அலகு

10

எலக்ட்ரானியல் மற்றும் தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள் (ELECTRONICS AND COMMUNICATION)

"எலக்ட்ரானியலே இந்நாளின் நிச்சயவெற்றியாளன்"
– ஜான்ஃபோர்டு

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இந்த அலகில் மாணவர்கள் அறிந்து கொள்ள இருப்பது

- குறைகடத்திகளில் ஆற்றல் பட்டை படம்
- குறைகடத்திகளின் வகைகள்
- p-n சந்தி டையோடு உருவாக்கம் மற்றும் அதன் V-I சிறப்பியல்புகள்
- திருத்துதல் செயல்முறை
- சிறப்பு செயல்பாடுள்ள டையோடுகள்
- டிரான்சிஸ்டர்கள் மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள்
- இலக்க மற்றும் தொடர் சைகைகள்
- லாஜிக் கேட்டுகள், பூலியன் இயற்கணிதம் மற்றும் டீ மார்கனின் தேற்றங்கள்
- பண்பேற்றம் மற்றும் அதன் வகைகள்
- தகவல்தொடர்பு அமைப்பின் அடிப்படை உறுப்புகள்
- வெளியின் வழியே மின்காந்த அலைகளின் பரவல்
- சில முக்கிய தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள்

10.1 அறிமுகம்

நமது அன்றாட வாழ்வின் ஒரு பகுதியாக எலக்ட்ரானியல் அமைந்துள்ளது. அலைபேசிகள், கணினிகள், தொலைக்காட்சிகள், இசைக் கருவிகள் எலக்ட்ரானியல் தத்துவங்களின் அடிப்படையிலேயே செயல்படுகின்றன. அறை குளிரூட்டிகள், மைக்ரோ அலை சமையற்கலன்கள், பாத்திரங்களைத் தூய்மையாக்கும் இயந்திரங்கள் மற்றும் துணி துவைக்கும் இயந்திரங்களில் பல்வேறு செயல்பாடுகளைச் செய்ய எலக்ட்ரானியல் மின்சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் தகவல்தொடர்பு அமைப்புகள், மருத்துவத்துறையில் நோய் கண்டுணரும் கருவிகள் மற்றும் சிகிச்சை அளிக்கும் கருவிகளில் பயன்படுவதோடு மட்டுமல்லாமல், பணமளிக்கும் தானியங்கி இயந்திரங்கள் (ATM) போன்ற பல்வேறுபட்ட துறைகளில் இதன் பயன்பாடு பரந்து விரிந்து காணப்படுகிறது.

எலக்ட்ரானியலின் பரிணாம வளர்ச்சி

எலக்ட்ரானியலின் வரலாறு 1897இல் J.A. பிளமிங் என்பவரின் வெற்றிட டையோடுகளின் கண்டுபிடிப்புடன் தொடங்கப்பெற்றது. இதன் தொடர்ச்சியாக மின் சைகைகளைக் கட்டுப்படுத்த லி டீ பாரஸ்ட் என்பவர் வெற்றிட டிரையோடுகளை வடிவமைத்தார். இவை நான்கு மற்றும் ஐந்து முனை வெற்றிடக்குழாய்களை உருவாக்க பயன்பட்டன.

இதனை தொடர்ந்து இருமுனை சந்தி டிரான்சிஸ்டரை 1948இல் பர்டீன், பிரைடன் மற்றும் ஷாக்லி ஆகியோர் கண்டுபிடித்ததின் விளைவால் டிரான்சிஸ்டர் யுகம் தொடங்கியது. இதற்காக 1956இல் இவர்கள் நோபல் பரிசு பெற்றனர். ஜெர்மானியம் மற்றும் சிலிக்கான் குறைகடத்தி பொருள்களின் உருவாக்கம், இந்த டிரான்சிஸ்டரை மேலும் பிரபலமாக்கியதால், பல்வேறு எலக்ட்ரானியல் சுற்றுகளிலும் பயன்படுத்த முடிந்தது.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 195 07-03-2022 10:16:26

பிற்காலங்களில் குறைவான விலையும் அளவில் சிறியதுமான ஒற்றைப் படிகத்தில் ஒட்டுமொத்த எலக்ட்ரானியல் சுற்றுகளும் அமைக்கப்பட்ட தொகுப்புச் சுற்றுகள் (Integrated circuits) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. 1958இலிருந்து தொகுப்புச் சுற்றுகள், பல்லாயிரக்கணக்கான எலக்ட்ரானியல் கூறுகளை ஒரே படிகத்தில் அமைத்து சிறிய அளவு, நடுத்தர அளவு, அதிக அளவு, மற்றும் மிக அதிக அளவுகளில் உருவாக்கப்பட்டன. கணினிகளின் வடிவமைப்பைச் சிறப்பாக்கிய இலக்க தொகுப்புச்சுற்றுகள், இந்தத் தொழில்நுட்பத்தை மேலும் மெருகேற்றின. இந்த அனைத்து விதமான மாற்றங்களும் 1969இல் இண்டெல் நிறுவனம் நுண் செயலியை (micro processor) உருவாக்க வழி ஏற்படுத்தின.

இந்த எலக்ட்ரானியல் புரட்சியானது, பிற்காலங்களில் கணினி தொழில்நுட்பம் முன்னேற வழிவகுத்தது. தற்போது உலகமானது, கண்களால் காணமுடியாத மிகச்சிறிய நானோ அளவிலுள்ள பொருள்களை நோக்கிச் செல்கிறது. இம்முறை கற்பனை செய்ய இயலாத அளவிற்குப் பொருள்களைச் சிறியதாக்க உதவியது. முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோது அறையின் அளவிற்கு இருந்த கணினி தற்போது மடிக்கணினி, உள்ளங்கை கணினி, ஐபாட் முதலியனவாக மாறியுள்ளது. சிறிதுகாலத்திற்கு முன்பு, IBM நிறுவனம் அரிசி முனையின் அளவோடு ஒப்பிடத்தக்க அளவில் அதாவது ஒவ்வொரு பக்கமும் 0.33 மி.மீ அளவேயுள்ள மிகச்சிறிய கணினியை வெளியிட்டுள்ளது.

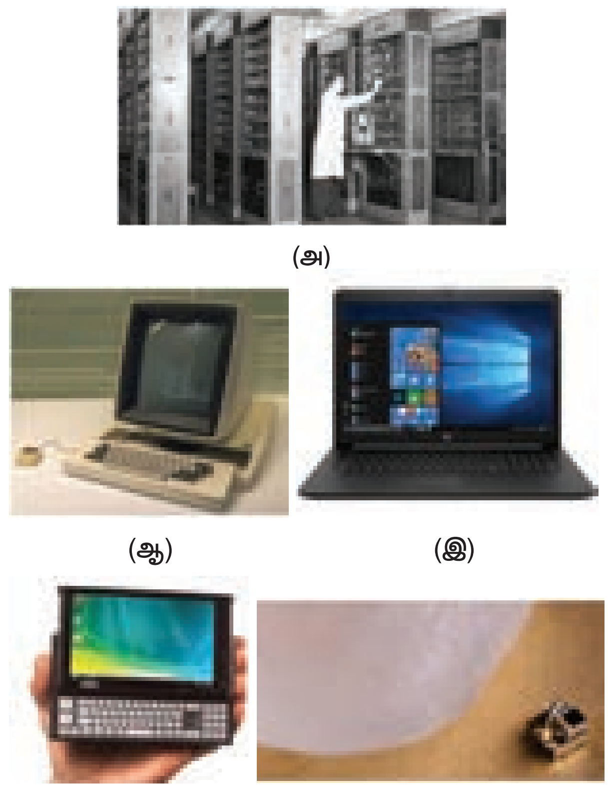
எலக்ட்ரானியல் என்பது, டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் நுண் படிகங்களைப் பயன்படுத்தி மின்சுற்றுகளை வடிவமைக்கும் தொழில்நுட்பத்தை உள்ளடக்கிய இயற்பியலின் ஒரு பிரிவு ஆகும். இது குறைகடத்திகளில் எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள், வெற்றிடம் மற்றும் வாயுக்களில் எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் அயனிகளின் செயல் மற்றும் இயக்கத்தை விவரிக்கிறது. செயல்திறன் கூறுகளான டிரான்சிஸ்டர்கள், டையோடுகள், தொகுப்புச்சுற்றுகள் மற்றும் உணர்விகள், செயல்திறனற்ற கூறுகளான மின்தடைகள், மின்தூண்டிகள், மின்தேக்கிகள் மற்றும் மின்மாற்றிகளை உள்ளடக்கிய மின் சுற்றுகளைப்பற்றி எலக்ட்ரானியல் விளக்குகிறது.

இந்த அலகானது, குறைகடத்தி கருவிகளான p−n சந்தி டையோடுகள், இருமுனை சந்தி டிரான்சிஸ்டர்கள் மற்றும் லாஜிக் சுற்றுகளைப் பற்றி விவரிக்கிறது.

குறிப்பு

செயல்திறனற்ற கூறுகள்: ஒரு மின்சுற்றில் மின் திறனை உற்பத்தி செய்ய இயலாத கூறுகள்.

செயல்திறனுள்ள கூறுகள்: ஒரு மின்சுற்றில் மின் திறனை உற்பத்தி செய்யும் கூறுகள்.



(அ) (ஆ) (இ) (ஈ) (உ)

படம் 10.1 கணினிகளின் பரிணாம வளர்ச்சி

(அ) உலகின் முதல் கணினிகளில் ஒன்று

(ஆ) மேசைக் கணினி (இ) மடிக்கணினி

(ஈ) உள்ளங்கை கணினி

(உ) அரிசி முனையின் அருகில் உள்ள IBM நிறுவனத்தின் சின்னஞ்சிறு கணினி

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

உலகின் முதல் கணினியான ENIAC ஆனது பென்சில்வேனியா பல்கலைக்கழகத்தில் J. பிரெஸ்பிர் ஏக்கர்ட் மற்றும் ஜான் மெக்காலே ஆகியோர்களால் கண்பிடிக்கப்பட்டது. இதன் வடிவமைப்பு 1943இல் தொடங்கி 1946இல் முடிவடைந்தது. இது 1800 சதுர அடி பரப்பளவில் அமைந்திருந்தது. இதில் 18,000 வெற்றிடக் குழாய்கள் இருந்தன மேலும் இது 50 டன் அளவிற்கு எடையைக் கொண்டிருந்தது.

10.1.1 திண்மங்களில் ஆற்றல் பட்டை படம்

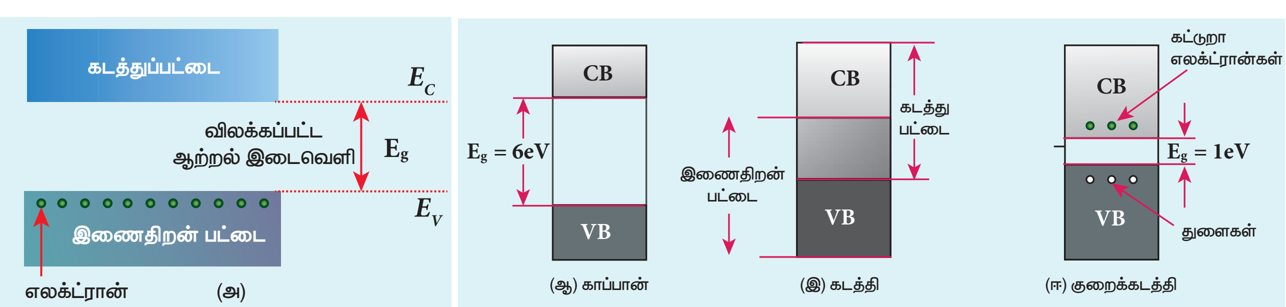
ஒரு தனித்த அணுவில், எலக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டங்கள் அதிக தொலைவில் பிரித்து வைக்கப்பட்டு, அதன் ஆற்றல் அணுக்கருவை அது சுற்றும் வட்டப்பாதையால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. எனினும், திண்மங்களில் அணுக்கள் நெருக்கமாக அமைந்துள்ளதால், அருகருகே உள்ள அணுக்களின் வெளிச்சுற்றுப்பாதை ஆற்றல் நிலைகளில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல்மட்டங்கள் ஒன்றையொன்று பாதிக்கின்றன. இதனால், திண்மங்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் இயக்கம் தனித்த அணுவில் உள்ளதை விடப் பெரிய அளவில் மாறுபட்டிருக்கும்.

ஓர் அணுவில் உள்ள இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களே பிணைப்பின் இயல்பிற்குக் காரணமாக அமைகின்றன. வெளி சுற்றுப் பாதையில் ஒரு எலக்ட்ரானைக் கொண்ட ஓர் அணுவினைக் கருதுவோம். எனவே இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஒன்று ஆகும். இது போன்ற இரு அணுக்களை அருகருகே கொண்டு வரும்போது, ஒவ்வோர் அணுவின் இணைதிறன் சுற்றுப்பாதைகளும் இரண்டாகப் பிரியும். இதேபோல் எலக்ட்ரான் அற்ற சுற்றுப்பாதைகளும் இரண்டாகப் பிரியும். இந்த சுற்றுப்பாதைகளின் ஆற்றல் சமமாக இருப்பதால் இந்த இரு சுற்றுப்பாதைகளில் ஏதேனும் ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுக்க எலக்ட்ரான்களுக்கு வாய்ப்பு உள்ளது. இந்த அமைப்பிற்கு மேலும் மூன்றாவது அணுவினைக்கொண்டுவந்தால்,மூன்றுஅணுக்களின் இணைதிறன் சுற்றுப்பாதைகளும் எலக்ட்ரான் இல்லாத சுற்றுப்பாதைகளும் மூன்றாகப் பிரியும்.

இயல்பில், ஒரு திண்மமானது மில்லியன் கணக்கில் அணுக்களைக் கொண்டிருக்கும். இவை ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாக வரும் போது இணைதிறன் சுற்றுப்பாதைகளும், எலக்ட்ரான் இடம்பெறாத சுற்றுப்பாதைகளும் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப பிரிகின்றன. இந்நிலையில் ஆற்றல் மட்டங்கள் மிக நெருக்கமாக அமைந்து ஒரு அணுவின் ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து மற்றொன்றின் ஆற்றல் மட்டத்தை வேறுபடுத்த முடியாத அளவிற்கு அவை பட்டையாக அமைவதை படம் 10.2 இல் காணலாம். **மிக அதிக எண்ணிக்கையில் மிகக்குறைந்த ஆற்றல் நெடுக்கத்தால் நெருக்கமாக அமைந்த ஆற்றல் மட்டங்களின் இந்த பட்டைகள், ஆற்றல் பட்டைகள் எனப்படும்.**

இணைதிறன் சுற்றுப்பாதைகளினால் உருவாக்கப்படும் ஆற்றல் பட்டை இணைதிறன் பட்டை (VB) (Valence Band) எனவும் எலக்ட்ரான்கள் இடம் பெறாமல், அவற்றின் ஆற்றல் அதிகரித்தால் மட்டும் தாவும் காலியான பட்டைகள், கடத்துப் பட்டை (CB) (Conduction Band) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இணைதிறன் பட்டைக்கும், கடத்து பட்டைக்கும் இடையேயுள்ள ஆற்றல் இடைவெளி, விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி (E_g) (Forbidden Energy gap) எனப்படும்.

படம் 10.2 (அ)இல் இணைதிறன் மற்றும் கடத்து பட்டைகளின் எளிய விளக்கப் படங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. E_v என்பது இணைதிறன் பட்டையில் பெரும ஆற்றலையும் E_c என்பது கடத்துபட்டையில் சிறும ஆற்றலையும் குறிக்கின்றன. விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி $E_g = E_c - E_v$ ஆகும். சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான் மற்றும் அணுக்கரு இடையிலான கூலூம் கவர்ச்சி விசையானது, அவற்றின் இடையே உள்ள தூரத்திற்கு எதிர்த்தகவில் அமையும் என்பது நமக்குத் தெரியும். எனவே அணுக்கருவிற்கு அருகில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள், அணுக்கருவுடன் வலுவாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே அணுக்கருவிற்கு அருகில் உள்ள எலக்ட்ரான்களைக் கிளர்ச்சியடையச் செய்ய அதிக ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவுடன் தளர்வாகப் பிணைக்கப்பட்டிருப்பதால் அவை எளிதாகக் கிளர்ச்சியடையச் செய்யப்பட்டு கட்டுறா எலக்ட்ரான்களாகின்றன (Free electrons).



படம் 10.2 (அ) இணைதிறன்பட்டை, கடத்து பட்டை மற்றும் விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி ஆகியவற்றின் விளக்கப்படம் (ஆ) காப்பான் (இ) கடத்தி (ஈ) குறைகடத்தி ஆகியவற்றின் ஆற்றல் பட்டை அமைப்பு

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 197 07-03-2022 10:16:27

குறிப்பு

வட்டப்பாதையில் சுற்றும் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் எலக்ட்ரான் வோல்ட் (eV) என்னும் அலகில் அளவிடப்படுகிறது.

10.1.2 பொருள்களின் வகைப்பாடு

ஆற்றல்பட்டைபடத்தின்உதவியுடன்திண்மங்கள் காப்பான்கள், கடத்திகள் மற்றும் குறைகடத்திகள் என வகைப்படுத்தப்படுவதை விவரிக்கலாம்.

i) காப்பான்கள்

காப்பான்களின் ஆற்றல் பட்டை அமைப்பு படம் 10.2 (ஆ)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இணைதிறன் பட்டை மற்றும் கடத்து பட்டை ஆகியவை மிக அதிக அளவு ஆற்றல் இடைவெளியால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. காப்பான்களில் விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி தோராயமாக 6 eV ஆகும். இந்த ஆற்றல் இடைவெளி மிக அதிகமாக இருப்பதால் மிக வலிமையான மின்புலம் அல்லது வெப்பநிலை அதிகரிப்பினால்கூட எலக்ட்ரான்களால் இணைதிறன் பட்டையிலிருந்து கடத்துபட்டைக்கு நகர இயலாது. எனவே, இவ்வகைப் பொருள்களில் கடத்துவதற்கான கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் இல்லை என்பதால் மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு வாய்ப்பு இல்லை, எனவே இவை காப்பான்கள் எனப்படும். இதன் மின்தடை எண்ணின் நெடுக்கம் $10^{11}\,\Omega m - 10^{19}\,\Omega m$ என அமையும்.

ii) கடத்திகள்

கடத்திகளில், இணைதிறன் பட்டை மற்றும் கடத்து பட்டைகள் ஒன்றன்மீது ஒன்று பொருந்தியிருக்கும். இது படம் 10.2 (இ)யில் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனவே, கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் எளிதாக இணைதிறன் பட்டையிலிருந்து கடத்துபட்டைக்குச் செல்லும். இதன் விளைவாகக் கடத்துபட்டையில் மிக அதிக எண்ணிக்கையில் கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் இடம்பெறும். எனவே, மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில்கூட மின் கடத்தல் நடைபெறும். கடத்திகளை மின்புலத்தில் வைக்கும்போது அது போதுமான ஆற்றலை எலக்ட்ரான்களுக்கு அளித்து அவற்றைக் குறிப்பிட்ட திசையில் இழுத்துச் செல்வதால் மின்னோட்டம் உருவாகிறது. கடத்திகளின் மின்தடை எண்ணின் மதிப்பு $10^{-2}\,\Omega m$ மற்றும் $10^{-8}\,\Omega m$ க்கு இடையே அமையும்.

iii) குறை கடத்திகள்

குறைகடத்திகளில், இணைதிறன் மற்றும் கடத்துபட்டைகளுக்கிடைப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி குறுகியதாக $\left(E_g < 3eV\right)$ இருக்கும் (படம் 10.2 (ஈ)). குறிப்பிட்ட ஒரு வெப்பநிலையில், திண்மங்களில் வெப்ப அதிர்வானது அணுக்களுக்கிடைப்பட்ட சகப்பிணைப்பினை முறிக்கும். (சகப்பிணைப்பு என்பது எலக்ட்ரான் பகிர்வின் மூலம் நிலையான எலக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெறுவதற்கான ஒரு பிணைப்பு முறையாகும்). இதனால் இணைதிறன் பட்டையிலிருந்து கடத்துபட்டைக்கு சில எலக்ட்ரான்கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. கட்டுறா எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் குறைகடத்திகளின் கடத்துதிறன் கடத்திகளைப்போல அதிகமாக இருக்காது. குறைகடத்திகளின் மின்தடை எண்ணின் மதிப்பு $10^{-5}\,\Omega m$ மற்றும் $10^{6}\,\Omega m$ க்கு இடையில் அமையும்.

குறிப்பு

குறைகடத்திகளில், இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் பிணைக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் என்பதால், அவை மின்கடத்தலுக்கு பயன்படாது.

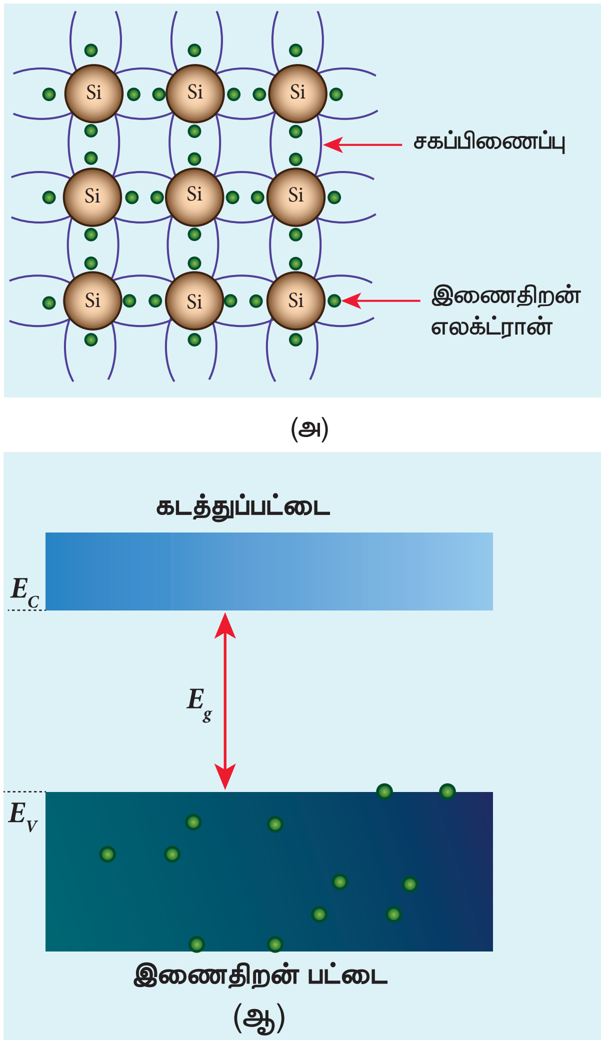
குறைகடத்திகளின் வெப்பநிலையை மேலும் அதிகரிக்கும்போது கடத்துபட்டைக்கு அதிக எலக்ட்ரான்கள் உயர்த்தப்படுகின்றன. அவை மின் கடத்துதலை அதிகரிக்கின்றன. எனவே, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது மின்கடத்தலும் அதிகரிக்கும் எனக்கூறலாம் அல்லது வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது மின்தடை குறையும் எனவும் கூறலாம். எனவே, குறைகடத்தியானது எதிர்க்குறி மின்தடை வெப்பநிலைஎண்ணைக்கொண்டுள்ளது. பொதுவாக பயன்படும் குறைகடத்திப்பொருள்களில் முக்கியமானவை சிலிக்கான் (Si) மற்றும் ஜெர்மானியம் (Ge) ஆகும். அறை வெப்பநிலையில் சிலிக்கான் மற்றும் ஜெர்மானியம் ஆகியவற்றின் விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி மதிப்புகள் முறையே 1.1 eV மற்றும் 0.7 eV ஆகும்.

10.2 குறை கடத்திகளின் வகைகள்

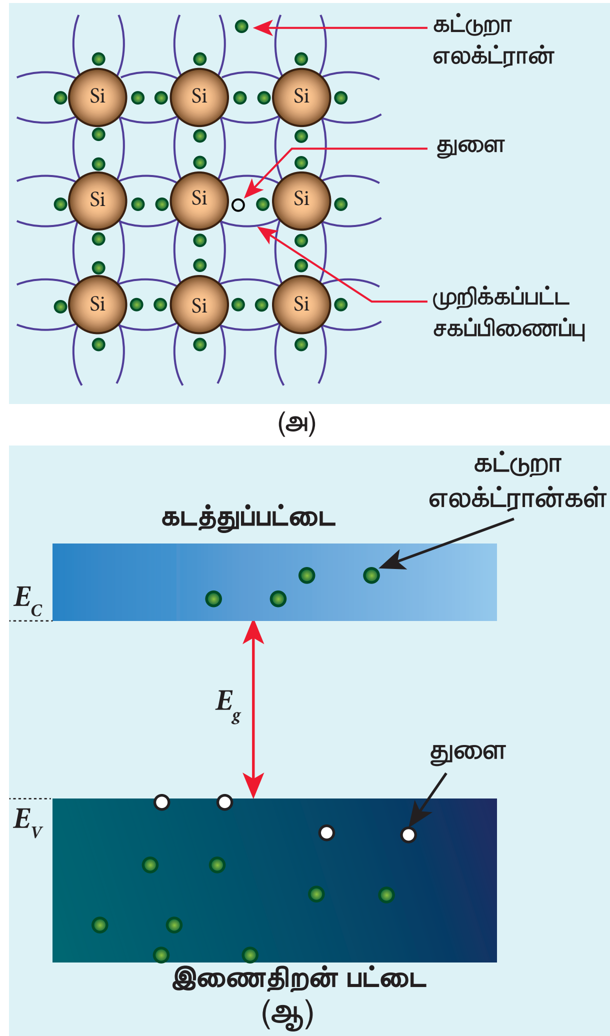
10.2.1 உள்ளார்ந்த குறை கடத்திகள்

மாசு எதுவும் கலக்காத தூய்மையான குறை கடத்தியானது உள்ளார்ந்த குறைகடத்தி எனப்படும். இங்கு மாசு என்பது, படிக அணிக்கோவையில் பிற வெளி அணுக்கள் இடம்பெறுவது ஆகும். படம் 10.3 (அ) இல் சிலிக்கானின் படிக அணிக்கோவை காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு சிலிக்கான்

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 198 07-03-2022 10:16:28



படம் 10.3 (அ) சிலிக்கானின் இருபரிமாண படிக அணிக்கோவை (ஆ) உள்ளார்ந்த குறைகடத்தியின் இணைதிறன் மற்றும் கடத்து பட்டை



படம் 10.4 (அ) உள்ளார்ந்த சிலிகான் படிகத்தில் கட்டுறா எலக்ட்ரான், எலக்ட்ரான், துளை மற்றும் முறிக்கப்பட்ட சகப்பிணைப்பு (ஆ) அறை வெப்பநிலையில் கடத்துபட்டையில் எலக்ட்ரான் மற்றும் இணைதிறன் பட்டையில் துளை

அணுவின் வெளிச்சுற்றுப்பாதையிலும் நான்கு எலக்ட்ரான்கள் அருகிலுள்ள நான்கு அணுக்களுடன் சகப்பிணைப்பில் ஈடுபட்டு அணுக்கோவையை உருவாக்கியுள்ளன. படம் 10.3 (ஆ) இல் இந்த நிலைக்கான ஆற்றல் பட்டை படம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

குறைந்த வெப்பநிலையே சில சகப்பிணைப்பு–களை முறிக்க போதுமானதாக அமைந்து எலக்ட்ரான்களை அணிக்கோவையிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகின்றன (படம் 10.4 (அ)). இதன் விளைவாக இணைதிறன் பட்டையில் ஒரு சில நிலைகள் காலியானதாக மாறிவிடும் மற்றும் கடத்துபட்டையில் ஒரு சில நிலைகளில் எலக்ட்ரான்கள் இடம்பெறும். இதனை படம் 10.4 (ஆ)இல் காணலாம். இணைதிறன் பட்டையில் காணப்படும் காலியிடம் துளைகள் எனப்படும். துளைகள் என்பதில் எலக்ட்ரான்கள் இல்லாமல் இருப்பதால் அவை நேர்மின் துகளாகக் கருதப்படுகின்றன. எனவே குறை கடத்திகளில் எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள் என இரு வகை மின்னூட்ட ஊர்திகள் உள்ளன.

உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகளில், கடத்து பட்டையிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும், இணைதிறன் பட்டையிலுள்ள துளைகளின் எண்ணிக்கையும் சமமாக அமையும். கடத்துபட்டையில் மின்கடத்தல் எலக்ட்ரான்கள் மூலமும், இணைதிறன் பட்டையில் மின்கடத்தல் துளைகள் மூலமும் ஏற்படும். இதனுடன் தொடர்புடைய மின்னோட்டங்கள் முறையே I_e மற்றும் I_h எனக் குறிக்கப்படும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 199 07-03-2022 10:16:29

குறிப்பு துளை என்பதின் வரையறை: எலக்ட்ரான் கிளர்ச்சி அடையும் போது, சகப்பிணைப்பு முறியும். எனவே, கிளர்ச்சி அடைந்த எலக்ட்ரான் பிணைப்பினை முழுமையாக்க காலியிடத்தை ஏற்படுத்தும். இந்த எலக்ட்ரான் பற்றாக்குறை துளை எனப்பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

மொத்த மின்னோட்டம் I ஆனது எப்போதும் எலக்ட்ரான் மின்னோட்டம் மற்றும் துளை மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் கூடுதலாகவே அமையும். அதாவது $I = I_e + I_h$.

$0\,K$ வெப்பநிலையில் உள்ளார்ந்த குறை–கடத்திகள் காப்பான்களாகவே செயல்படும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது மின்னூட்ட ஊர்திகளும் (எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள்) அதிகரிக்கும். உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகளின் ஆற்றல் மட்டப் படம் (10.4 ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகளில் மின்னூட்ட ஊர்திகளின் செறிவு என்பது கடத்துபட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அல்லது இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள துளைகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும்.

10.2.2 புறவியலான குறைகடத்திகள்

உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகளில் உள்ள மின்னூட்ட ஊர்திகளின் செறிவு அதிக திறனுள்ள எலக்ட்ரானியல் கருவிகளை உருவாக்க போதுமானதாக இருக்காது. உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகளில் மாசு அணுக்களைச் சேர்ப்பது மின்னூட்ட ஊர்திகளின் செறிவை அதிகரிக்க ஒரு வழியாக அமைகிறது.

உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகளுடன் மாசுகளைச் சேர்க்கும் நிகழ்வு மாசூட்டுதல் எனப்படும். இம்முறை குறைகடத்திகளில் மின்னூட்ட ஊர்திகளின் (எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள்) செறிவினை அதிகரித்து, அதன் மின் கடத்துதிறனையும் அதிகரிக்கிறது. இந்த மாசு அணுக்கள் மாசூட்டிகள் எனப்படும். மாசூட்டலின் அளவு 100ppm (மில்லியனில் ஒரு பங்கு) ஆக இருக்கும்.

சேர்க்கப்படும் மாசு வகைகளை அடிப்படையாக கொண்டு புறவியலான குறைகடத்திகள்

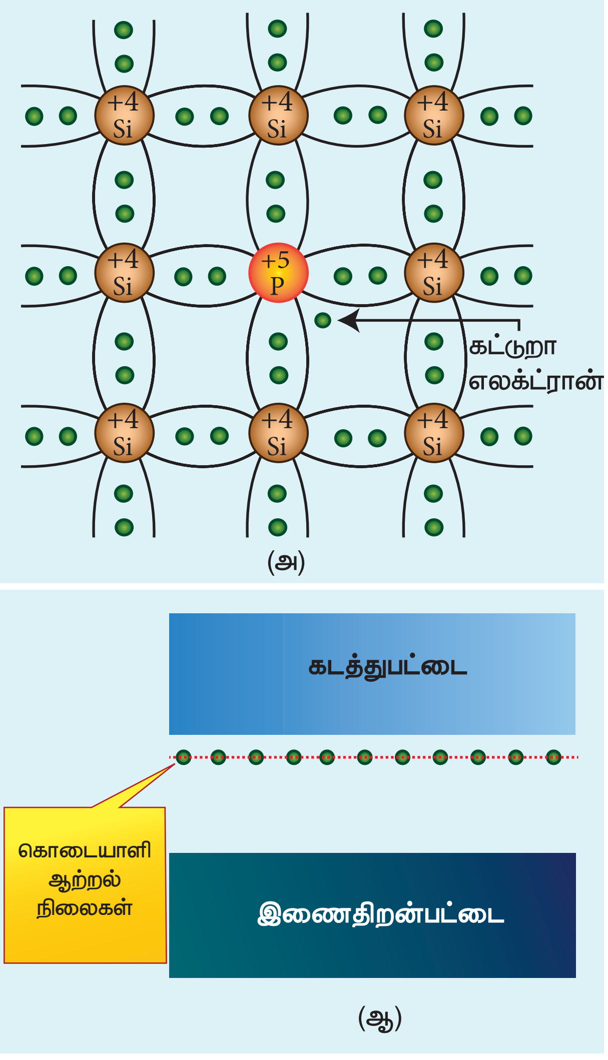
i) n-வகை குறைகடத்தி

ii) p-வகை குறைகடத்தி

என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

i) n-வகை குறைகடத்தி

ஒரு தூய சிலிக்கான் (அல்லது ஜெர்மானியம்) படிகத்துடன் ஐந்து இணைதிறன் மாசு அணுக்களான பாஸ்பரஸ், ஆர்சனிக் மற்றும் ஆண்டிமனி (தனிமவரிசை அட்டவணையில் தொகுதி Vலிருந்து பெறப்படும்) ஆகியவற்றை மாசூட்டும்போது n–வகை குறைகடத்திகள் பெறப்படுகின்றன. இது படம் 10.5 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த மாசூட்டிகள் ஐந்து இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டவை; ஆனால், சிலிக்கான் நான்கு இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களை கொண்டது. மாசூட்டல் செயல்முறையின்போது சில சிலிக்கான் அணுக்களுக்குப் பதிலாக ஐந்து இணைதிறன் மாசூட்டிகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. மாசு அணுவின் ஐந்து இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களில்

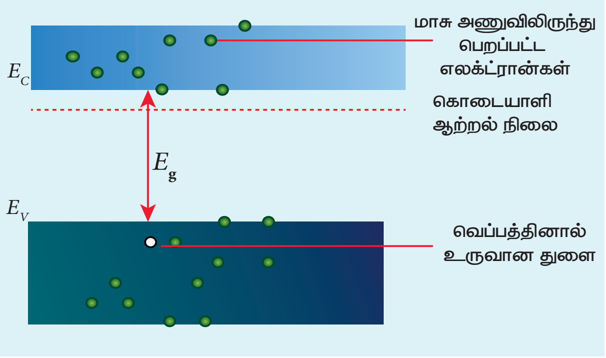


படம் 10.5 n–வகை புறவியலான குறைகடத்தி (அ) படிக தளத்துடன் தளர்வாக பிணைக்கப்பட்ட கட்டுறா எலக்ட்ரான் (ஆ) கொடையாளி ஆற்றல் நிலையைக் குறித்தல்

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 200 07-03-2022 10:16:30

நான்கு எலக்ட்ரான்கள் அருகிலுள்ள நான்கு சிலிக்கான் அணுக்களுடன் சகப்பிணைப்பில் இணைக்கப்படுகின்றன. ஐந்தாவது எலக்ட்ரான் சகப்பிணைப்பு உருவாகப் பயன்படவில்லை ஆதலால், அது அணுக்கருவுடன் தளர்வாக பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

மாசூட்டி அணுவில் தளர்வாக இணைக்கப்–பட்டுள்ள ஐந்தாவது எலக்ட்ரானின் ஆற்றல்நிலை ஆனது, கடத்தும் பட்டையின் விளிம்புக்கு சற்று கீழே அமைந்துள்ளது. இது கொடையாளி ஆற்றல் நிலை எனப்படும். இதனை படம் 10.5 (ஆ) இல் காணலாம். அறை வெப்பநிலையில் இந்த எலக்ட்ரான்கள் வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து கொண்டு கடத்துப்பட்டையை அடையும். இது படம் 10.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் புற மின்புலத்தினால்கூட தளர்வாகப் பிணைக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் கட்டுறா நிலைக்கு மாற்றப்பட்டு மின்கடத்தல் ஏற்படும்.



படம் 10.6 இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள வெப்பத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட துளை மற்றும் கடத்துப் பட்டையில் மாசு அணுக்களால் உருவாக்கப்பட்ட கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் (*n*-வகை குறைகடத்தி)

உள்ளார்ந்த குறைகடத்தியில் இணைதிறன் பட்டையிலிருந்து எலக்ட்ரானை, கடத்து பட்டைக்கு மாற்ற தேவைப்படும் ஆற்றல் ஜெர்மானியம் மற்றும் சிலிக்கானில் முறையே 0.7eV மற்றும் 1.1eV ஆகும், ஆனால், கொடையாளி எலக்ட்ரானைக் கட்டுறா நிலைக்குக் கொண்டு செல்ல தேவைப்படும் ஆற்றல் ஜெர்மானியம் மற்றும் சிலிக்கானுக்கு முறையே 0.01 eV மற்றும் 0.05 eV மட்டுமே என்பதை முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டும்.

தொகுதி V ல் உள்ள ஐந்து இணைதிறன் மாசு அணுக்கள் கடத்து பட்டைக்கு ஓர் எலக்ட்ரானை அளிப்பதால், அவை கொடையாளி மாசுகள் எனப்படும். எனவே, கடத்து பட்டையில் வெப்ப அதிர்வின் காரணமாக உள்ள எலட்ரான்களுடன் கூடுதலாக ஒவ்வொரு மாசு அணுவும் ஓர் எலக்ட்ரானை அளிக்கும். வெப்பத்தினால் உண்டாக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் இணைதிறன் பட்டையில் துளையை உண்டாக்கும். எனவே *n*-வகை குறைகடத்தியில் எலக்ட்ரான்கள் பெரும்பான்மை மின்னோட்ட ஊர்திகளாகவும், துளைகள் சிறுபான்மை ஊர்திகளாகவும் அமைந்துள்ளன. ஐந்து இணைதிறன் கொண்ட மாசு சேர்க்கப்பட்டுள்ள இந்த குறைகடத்தி n–வகை குறைகடத்தி எனப்படும்.

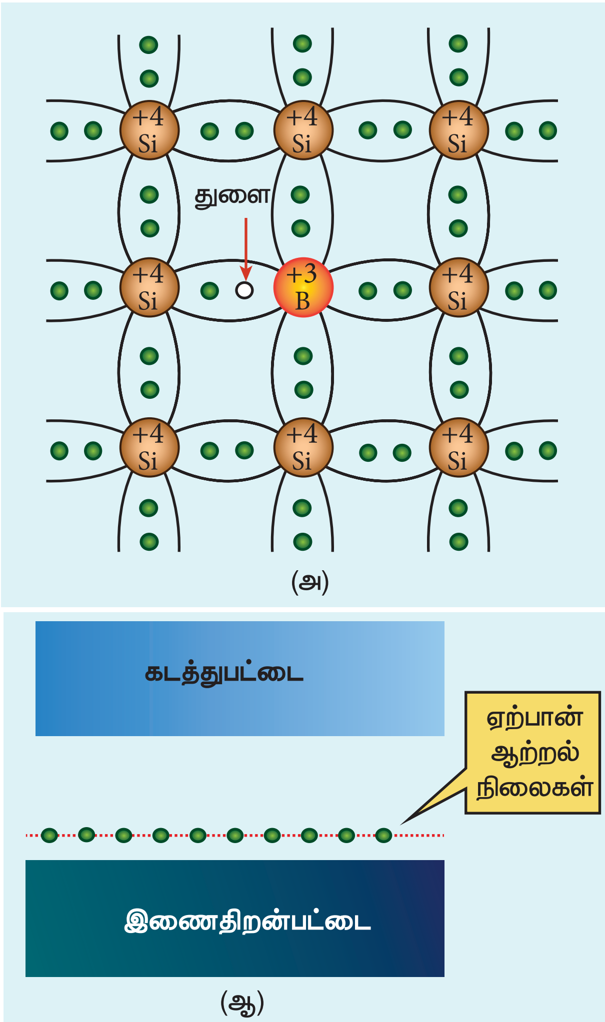
ii) *p*-வகை குறைகடத்தி

p வகை குறைகடத்தியில், மூன்று இணைதிறன் மாசு அணுக்களான (தனிம வரிசை அட்டவணையில் தொகுதி III ல் இருந்து) போரான், அலுமினியம், கேலியம் மற்றும் இண்டியம் ஆகியவை சிலிக்கான் (அல்லது ஜெர்மானியம்) படிகத்துடன் சேர்க்கப்படுகின்றன. மூன்று இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட மாசூட்டி ஆனது மூன்று சிலிக்கான் அணுக்களுடன் சகப்பிணைப்பை உருவாக்குகின்றன. நான்கு சகப்பிணைப்புகளில் மூன்று பிணைப்புகள் நிறைவு பெற்றும்; ஒன்று ஒரு எலக்ட்ரானுடன் நிறைவு பெறாமல் அமையும். இந்த நான்காவது சகப்பிணைப்பில் உள்ள எலக்ட்ரான் இல்லாத காலி இடமானது துளை என குறிக்கப்படுகிறது.

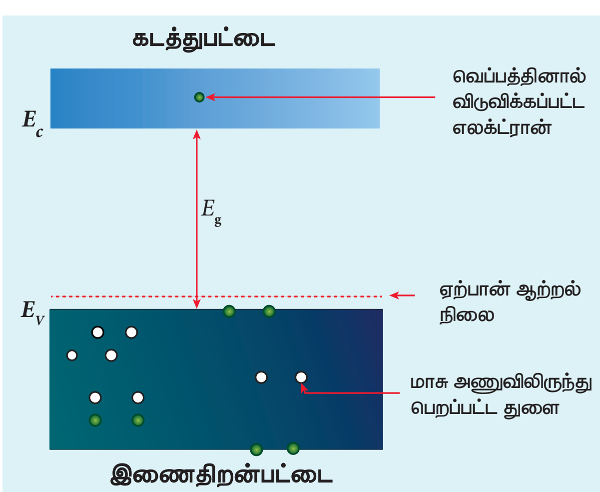
அருகிலுள்ள நான்கு அணுக்களுடன் சகப்பிணைப்பினை நிறைவு செய்ய மாசு அணுவிற்குக் கூடுதலாக ஓர் எலக்ட்ரான் தேவைப்–படுகிறது. இந்த **மாசு அணுக்கள் அருகிலுள்ள உள்ள அணுக்களிலிருந்து எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்–கொள்ளும். எனவே, இவ்வகை மாசு ஏற்பான் மாசு எனப்படும்.** ஒவ்வொரு மாசு அணுவினால் தோற்றுவிக்கப்படும் துளைகளின் ஆற்றல் மட்டம் இணைதிறன் பட்டைக்குச் சற்று மேலே அமையும். இதனை ஏற்பான் ஆற்றல் நிலை என்கிறோம். இதனைப் படம் 10.7 (ஆ) இல் காணலாம்.

ஒவ்வோர் ஏற்பான் அணுவிற்கும் இணைதிறன் பட்டையில் ஒரு துளை இருக்கும். மேலும், வெப்பத்தினால் உருவாகும் எலக்ட்ரான்கள் விட்டுச் சென்ற துளைகளும் இருக்கும். இந்தப் புறவியலான குறைகடத்திகளில், துளைகள் பெரும்பான்மை ஊர்திகளாகவும், வெப்பத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் சிறுபான்மை ஊர்திகளாகவும் செயல்படும் என்பதைப் படம் 10.8 இல் காணலாம். இம்முறையில் உருவாக்கப்பட்ட புறவியலான குறைகடத்தி *p*-வகை குறைகடத்தி எனப்படும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 201 07-03-2022 10:16:30



படம் 10.7 p-வகை புறவியலான குறைகடத்தி
(அ) மாசு அணுவினால் உருவாக்கப்பட்ட துளை
(ஆ) ஏற்பான் ஆற்றல் நிலையைக் குறித்தல்



படம் 10.8 கடத்து பட்டையில் வெப்பத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் மற்றும் மாசு அணுவினால் இணைதிறன் பட்டையில் உருவாக்கப்பட்ட துளைகள் (p-வகை குறைக்கடத்தி)

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

உள்ளார்ந்த குறைகடத்தியில் நடுநிலை அணுக்களையே நாம் மாசுகளாக சேர்ப்பதன் விளைவாக n-வகை மற்றும் p-வகை குறைகடத்திகள் மின் சமநிலை மாறாமல் நடுநிலையாகவே இருக்கும்.

10.3 டையோடுகள்

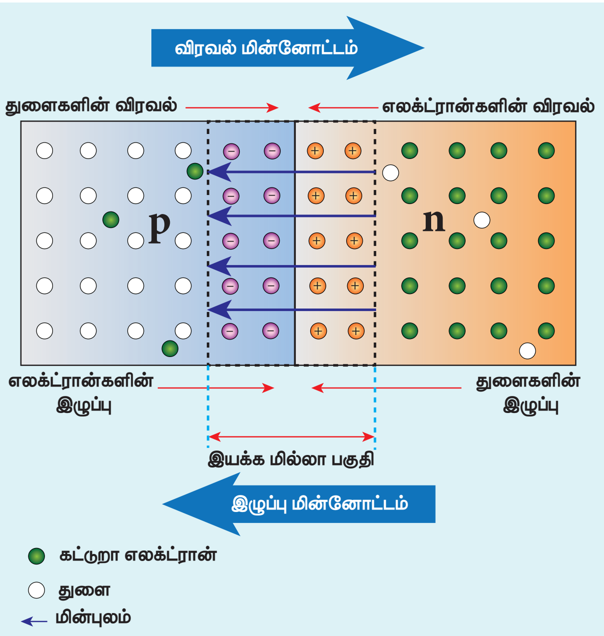
10.3.1 P-N சந்தி உருவாக்கம்

i) இயக்கமில்லாப்பகுதி உருவாக்கம்

ஒரு ஒற்றை படிக குறைகடத்தியின் ஒரு பகுதி p-வகை குறைகடத்தியாகவும், மற்றொரு பகுதி n-வகை குறைகடத்தியாகவும் இருக்குமாறு பொருத்தமாக மாசூட்டப்படுகிறது. இரு பகுதிகளுக்கிடைப்பட்ட தொடும் பரப்பு p-n சந்தி எனப்படும். p-n சந்தி உருவானவுடன், n-பகுதியிலிருந்து ஒரு சில கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் p-பகுதிக்கும் p-பகுதியிலுள்ள துளைகள் n-பகுதிக்கும் விரவுகின்றன. n-பகுதியில் அதிக எலக்ட்ரான் செறிவும், p-பகுதியில் அதிக துளை செறிவும் இருப்பதால் இந்த மின்னூட்ட ஊர்திகளின் விரவல் நடைபெறுகிறது. **சந்தியின் குறுக்கே பெரும்பான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகளின் விரவல் ஏற்படுத்தும் மின்னோட்டம், விரவல் மின்னோட்டம் எனப்படும்.**

n-பகுதியிலிருந்து ஒரு எலக்ட்ரான் வெளியேறும் போதுஅங்குள்ளஒருஐந்துஇணைதிறன்அணுவானது நேர்மின் அயனியாக மாறும். p-பகுதிக்கு இடம்பெயரும் கட்டுறா எலக்ட்ரான் ஆனது சந்திக்கு அருகே p-பகுதியிலுள்ள மூன்று இணைதிறன் அணுவிலுள்ள துளையுடன் மறு இணைப்பில் ஈடுபடுவதால் மூன்று இணைதிறன் அணுவானது எதிர்மின் அயனியாக மாறும். இந்த அயனிகள் அருகிலுள்ள படிக அணுக்களுடன் பிணைக்கப்படுவதால் அவைகளால் நகர இயலாது. இந்த விரவல் நிகழ்வு தொடர்ந்து நடைபெறுவதால் சந்தி இருபுறங்களிலும் நேர் அயனி அடுக்கு மற்றும் எதிர் அயனி அடுக்கு பொருத்தமான

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 202 07-03-2022 10:16:30



படம் 10.9 *p-n* சந்தி உருவாக்கம்

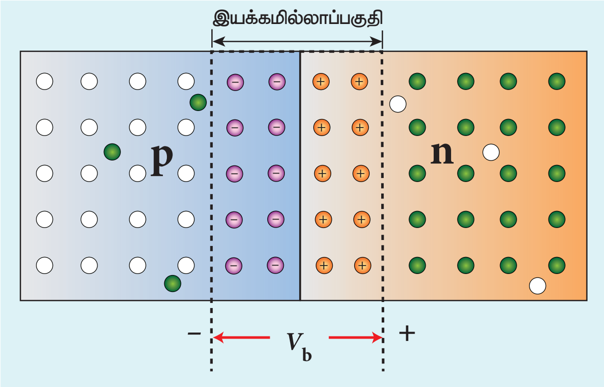
வகையில் உருவாகின்றன. சந்திக்கு அருகில் மின்னூட்ட ஊர்திகளற்ற (கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள்) மெல்லிய அடுக்கு இயக்கமில்லா பகுதி எனப்படும் (படம் 10.9).

இயக்கமில்லாத பகுதியில் *n*–பகுதியிலுள்ள நேர் மின்னூட்ட அடுக்கு மற்றும் *p*–பகுதியிலுள்ள எதிர் மின்னூட்ட அடுக்கு இடையே மின்புலம் ஒன்று ஏற்படுகிறது. இது படம் 10.9ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்புலம் *p*-பகுதியிலுள்ள எலக்ட்ரான்களை *n*-பகுதிக்கும் *n*–பகுதியிலுள்ள துளைகளை *p*-பகுதிக்கும் இழுக்கிறது. **மின் புலத்தின் காரணமாக சிறுபான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகளின் இயக்கத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட மின்னோட்டம் இழுப்பு மின்னோட்டம் எனப்படும்.** விரவல் மின்னோட்டமும் இழுப்பு மின்னோட்டமும் எதிரெதிர் திசையில் பாய்கின்றன.

ஆரம்பத்தில் இழுப்பு மின்னோட்டமானது விரவல் மின்னோட்டத்தை விட குறைவாக இருந்த போதும் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பிறகு அவை சமநிலை எய்தும். ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் (அல்லது துளையும்) சந்தியின் குறுக்கே விரவும் போது, மின்புலத்தின் வலிமை அதிகரித்து அதனால் இரண்டு மின்னோட்டங்களும் சமமாகும் வரை இழுப்பு மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்கும். எனவே சமநிலையில் சந்தியின் குறுக்கே எவ்வித நிகர மின்னோட்டமும் இருக்காது. இவ்வாறு *p-n* சந்தி உருவாக்கப்படுகிறது.

ii) சந்தி மின்னழுத்தம் அல்லது மின்னழுத்த அரண்

சந்தியின் குறுக்கே குறிப்பிட்ட ஒரு நிலை வரை மின்னூட்ட ஊர்திகளின் இயக்கம் நடைபெறும். அதன்பின்னர் இயக்கமில்லாத பகுதியானது மேற்கொண்டு கட்டுறா மின் துகள்கள் சந்தியின் குறுக்கே விரவுவதை தடுக்கும். இதற்குக் காரணம், சந்தியின் குறுக்கே இருபுறங்களிலும் உள்ள நகர இயலாத அயனிகள் உருவாக்கும் மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகும்.

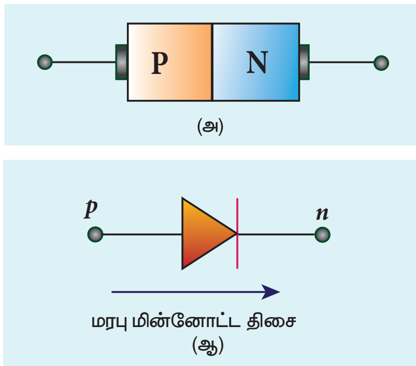


படம் 10.10 சந்தியின் குறுக்கே உருவாகும் மின்னழுத்த அரண்

இயக்கமில்லாப் பகுதியின் குறுக்கே உள்ள இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு, மின்னழுத்த அரண் (V_b) எனப்படும். இதனைப் படம் 10.10 இல் காணலாம். சிலிக்கான் மற்றும் ஜெர்மானியத்திற்கு $25\,^0$C வெப்பநிலையில் மின்னழுத்த அரணின் மதிப்புகள் முறையே 0.7V மற்றும் 0.3V ஆகும்.

10.3.2 P-N சந்தி டையோடு

ஒரு *p*-வகை குறைகடத்தியும் *n*-வகை குறைகடத்தியும் இணைந்து ஒரு *p-n* சந்தி டையோடு உருவாக்கப்படுகிறது. இது ஒரு *p-n* சந்தியைக் கொண்ட கருவி ஆகும். இது படம் 10.11 (அ)–இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் மின்சுற்றுக் குறியீடு படம் 10.11 (ஆ)–இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.11 *p-n* சந்தி டையோடு
(அ) குறியீட்டுப்படம் (ஆ) மின்சுற்று குறியீடு

டையோடினைச் சார்புபடுத்துதல்

புற ஆற்றலை அளித்து மின்னூட்ட ஊர்திகள் மின்னழுத்த அரணை முறிக்கவும் மேலும், அவை குறிப்பிட்ட ஒரு திசையில் இயக்கத்தை மேற்கொள்ளவும் செய்வது சார்புபடுத்துதல் எனப்படும். இதன் மூலம் மின்னூட்ட ஊர்திகள் சந்தியை நோக்கியோ அல்லது சந்தியை விட்டு விலகியோ இயங்குகின்றன. ***p–n* சந்திக்கு அளிக்கப்படும் புற மின்னழுத்தம் சார்பு மின்னழுத்தம் எனப்படும்.** *p–n* சந்திக்கு அளிக்கப்படும் மின்முனைகளைப் பொருத்து, சார்புபடுத்துதல் இரு வகைப்படும். அவை

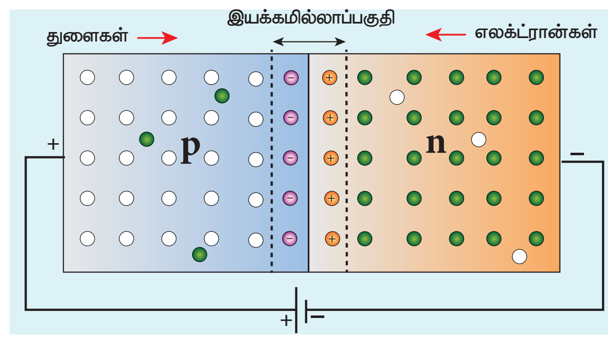
i). முன்னோக்குச் சார்பு

ii). பின்னோக்குச் சார்பு

i) *முன்னோக்குச் சார்பு*

புற மின்னழுத்த மூலத்தின் நேர்மின்வாய் *p*-பகுதியுடனும், எதிர்மின்வாய் *n*-பகுதியுடனும் இணைக்கப்படுவது முன்னோக்குச் சார்பு எனப்படும். இது படம் 10.12–இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. முன்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்தத்தின் காரணமாக எலக்ட்ரான்கள் *p*-பகுதிக்கும், துளைகள் *n*-பகுதிக்கும் சந்தியை நோக்கி தள்ளப்படுகின்றன. இதன் காரணமாகச் சந்தியில் அயனிகளின் மறு இணைப்பு தொடங்கப்பட்டு இயக்கமில்லாத பகுதியின் அகலம் குறையும். இதனால், மின்னழுத்த அரணும் குறையும்.

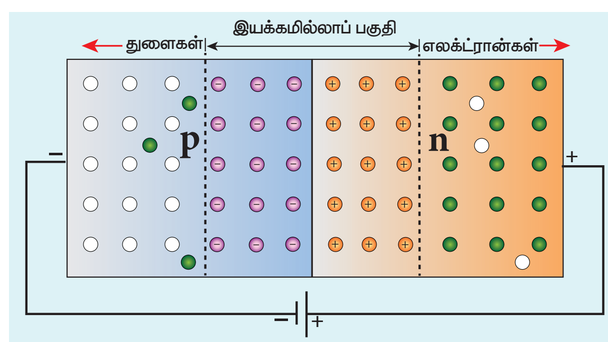
சந்தியில் *n*-பகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான் குறைக்கப்பட்ட மின்னழுத்த அரணை பெறுவதால் அது *p*-பகுதியை நோக்கி முடுக்கப்படுகிறது. *p*-பகுதிக்கு அளிக்கப்பட்ட நேர் மின்னழுத்தத்தினால் எலக்ட்ரான்கள் கூடுதலாக வலிமையான கவர்ச்சி விசையை உணர்கின்றன. இதன் விளைவாக *n*-பகுதியில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் *p*-பகுதிக்கு நகர்கின்றன. இதேபோல் *p*-பகுதியிலுள்ள துளைகள் *n*-பகுதிக்கும் நகர்கின்றன. கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கப்படும்போது இயக்கமில்லா பகுதியின் அகலமும் அதனால் மின்னழுத்த அரணும் மேலும் குறைக்கப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக சந்தியின் வழியாக ஏராளமாக எலக்ட்ரான்கள் பாய்ந்து சந்தியில் மின்னோட்டம் அடுக்குக்குறி முறையில் அதிகரிக்கும்.



படம் 10.12 முன்னோக்கு சார்பில் உள்ள *p-n* சந்தியின் குறியீட்டு படம்

ii) *பின்னோக்குச் சார்பு*

மின்கலத்தின் நேர்மின்வாய் *n*-பகுதியுடனும் எதிர்மின்வாய் *p*-பகுதியுடனும் இணைக்கப்பட்டால் சந்தியானது, பின்னோக்குச் சார்பில் அமையும். இது படம் 10.13 – இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.13 பின்னோக்கு சார்பில் உள்ள *p-n* சந்தியின் குறியீட்டு படம்

மின்கலத்தின் நேர் மின்முனை *n*-பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் அதிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயை நோக்கி ஈர்க்கப்படும் மற்றும் *p*-பகுதியிலுள்ள துளைகள் மின்கலத்தின் எதிர் மின்வாயை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. இது சந்தியில் நகரா இயலா அயனிகளின் செறிவை அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக இயக்கமில்லாப்

பகுதியின் அகலமும், மின்னழுத்த அரணும் அதிகரிக்க வழி ஏற்படும். இதனால் இருபுறங்களிலும் உள்ள பெரும்பான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் சந்தியைக் கடக்க பெரும் மின்னழுத்த அரணை எதிர் கொள்கின்றன. இதனால் சந்தியின் குறுக்கே பாயும் விரவல் மின்னோட்டம் மிகவேகமாக குறையும்.

இருப்பினும், சிறுபான்மை ஊர்திகளின் காரணமாகச் சந்தியின் குறுக்கே சிறிய அளவு மின்னோட்டம் பாயும். பெரும்பான்மை ஊர்திகளுக்கு அளிக்கப்பட்ட பின்னோக்குச் சார்பானது சிறுபான்மை ஊர்திகளுக்கு முன்னோக்குச் சார்பாக அமைகிறது. பின்னோக்குச் சார்பின் காரணமாக ஏற்படும் மின்னோட்டம், பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டம் எனப்படும். இது I_S எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டம் அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தைச் சார்ந்து அமையாமல் வெப்பத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட சிறுபான்மை ஊர்திகளின் செறிவை மட்டும் சார்ந்திருக்கும். மிகச்சிறிய மின்னழுத்தத்தினால்கூட சிறுபான்மை ஊர்திகளைச் சந்தியை கடக்கச் செய்ய முடியும்.

குறிப்பு

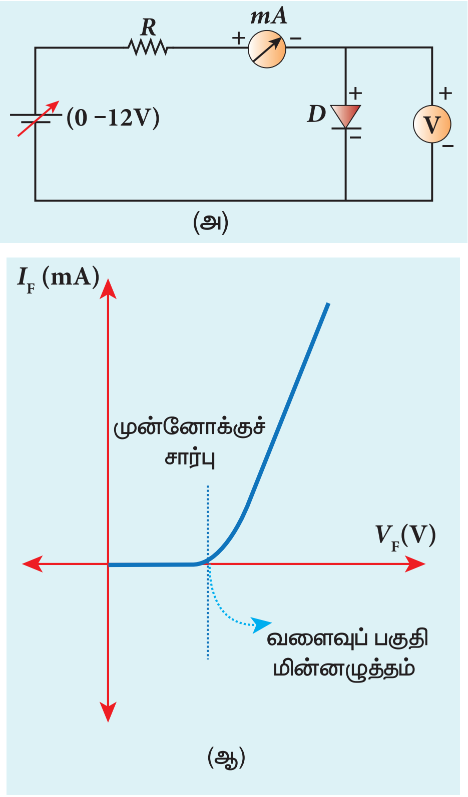
சிலிக்கான் டையோடில் ஒவ்வொரு 10^0C வெப்பநிலைக்குப் பின்னோக்கு தெவிட்டிய மின்னோட்டமானது இரு மடங்காகும்.

10.3.3 சந்தி டையோடின் சிறப்பியல்புகள்

i) முன்னோக்குச் சார்பு சிறப்பியல்புகள்

இது டையோடானது முன்னோக்குச் சார்பில் உள்ளபோது, டையோடின் குறுக்கே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும் டையோடு வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பினை அறிவது ஆகும்.

p-n சந்தி டையோடு முன்னோக்குச் சார்பில் உள்ளதை படம் 10.14 (அ)–இல் காணலாம். புறமின்தடை (R) ஆனது டையோடு வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. DC மின்னழுத்த மூலத்தின் சார்பு மின்னழுத்தத்தை மாற்றுவதன் மூலம் டையோடின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்ததை மாற்றலாம். முன்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்தமும் அதற்குரிய **முன்னோக்குச் சார்பு மின்னோட்டமும் குறித்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. முன்னோக்கு சார்பு மின்னழுத்தம் (V_F) x–அச்சிலும், மின்னோட்டம் (I_F) y–அச்சிலும் எடுத்துக் கொண்டு வரைபடம் ஒன்று வரையப்படுகிறது. இந்த வரைபடமே p–n சந்தி டையோடின் முன்னோக்குச் சார்பு V-I சிறப்பியல்பு வரைபடம் ஆகும்.** படம் 10.14 (ஆ) இல் இது காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.14 *p-n* சந்தி டையோடு
(அ) முன்னோக்கு சார்பில் உள்ள டையோடு
(ஆ) முன்னோக்கு சார்பு சிறப்பியல்பு வரைபடம்

இந்த வரைபடத்திலிருந்து நான்கு முடிவுகள் பெறப்படுகின்றன.

(i) **அறை வெப்பநிலையில் டையோடு வழியாக குறிப்பிடத்தக்க மின்னோட்டம் பாய, மின்னழுத்த அரணுக்குச் சமமான மின்னழுத்த வேறுபாடு தேவைப்படுகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் பயன் தொடக்க மின்னழுத்தம் அல்லது வெட்டு மின்னழுத்தம் அல்லது வளைவுப் பகுதி மின்னழுத்தம் (V_{knee}) என அழைக்கப்படுகிறது.** இது தோராயமாக ஜெர்மானியத்திற்கு 0.3V ஆகவும், சிலிக்கானுக்கு 0.7V ஆகவும் அமைந்துள்ளது. பயன்தொடக்க மின்னழுத்தத்தை விட குறைவாக அளிக்கப்பட்ட

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 205 07-03-2022 10:16:32

மின்னழுத்தங்களில் ஏற்படும் மின்னோட்டம் புறக்கணிக்க தக்க அளவு குறைவாக இருக்கும். பயன் தொடக்க மின்னழுத்தத்தைவிட அதிகமான மின்னழுத்தங்களில், மின்னழுத்தம் சிறிது அதிகரித்தாலும் மின்னோட்டம் கணிசமான அளவு உயரும்.

(ii) வரைபடத்திலிருந்து மின்னோட்டமானது நேர்போக்கில் அமையாமல் அடுக்குக்குறி முறையில் அமைகிறது. எனவே, டையோடு ஓம் விதிக்கு உட்படாது.

(iii) மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் சிறிய மாறுபாட்டிற்கும் (ΔV_F), மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் சிறிய மாறுபாட்டிற்கும் (ΔI_F) இடைப்பட்ட விகிதம் முன்னோக்கு மின்தடை (r_F) எனப்படும். அதாவது, $r_F = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}$.

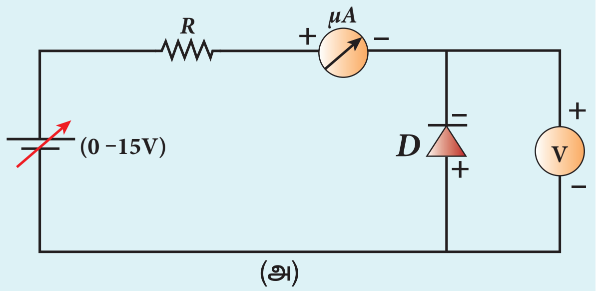
(iv) டையோடானது முன்னோக்குச் சார்பில் உள்ளபோது, கடத்தி போல் செயல்படுகிறது.

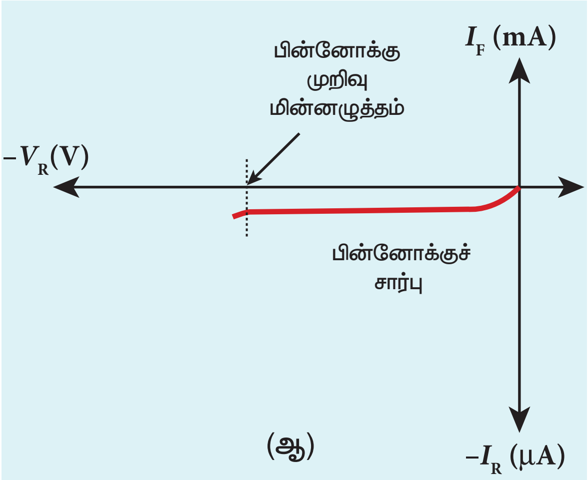
எனினும், டையோடில் குறிக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்தைவிட அதிக அளவு மின்னழுத்தத்தை அளிக்கும்போது, மிக அதிக அளவு மின்னோட்டம் ஏற்பட்டு அதிக வெப்பத்தின் காரணமாகச் சந்தியானது பாதிக்கப்படும். இது டையோடின் முறிவுநிலை எனப்படும் மற்றும் எந்த மின்னழுத்தத்தில் டையோடு முறிகிறதோ அந்த மின்னழுத்தம் முறிவுநிலை மின்னழுத்தம் எனப்படும். எனவே, டையோடினைப் பாதுகாப்பாகப் பயன்படுத்த அதனை பயன் தொடக்க மின்னழுத்தம் மற்றும் முறிவு மின்னழுத்தங்களுக்கு இடையே செயல்படுத்த வேண்டும்.

ii) பின்னோக்குச் சார்பு சிறப்பியல்புகள்

பின்னோக்குச் சார்பு சிறப்பியல்புகளை ஆராய படம் 10.15(அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ள மின்சுற்று பயன்படுத்தப்படுகிறது, பின்னோக்குச் சார்பில், p-பகுதியானது மின்னழுத்த மூலத்தின் எதிர்மின் வாயுடனும் n-பகுதியானது DC மின்னழுத்த மூலத்தின் நேர்மின் வாயுடனும் இணைக்கப்படுகின்றன.

பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்தத்திற்கும், சந்தியின் குறுக்கே பாயும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே ஒரு வரைபடம் வரையப்படுகிறது. இது p–n சந்தியின் பின்னோக்குச் சார்பு சிறப்பியல்பு வரைபடம் எனப்படும். இது படம் 10.15 (ஆ) இல் காட்டப்படுள்ளது. இந்தச் சார்பினால், சந்தியின் குறுக்கே μA அளவிற்கு மிகச் சிறிய மின்னோட்டம் பாயும். இது சிறுபான்மை ஊர்திகளின் இயக்கத்தினால் ஏற்படுகிறது. இது கசிவு மின்னோட்டம் அல்லது பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டம் என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும், முறிவு நிலை மின்னழுத்தம் எனும் குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம் வரை, இந்த பின்னோக்கு மின்னோட்டம் அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை சார்ந்திருக்காது.



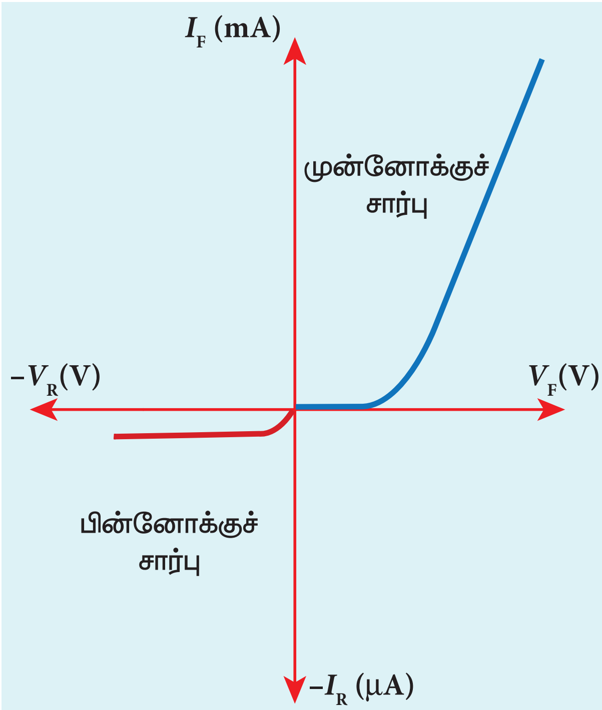


படம் 10.15 p-n சந்தி டையோடு
(அ) பின்னோக்குச் சார்பில் உள்ள டையோடு
(ஆ) பின்னோக்குச் சார்பு சிறப்பியல்பு வரைபடம்

குறிப்பு நல்லியல்பு டையோடு: முன்னோக்குச் சார்பில் உள்ள போது கடத்தியாகவும், பின்னோக்குச் சார்பில் உள்ள போது காப்பானாகவும் செயல்படும். நல்லியல்பு டையோடுகளில் முன்னோக்கு மின்தடை சுழி ஆகும். மின்னழுத்த அரண் புறக்கணிக்கத்தக்கதாக கருதப்படும்.

படம் 10.16இல் முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு சார்பு சிறப்பியல்புகள் காட்டப்–பட்டுள்ளன.

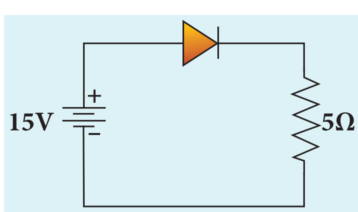
XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 206 07-03-2022 10:16:33



படம் 10.16 ஒரு டையோடின் முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு சிறப்பியல்பு

எடுத்துக்காட்டு 10.1

ஒரு நல்லியல்பு டையோடு மற்றும் ஒரு 5Ω மின்தடையும் தொடரிணைப்பில் ஒரு 15V மின்னழுத்த மூலத்துடன் பின் வரும் படத்தில் உள்ளவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன எனில் டையோடின் வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தை கணக்கிடுக?



தீர்வு

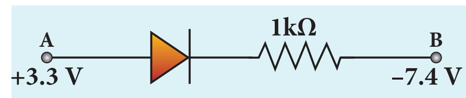
டையோடானது நல்லியல்பு கொண்டது மேலும் அது, முன்னோக்குச் சார்பிலும் உள்ளது. இதனால், அது சுழி மின்னழுத்த அரண் கொண்ட மூடிய சாவியாகச் செயல்படுகிறது. எனவே, ஓம்விதியைப் பயன்படுத்தி டையோடு வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15}{5} = 3\,A$$

எடுத்துக்காட்டு 10.2

சிலிக்கான் டையோடு ஒன்று 1kΩ மின்தடையாக்கியுடன் படத்தில் உள்ளவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இங்கு AB வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தின் மதிப்பைக் காண்க.



தீர்வு

A மற்றும் B க்கு இடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு பின்வருமாறு தரப்படுகிறது.

$$V = [V_A - V_B] - V_b(\text{Si})$$
$$= [3.3 - (-7.4)] - 0.7$$
$$= 10.7 - 0.7 = 10\text{ V}$$

AB வழியாக பாயும் மின்னோட்டத்தை ஓம் விதியை பயன்படுத்திப் பெறலாம்.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{1\times10^3} = 10^{-2}\text{ A} = 10\text{mA}$$

10.3.4 திருத்துதல்

மாறுதிசை மின்னழுத்தம் அல்லது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னழுத்தம் அல்லது நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்றும் செயல் முறை திருத்துதல் எனப்படும். இந்தச் செயல்முறைக்கு பயன்படுத்தப்படும் கருவி திருத்தி என அழைக்கப்படும். இப்பகுதியில் இரண்டு வகையான திருத்திகளைப்பற்றி விவரிக்க உள்ளோம். அவையாவன அரை அலைதிருத்தி மற்றும் முழு அலைதிருத்தி ஆகும்.

i) அரை அலை திருத்தி மின்சுற்று:

அரை அலைதிருத்தி மின் சுற்றானது ஒரு மின்மாற்றி, ஒரு *p-n* சந்தி டையோடு மற்றும் மின்தடை ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும் (படம் 10.17 (a)). அரை அலை திருத்தி சுற்றில் AC உள்ளீடின் நேர் அரை அலையோ அல்லது எதிர் அரை அலையோ டையோடு வழியே செலுத்தப்பட்டு மற்றொரு பாதி தடுக்கப்படுகிறது. உள்ளீடு அலையின் ஒரு பாதி மட்டுமே திருத்தப்படுகிறது. எனவே, இது அரை அலைதிருத்தி எனப்படும். இங்கு *p-n* சந்தி டையோடு திருத்தி டையோடாகச் செயல்படுகிறது.

உள்ளீடு சைகையின் நேர் அரை அலையின் போது:

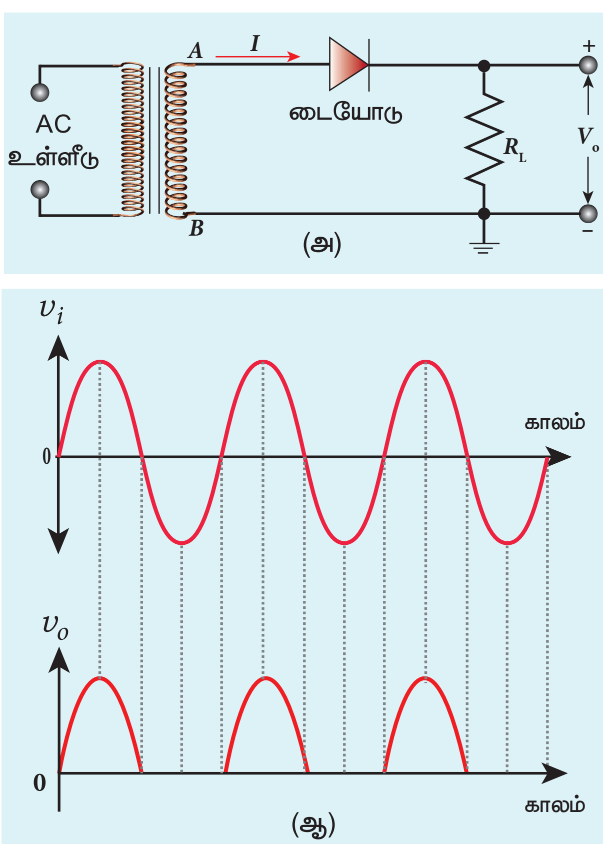
AC உள்ளீடு சைகையின் நேர் அரை அலையானது மின்சுற்றுக்கு அளிக்கப்படும்போது,

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 207 07-03-2022 10:16:34

A முனையானது B முனையைப் பொருத்து நேர் மின்முனையாகச் செயல்படுகிறது. எனவே டையோடானது முன்னோக்குச் சார்பில் அமைந்து மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறது. பளு மின்தடை R_L வழியாக மின்னோட்டம் பாய்ந்து, அதன் குறுக்கே V_0 என்ற வெளியீடு மின்னழுத்தம் உருவாகிறது. இந்த வெளியீடு மின்னழுத்தத்தின் அலை வடிவம் படம் 10.17 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உள்ளீடு சைகையின் எதிர் அரை அலையின் போது

மின்சுற்றின் வழியாக உள்ளீடு AC சைகையின் எதிர் அரை அலையினை செலுத்தும்போது A முனையானது B முனையைப் பொருத்து எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படும். இப்போது, டையோடு பின்னோக்குச் சார்பில் அமைந்து மின்னோட்டத்தைக் கடத்தாது. எனவே R_L வழியே எவ்வித மின்னோட்டமும் பாயாது. டையோடின் பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டம் இங்கு புறக்கணிக்கத்தக்கது. R_L வழியே எவ்வித மின்னழுத்த இறக்கமும் இல்லாததால் AC உள்ளீடின் எதிர் அரைச்சுற்று வெளியீட்டில் பெறப்படாது.



படம் 10.17 (அ) அரை அலை திருத்திமின்சுற்று (ஆ) உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு அலை வடிவங்கள்

அரை அலை திருத்தியின் வெளியீடு, நிலையான நேர்திசை மின்னோட்டமாக இல்லாமல், சுழியிலிருந்து குறிப்பிட்ட மதிப்புவரை அதிகரித்து மீண்டும் சுழியாகும் வரை குறையும். இது துடிப்பு மின்னழுத்தம் எனப்படும் அலையாக அமையும். மின்னழுத்த எலக்ட்ரானியல் கருவிகளில் பயன்படுத்த இயலாது. மாறாத மற்றும் நிலையான மின்னழுத்தமே எலக்ட்ரானியல் கருவிகளுக்கு தேவை. எனவே அரை அலைத்திருத்தியிலிருந்து வெளிவரும் கூடி குறையும் மின்னழுத்தத்தை வடிக்கட்டிச் சுற்றுகளையும், மின்னழுத்த கட்டுப்படுத்திச் சுற்றுகளையும் பயன்படுத்தி மாறாத நிலையான மின்னழுத்தமாக மாற்றப்படுகிறது.

அலைதிருத்தியின் பயனுறுதிறன் (η) என்பது வெளியீடு DC திறனுக்கும், சுற்றுக்கு உள்ளீடாக அளிக்கப்பட்ட AC திறனுக்கும் இடைப்பட்ட விகிதம் ஆகும். அரை அலை அலைதிருத்தியில் இதன் மதிப்பு 40.6% ஆகும்.

> **குறிப்பு**
> சுற்றில் டையோடின் முனைகளை மாற்றினால், AC உள்ளீடு சைகையின் எதிர் அரைச்சுற்று வெளியீடாகப் பெறப்பட்டு நேர் அரைச்சுற்று தடுக்கப்படும்.

ii) முழு அலை திருத்தி

உள்ளீடு AC சைகையின் நேர் மற்றும் எதிர் அரைச் சுற்றுகள் இவ்வகை அலைதிருத்தியினால் திருத்தப்படுவதால் இது முழு அலை திருத்தி என அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த மின்சுற்று படம் 10.18 (அ) – இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் இரண்டு *p-n* சந்தி டையோடுகள், மையச்சாவி மின்மாற்றி மற்றும் ஒரு பளு மின்தடை (R_L) ஆகியவை உள்ளன. மைய முனையானது பொதுவாக தரைஇணைப்பு அல்லது சுழி மின்னழுத்த குறிப்பு புள்ளியாக கருதப்படுகிறது. மையச்சாவி மின்மாற்றியின் உதவியால், ஒவ்வொரு டையோடும் மொத்த துணைச்சுற்று மின்னழுத்தத்தில் ஒரு பாதியைத் திருத்துகிறது.

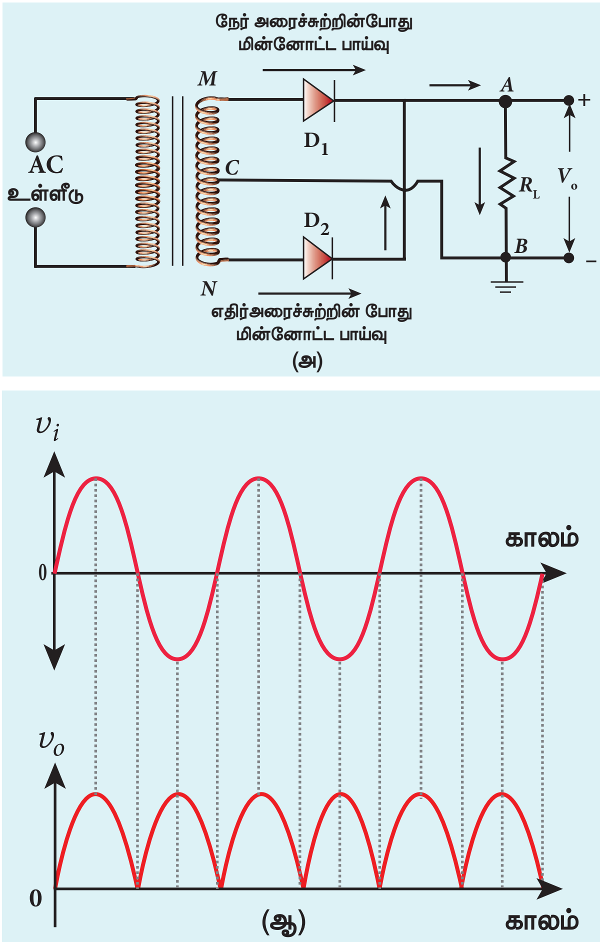
உள்ளீடு சைகையின் நேர் அரை அலையின் போது

மின்சுற்று வழியாக AC உள்ளீடு சைகையின் நேர் அரைச்சுற்றைச் செலுத்தும்போது M ஆனது நேர் மின் முனையாகவும், C ஆனது சுழிமின்னழுத்தமாகவும், N ஆனது எதிர் மின் முனையாகவும் அமையும். இதனால் டையோடு D_1 முன்னோக்குச் சார்பிலும், டையோடு D_2 பின்னோக்குச் சார்பிலும் அமைகின்றன. எனவே டையோடு D_1 மின்னோட்டத்தை MD_1ABC பாதை வழியே கடத்துகிறது.

உள்ளீடு சைகையின் எதிர் அரை அலையின் போது

மின்சுற்று வழியாக AC உள்ளீடு சைகையின் எதிர் அரைச்சுற்றைச் செலுத்தும்போது, N

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 208 07-03-2022 10:16:35



படம் 10.18 (அ) முழு அலை திருத்தி மின்சுற்று (ஆ) உள்ளீடு மற்றும் வெளியீட்டு அலை வடிவங்கள்

ஆனது நேர்மின் முனையாகவும், C ஆனது சுழி மின்னழுத்தமாகவும் M ஆனது எதிர்மின் முனையாகவும் அமைகின்றன. இதனால் டையோடு D_2 முன்னோக்குச் சார்பிலும் D_1 பின்னோக்குச் சார்பிலும் அமைகின்றன. எனவே டையோடு D_2 ஆனது மின்னோட்டத்தை ND_2ABC என்னும் பாதையில் கடத்துகிறது.

உள்ளீடின் நேர் மற்றும் எதிர் அரைச்சுற்றின் போது, பளு வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் ஒரே திசையில் அமைகிறது. உள்ளீடு சைகைகளுக்கு ஏற்ப உருவாகும் வெளியீடு சைகை படம் 10.18 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரண்டு அரைச்சுற்றுகளின் போதும் AC உள்ளீடுகள் திருத்தப்பட்டாலும், வெளியீடானது துடிப்புத்தன்மையுடனேயே அமைகிறது,

முழு அலைதிருத்தியின் பயனுறுதிறன் (η) ஆனது அரை அலைதிருத்தியின் பயனுறு திறனைப் போல் இருமடங்காக அதாவது 81.2% ஆக அமையும். இதற்கு காரணம் கம்பிச்சுருள், டையோடு மற்றும் பளு மின்தடை ஆகியவற்றில் ஏற்படும் திறன் இழப்பு ஆகும்.

குறிப்பு

மையச் சாவி மின்மாற்றி: துணைச்சுற்றின் மையப்புள்ளியில் உள்ள சாவி, இணைப்பு தர ஏதுவான வசதி கொண்டுள்ளது. இதன்மூலம், துணைச் சுருளின் ஒரு மையத்திற்கும் மையப் புள்ளிக்கும் இடையே தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை அளவிடலாம். மையச் சாவி இணைப்புப் புள்ளி தரையிணைப்பு செய்யப்பட்டால் துணைச் சுற்றுக்குக் குறுக்கே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் இரண்டு பாதியாக பிரிக்கப்படும். எடுத்துக்காட்டாக துணைச்சுற்றின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்தம் 240V எனில் துணைச்சுற்றின் ஒரு முனைக்கும் மையச் சாவி இணைப்பிற்கும் உள்ள மின்னழுத்தம் +120V மற்றும் மற்றொரு முனைக்கு உள்ள மின்னழுத்தம் −120V ஆகும்.

10.3.5 முறிவு செயல்முறை

டையோடில் சிறுபான்மை ஊர்தியால் ஏற்படும் பின்னோக்கு மின்னோட்டம் அல்லது பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டம் மிகக்குறைவு ஆகும். *p-n* சந்திக்கு அளிக்கப்படும் பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை குறிப்பிட்ட ஒரு அளவிற்கு மேல் அதிகரித்தால், சந்தியானது முறிவடையும், மேலும் பின்னோக்கு மின்னோட்டமும் மிக அதிக அளவில் உயர்கிறது. எந்த மின்னழுத்தத்தில் முறிவு ஏற்படுகிறதோ அம்மின்னழுத்தம் முறிவு மின்னழுத்தம் எனப்படும் மற்றும் இது இயக்கமில்லா பகுதியின் அகலத்தை பொறுத்து அமையும்; இது மாசூட்டல் அளவை பொறுத்தது.

இயல்பான *p-n* சந்தி டையோடு இம்மின்னழுத்தத்தில் பாதிப்புக்குள்ளாகும். செனார் டையோடு போன்று சிறப்புமுறையில் வடிவமைக்கப்பட்ட டையோடுகள் முறிவுப்பகுதியில் செயல்பட்டு மின்னழுத்தம் கட்டுப்படுத்தும் சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது. பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை அதிகரிப்பதால் முறிவு ஏற்படுவதற்குக் காரணமான இரண்டு இயக்க முறைகள் உள்ளன.

i) சரிவு முறிவு

குறைந்த அளவு மாசூட்டப்பட்ட அகலமான இயக்கமில்லாப் பகுதிகளைக் கொண்ட சந்திகளில், சரிவு முறிவானது நடைபெறுகிறது. பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்த வேறுபாடானது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை மீறும் போது, பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டினால் சிறுபான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் முடுக்கப்பட்டு, அவற்றின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கின்றது. இயக்கமில்லாப் பகுதியின் வழியாக இந்த மின்னூட்ட ஊர்திகள் செல்லும்போது, குறைக்கடத்தி அணுகளுடன் மோதுகின்றன.

இதனால் சகப்பிணைப்புகள் முறிந்து, எலக்ட்ரான் – துளை ஜோடிகள் உருவாவதற்கு வழிவகுக்கின்றது.

புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட மின்னூட்ட ஊர்திகளும் பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டினால் முடுக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக ஏற்படும் அதிக மோதல்களால், மின்னூட்ட ஊர்திகள் மேலும் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இந்த ஒட்டுமொத்த செயல்முறையால், சந்தியின் குறுக்கே பெருமளவு (கட்டுப்படுத்த முடியாத அளவுக்கு அதிக எண்ணிக்கையிலான) மின்னூட்ட ஊர்திகள் உருவாக்கப் படுகின்றன. இதனால் டையோடு மின்னோட்டம் திடீரென உயர்ந்து, முறிவு நடைபெறுகிறது. இந்த முறிவு, சரிவு முறிவு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ii) செனார் முறிவு

மிக அதிக அளவு மாசூட்டப்பட்ட p-n சந்திகளில் $<10^{-6}$m க்கு குறைவான அளவுகளில் மெல்லிய இயக்கமில்லாப் பகுதி இருக்கும். சந்திகளின் குறுக்கே முறிவு எல்லைவரை பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கும் போது, 3×10^{7} V m^{-1} அளவுக்கு வலிமையான மின்புலம் மெல்லிய இயக்கமில்லாப் பகுதியின் குறுக்கே உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த மின்புலம் படிக தளத்தில் உள்ள சகப்பிணைப்பை முறித்து அதன் மூலம் எலக்ட்ரான் – துளை ஜோடியை உருவாக்கும் அளவு போதுமான வலிமை கொண்டது ஆகும். இந்த விளைவு **செனார் விளைவு** எனப்படும்.

இந்நிலையில் மேற்கொண்டு மிகச்சிறிய அளவில் பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அதிகரித்தாலும் கூட, அது மிக அளவு மின்னூட்ட ஊர்திகளை உருவாக்கும். அவை மெல்லிய இயக்கமில்லாப் பகுதியின் வழியாகச் சந்திக்கு குறுக்கே நகர்கின்றன. இந்த செயல்முறையானது அதிக அளவு பின்னோக்கு மின்னோட்டத்தை அல்லது முறிவு மின்னோட்டத்தை உருவாக்குகிறது. இத்தகைய முறிவு, செனர் முறிவு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

குறிப்பு

சரிவு முறிவில், சகப்பிணைப்பை முறித்து புதிய மின்னூட்ட ஊர்திகள் உருவாக்கத் தேவையான ஆற்றலை, அதிகப்படியான பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்தவேறுபாட்டின் மூலம் சிறுபான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் பெறுகின்றன. ஆனால், வலிமையான மின் புலம் இருப்பதால், சகப்பிணைப்புகளின் நேரடி முறிவு காரணமாக செனர் முறிவு ஏற்படுகிறது. இயக்கமில்லாப் பகுதி மெல்லியதாக இருப்பதால், சரிவு முறிவு மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் ஒப்பிடும் போது, செனர் முறிவு பொதுவாக குறைவான பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் நடைபெறுகிறது.

10.3.6 செனார் டையோடு

செனார் டையோடு என்பது அதிக அளவு மாசூட்டப்பட்டுப் பின்னோக்குச் சார்பில் செயல்படுத்தப்படும் சிலிக்கான் டையோடு ஆகும். இதனைக் கண்டுபிடித்த கிளாரன்ஸ் மெல்வின் செனார் என்பவரின் பெயரினால் இது அழைக்கப்படுகிறது. இது முறிவுப் பகுதியில் செயலாற்றும் வகையில் சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. சிலிக்கான் டையோடு–களில் முறிவு மின்னழுத்தம் 2V முதல் 1000 V வரையிலான நெடுக்கத்தில் அமையுமாறு மாசூட்டல் அளவானது மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது.

முன்பகுதியில் விளக்கியவாறு பின்னோக்குத் மின்னழுத்தத்தால் இயக்கமில்லாப் பகுதியில் ஏற்படுத்தப்படும் வலிமையான மின் புலமானது சகப் பிணைப்பை முறிப்பதால் செனார் முறிவு ஏற்படுகிறது. இதனால் மிக அதிக அளவில் உருவாக்கப்படும் எலக்ட்ரான்களும் துளைகளும் பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. இந்த மின்னோட்டமானது, புறமின்தடை மற்றும் டையோடினால் பயன்படுத்தப்படும் திறன் ஆகிய இரண்டினாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. படம் 10.19 (அ) மற்றும் 10.19 (ஆ) இல் முறையே செனார் டையோடு மற்றும் மின்சுற்றுக் குறியீடு ஆகியவை காட்டப்பட்டுள்ளன.

இது சாதாரண p–n சந்தி டையோடினைப் போலவே அமையும் ஆனால் n-பகுதி மின் வாயானது ஆங்கில எழுத்து 'z' வடிவில் அமையும். அம்புக்குறியானது மரபு மின்னோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்கும். படம் 10.19 (அ) இல் உள்ள கருப்பு வளையம் n–பகுதி மின்வாயைக் குறிக்கிறது.

படம் 10.19 செனார் டையோடு (அ) வணிக ரீதியான படம் (ஆ) மின்சுற்று குறியீடு

செனார் டையோடின் V–I சிறப்பியல்புகள்

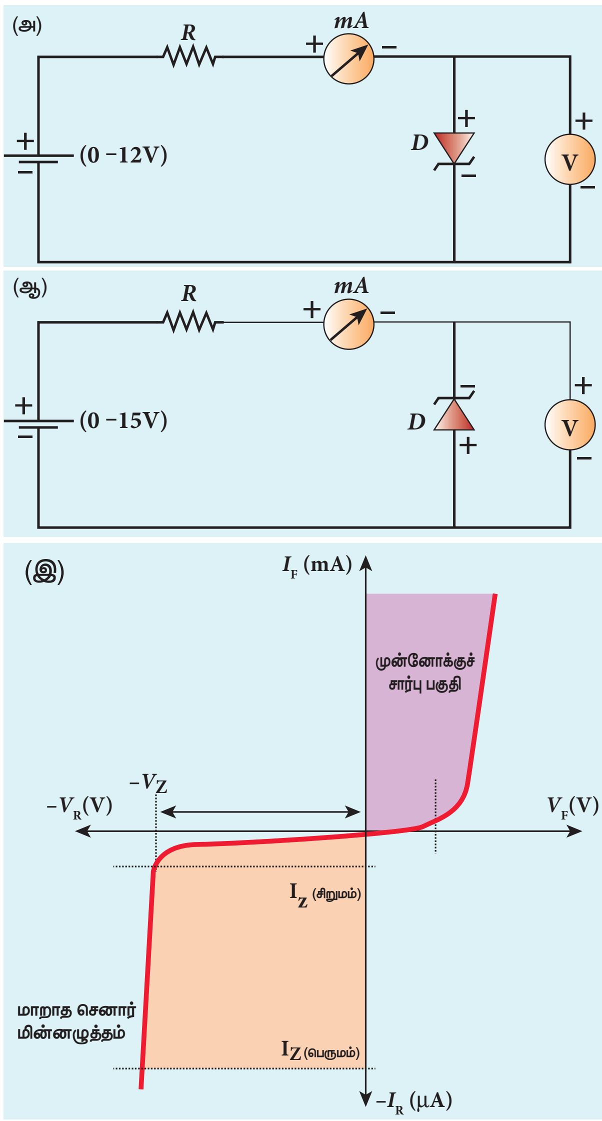
செனார் டையோடின் முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்குச் சிறப்பியல்புகளை அறிவதற்கான மின் சுற்றுகள் படம் 10.20(அ) மற்றும் 10.20(ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. 10.20(இ)இல் செனார் டையோடின் சிறப்பியல்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. செனார் டையோடின் முன்னோக்குச் சார்பு சிறப்பியல்பு சாதாரண p-n சந்தி டையோடினை போன்றே அமைகிறது. இது தோராயமாக 0.7 V மின்னழுத்தத்தில் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தத் தொடங்குகிறது. எனினும், செனார் டையோடின் பின்னோக்குச் சிறப்பியல்பு

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 210 07-03-2022 10:16:36

மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்க பொதுவாக மிகச்சிறிய அளவு பின்னோக்கு மின்னோட்டம் உருவாக்கப்படும். ஆனால், செனார் டையோடில் பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தைமுறிவுமின்னழுத்திற்கு (V_Z) சுமமான அளவுக்கு உயர்த்தும்போது மின்னோட்ட உயர்வு மிக அதிகமாக இருக்கும். முறிவுப்பகுதி முழுவதும் மின்னழுத்தமானது பெரும்பாலும் மாறிலியாகவே அமையும். படம் 10.20 (இ) இல் $I_{Z(பெருமம்)}$ ஆனது பெரும பின்னோக்கு மின்னோட்டத்தை குறிக்கிறது.

பின்னோக்கு மின்னோட்டம் மேலும் அதிகரிக்கும்போது, டையோடானது சேதமடையும். பின்னோக்குச் சிறப்பியல்பின் முக்கிய பண்புகள்

- செனார் முறிவு மின்னழுத்தம், V_Z
- முறிவினை நிலைநிறுத்த தேவைப்படும் சிறும மின்னோட்டம், $I_{Z(சிறுமம்)}$



படம் 10.20 செனார் டையோடு (அ) முன்னோக்குச் சார்பு (ஆ) பின்னோக்குச் சார்பு (இ) V-I சிறப்பியல்பு

- பெரும திறன் இழப்பினால் கட்டுப்படுத்தப்படும் பெரும மின்னோட்டம், $I_{Z(பெருமம்)}$

பின்னோக்குச் சார்பில் செயல்படுத்தப்படும் செனார் டையோடானது V_Z ஐ விட அதிக மின்னழுத்தத்தையும் I_Z(பெருமம்) ஐவிட குறைவான மின்னோட்டத்தையும் கொண்டிருக்கும். பின்னோக்குச் சிறப்பியல்பானது உண்மையான செங்குத்துக் கோடு அல்ல. இதன் பொருள் டையோடானது மிகச்சிறிய அளவு செனார் இயக்க மின்னெதிர்ப்பைக் கொண்டிருத்தலே ஆகும். செனார் மின்தடை என்பது, சிறப்பியல்பின் முறிவுப் பகுதியில் வரையப்படும் சாய்வின் தலைகீழ் மதிப்பாகும். இதன்பொருள் செனார் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும்போது பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் மிகச்சிறிய அளவே அதிகரிக்கும் என்பதாகும். எனினும், இதனைப் புறக்கணிக்கலாம். நல்லியல்பு செனார் டையோடு முறிவுப் பகுதியில் நுழையும் போது அதன் மின்னழுத்தத்தில் மாற்றம் இருக்காது. **வேறு வார்த்தைகளில், I_Z கணிசமாக உயர்ந்தாலும் V_Z ஆனது பெரும்பாலும் மாறிலியாகவே அமையும்.**

குறிப்பு

செனார் டையோடு முறிவுப் பகுதியில் நுழைவதற்கு முன்பு அளிக்கப்படும் பெரும மின்னழுத்தம் பெரும பின்னோக்கு சார்பு மின்னழுத்தம் எனப்படும். வணிக ரீதியாக இது PIV அளவீடு எனப்படும்.

பயன்பாடுகள்

செனார் டையோடு ஆனது

- மின்னழுத்த கட்டுப்படுத்தியாகவும்
- மின்னழுத்தங்கள் அளவிடும் கருவியாகவும்
- சார்புபடுத்தும் மின்சுற்று வலைகளில் குறிப்பு மின்னழுத்தத்தை அளிக்கவும்
- எதிர்பாராத விதமாக அளிக்கப்படும் அதிகப்படியான மின்னழுத்தங்களினால் கருவிகள் பழுதடையாமல் இருக்கவும்

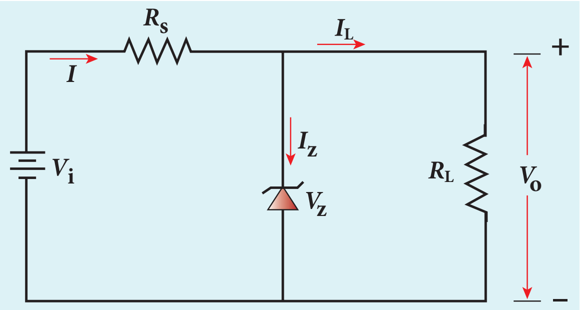
பயன்படுத்தப்படுகிறது.

செனார் டையோடு ஒரு மின்னழுத்த சீரமைப்பானாகச் செயல்படுதல்:

முறிவுப் பகுதியில் செயல்படும் ஒரு செனார் டையோடு மின்னழுத்த சீரமைப்பானாகப் பயன்படுகிறது. அதன் மின்சுற்று படம் 10.21ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. டையோடு சேதமடையாமல் இருக்க செனார் மின்னோட்டத்தை வரம்பு படுத்தும் வகையில் தகுந்த மதிப்புடைய R_S என்ற மின்தடை தொடர் இணைப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த மின்தடை மின்னழுத்த சீரமைப்பான் பணியிலும் பங்கு வகிக்கிறது. மாறுபடும் DC உள்ளீடு

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 211 07-03-2022 10:16:36

மின்சுற்றுக்கு அளிக்கப்பட்டு சௌனர் டையோடுடன் பக்க இணைப்பில் உள்ள R_L என்ற பளுமின் தடையின் குறுக்கே மாறா வெளியீடு மின்னழுத்தம் V_0 பெறப்படுகிறது. உள்ளீடு மின்னழுத்தமானது V_Z என்ற சௌனர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாக இருக்கும் வரை வெளியீடு மின்னழுத்தமானது மாறிலியாக நிலைநிறுத்தப்படுகிறது.



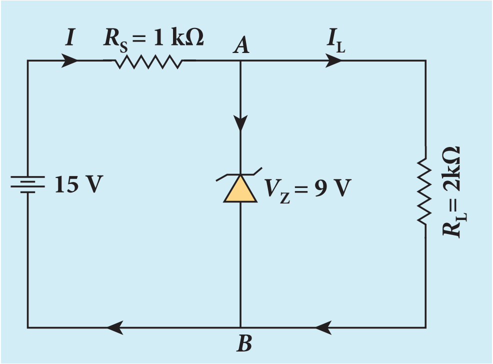
படம் 10.21 சௌனர் டையோடின் மூலம் மின்னழுத்தம் கட்டுப்படுத்துதலை அறிய உதவும் மின்சுற்று

உள்ளீடு DC மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது, சௌனர் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் R_S ன் வழியாக பாயும் மின்னோட்டமும் அதிகரித்து R_S ன் குறுக்கே மின்னழுத்த இறக்கமும் அதிகரிக்கிறது, டையோடு வழியே பாயும் அதிகரிக்கப்பட்ட மின்னோட்டம் ஆனது I_L ன் மதிப்பை பாதிக்காது, சௌனர் டையோடு பின்னோக்கு சார்பில் செயல்படுவதால், டையோடு வழியாக பாயும் பின்னோக்கு மின்னோட்டம் கணிசமாக அதிகரித்தாலும் டையோடின் குறுக்கே சௌனர் முறிவு மின்னழுத்தம் ஏறக்குறைய மாறிலியாக இருக்கும். உள்ளீடு மின்னழுத்தத்தின் அதிகரிக்கப்பட்ட மதிப்பு R_S ன் குறுக்கே இறங்குகிறது. இதனால் R_S ஆனது இறங்கு மின்தடை (Dropping Resistance) எனப்படும். பக்க இணைப்பின் காரணமாக R_L ன் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு சௌனர் முறிவு மின்னழுத்தத்திற்கு சமமாகிறது. மேலும் இதுவே V_0 எனும் மாறா வெளியீடு மின்னழுத்தமாகிறது.

உள்ளீடு *DC* மின்னழுத்தத்தை குறைக்கும் போது, டையோடின் வழியாக பாயும் மின்னோட்டம் குறைவதால் R_S ன் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த இறக்கம் குறையும். எனவே, வெளியீடு மின்னழுத்தம் V_0 மாறிலியாகவே அமையும். மொத்தத்தில், உள்ளீடு மின்னழுத்தத்தில் எவ்வித மாறுபாடு ஏற்பட்டாலும் அதற்கேற்ப R_S ன் குறுக்கே மின்னழுத்த இறக்கம் மாறுபடும். ஆனால் சௌனர் டையோடு அல்லது R_L ன் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்தம் மாறிலியாகவே அமையும். இவ்வாறு சௌனர் டையோடு மின்னழுத்த சீரமைப்பானாக செயல்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 10.3

பளு மின்தடை 2 kΩ ஆக இருக்கும்போது சௌனர் டையோடு வழியாக பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடுக (இங்கு டையோடு நல்லியல்பு கொண்டது எனக் கருத வேண்டும்).



தீர்வு

AB யின் குறுக்கே மின்னழுத்தம், $V_Z = 9V$

R_S ன் குறுக்கே மின்னழுத்த இறக்கம் $= 15 - 9 = 6V$

எனவே R_S ன் வழியே பாயும் மின்னோட்டம்,

$$I = \frac{6}{1\times10^3} = 6\ \text{mA}$$

பளு மின்தடைக்குக் குறுக்கே மின்னழுத்தம் $V_{AB} = 9V$

பளு மின்தடை வழியே பாயும் மின்னோட்டம்

$$I_L = \frac{V_{AB}}{R_L} = \frac{9}{2\times10^3} = 4.5\ \text{mA}$$

சௌனர் டையோடு வழியே பாயும் மின்னோட்டம்

$$I_Z = I - I_L = 6\,\text{mA} - 4.5\,\text{mA} = 1.5\ \text{mA}$$

10.3.7 ஒளி எலக்ட்ரானியல் கருவிகள்

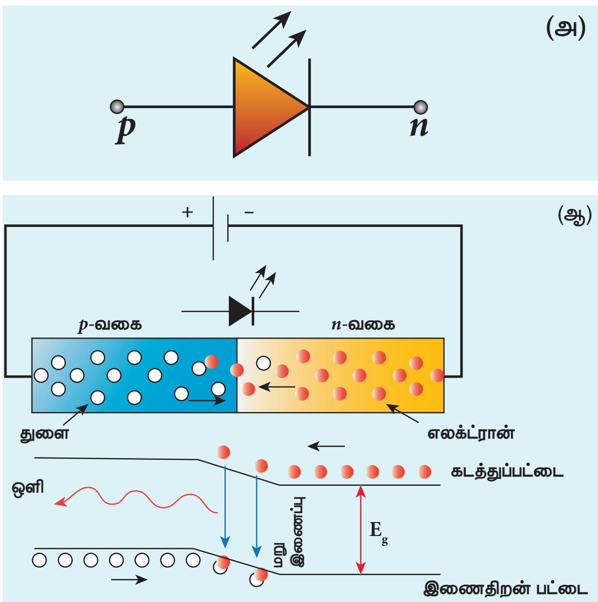
ஒளி எலக்ட்ரானியல் ஆனது குறைகடத்திகள் உதவியால் மின்னாற்றலை ஒளியாகவும், ஒளியைப் மின்னாற்றலாகவும் மாற்றும் சாதனங்களைப் பற்றி விவரிக்கிறது. இச்சாதனங்கள் ஒளியை பயனுள்ள வழியில் உபயோகப்படுத்தும் எலக்ட்ரானியல் கருவிகளாகும். இப்பகுதியில் நாம் சில முக்கிய ஒளி எலக்ட்ரானியல் கருவிகளான ஒளி உமிழ் டையோடு, ஒளி டையோடு மற்றும் சூரிய மின்கலங்களைப் பற்றி விவாதிப்போம்.

i) ஒளி உமிழ்வு டையோடு (LED)

LED என்பது முன்னோக்குச் சார்பில் செயல்படும்போது கட்புலனாகும் மற்றும்

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 212 07-03-2022 10:16:38

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சமிக்கையை உமிழும் p-n சந்தி டையோடு ஆகும். இந்நிகழ்வில் மின்னாற்றலானது ஒளி ஆற்றலாக மாறுவதால், இது மின் ஒளிர்வு எனவும் அழைக்கப்படும். LED இன் மின்சுற்றுக் குறியீடு படம் 10.22 (அ)இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அம்புக்குறியின் திசையானது டையோடிலிருந்து ஒளி உமிழப்படுவதை குறிக்கிறது.



படம் 10.22 (அ) ஒளி உமிழ் டையோடின் மின் சுற்று குறியீடு (ஆ) மறு இணைப்பு செயல்பாட்டினை விளக்கும் குறியீட்டு படம்

p-n சந்தியானது முன்னோக்குச் சார்பில் அமைக்கப்பட்டால், n-பகுதியில் உள்ள கடத்து பட்டை எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் p-பகுதியில் உள்ள இணைதிறன் பட்டை துளைகள் சந்தியின் குறுக்கே விரவுகின்றன. அவை சந்தியைக் கடந்தபிறகு, மிகுதியான சிறுபான்மை ஊர்திகளாகின்றன [p-பகுதிக்குச் சென்ற எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் n-பகுதிக்குச் சென்ற துளைகள்] இந்த மிகுதியான சிறுபான்மை ஊர்திகள் அவற்றிற்கு எதிரான மின்னூட்டமுள்ள அப்பகுதிகளுக்குரிய பெரும்பான்மை ஊர்திகளுடனான மறு இணைப்பில் ஈடுபடுகின்றன. அதாவது, கடத்து பட்டை எலக்ட்ரான்கள் இணைதிறன் பட்டையின் துளைகளுடன் மறு இணைப்பில் ஈடுபடுகின்றன. இது படம் 10.22 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மறு இணைப்பு நிகழ்வின்போது, ஆற்றலானது, ஒளி (கதிர்வீச்சு) அல்லது வெப்ப (கதிர்வீச்சற்ற) வடிவில் வெளியிடப்படுகிறது. கதிர்வீச்சு மறு இணைப்பில், $h\nu$ ஆற்றலுள்ள ஃபோட்டான் வெளியிடப்படுகிறது. கதிர்வீச்சற்ற மறு இணைப்பில், ஆற்றலானது வெப்ப வடிவில் வெளியிடப்படும்.

வெளியிடப்படும் ஒளியின் நிறமானது பொருளின் ஆற்றல் பட்டை இடைவெளியைப் பொருத்து அமையும். எனவே, LED க்கள் பல்வேறு நிறங்களில் அதாவது நீலம் (SiC), பச்சை (AlGaP) மற்றும் சிவப்பு (GaAsP) ஆகிய நிறங்களில் கிடைக்கின்றன. தற்போது ஒளி உமிழ்வு டையோடுகள் வெள்ளை நிறத்தில் (GaInN) கூடக் கிடைக்கின்றன.

பயன்பாடுகள்

- அறிவியல் மற்றும் ஆய்வகக் கருவிகளின் முகப்பு பலகையில் சுட்டு விளக்காகப் (Indicator lamp) பயன்படுகிறது.
- ஏழு உறுப்பு காட்சித் திரையாகப் (seven segment display) பயன்படுகிறது.
- போக்குவரத்துச் சைகை விளக்குகள், அவசர கால ஊர்திகளின் விளக்குகள் போன்றவற்றில் பயன்படுகிறது
- தொலைக்காட்சி, அறை குளிரூட்டி ஆகியவற்றின் தொலை இயக்கிக் கருவியாகப் பயன்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 10.4

GaAsP னால் உருவாக்கப்பட்ட LED லிருந்து வெளிப்படும் ஒளியின் அலைநீளத்தைக் கண்டுபிடி. இந்தக் குறைகடத்தியின் விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி 1.875 eV ஆகும். வெளிப்படும் ஒளியின் நிறத்தையும் குறிப்பிடுக [$h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js எனக் கொள்க].

தீர்வு

$$E_g = \frac{hc}{\lambda}$$

எனவே,

$$\lambda = \frac{hc}{E_g} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.875\times1.6\times10^{-19}}$$

$$= 660 \text{ nm}$$

அலை நீளத்தின் மதிப்பு 660 nm என்பது, சிவப்பு நிற ஒளிக்கு உரியது ஆகும்.

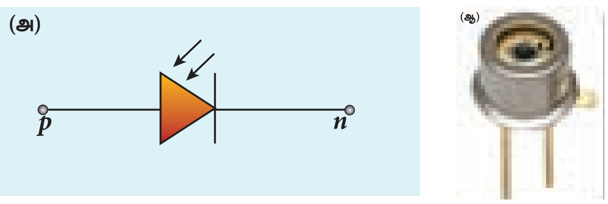
ii) ஒளிடையோடுகள்

ஒளியியல் சைகைகளை மின் சைகைகளாக மாற்றும் p-n சந்தி டையோடு ஒளிடையோடு எனப்படும். எனவே, ஒளிடையோடின் செயல்பாடு

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 213 07-03-2022 10:16:39

LED–இன் செயல்பாட்டுக்கு நேர் எதிரானது ஆகும். ஒளி டையோடு பின்னோக்குச் சார்பில் செயல்படும். இதன் மின்சுற்றுக் குறியீடு படம் 9.23 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதிலுள்ள அம்புக்குறிகள் ஒளி அதன்மீது படுவதைக் குறிக்கின்றன.

இக்கருவியில் ஒளி உணர்வு உள்ள குறைகடத்திப் பொருளால் ஆன p-n சந்தியானது பாதுகாப்பாக ஒரு நெகிழிப் பெட்டியில் படம் 9.23 (ஆ) இல் உள்ளவாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் p-n சந்திமீது ஒளி விழ ஏதுவாக ஒளி ஊடுருவும் ஒரு சிறிய சன்னல் உள்ளது. ஒளிடையோடின் p-n சந்தி மீது ஒளிபட்டவுடன் மின்னோட்டத்தை உற்பத்தி செய்வதால் அவை ஒளி உணர்விகள் எனப்படுகின்றன.



படம் 9.23 (அ) மின் சுற்று குறியீடு (ஆ) ஒளி டையோடின் தோற்றம்

போதுமான ஆற்றல் கொண்ட போட்டான் hv ஆனது, டையோடின் இயக்கமில்லாப் பகுதி மீது படும்போது, இணைதிறன் பட்டையிலுள்ள சில எலக்ட்ரான்கள் கடத்து பட்டைக்கு செல்கின்றன. இதனால், இணைதிறன் பட்டையில் துளைகள் உருவாகின்றன. இது எலக்ட்ரான் – துளை இணையை உருவாக்கும். எலக்ட்ரான் – துளை இணையின் எண்ணிக்கை p-n சந்தி மீது படும் ஒளியின் செறிவினைப் பொருத்து அமையும்.

இந்த எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள் மறு இணைப்பு ஏற்படுவதற்கு முன்பே, பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட மின்புலத்தினால் சந்தியின் குறுக்கே எதிரெதிராக விரட்டப்படுகின்றன. அதாவது, துளைகள் p-பகுதிக்கும், எலக்ட்ரான்கள் n-பகுதிக்கும் செல்கின்றன. இதனைப் புற மின்சுற்றில் இணைக்கும்போது, எலக்ட்ரான்கள் புறமின் சுற்றில் பாய்ந்து ஒளி மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தும்.

ஒளி படாத போது, பின்னோக்கு மின்னோட்டம் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு இருக்கும். ஒளி படாத நிலையில் ஏற்படும் இந்த பின்னோக்கு மின்னோட்டம், இருள் மின்னோட்டம் எனப்படும். இது வெப்பத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட சிறு–பான்மை ஊர்திகளால் ஏற்படுகிறது.

பயன்பாடுகள்

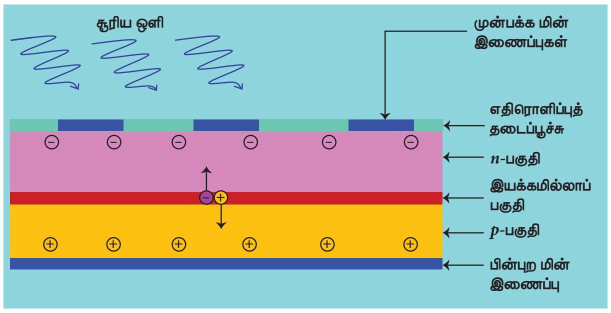
ஒளிடையோடுகள் பின்வரும் வகைகளில் பயன்படுகிறது.

- எச்சரிக்கை மணி அமைப்பு
- கிடைத்தள இயக்கத்திலுள்ள இயங்குபட்டையில் எண்ணிக்கைக் கருவியாக பயன்படுதல்
- ஒளி கடத்திகள்
- குறுந்தகடு இயக்கிகள், புகை கண்டுணர்விகள்
- மருத்துவத் துறையில் x–கதிர்கள் மூலம் உடல் உறுப்புகளைக் கண்டுணர்ந்து கணினி மூலம் வரைபடமாக அளித்தல்.

ii) சூரிய மின்கலம்

சூரிய மின்கலம் அல்லது ஒளி வோல்டா மின்கலமானது, ஒளி வோல்டா விளைவு எனும் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது. அதன்படி, சூரிய மின்கலத்தில் p–n சந்தி மீது சூரிய ஒளிபடும் போது அதற்கேற்ப மின்னியக்கு விசையை உருவாக்குகிறது. சூரிய மின்கலத்தின் வடிவமைப்பு மற்றும் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் படம் 10.24ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சூரிய மின்கலனில் சந்திக்கு அருகில் உட்கவரப்படும் ஒளியினால் எலக்ட்ரான்–துளை இணைகள் உருவாகின்றன. இயக்கமில்லாப் பகுதியில் உள்ள மின்புலத்தின் காரணமாக, மின்னூட்ட ஊர்திகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான்கள் n–வகை சிலிக்கான் அடுக்கை நோக்கியும், துளைகள் p–வகை சிலிக்கான் படலத்தை நோக்கியும் நகர்கின்றன. n–பகுதியை அடையும் எலக்ட்ரான்களை முன்புற மின் இணைப்பு (உலோக விரல் இணைப்பு) சேகரிக்கும்; p–பகுதியை அடையும் துளைகளை பின்புற மின் இணைப்பு சேகரிக்கும். இதன் காரணமாக மின்கலத்தின் குறுக்கே மின்னழுத்த வேறுபாடு உருவாகும். சூரிய மின்கலத்துடன் வெளிப்புற பளு இணைக்கப்படும்போது அதன் வழியாக, ஒளி மின்னோட்டம் பாயும்.



படம் 10.24 சூரிய மின்கலத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 214 07-03-2022 10:16:40

அதிக எண்ணிக்கையில் சூரிய மின்கலன்கள் தொடரிணைப்பாகவோ பக்க இணைப்பாகவோ இணைக்கப்பட்டு சூரிய பலகையாக (Solar panel) உருவாக்கப்படுகின்றன. அதிக சூரிய மின்கலன் பலகைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டு சூரிய தகடுகளின் தொகுப்பு (Solar array) உருவாக்கப்படுகிறது. மிக அதிக மின்திறன் பயன்பாடுகளில் சூரிய பலகைகள் மற்றும் சூரிய தகடுகளின் தொகுப்பு ஆகியவை பயன்படுகின்றன.

பயன்பாடுகள்

- கணிப்பான்கள், கடிகாரங்கள், பொம்மைகள் ஆகியவற்றில் சூரிய மின்கலன்கள் அதிகளவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சூரிய மின்கலன்கள் இயங்கக்கூடிய மின்வழங்கிகளில் பயன்படுகின்றன.
- செயற்கைக் கோள் மற்றும் விண்வெளி பயன்பாடுகளில் சூரிய மின்கலன்கள் பயன்படுகின்றன.
- சூரிய பலகைகள் (Solar panels) வணிகரீதியான மின் உற்பத்தியில் பயன்படுகின்றன.

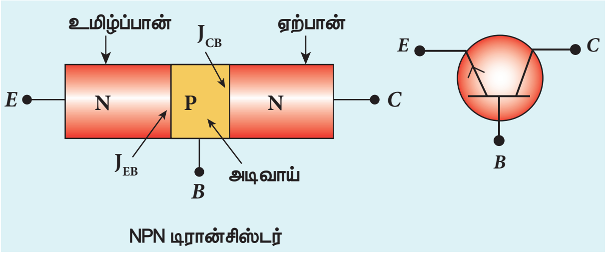
10.4 இரு முனை சந்தி டிரான்சிஸ்டர் (BJT)

அறிமுகம்

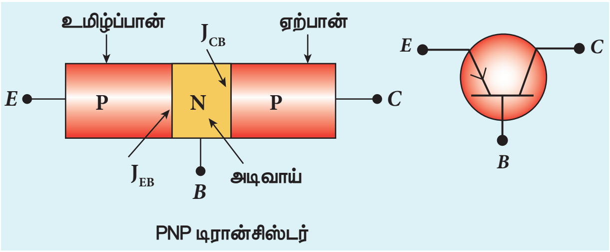
1951 இல் வில்லியம் ஷாக்லி என்பவர் டிரான்சிஸ்டரின் நவீன வடிவத்தை உருவாக்கினார். இது இருபதாம் நூற்றாண்டில் தொழில்நுட்ப புரட்சியை ஏற்படுத்த உதவிய குறைகடத்தி கருவி ஆகும். டிரான்சிஸ்டரில் வெப்ப இழப்பு மிகக் குறைவாகும். இப்பண்பு ஆயிரக்கணக்கில் மீச்சிறு டிரான்சிஸ்டர்களைக் கொண்ட தொகுப்புச் சுற்றை உருவாக்க அடிப்படையாக இருந்தது. வேகமாக முன்னேறிவரும் எலக்ட்ரானியல் தொழில் துறையில் அதிக அளவு பயன்பாடுகளுக்கு தொகுப்புச் சுற்றின் தோற்றம் வழிவகை செய்துள்ளது.

இரு முனை சந்தி டிரான்சிஸ்டர் (BJT)

இரு முனை சந்தி டிரான்சிஸ்டரில், ஒரு குறைகடத்தி (சிலிக்கான் அல்லது ஜெர்மானியம்) படிகத்தில் n-வகை பொருளானது இரண்டு p–வகை பொருள்களுக்கிடையே இடையீட்டு அடுக்காக அமைக்கப்படுகிறது (PNP டிரான்சிஸ்டர்) அல்லது ஒரு p-வகை பொருள் இரண்டு n-வகை பொருள்களுக்கிடையே இடையீட்டு அடுக்காக அமைக்கப்படுகிறது (NPN டிரான்சிஸ்டர்). ஈரப்பதத்திலிருந்து பாதுகாக்க டிரான்சிஸ்டரானது உலோக அல்லது நெகிழிப் பெட்டியில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. டிரான்சிஸ்டரின் இரு வகைகளும், மின்சுற்றுக் குறியீடுகளும் படம் 10.25இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



(அ)



(ஆ)

படம் 10.25 (அ) NPN டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் அதன் மின்சுற்று குறியீட்டு படம் (ஆ) PNP டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் அதன் மின்சுற்று குறியீட்டுப்படம்

இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மூன்று பகுதிகள் உமிழ்ப்பான், அடிவாய் மற்றும் ஏற்பான் எனப்படும். இவை முறையே E, B மற்றும் C எனப் பெயரிடப்பட்டு முனைகள் அல்லது மின் இணைப்பு அமைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. BJT என்பது இரு p–n சந்திகளைக் கொண்டுள்ளதால், உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தி (J_{EB}) மற்றும் ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தி (J_{CB}) ஆகிய இரு சந்திகளின் குறுக்கே முறையே இரண்டு இயக்கமில்லாப் பகுதிகள் உருவாகின்றன.

உமிழ்ப்பான் முனையில் p-லிருந்து n-க்கு குறிக்கப்பட்டுள்ள அம்புக்குறி மரபு மின்னோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்கிறது.

உமிழ்ப்பான்

உமிழ்ப்பானின் முக்கிய செயல்பாடு பெரும்பான்மை ஊர்திகளை ஏற்பான் பகுதிக்கு அடிவாய் வழியாகத் தருவது ஆகும். எனவே மற்ற இரு பகுதியைவிட உமிழ்ப்பான் ஆனது அதிக அளவு மாசூட்டப்பட்டிருக்கும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 215 07-03-2022 10:16:40

அடிவாய்

மற்ற இருபகுதிகளை ஒப்பிடும்போது, அடிவாய் ஆனது மெல்லியதாக (10^{-6} m) குறைந்த அளவு மாசூட்டப்பட்டு இருக்கும்.

ஏற்பான்

உமிழ்ப்பானிலிருந்து அடிவாய் வழியாகச் செலுத்தப்படும் பெரும்பான்மை ஊர்திகளை ஏற்பதே ஏற்பானின் முக்கிய செயல்பாடு ஆகும். எனவே ஏற்பானின் அளவு மற்ற இரு பகுதியை விடப் பெரியதாக இருக்க வேண்டும். ஏனெனில், இது அதிக மின் திறன் இழப்பிற்குப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. மேலும், இது ஓரளவு மாசூட்டப்பட்டிருக்கும்.

குறிப்பு வடிவம் மற்றும் மாசூட்டல் அளவின் வேறுபாட்டின் காரணமாக உமிழ்ப்பானுக்கு பதிலாக ஏற்பானுக்கும், ஏற்பானுக்கு பதிலாக உமிழ்ப்பானுக்கும் இணைப்புகள் தர இயலாது.

டிரான்சிஸ்டரை சார்புப் படுத்துதல்:

டிரான்சிஸ்டரின் முனைகளுக்கு இடையே உரிய DC மின்னழுத்தத்தை அளிப்பது சார்பு படுத்துதல் எனப்படும். வெவ்வேறு பயன்பாடுகளுக்கு வெவ்வேறு விதமாக டிரான்சிஸ்டர் சார்பளிக்கப்–படுகிறது. டிரான்சிஸ்டருக்கு சார்பளிக்கும் வெவ்வேறு வகைகள் பின்வருமாறு,

செயல்படும் முன்னோக்கு சார்பு நிலை:

இந்த வகைச் சார்பில் உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தி முன்னோக்குச் சார்பிலும், ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தி பின்னோக்குச் சார்பிலும் இருக்கும் டிரான்சிஸ்டரானது செயல்படும் நிலையில் அமையும். இப்போது டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியாகச் செயல்படும்.

தெவிட்டிய நிலை:

இங்கு உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தியும், ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தியும் முன்னோக்குச் சார்பில் அமையும். டிரான்சிஸ்டரின் சந்திகளின் குறுக்கே மிக அதிக அளவு மின்னோட்டம் பாயும். இந்நிலையில் டிரான்சிஸ்டரானது மூடிய சாவியாகச் செயல்படும்.

வெட்டு நிலை:

இந்த நிலையில் உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தியும், ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தியும் பின்னோக்குச் சார்பில் அமையும். இந்த நிலையில் டிரான்சிஸ்டர் திறந்த சுற்றாகச் செயல்படும்.

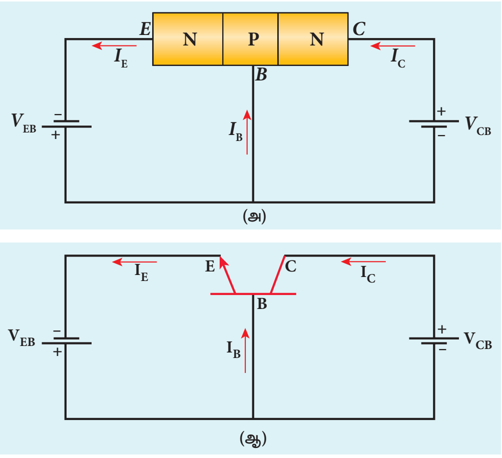
குறிப்பு PNP டிரான்சிஸ்டரில் அடிவாயும் ஏற்பானும் உமிழ்ப்பானைப் பொருத்து எதிர்மின்வாயாக இருப்பதை நடுவில் உள்ள N குறிக்கிறது. ஆனால், NPN டிரான்சிஸ்டரில் அடிவாயும் ஏற்பானும் உமிழ்ப்பானைப் பொருத்து நேர்மின் வாயாக இருப்பதை நடுவில் உள்ள P குறிக்கிறது.

10.4.1 டிரான்சிஸ்டர் மின்சுற்று வடிவமைப்புகள்

டிரான்சிஸ்டர் செயல்படும்போது, அதன் முனைகளில் ஏதேனும் ஒரு முனை, உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு மின்சுற்றுகளுக்குப் பொதுவாக பயன்படுத்துவதைப் பொருத்து, மூன்று வகைப்பட்ட மின்சுற்று அமைப்புகள் உள்ளன.

i) பொது அடிவாய் (CB) வடிவமைப்பு:

இங்கு உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு மின்சுற்றுகளில் பொதுவாக அடிவாய் அமையும். படம் 10.26 (அ) மற்றும் 10.26 (ஆ)இல் இதற்கான குறியீடு மற்றும் மின்சுற்றுகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டம் I_E உள்ளீடு மின்னோட்டமாகவும், ஏற்பான் மின்னோட்டம் I_C ஆனது வெளியீடு மின்னோட்டமாகவும் அமையும். உள்ளீடு சைகையானது உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் முனைகளுக்கு இடையே அளிக்கப்பட்டு, வெளியீடானது ஏற்பான் – அடிவாய் முனைகளுக்கிடையே பெறப்படும்.

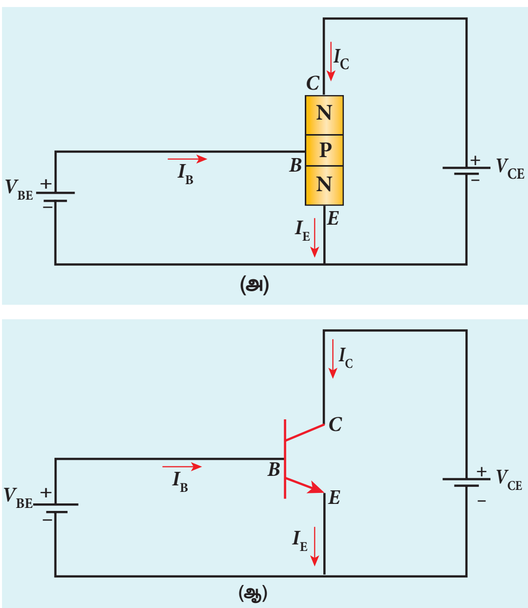


படம் 10.26 பொது அடிவாய் நிலை அமைப்பில் NPN டிரான்சிஸ்டர் (அ) மின்சுற்று குறியீட்டுப்படம் (ஆ) மின்சுற்று குறியீடு

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 216 07-03-2022 10:16:40

ii) பொது உமிழ்ப்பான் மின்சுற்று வடிவமைப்பு

இந்த வடிவமைப்பில், உமிழ்ப்பான் ஆனது உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு ஆகிய இரண்டு மின்சுற்றுகளுக்கும் பொதுவானதாக அமையும். இது படம் 10.27இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிவாய் மின்னோட்டம் I_B உள்ளீடு மின்னோட்டமாகவும், ஏற்பான் மின்னோட்டம் I_c ஆனது வெளியீடு மின்னோட்டமாகவும் அமையும். உள்ளீடு சைகையானது ஏற்பான் மற்றும் அடிவாய் முனைகளுக்கிடையே அளிக்கப்படுகிறது. ஏற்பான் மற்றும் உமிழ்ப்பான் முனைகளுக்கிடையே வெளியீடு அளவிடப்படுகிறது.



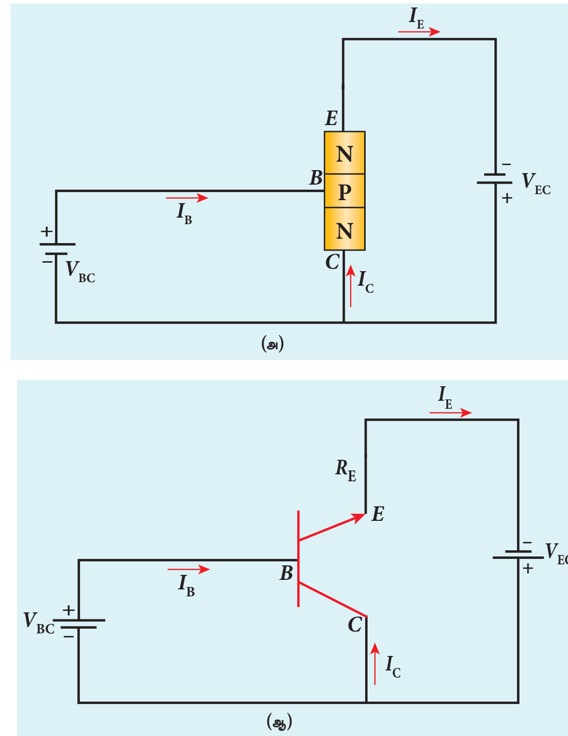
படம் 10.27 பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பில் NPN டிரான்சிஸ்டர் (அ) மின்சுற்று குறியீட்டுப்படம் (ஆ) மின்சுற்று குறியீட்டு

iii) பொது ஏற்பான் மின்சுற்று வடிவமைப்பு

இங்கு உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு மின்சுற்றுகளுக்குப் பொதுவானதாக ஏற்பான் அமைவதை படம் 10.28 இல் காணலாம். அடிவாய் மின்னோட்டம் I_B உள்ளீடு மின்னோட்டமாகவும், ஏற்பான் மின்னோட்டம் I_E வெளியீடு மின்னோட்டமாகவும் அமையும்.

உள்ளீடு சைகையானது அடிவாய் மற்றும் உமிழ்ப்பான் முனைகளுக்கிடையே அளிக்கப்படுகிறது. உமிழ்ப்பான் மற்றும் ஏற்பான் முனைகளுக்கிடையே வெளியீடு அளவிடப்படுகிறது.

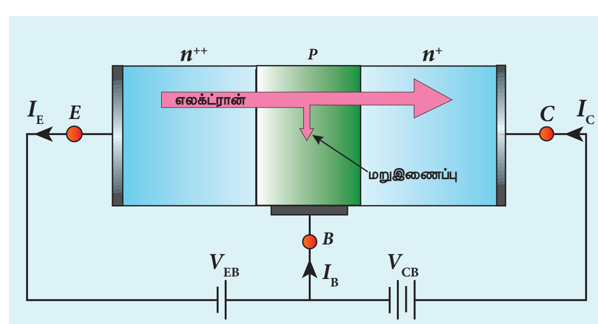
குறிப்பு பொது ஏற்பான் வடிவமைப்பில் வெளியீடு ஆனது உமிழ்ப்பானி-லிருந்து பெறப்படுவதால் இச்சுற்று உமிழ்ப்பான் பின்தொடர்ச்சுற்று எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 10.28 பொது ஏற்பான் நிலை அமைப்பில் NPN டிரான்சிஸ்டர் (அ) மின்சுற்று குறியீட்டுப்படம் (ஆ) மின் சுற்று குறியீடு

10.4.2 பொது அடிவாய் நிலையில் டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு

பொது அடிவாய் நிலையில் NPN டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு பின்வருமாறு விவரிக்கப்படுகிறது. முன்னோக்குச் சார்பு செயல்படும் நிலையில் பொது அடிவாய் NPN டிரான்சிஸ்டரில் பாயும் மின்னோட்டம் படம் 10.29 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.29 டிரான்சிஸ்டரில் மின்னோட்ட பாய்வு

அடிப்படையில், BJT என்பது இரு $p-n$ சந்தி டையோடுகள் பின்புறமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளதைப் போன்று கருதலாம். டிரான்சிஸ்டரின் முன்னோக்குச் செயல் சார்பில், V_{EB}

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 217 07-03-2022 10:16:41

என்னும் DC மின்னழுத்த மூலத்தின் உதவியால் உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தி முன்னோக்குச் சார்பிலும், ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தி V_{CB} எனும் மின்னழுத்த மூலத்தின் உதவியால் பின்னோக்குச் சார்பிலும் வைக்கப்படும். உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தியின் இயக்கமில்லாப் பகுதியை முன்னோக்குச் சார்பு குறைக்கும். ஆனால், ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தியின் இயக்கமில்லாப் பகுதியைப் பின்னோக்குச் சார்பு அதிகரிக்கும். எனவே, உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தியில் மின்னழுத்த அரண் குறையும். ஆனால், ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தியில் மின்னழுத்த அரண் அதிகரிக்கும். உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தியின் குறுக்கே மின்னழுத்தம் V_{EB} எனவும் ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தியின் குறுக்கே மின்னழுத்தம் V_{CB} எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன.

NPN டிரான்சிஸ்டரில், உமிழ்ப்பானில் பெரும்பான்மை ஊர்திகள் எலக்ட்ரான்கள் ஆகும். உமிழ்ப்பான் அதிக அளவு மாசூட்டப்பட்டுள்ளதால், அதில் மிக அதிகஅளவு எண்ணிக்கையில் எலக்ட்ரான்கள் இருக்கும். உமிழ்ப்பான் – அடிவாய் சந்தியின் குறுக்கே முன்னோக்குச் சார்பின் காரணமாக உமிழ்ப்பான் பகுதியிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் அடிவாய்க்குச் செல்லும். இது உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டத்தை (I_E) உருவாக்கும் இந்த எலக்ட்ரான்கள் அடிவாயை அடைந்தபிறகு, அப்பகுதியிலுள்ள துளைகளுடன் இணைய முற்படும். ஆனால் அடிவாயானது மிக மெல்லியதாகவும் குறைந்த அளவே மாசூட்டப்பட்டுள்ளதாலும், அடிவாயில் உள்ள துளைகளின் எண்ணிக்கை உமிழ்ப்பானில் இருந்து வரும் எலக்ட்ரான்களோடு மறுஇணைப்பில் ஈடுபடும் அளவிற்குப் போதுமானதாக இல்லை. எனவே, பெரும்பாலான எலக்ட்ரான்கள் ஏற்பானை அடையும்.

இறுதியாக, ஏற்பான் பகுதியை அடைந்த எலக்ட்ரான்கள் அங்குள்ள நேர் மின்னழுத்தத்தால் கவரப்பட்டு வெளிச்சுற்றுக்குப் பாய்கிறது. இது ஏற்பான் மின்னோட்டம் I_C ஐ உருவாக்குகிறது. அடிவாயில் நடைபெற்ற இணைப்பினால் இழக்கப்பட்ட துளைகளை சார்பு மின்னழுத்தம் V_{BE} மீண்டும் அளித்து அடிவாய் மின்னோட்டம் I_B ஐ உருவாக்குகிறது. அடிவாய்மின்னோட்டத்தின் அளவு மைக்ரோ ஆம்பியர் அளவில் இருக்கும். ஆனால், உமிழ்ப்பான் மற்றும் ஏற்பான் மின்னோட்டங்கள் மில்லி ஆம்பியர் அளவில் இருக்கும்.

உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டம் சுழியெனில், ஏற்பான் மின்னோட்டமும் பெரும்பாலும் சுழியாகும் என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். எனவே BJT கண்டிப்பாக ஒரு மின்னோட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் கருவி ஆகும். கிர்ஃகாப் விதிகளைப் பயன்படுத்தி உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டமானது ஏற்பான் மற்றும் அடிவாய் மின்னோட்டங்களின் கூடுதலாக எழுதலாம்.

$$I_E = I_B + I_C \qquad (10.1)$$

அடிவாய் மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு மிகக் குறைவு என்பதால் $I_E \approx I_C$ என எழுதலாம். மேலும் வெப்பத்தினால் உருவாக்கப்படும் எலக்ட்ரான்களால் ஏற்படும் பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டமும் ஏற்பான் மின்னோட்டத்தின் மற்றொரு கூறாக அமையும். இது I_{CO} எனக்குறிக்கப்படும். இந்த I_{CO}வின் மதிப்பு ட்ரான்சிஸ்டரின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்து அமையும். எனவே உயர்வெப்பநிலைகளில் டிரான்சிஸ்டரின் நிலைப்புத்தன்மையை நன்கு உற்றுநோக்கவேண்டும். ஏற்பான் மின்னோட்டத்திற்கும், உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டத்திற்கும் இடைப்பட்ட தகவு முன்னோக்கு மின்னோட்ட பெருக்கம் (α) எனப்படும்.

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \qquad (10.2)$$

ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் α மதிப்பு அதன் தரத்தை அளவிடும். α வின் மதிப்பு அதிகமெனில் டிரான்சிஸ்டர் நன்கு செயல்படும். இதன் பொருள் ஏற்பான் மின்னோட்டம் உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டத்திற்கு ஏறக்குறைய சமமாக இருக்கவேண்டும். α வின் மதிப்பு ஒன்றைவிடக் குறைவாக அதாவது 0.95 லிருந்து 0.99 வரை இருக்கும். இது ஏற்பான் மின்னோட்டமானது, உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டத்தில் 95% முதல் 99% வரை இருப்பதைக் காட்டுகிறது.

PNP டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு

PNP டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாடு NPN டிரான்சிஸ்டரின் செயல்பாட்டைப் போன்றதே. வேறுபாடாக, உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டம் I_E ஆனது துளைகளாலும், அடிவாய் மின்னோட்டம் I_B ஆனது எலக்ட்ரான்களாலும் ஏற்படும். எனினும் வெளிச்சுற்றில் மின்னோட்டமானது எலக்ட்ரான்களின் பாய்வினால் மட்டுமே ஏற்படும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 218 07-03-2022 10:16:43

எடுத்துக்காட்டு 10.5

பொது அடிவாய் நிலை அமைப்பிலுள்ள உள்ள டிரான்சிஸ்டரின் $\alpha = 0.95$, $I_E = 1$ mA ஆகும் எனில் I_C மற்றும் I_B மதிப்புகளைக் காண்க

தீர்வு

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$I_C = \alpha I_E = 0.95 \times 1 = 0.95 \text{ mA}$$

$$I_E = I_B + I_C$$

$$\therefore I_B = I_E - I_C = 1 - 0.95 = 0.05 \text{ mA}$$

10.4.3 பொது உமிழ்ப்பான் டிரான்சிஸ்டரின் நிலைச் சிறப்பியல்புகள்

மின் சுற்றுகளில் டிரான்சிஸ்டரைச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்துவதற்கு உள்ளீடு மின்தடை, வெளியீடு மின்தடை மற்றும் டிரான்சிஸ்டரின் மின்னோட்டப் பெருக்கம் போன்ற குறிப்பிட்ட சில பண்புகளைத் தெரிந்துகொள்வது மிக முக்கியமாகும். NPN டிரான்சிஸ்டரில் பொது உமிழ்ப்பான் அமைப்பில் நிலை சிறப்பியல்பு பண்புகளை அறிய உதவும் மின்சுற்று படம் 10.30இல் தரப்பட்டுள்ளது. V_{BB} மற்றும் V_{CC} ஆகிய சார்புபடுத்தும் மின்னழுத்தங்கள் முறையே அடிவாய்–உமிழ்ப்பான் மற்றும் ஏற்பான்–உமிழ்ப்பான் சந்திகளுக்கு அளிக்கப்பட்டுள்ளன. அடிவாய்–உமிழ்ப்பான் சந்தி மின்னழுத்தம் V_{BE} எனவும் ஏற்பான்– உமிழ்ப்பான் சந்தி மின்னழுத்தம் V_{CE} எனவும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. மின்தடைமாற்றிகள் R_1 மற்றும் R_2 ஆகியவை முறையே அடிவாய் மற்றும் ஏற்பான் மின்னோட்டங்களை மாற்றப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

BJT யின் நிலைச் சிறப்பியல்புகள்

i) உள்ளீடு சிறப்பியல்பு

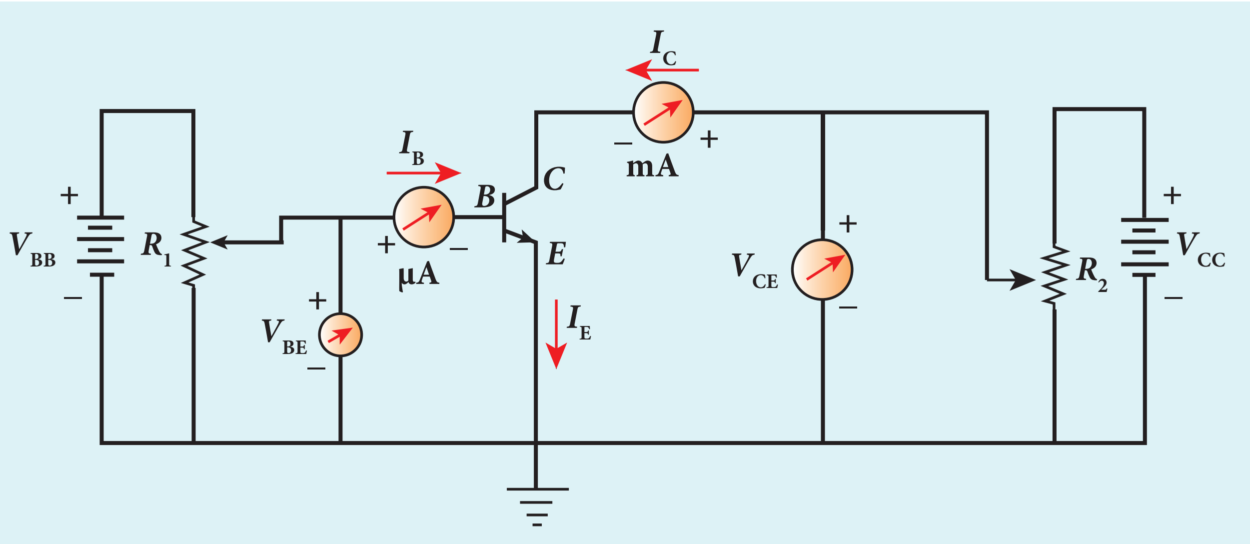
ii) வெளியீடு சிறப்பியல்பு

iii) பரிமாற்றுச் சிறப்பியல்பு ஆகியவை ஆகும்.

i) உள்ளீடு சிறப்பியல்பு

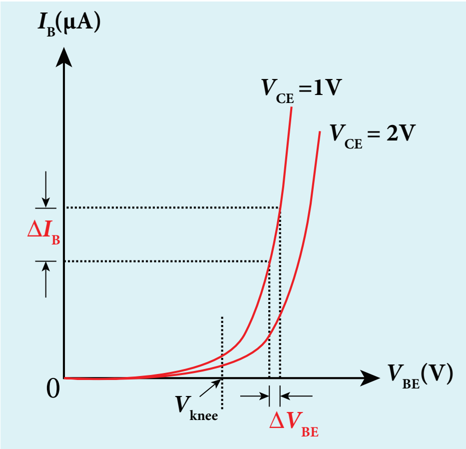
உள்ளீடு சிறப்பியல்பு வரைகோடுகள், ஏற்பான்–உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_{CE}) மாறிலியாக உள்ளபோது அடிவாய் மின்னோட்டம் (I_B) மற்றும் அடிவாய் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_{BE}) ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொடர்பினைத் தருகிறது. இது படம் 10.31இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

முதலில், ஏற்பான் உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_{CE}) குறிப்பிட்ட ஒரு மதிப்பில் இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது [சந்தியைப் பின்னோக்கு சார்பில் வைக்க, இது 0.7V க்கு அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும்]. பின்பு அடிவாய் உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு தகுந்த படிகளாக அதிகரிக்கப்பட்டு அவற்றிற்குரிய அடிவாய் மின்னோட்டம் பதிவு செய்யப்படுகிறது. V_{BE}–ஐ x–அச்சிலும், I_B–ஐ y–அச்சிலும் வைத்து வரைபடம் வரையப்படுகிறது. இச்செய்முறை V_{CE} யின் பல்வேறு மதிப்புகளுக்குத் திரும்பச் செய்யப்படுகிறது.



படம் 10.30 பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பில் NPN டிரான்சிஸ்டர்

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 219 07-03-2022 10:16:45



படம் 10.31 உள்ளீடு சிறப்பியல்பு

வரைபடத்திலிருந்து பின்வரும் முடிவுகள் பெறப்படுகின்றன.

- இந்த வளைகோடு சாதாரண *p-n* சந்தி டையோடின்முன்னோக்குச்சார்புசிறப்பியல்பினைப் போன்று உள்ளது.
- பயன் தொடக்க மின்னழுத்தம் அல்லது வளைவுப் பகுதி மின்னழுத்தம் (V_{knee}) என்னும் மின்னழுத்தத்திற்குக் கீழே அடிவாய் மின்னோட்டம் மிகச் சிறிய அளவில் அமையும். இம்மின்னழுத்த மதிப்பு சிலிக்கான் டிரான்சிஸ்டருக்கு 0.7V எனவும் ஜெர்மானியம் டிரான்சிஸ்டருக்கு 0.3V எனவும் அமையும். பயன்தொடக்க மின்னழுத்தத்திற்கு அதிகமான மின்னழுத்தங்களில், அடிவாய் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தத்தைப் பொருத்து அடிவாய் மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கும்.
- ஏற்பான்–உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கும்போது, அடிவாய் மின்னோட்டம் குறைவதைக் கவனிக்கவேண்டும். இது வளைகோட்டை வெளிப்புறத்தை நோக்கி நகர்த்தும். இதற்குக் காரணம் ஏற்பான்–உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரித்தால் இயக்கமில்லாப் பகுதியின் அகலம் அதிகரிக்கிறது. அதனால் அடிவாயின் அகலம் குறைந்து அடிவாய் மின்னோட்டமும் குறைகிறது

உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு

ஏற்பான்– உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு $\left(V_{CE}\right)$ மாறிலியாக உள்ளபோது அடிவாய் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் $\left(\Delta V_{BE}\right)$ ஏற்பட்ட மாறுபாட்டிற்கும் அடிவாய் மின்னோட்டத்தில் $\left(\Delta I_B\right)$ ஏற்பட்ட மாறுபாட்டிற்கும் இடைப்பட்ட விகிதம் உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு (r_i) எனப்படும். உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பானது வளைகோட்டின் அடிப்பகுதியில் மாறிலியாக அமையாது.

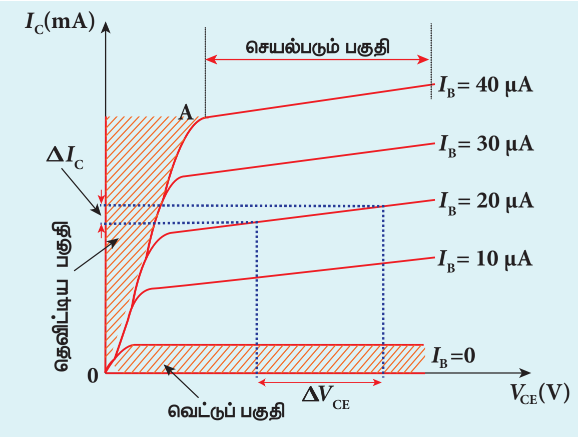
$$r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \qquad (10.3)$$

பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பில் உள்ள ஒரு டிரான்சிஸ்டருக்கு உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு அதிகமாக இருக்கும்.

ii) வெளியீடு சிறப்பியல்புகள்

மாறாத உள்ளீடு மின்னோட்டத்தில் $\left(I_B\right)$ ஏற்பான் மின்னோட்டம் (I_C) மற்றும் ஏற்பான்–உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தம் (V_{CE}) இடையே உள்ள தொடர்பினை வெளியீடு சிறப்பியல்பு அளிக்கிறது. இதனைப் படம் 10.32–இல் காணலாம்

முதலில், அடிவாய் மின்னோட்டம் குறிப்பிட்ட ஒரு மதிப்பில் வைக்கப்படுகிறது. பின்பு உரிய படிகளில் ஏற்பான்–உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கப்பட்டு அதற்குரிய ஏற்பான் மின்னோட்டம் பதிவு செய்யப்படுகிறது. V_{CE}–ஐ x–அச்சிலும் I_C–ஐ y-அச்சிலும் கொண்டு வரைபடம் ஒன்று வரையப்படுகிறது. இச்செயல்முறை வெவ்வேறு I_B மதிப்புகளுக்குச் செய்யப்படுகிறது. சிறப்பியல்பு வரைகோட்டில் உள்ள நான்கு முக்கிய பகுதிகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.32 வெளியீட்டு சிறப்பியல்பு

i) *தெவிட்டிய பகுதி*

V_{CE} ஆனது 0 V ஐவிட அதிகரிக்கும்போது I_C –ன் மதிப்பு ஒரு தெவிட்டிய மதிப்பு வரை வேகமாக அதிகரித்து ஒரு குறிப்பிட்ட V_{CE} –ன் மதிப்பில் தெவிட்டிய மதிப்பை அடையும். இம்மின்னழுத்தம் வளைவுப் பகுதி மின்னழுத்தம் எனப்படும். ஆரம்பப்புள்ளி O மற்றும் வளைவுப்புள்ளி A ஆகியவை இடைப்பட்ட வரைகோட்டின் ஆரம்பப்பகுதி OA (ஓம் விதிக்கு உட்பட்டது) ஆனது தெவிட்டிய பகுதி எனப்படும். டிரான்சிஸ்டர்கள் எப்போதும் இந்த மின்னழுத்தத்திற்கு அதிகமான மின்னழுத்தங்களிலேயே செயல்படுகின்றன .

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 220 07-03-2022 10:16:47

ii) *வெட்டுப்பகுதி*

அடிவாய் மின்னோட்டத்தைச் சுழி மதிப்பாக குறைக்கப்பட்ட நிலையிலும் கூட சிறிய அளவு ஏற்பான் மின்னோட்டம் பாயும். வரைகோட்டில் $I_B = 0$ க்கு கீழே உள்ள பகுதி வெட்டுப்பகுதி என அழைக்கப்படுகிறது. ஏனெனில் உண்மையான ஏற்பான் மின்னோட்டம் நிறுத்தப்படுவதே ஆகும்.

iii) *செயல்படும் பகுதி*

வரைகோட்டின் மையப்பகுதி செயல்படும் பகுதி எனப்படும். இந்த பகுதியில், அடிவாய் – உமிழ்ப்பான் சந்தி முன்னோக்குச் சார்பு நிலையில் வைக்கப்படுகிறது மற்றும் ஏற்பான் – உமிழ்ப்பான் சந்தி பின்னோக்குச் சார்பு நிலையிலும் வைக்கப்படுகிறது. இப்பகுதியில் செயல்படும் டிரான்சிஸ்டர்கள் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் மற்றும் மின்திறன் பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

iv) *முறிவுப் பகுதி*

உற்பத்தியாளரால் குறிப்பிடப்பட்ட மதிப்பைவிட ஏற்பான் உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தவேறுபாடு அதிகரிக்கப்படும்போது, ஏற்பான் மின்னோட்டம் மிகப்பெரிய அளவு அதிகரித்து டிரான்சிஸ்டரின் சந்திகள் முறிவடையும். இந்தச் சரிவு முறிவு டிரான்சிஸ்டரைச் சேதமடையச் செய்யும்.

வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பு

அடிவாய் மின்னோட்டம் (I_B) மாறாதபோது, ஏற்பான்– உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் ஏற்படும் மாறுபாட்டிற்கும் (ΔV_{CE}) அதற்குரிய ஏற்பான் மின்னோட்டத்தில் (ΔI_C) ஏற்பட்ட மாறுபாட்டிற்கும் இடையே உள்ள விகிதம் வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பு (r_0) எனப்படும்.

$$r_o = \left(\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right)_{I_B} \qquad (10.4)$$

பொது உமிழ்ப்பான் நிலையிலுள்ள டிரான்சிஸ்டரின் வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பு மிகக்குறைவு ஆகும்.

iii) மின்னோட்ட பரிமாற்று சிறப்பியல்பு

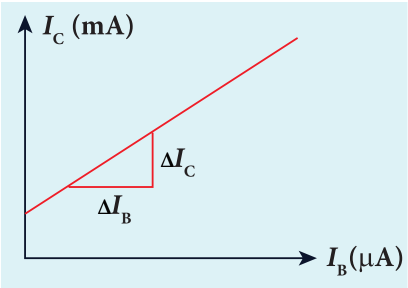
இது ஏற்பான்– உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தம் V_{CE} வேறுபாடு மாறிலியாக உள்ளபோது, ஏற்பான் மின்னோட்டம் (I_C) மற்றும் அடிவாய் மின்னோட்டம் (I_B) ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொடர்பினைத் தருகிறது. இதனைப் படம் 10.33 இல் காணலாம். I_B ஆனது சுழியாக இருக்கும்போதுகூட சிறிய அளவு I_C பாய்கிறது. இது பொது உமிழ்ப்பான் கசிவு மின்னோட்டம் (I_{CEO}) எனப்படும். இதற்குக் காரணம் சிறுபான்மை ஊர்திகளின் பாய்வு ஆகும்.

முன்னோக்கு மின்னோட்டப் பெருக்கம்

ஏற்பான் – உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டம் $\left(V_{CE}\right)$ மாறாதநிலையில் ஏற்பான் மின்னோட்டத்தில் ஏற்பட்ட மாறுபாட்டிற்கும் $\left(\Delta I_C\right)$ அதற்குரிய அடிவாய் மின்னோட்டத்தில் ஏற்பட்ட மாறுபாட்டிற்கும் $\left(\Delta I_B\right)$ உள்ள தகவு, முன்னோக்கு மின்னோட்டப் பெருக்கம் (β) எனப்படும்.

$$\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \qquad (10.5)$$

இதன் மதிப்பு மிக அதிகமாக இருக்கும். பொதுவாக இதன் நெடுக்கம் 50லிருந்து 200 வரை இருக்கும்.



படம் 10.33 பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பிலுள்ள NPN டிரான்சிஸ்டரின் மின்னோட்ட பரிமாற்றுச் சிறப்பியல்பு

10.4.4 α மற்றும் β ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தொடர்பு

பொது அடிவாய் வடிவமைப்பில் மின்னோட்டப் பெருக்கம் α மற்றும் பொது உமிழ்ப்பான் வடிவமைப்பில் மின்னோட்ட பெருக்கம் β ஆகியவற்றிற்கு இடையே–யுள்ள தொடர்பு பின்வருமாறு தரப்படுகிறது.

$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \text{ (அல்லது) } \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \qquad (10.6)$$

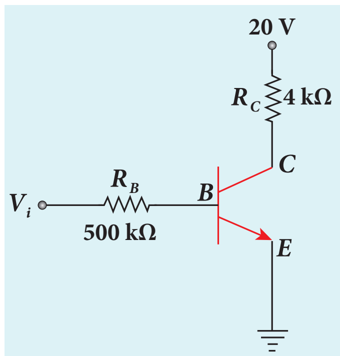
குறிப்பு

டிரான்சிஸ்டரின் செயல்படும் பகுதியில் ஏற்பான் மின்னோட்ட–மானது ஏற்பான் – உமிழப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைச் சார்ந்து இருக்காது.

எடுத்துக்காட்டு 10.6

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள மின்சுற்றில் உள்ளீடு மின்னழுத்தம் $V_i = 20\ V$, $V_{BE} = 0\ V$ மற்றும் $V_{CE} = 0\ V$ எனில் I_B, I_C மற்றும் β வின் மதிப்புகள் யாவை?

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 221 07-03-2022 10:16:49



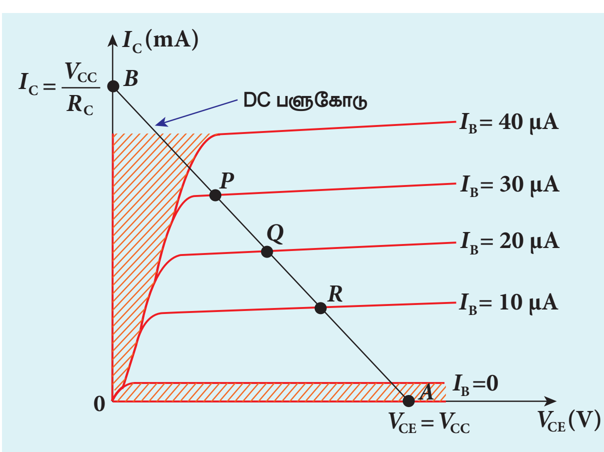
$$I_B = \frac{V_i}{R_B} = \frac{20\,V}{500\,k\Omega} = 40\,\mu A \qquad \left[\because V_{BE} = 0V\right]$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{20\,V}{4\,k\Omega} = 5\text{ mA} \qquad \left[\because V_{CE} = 0V\right]$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{5\,mA}{40\,\mu A} = 125$$

10.4.5 செயல்படும் புள்ளி

செயல்படும் புள்ளி என்பது டிரான்சிஸ்டரானது திறம்பட செயல்படுத்தப்படும் புள்ளியாகும். DC பளுகோடு என்பது புள்ளிகள் $A\ (V_{CC},\ 0)$ மற்றும் $B\ (0,\ V_{CC}/R_C)$ ஆகியவற்றை இணைக்கும் நேர்கோடு ஆகும். வெளியிடு சிறப்பியல்பு வளைகோட்டுடன் மேற்பொருத்தி வரையப்பட்ட DC பளுகோடானது, டிரான்சிஸ்டரின் செயல்படும் புள்ளியைப் பற்றி அறிய உதவுகிறது. இது படம் 10.34 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



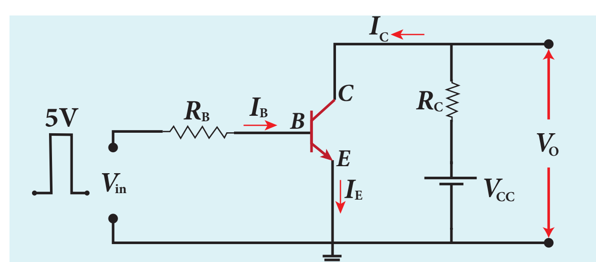
படம் 10.34 பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பிலுள்ள NPN டிரான்சிஸ்டரின் வெளியீட்டு சிறுப்பியல்புடன் DC பளுகோடு

படம் 10.34 இல் புள்ளிகள் P, Q, R ஆகியவை Q–புள்ளிகள் அல்லது தொடக்கப் புள்ளிகள் எனப்படும். இவை டிரான்சிஸ்டரின் செயற்படும் புள்ளி அல்லது குறிப்பு புள்ளி எனப்படுகின்றன. செயற்படும் புள்ளியானது DC பளுகோட்டின் மையத்தில் தேர்வு செய்யப்பட்டால் (புள்ளி Q) டிரான்சிஸ்டரானது பெருக்கியாகத் திறம்பட செயலாற்றும். செயல்படும் புள்ளி என்பது, உருக்குலைவு இல்லாமல் கிடைக்கும் பெரும அளவு சைகையைத் தீர்மானிக்கிறது.

டிரான்சிஸ்டரானது திறந்த சாவியாகச் செயல்படுவதற்கு Q–புள்ளியானது வெட்டுப்–பகுதியிலும், மூடிய சாவியாகச் செயல்பட தெவிட்டிய பகுதியிலும் தேர்வு செய்யப்படுகிறது.

10.4.6 டிரான்சிஸ்டர் ஒரு சாவியாகச் செயல்படுதல்

டிரான்சிஸ்டரானது தெவிட்டிய நிலையில் மூடிய சாவியாகவும், வெட்டு நிலையில் திறந்த சாவியாகவும் செயல்படும். ஒரு சிறு கட்டுப்படுத்தும் சைகை மூலம் டிரான்சிஸ்டரானது தெவிட்டிய நிலை அல்லது வெட்டு நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. அதன் மூலம் ஒரு மின்சுற்றை மூடி (ON) அல்லது திறக்கும் (OFF) எலக்ட்ரானியல் சாவியாக டிரான்சிஸ்டர் செயல்படுகிறது. இது படம் 10.35 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.35 டிரான்சிஸ்டர் சாவியாக செயல்படுதல்

- **உள்ளீடு சுழியாக உள்ள போது**

உள்ளீடு சுழியாக உள்ளதுபோது (0V என்க) அடிவாய் மின்னோட்டம் சுழியாக அமைவதால் டிரான்சிஸ்டரானது முறையான முன்னோக்கு சார்பில் அமையாமல் வெட்டு நிலையில் இருக்கும். இதன் மூலம் ஏற்பான் மின்னோட்டம் சுழியாகி R_C யின் குறுக்கே மின்னழுத்த இறக்கமும் ஏறத்தாழ சுழி மதிப்பை அடையும். வெளியீடு மின்னழுத்தம் உயர்ந்து V_{CC} க்கு சமமாகும். இதன் பொருள் டிரான்சிஸ்டர் வழியாக எவ்வித மின்னோட்டமும் பாயாமல் இயங்கா (OFF) நிலையில் இருக்கும். இவ்வாறு டிரான்சிஸ்டர் திறந்த சாவியாகச் செயல்படும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 222 07-03-2022 16:36:41

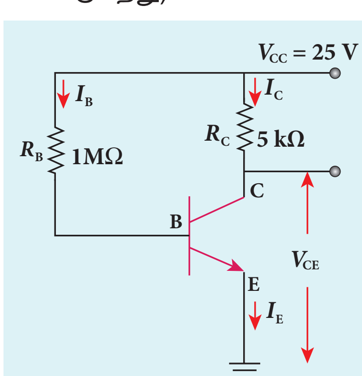
- **உள்ளீடு அதிகமாக இருக்கும் போது**

உள்ளீடு மின்னழுத்தத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட உயர்ந்த மதிப்பிற்கு (+5V என்க) அதிகரிக்கும் போது, அடிவாய் மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதன் மூலம் ஏற்பான் மின்னோட்டம் அதன் பெரும மதிப்பை அடையும். டிரான்சிஸ்டரானது தெவிட்டிய நிலைக்குச் செல்லும். ஏற்பான் மின்னோட்டத்தில் (I_C) ஏற்பட்ட அதிகரிப்பு R_C ன் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த இறக்கத்தை அதிகரிக்கும் இதனால் வெளியீடு மின்னழுத்தம் குறைந்து சுழியை நெருங்கும் ($V_0 = V_{CC} - I_C R_C$ என்பதிலிருந்து). இதன் பொருள் டிரான்சிஸ்டர் வழியாக பெரும மின்னோட்டம் பாய்ந்து இயங்கு நிலைக்கு (ON) செல்கிறது. டிரான்சிஸ்டரானது மூடிய சாவியாக செயல்படும்.

டிரான்சிஸ்டரானது அதிக உள்ளீட்டிற்குக் குறைந்த வெளியீட்டையும், குறைந்த உள்ளீட்டிற்கு அதிக வெளியீட்டையும் அளிக்கிறது என்பது இங்கு தெளிவாகிறது. மேலும், வெளியீடு மின்னழுத்தமானது அளிக்கப்பட்ட உள்ளீடு மின்னழுத்தித்திற்கு எதிர்–கட்டத்தில் அமையும். எனவே, டிரான்சிஸ்டரானது கணினி லாஜிக் சுற்றுகளில் புரட்டியாக (NOT கேட்) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 10.7

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள பொது உமிழ்ப்பான் டிரான்சிஸ்டர் மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் பெருக்கம் 120 எனில் DC பளுகோட்டை வரைந்து அதில் Q புள்ளியைக் குறிக்க (V_{BE} யின் மதிப்பு புறக்கணிக்கப்படுகிறது).



தீர்வு

$\beta = 120$

அடிவாய் மின்னோட்டம், $I_B = \dfrac{25V}{1M\Omega} = \dfrac{25}{1\times10^6}$
$= 25\ \mu A$

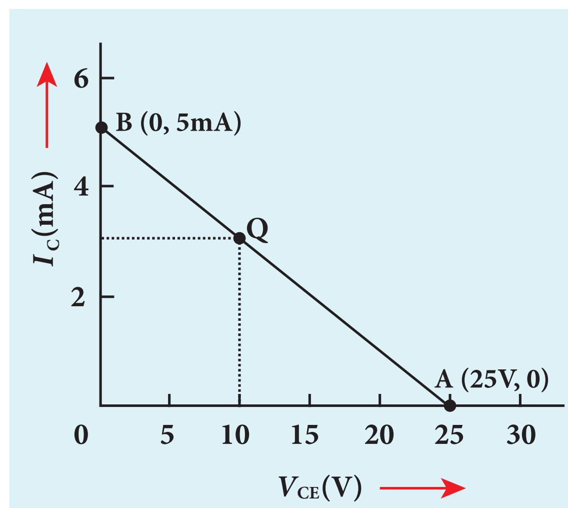
$\beta = \dfrac{I_C}{I_B}$ (அல்லது)

$I_C = \beta I_B = 120 \times 25\ \mu A$

$= 3000\ \mu A = 3\ mA$

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

$= 25 - (3mA \times 5k) = 10\,V$

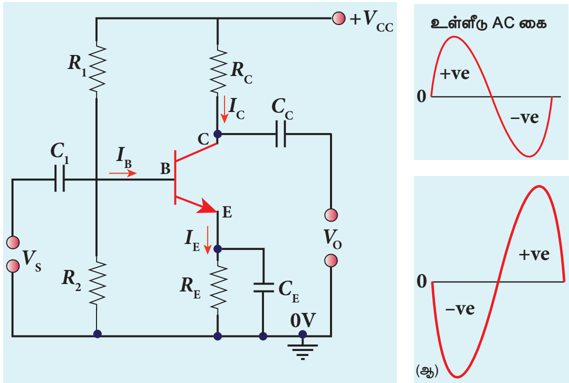


10.4.7 டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியாகச் செயல்படுதல்

செயல்படும் நிலையில் உள்ள டிரான்சிஸ்டரானது வலுக்குறைந்த சைகைகளைப் பெருக்கும் திறன் கொண்டது. **பெருக்கம் என்பது, சைகையின் வலிமையை அதிகரிக்கும் செயல்முறையாகும் (வீச்சினை அதிகரித்தல்).** மிக அதிக அளவு பெருக்கம் தேவையெனில், டிரான்சிஸ்டர்கள் பிணைப்பு மின்பொருள்களான மின்தடை, மின்தேக்கி மற்றும் மின் மாற்றிகள் மூலம் வரிசையாக இணைக்கப்படுகின்றன. இவை பல்நிலை பெருக்கிகள் எனப்படும்.

ஒற்றை–நிலை பெருக்கி மின் சைகைகளைப் பெருக்குவது படம் 10.36(அ) இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒற்றை–நிலை என்பது ஒரு டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் இணைப்பு பொருள்களைக் குறிக்கிறது. NPN டிரான்சிஸ்டரானது பொது உமிழ்ப்பான் வடிவமைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 223 07-03-2022 10:16:52



படம் 10.36 (அ) டிரான்சிஸ்டர் ஒரு பெருக்கியாக செயல்படுதல் (ஆ) 180^0 கட்ட வேறுபாட்டுடன் உள்ள உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு அலை வடிவங்கள்

தொடக்கத்தில் டிரான்சிஸ்டரானது வெளியீட்டில் பெரும சைகை பெறுவதற்கு ஏதுவாக டிரான்சிஸ்டரின் Q புள்ளி அல்லது செயல்படும் புள்ளி தெவிட்டிய புள்ளிக்கு அருகிலோ வெட்டுப்புள்ளிக்கு அருகிலோ இல்லாமல் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

வெளியிடப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அளவிடுவதற்காக ஏற்பான் சுற்றில் R_C என்ற மின்தடையானது தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. R_1, R_2 மற்றும் R_E ஆகிய மின் தடைகள் சார்பளிக்கும் மற்றும் நிலை நிறுத்தும் மின்சுற்றை உருவாக்குகின்றன. மின்தேக்கி C_1 ஆனது AC மின்னழுத்தத்தை மட்டுமே தம் வழியே அனுமதிக்கும். உமிழ்ப்பான் புற வழி மின்தேக்கி C_E ஆனது பெருக்கப்பட்ட AC சைகைக்குக் குறைந்த மின்மறுப்புப் பாதையை அளிக்கிறது. பிணைப்பு மின்தேக்கி C_C ஆனது பெருக்கியின் ஒரு நிலையை அடுத்த நிலையுடன் இணைத்து பல்நிலை பெருக்கியை உருவாக்கப் பயன்படுகிறது.

V_S என்ற சீரிசையாக மாறும் உள்ளீடு சைகையானது அடிவாய் – உமிழ்ப்பான் சந்திக்குக் குறுக்கே அளிக்கப்படுகிறது. வெளியீடானது ஏற்பான்–உமிழ்ப்பானுக்குக் குறுக்கே பெறப்படுகிறது.

ஏற்பான் மின்னோட்டம், $I_C = \beta I_B \quad \left[\because \beta = \frac{I_C}{I_B}\right]$

வெளியீட்டுச் சுற்றுக்குக் கிர்க்காஃபின் மின்னழுத்த விதியைப் பயன்படுத்த, ஏற்பான் உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தம் பின்வருமாறு தரப்படுகிறது.

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \qquad (10.7)$$

பெருக்கியின் செயல்பாடு

- *உள்ளீடு சைகையின் நேர் அரை அலையின்போது*

உமிழ்ப்பான்–அடிவாய்க்குக் குறுக்கே உள்ள முன்னோக்கு மின்னழுத்தம் உள்ளீடு சைகையினால் (V_S) அதிகரிக்கப்படும். இதன் விளைவாக அடிவாய் மின்னோட்டம் (I_B-μA யில்) அதிகரிக்கும். இதனால் ஏற்பான் மின்னோட்டம் (I_c-mA யில்) ஆனது, β மடங்கு அதிகரிக்கும். இது R_C யின் குறுக்கே மின்னழுத்த இறக்கத்தை $(I_c R_c)$ அதிகரித்து ஏற்பான்–உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை (V_{CE}) குறைக்கும். எனவே, நேர்அரை உள்ளீடு சைகை, வெளியீட்டில் பெருக்கப்பட்ட எதிர்அரை சைகையாக உருவாகிறது. இதனால் வெளியீட்டு சைகை 180^0 திருப்பப்படுகிறது. இது படம் 10.36 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

- *உள்ளீடு சைகையின் எதிர் அரை அலையின்போது,*

உமிழ்ப்பான்– அடிவாய் குறுக்கே உள்ள முன்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை உள்ளீடு சைகை (V_S) குறைக்கிறது. இதன் விளைவாக அடிவாய் மின்னோட்டம் (I_B) குறைந்து ஏற்பான் மின்னோட்டமும் (I_c) குறைகிறது. ஏற்பான் மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் குறைவு R_c யின் குறுக்கே மின்னழுத்த இறக்கம் குறைந்து, ஏற்பான்– உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_{CE}) அதிகரிக்கும். எனவே, எதிர்அரை உள்ளீடு சைகை வெளியீட்டில் பெருக்கப்பட்ட நேர்அரை சைகையை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வாறு உள்ளீடு சைகையின் எதிர் அரைச்சுற்றின்போதும் 180^0 கட்ட வேறுபாடு உருவாக்கப்படுகிறது. இது படம் 10.36 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

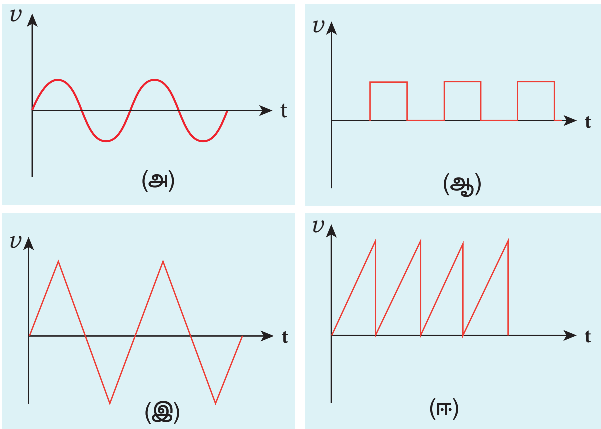
10.4.8 டிரான்சிஸ்டர் அலை இயற்றியாகச் செயல்படுதல்

ஓர் எலக்ட்ரானியல் அலை இயற்றி என்பது, DC ஆற்றலை, குறைந்த அதிர்வெண் (Hz) முதல் மிக அதிக அதிர்வெண் (MHz) வரை உள்ள AC ஆற்றலாக மாற்றும் சாதனமாகும். எனவே, இது மாறுதிசை மின்னோட்டம் அல்லது மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலமாகும். பெருக்கியைப்போல் அல்லாமல் அலை இயற்றி செயல்பட, புற சைகை மூலம் (external signal source) ஏதும் தேவைப்படுவதில்லை.

அடிப்படையில், அலை இயற்றிகள் இரு வகைப்படும். **சைன் வடிவ மற்றும் சைன் வடிவமற்ற** அலை இயற்றிகள் ஆகும். சைன் வடிவ அலை இயற்றியானது மாறாத வீச்சு மற்றும் அதிர்வெண் கொண்ட சைன் அலைகளை ஏற்படுத்தும். இது படம் 10.37(அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆனால் சைன்

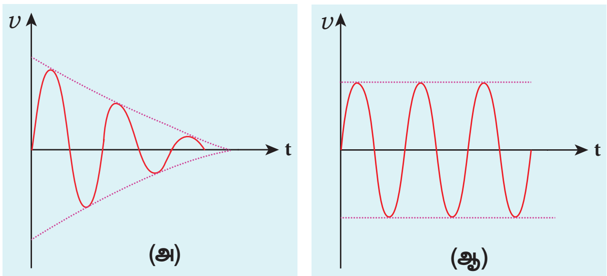
XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 224 07-03-2022 10:16:54

வடிவமற்ற அலை இயற்றிகள் சதுரஅலை, முக்கோண அலை அல்லது ரம்பப்பல் அலை போன்ற சிக்கலான சைன் வடிவமற்ற அலைகளை உருவாக்கும். இது படம் 10.37(ஆ), (இ), (ஈ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.37 (அ) சைன் வடிவமுள்ள அலை வடிவம் (ஆ) சதுர அலை வடிவம் (இ) முக்கோண அலை வடிவம் (ஈ) ரம்பப் பல் அலை வடிவம்

சைன் வடிவ அலைவுகள் இரு வகைப்படும். அவை **தடையுறு அலைவுகள் மற்றும் தடையற்ற அலைவுகள்.** தடையுறு அலைவுகளில் ஆற்றல் இழப்பின் காரணமாகக் காலத்தைப் பொருத்து மின் அலைவுகளின் வீச்சு குறையும். இது படம் 10.38(அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தடையற்ற அலைகளில் காலத்தைப் பொறுத்து இந்த மின் அலைகளின் வீச்சு மாறிலியாக இருப்பதை படம் 10.38(ஆ) ல் காணலாம்.



படம் 10.38 (அ) தடையுறு அலைகள் (ஆ) தடையற்ற அலைகள்

டிரான்சிஸ்டர் அலை இயற்றி

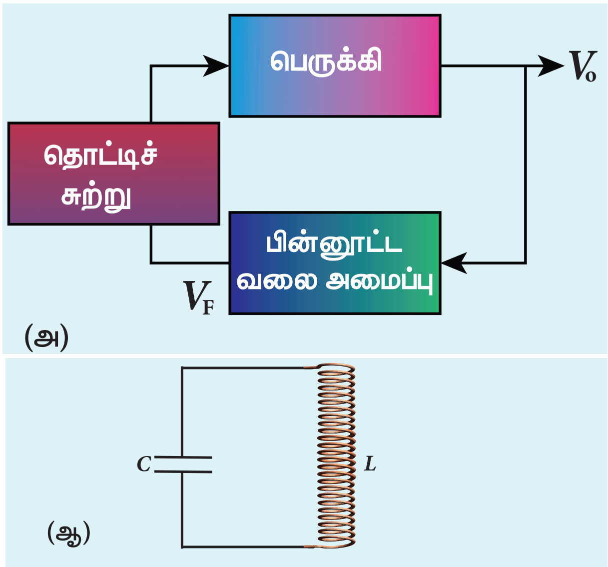
ஒரு அலை இயற்றி மூன்று உறுப்புகளை கொண்டுள்ளது. அவை i) தொட்டிச் சுற்று ii) பெருக்கி மற்றும் iii) பின்னூட்ட வலை அமைப்பு ஆகியவை ஆகும். அலை இயற்றியின் கட்டப்படம் படம் 10.39(அ)–இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

i) ***தொட்டிச் சுற்று***

LC தொட்டிச் சுற்றில் மின்நிலைமம் L மற்றும் மின்தேக்கி C ஆகியவை பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இது படம் 10.39 (ஆ) வில் காட்டப்பட்டுள்ளது. DC மூலத்திலிருந்து ஆற்றல் அளிக்கப்படும் போது, இந்த ஆற்றலானது மின்நிலைமம் மற்றும் மின்தேக்கியில் மாறிமாறி சேகரிக்கப்படுகிறது. இது குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் கொண்ட மின் அலைவுகளை உருவாக்கும்.

ii) ***டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கி***

தொட்டிச்சுற்றில் உருவாக்கப்படும் வலு குறைந்த சைகைகளை இந்த ஒற்றை–நிலை டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியானது வலு மிகுந்த சைகைகளாக பெருக்குகிறது. இந்த பெருக்கி தேவையான வெளியீட்டைத் தருகிறது.



படம் 10.39 (அ) அலை இயற்றியின் கட்டப்படம் (ஆ) தொட்டிச்சுற்று

iii) ***பின்னூட்ட வலை அமைப்பு***

வெளியீட்டின் ஒரு பகுதியை உள்ளீடிற்கு அளிக்கும் சுற்று பின்னூட்டச் சுற்று எனப்படும். வெளியீட்டின் ஒரு பகுதியை அதே கட்டத்தில் உள்ளீட்டுடன் பின்னூட்டம் செய்யும்போது உள்ளீடு சைகையின் எண் மதிப்பு அதிகரிக்கும். இந்த செயல்முறை நேர் பின்னூட்டம் எனப்படும். இதுவே தொடர்ச்சியான அலைவுகளுக்குத் தேவையானது ஆகும்.

வேலை செய்யும் விதம்

தொட்டிச் சுற்று உருவாக்கும் மின்அலைவுகள் டிரான்ஸிஸ்டர் பெருக்கிக்கு AC உள்ளீடு மூலமாக செயல்படுகிறது. பெருக்கியானது AC உள்ளீடு சைகையை பெருக்குகிறது. நடைமுறை அலை இயற்றி சுற்றுகளில் மின்தடையின் காரணமாக மின்நிலைமச் சுருள்கள் மற்றும் மின்தேக்கிகளில் சிறிதளவு ஆற்றல் வீணாகும். மின்தேக்கி ஒவ்வொரு முறை மின்னேற்றமும் மின்இறக்கமும்

அடையும்போது ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாக அலைவின் வீச்சு படிப்படியாக குறைகிறது. எனவே தொட்டிச் சுற்று தடையுறு மின்அலைவுகளை தோற்றுவிக்கிறது.

தடையற்ற அலைவுகளை தோற்றுவிக்க பின்னூட்ட சுற்றின் மூலம் வெளியீட்டிலிருந்து உள்ளீடிற்கு நேர் பின்னூட்டம் அளிக்கப்படுகிறது. இது தொட்டி சுற்றில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பை ஈடுசெய்கிறது. L மற்றும் C ன் மதிப்புகள் மூலம் அலைவுகளின் அதிர்வெண் கண்டறியப்படுகிறது.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (10.8)$$

தொடர்ச்சியான அலைவுகளுக்கானப் பர்க்கௌசன் (Barkhausen) நிபந்தனைகள்

அலை இயற்றிகளில் தொடர்ச்சியான அலைவுகள் ஏற்பட பின்வரும் நிபந்தனைகள் பூர்த்தி செய்யப்படவேண்டும். அவை பர்க்கௌசன் நிபந்தனைகள் எனப்படும்.

- நேர் பின்னூட்டம் இருக்க வேண்டும்.
- மின்சுற்று வலையைச் சுற்றி கட்ட வேறுபாடு 0^0 அல்லது 2π–ன் முழு எண் மடங்காக இருக்க வேண்டும்.
- வலை பெருக்கம் ஒன்றாக இருக்கவேண்டும். அதாவது, $|A\beta| = 1$.

இங்கு A என்பது பெருக்கியின் மின்னழுத்த பெருக்கம். β என்பது பின்னூட்டத்தகவு (உள்ளீட்டில் அளிக்கப்படும் வெளியீட்டின் சிறு பகுதி).

வெவ்வேறு வகையான தொட்டிச்சுற்றுகளின் அடிப்படையில் அலை இயற்றிச் சுற்றுகள் பலவகைப்படும். எடுத்துக்காட்டு: ஹார்ட்லி அலை இயற்றி, கால்பிட் அலை இயற்றி, கட்டப்பெயர்ச்சி அலை இயற்றி மற்றும் படிக அலை இயற்றி போன்றவை.

அலை இயற்றிகளின் பயன்பாடுகள்

அலை இயற்றிகள் பின்வரும் வகைகளில் பயன்படுகின்றன.

- குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் ஏற்படும் சைன் வடிவமுள்ள மற்றும் சைன் வடிவமற்ற அலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.
- ரேடியோ அதிர்வெண் ஊர்தி அலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.
- ஒலித் தொனியை ஏற்படுத்துகின்றன.
- இலக்கச் சுற்றுகளில் காலச்சைகைகளை தோற்றுவிக்கின்றன.
- தொலைக்காட்சி மற்றும் கேதோடு கதிர் அலை இயற்றிகளில் அதிர்வெண் மாற்றும் மின் சுற்றுகளாகப் பயன்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு 10.8

ஓர் இசைவுறு ஏற்பான் அலை இயற்றியில், 150 μH மாறா மதிப்பு கொண்ட மின் நிலைமம் உள்ளது. அதில் பயன்படுத்தப்படும் மாறும் மின்தேக்கியின் நெடுக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும். அதிர்வெண் பட்டையின் அதிர்வெண் 500 kHz லிருந்து 1500 kHz வரை இருக்கும் எனக் கொள்க.

ஒத்திசைவு அதிர்வெண்,

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

இதனைச் சுருக்க,

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

(i) அதிர்வெண் 500 KHz என இருக்கும்போது,

$$C = \frac{1}{4\times 3.14^2 \times (500\times 10^3)^2 \times 150\times 10^{-6}}$$

= 676 pF

(ii) அதிர்வெண் 10 KHz என இருக்கும்போது,

$$C = \frac{1}{4\times 3.14^2 \times (1500\times 10^3)^2 \times 150\times 10^{-6}}$$

= 75 pF

எனவே மின் தேக்கியின் நெடுக்கம் 75 – 676 pF ஆகும்

10.5 இலக்கமுறை எலக்ட்ரானியல் (Digital Electronics)

இலக்கமுறை எலக்ட்ரானியல் என்பது, இலக்கமுறை சைகைகளைக் கையாளும் எலக்ட்ரானியலின் ஒரு பிரிவு ஆகும். இது சைகை செயலாக்கம், தகவல்தொடர்பு ஆகிய பயன்பாடுகளில் உள்ள நவீன செயலாக்கச் சுற்றுகள் முதல் மிகச்சிறிய சுற்றுகள் வரை அதிக அளவில் பயன்படுகிறது. சிறந்த செயல்திறன், துல்லியம், வேகம், நெகிழ்வுத் தன்மை மற்றும் இரைச்சல் எதிர்ப்பு ஆகிய காரணங்களுக்காக தொடர் சைகைகளை விட இலக்க முறை சைகைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 226 07-03-2022 10:16:56

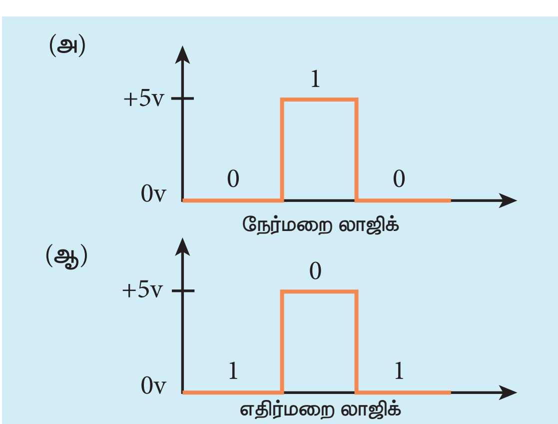
10.5.1 தொடர் மற்றும் இலக்கமுறை சைகைகள்

எலக்ட்ரானியலில் இரு வேறுபட்ட சைகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை (i) தொடர் மின் சைகைகள் மற்றும் (ii) இலக்கமுறை சைகைகள். தொடர் மின் சைகையானது நேரத்தைப் பொருத்து, தொடர்ச்சியாக மாறுபடும் மின்னழுத்தம் அல்லது மின்னோட்டத்தைக் கொண்டது. அத்தகைய சைகை–கள் திருத்தி சுற்றுகளிலும் மற்றும் டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிச் சுற்றுகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இலக்கமுறை சைகைகள் மின்னழுத்தங்களின் தனித்தனி மதிப்புகள் (discrete values) மட்டுமே கொண்ட சைகைகள் ஆகும். இலக்கமுறை சைகைகளுக்கு இரு நிலைகள் தேவை: இயக்கு மற்றும் நிறுத்து. இயக்கு ஒரு நிலையாகவும், நிறுத்து மற்றொரு நிலையாகவும் கருதப்படுகின்றன. இந்த இரு நிலைகளை உயர்நிலை (இயக்கு) அல்லது தாழ்நிலை (நிறுத்து) மற்றும் மூடியநிலை (இயக்கு) அல்லது திறந்தநிலை (நிறுத்து) எனவும் வரையறுக்கலாம். பூலியன் இயற்கணிதத்தில், இந்த உயர் மற்றும் தாழ் நிலைகள் 1 அல்லது 0 என்ற இரும எண்களைப் பயன்படுத்தி வரையறுக்கப்–படுகின்றன. நிலை 1 குறிப்பது: சுற்றின் இயக்க நிலை, உயர் மின்னழுத்தம், ஒரு மூடிய சாவி. அதுபோன்றே, நிலை 0 குறிப்பது: சுற்றின் நிறுத்தியநிலை, தாழ் மின்னழுத்தம் அல்லது ஒரு திறந்த சுற்று.

நேர்மறை மற்றும் எதிர்மறை லாஜிக்

இலக்கமுறை அமைப்புகளில் இரு மின்னழுத்த மட்டங்கள் உள்ளன: 5 V (உயர் நிலை) மற்றும் 0 V (தாழ் நிலை). படம் 10.40 இல் காட்டியுள்ளவாறு, ஒரு நேர் லாஜிக் அமைப்பில் இரும எண் 1 ஆனது 5V ஐக் குறிக்கிறது மற்றும் 0 ஆனது 0 V ஐக் குறிக்கிறது. ஆனால் எதிர்லாஜிக் அமைப்பில், நிலை 1 ஆனது 0 V யும் மற்றும் நிலை 0 ஆனது 5 V யும் குறிக்கின்றன.



படம் 10.40 (அ) நேர்மறை லாஜிக் மற்றும் (ஆ) எதிர்மறை லாஜிக்

10.5.2 லாஜிக் கேட்டுகள் (Logic gates)

லாஜிக் கேட் என்பது, இலக்க முறை சைகைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு செயல்படுகின்ற ஒரு எலக்ட்ரானியல் சுற்று ஆகும். இவை இரு அடிமான எண்களை கொண்டவை. பெரும்பாலான இலக்க முறை அமைப்புகளின் அடிப்படைக் கட்டமைப்புகளாக லாஜிக் கேட்டுகள் கருதப்படுகின்றன. இதில் ஒரு வெளியீடு மற்றும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உள்ளீடுகளும் உள்ளன. மூன்று வகையான அடிப்படை லாஜிக் கேட்டுகள் உள்ளன; அவை AND, OR மற்றும் NOT ஆகும். பிற லாஜிக் கேட்டுகள் Ex–OR, NAND மற்றும் NOR ஆகும். இவற்றை அடிப்படை லாஜிக் கேட்டுகளிலிருந்து உருவாக்கலாம்.

இலக்கமுறை எலக்ட்ரானியல், லாஜிக் செயல்பாடுகளைக் கையாளுகிறது. மாறிகள், லாஜிக் மாறிகள் (logical variables) என அழைக்கப்படுகின்றன. லாஜிக் கூட்டல் (+) மற்றும் லாஜிக் பெருக்கல் (.) போன்ற செயலிகள் லாஜிக் செயலிகள் (logical operators) எனப்படும். லாஜிக் செயலிகள் (+, .) ஆனது லாஜிக் மாறிகள் (A, B) மீது செயல்பட்டால், அது லாஜிக் மாறிலி (Y) ஐ தருகிறது. இந்தச் செயல்பாட்டைக் குறிக்கும் சமன்பாடு லாஜிக் கூற்று (logical statement) எனப்படும்.

உதாரணமாக,

லாஜிக் செயலி : +

லாஜிக் மாறிகள்: A, B

லாஜிக் வெளியீடு: Y

லாஜிக் கூற்று: $Y = A + B$

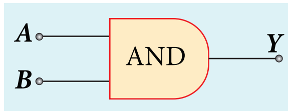
உள்ளீடுகளின் சாத்தியமான சேர்க்கைகள் மற்றும் அதற்கேற்ற வெளியீடு ஆகியவை அட்டவணை வடிவில் கொடுக்கப்படுகின்றன. இந்த அட்டவணை, உண்மை அட்டவணை எனப்படும். லாஜிக் கூட்டல், பெருக்கல், புரட்டுதல் போன்ற அடிப்படை லாஜிக் செயல்பாடுகளை செயல்படுத்தும் சுற்றுகள் கீழே விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

AND கேட்

சுற்றுக் குறியீடு:

இரு உள்ளீடுகள் கொண்ட ஒரு AND கேட்டின் சுற்றுக் குறியீடு படம் 10.41 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A மற்றும் B ஆகியவை உள்ளீடுகள் மற்றும் Y வெளியீடு ஆகும். இது ஒரு லாஜிக் கேட். எனவே A, B மற்றும் Y ஆகியவை 1 அல்லது 0 என்ற மதிப்பைக் கொண்டிருக்கலாம்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 227 07-03-2022 10:16:56



(அ)

உள்ளீடுகள்		வெளியீடு
A	B	$Y=A.B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(ஆ)

படம் 10.41 (அ) இரு உள்ளீடு AND கேட் (ஆ) உண்மை அட்டவணை

பூலியன் சமன்பாடு

$$Y = A.B$$

இது லாஜிக் பெருக்கலை மேற்கொள்கிறது மற்றும் எண்கணித பெருக்கலில் இருந்து மாறுபட்டது.

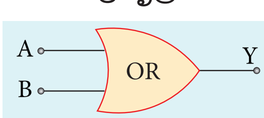
லாஜிக் செயல்பாடு

அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர் நிலையில் (1) இருந்தால் மட்டுமே, AND கேட்டின் வெளியீடு உயர் நிலையில் (1) இருக்கும். பிற நேர்வுகளில் வெளியீடு தாழ்நிலையில் இருக்கும். அது உண்மை அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 10.41 (ஆ)).

OR கேட்

சுற்றுக் குறியீடு

இரு உள்ளீடுகள் கொண்ட ஒரு OR கேட்டின் சுற்றுக்குறியீடு படம் 10.42 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A மற்றும் B ஆகியவை உள்ளீடுகள் மற்றும் Y வெளியீடு ஆகும்.



(அ)

உள்ளீடுகள்		வெளியீடு
A	B	$Y = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(ஆ)

படம் 10.42 (அ) இரு உள்ளீடு OR கேட் (ஆ) உண்மை அட்டவணை

பூலியன் சமன்பாடு

$$Y = A + B$$

இது லாஜிக் கூட்டலை மேற்கொள்கிறது மற்றும் எண்கணித கூட்டலில் இருந்து மாறுபட்டது.

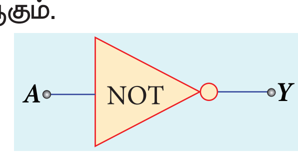
லாஜிக் செயல்பாடு

உள்ளீடுகளில் ஏதேனும் ஒன்று அல்லது இரண்டுமே உயர் நிலையில் இருந்தால், OR கேட்டின் வெளியீடு உயர் நிலையில் (லாஜிக் நிலை 1) இருக்கும். OR கேட்டின் உண்மை அட்டவணை படம் 10.42 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

NOT கேட்

சுற்றுக் குறியீடு

NOT கேட்டின் சுற்றுக் குறியீடு படம் 10.43 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A ஆனது உள்ளீடு மற்றும் Y வெளியீடு ஆகும்.



(அ)

Inputs	Output
A	$Y=\overline{A}$
0	1
1	0

(ஆ)

படம் 10.43 (அ) NOT கேட் (ஆ) உண்மை அட்டவணை

பூலியன் சமன்பாடு

$$Y = \overline{A}$$

லாஜிக் செயல்பாடு

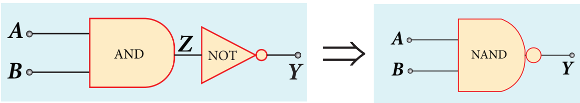
வெளியீடானது உள்ளீட்டின் நிரப்பி ஆகும். இது ஒரு மேற்கோட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது புரட்டி (inverter) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. உள்ளீடு A ஆனது 0 எனில், வெளியீடு Y ஆனது 1. அதாவது மறுதலையாக இருப்பதை உண்மை அட்டவணை உணர்த்துகிறது. NOT கேட்டின் உண்மை அட்டவணை படம் 10.43 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

NAND கேட்

சுற்றுக் குறியீடு

NAND கேட்டின் சுற்றுக் குறியீடு படம் 10.44 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A மற்றும் B ஆனது உள்ளீடுகள் மற்றும் Y வெளியீடு ஆகும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 228 07-03-2022 10:16:57



(அ)

உள்ளீடு		வெளியீடு (AND)	வெளியீடு(NAND)
A	B	$Z = A.B$	$Y = \overline{A.B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

(ஆ)

படம் 10.44 (அ) இரு உள்ளீடு NAND கேட் (ஆ) உண்மை அட்டவணை

பூலியன் சமன்பாடு

$$Y = \overline{A.B}$$

லாஜிக் செயல்பாடு

வெளியீடு Y ஆனது AND செயல்பாட்டின் நிரப்பியாக உள்ளது. சுற்றானது ஒரு AND கேட் மற்றும் அதனைத் தொடர்ந்து ஒரு NOT கேட்டைக் கொண்டுள்ளது. எனவே அது NAND என குறிப்பிடப்படுகிறது. அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர் நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே, வெளியீடு லாஜிக் நிலை 0 வில் இருக்கும். பிற நேர்வுகளில் வெளியீடு உயர் நிலையில் (லாஜிக் நிலை 1) இருக்கும். NAND கேட்டின் உண்மை அட்டவணை படம் 10.44 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

NOR கேட்

சுற்றுக் குறியீடு

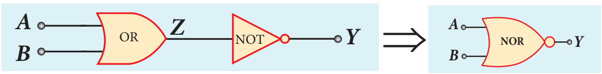
NOR கேட்டின் சுற்றுக் குறியீடு படம் 10.45 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A மற்றும் B ஆனது உள்ளீடுகள் மற்றும் Y வெளியீடு ஆகும்.

பூலியன் சமன்பாடு

$$Y = \overline{A + B}$$

லாஜிக் செயல்பாடு

வெளியீடு Y ஆனது OR செயல்பாட்டின் நிரப்பி (A OR B) ஆகும். சுற்றானது ஒரு OR கேட் மற்றும் அதனைத் தொடர்ந்து ஒரு NOT கேட்டைக் கொண்டுள்ளது. இது NOR எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. அனைத்து உள்ளீடுகளும் தாழ் நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு உயர் நிலையில் உள்ளது. உள்ளீடுகளின் பிற சேர்க்கைகளுக்கு, வெளியீடு தாழ் நிலையில் உள்ளது. NOR கேட்டின் உண்மை அட்டவணை படம் 10.45 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



(அ)

உள்ளீடு		வெளியீடு (OR)	வெளியீடு(NOR)
A	B	$Z = A+B$	$Y = \overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

(ஆ)

படம் 10.45 (அ) NOR கேட் (ஆ) உண்மை அட்டவணை

EX–OR கேட்

சுற்றுக் குறியீடு

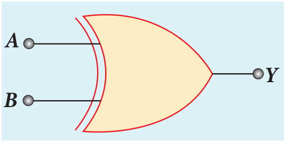
EX–OR கேட்டின் சுற்றுக் குறியீடு படம் 10.46 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது A மற்றும் B ஆனவை உள்ளீடுகள் மற்றும் Y வெளியீடு ஆகும். EX–OR செயல்பாடு $\oplus$ என குறிக்கப்படுகிறது.

பூலியன் சமன்பாடு

$$Y = A.\overline{B} + \overline{A}.B$$

$$Y = A \oplus B$$

லாஜிக் செயல்பாடு



(அ)

உள்ளீடு		வெளியீடு (Ex-OR)
A	B	$Y = A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(அ)

படம் 10.46 (அ) EX-OR கேட் (ஆ) உண்மை அட்டவணை

இரு உள்ளீடுகளில் ஏதேனும் ஒன்று உயர் நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு உயர் நிலையில் உள்ளது. இரு உள்ளீடுகளுக்குமேல் கொண்ட

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 229 07-03-2022 10:16:59

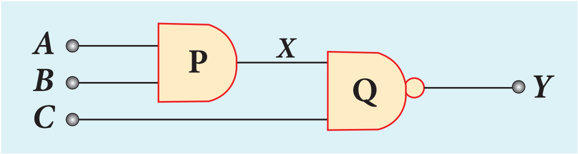
EX–OR கேட்டில் ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையிலான உள்ளீடுகள் உயர் நிலையில் உள்ளபோது, வெளியீடு உயர் நிலையில் இருக்கும். EX – OR கேட்டின் உண்மை அட்டவணை படம் 10.46 (ஆ) காட்டப்பட்டுள்ளது

குறிப்பு

NAND மற்றும் NOR லாஜிக் கேட்டுகள் பொது கேட்டுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் பிற லாஜிக் கேட்டுகளை NAND அல்லது NOR கேட்டுகளிலிருந்து உருவாக்க முடியும்

எடுத்துக்காட்டு 10.9

கீழ்க்காணும் சுற்றில் A, B மற்றும் C ஆகிய மூன்று உள்ளீடுகள் அனைத்தும் முதலில் 0 மற்றும் பிறகு 1 என இருந்தால், வெளியீடு Y என்ன?

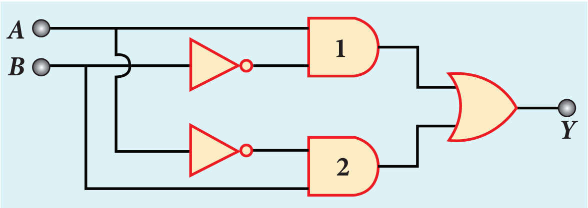


தீர்வு

A	B	C	$X = A \cdot B$	$Y = \overline{X \cdot C}$
0	0	0	0	1
1	1	1	1	0

எடுத்துக்காட்டு 10.10

கீழ்க்காணும் லாஜிக் கேட்களின் சேர்க்கையில், உள்ளீடுகள் A மற்றும் B ஐக் கொண்டு வெளியீடு Y – யிற்கான பூலியன் சமன்பாட்டை எழுதுக?



தீர்வு

1 வது AND கேட் வெளியீடு : $A\overline{B}$

2 வது AND கேட் வெளியீடு : $\overline{A}\,B$

OR கேட்டில் வெளியீடு : $Y = A.\overline{B} + \overline{A}.B$

10.6 பூலியன் இயற்கணிதம் (Boolean Algebra)

பூலியன் இயற்கணிதம் என்பது அடிப்படையில் (i) உண்டு அல்லது இல்லை (ii) உயர்வு அல்லது தாழ்வு போன்ற இரு நிலைகளுக்கு இடையேயான ஒரு தெரிவு ஆகும். பூலியன் இயற்கணிதத்தில் இந்த இரு நிலைகளும் இரும எண்கள் 0 அல்லது 1 ஆல் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இது 1854 இல் ஜார்ஜ் பூல் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட லாஜிக் மற்றும் கணிதத்தைத் தொடர்புபடுத்தும் நூறாண்டு பழைமையான ஒரு கருத்தாகும். பிறகு பூலியன் இயற்கணிதத்தின் முக்கியத்துவம் கணினி சுற்றுகளை வடிவமைப்பதில் உணரப்பட்டது. இன்று நாம் இலக்கமுறை உலகத்தில் உள்ளோம் மற்றும் நாம் அனுபவிக்கும் பெரும்பாலான வசதிகள் பூலியன் இயற்கணிதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டே இலக்குமுறையாக்கத்தில் உருவானதாகும்.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

உயர்வு (1) மற்றும் தாழ்வு (0) என்ற கருத்து ஒன்றும் புதிதல்ல. உண்மையில் அது 1938 இல் சானன் என்பவரால் தொலைபேசி இணைப்புச் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்பட்டது.

பூலியன் இயற்கணிதத்தின் விதிகள்

பகுதி 10.5.2 இல் விவாதிக்கப்பட்ட NOT, OR மற்றும் AND செயல்பாடுகள், பூலியன் செயல்பாடுகள் ஆகும். இந்தச் செயல்பாடுகள் முடிவுகளை பின்வருமாறு தொகுத்துக் கூறலாம்.

நிரப்பி விதி

A	$Y = \overline{A}$
0	$Y = \overline{0} = 1$
1	$Y = \overline{1} = 0$

நிரப்பி விதியை பின்வருமாறும் கூறலாம் $\overline{\overline{A}} = A$.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 230 07-03-2022 10:17:01

OR விதிகள்

A	B	$Y = A+B$
0	0	$Y = 0+0 = 0$
0	1	$Y = 0+1 = 1$
1	0	$Y = 1+0 = 1$
1	1	$Y = 1+1 = 1$

OR விதிகளைப் பின்வருமாறு கூறலாம்.

முதல் விதி	$A + 0 = A$
இரண்டாம் விதி	$A + 1 = 1$
மூன்றாம் விதி	$A + A = A$
நான்காம் விதி	$A + \overline{A} = 1$

AND விதிகள்

A	B	$Y = A.B$
0	0	$Y = 0.0 = 0$
0	1	$Y = 0.1 = 0$
1	0	$Y = 1.0 = 0$
1	1	$Y = 1.1 = 1$

AND விதிகளைப் பின்வருமாறு கூறலாம்.

முதல் விதி	$A \,.\, 0 = 0$
இரண்டாம் விதி	$A \,.\, 1 = A$
மூன்றாம் விதி	$A \,.\, A = A$
நான்காம் விதி	$A \,.\, \overline{A} = 0$

பூலியன் செயல்பாடுகள் கீழ்க்காணும் விதிகளுக்கு உட்படுகின்றன.

பரிமாற்று விதிகள்

$$A + B = B + A$$
$$A \,.\, B = B \,.\, A$$

சேர்ப்பு விதிகள்

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$
$$A \,.\, (B \,.\, C) = (A \,.B) \,.\, C$$

பங்கீட்டு விதிகள்

$$A(B + C) = AB + AC$$
$$A + BC = (A + B)(A + C)$$

மேற்கண்ட விதிகள் சிக்கலான சமன்பாடுகளை எளிமையாக்கவும் மற்றும் லாஜிக் சுற்றுகளை எளிமைப்படுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

10.7 டீ மார்கனின் தேற்றங்கள்

10.7.1 டீ மார்கனின் முதல் தேற்றம்

முதல் தேற்றத்தின் கூற்றானது இரு லாஜிக் உள்ளீடுகளின் கூடுதலின் நிரப்பியானது அவற்றின் நிரப்பிகளின் பெருக்கல்பலனுக்குச் சமமாகும்.

நிரூபணம்

NOR கேட்டின் பூலியன் சமன்பாடு வருமாறு

$$Y = \overline{A + B}$$

குமிழ் இணைக்கப்பட்ட AND கேட்டுக்கான பூலியன் சமன்பாடு வருமாறு

$$Y = \overline{A}.\overline{B}.$$

சமமான உள்ளீடுகளுக்கு இரு நேர்வுகளிலும் ஒரே வெளியீடு உருவாகிறது. அதனைக் கீழ்க்காணும் உண்மை அட்டவணையைப் பயன்படுத்தி சரிபார்க்கலாம்.

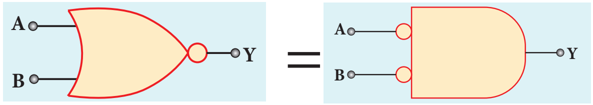
A	B	$A+B$	$\overline{A+B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}.\overline{B}$
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0

மேற்கண்ட உண்மை அட்டவணையில் இருந்து பின்வரும் முடிவுக்கு வரலாம்.

$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

ஆகவே டீ மார்கனின் முதல் தேற்றம் நிரூபிக்கப்பட்டது. ஒரு NOR கேட்டானது ஒரு குமிழ் இணைக்கப்பட்ட AND வாயிலுக்குச் சமம் என இது உணர்த்துகிறது.

தொடர்புடைய லாஜிக் சுற்று வரைபடம் படம் 10.47 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.47 NOR கேட், குமிழ் இணைக்கப்பட்ட AND கேட்டுக்குச் சமமானது

10.7.2 டீ மார்கனின் இரண்டாம் தேற்றம்

இரண்டாம் தேற்றத்தின் கூற்றானது, இரு உள்ளீடுகளின் பெருக்கல்பலனின் நிரப்பியானது அதன் நிரப்பிகளின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும்.

நிரூபணம்

NAND கேட்டுக்கான பூலியன் சமன்பாடு வருமாறு $Y = \overline{A.B}$.

குமிழ் இணைக்கப்பட்ட OR வாயிலுக்கான பூலியன் சமன்பாடு வருமாறு $Y = \overline{A} + \overline{B}$.

A மற்றும் B உள்ளீடுகள் மற்றும் Y வெளியீடு ஆகும். சமமான உள்ளீடுகளுக்கு மேற்கண்ட இரு சமன்பாடுகளும் ஒரே வெளியீட்டை உருவாக்குகிறது. அதனைப் பின்வரும் உண்மை அட்டவணையைப் பயன்படுத்திச் சரிபார்க்கலாம்.

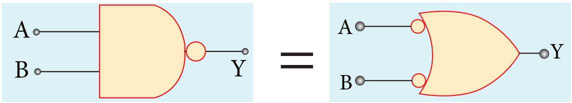
A	B	$A.B$	$\overline{A.B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}+\overline{B}$
0	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	1	0	0	0	0

மேற்கண்ட உண்மை அட்டவணையில் இருந்து நாம் பின்வரும் முடிவுக்கு வரலாம்.

$$\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$

ஆகவே டீ மார்கனின் இரண்டாம் தேற்றம் நிரூபிக்கப்பட்டது. ஒரு NAND கேட்டானது குமிழ் இணைக்கப்பட்ட OR கேட்டுக்குச் சமமானது என அது உணர்த்துகிறது.

தொடர்புடைய லாஜிக் சுற்று வரைபடம் படம் 10.48 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.48 NAND கேட், குமிழ் இணைக்கப்பட்ட OR கேட்டுக்குச் சமமானது

எடுத்துக்காட்டு 10.11

பின்வரும் பூலியன் கூற்றை நிரூபிக்கவும் $AC + ABC = AC$. அதன் சுற்று விளக்கப்படம் தருக.

தீர்வு

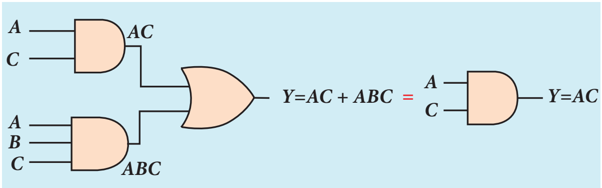
படி 1: $AC\,(1 + B) = AC.1$ (OR விதி –2)

படி 2: $AC\,.\,1 = AC$ (AND விதி – 2)

எனவே, $AC + ABC = AC$

ஆகவே கொடுக்கப்பட்ட பூலியன் கூற்று நிரூபிக்கப்பட்டது.

சுற்று விளக்கப்படம்



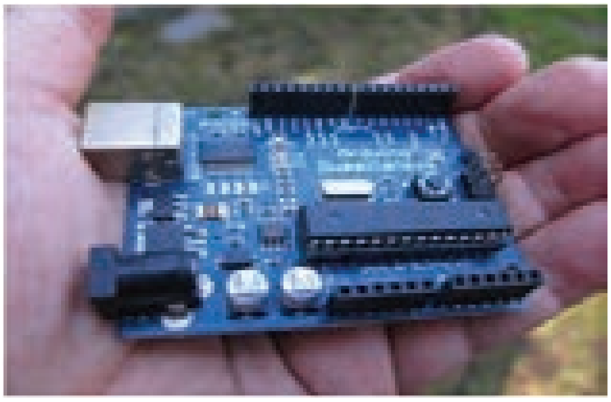
10.7.3 தொகுப்பு சில்லுகள் (Integrated chips)

ஒரு தொகுப்புச் சுற்றானது IC அல்லது சில்லு அல்லது நுண்சில்லு என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது (படம் 10.49). இதில் சிலிக்கன் போன்ற குறைக்கடத்தியின் சிறு துண்டின் மீது சில ஆயிரம் முதல் மில்லியன் வரையிலான டிரான்சிஸ்டர்கள், மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

தொகுப்புச் சுற்றுக்கள் (IC க்கள்) ஆனவை நவீன எலெக்ட்ரானியலின் மைல்கல் ஆகும். தொழில்நுட்பத்தின் வளர்ச்சி மற்றும் VLSI (மிக பெரும் அளவிலான தொகுப்பு–Very Large Scale Integration) என்ற சகாப்தத்தின் தோற்றம் ஆகியவற்றால், ஒரு தொகுப்புச்சில்லுவில் மிக அதிக அளவிலான டிரான்சிஸ்டர்களை உருவாக்க இயலுகிறது.

சாதாரண சுற்றுகளைக் காட்டிலும், தொகுப்புச் சுற்றுக்கள் இரு முக்கிய நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளன: விலை மற்றும் செயல்திறன். தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியால் அளவு, வேகம் மற்றும் சில்லுகளின் கொள்ளளவு ஆகியவை மிக அதிக அளவு மேம்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தற்போது கணினிகள், செல்பேசிகள் மற்றும் இதர வீட்டு உபயோக இலக்கமுறை சாதனங்கள், அளவில் சிறியதான மற்றும் விலை குறைவான தொகுப்புச் சுற்றுகளால் சாத்தியமாகி உள்ளது. தொகுப்புச் சுற்றுகளானது பெருக்கி, அலையியற்றி, நேரச்சுற்று, நுண்செயலி மற்றும் கணினி நினைவகம் ஆகியனவாகச் செயல்பட இயலும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 232 07-03-2022 10:17:03



படம் 10.49 தொகுப்புச் சில்லுகள் கொண்ட சுற்றுக்கள்

இந்த மிகச்சிறிய தொகுப்புச் சுற்றுகள், இலக்கமுறை அல்லது தொடர் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்திக் கணக்கீடுகளை மேற்கொள்ளவும் மற்றும் தரவைச் சேமிக்கவும் செய்கின்றன. இலக்கமுறை தொகுப்புச்சுற்றுகள் (Digital ICs) ஒன்று மற்றும் சுழி ஆகியவற்றின் மதிப்புகளால் இயங்கும் லாஜிக் கேட்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. இலக்கமுறை தொகுப்புச்சுற்று ஒன்றிற்குக் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு தாழ்வு சைகை 0 மதிப்பையும், ஒரு உயர் சைகை 1 மதிப்பையும் உருவாக்குகின்றது.

இலக்கமுறை தொகுப்புச்சுற்றுகள் கணினிகள், வலைப்பின்னல் கருவி மற்றும் பெரும்பாலான நுகர்வோர் எலக்ட்ரானியல் சாதனங்களிலும் பயன்படுகின்றன.

தொடர் தொகுப்புச்சுற்றுகள் அல்லது நேர்போக்குத் தொகுப்புச் சுற்றுகள் (Analog ICs or linear ICs) தொடர்ச்சியான மதிப்புகளுடன் இயங்குகின்றன. இதன் பொருள், ஒரு தொடர் தொகுப்புச்சுற்றின் பாகமானது எந்த ஒரு மதிப்பையும் பெற்று மற்றொரு மதிப்பிலான வெளியீட்டைத் தரும். நேர்போக்கு தொகுப்புச் சுற்றுகள் குறிப்பாகச் செவியுணர் மற்றும் ரேடியோ அதிர்வெண் பெருக்கத்தில் பயன்படுகின்றன.

10.8 தகவல்தொடர்பு அமைப்புகள்

அறிமுகம்

பேசுவதன் மூலம், எழுதுவதன் மூலம் அல்லது வேறு ஏதேனும் ஒரு ஊடகத்தின் உதவியுடன் தகவல்களை பரிமாறிக்கொள்ளும் ஒரு செயல்முறை தகவல் தொடர்பு எனப்படும்.

இந்த உலகத்தில் உயிரினங்கள் தோன்றிய காலம் முதலே தகவல்தொடர்பு உள்ளது. அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியானது இடம் சார்ந்த குறைபாடுகளை திறம்பட நீக்கிவிட்டது. இந்த புவியில் எந்த இடத்தில் உள்ள ஒருவரிடமிருந்தும் மற்றொருவருக்கு தகவலைப் பரிமாறிக் கொள்ளலாம். சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களான ஜே.சி.போஸ், ஜி. மார்க்கோனி மற்றும் அலெக்ஸாண்டர் கிரகாம் பெல் ஆகியோரால் தகவல்தொடர்பில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆராய்ச்சியில் இருந்து தகவல்தொடர்பானது அசுர வளர்ச்சியைக் கண்டுள்ளது. தகவல்தொடர்பு தொழிலானது பெரிய அளவிலானது மற்றும் தந்தி (1844), தொலைபேசி (1876), மற்றும் வானொலி (1887) ஆகியவற்றின் வழியே நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே தகவல்தொடர்பு தொடங்கப்பட்டதால் மிகவும் பழமையானதும் ஆகும்.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடு மற்றும் இறுதியில் மேற்கொள்ளப்பட்ட தீவிர ஆராய்ச்சியானது குறுகிய காலத்தில் நெடுந்தொலைவு பரப்புகையின் வளர்ச்சிக்கு வழிவகுத்தது. எனினும், இருபதாம் நூற்றாண்டானது வேகம் மற்றும் பாதுகாப்பான தரவு மாற்றத்தின் தேவையை நிறைவு செய்யும் வகையில் தகவல்தொடர்பு அதீத வளர்ச்சியை கண்டது. இந்தப் பிரிவில் எலக்ட்ரானியல் தகவல்தொடர்பின் அடிப்படைக்கருத்துகள், சில முக்கிய தகவல்தொடர்பு அமைப்புகள் மற்றும் அவற்றின் பயன்பாடுகளைக் காணலாம்.

10.9 பண்பேற்றம் (MODULATION)

குறுகிய தொலைவுகளுக்கு தகவலைப் பரப்புவதற்கு சிக்கலான நுட்பங்கள் தேவையில்லை.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 1_TM.indd 233 07-03-2022 10:17:03

தகவல் சைகையின் ஆற்றலே நேரடியாக அனுப்புவதற்குப் போதுமானது. எனினும் செவியுணர் அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் (20 முதல் 20,000 Hz) உள்ள ஒரு தகவல் உலகம் முழுவதும் நீண்ட தொலைவுகளுக்கு பரப்பப்பட வேண்டுமாயின், தகவலை எந்த இழப்புமின்றி பரப்புவதற்கு சில நுட்பங்கள் தேவைப்படுகிறது.

நெடுந்தொலைவு பரப்புகைக்கு குறைந்த அதிர்வெண் கொண்ட அடிக்கற்றை சைகையானது (உள்ளீடு சைகை–baseband signal), பண்பேற்றம் (modulation) எனப்படும் செயல்முறைப்படி அதிக அதிர்வெண் கொண்ட ரேடியோ சைகையின் மீது மேற்பொருத்தப்படுகின்றது. எனவே பண்பேற்றச் செயல்முறையில், அடிக்கற்றை சைகையை சுமந்து செல்ல அதிக அதிர்வெண் சைகை கொண்ட ஊர்தி சைகை (ரேடியோ சைகை–carrier signal) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண் மிகவும் அதிகமாதலால், அதனை குறைவான வலுவிழப்புடன் நெடுந்தொலைவுக்கு பரப்பலாம். வழக்கமாக ஊர்தி சைகையானது ஒரு சைன் அலை சைகையாகும்.

ஒரு சைன்வடிவ ஊர்தி அலையை $e_c = E_c \sin(2\pi \nu_c t + \phi)$ என குறிப்பிடலாம். இங்கு E_c என்பது வீச்சு, ν_c என்பது அதிர்வெண் மற்றும் ϕ ஆனது t என்ற கணநேரத்தில் ஊர்தி அலையின் தொடக்கக் கட்டம் ஆகும்.

ஊர்தி சைகையின் மூன்று பண்புகள் பண்பேற்றச் செயல்முறையின் போது அடிக்கற்றை சைகையால் மாற்றப்படலாம். அவை ஊர்தி சைகையின் வீச்சு, அதிர்வெண் மற்றும் கட்டம் ஆகும்.

அதன்படி, நமக்கு கிடைப்பது.

(i) வீச்சுப் பண்பேற்றம்

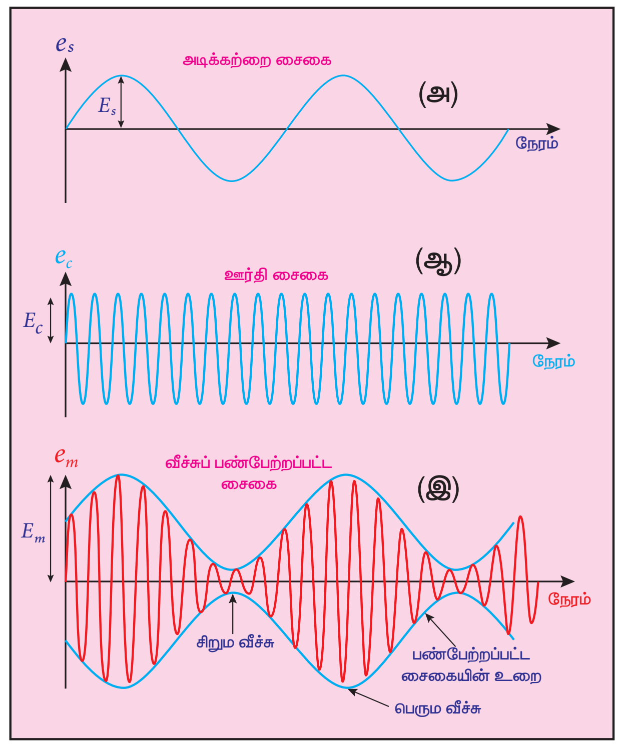
(ii) அதிர்வெண் பண்பேற்றம்

(iii) கட்டப் பண்பேற்றம்

10.9.1 வீச்சுப் பண்பேற்றம் (AMPLITUDE MODULATION – AM)

அடிக்கற்றை சைகையின் கணநேர வீச்சிற்கு ஏற்ப ஊர்தி சைகையின் வீச்சு மாற்றப்பட்டால் அது வீச்சுப் பண்பேற்றம் எனப்படும். இங்கு ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண் மற்றும் கட்டம் மாறாமல் உள்ளன. வீச்சுப் பண்பேற்றமானது வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி ஒலிபரப்பில் பயன்படுகிறது.

படம் 10.50(அ)இல் தகவல்களைச் சுமந்து செல்லும் அடிக்கற்றை சைகை காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 10.50(ஆ)இல் உயர் அதிர்வெண் ஊர்தி சைகை மற்றும் படம் 10.50(இ)இல் வீச்சுப் பண்பேற்றப்பட்ட சைகை ஆகியவை தரப்பட்டுள்ளன. அடிக்கற்றை சைகையின் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்ப, ஊர்தி அலையின் வீச்சு மாற்றப்படுவதைக் காணலாம்.



படம் 10.50 வீச்சுப் பண்பேற்றம்
(அ) அடிக்கற்றை சைகை
(ஆ) ஊர்தி சைகை
(இ) வீச்சுப் பண்பேற்றப்பட்ட சைகை

வீச்சுப் பண்பேற்றத்தின் நன்மைகள்

i) எளிதான பரப்புகை மற்றும் ஏற்பு

ii) குறைவான பட்டை அகலத் தேவை

iii) குறைந்த விலை

வீச்சுப் பண்பேற்றத்தின் வரம்புகள்

i) இரைச்சல் அளவு அதிகம்

ii) குறைந்த செயல்திறன்

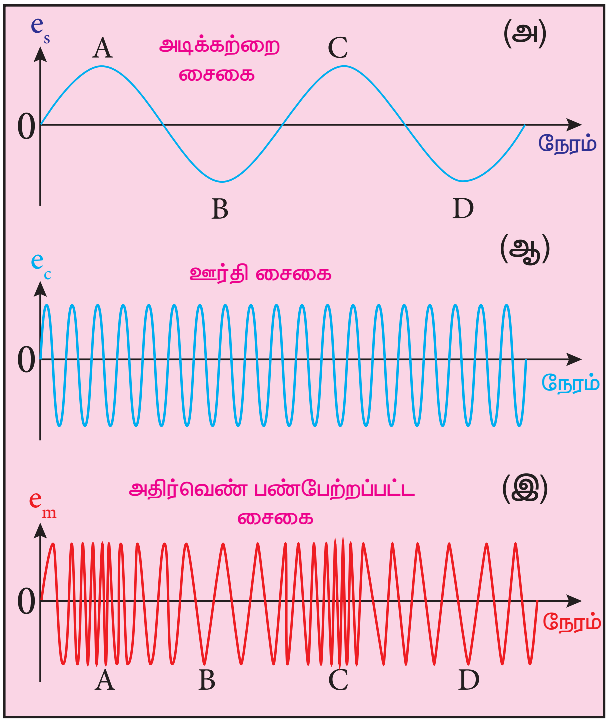
iii) குறைவான செயல் நெடுக்கம்

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 234 04-03-2022 16:49:21

10.9.2 அதிர்வெண் பண்பேற்றம் (FREQUENCY MODULATION – FM)

அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தில், அடிக்கற்றை சைகையின் கணநேர வீச்சிற்கு ஏற்றாற்போல் ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண் மாற்றப்படுகிறது. இங்கு ஊர்தி சைகையின் வீச்சு மற்றும் கட்டம் மாறாமல் உள்ளன.

அடிக்கற்றை சைகையின் மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் உயர்வு, ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண்ணை அதிகரிக்கிறது மற்றும் அதன் மறுதலையாகும். படம் 10.51 இல் காட்டியுள்ளவாறு, இது பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண் நிறமாலையில் அழுக்கங்களையும் தளர்வுகளையும் ஏற்படுத்துகிறது. உரத்த சைகைகள் அழுக்கங்களையும், வலிமை குறைந்த சைகைகள் தளர்வுகளையும் உருவாக்குகின்றன.



படம் 10.51 அதிர்வெண் பண்பேற்றம்
(அ) அடிக்கற்றை சைகை (ஆ) ஊர்தி சைகை
(இ) அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட சைகை

அடிக்கற்றை சைகையின் மின்னழுத்தம் சுழியாக உள்ளபோது (படம் 10.51(அ)), பண்பேற்றப்பட்ட சைகையின் அதிர்வெண் ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண்ணிற்கு சமமாகும். அடிக்கற்றை சைகையின் மின்னழுத்தம் நேர்க்குறி திசையில்(A,C)அதிகரிக்கும்போதுபண்பேற்றப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண் அதிகரிக்கிறது. எதிர் அரைச்சுற்றில் (B,D) மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது, பண்பேற்றப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண் குறைகிறது (படம்10.50 (இ)).

அடிக்கற்றை சைகையின் மின்னழுத்தம் சுழியாக உள்ளபோது (உள்ளீடு சைகை இல்லாத போது), ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண்ணில் மாற்றமில்லை. அதன் இயல்பான அதிர்வெண்ணில் உள்ளது. அதனை மைய அதிர்வெண் அல்லது ஓய்வுநிலை அதிர்வெண் (centre or resting frequency) என அழைக்கலாம். நடைமுறையில் இதுவே FM பரப்பிக்கு ஒதுக்கப்பட்ட அதிர்வெண் ஆகும்.

அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தின் நன்மைகள்

i) FM-இல், இரைச்சல் மிகவும் குறைவு. இதனால் சைகை–இரைச்சல் விகிதம் அதிகரிக்கிறது.
ii) செயல்படும் நெடுக்கம் மிக அதிகம்.
iii) பரப்பப்பட்ட திறன் முழுதும் பயன்படுவதால், பரப்புகை பயனுறுதிறன் மிகவும் அதிகம்.
iv) FM பட்டை அகலமானது மனிதனால் கேட்கக்கூடிய அதிர்வெண் நெடுக்கம் முழுவதையும் உள்ளடக்குகிறது. இதனால் AM வானொலியுடன் ஒப்பிடும் போது, FM வானொலி சிறந்த தரத்தைக் கொண்டுள்ளது.

அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தின் வரம்புகள்

i) அதிர்வெண் பண்பேற்றத்திற்கு மிகவும் அகலமான அலைவரிசை தேவை.
ii) FM பரப்பிகள் மற்றும் ஏற்பிகள் மிகவும் சிக்கலானவை மற்றும் விலை அதிகமானவை.
iii) AM உடன் ஒப்பிடும்போது, ஏற்கும் பரப்பு FM ஏற்பில் குறைவாகும்.

10.9.3 கட்டப் பண்பேற்றம் (PHASE MODULATION –PM)

கட்டப் பண்பேற்றத்தில், அடிக்கற்றை சைகையின் கணநேர வீச்சானது ஊர்தி சைகையின் கட்டத்தை மாற்றுகிறது மற்றும் ஊர்தி அலையின் வீச்சு மற்றும் அதிர்வெண் மாறுவதில்லை. இந்தப் பண்பேற்றம் அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட சைகைகளை உருவாக்கப் பயன்படுகிறது. இது அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தைப் போன்றதே ஆகும். ஆனால் ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண்ணை மாற்றுவதற்குப் பதிலாக இங்கு ஊர்தி அலையின் கட்டம் மாற்றப்படுகிறது.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 235 04-03-2022 16:49:22

10.10 எலக்ட்ரானிய தகவல்தொடர்பு அமைப்பின் உறுப்புகள்

தகவல்தொடர்பில் எலக்ட்ரானியல் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. எலக்ட்ரானிய தகவல்தொடர்பு என்பது ஒரு ஊடகத்தின் வழியே ஒலி, உரை, படங்கள் அல்லது தரவைப் பரப்புதலே ஆகும். நீண்ட தொலைவு பரப்புகையானது வெளியை ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகிறது.

படம் 10.52இல் காட்டியுள்ள கட்டப்படம் மூலம், அடிப்படை தகவல்தொடர்பு அமைப்பின் உறுப்புகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

i) தகவல் (அடிக்கற்றை அல்லது உள்ளீடு சைகை – Information)

தகவலானது பேச்சு, இசை, படங்கள் அல்லது கணினித் தரவு போன்ற வடிவில் இருக்கலாம். இந்தத் தகவலானது உள்ளீடு ஆற்றல் மாற்றிக்கு உள்ளீடாக அளிக்கப்படுகிறது .

ii) உள்ளீடு ஆற்றல் மாற்றி (Input transducer)

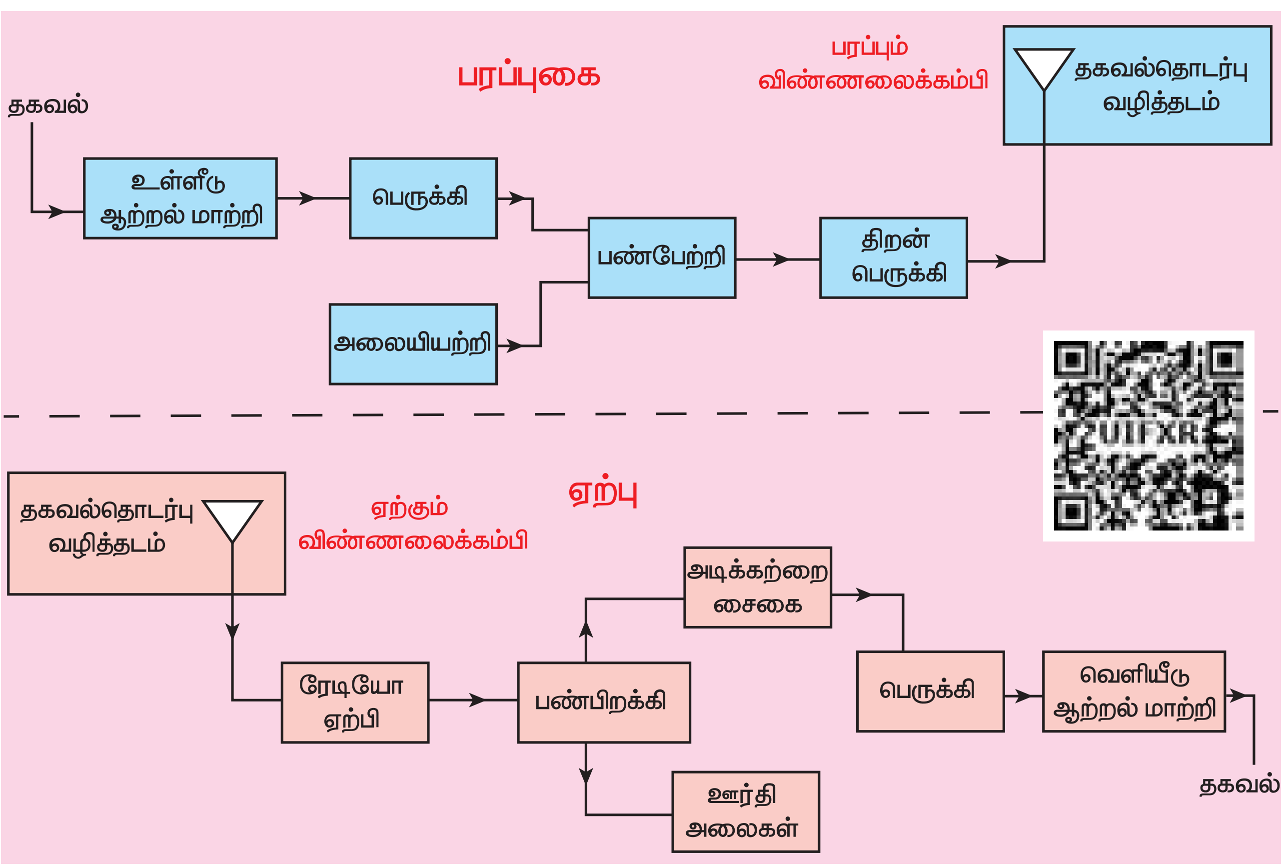
தகவல்தொடர்பு அமைப்பில், ஆற்றல் மாற்றியானது ஒலி, இசை, படங்கள் அல்லது கணினித் தரவு வடிவில் உள்ள தகவலை அதற்குரிய மின்சைகைகளாக மாற்றுகிறது.

அசல் தகவலின் சமமான மின்சைகையானது அடிக்கற்றை சைகை எனப்படுகிறது. ஒலி ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றும் ஒலிவாங்கி (microphone) ஆற்றல் மாற்றிக்கு ஒரு சிறந்த உதாரணமாகும்.

iii) பரப்பி (Transmitter)

பரப்பியானது ஆற்றல் மாற்றியில் இருந்து வரும் மின்சைகையை தகவல்தொடர்பு வழித்தடத்திற்கு (Communication channel) அளிக்கிறது. இது பெருக்கி, அலையியற்றி, பண்பேற்றி மற்றும் திறன்பெருக்கி போன்ற சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. பரப்பியானது ஒலிபரப்பு நிலையத்தில் அமைந்துள்ளது.

பெருக்கி: ஆற்றல் மாற்றியின் வெளியீடு மிகவும் வலிமை குறைவாக உள்ளதால், அது பெருக்கி யினால் பெருக்கப்படுகிறது.



படம் 10.52 குரல் சைகையின் பரப்புகை மற்றும் ஏற்பின் கட்டப்படம்

அலையியற்றி: வெளியில் நீண்ட தொலைவு பரப்புகைக்காக, உயர் அதிர்வெண் ஊர்தி அலைகளை (சைன் வடிவ அலை) இது உருவாக்குகிறது. அலையின் ஆற்றல் அதன் அதிர்வெண்ணிற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளதால், ஊர்தி அலை மிக அதிக ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது.

பண்பேற்றி: இது அடிக்கற்றை சைகையை ஊர்தி சைகையின் மீது மேற்பொருத்தி, பண்பேற்றப்பட்ட சைகையை உருவாக்குகிறது.

திறன்பெருக்கி: இது நீண்ட தொலைவுக்கு செல்லும் வகையில் மின் சைகையின் திறன் அளவை அதிகரிக்கிறது.

iv) பரப்பும் விண்ணலைக்கம்பி (Transmitting antenna)

இது ரேடியோ சைகையை வெளியில் அனைத்து திசைகளிலும் பரப்புகிறது. அது மின்காந்த அலைகள் வடிவில், ஒளியின் வேகத்தில் செல்கிறது.

v) தகவல்தொடர்பு வழித்தடம் (Communication channel)

தகவல்தொடர்பு வழித்தடமானது பரப்பியில் இருந்து ஏற்பிக்கு குறைந்த இரைச்சல் அல்லது குலைவுடன் மின் சைகைகளை பரப்புவதற்கு உதவுகிறது. கம்பிவழி தகவல்தொடர்பு கம்பிகள், கம்பி வடங்கள் மற்றும் ஒளிஇழைகள் போன்ற ஊடகங்களைப் பயன்படுத்துகிறது. கம்பியில்லா தகவல்தொடர்பானது வெளியை தகவல்தொடர்பு ஊடகமாகப் பயன்படுத்துகிறது.

vi) ஏற்பி (Receiver)

தகவல்தொடர்பு ஊடகத்தின் வழியாக பரப்பப்பட்ட சைகைகள் ஒரு ஏற்கும் விண்ணலைக்கம்பியால் ஏற்கப்பட்டு, மின்காந்த அலைகளை ரேடியோ அதிர்வெண் சைகைகளாக மாற்றி, ஏற்பிக்கு அளிக்கப்படுகிறது.

ஏற்பியானது பண்பிறக்கி, பெருக்கி ஆகிய எலக்ட்ரானியச் சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. பண்பிறக்கியானது பண்பேற்றப்பட்ட அலையிலிருந்து அடிக்கற்றை சைகையைப் பிரித்தெடுக்கிறது. அடிக்கற்றை சைகை பகுக்கப்பட்டு, பெருக்கிகளைப் பயன்படுத்திப் பெருக்கப்படுகிறது. இறுதியாக இதற்கு வெளியீடு ஆற்றல் மாற்றிக்கு அளிக்கப்படுகிறது

vii) மறுபரப்பிகள் (Repeaters)

மறுபரப்பிகள் சைகைகள் அனுப்பப்படும் நெடுக்கம் அல்லது தொலைவை அதிகரிக்கப் பயன்படுகின்றன. இது பரப்பி மற்றும் ஏற்பியின் தொகுப்பாகும். சைகைகள் ஏற்கப்பட்டு, பெருக்கப்பட்டு மற்றும் மாறுபட்ட அதிர்வெண் கொண்ட ஊர்தி சைகை மூலம் மறுபடியும் சேருமிடத்திற்கு அனுப்பப்படுகிறது. விண்வெளியில் உள்ள தகவல்தொடர்பு செயற்கைக்கோள் ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

viii) வெளியீடு ஆற்றல் மாற்றி (Output transducer)

இது மின் சைகையை மீண்டும் அதன் தொடக்க வடிவமான ஒலி, இசை, படங்கள் அல்லது தரவு ஆகியனவாக மாற்றுகிறது. ஒலிப்பான்கள், படக்குழாய்கள், கணினித் திரை ஆகியன வெளியீடு ஆற்றல் மாற்றிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

10.10.1 எலக்ட்ரானிய தகவல்தொடர்பு அமைப்பின் அடிப்படை வரையறைகள் (BASIC DEFINITIONS IN ELECTRONIC COMMUNICATION SYSTEM)

எலக்ட்ரானிய தகவல்தொடர்பு அமைப்புகளைப் பற்றி நன்கு புரிந்துகொள்ள பின்வரும் அடிப்படை வரையறைகளை பற்றிய புரிதல் அவசியமாகும்.

i) நெடுக்கம் (Range)

இது பரப்பும் முனை மற்றும் போதுமான வலுவுடன் சைகை சேருமிடம் இடையே உள்ள பெரும தொலைவு ஆகும்.

ii) இரைச்சல் (Noise)

இது பரப்பப்பட்ட சைகையை இடைமறிக்கும் விரும்பத்தகாத மின் சைகையாகும். இரைச்சலானது பரப்பப்பட்ட சைகையின் தரத்தைக் குறைக்கிறது. இது மனிதனால் ஏற்படுத்தப்பட்ட அமைப்புகள் (தானியங்கிகள், பற்றவைப்பு இயந்திரங்கள், மின்மோட்டார்கள் ஆகியவை) அல்லது இயற்கை நிகழ்வாக (மின்னல், சூரியன் மற்றும் விண்மீன்களில் இருந்து வரும் கதிர்வீச்சு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் விளைவுகள் ஆகியவை) இருக்கலாம். இரைச்சலை முற்றிலுமாக நீக்க இயலாது. எனினும் பல்வேறு நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி இதனைக் குறைக்கலாம்.

iii) வலுவிழப்பு (Attenuation)

ஒரு ஊடகத்தின் வழியே பரப்பப்படும்போது சைகையின் வலுவில் ஏற்படும் இழப்பு வலுவிழப்பு எனப்படும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 237 04-03-2022 16:49:22

iv) பட்டை அகலம் (Bandwidth)

குரல், இசை, படம் போன்ற அடிக்கற்றை சைகைகள் அல்லது தகவல் சைகைகளின் அதிர்வெண் நெடுக்கம், பட்டை அகலம் எனப்படும். ν_1 மற்றும் ν_2 என்பன ஒரு சைகையின் அடிப்பக்க மற்றும் மேற்பக்க அதிர்வெண் எல்லைகள் எனில், பட்டை அகலம் $= \nu_2 - \nu_1$ ஆகும்.

v) பரப்பும் அமைப்பின் பட்டை அகலம் (Bandwidth of transmission system)

ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவரிசையில், குறிப்பிட்ட தகவல் பகுதியைப் பரப்புவதற்குத் தேவையான அதிர்வெண்களின் நெடுக்கமானது அலைவரிசையின் பட்டை அகலம் (channel bandwidth) அல்லது பரப்பும் அமைப்பின் பட்டை அகலம் எனப்படும்.

10.11 மின்காந்த அலைகளின் பரவல்

பரப்பியினால் பரப்பப்படும் மின்காந்த அலை அதன் அதிர்வெண் நெடுக்கத்திற்கு ஏற்றாற்போல் மூன்று மாறுபட்ட வகையில் பயணம் செய்கிறது. அவையாவை:

- தரை அலைப் பரவல் (அல்லது) மேற்பரப்பு அலைப் பரவல் (ஏறத்தாழ 2 kHz முதல் 2 MHz)
- வான் அலைப் பரவல் (அல்லது) அயனி மண்டலப் பரவல் (ஏறத்தாழ 3 MHz முதல் 30 MHz)
- வெளி அலைப் பரவல் (ஏறத்தாழ 30 MHz முதல் 400 GHz)

i) தரை அலைப் பரவல் (Ground wave propagation (or) surface wave propagation)

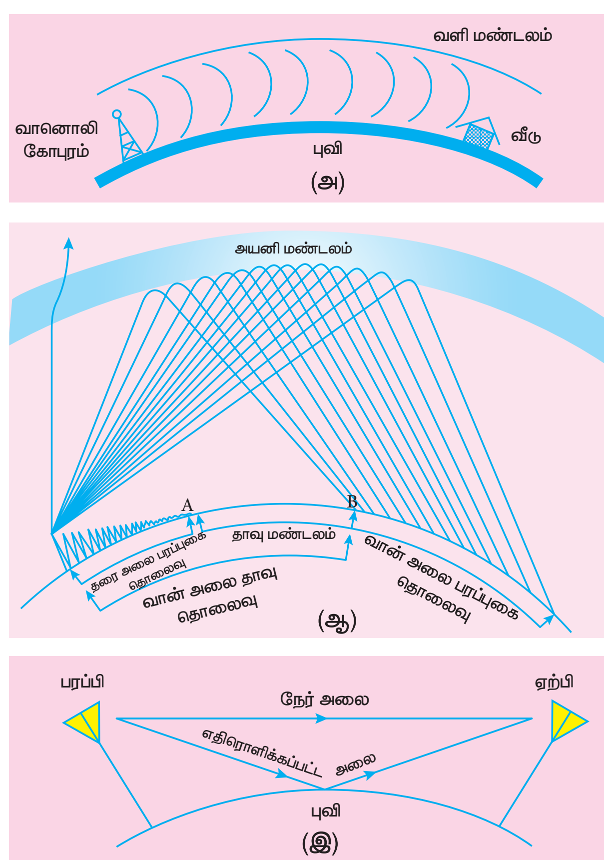
பரப்பியினால் பரப்பப்பட்ட மின்காந்த அலைகள் ஏற்பியைச் சென்றடைய புவியின் தரையை தழுவிக்கொண்டு சென்றால், இந்தப் பரவல் தரை அலைப் பரவல் எனப்படும். தொடர்புடைய அலைகளானது தரை அலைகள் அல்லது மேற்பரப்பு அலைகள் எனப்படுகின்றன. இதன் காட்சி விளக்கப்படம் 10.53 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு பரப்பும் மற்றும் ஏற்கும் விண்ணலைக்கம்பிகள் இரண்டும் புவிக்கு அருகில் இருக்கவேண்டும்.

இது முக்கியமாக உள்ளூர் ஒலிபரப்பு, ரேடியோவின் உதவியால் கடற்பயணம், கப்பலில் இருந்து கப்பல் மற்றும் கப்பலில் இருந்து கடற்கரை தகவல்தொடர்பு மற்றும் செல்பேசி தகவல்தொடர்பு ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

ii) வான் அலைப் பரவல் (Sky wave propagation (or) ionospheric propagation)

விண்ணலைக்கம்பியிலிருந்து அதிக கோணத்தில் மேல்நோக்கி பரப்பப்பட்ட மின்காந்த அலைகள் மீண்டும் புவியை நோக்கி அயனிமண்டலத்தால் எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. இந்த வகையான பரப்புகை வான் அலை பரவல் அல்லது அயனி மண்டலப் பரவல் எனப்படுகிறது. தொடர்புடைய அலைகள் வான் அலைகள் எனப்படும் (படம் 10.53 (ஆ)).

அயனிமண்டலம் ஒரு எதிரொளிக்கும் பரப்பாக செயல்படுகிறது. அது தோராயமாக 50 km இல் ஆரம்பித்து புவிப்பரப்பிற்கு மேல் 400 km வரை பரவி உள்ளது. சூரியனிலிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்கள், காஸ்மிக் கதிர் மற்றும் α, β கதிர்களைப் போன்ற உயர் ஆற்றல் கதிர்வீச்சுகள் உட்கவரப்படுவதால்,



படம் 10.53 மின்காந்த அலைகள் பரவல்
(அ) தரை அலை (ஆ) வான் அலை
(இ) வெளி அலை

அயனிமண்டலத்தில் உள்ள காற்று மூலக்கூறுகள் அயனியாக்கப்படுகின்றன. இது மின்னூட்டப்பட்ட அயனிகளை உருவாக்கி, அந்த அயனிகள் ரேடியோ அலைகள் அல்லது தகவல்தொடர்பு அலைகளை (அனுமதிக்கப்பட்ட அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில்) புவிக்கு திருப்பி எதிரொளிக்கும் ஊடகத்தை உண்டாக்குகிறது. ரேடியோ அலைகள் புவிக்கு திரும்ப வளையும் நிகழ்வு முழு அக எதிரொளிப்பு ஆகும்.

அயனி மண்டலத்தில் படுகோண மதிப்பு அதிகரிக்கும்போது, வான் அலையானது பரப்பியிலிருந்து வெகுதொலைவில் உள்ள தரைப் பகுதியை அடையும். இந்தப் படுகோண மதிப்பு குறையக்குறைய, வான் அலையும் பரப்பிக்கு அருகே உள்ள தரைப்பகுதியை நெருங்கி வரத்துவங்கும். படுகோண மதிப்பை மேலும் குறைக்கும் போது ரேடியோ அலைகள் அயனி மண்டலத்தைத் துளைத்துக்கொண்டு வெளியேறும். ஒரு குறிப்பிட்ட படுகோண மதிப்பிற்கு ஏற்கும் புள்ளி (B) யானது பரப்பியிலிருந்து சிறுமத்தொலைவில் காணப்படும். **பரப்பிக்கும், தரைப்பகுதியை அடையும் வான் அலையின் ஏற்கும் புள்ளிக்கும் இடையே உள்ள சிறுமத்தொலைவிற்கு தாவு தொலைவு என்று பெயர்.**

பரப்பியிலிருந்து விலகிச் செல்லச் செல்ல தரை அலையின் ஏற்பும் குறையத்துவங்கும். ஒரு குறிப்பிட்டப் புள்ளியில் (A) எவ்விதமான தரைஅலை ஏற்பும் இருக்காது. **தரைஅலை மற்றும் வான்அலை இரண்டு மின்காந்த அலைகளின் ஏற்பு இல்லாத ஒரு குறிப்பிட்ட மண்டலத்திற்கு (A மற்றும் B புள்ளிகளுக்கு நடுவே) தாவு மண்டலம் (அல்லது) தாவுப்பகுதி என்று பெயர்.** இது படம் 10.53(ஆ)இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

iii) வெளி அலைப் பரவல் (Space wave propagation)

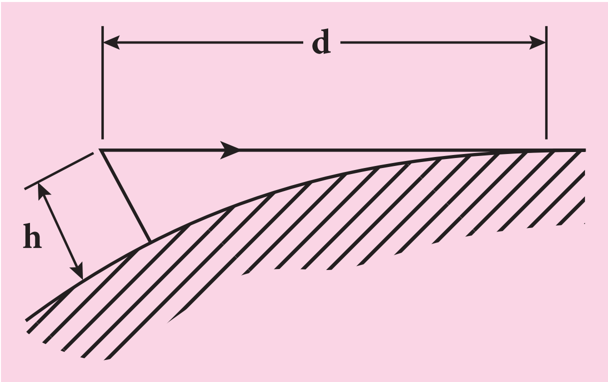
தகவல் சைகையை வெளியின் வழியே அனுப்பும் மற்றும் பெறும் செயல்முறை வெளி அலைப் பரவல் எனப்படும் (படம் 10.53 (இ)). 30 MHzக்கு மேல் மிக அதிகமான அதிர்வெண்களைக் கொண்ட மின்காந்த அலைகள் வெளி அலைகள் எனப்படும். இந்த அலைகள் பரப்பியிலிருந்து ஏற்பிக்கு நேர்க்கோட்டில் பயணம் செய்கிறது. எனவே இது நேர்க்கோட்டு பார்வை தகவல்தொடர்புக்கு (LOS) பயன்படுகிறது.

தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பு, செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பு, மற்றும் ரேடார் போன்ற தகவல்தொடர்பு அமைப்புகள் வெளி அலை பரவலை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன.

பரப்புகை நிகழும் நெடுக்கம் அல்லது தொலைவு (d) ஆனது விண்ணலைக்கம்பியின் உயரத்தை (h) சார்ந்துள்ளது. இதன் சமன்பாடு,

$$d = \sqrt{2Rh} \tag{10.9}$$

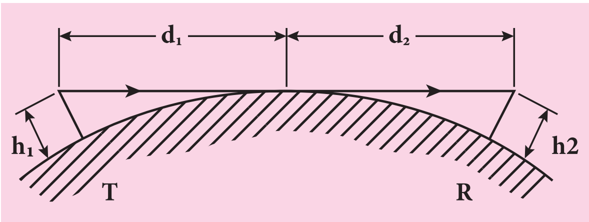
இங்கு R ஆனது புவியின் ஆரம் ஆகும். படம் 10.54 இல் பரப்புகை நிகழும் தொலைவு காட்சிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.



படம் 10.54 பரப்புகை நிகழும் தொலைவு

எடுத்துக்காட்டு 10.12

ஒரு பரப்பும் விண்ணலைக்கம்பியின் உயரம் 40m மற்றும் ஏற்கும் விண்ணலைக்கம்பி 30m உயரம் உள்ளது. அவற்றிற்கிடையே நேர்க்கோட்டு பார்வை தகவல்தொடர்பிற்கான பெருமத்தொலைவு யாது? புவியின் ஆரம் 6.4×10^6 m.



தீர்வு:

பரப்பும் மற்றும் ஏற்கும் விண்ணலைக்கம்பிகளுக்கு இடையே உள்ள மொத்த தொலைவு d ஆனது தனித்தனி பரப்புகை நிகழும் தொலைவுகளின் கூடுதலுக்கு சமமாகும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 239 04-03-2022 16:49:24

$$d = d_1 + d_2$$
$$= \sqrt{2Rh_1} + \sqrt{2Rh_2}$$
$$= \sqrt{2R}\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)$$
$$= \sqrt{2 \times 6.4 \times 10^6} \times \left(\sqrt{40} + \sqrt{30}\right)$$
$$= 16 \times 10^2\ \sqrt{5} \times (6.32 + 5.48)$$
$$= 42217\,m = 42.217\,\text{km}$$

10.12 சில முக்கிய தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள்

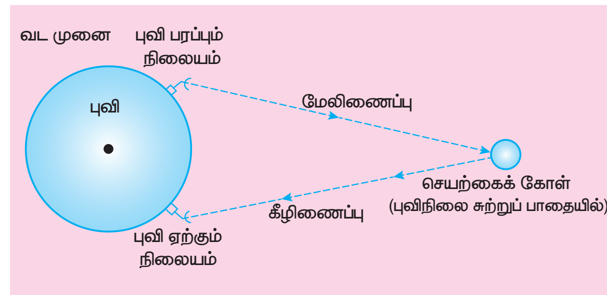
தேவைகளுக்கு ஏற்ப பல்வேறு வகையான தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள் நடைமுறையில் காணப்படுகின்றன. இங்கு சில முக்கிய தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள் அறிமுகம் செய்யப்பட்டு, அவற்றின் பயன்பாடுகள் சுருக்கமாக விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

10.12.1 செயற்கைக்கோள் மற்றும் செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பு (SATELLITE AND ITS COMMUNICATION)

செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பானது செயற்கைக்கோள் வழியாக பரப்பி மற்றும் ஏற்பி இடையே சைகையைப் பரிமாற்றும் தகவல்தொடர்பின் ஒரு வகையாகும். தகவல் சைகையானது புவி நிலையத்தில் இருந்து, வானில் நிலைகொண்டுள்ள செயற்கைக்கோளுக்கு மேலிணைப்பு (Uplink) (அதிர்வெண் பட்டை 6 GHz) ஒன்றின் மூலமாகப் பரப்பப்படுகிறது. பின்னர் அங்குள்ள டிரான்ஸ்பான்டர் என்ற கருவியால் பெருக்கப்பட்டு, கீழிணைப்பு (Downlink) (அதிர்வெண் பட்டை 4 GHz) மூலமாக மற்றொரு புவி நிலையத்திற்கு மீண்டும் பரப்பப்படுகிறது (படம் 10.55).

பயன்பாடுகள்

செயற்கைக்கோள்களானது அவற்றின் பயன் பாடுகள் அடிப்படையில் பல்வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 10.55 செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பு அமைப்பு

i) **வானிலை செயற்கைக்கோள்கள்:**

இவை புவியின் வானிலை மற்றும் தட்பவெப்பநிலையைக் கண்காணிக்கப் பயன்படுகின்றன. மேகங்களின் நிறையை அளப்பதன் மூலம் மழை, அபாயகரமான சூறாவளி மற்றும் புயல்கள் ஆகியவற்றை முன்கணிப்பு செய்வதற்கு இந்தச் செயற்கைக்கோள்கள் நமக்கு உதவுகின்றன.

ii) **தகவல்தொடர்பு செயற்கைக்கோள்கள்:**

இவை தொலைக்காட்சி, வானொலி, இணையச் சைகைகள் ஆகியவற்றை பரப்புவதற்குப் பயன்படுகின்றன. நீண்ட தொலைவுகளுக்குப் பரப்ப, ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட செயற்கைக்கோள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

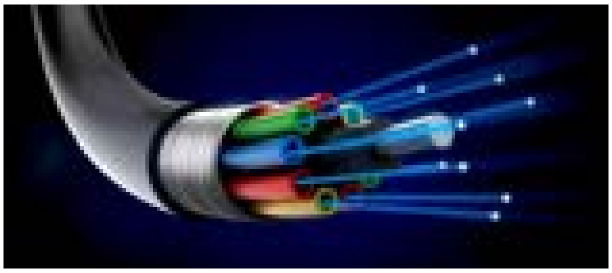
iii) **வழிநடத்தும் செயற்கைக்கோள்கள்:**

கப்பல்கள், விமானங்கள் அல்லது வேறு எந்த பொருளின் புவிசார் அமைவிடத்தை கண்டறியும் பணிகளில் இவை ஈடுபடுகின்றன.

10.12.2 ஒளி இழைத் தகவல்தொடர்பு (FIBRE OPTIC COMMUNICATION)

ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு ஒளி இழையின் வழியாக, ஒளித்துடிப்புகளின் மூலம் தகவல்களைப் பரப்பும் முறை ஒளி இழைத் தகவல்தொடர்பு எனப்படும். இது முழு அக எதிரொளிப்புத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 240 04-03-2022 16:49:27



படம்: 10.56 ஒளி இழைகள்

பயன்பாடுகள்

ஒளி இழை அமைப்பு பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. அவை சர்வதேச தகவல்தொடர்பு, நகரங்கள் இடையே தகவல்தொடர்பு, தரவு இணைப்புகள், ஆலை மற்றும் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாடு மற்றும் இராணுவப் பயன்பாடுகள் ஆகியவை ஆகும்.

நன்மைகள்

i) ஒளி இழைகள் மிகவும் மெலிதானது. தாமிர வடங்களை விட குறைவான எடை கொண்டவை.

ii) இந்த அமைப்பு மிக அதிக பட்டை அகலத்தைக் கொண்டுள்ளது. இதன் பொருள்: தகவல் சுமந்து செல்லும் திறன் அதிகம் என்பதாகும்.

iii) ஒளி இழை அமைப்பு மின் இடையூறுகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

iv) தாமிர வடங்களை விட ஒளி இழை மலிவானது.

குறைபாடுகள்

i) தாமிரக்கம்பிகளுடன் ஒப்பிடும்போது ஒளி இழை வடங்கள் எளிதில் உடையக் கூடியவை.

ii) இதன் தொழில்நுட்பம் விலையுயர்ந்தது ஆகும்.

10.12.3 ரேடார் மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள் (RADAR AND APPLICATIONS)

ரேடார் (RADAR) என்பது RAdio Detection And Ranging என்ற சொற்றொடரின் சுருக்கமாகும். இது தகவல்தொடர்பு அமைப்புகளின் பயன்பாடுகளில் முக்கியமான ஒன்றாகும். இது வானூர்தி, கப்பல்கள், விண்கலன் ஆகிய தொலைதூரப் பொருட்களை கண்டுணர்வதற்கு மற்றும் அவற்றின் இருப்பிடத்தை அறியவதற்குப் பயன்படுகிறது. நமது கண்ணிற்குப் புலப்படாத பொருட்களின் கோணம், தொலைவு மற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றை ரேடார் மூலம் கண்டறியலாம்.

ரேடார் ஆனது தகவல்தொடர்புக்கு மின்காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்துகிறது. முதலில் மின்காந்த சைகையானது விண்ணலைக்கம்பி மூலம் வெளியின் அனைத்து திசைகளிலும் பரப்பப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட இலக்குப் பொருளின் மீது மோதும் சைகையானது எதிரொளிக்கப்பட்டு, எல்லா திசைகளிலும் மீண்டும் பரப்பப்படுகிறது. இந்த எதிரொளிக்கப்பட்ட சைகை (எதிரொளி), ரேடார் விண்ணலைக்கம்பியால் பெறப்பட்டு ஏற்பிக்கு அளிக்கப்படுகிறது.

பிறகு அது செயல்முறைபடுத்தப்பட்டு, பெருக்கப்பட்டு பொருளின் புவிசார் புள்ளிவிவரங்கள் கண்டறியப்படுகின்றன. சைகையானது ரேடாரில் இருந்து இலக்குப்பொருளுக்குச் சென்று, மீண்டும் திரும்பி வருவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தில் இருந்து இலக்குகளின் நெடுக்கம் கண்டறியப்படுகிறது.

பயன்பாடுகள்

ரேடார்கள் அனேக துறைகளில் பயன்படுகிறது.

i) இராணுவத்தில், இலக்குகளை இடம் காணவும், கண்டறியவும் பயன்படுகின்றன.

ii) கப்பல் மூலம் கடல் பரப்பில் தேடுதல், வான் தேடுதல் மற்றும் ஏவுகணை வழிநடத்தும் அமைப்பு போன்ற வழிகாட்டும் அமைப்புகளில் பயன்படுகிறது.

iii) மழைப்பொழிவு வீதம் மற்றும் காற்றின் வேகம் ஆகியவற்றை அளவிட்டு, வானிலை கண்காணிப்பில் ரேடார் பயன்படுகின்றது.

iv) அவசரகால சூழ்நிலைகளில், மக்களின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறிந்து, அவர்களை மீட்கும் பணியில் உதவுகிறது.

10.12.4 செல்பேசி தகவல்தொடர்பு (MOBILE COMMUNICATION)

செல்பேசி தகவல் தொடர்பானது கம்பிகள் அல்லது கம்பிவடங்கள் போன்ற எந்த இணைப்புகளும் இன்றி வெவ்வேறு இடங்களில் உள்ளவர்களுடன் தொடர்பு கொள்ள உதவுகிறது. அதிகமான பரப்பிற்கு இணைப்பு இன்றியே பரப்புகையை அனுமதிக்கிறது. வீடு, அலுவலகம் போன்ற குறிப்பிட்ட இடத்தில் இருந்து மட்டுமல்லாமல், எந்த இடத்திலிருந்தும் பிறருடன் தொடர்பு கொள்ள வழிசெய்கிறது. தொலைதூர இடங்களுக்கும் தகவல்தொடர்பு வசதியை ஏற்படுத்துகிறது.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 241 04-03-2022 16:49:27

படம் 10.57 செல்பேசி தகவல் தொடர்பு

இது இடம்பெயரும் (roaming) வசதியை அளிக்கிறது. அதாவது தகவல்தொடர்பு முறிவு இன்றி, பயனாளர் ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு நகரலாம். இந்தத் தகவல்தொடர்பு வலை அமைப்பை நிறுவுவதற்கு மற்றும் பராமரிப்பதற்கு ஆகும் செலவு குறைவானதாகும்.

பயன்பாடுகள்

i) இது தனிப்பட்ட தகவல்தொடர்புக்கு பயன்படுகிறது. மற்றும் செல்பேசிகளுக்கு உயர் வேகத்தில் குரல் மற்றும் தரவு இணைப்பை வழங்குகிறது.

ii) உலகம் முழுவதும் ஒரு சில வினாடிக்குள் செய்திகளைப் பரப்பமுடியும்.

iii) இணையத்தின் வழியே பொருட்களைப் பயன்படுத்தும் (Internet of Things, IoT) முறையில், ஒரு சாதனத்தின் மூலம் பல்வேறு சாதனங்களைக் கட்டுப்படுத்துவது சாத்தியமாகிறது. எடுத்துக்காட்டு: செல்பேசியைப் பயன்படுத்தி, வீட்டு உபயோகப்பொருட்கள் அனைத்தையும் இயக்கமுடியும்.

iv) இது கல்வித்துறையில் நவீன வசதிகளுடன் கூடிய வகுப்பறைகள், இணையதளத்தில் பாடம் தொடர்பான குறிப்புகள் கிடைப்பது, மாணவர்களின் செயல்பாடுகளை கவனித்தல் ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

10.12.5 இணையம் (INTERNET)

இணையம் என்பது தகவல்தொடர்பு அமைப்பில் பன்முகத்தன்மை கொண்ட கருவிகளுடன் வளர்ந்து வரும் ஒரு தொழில்நுட்பம் ஆகும். அது மக்களுடன் தொடர்பு கொள்ள புதிய வழிமுறைகளை வழங்குகிறது. இணையம் என்பது இலட்சக்கணக்கான மக்களை கணினி வழியே இணைக்கும், உலகளவில் அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ள மிகப்பெரும் கணினி வலை அமைப்பாகும். அது வாழ்க்கையின் அனைத்து நடைமுறைகளிலும் ஏராளமான பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது.

பயன்பாடுகள்:

i) **தேடு பொறி:** உலகளாவிய வலைத்தளங்களில் தகவல்களைத் தேடுவதற்குப் பயன்படும் இணையம் சார்ந்த சேவைக் கருவியானது, தேடு பொறி எனப்படும்.

ii) **தகவல்தொடர்பு:** இ–மெயில், உடனடிச் செய்திச் சேவைகள் மற்றும் சமூக வலைத்தளங்கள் மூலம், லட்சக்கணக்கான மக்கள் ஒன்றிணைந்து தொடர்பு கொள்வதற்கு இணையம் உதவுகிறது.

iii) **மின்–வணிகம்:** எலக்ட்ரானிய வலைத்தளம் மூலம் பொருட்களை வாங்குதல், விற்றல், சேவைகளைப் பெறுதல் மற்றும் நிதி பரிமாற்றம் ஆகிய செயல்பாடுகளில் இணையம் பயன்படுகிறது.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 242 04-03-2022 16:49:27

பாடச்சுருக்கம்

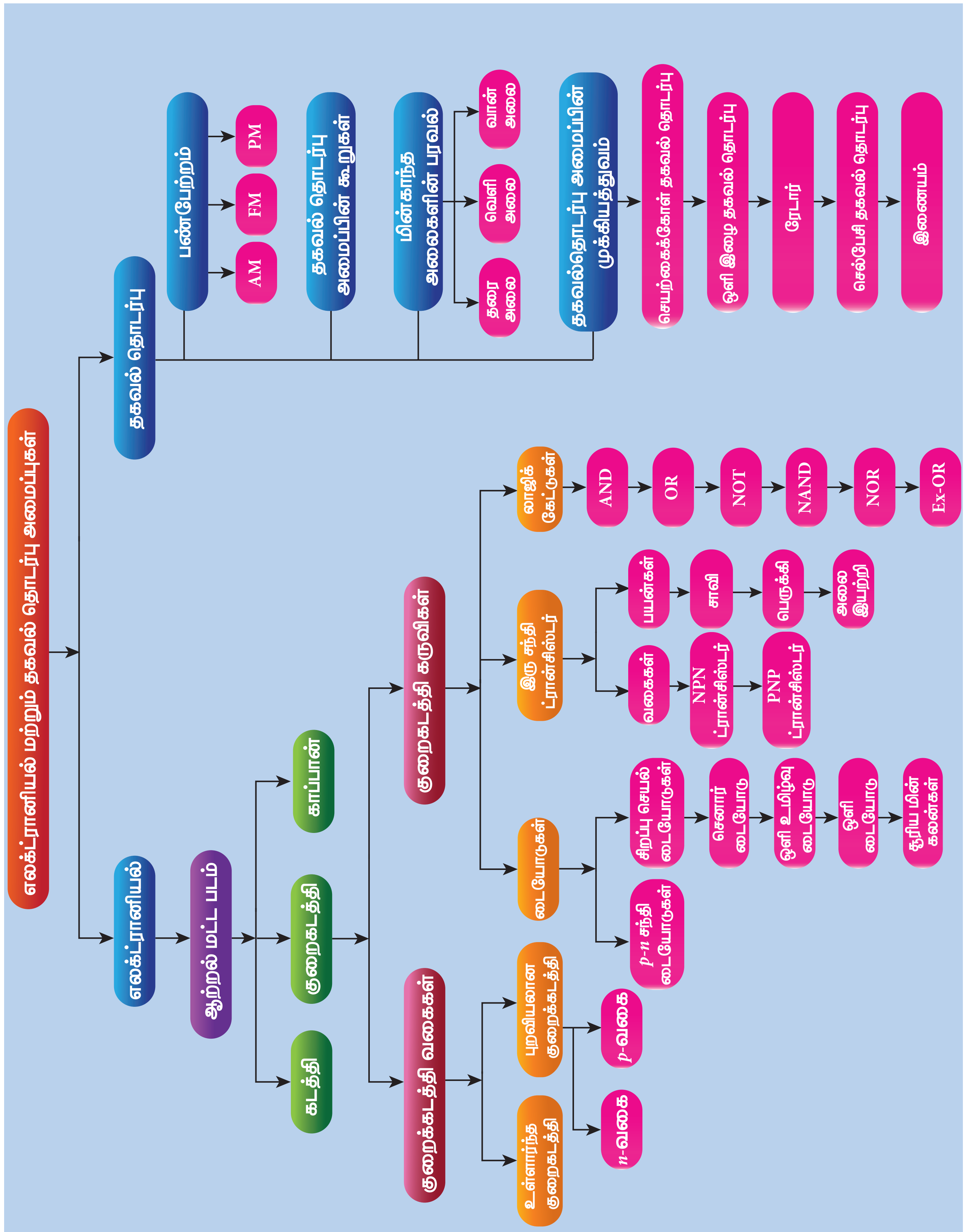
- திண்மங்களில் உள்ள ஆற்றல் பட்டைகள் மூலம் அவை கடத்திகள், காப்பான்கள் மற்றும் குறைகடத்திகள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.
- N வகை குறைகடத்தியில் எலக்ட்ரான்கள் பெரும்பான்மை ஊர்திகளாகவும் துளைகள் சிறுபான்மை ஊர்திகளாகவும் உள்ளன.
- P வகை குறை கடத்தியில் துளைகள் பெரும்பான்மை ஊர்திகளாகவும், எலக்ட்ரான்கள் சிறுபான்மை ஊர்திகளாகவும் உள்ளன.
- சந்திக்கு அருகில் மின்னூட்டங்களற்ற [கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள்] மெல்லிய பகுதி இயக்கமில்லாப் பகுதி எனப்படும்.
- PN சந்தி டையோடு முன்னோக்குச் சார்பில் இருக்கும்போது, இயக்கமில்லாப் பகுதியின் அகலம் குறைந்து, மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்.
- PN சந்தி டையோடு பின்னோக்குச் சார்பில் இருக்கும்போது திறந்த சாவியாகச் செயல்பட்டு மின்னோட்டத்தைக் கடத்தாது. இயக்கமில்லாப் பகுதியின் அகலம் அதிகரிக்கும்.
- முன்னோக்குச் சார்பில் உள்ள PN சந்தி டையோடு அலை திருத்தியாகச் செயல்படும். மாறுதிசை மின்னழுத்தம் அல்லது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னழுத்தம் அல்லது நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்றும் செயல் முறை திருத்துதல் எனப்படும்.
- அரை அலை திருத்தி உள்ளீடு சைகையின் அரை அலையை மட்டும் திருத்தித் துடிக்கும் DC வெளியீட்டை உருவாக்கும்.
- முழு அலை திருத்தி உள்ளீட்டின் இரு அரை அலைகளையும் திருத்தும்.
- மிக வலிமையான மின்புலம் செலுத்தப்படும்போது, செனார் முறிவானது அதிக அளவு மாசூட்டப்பட்ட PN சந்தி டையோடில் நடைபெறுகிறது.
- சரிவு முறிவானது குறைவாக மாசூட்டப்பட்டு மிக அகலமான இயக்கமில்லாப் பகுதியில் நடைபெறுகிறது. வெப்பத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட சிறுபான்மை ஊர்திகளால் சகப்பிணைப்பு முறிக்கப்படும்போது இது நடைபெறுகிறது.
- செனார் டையோடு என்பது, மிக அதிகமாக மாசூட்டப்பட்டுப் பின்னோக்குச் சார்பில் செயல்படும் pn சந்தி டையோடு ஆகும்.
- ஒளி உமிழ்வு டையோடு என்பது கட்புலனாகும் அல்லது கட்புலனாகாத ஒளியை உமிழும் முன்னோக்குச் சார்பில் அமைந்த குறைகடத்தி சாதனமாகும் பெரும்பான்மை ஊர்திகள் தங்களது பகுதிக்கு நுழையும் சிறுபான்மை ஊர்திகளுடன் மறுஇணைப்பு மேற்கொள்வதால் ஆற்றலானது போட்டான் வடிவில் உமிழப்படும்.
- ஒளி சைகைகளை மின் சைகைகளாக மாற்றும் PN சந்தி டையோடு ஒளி டையோடு எனப்படும்.
- போதுமான ஆற்றல் கொண்ட போட்டான் டையோடுமீது படும்போது, எலக்ட்ரான் துளை சோடியை உருவாக்கும். இந்த எலக்ட்ரான்களும் துளைகளும் மறு இணைப்பு அடைவதற்கு முன்பே, பின்னோக்குச் சார்பினால் ஏற்படுத்தப்பட்ட மின் புலத்தினால் சந்திக்குக் குறுக்கே நகர்த்தப்பட்டு, அதனால் ஒளி மின்னோட்டம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
- சூரிய மின்கலன் என்பது, ஒளி ஆற்றலை நேரடியாக மின் ஆற்றலாக மாற்றும் சாதனம். இது ஒளி வோல்டா விளைவின் அடிப்படையில் செயல்படும்.
- இருமுனை சந்தி டிரான்சிஸ்டர் (BJT) என்பது குறைக்கடத்தி கருவியாகும். NPN மற்றும் PNP என இரு வகைகள் உள்ளன
- ஒரு BJT–க்கு மூன்று நிலை அமைப்புகள் உள்ளன. அவை பொது அடிவாய், பொது உமிழ்ப்பான் மற்றும் பொது ஏற்பான் ஆகும்
- பொது அடிவாய் நிலை அமைப்பில், மின்னோட்டப் பெருக்கம் α என்பது ஏற்பான் மின்னோட்டம் மற்றும் உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டத்தின் தகவு ஆகும்.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 243 04-03-2022 16:49:28

- பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பில் மின்னோட்ட பெருக்கம் β என்பது ஏற்பான் மின்னோட்டம் மற்றும் அடிவாய் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் தகவு ஆகும்.
- பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பிலுள்ள டிரான்சிஸ்டரானது சாவியாக செயல்படும்.
- பொது உமிழ்ப்பான் நிலை அமைப்பிலுள்ள டிரான்சிஸ்டரானது, பெருக்கியாகச் செயல்படும். மேலும், பெருக்கப்பட்ட வெளியீட்டுச் சைகைக்கும், உள்ளீடு சைகைக்கும் இடையே 180^0 கட்ட வேறுபாடு ஏற்படும்.
- ஒரு தொட்டிச் சுற்று மற்றும் நேர் பின்னூட்டம் இணைந்த ஒரு டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கி அலை இயற்றியாகச் செயல்படும்.
- லாஜிக் கேட் என்பது உள்ளீடுகளின் சேர்க்கைக்கு ஏற்ப வெளியீட்டை தரும் தர்க்க சுற்றுகளாகும்.
- டீ மார்கனின் முதல் தேற்றத்தின்படி, இரு லாஜிக் உள்ளீடுகளின் கூடுதலின் நிரப்பியானது அவற்றின் நிரப்பிகளின் பெருக்கல்பலனுக்கு சமமாகும்.
- டீ மார்கனின் இரண்டாவது தேற்றத்தின்படி, இரு உள்ளீடுகளின் பெருக்கல்பலனின் நிரப்பியானது அதன் நிரப்பிகளின் கூடுதலுக்கு சமமாகும்.
- நீண்ட தொலைவுக்கு மின்காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு சைகையை பரப்பவும், ஏற்கவும் தேவையான அடிப்படை உறுப்புகள் வருமாறு: திறன் மாற்றி, பெருக்கி, ஊர்தி சைகை, பண்பேற்றி, திறன் பெருக்கி, பரப்புகை ஊடகம், பரப்பும் மற்றும் ஏற்கும் விண்ணலைக்கம்பி, பண்பிறக்கி, பகுப்பான்.
- நீண்ட தொலைவு பரப்புகைக்கு அடிக்கற்றை சைகை ஊர்தி அலையுடன் பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது.
- அடிக்கற்றை சைகையின் கணநேர வீச்சிற்கு ஏற்ப ஊர்தி சைகையின் வீச்சு மாற்றப்பட்டால் அது வீச்சுப் பண்பேற்றம் எனப்படும்.
- அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தில், அடிக்கற்றை சைகையின் கணநேர வீச்சிற்கு ஏற்றாற்போல் ஊர்தி சைகையின் அதிர்வெண் மாற்றப்படுகிறது.
- கட்டப் பண்பேற்றத்தில், அடிக்கற்றை சைகையின் கணநேர வீச்சானது ஊர்தி சைகையின் கட்டத்தை மாற்றுகிறது மற்றும் ஊர்தி அலையின் வீச்சு மற்றும் அதிர்வெண் மாறுவதில்லை.
- பரப்பியினால் பரப்பப்பட்ட மின்காந்த அலைகள் ஏற்பியைச் சென்றடைய புவியின் தரையை தழுவிக்கொண்டு சென்றால், இந்தப் பரவல் தரை அலைப் பரவல் எனப்படும்.
- விண்ணலைக்கம்பியிலிருந்து அதிக கோணத்தில் மேல்நோக்கி பரப்பப்பட்ட மின்காந்த அலைகள் மீண்டும் புவியை நோக்கி அயனிமண்டலத்தால் எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. இந்த வகையான பரப்புகை வான் அலை பரவல் எனப்படுகிறது.
- தகவல் சைகையை வெளியின் வழியே அனுப்பும் மற்றும் பெறும் செயல்முறை வெளி அலைப் பரவல் எனப்படும்.
- செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பானது செயற்கைக்கோள் வழியாக பரப்பி மற்றும் ஏற்பி இடையே சைகையைப் பரிமாற்றும் தகவல்தொடர்பின் ஒரு வகையாகும்.
- ஓரிடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு ஒளி இழையின் வழியாக, ஒளித்துடிப்புகளின் மூலம் தகவல்களைப் பரப்பும் முறை ஒளி இழைத் தகவல்தொடர்பு எனப்படும்.
- ரேடார் (RADAR) என்பது RAdio Detection And Ranging என்ற சொற்றொடரின் சுருக்கமாகும். இது தகவல்தொடர்பு அமைப்புகளின் பயன்பாடுகளில் முக்கியமான ஒன்றாகும்.
- செல்பேசி தகவல்தொடர்பானது கம்பிகள் அல்லது கம்பிவடங்கள் போன்ற எந்த இணைப்புகளும் இன்றி வெவ்வேறு இடங்களில் உள்ளவர்களுடன் தொடர்பு கொள்ள உதவுகிறது.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 244 04-03-2022 16:49:28

கருத்து வரைபடம்



XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 245 04-03-2022 16:49:28

மதிப்பீடு

I சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. ஒரு சிலிக்கான் டையோடின் மின்னழுத்த அரண் (தோராயமாக)

a) 0.7 V b) 0.3V c) 2.0 V d) 2.2V

2. சிறிய அளவு ஆண்டிமனி (Sb) ஆனது, ஜெர்மானியம் படிகத்துடன் சேர்க்கும் போது (AIPMT 2011)

a) இது p–வகை குறைக்கடத்தியாக மாறுகிறது

b) ஆண்டிமனி ஒரு ஏற்பான் அணுவாக மாறுகிறது

c) குறைக்கடத்தியில் துளைகளை விட அதிகமான கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் இருக்கும்

d) அதன் மின்தடை அதிகரிக்கிறது

3. சார்பளிக்கப் படாத *p-n* சந்தியில், *p*-பகுதியில் உள்ள பெரும்பான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் (அதாவது, துளைகள்) *n*-பகுதிக்கு விரவல் அடைவதற்கு காரணம்.

a) *p-n* சந்தியின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு

b) *n*-பகுதியில் உள்ளதை விட, *p*-பகுதியில் உள்ள அதிக துளை செறிவு

c) *n*-பகுதியில் உள்ள கட்டுறா எலக்ட்ரான்களின் கவர்ச்சி

d) மேலே உள்ள அனைத்தும்

4. ஓர் நேர்அரை அலைதிருத்தியில் திருத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம் ஒரு பளுமின்தடைக்கு அளிக்கப்பட்டால், உள்ளீடு சைகை மாறுபாட்டின் எந்தப் பகுதியில் பளு மின்னோட்டம் பாயும்

a) $0^0–90^0$ b) $90^0–180^0$

c) $0^0–180^0$ d) $0^0–360^0$

5. செனார் டையோடின் முதன்மைப்பயன்பாடு எது?

a) அலைதிருத்தி b) பெருக்கி

c) அலை இயற்றி

d) மின்னழுத்தச் சீரமைப்பான்

6. சூரிய மின்கலன் இந்தத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது.

a) விரவல்

b) மறு இணைப்பு

c) ஒளி வோல்டா செயல்பாடு

d) ஊர்தியின் பாய்வு

7. ஒளி உமிழ்வு டையோடில் ஒளி உமிழப்படக் காரணம்

a) மின்னூட்ட ஊர்திகளின் மறுஇணைப்பு

b) லென்சுகளின் செயல்பாட்டால் ஏற்படும் ஒளி எதிரொளிப்பு

c) சந்தியின்மீது படும் ஒளியின் பெருக்கம்

d) மிகப்பெரிய மின்னோட்ட கடத்தும் திறன்

8. *p-n* சந்தியில் உள்ள மின்னழுத்த அரண் i) குறைக்கடத்திப் பொருளின் வகை ii) மாசூட்டலின் அளவு. iii) வெப்பநிலை ஆகியவற்றைப் பொருத்து அமையும். பின்வருவனவற்றில் எது சரியானது? (NEET)

a) (i) மற்றும் (ii)

b) (ii) மட்டும்

c) (ii) மற்றும் (iii)

d) (i) (ii) மற்றும் (iii)

9. ஓர் அலை இயற்றியில் தொடர்ச்சியான அலைவுகள் ஏற்பட

a) நேர்பின்னூட்டம் இருக்க வேண்டும்.

b) பின்னூட்ட மாறிலி ஒன்றாக இருக்க வேண்டும்.

c) கட்டமாற்றம் சுழி அல்லது 2π யாக இருக்க வேண்டும்

d) மேற்கூறிய அனைத்தும்.

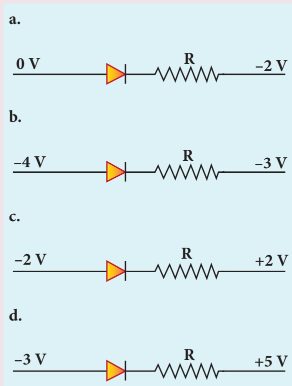
10. ஒரு NOT கேட்டின் உள்ளீடு A= 1011 எனில், அதன் வெளியீடானது,

a) 0100 b) 1000

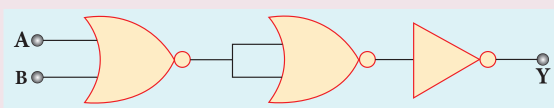
c) 1100 d) 0011

11. பின்வருவனவற்றில் எது முன்னோக்குச் சார்பில் உள்ள டையோடினைக் குறிக்கும் (NEET)

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 246 11-03-2022 15:09:16



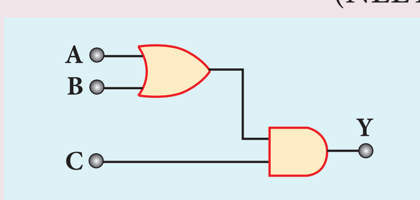
12. பின்வரும் மின்சுற்று எந்த லாஜிக் கேட்டிற்குச் சமமானது (NEET)



a) AND கேட் b) OR கேட்

c) NOR கேட் d) NOT கேட்

13. பின்வரும் மின்சுற்றின் வெளியீடு 1 ஆக இருக்கும்போது, உள்ளீடு ABC ஆனது (NEET 2016)



a) 101 b) 100

c) 110 d) 010

14. பண்பேற்றும் சைகையின் கணநேர வீச்சிற்கு ஏற்ப ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண் மாற்றப்படுவது ---------------- எனப்படும்.

a) வீச்சுப் பண்பேற்றம்

b) அதிர்வெண் பண்பேற்றம்

c) கட்டப் பண்பேற்றம்

d) துடிப்பு அகல பண்பேற்றம்

15. 3MHz முதல் 30MHz வரையிலான அதிர்வெண் நெடுக்கம் பயன்படுவது

a) தரை அலைப் பரவல்

b) வெளி அலைப் பரவல்

c) வான் அலைப் பரவல்

d) செயற்கைக்கோள் தகவல்தொடர்பு

விடைகள்

1. a	2. c	3. b	4. c	5. d
6. c	7. a	8. d	9. d	10. a
11. a	12. c	13. a	14. b	15. c

II சிறுவிடை வினாக்கள்

1. விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி வரையறு.

2. குறை கடத்தியின் வெப்பநிலை மின்தடை எண் எதிர்குறி உடையது ஏன்?

3. மாசூட்டல் என்பதன் பொருள் என்ன?

4. உள்ளார்ந்த மற்றும் புறவியலான குறைகடத்திகளை வேறுபடுத்துக.

5. ஒரு டையோடு "ஒருதிசைக்கருவி என அழைக்கப்படுகிறது" விளக்குக.

6. ஒரு டையோடில் கசிவு மின்னோட்டம் என்பதன் பொருள் என்ன?

7. ஒரு முழு அலைதிருத்தியின் உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு அலைவடிவங்களை வரைக.

8. சரிவு முறிவு மற்றும் செனார் முறிவு ஆகியவற்றை வேறுபடுத்துக?

9. தொடர்ச்சியான அலைவுகளுக்கானப் பர்க்கௌசன் (Barkhausen) நிபந்தனைகளை கூறுக.

10. NPN டிரான்சிஸ்டரில் மின்னோட்ட பாய்வு பற்றி விளக்குக.

11. லாஜிக் கேட்டுகள் என்றால் என்ன?

12. ஒரு டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியில் பின்னூட்டச் சுற்றுக்கான தேவையை விளக்குக.

13. PN சந்தியின் குறுக்கே பாயும் விரவல் மின்னோட்டம் பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.

14. சார்பளித்தல் என்றால் என்ன? அதன் வகைகள் யாவை?

15. ஒரே வகையான குறைகடத்தி பொருளால் செய்யப்பட்ட போதிலும் ஒரு டிரான்ஸிஸ்டரின் உமிழ்ப்பான் மற்றும் ஏற்பான் ஆகியவற்றை பரிமாற்றிப் பயன்படுத்த இயலாது ஏன்?

16. NOR மற்றும் NAND கேட்டுகள் பொது கேட்டுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன ஏன்?

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 247 04-03-2022 16:49:28

17. மின்னழுத்த அரண் வரையறு?

18. திருத்துதல் என்றால் என்ன?

19. ஒளி உமிழ்வு டையோடின் பயன்பாடுகளை வரிசைப்படுத்து.

20. சூரிய மின்கலங்களின் தத்துவத்தை தருக.

21. தொகுப்புச் சுற்றுகள் என்றால் என்ன?

22. பண்பேற்றம் வரையறு.

23. ஒரு பரப்பி அமைப்பின் பட்டை அகலம் என்பதை வரையறு.

24. தாவு தொலைவு வரையறு.

25. ரேடாரின் பயன்களை தருக.

26. செல்பேசி தகவல் தொடர்பு என்றால் என்ன?

27. அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தில் மைய அதிர்வெண் அல்லது ஓய்வு நிலை அதிர்வெண் – விளக்குக.

28. RADAR என்பது எதனைக் குறிக்கிறது?

29. பல்வேறு வகைப்பட்ட தகவல் தொடர்புகளில் ஒளி இழை தகவல் தொடர்பு சிறந்ததாக விளங்குகிறது. நிரூபி.

III பெரு விடை வினாக்கள்

1. n– வகை புறவியலான குறைகடத்திகள் உருவாக்கப்படுவதை விளக்கமாக எழுதுக.

2. ஒரு PN சந்தி டையோடின் இயக்கமில்லாத பகுதி மற்றும் மின்னழுத்த அரண் ஆகியவை உருவாவதை விவரி.

3. ஒரு அரை அலைதிருத்தியின் படம் வரைந்து அதன் செயல்பாட்டினை விளக்குக.

4. ஒரு முழு அலைதிருத்தியின் அமைப்பு மற்றும் செயல்படும் விதத்தினை விளக்குக.

5. ஒளி உமிழ் டையோடு என்றால் என்ன? செயல்படும் தத்துவத்தைப் படத்துடன் தருக.

6. ஒளி டையோடு என்பதனைப் பற்றிக் குறிப்பெழுதுக.

7. சூரிய மின்கலம் வேலை செய்யும் தத்துவத்தை விவரி. அதன் பயன்பாடுகளைக் குறிப்பிடுக.

8. பொது உமிழ்ப்பான் டிரான்சிஸ்டரின் நிலை சிறப்பியல்புகளை வரைந்து உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு சிறப்பியல்புகளின் முக்கியமான கருத்துகளைத் தருக.

9. ஒரு டிரான்சிஸ்டர் சாவியாக செயல்படுவதை விவரி.

10. தெளிவான மின்சுற்று படத்துடன் டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியாகச் செயல்படுவதை விவரிக்கவும். உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு அலைவடிவங்களை வரைக.

11. பின்வரும் லாஜிக் கேட்டுகளில் மின்சுற்று குறியீடு, லாஜிக்செயல்பாடு, உண்மை அட்டவணை மற்றும் பூலியன் சமன்பாடுகளை தருக. i) AND கேட்டு ii) OR கேட்டு iii) NOT கேட்டு iv) NAND கேட்டு v) NOR கேட்டு மற்றும் vi) EX-OR கேட்டு

12. டீ மார்கன் முதல் மற்றும் இரண்டாவது தேற்றங்களை கூறி நிரூபிக்கவும்.

13. வீச்சு பண்பேற்றத்தை தேவையான படங்களுடன் விவரி.

14. தகவல்தொடர்பு அமைப்பின் அடிப்படை உறுப்புகளைத் தேவையான கட்டப்படத்துடன் விவரி.

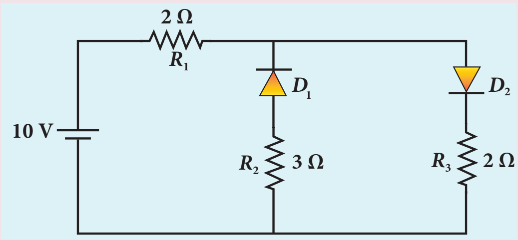
15. வெளியின் வழியாக மின்காந்த அலை பரவுதலில் தரை அலை பரவல் மற்றும் வெளி அலை பரவல் ஆகியவற்றை விவரி.

16. அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தின் நன்மை மற்றும் தீமைகளை வரிசைப்படுத்து.

17. செயற்கைக்கோள் தகவல் தொடர்பு என்பதன் பொருள் என்ன? அதன் பயன்பாடுகள் யாவை?

IV பயிற்சிக் கணக்குகள்

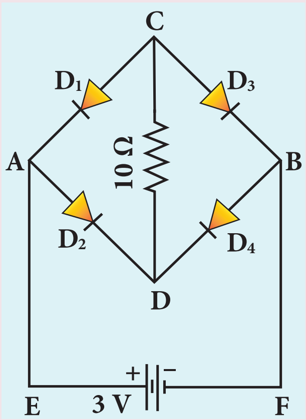
1. தரப்பட்டுள்ள மின்சுற்றில் இரண்டு நல்லியல்பு டையோடுகள் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்தடை R_1 வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடுக. [விடை: 2.5 A]



XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 248 04-03-2022 16:49:28

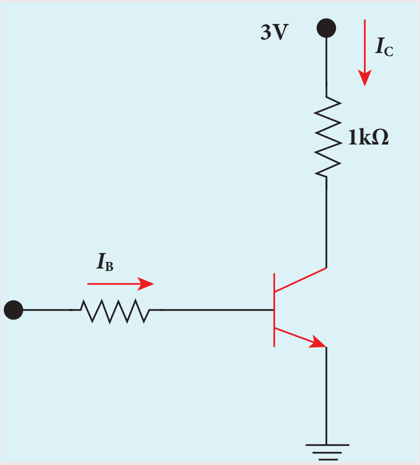
2. பின்வரும் படத்தில் உள்ளவாறு நான்கு சிலிக்கான் டையோடுகள் மற்றும் ஒரு $10\ \Omega$ மின்தடை ஆகியவை இணைக்கப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு டையோடும் $1\ \Omega$ மின்தடை கொண்டவை எனில் $10\ \Omega$ மின்தடை வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தினைக் கணக்கிடுக.

[விடை: 0.13 A]

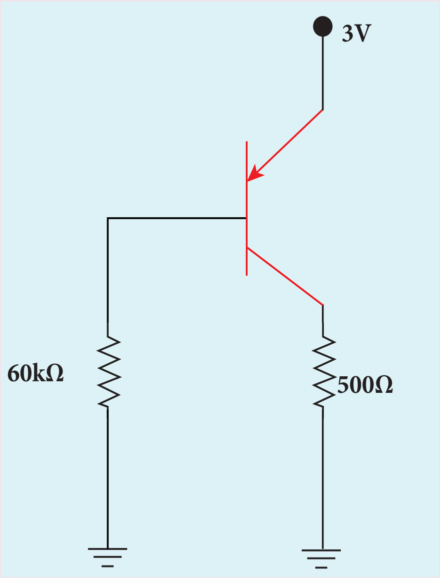


3. $V_{CEsat} = 0.2\ V$ எனவும் $\beta = 50$ எனில், பின்வரும் படத்தில் காட்டியுள்ள டிரான்சிஸ்டரைத் தெவிட்டிய நிலைக்குக் கொண்டுசெல்ல தேவைப்படும் சிறும அடிவாய் மின்னோட்டத்தைக் (I_B) கணக்கிடுக.

[விடை: 56 μA]

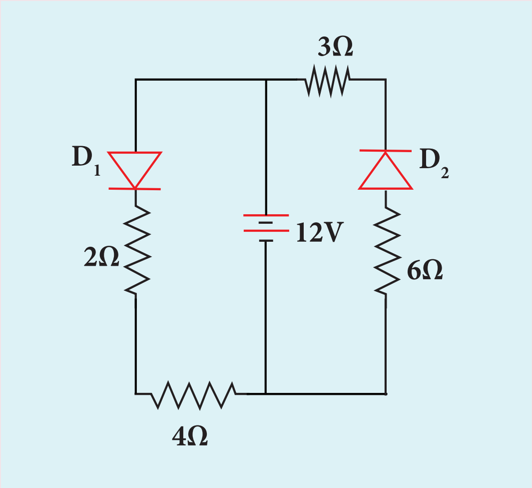


4. பின்வரும் படத்தில் காட்டப்பட்ட மின்சுற்றில் உள்ள இருமுனை சந்தி டிரான்சிஸ்டரின் மின்னோட்ட பெருக்கம் $\beta = 50$ என்க. $V_{EB} = 600\ mV$ என்ற உமிழ்ப்பான்–அடிவாய் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கு ஏற்ற, உமிழ்ப்பான்–ஏற்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை V_{EC} வோல்ட்டில் கணக்கிடுக. [விடை: 2 V]



5. பின்வரும் மின்சுற்றில் 3Ω மற்றும் 4Ω மின்தடைகள் வழியாக பாயும் மின்னோட்டங்களை கண்டுபிடி. D_1 மற்றும் D_2 நல்லியல்பு டையோடுகள் எனக் கொள்க.

[விடை: 0 மற்றும் 2A]



XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 249 11-03-2022 15:25:30

6. பூலியன் இயற்கணிதத்தின் விதிகள் மற்றும் தேற்றங்களைப் பயன்படுத்தி பின்வரும் பூலியன் சமன்பாடுகளை நிரூபி.

i) $(A+B)(A+\overline{B}) = A$

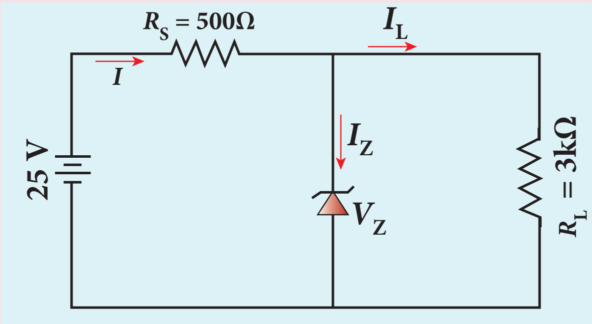
ii) $A(\overline{A}+B) = AB$

iii) $(A+B)(A+C) = A+BC$

7. கொடுக்கப்பட்ட பூலியன் சமன்பாட்டை உண்மை அட்டவணையைக் கொண்டு நிரூபி $A + \overline{A}B = A + B$.

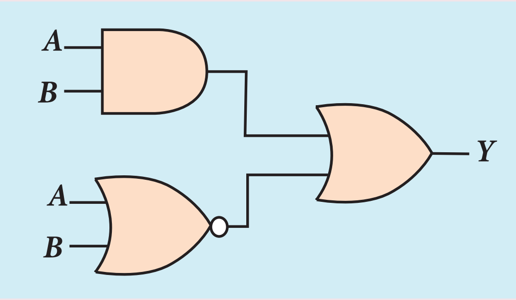
8. பின்வரும் மின்னழுத்தச் சீரமைப்பான் மின்சுற்றில் 15 V முறிவு மின்னழுத்தம் உள்ள செனார் டையோடு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பளு மின்தடை வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டம், மொத்தம் மின்னோட்டம், மற்றும் டையோடு வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடி. நல்லியல்பு டையோடு எனக் கொள்க.

[விடை: 5mA; 20 mA; 15 mA]



9. கொடுக்கப்பட்ட மின்சுற்றில் வெளியீடு Yக்கான பூலியன் சமன்பாடு மற்றும் அதன் உண்மை அட்டவணையும் தருக.

[விடை: $Y = (AB)+\overline{(A+B)}$]



மேற்கோள் நூல்கள் (BOOKS FOR REFERENCE)

1. Charles Kittel , *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons, 2012
2. Rita John, *Solid State Physics*, McGraw Hill Education, 2016
3. Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory* , Pearson Prentice Hall, 2011
4. Jacob Millman, Christos Halkias, Chetan Parikh, *Millman's Integrated Electronics*, McGraw Hill Education, 2017
5. B.L.Theraja, R.S. Sedha, *Principles of Electronics Devices and Circuits* (Analog and Digital), S. Chand & Company, 2011
6. Albert Paul Malvino, Donald P. Leach, Goutam Saha, *Digital principles and applications*, McGraw Hill Education, 2014
7. V.K.Metha, Rohit Metha, *Principles of Electronics*, S. Chand & Company, 2010.
8. B.L.Theraja, R.S. Sedha, *Principles of Electronics Devices and Circuits (Analog and Digital)*, S. Chand & Company, 2011.
9. K.D.Prasad, *Antenna and Wave Propagation*, Satya Prakashan, 2007.
10. U A Bakshi; A V Bakshi; K A Bakshi, *Antenna and Wave Propagation*, Technical Publications, 2014.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 251 04-03-2022 16:49:29

இணையச் செயல்பாடு

எலக்ட்ரானியல் மற்றும் தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள்

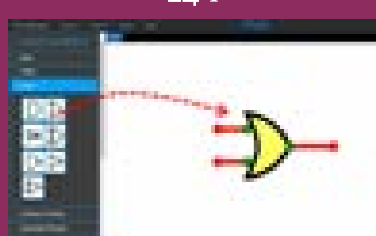
நோக்கம்: இந்த செயல்பாட்டின் மூலம் மாணவர்கள் (i) லாஜிக் கேட்டுகளை உருவாக்குவர் (ii) AND, OR, NOT, EX–OR, NAND மற்றும் NOR கேட்டுகளின் உண்மை அட்டவணையை சரிபார்ப்பர்.

தலைப்பு: லாஜிக் கேட்டுகள்

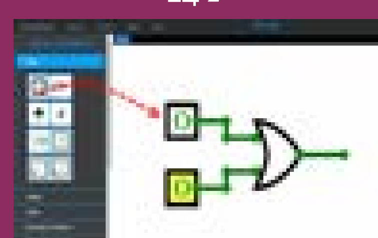
படிகள்:

- உலாவியைத் திறந்து முகவரிப் பட்டியில் "circuitverse.org/simulator" எனத் தட்டச்சு செய்க.
- 'circuit elements' ல் இருக்கும் 'Gates' என்ற தாவலை கிளிக் செய்க. நீங்கள் சரிபார்க்க விரும்பும் கேட்டைத் தேர்ந்தெடுத்து அதனை சுட்டியை பயன்படுத்தி மேடையில் இழுத்து வைக்கவும்.
- லாஜிக் கேட்டில் இருக்கும் கணுக்களை, சுட்டியைப் பயன்படுத்தி இழுப்பதன் மூலம் மின்சுற்றுக்கு தேவையான இணைக்கும் கம்பிகளை உருவாக்கலாம்.
- 'input' தாவலை கிளிக் செய்து அதிலிருக்கும் 'input tool' ஐ சுட்டியை பயன்படுத்தி இழுத்து இரண்டு உள்ளீடுகளிலும் பொருத்தவும்.
- 'output' தாவலை கிளிக் செய்து அதிலிருக்கும் 'output tool' அல்லது 'digital LED' ஐ சுட்டியை பயன்படுத்தி இழுத்து வெளியீடு முனையில் பொருத்தவும்.
- 'input tool' ஐ கிளிக் செய்வதன் மூலம் உள்ளீடுகளை மாற்றலாம். AND, OR, NOT, EX–OR, NAND மற்றும் NOR கேட்டுக்களின் உண்மை அட்டவணையை சரி பார்க்கவும். நீங்கள் விரும்பினால் டீ மார்கனின் இரண்டு விதிகளையும் சரிபார்க்கலாம்.

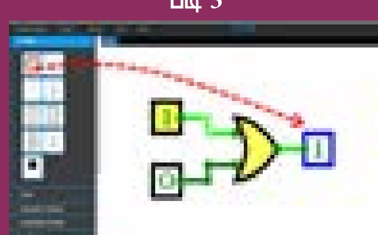
படி 1



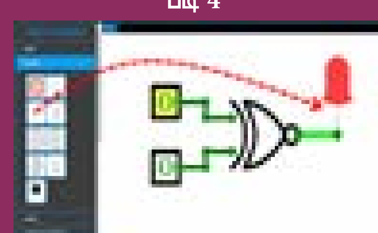
படி 2



படி 3



படி 4



குறிப்பு:

நீங்கள் உருவாக்கும் மின்சுற்றுக்களை ஆன்லைனில் சேமிக்க விரும்பினால் உங்கள் மின்னஞ்சல் முகவரியை பயன்படுத்தி உள் நுழைக (Login).

உரலி:

Link : https://circuitverse.org/simulator

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்.

* தேவையெனில் Flash Player or Java Script அனுமதிக்க.

XII_Physics_Vol-2_UNIT-10_Part 2_TM.indd 252 04-03-2022 16:49:30