திருத்தி (Metal rectifier) பயன்படுத்தப்படலாம். C என்பது ஒரு சேமிப்பு மின்தேக்கியாகும். (Reservoir capacitor) எக்ஸ்-கதிரின் கடினத் தன்மையானது (Hardness) உயர்வேற்றி (Step-up) மின்மாற்றியின் முதன்மையில் (Primary) உள்ள R_1 என்ற மாறும் தடையினால் (Variable resistor) கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. R_2 செறிவைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

எக்ஸ்-கதிர்களின் குணங்கள் (Properties of X-rays)

ரான்ட்ஜென்னின் கண்டுபிடிப்புக்குப்பின் எக்ஸ்-கதிர்களின் பெரும்பான்மைக் குணங்கள் படிப்படியாகத் தெரியலாயின. கீழ்க்கண்டவாறு அவைகளைத் தொகுக்கலாம்.

(1) அவைகள் நேர்க்கோட்டில் செல்கின்றத் தன்மை உடையவைகளாக இருக்கும்.

(2) அவை பொருட்களைத் துளைத்துவிடும் பண்பினைப் பெற்றன. உயர் அணு எடையையும், உயர் அடர்வையும் கொண்ட தனிமங்களினாலானப் பருப்பொருள்களில் இத் துளைத்துவிடும் பண்பு குறைவாக இருக்கும். கார்ட்போர்டு தகடு, (Cardboard sheet) மரத்தகடு மேலும் சில உலோகங்கள் எக்ஸ்-கதிர்களைத் தடுத்து நிறுத்த இயலாது. எனினும் 1 மில்லி மீட்டர் தடிமன் உள்ள ஓர் ஈயத்தகட்டினால் கூட பெரும்பான்மையான எக்ஸ்-கதிர்கள் உட்கொள்ளப்படும். சாதாரண சோடாக் கண்ணாடியைவிட ஈயக் கண்ணாடி எக்ஸ்-கதிர்களை நன்றாக உட்கவரும் தன்மையுடையதாக இருக்கும்.

(3) சில பொருட்கள் ஒளிர்தலுக்கு (Fluoresce) இவை காரணமாக அமையும். பேரியம் பிளாட்டினோ சைனைடு (Barium platino cyanide) இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாக விளங்கும்.

(4) ஒளியைப் போலவே இவைகளும் புகைப்படப் பூச்சைத் (Emulsion) தாக்கும். எனவே எக்ஸ்-கதிர் ஒளிப்படம் (X-ray photography) எடுக்க முடியும்.

(5) இவைகள் வாயுவை அயனியாக்கி அதன் கடத்தும் திறனை அதிகப்படுத்துகின்றன. மின்னேற்றம் பெற்ற எலெக்ட்ராஸ் கோப் போன்ற மின்னூட்டமுற்ற பொருட்கள் எக்ஸ்-கதிர்களின் கதிர்வீச்சுக்குட்படும்போது, அவற்றில் மின்னிறக்கம் நிகழ்வதைக் காணலாம்.

(6) இவைகள் ஒளிமின் வெளியீட்டிற்குக் (Photo electric emission) காரணமாகும்.

(7) இவைகள் மின் அல்லது காந்தப்புலங்களினுல் விலக்கமடையாது. (Not deflected)

மேற்கண்ட பண்புகளில் 3, 4, 5 ஆகியவற்றின் மூலம் எக்ஸ்-கதிர்களின் இருப்பைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒளியைப்போலவே எக்ஸ்-கதிர்களும் மின்காந்த அலைகள் தாம். எனினும் அவற்றின் அலைநீளம் 2.8×10^{-8} செ.மீ. அல்லது 2.8 ஆங்ஸ்ட்ராம் (Angstroms) அளவுள்ளதாக அதாவது மிகக்குறைந்த அலைநீளம் உள்ளதாக இருக்கும்.

தொழில் துறையில் எக்ஸ்-கதிர்கள் (X-rays in Industry)

1922 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் (United States) வாட்டர் டவுன் ஆர்சநல் (Water town Arsenel) என்ற இடத்தில் உள்ள போர்த் துறையானது (War Department) 200,000 வோல்ட்கள் எக்ஸ்-கதிர் பொறியினைப் பயன்படுத்திய தன் மூலம், எக்ஸ்-கதிர்களின் பயன் தொழில் துறையில் அடியெடுத்து வைக்கத் தொடங்கியதென்று கூறலாம். விரிசல், ஊது துளை (Blow holes) போன்றவைகள் வார்ப்பில் (Castings) உள்ளதா என்று பரிசோதிப்பதே இதனுடைய முக்கிய பயனாக இருந்தது. இவ்வாறான முதற்பயனில் தொடங்கி, கடந்த இருபதாண்டுகளில் எக்ஸ்-கதிர் பொறிகளின் தொழில் துறை பயன்கள் வியக்கத்தக்க வேகத்தில் வளர்ந்துள்ளன. இதன் விரிவான விளக்கத்தை இனிக்காண்போம்.

வானமென்னும் வீதியில் வலம்வரும் விமானத்தினுள் அமர்ந்திருக்கும் ஒருவர் தன்னருகிலுள்ள சன்னல் வழியே

நீண்டு பரந்துகிடக்கும் வானவீதியையும், தரையிலிருந்து தாமிருக்கும் உயரத்தையும் ஓரளவு தன் மனத்தினுல் ஊகித்து இன்பமடையும் அந்நேரத்தில் அறிவியல் தொடர்பாக ஒன்றை நினைத்துப் பார்த்தாராஞல் அவர் பெரும் வியப் படையக்கூடும். அவர் கண்டு கொண்டிருக்கும் சன்னல்கம்பி அவருக்கும் அவரிடையே உள்ள ஆபத்திற்கும் எல்லைக்கோடு போல் இருக்கும். விமானத்தின் முன்தள்ளியில் (Propeller) ஒரு சிறு பழுது இருந்தாலும், அவரது இன்பம் இருக்குமிடம் தெரியாமல் போய்விடும். அந்த முன்தள்ளியின் அமைப்பு, அது செய்யப்படும்போது எடுத்துக்கொள்ளும் முன்னெச்சரிக் கைப் போன்றவைகளைப்பற்றி எண்ணுவாராஞல் அங்கு எக்ஸ்-கதிர்களின் முக்கியத்துவம் நன்குத் தெளிவாக விளங்கும். இந்த முன்தள்ளிகள் பயன்படுத்துவதற்காகத் தயாரிக்கப்படும்போது எக்ஸ்-கதிர் கொண்டு அவைகளில இருக்கும் எந்த ஒரு குறையையும் எளிதில் கண்டு பிடித்து விடலாம். இல்லையெனில் இச்சிறு குறைபானது விமானத்தை அழிவுக்குட்படுததிவிடும்.

இதைப் போலவே ஜெட்-திறன் விமானத்தில் என்ஜின் அறையில் ஏற்படும் ஒரு சிறிய குறை கூட அழிவுக்கழைத்துச் செல்லும். மனித உடல் எப்படி எக்ஸ்-கதிரை பாய அனுமதிக் கின்றதோ அப்படியே உலோகங்களும் தங்களினூடே எக்ஸ்-கதிரைப் பாய அனுமதிக்கின்றன. எக்ஸ்-கதிர் உலோகப் பொருளின் வழியே செல்லும்போது, அவைகள் உலோகப் பொருளினுல் உட்கவரப்படுதலைக் காட்டும் படங்களை உண்டாக்கலாம். (Films) அந்த உலோகங்களில் காற்று இடைவெளியோ அல்லது வெடிப்போ இருப்பதை படததிலுள்ள குறை அடர்த்தியுள்ள பரப்புகளின் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம். வெளியே பளபளப்பாக அமைந்து மனதைக் கவரும் அழுத்த சமையற்கருவியில் (Pressure cooker) இத்தகு வெடிப்புகள் வெளியே தெரியாமல் உள்ளே மறைந்திருக்கும். இதனை அப்படியே பயன்படுததும் போது, சோகமுடிவு வீட்டில் வேலை செய்யும் பெண்களுக்கு ஏற்படும் போதுதான் இதன் அபாயம் நமக்குத் தெளிவாகும். இதை எக்ஸ் - கதிர்களால் கண்டுபிடித்துவிட்டால், குறையுள்ள சமையற்கருவிகளை நாம் தவிர்க்கலாம். இதனுல் வேண்டாத அசம்பாவிதங்களும் ஏற்படாது. இத்தகு வெடிப்பு, பழுது ஆகியவற்றை கண்டுபிடிப்பதால் அழிவுகளிலிருந்து நம்மை நாம் காத்துக் கொள்ளலாம். குறைகள் எங்கு-எப்படி-எந்த அளவில் ஏற்படுகின்றன என்பதை அறிந்து, சமையற்

கருவிகள் உற்பத்திச் செய்யப்படும் போதே அவைகளைச் சரி செய்ய எக்ஸ்-கதிர் பயன்படுகிறது. தொழில் துறையில் எக்ஸ்-கதிர் இவ்வாறு முக்கியமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. 250லிருந்து 400வரை உள்ள கிலோவோல்ட்களில் உண்டாக்கப் படும் எக்ஸ்-கதிர் 5 அங்குலங்கள் வரை தடிமனுள்ள எஃகுப் பகுதிகளைத் துளைத்துச் செல்லும்.

உலோக வார்ப்புகளின் (Metal castings) போது எக்ஸ்-கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுவதுதான், தொழில் துறையில் எக்ஸ்-கதிர்களின் தலைசிறந்த தொண்டாகும். உலோக வார்ப்புகள் பெருமளவு இறுக்கத்திற்கு உள்ளாக்கப்படும். இத்தகு வார்ப்புகளில் உள்ளமையும் வெடிப்பு அல்லது வேறு சில குறைகளை எக்ஸ்-கதிர் சோதனைக்குட்படுத்துவதினல், பின்பு தொழிற் கூடங்களில் உயிருக்கும் உடலுறுப்புகளுக்கும் பெரும் இழப்பைத் தருகின்ற தொழில்துறை விபத்துக்களைத் தவிர்க்கமுடியும். குறிப்பாக, நீராவி மற்றும் அபாயத் திரவங்களைப் பயன்படுத்தும் அழுத்த பாத்திரங்களில் (Pressure vessels) வெடிப்பு, இன்னும் மற்றக் கண்ணுக்குத் தெரியாத குறைகள் கட்டாயம் இருக்கவே கூடாது. குறிப்பிட்ட அழுத்தங்களைத் தாங்கி நிற்பதற்குரிய தகுதி அந்தப் பாத்திரத்திற்கு உண்டா என்பதை எக்ஸ்-கதிர்கள் தெளிவாகக் காட்டும். எக்ஸ்-கதிர் படங்கள். அதிலுள்ள வெடிப் பினையோ அல்லது வேறு குறையினையோ கண்டுபிடித்து விளக்க உதவுகிறது. பொதுவாக உலோகம் திரவ நிலையில் (Liquid state) இருக்கும்போது இந்த வெடிப்புகள் அல்லது குறைகள் உண்டாகும். இக்குறைகள் பெரும்பாலும் வாயுத் துவாரங்கள் (Gas holes) மற்றும் புதிய வேறு துளைகள் ஆகிய வடிவில் இருக்கும். மற்றக் குறைகள். உலோகம் திட நிலையில் இருக்கும்போது சுருக்கம், வெடிப்பு, குழிகள் போன்றவை வடிவில் உண்டாகும். களிம்பு போன்ற மணலின் சேர்ப்பு, குளிரினல் சுருங்கிவிடும்போது ஏற்படும் குறை ஆகியவை மிக மோசமானதாகும். தொழில் துறை பலவற்றில் வார்ப்புப் பகுதிகளை எக்ஸ்-கதிர் மூலம் சோதித்து ஒவ்வொரு குறையாக ஒவ்வொரு நிலையில் வெளியேற்றி, தரமான நல்லதொரு உற்பத்தியாக நிலைநிறுத்தப்படுகிறது இதன் பின்பு ஒவ்வொன் றையும் சோதனைக்குட்படுத்தாது 50லிருந்து 100 வார்ப்புகளில் ஒன்றுமட்டும் தேர்ந்தெடுக்கபபட்டு எக்ஸ்-கதிர்களின் சோதனைக்குட்படுத்தப்படுகின்றது. பொதுவாக இந்த முறை தான் தற்போது வார்ப்புத் தொழில் துறையில் கையாளப் படுகின்றது.

எக்ஸ்-கதிர்கள் பற்றவைப்பிலும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. பற்றவைப்பு நல்ல நம்பகமான முறையில் பொதுவாக அமைந்தாலும், சிலவிடங்களில் குறைகள் தோன்றக்கூடும். ஹோவர் அணை (Hoover Dam) கட்டப் பட்டபோது, எளிதாக எடுத்துச் செல்லும் எக்ஸ்-கதிர் கருவியைக் கொண்டு மிகப்பெரிய இவ்வணையின் பற்ற வைப்புப் பகுதிகளெல்லாம் சோதனை செய்யப்பட்டதாம். அணையின் தரத்தை உறுதிசெய்ய, 75 மைல்கள் நீளமுள்ள பற்றவைப்புகள் எக்ஸ்-கதிரால் சோதனையிடப்பட்டதாம்! இவ்வெடுத்துக்காட்டு எக்ஸ்-கதிரின் பயனை நன்கு விளக்கு வதோடு அதன் சிறப்பையும் நமக்கு நன்கு தெரிவிக்கிறது. சரியான முறையில் பகுதிகளை உருக்கிணைக்காவிட்டாலும், வாயுவின் சேர்க்கை, குளிருவதால் ஏற்படும் வெடிப்பு போன்ற மற்ற வகையினாலும் குறைகள் பற்றவைப்பின் போது (Weld) தோன்றுகின்றன. சில சமயங்களில் அவைகளின் இருப்பிடம் தெரிந்தால் அத்தகு குறைகள் தவிர்க்கப்படும். பல்வேறுப்பட்ட எக்ஸ்-கதிர் தொழில் முறைகள் இன்று பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இதில் ஒரு பகுதியாக ரேடியோகிராஃப் முறை (Radiography) அமைகிறது. இந்த முறையில், உலோ கங்களின் ஊடே பல்வேறு மட்டங்களில் படங்களை எடுத்து திட்பக்காட்சி சோடிகளாக (Stereoscopic pairs) படங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இரண்டு மில்லியன் வோல்ட் எக்ஸ்-கதிர்களின் துளைக்கும் திறன் வியப்பிற்குரியதாகும். இவ்வகையான எக்ஸ்-கதிர்களைக் கொண்டு 8 அங்குலமுள்ள எஃகுவார்ப்பு துளைக்கப்பட்டு தகுந்த, தேவையான ரேடியோ கிராஃப் (Radiograph) அதாவது "எக்ஸ்-கதிர் படமானது" (X-ray Picture) 3 நிமிட திறப்பு நேரத்தில் (Exposure time) பெறப்படுகின்றது.

சிறு பொருட்களை சோதிக்க எக்ஸ்-கதிர் எண்ணிலடங்கா முறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதில் மிகவும் நயமான ஓர் எடுத்துக்காட்டு, வெப்பத்தகட்டின் வீசுகதிர் வகை யில் அமையப்பெற்றுள்ள கருவியைப் பயன்படுத்துவதாகும் (Radient type of hot plate). இந்தக் கருவியில் ஒரு தடைச் சுருள், வெப்பப்படுத்தப் பயன்படும் பொருளாக இருக்கும். இதிலுள்ள குறைகள் எக்ஸ்-கதிர் முறைகளைத் தவிர வேறெந்த முறைகளினாலும் கண்டுபிடிக்க முடியாதபடி இருக்கும். தனியாகப் பிரிப்படுதல் அல்லது மெல்லியதாகச் செய்யப் படுவது (Separations or thinning) போன்ற குறைகள் வெப்பத் தகட்டைச் சரியாகச் செயல்பட விடாது. டாக்டர் ஜார்ஜ்

எல். கிளார்க் (Dr. George L. Clark) என்பவர் உலோக ரேடியோ கிராஃப் பயன்படும் பல்வேறு துறைகளைக் கீழ்க்கண்ட வாறு வரிசைப்படுத்துகிறார்.

"எல்லா தானியங்குக் கருவிகளிலும், விமானப் பாகங்களி லும், காப்பிடப்பட்ட கம்பிகளை-கேபிள்களைச் சோதனைச் செய் வதிலும், ரேடியோ அஞ்சலில் பயன்படும் உலோக வால்வு களில் தகுந்த இடங்களில் கிரிடு, மின்னிழை ஆகியவை அமைந்திருக்கின்றனவா எனச் சோதிப்பதற்கும், திரவக்காற்று அல்லது ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றைக் கொள்ளும் திவார் குடுவைகளைச் (Dewar flasks) சோதிப்பதிலும் எக்ஸ்-கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக இக்குடுவைகளின் மிகவும் மெல்லிய சுவர்களின் தடிமன் எளிதில் அரிக்கப்படும். இதைச் சோதிப்பதிலும் இன்னும் இவை போன்ற அநேகத் துறைகளிலும் சிறிய சிறிய பொருட்களைச் சோதிப்பதற்குக் கூட எக்ஸ்-கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன."

மேற்கண்ட சில எடுததுக்காட்டுகளிலிருந்தே ரேடியோ கிராஃப்பின் பயன் தொழில் துறையில் மிகவும் பரந்தளவில் அமைந்து, சில செயல்முறைகளைப் படித்தரமாக்குதலையும் (Standardized) காணலாம்.

வேதியியல் தொழில்துறை (Chemical Industry)

வேதியியல் பகுப்புச் சோதனைக் கூடங்களிலும் (Chemical analysts laboratory) வேதியியல தொழில் துறைகளிலும் எக்ஸ்-கதிர்கள் பெரும் அளவில் பயன்படுத்தப்படுவதை நாமறிய லாம். ஒவ்வொரு தனிமமும் குறிப்பிட்ட எக்ஸ-கதிர் வெளி யீட்டையும், அதே போன்று குறிப்பிட்ட அலைநீளங்களைக் கொண்ட எக்ஸ்-கதிர்களை உட்கவருதலையும் (Absorption) பெறறிருக்கும். எனவே இந்த வகையென அறிந்து கொள்ள முடியாத தனிமங்களின் எக்ஸ்-கதிர்களின் வெளியீடு, அல்லது உட்கவரப்படும் அலை நீளங்கள் போன்றவைகளைக் கண்டுப்பிடிப்பதன் மூலம் அந்த தனிமங்களின் அடை யாளத்தைக் கண்டுகொள்ளமுடியும். இம்முறையானது குறைந்தது ஆறு புதுத்தனிமங்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவி புரிந்தது என்று தெரியும்போது நம்மால் வியக்காமலிருக்க முடியாது.

பகுப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட கருவியின் பெரும் உணர்வு நுட்பமானது தனிமங்களின் சீரிய சோதனைகளுக்கு

வழி ஏற்படுத்திக் கொடுத்தது. 100,000-யில் ஒரு பகுதியை (1 part in 100,000) எக்ஸ்-கதிர் பகுப்பின் மூலம் (X-Ray analysis) கண்டுபிடிக்க முடியுமென தற்போது மதிப்பிடப் பட்டிருக்கிறது. வருங்காலத்தில் இந்த அளவு ஒரு மில்லி யனில் ஒரு பகுதி (One in a million) என்ற அளவுக்கு அடையு மென நம்பப்படுகின்றது. எனவே தெரியாத பொருள் திணிவில் (Unknown mass) ஒரு தனிமத்தின் மிகக் குறைந்த அளவைக்கூட எக்ஸ்-கதிர்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்க முடியுமென்பதை நாமறியலாம். வேதியியல் அல்லது இயக்கப் பிரிப்பு (Chemical or machanical separtion) முறைகள் எங்கு கடினமாகவோ அல்லது முடியாததாகவோ இருக்கிறதோ அங்கு எக்ஸ்-கதிர் பகுப்பு முறையானது ஏற்றதாக அமைகிறது. ஏனெனில் கொடுக்கப்பட்ட பொருளில் எவ்வித மாறுபாடோ அல்லது தேவையற்ற வேறு தயாரிப்போ இல்லாமலேயே எக்ஸ்-கதிர் முறையானது செயலாற்றி விடுகிறது. உள்ளிருப்பவையைக் (Content) கண்டுபிடிக்க உதவும் வேதியியல் செயல் முறைகளில் மாதிரிப் பொருட்களே அழிந்துவிடுவதற்கு வாய்ப்பு உண்டு. ஆனால் எக்ஸ்-கதிர் முறையானது இந்த இடர்பாட்டை எளிதில் தவிர்க்க நமக்கு உதவுகிறது. எக்ஸ்-கதிர்க்கற்றையை இம்மாதிரிப் பொருட் களின் வழியே (Specimen) செலுததுவதினாலோ அல்லது அவற் றிலிருந்து வெளிவரும் ரேடியோ கதிரியக்கத்தைச் (Radio activity) சோதனை செய்வதினாலோ அப்பொருட்களில் எவ்வித மாறுபாடும் - எந்த வழியிலும் ஏற்படாது. இச்செயல்முறைக்கு ஒரு தடவை இவ்வகை எக்ஸ்-கதிர் கருவியை நிறுவிவிட்டால், பின்பு அது மிகவும் எளிதாகவும், விரைவாகவும் செயல்படக் கூடிய வரப்பிரசாதமாக அமைந்துவிடும்.

பொருளின் வழியே எக்ஸ்-கதிர்க்கற்றை செல்லும்போது அவற்றால் உட்கவரப்படும் தன்மையைப் பயன்படுத்தி மற்றொரு மதிப்பு மிகுந்த தொழில்துறை பயனுண்டு. மருத்துவக் கதிரியக்க வல்லுநர் (Radiologist) இந்த உட்கவரும் தன்மையைப் பயன்படுத்தி ஒப்புமை கொண்டுள்ள (Homo-geneous) ஓர் எக்ஸ்-கதிர் கற்றையை உண்டாக்க அதை பல வடிப்பான்களின் வழியே செல்லுமாறு செய்கிறார் தொழில் துறை கதிரியக்க வல்லுநர் (Industrial radiologists) உள் நுழையும், வெளிவரும் கற்றைகளில் தோன்றும் வேறு பாட்டைப் பயன்படுத்தி, அது செல்லும் பகுதியின் தடிமன் அளவினைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்துகிறார். தோல் போன்றவற்றின் தடிமனை மைக்ரோ மீட்டர்களினாலோ

அல்லது இதைப் போன்ற நுண்ணிய கருவிகளினுலோ கூட அளவிட முடியாது. ஆனுல் மேற்கூறிய எக்ஸ்-கதிர் தொழில் நுணுக்கம் மூலம் இதை அளவீடு செய்ய முடியும். கண்ணுடி வில்லைகள் (Glass lenses) மெல்லிய உலோகத்தடுப்புகள், காகிதம், வர்ணம் (Paint) மற்றுமுள்ள வார்னிஷ் படிமங்கள் (Varnish Films) போன்றவறறின் தடிமன்களை அளப்பதற்கு எக்ஸ்-கதிர் முறைதான் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

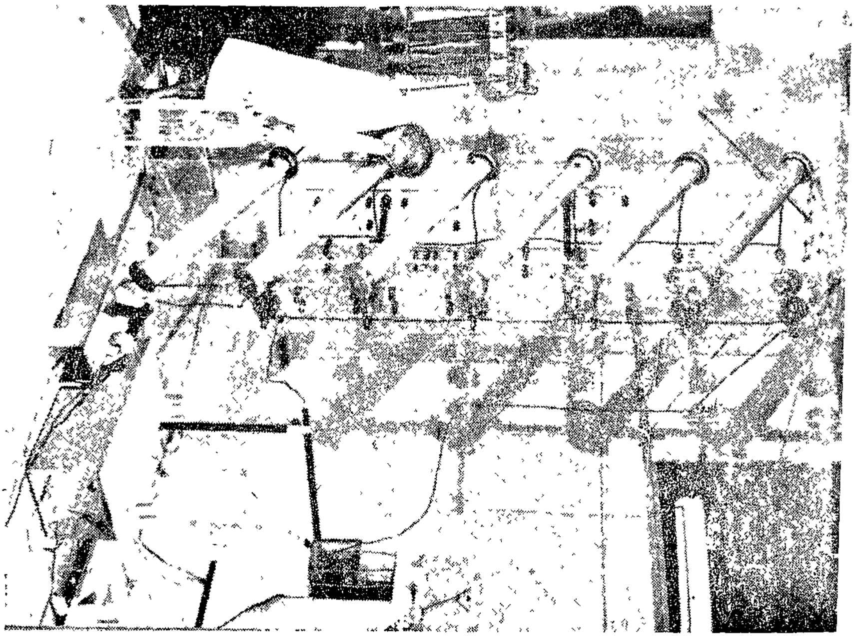
எக்ஸ்-கதிர் கற்றையை பொருளின் புறப்பரப்பின் மீது நகர்த்திக் கொண்டே போவதன் மூலமோ அல்லது கற்றையின் ஊடே பொருளை நகர்த்திக்கொண்டே செல்வதன் மூலமோ பொருட்களின் தடிமனில் உள்ள மாறுதலைக் காணலாம். பல் வேறு பொருட்களின் நுண்துளைகளை (Porosity) இதே போன்ற முறையில் கண்டுபிடிக்கலாம்.

கலவைகள் (Mixtures), கரைசல்கள் (Solution) ஆகிய வற்றின் கூட்டிணை (Composition) இதே தத்துவத்தினைப் பயன் படுத்திக் கண்டுபிடிக்கலாம். நமக்குத் தெரியாத கரைசல் அல்லது கலவை இருப்பதாகக் கொள்வோம். இதன் வழியேச் செல்லும் எக்ஸ்-கதிர் கற்றை உட்கவரப்படும் அளவிலிருந்து அக்கலவையின் கூட்டுப்பகுதிகளைத் தெரிந்துக்கொள்ளலாம். அதாவது கலவையின் உள்ளே செல்வதற்கு முன்னும் வெளியே வந்த பின்னும் உள்ள எக்ஸ்-கதிர் கற்றையின் அளவுகளிலிருந்து கலவை அல்லது கரைசலின் கூட்டிணைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

இந்த முறையைக் கொண்டு உண்மையான அல்லது போலி வைரங்கள் எவையெனப் பிரித்தெடுக்கமுடியும். அடுத்தடுத்து இரண்டு வைரங்களையும் வைத்து பரிசோதனை களைச் செய்து பார்த்து, இவற்றிலிருந்து வெளிவரும் எக்ஸ்-கதிர் கற்றைகளின் அளவிலிருந்து இவற்றில் எது உண்மையான வைரம் என்பதை நாம் கண்டறியலாம். இச் சோதனைகளைக் கொண்டு திருட்டு நாணயங்களைக் (Counterfeit coins) கண்டு பிடித்துவிடலாம்.

தொழில் துறையில் பல புதிய முன்னேற்றங்களை எக்ஸ்-கதிர் தோற்றுவித்துக்கொண்டே இருக்கும். ஆராய்ச்சித் துறை, மருத்துவததுறை எனறு பல பிரிவுகளில் இது தொடர்ந்து பணிபுரிந்து வரும். சீரிய உற்பத்தி வழிமுறைகளில் தலைமை யிடத்தையும், உற்றதொரு பாதுகாப்பிற்கு உயிர்த்துணையாக வும் எக்ஸ்-கதிர்கள் இருந்து, சிறப்பான பணியை உலகெங்கும் பரப்பிவரும்.

எக்ஸ்-கதிர்களின் நவீனப் பயனை ஓர் எடுத்துக்காட்டு மூலம் தெரிவிக்கலாம். சக்திவாய்ந்த 'எக்ஸ்-கதிர்' ஒளிச் சிதறல் மூலம் படம்பிடிக்கக் கூடிய அபூர்வமான ஒரு கருவியை மேற்கு ஜெர்மனியில் மூனிச் நகரில் ஒரு நிறுவனம் கண்டுபிடித்திருக்கிறது. 'டைனமிட்' வெடிப்பதைப் பல கட்டங்களாகத் துல்லியமாக இதைக் கொண்டு படம் பிடிக்கலாம். ஒவ்வொன்றும் 600 கிலோ வோல்ட சக்தியுள்ள 6 கண்டன்சர்களுடன் கூடிய இந்த வியக்கத்தக்க, கருவியை படம் 13 3a தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

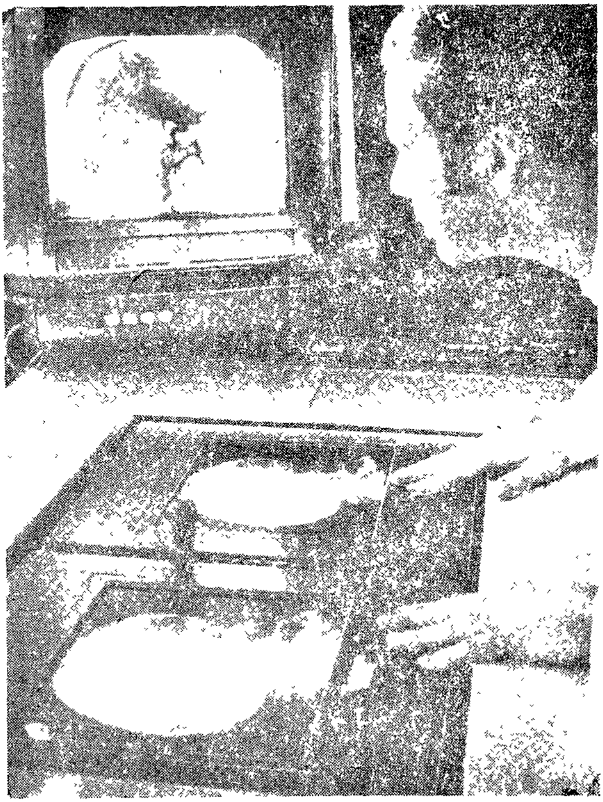


படம் 13.3a

மருத்துவத்துறையில் எக்ஸ்-கதிர்கள்
(X-rays in Medicine)

எக்ஸ்-கதிர்களின் சாதனை மருத்துவத்துறையில் பல நன்மைகளைச் செய்கிறது. உடலினுள் உறுப்புக்களின் சீர்க்கேட்டை கண்டறிய எக்ஸ்-கதிர் ஒளிப்படம் (X-ray Photograph) பயன்படுகிறது. சயரோகம், எலும்புகளின் முறிவு, நுரையீரல் நோய் போன்றவைகளை எக்ஸ்-கதிர் படங்கள்

வெளிக்காட்டிவிடும். தெரிந்தோ தெரியாமலோ உடலினுள் உலோகப் பொருட்கள் சென்றிருந்தால் அவற்றின் இருப்பிடத்தையும் இதன்மூலம் எளிதாகக் கண்டறியலாம். மேலும் இவைகள் நோய்களைக் கண்டறிய மட்டும் பயன்படாமல் அவைகளைக் குணமாக்கவும் பயன்படுகிறது. அசாதாரண திசுக்களை (Abnormal tissues) அரிப்பது மூலம் இவைகள் அவற்றைக் கொன்றுவிடுகின்றன. கேன்சர் (Cancer) கட்டிகள் (Tumours) தோல் நோய்கள் போன்ற சிலவற்றைக் குணப்படுத்துவதற்கு எக்ஸ்-கதிர்கள் பயன்படுகினறன.

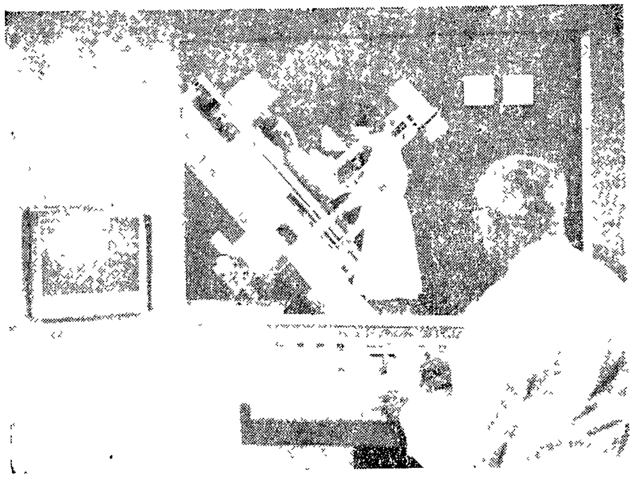


படம் 13·3b

நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (Lymphatic glands) மண்ணீரல், தைராயிடுச் சுரப்பிகளின் (Spleen and thyroid glands) பெருக்கத்தின் மேல் (On the enlargement) எக்ஸ்-கதிர்களைப் பாய்ச்சுவதின்மூலம் பயன்தரு விளைவை ஏற்படுத்தலாம்.

தற்போது நாளுக்கு நாள் எக்ஸ்-கதிர்களின் பயன்கள் புதிய முறைகளில் பெருகிக்கொண்டு போகின்றன. மூளை, இருதயம், மூத்திரக்காய் ஆகிய முக்கியமான இடங்களில் ஏற்பட்டுள்ள சேதங்களை எளிதில் புலப்படுத்தும் 'எக்ஸ்-கதிர்' ஒன்றை மேற்கு ஜெர்மனி சமீபத்தில் கண்டுபிடித்துள்ளது. இதனைப் படம் 13·3b விளக்கும்.

புதுமையான முறையில் இதன் முன்னேற்றத்தை மற்றொரு எடுத்துக்காட்டு மூலம் காட்டலாம். நோயாளிகளின் உள்ளுறுப்புக்களை 'எக்ஸ்-கதிர்' படம் பிடிக்க ஜெர்மன் கூட்டாட்சிக் குடியரசில் உள்ள ஹாம்பர்க் நகரத்து மருத்துவமனையில் ஒரு புதியமுறை கையாளப்படுகிறது. இதன்படி எக்ஸ்-



படம் 13.3c

கதிர் படம் பிடிப்பவருக்கு நோயாளியின் உறுப்பு முன் கூட்டியே தொலைக்காட்சிக் கருவி மூலம் தெளிவாகக் காட்டப் படுகிறது அதைப்பார்த்து அந்த உறுப்பில் எந்தப் பகுதியை எக்ஸ்-கதிர் மூலம் படம் பிடித்துப் பார்த்தால் சிகிச்சைக்குப் பயன்படும் என்பதை நிர்ணயித்தப் பிறகு அவர் எக்ஸ்-கதிர்கள் கருவியால் படம் பிடிப்பதை படம்: 13·3c இல் காணலாம்.

14. டிரான்சிஸ்டர்

முகவுரை :

டிரான்சிஸ்டரைக் கண்டுபிடித்த பெருமை ஜான் பிராடன் (John Bardun), வில்லியம் ஷாக்கிலி, (William Shockley) டபிள்யூ எச். ப்ராட்டெய்ன் (W. H. Brattain) என்ற மூவருக்கும் உரியதாகும். பெருக்கத்தை (Amplification) வெற்றிடக் குழாய் களை மட்டும் கொண்டுதான் பெறமுடியும் என்ற நிலைமாறி, திடப்பொருட்களைக் கொண்டும் பெருக்கத்தைப் பெறமுடியும் என்ற நிலை டிரான்சிஸ்டரின் கண்டு பிடிப்பால் ஏற்பட்டது. ஆனால் வெற்றிடக்குழாய்க்குப் பதிலாக இனி முழுவதும் டிரான்சிஸ்டர்களே பயன்படுத்தப் படும் என்ற நிலை தோன்றாவிடினும் ஒரு காலத்தில் வெற்றிடக் குழாய்களின் தனி இராச்சியமாயிருந்த பல துறைகளில் இன்று டிரான்சிஸ்டர்கள் நல்லமுறையில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருவதைக் காண்கிறோம். திடநிலைக் கருவிகளில் (Solid state devices) இயக்கு பயனுறுதிறன் (Operating efficiency) மிக உயர்ந்து இருக்கின்றது. மேலும் இக்கருவிகள் உருவ அமைப்பில் எலெக்ட்ரான் குழாய்க்கருவிகளின் உருவ அமைப்பைவிட மிகமிகச் சிறியவையாக இருப்பது மற்றொரு சிறப்பாகும். உயர் அதிர்வெண்களில் (High frequencies) கூட இயங்கும் இதன் திறமையினால், டிரான்சிஸ்டரின் பயன் அதிக மாகிறது. டிரான்சிஸ்டர் திடநிலையிலிருப்பதால் வெற்றிடத்தைச் சுற்றி உறை ஒன்றும் இதற்கு தேவைப்படாது. மேலும் எலெக்ட்ரான்களைத் தருவதற்கென வெப்பதனிம மின்னிழை இதற்கு வேண்டியதில்லை. இந்தச் சிறப்புக் குணமானது டிரான்சிஸ்டரில் செலவாகும் ஆற்றலின் அளவை பெருமளவில் குறைத்துவிடுகின்றது.

இதைத்தவிர, சாதாரணமாக ஒரு வெற்றிடக் குழாயுடன் இதை ஒப்பிடும்போது அதன் கனஅளவில் (Volume)

ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கைத்தான் டிரான்சிஸ்டர் பெற்றிருக்கின்றது. மேலும் அதன் எடையில் நூறில் ஒரு பங்கைத்தான் டிரான்சிஸ்டர் பெற்றிருக்கின்றது. இச் சிறப்புக் குணங்களினால், வெற்றிடக்குழாய்களைவிட டிரான்சிஸ்டர்கள் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

குறைக்கடத்தி இயற்பியல் கருவிகளும்

1. குறைக்கடத்தியின் அடிப்படைக்கொள்கை (Basic semi conductor theory)

குறைக்கடத்திப் பருப்பொருட்களினால், திண்ம நிலைக்கருவிகளான, 'சந்திப்பு டையோடு' (Junction diode), டிரான்சிஸ்டர் போன்றவை உருவாக்கப்படுகின்றன. கடத்திகளுக்கும் காப்பான்களுக்குமிடையே அமைந்துள்ள மின்தடைகளை இப் பருப்பொருட்கள் கொண்டிருக்கும். சிலிகான், ஜெர்மானியம் போன்ற தனிமங்களினால் முக்கியமாக குறைக்கடத்திகள் செய்யப்பட்டு, பயனபடுத்தப்படுகின்றன. தூயநிலையில் படிக வடிவத்தில் இவை கிடைக்கும். இவைகளில் அணுக்கள் சீரான அமைப்பு முறையில் (Periodic pattern) அமைந்திருக்கும்.

திண்மநிலைக் கருவிகளின் (Solid state devices) இயக்கத்தைப்பற்றி தெளிவாக அறிந்துகொள்வதற்கு, அணு இயற்பியலைப பற்றிய முழு விபரத்தையும் அறிந்து இருப்பது அவசியமாகிறது. அணுவில் நடு உள்ளகம் (Central core) ஒன்று இருக்கும். இதில் புரோட்டான்களும் (Protons), நியூட்ரான்களும் (Neutrons) இருக்கும். புரோட்டான் என்பது, நேர் மின்னூட்டத்தையும், நியூட்ரான் என்பது மின்னூட்டமற்ற தாயுமிருக்கும். இந்த உள்ளகத்தை 'அணுக்கரு' (Nucleus) என்றழைக்கின்றோம். எலெக்ட்ரான்கள் என்பவை எதிர் மின்னூட்டம் பெற்றவையாகும். இவை நேர் மின்னூட்டம் பெற்ற புரோட்டான்களுக்குச் சமமாக எண்ணிக்கையில் இருக்கும். குவாண்டமாக்கப்பட்ட சுற்றுப்பாதைகளில் (Quantised orbits) எலெக்ட்ரானகள், அணுக்கருவைச் சுற்றி வலம்வந்து கொண்டிருக்கும். இந்த எலெக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதைகள் 'கூடுகளாக' (Shells) அமைக்கப்பட்டிருக்கும், இக் கூடுகள் K, L, M, N ..... என்ற எழுத்துக்களினால் வரிசையாகக் குறிக்கப்படும். குவாண்ட்ட இயல்படி, (Quantum mechanics)

கூட்டினுள் அனுமதிக்கப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக் கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

K	கூட்டினுள்	2
L	,,	8
M	,,	18
N	,,	32

நிறைக்கப்பட்டக் கூடினுல். அணுவின் வேதியியப் பண்புகள் சிறிதளவும் மாற்றப்படமாடடா நிறைவாக்கப்படாத, வெளிக் கூட்டுக்குள் இருக்கும், எலெக்ட்ரான்கள் 'வலு எலெக்ட்ரான்கள் (Valance electrons) என்றழைக்கப்படும். தனிமங் களின் படிக, வேதியியக் குணங்களை இந்த வலு எலெக்ட்ரானகள் தாம் நிர்ணயிக்கின்றன.

அணுக்கருவைச் சுற்றி, சுற்றுப்பாதையில் வலம்வரும் எலெக்ட்ரான்கள், அதனதன் பாதைகளில் குறிப்பிட்ட ஆற்றல மதிப்புகளை (Specific energy values) கொணடவை. அவைகளைத 'தனிததனியான ஆறறல் மட்டம்' (Discrete energy levels), என்று நாம் அழைககின்றோம். அணுக்கருவிலிருந்து இவை யிருக்கும் தூரத்தைக் கொணடும், அவறறின் உந்ததிறனும் (Momentum) ஆறறல் மடடங்களின் மதிபபுகள் கணககிடப் படுகின்றன. அணுககருவிலிருந்து தொலைவில் இருக்கும் எலெக்ட்ரான்கள், அணுவிலிருந்து விடுபட, குறைவான ஆற்றலே போதுமானதாகும. இது 'வலு எலெக்ட்ரான்களின' செயலாககததை நன்கு விளக்குகின்றது.

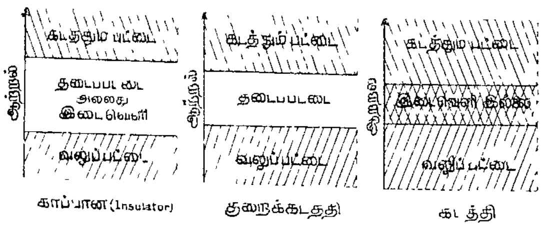
வெளி மூலததிலிருந்து, ஆற்றல் கொடுக்கப்படும்போது, வலு எலெக்டரான்களள கூட கிளர்ச்சி மட்டத்தில் (Excitation level) இருக்கின்றன இவவாறு ஆறறலைக கொடுக்கும் பற மூலமானது பெரும்பாலும் "வெப்பமாக" (Heat) இருக்கும். கிளாச்சி மடடததிலிருக்கும் வலுஎலெக்ட்ரானகள், "தனனிச்சை யான எலெக்ட்ரான்கள்" (Free electrons) என்றழைக்கப்படும். ஏனெனில், கொடுக்கப்படும் மின்புலங்களுக்கும், மற்ற விசை களுக்கும் எற்ப, அவை குறைக்கடததிகளினூடே எளிதில பாய வல்லன.

தனிமவழியில் ஒழுங்காக அடுக்கப்பட்ட அணுக்களி லிருக்கும் ஒரு குறைக்கடததிப் படிகத்தை எடுத்துக் கொள் வோம். அருகிலிருக்கும் அணுக்களானது மிக நெருங்கி இருப்ப தால் வலு எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல்களில் மாறுதல்கள்

ஏற்பட வழியுண்டாகிறது. இந்த ஆற்றல்கள் ஓர் ஆற்றல் பட்டையில் (Band) அமையும். இது "கூடுகைப்பட்டை" (Valence Band) என்றழைக்கப்படும். படிகத்தில் வலு எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல்களின் நெடுக்கத்தை (Range of energies) இது குறிப்பிடுகின்றது. தனித்தனியாகக் குறிப்பிட்டளவில் இருந்தபோதிலும், படிகத்திலுள்ள வலு எலெக்ட்ரான்களைப் பொறுத்து ஆற்றலானது ஒரு குறிப்பிட்டளவில் துவங்கி வேறு அளவுவரை, தொடர்ச்சியாக ஓர் ஆறறல் பட்டையில் அமைந்திருக்கின்றது.

படிகததின் ஒவ்வொரு அணுவிற்கும் உள்ளே ஒவ்வொரு கூட்டிற்கும் ஒவ்வொரு ஆற்றல் பட்டை இருக்கும். இந்தப் பட்டைகள் ஆற்றல் இடைவெளிகளினுல் (Energy gaps) பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். பட்டைகளுக்கு இடையே எலெக்ட்ரான்கள் நகருவதறகுரிய ஆறறலை இந்த இடைவெளிகள் குறிபபிடும். "எலெக்ட்ரான் வோல்ட்களில்" (Electron volts) இந்த ஆற்றல்கள் குறிக்கப்படுகின்றன. (IeV = 1 6 × 10⁻¹⁹ ஜூல்கள்) படடைகளுககுள அடங்கிய ஆறறல மட்டங்களில மட்டும் எலெக்ட்ரான்கள் அமையுமென குவான்டட இயல் காட்டுகிறது. ஆனுல் விலக்கப்பட்ட இடைவெளிகளில் (Forbidden gaps) உளள மட்டங்களில் எலெக்ட்ரான்கள் இருக்க முடியாது.

ஒரு பட்டை முழுதாக்கப்படாவிட்டால் (Not filled) ஆற்றல் பட்டைக்குள் எலெக்ட்ரான் இயக்கமிருக்கும். புறமின புலனுல் கொடுக்கப்படுகின்ற ஆற்றல் அல்லது வெப்பமானது கூடுகைப் பட்டையிலிருந்து "கடத்தும் பட்டைக்கு" (Conduction band) எலெக்ட்ரானைப் போகுமாறு செய்யும்.



படம் 14·1

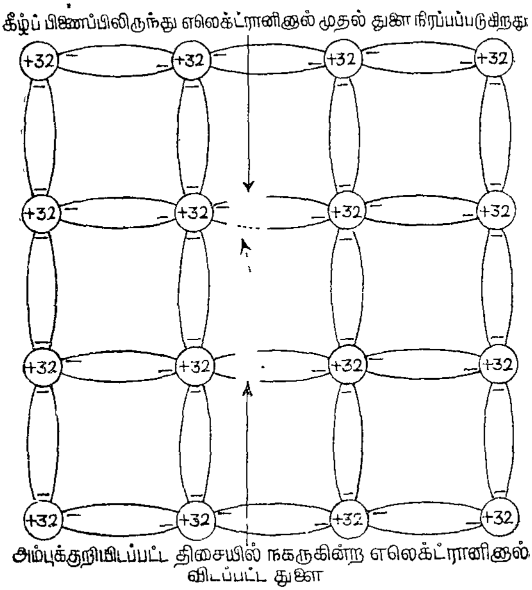
இங்கு படிகத்தின் வழியே எளிதாக எலெக்ட்ரான்கள் தொடர்ந்து செல்ல முடியும். ஒரு படிகத்தின் எல்லா கூடுகைப்

பட்டைகளும் முழுதாக நிறை உற்றதாகக் கொள்வோம். அப்போது, கடத்தும பட்டைக்கு எலெக்ட்ரான்கள் தள்ளப்படும் போது மட்டுமே 'கடததல்' (Conduction) ஏற்படும். அப்போது கூடுகைப்பட்டையில தோன்றும் காலி இடங்களுக்கு "துளைகள்" (Holes) எனறு பெயர்.

கடத்திகள், குறைக்கடத்திகள், காப்பான்கள் என்பவற்றை அவற்றின் கூடுகைப்பட்டைகள், (Valence bands) தடைப் பட்டைகள் (Forbidden bands), கடத்துப்பட்டைகள் (Conduction band) ஆகியவறறைக்கொண்டு எளிதில விளக்கலாம். கடத்தும்பட்டைக்கும், கூடுகைப்பட்டைக்குமிடையே தடை இடைவெளி இல்லாத நிலை கடத்தியில் இருக்கும். பல கடத்திகளில் இந்த இருபட்டைகளும் ஒன்றினமேல் மற்றொன்று பரவியிருக்கும். எனவே இங்கு கடததும் பட்டைக்கு, எலெக்ட்ரான்கள செலவதறகு தேவையான ஆற்றல ஏதும தேவையில்லை. மிகக் குறைவான மின்னழுத்தம் கொடுககப்பட்டால் கூட, எலெக்ட்ரான் ஓட்டம் மிக அதிகமாக இருக்கும். காப்பான்களில் தடை இடைவெளி (Forbidden gap) மிக அதிகமாக இருக்கும். அநேகமாக கடததலுக்குரிய எலெக்ட்ரான்கள் இல்லையென்றே கூறலாம். எனவே இதில் கடத்தலுக்கு அதிகளவு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இவறறிற்கு மாறாக குறைக்கடததியில் தடை இடைவெளி 1 வோலட் அளவு இருக்கும. இதன் குறுக்கே வெப்பநிலை, சில எலெக்ட்ரான்களை கிளர்ந்தெழச செயயும். ஆனால் அததகு கிளாந்தெழும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருக்கும்.

பரந்தளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்ற ஜெர்மானியம், சிலிகான் போன்ற குறைக்கடத்திகளின் அணுமாதிரிகள் (Atomic models) படங்களில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் அணுக்களின் உட்கருக்களில். முறையே 32, 14 ஆகிய எண்ணிக்கையுள்ள நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற புரோட்டான்கள் இருக்கும். இவறறின் அணுக்கருக்களைச் சுற்றி முறையே இதே எண்ணிக்கையுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் வலம் வந்து கொண்டிருக்கும், எளிதாக்கும் பொருட்டு, உட்புறச்சுற்றுப் பாதையுள்ள (Inner orbit) எலெக்ட்ரான்களை உட்கருவுடன் இணைத்துவிடலாம். இவற்றின் கூட்டு அமைப்பை சுருக்கமாக 'மைய உள்ளகம்' அல்லது 'கெர்னல்' (Central core or Kernal) என்றழைக்கலாம். இவ்வாறாக அது திருத்தப்பட்ட-புதிதாக்கப்பட்ட (Modified) அணுக்கருவெனக் கருதப் படலாம்.

ஜெர்மானியம், சிலிகான் ஆகிய அணுக்களின் கூடுகைப் பட்டைகள், ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியே 4 எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்கும். மேலும் அவைபடிகங்களில் கோவெலென்சுப் பிணைப்பினைக (Covalence bond) கொண்டிருக்கும் இதைப் படத்தில் காணலாம்.



படம் 142

கீழ்வரம்பு வெப்பநிலையில் (Absolute zero temperature) கூடுகைப்பட்டை நிறைவு செய்யப்படுகிறது. கடத்துதலுக் குரிய எலெக்ட்ரான்கள் அங்கு இல்லாமல போய்விடுகின்றன. குறைக்கடததியானது இப்போது "எண்ணிலா தடையினை" (Infinite resistivity) கொணடிருப்பதாகக் கூறபபடுகிறது. வெபபநிலை அதிகமாகும்போது, வேலென்சு எலெக்ட்ரான்கள் ஆற்றலை உட்கவர்ந்து கொள்கினறன. சில குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ளவைகளின கூட்டு வேலென்சுப பிணைப்பு களை உடைத்து விடுகின்றன. உடைக்கப்பட்ட பிணைப்பி லிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் கடத்தும் பட்டைக்குச செல்லும். இதனால் கூடுகைப்பட்டையில 'துளைகள்' ஏறபடும். இது இருபடடைகளிலும் கடத்தலைத் தோற்றுவிக்கின்றது. கடத்தும் பட்டையில் செலுத்தப்பட்ட மினபுலனினால் தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரான்கள் நகரும். ஆனால இதே சமயம் கூடுகைப்

பட்டையில், ஒரு 'துளையிலிருந்து' மற்றொரு துளைக்கு மாற்றப் படுவதன் மூலம் எலெக்ட்ரான்கள் நகரும். மின்புலத்தின் வலிமையின் அடிப்படையில் 'நேர் துகள்கள்' (Positive particles) நகருகின்றன எனப் புரிந்து கொண்டால், இதன் மூலம் இரண்டாவது செயல் நனகு விளக்கப்பெறும். மின் வாயைத் துளைகள் செனறடையும்போது அவை மின்வாயில் எலெக்ட்ரான்களை நடுநிலையாக்கி விடுகின்றன (Neutralize). எனவே குறைக்கடததின் வெளிப்பக்கத்தில், மொத்த துளை மினனோட்டததை, சாதாரணமான கடத்தும்பட்டை மின்னோட் டத்திலிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்ட முடியாது,

பொதுவான குறைக்கடததிகளின் வேலென்சு எலெக்ட் ரான்கள், அவைகளின கூட்டு வேலென்சுப் பிணைப்பினை உடைக்க அதிகப்படியான ஆறறலைபபெற வேண்டியிருக்கும். எனவே அவை அரிதில் கடததியின் தனிபபண்புகளை (Characteristic poor conductivity) வெளிபபடுததுகின்றன சிலிகான், ஜெர்மானிய வேலென்சு எலெக்ட்ரான்கள் அவைகளின் கூட்டு வேலென்சுப பிணைப்புகளிலிருந்து விடுபட முறையே 1.1 ev-0·72 ev ஆகியவைத் தேவைப்படுகினறன. இதில் சிலிகான்' எலெக்டரான்களுக்கு அதிக ஆற்றல் தேவைப்படுவதைக் காணலாம். தூய ஜெர்மானியததைவிட தூய சிலிகான் உயா ஓமிக் தடையை (Higher ohmic resistance) கொண் டிருபபதையே இது குறிபபிடுகின்றது. தூய குறைக்கடத்தியின் (Pure semi conductor) தடையானது அதனுடைய "இயல்பான தடை ததிறன்" (Intrinsic Resistivity) ஆகும்.

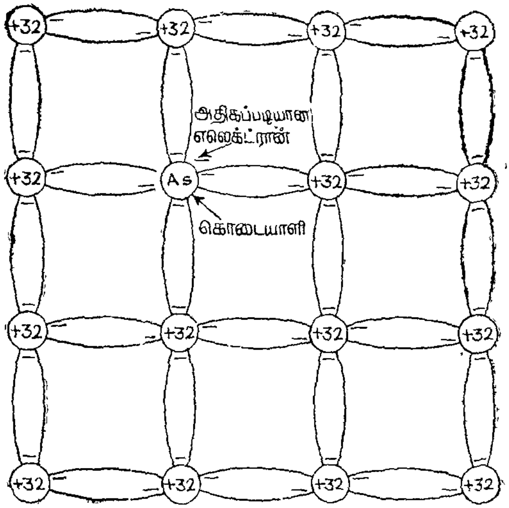
2. மாசுக் கலப்புகளின் விளைவு (Effect of impurities)

படிகத்தின வழியே ஓர் எலெக்ட்ரான் செல்லும்போது, அதன் வழியில் அது ஒரு துளையினைக தாக்குமானல், அங்கு "மறுகலப்பு" (Recombination) ஏற்படும். அதாவது இதனல் எலெக்ட்ரான்-துளை இரட்டை (Pair) இருபபது தவிர்ககப் படுகிறது எப்படியிருபபினும் படிகததில எந்த வெப்பநிலை யிலும் சமநிலை (Equilibrium) பாதுகாக்கப்படுகின்றது. அததகு நிலையில் வெபபத்தினல் தோறறுவிக்கப்படும். எலெக்ட்ரான்-துளை இரட்டைகளின் எண்ணிக்கை மறு கலப்பின் வீததததிற்குச் சமமாக இருக்கும். இதனல் தூய குறைக்கடத்தி படிகததில், எலெக்ட்ரான்களின் எணணிக்கை, துளைகளின எண்ணிக் கைக்குச் சமமாக இருக்குமென அனுமானித்துக் கொள்ள வழி ஏறபடும். படிகமானது எப்படியும் மின்முறையில் நடுநிலை யாக (Electrically neutral) இருக்கும்

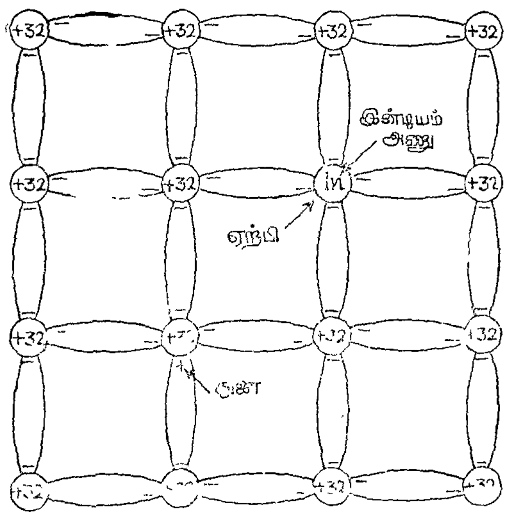
பயன்படக்கூடிய குறைக்கடத்தியை உண்டாக்க, தூய குறைக்கடத்திப் படிகத்துடன் குறைந்தளவு குறிப்பிட்ட மாசுத் தனிமத்தைச் (Impurity element) சேர்த்தல் வேண்டும். இந்த முறைக்கு "கலப்பு" (Doping) என்று பெயர். படிகத்தின் அணுக்களைப் போலவே-அதே கனஅளவினைத் தோராய மாகக் கொண்டுள்ள அணுக்களைத்தான் மாசுத்தனிமங்களாகப் பெரும்பாலும் பயன்படுததுகின்றோம். மாசு அணுக்கள் அவைகளின் கூடுகைப்பட்டைகளில், படிக அணுக்களைவிட, ஓர் எலெக்ட்ரான் அதிகமாகவோ அல்லது ஓர் எலெக்ட்ரான் குறைவாகவோ கொண்டிருக்கும்.

படிகத்தின் இயலமைப்பில் (Crystal structure) மாசு அணுக்களை செலுததும்போது, படிக அணுக்களோடு இவை சேர்ந்து கூட்டு வேலென்சு பட்டைகளை (Covalent bonds) உண்டாக்கும். மாசின் வகையைப் பொறுத்து ஓர் அதிகப் படியான எலெக்ட்ரானோ அல்லது துளையோ ஒவ்வொரு மாசு அணுவின் அருகிலும் உண்டாகும். அதிகப்படியான எலெக்ட் ரான்களை வழங்குகின்ற மாசுகளுக்கு "கொடையாளி" (Donor) "n-வகை" (n-type) மாசுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. (n-என்பது எதிர் மின்சாரததைக் குறிக்கிறது). எனவே இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட குறைக்கடத்தியை N-வகை குறைக் கடததி என்றழைக்கிறோம். n-வகைப் பருப்பொருட்களின் வழியே, இந்த எலெக்ட்ரான்கள் தன்னிச்சையாக நகரும். அதனால் மின்னோட்டம் உண்டாக்கப் பெறுகிறது. இங்கு மின்சாரத்தைத் தாங்கிச் செல்வதில்,எலெக்ட்ரான்கள் முதன்மை யாக இருப்பதால, அவை "பெரும்பான்மைத தாங்கிகள்" (Majority carriers) என்றழைக்கப்படும். மாசு அணுக்கள் வழங்குகின்ற இந்த அதிகப்படியான எலெக்ட்ரான்களைத தவிர தூய படிகத்தின் இயல்பான கடத்தும் திறனுக்குப் பொறுப் பான, தனி எலெக்ட்ரான்களும், துளைகளும் இருக்கும். N-வகை குறைக்கடத்தியில் இந்தத் துளைகள், மிகக் குறைந்த வலுவுள்ள மின்னோட்டததை (Feeble current) எலெக்ட்ரான் களின் எதிர்திசையில் செல்லும்படி செய்யும். எனவே இவைகள் "சிறுபான்மைத் தாங்கிகள்" (Minority carriers) என்றழைக்கப்படும். எனவே N-வகைக் குறைக்கடத்தியில் எலெக்ட்ரான்கள் 'பெரும்பான்மைக் கடத்தும் தாங்கி'களாக வும், துளைகள் 'சிறுபான்மைக் கடத்தும் தாங்கி' களாகவும் அமைகின்றன

இதைப்போலவே, அதிகப்படியான (Extra) துளைகளை வழங்குகின்ற மாசுகள் "ஏற்பிகள்" (Acceptor) அல்லது



படம் 14·3



படம் 14·4

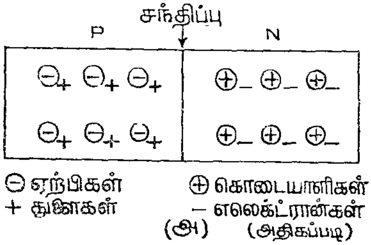
"P-வகை மாசுகள்" என்றழைக்கப்படுகின்றன. இதில் P-என்பது நேர் மின்சாரத்தைக் குறிக்கிறது. இவ்வகையான

படிகமானது "P-வகைக் குறைக்கடத்தி" (P-type semi conductor) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இந்தவகை குறைக்கடத்தியில் பெரும்பான்மைத் தாங்கிகளாகத் துளைகளும், சிறுபான்மைத் தாங்கிகளாக எலெக்ட்ரான்களும் அமையும். கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கேற்ப சிறுபான்மைத் தாங்கிகளின் ஓட்டம் அமையும். ஏனெனில் இது ஒரு மின்னோட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்வதாகும்.

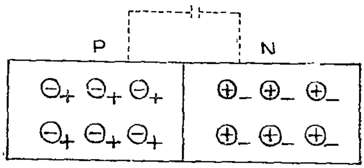
P-N வகை இணைப்பு: (The P-N Junction)

மேற்கூறப்பட்ட P-வகை, N-வகை குறைக்கடத்திகள் இரண்டினை எந்திரவகையில் (Mechanical) சேர்க்கப்பட்டக் கூட்டானது தனி ஒரு படிகமாக ஆகுமாறு செய்யப்படலாம். படிக இயலமைப்பில் தொடர்ந்திருக்கும்படியான, ஓர் இணைப்பை அவை உருவாக்கும் அத்தகு இணைப்பானது "P-N வகை இணைப்பு" அல்லது "இணைப்பு டையோடு" (Junction diode) என்றழைக்கப்படுகின்றது.

P-வகை ஜெர்மானியமும், N-வகை ஜெர்மானியமும் ஒன்றாக இணைந்துள்ள ஒரு ஜெர்மானிய இணைப்பை எடுத்துக்கொள்வோம். படத்தில் வலது பக்கத்தில் N-வகை ஜெர்மானியமும், இடது பக்கத்தில் P-வகை ஜெர்மானியமும் இருக்கின்றன. N-வகைப் பருப்பொருளில், நேர்க்குறியுடன் இருக்கும் (Positive signs) வட்டங்கள் 'கொடை அணுக்களை' (Donor atoms)



(அ)



(ஆ)

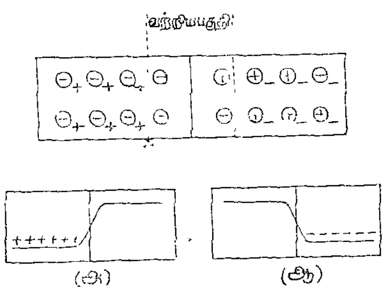
படம் 145

குறிக்கின்றன. இவைகளின் 5-வது எலெக்ட்ரான்கள் நீக்கப்பட்டு விடுவதால், ஒவ்வொரு அணுவும் +1 மின்னூட்டம் கொண்டதாகின்றது. எனவேதான் அணுக்கள் நேர்க்குறியைப் பெறுகின்றன. இவ்வாறு கொடை அணுக்கள் அனைத்தும் நேர்

மின் நிலை கொண்டவையாக மாறுகின்றன. தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரான் எதிர்மறைக் குறியினால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதேபோல், P-வகை ஜெர்மானியத்தில், ஏற்பு அணுவானது (Acceptor-Atom) ஒரு வட்டத்தில் எதிர்மறைக் குறியுடன் குறிப்பிடப்படுகிறது இது பக்கத்திலிருக்கும் எலெக்ட்ரான்—இரட்டை பிணைப்பிலிருந்து அதிகப்படியான ஓர் எலெக்ட்ரானை எடுத்துக் கொள்வதினால் ஏற்படுகின்றது. இந்த எலெக்ட்ரானால் விடப்படும் துளையானது ஒரு சிறு நேர்க்குறியுடன் குறிப்பிடப்படுகிறது

இந்த இருவகை ஜெர்மானியமும் ஒன்றாகச் சேரும்போது, N-வகை ஜெர்மானியத்திலுள்ள சில எலெக்ட்ரான்கள் இணைப்பைக் கடந்து, P-பகுதியிலுள்ள பொருத்தமான எண்ணிக்கையினை உடைய துளைகளுடன் சேர்கின்றன. துவக்கத்தில் N-பகுதியானது மின்சார முறையில் நடுநிலையாக இருந்திருந்த போதிலும் சில எலெக்ட்ரான்களை அது இழந்தமையின காரணமாக அதில் இப்போது நேர்மின்னூட்டமே ஓங்கியிருக்கின்றது எலெக்ட்ரான்கள் மேலும் மேலும் இப்பகுதியை விட்டுச் செல்லும்போது இந்த நேர்மின்னூட்டம் இன்னும் அதிகமாகிறது. முடிவாக இந்த நேர் மின்னூட்டத்தின் அளவு மிக அதிகமாகி விடுவதால், இதை எலெக்ட்ரான்கள் வெல்ல முடியாத நிலை ஏற்படுகின்றது.

இதைப்போலவே P-பகுதியில் இழக்கப்படுகின்ற நேர்துளைகள், ஒரு தேறின எதிர்மின்னூட்டத்தைக் கொடுக்கின்றன. இது இன்னும் அதிகப்படியாக துளைகள் இழக்கப்படாமல்



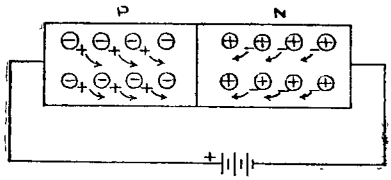
படம் 14·6

தடுக்கின்றது. N-பகுதியிலிருந்து அதிகப்படியான எலெக்ட்ரான்கள் இணைப்பை அடைகின்றபோது, அதே பகுதியில் இருக்கின்ற நேர்மின்னூட்டத்தினால், அவைகள் பின்னிழுக்கப்படுவதோடு P-பகுதியிலுள்ள எதிர் மின்னூட்டத்தினால்

அவைகள் எதிர்த்துத் தள்ளவும் படுகின்றன. எனவே இடம் பெயர்ந்து போகின்ற செயல் (Migratory action) தடுத்து நிறுத்தப்படுகிறது. ஒரு பாட்டரியை, தகுந்த முனைகளோடு P-க்கும் N-க்கும் இடையே இணைப்பதன் மூலம், தேறிய மின்னூட்டத்தை (Net charge developed) படத்தின் மூலம் காட்டலாம்.

இணைப்பிற்கு உடனடியாக அருகில் அமைந்துள்ள பகுதியானது "வற்றிய பகுதி" (Depletion region) என்றழைக்கப்படுகிறது இதில் நகருகின்ற மின்னூட்டம் ஏதுமில்லாக் காரணத்தால் இது இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது. இந்நிலையானது, N-பகுதியின் தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரான்கள், P-பகுதியின துளைகளுடன் மீண்டும் சேர்தல் (Recombination) காரணமாக ஏற்படுகிறது. மேற்கண்ட "வற்றிய பகுதி"யைத் தாண்டி உள்ள பகுதியில N, P பகுதிகளில் முறையே தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரான்களும், துளைகளும் இருக்கும்.

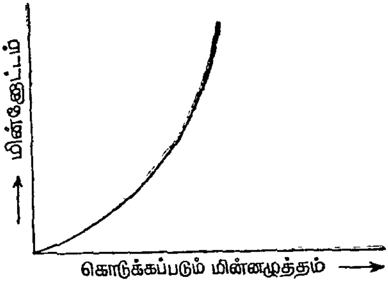
இணைப்பிற்கு குறுக்கேயுள்ள மின்னழுத்தத்தை, இணைமாற்று பாட்டரியின் மூலம் (Equivalent battery) குறைத்தோமானால், (படம் இதைக்காட்டும்) இணைப்பின் குறுக்கே மினனோட்டத்தை உண்டாக்க முடியும். இணைமாற்று பாட்டரியின் முனைகளுக்கு எதிராக இருக்கும் அமைப்பைக் கொண்ட ஒரு புறபாட்டரியை (External battery) இணைப்பதின் மூலம், மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும் செயலை செய்யலாம். அதாவது புறபாட்டரியின் நேர்முனை P-பகுதியுடனும், எதிர் முனை N-பகுதியுடனும் இணைக்கப்பட வேண்டும். இதனுல் N-பகுதியிலிருந்து P-பகுதிக்கு தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டமும், P-யிலிருந்து N-க்கு, துளைகளின் ஓட்டமும் செல்கின்றன. ஒரே திசையில் மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு,



படம் 14·7

இவையிரண்டும் காரணமாக அமைகின்றன. அதாவது எலெக்ட்ரானின் ஓட்டத்திற்கு எதிர்திசையில் இந்த மின்னோட்டம் அமையும்.

புறமின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தும்போது, இணைப்பில் உள்ள எல்லைப்படுத்துகின்ற விசை (Restraining Force) குறைந்து அதனால் மின்னோட்டம் அதிகமாகிறது. எல்லைப் படுத்துகின்ற விசை முழுதாக மீறப்பட்டவுடன், படத்தில் காட்டியபடி மின்னோட்டம் வெகுவாக உயரும்.

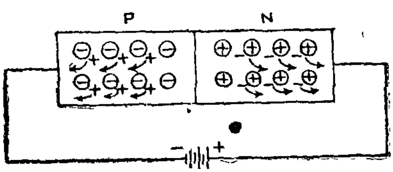


படம் 14·8

டையோடு இப்போது அதனுடைய முன் அல்லது குறை தடை திசையில சார்ந்திருப்பதாகக் (Biased) கூறப்படும்.

இதற்கு முன்சார்பு நிலையிலும்கூட, சிறுபான்மைக் கடத்தித் தாங்கிகளின் இருப்பால், எதிர்திசையில் மிகக்குறைவான ஒரு மின்னோட்டமிருக்கும். முன் மின்னோட்டம் (Forward current) மிக உயர்மதிபபை அடையும்போது, வெளியிடப்படும் வெப்ப மானது, இணைப்பில் இருக்கும் சிறுபான்மைக் கடத்தி தாங்கி களினை, அளவினை அதிகப்படுத்தும். இச்சிறுபான்மை மின் னோட்டமானது (Minority current) இணைப்பிற்கு சேதத்தை ஏற்படுத்தக்கூடும்.

இப்போது கொடுக்கப்படுகின்ற மின்னழுத்தத்தின் முனைவு களை, நாம் திருப்புவோமானால், இணைப்பில் இருக்கும் மின்னழுத்த அரண் அதிகமாகும். இதனால் டையோடானது 'திருப்புச் சார்புநிலை' யில் (Reverse bias condition) இருப்ப

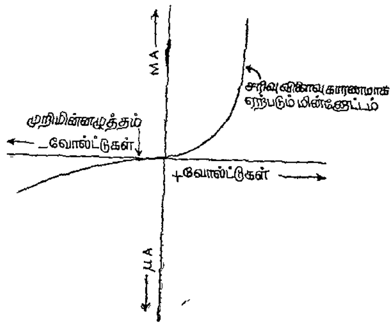


படம் 14 9

தாகக் கூறப்படும். இந்நிலையில் மின்னோட்டமானது சந்திப்பில் இருக்காது. இது எப்படி நிகழுகிறது? N-பகுதி, P-பகுதி

களுக்குக் கொடுக்கப்படும் முறையே நேர், எதிர் மின்னழுத்த மானது, N பகுதியின் எலெக்ட்ரான்களையும், P பகுதியின துளைகளையும் சந்திப்பின் (Junction) குறுக்கேச்செல்வதிலிருந்து தடுத்து விடுவதாலே மேற்கண்ட நிகழ்சசி ஏற்படுகிறது.

ஜெர்மானிய டையோடின் மொத்தத் தனிப்பண்புகளின் வளைவை படத்தில் காணலாம்.



படம் 14·10

பூஜ்யகோடுக்கு வலதுபுறமாக இருக்கும் வளைவின பகுதி யானது முன மினனோட்டததைக் (Forward current) குறிக்கும கூர்மையான மேற்பகுதிக்குரிய, காரணததை நாம் இதறகு முனபே விளக்கமாகப் பாாததிருக்கிறோம. 0·2 லிருந்து 0 3வோலட் வரை ஜெர்மானியத்திறகும, 0 6லிருந்து 0 8வோலட வரை சிலிகானுக்கும இததகு மேல்நோக்கும் (Upward swing) வளைவு கிடைக்கும். பூஜயகோட்டிற்கு இடதுபுறமாக இருப்பது திருபபுச் சாாபின் கீழ் (Under reverse bias) அமை யும், டையோடின் தனிப்பண்புக்குரிய வளைவாகும. மைக்ரோ ஆம்பியர்கள் அளவில் (10^{-6} ஆம்பியர்) மிகக்குறைந்த மின னோட்டமிருக்கும் திருபபு மின்னழுத்தம், 20லிருந்து 30 வோல்ட்களுக்கு மேல் கொண்டு வரும்வரை, இம்மின்னோட்ட மானது நிலைததிருக்கும். இம்மின்னோட்டமானது சிறுபான்மைக் கடத்தித் தாங்கிகளின் விளைவாக ஏற்படுகிறது. அதாவது P-வகையில எலெக்ட்ரான்களும், N-வகையில் துளைகளும் இயலபாகவே இருப்பதால் இது ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு பகுதியிலிருக்கும் சிறுபான்மைக் கடத்து தாங்கிகளின் எண்ணிக்கைக் குறைவாக இருப்பதால் திருப்பு மின்னோட் டமும் குறைவாகவே உள்ளது.

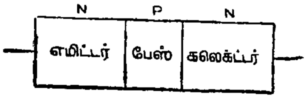
கொடுக்கப்படுகின்ற திருப்பு மின்னழுத்தம் அதிகமாகிக் கொண்டே இருக்கும்போது, மின்னோட்டத்தின் அளவு திடீரென்று அதிகரிப்பு அடையும் ஒருநிலை ஏற்படும். "சரிவு முறிவு" (Avalance breakdown) என்ற காரணத்தால் இத்தகு திடீரென்ற உயர்வு ஏற்படுகிறது. சந்திபபின் குறுக்கே சிறுபான்மை எலெக்ட்ரான்கள் செல்லும்போது, அவை தேவையான இயக்க ஆற்றலைப பெறுகின்றன. பின்பு இவை படிக அணிக்கோவையிலுள்ள வேலென்சு எலெக்ட்ரான்களைத் (valence electrons) தள்ளி, அவைகளைக் கடத்தும்பட்டைக்கு உயர்த்தி விடுகின்றன. இதுவே "சரிவு முறிவு" எனப்படுவதாகும். மோதுகைவழியே, இவ்வாறு பல வேலெண்சு எலெக்ட்ரான்களை ஒரு சிறுபான்மை எலெக்ட்ரான் விடுவிக்கின்றன இத்தகு வேலெண்சு எலெக்ட்ரான் ஒவ்வொன்றும் தேவையான ஆற்றலைப்பெற்று, அதிக எலெக்டரான்களை விடுவிக்கமுடியும் இதனால பெருமளவு மின்னோட்டம் கிடைக்கப் பெறுகின்றது. இந்த "சரிவு முறிவை" சில சமயங்களில் "ஜூனா விளைவு" (Zener effect) என்றழைக்கப்படுகிறது. கிளாரன்ஸ் ஜூனர் (Clarence Zener) என்ற அமெரிக்க இயற்பியல் விஞ்ஞானியின் ஞாபகமாக, அவரது பெயராலே இவ்விளைவு அழைக்கபபட்டு வந்தது.

இவைகளையெல்லாம் வைத்து-தொகுத்து பார்க்குமிடத்து ஜெர்மானிய டையோடுகள் முன்திசையில் சார்ந்திருக்கும் போது குறைத்தடையையும், திருப்புச் சார்பு நிலையில் இருக்கும் போது உயர் தடையையும் பெறுமெனக் கூறலாம். "முறிவு மின்னழுத்ததிற்கு" (Break-down voltage) குறைவான அழுத்தத்தில் இயக்கப்படும்போது மேற்கண்டது நிகழும். இந்த முறிவு மின்னழுததமானது 'ஜூனர் மின்னழுத்தம்' (Zener voltage) என்றழைக்கப்படும்.

இணைப்பு டிரான்சிஸ்டர்கள் -

இருவகையான இணைப்பு டிரான்சிஸ்டர்கள் உள்ளன. ஓரங்களில் இரணடு N-வகை ஜெர்மானியத்துண்டுகளையும், நடுவில் ஒரு Pவகை ஜெர்மானியததுண்டையும் கொண்ட டிரான்சிஸடரை NPN (எ-நே-எ) டிரான்சிஸ்டர் என்று வழங்குகிறோம். ஓரங்களில் இரண்டு P-வகை ஜெர்மானியத் துண்டுகளும, நடுவில் ஒரு N-வகை ஜெர்மானியமும் உள்ள இரண்டாவது வகை டிரான்சிஸ்டரை PNP (நே-எ-நே) வகை டிரான்ஸ்சிஸ்டர் என்று அழைக்கிறோம். இந்த இருவகைகளின் முக்கிய வேறுபாடு என்னவென்றால், முன்னதில் பெரும்

பான்மை கடத்திகளாக எலெக்ட்ரான்களும், பின்னதில் துளைகளும் அமைகின்றன. NPN-வகை டிரான்சிஸ்டர் பற்றி இனிப் பார்க்கலாம். PNP-வகை டிரான்சிஸ்டருக்கு இது பொருந்தும்.

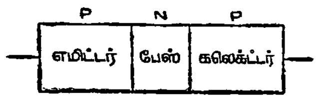


படம் *14.11*

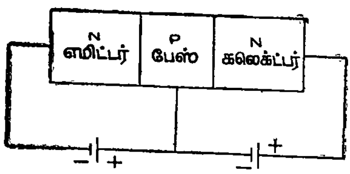
NPN-வகை டிரான்சிஸ்டரில், இடது பக்கத்து N-வகை படிகம் "எமிட்டர்" (Emitter) என்றும், நடுவில் உள்ள P-வகைப்பகுதி "பேஸ்" (Base) என்றும், மூன்றாவது பாகமான N-வகை படிகம் "கலெக்டர்" (Collector) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. இரு இரண்டு PN சந்திப்புக்களைக் கொண்டிருப்பதாகக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு சந்திப்பிலும் மின்னழுத்த அரண் இருப்பதை முன்பே பார்த்துள்ளோம்.

இதேபோன்று PNP வகை டிரான்சிஸ்டரில், இடதுபுறமுள்ள P வகைப்படிகம் "எமிட்டர்" என்றும் நடுவிலுள்ள N-வகைப்படிகம் "பேஸ்" என்றும் வலதுபுறமுள்ள P-வகைப் படிகம் "கலெக்டர்" என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

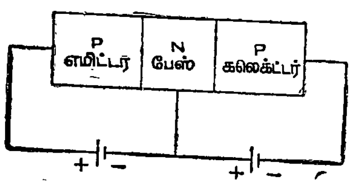
PNP, NPN என்ற இவ்விரு வகை டிரான்சிஸ்டர்கள் ஒவ்வொன்றும் இரு PN சந்திப்புக்களைக் கொண்டிருப்பதாகக் கருதலாம்.



படம் *14.12*



படம் *14.13* (அ)

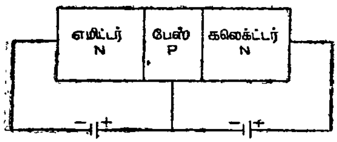


படம் *14.13* (ஆ)

டிரான்சிஸ்டர் சார்புகள் (Transistor biasing)

டிரான்சிஸ்டரைப் பெருக்கியாகப் (Amplifier) பயன் படுத்துவதற்கு, எமிட்டர்—பேஸ் இணைப்பானது முன் அல்லது குறை தடை திசையிலும், பேஸ்—கலெக்டர் இணைப்பானது பின் அல்லது உயர்தடை திசையிலும் சார்ந்திருக்க வேண்டியது அவசியமாகிறது - படத்தில் இது விளக்கப் பட்டுள்ளதைக் காணலாம்.

பாட்டரியின் நேர்முனையோடு P-வகைப்பகுதியையும், எதிர்முனையோடு N-வகைப்பகுதியையும் இணைக்கப்படும் போது, PN சந்திப்பானது முன்சார்புடையதாக (Forward biased) அமையும் என்பதை இவ்விடம் நாம் நினைவுகூர்தல் வேண்டும். N-பகுதி நேர்முனையாகும், P-பகுதி எதிர்முனை யோடும் இணைக்கப்படும்போது திருப்புச் சார்பு (reverse biasing) ஏற்படும்



படம் 14 14

பெருக்கியாக டிரான்சிஸ்டர் எப்படி இயங்குகிறது என்பதைப் பார்ப்போம். NPN-வகை டிரான்சிஸ்டரை எடுத்துக்கொண்டு இதை விளக்கலாம். இதில் எமிட்டர்-பேஸ் இணைப்பானது முன் சார்புடையதென முனபே கண்டிருக்கி ரோம். எனவே இந்த எமிட்டர்-பேஸ் இணைப்பின் குறுக்கே மின்னோட்டம் இருக்கும். NPN-வகை டிரான்சிஸ்டரில் எமிட்டரி லிருந்து பேஸுக்கு (Base) எலெக்ட்ரான்கள் செல்வதினாலும், பேஸிலிருந்து எமிட்டருக்குத் துளைகள் செல்வதின் மூலமும், மின்னோட்டம் ஏற்படக் காரணமாகிறது. பேஸ் துண்டு அதிகளவு பெரியதாக இருப்பின், N-வகை எமிட்டரிலிருந்து வருகின்ற பெரும்பான்மையான எலெக்ட்ரான்கள், P-வகை பேஸிலிருக்கும் துளைகளுடன் மீண்டும் சேர்கின்றன (Recombine). இத் துளைகளுடன் சேராத சில எலெக்ட்ரான்கள் கலெக்டர் பகுதியின நேர் மின்னழுத்தத்தினால் வேகமுடுக்கத் தைப் பெறுகின்றன. இதன் விளைவாக, பேஸ் - கலெக்டர் இணைப்பு பின்சார்புடையதாக இருப்பினும், அதன் குறுக்கே மின்னோட்டம் இருக்கிறது. ஆனால் எமிட்டர் மின்னோட்டத் துடன் ஒப்பிடப்படும்போது இந்த கலெக்டர் மின்னோட்ட மானது மிகக் குறைந்து இருக்கும்.

எனினும், இணைப்பு டிரான்சிஸ்டர்களில், பேஸ் பகுதி மிகவும் மெல்லியதாக செய்யப்பட்டிருக்கும். இதன் விளைவாக பேஸ் பகுதிக்கு வருகின்ற, ஏறக்குறைய எல்லா எலெக்ட்ரான் களும், கலெக்டரின் நேர் மின்னழுத்தத்தினுல் வேகமுடுக்கம் பெறுகின்றன. பேஸ் துண்டில் இருக்கின்ற துளைகளுடன், எலெக்ட்ரான்கள் மீண்டும் சேர்தல் ஏதாகிலும் இருப்பின், அது மிகச் சிறியதாகவே இருக்கும். இதன் விளைவாக கலெக்டர் மின்னோட்டமானது எமிட்டர் மின்னோட்டத்தில் 98% இருக்கும். துளைகளுடன் பேஸில் எலெக்ட்ரான்கள் கூட்டு சேர்வதால் 'பேஸ் மின்னோட்டம்' (Base current) ஏற்படும். இம்மின்னோட்டமானது பேஸிலிருந்து எமிட்டருக்குச் செல்லும். இது எமிட்டர் மின்னோட்டத்தில் 2% அளவாக இருக்கும். பேஸ் மின்னோட்டமானது மிகக் குறைவாக இருக்கும் காரணத்தால், எமிட்டர் தருகின்ற பெரும்பான்மையான எலெக்ட்ரான்கள் கலெக்டரை அடைகின்றன. எமிட்டரி லிருந்து வெளியிடப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, எமிட்டர்-பேஸ் மின்னழுத்தத்தின் (Emitter-base voltage) அளவைப் பொறுத்திருக்கும். எனவே எமிட்டர்-பேஸ் மின் னழுத்தத்தை மாற்றுவதன் மூலம், எமிட்டர்-கலெக்டர் மின் னோட்டத்தை மாற்றவோ அல்லது ஒழுங்குபடுத்தவோ முடியும். இது இணைப்பு டிரான்சிஸ்டர் மூலம் பெருக்குதல் செயலைச் செய்யும் வேலையில் முக்கிய இடத்தை வகிக்கிறது.

டிரான்சிஸ்டரில் மின்னழுத்தக் கூடுதலைப் (Voltage gain பெற முடிகிறது. கலெக்டர்-பேஸ் தடை அதிகமாக இருக்கும் போது, எமிட்டர்-பேஸ் தடை குறைவாக இருக்கும். இக் காரணத்தால் உயர் பளு தடையைப் (High load resistance) பயன்படுத்த வழி ஏற்படுகிறது. இதன்மூலம் மின்னழுத்தப் பெருக்கம் (Voltage amplification) கிடைக்கிறது. எமிட்டர்-பேஸ் தடையின் ஒரு மாதிரியின் மதிப்பு 100 ஓம்களுக்கு மேல் இருக்கும். இங்கு பளுதடையின் அளவு 10,000 ஓம்களாகும்.

எமிட்டர் மின்சுற்றின் மீது கலெக்டர் சுற்றின் மின்னழுத்தப் பலன் கீழ்க்கண்டவாறு கிடைக்கிறது.

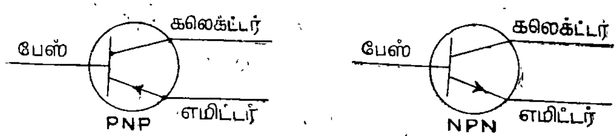
மின்னழுத்தப்பலன் = மின்னோட்டப்பலன் × தடைப் பலன் (Voltage gain = Current gain × Resistance gain) பெரும் பாலும் 98% அளவு, வெளியீடு மின்னோட்டமானது

கலெக்டரை அடைவதால், தடைப்பலன் 10,000/100 ஆகும். ஏற்பளவு, பயனளவு தடைகளின் மாதிரி மதிப்புகளிலிருந்து,

மின்னழுத்தப்பலன் $= 0{\cdot}98 \times \frac{1000}{100} = 98.$ தடைப்பலனுனது மேலும் திறன்-பலனையும் அளிக்கின்றது.

டிரான்சிஸ்டரின் தனிப்பண்புகள்: (Transistor characteristics)

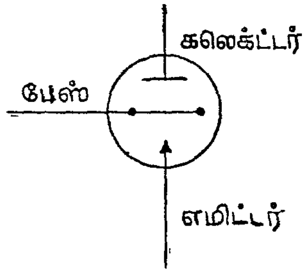
எல்லா டிரான்சிஸ்டர்களை சுற்றிலும், ஒவ்வொரு முறையும் டிரான்சிஸ்டர் வகையினைப் பற்றியும், எமிட்டர்-பேஸ்-கலெக்டர் போன்ற தனிமங்களின் பெயர்களைப் பற்றியும் குறிப்பிடுவது என்பது மிகவும் கடினமான செயலாகும். எனவே மரபுக் குறிகளை (Conventional symbol) இவைகளைக் குறிப்பதற்காகப் பயன்படுத்துகிறோம்.



படம் 14·15

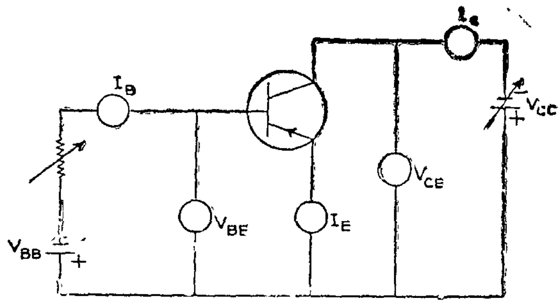
அம்புக்குறியுடன் கூடிய சாய்ந்த கோடு 'எமிட்டரையும்' மற்றொரு சாய்வான கோடு 'கலெக்டரையும்' குறிப்பிடுகின்றன. ஆனால் கலெக்டரைக் குறிக்கும் கோட்டில் அம்புக்குறி இருக்காது. படத்தில் உள்ள 'படுக்கைக் கோடு' பேஸைக் குறிக்கும். NPN வகை, PNP வகையெனப் பிரிப்பதற்கு அம்புக்குறியில் மட்டும் வேறுபாடு செய்யவேண்டும். அம்புக் குறி பேஸை நோக்கும் வண்ணம் குறிக்கப்பட்டிருந்தால் அது PNP வகையினைச் சேர்ந்ததாகும். அம்புக்குறி பேஸிலிருந்து வெளிநோக்கிய வண்ணம் குறிக்கப்பட்டால் அது NPN வகையைச் சேர்ந்ததாகக் கொள்ளப்படும். மேலும் அம்புக் குறியானது, மரபு மின்னோட்டத்தின் (Conventional current) திசையைக் காட்டும். டிரான்சிஸ்டரின் தனிமங்களின் குறியீடு

களை மற்றொரு முறையிலும் காட்டலாம். அது கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 14·16

டிரான்சிஸ்டரின் தனிப்பண்புகளை வரைவதற்கு உதவும் மின்சுற்று, கீழேயுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

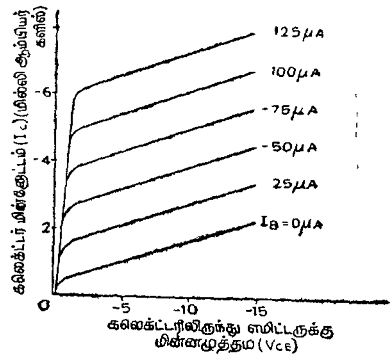


படம் 14·17

பொதுவான-எமிட்டர் வடிவில் (Common-emitter configuration) இங்கு மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது. அதாவது பேஸிற்கும் கலெக்டருக்கும் கொடுக்கப்படுகின்ற மின்னழுத்தங்கள் எமிட்டரைப் பொறுத்து (With respect to emitter) அளக்கப்படுகின்றன. முழுதாக டிரான்சிஸ்டர் இயக்கத்தைக் குறிக்க, எல்லா வடிவங்களிலும் இரண்டு செட்டு (Sets) வளைவுகள் தேவைப்படும். அளிக்கப்படுகின்ற மின்னழுத்தங்களில் செய்யப்படுகின்ற மாறுதல்களுக்கேற்ப கிடைக்கும் அளவுகளைப் (Yield data) படத்தில் காணலாம்.

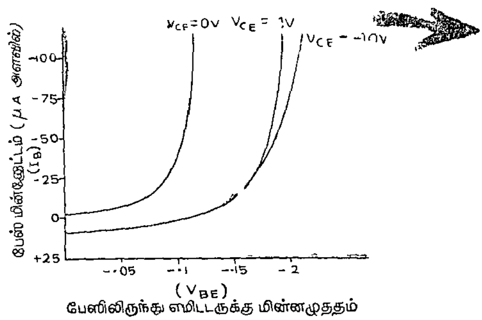
இந்த இரு வளைவுகளை, அதாவது கலெக்டர், பேஸ் ஆகியவற்றின் தனிப்பண்புகளை ஆராய்வதன் மூலம் அதனுடைய பண்புகளை நாமறிவதற்கு வகையேற்படுகிறது. சிறிதளவே

-யுள்ள I_B-யானது பெருமளவுள்ள I_C-யை அனுமதிப்பதால் மின்னோட்டப் பெருக்கம் ஏற்பட ஏதுவாகிறது. V_{CE}-யின் மதிப்பைச் சார்ந்திராமல கலெக்டரின் மின்னோட்டம் தனித்



படம் 14·18

திருக்கும். இந்த உண்மையானது, கருவி உயர் பயனளவுத் தடையைக் கொண்டிருக்குமென்ற, செய்தியினைத் தருகிறது.



படம் 14·19

இரண்டாவது செட் வளைவுகளிலிருந்து, 25μA அளவிறகு மேற்பட்ட அடிப்பக்க மின்னோட்டதிற்கு, கருவியின் இயக்க ஏற்பளவு தடையானது (Dynamic input resistance) மிகவும் குறைவானதாக இருக்குமெனத் தெரிகிறது மேலும் V_{CE} பொருத்துத்தான் இங்கு பண்புகள் அமையும்.

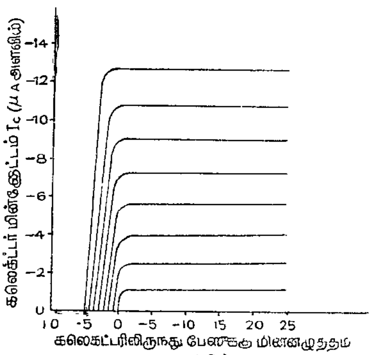
மேறகூறிய சுற்றின் எல்லா மின்னோட்டங்கள், மின்னழுத்தங்கள் ஆகியவற்றின மதிப்புகளைக் கொண்டு, பொதுவான எமிட்டர் (Common emitter) வளைவுகள் மட்டுமல்லாமல், பொது-பேஸ், பொது-கலெக்டர் தனிப்பண்புகளையும் பெற

முடியும். பொது-கலெக்டர் வளைவுகள் பொது-எமிட்டர் வளைவுகளைப் போன்றே இருக்கும். ஏனெனில் இவைகளின் பயனளவு அளவுகள் பெரும்பாலும்-ஏறக்குறைய ஒன்றே யாகும். அதாவது,

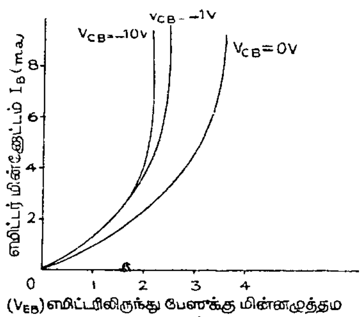
$$V_{EC} = -V_{CE}, \text{ மேலும் } I_E \approx I_C$$

[ஏதாவது இரு பாகங்களுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத் தததை அப்பாகஙகளின் முதல எழுததுக்களைக் கொண்டு குறிப்பிடுவது வழக்கம். அதேபோல் மினனோட்ட அளவினை யும் குறிப்பிடுவது வழக்கம்]

பொது-பேஸ் வளைவுகள் கீழே காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.



(அ)



(ஆ)

படம் 14·20

இங்கு கலெக்டர் வளைவுகள் மிகவும் தட்டையாக இருப்ப தைக் காணலாம். இது அதிகப் பயனளவு தடை உள்ளதைக் குறிக்கிறது. மாருத ஏற்பளவு மின்னோட்டத்தின் வளைவு

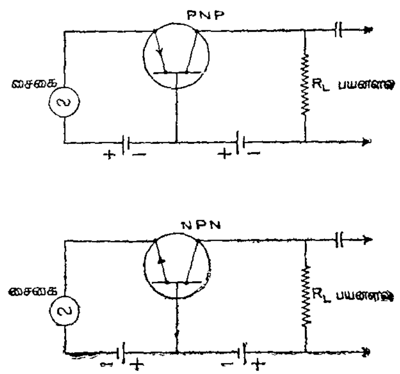
களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி ஒரே சீராக அமைந்துள்ளது.

டிரான்சிஸ்டர் பயன்படும விதங்கள்

டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிகள் (Transistor Amplifiers)

குழாய்களைப் போலவே டிரான்சிஸ்டர்களும் மூன்று பல்வேறுபட்ட வடிவங்களில் அமைக்கபபடுகின்றன. பொதுவான-அடிபக்கம, அல்லது நில-பேஸ் என்றும், பொதுவான - எமிட்டர் என்றும், பொதுவான - கலெக்டர் அல்லது நில-கலெக்டர் என்றும் மூனறு வகையாக அவை அமைக்கபபடுகின்றன. இம்மூனறு வடிவங்களின் தனித்தனியான டிரான்சிஸடரின் பெருக்கு தனிபபண்புகளை இனி பார்ப்போம்.

1 பொதுவான-பேஸ் பெருக்கி (Common-base amplifier)



படம் 14 21

டிரான்சிஸ்டரின் பெருக்கச் செயல் முன்பே நாம் பார்த்திருக்கிறோம். இந்த பொதுவான-பேஸ் பெருக்கிச் சுற்றின் பகுப்பாய்வினால் (Analysis) கீழ்க்கண்டவை தெரிய வருகின்றது.

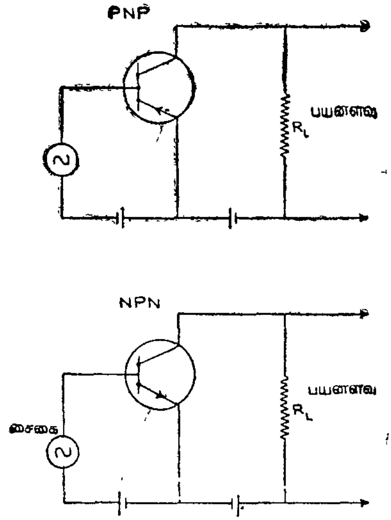
(அ) பொதுவான-பேஸ் அமைப்பு அலகு மின்னோட்டப் பலனைவிடக் குறைவான பலனைக் (Less than unity current gain) கொடுக்கும்.

(ஆ) குறைவான ஏற்பளவு மின் எதிர்ப்பினை இது தரும். (Impedence)

(இ) உயர் பயனளவு மின் எதிர்ப்பினைத் தரும்.

(ஈ) பெருக்கப்பட்ட சைகையில் கட்டத்திருப்பு (Phase reversal) இருக்காது.

(2) பொதுவான-எமிட்டர் பெருக்கி



படம் 14·22

இப் பெருக்கியின் பகுப்பாய்வானது கீழ்க்கண்ட உண்மைகளைத் தெளிவாக்குகின்றது.

(அ) மின்னோட்டப் பலன் மிக அதிகமாக இருக்கும்.

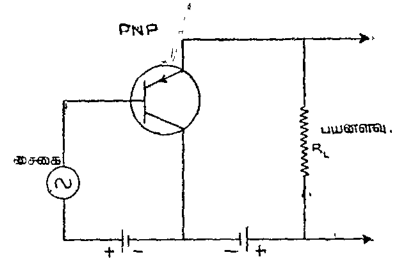
(ஆ) ஏற்பளவு மின் எதிர்ப்பு குறைவாகவே இருக்கும்.

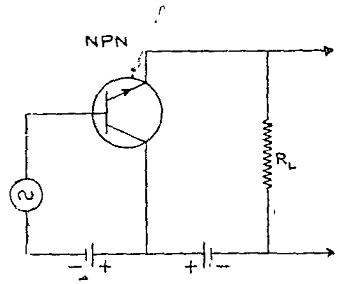
(இ) பயனளவு மின் எதிர்ப்பு மிதமாக (Moderate) இருக்கும்.

(ஈ) ஏற்பளவிலிருந்து பயனளவிற்குப் போகும்போது சைகை (Signal) கட்டத்திருப்பிற்கு (Reversal in phase) உள்ளாகும்.

செய்முறை டிரான்சிஸ்டர் சுற்றுகளில், இந்த பொது எமிட்டர் இணைப்பு பரந்தளவில் பயன்படுகிறது.

(3) பொதுவான-கலெக்டர் பெருக்கி.





படம் 14 23

இதில் (அ) ஏற்பளவு மின்எதிர்ப்பு மிக உயர்வாக இருக்கும். (ஆ) பயனளவு மின் எதிர்ப்பு குறைவாக இருக்கும். (இ) திருப்புக்கட்டம் ஏதுமிருக்காது.

இது, ஒரு மின் எதிர்ப்பு மாற்றும் கருவியாக (Impedence transforming device) சிறந்தமுறையில் வேலைசெய்கிறது. திறன் பெருக்குதல் தருவதுடன் இத்தகைய மின்னெதிர்ப்பு மாற்றத்தையும் இது தருகிறது என்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

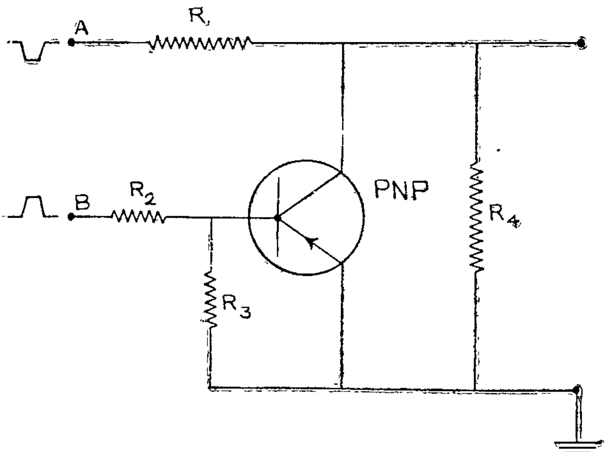
டிரான்சிஸ்டர் - தொழில் துறையில் (Industrial applications of transistors)

டிரான்சிஸ்டர்கள், உயர், குறை அதிர்வெண் பெருக்கிகளாகவும், கலவையாகவும் (Mixtures), மாற்றியாகவும் (Converters) டிடக்டராகவும், பிரிப்பியாகவும் (Separators) துடிப்புப் பெருக்கியாகவும், (Pulse amplifiers) கட்டபாகுபடுத்தியாகவும், (Phase discriminators) இரம்பப்பல் இயற்றிகளாகவும் (Saw - tooth generators) பயன்படுகின்றன. இவைகள், ரேடியோ, தொலைக்காட்சி வாங்கி சுற்றுகளில் பரந்தளவில் பயன்படுகின்றன. ரேடியோ, தொலைககாடசிகளைத

தவிர, பொதுவான எலெக்ட்ரானியத்தில் டிரான்சிஸ்டர் இன்னும் பல்வேறு விதங்களில் பயன்படுகின்றது. அவற்றில் சிலவற்றை சுருக்கமாகக் காண்போம்.

(1) சுவிட்ச்சு சுற்றுக்களில் டிரான்சிஸ்டர்கள் (Transistors in switching circuits)

மிகவேகமாக - அதாவது 10^{-9} விநாடி நேர அளவில் மிக வேகமாக இயங்குகின்ற சுவிட்ச்சுகள பல இடங்களில் தேவைபபடுகின்றன. உயர்வேக எண்ணிக்கைக் கருவிகள், கம்ப்யூட்டர்கள் சுற்றில இத்தகு கணப்பொழுது இயக்கம் வேணடியிருக்கும். தொடர்ந்து சீராக நடைபெற வேண்டிய சில விளைவுகளைத் துவக்கத தேவையான, தூண்டுதலைக் கொடுக்கும துடிப்புகள் வந்தடைந்தவுடனேயோ அல்லது அடுத்தத துடிப்புகள் வந்தடையும் இடைவெளிக்குள்ளேயோ மிகவிரைவில் செயல்கள் நடைபெறவேண்டிய மின்சுற்றுக் களில் இத்தகைய சுவிட்ச்சுகள் தேவைப்படும். இணைப்பு டிரான்சிஸ்டர்களைக் கொண்டு சில மில்லி மைக்ரோ விநாடி களில் இயங்குகின்ற சுவிடச்சு சுற்றுக்களைப் பெறமுடியும். மேலும் இவ்வகைச் சுற்றுக்களில் தடைகள், மின்தேக்கிகள் போன்றவை இருக்கும் துணைச்சுற்றுகள் (Additional circuits) வெகுவாகக குறைக்கப்படுகின்றன.



படம் 14·24

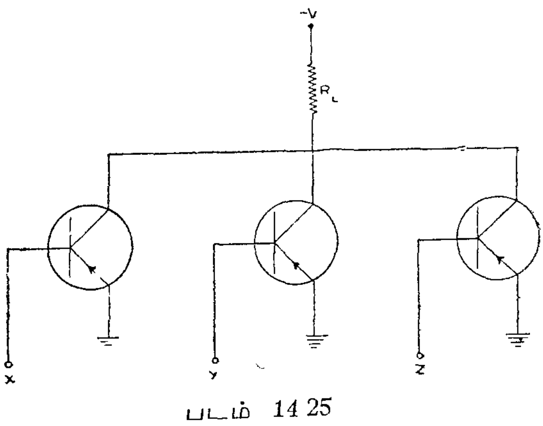
(2) "வாயிற் சுற்றுக்ள்" (Gating circuits)

காலச் சைகைளினல் (Timing signal) திறக்கப்படுதல் அல்லது மூடப்படுதல் செயலை செய்கின்ற் சுற்றுகள் "வாயிற்

சுற்றுகள்" என்றழைக்கப்படுகின்றன இத்தகு சுற்றுனது அதிர்வெண்ணை அளப்பதற்கும், எண்ணிக்கைக் கருவியாகவும் பயன்படும். வாயிற்சுற்றுகளுக்கு டிரான்சிஸ்டர்கள் கட்டாய மாகப் பயன்படுகின்றன. வாயிற்சுற்றுகளில் இருவகை உண்டு. "AND வாயில்கள்" என்னும் 'OR வாயில்கள்" என்றும் இரு வகையாக அவை அமைகின்றன. AND வாயில படமானது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

படத்தில் காட்டிய டிரான்ஸிஸ்டர் வகைக்கு, A என்ற புள்ளியில், எதிர்மறை துடிப்பினையும், Bக்கு நேர்த்துடிப பினையும் கொடுத்தால, எமிட்டர் - பேஸ் இணைப்பானது, திருப்புச் சார்பினை அடைந்து (Reverse biased) அதன விளை வாக டிரான்சிஸ்டர் நிறுத்தப்படுகின்றது (Switched off). தேவையான செயலை அடைவதற்கு, A, B என்ற இரு புள்ளி களிலும், துடிப்புகள், தேவைப்படுகின்ற காரணத்தால, இந்த சுற்று "AND வாயில்" என்றழைக்கப்படுசின்றது நேர் சைகையை (+ve signal) Aக்கும் எதிர் சைகையை Bக்கும் கொடுப்பதன் மூலம் டிரான்சிஸ்டர் இயக்கப்படுகிறது. (Switched on).

"OR வாயில்" படத்தில் காட்டியபடி அமையும்.

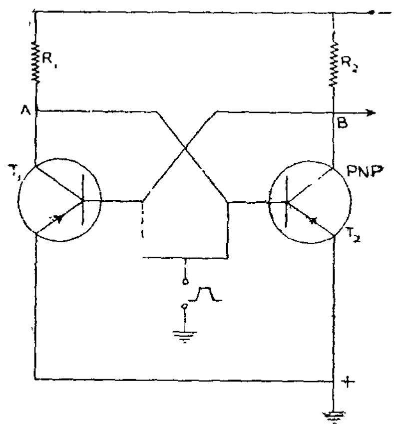


படம் 14 25

எமிட்டர்-பேஸ் சந்திப்பில், முன்சார்பு மின்னழுத்தம் இல்லாதக் காரணத்தால், இந்த அமைப்பில் உள்ள மூன்று டிரான்சிஸ்டர்களும், வெட்டப்பட்ட (Cut off) நிலையில் இருக்கும், X, Y, Z என்ற எந்த ஓர் அடிப்பக்கத்திறகாவது எதிர் துடிப்பு ஒன்று கொடுக்கப்படும்போது, டிரான்சிஸ்டர் அதனுடைய எமிட்டர் - பேஸ இணைப்பில் முன சார்பினைப்

பெறும். எனவே செயலுறுவதற்கு அது இயக்கப்படுகிறது. இத்துடிப்பு நேரமானது முடிந்தவுடன், டிரான் சிஸ்டர் மீண்டும் கடத்தாநிலையான 1 அல்லது 2 அல்லது 3-இன் அடிப்பகுதியில், எதிர்மறைத்துடிப்பு ஒன்று, பயனளவுத் துடிப்பினை உருவாக்குகின்ற காரணத்தால், இந்த அமைப்பானது "OR சுற்று" என்றழைக்கப்படுகிறது AND - OR சுற்றுகளை வேண்டிமாறு இணைதது, அவற்றின் உதவிக்கொண்டு தர்க்கரீதி சுற்றின் (Logic circuit) எந்தவிதமான தேவையையும் சரிக்கட்டிவிடலாம்.

(3) எழு - விழு சுற்று (Flip -Flop circuit)



படம் 14·26

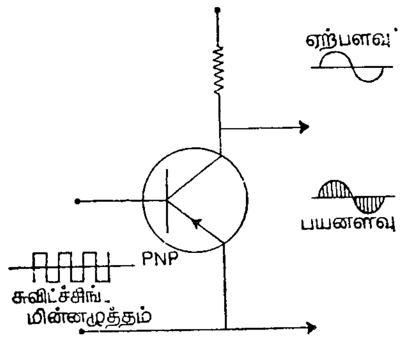
இச்சுற்றின் இயக்கத்தைப் புரிந்து கொள்ளுவதற்கு வகையாக, இதில் T_1 கடத்துகின்றபோது T_2 ஆனது இயங்காதிருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். T_1 கடத்துகின்றபோது, அதனுடைய முன்தடை குறைவாக இருக்கும். இக்காரணத்தால் 'ON' டிரான்சிஸ்டர் T_1ச்கு, Aயில் கலெக்டர் மின்னழுத்தம் மிகக்குறைவாக இருக்கும் A-யில் கொடுக்கப்படும் குறைந்த மின்னழுத்தமானது T_2-வின் பேஸிற்குக் கொடுக்கப்படுவதால் T_2 செயலற்று இருக்கும் இப்போது இயக்குகின்ற நேர்துடிப்பினை T_1, T_2 ஆகிய இரண்டின் பேஸ்களுக்கும் கொடுப்பதாகக் கொள்வோம். அப்போது இந்த நேர்த்துடிப்பானது T_1ஐ நிறுத்திவிடுகிறது. Aயில் மின்னழுத்தம், உடனடியாக அதிகமாகிறது. உடனே இது T_2வின் பேஸின் சார்பினை முன்திசையில் இருக்கும்படி அமைக்கிறது. எனவே T_2ஆனது

கடத்தலைத் தொடங்குகிறது. அதாவது T_1 நிறுத்தப்பட்டு T_2 கடத்துகினறபடி, இப்போது நிலையானது தலைகீழாக இருக்கிறது. மீண்டும் பழையநிலைக்கு, அதாவது T_1 கடத்தும் படியும் T_2 இயங்காதபடி இருக்கும் நிலையை அமைக்க மற்றொரு துடிப்பு வேண்டப்படும். எனவே சுருங்கககூறின், இச்சுற்றானது இருநிலையான அமைப்புகளை அதாவது T_1 செயலாற்றும் போது T_2 செயலற்றும், T_2 செயலாற்றும்போது T_1 செயலற்றும் இருக்கின்ற இருநிலையான அமைப்புகளைக் கொண்டிருக்கிறது. எனவே இச்சுற்றின் அமைப்பினை "இருநிலை பல்லியல் அதிர்வி" (Bistable multivibrator) என்றழைக்கப்படுகிறது. இது எண்ணிக்கைக் கருவிகளின் சுற்றுகளில் பரந்தளவில் பயன்படுகின்றது. இயக்குகின்ற துடிப்புகளினால் தரப்படுகின்ற காலவேகத்தில், ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு 'எழுகின்ற' தன்மையினால், இச்சுற்று "எழு-விழு சுற்று" என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

இதைத்தவிர ஒரு பல்லியல் அதிர்வியானது ஏற்பளவு சைகை (Input signal) இல்லாமலே பயனளவுச் சைகையினைத் தரும். அதாவது ஒரு தனி ஸ்திரமான நிலையைப் பெற்றிருக்கும் ஒற்றை நிலையைத்தரும் (Mono stable).

டிரான்சிஸ்டர் வெட்டிகள் - (Transistor Choppers)

இவைகள், மிகக்குறைவான அதிர்வெண் அல்லது DC சைகைகளில் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன.



படம் 14·27

இங்கு செலுத்தப்படுகின்ற சைகையானது ஒரு DC மின்னழுத்தமாக இருப்பின், பயனளவானது தொடர் சதுர அலைகளாக (Series of square waves) அமையும். இவ்வலைகளின் வீச்சானது (Amplitude) கொடுக்கப்படும் DC மின்னழுத்தத்தின் வீச்சுக்குச் சமமாக இருக்கும். கொடுக்கப்படும் சைகை,

குறை அதிர்வெண் AC மின்னழுத்தமாக இருப்பின், பயனளவு தொடர் சதுரங்களாக அமையும். ஆனால் இவற்றின் வீச்சுக்கள், சைன் அலையைப் போன்று மாறுபடும் வகையில், அமையும்.

DC-யிலிருந்து DC-க்கு மாற்றிகள் (DC to DC convertors)

பல்வேறு கருவிகளில், சுவிட்ச்சுத் தனிமமாக டிரான் சிஸ்டர் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அவற்றில் நயமான ஒன்று, DCயிலிருந்து DCக்கு மாற்றும் கருவியாகும். இதில் குறை வான மின்னழுத்த நேர்மின்னோட்டமானது, பல ஆயிரம் சைக்கிள்கள் (Cycles) கொண்ட அதிர்வெண்ணைப் பெற்றிருக் கும். மாறுதிசை மினனோட்டமாக மாற்றப்படுகிறது. மாறு திசை மின்னோட்டமானது உயரவேற்றப்பட்டு (Stepped up) பின்பு திருத்தப்படடு (Rectified) உயர் DC மின்னழுத்த முடையதாக மாற்றப்படுகினறது. இத்தகு கருவிகள் உயர் பயனுறுதிறன் கொண்டவைகளாக இருக்கும்.

திறன் அளிப்பானில் டிரானசிஸ்டர்கள (Transistors in power supplies)

திறன் அளிப்பானின், பயனளவு மின்னோட்டத்தையோ அல்லது மின்னழுத்தத்தையோ ஒழுங்குபடுததும் செயலில் குழாய்கள் போலவே டிரான்சிஸ்டர்களும் பொதுவாகப் பரந்தளவில் பயன்படுகின்றன. பல்வேறு சுற்று அமைப்பு களில் இவை செயல்படும்.

சுழி டிடக்டர்கள் (Null detectors)

சோதனைச்சாலைகளிலும், தயாரிப்பு நிலையங்களிலும் கடை களிலும் இத்தகு கருவிகள் மிகவும் பயனுள்ளவையாக அமைகின்றன. இரு அடுத்துள்ள உச்சிபபுள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள குறைவான அல்லது சுழிப்புளளியைக் கண்டு பிடிபபதே இதன் தலையாய வேலைகளில் ஒன்றாகும். ஒத்ததிர்வு முறையில் வரிசைப்படுத்தும்போது அடிக்கடி நாம் இதனைப் பார்க்கலாம்.

டிரான்சிஸ்டர்-எண்ணிக்கைக் கருவிகள் (Transistorized counters)

தொழில் துறையில், இக்கருவிகள் பரந்த அளவில் பயன் படுகின்றன. பல பொருட்களை எண்ணுவதற்கும், ஒரு குறிபபிட்ட எண்ணிக்கையை அடைந்தவுடன் இயக்கத்தை நிறுத்துவதற்கும், தொடர்ந்து வந்து கொண்டிருக்கும் வழியில் அவைகளின் எண்ணிக்கையை அறிவதற்கும் போன்ற வகை

களில் இவைகள் பயன்படுகின்றன. டிரான்சிஸ்டர்களால் முழுதும் அமைமயப்பெற்ற இக்கருவிகள விநாடிக்கு 5000 துடிப்புகள் வீதம் எண்ணுகின்ற திறமைப் பெற்றிருக்கின்றன.

ரேடியோ, தொலைக்காட்சி போனற துறைகளைத் தவிர வேறுபல முன்னணித்துறைகளிலும் டிரான்சிஸ்டர்கள் பயன் படுததப்படுவதை மேறகணட எடுத்துக்காட்டுகளால அறியப முடிகிறது. அதன் பயன்கள் மிகவும் பரந்த எல்லையில் இருக்கின்றன. சில வகைகளை மட்டும் இங்கு நாம் பார்ததோம். இங்கு டிரான்சிஸ்டர் இயக்கததைப்பற்றிய அடிப்படை உண்மையையும், அது பயன்படும் சுற்றுகளையும் பற்றி இது வரை ஓரளவு நாம் கண்டறிந்தோம். இவைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு மேலும் பலவழிகளில் டிரான்சிஸ்டர்களை பயன் படுததப்படுவதை எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம்.

15. தொலைக்காட்சி

(TELEVISION)

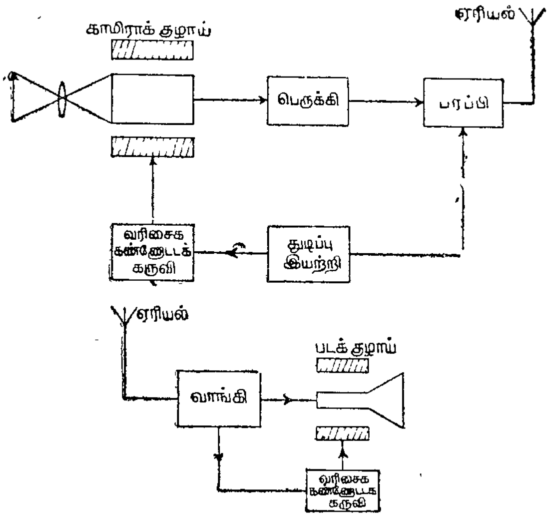
இன்றைய வாழ்வில தொலைக்காட்சி முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. அறிவியல் துறைகளிலும், பொறியியல் துறையிலும், தேசீயப் பொருளாதாரத் துறையிலும் இது காட்சிப் பதிவுகள், கட்டுப்பாடு, செய்திப் போக்குவரத்து போன்றவற்றிற்கு வழிவகையாக அமைகிறது. பொதுமக்கட்குக் கல்வி, பொழுதுபோக்கு ஆகியவகைகளில் அதிகமாக இது பயன்படுகிறது.

இயற்கையாக நம் கண்கள் எப்படி ஒரு பொருளைப் பார்தது மனதில் பதியவைக்கின்றனவோ, அதே போன்று செயற்கையாக இதே விளைவுகளைத் தொலைக்காட்சியில் நாம் காணலாம். கூம்புகள், கோல்கள் போன்ற அமைப்புகளை (Cones and rods) பல எண்ணிக்கையில் கொண்ட விழித்திரையில் (Retina) காணப்படுகின்ற பொருளின் பிம்பம் படுகின்றது. இக்கூம்புகளும், கம்பிகளும் நரம்புத் தனிமங்களாகும். மேலும் இவை ஒளிக்கு உயர்நுட்ப உணர்வுடையதாக இருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட கூம்பு அல்லது கம்பியின் மீது படியும் பிம்பத்தின் ஒளி விளக்கச் செறிவுக்கு (Intensity of illumination) ஏற்ப ஒளி வேதியியக் கிரியை கூம்பில் அல்லது கோலில் தூண்டபபடுகின்றது இஃது ஒளிநரம்பு இழைகளுக்குத் தூண்டுதலைத் தந்து பின்பு அது மூளைக்கு அனுப்பப் பட வழி ஏறபடுகிறது. இதன் விளைவாகததான் கண் பொருள்களைப் பார்க்க முடிகிறது.

எனினும் இத்தகு ஒளி வேதியியக் கிரிபைகள் உடனடியாக ஏற்படாது. ஒளிபபாயமானது தோன்றுவதற்கும் மறைவதறகும் ஏற்ப ஒளி உணர்வின் தோற்றமும், மறைவும் தாமதிக்கினறன. இக்குணத்திற்கு "பார்வை நீடிப்பு"

(Persistence of vision) என்று பெயர் வழங்கப்படுகிறது. தூண்டு காரணங்கள் நின்றுவிட்ட பிறகுகூட கண்ணானது பார்வை உணர்வு நுட்பத்தைத் தோராயமாக $\frac{1}{8}$ லிருந்து $\frac{1}{16}$ வினாடிவரை நீடித்து வைக்கும், கண்ணின் இத்தன்மை தொலைக் காட்சியில் பின்பற்றப்படுகின்றது.

ஒரு படம் என்பது மாறுபடுகின்ற நிறத்தினையுடைய பல் வேறு புள்ளிகளைக் (Dots) கொண்ட அமைப்பெனக் கொள்ள லாம். செய்தித்தாளின் படத்தை ஊன்றிக் கவனித்தால் இத்தகைய புள்ளிகளைக் கொண்டிருத்தலைக் காணலாம். இத்தகு தனித்தனியான புள்ளிகள் யாவும் ஓர் ஒழுங்கான முறையில் படத்தின் மீது பரவியிருக்கும். தொலைக்காட்சியில், உண்மையில், ஒவ்வொரு படமும் தனித்தனிப் புள்ளிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இதற்குப் பல எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட சிறு சிறு ஒளிமின்கலங்களைக் கொண்டிருக்கும் ஒரு தளத்தின் மீது பிம்பம் படும்படி செய்யப்படுகிறது. இத்தளத்தின் மீது படுகின்ற பிம்பப் பகுதியின் ஒளிவிளக்கத்திற்கு ஏற்ப ஒரு பயனளவு மின்னழுத்தம், இத்தகு ஒளிமின்கலங்களில தோன்றும். அதாவது பிம்பத்தின் ஒவ்வொரு புள்ளியின் ஒளி



படம் 15·1(அ) (ஆ)

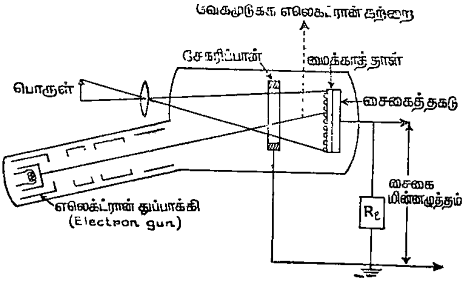
விளக்கத்திற்கு ஏற்ற மின்சைகைகள் (Electrical Signals) இத்தகு ஒளிமின்கலன்களின பயனளவில் (Output) கிடைக்கும். இச்சைகைகள் ஒவ்வொன்றும் படத்தின் தனிம

மாகக் கருதப்படுகிறது. இந்த படத்தனிமங்கள் (Picture element) பின்பு கேள் அலைகளைப் போலவே, (Audio waves) தொடர்ந்து உயர் வேகத்தில் பரப்பப்படுகின்றன. தொலைக் காட்சி வாங்கியில், இந்தப் படத் தனிமங்கள், ஒவ்வொன்றாக அதே வரிசையில் (Sequence) மீண்டும் பெறப்படுகின்றன. அடுத்து பார்வை நீடிப்புக் காரணமாக படம் தொடர்ந்து இருக்கும்படியான அமைப்பு உருவாக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் இடைவிடாது. ஒரு கட்டுப்பாடான முறையான வரிசையில் எல்லாப் படத்தனிமங்களும் அனுப்பப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு "படத்தை வரிக் கண்ணோட்டம் இடுதல்" (Picture scanning) என்று பெயர்.

தொலைக்காட்சி செயல்படும் முறை ஒரு கட்டப்படத்தின் மூலம் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

தொலைக்காட்சிப் பரப்பியின் (T.V. Transmitter) முதல் அங்கமானது ஒரு கேமராக் குழாயாகும். இதில் ஒளிப்பிம்பமானது மின்சைகைகளாக மாற்றப்படுகின்றது. செய்முறைக்கு முதன் முதலில் பயன்படுத்தப்பட்ட கேமராக் குழாய் "ஐகனஸ்கோப்" (Iconoscope) ஆகும்.

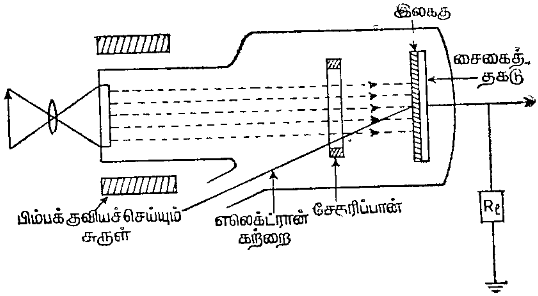
ஐகனஸ்கோப் :



படம் 15·2

படத்தில் காட்டியுள்ளபடி, உருவ அமைப்புக்கொண்ட ஒரு கண்ணாடிக் குமிழில் இருக்கின்ற எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து (Electron gun) எலெக்ட்ரான் கற்றையைப் பெறலாம். இந்த வேகமுடுக்கத்தைப் பெற்ற எலெக்ட்ரான் கற்றையானது ஒளி நுட்பமுடைய ஒரு மொசாயிக் (Mosaic) பொருளின்மீது படும், இப்பொருள் 5-லிருந்து 10 மில்லியன் வரையுள்ள

சீசியத்தினால் (Cesium) ஆன வெள்ளி நுண்கோளங்களைப் (Silver globules) பெற்றிருக்கும். இதன் மறுபக்கம் உலோகப் பூச்சுக் கொண்டதாக இருக்கும். இதைச் சைகைத்தகடு (Signal plate) என்றழைக்கின்றோம். மொசாயிக்கிற்கும் சைகைத் தட்டிற்கும் இடையே மைக்காத் தடுப்பு ஒன்று இருக்கும். மொசாயிக்கிற்கு முன்புறம் நேர்முனை கொண்ட கலெக்டர் (Collector) ஒன்றும் இருக்கும். இந்த கலெக்டர் மொசாயிக்கைப் பொறுத்தமட்டில் நேர்முனைக் கொண்டதாக இருக்கும்.



படம் 15·3

மொசாயிக்கின் மீது பிம்பம் விழுவதற்கு முன்னால் மொசாயிக்கை "வரிக் கண்ணோட்டமிடும்" எலெக்ட்ரான் கற்றை, வெள்ளிக் கோளங்களிலிருந்து பினவரு எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்கின்றது. இதன் விளைவாக கோளங்களானது + 3 வோல்ட் அளவுள்ள நேர் மின்னூட்டத்தைப் பெற்று விடுகின்றன. வெளியிடப்படுகின்ற பினவரு எலெக்ட்ரான்கள் சேகரிப்பானால் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

இப்போது ஒரு பொருளின் பிம்பம் மொசாயிக்கின் மீது விழுவதாகக் கொள்வோம். இங்கு பயன்படும் மொசாயிக்கின் தனித்தன்மை என்னவெனில், அது இரண்டு வகையான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. ஒன்று, வரிக்கண்ணோட்டமிடும் எலெக்ட்ரான் கற்றையால் தாக்கப்பட்டவுடன் பின்வரு எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுகிறது. இரண்டு, தன்மீது விழும் ஒளி விளக்கச் செறிவினை ஒட்டி ஒளி எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுகிறது. பிம்பம் மொசாயிக்கின்மீது விழுந்தவுடன், அதிக ஒளி விளக்கம் பெறுகின்ற பகுதி அதிக ஒளி எலெக்ட்ரான்களை வெளியிட்டு, அதன் விளைவாக அதிக நேர்மின்னோட்டத்தை அடைகிறது. அதேபோல் குறைவான ஒளிவிளக்கம் பெறுகின்ற பகுதி குறைந்த நேர்மின்னோட்டத்தை அடைகிறது.

இத்தகைய மின்னேட்ட அமைப்பு முறை கொண்ட மொசாயிக்கு வரிக்கண்ணேட்டமிடப்படுகிறது. இந்த வரிக் கண்ணேட்டத்தின் விளைவாக பின்வரு எலெக்ட்ரான்கள் வெளி யிடப்படுகின்றன. இந்த பின்வரு எலெக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி மொசாயிக்கின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் நேர்மின்னேட் டத்தைப் பொறுத்தது. அதிக நேர்மின்னேட்டமுள்ள பகுதி குறைவான பின்வரு எலெக்ட்ரான்களையும், குறைவான நேர் மின்னேட்டமுள்ள பகுதி அதிகமான பின்வரு எலெக்ட்ரான் களையும், குறைவான நேர்மின்னேட்டமுள்ள பகுதி அதிகமான பின்வரு எலெக்ட்ரான்களையும் வெளியிடும். இந்தப் பின்வரு எலெக்ட்ரான்கள் சேகரிப்பானுல் சேகரிக்கப்பட்டு, அதனுடன் இணைக்கப்பெற்ற ஒரு பளுத்தடையின் குறுக்கே ஒரு மின் னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது.

மொசாயிக்கின் மேல்விழும் ஒரு பிம்பத்தின் ஒளிமிக்க பகுதி ஒன்று. அதிக நேர்மினனேட்டத்தை மொசாயிக்கில்உண்டாக்கி, அதன் விளைவாக வரிக்கண்ணேட்டத்தின்போது குறைவான பின்வரு எலெக்ட்ரான்களையே அளிக்கிறது. இக்குறைந்த பின்வரு எலெக்ட்ரான்கள் பளுத்தடையின் குறுக்கே குறைந்த மின்னழுத்தத்தை அளிக்கின்றன. சுருக்கமாக பளுத் தடையின் குறுக்கே கிடைக்கும் மிகக் குறைந்த. சைகை மின் னழுத்தம், மொசாயிக்கின்மீது விழும் பிம்பத்தின் ஒளிமிக்க பகுதியைக் குறிக்கும். இதேபோல் ஒளிக்குறைந்த பகுதி அதிக மான மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது எனவே பளுத் தடையின் குறுக்கே தோன்றும் இந்த சைகை மின்னழுத்தம் 'திருப்பு மின்னழுத்தம்' (Reverse voltage) அல்லது 'எதிர் மறை மின்னழுத்தம்' (Negative voltage) எனப்படலாம்

இந்த ஐகனுஸ் கோப் வளர்ச்சியின் மற்றெரு உரு 'பிம்ப ஐகனுஸ் கோப்' (Image iconoscope) ஆகும். இது பிம்ப மாற்றி ஒன்றுடன் கூடிய ஐகனுஸ்கோப் ஆகும் இதில் பிம்பமானது ஓர் ஒளி எதிர்மின்வாயின்மீது விழும்படி செய்யப் படுகிறது. ஒளி எதிர்மின்வாயின் அடுத்த பக்கத்திலிருக்கும் பல்வேறு பகுதிகளின் மீது படும் ஒளிவிளக்கத்தின் அளவைப் பொறுத்து ஒளி எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. சீரான மின்புலனுல் இந்த எலெக்ட்ரான்கள் வேகமுடுக்கம் பெற்று, மிகப் பெரிய இயக்க ஆற்றலுடன் இலக்கினைத் (Target) தாக்குகின்றன. இலக்கிலிருந்து இவைகள் பின்வரு எலெக்ட்ரான்களைத் தள்ளுகின்றன. மற்றபடி அடுத்த இயக்கு முறைகள் யாவும் ஐகனுஸ்கோப்பில் உள்ளது போன்றே இருக்கும்.

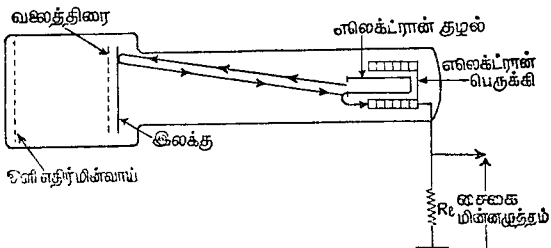
ஐகனஸ் கோப்புடன் ஒப்பிடும்போது இந்த பிம்ப ஐகனஸ் கோப்பானது மிகவும் நுட்ப உணர்வுடையதாக அமைகிறது. இயற்கையான ஒளிவிளக்கங்களைக் கொண்டே மிகத் தொலை விற்குப் பிம்பங்களை அனுப்பலாம். இதன் குறைகளாகக் கீழ் வருவனவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

1. இதன் உருவ அமைப்பு மிகப் பெரியது.
2. இதில் குறிப்பிட்ட உருக்குலைவு (Specific distortion) அதிகமாக உள்ளது.

நிலைய பரப்பிகளுக்குத் (Studio transmissions) தற்போது இந்த பிம்ப ஐகனஸ்கோப்புகள் பரந்த அளவில் பயன் படுத்தப் படுகின்றன.

பிம்ப ஆர்திக்கான் (Image orthicon)

மிகவும் நுட்ப உணர்வுக் கேமராக் குழாய், இந்த பிம்ப ஆர்திக்கான் ஆகும். இதில் ஒளிபுகுகின்ற தன்மையுடைய ஒளி எதிர்மின்வாயின்மீது பிம்பம் விழும்படி செய்யப்படு கின்றது. இதன் மறுபக்கத்திலிருந்து ஒளி எலெக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. இவைகள் வேகமுடுக்க மின்வாயினுல் ஒளி எதிர்மின்வாய்க்குச் சற்றுப் பின்புறம் வேகவளர்ச்சியைப் பெறுகின்றன. எதிர்மின்வாயைப் பொறுத்து நேர்முனையைப் பெற்றுள்ள வலைத்திரை (Mesh screen) ஒன்று இருக்கும். ஒரு



படம் 15·4

மில்லி மீட்டர் நீளத்திற்கு 30 திறப்புக்களைப் (கண்களை) (Openings) பெற்றிருக்கும் இந்த வலைத்திரையின் ஊடே வேக முடுக்கம் பெற்ற எலெக்ட்ரான்கள் செல்லும். இந்த வலையி லிருந்து ஒருசில பத்து மைக்ரான்களின் அளவில் (Tens of microns) உள்ள இடைவெளியில் ஓர் இலக்கு அமைக்கப்பட் டிருக்கும்.

இலக்கிலிருந்து சற்று தூரத்தில் ஓர் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி (Electron gun) இருக்கும். இந்த இலக்குக் கண்ணுடியை வேகமுடுக்க ஒளி எலெக்ட்ரான்கள் சென்று மோதும் இவை அங்கிருந்து பின்வரு எலக்ட்ரான்களை வெளிக்கிளப்பும். இதனுல் இலக்கின் அடுத்தபக்கம் மின்னூட்டம் பெற்ற அமைப்பு முறை உண்டாக்கப்படுகின்றது. இது ஒளி பிம்பத்தின் நேர்மின்படியாக (Electrical replica of the optical image) இருக்கும். அதிகமாக ஒளிவிளக்கம் பெற்ற பகுதிகளுக்கு அதிக நேர்மின்னழுத்தம் இருக்கும்படி அமையும். எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் எலெக்ட்ரான் கற்றையானது வலுவான வேகத்தளர்ச்சிப்புலனைச் (Retarding field) சந்திப்பதால் இலக்கினுக்கு அருகில் அவற்றின் திசைவேகமானது பூஜ்யத்திற்கு குறைந்து விடுகின்றது. வேகத்தளர்ச்சிப் புலமானது இலக்கின் அருகிலுள்ள பூஜ்ய திசைவேக எலெக்ட்ரான்களுக்கு, எலெக்ட்ரான் நேர்மின் துப்பாக்கியை (Electron gun anode) நோக்கி வேகமுடுக்கத்தைக் கொடுக்கின்றது. இலக்கின்மீது மின்னூட்டம் பெற்ற அமைப்புமுறை (Charge pattern) இலலாதபோது, எலெக்ட்ரான் கற்றையில் உள்ள எல்லா எலெக்ட்ரான்களும் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கிக் குத் திரும்பி விடுகின்றன.

மின்னூட்ட அமைப்பு முறை இலக்கில் இருக்கும்போது, அதனுடைய நேர்மின்னூட்டப் பகுதிகள், கற்றையின் சில எலெக்ட்ரான்களைக் கவர்ந்திழுத்துக் கொள்கின்றன. இலக்கின் இப்பகுதிகளின்மீது படிகின்ற எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அந்தப் பகுதிகளின் மின்னழுத்தத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும். எனவே மின்னூட்ட அமைப்பு முறையின் மதிப்புக்கு ஏற்ப இலக்கிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் எதிரொளிக்கும். படத்தின் ஒளிவிளக்கம் உயர்நிலையில் இருக்கும் போதும், அதற்கேற்ற இலக்கின் பரப்பு அதிக அளவு நேர் மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றிருக்கும் போதும், அதிகப்படியான எலெக்ட்ரான்கள் உட்கவரப்படும். அதேசமயம் குறைவான எண்ணிக்கையுடைய எலெக்ட்ரான்கள் எதிரொளிப்பாகும். எதிரொளிக்கப்படும் வேகமுடுக்கம் பெற்ற எலெக்ட்ரான்கள், எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியின் நேர்மின்வாயைத் தாக்கி பின்வரு எலெக்ட்ரான்களை வெளிப்படுத்தும், நேர்மின்வாயிலிருந்து வெளியாகும் எலெக்ட்ரான்கள், ஓர் எலெக்ட்ரான் பெருக்கியின் (Multiplier) உதவியுடன் அதிகப் படுத்தப்படுகின்றன.

இந்த அதிகப்படுத்தப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டத்தை, ஓர் எலெக்ட்ரான் பெருக்கியின மூலம் சேகரிக்கின்றனர். இதனால் நேர்மின்வாய்ச் சுற்றில் மினனோட்டம் ஏற்படுகிறது. இது பளுததடையின் (Load resister) குறுக்கே சைகை மின்னழுததத்தை உண்டாக்குகின்றது.

தற்போது இருக்கின்ற பிம்ப ஆர்த்திகான் குழாய்கள் வெளி நிலைய பரப்பிகளில் (Studio transmission) பரந்த அளவில் பயன்படுவதோடு, தொழில் துறையிலும், சிறப்புத் தொலைக் காட்சிக் கருவிகளிலும் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக்குழாய்களின் சிலவகைகள் குறைந்த ஒளிவிளக்கத்திலும் கூட செயல்பட முடிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மீனொளி விளக் கத்திலும் (Stellar light) இவ்வகைக்குழாய் செயல்படு கின்றது. இதனுடைய சிக்கலான அமைப்புருவமும், கடினமான இயக்கு முறையும், இதன் உற்பத்தி விலை உயர்வாக இருப்பதும் இதன் குறைகளாக அமைகின்றன.

மற்றொருவகை கேமராக் குழாய் 'விடிக்கான்' (Vidicon) என்பதாகும். 'ஒளி கடத்து' விளைவு (Photo conductive effect) இதில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒளிவிளக்கத்தில் மாறுதல் ஏற்படும்போது பருப்பொருளின் மின்தடையில் அதற் கேற்ப மாறுதல் ஏற்படும் இந்த விளைவிற்கு 'ஒளி கடத்து' விளைவு என்று பெயராகும். உயர் நுட்ப உணர்வு உடைய தாகவும் எளிமையான அமைப்பினை உடையதாகவும் இருப்ப தோடு இயக்கப்படங்களை மீண்டும் உண்டாக்குவதற்குத் தகுந்ததாக இருப்பதால், அதிக அளவில் பலன்தரத் தக்க வகையில் விடிக்கான் பிரசித்திப்பெற்று விளங்குகின்றது.

வரிக்கண்ணோட்டம் (Scanning)

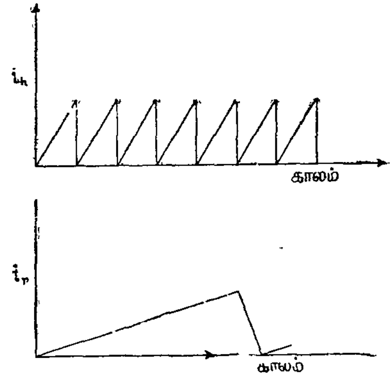
கிட்டத்தட்ட எல்லாக் கேமராக் குழாய்களிலும் பிம்பத்தின் ஒளி முறைக்கு ஏற்ப மின்னூட்ட அமைப்பு முறை உண்டாக் கப்படுவதைப் பார்த்தோம். இந்த அமைப்பு முறை எலெக்ட் ரான் கற்றையினால் வரிக்கண்ணோட்டம் இடப்பட்டு பிம்பத் தின் பல்வேறு பகுதிகளின் ஒளி விளக்கத்திற்கு ஏற்ப சைகை மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்த வரிக்கண்ணோட் டம் படங்களைப் படத்தனிமங்களாகப் பகுக்கின்றது. பின்பு இவைகள் ஒன்றுக்குப்பின் ஒன்றாக திட்டமான வரிசையில் தொடர்ந்து உயர்வேகத்தில் பரப்பப்படுகின்றன. இந்த வரிக் கண்ணோட்டத்தைப் போன்றே வாங்கியிலும் (Receiver), அதே வரிசையில் படத்தனிமங்கள் ஒன்றுக்குப்பின் ஒன்றாக மீண்டும்

அமையப் பெறுகின்றன. பார்வை நீடிப்பு காரணமாக தொடர்ந்தமையும் படம் உருவாக்கப்படுகிறது. தொலைக் காட்சியின் திறமையான செயலாக்கத்திற்கு, பரப்பியிலும் (Transmitter) வாங்கியிலும் வரிக்கண்ணோட்ட முறையைத் துல்லியமான முறையில் இசைவாக அமைத்திடல் வேண்டும் (Should be tightly synchronised), முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டம் (Progressive scanning) இடையிடையே சேர்த்துப் பின்னுகின்ற (Interlaced) வரிக்கண்ணோட்டம் என்று இரு முக்கிய வகைகள் வரிக்கண்ணோட்டத்தில் உண்டு.

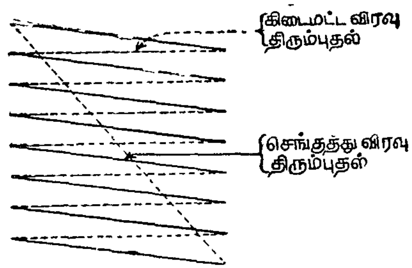
1. முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டம் (Progressive Scanning)

முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டத்தின்போது, இடதுபக்க மேல் மூலையிலிருந்து, திரையின் குறுக்கே, எலெக்ட்ரான் கற்றையானது பெரும்பாலும் கிடைமட்டமாக (Horizontal) வேகமாகக் கடந்து வலது பக்கத்திற்குச் செல்லும். வலது பக்கத்தை அடைந்ததும் மீண்டும் உடனடியாக இடது பக்கத்திற்குத் திரும்பி விடுவதைக் காணலாம். இடது பக்கத்தில் இருந்து வலது பக்கத்திற்குச் செல்லும் இயக்கம் 'ஊக்கமுள்ளது' (Active) என்றழைக்கப்படுகின்றது. படத்தைப் பரப்புதலுக்கு இது மட்டுமே பயன்படும். வலது பக்கத்திலிருந்து இடதுபுறமாக எலெக்ட்ரான் கதிர் செல்லும்போது அது மறைக்கப்பட்டு விடுகிறது. எனவே இச்சமயத்தில் படச் செய்தி ஏதும் இந்த இடைவெளியில் வாங்கப்படமாட்டாது. குழாயினுள், காந்தக்கற்றை விலக்குடன் (Magnetic beam deflection) கூடிய வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கு, கிடைமட்ட விலக்குச் சுருள்களுக்கு (Horizontal deflection coils) ஓர் இரம்பப்பல் (Saw tooth) கோடு அதிர்வெண் மின்னோட்டமாகிய I_e-கொடுக்கப்படுகின்றது. அதேசமயம் செங்குத்து விலக்குச் சுருள்களுக்கு I_f என்ற இரம்பப்பல் புலன் அதிர்வெண் மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கவேண்டும். (Saw tooth field frequency current). கோட்டு மின்னோட்டத்தின் செயலின் கீழ் எலெக்ட்ரான் கற்றையானது திரையின்மீது இடதுபக்கத்திலிருந்து வலது பக்கத்திற்கு மெதுவாகச் சென்று, பின் விரைவாகத் திரையின் இடது புறத்திற்குத் திரும்பிவிடும் புல மின்னோட்டத்தின் (Field current) விளைவாக எலெக்ட்ரான் கற்றையானது கீழ்நோக்கிச் செல்லும். எனவே அடுத்தடுத்தமையும் கிடைக்கோடுகள் கிடைக்கப் பெறுகின்றன.

திரையின் வலதுபுறக் கீழ்ப்பக்க மூலையை எலெக்ட்ரான் கற்றை அடையும்போது — அதாவது படம் முழுவதுமாகப் பரப்பப்பட்டவுடன், கற்றையானது விரைவாக இடதுபக்க மூலைக்குத் திரும்பும். உடனே அடுத்தப் படத்தின் வரிக்கண்ணோட்டம் தொடங்கும். திரையின்மீது எலெக்ட்ரான் கற்றை



படம் 15·5



படம் 15 6

யினால் வரையப்படுகின்ற கோடுகளின் முழு அமைப்பானது, அது மேலிருந்து கீழாக இறங்குகின்ற அமைப்பானது 'ராஸ்டர்' (Raster) என்றழைக்கப்படுகின்றது. தொலைக்காட்சித் திரையில் படச்சைகை இல்லாதபோது இந்த அமைப்பினைக் காணலாம்

படத்தைப் பரப்புதலில் கையாளப்படுகின்ற அதிர்வெண்களின் பட்டையானது (Band of frequencies) படச்சைகையின் அதிர்வுப் பட்டை அகலம் என்றழைக்கப்படும் இதைக் கணக்கிட முடியும். ராஸ்டருக்கு 625 கோடுகளுடனும், $\frac{3}{4}$ என்ற விகிதத்தில் உயர அகலங்கள் கொண்ட திரைகளுடனும், வினடிக்கு 50 படங்களை அனுப்பும் தொலைக்காட்சி முறையில் படச்சைகையின் அதிர்வெண் 50C/S-இலிருந்து13×10^6 C/Sக்குள்

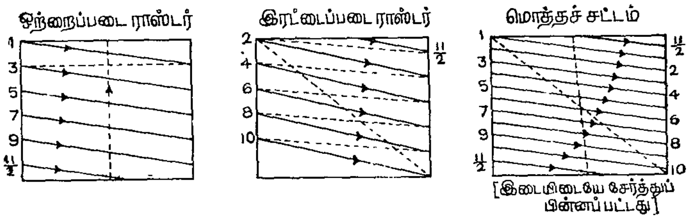
அமைந்திருக்கும். இத்தகைய அகலமான ஓர் அதிர்வெண் பட்டையைத் திருப்திகரமாகக் கையாள்வது செயல்முறையில் இயலாது அல்லது மிகக் கடினம். வினடிக்கு இருபத்தைந்தே படங்களை அனுப்புவதன் மூலம் இந்த அகலத்தைப் பாதியாகக் குறைக்கலாம். ஆனல் இத்தகைய புலன் அதிர்வெண் குறைப்பு விரும்புத்தகாத ஒரு சிமிட்டலைத் (Flicker) தோற்றுவிப்பதால் இது செயல்முறைக்கு ஏற்றதல்ல.

அதிக அதிர்வெண் பட்டையைத் தருகின்ற (Wide frequency band) காரணத்தினல் முன்னேறு வரிக்கண்ணேட்டத்தைத தொலைக்காட்சியில் பயன்படுதத முடியாது. மற்றெரு வரிக்கண்ணேட்டமான "இடையிடையே சேர்த்துப் பின்னுகின்ற வரிக்கண்ணேட்டததில்" அகலக் குறைவான (Narrowed) அதிர்வெண் பட்டையைப் பெறலாம்

இடையிடையே சேர்ததுப் பின்னுகின்ற வரிக்கண்ணேட்டம் (Interlaced scanning)

இதில் ஒவ்வொரு சட்டமும் (Frame) இரு ராஸ்டர்களைக் கொண்டிருக்கும். மேலும் இரு ராஸ்டர்களின் கோடுகளும் ஒன்ரேடொன்று பொருந்தாது. ஆனல ஒனறுக்கும் மறறென்றுக்கும் இடையில் இவை அமைந்திருக்கும். வேறு விதத்தில் கூறுவதாக இருந்தால, இரண்டு ராஸ்டர்களும் இடையிடையே பின்னப்பட்டு ஒரு சட்டத்தை உருவாக்கும் என்று கூறலாம்.

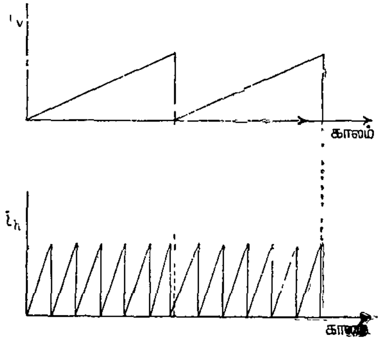
625 கோடுகள் ஒரு புலனில் அமைந்திருப்பதாகக் கொண்டால், இவ்வகை வரிக்கண்ணேட்டத்தில் ஒற்றைப் படைக் கோடுகள் முதலிலும் அடுத்து இரட்டைப்படைக் கோடுகளும செலுத்தப்படும.



படம் 15·7

ஒன்று ஒற்றைப்படையாகவும், மற்றென்று இரட்டைப் படையாகவும் உள்ள இரு ராஸ்டர்களைக் கொண்ட முழுப் படமானது 'சட்டம்' (Frame) என்றழைக்கப்படுகிறது. இங்கு

தேவைப்படும் கிடைமட்ட செங்குத்து வடிவ மின்னோட்டங்கள் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 15·8

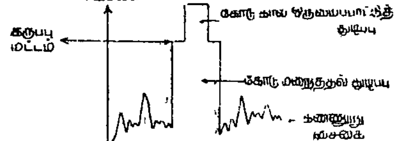
இடையிடையே பின்னப்படுகின்ற வரிக்கண்ணோட்டத்தின் போது பிம்பமானது, அடுத்தடுத்து பரப்பப்பட்ட இரு புலங்களைக் (Two alternately transmitted fields) கொண்டிருக்கும். எப்படியிருப்பினும் பார்வை நீடிப்பின் காரணமாகவும், குழாயின் பொலிவு நீடிப்பின் (After glow persistance of the tube) காரணமாகவும் இந்த இரு புலங்களும் இணைந்து தனி ஒரு படமாகக் காட்சியளிக்கும்.

இடையிடையே பின்னப்படுகின்ற வரிக்கண்ணோட்டத்தில் விநாடிக்கு 25 என்ற கணக்கில் உள்ள ஒரு சட்ட அதிர்வெண் (A frame repetition frequency of 25/sec) திரும்பத் திரும்ப இருப்பதைக் காணலாம். (அதாவது ஒரு விநாடியில் 25 சட்டங்கள் பரப்பப்படுகின்றன.) இச்சட்ட வீதம் விநாடிக்கு 25 ஆக திரும்பத் திரும்ப இருந்தபோதும், புலன் வீதம் விநாடிக்கு 50 ஆகத் திரும்பத் திரும்ப இருப்பதினால்தான் இது சாத்தியமாகிறது. சட்டத் திரும்பு அதிர்வெண்ணின் குறைப்பின் விளைவானது (Reduction in the frame repetition frequency) அதிர்வுப் பட்டையின் அகலத்தைக் குறுக்குவதில் முடிவடைகின்றது. உண்மையில் 50Hz லிருந்து 6·5 MHz வரையிலுள்ள அதிர்வுப்பட்டையில் $\frac{1}{2}$ பங்கு அகலம் குறைக்கப்படுகிறது. இந்த வரிக்கண்ணோட்ட முறையானது, சிக்கலான அமைப்பினையுடைய கருவிகளைக் கொண்டிருந்தபோதும், ... மின் அகலத்தைக் குறைப்பது என்ற மிகப் பெரிய

நன்மையைத் தருவதால் தற்போது வழங்கி வரும் தொலைக் காட்சி முறைகளில் எல்லா இடங்களிலும் பயன்பட்டு வரு கின்றது.

கலவை கண்ணுறு சைகை (The Composite video signal)

அனுப்பப்படுகின்ற பிம்பத்தை மீண்டும் வாங்கியில் உண்டாக்குவதற்கு, அனுப்பப்படும், வாங்குமிடங்களில் வரிக் கண்ணோட்ட இயக்கமானது சரியாகப் பொருத்தமான முறை யில் இசைவுடன் கூடியதாக அமையவேண்டும். கற்றையின் கிடைமட்ட செங்குத்து விரைந்து திரும்புதல்கள் (Flybacks) மறைக்கப்படடுவிடுதலை (Blanking) முன்பே கண்டிருக்கி றோம் இந்தக் காரியத்திற்காக "மறைத்தல் துடிப்புகள்" (Blanking pulses) [புல மறைத்தல் துடிப்புகளும், கோடு மறைத்தல் துடிப்புகளும்] கேமராக் குழாயிலிருந்து கிடைக்கும், கண்ணுறு சைகையுடன் சேர்ந்து பரப்பியிலிருந்து பரப்பப் படுகின்றன. இந்தத் துடிப்புக்களைத் தவிர, பரப்பியுடன் வாங்கியில் வரிக்கண்ணோட்ட இயக்கங்களை இசைவுப் பொருத்தம் செய்வதற்கு 'கிடைமட்ட கால ஒருமைப்பாடு துடிபபுகளும், (Horizontal synchronisation pulses) 'செங்குத்துக் கால ஒருமைப்பாடுத் துடிப்புக்களும், (Vertical synchronisation pulses) வெளியிடப்பட்டு கண்ணுறு சைகையுடன் இவை பரப்பப்படுகின்றன. கிடைமட்ட மறைத்தல் நேரத்தின் போது கிடைமட்ட கால ஒருமைப்பாடு துடிப்புகள் அனுப்பப் படுகின்றன. செங்குத்து அல்லது புலன் மறைத்தல் நேரத்தின் போது செங்குத்து அல்லது புலன் கால ஒருமைப்பாடு துடிபபுகள் (Vertical or field synchronisation Pulses) அனுபபப்படுகின்றன. செங்குத்து மறைத்தலின் நேரத்திலும் கூட கிடைமட்டகால ஒருமைப்பாடு கெடாதவாறு முன்னேற் பாடுகள் செய்யப்பட்டிருக்கும்



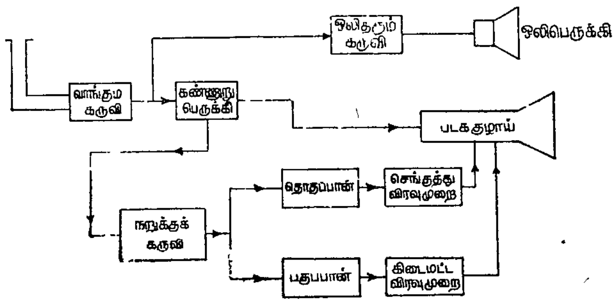
படம் 15.9

புலகால ஒருமைபாடு துடிப்புகளின் முன் அல்லது பின் சில சமமாக்குத் துடிப்புகளும் (Equalising pulses) கூட

இடையே நுழைக்கப்படும். சிக்கலான இடையிடையே பின்னப்படுகின்ற வரிக்கண்ணோட்ட முறையிலிருந்து, ஒழுங் கற்றவற்றை (Irregularities) குறைத்து விடுவதற்காகவே அத்தகு நுழைப்பு செய்யப்படுகின்றது.

உயர்பக்கப் பட்டை, (Higher side band) தாங்கி, மேலும் குறைந்த பக்கப் பட்டையின் அடிச்சுவடு அல்லது அடை யாளம் போன்றவை இருக்கும் அடையாளமுறை பக்கப் பட்டை (Vestigial side band) தொலைக்காட்சிப் பரப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கண்ணுறு சைகை என்பது தாங்கியின் மீது அமையும் அலைவீச்சுப் பண்பேற்றம் ஆகும் (Amplitude-modulated). படத்தோடு சம்பந்தப்பட்ட ஒலியும் கண்ணுறு சைகையுடன் அனுப்பப்படுகின்றது. ஆனால் ஒலி சைகையானது தனியாகத் தாங்கியின் மீது அலை அதிர்வெண் பண்பேற்றமாக அமைந்திருக்கும் (Frequency modulated) ஒலியை எடுத்துச் செல்லும் தாங்கியானது 4·5 (M. Hertz) மெ ஹெர்ட்ஸ் அளவுள்ள அதிர்வெண்ணைக் கொண்டிருக்கும். இது படம் தாங்கும் அதிர் வெண்ணைக் காட்டிலும் அதிகமாகும்.

கண்ணுறு சைகையிலிருந்து கால ஒருமைப்பாடு துடிப்பு களும், சமமாக்கும் துடிப்புக்களும் ஒருவித சுற்றினால் (Circuit) வாங்கியின் முனையில் பிரிக்கப்படுகின்றன. இச்சுற்றானது "நறுக்கும் சுற்று" (Clipper circuit) என்றழைக்கப்படுகின்றது. செங்குதது,கிடைமட்ட கால ஒருமைப்பாடு துடிப்புகள்(Vertical and line synchronisation pulses) ஒன்றிலிருந்து ஒன்றாக

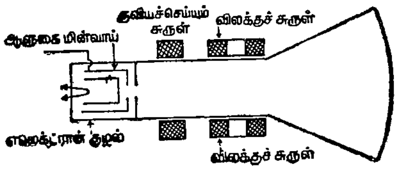


படம் 15·10

இருவகைச் சுற்றுகளினால் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவைகள் முறையே "தொகுப்புச் சுற்று" (Integrating circuit), பகுப்புச் சுற்று (Differentiating circuit) என்று வழங்கப்படுகின்றன.

படக்குழாயின் செங்குத்து, கிடைமட்ட விரவு இயற்றி' களுக்கு (Sweep generators) இத்தகு கால ஒருமைப்பாடு' துடிப்புகள் அளிக்கப்படுகின்றன. முறையான சூப்பர் ஹெட்டிரோடைன் முறை மூலம் கண்ணுறு சைகை திருத்தப் பட்டு, படக்குழாய்க்கு அளிக்கப்படுகிறது. ஒலித்தாங்கி (Sound carrier) கண்ணுறு தாங்கியிலிருந்து பிரிக்கப்படுகிறது. இவை மேலும் 'இடைததாங்கி ஒலி முறை' (Inter carrier sound system) என்ற ஒரு தனி முறையினால் அலைப்பண்பிறக்கம் (Demodulated) செய்யப்படுகின்றன.

தொலைக்காட்சிப் படக்குழாய் (கினெஸ்கோப்-Kinescope) என்பது தொலைக்காட்சிக்குத் தேவையான-பொருந்துகின்ற சில மாறுதல்களுடன் கூடிய ஓர் எதிர்மின் கதிர்க் குழாயாகும். படத்தில் படக்குழாயின் எளிமையான அமைப்புக் காட்டப் பட்டுள்ளது. படத்தில் குழாயின் கழுத்தில் ஓர் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி (Electron gun) இருக்கும். கழுத்தின் வெளிப்புறம் படத்தில் காட்டியபடி,



படம் 15.11

குவி-விலக்க முறையின் (Focus-deflection system) சுருள்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். குமிழின் (Bulb) முகத் தகடானது (face plate) திரையாகும் இத்திரையின் உட்புறப் பரப்பு பாஸ்பர் (Phosphor) பூச்சு பூசப்பட்டிருக்கும். இத்திரை எலெக்ட்ரான்களினால் மோதப்படும்போது, இது கட்புலன் ஒளியை (Visible light) வெளிப்படுத்தும்.

பரப்பியில் பயன்படுத்தப்பட்ட கேமராக் குழாயின் வகையை ஒட்டி கண்டுபிடிக்கப்படும் கண்ணுறு சைகை நேர் அல்லது எதிர்மறையாக அமையும். மேலும் பெருக்கப்படும் நிலைகளின் எண்ணிக்கையை ஒட்டியும் இது அமையும். படக் குழாயினுள் செலுத்தப்படுவதற்கு முன், கண்ணுறு சைகை யானது ஒற்றை அல்லது இரட்டைப்பட பெருக்குநிலைகளைப் பயன்படுத்தி நேர் அல்லது எதிர்மறையாக மாற்றப்படுகின்றது.

இதன்பின் இது எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியின் கட்டுப்பாடு மின்வாயுக்குச் செலுத்தப்படுகின்றது. கண்ணுறு சைகைமூலம் காட்டப்படுகின்ற தொலைக்காட்சிப் படத்தின் தனிப்பணுபுகளுக்கு ஏற்ப எலெக்ட்ரான கற்றை அலைப்பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது இந்த அலைப்பணபேற்றம் பெற்ற எலெக்ட்ரான் கற்றையானது பரப்பப்படும் வரிக்கண்ணோட்ட இயக்கத்துடன் இசைவுப் பொருத்தம் பெற்று திரையில் விரவுகிறது. இதனல் இது பரப்பப்படும் படத்தனிமங்களை அதே வரிசையில் மீண்டும் திரையில் அமைத்து விடுகிறது. பார்வை நீடிப்புக் காரணமாக படம் தொடர்ந்து நிலைப்பதாகத் தோன்றுகின்றது.

தொழில் துறையில் தொலைக்காட்சியின் பயன்கள் (Industrial Applications of Television)

தொழில் துறையில் தொலைக்காட்சி பலவிதமாகப் பயன்படுகிறது உற்பத்தி முறைகளின் கட்டுப்பாட்டினை ஒரே இடத்தில் ஒன்று சேர்த்து வைக்கும் அமைப்பினை (Centralised control) இத்தொலைக்காட்சி தருகிறது. மேலும் எந்திரங்களின் இயக்கத்தைப் பற்றிய காட்சிப் பதிவினையும், எளிதாக செல்ல முடியாத இடத்தில் இருக்கும் கருவிகளின் காட்சிப் பதிவினையும், தொலைக்காட்சி நமக்குத் தந்து உதவுகிறது. வான்வெளி ஆராய்ச்சிக்குத் தேவையான தொழில் நுணுக்க விஞ்ஞான அறிவு வளர்ச்சிக்குத் தொலைக்காட்சி பெரிதும் பயன் பட்டு வருகின்றது.

எடுத்துக்காட்டாக, 'டெலிமீட்ரி'யில (Telemetry) இத் தொலைக்காட்சி பயன்படுதலைப்பற்றி பார்ப்போம் 'டெலிமீட்ரி' என்பது தூரத்திலிருந்தவாறே அளத்தலாகும். இதற்கு மிக நுண்ணிய உணர்வு நுட்பம் தேவைப்படுகிறது. எனவே டெலிமீட்ரியில் தொலைக்காட்சி கேமராவினை (TV Camera) ஆன்டென்னவினுடன (Antenna) இணைப்பதின்மூலம், உணர்வு நுட்ப அளவானது மிக அதிகமாக்கப்படுகின்றது. பின்பு இவ் வகையான தொலைக்காட்சி கேமராவினைக் கொண்டு, தொலைவிலுள்ள ஏவுகணையின் பகுதிகளைச் சோதிப்பது மிக எளிதாகிறது.

இததொலைக்காட்சி, தூரத்தில் இருந்து கொண்டே, நீருக்கடியில் இருக்கும் பொருட்களைப் பற்றியும், அவைகளின் செயல்களைப் பற்றியும் காட்சிப் பதிவினைத் தரும். மேலும் இத்தொலைக்காட்சியானது சேதத்தைக் கண்டறியவும், கப்பலின் அடிப்பகுதியின் பழுதினை அறிந்துக்கொள்ளவும்,

நீருக்கடியில் துளையிடும் இயக்கத்தினை அறியவும், நீரினுள் மூழ்குபவர்தம் பயிற்சிக்கும், மற்றும் பல வகைகளிலும் பயன் படுகிறது.

திறன் எந்திர வகையின் கொதிகலனுக்கு (Boilers of a power plant) உரிய தீக்கட்டுப்பாட்டு முறையை தொலைவி லிருந்தவாறே உண்டாக்க பொறியியல் அறிஞர்கள் முயன்றனர். இதற்கு உலைகளின் உள்ளே இருக்கும் தீச்சுட ரானது தொடர்ந்து இருப்பதையோ, அல்லது அணைந்து விட்டதையோ இடைவிடாமல் கண்காணிக்க வேண்டும். ஓரிடத்தில் இருந்தவாறே எல்லா நேரங்களிலும், இத்தகு செய்தியினைப் பெறக்கூடிய வகையில் அவர்களுக்குத் தொலைக் காட்சி முறையானது பேருதவி புரிந்தது என்றால் அது மிகையன்று.

திறன் எந்திரத்தின் தொலைத் தீக்கட்டுப்பாடு முறையில் பயன்படுத்தப்படும் தொலைக்காட்சி முறையில் மேலும் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க பயன் உண்டு. ஒளிவிளக்கம் உள்ள, அல்லது ஒளிவிளக்கமில்லாத, இரண்டுவகைத் தீச்சுடர்

படம் 15 12அ

களையும் இதனைக் கொண்டு காணமுடியும். எரிபொருள் எண்ணெயின் சிவப்புத் தீச்சுடரை எளிதாகக் காணலாம். ஆனால் நீலத் தீச்சுடர் ஒளிவிளக்கமில்லாத (Non-luminous) தொன்றாகும். எனவே அதைக் காண்பதென்பது அரிதாகும்.

வடிப்பான்களின் பயனாலும், தொலைக்காட்சியின் உயர் நுட்ப உணர்வினாலும், பகுப்பினாலும் நீலமான வாயுததீச் சுடர் போன்றே மிகத்தெளிவாகக் காண முடிகிறது. உலைகளில் பயன்படுத்தப்படும்போது, தகுந்த சிறப்பான நீர்க்குளிர் முறையில் (Water cooling) உயர்வெப்பநிலையில் இருந்து கேமரா பாதுகாக்கப்பட வேண்டும்.

(வானவெளி ஆராய்ச்சியில் தொலைக்காட்சி பல பயன்களைத் தருகின்றது. 'மூடிய சுற்றுத் தொலைக்காட்சி' (Closed circuit TV) தாக்குதலில் பயன்படுத்தப்படும் ஐ. சி. பி எம்.கள் (கண்டம் விட்டு கண்டம் பாயும் ஏவுகணைகள்) வெடிப்படுத்துவதற்கு முன், அவைகள சரியாகச் செயல்படுகின்றனவா என ஊன்றிக் கவனிக்கப் பயன்படுகிறது. இதில் தொலைக்காட்சி கேமராக்கள், ஏவுகணைகளைச் செலுத்தும் எரிபொருள் வெடிப்பதனால் பழுதடையாதவாறு (Explosion-proof) தொலைக்கட்டுப்பாடு கருவிகளுடன் பாதுகாப்பாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

ஐக்கிய நாடுகளில் வானிலை பற்றிய செய்திகளை வானிலை அலுவலகத்திலிருந்து, கட்டளை அறைக்குச் (Briefing room) செலுத்துவதற்கு விமானப் படையினர் இத்தொலைககாட்சியைப் பயன்படுத்துகின்றனர் இந்த முறையில் பல தொலைதூர நிலையங்களும், ஒரு மைய நிலையமும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்./ தொலைதூர நிலையங்களில் பல்வேறு பரப்புகளை (Areas) கவனிக்கும்படியாக தொலைக்காட்சிக் கேமராக்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் வரைபடம் அல்லது வானிலையை அறிவிக்கும் படங்களை மைய நிலையத்திலிருந்தும், துணை நிலையங்களிலிருந்தும் அங்கங்கிருந்தவாறே காணலாம்.

மருத்துவத்துறையில் தொலைக்காட்சியின் பயன் வளர்ந்து வருகின்றது. கதிர்வீச்சினை ரேடியோலாஜியின் திறப்பிலிருநது மெதுவாகத தொடர்ந்து நோயாளிக்குக் கொடுக்கப்படுதலையும், அறுவை முறைகளையும், மூன்று முதல் ஏழு மாணவர்கள் அடங்கிய குழுவாக மட்டுமே நேரில் காண்பதற்கு இயலும் நிலை முன்பு மருததுவத்துறையில் இருந்து வந்தது. ஆனால இக்குறையைத் தொலைககாட்சி நீக்கியது எனலாம். வகுப்பறையில பலருக்கும் பயனளிக்கும் வகையில் மேறகூறிய முறைகளை ஒளிருகின்ற திரையில் காட்டுவதற்குத் தொலைக் காட்சிக் கேமரா இன்று பயன்படடு வருகினறது.

செய்திக்குறிப்புக் காட்சி முறையில் (Data vision) தொலைக் காட்சியின் மற்றொரு பயன் அமைகிறது. வரைபடம், புளூபிரிண்ட் அல்லது நீல அச்சுகள் (Blue prints) மற்ற

படம் 15·12b

படம் 15·12c

படங்கள் போன்ற அச்சுக் குறிப்புகளைப் பரப்புவதற்கு தொலைக்காட்சி இன்று பயன்படுகின்றது.

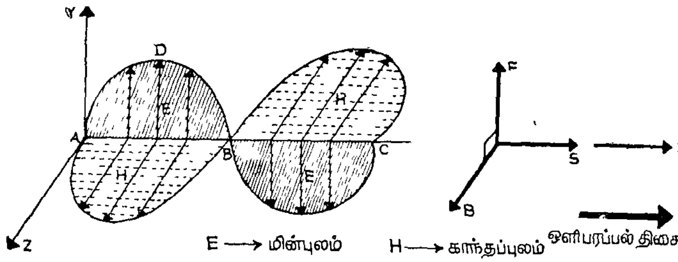
மிகப்பெரிய இருப்புப்பாதை முடிவுகளில், இரயில் வண்டிப்பெட்டிகளைத் தொடராக்கும் இயககங்களில (Marshalling Operations) தொலைக்காட்சி முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. துறைமுகங்களிலும் ஆற்றுப்படுகைகளிலும் இவைகள், சரக்கு ஏற்றுதல-இறக்குதல் போன்ற இயக்கங்களைக் கடடுப் படுததவும் இம்முறை உதவுகிறது. நீர்மூழ்கிக் கப்பலில் இத்தொலைக்காட்சியின் பயன் விரிவாக்கப்பட்டு வருகின்றது. பயிற்சித துறையில் உதவும் வகையில் வெற்றிகரமாகத் தொலைக்காட்சி செயலாற்றி வருகின்றது. வானவெளி ஆராய்ச்சியிலும், மற்ற கோள்களைப்பறறிய ஆராய்ச்சியிலும் தற்போது தொலைக்காட்சி முறைகள் மிக முக்கிய பங்கேற்று வருகின்றன.

16. லேசரும் மேசரும்

கடந்த சில ஆண்டுகளாக விஞ்ஞானிகளிடமும். தொழில் துறை நிபுணர்களிடத்திலும், பொறியியல் வல்லுநர்களிடத்திலும் வேறு எந்த ஒரு தொழில் நுணுக்க விளைவும் உண்டாக்காத ஆர்வத்தையும், கருத்துக்கிளர்ச்சியையும் லேசரின் விளைவு உண்டாக்கியுள்ளது. லேசரின் கண்டுபிடிப்புக்கு பிறகு, இன்று உலகத்தில் சுமார் நூற்றுக்கு மேற்பட்ட ஆய்வுக் கூடங்களில் லேசரைப்பற்றி நுட்பமாக ஆராயப்படுகின்றது. லேசரைப்பற்றி ஆர்வத்துடன் சிறப்பாக ஆய்வுகள் நடத்தப் பல காரணங்கள் உண்டு. ஒப்பற்ற பண்புகளை லேசர் கொண்டுள்ளது. நேர்கோடுகளில் அதிக சக்தியுடன் செல்லக் கூடிய ஒளிக்கற்றைகளை லேசரால் உருவாக்கமுடியும் தவிரவும் ஒரே அலை நீளத்தைக்கொண்டதும் (Monochromatic) ஒன்றோடொன்று இணையாக உள்ளதுமான ஒளிக்கற்றைகளை இதைக்கொண்டு உருவாக்கமுடியும். மேலே கூறப்பட்ட உயர்ந்த சிறப்பான குணங்களைக்கொண்ட லேசர் எல்லாத் துறைகளிலும் சிறந்த கருவியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. சிறப்பாக விஞ்ஞானத் துறையிலும் தொழில் துறையிலும் லேசரின் உதவி பெரிதும் பயன்பட்டது. உயிரியல் துறையிலுப், மருத்துவத்துறையிலும், போர்ப்படைத் துறையிலும் லேசரின சாதனை வியத்தகுமுறையில் அமைந்திருக்கின்றது.

தூண்டிவிடப்பட்ட கதிர்வீச்சு இயக்கத்தால் ஒளியைப் பெருக்கமுடியும் (Light amplification by stimulated emission of radiation) என்பதை அறியுமுன் ஒளி என்றால் என்ன என்று தெரிந்துகொள்ளவேண்டும். ஒளியானது மின் காந்தக் கதிர்வீச்சு நிறமாலையில் (Spectrum) ஒரு பகுதியாகும். மின்புலம் காந்தபுலம் என்ற இரு அங்கங்களைக் கொண்டது ஒளி என்பது அதனுடைய மின் காந்த அலை என்ற பெயரிலிருந்தே தெரி

கிறது. ஒளியில் அமைந்துள்ள மினபுலமும் காந்தப்புலமும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குததாக அமைந்துள்ளன. இந்த இரு புலஙகளும் காலத்திறகேற்ப சைன் அலேகளேப்போல (Sinusoidally) மாறக்கூடியவை. இந்த இருபுலங்களும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக அமைநதிருப்பதோடு, அலே செலலும் திசைக்குச் செங்குத்தாகவும் உள்ளன. இந்தப் பண்பு கீழே உள்ள படத்தில விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 16·1

A என்ற புள்ளியிலிருந்து, C என்ற புள்ளிவரை, E என்ற மின்புலத்தின் மாற்றததைக் குறிப்பது ஓர் அலேயாகும். ஒரு விஞடியில் எவ்வளவு முழு அலேகள் உண்டாகின்றனவோ அதைத்தான் அதிர்வெண் (Frequency) என்று கூறுகிறேம். ஒரு சைக்கிளில (Cycle) அலே எவ்வளவு தூரம் செல்கிறதோ அதைததான் அலேநீளம் (Wavelength) என்று கூறுகிறேம. எந்தத் தருணத்திலும், E-ன் அளவு அல்லது H என்ற காந்தப் புலத்தின் அளவு இவற்றைத்தான் அலேயின் வீச்சு (Amplitude) என்று கூறப்படுகிறது இந்த அலேயை சைன் பண்புப்படி (Sine function), $f = a \sin \theta$ என்ற சூத்திரத்தில் விவரிக்கமுடியும், இப்படி விவரிக்கப்பட்ட படத்தில் "θவின் மதிப்பு $\frac{\pi}{2}$ ஆக இருக்குமானல் அலே வீச்சு நேராகவும் (Positive) அதன் மதிப்பு உச்சஅளவைக் (Maximum) கொண்டதாகவும் இருக்கும் அல்லது 'θ'-ன் மதிப்பு $\frac{3\pi}{2}$ ஆக இருக்குமானல் அலே வீச்சு எதிராகவும் (Negative) அதன் மதிப்பு உச்ச அளவையும் பெற்றிருக்கும். இந்த நிலேகள் தவிர 'θ'ன் மதிப்பு வேருக இருக்குமானல்அலேவீச்சின் மதிப்பு '0'க்கும் '2π'க்கும் இடையில் இருக்கும் இயற்பியலில் நாம் கட்டம் (Phase) என்ற சொல்லேப் பயன்படுத்துகிறேம். டங்ஸ்டன் விளக்கு, ஒளிரும் விளக்கு (Fluorescent lamp) ஆகியவைகள் வெவ்

வேறான அலையெண்களைக் கொண்ட நிறப்பட்டைகளை உருவாக்குகின்றன. இப்படிப்பட்ட பல அலையெண்களைக்கொண்ட அலைகள் பல அலை வீச்சுக்களைக் கொண்டும், ஒரே கட்ட அமைப்பில் இல்லாமலும் இருக்கும். மேலும் இந்த வகையான அலைகளில மின் வெக்டர்கள் பல திசைகளில உள்ளன. ஆனால் ஒரே அலையெண (Single frequency) உள்ள ஒளியில் மேலே கூறப்பட்ட வேறுபாடுகள் இருக்காது. அதாவது அலை வீச்சு, அலையெண், மின வெக்டர் ஆகியவைகள் மாறுமல இருக்கும். இவ்வகையான ஒளியானது ஓரியல் ஒளி (Coherent) எனறு கூறப்படுகிறது.

அசைவற்ற நீர் உள்ள குளத்தைக் கொண்டு ஓரியல விதியை (Coherence) நனகு புரிநதுக்கொளளலாம். அதாவது நாம் ஒரு கல்லை நீரில் போடும்போது ஓர் அலை உண்டாக்கப படுகிறது. அந்த அலை கலப்பறறது, குறிப்பிடட இடைவேளைகளில் தொடர்ந்து ஒவவொரு கலலாகபபோடடால அடுக்கடுக்கான அலைகள் உண்டாகும் அவவாறு உண்டாகும் அலைகளின் வீச்சு, அலையெண் ஆகியவைகள் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும், இப்படிப்பட்ட ஓர் அலைத்தொடர்ச்சி ஓரியல் இயல்பை சிறபபாக விளக்குகினறது. மாறாக அந்த குளததில கைநிறைய உள்ள கூழாஙகறகளை ஒரே சமயததில போட்டால ஒழுங்கற்ற பல திசைகளைக் கொணட அலைக்கோவை உணடாகும் சுருக்கமாகச சொல்லப்போனால் நன்கு திருத்தப பட்ட பயிற்சிபெற்ற கட்டுப்பாடுள்ள படைப்பகுதியை லேசருக்கு ஒப்பிடலாம். அதே நேரத்தில் பல அலைவெண்களைக் கொணட சாதாரணமான ஒளியைக கட்டுப்பாடறற மக்கள் கூட்டத்திற்கு ஒபபிடலாம்.

லேசரின் விளைவுக்குரிய எந்திர அமைப்பைப் பற்றிய நுண்ணிய விவரங்களை அறிந்துக் கொள்வதற்கு முன்பு லேசரின் விளைவு பற்றிச் சுருக்கமாகத் தெரிந்து கொள்வது அவசியமாகும் ஏற்கனவே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான் அலையியற்றிகளில் ஓர் அணு அமைப்பிலிருந்து மற்றொரு அணு அமைப்பிற்குச் செல்லும் தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றலைக் கட்டுப்படுததி, பின்பு அதைப் பயன்படுத்தி அலைகள் இயற்றப்பட்டன. ஆனால் லேசரில் அணுவிலுள்ள ஆற்றல நிலைகளை (Energy states) மட்டும் பயன்படுத்தி மின் காந்த அலைகளை உருவாக்கப்படுகின்றன. எனவே இதைப் பற்றி நன்கு தெரிந்துக்கொள்ள அணுவினுள்ளிருந்தும் மூலக்கூறுகளின் உள்ளிருந்தும் பெறப்படுகின்ற கதிர்வீச்சுக்களைப் பற்றி தெளிவுறுதல் நலம்.

தனி அணுவோ, மூலக்கூறோ அல்லது படிகமோ கொண்ட ஓர் அணு அமைப்பில் அதற்கெனத் தனிப்பட்ட உறுதியான ஆற்றல் நிலைகள் உண்டு. இயல்பாக இந்த அணு அமைப்பு மீச்சிறு ஆற்றல் நிலையில் (Lowest energy level) இருக்கும். இந்த அமைப்பு, வெளியிலிருந்து வரும் ஆற்றலை எப்போதும் குறிப்பிட்ட அளவில் (Discrete) தான் ஏற்கும். அவ்வாறு ஏற்றுக்கொள்ளும் குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலின் பரிமாணங்களை "போட்டான்கள்" (Photon) என்றோ "குவாண்டாக்கள்" (Quanta) என்றோ அழைக்கின்றோம். இவ்வாறு ஆற்றலை ஏற்கும் அணுவோ, மூலக்கூறோ உயர்ந்த ஆற்றல் நிலைக்குச் சென்றுவிடும். பொதுவாகக்கோள்கள் ஞாயிற்றைச் சுற்றியமைந்துள்ளதுபோல, எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவைச் சுற்றி அமைந்துள்ளன. அணுவானது ஆற்றலை உட்கவரும் போது, அந்த ஆற்றலைக்கொண்டு ஏதேனும் ஓர் எலெக்ட்ரான் உயர்ந்த ஆற்றல் நிலைக்கே திரும்பிவிடும். இது தவிர தூண்டப்பட்ட (Excited) அணுக்கள் ஆரம்ப ஆற்றல் நிலையை அடைய வேறு ஒரு வழியும் உண்டு. அதாவது ஏற்கனவே தூண்டப்பட்ட நிலையில் உள்ள அணுவின் மீது ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவெண் உள்ள போட்டானை மோதச்செய்தால், பின்பு தூண்டப்பட்ட நிலையில உள்ள அணுவானது மோதிய போட்டானோடு வேறொரு போட்டானையும் வெளிவிட்டுக் கொண்டு ஆரம்ப ஆற்றல் நிலையை அடையும். இந்த வகையான வெளியீட்டைத் தூண்டப்பட்ட அல்லது ஊக்கமளிக்கப்பட்ட வெளியீடு (Stimulated emission) என்று கூறுகிறோம். இவ்வகையான தூண்டப்பட்ட வெளியீடு மிகவும் முக்கியமானதாகும். இதுதான் மின் காந்தக் கதிர்வீச்சைப் பெருக்கக் (Amplify) கூடியமுறைக்கு வழி வகுக்கின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவெண்ணை உடைய போட்டானை தூண்டப்பட்ட நிலையில் உள்ள அணுவின மீது மோதச் செய்யும்போது இன்னுமொரு இரண்டாவது போட்டானும் வெளியிடப்படுகின்றது. இந்த இரண்டாவது போட்டானும் படு போட்டானும் ஒரே கட்டத்தில் (Phase) இருககின்றன.

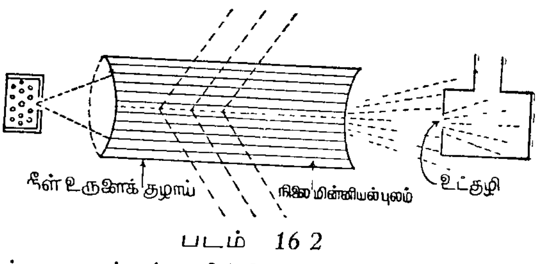
சாதாரணமாகப் பெரும்பான்மையான அணுக்களும், மூலக்கூறுகளும் ஆரம்ப ஆற்றல் நிலையில் தான் இருக்கும். எனவே இவைகள் அவற்றின்மேல் படும் போட்டான்களை கவர்ந்து கொள்ளும் வாய்ப்பு மிக அதிகமாக இருக்கும். ஒரு போட்டான் தூண்டப்பட்ட நிலையில் உள்ள அணுவோடு மோதி, பின்பு இரு போட்டான்கள் வெளிப்பட்ட போதிலும் இவ்விரண்டு போட்டான்களையும் உடனே கவர்ந்து கொள்ளக்கூடிய

வாய்ப்பைப் பெற்ற ஆரம்ப ஆற்றல் நிலையில் உள்ள வேறுபல அணுக்கள் ஏராளமாக இருக்கின்றன. இவ்வாறு இல்லாமல் ஒன்றுவிடாமல் எல்லாமே தூண்டப்பட்ட அணுக்களை மட்டும்கொண்டுள்ள ஊடகத்தில் ஒரு போட்டான் ஓர் அணுவின்மீது மோதும்போது இரு போட்டான்கள் வெளித் தள்ளப்படும். இந்த இரு போட்டான்களும் அருகிலுள்ள இரு தூண்டப்பட்ட அணுக்களின் மீது மோதும்போது மொத்தமாக நான்கு போட்டான்கள் வெளித்தள்ளப்படும். இந்த நான்கு போட்டான்களும் ஒரே கட்டத்தில் (Phase) உள்ளன. பொதுவாக மின் காந்தக் கதிர்வீச்சு என்பது வேகமாகச் செல்லும் போட்டான்களைக் கொண்ட தாரை ஆகும். எனவே மேலே கூறப்பட்ட தத்துவத்தின் மூலம் ஒரே கட்டத்தில் உள்ள போட்டான்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்து மின்காந்தக் கதிர்வீச்சைப் பெருக்க முடியும்.

மேசரின் பொறியமைபபுக்கள்

(i) அமோனியா மேசர்

பேராசிரியர் சார்லஸ் எச். டவுன்ஸ் (Charles H. Townes) என்பவர் வாயுக்களில் நுண்ணலைகளின் (Microwaves) உட் கவருதலைப் பற்றிச் சோதிததுக் கொண்டிருக்கும் போதுதான் முதன் முதலில் மேசரைக் கண்டுபிடிததார். மூன்று ஹைட்ரஜன் அணுக்களையும் ஒரு நைட்டிரஜன் அணுவையும் கொண்ட அமோனியா வாயுவை அவர் பயன் படுத்தினர். இந்த அமோனியா சாதாரணமாக இரு ஆற்றல் நிலைகளைக் கொண்டிருக்கும். மேலும் உயர்ந்த ஆற்றல் நிலையில் உள்ள அமோனியா மூலக்கூற்றை நிலை மின்னியல் எதிர்த்துத் தள்ளும். அதே சமயம் தாழ்ந்த ஆற்றல் நிலையி லிருக்கும் அமோனியா மூலக்கூற்றை நிலை மின்னியல் கவரக் கூடிய தன்மை பெற்றிருக்கும். இவ்விரு ஆற்றல் நிலைகளுக்கு



படம் 16 2

மிடையிலுள்ள ஆற்றல் வித்தியாசம் 24000 M. Hertz அலை வெண்ணுள்ள போட்டானின் ஆற்றலுக்குச் சமமாகும். இக் கருத்துக்கள்தான் முதன் முதல் மேசரின் கண்டுபிடிப்பிற்கு வழி வகுத்தன.

அமோனியா மூலக்கூறுகள் அடங்கிய கற்றை, மின்னூட்டம் பெற்ற கோல்களால் (Charged rods) அமைந்த நீள் உருளைக் (Cylindrical) குழாய்க்குள் செலுத்தப்பட்டது. மின்னூட்டம் பெற்ற கோல்களுக்கு அருகில் நிலை மின்னியல் புலத்தின் திறன் அதிகமாக இருந்தது. ஆனால் நிலை மின்னியல் திறன் குழாயின் மையக்கோட்டில் குறைவாக இருந்தது. எனவே குறைந்த ஆற்றல் நிலையில் உள்ள அமோனியா மூலக்கூறுகள கோல்களை நோக்கிக் கவரப்பட்டன. ஆனால் அதிக ஆற்றல் நிலையில உள்ள அமோனியா மூலக்கூறுகள் குழாயின் மையக்கோட்டை நோக்கித் தள்ளப்பட்டன. அவைகள் மையக்கோட்டின் வழியாக நகர்ந்து ஒரு குழியை (Cavity) அடைகின்றன. அநேகமாகக் குழியை அடையும் மூலக்கூறுகள் யாவும் தூண்டப்பட்ட நிலையில் அதாவது அதிக ஆற்றல் நிலையில் இருக்கும். இபபடியாக நூற்றுக்கு நூறு தூண்டப்பட்ட மூலக்கூறுகள் அடங்கிய ஊடகத்தை நம்மால பெறமுடிகிறது.

இந்தத் தூண்டப்பட்ட நிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகள் யாவும் மிகவும் அதிகமாகப் பிரதிபலிக்கக்கூடிய உட்சுவர்களைக் கொணட ஓர் உலோக அறையினுள் செலுத்தப்படுகினறன. 24000 MH, அலையெண்ணுளள உள்ளிடப்படும் சைகையானது (Input signal) அலைவழிபபடுத்தி (Wave guide) வழியாக அறைக்குள் செலுததப்படுகிறது. இவ்வாறு உள்ளிடப்பட்ட சைகையால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட போட்டான்கள் அங்கும் இங்குமாகத் துள்ளிக்குதித்து அங்குள்ள மூலக்கூறுகளோடு மோதிக்கொள்வதால இன்னும் மிகுதியான போட்டான்கள் தோன்றுகின்றன. போதுமான அமோனியா மூலக்கூறுகள் இருக்குமானல் சைகையை நிறுததிவிட்டால் கூடப் புதிதாகப் போட்டான்கள் தொடர்ந்து உற்பததி செய்யப்படும். பிறகு அந்த அறை பெருக்கியாக இருப்பதை விட்டு மின் உண்டுபண்ணும் கருவியாக (Generator) மாறி விடும் இந்த அமோனியா மேசர் செய்தித்தொடர்புக்குப் பொதுவாகப பயனற்றதாக இருந்தபோதிலும் இதன கண்டு பிடிப்புப் பல சிறந்த முன்னேற்றங்களுக்கு அடிகோலியது

பரா காந்தவியல் மேசர் : (Para Magnetic Maser)

பரா காந்தவியல் மேசரில் இருவகையுண்டு ஒன்று இரு ஆற்றல் நிலை பரா காந்தவியல் மேசர். மற்றொன்று மூன்று ஆற்றல் நிலை பரா காந்தவியல் மேசர். இந்த திடநிலை (Solid state) மேசர் அமோனியா மேசரைவிட குறைந்த

இரைச்சல் நிலைகளை உடையது, இதனுடைய வெளியீட்டு (Output) ஆற்றலானது அமோனியா மேசரைக் காட்டிலும் அதிகமாகும். மேலும் இதனுடைய பட்டை (Band) அகலம் அமோனியா மேசரைக் காட்டிலும் விரிந்தது. அமோனியா வாயு மேசரில் மூலக்கூறுகளை ஓர் ஆற்றல் நிலையிலிருந்து மற்றொரு ஆற்றல் நிலைக்கு மாறின. ஆனால் பரா காந்தவியல் மேசரில் அணுவிற்குள்ளேயே குவாண்டமானது ஓர் ஆற்றல் நிலையிலிருந்து இன்னொரு ஆற்றல் நிலைக்குத் தாவுகிறது.

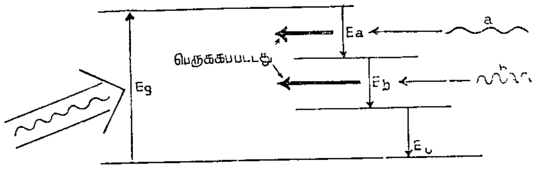
அணுவினுள் எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவைச் சுற்று வதோடல்லாமல தங்களது அச்சுக்களில (Axis) தங்களைத் தாமேயும் சுற்றிக்கொள்கின்றன என்பது அறிந்ததே. எலெகடரான் 'e' அலகுகள் (Units) மின்னூட்டம் பெற்றிருப்ப தாலும், அது வேகமாக நகர்ந்து கொண்டிருப்பதாலும் தோனறும் ஒரு காந்தப்புலம் அதனோடு இணைக்கப்பட்டிருக் கிறது அனேகமாக எல்லா அணுக்களிலும் எலெக்ட்ரான்கள் இரடடை இரட்டையாக இணைந்திருப்பதால ஓர் எலெக்ட் ரானோடு இணைநதுள்ள காந்தப்புலம் மற்றொரு எலெக்ட்ரானோடு இணைந்துளள காந்தபபுலததை அழித்துவிடுவதால் கடைசியில் அணுக்கள் யாவும பொதுநிலையில (Neutral) உள்ளன. ஆனல் சில அணுக்களில எலெக்ட்ரான்கள் இரடடை இரட்டையாக இருப்பதில்லை. ஆதலால் சில அணுக்கள் காந்தபுலத்தை அதனோடு பெறறிருக்கும். அப்படிபபட்ட அணுக்களாலான பொருடகள் பரா காந்தவியல் பொருட்கள எனறு அழைக்கப் படுகின்றன. இவ்வாறு இரட்டை இரடடையாகக் கூடடுச் சேராத எலெக்ட்ரானகள் பல மாறுபட்ட ஆறறல் நிலைகளில் இருக்கும். இந்த ஆறறல் நிலைகளின் எண்ணிக்கை இரட்டைக் கூட்டுச் சேராத (Unpaired) எலெக்ட்ரான்களின மொத்த எண்ணிக்கையைவிட ஒனறு அதிகமாகும்

பாஸ்பரஸ் ஒரு பரா காந்தவியல் பொருளாகும். இதில் இரடடைக கூட்டுச் சேராத ஓர எலெகடரான் இருப்பதால் இதற்கு இரணடு ஆற்றல நிலைகள் உள்ளன. ஆதலால் இது இரு ஆறறல நிலைகள உளள மேசர் என்று அழைக்கப்படு கிறது ஒரு சிலிகான படிகததுடன பாஸ்பரஸானது குறைவுறற பொருளாக அல்லது மாசாகச (Impurity) சேர்க்கப்படுகின்றது.

இப்படிகம் இப்போது வலிமை வாய்ந்தக் காந்தபுலத்தில் வைக்கபபட்டு அதனுடைய வெப்பநிலை கீழ்மட்ட வெப்ப நிலைக்கு (Absolute zero) ஹீலியம் (Helium) திரவத்தைக்

கொணடு குளிரச செய்யபபடுகிறது பிறகு இநதப் படிகம் மிக அதிக ஆறறல் பெறற நுணணலைகளால தாக்கபபடு கின்றது. இதன காரணமாக எலலா எலெக்டரான்களும் உயர்ந்த ஆறறல நிலைகளுககு உயர்ததபபடுகினறன. இந் நிலையில மிககக்குறைந்த ஆறறலைக கொணட நுணணலை யானது உள்ளே செலுததபபடடால கூட அதன ஆறறல் பெருமளவில் பெருக்கபபடுகினறது

இதறகுப பிறகு லேசரின முனனோடி எனறு அழைககப படும மூனறு ஆறறல நிலைகள் கொணட பரா காநதவியல மேசா உருவானது. இநத மேசரில மிகவும் குறைநத வீதாச் சாரததில குரோமியம் அணுககள் சோநத ரூபி படிகம (Ruby crystal) உபயோகப்படுததபபடடது இபபடிகம் மூனறு இரட்டைக் கூட்டுச சேராத எலெக்டரானகளைப பெறறிருப பதால இதில் நானகு ஆறறல நிலைகள இருககினறன. இநத ரூபி என்ற படிகம் ஹீலியம திரவததின உதவியால குளிரச செயயப்படுகிறது. பிறகு இது நுணணலை ஆறறலுக்கு உட படுததப்படுகிறது. இவவாறு நுணணலை ஆறறலுககு உட படுத்தப்பட்ட காரணததால எல்லா அணுககளும உயாந்த ஆறறல நிலைகளுக்குத தள்ளபபடுகினறன. இவவாறு ஆரமப ஆற்றல நிலையிலிருந்து எலெகடரானகள உயாந்த ஆறறல நிலைககுத தள்ளபபடுவதைததான் எலெக்டரான எணணிககை அடர்ததியை எதிர்மாறுகத திருப்புதல (Population inversion) எனறு கூறுகிறோம். இவவாறு கூறபபடுவது ஏனெனில சாதாரணமாக ஆரமப ஆறறல நிலையிலதான அதிக எலெக்ட்ரானகள் இருக்கும். ஆனால இபபோது உயர்நத ஆறறல நிலையிலதான அதிக எலெகட்ரானகள உளளன. மேசரின எலெக்டரானகள எணணிக்கை எதிாமாறறததைக கீழ்க்காணும் படம விளக்குகின்றது



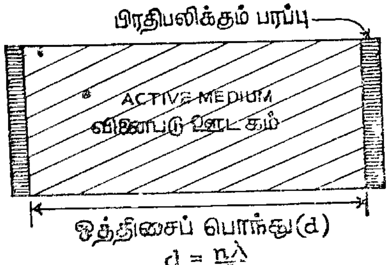
படம் 16·3

உள்ளிடப்படும் நுண்ணலை ஆற்றல் எல்லா எலெக்ட்ரான் களையும் E_g என்ற மிக உயர்ந்த ஆற்றல் நிலைக்கு உயர்த்

கின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவெண்ணையுடைய பெருக்கப் படவேண்டிய a என்ற அலையானது இந்த உச்ச ஆற்றல் நிலையான E_a-யிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை E_b-க்குச் செல்லத் தூண்டுவதால், a-யின் அளவேயுள்ள அலைநீளமுள்ள போட்டான் ஒன்று வெளிவிடப்படுகிறது. இதே போன்ற பெருக்கத்தை 'b' அலைவெண்ணைக் கொண்ட நுண்ணலையைக் கொண்டும் அடைய முடியும். ஓர் அலையும் அதன்மேல் படா விட்டால் அது தானாகவே 'b' என்ற ஆற்றல் நிலைக்கு வந்து விடும்.

நிறமாலையில் ஊதா நிறத்திலுள்ள மின்காந்தக் கதிர் வீச்சால் ரூபி படிகம் தாக்கப்படும்போது சிவப்பு ஒளி வெளிப் படுகிறது. இந்த அடிப்படையைக் கொண்டுதான் ஒளிவியல் (Optical) மேசர் உருவாக்கப்பட்டது. ரூபி என்பது அலுமினியம் ஆக்சைடால் ஆனதுதான். இதில் குறைந்த சதவீத முள்ள அலுமினிய அணுக்களுக்குப் பதிலாகக் குரோமிய அணுக்கள் மாற்றி வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தக் குரோமிய அணுக்கள் தாம் செவ்வொளியை வெளியிடுகின்றன.

ஃபேப்ரி பெரோட் (Fabry Perot) என்ற ஒத்திசைக்கும் கருவியில் (Resonator) லேசர் செயல் நிகழ்கின்றது. இங்கு அமோனியா மேசரில் உபயோகப்படுத்திய பிரதிபலிப்பு அறைக்குப் பதிலாக இரு சிறிய எதிர் எதிராக நிற்கக்கூடிய ஆடிகள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

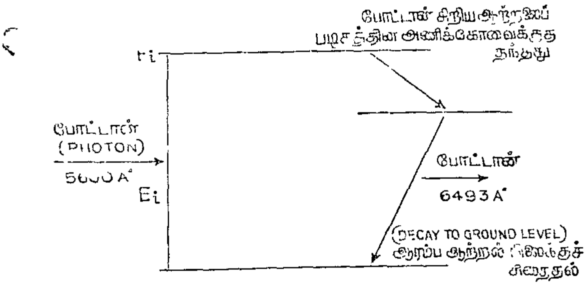


படம் 16·4

ஆடிகளால் அமைக்கப்பட்ட கருவியினுள் போட்டான் செல்லும்போது மற்ற தூண்டப்பட்ட நிலையில் உள்ள அணுக்க ளோடு எதிர்செயல் (Interact) உண்டுபண்ணும். மேலும் போட்டானானது ஆடிகளின் பரப்பிற்குச் செங்குத்தாகச் செல்லும்போது அலையானது முன்னும் பின்னுமாகப் பலமுறை பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. அவ்வாறு போட்டான்கள் பிரதிபலிக்

கப்படுவதால் ஒவ்வொரு பிரதிபலிப்பின்போதும் போட்டான் செறிவு அதிகரிக்கப்படுகிறது. இந்த போட்டான் பிரதிபலிப்பு அலையானது ஓர் அரைகுறையான வெள்ளி பூசப்பட்ட ஆடி வழியாகச் செல்லத் தேவையான ஆற்றலைப் பெறும்வரை தொடர்ந்து நிகழும். கடைசியாக அலையானது ஆடிவழியாக வெளிவரும்போது பளிசசென்ற சமசசீர் ஒளியாக வெளி வரும்.

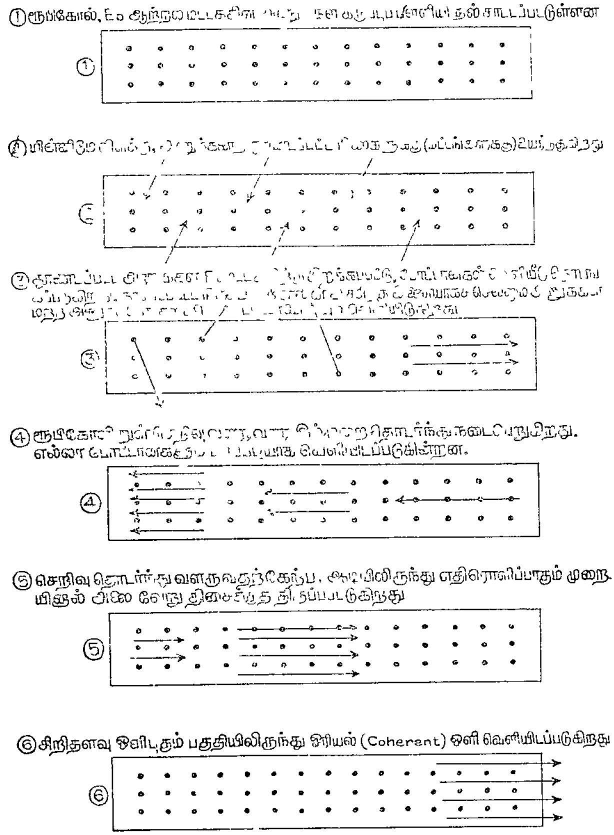
முதன் முறையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட மெய்மேன்ஸ் (Maimans) லேசரில் 0.05 சதவீதத்தில் குரோமியம் கலக்கப் பட்ட ரூபி படிகம் உபயோகிக்கபபட்டது. 5600° A அலை நீளமுள்ள ஒளியானது தூண்டும் தோற்றுவாயாகப் பயன பட்டது. இந்த அலைநீளததிற்குக் குரோமியம் சிறப்பாகச் செயல்படும். ஒரு தூண்டப்பட்ட குரோமியம் அணு ஆரம்ப ஆற்றல் நிலையை இரண்டு படிகளில (Steps) அடைகின்றது. முதலில அது மெட்டா (Meta) உறுதிநிலைக்கு வருகின்றது. அப்போது வெளிவிடபபடும் ஆற்றல், படிகததின் அணிக் கோவையை (Crystal lattice) வெப்பப்படுத்தும். இந்த நிலையில அணுவானது சில மில்லிசெகண்டுகள் தங்கியிருக்கும். இந்த நிலையில இநத அணு இன்னுமொரு போட்டானல தூண்டப்படவில்லையென்ருல் அது 6434° A அலைநீளமுள்ள (நிறமாலையில சிகப்புப்பகுதி) போட்டானை வெளிவிடும்.



படம் 165

தொடர்ந்து ஆற்றலைக் கொடுத்துக்கொண்டே இருந்தால் அதிகமான எலெக்ட்ரான்கள் 'E_i' என்ற ஆற்றல நிலைக்கு உயர்த்தப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் தாமாகவே மெட்டா உறுதி நிலையான E_i-யை அடையும். இங்கு போட்டான், எலெக்ட்ரானகளைத தாக்குவதால் தூண்டப்பட்ட வெளியீடு ஏற்படும். தூணடப்பட்ட வெளியீட்டு முறையானது கீழே

கொடுக்கப்பட்ட படத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு வெளிவிடப்பட்ட போட்டான்கள் எல்லாம் ஒரே கட்டத்தில் (Phase) இருப்பதால் அவைகளின் அலைவெண்கள் சமமாக இருக்கும். மேலும் இந்த போட்டான்கள் ஒரே திசையிலும் செல்வதால், இவ்வாறு வெளிவிடப்பட்ட கற்றையானது

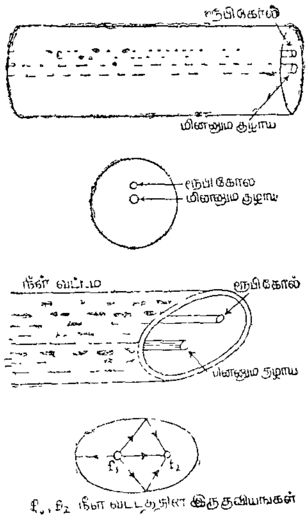


படம் 16 5 (அ)

வெளியில் (Space), நேரத்தில் (Time), திசையில் ஆகிய யாவற்றினும் ஓரியல் (Coherent) பெற்றவையாக இருக்கின்றது.

ஆற்றல் ஊட்டும் முறையின் திறனை அதிகரிக்க இரண்டு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. முதல் முறையில் வட்டமான தள வேறுபாட்டு எல்லைக்கோடு (Circular contour)

உடைய நீள் உருளை (Cylindrical) ஆடி உபயோகப் படுத்தப் படுகிறது. இங்கு ஆடியின் மைய அச்சுக்கு அருகில் ரூபி கோலும் பளிச்சிடும் குழாயும் (Flash tube) மிகவும் நெருக்க மாக வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதன் காரணமாகப் பெரும் பாலான ஒளி நீள் உருளைக்குழாயின் மைய அச்சையே



படம் 16 6

நோக்கிச் செல்வதால், ஆற்றல் வாய்ந்த பேரொளி உண்டாக்கப்படுகிறது. இரண்டாவது முறையில் நீள் வட்ட மான (Elliptical) மட்ட நிலக்கோட்டையுடைய நீள் உருளை ஆடி உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த நீள வட்டத்தின் இரு குவியங்களில (Focus) இரண்டு ரூபி, பளிச்சிடும் குழாய் ஆகிய இவை இரணடும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆடியின் வடிவஇயல், ஒளியை ஒரு குவியத்திலிருந்து இன்னொரு குவியத் திற்குப் பிரதிபலிக்குமாறு அமைந்துள்ளது. எனவே பெரும் பான்மையான ஒளியானது மின்னொளியிலிருந்து (Flash) ரூபிக் கோலை அடைகிறது.

க்யூ ஸ்பாய்லிங் (Q Spoiling) என்ற தொழில் நுணுக்க முறையைப் பயன்படுத்தி மிகவும் அதிக சக்தி வாய்ந்த லேசர் துடிப்பு (Pulse) உருவாக்கப்படுகிறது. இங்கு மிகவும் துரித மாக வேலைசெய்யும் பலகணி (Shutter) ஒன்று ரூபிக் கோலுக்கு அருகில் உள்ள ஆடிக்கும் குறுக்கே வைக்கப்படுகிறது.

பிரதிபலிப்பு முறை இல்லாத காரணத்தால் லேசர் செயல் ஏற்பட இயலாது. அநேகமாக எல்லா அணுக்களும் தூண்டப்பட்ட நிலையில் இருக்கும்போது பலகணியைத் திடீரென்று திறந்துவிட்டால் லேசர் செயல் உண்டாக வாய்ப் பேற்படும். இதன் காரணமாக பல மில்லியன்கள் வாட்களைக் (Watts) கொண்ட மிக வலிமை வாய்ந்த துடிப்பு உண்டாக்கப் படுகின்றது. இதைப் பயன்படுத்தி எஃகிலும், வைரத்திலும் நீலக்கல்லிலும் துளைகள் போடப்படுகின்றன. பலகணிக்குப் பதிலாக ரூபி படிகத்திருந்து வெளியாகும் ஒளியை உட்கவரக் கூடிய ப்தாலோசியானைன்ஸ் (Phtholocıyanines) என்ற உலோக ஆர்கானிக் (Organıc) கலவையை உபயோகப்படுத்தலாம். இங்கு பெரும்பாலான குரோமியம் அயனிகள் உயர்ந்த நிலைக்கு உயர்த்தப்படும் வரை ஒளிப்பெருக்கம் நிறுத்தப்படுகின்றது. மெதுவாக லேசர் வெளியீடு உட்கவரு ந்தன்மையை வென்று விடுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலையில், உட்கவரும் திரவமானது ரூபி ஒளிக்கு அநேகமாக ஊடுருவிச் செல்லும் (Transparent) ஊடகமாக மாறுகின்றது. ஆதலால் மிகுந்த பெருக்கம் உண்டாகி மிகப்பெரிய துடிப்பு வெளியிடப் படுகின்றது.

ரூபி படிகத்தைத்தவிர வேறு பலப்பொருட்களைப் பயன் படுத்தி லேசரை அடையமுடியும். கால்சியம் ப்ளோரைட் (Calcium Fluoride), கால்சியம் டங்ஸ்டேட் (Calcıum Tungs-tate), கண்ணுடி ஆகிய பொருட்களும் உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன. குரோமியத்தைத் தவிர நியோடைமியம் (Neodymium), டிஸ்போசியம் (Dysposıum), யுரேனியம் ஆகியவைகள் மாசுப் பொருட்களாக (Dopants) உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன.

ஞாயிறு ஆற்றலால் இயங்கும் லேசர் (Sun pumped Laser)

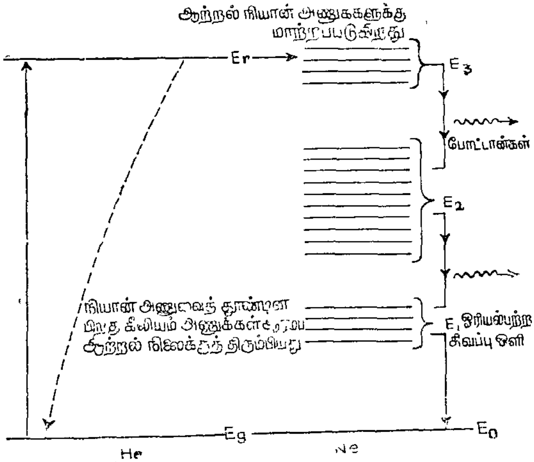
இந்த வகையான லேசர் 1962-இல் RCA சோதனைச் சாலையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது இங்கு அரை கோள வடிவமான ஆடியைக் கொண்டு ஞாயிறு ஒளியைக் குவித்து, பிறகு அதை ஆற்றலின் தோற்றுவாயாக (Pumpıng source) பயன்படுத்துகினறனர். இந்த லேசரில் கால்சியம் ப்ளோரைட் படிகம் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த லேசர் 2·36 மைக்ரான்கள் (Mıcrons) அலைநீளமுள்ள லேசர் கற்றையைத தொடர்ந்து புறச்சிவப்புப் பகுதியில் வெளிப்படுத்துகிறது. பல இரசாயன மாற்றங்களால் உண்டாகும் மின்னலைப்

போன்ற ஒளியை ஆற்றுப்படுத்தும் தோற்றுவாயாக உபயோகப்படுத்தலாம்.

வாயு லேசர்கள் (Gas Lasers)

1961-ஆம் ஆண்டு பெல் (Bell) சோதனைச்சாலையில் உள்ள விஞ்ஞானிகள் வாயு லேசரின் வளர்ச்சியை முதலில் வெளியிட்டார்கள். இந்த லேசர் அமைப்பில் சிறிது மாறுபட்டிருந்த போதிலும் திட நிலை லேசரின் தத்துவப்படியே வேலை செய்தது. முதல் வாயு லேசரில் நியான் 90 சதவீதத்திலும் ஹீலியம் 10 சதவிதத்திலும் கலந்த கலவை உபயோகிக்கப்பட்டது. நன்கு பிரதிபலிக்கக்கூடிய இணையான இரு ஆடிகளைக் கொண்ட குவார்ட்ஸ் (Quartz) குழாய், மேலே கூறப்பட்ட கலவையை அடக்கிக்கொள்ள, பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. இந்த அமைப்பின் இறுதியில் இரண்டு ஒளியியல் சமதள (Optically plane) சன்னல்கள் பொருத்தப்பட்டிருந்தன. இந்த லேசர் கற்றையின் கோட்டு அகலம் (Line width) திடநிலை ஒளியியல் லேசர் கற்றையின கோட்டு அகலத்தை விட மிகக்குறைவாகும் ஆதலால் இந்த லேசர் கற்றையின் நிறம், இதுவரை கண்டிராத அளவு மிகத்தூய்மையாக இருக்கும். ஆற்றுப்படுத்தும் முறையிலும் தூண்டுதல் முறையிலும் வாயு லேசரும், திடநிலை லேசரும் வேறுபட்டுள்ளன.

ஹீலியம்-நியான் லேசரின் ஆற்றல் நிலைப்படம் (Energy level diagram of He-Ne Laser)



படம் 16·7

28 M.C. ரேடியோ அலையெண்ணையுடைய மின் உண்டு பண்ணும் கருவி (R/F Generator) முதலில ஹீலியம் அணுக்களை E_h என்ற ஆற்றல் நிலைக்குத் தூண்டிவிடுகிறது இவ்வாறு

தூண்டப்பட்ட ஹீலியம் அணுக்கள், ஆரம்ப ஆற்றல் நிலையி லுள்ள நியான் அணுக்களோடு மோதி அவைகளை E_3 ஆற்றல் நிலைக்கு உயர்த்துகின்றன. E_3 என்ற ஆற்றல் நிலையில் மட்டும் நான்கு தனித்தனியான ஆற்றல் நிலைகள் உள்ளன. பிறகு ஹீலியம் அணுக்கள் தாழ்ந்த ஆற்றல் நிலைக்கு வந்து விடுகின்றன. லேசர் விளைவு ஏற்படும் முன், நியான் அணுக்களிலுள்ள பெரும்பான்மையான எலெக்ட் ரான்கள் E_3 என்ற மெட்டா (Meta) உறுதி நிலைக்கு உயர்த்தப் படவேண்டும். இது இவ்வாறு நிகழும்போது E_3-க்கும் E_2-க்கும் இடையில் தூண்டப்பட்ட வெளியீடு ஏற்படும். இந்த வெளி யீட்டில் பல அலையெண்களைக் கொண்ட லேசர் கற்றை இருக்கும்.

E_2 நிலை நெருங்கிய இடைவெளியை உடைய பத்துத் தனித்தனியான ஆற்றல் நிலைகளை உடையதாக இருப்பதால், E_3-க்கும் E_2-க்குமிடையே பலவகை நிலை மாறுபாடுகள் (Transitions) ஏற்படலாம். இவ்வாறு பல நிலை மாறுபாடுகள் ஏற்படச் சாதகமாக இருப்பதால்தான் வாயு லேசரில் பல அலை வெண்கள் தோன்ற வாய்ப்பேற்படுகிறது. நியான் அணுக்கள் E_1, E_0 ஆகிய நிலைகளுக்குப் படிப்படியாக முறையே மாறும் போது மறுபடியும் அவற்றின் ஆற்றலை இழந்து விடுகின்றன. ஆனால் இவ்வாறு மாறும்போது லேசர் விளைவு ஏற்படுவதில்லை. ஆதலால் மறுபடியும் நியான் அணுக்கள், தூண்டப்பட்ட ஹீலியம் அணுக்களினால் மீண்டும் E_3 நிலைக்கு உயர்த்தப்படு கின்றன. E_3 நிலையிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மற்ற நிலைகளிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை விட அதிகமாக இருக்கும்வரை லேசர் விளைவு தொடர்ந்து நடைபெறும்.

இன்னொரு முறையிலும் தூண்டுதலைச் செய்யலாம். அந்த முறைக்குத் "தொடர்பை அறுக்கப்பட்ட தூண்டுதல் மாறு பாட்டுச் செயல்" (Dissociative excitation transfer) என்று பெயர். நோபிள் வாயு (Noble gas) என்று கூறப்படுகின்ற நியான் அல்லது ஆர்கான் வாயுவோடு கூடிய ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு கலவையானது, ரேடியோ அலைவெண்ணைக்கொண்ட மின்னிறக்கு முறையைக் கொண்டு (R.F. Discharge) தூண்டப் படுகின்றது. நோபிள் வாயுவுக்குக் கொடுக்கப்பட்ட ஆற்ற லானது ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுக்கு மாற்றப்படுகிறது. ஆதலால் ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு இரு அணுக்களாகப் பிரிந்துவிடுகின்றது. இவைகளில் ஓர் அணுவானது தூண்டப்பட்ட நிலையை அடைந்து, 8446°A அலை நீளத்தைக் கொண்ட ஒளியை வெளி

விடுகிறது. வாயு லேசரில் பயன்படுத்தப்படும் மூன்ருவது தூண்டுதல் முறையில் எலெக்ட்ரான்கள் வாயு அணுக்களோடு நேராக மோதவிடப்படுகின்றன.

வெளியீடு சைகை (Output signal) மிகவும் தூய்மையாக இருப்பதாலும் வெளிவிடப்படுகின்ற கதிர்வீச்சு மிகவும் இணையாக (Parallel) இருப்பதாலும் வாயு லேசர்கள் நுட்பமான அளவைகளைச் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

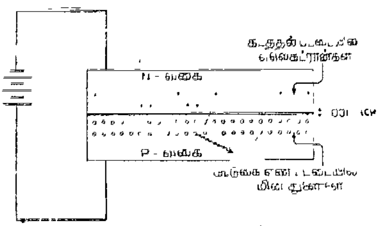
குறைக்கடத்தி லேசர் அல்லது உட்செலுத்தும் லேசர் [(Semi Conductor Laser (Injection Laser)]

1963-ஆம் ஆண்டின் இறுதியில் உட்செலுததும் (Injection) லேசர் வளாச்சி பெறறது. இந்த லேசரில குறைக்கடத்தி டையோடு பயன்படுததபபடுகினறது இந்தத திட்டத்தின்படி லேசர் வெளியிடு சைகையை (Output signal) ஒளியியல அலை வெண்களில (Optical frequencies) எளிதாக அலைப்பண் பேற்றம் (Modulation) செய்யமுடியும். இந்தச் சிறப்புப் பண்பிஞல் லேசா செய்திப் போக்குவரதது முறைக்குப பயன் படும். ஆனுல் இதற்கு முன விவரிக்கப்பட்ட லேசர்கள் எதுவும் செய்திப் போக்குவரத்துப் பணிக்குப் பயன்படுத்த இயலாதவைகள் ஆகும்.

குறைக்கடத்திக் கருவிகளின் அமைபபைப் பற்றிய சில அடிப்படைக் கருத்துக்களைத தெரிந்து கொள்வது அவசிய மாகும். உலோகங்கள் மின்ஞேட்டததிறகு மிகக் குறைந்த மின் தடையைத் தரும். ஆதலால அவைகள் கடத்திகள் என்று கூறப்படுகின்றன. இதற்கு மாருக இரப்பர், கண்ணுடி போன்ற பொருடகள் எந்த மினஞேட்டத்தையும் கடத்தாது. ஆதலால் இந்தப பொருட்கள் காப்பிட்டவைகள் (Insulators) எனறு கூறப்படுகின்றன. இவைகளைத்தவிர வேறு சில பொருட்களின் கடததுததிறன், உலோகங்களின் கடத்துத் திறனைப்போல் அவ்வளவு அதிகமாக இல்லாமலும், ஆனுல் காப்பிட்ட பொருட்களின கடததுத்திறனைவிட அதிகமாகவும் உள்ள ஓர் இடைநிலையில் இருக்கும். இபபடிப்பட்ட இடைத் தரப் பொருட்களைத்தான் குறைக்கடத்திகள் என்று கூறுகிருேம். ஜெர்மானியம், சிலிகான போன்ற தூய்மையான பொருட் களோடு மிகக் குறைந்த அளவில் மாசுப்பொருளைச் சேர்க்கும் போது அவைகள் குறைக்கடத்திகளாக மாறுகின்றன.

இந்தப் பொருட்களின் மீது மின்புலத்தைப் பதியச் செய்தால் அப்பொருட்களின் எலெக்ட்ரான்கள் இங்கும்

அங்கும் நகரும். குறைக்கடத்தியில் உள்ள சில அணுக்களில் எலெக்ட்ரான்கள் பற்றுக்குறையாக இருக்கும். இந்த எலெக்ட்ரான் பற்றுக்குறைகளைத்தான் மின்துளைகள் (Holes) என்று கூறுகின்றோம். குறைக்கடத்திகளின் குறுக்கே மின்புலம் செலுத்தப்படும்போது, சில அணுக்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் இந்த மின்துளைகளினுள் விழுந்து விடுகின்றன. மாறாக இப்போது அந்த அணுக்களில் மின் துளைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு மின் துளைகள் ஓர் இடத்திலிருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு நகருவதால் அவற்றை நேர் மின்னோட்டத்தை எடுத்துச் செல்லும் சிறு துணுக்குகளாகக் கருதலாம்.

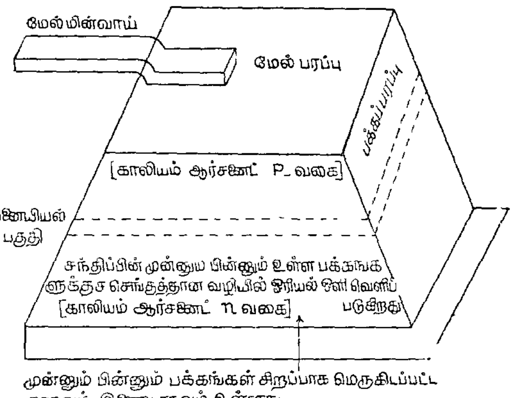


படம் 16·8

சில குறைக்கடத்தி அமைப்புக்களில் பெரும்பான்மையான அணுக்களில் எலெக்ட்ரான் பற்றுக்குறை இருக்கும். அதாவது மின் துளைகள் அதிகமாக இருக்கும். இப்படிப்பட்ட குறைக்கடத்திகளை p-வகைக் குறைக்கடத்திகள் என்று கூறுகிறோம். ஆனால் சில பொருட்களின் அணுக்களில் எலெக்ட்ரான்கள் அதிகமாக இருக்கின்றன. இங்கு எலெக்ட்ரான்கள் தான் இடம் மாற்றப்படும். இப்படிப்பட்டக் குறைக்கடத்திகளை n-வகைக் குறைக்கடத்திகள் என்று கூறுகிறோம். p-வகை பகுதியை n-வகைப் பகுதியோடு இணைத்து, படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல், மின்னழுத்தத்தைச் செலுத்தினால், எலெக்ட்ரான்கள் n பகுதியிலிருந்து சந்திப்புக்குக் குறுக்கே பாய்ந்து அடுத்த பகுதிக்குச் செல்லும். இவ்வாறு செல்லும்போது n-பகுதியில் இப்போது மின்துளைகள் உருவாகின்றன. இதிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு திசையில் செல்லும்போது மின்துளைகள் எதிர்த்திசையில் செல்கின்றன என்பது தெரிய வருகின்றது. இப்போது மின்வாய்களின் முனைவுத் தன்மையை மாற்றினால் மின்னோட்டம் அவ்வளவு அதிகமாக இருப்பதில்லை. எனவே இந்தச் செயல் திருத்திக் குழாயின் (Rectifier tube) செயலைப் போன்றுள்ளது என்பது தெளிவு.

இந்த உட் செல்லும் லேசர் (Injection Laser) காலியம் ஆர்சனைட் (Gallium Arsenide) டையோடால் ஆனதாகும். இந்தக் குழாய்க்கு முன் செல்லும் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் (Forward bias) கொடுக்கப்பட்டால், அதில் முன் செல்லும் மின்னோட்டம் (Forward current) ஏற்படும்.

இந்த மின்னோட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட தொடக்க நிலையை (Threshold level) அடையும்போது டையோடு, ஓரியல் (Coherent) ஒளியை வெளிவிடும். இது உட்செல்லும் லேசர் என்று அழைக்கப்படுவதன் காரணம் என்னவென்றால் முன் செல்லும் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் கொடுக்கும்போது n-பகுதியிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் p-பகுதியினுள் சென்று அங்குள்ள மின் துளைகளில் விழுகின்றன. சந்திப்பின் குறுக்கேச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் மின் துளைகளினுள் விழும்போது இவற்றின் ஒரு பகுதி ஆற்றல் போட்டானாக வெளியிடப்படுகின்றன. இவ்வாறு மின் துளைகள் எலெக்ட்ரானகளால் நிரப்பப்படுவதைத்தான் மறு இணைப்பு(Recombination)என்று கூறுகிறோம்.

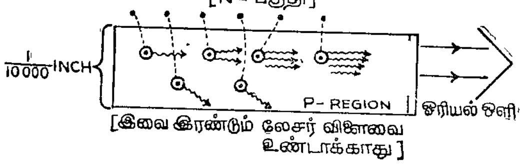


படம் 16·9

காலியம் ஆர்சனைட் டையோடு லேசர் (Gallium arsenide diode Laser)

முன் செல்லும் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தை அதிகமாகப் பயன் படுத்தினால் p-பகுதியில் ஒரு மிகக் குறுகியப் பகுதியில் மிகுதியான எலெக்ட்ரான்களும் மின்துளைகளும் குவிகின்றன.

இந்தக் குறுகிய பகுதியின் அகலம் $\frac{1}{10000}$ அங்குலமாகும். இந்தச் சுறுசுறுப்பான (Active) பகுதியில் மறு இணைப்பால் மிக அதிகமான போட்டான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. இந்த போட்டான்கள், உட்தள்ளப்படும் எலெக்ட்ரான்களை மின் துளைகளினுள் விழச்செய்து மறு இணைப்பு வேகமுடுக்கத்தை அதிகப் படுத்தி இன்னும் அதிக போட்டான்களை வெளிவிடத் தூண்டுகின்றன. முதல் போட்டானின் தூண்டுச் செயலால் வெளிவிடப்படும் இரண்டாவது போட்டான் முதல் போட்டானைப் போலவே ஒரே கட்டத்தையும் (Phase), ஒரே திசையையும் பெற்றிருக்கும். ஆதலால் வெளியிடபபட்ட ஒளியானது ஓரியல் (Coherent) ஒளி ஆகும். p-n சந்திப்பிற்கு இணையான திசைகளில் இந்த ஒளி வெளிவிடப்படுகின்றது. இங்கு வெளியீட்டு ஒளி பலமுறை பிரதிபலிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் இது லேசர் விளைவுக்கு ஒரு முக்கிய தேவையாகும். அதிகமான கதிர்வீச்சை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் திரட்டுவதைத்தான் முறைத்தேர்வு (Mode selection) என்று கூறுகிறோம்.



படம் 16·10

இரண்டு குறைகளையும் ஈடுகட்டப் படிகங்கள் பிளவுத் தளங்களின் (Cleavage plane) வழியாக வெட்டப்படுகின்றன. படிகங்களைக் குறிப்பிட்ட இணைத்தளங்களின் வழியாக மிக எளிதில் வெட்டமுடியும் என்பது தெரிந்ததே. அவ்வாறு உடையக்காரணம் என்னவென்றால் அத்தளங்களில் அணுக்களின் கவரும் சக்தி மிகக் குறைவு. எனவேதான் அந்தத் தளங்கள் பிளவுத்தளங்கள் என்று கூறப்படுகின்றன. படிகததிலுள்ள இந்தத் தளங்கள் முறைத்தேர்வாகியச் செயலை (Mode selection) எளிதாக்க உதவுகின்றன. இந்தப் படிகத்தின் பின் பாகத்தை நன்றாகப் பளபளப்பாக வைத்திருந்தால் பிறகு இந்தப் பக்கத்தில் அச்சின் (Axis) வழியாக வரும் ஒளிமட்டும் பலமுறை பிரதிபலிப்புக்கு உள்ளாகி, லேசர் விளைவை மிகுதியாக்குகிறது. பொதுவாகப் படிகத்தின் பக்க வாட்டங்கள் ராவப்படுவதால் (Sawed) அவற்றின் வழியே, உட் பிரதிபலிப்பு இல்லாமல், கதிர்வீச்சு எளிதில் வெளியே சென்று விடுகின்றது. இவ்வாறாக செறிவான ஒரே திசையைக்கொண்ட, லேசர்

கற்றையை குறைக்கடத்தி லேசரிலிருந்து பெறமுடிகிறது. இந்தக் குறைக்கடத்தி லேசர்கள் செய்தித்துறைக்கு மிகவும் பொருத்தமானவையாகும். ஏனெனில் இந்த லேசர் கற்றை சிறந்த இணைக்கற்றைகளைக் கொண்டுள்ளதாகவும், ஆற்றலை உச்ச அளவு மாற்றவும் பொருத்தமானதாக உள்ளது. இதனுடைய அமைப்பு உருவத்தில் மிகவும் சிறியதாக இருப்பதால், இது விண்வெளிச்செய்தி அமைப்புக்களில வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

திரவ லேசரும் செயற்கை முறைக் குழைவுப்பொருள் லேசரும் (Liquid and Plastic Lasers)

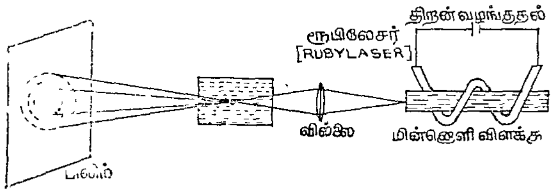
1963-ஆம் ஆண்டு அரிதிற்கிடைக்கும் தனிமத்தைப் (Rare earth element) பயன்படுத்திய லேசர் அமைப்பு வெளிவந்தது இந்த லேசரில் யூரோபியம் (Europium) என்ற தனிமமானது, கரிமக்கலவையான (Carbon compound) சீலேட் என்ற பொருளால் நான்கு பக்கங்களிலும் சூழப்பட்டுள்ளது.

ஆல்கஹால் (Alchol) கலவையில் கரைக்கப்பட்ட யூரோபியம் பென்ஜாய் லேஸ்டனேட் (Europium Benzoylacetonate) என்பது தான் லேசர் செயல பொருளாகும். இந்தக் கரைசலைக் குவார்ட்ஸ் குழியில் – 130°cக்குக் கீழ் உள்ள வெப்ப நிலையில் வைக்கப்படுகின்றது. இந்த நிலையில் இவ்வூடகம் பிசுக்குள்ள (Viscous) திரவமாக இருக்கும். இந்த முறையில் ஆற்றப்படுத்தும் ஆற்றலை ஆர்கானிக் பகுதி முதலில் உட்கவர்ந்து கொள்ளும். பிறகுதான் அரிதிற்கிடைக்கும் தனிம அயான்களுக்கு ஆற்றலானது மாற்றப்படுகிறது. இப்படிப் பட்ட மாற்றுமுறை வாயிலாக அரிதிற்கிடைக்கும் அயனிகள் தேர்ந்த முறையிலும் பயனுள்ள முறையிலும் ஆற்றுப்படுத்தப் படுகின்றன. இந்த லேசர் சிவப்புப் பகுதியில் 6129°A அலை நீளமுள்ள ஒளியை வெளிவிடுகிறது. இந்த லேசரை அமைப்பது மிக எளியதாகும் படிக லேசருக்கு ஆகும் செலவைக் காட்டிலும் இத்தகைய லேசருக்கு குறைவாகவே செலவாகிறது.

திரவ லேசரில் பயன்படுத்திய தத்துவத்தைப் பிளாஸ்டிக் (Plastic) லேசரிலும் பயன்படுத்தலாம். இந்த லேசரில் சுத்தமான பிளாஸ்டிக் பொருளாலான மெல்லியநூல் (Fibre) பயன்படுத்தப்பட்டது. பாலிமிதைல் மெதாக்ரைலேட் (Polymethyle methacrylate) என்ற இந்தப் பிளாஸ்டிக் சுமார் 15 அங்குல நீளமிருக்கும். இது யூரோபியம் சீலேட்டைப் (Europium

chelate) பிடித்துக்கொள்ளும் பொருளாக (Holder) இருக்கிறது. இந்த மெல்லிய நூல் அமைப்பு திரவ நைட்ரஜன் வெப்ப நிலையில் வைக்கப்பட்டு புறஊதாக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப் பட்டது. இந்த ஆற்றல் மெல்லிய நூல் வாயிலாக சீலேட்டுக்குக் கடத்தப்பட்டது. சீலேட் ஆற்றலை உட்கவர்ந்துகொண்டு பின்பு அந்த ஆற்றலை யூரோபியம் அணுக்களுக்கு மாற்றுகின்றது. இப்போது யூரோபியம் அணுக்கள் சிவப்பான மின்னலைப் போன்ற ஒளியை வெளியிடுகின்றன. இந்த மெல்லிய நூல்கள் பெரும்பான்மையான ஒளியைத்தடுத்து, அவற்றின் நீள வாட்டில் செல்லும் ஒளியைமட்டும் செல்லுமாறு அனுமதிக்கின்றன. ஒவ்வொரு முறையும் மின்னொளி உண்டாகும்போது அது மெல்லிய நூல் வழியாகச்சென்று மற்ற மின்னொளிகளைத் தூண்டிவிடும். மெல்லிய நூல்களின் இறுதியில் எல்லா மின்னொளிகளும் ஒன்றாகச்சேர்ந்து மிகவும் வலிமை வாய்ந்த ஓரியல் (Coherent) ஒளித்துடிப்பை உண்டாக்குகின்றன.

இராமன் லேசர்கள் (Raman Lasers)



படம் 16·11

E.J. வுட்பரி (E.J. Woodbury) லேசர் அலைவெண்கள் இடம் பெயரும் முறையை (Shifting Laser frequencies) அண்மைக் காலத்தில் வளர்ச்சியடையச் செய்தார். பென்ஜீன் (Benzene) போன்ற திரவத்தின் வழியாக 'ரூபி' படிகத்திலிருந்து வரும் லேசர் கற்றையை அனுப்பினால் 6943°A அலைநீளத்தோடு அதன் இரு புறங்களிலும் வேறு அலைநீளங்களும் உடன் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. அதற்குத் தேவையான சோதனை அமைப்புப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உடன் சேர்ந்து வெளிவிடப்படும் அலை நீளங்கள் யாவும் மிகுந்த ஓரியல் தன்மையுள்ளதாகவும் இணையாகவும் உள்ளன. அடிப்படை ரூபி லேசரின் வெளியீட்டுக்குக் கீழும் மேலும் உள்ள அலை வெண்களில் உண்டாகியிருக்கும் இடப்பெயர்ச்சி (Shift) பென்ஜீன் மூலக்கூறின் இயல் அதிர்வுக்குரிய (Natural vibrations) அலைவெண்ணின் பெருக்கற் பலனுக்குச் சமமாகும்.

ஒரு பொருளின் அதிர்வு அலைவெண்ணில் உண்டாகும் அலைவெண் இடப்பெயர்ச்சியை இராமன் விளைவு என்று கூறுகின்றோம். ஆதலால் இந்த லேசர் இராமன் லேசர் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. மூலக்கூறுகளின் உள்ளமைப்பைப் பற்றி (Structure) மிகத்துல்லியமான விவரங்களை அறிந்து கொள்ள இந்த லேசர் வழி வகுக்கிறது.

துடிப்பு வாயு லேசர்கள் (Pulsed gas Lasers)

அண்மைக்காலத்தில் லேசரின் வளர்ச்சி நிறமாலையில் பச்சை, புற ஊதாப் போன்ற பகுதிகளில் லேசர் ஒளியை உருவாக்க வழி வகுக்கிறது. இந்த முறையில மின்துடிப்பு வாயு லேசர் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்துடிப்பு வாயு லேசர் ஆற்றுப்படுத்தும்போது மின்துடிப்புக்களை வெளிவிடும்.

புற ஊதா லேசரில், கலவையிலுள்ள தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரான்களால் தூண்டப்படும் நைட்ரஜன மூலக்கூறு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மிக அதிகமான உள்ளீடு ஆற்றலில், நைட்ரஜன் மூலக்கூறு முப்பிரிவு (Triplet) நிலைகளுக்குத் தூண்டப்படுகின்றது. அந்த நிலையில் 3000°A.க்கும் 4000°A.க்கும் இடையிலுள்ள அலை நீளங்களையும் உச்ச அளவில் 3371°A அலைநீளத்தையும் அது வெளியிடுகின்றது.

இன்னும் ஒருவகை லேசரில் சிறிது ஆர்கான் வாயு கலக்கப்பட்ட பாதரசம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்தக் கலவை மிகுந்த மின்னழுத்தத தோற்றுவாயைக் கொண்டு ஆற்றுப் படுததப்படும். இதனால் 5200°A அலைநீளத்தைச் சுற்றிலும் பல அலைநீளங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. மூன்றுவது வகை லேசரில் ஒற்றை அயனியாக்கப்பட்ட (Singly ionised) பாதரச வாயு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் மூலம் 5677°A உள்ள பச்சை ஒளி வெளியிடப்படுகின்றது.

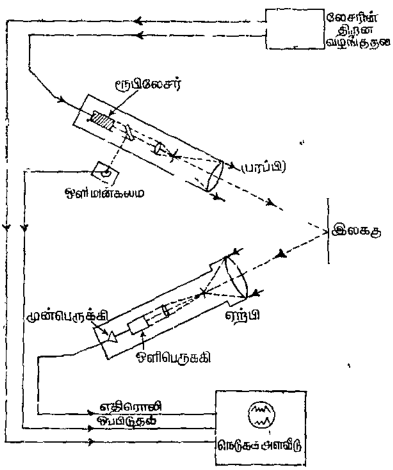
லேசரின் பயன்கள்

லேசர் பல இணையற்ற பண்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. லேசர் ஓரியல் தன்மையும், அடர்ந்த செறிவையும் ஒரே திசையில் செல்லக்கூடிய ஆற்றலையும், போன்ற பல குணங்களைப் பெற்றிருப்பதால் இது எல்லாத துறைகளிலும் இன்று பயன் படுத்தப்பட்டு வருகின்றது

ராடாரும் நெடுக்கம் காணும் முறையும் (Radar and ranging applications)

மின்துடிப்பு வகை திடநிலை, படிக லேசர்கள் ராடாரிலும், தொலைவைக் காணும் முறையிலும் நல்ல பயனை அளிக்கின்றன.

மேற்கூறிய படிக அமைப்பு மிக தூரத்திலுள்ள கோள்கள், விண்மீன்கள் போன்றவற்றின் தூரத்தை அளக்கத் தூரவியல் (Telemetry) துறையிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. லேசரைப் பயன்படுத்தியதால் கிடைத்த முக்கியமான வெற்றி, பூமிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவை மீட்டர் சுத்தமாக அளக்க முடியும் என்பதேயாகும். நெடுக்க (Range) அளவுக்கான அமைப்புப் படத்தில்காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 16.12

ரூபி லேசரின் வெளியீடு, பொருத்தமான வில்லைகளின் அமைப்பைக் கொண்டு குவிக்கப்பட்டு, பின்பு இலக்கை (Target) நோக்கி செலுத்தப்படுகின்றது லேசரின் வெளியீட்டில் ஒரு சிறிய பகுதியானது ஒளி மின்கலத்தின் வழியாக நெடுக்கக் கண்டுபிடிப்பு (Rangement) அமைப்புக்கு அனுப்பப் படுகிறது, இது பின்பு ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதற்காகும். இலக்கிலிருந்து திருப்பிய மின்துடிப்பானது ஒளி மின்பெருக்கி (Photo multiplier) மீது குவிக்கப்படுகிறது. பிறகு அந்தச் சைகை எலெக்ட்ரானியல் முறையில் பெருக்கப்பட்டுப் பினபு அளக்கும் அமைப்புக்கு, ஒப்புதலோடு (Reference) அனுப்பப் படுகிறது. இதிலிருந்து மிகவும் தொலைவிலுள்ள இலக்கைக் கூட மிகத் துல்லியமாக லேசரால் கண்டறிய முடியும்.

நிலவுக்கும் பூமிக்கும் இடையே உள்ள தொலைவை அளக்கும் முறையிலிருந்து லேசர் கற்றை, ஒரே திசையில்

செல்லக்கூடியது என்பது தெளிவாகிறது. ஒரு லேசர் கற்றை அனுப்பப்பட்டபோது அது விரிந்து கொண்டே சென்று கடைசியில் நிலவின் மேல் 2 மைல் விட்டமுள்ள வட்ட வடிவமான பகுதியில் மட்டும் விழுந்தது. இந்த அளவு ராடார் கற்றையைவிடச் சுமார் 100 மடங்கு குறுகியதாகும். நெடுக்கக் கண்டுபிடிப்பின அமைப்பில் லேசரைப் பயன் படுத்தினால் அதைக் கல்லிடார் (Collidar) என்று அழைக்கின் றோம். இது 'Coherent Light detecting and ranging' என்பதின் சுருக்கமேயாகும். லேசரின் நம்பிக்கையளிக்கின்ற பயன்கள் யாவும் வான்வெளி ஆராய்ச்சியில் அமைகின்றன. பூமியின் காற்று மண்டலத்திலுள்ள காற்றோட்டம், நீராவி முதலிய வைகள் ஒரியல கற்றையின திறனையும் பயன்படுந்தன்மை யையும் வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன. ஆனல் இத்தகைய இடர்ப்பாடுகள் அற்ற விணவெளியில் லேசரின் அமைப்பு வியத்தகு அளவு பயனைத் தருகிறது.

தொழிற்கூடங்களில் லேசரின் பயன்கள்

துடிப்புத்திடநிலை லேசர் அடுத்து நுண்பற்ற வைப்பிலும் (Micro welding), மிக நுட்பமான பொருட்களைத் துளைக்கவோ அன்றி வெட்டவோ (Micromachining) பயன்படுத்தப் படுகின் றது. லேசரின் வெளியீட்டை இலக்கின் மீது குவியச் செய்தால், மிகக் குறுகிய பகுதியில் மிகுந்த ஆற்றல் செறிவைப பெறமுடியும். இவ்வாறு குவிக்கப்பட்டக் கற்றையைப் பயன் படுத்தி மிகக்கடினமான வைரம், எஃகு போன்றவைகளில் துளைகள் போடலாம். குவிக்கும் முறையில் முன்னேற்றங் கண்டு அவ்வகைக் கற்றையைக் கொண்டு துளை போடப் படும். துளையின் அளவுகளை இன்னும் சிறிதாக்கிக் கொண்டே போகலாம். சுமார் 28 முதல 196 மைக்ரான்கள் ஆழத்தைக் கொண்டே துளைகளை, 0·015 அங்குல கனமுள்ள டங்ஸ்டன் (Tungsten) உலோகத்தில் போட முடியும். மிக நுண்ணிய எந்திரங்களில் துளையிடவோ அன்றி வெட்டவோ லேசரைப் பயன்படுத்துவதால் உண்டாகும் நன்மைகள் பின்வருமாறு.

1. துளையிடப்படும் பொருட்களுடன் நேரடித்தொடர்பு இல்லாமலிருப்பதால் பொருட்களில் உராய்வு வெப்பம் ஏற்படாது. எனவே பொருட்களின் வெப்பநிலை அதிகரிப்ப தில்லை.

2. சுற்றுப்புறமுள்ள பகுதிகளைக் கெடுக்காமல் மிகச்சிறிய துளைகள் போடமுடியும்.

3. இவ்வாறு துளைகள் போடுவதற்குச் சுமார் 0·001 செகண்டிற்கும் குறைவான காலம்தான் பிடிக்கின்றது.

ஆதலால் மைக்ரோ எலெக்ட்ரானியல் சுற்றுக்களில் மிகச்சிறிய துளைகளைப் போடவும், மிகச்சிறிய துளைகளைக் கொண்ட சவ்வுகளைத் (Membrane) தயாரிப்பதிலும் லேசரைப் பயன் படுத்தலாம்.

நுண் பற்ற வைப்பு (Microwelding)

லேசரின் உயர்ந்த ஆற்றல் பொருட்களைப் பற்ற வைப்பதற்குப் பதிலாக அவற்றை ஆவியாக்கிவிடும். ஆதலால் எந்த இடத்தில் பற்ற வைக்க வேண்டுமோ அந்த இடத்தில் நேராக லேசர் கற்றைக் குவிக்கப்படுவதில்லை. பதிலாக, கற்றையைப் பல வில்லைகளின் வழியாகச் செலுத்தி, வில்லைகளின் தூரத்தைத் தகுந்தபடி மாற்றி கற்றையின் ஆற்றல் குறைக்கப் படுகின்றது. மிகச் சிறிய பரப்பை மட்டும் ஆவியாக்கும் திறனை இது பெற்றிருப்பதால் இதைக்கொண்டு புள்ளி பற்ற வைப்பைச் (Spot welding) செய்து முடிப்பது சாத்திய மாகின்றது. மிக நுண்ணிய கம்பிகளை இணைக்கவும், மிக நுண்ணிய பொருட்களைப் பற்ற வைக்கவும் லேசர் ஆற்றல் பயன்படுகிறது. மேலும் மிக நுண்ணிய வெப்ப மின் இரட்டைகளைச் (Thermocouple) செய்யவும், புதிய குறைக்கடத்திகளை உருவாக்கவும் வேறுபட்ட உலோகங்களை ஒன்றோடொன்று இணைக்கவும் லேசரின் ஆற்றல் பயன்படுகிறது.

லேசர் கற்றையால் செயல்படும் பற்றவைப்பு முறையானது எலெக்ட்ரான் கற்றை பற்றவைக்கும் முறை, மின்தடை மூலம் பற்றவைப்பு முறை ஆகியவற்றைப் பயனற்றவை என்று ஒதுக்கித் தள்ளிவிட வேண்டிய கட்டத்திற்குக் கொண்டுவந்து விடவில்லை. ஆனல் அம்முறைகளுடன் இதுவும் சேர்ந்து ஒத்துழைத்து நுண்ணிய கருவிகளில் பற்றவைக்கும் வேலைகளை எளிதாக்குகின்றது.

மருத்துவத்துறையில் லேசரின் பயன் :

பிரிந்த விழித்திரை (Retina) சிகிச்சை முறையில் லேசர் மிகுந்த பலனைத் தருகிறது. புற்றுநோய் சிகிச்சையிலும் லேசரின் உதவி நம்பிக்கை ஊட்டுகின்றது. விழித்திரையிலுள்ள மிக நுண்ணிய துளை வழியாகக் கண் கோளத்திலுள்ள திரவம் கசியும்போது விழித்திரையின் பிரிவு ஏற்படுகிறது. முன்பு இந்தப் பிரிந்த விழித்திரையை இணைக்க ஜினன் (Xenon)

மின் விளக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்த முறையில் அதிக காலம் தேவைப்பட்டது. ஆனல் தற்போது லேசர் கற்றை அந்த வேலையை அரை செகண்டில் செய்து முடிக்கின்றது.

படைத்துறையில் லேசரின் பயன்:

எதிரிகளின் ஏவுகணைகளைக் கண்டறிய, லேசர் பயன்படுத்தப்பட்ட ராடார் உதவுகின்றது. நிலத்திலிருந்துக்கொண்டே ஓர் ஏவுகணையை அழிக்க வேணடுமென்ருல் சுமார் 10 பில்லியன் ஜோல் (Joule) திறன் தேவைப்படுகிறது. ஆனல் தற்காலத்தில பொருத்தமான வில்லைகளைக் கொண்டு லேசரின் கற்றையை ஒரே இடத்தில் குவிக்க முடிவதால் சுமார் 1500 ஜோல்களைக் கொண்டே இதைச் செய்துமுடிக்க இயலுகின்றது. அண்மையில் லேசர் உதவிக்கொண்டு இயங்கக்கூடிய படைக் கலங்களைக் கண்டறிவதில் தேவையான சோதனைகள் செய்யப் பட்டு வருகினறன. லேசரைக் கொண்டு ஞாயிறு ஆற்றலைத் தேக்கித தேவையானபோது பயன்படுத்திக்கொள்ளககூடிய வழி முறைகளைக் கண்டுபிடிபபதிலும் ஆய்வுகள் நடைபெறறு வருகின்றன.

விஞ்ஞானத் துறையில் லேசரின் பயன்

புகழ்வாய்ந்த மைக்கல்சன் மார்லே (Michelson Morley) சோதனையில் இன்று லேசர் கதிர் பயன்படுததப்படுகின்றது. இவ்வாறு லேசர் கதிரைப் பயன்படுத்தியதால், சாதாரண ஒளியைப் பயன்படுத்திக் கிடைத்த விடையைவிடச் சுமார் 50 மடங்குத் துல்லியமான விடை கிடைக்கின்றது, சாதாரண ஒளியைப் பயன்படுத்தி நிறமாலையை நிழற்படம் எடுக்கும் போதும், இராமன் கோடுகளை நிழற்படம் எடுக்கும்போதும் கேமராவைத் திறந்து வைத்திருக்க வேண்டியகாலம் மிகவும் அதிகமாகும். ஆனல் லேசரைப் பயன்படுத்தி நிழற்படம் எடுத்தால் மிகக்குறைந்த நேரம்தான் தேவைப்படும். இந்த வகையில் விஞ்ஞானிகளின் பொன்னன காலம் வீணுகாமல் பார்த்துக்கொள்ளலாம்.

செய்தி போக்குவரத்தில் லேசரின் பயன்

செய்திப் போக்குவரத்துத் துறையில் லேசரின் ஓரியல் தன்மை மிகுந்த பயனைத தருகின்றது. விண்வெளியில செய்தித தொடர்பு கொள்வதற்கும், கோள்களுக்கிடையே செய்தித் தொடர்பு கொள்வதற்குமான புத்தம் புதிய துறையொன்றின் கதவை லேசரானது இன்று திறந்துவிட்டிருக்கின்றதென்ருல் அது மிகையாகாது லேசர் கற்றை மிகக்குறுகிய அகலத்தை

யுடையதாக இருப்பதால் அதிகமான ஆற்றலை ஓர் இடத்தி லிருந்து இன்னொரு இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லமுடியும். லேசர் மிக உயர்ந்த அலைவெண்ணைக் கொண்டிருப்பதால், பல அலைவெண்களைக் கொண்ட அநேகச் செய்திகளை ஒரே சமயத்தில் எளிதாக எடுத்துச்செல்லும். லேசரை உயிர்நூல் ஆராய்ச்சித் துறையிலும், கணக்கிடு எந்திரங்களைச் செய் வதிலும் பயன்படுத்தத் தேவையான முயற்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

லேசர் ஒளி மிகவும் செறிந்திருப்பதால் கண்களுக்கு அவைகள் மிகுந்த தீமைகளைக் கொடுப்பவைகளாக உள்ளன. லேசர் ஒளியை நேராகப் பார்த்தால் கண்பார்வை கெட்டுவிடும். ஆதலால் லேசர் ஒளியோடு வேலைசெய்யும்போது மிகுந்த கவனம் தேவைப்படுகின்றது.

மனிதனிடத்தில் மிகவும் வலிமை வாய்ந்த கருவிகளாக விளங்கும் மேசரும், லேசரும், எதிர்காலத்தில் அரிய பல செயல்களைச்செய்ய உதவும். லேசர் இன்னும் வளரவேண்டிய நிலையில்தான் உள்ளது. விஞ்ஞானத் துறையிலும், தொழில் நுணுக்கத்துறையிலும் எதிர்காலத்தில் மிகுந்த முன்னேற்றம் காண லேசர் ஆராய்ச்சிகள் மிகவும் உதவியாக இருக்குமென்று நம்பலாம்.

மேற்கோள் நூல்கள்

BIBLIOGRAPHY

1. "Semi Conductor Technology" by V. A. Bruk, V. V. Garshenin, A. Kurnosov. Mir Publishers, Moscow.

2. "The properties, Physics and Design of Semi Conductor Devices" by John. N. Shive
Publisher: D.Van Nostrand Company, Inc., Princeton New Jersey, Toronto, New york, London.

3. "Basic Industrial Electronics" by Alfred Haas
Published in Great Britain in 1964 by Iliffe Books Ltd. Dorset House, Stamford St., London. S.E. 1.
Printed and bound in England by The Chapel River Press Ltd., Andover, Hants.

4. "Industrial Electronics Made Easy" by Tom Jaski
Publisher: Gernsback Library Inc., New York-11, New York.

5. "Electronics In Industry" by George M. Chute
Publisher: Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York, Toronto, London.

6. "Industrial Electronics" by Allan Lytel
Publisher: Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York, Toronto, London.

7. "Industrial Electronics Made Easy" by Leonard. C. Lane
Publishers: Waterview Publishing Co.,

8. "Practical Industrial Electronics" by F.A. Annett
Publishers: Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London.

9. "Basic Electricity" by Rufus. P. Turner
Publishers: Holt, Rinehart and Winston, New York Chicago - San Francisco - Toronto - London.

10. "The story of X-rays from Rontgen to Isotopes" by Alan Ralph Bleich, Published simultaneously in Canada by Mc Clelland and Stewart, Ltd., Published in the United kingdom by Constable and Co., 10, Orange St., London, W.C. 2. Manufactured in the U.S.A. Dover Publications Inc., 180. Varick St., New York. 14. NY.

11. "Outline of Transistor circuit Analsis" by Alfred Gronner, Unitech Outlines Series-Published by Regents Publishing Company Inc., New York.

12. "How Television Works by W.A. Holm. Published by N.V. Philip's Gloeilampen Fabrieken Eindhoven, Holland. Distributed in Great Britain and Eire by Cleaver -Hume Press Ltd., 31, Wright's Lane, Kensington, London W-8

13. "Television and F-M Receiver Servicing" by S. Kiver (Milton)

14. "Engineering Electronics" with Industrial Applications and Control by John. D. Ryder.
Pub : Mc Graw - Hill Book Co., Inc.,
New York - Toronto - London

15. "Understanding Lasers and Masers" by Stanley Leinwoll Originally Published in the U.S.A.
by John F. Rider Publisher Inc., New York.
Published in great Britain 1965 by Iliffa Books Ltd.
Dorset House, Stamford St., London-SE I.
Printed and bound in Great Britain by
Butler and Tanner Ltd., Frome and London.

கலைச்சொற்கள்

அகலம்	—	Width
அச்சு	—	Axis
அஞ்சல்	—	Relay
அடக்கு கிரிடு	—	Suppressor grid
அடிப்பக்கம்	—	Base
அடையாளமுறை பக்கபட்டை	—	Vistigial side band
அணிக்கோவை	—	Lattice
அணு உலை ; மின்மறுப்பு	—	Reactor
அணுக்கரு	—	Nucleus
அதிர்வெண்	—	Frequency
அதிர்வெண் பண்பேற்றம்	—	Frequency modulated
அழுத்தம்	—	Pressure
அமைப்பியல்	—	Structure
அயனியாக்கம்	—	Ionisation
அருவித் தொகுதி	—	Cascade
அரை அலை	—	Half-wave
அரை சுழற்சி (சைக்கிள்)	—	Half-cycle
அலாரம்	—	Alarm
அலை	—	Wave
அலைநீளம்	—	Wave length
அலையியற்றி	—	Oscillator
அலைவீச்சுப் பண்பேற்றம்	—	Amplitude modulated
ஆசிலோகிராஃப்பு	—	Oscillograph
ஆர்திக்கான்	—	Orthicon

ஆர்மேச்சர்	—	Armature
ஆளுகை கிரிடு	—	Control grid
ஆற்றல்	—	Energy
ஆற்றல் நிலை	—	Energy level
ஆற்றல் மாற்றிகள்	—	Transducers
ஆன்டென்னு	—	Antenna
இக்னிட்ரான்	—	Ignitron
இடஞ்சுழி	—	Anti clockwise
இடைத்தாங்கி ஒலிமுறை	—	Inter sound carrier system
இடைத்திரை	—	Diaphragm
இடையிடையே சேர்த்துப் பின்னுகின்ற	—	Interlaced
இணைத்தடை	—	Shunt
இயக்கத்துடிப்பு	—	Trigger pulse
இயக்கம்	—	Dynamic
இயல்பான தடைத்திறன்	—	Intrinsic Resistivity
இயற்றிகள்	—	Generators
இரட்டை	—	Couple
இரட்டை-டையோடு	—	Duo-diode
இருகூறு மின்சுற்று	—	Binary circuit
இருநிலை	—	Bistable
இருமடிமூலம்	—	Square root
இலக்கு	—	Target
இழுவிசை	—	Tension
உச்சம்	—	Peak
உட்குழி	—	Cavity
உயர்வாற்றல்	—	High energy
உயர்வேற்றம்	—	Stepped up
உராய் பொருள்	—	Abrasive
உருக்குலைவு	—	Distortion
உள்தடை	—	Internal resistance

உள்ளகம்	—	Core
உறை	—	Sheath
உறைக்குழாய்	—	Capsule
ஊக்கமளிக்கப்பட்ட வெளியீடு	—	Stimulated emission
ஊக்கமுள்ள	—	Active
ஊது துளை	—	Blow holes
எக்ஸ்-கதிர்	—	X-ray
எண்	—	Factor
எண் கணக்கிடும் பொறி	—	Digital computer
எண்ணி	—	Counter
எண்ணில்லா	—	Infinite
எதிர்மின்வாய்	—	Cathode
எந்திரத்தண்டு	—	Shaft
எந்திரவியல்	—	Mechanical
எரிபொருள்	—	Fuel
எமிட்டர்	—	Emitter
எரி மின்னழுத்தம்	—	Firing voltage
எரிவாய்	—	Furnace
எல்லைப்படுத்துகின்ற விசை	—	Restraining force
எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி	—	Electron gun
எழு-விழு	—	Flip-flop
ஏரியல்	—	Aerial
ஏற்றுவான்	—	Stepper
ஏற்பளவு	—	Input
ஏற்பிகள்	—	Acceptor
ஐகனஸ்கோப்	—	Iconoscope
ஒத்திசைக்கும் கருவி	—	Resonator
ஒப்புமைகொண்டுள்ள	—	Homogenous
ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம்	—	Bias voltage

ஒருதிசை மின்னோட்டம்	—	Direct current (DC)
ஒலிச் சுவடு	—	Sound track
ஒலித்துடிப்பு	—	Sonic pulse
ஒலித் தாங்கி	—	Sound carrier
ஒலிப்பதிவு	—	Sound record
ஒலிப்பெருக்கி	—	Loudspeaker
ஒலி மீட்பு	—	Reproduction
ஒழுங்கமைப்பான் கட்டுப் படுத்தி	—	Regulator
ஒளிக்குழாய், ஒளிமின்கலம்	—	Photo tube
ஒளிக்கடத்தி	—	Photo conductor
ஒளிக்கடத்து விளைவு	—	Photo conductive effect
ஒளிச்சிதறல்	—	Scattering
ஒளித்தடை	—	Photo resistor
ஒளிப்படவியல்	—	Photographic
ஒளிபுகா இயல்பு	—	Opacity
ஒளிபுகும் பொருள்	—	Transparent material
ஒளிமின்	—	Photo electric
ஒளிமின் அஞ்சற்கருவி	—	Photo relay
ஒளிருதல்	—	Fluorescent
ஒளிவியல்	—	Optical
ஒளி விளக்கம்	—	Illumination
ஒளி வோல்டா விளைவு	—	Photo voltaic effect
கடக்கும் காலம்	—	Transit time
கடத்தி	—	Conductor
கடத்தும் பட்டை	—	Conduction band
கட்டபாகு படுத்தி	—	Phase discriminator
கட்புலன் ஒளி	—	Visible light
கட்டம்	—	Phase

கட்ட வரைப்படம்	—	Block diagram
கட்டளை அறை	—	Briefing room
கணக்குப்பொறி	—	Computer
கணத்தாக்கு	—	Impulse
கண்ணுறு சைகை	—	Video signal
கதிர்	—	Spindle
கதிரியக்கம்	—	Radiation
கலப்பு	—	Doping
கலவை	—	Mixture
கலெக்டர்	—	Collector
கற்றை	—	Beam
காட்சிப் பதிவு	—	Observation
காப்பான்	—	Insulator
கேடயம், மறைவு	—	Shield
காமாக் கதிர்	—	Gamma ray
கால ஒருமைப்பாடு	—	Synchronisation
காலக் கட்டுப்படுத்திகள்	—	Timers
கால்வனுமீட்டர்	—	Galvanometer
கிடைமட்டம்	—	Horizontal
கியர் ; துணைக்கருவி	—	Gear
கிரிடு (கிருடு)	—	Grid
கிளர்ச்சி	—	Excitation
கினெஸ்கோப்	—	Kinescope
கீழ்வரம்பு வெப்பநிலை	—	Absolute zero temperature
குணகம்	—	Coefficient
குமிழ்	—	Bulb
குமிழ்கள்	—	Bubbles
குவாண்டா	—	Quanta
குவிவிலக்கமுறை	—	Focus-deflection system
குழாய்	—	Pipe
குழியாடி	—	Concave mirror
குளிர் எதிர்மின்வாய்	—	Cold cathode
குற்றலை	—	Ripples
சிற்றலை	—	Short wave

குறிமுள்	—	Pointer
குறுக்குச்சுற்று	—	Short circuit
குறுக்குத்தடை	—	Shunting effect
குறைக் கடத்தி	—	Semi conductor
கூடு	—	Shell
கூடுகைப்பட்டை	—	Valence band
கூட்டு இணைப்பு	—	Compound wound
கூட்டு குழாய்	—	Combination tube
கேளா ஒலி	—	Ultrasonic
கேள் திறன்	—	Audio
கொடையாளி	—	Donar
கொண்டு செல்லும் பட்டை	—	Conveyor belt
கோவெலென்சு	—	Covalence
சட்டம்	—	Frame
சந்திப்பு டையோடு	—	Junction diode
சரிவு முறிவு	—	Avalanche breakdown
சிமிட்டுதல்	—	Flicker
சிறுபான்மை	—	Minority
சீர்த்திசை. ஒருதிசை	—	Unidirectional
சீரான அமைப்புமுறை	—	Periodic pattern
சீரிசை	—	Harmonic
சீலேடு	—	Chalate
சுவிட்ச்சு	—	Switch
சுழல்திசைவேகம்	—	Angular velocity
சுழலும்	—	Rotating
சுழற்சித்தானம்	—	Pivot
சுழி மின்னோட்டம்	—	Eddy current
சுற்றுப்பாதை	—	Orbit
சூழ் மின்னூட்டம்	—	Space charge
செயலற்ற நேரம்	—	Off time
செறிவு	—	Intensity
சேமிப்பு	—	Reservoir
சோக்கு	—	Choke
சைக்கிள், சுழற்சி	—	Cycle

சைகை — Signal
சைன் அலைகள் — Sinusoidially
டிடக்டர் — Detector
டிரான்சிஸ்டர் — Transistor
டிரையோடு — Triode
டெக்கோ மீட்டர் — Tachometer
டெட்ரோடு — Tetrode
டையோடு — Diode
டைனோடு — Dynode
தகைவு — Stress
தடிமன் — Thickness
தணிப்பு — Quench
தத்துவம் — Principle
தள்-இழுவை — Push-pull
தனிப்பண்பு வளைவு (சிறப்பியல்பு வளைவு) — Characteristic curve
தனிமம் — Element
தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்] — Free electron
தானியங்கும் — Automatic
திசை மாற்றி — Commutator
திசைவேகம் — Velocity
திடநிலை — Solid state
திட்பக்காட்சி — Stereoscopic
திருத்தம் — Rectification
திருப்பியூட்டும் — Feed back
திருப்புச் சார்பு — Reverse biasing
திரை கிரிடு — Screen grid
திறப்பு — Exposure
திறன் — Power
திறன் அளிப்பு — Power supply
திறனளிக்கும் வழி — Power line
துவக்கித் துடிப்பு — Trigger signal
துளைக்கும் திறன் — Penetrating power
தூக்கும் பொறி — Elevator

தூண்டுச் சுருள் — Inductor
தூரயியல் — Telemetry
தெவிட்டிய நிலை — Saturation state
தொடர் இணைப்பு — Series connection
தொகுப்புச் சுற்று — Integrating circuit
தொடுகை — Contact
தொலைக்காட்சி — Television
தோரியங்கலந்த டங்ஸ்டன் — Thorieted tungston
தைரட்ரான் — Thyratron
நடு இணைப்புமுனை — Centre tap
நடுநிலையாக்குதல் — Neutralisation
நறுக்கும் சுற்று — Clipper circuit
நியூட்ரான் — Neutron
நில இணைப்பு — Ground connection
நிலை மின்னியல் — Electrostatic
நிலையம் — Studio
நிலையான — Static
நிலையுறுதிகள் — Fixtures
நிறமாலை — Spectrum
நிறை — Mass
நீட்சித் தொடர்பு — Linear relation
நீல அச்சு — Blue print
நீள் உருளை — Cylindrical
நுட்ப உணர்வு — Sensitive
நுண் கோளங்கள் — Globules
நுண்ணலை — Microwave
நுண்ணிய — Micro
நுண்துளை — Porosity
நேர்திசை மின்மோட்டார் — D.C. Motor
நேர்மின்வாய் — Anode

நேர்முனை முடிவு	—	Positive end
நோபிள் வாயு	—	Noble gas.
இணையாக சுற்றிய	—	Shunt wound
பக்க இணைப்பு	—	Parallel connection
பகுப்பு	—	Analysis
பகுப்புச்சுற்று	—	Differentiating circuit
படலம்	—	Film
படிகம்	—	crystal
படித்தரம்	—	Standard
படு ஒளி	—	Incident light
பட்டை	—	Band
பண்பேற்றம்	—	Modulated
பதிவிடு கருவி	—	Recorder
பயன் தொடக்க அதிர்வெண்	—	Threshold frequency
பயனளவு வெளியீடு	—	Out put
பயனுறுதிறன்	—	Efficiency
பரப்பும் கருவி	—	Transmitter
பராகாந்தம்	—	Paramagnet
பரிமாற்று	—	Mutual
பலகட்ட	—	Poly phase
பல்வகை அதிர்வி	—	Multivibrator
பளு	—	Load
பற்றவைத்தல்	—	Welding
பற்றுசுச் சூட்டுக்கோல்	—	Soldering
பாயம்	—	Flux
பார்வை நீடிப்பு	—	Persistence of vision
பால மின்சுற்று	—	Bridge Circuit
பாகுநிலை	—	Viscous
பிம்ப ஐகனஸ்கோப்	—	Image Iconoscope
பிரிப்பி	—	Separator

பிளேட், (நேர்மின்வாய்)	—	Plate
பின்வருவன	—	Secondary
பின்னோக்கு மின்னழுத்தம்	—	Back e.m.f.
புரட்டி	—	Inverter
புரி	—	Pitch
புரோட்டான்கள்	—	Protons
புலப்பாயம்	—	Field flux
புல மின்னோட்டம்	—	Field current
புள்ளி	—	Dot
புற ஊதாக்கதிர்	—	Ultra violet ray
புறச்சிவப்பு	—	Infra red
புறவியல்	—	Extrinsic
பெருக்கி	—	Amplifier
பெருக்கி	—	Multiplier
பெரும்பான்மைத் தாங்கிகள்	—	Majority carriers
பெருமம்	—	Maximum
பென்டோடு	—	Pentode
பேலஸ்ட்	—	Ballast
பேஸ்	—	Base
பொலிவு	—	Glow
போட்டான்	—	Photon
மரபுக்குறி	—	Conventional symbol
மறைத்தல்	—	Blanking
மாயக்கண்	—	Magic eye
மாறுதிசை மின்னோட்டம்	—	Alternative current (AC)
மாறுநிலை	—	Critical
மாறிலி	—	Constant
மாற்றி	—	Converter
மின் எதிர்ப்பு	—	Impedance
மின் காந்தம்	—	Electromagnet

_த்தாப்பொருள்	—	Dielectric
ற்று	—	Circuit
_ன்தடை (தடை)	—	Resistance
மின்திருத்தி	—	Rectifier
மின்தேக்கி	—	Capacitor
மின்தேக்குத்திறன்	—	Capacitance
மின் துடிப்பு	—	Current pulse
மின் துளை	—	Hole
மின்பகு பொருள்	—	Electrolyte
மின்புலம்	—	Electric field
மின் மாற்றி	—	Transformer
மின் மோட்டார்	—	Electric motor
மின்வாய்	—	Electrode
மின்னழுத்த அரண்	—	Potential Barrier
மின்னழுத்தப் பகுப்பான்	—	Potential divider
மின்னுமிழ்வு (மின்னிறக்கம்)	—	Discharge
மின்னூட்டம்	—	Charge
மின்னூட்டம்பெற்ற அமைப்பு முறை	—	Charge pattern
மின்னோட்ட ஈதல்	—	Current yield
மீந்துள்ள வாயு	—	Residual gas
மீனொளி நிறமாலை	—	Stellar spectra
முடிவில்லா	—	Infinite
முதன்மை	—	Primary
முறுக்குத்திறன்	—	Torque
முழு அலை	—	Full wave
முன்தள்ளி	—	Propeller
முன் மின்னோட்டம்	—	Forward current
முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டம்	—	Progressive scanning
முனைவுத்தன்மை	—	Polarity

GOVERNMENT OF TAMIL NADU க்ட்ர

மூடிய [illegible]சுற்று	— Closed circuit
மூலம்	— Source
மெட்டா	— Meta
மேசர்	— Maser
மைக்ரோபோன்	— Microphone
மைய விலக்கு விசை	— Centrifugal
மொசாயிக்	— Mosaic
மோட்டார்	— Motor
ராடார்	— Radar
ராஸ்டர்	— Rester
ரூபி படிகம்	— Ruby crystal
ரேடியேட்டர்	— Radiator
லேசர்	— Laser
வடிகட்டு மின்சுற்று	— Filter circuit
வட்டு	— Disk
வரிக் கண்ணோட்டம்	— Scanning
வரிச்சுருள்	— Solenoid
வலஞ்சுழி	— Clockwise
வலை இணைப்பு (வலையமைப்பு)	— Net work
வலைத்திரை	— Mesh screen
வழியுறுதிகள்	— Jigs
வளையத்துண்டுகளாலான திசைமாற்றி	— Split ring commutator
வற்றிய பகுதி	— Depletion region
வாங்கி	— Receiver
வார்ப்பு	— Moulding, casting
வாயிற்சுற்று	— Gating circuit
வால்வு	— Valve
விகாரம்	— Strain
விகித மாறிலி	— Constant of proportionality