

மின்னணுவியல் கருவிகள்

குறைக்கடத்திகள் :

- * தாமிரம் போன்ற கடத்திகளின் கடத்துத்திறன் செலுத்தப்படும் மின்புலத்தை சாராமல் இருக்கும். மேலும் வெப்பநிலை உயரும் பொழுது குறையும். ஏனெனில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் பொழுது கடத்தியில் உள்ள துகள்களுக்கும் கட்டுரா எலக்ட்ரான்களுக்கும் இடையே நிகழும் மோதல்கள் அதிகரிக்கும்.
- * எலக்ட்ரான்கள் மின்புலத்திலிருந்து ஆற்றலை பெற போதுமான அளவு நேரம் கிடைக்காததால் இழுப்பு வேகம் குறைந்து, கடத்துத்திறன் குறைகிறது. மின்தடை எண் $\rho = \frac{1}{\sigma}$ வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் பொழுது அதிகரிக்கும்.
- * காப்பான்கள் மிக உயர்ந்த மின்புலம் கொடுக்கப்படாத பட்சத்தில் கிட்டத்தட்ட சுழி மின்னோட்டம் ஏற்படும்.
- * குறைக்கடத்தி வகை திண்மப் பொருட்கள் மின்புலம் அளிக்கப்படும்பொழுது மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும். ஆனால் அவை கடத்திகளின் கடத்துத்திறனை விட மிக குறைந்த கடத்துத்திறன் உடையவை. குறைக்கடத்திப் பொருளான சிலிக்கானின் மின்கடத்து எண் தாமிரத்தின் மின்கடத்து எண்ணைப் போல் 10^{11} மடங்கு குறைவாகவும், இணைந்த குவார்ட்ஸின் மின்கடத்து எண்ணை விட 10^{13} மடங்கு அதிகமாகவும் இருக்கும்.
- * வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்பொழுது மின்கடத்துத் திறன் அதிகரிப்பதே குறைக்கடத்திகளின் தனித்துவமான பண்பு ஆகும்.
- * திண்ம பொருட்களின் மின்னோட்டத்தை கடத்தும் தன்மையைப் புரிந்து கொள்ள அவற்றின் ஆற்றல் பட்டைகள் உருவாகும் தரத்தினை உணர்ந்து கொள்ள வேண்டும்.

திண்ம பொருட்களுக்கான ஆற்றல் பட்டை கொள்கை :

- * N அணுக்கள் கொண்ட Si அல்லது Ge படிகத்தினை கருதுவோம். ஒவ்வொரு அணுவிலும் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு வட்டப்பாதைகளில் தனித்த ஆற்றல்களை பெற்றிருக்கும். அனைத்து அணுக்களும் தனித்திருக்கும் பொழுது அதாவது அணுக்கள் மிக அதிக தொலைவில் பிரித்து வைக்கப்பட்டிருந்தால் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்.
- * படிகங்களில், அணுக்கள் நெருக்கமாக ($2 - 3\text{\AA}$) இருக்கும் அதனால் எலக்ட்ரான்கள் ஒன்றோடு ஒன்று அல்லது அருகில் உள்ள அணுக்கருக்களுடன் மோதும்.
உள்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களை விட வெளிக் கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் இந்த மோதல்களுக்கு உட்படும். எனவே உள்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் பட்டம் பாதிக்கப்படுவதில்லை.
ஆகையால், Si அல்லது Ge படிகங்களில் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல்களை புரிந்து கொள்ள வெளிக் கூட்டிலிருக்கும் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களை கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.
- * சிலிக்கனில் மூன்றாம் வட்டப்பாதையே ($n = 3$) வெளிக் கூடு ஆகும். ஜெர்மானியத்தில் நான்காம் வட்டப்பாதையே ($n = 4$) வெளிக் கூடு ஆகும். வெளிக் கூட்டிலிருக்கும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை 4 ($2s, 2p$) எனவே, படிகத்தில் உள்ள மொத்த எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $4N$.
- * வெளிக் கூட்டிலிருக்கும் வட்டப்பாதையில் இருக்கக் கூடிய எலக்ட்ரான்களின் பெரும் எண்ணிக்கை $8(2s + 6p)$ எனவே $4N$ எலக்ட்ரான்களில் $2N$ எலக்ட்ரான்கள் $2N$ S- மட்டங்களில் இருக்கும் (சுற்றுப்பாதை குவாண்டம் எண் - $l = 0$) மீதமுள்ள $2N$ எலக்ட்ரான்கள் $6N$ P - மட்டங்களில் இருக்கும்.

* சில p எலக்ட்ரான் மட்டங்கள் கலியாக இருக்கும் அணுக்கள் நன்றாக பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள நிலையினை (பகுதி - A) கீழ்க்காணும் படம் விளக்குகிறது.

* அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கி திண்மப்பொருள் உருவாகும் பொழுது வெவ்வேறு அணுக்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களுக்கிடையே மோதல்கள் ஏற்பட்டு வெளிக்கூட்டிலிருக்கும் வட்டப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் மாற்றமடையலாம். (உயரவோ அல்லது குறைவோ செய்யலாம்)

* ஒரே மாதிரியான ஆற்றல் கொண்ட தனித்த அணுக்களில் $l = 1$ ன் $6N$ மட்டங்களில் ஆற்றல் பரவி, ஆற்றல் பட்டை உருவாகும்.

அதே போல், $l = 0$ வில், தனித்த அணுக்களில் உள்ள ஒரே மாதிரியான ஆற்றல், முதல் பட்டையிலிருந்து பிரிந்து இரண்டாம் ஆற்றல் பட்டை உருவாகும் (பகுதி - B) இரண்டு பட்டைகளுக்கும் இடையே ஆற்றல் இடைவெளி உருவாகும்.

* இன்னும் குறைவான இடைவெளியில் பட்டைகள் மேற்பொருந்தி இருக்கும்.

மேல் அணு அளவில் இருந்து பிரிந்த குறைந்த ஆற்றல் மட்டம், கீழ் அணு அளவில் இருந்து பிரிந்த உயர் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு கீழாக அமையும்.

இந்த பகுதியில் (பகுதி - C) ஆற்றல் இடைவெளி இன்றி அதிக மற்றும் குறைந்த ஆற்றல் மட்டங்கள் மேற்பொருந்தி இருக்கும்.

* அணுக்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு மேலும் குறையும் பொழுது, ஆற்றல் பட்டைகள் மீண்டும் பிரிந்து E.g என்னும் ஆற்றல் இடைவெளி உருவாகும். (பகுதி - D)

* மொத்தமாக உள்ள $8N$ ஆற்றல் மட்டங்கள் அதிக மற்றும் குறைந்த ஆற்றல் பட்டைகளில் $4N$ என்ற அளவு பிரிக்கப்படும்.

* அணுக்களில் உள்ள $4N$ இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் ($4N$) எண்ணிக்கைக்கு சமமான மட்டங்கள் கீழ்ப்பட்டையில் இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

ஆகையால் அந்த பட்டை (இணைதிறன் பட்டை) முழுமையாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும், மேல் ஆற்றல் பட்டை (கடத்தும் பட்டை) முழுமையாக காலியாக இருக்கும்.

பொருட்களின் வகைப்படுத்துதல் :**மின்கடத்துத் திறனின் அடிப்படையில் :**

மின்கடத்து எண்ணின் மதிப்புகள் (σ) அல்லது மின்தடை எண்ணின் மதிப்புகளின் ($\rho = \frac{1}{\sigma}$) அடிப்படையில் திண்மப்பொருட்கள் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

உலோகங்கள் (கடத்திகள்)

இவை மிகக்குறைந்த மின்தடை எண் (உயர் மின்கடத்து எண்) கொண்டவை.

$$\rho \approx 10^{-2} - 10^{-8} \Omega m$$

$$\sigma \approx 10^2 - 10^8 S m^{-1}$$

குறைகடத்திகள் :

இவை உயர்ந்த மின்தடை எண் மற்றும் கடத்திகளுக்கும், காப்பான்களுக்கும் இடைப்பட்ட மின்கடத்தும் எண் கொண்டவை.

$$\rho \approx 10^{-5} - 10^6 \Omega m$$

$$\sigma \approx 10^5 - 10^{-6} S m^{-1}$$

காப்பான்கள் :

இவை அதிகமான மின்தடை எண் (குறைந்த மின்கடத்து எண்) கொண்டவை

$$\rho \approx 10^{11} - 10^{19} \Omega m$$

$$\sigma \approx 10^{-11} - 10^{-19} S m^{-1}$$

மேற்கண்ட ρ மற்றும் σ மதிப்புகள் கொண்டு மட்டும் அல்லாது ஆற்றல் பட்டைகளின் அடிப்படையிலும் பொருட்களை வகைப்படுத்தலாம்.

ஆற்றல் பட்டையின் அடிப்படையில் :

- * போர் அணு மாதிரியின் படி, தனித்து இருக்கும் ஒரு அணுவின் எலக்ட்ரானின் ஆற்றல், அவை சுற்றி வரும் வட்டப்பாதையைப் பொருத்தே அமையும். ஆனால், அணுக்கள் நெருங்கி திண்மப் பொருள் ஆகும் பொழுது அவை நெருங்கி அமையும்.
- * ஆகையால் அருகில் உள்ள அணுக்களின் வெளிப்புற வட்டப்பாதையில் ஒன்றுடன் ஒன்று மிக அருகிலோ அல்லது மேற்பொருந்தியோ அமையும். இதனால் தனித்த அணுக்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் இயக்கத்திலிருந்து திண்மப்பொருளில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் இயக்கம் மாறுபடுகிறது.
- * படிக்கத்தினுள் ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் தனிப்பட்ட நிலையில் இருக்கும். எந்த இரு எலக்ட்ரானும் சுற்றியுள்ள மின்னூட்டங்களில் ஒரே மாதிரியான முறையில் இருக்காது. எனவே ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும் வெவ்வேறு ஆற்றல் மட்டத்தில் இருக்கும்.
- * தொடர் ஆற்றல் மாற்றங்களுடன் உள்ள வெவ்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களே ஆற்றல் பட்டைகளாகும். இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் மட்டங்களை உள்ளடக்கி இருக்கும் ஆற்றல் பட்டை இணைதிறன் பட்டை என்றழைக்கப்படுகிறது. இணைதிறன் பட்டைக்கு மேல் இருக்கும் பட்டை கடத்தும் பட்டை ஆகும்.
- * புற ஆற்றல் இல்லாமலே, இணைதிறன் பட்டையில் அனைத்து இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களும் இருக்கும்.
- * பொதுவாக கடத்தும் பட்டை காலியாக இருக்கும்.
- * கடத்தும் பட்டையில் இருக்கும் மிக குறைந்த மட்டம் இணைதிறன் பட்டையின் மிக அதிகமான மட்டத்திற்கு கீழ் இருக்குமானால், இணைதிறன் பட்டையில் இருக்கும் எலக்ட்ரான்கள் சுலபமாக கடத்தும் பட்டைக்கு செல்லும்.

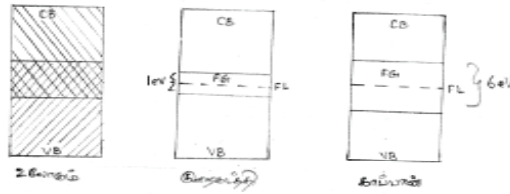
- * கடத்தும் பட்டையும், இணைதிறன் பட்டையும் ஒன்றுடன் ஒன்று மேற்பொருந்துமானால் எலக்ட்ரான்கள் மிக எளிதாக கடத்தும் பட்டைக்குள் நுழையும். இதுவே உலோக கடத்திகளில் நிகழும்.
- * கடத்தும் பட்டைக்கும், இணைதிறன் பட்டைக்கும் இடையே இடைவெளி இருக்குமாயின் எலக்ட்ரான்கள் அனைத்தும் இணைதிறன் பட்டையுடன் பிணைந்து இருக்கும். கடத்தும் பட்டையில் எலக்ட்ரான்கள் இருக்காது. இது பொருளை காப்பான் ஆக்குகிறது.
- * இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் புற ஆற்றல் பெற்று இடைவெளியை தாண்டும் பொழுது அவை கடத்தும் பட்டைக்கு செல்லும்.

அப்பொழுது இணைதிறன் பட்டையில் சில வெற்றிடங்கள் உருவாகும். இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் அங்கு நகரும்.

இந்த செயல்முறை, கடத்தும் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களாலும், இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள வெற்றிடங்களாலும் கடத்தல் நிகழ சாத்தியக்கூறுகளை உருவாகும். இது குறைகடத்திகளில் நிகழும்.

ஆற்றல் பட்டைகள் :

- * உலோகத்தில் (நற்கடத்திகள்), கடத்தும் பட்டையும் இணைதிறன் பட்டையும் ஒன்றுடன் ஒன்று மேற்பொருந்தும் ஆற்றல் இடைவெளி இருக்காது.
- * காப்பான்களில் (கடத்தாப் பொருட்கள்), கடத்தும் பட்டை காலியாகவும், இணைதிறன் பட்டை முழுமையாக நிரம்பியும் இருக்கும். இரண்டு பட்டைகளும் 6eV ஆற்றல் அளவுள்ள இடைவெளியால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். மின்புலம் செலுத்தப்பட்டாலும் கூட, அறை வெப்பநிலையில் இணைதிறன் பட்டையிலிருந்து கடத்தும் பட்டைக்கு எந்த ஒரு எலக்ட்ரானும் நகர இயலாது. எனவே, காப்பான்களில் கடத்துதல் நிகழாது. காப்பன் ஒரு கடத்தும் பொருள் ஆனால் காப்பனை வைரமாக இருக்கும்பொழுது ஆற்றல் இடைவெளி 7eV. எனவே வைரம் ஒரு காப்பான்.
- * குறைகடத்திகளில், இரண்டு பட்டைகளும் தனித்துவமாக பிரிந்து மேற்பொருந்தாமல் இருக்கும். எனவே சுழி வெப்பநிலையில் (OK), விலக்கப்பட்ட இடைவெளியை தாண்டி கடத்தும் பட்டைக்கு தாவ போதுமான ஆற்றல் எந்த எலக்ட்ரானுக்கும் இருக்காது. எனவே பொருள் ஒரு காப்பானாக இருக்கும். ஆனால் அறை வெப்பநிலையில் சில இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் பெற்று கடத்தும் பட்டைக்கு தாவும். விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி தோராயமாக 1eV. இணைதிறன் பட்டை பகுதி காலியாகவும், கடத்தும் பட்டை பகுதி நிரம்பியும் இருக்கும். குறைகடத்திகள், எலக்ட்ரான்களின் இந்த இயக்கத்தினால் கடத்தும் தன்மையைப் பெறும்.



CB - கடத்தும் பட்டை
 VB - இணைதிறன் பட்டை
 FL - டி.ஓ.பி. பட்டை
 FG - விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி

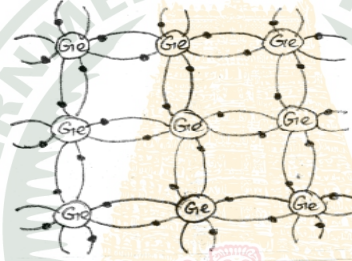
உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகள் :

- * மாசற்ற தூய குறைகடத்தி உள்ளார்ந்த குறைகடத்தி என்றழைக்கப்படுகிறது.
- * தூய்மையான குறைகடத்திகளைக் கருதும்போது இதன் மின் கடத்தும் பண்பு இணைதிறன் படடையிலிருந்து கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட எலக்ட்ரான்களால் முடிவு செய்யப்படுகிறது. இதுவே உள்ளார்ந்த கடத்தல் என்றழைக்கப்படுகிறது.
- * Ge மற்றும் Si போன்றவை மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் குறைகடத்திகளாகும்.

$$Si(14) \Rightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2$$

$$Ge(32) \Rightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}, 4s^2, 4p^2$$

- * இரண்டு அணுக்களும் முறையே நான்கு இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் பெற்றிருக்கும். இரு பரிமாண கோணத்தில் Ge படிக்கத்தைக் காணும் போது, அருகிலுள்ள ஜெர்மானிய அணுக்களுடன் ஒவ்வொரு ஜெர்மானிய அணுவும் நான்கு சகபிணைப்புகளை உருவாக்கும்.
- * ஒவ்வொரு சகபிணைப்பிலும் இரு வெவ்வேறு ஜெர்மானிய அணுக்களில் உள்ள இரு எலக்ட்ரான்களை கொண்டிருக்கும். இவ்வகை சகபிணைப்பினால், படிக்கத்திலுள்ள ஒவ்வொரு Ge அணுவும் வெளிக்கூடு வட்டப்பாதை முழுமையாக நிரம்பியது போல் (எட்டு எலக்ட்ரான் உள்ளது போல்) இருக்கும்.



காலியான கடத்தும் படடை
↑↓ ஆற்றல் இடைவெளி
நிரப்பப்பட்ட
இணைதிறன் படடை

- * OK வெப்பநிலையில், Ge படிக்கத்தில், இணைதிறன் படடை முழுமையாகவும், கடத்தும் படடை காலியாகவும் இருக்கும். ஆற்றல் இடைவெளி 0.72eV ஆகும்.
- * OK வெப்பநிலையில், கடத்தும் எலக்ட்ரான்கள் இல்லாததால், Ge படிக்கம் காப்பானாக இருக்கும்.
- * சக பிணைப்பிணை முறித்து எலக்ட்ரான்கள் மின்னோட்டத்தை கடத்த தேவையான சிறும ஆற்றல் Ge - க்கு 0.72eV மற்றும் Si க்கு 1.1eV.
- * அறை வெப்பநிலையில் அணுக்களில் ஏற்படும் வெப்ப கிளர்ச்சியால் சில இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் இடைவெளியைத் தாண்டி கட்டுறா எலக்ட்ரான்களாக கடத்தும் படடைக்குள் நுழைந்து குறைகடத்திகளில் மின்னோட்டத்தை கடத்தும்.
- * வெப்பநிலை அதிகரித்தால், இடைவெளியை கடக்கும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்து, இணைதிறன் படடையில் சமமான துளைகள் உருவாகும்.
- * உள்ளார்ந்த குறைகடத்தியில், அறைவெப்பநிலையில் ஃபெர்மி ஆற்றல் அளவு ஆற்றல் இடைவெளியில் பாதியில் அமையும்.
- * எலக்ட்ரான் சகபிணைப்பை முறித்துக் கொண்டு செல்லும் பொழுது உருவாகும் வெற்றிடமே துளைகள் ஆகும். புற மின்புலம் அளிக்கப்படும் பொழுது துளைகள் மற்றும் எலக்ட்ரான்கள் எதிர் திசையில் நகர்ந்து படிக்கத்தில் மின்னோட்டத்தை உருவாக்கும்.
- * உள்ளார்ந்த குறைகடத்தியில் துளைகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இருக்கும் எனவே

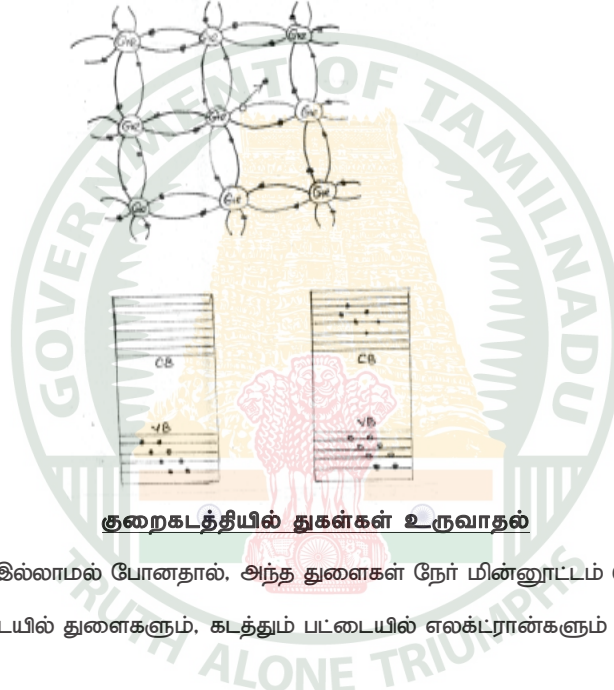
$$n_e = n_h = n_i$$

n_e - எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அடர்த்தி

n_h - துளைகளின் எண்ணிக்கை அடர்த்தி

n_i - உள்ளார்ந்த ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை அடர்த்தி

- * உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகள், தூய மாசற்ற பொருட்கள் உருவாக்குவது கடினம் என்பதால் உருவாக்க இயலாது.
- * தூய குறைகடத்தியில், அறை வெப்பநிலையில் உள்ளார்ந்த ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவு ($\approx 10^{16} m^{-3}$) எனவே கடத்துத் திறன் மிக குறைவாக அமையும்.
- * வெப்ப கிளர்ச்சியால், சக பிணைப்பை முறித்துக் கொண்டு உள்ளார்ந்த மின்னூட்ட ஊர்திகள் உருவாகும். எனவே துளைகள் மற்றும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை சமமாக இருக்கும்.
- * ஒன்றின் எண்ணிக்கை மற்றொன்றை விட அதிகமாக அமையாது. எனவே உள்ளார்ந்த குறைகடத்திகள் பெரிதளவில் பயன் அளிப்பதில்லை.
- * வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் பொழுது, இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் கடத்தும் பட்டைக்கு செல்வதால், வெற்றிடங்கள் உருவாகிறது. அதுவே துளைகள் என்றழைக்கப்படுகிறது.



- * எதிர் மின்னூட்டம் இல்லாமல் போனதால், அந்த துளைகள் நேர் மின்னூட்டம் கொண்டவை ஆகிறது.
- * இணைதிறன் பட்டையில் துளைகளும், கடத்தும் பட்டையில் எலக்ட்ரான்களும் மின்னோட்டம் கடத்துதலில் செயல்படுகின்றன.
- * படிசூல்களில் கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள் உருவாக அயனியாக்க ஆற்றல் (E_g) செலுத்தப்பட வேண்டும்.
- * Eg ஆனது Ge க்கு குறைவாகவும், Si க்கு அதிகமாகவும், C க்கு மிக அதிகமாகவும் இருக்கும். கோட்பாட்டளவில், அயனியாக்கத்தின் மூலம் உருவாக்கப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $n_e = n_n = n_o e^{-E_g/2kt}$ என்னும் கோவையினால் குறிக்கப்படும்.
இதில் n_o = மாறிலி,
 k = போல்ட்ஸ்மான் மாறிலி,
 T = தனி வெப்பநிலை
Eg மாறாத போது, ne யானது T அதிகரிக்கும் பொழுது அதிகரிக்கும்.

- * குறைகடத்திகளின் குறுக்கே மின்புலம் செலுத்தப்படும் பொழுது, மின்புலத்திற்கு எதிராக கடத்தும் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் நகர்ந்து மின்னோட்டத்தை (I_c) கடத்தும்.

அதே நேரத்தில், இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள துளைகள் மின்புலத்தின் திசையிலேயே நகர்ந்து (I_n) மின்னோட்டத்தை உருவாக்கும்.

$$\text{மொத்த மின்னோட்டம் } I = I_c + I_n$$

- * தூய குறைகடத்திகளில், அறை வெப்பநிலையில் மின்னோட்ட அளவு குறைவாகவே இருக்கும்.

மாசூட்டல் :

- * தூய குறைகடத்தியின் பண்புகள் மாறுபடும் அளவு தேவையான மாசு அணுக்களை அதனுடன் சேர்க்கும் முறையே மாசூட்டல் எனப்படும்.
- * சேர்க்கப்படும் மாசு அணுக்கள் மாசூட்டிகள் என்றழைக்கப்படும். அதன் அளவு 1ppm என இருக்க வேண்டும். (10^6 குறைகடத்தி அணுக்களுக்கு ஒரு மாசு அணு)

*** மாசூட்டல் நிகழ்வில்,**

- 1) மாசு அணு படிகத்தின் அணிக்கோவையில் குறைகடத்தி அணுவின் இடத்தில் அமைய வேண்டும்.
- 2) மாசு அணு படிகத்தின் அணிக்கோவையை சிதைக்கக் கூடாது.
- 3) படிகத்தின் அணுவின் அளவிற்கு ஏறத்தாழ சரியான மாசு அணு சேர்க்கப்பட வேண்டும்.
- 4) மாசு அணுக்களின் செறிவு மிக அதிகமாக இருத்தல் கூடாது. மாசூட்டல் செய்வதனால் குறைகடத்திகளின் மின்கடத்தும் திறன் அதிகமாகும்.

*** மாசூட்டும் முறைகள் :**

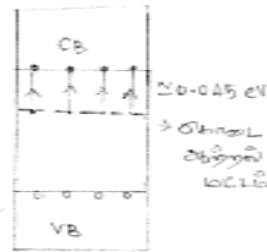
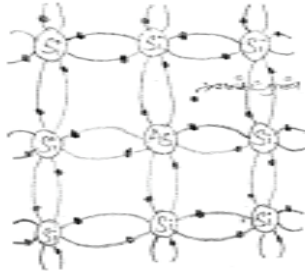
- 1) உருகிய நிலையில் உள்ள குறைகடத்தி படிகத்தினுள் மாசு அணுக்களை சேர்த்தல்.
- 2) மாசு அணுக்கள் இருக்கும் வெளியில் படிக குறைகடத்தி அணுக்களை வெப்பப்படுத்தி மாசுக்கள் படிகத்தினுள் ஊடுருவ செய்தல்.
- 3) மோதல் மூலம் மாசு அணுக்களை குறைகடத்தி அணுக்களுடன் இணைத்தல்.

புறவியலான குறைகடத்திகள் :

மாசூட்டப்பட்ட குறைகடத்திகள் புறவியலான குறைகடத்திகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

ii - வகை குறைக்கடத்தி :

- * தூய Si அல்லது Ge குறைகடத்தியுடன் ஐந்து இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட ஆண்டிமணி, பிஸ்மத் போன்ற அணுக்கள் சேர்க்கப்படும் பொழுது இவை குறைகடத்தி அணுக்களுக்கு பதிலாக அமையும்.

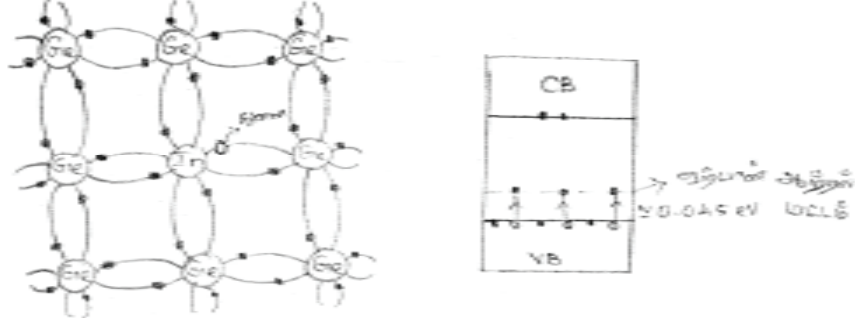


- * ஐந்தில் நான்கு இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் சகபிணைப்பில் இணையும், மீதம் உள்ள எலக்ட்ரான் காட்டுறா எலக்ட்ரானாக இருக்கும்.
- * கொடை அணுக்களுக்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் அணுக்கருக்களிடையேயான ஈர்ப்பு விசை குறையும். எலக்ட்ரானின் பிணைப்பு ஆற்றல் 0.045eV ஆகும்.
- * ஒவ்வொரு மாசு அணுவும் ஒரு கட்டுறா எலக்ட்ரானை படிக்கத்திற்கு அளிக்கும். எனவே மாசு அணுக்கள் கொடை அணுக்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றது.
- * எலக்ட்ரானின் இயக்கத்தினால் மின்னோட்டம் கடத்துதல் நிகழ்வதால் இவ்வகை குறைகடத்திகள் n - வகை அல்லது கொடை வகை குறைகடத்தி என்றழைக்கப்படும்.
- * எலக்ட்ரானை இழப்பதால் கொடை அணு நேர் மின்னூட்டம் பெறும் ஆனால் படிக்கம் மின் நடுநிலையில் இருக்கும்.
- * கொடை அணுவிலிருந்து பெறப்படும் கட்டுறா எலக்ட்ரானானது கொடை அணுக்கருவைச் சுற்றியே வரும்.
- * n - வகை குறைகடத்தியில் துளைகளின் எண்ணிக்கை குறைவாகவே அமையும். எனவே n - வகை குறைகடத்தியில் பெரும்பான்மை ஊர்திகளாக எலக்ட்ரான்களும், சிறுபான்மை ஊர்திகளாக துளைகளும் இருக்கும்.
- * ஆற்றல் மட்டப்படத்தில் n - வகை குறைகடத்தியின் ஆற்றல் மட்டம் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது.
- * ஆர்கனிக் அல்லது பாஸ்பரஸ் போன்ற மாசுக்கள் கொண்ட Si குறைகடத்தியில், கடத்தும் படடையில், எலக்ட்ரான்கள் இருக்கும் குறைந்த பட்ச ஆற்றல் மட்டத்தைவிட கட்டுறா எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் குறைவாக இருக்கும்.
- * இதனால், எலக்ட்ரான்கள் இணைதிறன் மற்றும் கடத்தும் படடைக்கு இடையே ஒரு தனி ஆற்றல் மட்டத்தை உருவாக்கும் (கொடை ஆற்றல் மட்டம்) இந்த கொடை ஆற்றல் மட்டம் (0.045eV ஆற்றல் கொண்ட மட்டம்) கடத்தும் படடைக்கு கீழ் அமையும்.
- * ஃபெர்மி ஆற்றல் மட்டம் (கொடை ஆற்றல் மட்டம்) கடத்தும் படடைக்கு அருகில் இடப்பெயர்ச்சி அடையும். மாகூட்டல் அதிகரிக்குமானால், ஃபெர்மி ஆற்றல் மட்டம் கடத்தும் படடைக்குள் செல்ல இயலும்.
கொடை எலக்ட்ரான்களின் பிணைப்பு ஆற்றல் (0.03eV) அறை வெப்பநிலையில் எலக்ட்ரான்கள் பெறக்கூடிய வெப்ப ஆற்றலுக்கு சமமாக உள்ளதால் மகிச்சிறிய அளவு அளிக்கப்படும் ஆற்றல் கூட கொடை மட்டத்தில் இருந்து கடத்தும் படடைக்கு கீளர்ச்சியடைந்து மின்கடத்தல் எளிதாக்கப்படும்.

P - வகை குறை கடத்தி :

- * தூய Ge அல்லது Si குறை கடத்தியுடன் மூன்று இணைதிறன் எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட கேல்லியம், அல்லது இண்டியம் அல்லது போரான் போன்ற மாசு அணுக்கள் சேர்க்கப்படும்போது Ge அல்லது Si அணுக்களின் இடங்களில் அமையும்.
- * நான்கு சகபிணைப்புகளில் முன்று முழுமையாகவும், ஒன்று எலக்ட்ரான் இன்மையால் முழுமையடையாமலும் இருக்கும்.
- * ஒரு Ge - Ge பிணைப்பில் இருந்து எலக்ட்ரான் எடுத்துக்கொண்டு In - Ge பிணைப்பு உருவாகும்.

- * இதனால் இண்டியம் எதிர்மின்னூட்டம் பெறும். எலக்ட்ரான் நகருவதால் Ge - Ge பிணைப்பில் ஒரு துளை உருவாகும். இவ்வாறு துளைகள் குறைகடத்தியில் நகரும். இண்டியம் அணுக்கள் ஏற்பாள் அணுக்கள் என்றழைக்கப்படும். மின்னோட்டம் துளைகளின் இயக்கத்தினால் நிகழும். எனவே இவை P - வகை அல்லது ஏற்பாள் வகை குறைகடத்திகள் என்றழைக்கப்படும்.



- * அறை வெப்பநிலையில், சில சகிபிணைப்புகள் உடைந்து சம அளவு எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள் உருவாகும். எனவே எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை விட துளைகளின் எண்ணிக்கையை அதிகமாக இருக்கும். எனவே எலக்ட்ரான்கள் சிறுபான்மை ஊர்திகளாகவும், துளைகள் பெரும்பான்மை ஊர்திகளாகவும் இருக்கும்.
- * Ge அல்லது Si குறைகடத்தியில், இண்டியம் அல்லது போரான் மாசு அணுக்கள் சேர்க்கப்படும் பொழுது, விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளியில் இணைதிறன் பட்டைக்கு சற்று மேல் ஏற்பாள் ஆற்றல் மட்டம் உருவாகும்.
- * ஃபெர்மி ஆற்றல் மட்டம் இணைதிறன் பட்டைக்கு அருகில் இடப்பெயர்ச்சி அடையும். மாகூட்டல் அதிகமாகும் பொழுது, ஃபெர்மி ஆற்றல் மட்டம் இணைதிறன் பட்டையினுள் செல்ல இயலும்.
- * ஏற்பாள் ஆற்றல் மட்டம் நிரம்பும் வரை, அறை வெப்பநிலையில், வெப்ப ஆற்றலினால் இணைதிறன் பட்டையில் இருக்கும் எலக்ட்ரான்கள் சலபமாக ஏற்பாள் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு செல்லும். இதனால் இணைதிறன் பட்டையில் அதிக அளவு துளைகள் இருந்து மின்னோட்டத்தை கடத்தும்.
- * புறவியலான குறைகடத்தியில், எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகளின் எண்ணிக்கை அடர்த்தி சமமாக இருக்காது. எனவே $n_e = n_n = n_i^2$

$$* n - \text{வகை குறைகடத்தியில் } n_e \ll N_d \gg n_n$$

$N_d =$ கொடை அணுக்களின் எண்ணிக்கை அடர்த்தி

$$* P - \text{வகை குறைகடத்தியில் } n_e \ll N_a \gg n_n$$

$N_a =$ ஏற்பாள் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அடர்த்தி

மின்னூட்ட ஊர்திகளின் அடர்த்தி மற்றும் மின்டத்துத் திறன் :

- * வெப்ப மோதல்கள் நிகழ்வதால், எலக்ட்ரான் ஆற்றலை பெறவோ அல்லது இழக்கவோ செய்யும். இணைதிறன் எலக்ட்ரான் ஆற்றல் பெற்று கடத்தும் பட்டைக்கு சென்று துளையினை உருவாக்கும் பொழுது கடத்தும் பட்டையில் இருக்கும் எலக்ட்ரான் ஆற்றலை இழந்து இணைதிறன் பட்டைக்கு வந்து உருவான துளையினை நிரப்பும்.
- * எலக்ட்ரான் - துளை சோடிகள் கட்டத்தட்ட ஒரு மாறா மதிப்பினை அடையும். அறை வெப்பநிலையில் Si - இல் சோடிகளின் அளவு $7 \times 10^{15}/\text{m}^3$, Ge - க்கு $6 \times 10^{19}/\text{m}^3$ ஆகும்.

- * உலோகங்களின் கடத்துத்திறனிற்கான கோவை

$$\sigma = \frac{j}{E} = ne \left(\frac{V}{E} \right)$$

$n \rightarrow$ கடத்தும் எலக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி

$v \rightarrow$ இழுப்பு வேகம்.

$E \rightarrow$ செலுத்தப்படும் மின்புலம்.

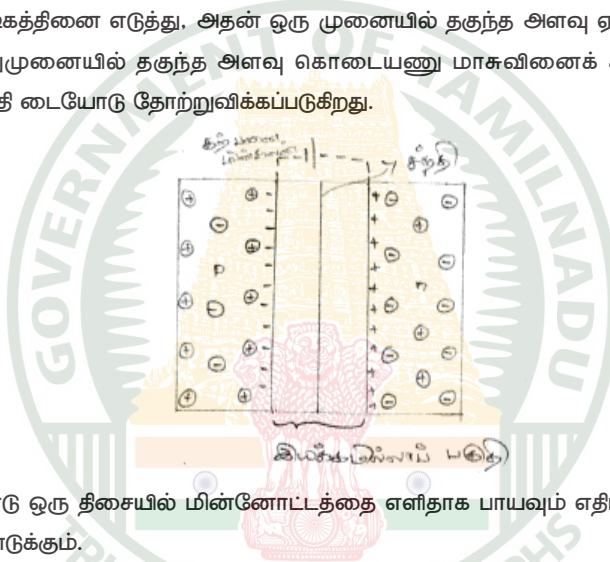
இதில் $\left(\frac{V}{E} \right)$ என்பது இயக்க எண் (μ) ஆகும்.

எனவே $\sigma = ne\mu$

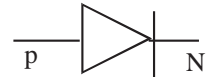
- * குறைகடத்திகளில், மின்கடத்துதல் துளைகள் மற்றும் எலக்ட்ரான்களால் நிகழ்வதால் $\sigma = n_e e \mu_e + n_h e \mu_h$

P-n சந்திகள் :

- * ஒரு P - வகை குறைகடத்தியை n - வகை குறைக்கடத்தியுடன் நன்றாக பொருந்தும் போது PN சந்தி டையோடு தோன்றுகிறது. இரு வகையான குறை கடத்திகளையும் ஒன்றாக இணைத்து அல்லது பற்ற வைத்து சந்தி டையோடு அமைக்க முடியாது.
- * ஒரு குறைகடத்தி படிகத்தினை எடுத்து, அதன் ஒரு முனையில் தகுந்த அளவு ஏற்பு மாசுவினைக் கலந்து p வகையாகவும், மறுமுனையில் தகுந்த அளவு கொடையணு மாசுவினைக் கலந்து n - வகையாகவும் அமைத்து, p - n சந்தி டையோடு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

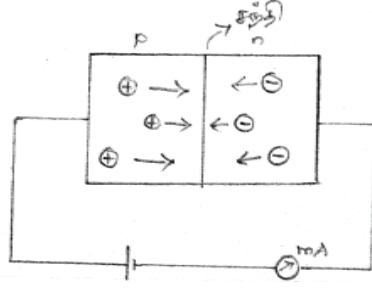


- * p - n சந்தி டையோடு ஒரு திசையில் மின்னோட்டத்தை எளிதாக பாயவும் எதிர் திசையில் பாயும் பொழுது அதிக மின்தடை கொடுக்கும்.
- * p - பகுதியில் துளைகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவும், எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைவாகவும் இருக்கும். n - பகுதியில் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவும், துளைகளின் எண்ணிக்கை குறைவாகவும் இருக்கும். எனவே இருபகுதிகளிலும் ஊர்திகளின் செறிவுகளில் வேறுபாடு இருக்கும்.
- * p - n சந்தி டையோடு தோன்றியவுடன் n - பகுதியிலுள்ள ஊர்திகள் சந்தியை கடந்து p - பகுதியையும், p - பகுதியிலுள்ள ஊர்திகள் சந்தியை கடந்து n - பகுதியையும் விரவுதல் மூலம் அடையும். இதனால் n பகுதியில் நேர் மின்னூட்டமும், p - பகுதி எதிர் மின்னூட்டமும் பெறும். இதனால் சந்தியின் இரு பகுதிகளிலும் ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றுகிறது.
- * மேலும் விரவலை தடுக்கும் இதற்கு மின்னழுத்த அரண் என்று பெயர்.
- * இயக்கமில்லா மின்னூட்டம் கொண்ட சந்திக்கு அருகிலுள்ள பகுதியை இயக்கமில்லா பகுதி என்றழைக்கப்படுகிறது. இயக்க மில்லா பகுதியின் அகலம் 10^{-6} m ஆகும்.
- * ஜெர்மானியத்தின் மின்னழுத்த அரண் 0.3V மேலும் சிலிக்கனிற்கு 0.7V ஆகும்.

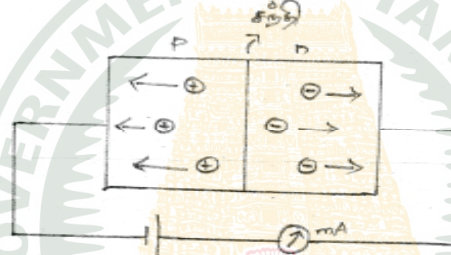


p-n சந்தி டையோடிற்கு சார்பளித்தல் :

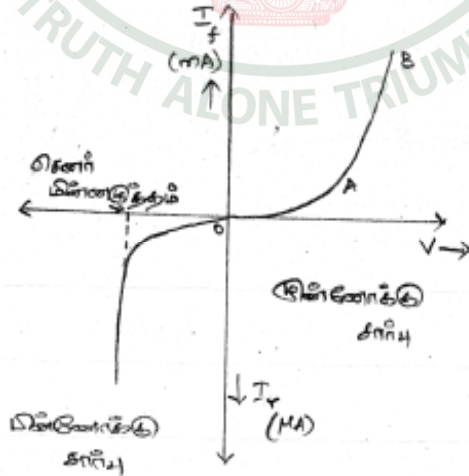
- * p - n சந்தி டையோடின் p - பகுதியை மின்னழுத்த மூலத்தின் நேர் முனையுடனும், n - பகுதியை எதிர் முனையுடனும் இணைத்தால் முன்னோக்கு சார்பளித்தல் என்றழைக்கப்படுகிறது.



- * மின்னழுத்த மூலத்திலிருந்து பெற்ற ஆற்றல் காரணமாக சில துளைகளும், எலக்ட்ரான்களும் இயக்கமிலாப் பகுதியை அடைந்து மறுபிணைப்பு அடைகிறது. இதனால் இயக்கமிலாப் பகுதியின் அகலம் குறைகிறது. இதனால் சந்தி டையோடு மின்னோட்டத்திற்கு மிகக் குறைந்த மின்தடையே அளிக்கிறது.
- * p-n சந்தி டையோடின் p - பகுதியை மின்மூலத்தின் எதிர் முனையுடனும், n - பகுதியை நேர் முனையுடனும் இணைத்தல் பின்னோக்கு சார்பளித்தல் என்றழைக்கப்படுகிறது.



- * பின்னோக்கு சார்பில், இயக்கமில்லாப் பகுதியின் அகலம் அதிகமாகி, சிறுபான்மை ஊர்களால் மிகக் குறைந்த மின்னோட்டம் உருவாகிறது. டையோடு, பின்னோக்கு சார்பில் மின்னோட்டத்திற்கு அதிக அளவான மின்தடையை கொடுக்கிறது.
- * மின்னழுத்தத்திற்கும், மின்னோட்டத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பினை I-V வளைவு வரைபடம் மூலம் அறியலாம்.



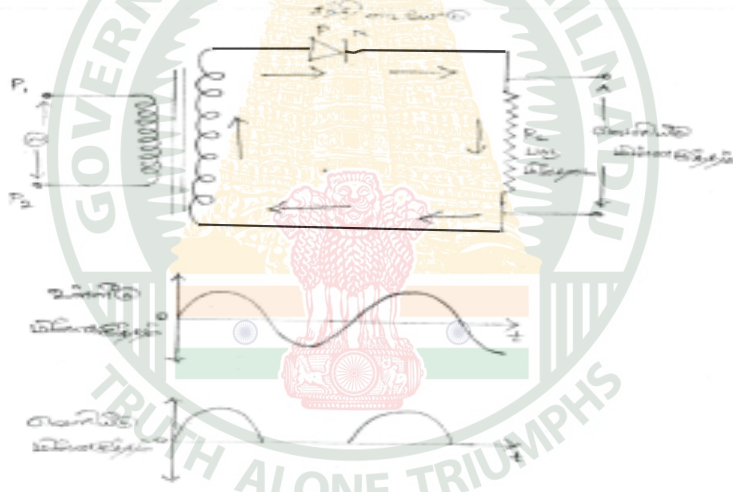
- * முன்னோக்கு சார்பில், செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம் மிகக் குறைவாக இருக்கும் பொழுது டையோடின் ஏறத்தாழ சுழி மின்னோட்டம் உருவாகும்.
- * மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் பொழுது, மின்னோட்டம் மின்னழுத்த அரணை விட மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் வரை அதிகரிக்கும் *(OA பகுதி) .
- * மேலும் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் பொழுது மின்னோட்டம் விரைவாக அதிகரிக்கிறது (AB பகுதி)
- * பின்னோக்கு சார்பில், மின்னழுத்தம் அதிகமாகும் பொழுது மின்னோட்டம் எதிர்திசையில் அதிகரிக்கிறது. மின்னோட்டம் மிகக் குறைவாகவும், செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை சாராமலும் இருக்கும். முறிவு நிலையை அடைந்தவுடன் சந்தியின் அருகில் உள்ள சகபிணைப்புகள் முறிந்து மின்னோட்டம் விரைவாக அதிகரிக்கிறது. இந்த மின்னழுத்தம் செனர் மின்னழுத்தம் என்றழைக்கப்படுகிறது.

திருத்திகள் :

- * மாறுதிசை மின்னழுத்தம் (அ) மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னழுத்தம் (அ) மின்னோட்டமாக மாற்றும் மின்னணுவியல் கருவி திருத்தி ஆகும்.
- * p-n சந்தி டையோடுக்கு முன்னோக்கு சார்பு அளிக்கப்படும் போது மின்னோட்டத்திற்கு குறைந்த மின்தடையும், பின்னோக்கு சார்பு அளிக்கப்படும் போது அதிக மின்தடையும் அளிக்கும்.
- * எனவே p-n சந்தி டையோடு அரை அலை திருத்தியாகவும் முழு அலை திருத்தியாகவும் செயல்படும்.

அரை அலை திருத்தி :

- * அரை அலை திருத்தியில் ஒரு சந்தி டையோடு சுற்றுப்படத்தில் உள்ளது போல் பயன்படுத்துகிறது.

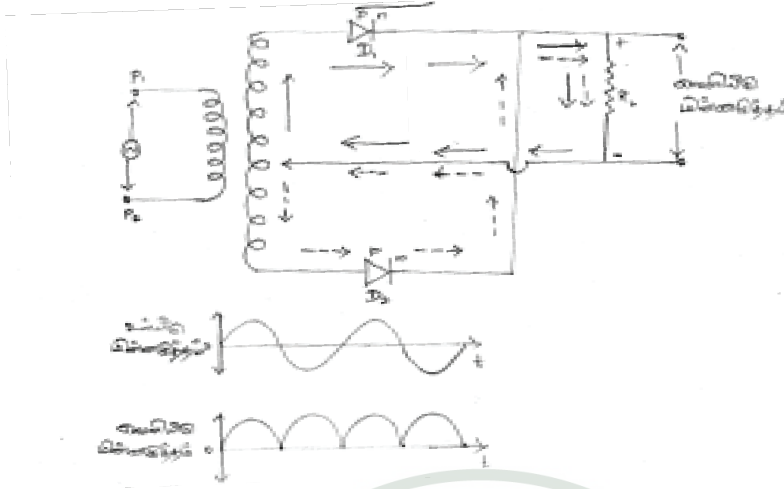


- * மாறுதிசை மின்னழுத்தம், திறன் மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளின் முனைகடகிடையே கொடுக்கப்படுகிறது.
- * உள்ளீடு மற்றும் பளு மின்தடை மூலம் பெறப்படும் வெளியீடு அலை வடிவங்கள் வரைபடங்கள் மூலம் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.
- * ஒரு அரை சுழற்சி மின்னோட்டம் மட்டுமே R_L பளு மின்தடை வழியே பாயும். வெளியீடு மின்னோட்டம் ஒரே திசையிலும், துடிப்புகளாகவும் அமையும்.

முழு அலைத்திருத்தி :

- * உள்ளீட்டின் இரு அரைப்பகுதிகளையும் ஒரே திசையில், தொடர் மின்னோட்ட துடிப்புகளாக உருவாக்கும் சாதனம் முழு அலைத்திருத்தி ஆகும்.

- * முழு அலைத்திருத்தியில், ஒரு அரைப்பகுதியை ஒரு டையோடு திருத்தவும், மற்றொரு அரைப்பகுதியை இரண்டாவது டையோடு திருத்தும் வகையில் சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



- * டையோடுகளில் மின்னோட்டம் பாயும் திசையைக் குறிக்கும் வகையில் சுற்றுப்படமும் a.c. உள்ளீடும் திருத்தப்பட்ட வெளியீடும் அலை வடிவங்களாகவும் வரையப்பட்டிருக்கிறது.
- * டையோடு D_1 முன்னோக்கு சார்பில் இருக்கும் போது மின்னோட்டம் அதன் வழியே பாயும் ஆனால் D_2 டையோடு பின்னோக்கி சார்பில் இருப்பதனால் மின்னோட்டம் பாயாது.
- * இரண்டாவது அரைப்பகுதி மின்னோட்டத்திற்கு டையோடு D_2 முன்னோக்கு சார்பும், டையோடு D_1 பின்னோக்கு சார்பும் பெற்றிருக்கும்.
- * இரண்டு நிலையிலும் பளு மின்தடை வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசை ஒன்றாகவே இருக்கும்.

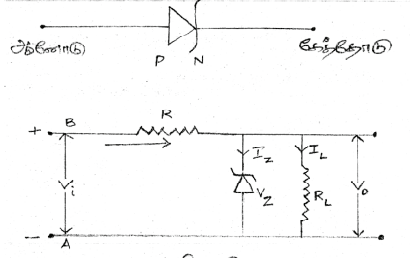
டையோடின் வகைகள் :

- * குறைகடத்தி டையோடு என்பது உலோக அணைப்பு மூலம் புற மின்னழுத்தம் கொடுக்க ஏதுவாக இருமுனை கொண்ட $p-n$ சந்தியாகும்.
- * குறியீட்டிலுள்ள அம்பு குறிக்கும் திசை மரபு மின்னோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்கும் (முன்னோக்கி சார்பில்). புற மின்னழுத்தம் (V) அளிப்பதன் மூலம் நிலை மின்னழுத்த அரணின் மதிப்பை மாற்றலாம். மேலும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சில டையோடுகளை காண்போம்.

செனர் டையோடு :

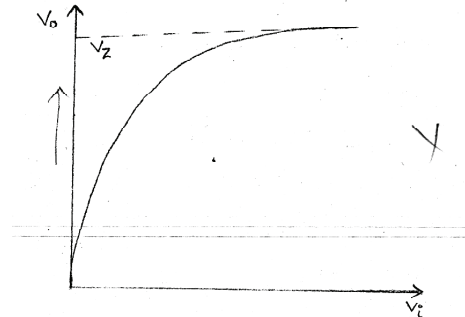
- * செனர் டையோடு மின்னழுத்தத்தை நிலைப்படுத்துவதற்காக பயன்படும் ஒரு சாதனம் ஆகும். இது முறி பகுதியில் பின்னோக்குச் சார்பு நிலையில் செயற்படும் ஒரு $p-n$ சந்தி டையோடாகும். அதிக அளவு மாசுட்டப்பட்ட சிலிக்கன் $p-n$ சந்தி டையோடே செனர் டையோடு ஆகும். அதிக மாசுட்டலினால் இயக்கமில்லாப் பகுதி மிகக் குறுகிய அளவு இருக்கும்.
- * பின்னோக்கு சார்பில் உள்ள டையோடுக்கு இடையே செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் பொழுது, சந்திகளுக்கு இடையே மின்புலம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் சகபிணைப்பு முறிக்கப்பட்டு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது.
- * எந்த பின்னோக்கு மின்னழுத்த மதிப்பில், பின்னோக்கு மின்னோட்டம் திடீரென அதிகரிக்க ஆரம்பிக்கிறதோ அந்த மின்னழுத்தம் செனர் மின்னழுத்தம் என்றழைக்கப்படுகிறது. அந்த விளைவு செனர் விளைவு என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்த முறிவு சரிவு விளைவு மூலமாகவும் ஏற்படலாம். இவ்வினை கொடுக்கப்படும் மின்புலம், இயக்கமில்லாப் பகுதியில் உள்ள சிறுபான்மை ஊர்திகளின் திசைவேகத்தை அதிகரிக்கிறது.

- * செனர் டையோடின் குறியீடும், செனர் டையோடு மின்னழுத்த சீரமைப்பானின் சுற்றுப்படமும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



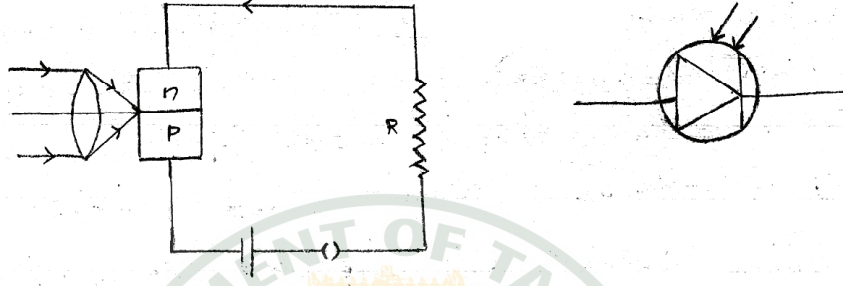
V_i	-	உள்ளீடு மின்னழுத்தம்
R	-	மின்தடை
I_Z	-	செனர் மின்னோட்டம்
V_Z	-	செனர் மின்னழுத்தம்
I_L	-	பளு மின்னோட்டம்
R_L	-	பளு மின்னழுத்தம்
V_o	-	வெளியீடு மின்னழுத்தம்

- * மின்னழுத்த சீரமைப்பானின் உள்ளீடு மின்னழுத்தமாக AB முனைகளுக்கு இடையே ஒரு முறைபடுத்தப்படாத நேர்மின்னோட்ட வெளியீடு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்தடை 'R' அதிக மின்னோட்டத்தை தடைசெய்ய பயன்படுகிறது. செனர் முறிவு மின்னழுத்தத்தைவிட உள்ளீடு மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும் பொழுது அதிகப்படியான மின்னழுத்தம் அதாவது $V_i - V_o$ ஆனது R மின்தடைக்கிடையே உருவாகும். பளு மின்தடை R_L க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு செனர் மின்னழுத்தத்திற்கு சமமாக இருக்கும். செனர் டையோடுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தம் பளு மின்தடைக்கு (R_L) இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாக இருக்கும்பொழுது மின்னோட்டத்தை கடத்தாது. R_L - க்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தம் அதிகமாகும் பொழுது மின்னோட்டத்தை கடத்தும்.
- * மின்னழுத்த சீரமைப்பானாக செனர் டையோடு செயல்படும் விதத்தை சுற்றுப்படம் மூலம் விளக்கலாம். பளு மின்தடை குறையும்பொழுது, I_L மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும். I_Z மின்னோட்டம் சமமான அளவு குறைந்து I மின்னோட்டத்தை மாறாமல் வைத்திருக்கும். எனவே, R மின்தடைக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு மாறிலியாக அமையும். மேலும் பளு மின்தடைக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_o) மாறிலியாக அமையும். பளு மின்னோட்டம் I_L குறையும் பொழுது, செனர் டையோடு தன் வழியே அதிக மின்னோட்டத்தை பாய விடும். எனவே மொத்த மின்னோட்டம் I மாறிலியாகும். இதனால் V_o வெளியீடு மின்னழுத்தம் மாறிலியாகும்.
- * மேலும் உள்ளீடு மின்னழுத்தம் மாறுபடும் பொழுதும் வெளியீட்டில் மாற்றம் ஏற்படும். உள்ளீடு மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் பொழுது செனர் டையோடு வழியாக கூடுதல் மின்னோட்டம் பாயும். ஆனால் செனர் டையோடிற்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடும், அதனால் வெளியீடு மின்னழுத்தமும் V_o மாறிலியாக இருக்கும். R - க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கும். அதேபோல், உள்ளீடு மின்னழுத்தம் குறையும் பொழுது, R - க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு குறையும் ஆனால் செனர் டையோடிற்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு மாறிலியாகும்.



ஒளி உமிழ் டையோடு :

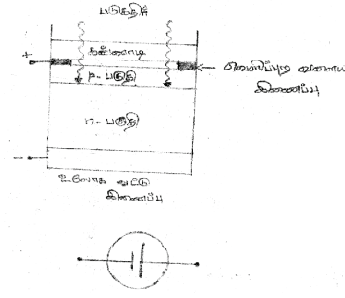
- * ஒளி கடத்தலில், படுஃபோட்டான் புதிய எலக்ட்ரான் - துளை சோடியை உருவாக்க ஆற்றலை அளிக்கிறது.
- * ஒளி டையோடு என்பது பின்னோக்கு சார்பில் செயல்படும் ஒரு p - n சந்தி டையோடு ஆகும். பின்னோக்கு சார்பில், மிகக் குறைந்த அளவு மின்னோட்டம் (சிறுபான்மை ஊர்திகளின் இயக்கத்தினை சந்திக்கும் குறுக்கே பாயும் சில எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் துளைகள் ஒன்றிணையும் மேலும் புதிய சோடிகள் உருவாகும். ஒளி டையோடில் மின்னூட்ட ஊர்திகள் உருவாகும் விகிதம் அதிகரிக்கும். இந்த விகிதம் மின்னூட்ட ஊர்திகள் ஒன்றிணையும் விகிதத்தை விட அதிகம்.

**பயன்கள் :**

- * ஒளி டையோடு அதிகளவில் பயன்படுவது.
 - 1) கணினி மயமாக்கப்பட்ட துளையிடப்பட்ட அட்டைகளை அதிக வேகத்துடன் படிக்க.
 - 2) ஒளியுணர் கருவிகளில்
 - 3) திரைப்பட ஒலிதடத்தினை பதிவு செய்ய
 - 4) ஒளியினால் இயக்கப்படும் இணைப்பிகளில் (சாவிக்களில்)

சூரிய மின்கலன் :

- * கடல் மட்டத்தில் புவிப்பரப்பில் சூரியனில் இருந்து பெறப்படும் திறன் 1KWm⁻². எனவே சூரியன் ஒரு பெரிய ஆற்றல் மூலம் ஆகும். ஆகையால் சூரிய மின்கலன் ஆற்றலின் மாற்று மூலமாக சூரிய ஆற்றலை பயன்படுத்த உதவுகிறது. சூரிய மின்கலனின் அடிப்படை தத்துவம் ஒளி டையோடு போன்றது. ஆனால், ஒளி டையோடில் ஒளியானது p-n சந்தியில் விழும். சூரிய மின்கலனில் ஒளியானது இதற்கென சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்ட pn சந்தியின் p பகுதிக்கு செங்குத்தாக விழமாறு அமைக்கப்படுகிறது.
- * சூரிய மின்கலனானது, n - பகுதியை விட அதிக தடிமன் கொண்ட p - பகுதியை கொண்ட ஒரு p-n சந்தி ஆகும். p - பகுதியானது கண்ணாடி தட்டினால் மூடப்பட்டு, p - பகுதியும் இணைப்பு ஏற்படுத்த வெளிப்புற வளையம் கொண்டிருக்கும். n - பகுதி ஒரு உலோக வட்டும், அதற்கு ஒரு இணைப்பு புள்ளியும் அமைந்திருக்கும். மெல்லிய பகுதி உமிழ்ப்பான் என்றும் மற்றொரு பகுதி அடிவாய் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. p - பகுதியின் தடிமன், படுகதிரிலிருந்து பெரும் அளவு ஃபோட்டான்கள் சந்தியை அடையும் வகையில் இருக்கும். படும் ஃபோட்டான்கள் இணைதிரன் எலக்ட்ரான்கள் கடத்தம் பட்டைக்கு தாவ தேவையான ஆற்றலை அளிக்கும். சிறுபான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் அதிக அளவில் உருவாகி, ஒளி டையோடுகளைப் போல், பின்னோக்கு சார்பில் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும்.



V - I வரைபடம் :

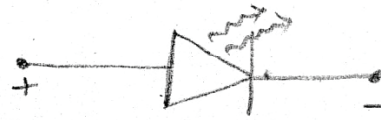
- * பின்னோக்கு சார்பில் அமைந்த சூரிய மின்கலனின் V - I சிறப்பு வரைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. y - அச்சில், $V = 0$ நியந்தனை எங்கேயும் காணலாம். E_1 மற்றும் E_2 செறிவிற்கு, I_1, I_2 மின்னோட்டங்கள் குறுக்கு - சுற்று மின்னோட்டங்கள் எனப்படும். இதேபோல் டையோடு மின்னோட்டம் I_d சுழியாகும் பொழுது V_1 மற்றும் V_2 திறந்த - சுற்று மின்னழுத்தங்கள் எனப்படும். $E_2 = 2E_1$ ஆக இருக்கும் பொழுது, I_2 ஆனது I_1 - ஐப்போல் இருமடங்காகும்.

ஒளிச்செறிவு அதிகரிக்கும் பொழுது, திறந்த - சுற்று மின்னழுத்தங்கள் பெருமளவு பாதிக்கப்படுவதில்லை.



ஒளி உமிழ் டையோடு (LED) :

- * ஒளி உமிழ் டையோடு என்பது மின்னாற்றலை ஒளி ஆற்றலாக மாற்றும் ஒளி மின்னணுவியல் கருவி. இது அதிக அளவு மாசுடப்பட்ட p-n சந்தி டையோடு ஆகும். முன்னோக்கி சார்பளிக்கப்படும் பொழுது உடனடியாக ஒளி உமிழப்படுகிறது. உமிழப்படும் ஒளி வெளி வருவதற்காக டையோடு ஒளி ஊடுருவும் தன்மை கொண்ட பொருளால் மூடப்படுகிறது.
- * LED - ல் அடித்தளத்தில் ஓர் n - வகை அடுக்கினை அமைத்து, அதன் மீது விரவல் முறையில் p - பகுதி அமைக்கப்படுகிறது. பின்னோக்கு சார்பில் LED ஒளியினை உமிழ்வதில்லை மாறாக பின்னோக்கு சார்பு LED ஐ அழித்து விடுகிறது.
- * முன்னோக்கு மின்னோட்டம் குறைவாக இருப்பின் LED - ன் ஒளிச்செறிவு குறைவாக இருக்கும். முன்னோக்கு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் பொழுது ஒளிச் செறிவு அதிகரித்து பெரும மதிப்பை அடையும். முன்னோக்கு மின்னோட்டத்தை மேலும் அதிகரித்தால் ஒளிச்செறிவு குறைய தொடங்கும். LED - க்கள் செயல்படும் பொழுது, ஒளி உமிழ் திறன் அதிகம் இருக்குமாறு பின்னூட்டப்படும்.



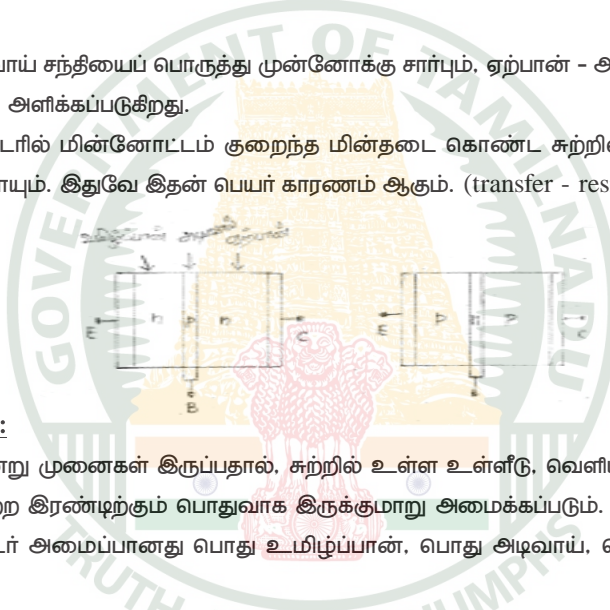
பயன்கள் :

- * அகசிவப்பு LED க்கள், திருடர் அறிவிப்பு மணியில் பயன்படுகிறது.
- * கனிப்பான்களிலும், இலக்க முறை நேரம் காட்டும் கடிகாரங்களிலும் எண்களை காட்சிப்படுத்த LED க்கள் பயன்படுகின்றன.

- * ஒளி இழை தகவல் தொடர்பில், அதிக ஒளிதரும் GaAs டையோடுகள் ஒளி இழைகளில் பொருந்துமாறு அமைக்கப்படும்.
- * கணினிகளில் LED க்கள் ஒளிவச் சுட்டியில் பயன்படுகின்றது. மேலும் கணினி நினைவகங்களிலும், ஒளி இழைத் தகவல் தொடர்பிலும் பயன்படுகின்றன.
- * ஒளி உருவக் காட்சியிலும், ஒளிப்பட தொலைப்பேசியிலும் ஒளிப்பட உணர்விக்களில் LED - க்கள் பயன்படுகின்றன.
- * போக்குவரத்து விளக்குகள் ஒளிர LED க்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

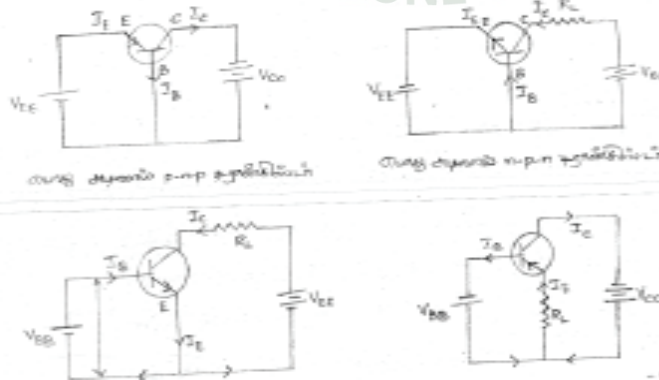
டிராள்சிஸ்டர்கள் :

- * இரு புறங்களிலும் p - வகை குறைகடத்திகளும் நடுவில் மிக மெல்லி n - வகை குறைகடத்தி கொண்டது p-n-p டிரான்சிஸ்டர் n - வகை குறைகடத்திகளும் நடுவே மிக மெல்லிய p - வகை குறைகடத்தி கொண்டது n - p - n டிரான்சிஸ்டர் நடுவில் உள்ள பகுதி அடிவாய் (B) என்றழைக்கப்படும், அது கண்டிப்பாக மெல்லியதாக இருக்கும்.
- * குறைகடத்தியின் ஒரு பக்கம் அதிக அளவில் துளைகள் அல்லது எலக்ட்ரான்கள் கொண்டு மாசுட்டப்பட்டிருக்கும். அது உமிழ்ப்பான் (E) என்றும் மற்றொரு பகுதி ஏற்பான் (C) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஏற்பானின் நீளம் அதிகமாக இருக்கும்.
- * உமிழ்ப்பான் - அடிவாய் சந்தியைப் பொருத்து முன்னோக்கு சார்பும், ஏற்பான் - அடிவாய் சந்தியைப் பொருத்து பின்னோக்கு சார்பும் அளிக்கப்படுகிறது.
- * எனவே, டிரான்சிஸ்டரில் மின்னோட்டம் குறைந்த மின்தடை கொண்ட சுற்றில் இருந்து அதிக மின்தடை கொண்ட சுற்றிற்கு பாயும். இதுவே இதன் பெயர் காரணம் ஆகும். (transfer - resistor)



டிராள்சிஸ்டர் அமைப்பு :

- * டிரான்சிஸ்டரில் மூன்று முனைகள் இருப்பதால், சுற்றில் உள்ள உள்ளீடு, வெளியீடு இணைப்புகள் மூன்றில் ஏதேனும் ஒன்று மற்ற இரண்டிற்கும் பொதுவாக இருக்குமாறு அமைக்கப்படும்.
- * எனவே டிரான்சிஸ்டர் அமைப்பானது பொது உமிழ்ப்பான், பொது அடிவாய், பொது ஏற்பான் என மூன்று வகையே ஆகும்.
- * பொதுவாக அதிகளவில் பயன்படுவது n - p - n, Si டிரான்சிஸ்டர்கள் ஆகும்.



- * டிரான்சிஸ்டரின் அடிப்படை பயனே சிறிய மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உள்ளீடாக கொடுத்து பளு மின்தடை R_L வழியாக பெருக்கப்பட்ட வெளியீடு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை பெறுவதே ஆகும்.
- * I_e, I_B, I_C என்பது முறையே உமிழ்ப்பான், அடிவாய் மற்றும் ஏற்பான் மின்னோட்டங்கள் எனில் $I_e = I_B + I_C$
- * டிரான்சிஸ்டர் செயல்முறையில் முக்கியமான இரண்டு பண்புகள் பொது அடிவாய் மற்றும் பொது உமிழ்ப்பான் சுற்றுகளின் மின்னோட்டப் பெருக்கங்களே ஆகும். அவை முறையே

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \text{ மற்றும் } \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\frac{I_C}{\alpha} = \frac{I_C}{\beta} + I_C \rightarrow \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\beta} = 1$$

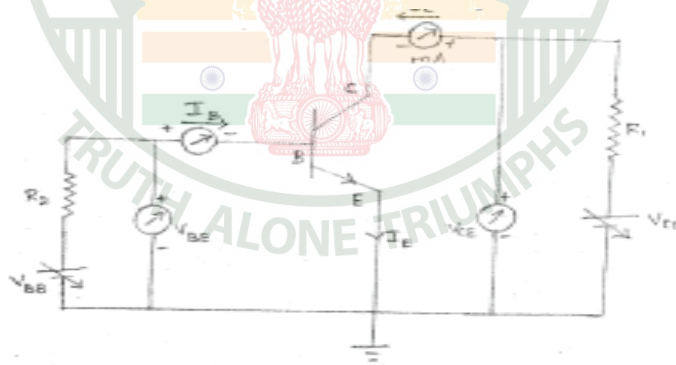
$$\Rightarrow \alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \text{ மற்றும் } \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

மேற்கண்டவை α மற்றும் β -விற்கிடையேயான தொடர்பு ஆகும்.

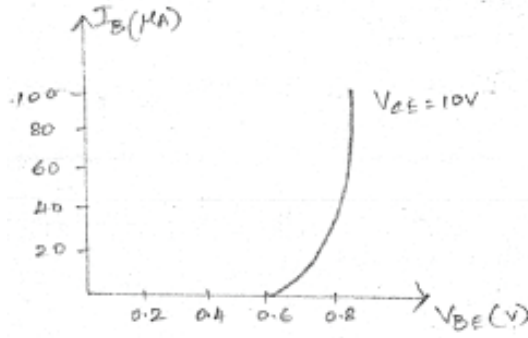
- * α ன் மதிப்பு 0.95 முதல் 0.99 வரை எனவும் β ன் மதிப்பு 19 முதல் 99 வரை எனவும் இருக்கும்.

டிரான்சிஸ்டரின் சிறப்பு வரைகள் :

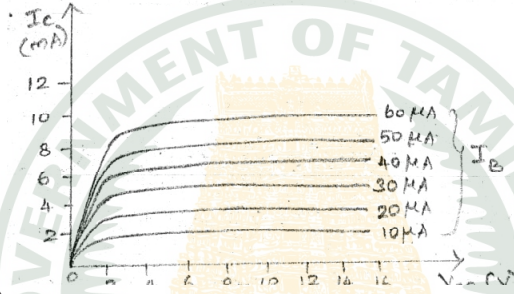
- * பொது உமிழ்ப்பான் அமைப்பில் ஒரு டிரான்சிஸ்டர் பயன்படுத்தும்போது உள்ளீடு அடிவாய் - உமிழ்ப்பானுக்கும் இடையேயும், வெளியீடு ஏற்பான் - உமிழ்ப்பானுக்கும் இடையேயும் அமையும்.
- * அடிவாய் உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தத்தை (V_{BE}) பொறுத்து ஏற்படும் அடிவாய் மின்னோட்ட (I_B) மாறுபாடு வெளியீடு சிறப்பு வரையாகும்.
- * ஏற்பான் உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தத்தை (V_{CE}) பொறுத்த ஏற்பான் மின்னோட்ட (I_C) மாறுபாடு வெளியீடு சிறப்பு வரையாகும்.
- * ஏற்பான் மின்னோட்டம் அடிவாய் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும்.



- * உள்ளீடு சிறப்பு வரையினை புரிந்துகொள்ள அடிவாய் மின்னோட்டம் (I_B) மற்றும் அடிவாய் - உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தத்திற்கு (V_{BE}) இடையே வரைபடம் வரையப்படும். I_B மேல் உள்ள V_{BE} ன் தாக்கத்தினை அறிந்து கொள்ள ஏற்பான் - உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தம் மாறிலியாக வைக்கப்படுகிறது. ஏற்பான் - அடிவாய் சந்தி பின்னோக்கு சார்பில் அமைபுமாறு V_{CE} - ன் மதிப்பு அதிகமாக வைக்கப்படும். V_{CE} அதிகமாக இருக்கும் பகுதியில் டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கியாக செயல்படுத்தப்படுவதால், I_B மேல் உள்ள தாக்கம் புறக்கணிக்கத்தக்கதாகிறது. எனவே வெவ்வேறு V_{CE} மதிப்புகளுக்கு வரையப்படும் வரைபடம் ஒன்றுபோலவே அமையும். எனவே ஒரு உள்ளீடு சிறப்பு வரை போதுமானதாக இருக்கும்.



- * I_B மாறிலியாக கொண்டு, V_{CE} ஐப் பொருத்து I_C - ல் ஏற்படும் மாறுபாடு மூலம் வெளியீடு சிறப்பு வரையினை அடையலாம்.
- * V_{BE} சிறிய அளவு அதிகரித்தாலும், துளை மின்னோட்டமும் எலக்ட்ரான் மின்னோட்டமும் முறையே உமிழ்ப்பான் பகுதியிலும், அடிவாய் பகுதியிலும் அதிகரிக்கும் எனவே I_B மற்றும் I_C - ம் அதிகரிக்கும்.
- * இது I_B அதிகரித்தால், I_C அதிகரிக்கும் என்பதனை தெளிவு படுத்துகிறது.



உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு (r_i) :

- * V_{CE} மாறிலியாக உள்ள போது உமிழ்ப்பான் - அடிவாய் மின்னழுத்த மாறுபாட்டிற்கும் (ΔV_{BE}) அடிவாய் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும் (ΔI_B) உள்ள தகவு உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு எனப்படும்.
- * டிரான்சிஸ்டர் செயல்படும் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து இதன் மதிப்பு மாறுபடும். r_i - ன் மதிப்பு சில நூறுகளிலிருந்து சில ஆயிரம் ஓம் வரை இருக்கலாம்.

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

வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பு (r_o) :

- * I_B மாறிலியாக உள்ளபோது, ஏற்பான் - உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் (ΔV_{CE}) ஏற்பான் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும் (ΔI_C) உள்ள தகவு வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பு ஆகும்.

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

- * V_{CE} மிக குறைவாக உள்ளபோது, I_C ஏறக்குறைய நேர்கோடாக இருக்கும். இப்பகுதியில் சிறப்பு வரையானது மின்னோட்டமானது கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்தினால் (V_{CC}) கட்டுப்படுத்தப்படும். மேலும் இப்பகுதி தெவிட்டுப் பகுதி ஆகும்.
- * வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பு, அடிவாய் - ஏற்பான் சந்தியின் சார்பினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. மிக அதிக வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பின் காரணம் டையோடின் பின்னோக்கு சார்பு நிலையே ஆகும்.

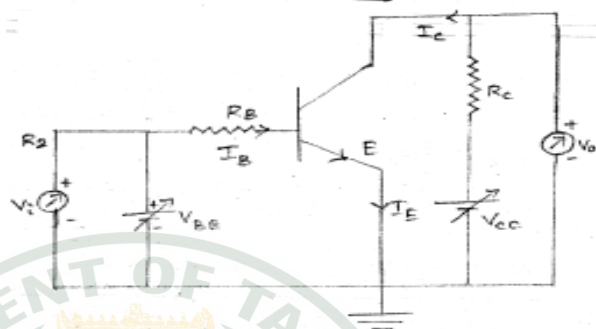
மின்னோட்டப் பெருக்கம் (β) :

- * செயல்பட்டு பகுதியில், V_{CE} மாறிலியாக உள்ளபோது ஏற்பாண் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும், அடிவாய் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும் உள்ள தகவு மின்னோட்டப் பெருக்கம் ஆகும்.

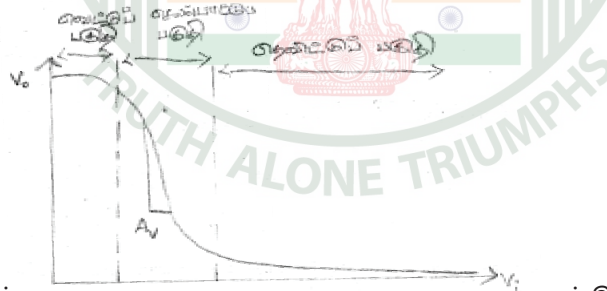
$$\beta_{ac} = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right)_{V_{CE}}, \quad \beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$$

- * I_C , I_B அதிகரிக்கும் பொழுது சம அளவு அதிகரிப்பதால், $I_C = 0$, $I_B = 0$ எனும் பொழுது β_{dc} மற்றும் β_{ac} ஏறத்தாழ சமமாக இருக்கும்.

டிரான்சிஸ்டர் சாவியாக செயல்படுதல் :



- * உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு பகுதிகளில் கிராஃபிங் மின்னழுத்த விதியை கொண்டு $V_{BB} = I_B R_B + V_{BE}$ மற்றும் $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ என பெறலாம்.
- * V_{BB} ஐ V_i எனவும், V_{CE} ஐ V_o எனவும் கொண்டால் $V_i = I_B R_B + V_{BE}$ மற்றும் $V_o = V_{CC} - I_C R_C$ ஆகும்.
- * Si டிரான்சிஸ்டரில், உள்ளீடு V_i 0-6V ஐ விட குறைவாக இருந்தால், டிரான்சிஸ்டர் வெட்டு பகுதியில் அமைந்து, I_C சுழியாகும் எனவே $V_o = V_{CC}$.
- * V_i 0.6V ஐ விட அதிகமானால், டிரான்சிஸ்டர் செயல்பாட்டுப் பகுதியில் அமைந்து, $I_C R_C$ அதிகரித்து V_o குறையும். V_i அதிகரிக்கும் பொழுது, I_C நேர்கோடாக அதிகரித்து, V_o குறைய துவங்கும். அதன் மதிப்பு 1.0V என ஆகும் வரை குறையும்.
- * இதற்கு மேல், டிரான்சிஸ்டர் தெவிட்டு பகுதிக்கு சென்று V_i அதிகரிக்கும் பொழுது V_o மேலும் குறைந்து சுழியை நோக்கி நகரும்.



- * V_i குறைவாக உள்ள பகுதியில் குறைவாகும் பொருளைப் படாமல் இருக்கும். $V_o(V_{CC})$ அதிகரிக்கும். V_i ஆனது டிரான்சிஸ்டரை தெவிட்டுப் பகுதியில் செயல்படுமாறு செய்யுமளவு அதிகமாக இருந்தால் V_o ஆனது மிகக்குறைந்து சுழிக்கு மிக அருகில் செல்லும்.
- * டிரான்சிஸ்டர் மின்னோட்டத்தை கடத்தவில்லை என்றால் அது ஒரு நிறுத்து சுவிட்சாகவும், தெவிட்டிய பகுதியில் இயக்க சுவிட்சாகவும் செயல்படும். வெட்டு மற்றும் செயல்பாட்டுப் பகுதியில் உள்ள அதிக மற்றும் குறைந்த மின்னழுத்தங்கள் குறைந்த மற்றும் அதிக அளவுகளை குறிக்குமானால், குறைந்த உள்ளீடு டிரான்சிஸ்டரை நிறுத்து சுவிட்சாகவும், அதிக உள்ளீடு இயக்க சுவிட்சாகவும் அமைக்கும். இந்த சுவிட்சு அமைப்பானது டிரான்சிஸ்டரை செயல்பாட்டுப் பகுதியில் நீடிக்க நீடிப்பதை தடுக்கும் அளவு அமைந்திருக்கும்.

டிரா஢்சிஸ்டர் ஡ெருக்கியாக ஂஸல்படுதல் :

- * ஡ிரா஢்சிஸ்டர் ஡ெருக்கியாக ஂஸல்பட அத஢் ஂஸல்பாட்டுப் புள்ளியை ஂஸல்பாட்டுப் பகுதியில் அமைப்பில் ஂஸ்ய வேண்டும்.
- * பரிமாற்று சிறப்பு வரையின் மையத்தில் V_{BB} யின் மதிப்புல் அமையுமாறு ஂஸ்தால், I_B மற்றும் I_C இரண்டும் மாறிலியாகும்.
- * $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$
 d_C மின்னழுத்தம் V_{CE} யும் மாறிலியாக அமையும்.
- * V_{BB} யுடன் V_S மின்னழுத்தம் கொண்ட மூலம் தொடரிணை இணைப்பதன் மூலம், அடிவாய் மின்னோட்டத்தில் ஂஸைவடிவ மின்னழுத்த வேறுபாடு மேற்பொருந்தி இருக்கும்.
- * இதன் விளைவாக, ஏற்பா஢் மின்னோட்டத்திலும் இந்த மாற்றம் ஏற்பட்டு, V_o - லும் மாற்றங்கள் ஏற்படும்.
- * உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு முனைகளுக்கிடையே மின்னோக்கினை இணைத்த, இதன் குறுக்கே மாறுநிலை மின்னோட்டங்களை மட்டும் காண இயலும்.
- * பொதுவாக, ஡ெருக்கிகள் மாறுநிலை ஂஸைகைகளை ஡ெருக்கப் பயன்படுகிறது.
- * ac உள்ளீடு V_i - ஂ, V_{BB} யுடன் மேற்பொருந்த ஂஸ்து வெளீட்டை ஏற்பா஢ுக்கும், தரை இணைப்பிற்கும் இடையே ஡ெறலாம்.
- * $V_i = 0$ எனக் கொண்டு, கீர்ச்சாஂப் விதிப்படி

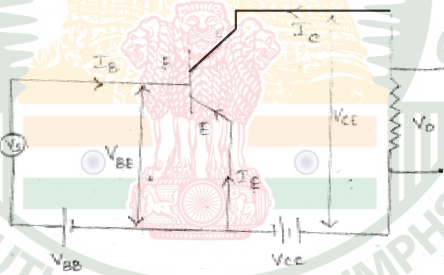
$$V_{CC} = V_{CC} - I_C R_C \text{ (வெளிப்புற சுற்றில்)}$$

$$V_{BB} = V_{EE} - I_B R_B \text{ (உள்ளீடு சுற்றில்)}$$

$V_i \neq 0$ எனில்,

$$V_{EE} + V_i = V_{BE} - I_B R_B + \Delta I_B (R_B + r_i)$$

$$V_i = \Delta I_B (R_B + r_i) = r \Delta I_B$$



- * I_B - ல் ஏற்படும் மாற்றம், I_C - ல் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும்.

$$\beta_{ac} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

- * இது ac மின்னோட்ட ஡ெருக்கம் (A_j) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
- * I_B - யால் I_C - யில் ஏற்படும் மாற்றம் V_{CE} - ல் மாற்றத்தை உருவாக்கும். இதனால் பளு மின்தடை (R_L) க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிலும் மாற்றம் ஏற்படும். இதற்கு காரணம் V_{CC} மாறாமல் இருப்பதே ஆகும்.

$$\Delta V_{CC} = \Delta V_{CE} + R_L \Delta I_L = 0$$

$$\Delta V_{CE} = -R_L \Delta I_L$$

$$V_o = -\beta_{ac} R_L \Delta I_B$$

- * மின்னழுத்த பெருக்கம் :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{\Delta V_{CE}}{r \Delta I_B} = -\beta_{ac} \frac{R_L}{r}$$

எதிர்குறி உள்ளீடு மின்னழுத்தத்திற்கும், வெளியீடு மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள கட்ட வேறுபாட்டினால் உருவானது ஆகும்.

- * திறன் பெருக்கம் $A_p = \beta_{ac} X A_v$

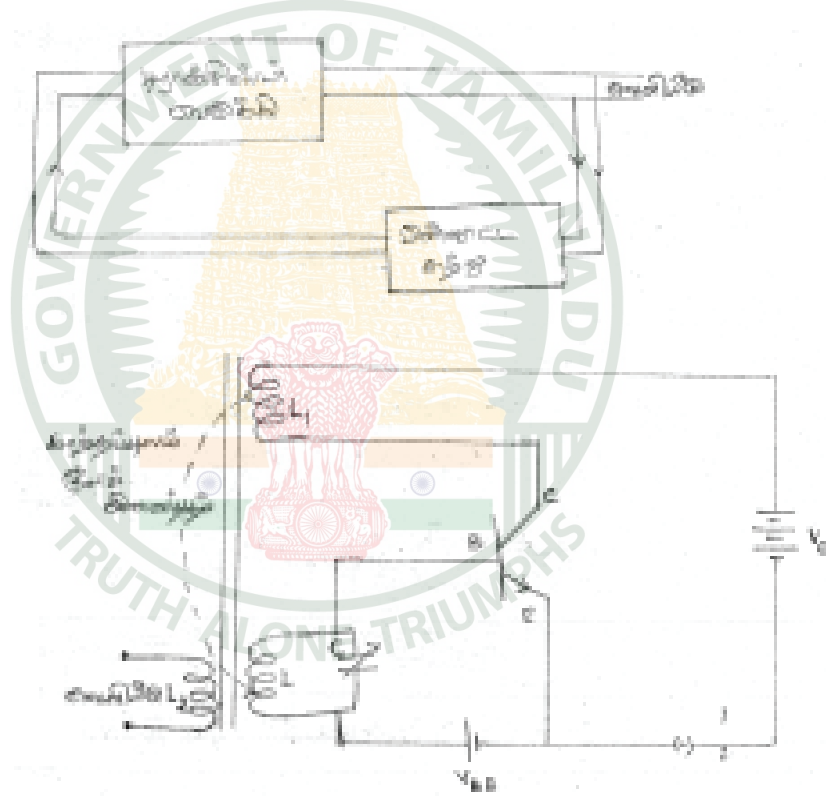
டிராட்சிஸ்டர் அலையியற்றி :

- * தேவைப்படும் அதிர்வெண்ணில், மின் அலைகளை ஒரு L-C சுற்றுச் கொண்டு அமைக்கலாம். L மின்தூண்டல் எண் மற்றும் C மின்தேக்குத்திறன் கொண்ட மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்கி ஆகியவை பக்க இணைப்பில் கொண்ட இந்த தொட்டிச் சுற்றில் ரேடியோ அலைகள் உருவாகின்றன.

- * சுற்றிற்கு கொடுக்கப்படும் மின்னாற்றல், மின்தூண்டியில் மின்காந்த அலைகளாகவும், மின்தேக்கியில் நிலை

மின்னாற்றலாக அதிர்வுறும். தொட்டிச் சுற்றில் உருவாகும் அலைகளின் அதிர்வெண் $\gamma = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

- * மின்தூண்டியின் அகமின்தடையினால், உருவாகும் அலைகளின் ஆற்றல் சீரான அளவில் குறைந்து கொண்டிருக்கும்.



- * குறியீடு சைகைகளை அனுப்ப தடையுறும் அலைவுகள் போதுமானதாக இருக்கும் ஆனால் சொற்பொழிவு போன்ற சைகைகளை அனுப்ப தடையுறா அலைகள் தான் தேவைப்படும்.

- * LC சுற்றினை, பெருக்கியுடன் நேராக்க பின்னூட்டம் மூலம் இணைப்பதன் மூலம், சரியான அளவு ஆற்றல் சரியான கால இடைவெளியில் கொடுக்கப்பட்டு, ஆற்றல் மாறிலியாக அமையும். இந்த அமைப்பு பின்னூட்ட அலையியற்றி என்றழைக்கப்படும்.

இலக்கமுறை சைகைகள் :

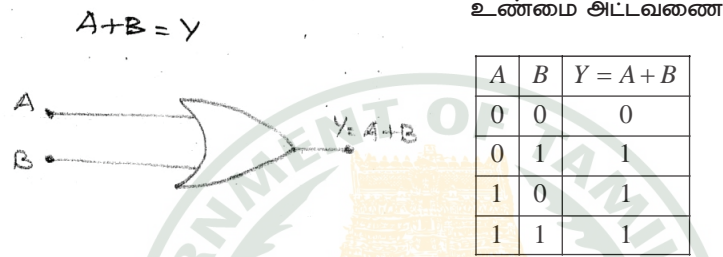
- * மின்னழுத்தத்தின் இரண்டு அளவுகளை கொண்ட சைகை இலக்க முறை சைகைகள் என்றழைக்கப்படும். 0 மற்றும் 1 ஆகியவை அந்த இரண்டு அளவுகள் ஆகும்.

லாஜிக் கேட்டுகள் :

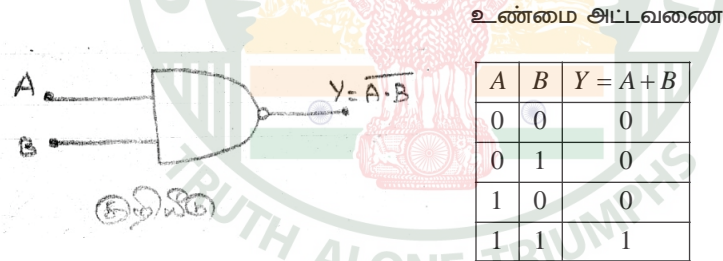
- * சைகையை தன் வழியே அனுமதித்தோ அல்லது நிறுத்தி விடும் இலக்க முறை சுற்று கேட்டு ஆகும்.

அடிப்படை லாஜிக் கேட்டுகள் :**i) OR கேட் :**

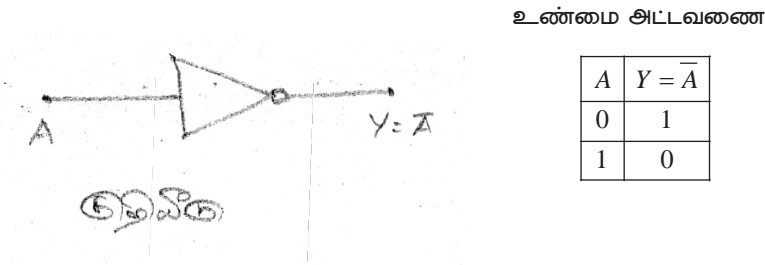
- * இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட உள்ளீடு மற்றும் ஒரேயொரு வெளியீடு கொண்ட அமைப்பு.
- * பூலியன் சமன்பாட்டின் படி,

**ii) AND கேட் :**

- * இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட உள்ளீடும், ஒரேயொரு வெளியீடும் கொண்ட அமைப்பாகும்.
- பூலியன் சமன்பாடு $Y = A \cdot B$

**ii) NOT கேட் :**

- * ஒரு உள்ளீடும், ஒரு வெளியீடும் கொண்ட அமைப்பு பூலியன் சமன்பாடு $Y = \bar{A}$.

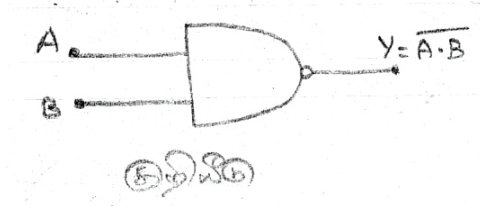


பிற கேட்டுகள் :

i) **NAND கேட் :**

* AND கேட்டின் வெளியீட்டை NOT கேட்டிற்கு உள்ளீடாக கொடுத்தால் NAND கேட் உருவாகும்.

பூலியன் சமன்பாடு $Y = \overline{A \cdot B}$



உண்மை அட்டவணை

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

ii) **NOR கேட் :**

* இது OR கேட்டின் வெளியீட்டை NOT கேட்டிற்கு உள்ளீடாக கொடுத்தால் பெறப்படும்.

பூலியன் சமன்பாடு : $Y = \overline{A + B}$



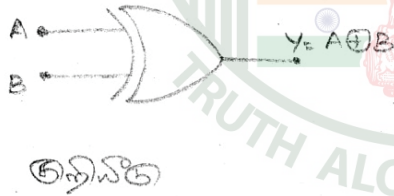
உண்மை அட்டவணை

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

ii) **XOR கேட் :**

* XOR கேட்டானது OR, AND மற்றும் NOT கேட்டுகள் கொண்டு உருவாக்கப்படும்.

பூலியன் சமன்பாடு : $Y = A \oplus B = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$



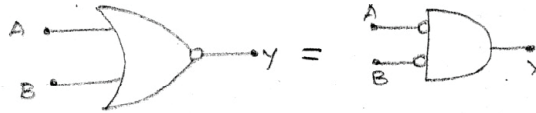
உண்மை அட்டவணை

A	B	$Y = A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

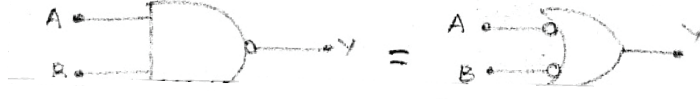
டி-மார்கன் தேற்றங்கள் :

* NAND மற்றும் NOR கேட்டுகள், பொது கேட்டுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

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



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



* **பூலியன் சமன்பாடுகள் :**

- i) $A + \overline{A}B = A + B$
- ii) $A + (B.C) = (A + B).(A + C)$
- iii) $A.(\overline{A} + B) = A.B$

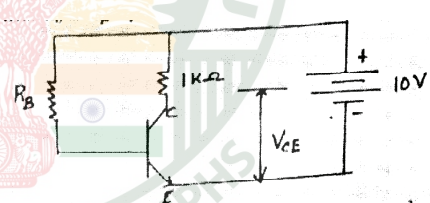
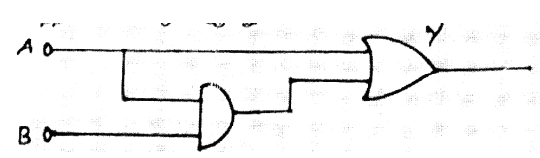
தொகுப்புச் சுற்றுகள் (IC)

- * மின்னணுவியல் எந்திரங்களை மிகச்சிறிய அளவில் உருவாக்கும் தொழில்நுட்பமே நுண் மின்னணுவியல் ஆகும். தனித்தனி உறுப்புகள் அல்லாமல் அனைத்து உறுப்புகளையும் ஒரே அமைப்பாக கொண்டதே தொகுப்புச் சுற்றுகள் ஆகும்.
- * தொகுப்பு சுற்றுக்கள், அதில் இருக்கும் கூறுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.
 - i) 100 உறுப்புகள் கொண்டவை MSI (Medium scale integrated circuits)
 - ii) 100 உறுப்புகளுக்கு மேல் கொண்டவை LSI (Large Scale integrated circuit)

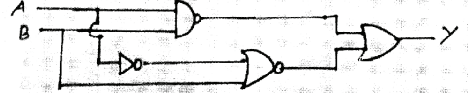
நன்மைகள் :

- * நம்பகத்தன்மை உடையது.
- * மற்ற மின்னணு எந்திரங்களை விட சிறிய இடத்தினை பயன்படுத்தும்.
- * மலிவான விலை.
- * தொகுப்புச் சுற்றுகள் தொலைகாட்சிப் பெட்டி, கணினிகளில் பயன்படுகிறது. கணினி அதிக அளவில் பயன்படக் காரணம் தொகுப்புச் சுற்று தொழில்நுட்பமே ஆகும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் அதிக வெரும்பான்மை ஊர்திகளை தருமாறு அதிக மாகூட்டப்பட்ட பகுதி
அ) அடிவாய் ஆ) உமிழ்பான் இ) ஏற்பான் ஈ) இவற்றில் எதுவுமில்லை
2. சுழி வெப்பநிலையில் குறைக்கடத்தியானது செயல்படுகிறது
அ) கடத்தியாக ஆ) காப்பானாக இ) அ மற்றும் ஆ ஈ) இவற்றில் எதுவுமில்லை
3. பொது அடிவாய் சுற்றில் ஒரு டிரான்சிஸ்டரானது பெருக்கியாக செயல்படுகிறது எனில் அதன் மின்னோட்டப்பெருக்கம் 0.961. உமிழ்பான் மின்னோட்டம் 7.2 mA எனில் அடிவாய் மின்னோட்டம்
அ) 0.29 mA ஆ) 0.35 mA இ) 0.39 mA ஈ) 0.43 mA
4. 2480 nm அலைநீளத்தை விட குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்த அலையானது, ஒரு குறைக்கடத்தி மீது விழுகிறது. இதனால் குறைக்கடத்தியின் கடத்துதிறன் அதிகரிக்கிறது எனில் அதன் விலக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளி
அ) 0.9 ஆ) 0.7 இ) 0.5 ஈ) 0.1
5. சுழி வெப்ப நிலையில் ஆனது
அ) அலோகமாக இருக்கும் ஆ) உலோகமாக இருக்கும் இ) மின்காப்பானாக இருக்கும் ஈ) இவற்றில் எதுவுமில்லை
6. படத்தில் உள்ள டிரான்சிஸ்டரின் மின்னோட்டப்பெருக்கம் $\beta = 100$, $V_{CE} = 5V$ எனில் சார்பு மின்தடையான R_B ன் மதிப்பு என்ன? (V_m புறக்கணிக்கக்கது)

அ) $200 \times 10^3 \Omega$ ஆ) $1 \times 10^3 \Omega$ இ) 500 Ω ஈ) $2 \times 10^3 \Omega$
7. NAND கேட்டிலிருந்து OR கேட்டின் வெளியீட்டைப் பெற
அ) இரண்டு NAND கேட் போதுமானது ஆ) மூன்று NAND கேட் போதுமானது
இ) ஒரு NAND கேட் போதுமானது ஈ) நான்கு NAND கேட் போதுமானது
8. மின் சுற்றின் வெளியீடு Y ஆனது

அ) A ஆ) B இ) AB ஈ) A + B

9. கொடுக்கப்பட்டுள்ள மின்சுற்றின் பூலியன் சமன்பாடு



- அ) A ஆ) B இ) AB ஈ) A + B

10. பொது உமிழ்ப்பான் சுற்றில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் புறமின்தடை $5k\Omega$ மற்றும் உள்ளீடு மின்தடை $1k\Omega$ இதன் மின்னோட்டப் பெருக்கம் 50 மற்றும் உள்ளீடு பெரும மின்னழுத்தம் எனில் மின்னழுத்தப் பெருக்கம்.

- அ) 250 ஆ) 500 இ) 125 ஈ) 50

11. ஒரு டிரான்சிஸ்டர் பொது உமிழ்ப்பான் சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உமிழ்ப்பான் சுற்றில் $0.5V$ மின்னழுத்த இறக்கம் 800Ω மின்தடைக்கு குறுக்காக ஏற்படுகிறது மற்றும் அளிக்கப்படும். உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்தம் $8V$ ஆகும். 0.96 மின்னோட்டப் பெருக்கம் எனில் அடிவாய் மின்னோட்டம்

- அ) $26\mu A$ ஆ) $30\mu A$ இ) $36\mu A$ ஈ) $40\mu A$

12. கீழே கொடுக்கப்பட்டவற்றில் எது சரியானது

- அ) N வகை ஜெர்மானியம் எதிர்மின்னூட்டம் மற்றும் P வகை ஜெர்மானியம் நேர்மின்னூட்டம் கொண்டது.
ஆ) N வகை ஜெர்மானியம் நேர்மின்னூட்டம் மற்றும் N வகை ஜெர்மானியம் எதிர் மின்னூட்டம் கொண்டது.
இ) N வகை மற்றும் P வகை ஜெர்மானியம் எதிர்மின்னூட்டம் கொண்டது.
ஈ) N வகை மற்றும் P வகை ஜெர்மானியம் நடுநிலை கொண்டது (மின்னூட்டம் மற்றும்)

13. $Y = A + B$ என்பது எந்த கேட்டின் பூலியன் சமன்பாடு

- அ) OR கேட் ஆ) AND கேட் இ) NOR கேட் ஈ) NAND கேட்

14. 500Ω உள்ளீடு மின்தடை கொண்ட ஒரு டிரான்சிஸ்டரின், பெருக்கம் $\beta = 62$ $R_1 = 5000\Omega$ எனில் மின்திறன் பெருக்கமானது

- அ) 6200 ஆ) 45850 இ) 38440 ஈ) 15320

15. பொது உமிழ்ப்பான் சுற்றில் பெருக்கியாக பயன்படுத்தப்பட்ட சிலிக்கான் டிரான்சிஸ்டரின் புறமின்தடை $5k\Omega$ மற்றும் உள்ளீடு மின்தடை 665Ω $15\mu A$ என அடிவாய் மின்னோட்ட மாற்றத்தால் ஏற்பாள் மின்னோட்டம் $2mA$ என மாற்றம் அடைகிறது எனில் பெருக்கியின் மின்னழுத்தப் பெருக்கம்

- அ) 1002.5 ஆ) 1232.8 இ) 723.9 ஈ) 9879.3

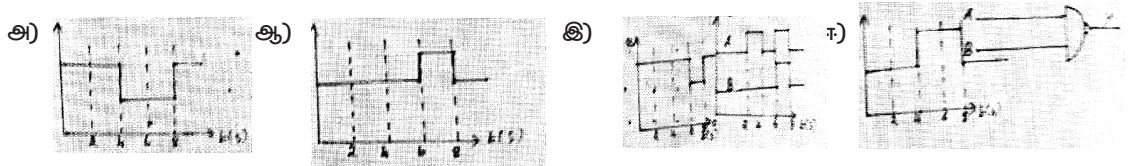
16. அரை அலைத்திருத்தியின் சரியான படம்



17. குறை கடத்தி ஒன்றின் அடர்த்தி மற்றும் குறையின் அடர்த்தி எனில் குறை கடத்தியின் கடத்து எண்

- அ) 5.614 ஆ) 1.6 இ) 0.421 ஈ) 1.54

18. A மற்றும் B என்ற உள்ளீடு காலத்தைப் பொறுத்து மாற்றமடையும் இதை NAND கோட்டிற்கு உள்ளீடாக அளித்தால் வெளியீடானது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது



19. ஒரு குறை கடத்தியில் உள்ள எலக்ட்ரான் மற்றும் துளைகளின் தகவு $7/5$ மற்றும் மின்னோட்ட தகவு $7/4$ எனில் இழப்பு திசை வேகத்திறனின் தகவு

- அ) $4/7$ ஆ) $5/8$ இ) $4/5$ ஈ) $5/4$