

அதிகமான பவர் வெளியீடு தேவைப்படும் போது கிளாஸ் B பெருக்கிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஆடியோ பெருக்கிகளில் புஷ்-புல் நிலையில் (Push pull stage) கிளாஸ் B வகைப் பெருக்கியைப் பயன்படுத்துவதால் தவறாமல் புஷ்-புல் சரியான முறையில் சமமாக இருக்கும் படி (Well balanced) அமைப்பதும் அவசியம். புஷ்-புல் நிலையில் பயன்படுத்தப்படும் வெளியீட்டு மின் மாற்றியில், பிரதமச் சுற்றில் சென்டர் டேப் (Centre tap) தேவை. இந்த அமைப்பால் நமக்கு இரண்டு சிக்னல் மின்னழுத்தங்கள் சம ஆம்ப்ளிபியூட்டிலும் 180° ஃபேஸ் (Phase) வித்தியாசத்திலும் கிடைக்கின்றன.

இந்த வகைப் பெருக்கிகளுக்கு உயர்ந்த ஆம்ப்ளிஃபிகேஷன் பேக்டர் (amplification factor) டிரான்ஸிஸ்டர்களைப் பயன்படுத்துவது நல்லது. ஆகவே கிளாஸ் B பெருக்கிகள் திறமை வாய்ந்தவை. குலைவினை உடையவை மற்றும் நல்ல ஆம்ப்ளிஃபிகேஷன் உடையவை.

கிளாஸ் AB பெருக்கிகள்

கிளாஸ் AB பெருக்கிகள் கிளாஸ் A வகைக்கும் கிளாஸ் B வகைக்கும் இடைப்பட்டது. இந்த வகைப் பெருக்கிகளில் பேஸ் பயாஸ் ஆனது, டிரான்சிஸ்டரின் கலெக்டர் மின்னோட்டம் ஏ.சியின் பாதி சைக்கிளுக்கு அதிகமாகவும், முழு சைக்கிளுக்குக் குறைவாகவும் நிகழும் வண்ணம் அமைக்கப்படுகிறது.

கிளாஸ் AB யின் செயல்பாடு கிளாஸ் B புஷ்-புல் நிலையில் காணப்படும் கிராஸ் ஓவர் டிஸ்டார்ஷனைத் (Cross over distortion) தடுக்கிறது.

கிளாஸ் AB வகை, சாதாரணமாக புஷ்-புல் ஆடியோ பவர் பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கிளாஸ் C பெருக்கிகள்

கிளாஸ் C செயல்பாட்டில், கலெக்டர் மின்னோட்டம் உள்ளீட்டு சைக்கிளின் ஒரு பாதிக்கும் குறைவாக நிகழும். (உள்ளீட்டு சைக்கிளில் 180° க்குக் குறைவாக) கிளாஸ் C பெருக்கிகள் “கட் ஆஃப்” என்பதை மீறி பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக வெளியீட்டு மின்சாரம் உள்ளீட்டு சைகை “பாசிட்டிவ்” ஆக இருக்கும் போது மட்டும் நிகழும்.

கிளாஸ் C வகை, இசைவு செய்யப்பட்ட வெளியீட்டுச் சுற்றினை கொண்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இது “பல்ஸ் கிளிப்பர்” (Pulse-clipper) சுற்றாகவும் பயன்படுகிறது.

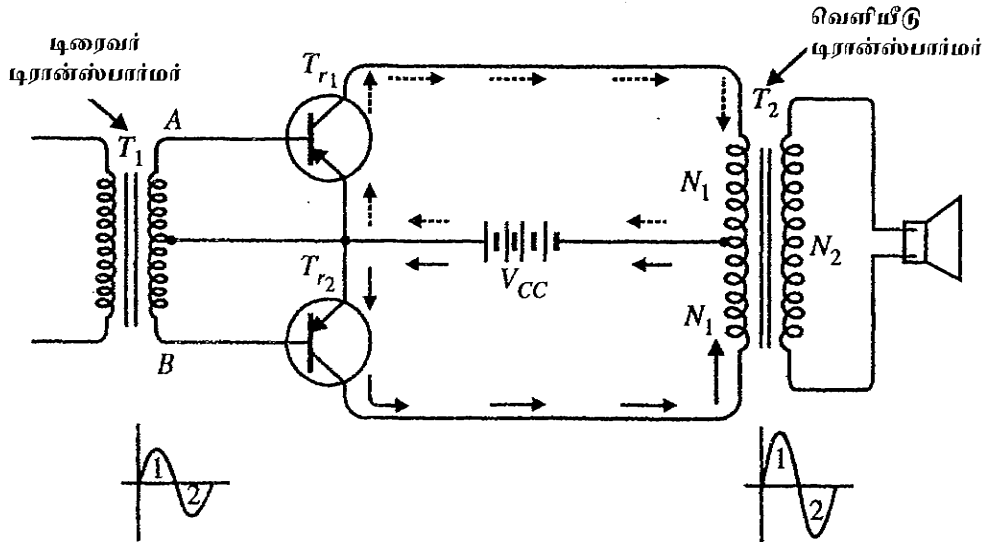
கிளாஸ் A கிளாஸ் B மற்றும் கிளாஸ் C வகைப் பெருக்கிகளை ஒப்பீடுதல்

குறிப்பு	கிளாஸ் A	கிளாஸ் B	கிளாஸ் C
குலைவு	மிகக்குறைவு	அதிகம்	அதிகம்
திறன்	45%	75%	90%
பயன்படுத்தப்படும் இடம்	ஒரு டிரான்சிஸ்டர் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆடியோ பெருக்கிகளிலும் டிரைவர் நிலைகளிலும்	புஷ்-புல் வெளியீட்டு நிலை	அலைப்பிகளிலும் பல்ஸ் கிளிப்பர் சுற்றுகளிலும்

புஷ் - புல் பெருக்கிகள்

கிளாஸ்-B பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படும் பவர் டிரான்சிஸ்டர், அதன் உள்ளீடான சைன் அலை (Sine wave) யின் ஒரு பாதி நேரம் மட்டும் கடத்தும். மற்றொரு பாதியையும் ஏதாவது ஒரு முறையில் பயன்படுத்தாவிடில் இந்த முறையின் பயன் மிகவும் குறைந்துவிடும். ஆகவே இரண்டு டிரான்சிஸ்டர்களைப் பயன்படுத்தி செவியுணர் அதிர்வெண்களையும் மற்ற குறைந்த அதிர்வெண்களையும், உள்ளீட்டின் வித்தியாசமான அரை சைக்கிள்களைக் கடத்தும்படிச் செய்யலாம். இவ்வாறு செய்யப்படும் அமைப்பு புஷ்புல் சுற்று ஆகும்.

புஷ் - புல் பெருக்கி சுற்றுகளில் இரண்டு மின்மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒன்று உள்ளீட்டுச் சுற்றில் இருக்கும் இரண்டு நிலைகளுக்குத் தேவையான சிக்னல்களை சம அளவிலும், எதிர்த்த 'ஃபேஸ்'லும் (180° Out of phase), கொடுப்பதே உள்ளீட்டு மின்மாற்றியின் நோக்கம் ஆகும். ஃபேஸ் இன்வர்ட்டர் (Phase inverter) அல்லது ஃபேஸ் ஸ்பிலிட்டர் (Phase splitter) சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுவது மற்றொரு வகை ஆகும்.



படம் 4.26

காம்ப்ளிமென்ட்ரி-சிமெட்டரி புஷ்புல் சுற்றுகளில் (Complimentary Symmetry) உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு மின்மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஆனால் இந்த சுற்றுகளில் ஒரு ஜோடி காம்ப்ளிமென்ட்ரி சிமெட்டரி டிரான்சிஸ்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதாவது ஒரு டிரான்சிஸ்டர் PNP மற்றொன்று NPN வகையைச் சார்ந்தவை.

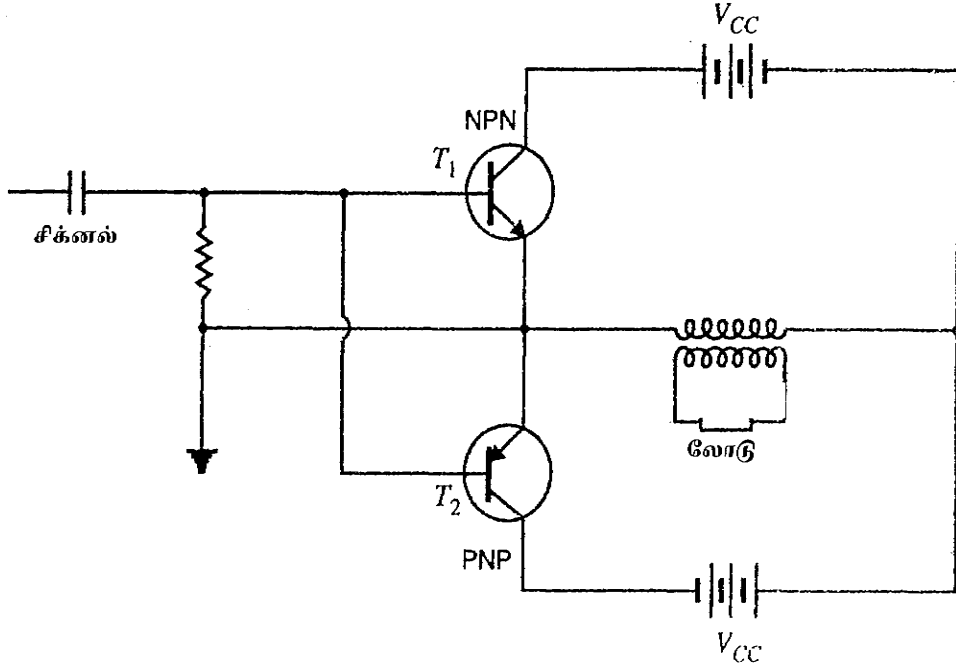
புஷ் - புல் பெருக்கியின் நன்மைகள்

1. ஆம்பிளிடியூடு மாறுபாடு தவிர்க்கப்படுகின்றன.
2. மின்மாற்றியின் இரு பாதிகளிலும், கலெக்டர் மின்னோட்டம், எதிர்த்திசையிலும் நிகழ்வதால் கோர் (Core) சாட்சரேஷன் (Saturation) ஆவது இல்லை.
3. குறைந்த அதிர்வெண்ணுக்கு ரெஸ்பான்ஸ் அதிகமாக்கப்படுகிறது.
4. திறன் அதிகம்.

மின்மாற்றியுடன் கூடிய கிளாஸ்-B பெருக்கி மற்றும் காம்ப்ளிமென்ட் சிமென்ட்ரி புஷ்புல் பெருக்கிகள் ஆகியவற்றை விரிவாகக் காணலாம்.

காம்ப்ளிமென்ட்ரி - சிமென்ட்ரி சுற்றுகள் (டிரைவர் மற்றும் வெளியீட்டு மின்மாற்றிகள் இல்லாமல்)

இந்தச் சுற்றில் ஒரு NPN மற்றும் ஒரு PNP டிரான்சிஸ்டரும் உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இதன் மூலம் சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படும் புஷ்புல் பெருக்கியில் கிடைக்கும் எல்லா நன்மைகளும் கிடைக்கின்றன. அத்துடன் நேர் இணைப்பு அதிக அதிர்வெண் ரெஸ்பான்ஸையும், குறைந்த மாறுபாட்டையும், செலவில் சிக்கனத்தையும் கொடுக்கிறது. சிக்னலானது முதல் நிலையில் இருந்து நேரடியாக புஷ்புல் நிலையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. ஒலிபெருக்கியும் வெளியீட்டு மின்மாற்றி இல்லாமல் நேரடியாகவே இணைக்கப்படுகிறது.



படம் 4.27

இந்த அமைப்பு, உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு மின்மாற்றிகள் இல்லாமல் இருப்பதால், இடத்தை அதிகமாக அடைத்துக் கொள்வது இல்லை. விலையும் குறைவு, அளவும் மிகச் சிறியதாகும். இணைப்பு மின்மாற்றிகளால் சாதாரணமாக ஏற்படும் அதிர்வெண் மாறுபாடு தவிர்க்கப்படுகிறது. புஷ்புல் நிலையும் அதற்கு முந்தைய நிலையும் நேரடியாக இணைக்கப்படுகின்றன. இடையில் இணைப்பு மின்தேக்கி எதுவும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. குறைந்த செவியுணர் அதிர்வெண்களில் இணைப்பு மின்தேக்கிகளால் பெருக்கியின் குணங்களில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. குறைந்த மற்றும் அதிக செவியுணர் அதிர்வெண்கள், இந்த வகை பெருக்கிகளில் திருப்திகரமாகச் செயல்படுகின்றன. ஃபிடிலிட்டியும் சிறந்த முறையில் உள்ளது. ஆகவே இவ்வகைப் பெருக்கிகள் 'ஸ்டீரியோ' (Stereo) பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அதிர்வெண் தொகுப்பைப் பொருத்து பெருக்கிகளின் வகைகள்

சாதாரணமாக, பெருக்கிகள், தாம் செயல்படுகின்ற அதிர்வெண்ணைப் பொருத்து வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. செவியுணர் அதிர்வெண் (AF) பெருக்கிகள்.
2. இடைநிலை அதிர்வெண் (IF) பெருக்கிகள்.
3. வானொலி அதிர்வெண் (RF) பெருக்கிகள்.

செவியுணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகள்

செவியுணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகள், காதுகளுக்கு கேட்கும் அலைத் தொகுப்பை மட்டும் (20Hz முதல் 20 K Hz), பெருக்கும் திறன் வாய்ந்தவை.

இந்த அலைத்தொகுப்பு மட்டுமே மனிதனுடைய காதுகளுக்கு கேட்கும். எனினும் இது அவனுடைய தனித்தன்மையையும் வயதையும் பொருத்து அமையும். ஆகவே செவிஉணர் அலை பெருக்கிகள், மின்னணுச் சாதனங்களில் ஒலி பரப்பவும், ஈர்க்கவும் ஒலி சிக்னல்களைத் தேவைக்கேற்றார் போல மாற்றவும், ஒரு முக்கியமான பகுதியாக அமைகின்றன. செவியுணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகள், வானொலி ஏற்பிகளின் வெளியீட்டுப் பகுதிகளிலும் தொலைக்காட்சி பெட்டியின் ஒலி நிலையிலும், ஒலிபெருக்கியை இயக்கச்செய்து ஒலியை உற்பத்தி செய்வதற்கு முக்கியமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. உயர் பிடிவிட்டி பெருக்கிகள், நாடாபதிவுக் கருவிகள் மற்றும் மேடை ஒலிபெருக்கும் அமைப்புகள் ஆகிய சாதனங்களிலும் பயன்படுகின்றன.

இடைநிலை அதிர்வெண் (I.F.) பெருக்கிகள்

இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி என்பது மாறாத இசைவு செய்யப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி ஆகும். வானொலி ஏற்பிகளின் கன்வர்ட்டர் நிலையின் வெளியீட்டுச் சுற்றில் உள்ள பல சிக்னல் அதிர்வெண்களில் ஒரு சிக்னல் அதிர்வெண்ணைத் தேர்ந்தெடுப்பதே இடைநிலை நிலை அதிர்வெண் பெருக்கி நிலையின் முக்கிய வேலையாகும். ஆகவே இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கிகள் என்பது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு இசைவு செய்யப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி ஆகும். வானொலி அதிர்வெண் சிக்னல்கள் இடைநிலை அதிர்வெண் சிக்னல்களாக மாற்றப்படுவதற்கு காரணம், R.F. பெருக்கிகளை அமைப்பதைவிட I.F. பெருக்கிகளை அமைப்பது மிகவும் எளிது.

ஈர்க்கப்பட்ட சிக்னல்களின் சக்தியை அதிகப்படுத்த, இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி நிலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மொத்தத்தில் உணர்வுத்திறனுக்கும், தேர்வுத்திறனுக்கும் முக்கியப் பொறுப்பாக இருப்பது, இடைநிலை நிலை அதிர்வெண் பெருக்கி நிலையே ஆகும். AM வானொலி ஏற்பிகளில், இடைநிலை அதிர்வெண் சுமார் 455 KHz ஆகவும் பண்பலை ஏற்பிகளில் IF 10.7 MHz ஆகவும் உபயோகத்தில் உள்ளது. தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் ஒளியின் IF 38.9 MHz ஆகவும் ஒளியின் IF 33.4 M. Hz ஆகவும் உள்ளது.

வானொலி அதிர்வெண் (R.F.) பெருக்கிகள்

செவியுணர் அதிர்வெண் தொகுப்பிற்கு அதிகமான சிக்னல் அதிர்வெண் உள்ள இடங்களில் பயன்படுவது வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கிகள் ஆகும். R.F. சிக்னல்கள் 200 KHz முதல்

30 MHz வரை உள்ளன. தொலைக்காட்சி மற்றும் பண்பலை ஆகியவற்றில் பயன்படும் மிகஉயர் அதிர்வெண்களாகிய VHF மற்றும் UHF தொகுதிகள் 200 MHz க்கும் மேற்பட்டவை.

VHF தொகுப்பில், அலை வாங்கியிலிருந்து கிடைக்கும் சிக்னல் மிகக் குறைந்த மைக்ரோவோல்ட் மின்னழுத்தம் கொண்டவை. ஆகவே கலப்பி நிலைக்கு முன் சாதாரணமாக ஒரு R.F. பெருக்கி நிலை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த RF பெருக்கி நிலை, சிறந்த முறையிலான சிக்னல்க்கும், சப்தத்திற்கும் உள்ள விகிதத்தைக் கொடுக்கிறது. இந்த R.F. நிலைக்கு ஃப்ரிசெலக்டார் (Preselector) அல்லது இசைவு செய்யப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி என்ற வேறு பெயர்களும் உண்டு. நல்ல தேர்வுத் திறனை உண்டாக்க, பெருக்கிகளில் பெரும்பாலும் இசைவுச் சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

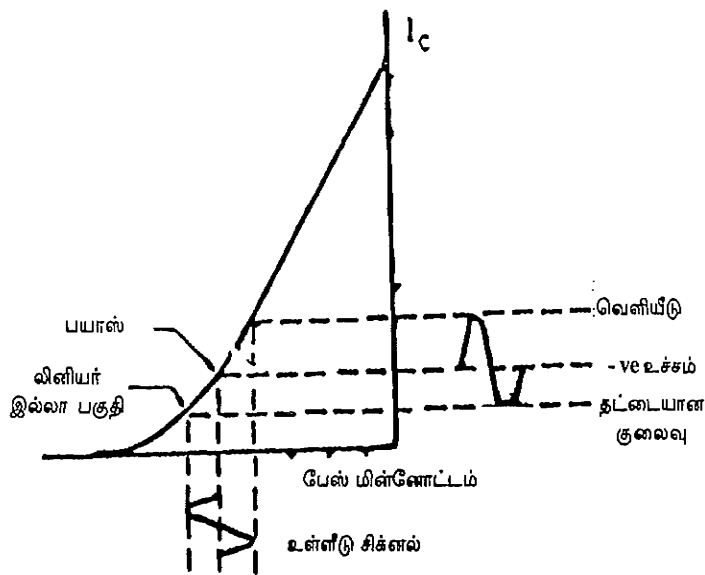
4.4. ஆம்பிளிபயர்களில் ஏற்படும் குலைவு (DISTORTION IN AMPLIFIERS)

உண்மையான சிக்னல்க்கும் பெருக்கப்பட்ட சிக்னல்க்கும் உள்ள வேறுபாட்டை குலைவு (distortion) என்று கூறுகிறோம். பெருக்கிகளில் ஏற்படுகின்ற குலைவுகளை மூன்று அடிப்படை வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. ஆம்பிளிட்யூடு குலைவு (Amplitude distortion)
2. ஃபேஸ் குலைவு (Phase distortion)
3. அதிர்வெண் குலைவு (Frequency distortion)

ஆம்பிளிட்யூடு குலைவு

பெருக்கியின் மாற்றுகின்ற குணநலன்களில் நேர்முறையாக இல்லாத போது (non-linear) ஆம்பிளிட்யூட் குலைவு ஏற்படுகிறது. இது படம் 4.28ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.28.

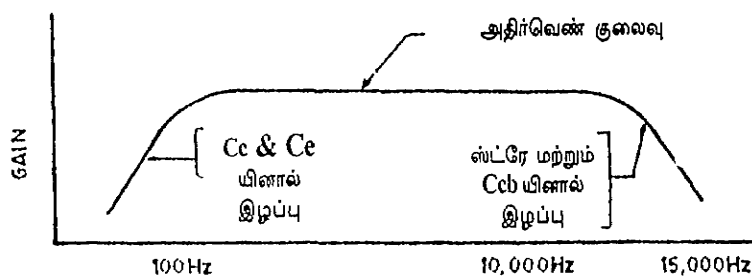
படத்தில் எதிர்முறை உச்சப் (negative peak) பகுதி, தட்டை ஆக்கப்பட்டு உள்ளது. இவ்வாறு தட்டையாக்கப்பட்டதை ஆம்ப்ளிப்யூட் குலைவு என்கிறோம். குறைந்த பவர் சப்ளை மின்னழுத்தம், சரியில்லாத பயாஸ் அல்லது 'பயாஸ்' க்கு அதிகப்படியான சிக்னல் போன்றவை குலைவிற்கு மற்ற காரணங்கள் ஆகும். பவர் பெருக்கியின் அதிகப்படியான சிக்னல்களைக் கையாளுவதால் அவற்றில் ஆம்ப்ளிப்யூட் சிக்னல்களை உள்ளீடாகக் கொடுப்பதன் நேர்முறைப் (linear) பகுதிக்கு மாற்றுவதன் மூலமும் ஆம்ப்ளிப்யூட் குலைவைக் குறைக்கலாம்.

ஃபேஸ் குலைவு (Phase Distortion)

ஃபேஸ் குலைவு, சுற்றில் உள்ள பல இன்டக்டன்ஸ் மற்றும் கப்பாசிடென்ஸ், இணைப்பு முனைகள், செயலாற்றும் உறுப்புக்களின் எலிமென்ட்ஸ் ஆகியவற்றால், ஏற்படுகிறது. 'பேஸ்'லிருந்து கலெக்டருக்கு ஏற்படுகின்ற 180° ஃபேஸ் குலைவை விட இதன் குலைவு அதிகமாக இருக்கும். செவி உணர் பெருக்கிகளில் ஃபேஸ் மாறுபாடு முக்கிய குறைபாடாய்த் தெரிவதில்லை. ஏனெனில் அது காதுக்கு கேட்கும் அளவிற்கு விளைவை ஏற்படுத்தாது. ஆனால் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளில் பயன்படுத்தப்படும் படப் பெருக்கிகளில் (video amplifier) ஃபேஸ் குலைவு விரும்பத்தக்கதன்று.

அதிர்வெண் குலைவு

பெருக்கியானது எல்லா அதிர்வெண்களையும் ஒரே அளவிற்கு பெருக்க முடியாதபோது அதிர்வெண் குலைவு ஏற்படுகிறது. இது இணைப்பு மின்தேக்கி C_c மற்றும் எமிட்டர் மின் தடையின் குறுக்கே உள்ள பைபாஸ் மின்தேக்கி C_e ஆகியவை சரியான முறையில் தேர்ந்தெடுக்கப்படாத போது ஏற்படுகிறது. தவறான தேர்வு தாழ்ந்த அதிர்வெண்களைக் குறைத்துவிடுகிறது. இது படம் 4.29ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4.29.

டிராள்சிஸ்டர் முனைகளுக்கிடையே ஏற்படுகின்ற மின்னேற்புத்திறன், கலெக்டரிலிருந்து 'பேஸ்'க்கு உயர்ந்த அதிர்வெண்களை வெட்டி விடுகிறது. எந்த அதிர்வெண்களைப் பெருக்க வேண்டும் என்று ஆசைப்படுகிறோமோ, அதில் பெருக்கியின் இலாபம் மாறாமல் ஒரே மாதிரியாக இருக்க, பெருக்கியின் வடிவமைப்பை மிகவும் எச்சரிக்கையுடன் செய்ய வேண்டும். மாறாத இலாபம் வரை படத்தின் (படம் 4.29) ல் நடுவில் உள்ள நடுப்பகுதி காட்டுகிறது. இதை Flat Response என்கிறோம்.

இரைச்சல் (Noise)

தேவையில்லாத மின்னழுத்தத்தை மின்பெருக்கியின் உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படுவதையே இரைச்சல் என்கிறோம். இது ஏற்பியின் உள்ளேயிருந்தோ அல்லது வெளியிலிருந்தோ உண்டாவதற்கு சாத்தியக்கூறுகள் உள்ளன.

வெளி இரைச்சல் மோட்டார் போன்ற மின் சாதனங்கள், ஒளிரும் குழாய் விளக்குகள் (Flourescent lamps) போன்றவற்றிலிருந்து உண்டாகின்றன. ஏற்பிகளின் உள்ளேயே ஏற்படுகின்ற இரைச்சல்களை ராண்டம் இரைச்சல் (Random noise) என்கிறோம்.

சிக்னலுக்கும், இரைச்சலுக்கும் (signal to noise ratio) இடையே உள்ள விகிதம் மற்றுமொரு முக்கிய குணம் ஆகும். இதைக் கொண்டு பெருக்கியின் தரத்தை அறியலாம்.

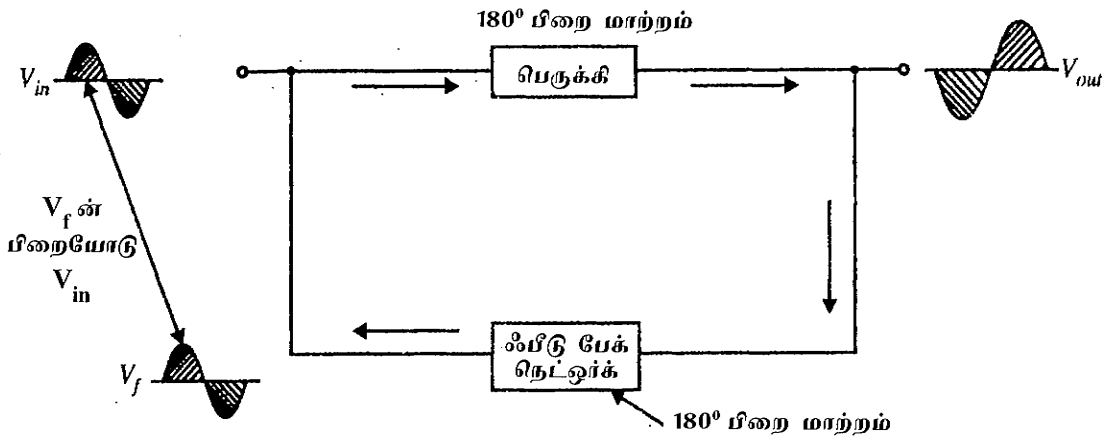
அதிர்வெண் 'ரெஸ்பான்ஸ்' ஐயும், சிக்னலுக்கும் இரைச்சலுக்கும் உள்ள விகிதத்தை அதிகப்படுத்தவும், மாறுபாட்டைக் குறைக்கவும், எதிர்மறை பேக் (negative feed back) பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

4.4. பெருக்கிகளின் ஃபீடு பேக் (Feed back in Amplifiers)

ஃபீடு பேக் என்பது, வெளியீட்டு மின்னழுத்த அல்லது மின்னோட்ட சிக்னல்களின் ஒரு பகுதியை பெருக்கியின் உள்ளீடாய்க் கொடுப்பதே ஆகும்.

நேர்மறை ஃபீடுபேக்

ஃபீடு பேக் மின்னழுத்தம் அல்லது மின்னோட்டம் உள்ளீட்டு சிக்னலுடன் ஒரே 'ஃபேஸ்'ல் இருந்தால், இதை நேர்மறை ஃபீடு பேக் அல்லது ரி ஜெனரேட்டிவ் (Regenerative feed back) என்கிறோம்.

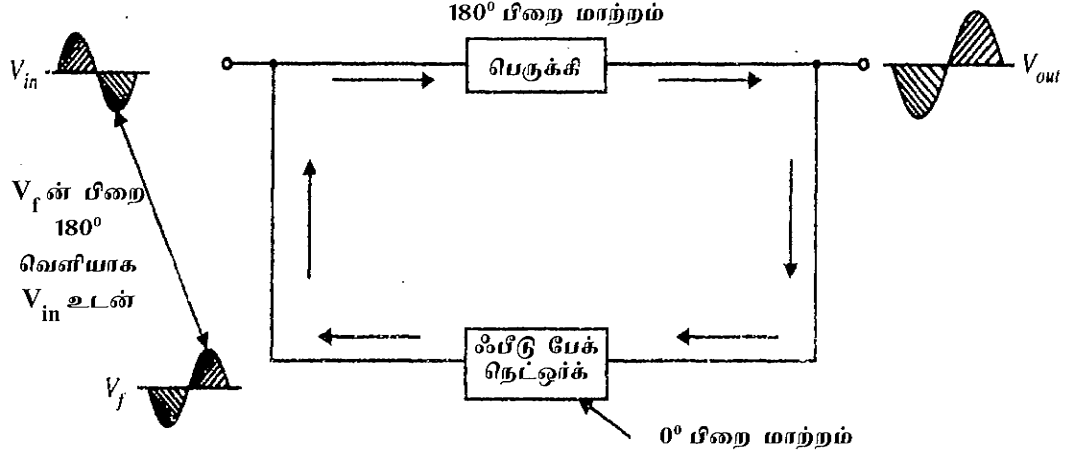


படம் 4.30

எதிர்மறை ஃபீடுபேக்

ஃபீடுபேக் சிக்னல் உள்ளீட்டு சிக்னலுக்கு எதிர் 'ஃபேஸ்'ல் இருந்தால் அதை எதிர்மறை ஃபீடுபேக் அல்லது டி ஜெனரேட்டிவ் ஃபீடுபேக் என்கிறோம்.

நேர்மறை ஃபீடுபேக் பெருக்கியின் லாபத்தை அதிகமாக்குவதுடன் அலைகளை உற்பத்தி செய்கிறது. நேர்மறை ஃபீடுபேக், அலைப்பி (Oscillator) என்னும் முக்கிய வகைச் சுற்றுக்கு, அடிப்படையாக அமைகிறது.



படம் 4.31

எதிர்மறை ஃபீடுபேக், பெருக்கியின் இலாபத்தைக் குறைக்கிறது. ஆனால் ஸ்திரத்தன்மையை அதிகமாக்குகிறது. எதிர்மறை ஃபீடுபேக் செவிஉணர் அதிர்வெண் பெருக்கிகளில், பெருக்கியின் அதிர்வெண் 'ரெஸ்பான்ஸ்'ஐ அதிகமாக்குகிறது. சப்தம் மற்றும் மாறுபாட்டைக் குறைக்கிறது.

நேர்மறை ஃபீடுபேக்கின் நன்மைகள்

1. லாபம் அதிகமாகிறது.
2. அலைப்பிகளில் பயன்படுகிறது.

எதிர்மறை ஃபீடுபேக்கின் நன்மைகள்

1. உயர்ந்த பிடலிட்டி (High fidelity)
2. அதிகமாக்கப்பட்ட ஸ்திரத்தன்மை
3. குறைந்த ஆம்பளிடியூடு குலைவு
4. குறைந்த அதிர்வெண் குலைவு
5. குறைக்கப்பட்ட இரைச்சல்
6. அதிகரிக்கப்பட்ட பட்டை அகலம் (band width)

நேர்மறை ஃபீடுபேக்கின் தீமைகள்

1. அதிகப்படியான குலைவு ஏற்படுவதால் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.
2. மிகவும் குறைந்த ஸ்திரத்தன்மை.

எதிர்மறை ஃபீடுபேக்கின் தீமைகள்

1. எதிர்மறை 'பீடுபேக்' பெருக்கியின் இலாபத்தை குறைக்கிறது.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. கீழ்க்கண்ட டிரான்சிஸ்டர் பெருக்கிகளில் எதன் திறன் 85% வரை உள்ளது?
அ. கிளாஸ் A ஆ. கிளாஸ் B இ. கிளாஸ் C ஈ. கிளாஸ் AB
2. ஒரு கிளாஸ் A பெருக்கியில் _____
அ. கட-ஆஃப் மதிப்பிற்கு ஏற்ப பேஸ் பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும்
ஆ. IC பெரும்பாலும் வெளியேற்றப்படும்
இ. IE எப்போதும் வெளியேற்றப்படும் ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை.
3. கீழ்க்கண்ட பெருக்கியில் எது குறைந்த திறனுடையது?
அ. கிளாஸ் A ஆ. கிளாஸ் B இ. கிளாஸ் C ஈ. கிளாஸ் AB
4. கிளாஸ் A பெருக்கி _____ இடங்களில் பயன்படுகிறது.
அ. தலைகீழ் பிறையில்லாத ஆ. அதிக மின்னழுத்தம் பெருக்கப்படும்
இ. நேர் மின்னழுத்தம் பெருக்கப்படும் ஈ. குறைவான குலைவு உள்ள
5. ஒலியலை பெருக்கத்திற்கு ஏற்ற பெருக்கி _____
அ. கிளாஸ் A ஆ. கிளாஸ் B இ. கிளாஸ் C ஈ. கிளாஸ் AB
6. கீழ்க்கண்ட சுற்றுகளில் அதிக மின்னோட்ட மற்றும் மின்னழுத்த லாபம் உள்ளது எது?
அ) CB ஆ) CE இ. CC ஈ. எதுவுமில்லை.
7. கீழ்க்கண்ட சுற்றில் ஃபீடுபேக் சுற்றாக பயன்படுவது எது?
அ. CC ஆ. CB இ. CE ஈ. எதுவுமில்லை
8. கீழ்க்கண்ட சுற்றுகளில் இணைப்பு மின்தேக்கி இல்லாத சுற்று எது?
அ. மின்தடை இணைப்பு ஆ. இம்பிடென்ஸ் இணைப்பு
இ. ஒற்றை இசைவுடைய ஈ. டிரான்ஸ்பார்மர் இணைப்பு
9. கீழ்க்கண்ட பெருக்கிகளில் அதிக லாபமுடையது _____
அ. டிரான்ஸ்பார்மர் ஆ. மின்தடை இணைப்பு
இ. இம்பிடென்ஸ் இணைப்பு ஈ. மின்தேக்கி இணைப்பு
10. RC இணைப்பு பெருக்கியில் DC மின்னோட்டத்தை தடுக்க உதவுவது
அ. லோடு மின்தடை (R_L) ஆ. இணைப்பு மின்தேக்கி (C_C)
இ. பேஸ் மின்தடை (R_B) ஈ. டிரான்சிஸ்டர்

10. தொலைக்காட்சியின் ஒலி, ஒளி, ஐஎஃப்.பி. அதிர்வெண்களைக் கூறு.
11. டிரான்சிஸ்டரில் உள்ள முனைகளைக் கூறு.
12. NPN மற்றும் PNP டிரான்சிஸ்டர்களின் குறியீடு வரைக.

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. PNP டிரான்சிஸ்டர் என்றால் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் முக்கிய குறிப்புகளை விளக்கு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. 2. PNP மற்றும் NPN டிரான்சிஸ்டரின் முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு பயாஸ் முறைகளை தகுந்த படத்துடன் விவரி.

விடைகள்

- 1 (இ) 2(இ) 3(அ) 4(ஈ) 5(ஆ)
- 6(ஆ) 7(அ) 8(ஈ) 9(அ) 10(ஆ)

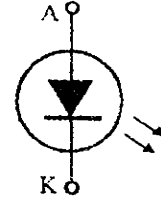
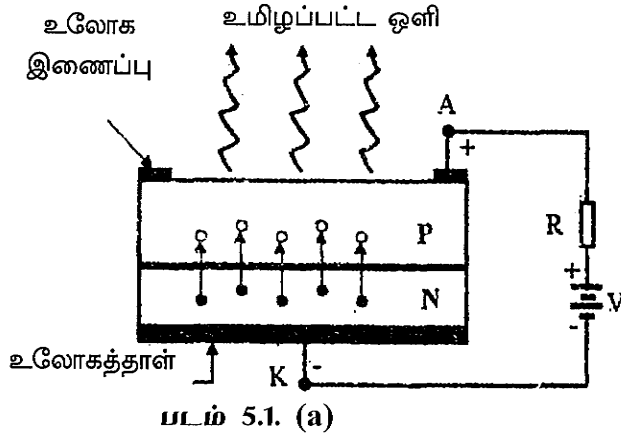
5. தனி வகை குறைகடத்தி சாதனங்கள் (Special Semiconductor Devices)

அறிமுகம்

சென்ற பாடங்களில் PN சந்தி டயோடு மற்றும் இரு சந்தி (Bi - Junction) டிரான்சிஸ்டர் பற்றி அறிந்து கொண்டோம். இந்த பாடத்தில் மேலும் பல சிறப்பு வகை குறைகடத்தி மின் சாதனங்களின் தயாரிப்பு முறைகளையும், செயல்படும் விதம் மற்றும் பயன்பாட்டினையும் அறிய உள்ளோம்.

5.1 லைட் எமிட்டிங் டயோடு (Light Emitting Diode LED)

லைட் எமிட்டிங் டயோடு என்பது ஒளியை உமிழும் ஒரு PN சந்தி சாதனம் ஆகும். இந்த மின் சாதனத்தை முன்னோக்கு பயாஸ் முறையில் இணைத்து பயன்படுத்த வேண்டும். இது எலக்ட்ரோ லூமினென்ஸ் (Electro luminance) என்ற கொள்கையின் அடிப்படையில் இயங்குகின்றது. பொதுவாக குறைகடத்தி மின்சாதனங்களில் வெப்பம் அல்லது போட்டான்கள் (Photons) சக்தியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.



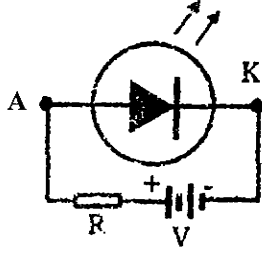
கட்டமைப்பு

படம் 5.1 (a) ஒரு LED ன் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. ஒரு சப்ஸ்ட்ரேட் (Substrate) மீது முதலில் N வகை குறைகடத்தி அடுக்கு உருவாக்கப்பட்டு, அதன் மீது P - வகை குறைகடத்தி அடுக்கானது உட்புகச் செய்தல் (Diffusion) முறையில் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. P - அடுக்கின் ஒரு முனையில் உலோக இணைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டு ஆனோடு முனையாக உருவாக்கப்படுகிறது. இதன்மூலம் ஒளியானது PN சந்தியில் இருந்து வெளியேறுவதற்கு அதிக இடம் கிடைக்கிறது. மேலும் கீழே உள்ள சப்ஸ்ட்ரேட் மீது உலோகத் தாள் (Metal film) இணைக்கப்பட்டு அத்துடன் கேத்தோடு முனை உருவாக்கப்படுகின்றது. இந்த உலோகத்தாள் முடிந்த அளவு வெளிச்சத்தை LED ன் மேற்பரப்பை நோக்கி பிரதிபலிக்கிறது. LED-ல் இருந்து உமிழப்படும் ஒளியின் நிறமானது அதில் பயன்படுத்தப்படும் பொருளைப் பொருத்து அமையும். அவை.

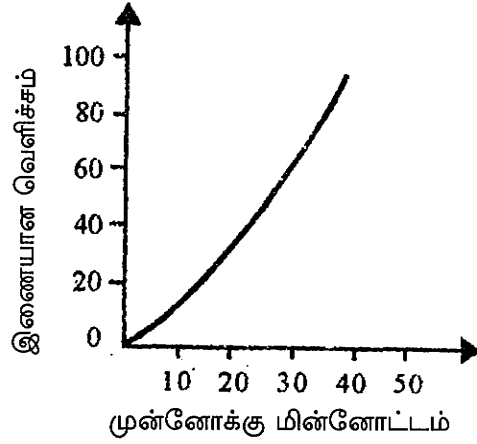
- கேலியம் ஆர்சனைட் (Ga As) அகச்சிவப்பு கதிர்கள்
(Gallium Arsenide) - (Infra red radiation)
- கேலியம் பாஸ்பைட் (Ga P)
(Gallium Phosphide) - சிவப்பு அல்லது பச்சை நிறம்

iii. கேலியம் ஆர்சனைட் பாஸ்பைட் (Ga As P)

(Gallium Arsenide phosphide) சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறம்



படம் 5.1. (c)



படம் 5.1. (d)

வேலை செய்யும் விதம்

LED ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் முறையில் இணைக்கப்படும் போது எலக்ட்ரான்களும், ஹோல்களும் PN சந்தியை நோக்கி நகர்வதால் மறுஇணைப்பு (Recombination) நடைபெறுகிறது. இதற்கு பின்னர் N - பகுதியின் கடத்தும் பட்டையில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள், P - பகுதியின் இணைத்திறன் பட்டையில் உள்ள ஹோல்கள் மீது விழுகின்றன. கடத்தும் பட்டைக்கும், இணைத்திறன் பட்டைக்கும் இடையே உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடானது ஒளி ஆற்றலாக PN - சந்தியில் இருந்து வெளிப்படுகிறது.

குணநலன்கள்

படம் 5.1 (b)ல் ஒரு LED-ன் குணநல வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் LED-ல் இருந்து வெளிப்படும் ஒளியின் தன்மைக்கும் (relative brightness), LED ல் பாயும் முன்னோக்கு மின்னோட்டத்திற்கும் (Forward Current) இடையே உள்ள தொடர்பை காட்டும் வகையில் வரையப்பட்டுள்ளது. LED-ல் முன்னோக்கு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் போது அதன் சார்பு ஒளித்தன்மை அதிகரிப்பதை படத்தில் காணலாம்.

LED-ன் நன்மைகள்

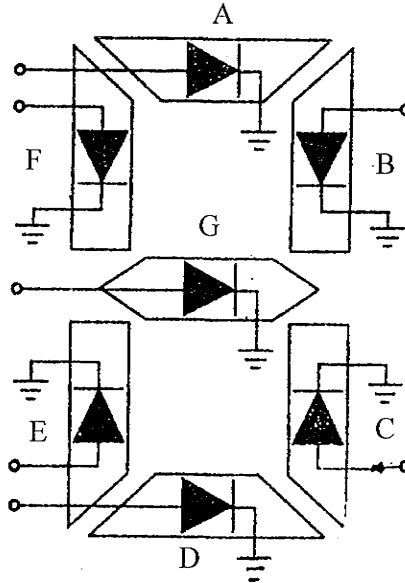
- LED-கள் அளவில் சிறியதாகவும், குறைவான எடை கொண்டதாகவும் இருக்கின்றன.
- இதில் வெப்பப்படுத்தும் ஃபிலமெண்ட் தேவையில்லை.
- இவை அதிர்வுகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.
- இவை நீண்ட காலம் உழைக்கக்கூடியவை.
- இவற்றை வேகமாக ஸ்விட்ச் ஆன் மற்றும் ஆஃப் செய்யலாம்.
- இவை குறைந்த மின்னழுத்தத்திலும், மின்னோட்டத்திலும் செயல்படும். மேலும் குறைவான அளவு மின்சக்தியே போதுமானதாகும்.

LED-ன் பயன்கள்

- ஆப்டிகல் ஸ்விட்சிங் செயல்பாட்டிற்கு பயன்படுகிறது.
- ஆப்டிகல் தொடர்பு துறைக்கு பயன்படுகின்றது.
- பவர் ஆன் / ஆஃப் ஐ காட்டுவதற்கு பயன்படுகிறது.
- செவன் செக்மெண்ட் மற்றும் டாட் மேட்ரிக்ஸ் டிஸ்பிளேக்களில் பயன்படுகிறது.
- திண்ம நிலை வீடியோ டிஸ்பிளேக்களில் பயன்படுகிறது.
- டிஜிட்டல் வாட்சுகள் மற்றும் கால்குலேட்டர்களில் பயன்படுகின்றன.

செவன் செக்மெண்ட் LED

செவன் செக்மெண்ட் டிஸ்பிளே-யை உருவாக்குவதற்கு LED ஆனது அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக செவன் செக்மெண்ட் டிஸ்பிளேக்கள் எண்களை காட்டுவதற்கு (Numerical indicator) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. படத்தில் காட்டியுள்ளபடி LED-கள் ஏழு செக்மெண்ட்களாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

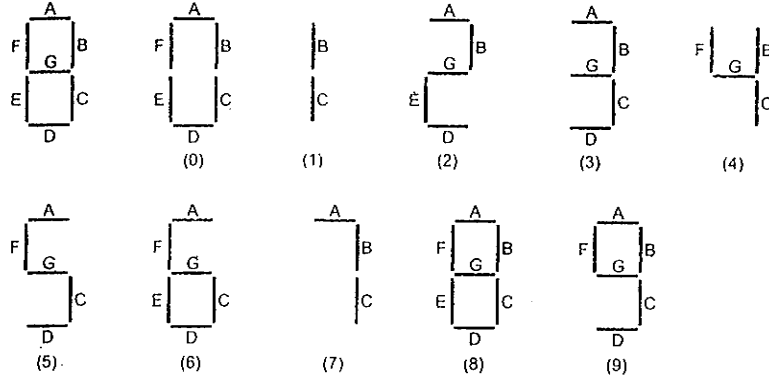


படம் 5.1. (e)

இந்த முறையில் குறிப்பிட்ட LED செக்மெண்ட்களை ஒளிரச் செய்வதன் மூலம் 0 முதல் 9 வரையிலான எந்தவொரு எண்களையும் (Indicate) காணலாம். ஏழு LED களும் A முதல் G வரை உள்ள எழுத்துக்களால் குறிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட LED-களை முன்னோக்கு பயால் செய்வதன் மூலம் 0 முதல் 9 வரையிலான எண்களை ஒளிரச் செய்ய முடியும். எடுத்துக்காட்டாக 5 என்ற எண்ணை காட்டுவதற்கு A, F, G, C, D ஆகிய LED செக்மெண்ட்களை படம் 5.1 (f) காட்டியுள்ளதுபோல் ஒளிரச்செய்ய வேண்டும்.

செவன் செக்மெண்ட் LED அமைப்பில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை.

- பொது ஆனோடு வகை
- பொது கேதோடு வகை



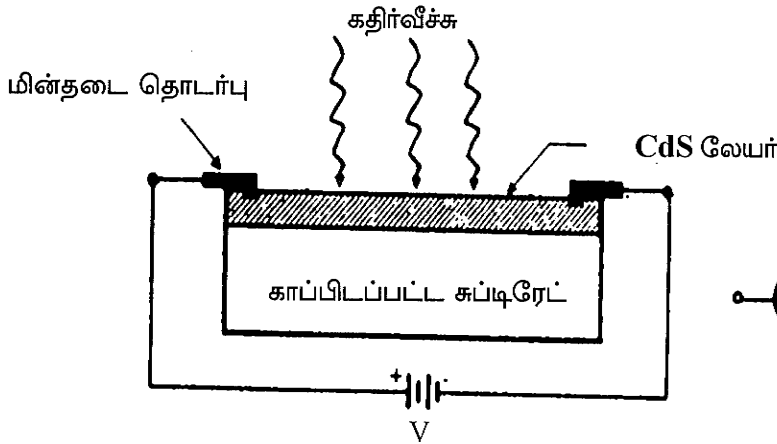
படம் 5.1. (f)

5.2. லைட் டிபன்டன்ட் ரெஸிஸ்டர் (Light Dependent Resistor, LDR)

லைட் டிபன்டன்ட் ரெஸிஸ்டர் என்பது ஒரு வகையான குறைகடத்தி சாதனமாகும். இதன் மின்தடை மதிப்பு இதில் விழும் வெளிச்சத்தின் அளவிற்கு ஏற்ப மாறுபடும். LDR ஐ போட்டோ ரெஸிஸ்டர் அல்லது போட்டோ கன்டக்டிவ் செல் என்றும் அழைக்கலாம்.

கட்டமைப்பு

படம் 5.2. (a) & 5.2 (b) LDR ன் அமைப்பையும், குறியீட்டையும் காட்டுகின்றன. இதில் காட்மியம் சல்பைட் (Cadmium Sulphide CdS) ஆனது போட்டோ செல்லாக பயன்படுகின்றது. மேலும் இதில் சில்வர், ஆன்டிமணி அல்லது இண்டியம் போன்ற தனிமங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒமீக் இணைப்புகளானது கேட்மியம் சல்பைட் லேயரின் எதிர் எதிர் முனைகளில் இருந்து ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 5.2. (a)



படம் 5.2.(b)

பொதுவாக இருண்ட நிலையில், CdS செல் ஆனது $2M\Omega$ மின் தடைக்கும் மேலாக இருக்கும் எனினும் வலிமையான வெளிச்சமானது CdS செல் மீது ஒளிரும் போது அதன் மின்தடை மதிப்பு சட்டென 100Ω க்கும் கீழாக குறைந்து விடும்.

வேலைசெய்யும் முறை

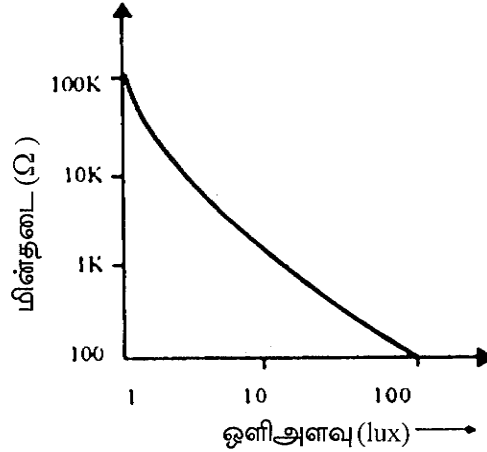
LDR ஆனது போட்டோ கன்டக்டிவ் கொள்கையின் அடிப்படையில் இயங்குகின்றது. இக்கொள்கையானது “ஒரு குறைகடத்தியின் மீது ஒளி விழுகின்றபோது அவ்வொளியானது அதனால் ஈர்க்கப்பட்டு அதன் கடத்தும் தன்மையை அதிகரிக்கும்” என்பதாகும்.

குறைகடத்தியில் விழும் ஒளியானது சார்ஜ் கேரியர்களை ஏற்படுத்தும். இந்த சார்ஜ் கேரியர்கள் எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடியை அதிகளவில் உருவாக்குகின்றன. அதிக அளவிலான ஒளி LDR-ல் விழுகின்ற போது அதிக எண்ணிக்கையிலான எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடிகளை இது ஏற்படுத்துகின்றன. குறைந்த ஒளியானது அதிக தடையை ஏற்படுத்தி கடத்தும் தன்மையை கட்டுப்படுத்துகின்றது.

போட்டோ கன்டக்டர்-உடன் வெளிப்புற மின்னழுத்த இணைப்பு (External Voltage source) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் 'I' வெளிப்புற சுற்றில் பாய்கின்றது. வலிமையான ஒளி LDR ல் விழும்போது கடத்தும் தன்மை அதிகரித்து 10mA அளவிலான ஒளி மின்னோட்டம் (photo current) பாய்கின்றது. மாறாக குறைவான ஒளி விழும்போது LDR ஆனது மிகச் சொற்ப அளவிலான ஒளி மின்னோட்டத்தையே கடத்தும்.

குணநலன்கள்

கீழ்கண்ட படமானது LDR-ன் மின்தடைக்கும் (resistance), வெளிச்சத்தன்மைக்கும் (Illumination) இடையிலான குணநல வரைபடமாகும். இதிலிருந்து வெளிச்சத்தின் தன்மை உயரும் போது போட்டோ கன்டக்டரின் மின்தடை மதிப்பு குறையும் என்பதை அறியலாம்.



படம் 5.2. (c)

பயன்கள் (Application)

- பர்க்லர் அலாரம் சுற்றில் பயன்படுகின்றது.
- தானியங்கி தெரு விளக்குகளில் பயன்படுகின்றது.
- மொத்த வெளிச்சத்தன்மையை அளவிட உதவுகின்றது.

iv. கவுன்டிங் சிஸ்டத்தில் பயன்படுகின்றது.

v. கேமராவின் ஃபிளாஷ் இயக்கும் போது அதன் ஷட்டரை திறந்து மூட உதவுகின்றது.

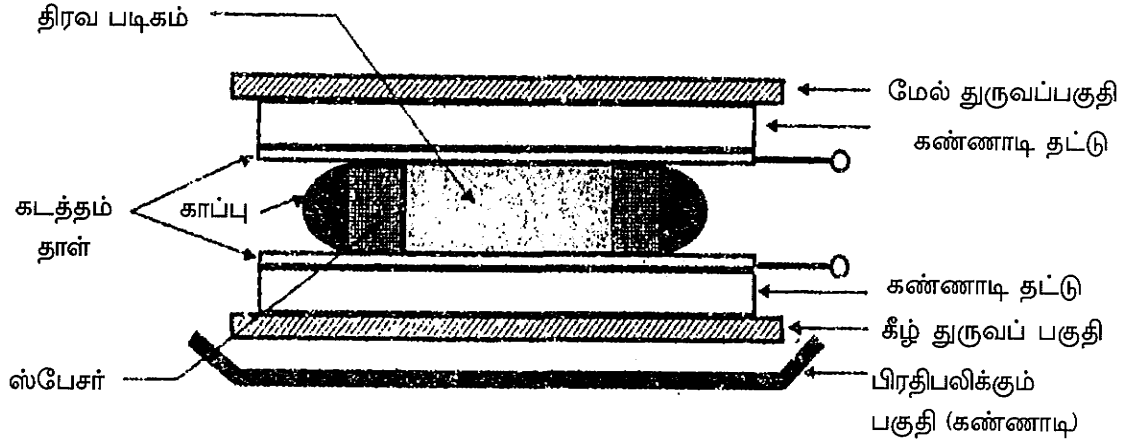
லிக்யூட் கிறிஸ்டல் டிஸ்பிளே (Liquid Crystal Display, LCD)

லிக்யூட் கிறிஸ்டல் டிஸ்பிளே என்பது எண்களையும் மற்றும் எழுத்துகளையும் (Numeric and alpha numeric) ஒளிர்ச் செய்யும் ஒரு டிஸ்பிளே அமைப்பாகும். இதில் பல வகையான ஆர்கானிக் காம்ப்வுண்ட்கள் (கார்பன், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன்) இடம் பெற்றுள்ளன. இவை கிறிஸ்டலுக்கு உண்டான ஆப்டிகல் குணநலன்களைப் பெற்று திரவ நிலையிலேயே செயல்படுகின்றன. பொதுவாக LCD கள் ஒளியை உமிழ்வதோ அல்லது உற்பத்தி செய்வதோ இல்லை. மாறாக இவை புற வெளிச்சத்தன்மைக்கு (Illumination) ஏற்ப மாறுபடுகின்றது. இது சுற்றுப்புற வெளிச்சம் அதிகமாக இருக்கும்போது நன்கு பிரகாசமாக தெரிகிறது. மேலும் இது வேலை செய்ய குறைந்த அளவு மின்சக்தியே போதுமானதாகும். இதில் இரண்டு வகையான LCD கள் உள்ளன. அவை.

i. ஃபீல்டு எபக்ட் வகை (Field Effect Type)

ii. டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் வகை (Dynamic Scattering type)

ஃபீல்டு எபக்ட் LCD (Field Effect LCD)



படம் 5.3. (a)

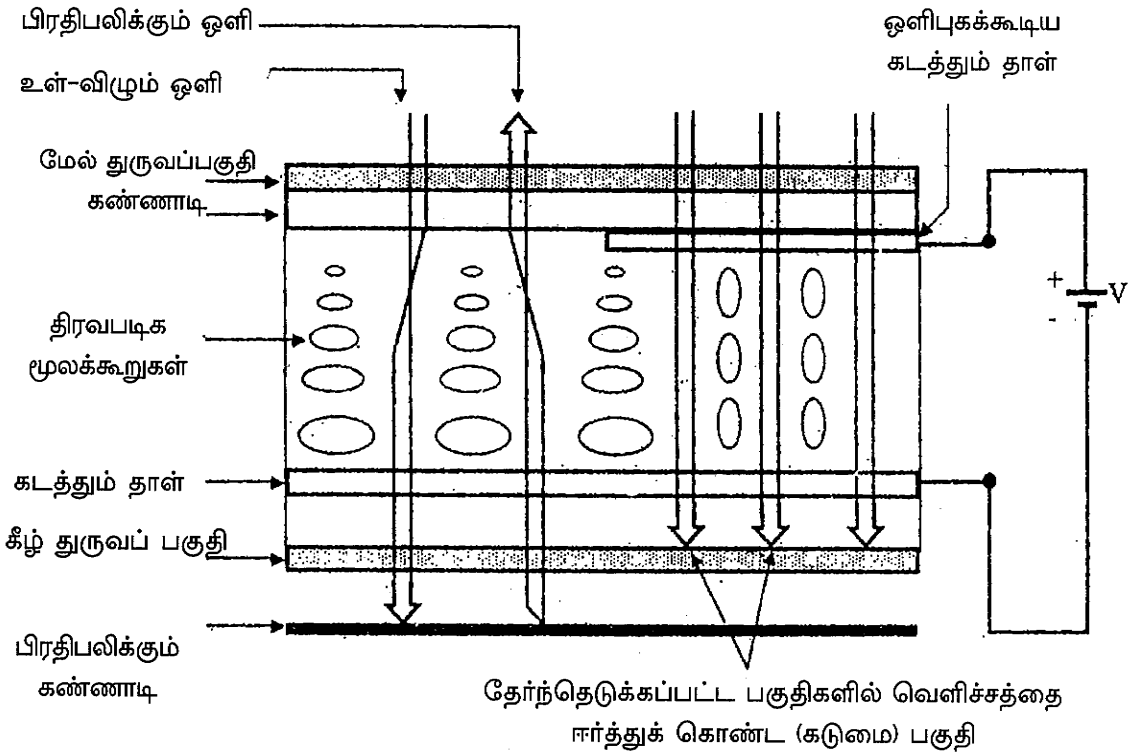
கட்டமைப்பு

படம் 5.3 (a) ஃபீல்ட் எபக்ட் LCD ன் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. இதில் 10 மைக்ரான் (10×10^{-6}) தடிமனுள்ள லிக்யூட் கிறிஸ்டல் லேயரானது இரண்டு கண்ணாடி பிளேட்டிற்குள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த கண்ணாடி பிளேட்டுகளின் மீது ஒளி ஊடுருவும் கடத்தும் தாள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த கன்டக்டிவ் ஃபிலிம் கோட்டிங் ஆனது தேவையான எழுத்தின் பிம்ப வடிவத்தில் இருக்கும். இந்த கன்டக்டிவ் கோட்டிங்கிற்கு டின் ஆக்ஸைடு (SnO) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது 90% அளவு வெளிச்சத்தை ஒளிர்ச் செய்கின்றது. இதன் கண்ணாடி பிளேட்டின் மேல் மற்றும் கீழ்பகுதியில் போலரைசர்கள் (Polarizer) வைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் கீழேயுள்ள போலரைசரின் அடியில் ஒரு பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடியும் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை

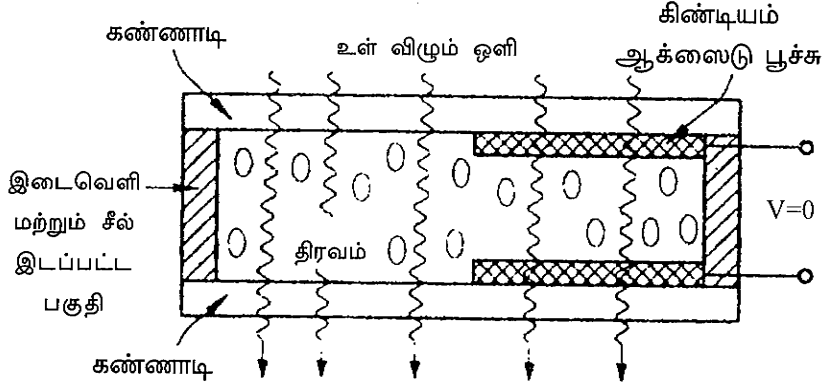
LCD க்கு மின்னழுத்தம் எதுவும் கொடுக்கப்படாத போது அதன் மீது விழும் வெளிச்சமானது, மேல் போலரைசர் மூலம் ஒளிர்ச் செய்யப்படுகிறது. மேலும், தரப்படும் ஒளியானது லிக்யூட் கிறிஸ்டல் வழியாக செல்லும் போது போலரைசேஷன் செய்யும் தளம் ஆனது 90° க்கு சுழற்றப்படுகின்றது. இவ்வாறு போலரைஸ் செய்யப்பட்ட வெளிச்சமானது கீழேயுள்ள போலரைசர் வழியாக செல்லும் போது பிரதிபலிக்கும் பகுதி மீது படுவதால் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி தெரிகின்றது. இவ்வாறு பிரதிபலிக்கும் (reflect) ஒளியானது மீண்டும் 90° க்கு சுழற்றப்படுவதால் இறுதியாக மேல் போலரைசர் வழியாக வெளியேறுகிறது. இதன் விளைவாக நமது கண்களுக்கு ரிப்ளக்டாரின் பிரகாசமான வெள்ளி நிறம் தெரிகிறது.

LCD ன் இரண்டு கண்டக்டிவ் ஃபிலிம்களும் திரவப் படிகமும் சேர்ந்து ஒரு பக்க இணைப்பு கெப்பாசிடரை உருவாக்குகின்றன. இங்கு லிக்யூட் கிறிஸ்டல் இன்சுலேட்டராக செயல்படுகின்றது. இந்த இரு கண்டக்டிவ் ஃபிலிம்களுக்கு இடையே மின்னழுத்தமானது கொடுக்கப்படும் போது ஏற்படும் மின்புலமானது, கிறிஸ்டலின் ஒளி போலரைசேஷன் சுழலுகின்ற குணத்தை அழிக்கிறது. இதன் விளைவாக ஒளியானது, மேல் துருவப்பகுதி மற்றும் லிக்யூட் கிறிஸ்டலை கடந்த பின்னர் படம் 5.3 (b) காட்டியுள்ளபடி கீழேயுள்ள துருவப்பகுதி ஈர்க்கப்படுவதில்லை. எனவே படிகமானது ஆனது கருமையாக (dark) தெரிகிறது.



படம் 5.3. (b)

டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் LCD (Dynamic Scattering LCD)



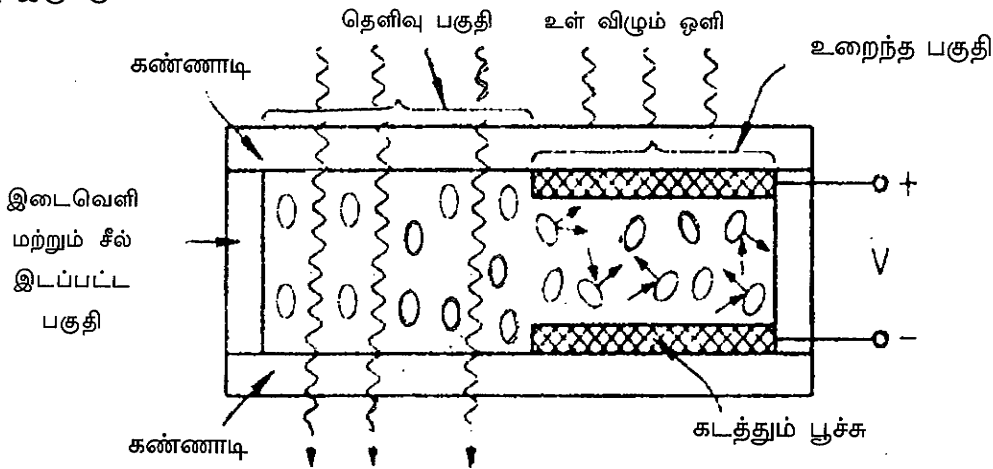
படம் 5.3 (c)

கட்டமைப்பு

படம் 5.3 (c)-ல் உள்ளது டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் வகை LCD ஆகும். இதில் இரண்டு கண்ணாடி தட்டுகளுக்கு (Glass plate) இடையில் லிக்யூட் கிறிஸ்டல் உள்ளது. பின் தட்டானது கடத்தும் பொருளைக் (Conductive material) கொண்டு பூசப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு மெல்லிய ஒளி ஊடுருவும் (transparent) அடுக்காகும். அதே நேரத்தில் முன் பிளேட் ஆனது செவன் செக்மெண்ட் அமைப்பு மற்றும் ஒளிகடத்தும் பூச்சை (Photoconductive coating) கொண்டதாக இருக்கும்.

வேலை செய்யும் முறை:

இரண்டு ஒளிகடத்தும் தட்டுகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படாத போது லிக்யூட் கிறிஸ்டலில் உள்ள மூலக்கூறுகள் (Molecules) கிளாஸ் பிளேட்களுக்கு செங்குத்தாக (அல்லது இணையாக) ஒருங்கிணைந்து இருக்கும். படத்தில் காட்டியுள்ளபடி திரவம் ஆனது ஒளி ஊடுருவும் படி இருக்கும்.



படம் 5.3. (d)

கடத்தும் தட்டுகளுக்கு இடையே மின்னழுத்தம் (6V - 20V) கொடுக்கப்படும் போது படம் 5.3 (d)-ல் காட்டியுள்ளபடி லிக்யூட் கிறிஸ்டலில் உள்ள மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கற்ற முறையில் காணப்படும். இதன் விளைவாக கிறிஸ்டல் ஊடகமானது ஒளி விலக்கம் பெற்று மாற்றம் அடைகின்றது. எனவே ஒளியானது பல திசைகளில் எதிரொலிக்கப்படுகின்றது. இதனை டைனமிக்

ஸ்கேட்டரிங் என்று அழைக்கிறோம். இப்பொழுது திரவமானது வெண்ணிற பின்னணியில் கருப்பாக (dark) தெரிகிறது.

LCD யின் நன்மைகள்

- LCD-கள் அளவில் சிறியதாகவும் எடை குறைவானதாகவும் உள்ளன.
- இவை வேலை செய்வதற்கு மிக குறைந்த அளவு மின்சக்தியே (Microwatts) போதுமானது.
- இவற்றின் விலை குறைவு.
- இதன் கான்ட்ராஸ்ட் நன்றாக உள்ளது.

LCD ன் குறைகள்

- இதற்கு வெளிப்புற மற்றும் உட்புற வெளிச்ச ஆதாரம் தேவைப்படுகிறது.
- இது வேலை செய்யும் வெப்ப எல்லை (0°C முதல் 60°C) மிகவும் குறைவு.
- இரசாயன இழப்பின் காரணமாக இதன் ஆயுட்காலம் குறைவாக உள்ளது.
- இது மெதுவாக வேலை செய்கிறது.

LCD ன் பயன்கள் (Applications)

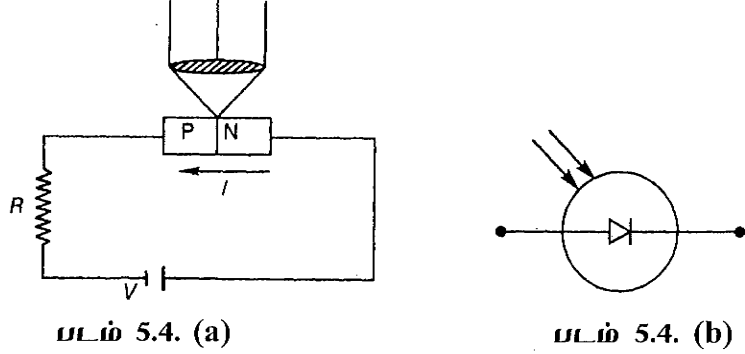
- இது சாலிட்ஸ்டேட் வீடியோ டிஸ்பிளேகளில் பயன்படுகின்றது.
- இது கவுண்டர் (counter) சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.
- இது இமேஜ் சென்சிங் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.
- இது சிறியவகை கால்குலேட்டரில் பயன்படுகின்றது.
- இது சிறிய வகை கருவிகளின் டிஸ்பிளேக்களிலும், டிஜிட்டல் கைக்கடிகாரங்களிலும் பயன்படுகிறது.

LED மற்றும் LCD ஒப்பீடு

வ. எண்.	LED	LCD
1.	இதற்கு அதிக மின் சக்தி தேவைப்படுகின்றது.	இதற்கு குறைந்த மின்சக்தி போதுமானது.
2.	இதில் கேலியம் ஆர்சனைட், கேலியம் பாஸ்பைட் தனிமங்கள் பயன்படுகின்றன.	இதில் லிக்யூட் கிறிஸ்டல் (ஆர்கானிக் திரவம்) பயன்படுகின்றன.
3.	ஆயுட் காலம் 1,00,000 மணி நேரங்களாகும்.	ஆயுட் காலம் 50,000 மணி நேரங்கள்.
4.	ஒளி நிறங்கள் - சிவப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள், பச்சை, மற்றும் வெண்மை.	இது மோனோக்ரோம் ஆகும்.
5.	வேலை செய்யும் மின்னழுத்தம் 1.5 V - 5 V dc.	வேலை செய்யும் மின்னழுத்தம் 3V - 20V a.c

போட்டோ டையோடு (Photo Diode)

சிலிக்கான் போட்டோ டையோடு என்பது ஒளியை உணரும் (Photo sensitive) ஒரு குறைகடத்தி உறுப்பாகும். இது ஒளிக்கதிர்களை (light signals) மின்னலையாக (electrical signals) மாற்றித் தரும் ஒரு போட்டோ டிடெக்டர் ஆகும்.



படம் 5.4. (a)

படம் 5.4. (b)

அமைப்பு

படம் 5.4 (a, b) ல் போட்டோ டையோடின் அமைப்பு மற்றும் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த டையோடு ஆனது குறைகடத்தியால் உருவாக்கப்பட்டு சீலிடப்பட்ட பிளாஸ்டிக் அல்லது கண்ணாடி பெட்டியில் வைக்கப்படுகின்றது. இதன் மொத்த பரப்பில் PN சந்தியின் குறுக்கே உள்ள சிறிய பகுதியில் மட்டும் ஒளிக்கதிர்கள் விழுமாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றது. எனவே மற்ற பகுதிகளில் ஒளிக்கதிர்கள் ஊடுருவாத வண்ணம் ஏதேனும் ஒரு கலவை பூசப்பட்டு வெளிச்சம் தடுக்கப்படுகின்றது. ஒரு லென்ஸ் மூலம் ஒளிக்கதிர்கள் சந்தியில் விழச் செய்யப்படுகின்றது.

வேலை செய்யும் முறை

பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட PN போட்டோ டையோடு சந்தியில் ஒளிக்கதிர்கள் விழும்போது எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவைகள் சரியான முறையில் இணைக்கப்பட்ட சுற்றில் ஓடுவதால், மின்னோட்டம் (I) நிகழ்கின்றது. இவ்வாறு ஏற்படும் போட்டோ மின்னோட்டத்தின் (Photo current) அளவு சார்ஜ் கேரியர்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து அதாவது டையோடில் விழும் ஒளிக்கதிர்களை பொருத்தே அமையும்.

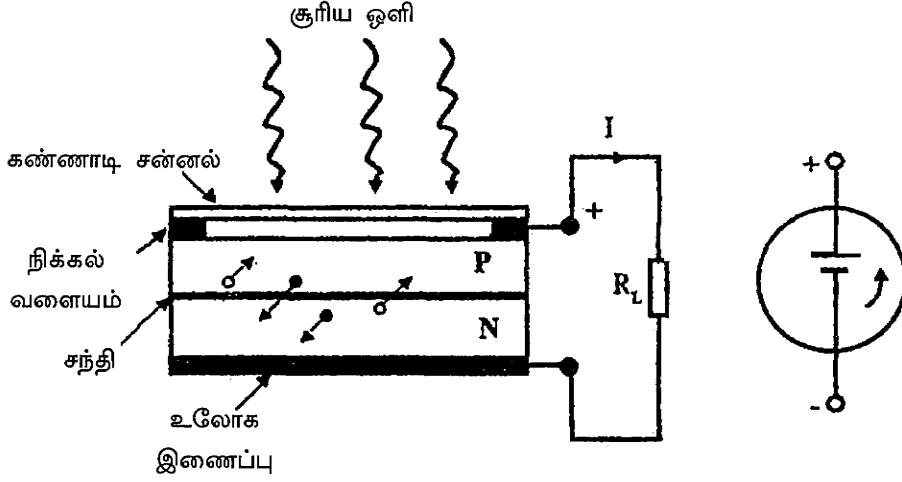
பயன்கள் (Application)

- இவை ஒளி டிடெக்டர்களாகவும், பண்பிறக்கிகளாகவும் (Demodulator) மற்றும் என்கோடர் (Encoder) ஆகவும் பயன்படுகின்றது.
- இவை அதிவேக கவுண்டிங் சுற்றாகவும், ஸ்விட்சிங் சுற்றாகவும் பயன்படுகின்றது.
- இவை ஒளியால் இயங்கும் ஸ்விட்சாக (light operated switch) பயன்படுகின்றது.

சூரிய மின்கலன் (Solar Cell)

ஒரு போட்டோ வோல்டாயிக் மின்கலனில் சூரிய ஒளிபடும்போது அதன் சக்தியானது மின்சார சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. இவ்வகை சக்தி மாற்றியை சோலார் செல் அல்லது சோலார் பேட்டரி

என்கிறோம். இவை செயற்கைக்கோள் (satellite) செயற்படுவதற்கு தேவையான மின்சக்தியை வழங்க பெரிதளவில் உதவுகின்றது. படம் 5.5 (a) சூரிய மின்கலன் அமைப்பையும் 5.5 (b) அதன் குறியீட்டையும் காட்டுகிறது



படம் 5.5 a, b

இந்த வகை செல்களில் கிரிஸ்டல் குறைகடத்திகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதில் P-வகை மற்றும் N-வகை கலப்பு பொருள்கள் டோப் செய்யப்பட்டு PN சந்தி உருவாக்கப்படுகின்றது. இதிலுள்ள கண்ணாடி தட்டு G யின் உள்ளே சூரிய ஒளி நுழைந்து அதன் சந்திப் பகுதியை அடைகிறது. இதனால் சந்தியில் உருவாக்கப்படும் போட்டான் (Photon) ஆனது, அதன் இணைதிறன் (Valence) எலக்ட்ரானுடன் மோதி போதுமான சக்தியை கடத்தும் பட்டைக்கு (Conduction band) கொண்டு செல்கின்றது. இதன் விளைவாக எலக்ட்ரான்-ஹோல் ஜோடிகள் உருவாகின்றன. இதில் புதிதாக உருவான எலக்ட்ரான்கள் P - பகுதியில் மைனாரிட்டி கேரியர்களாக அமைகின்றன. இவை எளிதாக சந்தியைக் கடக்கின்றன. இதே போன்று ஹோல்கள் N- பகுதியில் இருந்து எதிர்திசையை கடக்கின்றன. எலக்ட்ரான்களும், ஹோல்களும் சந்தியின் குறுக்கே கடந்து செல்கின்றன. இதனால் மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் சந்திக்கு இருதிசையில் சேமிக்கப்படுகின்றன.

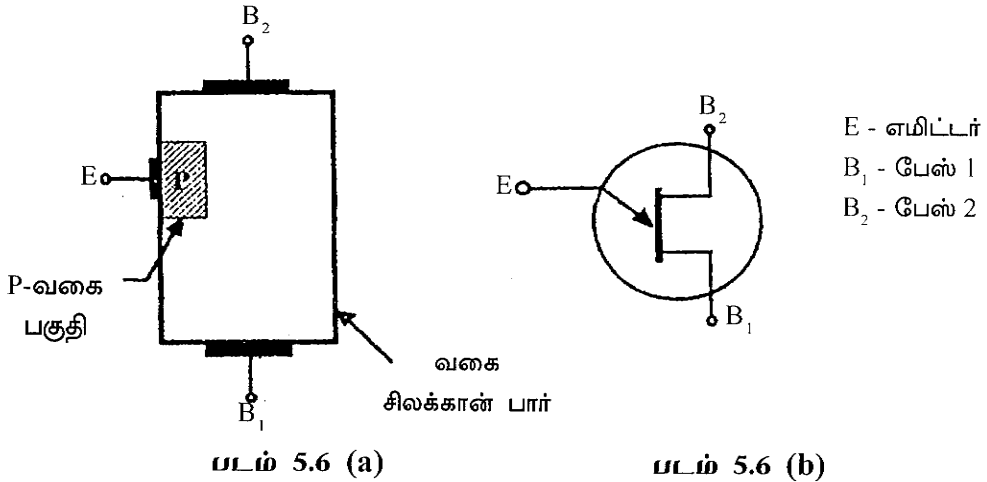
ஒரு சூரிய மின்கலம் 0.6V க்கு மேலான மின்னழுத்தத்தை உருவாக்குகின்றது. மின்சக்தியின் அளவானது, அது செயல்புரியும் பரப்பளவைப் பொருத்தே அமையும். ஒரு செல்லில் வெளிப்படும் சராசரி மின்சக்தி 30 mW/Sq inch என்ற அளவில் இருக்கும். இதன் லோடு மின்தடை 4 Ω ஆகும். வெளியீட்டு மின்சக்தியை அதிகரிக்க வேண்டுமெனில், செல்களின் எண்ணிக்கையை தொடர் மற்றும் பக்கவாட்டில் அதிகரிக்க வேண்டும். சோலார் செல்லின் திறனைக் கணக்கிட கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தை பயன்படுத்த வேண்டும்.

$$\text{திறன் (Efficiency)} = \frac{\text{வெளியீட்டு மின் ஆற்றல்}}{\text{ஒளி ஆற்றல்}}$$

இந்நிலையில் திறனாது 10 முதல் 40% வரை உள்ளது. சோலார் செல்லை தயாரிக்க சிலிக்கான் மற்றும் செல்லேனியம் பெரிதளவில் பயன்படுகின்றன. இவை வெப்பத்தை ஏற்கும் குணநலன்களை சிறப்பாக பெற்றுள்ளன.

யூனி ஜங்சன் டிரான்சிஸ்டர் (Uni junction Transistor - UJT)

யூனி ஜங்சன் டிரான்சிஸ்டர் என்பது மூன்று முனைகளை (terminals) உடைய ஒரு சிலிக்கான் குறைகடத்தி சாதனமாகும். இதன் பெயருக்கேற்ப இதில் ஒரே ஒரு PN சந்தி உள்ளது. இந்த சாதனத்தால் சிக்னலை பெருக்க இயலாது, எனினும் ஏ.சி. மின்சக்தியை கட்டுப்படுத்த இயலும், இது எதிர் மின்தடை பண்பினை (Negative resistance characteristics) கொண்டதாக இருப்பதால், இதனை ஆசிலேட்டர் (Oscillator) ஆகவும் பயன்படுத்த முடியும்.



படம் 5.6 (a)

படம் 5.6 (b)

கட்டமைப்பு

படம் 5.6 (a)-ல் UJT ன் அமைப்பும், படம் 5.6 (b)-ல் அதன் குறியீடும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது சிறிதளவு டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு N வகை சிலிக்கான் பார் ஆகும். இதன் இரு முனைகளிலும் பேஸ் 1 (B_1) மற்றும் பேஸ் 2 (B_2) என்ற இணைப்புகள் உள்ளன. பேஸ் 2 (B_2) விற்கு அருகில் நன்கு டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு P-வகை பகுதி ஆனது சிலிக்கான் பார் உடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இது படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு PN சந்தியை உருவாக்குகிறது. P-வகை பகுதி எமிட்டர் (E) என்று அழைக்கப்படுகிறது. UJT-யின் இரண்டு பேஸ் முனைகளும் ஒரு PN சந்தியை கொண்டதாக இருப்பதால், இரு பேஸ் டயோடு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. பேஸ் 1 மற்றும் பேஸ் 2க்கு இடையே உள்ள மின்தடை (R_{BB}) ஆனது இன்டர் பேஸ் மின்தடை எனப்படும். இதன் மதிப்பானது எமிட்டர் இணைப்பு திறந்து இருக்கும் போது மிக அதிகமாக (5 - 10K Ω) இருக்கும்.

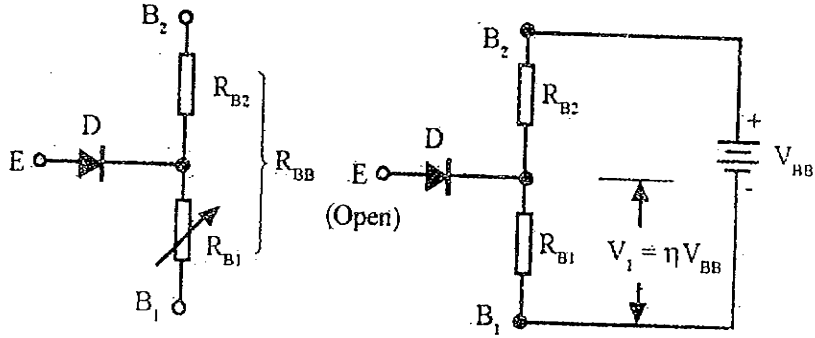
UJT-ன் சமநிலைச் சுற்று (Equivalent Circuit)

படம் 5.6 (c)-ல் UJT ன் சமநிலைச் சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் டயோடு D ஆனது PN சந்தி எமிட்டரில் மின்தடை R_{BB} ஆனது எவ்வித மின்சப்பளையும் தரைப்படாத நிலையில் திறந்த நிலையில் பேஸ் B_1 மற்றும் B_2 விற்கு இடைப்பட்ட மொத்த மின்தடையை குறிக்கிறது. மின்தடை R_{BB} இன்டர்பேஸ் மின்தடை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இன்டர்பேஸ் மின்தடை ஆனது RB_1 , RB_2 ஆகிய இரு மின்தடைகளிக் தொடரிணைப்பாக குறிக்கப்படுகிறது.

$$R_{BB} = RB_1 + RB_2$$

இதில் R_{B1} என்பது பேஸ் B_1 க்கும் எமிட்டர் சந்திக்கும் இடைப்பட்ட சிலிக்கான் பாரின் மின்தடையையும், R_{B2} என்பது பேஸ் B_2 க்கும் எமிட்டர் சந்திக்கும் இடைப்பட்ட சிலிக்கான்

பாரின் மின்தடையையும், குறிக்கின்றன. மின்தடை R_{B1} ஆனது மாறுதலை அடையக்கூடியது, ஏனென்றால் இதன் மதிப்பானது PN சந்திக்கு இணையாக உள்ள பயாஸ் மின்னழுத்தத்தை சார்ந்துள்ளது.

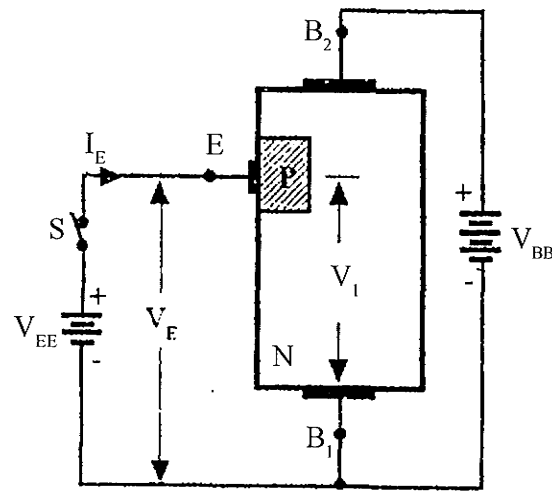


படம் 5.6 (c)

படம் 5.6 (d)

வேலை செய்யும் முறை

படம் 5.6 (d) ல் UJT ன் பயாஸிங் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. பாட்டரி V_{BB} மூலமாக பேஸ் B2 ஆனது பேஸ் B1 ஐப் பொருத்து நேர் மின்னழுத்தத்தில் இருக்குமாறு வைக்கப்படுகிறது. மேலும் பாட்டரி V_{EE} மூலமாக, பேஸ் B1 ஐப்பொருத்து எமிட்டர் E ஆனது நேர் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்படுவதால் PN சந்தி ஆனது எப்பொழுதும் முன்னோக்கு பயாஸ் நிலையில் இருக்கும்.



படம் 5.6. (E)

எமிட்டருக்கு மின்னழுத்தம் வழங்கப்படாத போது

எமிட்டர் முனையை ஸ்விட்ச் 'S' மூலம் திறந்து இருக்கும் போது இரண்டு பேஸ்களுக்கும் இடையே V_{BB} என்ற மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுமானால், N - வகை சிலிக்கான் பார் மீது ஒரு மின்னழுத்த சரிவு (Voltage gradient) உருவாகிறது. எமிட்டருக்கும் பேஸ் B1க்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்த இழப்பு (V_1) ஆனது PN சந்தியை பின்னோக்கு பயாஸ் செய்வதால், எமிட்டர் மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. (அதாவது UJT ஆனது ஆஃப் நிலையில் இருக்கும்) இருந்த

போதிலும், ஒரு சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டம் ஆனது பேஸ் B_2 ல் இருந்து எமிட்டரை நோக்கி பாய்கிறது.

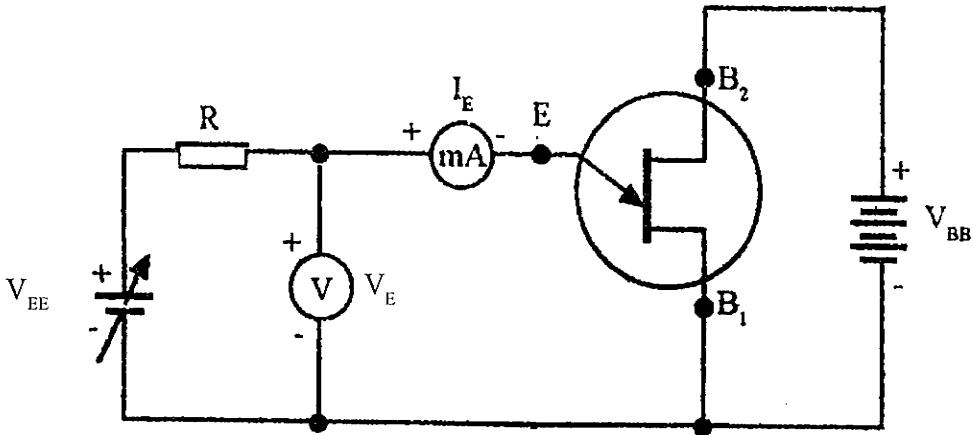
எமிட்டர்-க்கு நேர்மின்னழுத்தம் வழங்கப்படும் போது:

ஸ்விட்ச் 'S' ஐ ஆன் செய்வதன் மூலம் எமிட்டருக்கு ஒரு நேர் மின்னழுத்தம் வழங்கப்படுகின்றது. இதில் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் ஆனது V_1 ஐ விடவும் குறைவாக இருக்கும் வரை PN சந்தி ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E) ஆனது V_1 ஐ விடவும் அதிகரிக்கப்படும்போது, PN சந்தி முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு P பகுதியில் இருந்து N வகை சிலிக்கான் பாருக்கு ஹோல்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த ஹோல்கள் B_2 ஆல் தடுக்கப்படுவதால், B_1 ஆல் ஈர்க்கப்படுகின்றன. எமிட்டருக்கும் பேஸ் B_1 க்கும் இடைப்பட்ட பகுதியில் ஹோல்கள் இருப்பதால், இந்த பகுதியின் கடத்தும் தன்மை அதிகரிக்கிறது. இது எமிட்டருக்கும் பேஸ் B_1 க்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தை குறைக்கிறது. இதனால் சந்தி ஆனது அதிகப்படியாக முன்னோக்கு பயாஸ் ஆகிறது. இதன் மூலம் எமிட்டர் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. இந்த நிகழ்வுகள் பூரித (Saturation) நிலையை அடையும் வரை தொடர்கிறது. இப்பொழுது UJT ஆனது ON நிலையில் உள்ளது. இச்சூழ்நிலையில் எமிட்டர் மின்னோட்டத்தை, எமிட்டர் சப்ளை மின்னழுத்தம் (V_E) கொண்டு மட்டுமே கட்டுப்படுத்த இயலும்.

எமிட்டருக்கு எதிர் மின்னழுத்தம் வழங்கப்படும் போது

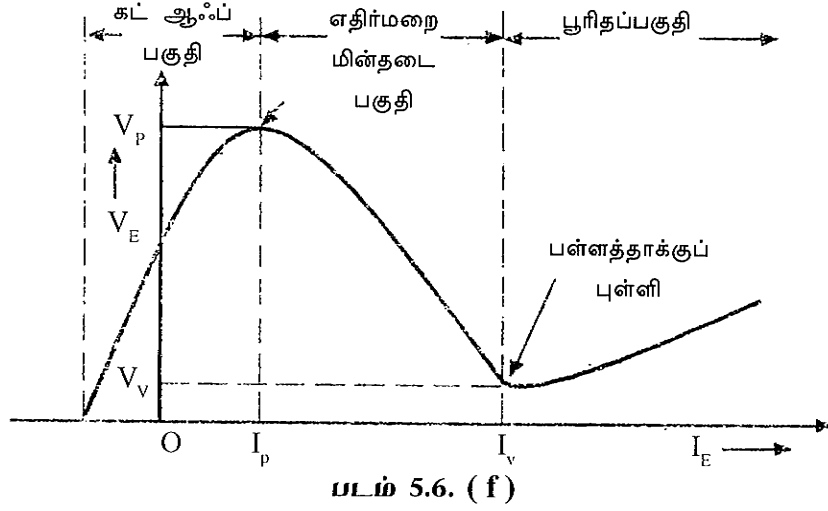
எமிட்டருக்கு எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் போது PN சந்தி ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுவதால் எமிட்டர் மின்னோட்டமானது பூஜியமாக இருக்கும். இந்நிலையில் UJT ஆனது OFF ஆகிவிடும்.

UJT மின் குணநலன்கள் (Characteristics)



படம் 5.6. (e)

படம் 5.6 (e, f) UJT யின் மின்சுற்று மற்றும் அலை அமைப்பை காட்டுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம் V_{BB} ல் UJT ன் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E)-க்கும், எமிட்டர் மின்னோட்டம் (I_E)-க்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆகும். இது எமிட்டரின் குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகின்றது.



i) கட் ஆஃப் பகுதி : (Cut off Region)

ஆரம்பத்தில் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E) ஆனது பூஜியத்திலிருந்து அதிகரிக்கும் போது மைனாரிட்டி கேரியர்கள் காரணமாக எமிட்டர் சுற்றில் சிறிதளவு கசிவு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்நிலையானது உச்ச மதிப்பை (Peak value) அடையும் வரை தொடர்கிறது. உச்ச மதிப்பிற்கு இடது பக்கமாக உள்ள பகுதியானது கட் ஆஃப் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த நிலையில் UJT ஆனது OFF நிலையில் இருக்கும்.

ii. எதிர் மின்தடை பகுதி: (Negative resistance region)

எமிட்டர் மின்னழுத்தமானது உச்சமதிப்பை அடையும் போது எமிட்டர் மின்னோட்டம் பாய ஆரம்பிக்கிறது. உச்ச மதிப்பிற்கு மேல் எமிட்டர் மின்னழுத்தத்தை (V_E) மேலும் அதிகரிக்கும் போது, எமிட்டர் மின்னோட்டம் ஆனது திடீரென அதிகரிக்கிறது. அதே நேரத்தில் எமிட்டர் மின்னழுத்தம் (V_E) குறைந்தால் எதிர் மின்தடை உருவாகிறது. இந்நிலை Valley point அடையும் வரை நீடிக்கிறது உச்சமதிப்பிற்கும், Valley Point-ற்கும் இடையே உள்ள பகுதி ஆனது எதிர் மின்தடை பகுதி (Negative Resistance Region) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

iii. பூரிதப் பகுதி (Saturation region)

Valley Point-ற்கு பின்னர், மின்னோட்டமானது உச்சமதிப்பை அடைகிறது. இந்த நிலையை பூரிதப் பகுதி என்கிறோம். இந்த பகுதியில் UJT ஆனது ON நிலையில் இருக்கும். இதில் எமிட்டர் மின்னோட்டத்தை (I_E) அதிகரிக்கும் போது, மின்னழுத்தமானது (V_E) ஏறக்குறைய மாறாமல் இருக்கும்.

UJT மின் பயன்கள் (Application)

- நேர சுற்றுகளில் (Time Base Circuits) பயன்படுகின்றது.
- ஸ்விட்சிங் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.
- ஃபேஸ் கன்ட்ரோல் (Phase control) சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.
- SCR மற்றும் டிரையாக் சுற்றுகளை இயக்க பயன்படுகின்றது.

v இரம்பப்பல் (Sawtooth) சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது

vi. பல்ஸ் ஜெனரேட்டரில் பயன்படுகின்றது.

ஃபீல்ட் எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (Field Effect Transistor, FET)

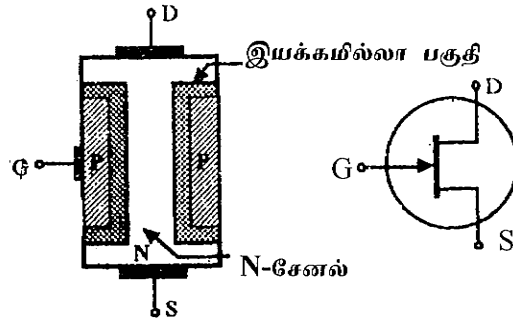
ஃபீல்ட் எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (FET) என்பது மூன்று முனைகளை (Terminals) கொண்ட ஒரு யுனிபோலார் குறைகடத்தி சாதனமாகும். இதில் மின்சாரமானது மின்புலத்தால் (Voltage) கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் எலக்ட்ரான் அல்லது ஹோல்களை மட்டுமே சார்ந்துள்ளதால், இது “யுனிபோலார் உறுப்பு” (Uni Polar device) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

FET இரண்டு வகைப்படும். அவை

i. N - Channel JFET

ii. P - Channel JFET

N - Channel JFET



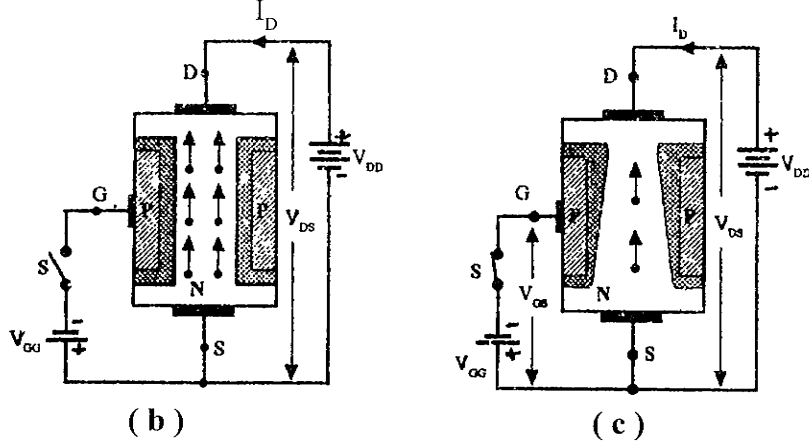
படம் 5.7. (a)

படம் 5.7 (a)-ல் N - Channel JFET-ன் அமைப்பு படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் சீராக டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு N - வகை குறைகடத்தி பார் உள்ளது. இந்த பார் பகுதியின் இருபுறத்திலும் அதிக அளவில் டோப் செய்யப்பட்ட P - வகை பகுதிகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு P-பகுதிகளும் உள்ளுக்குள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டு, வெளியே எடுக்கப்படும் முனையானது Gate (G) என்றழைக்கப்படுகிறது. மேலும் N - வகை குறைகடத்தி பாரின் இருபுறமும் ஒமிக் இணைப்பு கால்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டு இரண்டு முனைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் ஒரு முனையானது Source (S) என்றும், மற்றொரு முனையானது Drain (D) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு முனைகளையும் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றியும் பயன்படுத்த முடியும். Source என்பது மெஜாரிட்டி கேரியர்கள், பாரின் உள்ளே நுழையும் முனையாகும். Drain (D) என்பது மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் பாரை விட்டு வெளியேறும் முனையாகும்.

இரண்டு P பகுதிகளும் அதிக அளவில் டோப் செய்யப்பட்டும், N - வகை பார் ஆனது குறைவாக டோப் செய்யப்பட்டும் இருந்தால், இரண்டு டிப்ளிஷன் லேயர்கள் (Depletion layer) படத்தில் 5.7 (a) காட்டியுள்ளபடி உருவாகும். இவ்வாறு உருவாகும் இரண்டு டிப்ளிஷன் லேயர்களுக்கு இடையே உள்ள பகுதி ஆனது “Channel” என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த சேனல் வழியாக மெஜாரிட்டி கேரியர்கள் (எலக்ட்ரான்) Source இருந்து Drain க்கு செல்கின்றன.

Drain Source மின்னழுத்தம் (V_{DS}) மற்றும் Gate source மின்னழுத்தம் V_{GS} இரண்டும் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும் போது டிப்ளிஷன் லேயரின் அளவு படம் 5.7 (a) காட்டியுள்ளபடி சிறியதாகவும், சீரானதாகவும் இருக்கும்.

வேலை செய்யும் முறை:



படம் 5.7. (b, c)

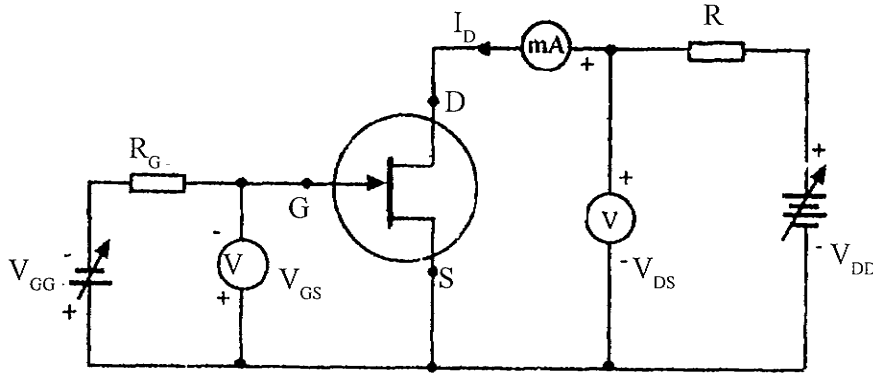
ஒரு N - Channel FET ல் பொதுவாக Gate (G) ஆனது பேட்டரி V_{GG} மூலமாக எதிர் மின்னழுத்தத்தில் (Source 'S' ஐப் பொருத்து) வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதாவது N - Channel FET-ன் இரண்டு PN டையோடு சந்திகளும் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும். Drain (D) முனையானது பேட்டரி V_{DD} மூலமாக நேர்மின்னழுத்தத்தில் (Source 'S' ஐப் பொருத்து) வைக்கப்பட்டிருக்கும். படம் 5.7 (b) N - Channel JFET ன் மின் சுற்றுபடத்தை காட்டுகின்றது.

V_{DS} என்பது JFET Drain மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் எனவும், அதன் Gate க்கும் Source க்கும் இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் பூஜ்யம் எனவும் எடுத்துக் கொள்வோம். இப்போது படம் 5.7 (b)-ல் காட்டியுள்ளபடி இரண்டு PN சந்திகளிலும் மெல்லிய சீரான டிப்ளிஷன் லேயர் உருவாகியிருக்கும். எனவே இரண்டு டிப்ளிஷன் லேயர்களுக்கு இடைப்பட்ட பெரிய Channel வழியாக அதிக அளவு எலக்ட்ரான்கள் Source ல் இருந்து Drain ஐ நோக்கிப் பாய்கின்றன. இதனால் Drain மின்னோட்டம் (I_D) உருவாகிறது.

படம் 5.7 (c)-ல் காட்டியுள்ளபடி Gate மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே ஒரு பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் (V_{GS}) அளிக்கப்படுவதாக கொள்வோம். இப்பொழுது இரண்டு சந்திகளும் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுவதால், டிப்ளிஷன் லேயரின் அகலம் (width) அதிகரிக்கிறது. இதனால் Channel ன் அகலம் குறைந்து அதன் வழியாக செல்லும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. அதாவது Drain மின்னோட்டம் (I_D) ஆனது குறைகிறது. மேலும் N - Channel மீது பரவியிருக்கும் மின்னழுத்த இழப்பின் காரணமாக, Gate-ஐ ஒட்டிய மேல் பகுதியில் (Drain-ன் அருகில்) உள்ள பின்னோக்கு மின்னழுத்தமானது Gate ன் அடிப்பகுதியில் (Source-ன் அருகில்) உள்ள பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாக இருக்கும். எனவே டிப்ளிஷன் லேயரானது Drain க்கு அருகில் பெரியதாக உள்ளது. இதனால் Channel ஆனது படம் 5.7 (c) யில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு பக்கம் அகலமாகவும் மற்றொரு பக்க குறுகலாகவும் (Wedge) உள்ள வடிவத்தில் இருக்கும்.

JFET வழியாக பாயும் மின்சாரமானது Channel ன் அகலத்தைப் பொருத்து உள்ளது. Channel-ன் அகலமானது டிப்ளிஜன் லேயரின் தடிமனைச் சார்ந்துள்ளது. ஆனால் டிப்ளிஜன் லேயரின் தடிமனானது Gate மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை (V_{GS}) சார்ந்துள்ளது. எனவே Drain மின்னோட்டமானது (I_d) Gate-க்கு அளிக்கப்படும் எதிர் மின்னழுத்தத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எனவே தான் இந்த சாதனத்தை ஃபீல்ட் எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (FET) என்று அழைக்கிறோம்.

JFET-ன் ஸ்டேட்டிக் குணநலன்கள் (Static Characteristics)

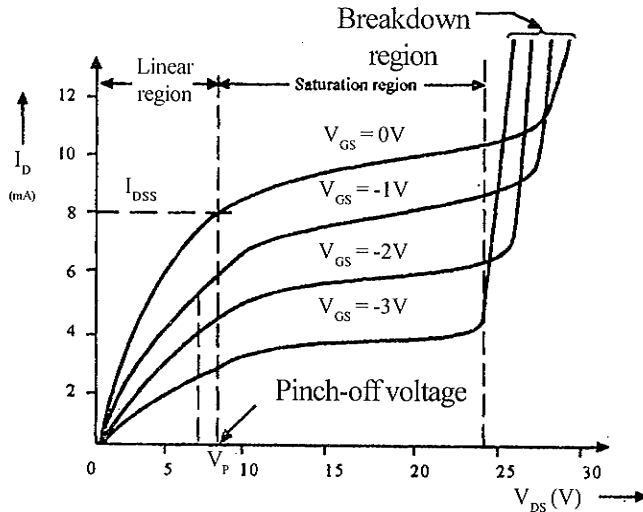


படம் 5.7. (d)

படம் 5.7 (d)-ல் ஒரு JFET ன் குணநலனை அறிவதற்கு தேவையான மின்சாரப் படம் காட்டப்பட்டுள்ளது. Gate Source மின்னழுத்தம் (V_{GS})-ஐ ஒரு மாறாத மதிப்பில் வைத்துவிட்டு, Drain-source மின்னழுத்தத்தை (V_{DS}) படிப்படியாக உயர்த்தி ஒவ்வொரு முறையும் அதற்குரிய Drain மின்னோட்டம் I_d ஆனது குறிக்கப்படுகிறது. இதே செய்முறை பல்வேறு V_{GS} மதிப்புகளுக்கு செய்யப்படுகிறது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் நிகழ்வுகளில் இருந்து இரண்டு குணநல வரைபடங்கள் வரையப்படுகின்றன அவை.

1. Drain குணநலன்கள் (Drain Characteristics)
2. டிரான்ஸ்பர் குணநலன்கள் (Transfer Characteristics)

1. Drain குணநலன்கள் (அ) வெளியீட்டு குணநலன்கள்



படம் 5.7. (e)

Drain மின்னோட்டத்திற்கும் I_d Drain Source மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆனது Drain குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. படம் 5.7 (e)-ல் drain குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன i. லீனியர் பகுதி (Linear region) ii. பூரிதப் பகுதி (Saturation region) iii. பிரேக்டவுன் பகுதி (Breakdown region)

i. லீனியர் பகுதி (Linear Region)

ஆரம்பத்தில் drain-source மின்னழுத்தம் (V_{DS}) அதிகரிக்கும் போது drain மின்னோட்டம் (I_D) அதிகரிக்கிறது. இந்த I_D ஆனது ஏறக்குறைய V_{DS} க்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது ஆரம்பநிலையில் N வகை குறைகடத்தி பார் ஆனது சாதாரண மின்தடை போன்று செயல்படுவதால் I_D , V_{DS} ம் லீனியராக அதிகரிக்கின்றன. குணநல வரைப்படத்தில் இந்த பகுதி (OA) லீனியர் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ii. பூரிதப் பகுதி : (Saturation region)

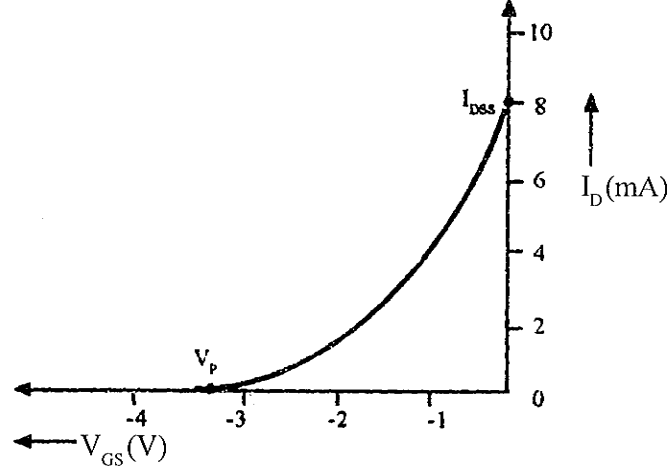
ஒரு குறிப்பிட்ட drain-source மின்னழுத்தத்தில் V_{DS} க்கு மேல் Drain மின்னோட்டம் I_d ஆனது ஏறக்குறைய மாறாத நிலையை (Saturation) அடைகிறது. இந்த Drain source மின்னழுத்தம் ($V_{DS} - V_p$) ஆனது பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தம் (Pinch off voltage) என்று அழைக்கப்படுகிறது. எந்தவொரு குறிப்பிட்ட drain-source மின்னழுத்தத்திற்கு மேல் drain மின்னோட்டமானது ஏறக்குறைய மாறாத நிலையை அடைகிறதோ, அந்த மின்னழுத்தமானது பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தம் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தத்தை அடைந்த பின்னர் டிப்ளிஜன் லேயர்கள் ஒன்றை ஒன்று ஏறக்குறைய தொடும் நிலையை அடைவதால், Channel-ஆனது மிகவும் குறுகியதாகி விடுகிறது. எனவே இந்நிலையில் V_{DS} ஆனது அதிகரித்தாலும் Drain மின்னோட்டமானது மிககுறைந்த அளவே அதிகரிக்கிறது. அதாவது Drain மின்னோட்டமானது ஏறக்குறைய மாறாத நிலையை அடைகிறது. இந்த பகுதியானது பூரிதப் பகுதி அல்லது ஆம்பிளிபயர் பகுதி அல்லது பின்ச் ஆஃப் பகுதி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

இந்த பகுதியில் FET ஆனது ஒரு நிலையான மின்னோட்ட சாதனமாக (Constant current device) செயல்படுகின்றது. மேலும் பின்னோக்கு பயாஸ் gate source மின்னழுத்தத்தை (V_{GS}) அதிகரிக்கும் போது பின்ச் ஆஃப் மின்னழுத்தத்தின் (V_p) மதிப்பு குறைவது வரைபடத்தில் தெளிவாக தெரிகிறது.

iii. பிரேக்டவுன் பகுதி (Break down region)

Drain source மின்னழுத்தத்தை (V_{DS}) மேலும் அதிகரிக்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்திற்கு பின்னர் Drain மின்னோட்டமானது ஏறக்குறைய செங்குத்தாக, மிக அதிகமாக உயர்கிறது. இந்த பகுதியில் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட PN சந்திகளில் 'அவலான்ச் பிரேக்' டவுன் (Avalanche breakdown) ஏற்படுவதால் Drain மின்னோட்டமானது இவ்வாறு திடீரென அதிகரிக்கிறது. எனவே இந்தப் பகுதியானது பிரேக்டவுன் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது. பின்னோக்கு பயாஸ் Gate - source மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது பிரேக்டவுன் ஏற்பட்டு Drain - source மின்னழுத்தம் V_{DS} ஆனது குறைவது படம் 5.17 (e) ல் இருந்து தெளிவாகத் தெரிகிறது.

2. டிரான்ஸ்பர் குணநலன்கள் (அல்லது) மியூச்சவல் குணநலன்கள் (Transfer Characteristics or Mutual Characteristics)



படம் 5.7. (f)

மாறாத Drain-source மின்னழுத்தத்தில் (V_{DS}) drain மின்னோட்டத்திற்கும் (I_D) Gate-Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{GS}) இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆனது டிரான்ஸ்பர் குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இது மியூச்சவல் குணநலன்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது ஒரு N - Channel JFET ன் டிரான்ஸ்பர் குணநல வரைபடம் 5.17 (f)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. $V_{GS} = 0$ ஆக இருக்கும் போது $I_D = I_{DSS}$ ஆகவும், $I_D = 0$ ஆக இருக்கும் போது, $V_{GS} = V_p$ ஆகவும் இருப்பது படத்தில் தெளிவாக தெரிகிறது.

P - Channel JFET

ஒரு P - வகை குறைகடத்தி பாரி-ன் இருபக்கமும் N வகை பொருட்கள் சேர்க்கப்பட்டு P - Channel JFET உருவாக்க முடியும். P - Channel JFET வேலை செய்யும் விதம் N - Channel JFET வேலை செய்யும் விதத்தை ஒத்துள்ளது. ஆனால் P - Channel JFET ல் ஹோல்கள் மெஜாரிட்டி கேரியர்களாக செயல்படுகின்றன. மேலும் V_{DD} மற்றும் V_{GG} ஆகிய பேட்டரிகளின் பொலாரிட்டி (Polarity) பின்னோக்கு முறையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

FET-ன் நன்மைகள்:

- இதன் உள்ளீடு மின்தடை அதிகம்
- இதன் வடிவம் சிறியது
- வலிமையானது.
- ஆயுட்காலம் அதிகம்.
- அதிர்வெண் ஏற்கும் திறன் சிறப்பானது.
- இரைச்சல் அளவு குறைவு.

vii. வெப்பத்தை நிலைப்படுத்தும் தன்மை (Thermal stability) அதிகம்.

viii. இதன் மின்சக்தி லாபம் (Power gain) அதிகம்.

ix. இது அதிர்வுகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

தீமைகள்:

i. இதன் மின்னழுத்த லாபம் குறைவு.

ii. லாபம்-பட்டையகல பெருக்கம் குறைவு.

iii. அதிக மின்னழுத்த வேறுபாட்டால் பாதிப்படைகின்றது.

iv. இதனை பொருத்தும் போது அதிக கவனம் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

JFET மற்றும் BJT ஒப்பீடுகள்

வ.எண்	JFET	BJT
1.	இது ஒரு யுனிபோலார் சாதனம் ஆகும்.	இது ஒரு பைபோலார் சாதனம் ஆகும்.
2.	இது ஒரு மின்னழுத்தத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் சாதனம்.	இது மின்னோட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் சாதனம்.
3.	இதன் உள்ளீடு மின்தடை அதிகம்	இதன் உள்ளீடு மின்தடை குறைவு.
4.	இதன் மின்சக்தி லாபம் அதிகம்	இதன் மின்சக்தி லாபம் குறைவு
5.	இதன் இரைச்சல் அளவு குறைவு.	இதன் இரைச்சல் அளவு அதிகம்
6.	இதன் ஸ்விட்சிங் வேகம் அதிகம்.	இதன் ஸ்விட்சிங் வேகம் குறைவு
7.	இதை தயாரிப்பது எளிது மேலும் IC ல் இதற்கு குறைவான இடம் போதுமானது.	இதை தயாரிப்பது சற்று கடினம். மேலும் IC ல் இதற்கு அதிக இடம் தேவைப்படுகிறது.
8.	இதன் Source மற்றும் Drain முனைகளை ஒன்றுக் கொண்டு மாற்றியும் பயன்படுத்தலாம்.	இதன் எமிட்டர் மற்றும் கலெக்டர் முனைகளை ஒன்றுக்கொண்டு மாற்றி பயன்படுத்த இயலாது.

MOSFET

MOSFET என்பது Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor என்பதன் சுருக்கம் ஆகும். MOSFET-ல் gate ஆனது சேனலில் இருந்து பாதுகாப்பு செய்யப்பட்டுள்ளது. எனவே Gate ஆனது நேர் மின்னோட்டமாக இருந்தாலும், எதிர் மின்னோட்டமாக இருந்தாலும் மிகக் குறைந்த அளவே மின்னோட்டத்தை வழங்குகின்றது. எனவே MOSFET ஆனது இன்கலேட்டட் gate FET (IGFET) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. Gate மின்னோட்டத்தின் அளவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் MOSFET-ன் உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் ஆனது JFET ஐ விட மிகவும் அதிகமாக உள்ளது. MOSFET ல் இருவகைகள் உள்ளன. அவை

i. Enhancement MOSFET (E - MOSFET)

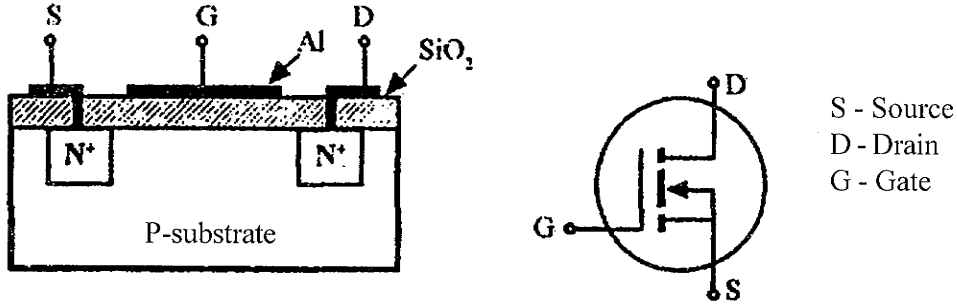
ii. Depletion MOSFET (De - MOSFET)

Enhancement MOSFET (E - MOSFET)

Enhancement MOSFET ஆனது enhancement நிலையில் மட்டுமே வேலை செய்கிறது. இது Gate - Source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) பூஜ்ஜியமாக இருக்கும் போது கடத்தும் வேலையை செய்வதில்லை என்பதால் சாதாரணமாக OFF MOSFET என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது டிஜிட்டல் சுற்றுகளில் அதிக அளவில் பயன்படுகின்றது. இதில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை
i. N - Channel E - MOSFET ii. P - Channel E - MOSFET.

N - Channel E - MOSFET

கட்டமைப்பு

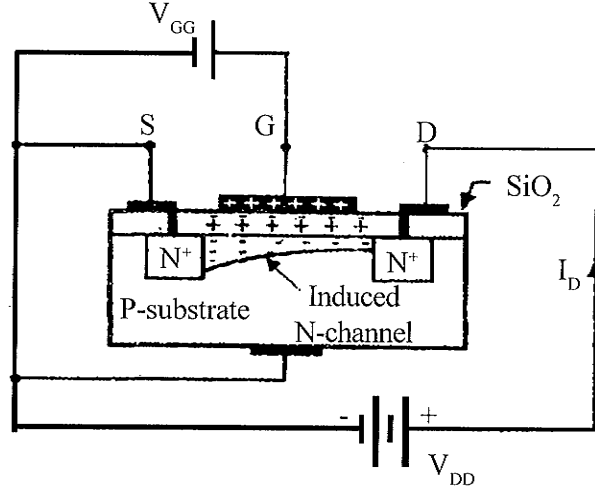


படம் 5.8. (a)

படம் 5.8 (a) N - Channel E - MOSFET ன் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு P-சப்ஸ்ட்ரேட் (P - Substrate) என்று அழைக்கப்படும் சிறிது டோப் செய்யப்பட்ட P-வகை குறைகடத்தியில் இரண்டு அதிக அளவு டோப் செய்யப்பட்ட N⁺ பகுதிகள் உட்புகுத்தப்படுகின்றன. (diffuse). இந்த இரண்டு N பகுதிகளில் ஒன்று Source (S) ஆகவும் மற்றொன்று Drain (D) ஆகவும் செயல்படுகின்றன. இவற்றின் மீது ஒரு மெல்லிய சிலிக்கான்-டை-ஆக்சைடு (SiO₂) லேயரானது உருவாக்கப்பட்டு, அதன் மீது Source மற்றும் drain க்கு தேவையான துளைகள் இடப்பட்டு உலோக (metal) இணைப்புக்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மெல்லிய அலுமினிய உலோக லேயரானது சிலிக்கான் ஆக்சைடு (SiO₂) லேயரின் மீது Source மற்றும் drain க்கு இடையே உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அலுமினியம் லேயரானது Gate (G) ஆக செயல்படுகிறது இந்த மெட்டாலிக் Gate (G) குறைகடத்தி சப்ஸ்ட்ரேட் மற்றும் இந்த இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள SiO₂ லேயர் ஆகிய மூன்றும் சேர்ந்து பக்க இணைப்பு மின்தேக்கியாக (Parallel Plate Capacitor) செயல்படுகின்றன. இங்கு SiO₂ லேயரானது MOSFET-க்கு மிக அதிக உள்ளீடு இம்பிடென்ஸைச் ($10^{10}\Omega - 10^{15}\Omega$) கொடுக்கிறது.

செயல்படும் முறை:

படம் 5.8 (b) N - Channel E - MOSFET ன் பயாஸிங் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. N - Channel E - MOSFET ஆனது எப்பொழுதுமே நேர்வகை Gate - Source மின்னழுத்தத்தில் தான் செயல்படுத்தப்படும். பேட்டரி V_{DD} ஆனது Drain முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தத்தை அளிக்கிறது.



படம் 5.8. (b)

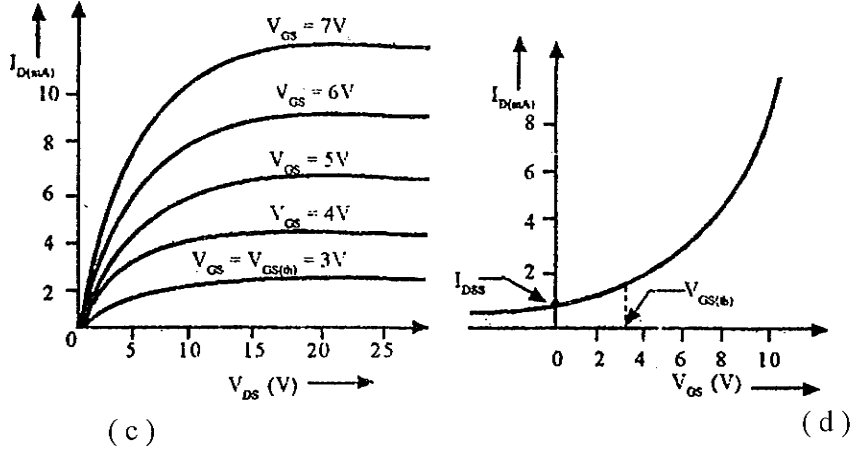
பேட்டரி V_{GG} ஆனது Gate முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தத்தை அளிக்கிறது. P - சப்ஸ்டிரேட் ஆனது மிகக் குறைவான அளவு டோப் செய்யப்பட்டிருப்பதால், இது பொதுவாக Source உடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

Drain ஆனது Source ஐப் பொறுத்து நேர் மின்னழுத்தத்திலும் $V_{GS} = 0$ என்றும் இருக்கும் போது drain Channel PN சந்தி ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றது. எனவே மிகக்குறைந்த கசிவு மின்னோட்டம் (I_{DSS}) மட்டுமே MOSFET வழியாக பாய்கிறது. Gate முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் போது P - வகை சப்ஸ்டிரேட்டில் SiO_2 லேயருக்கு அருகில் தூண்டப்பட்ட நெகட்டிவ் சார்ஜ்கள் உருவாகின்றன. P - வகை சப்ஸ்டிரேட்டில் மைனாரிட்டி கேரியர்களாக உள்ள இந்த நெகட்டிவ் சார்ஜ்கள் Source மற்றும் Drain க்கு இடையே ஒரு N - வகை லேயரை உருவாக்குகின்றன. இதை இன்வர்ஷன் லேயர் (Inversion layer) எனலாம். இந்த இன்வர்ஷன் லேயர் ஆனது V_{GS} ன் ஒரு குறிப்பிட்ட threshold மின்னழுத்தத்தை ($V_{GS(th)}$) விட அதிகமாகும் போது மட்டுமே உருவாகிறது. இன்வர்ஷன் லேயரை உருவாக்கும் குறைந்த பட்ச Gate - Source மின்னழுத்தமானது threshold மின்னழுத்தம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. V_{GS} ஆனது $V_{GS(th)}$ ஐ விட அதிகமாக இருக்கும் போது, தூண்டப்பட்ட N - Channel வழியாக Drain மின்னோட்டமானது Drain-ல் இருந்து Source க்கு பாய்கிறது. எனவே drain மின்னோட்டமானது பாசிடிவ் gate மின்னழுத்தத்தால் அதிகரிக்கப்படுவதால், இந்த சாதனமானது Enhancement Type MOSFET என்று அழைக்கப்படுகிறது.

குணநலன்கள்:

i. Drain குணநலன்கள்:

மாறாத Gate - Source மின்னழுத்தத்தில் (V_{GS}) Drain மின்னோட்டத்திற்கும் (I_D) Drain-Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{DS}) இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) ஆனது drain குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. படம் 5.8 (c)-ல் N - Channel E - MOSFET-ன் drain குணநலன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது. Gate source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) ஆனது threshold மின்னழுத்தத்தை ($V_{GS(th)}$) ஐ விட குறைவாக இருக்கும்போது drain மின்னோட்டமானது பூஜியமாக இருக்கும். இருந்தாலும் நடைமுறையில் மிகச்சிறிய அளவு Drain மின்னோட்டமானது MOSFET வழியாக பாய்வதை படத்தில் காணலாம். இது P - வகை சப்ஸ்டிரேட்டின் வெப்பத்தினால் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட



படம் 5.8. (c, d)

எலக்ட்ரான்கள் மூலம் ஏற்படுகிறது. மேலும் V_{GS} ஆனது $V_{GS(th)}$ ஐ விட அதிகமாக இருக்கும் போது குறிப்பிடத்தக்க அளவு Drain மின்னோட்டமானது MOSFET வழியாக பாய்கிறது. இவ்வாறு பாயும் Drain மின்னோட்டமானது Gate-source மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கும் போது அதிகரிக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட Drain-source மின்னழுத்தத்திற்கு (V_{DS}) மேல் drain மின்னோட்டமானது அதன் பூரித மதிப்பை அடைகிறது.

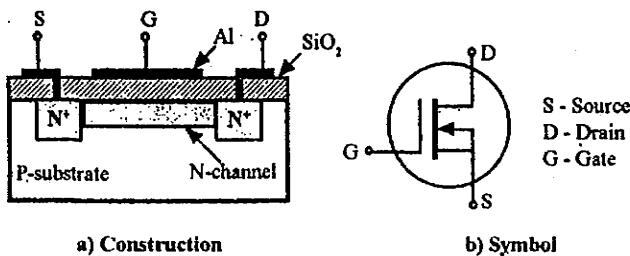
டிராண்ஸ்பர் குணநலன்கள் (Transfer Characteristics)

மாறாத drain-source மின்னழுத்தத்தில் (V_{DS}) drain மின்னோட்டத்திற்கு gate-source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{GS}) இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (Graph) ஆனது டிரான்ஸ்பர் குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. படம் 5.8 (d)-ல் N - Channel enhancement MOSFET-ன் டிரான்ஸ்பர் குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. Gate-source மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) பூஜ்ஜியமாகவோ அல்லது அதற்கும் குறைவாகவோ இருக்கும் போது Drain மின்னோட்டம் எதுவும் பாய்வதில்லை. Gate-source மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) threshold மின்னழுத்தம் $V_{GS(th)}$ ஐ விட அதிகமாகும் போது படம் 5.8 (d) ல் காட்டியுள்ளபடி drain மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது.

டிப்ளிஷன் MOSFET (De-MOSFET)

டிப்ளிஷன் MOSFET-ஐ டிப்ளிஷன் நிலையில் செயல்படுத்த முடியும். டிப்ளிஷன் MOSFET-ல் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை i. N - Channel டிப்ளிஷன் MOSFET, ii. P - Channel டிப்ளிஷன் MOSFET.

N-சேனல் டிப்ளிஷன் MOSFET



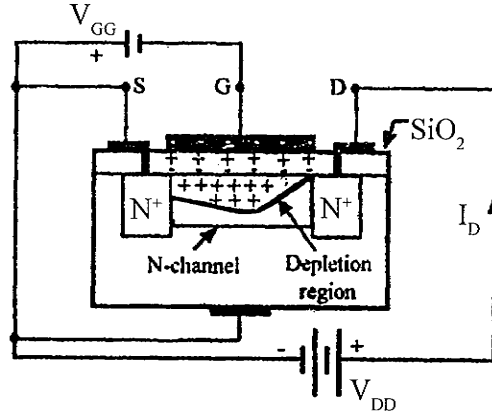
படம் 5.8. (e)

படம் 5.8 (e) ஒரு N - Channel டிப்ளிஷன் MOSFET ன் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது இதில் ஒரு குறைவான அளவு டோப் செய்யப்பட்ட P - வகை குறைகடத்தி சப்ஸ்டிரேட் (Substrate) உள்ளது. இந்த P - சப்ஸ்டிரேட்டில் இரண்டு அதிக அளவு டோப் செய்யப்பட்ட N^+ பகுதிகள் உட்புகுத்தப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் ஒன்று Source (S) என்றும் மற்றொன்று Drain (D) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. குறைந்த அளவு டோப் செய்யப்பட்ட ஒரு N - Channel ஆனது Source மற்றும் drain பகுதிகளுக்கு இடையே உட்புகுத்தப்படும் நிகழ்வு (Diffusion Process) மூலம் உருவாக்கப்படுகிறது. இவற்றின் மீது ஒரு மெல்லிய SiO_2 லேயரானது உருவாக்கப்பட்டு அதன் மீது Source மற்றும் Drain-க்கு தேவையான துளைகள் இடப்பட்டு உலோக (Metal) இணைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மெல்லிய அலுமினியம் உலோக லேயரானது SiO_2 லேயரின் மீது drain மற்றும் source-க்கு இடையே உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அலுமினியம் லேயரானது gate (G) ஆக செயல்படுகிறது. SiO_2 லேயரானது P சப்ஸ்டிரேட்டிற்கும், அலுமினியம் உலோக லேயருக்கும் இடையே மிகச்சிறந்த கடத்தாப் பொருளாக (Insulator) செயல்படுகிறது. எனவே இது ஒரு பக்க இணைப்பு மின்தேக்கி (Parallel Plate Capacitor) போன்று அமைந்துள்ளது.

செயல்படும் முறை

ஒரு டிப்ளிஷன் MOSFET ஆனது பின்வரும் இரு வேறுபட்ட நிலைகளில் செயல்படுகிறது.

i. டிப்ளிஷன் நிலை:



படம் 5.8 (f)

இந்த நிலையில் படம் 5.8 (f)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி source-ஐப் பொறுத்து gate ஆனது எதிர் மின்னழுத்தத்திலும் drain ஆனது நேர் மின்னழுத்தத்திலும் வைக்கப்பட்டிருக்கும். Gate-க்கு அளிக்கப்படும் எதிர் மின்னழுத்தமானது channel-ல் பாசிடீவ் சார்ஜை தூண்டுகின்றது. இதன் காரணமாக பாசிடீவ் சார்ஜை சுற்றியுள்ள சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் (Free electrons) விலக்கம் செய்யப்படுகின்றன. அதனால் Channel-ல் சுதந்திர எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. இதனால் கடத்தும் தன்மை (Conductivity) குறைகிறது. எனவே நெகடிவ் gate - source மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது drain மின்னோட்டமானது குறைகிறது.

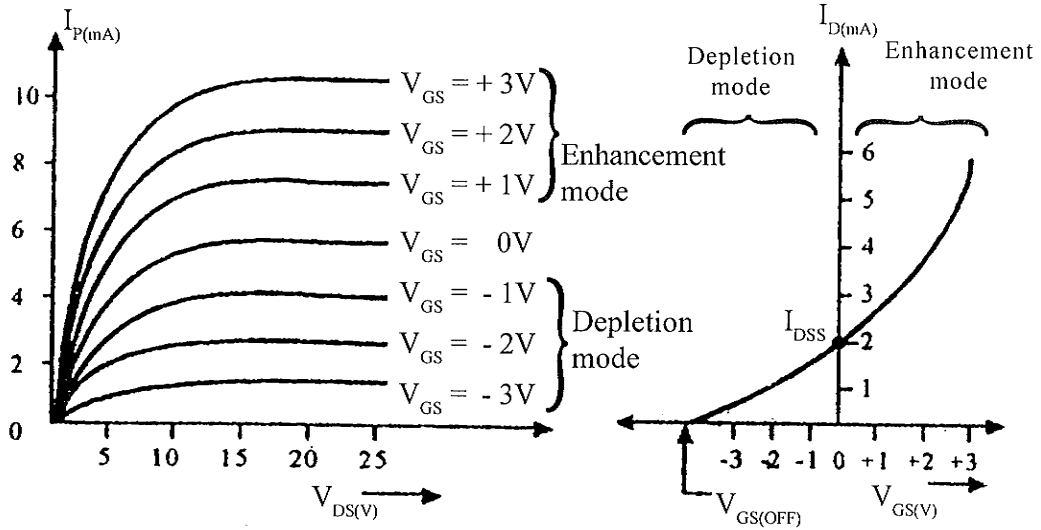
ii. Enhancement Mode

இந்த நிலையில் Source ஐப் பொறுத்து gate மற்றும் drain இரண்டுமே நேர் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். Gate க்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கும் போது N - Channel-ல் நெகட்டீவ்

சார்ஜ்கள் தூண்டப்படுகின்றன. இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட நெகட்டிவ் சார்ஜ்கள் Source மற்றும் Drain-க்கு இடையே N - Channel-ன் கடத்தும் தன்மையை (Conductivity) அதிகரிக்கின்றன. எனவே பாசிடிவ் Gate-Source மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது drain மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கிறது. ஆகவே இந்த நிலையானது enhancement நிலை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இவ்வாறு gate-க்கு எதிர் மின்னழுத்தம் அல்லது நேர் மின்னழுத்தம் கொடுப்பதன் மூலம் டிப்ளிஷன் MOSFET-ஐ Depletion மோடு அல்லது Enhancement மோடில் செயல்படுத்த முடியும். டிப்ளிஷன் MOSFET-ல் gate source மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) பூஜ்ஜியமாக இருந்தாலும், இது கடத்துகின்றது. இதன் காரணமாக depletion MOSFET ஆனது பொதுவாக Normally - On - MOSFET என்று அழைக்கப்படுகிறது.

குணநலன்கள்



படம் 5.8. (g, h)

i. Drain குணநலன்:

மாறாத gate-source மின்னழுத்தத்தில் drain மின்னோட்டம் (I_D) க்கும் drain-source மின்னழுத்தம் (V_{DS}) க்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) drain குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. படம் 5.8 (g)-ல் N - Channel depletion MOSFET ன் drain குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் உள்ள வளைவுகள் (curve) gate-source மின்னழுத்தத்தின் (V_{GS}) நெகட்டிவ் மற்றும் பாசிடிவ் மதிப்புகளுக்கு ஏற்ப வரையப்பட்டுள்ளன. இதன் gate-க்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது நெகட்டிவாக இருக்கும்போது இந்த சாதனமானது depletion மோடில் செயல்படுகிறது. மேலும் gate-க்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பாசிடிவாக இருக்கும் போது enhancement மோடில் செயல்படுகிறது.

ii. Transfer குணநலன்:

ஒரு N - Channel depletion MOSFET-ன் drain மின்னோட்டம் (I_D) க்கும் gate-source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) க்கும் இடையே வரையப்படும் வரைபடம் (graph) Transfer குணநலன் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

படம் 5.8 (h) ல் ஒரு N - Channel Depletion MOSFET transfer குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு I_{DSS} என்பது, $V_{GS} = 0$ என்று இருக்கும் நிலையில் drain-ல் இருந்து source-ஐ நோக்கி பாயும் மின்சாரம் ஆகும்.

MOSFET-ன் பயன்கள் (Applications)

- இது ஆஸிலோஸ்கோப் மற்றும் எலக்ட்ரானிக் வோல்ட்மீட்டர்களில் உள்ளீடு பெருக்கியாக பயன்படுகிறது.
- லாஜிக் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.
- ஆபரேஷன் ஆம்பிளியர் மற்றும் டோன் கன்ட்ரோல் சுற்றுகளில் மின்னழுத்தத்தை மாற்றும் ரெஸிஸ்டராக (VVR) பயன்படுகின்றது.
- கம்ப்யூட்டர் மெமரிகளில் பயன்படுகின்றது.
- இது ஃபேஸ் ஷிப்ட் ஆஸிலேட்டரில் பயன்படுகின்றது.
- இது பண்பலை (FM) மற்றும் தொலைக்காட்சி (TV) ஏற்பிகளில் டியூனர் சுற்றில் பயன்படுகின்றது.

JFET மற்றும் Mosfet-ஐ ஒப்பிடுதல்

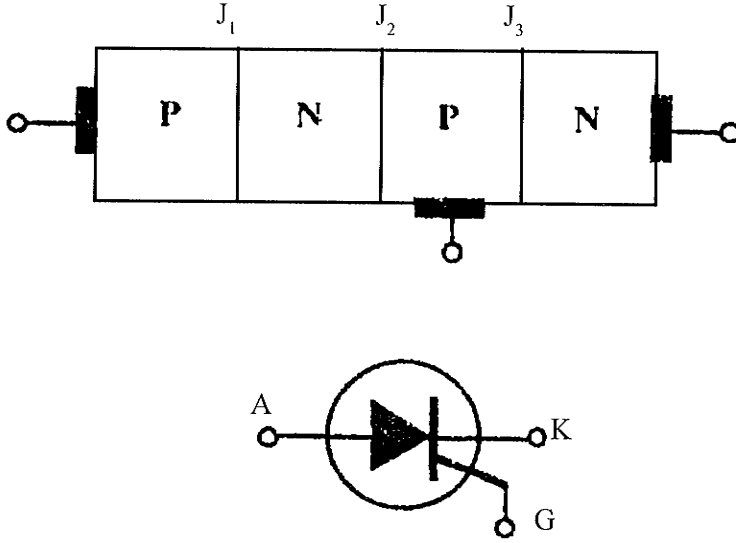
வ.எண்	JFET	MOSFET
1.	இதன் உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் ஆனது ஏறக்குறைய $10^8 \Omega$ க்கு மேல் இருக்கும்.	இதன் உள்ளீடு இம்பிடென்ஸ் ஆனது $10^8 \Omega$ க்கும் $10^{15} \Omega$ க்கும் இடைப்பட்டதாக இருக்கும்.
2.	இது டிப்ளிஷன் mode ல் மட்டுமே செயல்படுத்தப்படுகிறது.	Depletion MOSFET, டிப்ளிஷன் mode மற்றும் enhancement mode இரண்டிலும் செயல்படுத்த முடியும்.
3.	இதன் Gate மின்னோட்டம் அதிகம்.	இதன் gate மின்னோட்டம் குறைவு.
4.	இதன் drain மின்தடை அதிகம்.	இதன் Drain மின்தடை மிக அதிகம்.
5.	இதை தயாரிப்பது சற்று கடினம்.	இதை தயாரிப்பது எளிது.

சிலிக்கான் கன்ட்ரோல்டு ரெக்டிபயர் (Silicon Controlled Rectifier - SCR)

சிலிக்கான் கன்ட்ரோல்டு ரெக்டிபயர் என்பது மூன்று முனைகளையும், மூன்று சந்திகளையும் கொண்ட குறைகடத்தி சாதனமாகும். இது எலக்ட்ரானிக் ஸ்விட்சாக செயல்படுகின்றது. மேலும் இது ஒரே ஒரு திசையில் மட்டும் மின்சாரத்தை கடத்தும் (unidirectional) உறுப்பாகும். இது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்ற வல்லது. மேலும், இது ஒரு லோடிற்கு அளிக்கப்படும் மின்சக்தியின் அளவையும் கட்டுப்படுத்த உதவுகின்றது. எனவே SCR ஆனது ஒரு திருத்தி மற்றும் டிரான்சிஸ்டர் ஆகிய இரண்டின் சிறப்புத் தன்மைகளையும் ஒருங்கே அமையப் பெற்றுள்ளது. Thyristor குடும்பத்தில் SCR ஆனது மிக அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படும் சாதனமாக இருப்பதால், இது பொதுவாக Thyristor என்றே அழைக்கப்படுகிறது.

கட்டமைப்பு:

படம் 5.9 (a) ஒரு SCR கட்டமைப்பையும், குறியீட்டையும் காட்டுகின்றது. இதில் நான்கு அடுக்குகள் இணைந்து PNPN என்ற அமைப்பாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு SCR ல் J1, J2 மற்றும் J3 என்று மூன்று PN சந்திகளும் Anode (A), Cathode (K) Gate (G) என மூன்று முனைகளும் உள்ளன. Anode (A) முனையானது வெளிப்புறமாக அமைந்துள்ள P - லேயரில் இருந்தும், Cathode (K) முனையானது கடைசியாக அமைந்துள்ள N - லேயரில் இருந்தும், gate (G) முனையானது இரண்டு N - லேயர்களுக்கு இடையே அமைந்துள்ள மற்றொரு P - லேயரில் இருந்தும் எடுக்கப்பட்டுள்ளது.



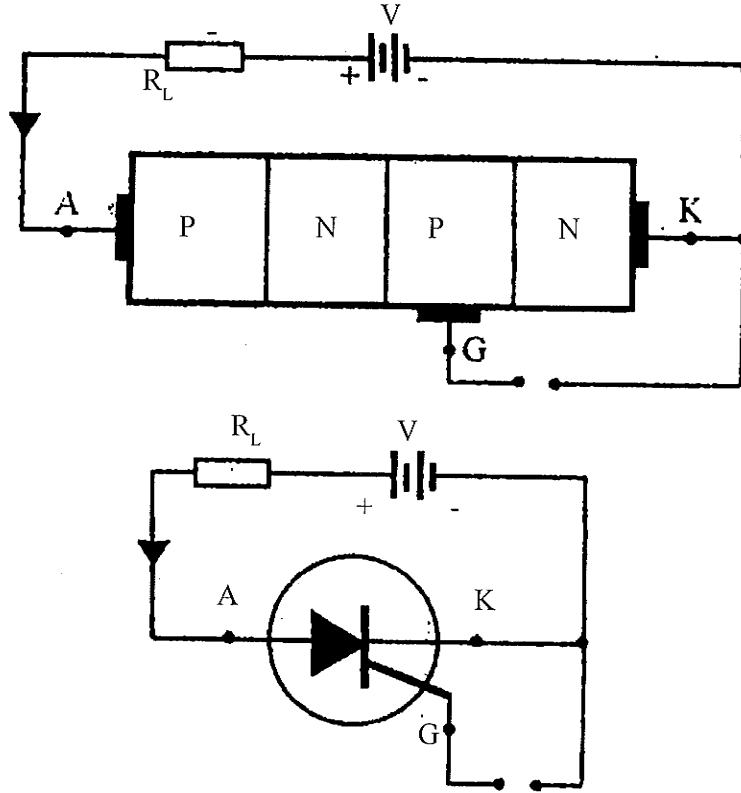
படம் 5.9. (a)

வேலை செய்யும் முறை:

SCR ன் வழக்கமான செயல்பாட்டின் போது Cathode (k) ஐ பொறுத்து அதன் Anode (A) ஆனது அதிக நேர் மின்னழுத்தத்திலும், Gate (G) ஆனது குறைந்த நேர் மின்னழுத்தத்திலும் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு லோடு மின்தடை (R_L) ஆனது Anode (A) முனையுடன் தொடர் இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு SCR வேலை செய்யும் விதத்தை பின்வரும் இரண்டு நிலைகளாகப் பிரித்து அறியலாம்.

i). கேட்டிற்கு எவ்வித மின்னழுத்தமும் தரப்படாத நிலை (When gate is kept open)

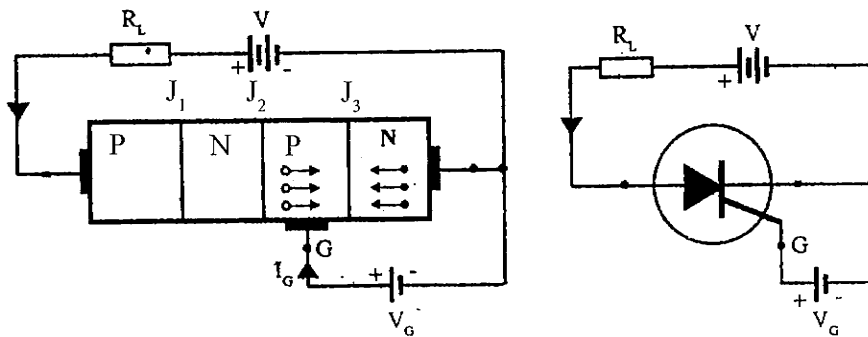
படம் 5.9 (b) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி gate (G) க்கு கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்போது பேட்டரியில் இருந்து கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது J1 மற்றும் J3 சந்திகளை முன்னோக்கு பயாஸ் செய்கிறது. எனினும் சந்தி J2 ஐ பின்னோக்கு பயாஸ் செய்கிறது. J2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட நிலையில் இருப்பதால், லோடு மின்தடை (R_L) மற்றும் SCR வழியாக மின்சாரம் எதுவும் பாய்வதில்லை. எனவே SCR ஆனது ஆஃப் நிலையில் இருக்கும். இந்நிலையில் SCR ஆனது அதிக மின்தடையை கொடுக்கிறது.



படம் 5.9. (b)

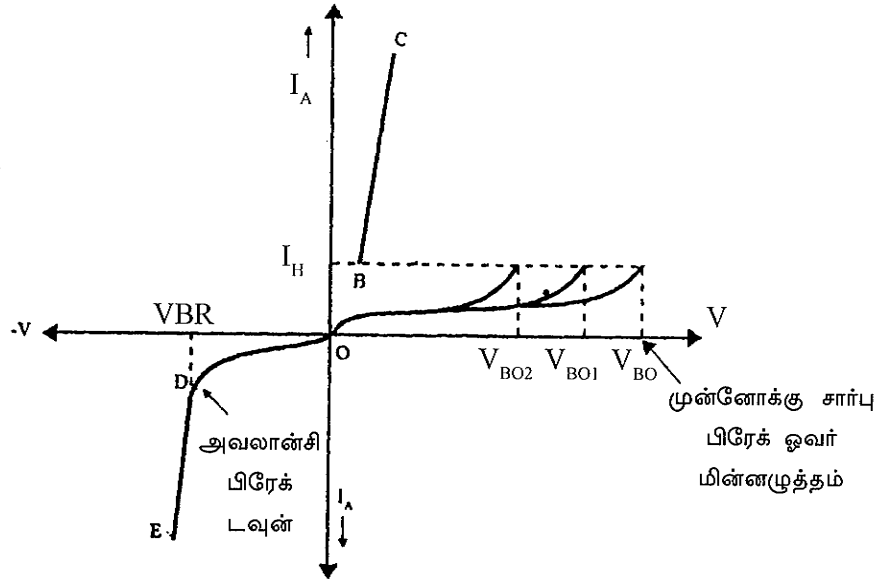
பேட்டரி மூலமாக SCR க்கு கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது மெதுவாக அதிகரிக்கப்படும்போது முன்னோக்கு பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தம் (Forward break over voltage) என்று அழைக்கப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தை அடைந்தவுடன் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்ட நிலையில் இருக்கும் சந்தி (J_2) ஆனது பிரேக்டவுன் ஆகிறது. எனவே SCR ஆனது அதிக அளவில் கடத்த ஆரம்பிக்கிறது. இப்போது SCR ஆனது ON நிலையில் இருக்கிறது. இந்நிலையில் SCR ஆனது குறைவான மின்தடையை கொடுக்கிறது. SCR கடத்தும் நிலையில் இருக்கும் போது அதன்வழியாக பாயும் மின்சாரத்தின் அளவு அதிகமாக இருக்கும்.

கேட்டிற்கு நேர்மின்னழுத்தம் வழங்கும் போது



படம் 5.9. (c)

படம் 5.9 (c) காட்டப்பட்டுள்ளபடி கேட் (G) க்கு சிறிய அளவு நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுவதாக கொள்வோம். இப்போது சந்தி J_3 ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் சந்தி J_2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. இப்போது கேத்தோடு அமைந்துள்ள N - லேயரில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் சந்தி J_3 வழியாக இடது பக்கமாக நகர ஆரம்பிக்கின்றன. அதே நேரத்தில் கேட் அமைந்துள்ள P - லேயரில் உள்ள ஹோல்கள் வலது பக்கமாக நகர ஆரம்பிக்கின்றன. மேலும் சந்தி J_3 ல் இருந்து எலக்ட்ரான்கள் சந்தி J_2 ஐ நோக்கி நகர ஆரம்பிப்பதால் கேட் மின்னோட்டமானது பாய ஆரம்பிக்கிறது. இது ஆனோடு மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்கிறது. இவ்வாறு ஆனோடு மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதால் சந்தி J_2 வில் அதிக எலக்ட்ரான்கள் காணப்படுகின்றன. இந்நிலை தொடர்வதால், சிறிது நேரத்திற்கு பின்னர் சந்தி J_2 ஆனது பிரேக் டவுன் ஆகிறது. இதனால் SCR ஆனது அதிக அளவில் கடத்தும் தன்மையை பெறுகிறது. ஒரு முறை SCR ஆனது கடத்த ஆரம்பித்துவிட்டால் கேட்டானது SCR மீதான அதன் கட்டுப்பாட்டை இழந்து விடுகிறது. எனவே SCR வேலை செய்து கொண்டிருக்கும் நிலையில், Gate க்கு வழங்கப்படும் மின்னழுத்தமானது முழுவதுமாக நீக்கப்பட்டாலும் கூட மின்னோட்டமானது குறையாது. இவ்வாறு வேலை செய்யும் SCR ஐ நிறுத்துவதற்கு ஒரே வழி, அதன் Anode மற்றும் Cathode க்கு இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை (Supply Voltage) பூஜியமாக்குவதேயாகும்.



படம் 5.9. (d)

SCR-ன் வோல்ட்-ஆம்பியர் (VI-Characteristic)

படம் 5.9 (d) ல் ஒரு SCRன் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தத்திற்கும், ஆனோடு மின்னோட்டத்திற்கும் (I_A) இடையே வரையப்படும் வரைப்படம் (graph) ஆகும். ஒரு SCRன் gate மின்னோட்டத்தை பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்போது அதற்கு அளிக்கப்படும் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தத்தை பூஜ்ஜியத்திலிருந்து மெதுவாக அதிகரிக்கும் போது, SCR வழியாக சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இப்போது SCR கடத்தா நிலையில் இருப்பதால் SCR-ன் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தமானது முன்னோக்கு பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தம் அடைவது

நீடிக்கிறது. படம் 5.9 (d) ல் O மற்றும் A புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதியானது SCR ன் முன்னோக்கு தடுப்புப் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தமானது முன்னோக்கு பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கும் போது SCR ஆனது ON ஆகிறது. இதனால் ஆனோடு-கேத்தோடு மின்னழுத்தமானது விரைவாகக் குறைந்து ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தை (Point B) அடைகிறது. இந்த புள்ளி 'B' க்கு உரிய மின்சாரமானது ஹோல்டிங் மின்னோட்டம் (I_H) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு SCR ஐ ON நிலையில் வைப்பதற்குத் தேவையான குறைந்த பட்ச ஆனோடு மின்னோட்டத்தை வரையறுக்கின்றது. இந்நிலையில் SCR வழியாக பாயும் மின்சாரமானது திடீரென அதிக அளவு உயர்கிறது. படத்தில் B மற்றும் C புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதியானது SCR ன் முன்னோக்கு கடத்தும் பகுதி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த பகுதியில் SCR ஆனது ON நிலையில் இருப்பதால் குறைந்த அளவு மின்தடையை கொடுக்கிறது.

படம் 5.9 (d)ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி கேட் மின்னோட்டமானது (IG) பூஜ்ஜியத்திற்கு மேல் அதிகரிக்கும் போது குறைவான பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்திலேயே SCR ஆனது ON நிலையை அடைகிறது. இதனை புள்ளி A_1 மற்றும் A_2 காட்டுகின்றன.

SCR ன் ஆனோடுக்கு அதன் கேத்தோடை பொறுத்து, எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கும் போது வரையப்படும் குணநல வரைபடமானது பின்னோக்கு பண்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியத்திலிருந்து மெதுவாக அதிகரிக்கும் போது SCR வழியாக சிறிய அளவு பின்னோக்கு கசிவு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த நிலை பின்னோக்கு மின்னோட்டமானது பிரேக்டவுன் மின்னழுத்தத்தை அடையும் வரை நீடிக்கிறது. பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் ஆனது பிரேக் டவுன் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாகும் போது வளைவு DE-ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி SCR வழியாக பாயும் பின்னோக்கு மின்னோட்டம் ஆனது திடீரென அதிகரிக்கிறது. இது SCR-ன் சந்தியில் அவலான்சு பிரேக் டவுன் ஏற்படுவதால் ஏற்படுகிறது.

SCR ன் நன்மைகள்

- இதனைக்கொண்டு அதிக அளவு மின்சாரத்தை கட்டுப்படுத்த இயலும்.
- இது உருவத்தில் சிறியதாகவும், தடையற்று செயல்படக் கூடியதாகவும் இருக்கும்.
- இதன் ஸ்விட்சிங் வேகம் மிக அதிகம்.
- இதில் நகரும் பாகங்கள் ஏதும் இல்லையென்பதால் இரைச்சல் (Noise) எதுவும் இல்லாமல் செயல்படுகிறது.
- இதன் செயல்திறன் மிகவும் அதிகம்.

SCR ன் பயன்கள் (Applications)

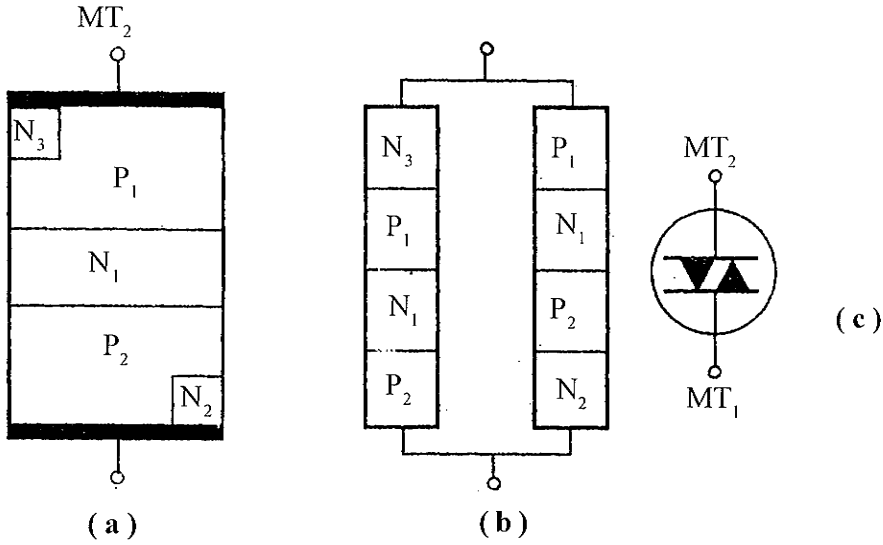
- இது டி.சி மற்றும் ஏ.சி மோட்டார்களின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்துவதற்கு பயன்படுகிறது.
- இது பேட்டரி சார்ஜர்களில் பயன்படுகிறது.
- கன்வர்ட்டர் ஆக பயன்படுத்தலாம்.
- இது ஃபேஸ் கன்ட்ரோலர் ஆக பயன்படுகிறது.

- v. வெப்பக்கட்டுப்படுத்தி (heat controller) ஆக பயன்படுகிறது.
- vi. இது லைட் டிம்மிங் கன்ட்ரோல் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றது.

டயாக் (Diac)

டயாக் என்பது இரண்டு முனைகளைக் கொண்ட குறைகடத்தி ஸ்விட்சிங் உறுப்பாகும். இது இரு திசைகளிலும் (bidirectional) கடத்தக்கூடிய ஆற்றலை கொண்டுள்ளது. இதன் முக்கிய முனைகளுக்கு (Main terminals) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் பொலாரிட்டியைப் பொறுத்து ஏதேனும் ஒரு திசையில் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மை கொண்டது. இதன் செயல்பாட்டை பொறுத்தவரை இது இரண்டு 4 லேயர் டயோடுகள் எதிரெதிராக பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்படுவதற்கு சமமாகும்.

கட்டமைப்பு



படம் 5.10. (a, b, c)

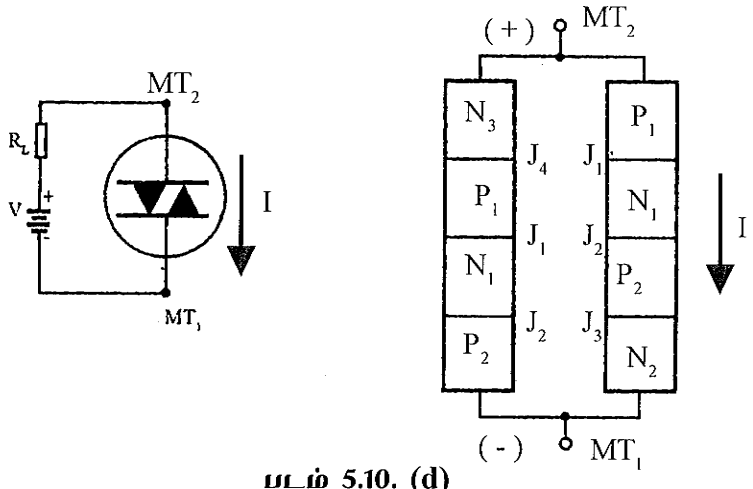
படம் 5.10 (a) ல் ஒரு டயாக்-ன் எளிய அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிப்படையில் இதனுள் நான்கு லேயர்கள் கொண்ட இரண்டு டயோடுகள் (P₁N₁P₂N₂ & P₂N₁P₁N₃) எதிரெதிராக பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. படம் 5.10 (b) ல் ஒரு டயாக்கின் சமசுற்று (Equivalent circuit) காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு டயாக்கில் முக்கிய முனை MT₁ (main terminal 1 MT₁) மற்றும் முக்கிய முனை MT₂ (Main terminal 2 - MT₂) என்று இரண்டு முனைகள் உள்ளன. டயாக் ஆனது இரு திசைகளிலும் கடத்துவதால் இந்த முனைகள் ஆனோடு மற்றும் கேத்தோடு என்று பெயரிடப்படுவதில்லை படம் 5.10 (c) ல் ஒரு டயாக் குறியீடு உள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை

டயாக் ஆனது அதன் முக்கிய முனைகளுக்கு (MT₁ & MT₂) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் பொலாரிட்டியைப் பொறுத்து ஏதேனும் ஒரு திசையில் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் தன்மை உடையது. இதன் முக்கிய முனைகளுக்கு (Main terminal) இடையே அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை அடைந்தவுடன் கடத்தும் நிலைக்கு செய்கிறது. ON ஆகிறது.

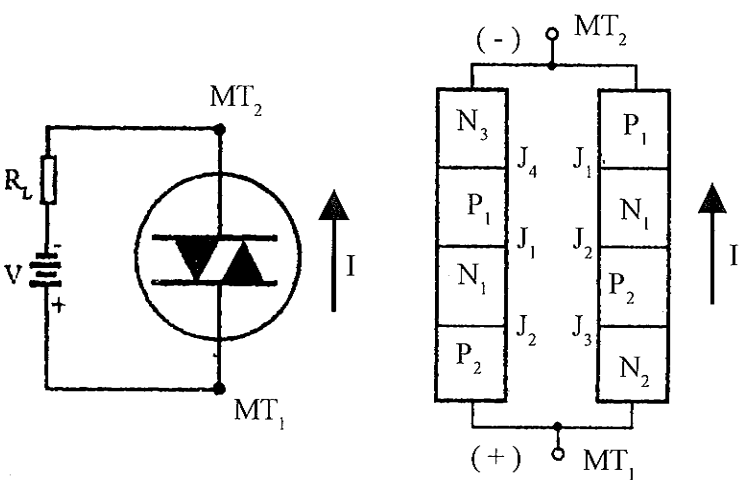
i. MT_2 ஆனது MT_1 ஐப் பொறுத்து பாசிட்டிவ் ஆக இருக்கச் செய்தல்

டயாக் MT_2 ஆனது MT_1 ஐப் பொறுத்து பாசிட்டிவாக இருக்கும் பொழுது J_1 மற்றும் J_3 சந்திகள் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் J_2 மற்றும் J_4 சந்திகள் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. எனவே டயோடு $P_2N_1P_1N_3$ வழியாக பயாஸ் செய்யப்பட்டு இருப்பதால் ஆரம்பத்தில் சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டம் ஆனது டயோடு $P_1N_1P_2N_2$ வழியாக பாய்கிறது. முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கப்படும் பொழுது அவலான்ச் நிலையின் (Avalanche effect) ன் காரணமாக பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும் சந்தி J_2 ஆனது முறிவு அடைகிறது. எனவே டயாக் மின்னோட்டமானது $P_1N_1P_2N_2$ வழியாக MT_2 இருந்து MT_1 நோக்கி படம் 1.10 (d) ல் காட்டியுள்ளபடி பாய்கிறது.



படம் 5.10. (d)

ii. MT_2 ஆனது MT_1 ஐப் பொறுத்து நெகட்டிவ் ஆக இருக்கச் செய்தல்

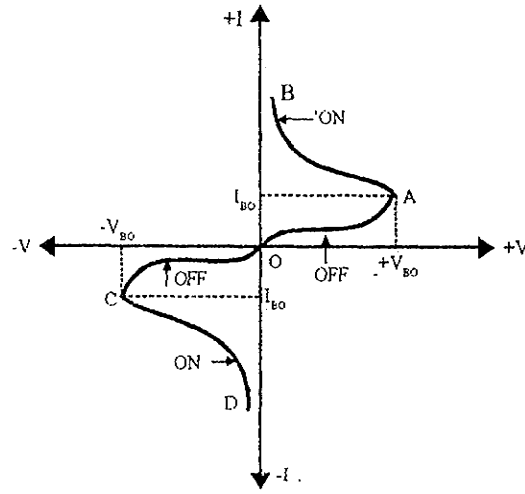


படம் 5.10. (e)

டயாக்கின் MT_2 ஆனது MT_1 ஐப் பொறுத்து நெகட்டிவாக இருக்கும் பொழுது J_2 மற்றும் J_4 சந்திகள் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் J_1 மற்றும் J_3 சந்திகள் பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் J_1 மற்றும் J_3 சந்திகள் பின்னோக்கு

பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. எனவே டயோடு $P_1N_1P_2N_2$ வழியாக மின்சாரம் பாய்வதில்லை. சந்தி J_1 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு இருப்பதால், ஆரம்பத்தில் சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டமானது டயோடு $P_2N_1P_1N_3$ வழியாக பாய்கிறது. முக்கிய முனைகளுக்கு (MT) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கும் பொழுது அவலான்ச் நிலையின் காரணமாக பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டிருக்கும். சந்தி J_1 ஆனது முறிவடைகிறது. எனவே டயாக் மின்னோட்டமானது டயோடு $P_2N_1P_1N_3$ வழியாக MT_1 ல் இருந்து MT_2 ஐ நோக்கி படம் 5.10(e)ல் காட்டியுள்ளபடி பாய்கிறது.

டயாக்-ன் V.I குணநலன்கள் (VI Characteristics of DIAC)



படம் 5.10. (f)

படம் 5.10 (f) ல் டயாக்-ன் VI குணநலன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது டயாக் வழியாக பாயும் மின்சாரத்திற்கும் அதன் முக்கிய முனைகள் MT_2 மற்றும் MT_1 க்கும் இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடைப்பட்ட தொடர்பை தெளிவாக காட்டுகின்றது. இது டயாக்கின் செயல்பாடு இருதிசைகளில் வேலை செய்யும் போதும் ஒன்றுபோல் இருப்பதால் வளைவு OABல் டயாக்-ன் VI குணநலனும், வளைவு OCD ல் அதன் VI குணநலனும் ஒன்றுபோல் இருக்கிறது. டயாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக்ஓவர் மின்னழுத்தத்தை அடையும் வரை மின்சாரத்தை கடத்துவதில்லை. இந்நிலையை டயாக்கின் ON நிலை (அ) கடத்தும் நிலை என்கிறோம். டயாக்கின் OFF நிலையில் இருக்கும் போது சிறிய அளவு கசிவு மின்னோட்டத்தை மட்டுமே அதன் வழியாக கடத்துகின்றது.

டயாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை அடையும் வரை டயாக் ஆனது ON ஆகிறது. மேலும் படம் 5.10 (f) ல் காட்டியுள்ளபடி டயாக் வழியாக பாயும் மின்சாரமானது திடீரென அதிகரிக்கிறது. இந்நிலையை டயாக்-ன் ON நிலை என்கிறோம். டயாக் ஆனது ON நிலையில் இருக்கும் போது அதன் வழியாக பாயும் மின்சாரம் அதிகரிக்கும் போது, டயாக்கின் மின்னழுத்தமானது குறைகிறது. இதனால் படம் 5.10 (f) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி எதிர் மின்தடை பகுதிகள் (Negative Resistance Region AB & CD) ஏற்படுகின்றன.

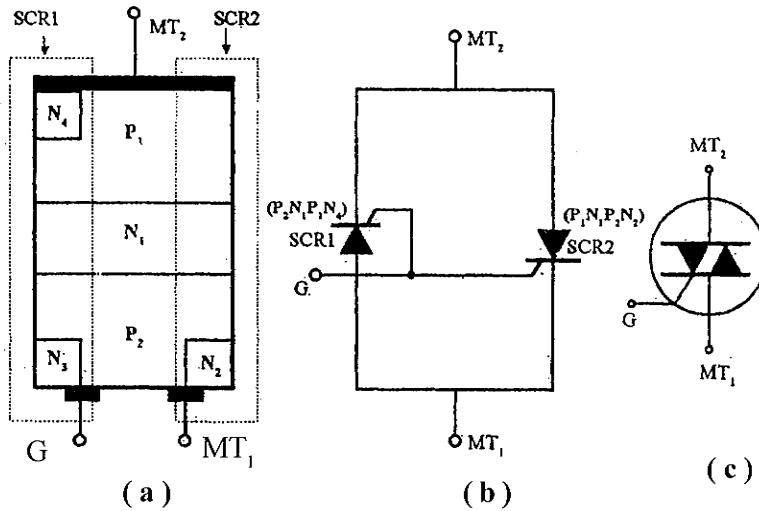
பயன்கள்

- ட்ரையாக் பவர் கன்ட்ரோல் முறையில் இது ஒரு டிரிக்கரிங் உறுப்பாக (Triggering device) பயன்படுகிறது.
- இது ஒளி கட்டுப்பாட்டு (lamp dimmer) சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது.
- இது வெப்ப கட்டுப்படுத்தி (Heat control) சுற்றில் பயன்படுகிறது.
- இது யூனிவர்சல் மோட்டாரைக் கட்டுப்படுத்த பயன்படுகின்றது.

ட்ரையாக் (TRIAC)

ட்ரையாக் என்பது மூன்று முனைகளைக் கொண்ட குறைகடத்தி ஸ்விட்சிங் உறுப்பாகும். இது இருதிசைகளிலும் (bidirectional) கடத்தக்கூடிய ஆற்றலை பெற்றுள்ளது. இதன் செயல்பாடு, இரண்டு SCR களை எதிரெதிர் திசைகளில், பக்கவாட்டில் (antiparallel) இணைத்து செயல்படுத்துவதற்கு சமம். SCR க்கு அடுத்தபடியாக மின்சக்தியை கட்டுப்படுத்துவதற்கு அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படும் உறுப்பாகும்.

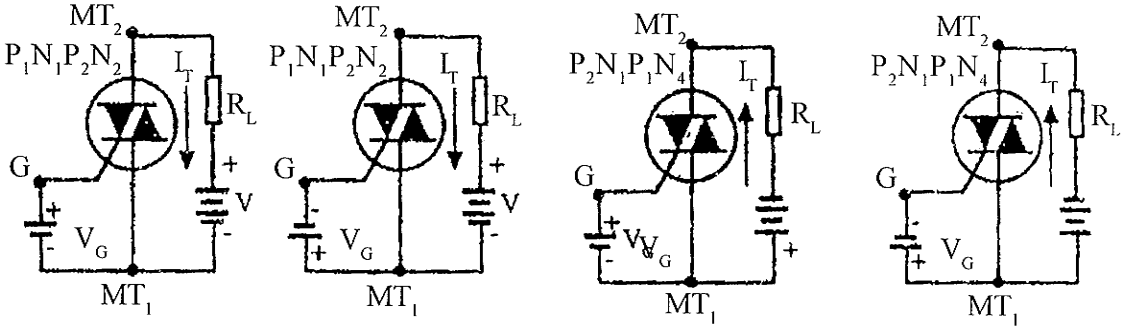
கட்டமைப்பு:



படம் 5.11. (a, b, c)

படம் 5.11 (a) ல் ஒரு ட்ரையாக் அடிப்படை அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு இரண்டு SCR கள் ($P_1N_1P_2N_2$ & $P_2N_1P_1N_4$) எதிரெதிர் திசைகளில் பக்கவாட்டில் இணைக்கப்பட்டு அவற்றிற்கு பொதுவான கேட் முனை உள்ளது போன்று அமைந்துள்ளது. படம் 5.11 (b) ல் ட்ரையாக்கின் சமமான சுற்று (Equivalent circuit) காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு ட்ரையாக்கில் மூன்று முனைகள் உள்ளன. அவை முக்கிய முனை - 1 (MT_1), முக்கிய முனை (MT_2) மற்றும் கேட் முனை (G) என்பனவாகும். ட்ரையாக் ஆனது இரண்டு திசைகளிலும் மின்சாரத்தை கடத்துவதால் இதன் முனைகளை அனோடு மற்றும் கேத்தோடு என்று குறிக்கப்படவில்லை. படம் 5.11 (c) ல் ட்ரையாக்-ன் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை:



படம் 5.11. (d, e, f, g)

ஒரு ட்ரையாக் செயல்படும் விதத்தை அதன் முக்கிய முனைகள் (Main terminal) மற்றும் அதன் கேட்-க்கு கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் போலாரிட்டியை பொறுத்து பின்வரும் நான்கு பிரிவுகளாக (அ) நிலைகளாக பிரிக்கலாம்.

i. MT_2 பாசீடிவ் & G பாசீடிவ் (நிலை - 1)

இந்த நிலையில் ட்ரையாக்கின் செயல்பாடு ஒரு SCR ன் செயல்பாட்டை ஒத்திருக்கிறது. இந்த நிலையில் மின்னோட்டம் I_T ஆனது படம் 5.11 (d) ல் காட்டியுள்ள ஸ்விட்ச் $P_1N_1P_2N_2$ (SCR - 2) வழியாக MT_2 ல் இருந்து MT_1 ஐ நோக்கி பாய்கிறது. P_1N_1 மற்றும் P_2N_2 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே வேளையில் சந்தி N_1P_2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு நேர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_2 ஜங்சன் ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு N_1P_2 சந்தி ஆனது பிரேக் டவுன் நிலைக்கு தள்ளப்படுகிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் செயல்பாடு முதற் கால்பகுதியில் (Quadrant - I)-ல் அமைந்துள்ளது.

ii. MT_2 பாசீடிவ் & G நெகடிவ் (நிலை 2)

இந்த நிலையில் மின்னோட்டம் I_T ஆனது படம் 5.11 (e) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி, ஸ்விட்ச் $P_1N_1P_2N_2$ (SCR 2) வழியாக MT_2 ல் இருந்து MT_1 ஐ நோக்கி பாய்கிறது. P_1N_1 மற்றும் P_2N_2 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதேவேளையில் சந்தி N_1P_2 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு எதிர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_2 சந்தி ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு மின்னோட்ட கேரியர்கள் P_2 லேயருக்குள் உட்செலுத்தப்படுவதால் ட்ரையாக் ஆனது ON நிலைக்கு செல்கிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் ன் செயல்பாடு முதற் கால்பகுதியில் (Quadrant - I)-ல் அமைந்துள்ளது.

iii. MT_2 நெகடிவ் & G பாசீடிவ் (நிலை 3)

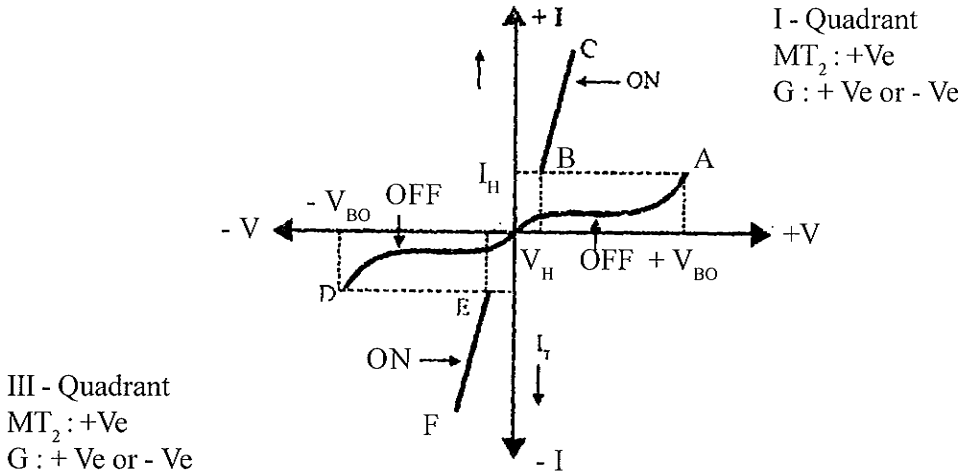
இந்த மோட்-ல் மின்னோட்டம் I_T ஆனது படம் 5.11 (f) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி, ஸ்விட்ச் $P_2N_1P_1N_4$ (SCR 1) வழியாக MT_1 -ல் இருந்து MT_2 வை நோக்கிபாய்கிறது. P_2N_1 மற்றும் P_1N_4 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதேவேளையில் சந்தி N_1P_1 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_2 சந்தி ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு மின்னோட்ட கேரியர்கள் N_1 லேயருக்குள் உட்புகுத்தப்படுவதால் ட்ரையாக் ஆனது ON நிலைக்கு செல்கிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் செயல்பாடு மூன்றாம் கால்பகுதியில் (Quadrant - III)-ல் அமைந்துள்ளது.

MT2 நெகடிவ் & G நெகடிவ் (நிலை 4)

இந்த நிலையில் I_T ஆனது படம் 5.11 (g) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி ஸ்விட்ச் $P_2N_1P_1N_4$ (SCR 1) வழியாக MT_1 ல் இருந்து MT_2 வை நோக்கி பாய்கிறது. P_2N_1 மற்றும் P_1N_1 ஆகிய இரு சந்திகளும் முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகின்றன. அதே வேளையில் சந்தி N_1P_1 ஆனது பின்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்படுகிறது. கேட் முனைக்கு எதிர்முன்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது P_2N_3 ஜங்சன் ஆனது முன்னோக்கு பயாஸ் செய்யப்பட்டு மின்னோட்டகேரியர்கள் N_1 - லேயருக்குள் உட்புகுத்தப்படுவதால் ட்ரையாக் ஆனது ஆன் நிலைக்கு செல்கிறது. இந்த நிலையில் ட்ரையாக் செயல்பாடு மூன்றாம் கால்பகுதியில் (Quadrant - III)-ல் அமைந்துள்ளது.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள நான்கு நிலைகளில் நிலை-1ம், நிலை-4ம் சிறப்பான மோட்கள் ஆகும். எனவே இவ்விரு நிலைகளும் ட்ரையாக்-ன் பொதுவான நிலைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ட்ரையாக் ன் VI குணநலன்கள்:



படம் 5.11. (h)

படம் 5.11 (h) ல் ட்ரையாக்-ன் V.I குணநலன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ட்ரையாக்-ன் முக்கிய முனைகள் MT_2 க்கும் MT_1 க்கும் இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும், ட்ரையாக் வழியாக பாயும் மின்சாரத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது. ட்ரையாக் ஆனது இரண்டு SCR களின் எதிரெதிர் பக்க இணைப்புக்கு (antiparallel) சமமாக இருப்பதால், இதன் VI குணநலனானது I கால்பகுதி (வளைவு OABC) மற்றும் III கால்பகுதி (வளைவு ODEF) ல் ஒரு SCR ன் முன்னோக்கு V.I குணநலனை போன்று உள்ளது. ட்ரையாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு (MT) இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது, பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை (V_{BO}) அடையும் வரை ட்ரையாக் ஆனது OFF நிலையில் இருக்கிறது. ட்ரையாக்கின் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது, பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தை விட அதிகரிக்கும் போது ட்ரையாக் ஆனது ஆன் நிலைக்கு செல்கிறது. மேலும் ட்ரையாக் முக்கிய முனைகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தமானது ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்திற்கு (V_H) குறைந்து ட்ரையாக் வழியாக பாயும் மின்சாரமானது (I_T) திடீரென அதிகரிக்கிறது. மேலும் கேட் மின்னோட்டம் (I_G) ஆனது அதிகரிக்கப்படும்போது குறைவான பிரேக் ஓவர் மின்னழுத்தத்தில் ட்ரையாக் ஆனது ON நிலையை அடைகிறது.

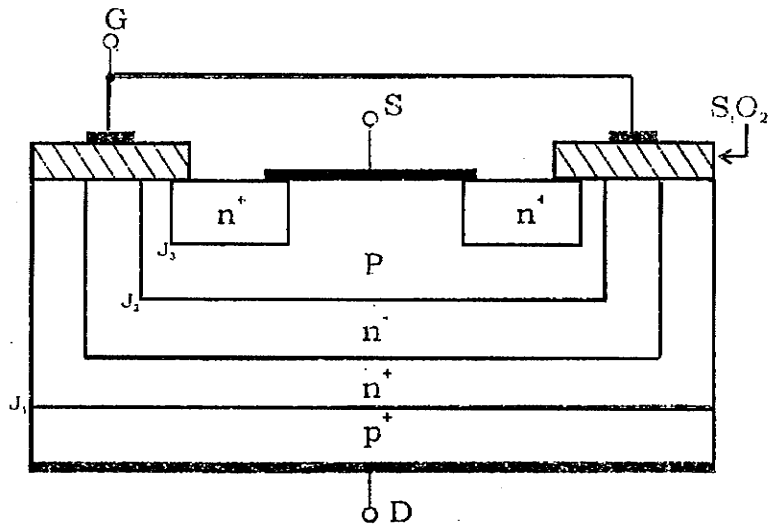
பயன்கள்:

- ஃபேஸ் கன்ட்ரோலராக பயன்படுகிறது.
- வெப்பக்கட்டுப்படுத்தி (Heat controller) ஆக பயன்படுகிறது.
- மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்துவதற்கு பயன்படுகிறது.
- லைட் டிம்மிங் கன்ட்ரோலர் ஆக பயன்படுகிறது.
- ஏ.சி பவர் ஐ ON/OFF செய்வதற்கு ஒரு ஸ்டேட்டிக் ஸ்விட்சாக பயன்படுகிறது.

இன்கலேட் கேட் பைபோலர் டிரான்சிஸ்டர் (Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT))

IGBT என்பது BJT மற்றும் MOSFET ஆகிய இரண்டு உறுப்புகளின் சிறப்புகளும் சேர்ந்து காணப்படும் ஒரு குறைகடத்தி உறுப்பாகும். எனவே ஒரு IGBT ல் ஸ்விட்சிங் நேரம், மின்சக்தி இழப்பு இரண்டுமே குறைவாக இருக்கும். IGBT ஐ பைபோலார் MOS டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் கன்டக்டிவிட்டி மாடுலேட்டட் ஃபீல்டு எபக்ட் டிரான்சிஸ்டர் (COMFET) என்றும் அழைக்கலாம்.

கட்டமைப்பு:

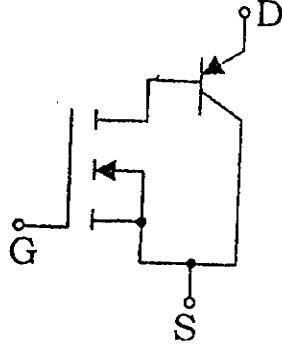


படம் 5.12. (a)

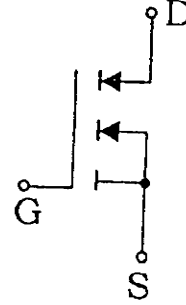
படம் 5.12 (a)-ல் IGBT-ன் அமைப்பு (குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்) காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு MOSFET-ன் அமைப்பை ஒத்து காணப்படுகிறது. இரண்டிற்கும் உள்ள முக்கிய வேறுபாடு என்னவென்றால் Drain பக்கத்தில் ஒரு P லேயர் சேர்க்கப்பட்டுள்ளதாகும். இந்த P லேயரானது உட்புகுத்தும் லேயர் (Injecting layer) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதனை அடுத்து அமைந்துள்ள n+ லேயரானது பஃபர் லேயர் (Buffer layer) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. பஃபர் லேயருக்கும் உட்புகுத்தும் லேயருக்கும் இடையே J₁ என்ற ஒரு PN சந்தி உள்ளது. மேலும் படம் 5.12 (a) ல் காட்டப்பட்டுள்ளபடி J₂, J₃ என்ற இரண்டு PN சந்திகள் உள்ளன. PN சந்தி J₁ ஆனது பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தைத் தடுக்கிறது. PN சந்தி J₂ ஆனது IGBT OFF நிலையில் இருக்கும் போது முன்னோக்கு மின்னழுத்தத்தைத் தடுக்கிறது. படம் 5.12 (b & c) ஒரு IGBT ன் சமசுற்று (Equivalent Circuit) மற்றும் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த சமசுற்றில் ஒரு PNP பவர் டிரான்சிஸ்டர் உடன் ஒரு MOSFET ஆனது டார்லிங்டன் இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் முறை:

கேட் மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே நேர்மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது



IGBT-யின் சமநிலைச் சுற்று



IGBT-யின் குறியீடு

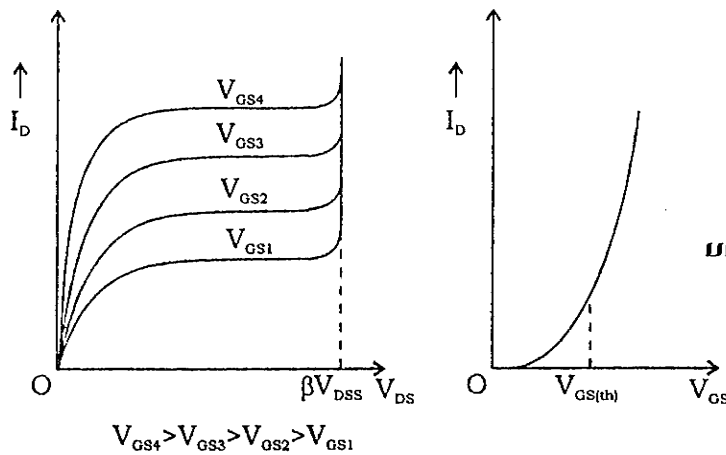
படம் 5.12. (b)

பவர் MOSFET ஆனது ON ஆகிறது. இது PNP டிரான்சிஸ்டரின் பேஸ்க்கும் கலெக்டருக்கும் இடையே குறைந்த மின்தடையாக செயல்படுகிறது. இதனால் IGBT ஆனது ON ஆகிறது.

கேட் மற்றும் Source முனைகளுக்கு இடையே மின்னழுத்தம் இல்லாதபோது MOSFET ஆனது OFF ஆகிறது. PNP டிரான்சிஸ்டருக்கு பேஸ் மின்னோட்டம் எதுவும் கொடுக்கப்படுவதில்லை என்பதால் PNP டிரான்சிஸ்டரும் OFF ஆகிறது. இப்போது IGBT யும் OFF நிலையில் இருக்கும்.

IGBT-ன் VI குணநலன்கள்

படம் 5.12 (c)ல் ஒரு IGBT ன் Drain குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது வெளியீட்டு குணநலன் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது பல்வேறு மாறாத கேட் Source மின்னழுத்தங்களின்



படம் 5.12. (c, d)

டிரைன் (Drain) குணநலன்

டிரான்ஸ்பர் குணநலன்

(V_{GS}) போது Drain மின்னோட்டம் I_D க்கும், Drain Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{DS}) இடையே உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது. இது ஒரு BJT-ன் வெளியீட்டு குணநலனை ஒத்துள்ளது. இரண்டிற்கும் உள்ள முக்கிய வேறுபாடு என்னவென்றால் BJT-ல் பேஸ் மின்னோட்டமானது

கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக (Controlling factor) உள்ளது. ஆனால் IGBT-ல் கேட் Source மின்னழுத்தம் (V_{GS}) ஆனது கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக உள்ளது.

படம் 5.12 (d) ல் ஒரு IGBT ன் டிரான்ஸ்பர் குணநலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது Drain மின்னோட்டத்திற்கும் (I_D) கேட் Source மின்னழுத்தத்திற்கும் (V_{GS}) இடையே உள்ள தொடர்பை காட்டுகிறது. இது ஒரு பவர் MOSFET ன் டிரான்ஸ்பர் குணநலனை ஒத்து காணப்படுகிறது. இந்த டிரான்ஸ்பர் குணநலனில் கேட் சோர்ஸ் மின்னழுத்தமானது (V_{GS}) அதன் த்ரெஷ்ஹோல்ட் மதிப்பை (Threshold Value) $V_{GS(th)}$ அடைந்த பின்னர் ஏறக்குறைய சீராக காணப்படுகிறது.

IGBT-ன் நன்மைகள்:

- இதன் உள்ளீடு கேட் இம்பிடென்ஸ் அதிகம்.
- இதன் கன்டக்ஷன் இழப்பு குறைவு
- இது அதிவேக ஸ்விட்சிங் பண்பைக் கொண்டுள்ளது.
- இதன் ஆப்பரேட்டிங் அதிர்வெண் மிக அதிகம்.
- இது அதிக மின்னழுத்த மற்றும் பவர் விகிதத்தில் கிடைக்கிறது.

IGBT-ன் பயன்கள்

- இது இரைச்சல் குறைவான அதிக செயல்திறன் கொண்ட பவர் சப்ளைகளில் பயன்படுகின்றது.
- இது இன்வர்ட்டர்களில் பயன்படுகிறது.
- இது மோட்டாரின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்த உதவும் சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

- கீழ்க்கண்ட பொருட்களில் LEDயை தயாரிக்க பயன்படுவது எது?
அ) சிலிக்கான் ஆ) பாஸ்பரஸ் இ) சல்பர் ஈ) கேலியம் பாஸ்பைட்
- கீழ்க்கண்ட பொருட்களில் அகச்சிவப்பு (Infra-red) LEDயை தயாரிக்க பயன்படுவது எது?
அ) கேலியம் ஆர்சைனட் ஆ) கேலியம் பாஸ்பைட்
இ) சிலிக்கான் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
- LED ஏற்கும் மின்சக்தியின் தோராய மதிப்பு
அ) 5 முதல் 10 நானோ ஆம்பியர் ஆ) 5 முதல் 10 மைக்ரோ ஆம்பியர்
இ) 5 முதல் 10 மில்லி ஆம்பியர் ஈ) 5 முதல் 10 ஆம்பியர்
- சில தனிமங்களின் மீது ஒளிக்கதிர்கள் விழும்போது அதன் மின்தடை மதிப்பு மாற்றமடைவதை _____ தன்மை என்கிறோம்
அ) போட்டோ கண்டக்டிவ் ஆ) போட்டோ எமிசிவ்
இ) போட்டோ வோல்டாயிக் ஈ) போட்டோ மல்டிபிளையர்

5. LCDயில் பயன்படும் ஆர்கானிக் காம்பவுண்ட்ஸ் எது?
 அ) கார்பன் ஆ) ஆக்ஸிஜன் இ) நைட்ரஜன் ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்
6. ஒரு லிக்யூட் கிறிஸ்டல் டிஸ்பிளே ஆனது
 அ) ஒளியை உமிழும் ஆ) ஒளியை உற்பத்தி செய்யும்
 இ) வெளிப்புற ஒளிதன்மையை திருத்தி அமைக்கும் ஈ) மேற்கண்ட எதுவுமில்லை
7. LCD ஏற்க்கும் மின்சக்தியின் அளவு
 அ) குறைவு ஆ) மிக குறைவு இ) அதிகம் ஈ) மிக அதிகம்
8. அடிப்படையில் சிலிக்கான் சூரிய மின்கலம் (Solar cell) என்பது
 அ) போட்டோ கன்டக்டிவ் செல் ஆ) போட்டோ எமிசிங் செல்
 இ) போட்டோ வோல்டாயீக் செல் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
9. செலினியம் செல்களில்
 அ) ஒளிக்கதிர்கள் அதிகரிக்கும் போது மின்தடை மதிப்பு குறையும்
 ஆ) ஒளிக்கதிர்கள் அதிகரிக்கும்போது மின்தடை மதிப்பு உயரும்.
 இ) ஒரு முனையாக (electrode) செலினியம் பயன்படுகிறது.
 ஈ) 1.03V மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப்படுகிறது.
10. கீழ்க்கண்ட சாதனங்களில் எதற்கு கலெக்டர் முனையில்லாது ஒரு எமிட்டரும், இரண்டு பேஸ் இணைப்புகளும் உள்ளது?
 அ) UJT ஆ) DIAC இ) TRIAC ஈ) SCR
11. ஒரு UJTஐ எதற்கு பயன்படுத்த இயலாது?
 அ) டிரான்சிஸ்டர் ஆம்பிளிபயர் ஆ) சுவிட்சிங் உறுப்பு
 இ) டைமிங் உறுப்பு ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்
12. UJTயை பயன்படுத்தும் சுற்று
 அ) சுவிட்சிங் சுற்று ஆ) ஃபேஸ் கன்ட்ரோல் சுற்று
 இ) டைமிங் சுற்று ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்
13. கீழ்க்கண்ட JFETன் முனைகளில் எது ரெஃபரன்ஸ் புள்ளி?
 அ) டிரெயின் ஆ) கேட் இ) சோர்ஸ் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
14. ஒரு JFET வேலை செய்யும் மோட்
 அ) டிப்ளிஷன் மோட் மட்டும் ஆ) என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட் மட்டும்
 இ) டிப்ளிஷன் மற்றும் என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட்
 ஈ) டிப்ளிஷன் அல்லது என்ஹான்ஸ்மெண்ட் மோட்

26. கீழ்க்கண்ட குறியீடு ஒரு _____ ஆகும்
 அ) SCR ஆ) DIAC இ) TRIAC ஈ) PNP டிரான்சிஸ்டர்
 படம் வர வேண்டும்
27. ஒரு TRIAC ன் அமைப்பிற்கு இணையானது
 அ) ஒரு திசை SCR ஆ) இருதிசை SCR
 இ) NPN டிரான்சிஸ்டர் ஈ) PNP டிரான்சிஸ்டர்
28. TRIACஐ _____ ஆக பயன்படுத்தலாம்
 அ) ஃபேஸ் கட்டுப்படுத்தி ஆ) வெப்ப கட்டுப்படுத்தி
 இ) மோட்டார் வேககட்டுப்படுத்தி ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்
29. IGBTஐ _____ ஆகவும் அழைக்கலாம்.
 அ) JFET ஆ) MOSFET இ) COMFET ஈ) UJT
30. IGBTஐ _____ ஆக பயன்படுத்தலாம்
 அ) ஆம்பிளிபயர் ஆ) சுவிட்ச இ) இன்வர்டர் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. LDR என்றால் என்ன?
2. LDRன் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
3. LED என்றால் என்ன?
4. அகச்சிவப்பு கதிர்வீச்சிற்கு பயன்படும் பொருள் எது?
5. செவன் செக்மெண்ட் LED என்றால் என்ன?
6. LCDயில் பயன்படும் ஆர்கானிக் காம்பவுண்ட்கள் யாவை?
7. LCDயின் வகைகள் யாவை?
8. சூரிய மின்கலன் (Solar cell) குறியீட்டு படம் வரைக.
9. சூரிய மின்கலனின் ஏதேனும் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
10. UJT என்றால் என்ன?
11. UJT ன் குறியீட்டு படம் வரைக.
12. JFET என்றால் என்ன?
13. JFET வகைகளைக் கூறு.
14. MOSFET என்றால் என்ன?
15. MOSFET வகைகளைக் கூறு.

16. MOSFETன் முனைகளைக் கூறு.
17. SCR என்றால் என்ன?
18. SCRன் குறியீடு வரைக.
19. SCRன் ஏதேனும் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
20. DIAC என்றால் என்ன?
21. DIACன் முனைகளைக் கூறு.
22. TRIAC என்றால் என்ன?
23. TRIAC ன் ஏதேனும் ஒரு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
24. IGBT என்றால் என்ன?
25. IGBTன் பிற பெயர்களைக் கூறு.

III. இரண்டு அல்லது மூன்று வரிகளில் விடையளி

1. LEDயின் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
2. செவன் செக்மண்ட் முறையில் எண் 5ஐ எவ்வாறு காண்பிக்கப்படும் என்பதை விளக்கு.
3. போட்டோ கண்டக்டர் என்றால் என்ன?
4. போட்டோ கண்டக்டிவ் விளைவு என்பது என்ன?
5. டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் என்றால் என்ன?
6. LCDன் தீமைகள் யாவை?
7. சூரிய மின்கலனின் (Solar cell) பயன்பாட்டினைக் கூறு.
8. UJTயில் இன்டர்பேஸ் மின்தடை என்பது என்ன?
9. UJTஐ எவ்வாறு அலையாக்கியாக (Oscillator) பயன்படுத்துவாய்? விளக்கு.
10. FETஐ யூனிபோலார் உறுப்பு என்று அழைக்கப்படுவதேன்? விளக்கு.
11. JFETயின் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
12. MOSFET ஐ எதனால் IGFET என அழைக்கிறோம்? விளக்கு.
13. n- சேனல் E-MOSFETன் குறியீட்டு படம் வரைக.
14. MOSFETன் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
15. SCRன் நன்மைகள் யாவை?
16. SCRன் முன்னோக்கு கடத்தும்பகுதி (Forward conduction region) என்று அழைக்கப்படுவது எது? விளக்கு.
17. DIACன் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.
18. DIACன் VI குணநல படத்தை வரைக.
19. TRIACன் குறியீட்டு படம் வரைக.
20. TRIACன் ஏதேனும் நான்கு பயன்பாட்டினைக் கூறு.

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு ஒரு பக்க அளவில் விடையளி.

1. LED வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கு.
2. செவன் செக்மண்ட் டிஸ்பிளே முறையை விளக்கு.
3. LDR வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கு.
4. LCD மற்றும் LED ஒப்பிடுக.
5. சூரிய மின்கலம் (Solar Cell) வேலை செய்யும் முறையை விளக்கு.
6. UJTயின் குணநலனை அதன் வரைபடத்துடன் விளக்கு.
7. FETயின் வெளியீட்டு குணநலனை விளக்கு.
8. JFET மற்றும் MOSFET ஒப்பிடுக.
9. DIACன் VI குணநலனை விளக்கு.
10. TRIACன் VI குணநலனை விளக்கு.
11. SCRஐ முன்னோக்கு பயாஸ் நிலையிலேயே இயக்குவது ஏன்? விளக்கு.
12. IGBT வேலை செய்யும் முறையை விளக்கு.

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி.

1. MOSFET ன் பல்வேறு வகைகளின் வேலை செய்யும் முறைகளை தகுந்த படங்களுடன் விவரி.
2. ஃபிட்டு எபக்ட் LCD இயங்கும் விதத்தை படத்துடன் விவரி.
3. டைனமிக் ஸ்கேட்டரிங் LCD இயங்கும் விதத்தை படத்துடன் விவரி.
4. n சேனல் JFET வேலை செய்யும் முறையைப் படத்துடன் விரிவாக விளக்கு.
5. UJT வேலை செய்யும் முறையை படத்துடன் விரிவாக விளக்கு.
6. DIAC ன் கட்டமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் முறையை படத்துடன் விளக்கு.
7. TRIACன் கட்டமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் முறையை படத்துடன் விளக்கு.
8. SCR வேலை செய்யும் விதத்தினை தேவையை படத்துடன் விவரி.

விடைகள்

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 (ஈ) | 2(அ) | 3(இ) | 4(அ) | 5 (ஈ) |
| 6 (இ) | 7(ஆ) | 8(இ) | 9(அ) | 10 (அ) |
| 11(அ) | 12(ஈ) | 13(இ) | 14(அ) | 15(ஈ) |
| 16(இ) | 17(அ) | 18(ஈ) | 19(ஆ) | 20(இ) |
| 21(அ) | 22(இ) | 23(ஆ) | 24(இ) | 25(ஈ) |
| 26(ஆ) | 27(ஆ) | 28(ஈ) | 29(இ) | 30(ஆ) |

6. அலையாக்கிகள் (OSCILLATORS)

6.1. அறிமுகம்

ஒரு அலையாக்கி என்பது குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் அலைவுகளை உற்பத்தி செய்யும் ஓர் மின்னணு சுற்றாகும்.

அலையாக்கிகளின் வகைகள்.

அலையாக்கிகள் சினுசாய்டல் அலைகளையோ நான்-சினுசாய்டல் (Non-Sinusoidal) அலைகளையோ உற்பத்தி செய்யும். அவ்வகையில் அலையாக்கிகளை

1. சினுசாய்டல் அலையாக்கிகள் (Sinu Soidal Oscillators)
2. நான்-சினுசாய்டல் அலையாக்கிகள் (Non-Sinu Soidal Oscillators) எனப் பிரிக்கலாம்.

ஒரு சினுசாய்டல் அலையாக்கி, சைன் (sine) வடிவ அலைகளையும் நான் சினுசாய்டல் அலையாக்கி சதுர அலை, முக்கோண அலை, பல்சுக்ள், ரம்பப்பல் அலை ஆகிய அலைகளையும் உண்டாக்குகிறது. சதுர அலைகளையும் பல்சுக்ளையும் உண்டாக்கும் அலையாக்கியை மல்டி-வைபரேட்டர் (Multi Vibrator) என்கிறோம்.

சினுசாய்டல் அலையாக்கிகள் : இவை தேவையான அதிர்வெண் (Frequency) கொண்ட சினுசாய்டல் அலைகளை உண்டாக்கும்.

ஒரு அலையாக்கியின் முக்கிய அம்சங்கள்

1. தொட்டிச் சுற்று (Tank circuit)

இன்டக்டன்சும் கப்பாசிட்டன்ஸும் தொட்டிச் சுற்றாக அமைகின்றது. இவையே அலையாக்கியின் அதிர்வெண்ணை நிர்ணயிக்கின்றன.

2. மின்சக்தியை பெறும் முறை : (Source of energy)

அலைகள் உண்டாகும்போது ஏற்படும் மின்சக்தி விரயத்தை ஈடுசெய்யும் ஒரு அமைப்பு.

3. மின்னூட்டம் (Feed back)

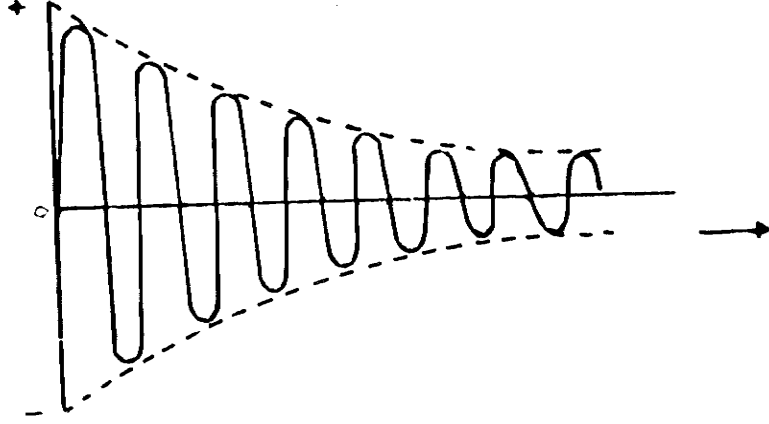
அலையாக்கி செயல்படும்போது சுற்று அமைப்பிலிருந்து மின்சக்தியை சரியான நேரத்தில், சரியான ஃபேஸில் (Phase) வழங்கும் நேர் பின்னோட்ட அமைப்பு.

6.2. சினுசாய்டல் அலையாக்கிகளின் வகைகள்

சினுசாய்டல் அலைகளை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. தணியும் அலைகள் (Damped Oscillations)

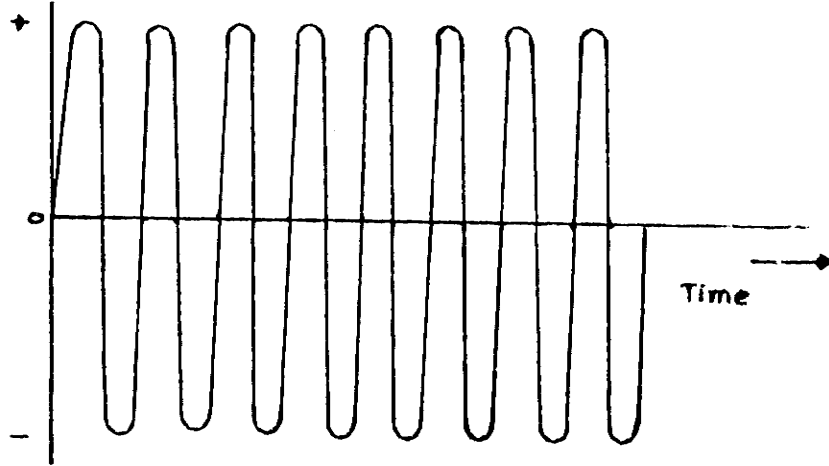
அலைகளின் வீச்சு தொடர்ந்து தணிந்து கொண்டோ, குறைந்து கொண்டோ சென்றால் அது தணியும் அலைகள் எனப்படும். கீழே உள்ள படம் 6.1ல் தணியும் அலைகளின் வரைபடத்தைக் காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு அலைவின் போதும் ஓரளவு ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. இவ்வாறு குறையும் அல்லது இழக்கும் ஆற்றலை ஈடுசெய்யும் வழிமுறை இவ்வமைப்பில் இல்லை. ஆதலின் உண்டாக்கப்பட்ட அலைகளின் வீச்சு குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. ஆகையினால் அலைகளின் அதிர்வெண் அல்லது துடிப்பு மாறாமல் நிலையாக உள்ளது.



படம் 6.1

2. தணியாத அலைகள் (Undamped oscillations)

உண்டாக்கப்பட்ட அலைகளின் வீச்சு (Amplitude) மாறாமல் ஒரே அளவில் இருந்தால் அது தணியாத அலைகள் ஆகும். படம் 6.2ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.2

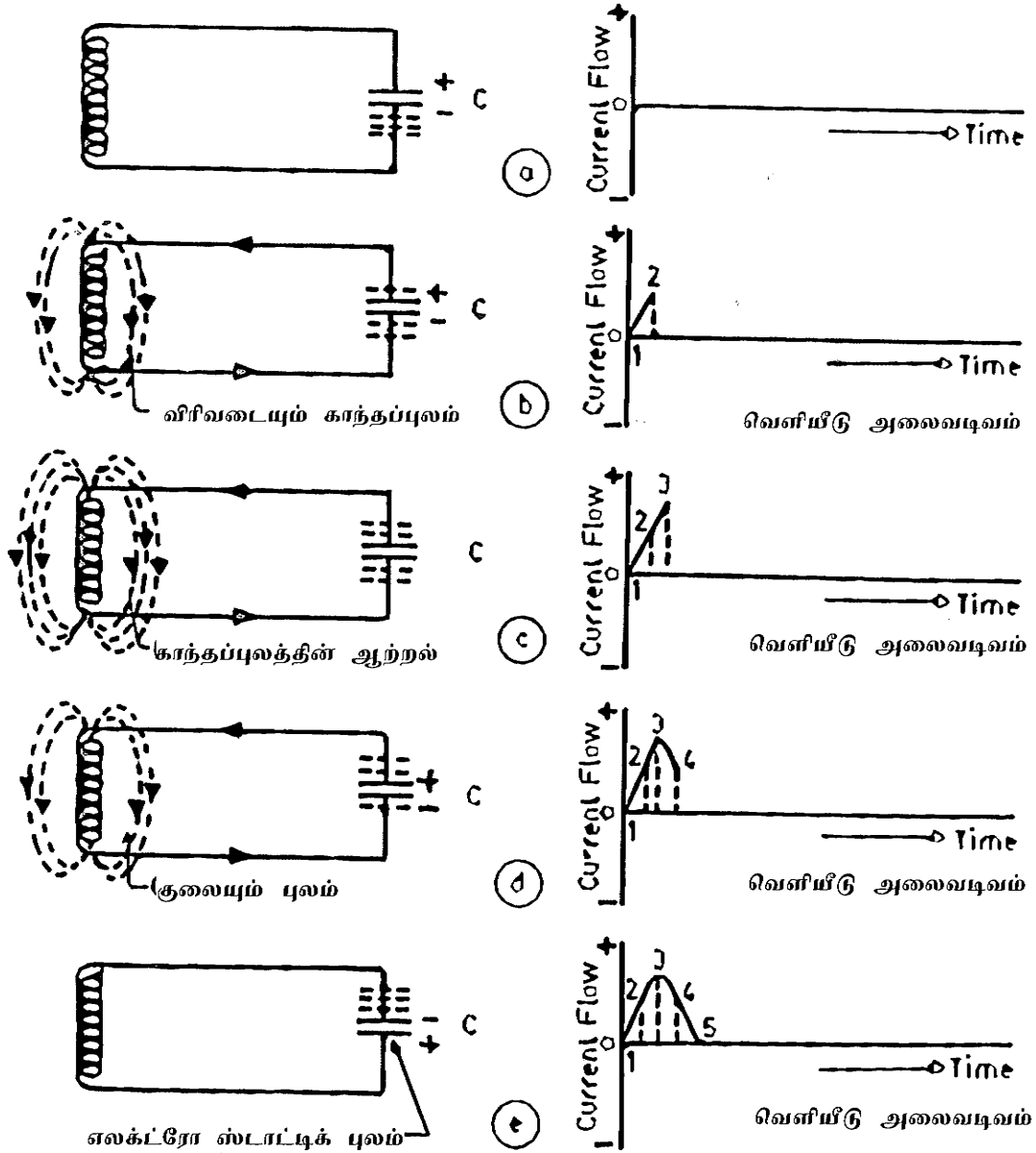
இம்முறையிலும் ஆற்றல் இழப்பு உண்டாகிறது. ஆனால் அது ஈடு செய்யப்படுகிறது.

எலக்ட்ரானிக் உபகரணங்களில் பயன்படும் பல்வேறு வகை அலையாக்கிகளில் இவ்வாறு தணியாத அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

தொட்டிச் சுற்றின் செயல்

தேவையான அதிர்வெண் (Frequency) உடைய அலைகளை உண்டாக்கும் ஒரு சுற்று அலையாக்கி சுற்று ஆகும். படம் 6.3ன் உதவியுடன் ஒரு தொட்டிச் சுற்று எவ்வாறு செயலாற்றுகிறது எனக் காண்போம்.

நிலை 1 : இந்த நிலையில் C என்னும் கன்டன்சர் பாட்டரியினால் முழுவதுமாக சார்ஜ் (Charge) செய்யப்படுகிறது. இது டிஸ்சார்ஜ் ஆகத் தயார் நிலையில் உள்ளது. இது படம் 6.3ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.3

நிலை 2 : இண்டக்டர் (L) D, C மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு வழியாக அமைகிறது. மின்தேக்கி (C) இண்டக்டர் வழியாக டிஸ்சார்ஜ் ஆகிறது.

கன்டன்சர் இண்டக்டாவழியாக டிஸ்சார்ஜ் செய்வதால், இண்டக்டர் வழியாகப் பாயும் மின்சாரத்தின் காரணமாக அதைச் சுற்றிலும் ஒரு காந்த மண்டலம் உண்டாக்கப்படுகிறது.

சார்ஜ் செய்யப்பட்ட கன்டன்சர் இப்போது டிஸ்சார்ஜ் செய்ய ஆரம்பிக்கிறது. மின்னோட்டம் மீண்டும் எதிர்திசையில் பாய்கிறது. இந்த மின்சாரம் இண்டக்டரைச் சுற்றி விரியும் காந்த மண்டலத்தை (expanding Magnetic field) உண்டாக்குகிறது. அம்புக்குறி மின்னோட்ட நிகழும் திசையை படம் 6.3ல் காட்டுகிறது.

நிலை 3 : இன்டக்டர் வழியாக கன்டன்சர் முழுவதும் டிஸ்சார்ஜ் ஆகும் வரை மின்சாரம் அதே திசையில் பாய்கிறது. இது படம் 6.3cல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆகவே மின்தேக்கியின் நிலையான மின்புலம் இப்போது இன்டக்டரைச் சுற்றி மின்காந்த மண்டலமாக மாற்றப்படுகிறது.

நிலை 4 : இப்பொழுது மின்தேக்கி முழுமையாக டிஸ்சார்ஜ் அடைகிறது. இந்நிலையில் மின்னோட்டம் முற்றிலும் நின்றவுடன் இன்டக்டரைச் சுற்றியுள்ள காந்த மண்டலம் சிதைய (Collapse) ஆரம்பிக்கிறது.

லென்ஸ் (Lenz law) விதிப்படி இன்டக்டரைச் சுற்றியுள்ள காந்த மண்டலம் குறையும் போது (மடியும்போது) எதிர்த்திசையில் பாயுமாறு ஒரு மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. இந்தத் தூண்டப்பட்ட மின்சாரம் கன்டன்சரை எதிர்த்திசையில் சார்ஜ் செய்கிறது. படம் 6.3d.

நிலை 5 : இன்டக்டரை சுற்றியுள்ள காந்த மண்டலம் முற்றிலும் குறைந்த பின்பு, காந்த மண்டலத்திலுள்ள ஆற்றல் முற்றிலும், கன்டன்சரிலுள்ள சார்ஜ் ஆக மாற்றப்படுகிறது. கன்டன்சர் முற்றிலும் சார்ஜ் செய்யப்பட்டவுடன் மின்னோட்டம் நின்றிவிடுகிறது. படம் 6.3e.

நிலை 6 : இப்போது மின்தேக்கி டிஸ்சார்ஜ் ஆகிறது. மின்தேக்கி சார்ஜ் அடைவதற்கு எந்த திசையில் மின்னோட்டம் நிகழுமோ, அதற்கு எதிர்த்திசையில் இப்போது மின்னோட்டம் நிகழும். இந்த மின்னோட்டம், இன்டக்டரைச் சுற்றி ஒரு காந்த மண்டலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. படம் 6.3.f.

நிலை 7 : இங்கு தகடுகளுக்கு இடையே உள்ள சார்ஜின் வித்தியாசம் பூஜ்யம். இதற்கு முன் நிகழ்ந்தது போலவே காந்த மண்டலம் அழிகிறது. ஆகவே அதே திசையில் மின்னோட்டம் தொடர்கிறது. படம் 6.3.g

நிலை 8 : நிலை காந்த மண்டலத்தின் ஆற்றல், முழுமையாக மின்தேக்கிக்கு மாற்றப்பட்டவுடன், கன்டன்சர் எதிர் திசையில் முழுவதுமாக மீண்டும் சார்ஜ் செய்யப்படுகிறது. அதாவது மீண்டும் நிலை 1ல் உள்ளது போல சார்ஜ் நிலையை அடைகிறது. படம் 6.3.h

இந்த தொடர் நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டே உள்ளது. இதில் எண்ணிக்கை கன்டன்சர், இன்டக்டர் கொண்ட பக்கச் சுற்றின் இயைவு அதிர்வெண்ணுக்கு ஏறத்தாழ சமமமாக உள்ளது. அதாவது

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

இதில் Fr = இவை அதிர்வெண், ஹெர்ட்ஸ்களில்

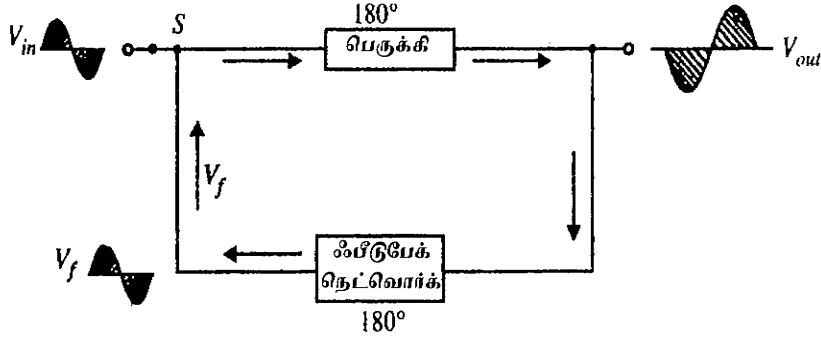
L = இன்டக்டன்ஸ், ஹென்றிகளில்

C = கப்பாஸிடன்ஸ், பாரெட்களில்

சுற்றின் மொத்த தடையை பூஜ்யமாக கொண்டால், சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் வரைபடம், ஒரு மாறா வீச்சை உடைய சைன் வடிவ வளைகோடாக இருக்கும். ஆயினும் எந்த ஒரு சுற்றிலும் ரெஸிஸ்டன்ஸ் தன்மை கட்டாயம் இருக்கும். இதன் காரணமாக உண்டாகும் I²R இழப்பிலும் அலைகளின் வீச்சு (வலிமை) சீராகக் குறைந்து கொண்டே வரும். இவ்வாறு குறையும் வலிமையுள்ள அலைகளை தணியும் அலைகள் என்கிறோம். ஆதனில் தணியாத (வலிமை குறையாத) அலைகளை உண்டாக்க ஒவ்வொரு முறையும் உண்டாகும் ஆற்றல் இழப்பு உடனுக்குடன் ஒரு மின்கலத்தின் மூலம் ஈடு செய்யப்பட வேண்டும்.

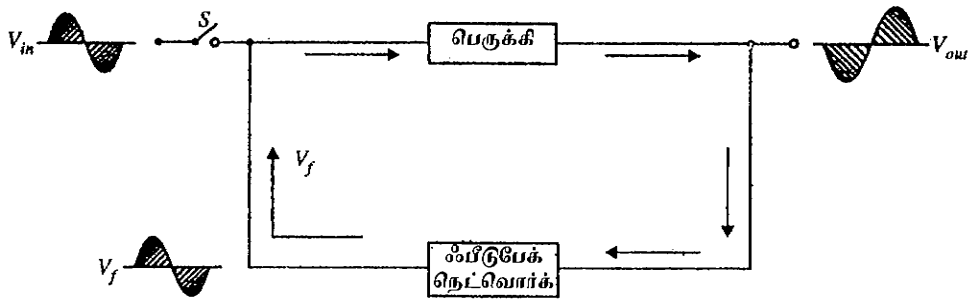
நேர்மறை பின்னூட்ட விரிவாக்கி அலையாக்கி (+ve Feedback Amplifier-Oscillator)

ஓர் டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கியானது நேர்மறை பின்னூட்டம் (+ve feedback) பெற்றிருந்தால் அது அலையாக்கியாக செயல்படும். அதாவது வெளிப்புற சிக்னல் மின்னழுத்த உதவியின்றி தானாகவே அலைவுகளை ஏற்படுத்தும். கீழே உள்ள படம் 6.4 நேர்மறை ஃபீடுபேக் உடைய ஓர் டிரான்சிஸ்டர் அலையாக்கியின் கட்டப்படத்தைக் காட்டுகிறது. நேர்மறை ஃபீடுபேக் என்பது, ஃபீடு பேக் மின்னழுத்தத்தின் (Vf) பிறையும் (Phase) உள்ளீட்டு சிக்னல் மின்னழுத்தத்தின் பிறையும் ஒன்று போல் இருக்க வேண்டும். இந்த கோட்பாட்டை மேலுள்ள சுற்றானது பூர்த்தி செய்கிறது. முதல் 180° பிறைமாற்றத்தை (Phase Shift) விரிவாக்கி சுற்றும் அடுத்த 180° பிறைமாற்றத்தை ஃபீடுபேக் சுற்றும், செயல்படுத்துகிறது. இதன் விளைவாக சிக்னலானது 360° ம் பிறை மாற்றம் செய்யப்பட்டு உள்ளீட்டில் தரப்படுகிறது. அதாவது ஃபீடுபேக் மின்னழுத்தமானது உள்ளீட்டு சிக்னலின் பிறையில் இருப்பதாக உள்ளது.



படம் 6.4

படம் 6.4. சுற்றானது வெளியீட்டில் அலைவுகளை ஏற்படுத்தும் என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால் 'ஓர் அலையாக்கி என்பது தானாகவே (சிக்னல் மின்னழுத்தம் இல்லாமலே) அலைவுகளை ஏற்படுத்தும் சுற்று' என்றுதான் நாம் பார்த்தோம். இந்நிலையில் மேலுள்ள சுற்றில் உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் தரப்படுவது அலையாக்கியின் கூற்றுக்கு முரண்படுவதாக தோன்றும்.



படம் 6.5.

படம் 6.4.ல் உள்ள 'S' ஸ்விட்சை படம் 6.5ல் காட்டியுள்ளது போல் திறந்த நிலையில் வைத்தால், உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் (Vin) நீக்கப்பட்டதாக அர்த்தம். ஆனால் (Vf) ஃபீடுபேக் மின்னழுத்தமானது (அசல் சிக்னலின் பிறையும்-இதன் பிறையும் ஒன்று போல் இருக்கும்). தற்போதும் உள்ளீட்டில் தரப்பட்டிருக்கும். இந்நிலையில் விரிவாக்கியானது உள்ளீட்டு சிக்னலுக்கு (Vin) எவ்வாறு செயல்பட்டதோ அதே போல் இதற்கும் செயலாற்றும். அதாவது Vf ஆனது

விரிவாக்கம் செய்யப்பட்டு வெளியீட்டிற்கு தரப்படும். ஃபீடுபேக் சுற்றானது வெளியீட்டின் ஒரு பகுதியை மீண்டும் விரிவாக்கி சுற்றுக்கு உள்ளீடாக தரும்.

ஆகவே விரிவாக்கியானது மற்றுமொரு உள்ளீட்டு சிக்னலை பெற, அதற்கிணையான வெளியீட்டை உற்பத்தி செய்கிறது. இச்செயலானது விரிவாக்கி சுற்றுக்கு உள்ளீட்டு சிக்னல் தரப்பட்டு அதன் மூலம் 'ON' நிலைக்கு வரும்வரை தொடரும். ஆக ஓர் விரிவாக்கியானது வெளிப்புற சிக்னல், உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் இல்லாமலே சினுசாய்டல் வெளியீட்டை உருவாக்கும் என்பது இதன் மூலம் புலனாகிறது.

கீழே உள்ள குறிப்புகள் குறிப்பிடத்தக்கவை

அ. +ve ஃபீடுபேக் உடைய டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கி ஓர் அலையாக்கியாக செயல்படும்.

ஆ. இந்த சுற்றானது அலைவுகளை துவக்க ஓர் டிரிகர் (trigger) சிக்னல் கொடுத்தாலே போதுமானது. அலைவுகள் ஏற்படுத்த ஆரம்பித்து விட்டால் அதன்பிறகு வெளிப்புற சிக்னல் மின்னழுத்தம் எதுவும் தேவையில்லை.

இ. வெளியீட்டில் தொடர்ச்சியாக தனியாக அலைகள் கிடைக்க கீழ்க்காணும் கோட்பாட்டை பின்பற்ற வேண்டும்.

$$m_v A_v = 1$$

இதில் $A_v =$ மின்னழுத்த லாபம் (ஃபீடு பேக் இல்லாத நிலையில்)

$m_v =$ ஃபீடு பேக் விகிதம் (Feedback fraction)

இந்த கோட்பாடு பார்க்காசன் நிபந்தனை (Barkhausen Criterion) என்றழைக்கப்படுகிறது.

பார்க்காசன் நிபந்தனை (Barkhausen Criteria)

ஓர் விரிவாக்கியின் வெளியீட்டில் தொடர்ச்சியாக தனியாத அலைவுகளை பெற, +ve ஃபீடு பேக் ஆனது கீழ்க்காணும்படி இருக்க வேண்டும்.

$$M_v A_v = 1$$

+ve ஃபீடு பேக் பெருக்கியில் இந்த நிபந்தனை நிறைவேற்றப்பட்டால், அது தொடர்ச்சியாக (தேவையான பவர் சப்ளையும் தரப்பட்டால்) தனியாத அலைகளைத் தரும்.

கணித விரிவாக்கம் (Mathematical Explanation)

+ve ஃபீடுபேக் பெருக்கியின் மின்னழுத்த லாபம் கீழுள்ளவாறு தரப்படுகிறது.

$$A_v = \frac{A_v}{1 - m_v A_v}$$

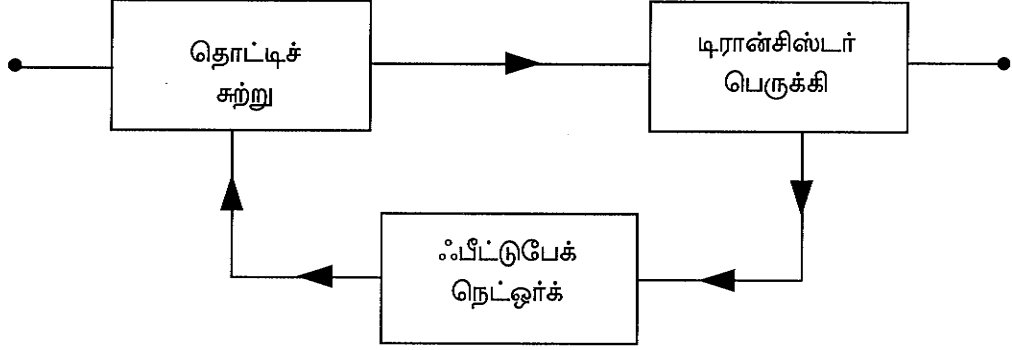
$m_v A_v = 1$ ஆக இருந்தால், $A_v \rightarrow \infty$ ஆக இருக்கும்.

ஓர் விரிவாக்கியில் முடிவற்ற (Infinite) லாபத்தை பெற முடியாது என்பதை நாம் அறிவோம். ஏனென்றால் உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தின் மறையும் மிகச் சிறிய பகுதிகூட வெளியீட்டில் குறிப்பிட்ட அளவு வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்த முடியும். (உள்ளீட்டு சிக்னலானது)

பூஜ்யமாக இருந்தாலும்). ஆக சுற்றானது உள்ளீட்டு டிரைவர் பல்சை பெற்றுவிட்டால், தொடர்ச்சியாக அலைவுகளை ஏற்படுத்தும் அலையாக்கியாக (வெளிப்புற சிக்னல்-உள்ளீடு இல்லாத நிலையிலும்) செயல்படும்.

ஒரு டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கியின் தேவைகள்

ஒரு டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கியின் அடிப்படைத் தேவைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.



படம் 6.6.

1. அலையாக்கிச் சுற்று / தொட்டிச் சுற்று

அலைகளின் துடிப்பை / அதிர்வெண்ணை (Frequency) நிர்ணயிக்கும். எல்.சி. கொண்ட பக்கச் சுற்று.

2. ஆக்டிவ் உறுப்பான டிரான்ஸிஸ்டர்

பேட்டரியிலிருந்து டி.சி. மின்னழுத்தம் டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கிக்கு இணைக்கப்படுகிறது. தொட்டிச் சுற்றில் உண்டாக்கப்பட்ட அலைவுகள் டிரான்ஸிஸ்டரினாலான ஆம்பிளிபயர் சுற்றுக்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஆனால், அதன் பெருக்கும் பண்பால், அதிக வீச்சையுடைய அலைகளைப் பெறுகிறோம். இந்த வெளியீடு தொட்டிச் சுற்றுக்கு இழப்பை ஈடுசெய்ய கொடுக்கப்படுகிறது.

கம்பிச்சுருள் (Coil)

கம்பிச்சுருளின் Q என்பது காயிலின் தகுதி எண் என்றும் (Figure Merit) அழைக்கப்படுகிறது. இது காயிலின் இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ்க்கும் காயிலின் மின்தடைக்கும் உள்ள விகிதமாகும்.

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi FL}{R}$$

Q = தகுதி எண்

X_L = இன்டக்டிவ் ரியாக்டன்ஸ் ஓம்களில்

R = மின்தடை - ஓம்களில்

F = அதிர்வெண் - ஹெர்ட்ஸ்களில்

L = இன்டக்டன்ஸ் - ஹென்றிகளில்

π = மாறிலி = 3.14

ஒரு அலையாக்கியாக டிரான்ஸிஸ்டர் செயலாற்றதல்

தொட்டிச் சுற்றிலிருந்து தணியாத அலைகளைப் பெற இழந்த ஆற்றலை ஈடுசெய்ய போதுமான அளவு ஆற்றல் கொடுக்கப்பட வேண்டும். ஆற்றலை மாற்றித்தரும் சாதனம் ஒன்று தேவை. இதற்கு ஏற்ற ஒரு சாதனம் டிரான்ஸிஸ்டர் பெருக்கி ஆகும். தன்னுடைய பெருக்கும் தன்மையால், டிரான்ஸிஸ்டர் ஒரு சிறந்த சக்திமாற்றும் சாதனமாக அமைகிறது. தொட்டிச் சுற்றிலுள்ள தணியும் அலைகள் டிரான்ஸிஸ்டரின் பேசில் செலுத்தப்பட்டால், அது பெருக்கப்பட்டு கலெக்டரில் வெளியிடப்படுகிறது. ஆதலில் பேஸ் சுற்றை விட கலெக்டர் சுற்றில் அதிக ஆற்றல் கிடைக்கிறது. இந்த ஆற்றலில் ஒரு பகுதி ஏதேனும் ஒரு ஃபேஸில் பின்னூட்டம் செய்யப்பட்டால், தொட்டி சுற்றில் ஏற்படும் இழப்புகள் ஈடு செய்யப்பட்டு தணியா அலைகள் உண்டாகும்.

3. பின்னூட்ட சுற்றுகள்

வெளியீடு சுற்றிலுள்ள ஆற்றலில் ஒரு பகுதியைத் தொட்டிச் சுற்றுக்குச் சரியான அளவிலும் சரியான ஃபேஸிலும் (phase) கொடுத்து, இழப்பை ஈடுசெய்து, தணியாத அலைகளை உண்டாக்க உதவிசெய்கிறது. அதாவது இந்த சுற்று நேர் பின்னூட்டத்தை (Positive Feed back) வழங்குகிறது.

டிரான்ஸிஸ்டர் அலையாக்கியின் வகைகள்

எல்லா அலையாக்கிகளும் வெவ்வேறு பெயர்களில் இருப்பினும் தணியாத அலைகளை தரும் ஒரே பணியையே செய்கின்றன. இவை தொட்டிச் சுற்றுக்கு பின்னூட்டம் வழங்கி, இழப்பை ஈடுசெய்யும் முறையில் மட்டுமே மாறுபடுகின்றன. எலக்ட்ரானிக் சுற்றுகளில் பயன்படும் பல்வேறு அலையாக்கிகள் பின்வருமாறு.

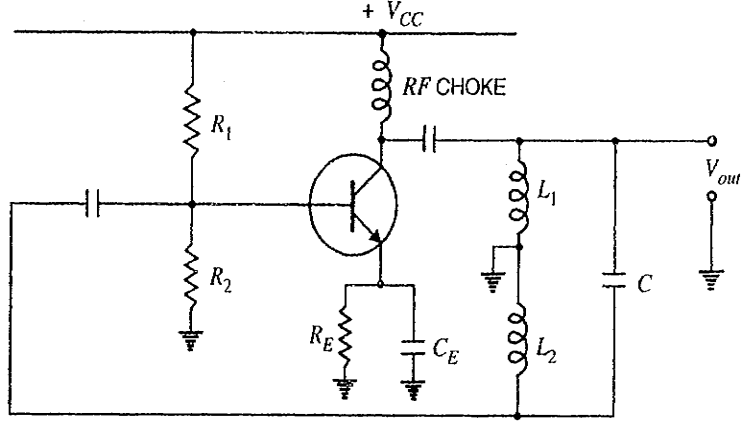
1. ஹார்ட்லி அலையாக்கி (Hartely Oscillator)
2. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கி (Colpitts Oscillator)
3. பேஸ்-ஷிப்ட் அலையாக்கி (Phase Shift Oscillator)
4. இயைவு செய்யப்பட்ட கலெக்டர் அலையாக்கி (Tuned Collector Oscillator)
5. கிறிஸ்டல் அலையாக்கி (Crystal Oscillator)

இந்த அலையாக்கிகள் செயல்படும் முறை மற்றும் அனுகூலங்கள் பிரதிகூலங்கள் இவைகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வோம்.

ஹார்ட்லி அலையாக்கி

வானொலி ஏற்பிகளில் லோக்கல் அலையாக்கியாக இவ்வகை அலையாக்கிகள் பயன்படுகின்றன. L_1 , L_2 , C_1 , தொட்டிச் சுற்று L_1 இன்டக்டிவ் முறையில் C_2 வுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது படம் 6.5ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த மொத்த அமைப்பு ஒரு ஆட்டோ டிரான்ஸ்பார்மர் போல் செயல்படுகிறது. கலெக்டருக்கும் பேசுக்கும் இடையில் உள்ள R_1 மற்றும் R_2 என்ற தடைகள் தேவையான பயாசை (Bias) வழங்குகிறது. கன்டன்சர் C_c , DC பகுதியைத் தடுக்கிறது. L_1 , L_2 , C_1 அலையாக்கியின் அலைவுகளை நிர்ணயிக்கிறது. அலைவுகளின் எண்ணிக்கை அதாவது துடிப்பு அதிர்வெண்கான சூத்திரம்

$$f_0 = 1/2\pi \sqrt{(L_1 + L_2) C_1}$$



படம் 6.7.

சுற்று செயல்படும் முறை

கவிட்சு S மூடப்பட்ட உடன் கலெக்டர் கரண்ட் பாய ஆரம்பித்து உயர்கிறது. இது கன்டன்சர் C1 யைச் சார்ஜ் செய்கிறது. இது முழுவதும் சார்ஜ் ஆனவுடன், L_1 மற்றும் L_2 வழியாக டிஸ்சார்ஜ் செய்து குறிப்பிட்ட துடிப்பில் அலைவுகளை தொடங்குகிறது.

L_2 உண்டான அலைவுகள் டிரான்ஸிஸ்டரில் பேஸ் எமிட்டர் சந்திப்பில் இணைக்கப்பட்டு, பெருக்கப்பட்ட நிலையில் அதன் கலெக்டரில் கிடைக்கின்றது. கலெக்டரில் வெளியிடப்பட்ட ஆற்றலை L_1, L_2 க்கு இடையிலுள்ள (Mutual inductance) தன்மையினால் L_2 தொட்டிச் சுற்றுக்கு தொடர்ந்து சப்ளை செய்யப்பட்டு, இழப்பு ஈடுசெய்யப்படுகிறது. ஆதலின் தொடர்ச்சியான தணியாத அலைகள் கிடைக்கின்றன.

பின்னூட்ட ஆற்றலின் ஃபேஸ் (Phase) தன்மையைக் காண்போம். ஆட்டோ டிரான்ஸ்பார்மின் A,B முனைகளுக்கும் $L_1 - L_2$ ஆகிய இரண்டும் 180° எதிர் ஃபேஸ் உள்ளன. மேலும் ஒரு 180° ஃபேஸ் மாற்றம் டிரான்ஸிஸ்டரில் நடைபெறுகிறது. மின்தேக்கி C_c, D_c மின்னோட்டத்தை தொட்டிச் சுற்றுக்கு செல்லாமல் தடுக்கிறது. இவ்வாறு ஆற்றல் மாற்றம் சரியான ஃபேஸ் நடைபெறுகிறது.

இந்த அலையாக்கி சுற்றின் சிறப்புகள்

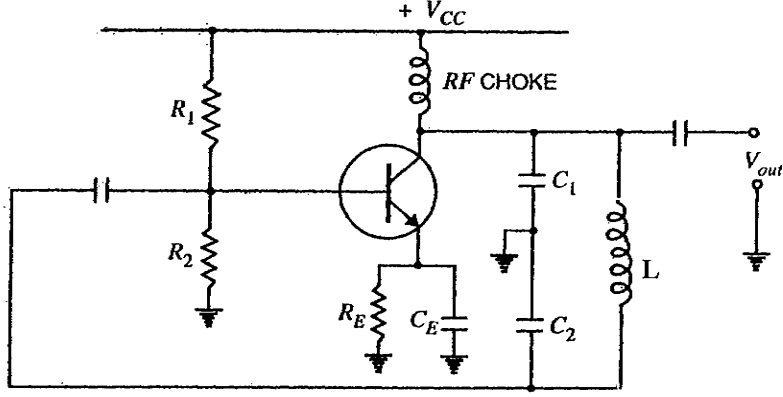
1. அதிக எல்லைகளைக் கொண்ட அலைகளைப் பெறலாம்.
2. இயைவு செய்தல் எளிது.

கால்பிட்ஸ் அலையாக்கி (Collpitt's Oscillator)

கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியும், சில சிறு மாற்றங்களைத் தவிர ஹார்ட்லி அலையாக்கியைப் போன்றதே. L_1, L_2 காயில்களிடத்தில் C_1, C_2 என்ற கன்டன்சர்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த கன்டன்சர் என்ற பொதுவான இன்டக்டருடன் படம் 6.6ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

C_1, C_2 மற்றும் L_1 இவைகளைக் கொண்டது தொட்டிச் சுற்று. அலையாக்கி வெளியிடும் அலைவுகளை C_1, C_2 மற்றும் L_1 ஆகிய உறுப்புகளே தீர்மானிக்கின்றன.

$$f_o = \frac{1}{2\pi LC} \text{ where } C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$



படம் 6.8.

சுற்று செயல்படும் முறை

சுற்று ஆன் செய்யப்பட்டவுடன் C_1, C_2 ஆகிய இரண்டும் சார்ஜ் செய்யப்படுகின்றன. இவை மூலமாகத் தங்கள் சார்ஜை டிஸ்சார்ஜ் செய்து குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் கொண்ட அலைகளை வெளியிடுகின்றன. பெருக்கியின் வெளியீட்டு C_1 வழியாகவும் பின்னூட்ட மின்னழுத்தம் (feedback Voltage) C_2 விலும் கிடைக்கிறது. இந்த பின்னூட்ட மின்னழுத்தம் C_1 ல் கிடைக்கும் மின்னழுத்தத்திற்கு 180° எதிர்மறை (out of phase) யாக இருக்கும். மேலும் இம்மின்னழுத்தம் டிரான்சிஸ்டரில் தரப்படும் பொழுது நேர்மறைப் பின்னூட்டம் (Positive feedback) கிடைக்கச் செய்கிறது.

முதல் 180° ஃபேஸ் மாற்றம் டிரான்சிஸ்டரினால் உண்டாக்கப்படுகிறது. அடுத்த 180° ஃபேஸ் மாற்றம் $C_1 - C_2$ மின்னழுத்த பகுப்பானால் (Voltage divider) ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு இது தணியாத அலைகளை ஏற்படுத்துகிறது.

இந்த அலையாக்கி சுற்றின் சிறப்புகள்

1. அதிக எல்லைகளைக் கொண்ட அலைகளைப் பெறலாம்.
2. எளிதாக இயைவு செய்யலாம்.

ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கி / ஆர்.சி. அலையாக்கி (Phase Shift Oscillator)

எல்.சி. உறுப்புகளைக் கொண்ட அலையாக்கிகளில் இரண்டு குறைபாடுகள் உள்ளன. அவையாவன.

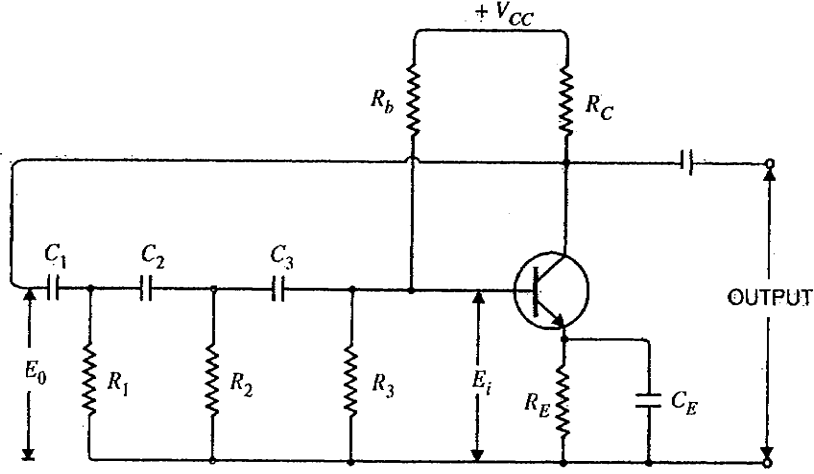
1. நிலைப்புத் தன்மை இல்லாமை (Instability)
2. குறைந்த அதிர்வெண் அலைகள் உண்டாக்க முடியாமை

இந்த இரண்டு குறைபாடுகளையும் ரெலிஸ்டன்ஸ், கன்டன்சர் ஆகிய உறுப்புகளை மட்டுமே கொண்ட பேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கி மூலம் தவிர்க்கலாம்.

இந்த வகை அலையாக்கியில் காயில் அல்லது கப்பாசிட்டர் (L, C) பயன்படுத்தப்படாமல் ஃபேஸ் மாற்றும் சுற்றின் மூலம் முதல் 180° -யும் அடுத்த 180° ஃபேஸ் மாற்றம்

டிரான்ஸ்ஸிஸ்டரினாலும் நடைபெறுகின்றது. இவ்வாறு சரியான பிறையில் ஆற்றல் பின்னூட்டம் செய்யப்படுகிறது.

மேலே உள்ள படம் பேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் இணைப்புப் படமாகும். $R_1, C_1, R_2, C_2, R_3, C_3$ பேஸ் ஷிப்ட் உறுப்புகளாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணின் ஒவ்வொரு ஆர்.சி. $T_i \ll \pi \cdot 60^\circ$ பேஸ் மாற்றம் உண்டாகி மொத்தம் 180° பேஸ் மாற்றம் உண்டாகிறது.



படம் 6.9.

உண்டாக்கப்பட்ட அலைகளின் அதிர்வெண் காண

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC \sqrt{6}}$$

Where $R_1 = R_2 = R_3 = R$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C$$

சுற்று செயல்படும் முறை

சுவிட்ச் ஆன் செய்தவுடன் சுற்றில் குறித்த அதிர்வெண் உடைய அலைகள் உண்டாகின்றன. ஆம்ப்ளியரின் வெளியீடான E_o பின்னூட்டமாக ஆர்.சி பின்னூட்ட சுற்றுக்கு கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த சுற்று 180° பிறைமாற்றளளாம் உண்டாக்கி E_i என்ற மின்னழுத்தம் அதன் வெளியீடாக கிடைக்கிறது. இந்த மின்னழுத்தம் டிரான்ஸ்ஸிடருக்கு வழங்கப்படுகிறது.

பின்னூட்ட விகிதம் $m = E_i / E_o$ ஆகும். பின்னூட்ட பிறைமாற்றம் 180° டிரான்சிஸ்டர் மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது. அடுத்த 180° பிறைமாற்றம் 'RC' சுற்றுகளின் மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது. ஆக 360° க்கு பிறைமாற்றம் முழுமையாக நிகழ்த்தப்படுகிறது.

இதன் சிறப்புகள்

அனுகூலங்கள் (Advantages)

1. இன்டக்டர்கள் அல்லது டிரான்ஸ்பார்மர்கள் பயன்படுவதில்லை
2. குறைந்த அதிர்வெண் அலைகளை உண்டாக்க முடியும்.
3. அலைத்துடிப்பு, நிலைப்புத் தன்மை உடையது

பீரதிகூலங்கள்

1. பின்னூட்ட ஆற்றலின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் அலைவுகளை ஆரம்பிப்பது சற்றுக் கடினம்.
2. காற்றில் வெளியீடு வலிமை குறைந்த அலையாகும்.

கிறீஸ்டல் அலையாக்கி (Crystal Oscillator)

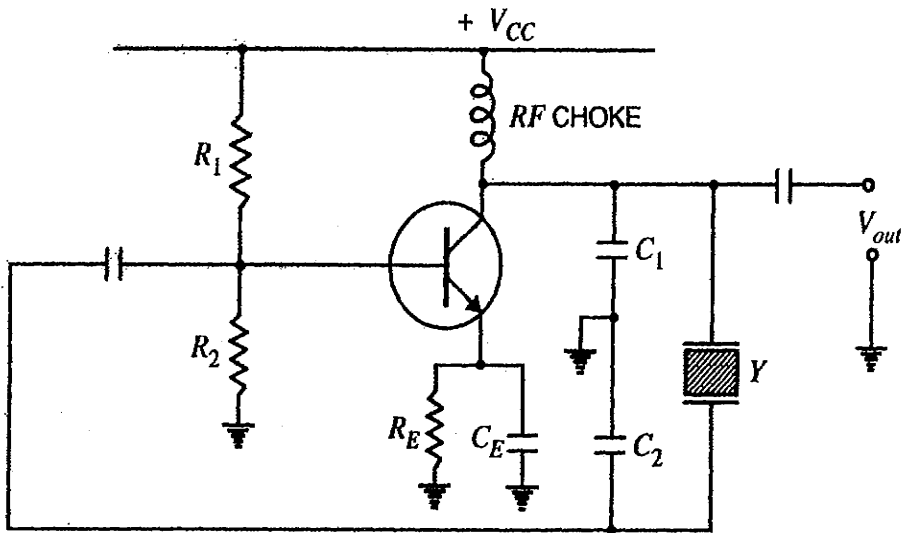
LC வகை RC வகை அலையாக்கிகளில் பொதுவாக சில குறைபாடுகள் எற்படுகின்றன. அவைகள் வெளியிடும் அலைகளில் அதிர்வெண் மிகச் சரியான நிலைப்புத் தன்மை உடையது என கூறமுடியாது. ஏனென்றால் இவைகளில் பயன்படுத்தப்படும் ரெஸிஸ்டர்கள், இன்டக்டர்கள் வெப்பநிலை மாற்றத்தினால் லேசாக மாற்றம் அடைவதால் வெளியீடு அலையில் அதிர்வெண் குறைந்த அளவுக்கு மாற்றம் பெறுகிறது.

மிக நுட்பமான நிலைப்புத் தன்மையுடைய அலைகளைப் பெற பீசோ எலக்ட்ரிக் கிறீஸ்டல் (Piezo electric crystals) கொண்ட தொட்டிச் சற்றுக்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. ரோசல்லி உப்பு (Rochelle salt), குவார்ட்ஸ் (Quartz), டூர்மலின் (tourmaline) போன்ற சில படிகங்கள் பீசோ எலக்ட்ரிக் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

பீசோ எலக்ட்ரிக் விளைவு

ஒரு பீசோ எலக்ட்ரிக் படிகத்தின் இரண்டு அலைகளின் ஒரு மாறு மின்னோட்டத்தை இணைத்தால், படிகமும், அந்த மாறு மின்னோட்டத்தில் அதிர்வெண்ணுக்கு சமமாக அதிர்ச்சி அடையும். இந்த கொள்கையில் மறுதலையாக படிகம் அதிர்வு அடையுமாறு செய்தால் அலைகள் குறித்த அதிர்வெண் உடைய அலைகளை வெளியிடும். இக்கொள்கையில் அடிப்படையில் இவ்வகை அலையாக்கிகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

டிரான்ஸிஸ்டர் கிறீஸ்டல் அலையாக்கி



படம் 6.10.

படம் 6.11.ல் டிரான்ஸ்ஸ்டர் கிறிஸ்டல் அலையாக்கி காட்டப்பட்டு உள்ளது. L_1C_1 கொண்ட தொட்டிச் சுற்று டிரான்ஸிஸ்டரின் கலெக்டர் சுற்றிலும் கிறிஸ்டல் அதன் பேஸ் சுற்றிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. L_1 உடன் இன்டக்டிவ் முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள L_2 பின்னூட்ட ஆற்றலை வழங்குகிறது. கிறிஸ்டல் பின்னூட்ட சுருளுடன் தொடர்ச்சி இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எல்.சி. தொடர் சுற்றின் இயல்பான அதிர்வெண்ணுக்கு சமமாக இருக்கும்படி சரிசெய்யப்படுகிறது.

சுவிட்ச் ஆன் செய்யப்பட்டவுடன் கன்டன்சர் C_1 சார்ஜ் ஆகிறது. இந்த கன்டன்சர் டிஸ்சார்ஜ் ஆகும் போது அது அலைகளை உண்டாக்குகிறது. L_1 ல் உண்டாகும் மின்னழுத்தம் L_2 -க்கு இன்டக்டன்ஸ் முறையில் கிடைக்கிறது. இந்த நேர் மின்னூட்டம் அலையாக்கியை இயக்கி, அலைகளை உண்டாக்குகின்றன. இந்த அலையாக்கியின் அலைவுகள் பேஸ் சுற்றிலுள்ள கிறிஸ்டலினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாக மொத்த சுற்றும் அலையாக்கியின் இயல்பான துடிப்பிற்கு சமமாக அதிர்கிறது. கிறிஸ்டலின் இயல்பான துடிப்பு வெப்பநிலை மற்றும் வேறு எந்த காரணத்தினாலும் மாறுபடுவதில்லை. ஆதலால் அலையாக்கியின் வெளியீட்டு அதிர்வெண் நிலையாக உள்ளது.

அணுகூலங்கள்

1. இவ்வகை அலையாக்கிகள் மிகச் சிறந்த அதிர்வெண் நிலைப்புத் தன்மை கொண்டவை.

பீரதிகூலங்கள்

1. கிறிஸ்டல் எளிதில் உடையக்கூடியது. (Fragile) எனவே குறைந்த திறனுடைய சுற்றுகளில் மட்டுமே இதைப் பயன்படுத்த முடியும்.
2. அலைகளின் அதிர்வெண்ணை மிகக் குறைந்த அளவே மாற்ற முடியும்.

கிறிஸ்டல் அலையாக்கி (Crystal Oscillator)

LC வகை RC வகை அலையாக்கிகளில் பொதுவாக சில குறைபாடுகளுண்டு. அவைகள் வெளியிடும் அலைகளில் அதிர்வெண், மிகச் சரியான நிலைப்புத் தன்மை உடையது எனக் கூற முடியாது. ஏனெனில் இவைகளில் பயன்படும் நேர்மின்னூட்டம், அலையாக்கியை இயக்குவதால் அலைகள் உண்டாகின்றன. இந்த அலையாக்கியின் அலைவுகள் பேஸ் சுற்றிலுள்ள கிறிஸ்டலினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாக மொத்த சுற்றும், அலையாக்கியின் இயல்பான துடிப்பிற்கு சமமாக அதிர்கிறது. கிறிஸ்டலின் இயல்பான துடிப்பு, வெப்பநிலை மற்றும் வேறு எந்த காரணத்தினாலும் மாறுபடுவதில்லை. ஆதலால் அலையாக்கியின் வெளியீட்டு அதிர்வெண் நிலையாக உள்ளது.

அணுகூலங்கள் (Advantages)

1. இவ்வகை அலையாக்கிகள் மிகச் சிறந்த அதிர்வெண் நிலைப்புத் தன்மை கொண்டவை.

பீரதிகூலங்கள்

1. கிறிஸ்டல் எளிதில் உடையக் கூடியன. (Fragile) குறைந்த திறனுடைய சுற்றுகளில் மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும்.
2. அலைகளின் அதிர்வெண்ணை மிகக் குறைந்த அளவே மாற்ற முடியும்.

அலையாக்கிகள் பயன்படுமிடங்கள் (Application of Oscillator)

அலையாக்கிகள் எண்ணற்ற இடங்களில் பயன்படுகின்றன. குறைந்த அதிர்வெண் கொண்ட ஓல்ட்டேஜ் அதிக அதிர்வெண் கொண்ட ஓல்ட்டேஜ் இரண்டும் நமக்கு தேவைப்படுகின்றன.

ஸ்டீரியோ ஆம்பளிபைர்களின் செயல்பாட்டை சோதிக்க 20 HZ முதல் 20 KHZ அதிர்வெண் கொண்ட அலைகள் தேவைப்படுகின்றன. இத்தகைய வேலைக்கு பயன்படும் அலையாக்கியின் பெயர் ஆடியோ சிக்னல் ஜெனரேட்டர் (Audio Signal generator) ஆகும்.

எல்லா செய்தி தொடர்புச் சாதனங்களிலும் உயர் அதிர்வெண் அலைகளின் உற்பத்தி அவசியமாகிறது. ரேடியோ, தொலைக்காட்சி ஒலிபரப்பிகள் (transmitters) மிக உயர் அதிர்வெண் அலைகளை ஒலிபரப்புகின்றன. ரேடியோ டிரான்ஸ்மிட்டர் சுமார் 500 KHZ முதல் 30 MHZ வரையிலான அலைகளையும், தொலைக்காட்சி டிரான்ஸ்மிட்டர் 47 MHZ இருந்து 230 MHZ வரையிலான அலைகளையும் ஒலிபரப்புகின்றன. ரேடியோ, தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளிலும் கூட உயர் அதிர்வெண் அலைகளை உண்டாக்கும் அலையாக்கிகள் உள்ளன.

சிக்னல் ஜெனரேட்டர் (அலையாக்கி) என்ற கருவி எலக்ட்ரானிக் சோதனைச் சாலைகளிலும் கல்வி நிறுவனங்களிலும், ஆராய்ச்சி சாலைகளிலும் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

தொழிற்சாலைகளிலும், மிக உயர் அதிர்வெண் அலையாக்கிகள், பலவித உபயோகங்களை வெப்பப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

6.3. நான் - சினுசாய்டல் அலையாக்கி (Non - Sinusoidal Oscillators)

இதுவும் அலையாக்கிச் சுற்றேயாகும். இவ்வகைச் சுற்றுகள் சினுசாய்டல் அலையில்லாத பிற அலைகளை (செவ்வக மற்றும் இரம்பப்பல் அலை) உற்பத்தி செய்யும் மின்னணு சுற்றாகும். இது டிஜிட்டல் சுற்றுகளுக்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது.

மல்டிவைபரேட்டர்கள் (Multi-vibrators)

மல்டிவைபரேட்டர் ஓர் ஸ்டிபிள் சர்க்யூட்டாகும். இது பாசிட்டிவ் ஃபீடுபேக்கை அடிப்படையாகக் கொண்டு இயங்கக் கூடியது. அடிப்படையில் இது இரு நிலைகளைக் கொண்ட ஓர் ஆம்பிபைர் சுற்றாகும். (ஒன்றின் வெளியீடு அடுத்த சுற்றுக்கு உள்ளீடாக)

இது இரு நிலை இயக்கங்களை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. 1. ON 2. OFF. அதாவது ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் ஃபீடு பேக்கானது அடுத்த டிரான்சிஸ்டரை உச்ச கடத்தும் நிலைக்கு (ON State) கொண்டு சென்று, மற்றொன்றை கட - ஆப் (OFF state) நிலைக்குத் தள்ளிவிடும்.

சுற்றின் அமைப்பின் படி ஓர் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பிறகு இச்செயல்பாடானது தலைகீழாக நடைபெறும். அதாவது ON-நிலையிலுள்ள டிரான்சிஸ்டர் OFF-நிலைக்கும், OFF-நிலையிலுள்ள டிரான்சிஸ்டர் ON-நிலைக்கும் மாறும். வெளியீடானது ஒவ்வொரு நிலையிலிருந்தும் எடுக்கலாம். அவ்வாறு வெளியீட்டை நோக்கினால், சுற்றின் அமைப்பிற்கேற்றவாறு அந்த அலைவடிவம் செவ்வகமாகவோ, சதுரமாகவோ இருக்கும்.

படமானது மல்டிவைபரேட்டரின் கட்டப்படத்தைக் காட்டுகிறது இது 100% பாசிட்டிவ் ஃபீடு பேக் கொண்ட இரு நிலை ஆம்பிபைர் சுற்றாகும். முதலில் வெளியீடானது டிரான்சிஸ்டர் 'Q₂'-ல் எடுக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். எந்தநேரத்திலும், ஏதாவது ஓர் டிரான்சிஸ்டர் மட்டுமே

கடத்தும் நிலையிலும், மற்றொன்று கடத்தாத நிலையிலிருக்கும். எனவே 'Q₂'வானது கடத்தும் நிலையில் இருப்பதாகக் கொண்டால், அதன் கலெக்டர் மின்னோட்டம் உச்ச அளவாக I_c (Sat) இருக்கும். இது படம் (6.9a)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்நிலையானது ஓர் குறிப்பிட்ட நேரம் வரை (படத்தில் bc) நீடிக்கும். இந்தக் காலம் சுற்று அமைக்கப்படும் விதத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். இக்குறிப்பிட்ட காலம் கடந்த உடன் 'Q₂' வானது கட-ஆப் நிலைக்கும், 'Q₁' கடத்தும் நிலைக்கும் சென்றுவிடும். தற்போது 'Q₂' வின் கலெக்டர் மின்னோட்டம் பூஞ்சூரியமாகிவிடும். இது படத்தில் d - e கால அளவு நீடிக்கும். இந்நிலையில் 'Q₁' ஆனது உச்ச அளவு கடத்தும் நிலையிலிருக்கும். மீண்டும் 'Q₂' ஆனது ஆன் நிலைக்கு வர, Q₁ கட ஆப் நிலைக்கு சென்றுவிடும். தற்போது வெளியீட்டை நோக்கினால் சதுர வடிவ அலைகளில் இருக்கும்.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

- கீழ்க்கண்ட அலையாக்கிகளில் நிலையான வெளியீட்டை வழங்குவது _____
 அ. RC ஃபேஸ்ஷிப்ட் அலையாக்கி ஆ. ஹார்ட்லி அலையாக்கி
 இ. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கி ஈ. கிறிஸ்டல் அலையாக்கி
- நிலையான வெளியீட்டை வழங்க, ஒரு இசைவுசுற்று பெற்றிருக்க வேண்டியது _____
 அ. உயர்ந்த Q ஆ. குறைந்த R இ. குறைந்த L ஈ. குறைந்த C
- RC ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் அதிர்வெண்ணை நிர்ணயிக்கும் சூத்திரம் _____
 அ. $\frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$ ஆ. $\frac{1}{2\pi R\sqrt{C}}$ இ. $\frac{2\pi}{\sqrt{RC}}$ ஈ. $2\pi\sqrt{RC}$
- ஒரு ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியில் பல எண்ணிக்கையிலான _____ சுற்றுகள் உள்ளன.
 அ. RC ஆ. RL இ. LC ஈ. RLC
- ஹார்ட்லி அலையாக்கியின் அதிர்வெண்ணை நிர்ணயிக்கும் சூத்திரம் _____
 அ. $\frac{1}{2\pi LC}$ ஆ. $\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$ இ. $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ஈ. $\frac{1}{2\pi LC}$
- ஒரு அலையாக்கியின் வெளியீட்டை நிலைப்படுத்த _____ பயன்படுகிறது.
 அ. தன்னியக்க பயாசிங் சுற்று ஆ. இசைவுச்சுற்று
 இ. லாபகட்டுப்படுத்தி சுற்று ஈ. எதுவுமில்லை
- தொட்டி சுற்றின் முக்கிய பகுதிகள் _____
 அ. R மற்றும் C ஆ. L மற்றும் C
 இ. R மற்றும் L ஈ. R மற்றும் NPN டிரான்சிஸ்டர்

8. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் வெளியீடு நிலையாக இருப்பதன் காரணம் _____

அ. கிறிஸ்டலின் கடின தன்மை

ஆ. கிறிஸ்டலின் அளவு

இ. கிறிஸ்டலின் அமைப்பு

ஈ. கிறிஸ்டலின் உயர்ந்த Q காரணி

9. ஒரு அலையாக்கி என்பது

அ. DCயை ACயாக மாற்றுகின்றது

ஆ. DCயை DCயாக மாற்றுகின்றது

இ. ACயை DCயாக மாற்றுகின்றது

ஈ. ACயை ACயாக மாற்றுகின்றது

10. அலையாக்கிகள் பரவலாக பயன்படுத்தப்படும் இடம்

அ. வானொலி ஒளிபரப்பு

ஆ. தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பு

இ. செயற்கைகோள் ஒளிபரப்பு

ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. அலையாக்கி என்றால் என்ன?
2. அலையாக்கியின் முக்கிய பகுதிகள் யாவை?
3. ஹார்ட்லி அலையாக்கியின் அதிர்வெண் சூத்திரத்தினைக் கூறு.
4. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியின் அதிர்வெண் சூத்திரத்தைக் கூறு.
5. ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் அதிர்வெண் சூத்திரத்தைக் கூறு.
6. பீசோ எலக்ட்ரிக் தன்மையை பெற்றுள்ள தனிமங்கள் யாவை?
7. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் அனுகூலத்தைக் கூறு.
8. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் குறைகளைக் கூறு.
9. ஆடியோ சிக்னல் ஜெனரேட்டர் என்றால் என்ன?
10. செவ்வக மற்றும் இரம்பப்பல் அலையை உருவாக்கும் அலையாக்கி எது?

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. தணியும் அலைகள் என்றால் என்ன?
2. தணியாத அலைகள் என்றால் என்ன?
3. டிரான்சிஸ்டர் அலையாக்கியின் வகைகள் யாவை?
4. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியின் நன்மைகள் யாவை?
5. ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் நன்மை, தீமைகளை கூறு.
6. பீசோ எலக்ட்ரிக் விளைவு என்பது என்ன?
7. மல்டிவைபரேட்டர் என்றால் என்ன?

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. ஒரு அலையாக்கியின் முக்கிய அம்சங்களை விளக்கு.
2. பர்க்காசன் கூற்றினை (Barkhausen Criterion) விளக்கு.
3. அலையாக்கிகள் பயன்படும் இடங்களை விளக்கு.
4. மல்டிவைபரேட்டரைப் பற்றி சுருக்கமாக விளக்கு.

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு வீரீவான விடையளி

1. ஹார்ட்லி அலையாக்கியின் மின்சுற்றுபடம் வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
2. கால்பிட்ஸ் அலையாக்கியின் மின்சுற்றுபடம் வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
3. RC ஃபேஸ் ஷிப்ட் அலையாக்கியின் மின்சுற்று வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
4. கிறிஸ்டல் அலையாக்கியின் மின்சுற்று வரைந்து செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
5. மல்டிவைபரேட்டரின் மின்சுற்று வரைந்து செயல்படும் முறையை விவரி.

விடைகள்

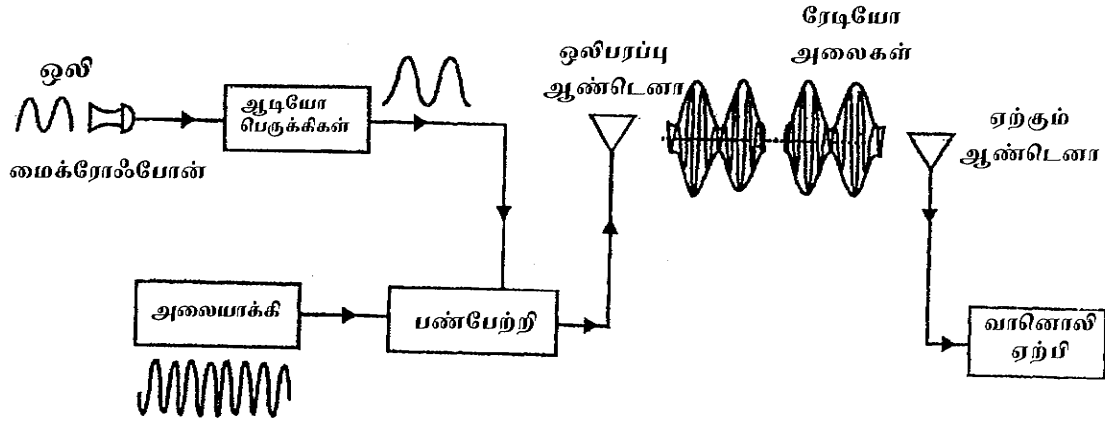
- | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|
| 1 (ஈ) | 2(அ) | 3(அ) | 4(அ) | 5(இ) |
| 6(ஆ) | 7(ஆ) | 8(ஈ) | 9(அ) | 10(ஈ) |

7. பண்பேற்றமும், பண்பிறக்கமும் (Modulation and De-Modulation)

நம் வீட்டு வானொலி ஏற்பிகளுக்கு தேவையான சிக்னல்களை எங்கிருந்து நாம் பெறுகிறோம்? வானொலி ஒலிபரப்பு நிலையங்களிலிருந்து ரேடியோ அலைகள் வழியாக சிக்னல்களைப் பெறுகிறோம். வானொலி நிலையம் சிக்னல்களை, ஒலிப்பரப்பியின் ஆண்டனா மூலம் விண்வெளியில் பரப்புகிறது. நாம் அமைத்திருக்கும் ஏற்பியின் ஆண்டனா, அவற்றைக் குறுக்கிட்டு, ஏற்று, நமது ஏற்பிக்கு தருகிறது.

இந்த சிக்னல்கள் எவ்வாறு ஒலிபரப்பப்படுகின்றன என்பதை பற்றி பார்ப்போம்.

7.1. பண்பேற்றம் (Modulation)



படம் 7.1

ரேடியோ அலை ஒரு செய்தியை எடுத்துச் செல்ல வேண்டுமெனில், அதன் எதாயினும் ஓர் தன்மை (வீச்சு, அதிர்வெண், ஃபேஸ்) செய்தியை ஒட்டி மாற்றப்பட வேண்டும். ஏதாவது ஒருவகை செய்தி (intelligence) சங்கீதம், பேச்சு போன்றவை அதன் மீது (Radio Frequency) சுமத்தப்பட வேண்டும். இந்த நிகழ்ச்சி பண்பேற்றம் எனப்படும். இந்நிகழ்ச்சிக்கு எதிர் நிகழ்ச்சி பண்பிறக்கம் (de-modulation (or) detection) எனப்படும். ஒளிபரப்பினால் அனுப்பப்பட்ட குறைந்த துடிப்புள்ள அலை (குரல் ஓசை, பட அலை முதலியன) பண்பிறக்கச் சுற்றின் வெளியீடாகக் கிடைக்கிறது. இந்த அலை 'கலைக்கும் அலை' (Modulating signal) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த கலைக்கும் அலையை சுமந்து செல்லும் உயர் அதிர்வெண் அலையை 'ஊர்தி அலை' (Carrier wave) என்கிறோம். பண்பேற்றியில், கலைக்கும் அலை, ஊர்தி அலையில் வீச்சு, ஃபேஸ், அதிர்வெண் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றை மாற்றி அமைக்கிறது. இதன் காரணமாக, ஊர்தியின் அலையின் மாற்றங்களுக்கும் செய்திகளுக்கும் ஓர் நேரடித்தொடர்பு உண்டாக்கப் படுகிறது. பல்ஸ் பண்பேற்ற முறையில், கலக்கும் அலையின் தன்மையை ஒட்டி, பஸ்சின் அகலம், வடிவம் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்று மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது.

பண்பேற்றத்தின் தேவைகள்

செய்தித் தொடர்பு துறையில் பண்பேற்றம் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. ஏனெனில்

1. செவியுணர், அலைகள் (20-20KH₂ துடிப்பு) அப்படியே விண்வெளியில் பரப்பப்பட்டால், ஒலிபரப்பும் ஆண்டனாவின் நீளம் மிக மிக அதிகமாக இருக்கும்.

$$\begin{aligned} \text{அலை நீளம்} &= \frac{\text{திசை வேகம்}}{\text{அதிர்வெண்}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{\text{அதிர்வெண் (HZ)}} \text{ மீட்டர் / வினாடி} \end{aligned}$$

அலையை நேரடியாக விண்வெளியில் பரப்ப $3 \times 10^8 / 20 \times 10^3 = 15000$ மீ. நீளமுள்ள ஆண்டனா தேவைப்படுகிறது. இது நடைமுறையில் இயலாத ஒன்று. இதன் காரணமாக செவியுணர் அலைகளை நேரடியாக விண்வெளியில் பரப்ப இயலாது. அதே சமயம் ஊர்தி அலை பயன்படுத்தப்பட்டால், ஆண்டனாவின் நீளம் குறைக்கப்படலாம்.

2. செவியுணர் அலைகளின் வலிமை மிகவும் குறைவாக இருக்குமாதலால், அதை விண்வெளியில் அதிக தூரம் பரப்ப முடியாது. அதன் காரணமாகவே, செவியுணர் அலைகள் உயர் அதிர்வெண் ஊர்தி அலைகளுடன் பண்பேற்றப்பட்டு ஒலிபரப்பப்படுகின்றன.

3. இம்முறை ஒலிபரப்பில் கம்பிகள் இருப்பதில்லை. இது ஒரு கம்பியில்லா தொடர்பு முறை. செவியுணர் அதிர்வெண் ஒலிபரப்பு முறையில் வினைத்திறன் (efficiency) மிகவும் குறைவு. உயர் அதிர்வெண் ஒலிபரப்பு முறையின் வினைத்திறன் மிகவும் அதிகம். ஆதலின் பண்பேற்றம் தவிர்க்க முடியாதது ஆகும்.

பண்பேற்ற வகைகள் (Types of Modulation)

பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சியில், ஊர்தி அலையின் வீச்சு, அலைவேகம் (Frequency) அல்லது ஃபேஸ் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்று மாற்றப்படுகிறது. ஊர்தி அலையில் உண்டாகும் மாற்றத்தின் அடிப்படையில் மூன்று வகை பண்பேற்றங்கள் உள்ளன. அவையாவன

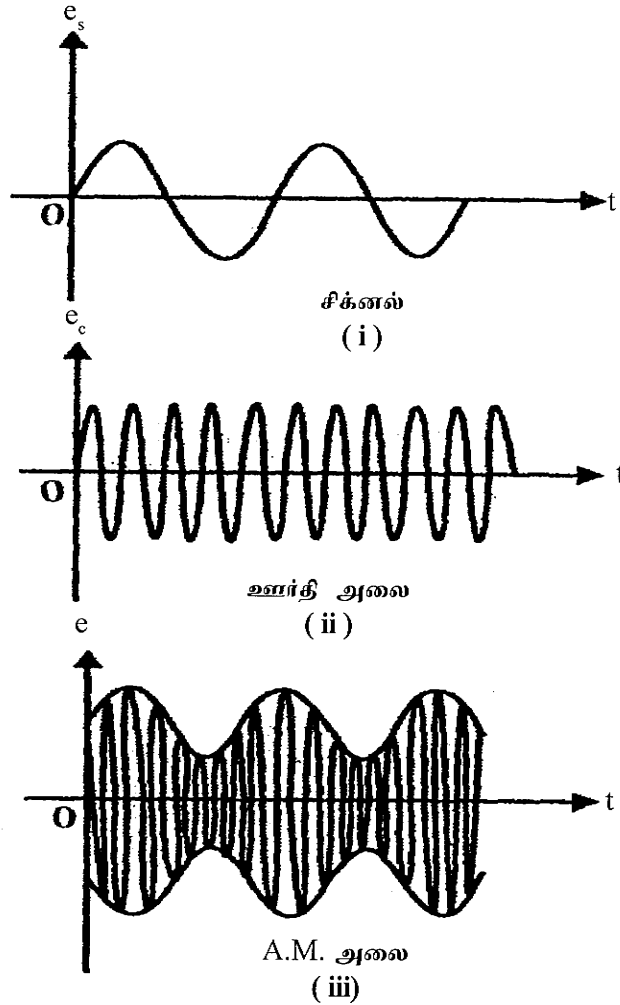
- 1 வீச்சு பண்பேற்றம் (Amplitude Modulation)
- 2 அலை பண்பேற்றம் (Frequency Modulation)
- 3 ஃபேஸ் பண்பேற்றம் (Phase Modulation)

வீச்சு பண்பேற்ற முறை ரேடியோ ஒலிபரப்பு முறையில் கையாளப்படுகிறது. தொலைக்காட்சி ஒலிபரப்பில், பட அலைகள் வீச்சு பண்பேற்ற முறையிலும் ஒலி அலைகள், அலைப் பண்பேற்ற முறையிலும் ஒலிபரப்பப்படுகின்றன. ஆதலின் முதல் இரண்டு வகைகளைப் பற்றி விளக்கமாகக் காண்போம்.

வீச்சு பண்பேற்றம் (Amplitude Modulation)

வீச்சு பண்பேற்றம் முறையில் ஊர்தி அலையின் வீச்சு, கலக்கும் அலையின் வலிமைக்கேற்ப மாற்றப்படுகிறது.

வீச்சு பண்பேற்ற முறையில் ஊர்தி அலையின் வீச்சு அதாவது வலிமை மட்டும் கலக்கப்படும் அலையின் வீச்சைப் பொருத்து மாற்றமடையும். ஆயினும் அதன் அதிர்வெண் எவ்வித மாற்றமும் அடைவதில்லை. படங்கள் வீச்சு பண்பேற்ற கொள்கையினை விளக்குகிறது. படம் 7.2aல் கலக்கப்பட வேண்டிய செவியுணர் அதிர்வெண் கொண்ட மின் சிக்னலின் வரைபடத்தைக் காட்டுகிறது. படம் 7.2b ஊர்தி அலையின் வரைபடத்தைக் காட்டுகிறது. இந்நிலையில் சிக்னலின் வீச்சிற்கு ஏற்றவாறு ஊர்தி அலையின் வீச்சும் மாற்றப்படுகிறது.



படம் 7.2

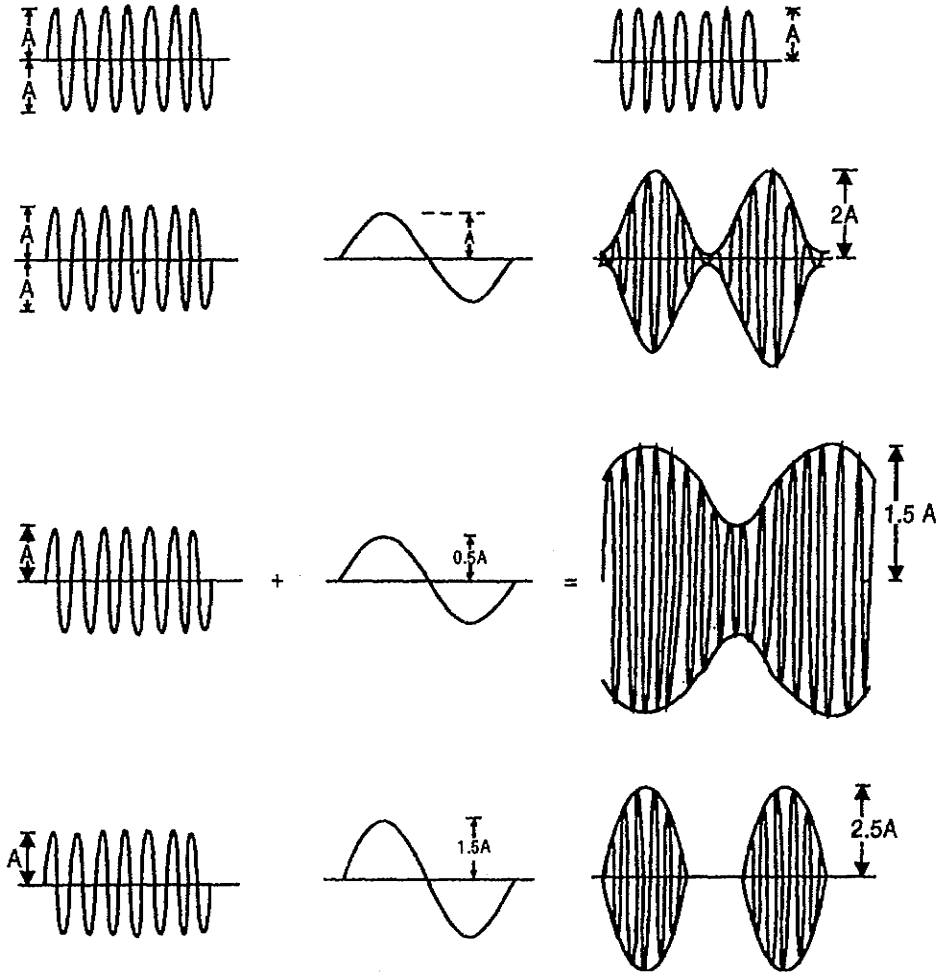
அலையின் வரைபடங்களைக் (graphical wave shape) கவனிக்கும் போது, ஊர்தி அலையின் நேர்பாதி அலை (Positive half cycle) எதிர்பாதி அலை (Negative half cycle) ஆகிய இரண்டும் ஒரே முறையில் பண்பேற்றப்பட்டு, வடிவமாற்றம் பெற்று உள்ளது தெரியவரும். கலக்கும் சிக்னலில் வீச்சு நேர்திசையில் உயரும்போது ஊர்தியின் வீச்சும் உயர்கிறது. எதிர் திசையில் உயரும்போது ஊர்தியின் வீச்சும் குறைகிறது. பண்பேற்றச் செயல் மாடுலேட்டர் (Modulator) என்ற எலக்ட்ரானிக் சுற்றில் நடைபெறுகிறது.

பண்பேற்ற விகிதம் (Modulation Factor)

பண்பேற்ற விகிதம் என்பது, பண்பேற்றப்பட்ட பின்னர் ஊர்தியின் வீச்சில் ஏற்பட்ட மாற்றத்திற்கும், சாதாரண ஊர்தி அலையின் வீச்சிற்கும் உள்ள விகிதமாகும். அதாவது

$$\text{பண்பேற்ற விகிதம்} = \frac{\text{ஊர்தி அலையின் வீச்சின் மாற்றம்}}{\text{ஊர்தி அலையின் வீச்சு}}$$

பண்பேற்ற விகிதம் மிகவும் முக்கியமானதாகும். ஏனெனில் ஒலிபரப்பப்பட்ட ஊர்தி அலையின் பண்பை இவ்விகிதமே நிர்ணயிக்கிறது.



படம் 7.3

வீச்சு பண்பேற்ற முறையின் பிரதிகூலங்கள் (disadvantages)

வீச்சு பண்பேற்ற முறை மிகுந்த பயனுடையதாயினும் அதில் கீழ்க்கண்ட குறைபாடுகள் உள்ளன.

1. குறைந்த வினைத்திறன் (Low Efficiency)

AM முறையில் பயன்படுத்திறன் (output power) அதன் சைடு பேண்டுகளில் (side band) இருக்கும். சைடு பேண்டுகளில் உள்ள திறன் மிகக் குறைவே. 100% பண்பேற்ற முறையில் பயன்படு திறன் சுமார் மூன்றில் ஒரு பங்கே. ஆதலில் இம்முறையில் வினைத்திறன் மிகவும் குறைவே ஆகும்.

2. இரைச்சலுடன் கூடிய செயல்பாடு

மனிதனால் உண்டாக்கப்பட்ட இரைச்சல்களும், இயற்கையான இரைச்சல்களும் இம்முறையில் அதிகம் பாதிக்கிறது. ரேடியோ ஏற்பியின் தேவையான ஒலியையும், இரைச்சல் ஒலியையும் பிரித்தறிய முடியாத நிலையும் உண்டாகும்.

3. குறைந்த ஒலிபரப்பு எல்லை

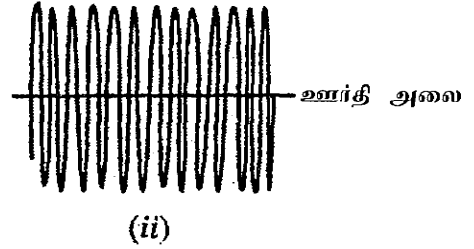
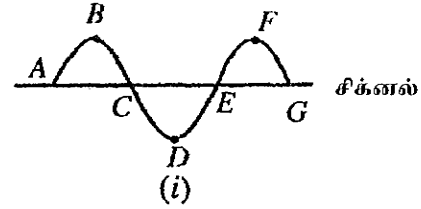
இம்முறையில் வினைத்திறன் குறைவாக இருப்பதால் அதிக தூரத்திற்கு ஒலிபரப்பு இயலாது.

4. ஆடியோ அலையில் குறைந்த தரம் (Lack of audio quality)

ஒரே பேண்டில் அதிக நிலையங்களை அமைக்க வேண்டியுள்ளதால், CRIR தரக்கட்டுப்பாட்டின்படி ஒரு நிலையத்திற்குரிய பட்டை அகலம் 10 KHZ மட்டுமே. ஆதலின் 5 KHZ துடிப்புள்ள ஆடியோ அலை வரை மட்டுமே ஒலிபரப்பு முடிவதால் ஆடியோ அலை தரம் குறைந்ததாக உள்ளது. ஹைபிடிலிட்டி சாத்யமில்லை.

அலைப் பண்பேற்றம் (Frequency Modulation)

அலைப் பண்பேற்ற முறையில் கலக்கப்படும் ஆடியோ அலையின் வலிமை, ஊர்தியில் அதிர்வெண்ணை மாற்றுகிறது. அலை பண்பேற்ற முறையில், கலக்கப்படும் சிக்னலில் வலிமை ஊர்தியின் அதிர்வெண் மட்டுமே மாற்றுகிறது. அதன் வீச்சை மாற்றுவதில்லை. கலக்கப்படும் சிக்னலில் வீச்சு, A, B, C, D, E, F ஆகிய புள்ளிகளில் பூஜ்யமாக இருக்கும்போது ஊர்தியின் அதிர்வெண் மாற்றமடைவதில்லை. கலக்கப்படும் ஆடியோ அலை நேர் திசையில் உச்ச நிலையை அடையும்போது அதாவது B, F புள்ளிகளில் ஊர்தியின் அதிர்வெண் அதிகமாக உள்ளது. எதிர் திசையில் உச்சநிலை அடையும்போது புள்ளி D யின் போது ஊர்தியின் அதிர்வெண் மிகக் குறைவாகவும் அமைகிறது. இவை படம் 7.4ல் காட்டப்பட்டு உள்ளன.



படம் 7.4

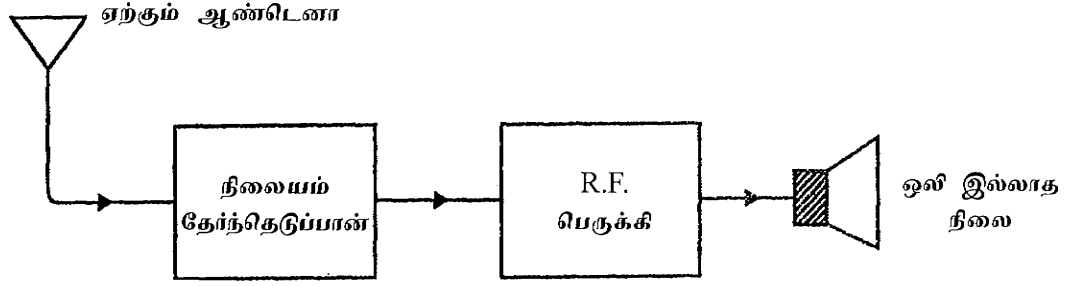
அலைப் பண்பேற்றத்தின் சிறப்புகள்

1. இம்முறையில் இரைச்சலற்ற வெளியீடு கிடைக்கிறது.
2. ஒலிபரப்பு எல்லை அதிகமாக உள்ளது.
3. டிரான்ஸ்மிட்டரின் வினைத்திறன் அதிகம்.
4. ஹை-பிடிலிட்டி ஒலிபரப்பு சாத்யமாகும்.

7.2. பண்பிறக்கம் (de-Modulation or detection)

பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி அலையிலிருந்து ஆடியோ அலைகளைப் பிரிக்கும் நிகழ்ச்சி பண்பிறக்கம் ஆகும்.

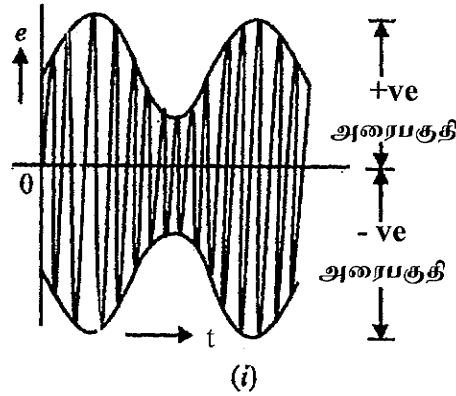
ஆடியோ அலைகளை அதிக தொலைவு அனுப்ப பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது. ஏற்பியினால் இந்த அலை ஏற்கப்பட்ட பின்னர், ஆடியோ அலைகளை பிரித்தெடுத்து பண்பிறக்கம் செய்யப்படுகிறது.



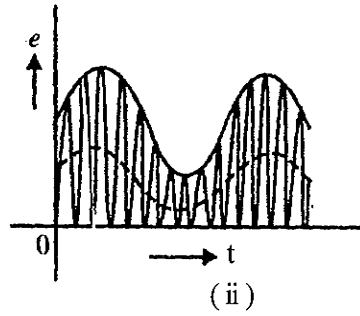
படம் 7.5

பண்பிறக்கத்தின் தேவை

ரேடியோ ஏற்பியினால் ஏற்கப்பட்ட பண்பேற்றப்பட்ட அலைகளை தேவையான அளவு பெருக்கி, ஒலி பெருக்கியில் செலுத்தினால், ஒலி வெளியீடு எதுவும் இருக்காது. ஏனெனில்



(i)



(ii)

படம் 7.6

ஊர்தி அலையின் அதிக அதிர்வெண்ணில் ஒலிபெருக்கியின் டயாபிரம் அதிராது. ஆகையினால் ஒலி வெளியீடு இராது. இதன் காரணமாக ஆடியோ அலைகள் தகுந்த நிலையில் பிரிக்கப்பட்டு மீண்டும் தேவையான அளவு பெருக்கப்பட்டு ஒலி பெருக்கியினுள் செலுத்தப்பட வேண்டும்.

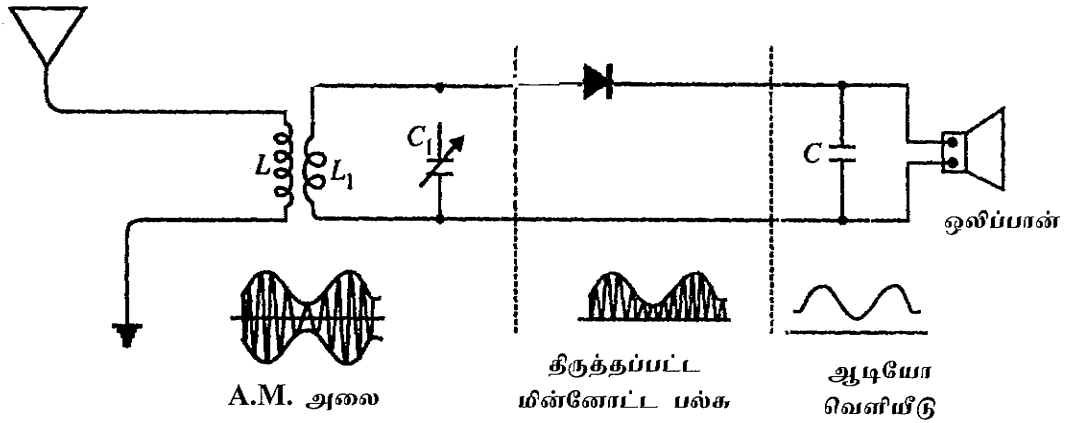
பண்பிறக்கச் சுற்றின் வேலை

பண்பேற்றப்பட்ட அலையை கேட்கக் கூடிய ஒலி அலைகளாக மாற்றி, ஊர்தி அலையையும், ஆடியோ அலையையும் தனித்தனியாகப் பிரிக்க வேண்டும். இவ்வாறு பிரிக்கும் வேலையைச் செய்யும் சுற்று பண்பிறக்கச் சுற்று ஆகும்.

1. பண்பிறக்கச் சுற்று ஊர்தி அலையை திருத்தம் (rectify) செய்ய வேண்டும். (அதாவது) அலையின் நெகடிவ் பகுதி நீக்கப்படுகிறது.

பண்பேற்றப்பட்ட அலைகளின் பாசிடிவ் பகுதியும், நெகடிவ் பகுதியும் சமமாக உள்ளன. ஆதலால் சராசரி மின்சாரம் பூஜ்யமாகிறது. ஆதலால் ஒலிபெருக்கி இயங்காது. நெகடிவ் பகுதி நீக்கப்பட்டதால் சராசரி மின்சாரம் பூஜ்யமாவதில்லை. சராசரி மதிப்பு இடைவிட்ட கோட்பாட்டில் காட்டப்படுகிறது. திருத்தப்பட்ட பண்பேற்றப்பட்ட அலையில் ஆடியோ அலையும் ஊர்தி அலையும் உள்ளன. ஒரு பில்டர் சுற்றினால் பிரிக்கப்பட்டு, அடுத்துள்ள ஆடியோ பெருக்கி நிலைகள் வழியே ஒலிபெருக்கியை அடைகிறது.

வீச்சு பண்பேற்ற டிரெக்டர் - டையோடு வகை



படம் 7.7

ஒரு எளிய டிரெக்டரின் இணைப்பு படம் 7.7ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தேவையான நிலையத்தில் பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி அலை LaCa வினால் ஆன தேர்வு சுற்றினால் தேர்வு செய்யப்பட்டு டையோடுக்கு கொடுக்கப்படுகிறது. டையோடு, அலையின் பாசிடிவ் பகுதியை அனுமதிக்கிறது. நெகடிவ் பகுதியை ரத்து செய்கிறது. இதன் காரணமாக இதன் வெளியீடு பாசிடிவ் அரை அலைகளாக மட்டும் கிடைக்கிறது. இவ்வலைகள் C_2 வினால் பில்டர் செய்யப்பட்டு ஆர்.எப். பகுதி தரைக்கு அனுப்பப்படுகிறது. மீதியுள்ள ஆடியோ அலை அடுத்த நிலைக்கு அனுப்பப்படுகிறது.

ஹெட்ரோடைன்ங் நிகழ்ச்சியும், பீட்டிங் நிகழ்ச்சியும் (Hetrodying and beating)

இரண்டு அலை கலக்கப்படும் போது வேறு துடிப்புள்ள இரண்டு அலைகள் கிடைக்கும். உதாரணமாக F_1, F_2 அலைகளை கலக்கும் போது $F_1 + F_2$ ஒரு அலையும் $F_1 - F_2$ துடிப்புள்ள அலை ஒன்றும் கிடைக்கும். $F_1 - F_2$ என்பது பீட்டிங்க்வன்சி (Beat Frequency) எனப்படும். $F_1 + F_2$ அலையை விட இது முக்கியமானது ஆகும். இந்த தத்துவமே சூப்பர் ஹெட்ரோடைன் தத்துவமாகும்.

ஏற்பியினால் ஏற்கப்பட்ட ஊர்தி அலை என்ன அதிர்வெண் உடையதாக இருப்பினும், அதை விட குறிப்பிட்ட அதிக துடிப்புள்ள அலையை ஏற்பியின் உள் அலையாக்கியின் மூலம் உற்பத்தி செய்து, இரண்டு அலைகளையும் மிக்சர் நிலையில் கலக்குகிறோம். இதன் விளைவாக, ஒரு குறைந்த மாறாத துடிப்புள்ள பண்பேற்றப்பட்ட அலை ஒன்றும் கிடைக்கிறது. இந்த அலை ஐ.எப். அலை (Intermediate Frequency) எனப்படும்.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. கீழ்க்கண்ட அதிர்வெண்களில் AM வானொலி ஒலிபரப்பிற்கு ஒத்துப்போக கூடியது எது?
அ. 1000 KH₂ ஆ. 100 MH₂ இ. 500 MH₂ ஈ. 10 GH₂
2. கீழ்க்கண்ட அதிர்வெண்களில் FM வானொலி ஒலிபரப்பிற்கு ஒத்துப்போக கூடியது எது?
அ. 90H₂ ஆ. 90KH₂ இ. 900 KH₂ ஈ. 90 MH₂
3. FM ஒலிபரப்பு _____ பட்டையில் உள்ளது.
அ. LF ஆ. HF இ. VHF ஈ. SHF
4. எந்த முறை ஒலிபரப்பு இரைச்சலற்றது _____
அ. FM ஆ. AM இ. FM & AM ஈ. எதுவுமில்லை
5. கீழ்க்கண்ட அதிர்வெண் பட்டைகளில், AM வானொலி ஒலிபரப்பிற்கு ஏற்றது
அ. MF ஆ. HF இ. VHF ஈ. UHF
6. FM ஒலிபரப்பின் சிறப்பம்சம் _____
அ. இரைச்சலற்ற வெளியீடு ஆ. டிரான்ஸ்மீட்டரின் வினைதிறன் அதிகம்
இ. ஹை பிடிவிட்டி ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்
7. ஒலி அலையின் திசைவேகம்
அ. 3×10^3 மீ/வினாடி ஆ. 3×10^6 மீ/வினாடி
இ. 3×10^8 மீ/வினாடி ஈ. 3×10^{12} மீ/வினாடி
8. பண்பேற்றம் நடைபெறுவது _____
அ. ஒலிபரப்பியில் ஆ. வானொலி வாங்கியில்
இ. ஒலிபரப்பி மற்றும் வாங்கிக்கு இடையே ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை
9. ஒரு வீச்சு பண்பேற்றத்தில் ஊர்தி அலையின் _____ ஆனது கலக்கப்படுகிறது
அ. வீச்சு ஆ. அதிர்வெண் இ. ஃபேஸ் ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை
10. பண்பிறக்கம் செய்யப்படுவது _____ பகுதியில்
அ. ஏற்கும் ஆண்டென்னா ஆ. ஒலிபரப்பி
இ. வானொலி வாங்கி ஈ. ஒலிபரப்பும் ஆண்டென்னா

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. பண்பேற்றத்தின் வகைகளை கூறு.
2. ஊர்தி அலை என்றால் என்ன?

3. ஒலியலையை நேரடியாக ஒலிபரப்பினால் தேவைப்படும் ஆண்டென்னாவின் நீளம் என்ன?
4. விரிவாக்கு : AM, FM, PM
5. பண்பலை ஏற்பியின் ஏதேனும் ஒரு சிறப்பினைக் கூறு.

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. பண்பேற்றம் என்றால் என்ன?
2. பண்பேற்ற விகிதம் என்றால் என்ன?
3. வீச்சு பண்பேற்றம் என்றால் என்ன?
4. வீச்சு பண்பேற்ற முறையின் குறைபாடுகள் யாவை?
5. அலைபண்பேற்றம் என்றால் என்ன?
6. அலைபண்பேற்றத்தின் சிறப்புகள் யாவை?
7. பண்பிறக்கம் என்றால் என்ன?
8. பீட் அதிர்வெண் என்றால் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. பண்பேற்றத்தின் தேவைகளை சுருக்கமாக விளக்கு.
2. பண்பிறக்கத்தைப் பற்றி சுருக்கமாக விளக்கு.
3. வீச்சு பண்பேற்ற டிடெக்டரின் மின்சுற்று வரைந்து விளக்கு.
4. ஹெட்ரோடைனிங் மற்றும் பீட்டிங் நிகழ்ச்சிகளை விளக்கு.
5. AM மற்றும் FM பண்பேற்ற முறைகளை ஒப்பிடு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. வீச்சு பண்பேற்ற (AM) முறையில் அலைஅமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்படும் விதத்தினை விவரி.
2. அலைபண்பேற்ற (FM) முறையின் அலை அமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்படும் விதத்தினை விவரி.

விடைகள்

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1(அ) | 2(ஈ) | 3(இ) | 4(அ) | 5(அ) |
| 6(ஈ) | 7(இ) | 8(அ) | 9(அ) | 10(இ) |

8. டிஜிட்டல் மின்னணுவியல் (Digital Electronics)

அறிமுகம்

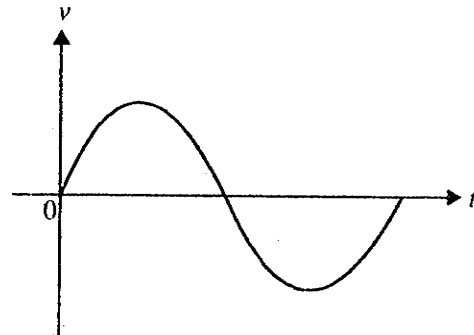
தொடர்ச்சியாக மாறிக்கொண்டேயிருக்கும் சிக்னல் (மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தம்) அனலாக் சிக்னல் எனப்படும். உதாரணமாக சினுசாய்டல் மின்னழுத்தம் அனலாக் சிக்னல் எனப்படும். முன்னால் பாடப்பகுதிகளில் டயோடு மற்றும் டிரான்சிஸ்டர்களுக்கு தொடர்ச்சியாக மாறும் சிக்னல்களை (அனலாக் சிக்னல்) கொடுப்பதன் மூலம் அதன் செயல்பாட்டை அறிந்தோம். பொதுவாக அனலாக் சுற்றுகளில் வெளியீடு மின்னழுத்தமானது உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தின் மாற்றத்திற்கு ஏற்ப மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். இன்னும் சொல்லப்போனால் வெளியீடு மின்னழுத்தமானது பல அளவுகளில் இருக்கும். ஒரு சிக்னல் (மின்னோட்டம் (அ) மின்னழுத்தம்) அதிகபட்சமாக இரு நிலைகள் அல்லது இரு மதிப்புகளை மட்டுமே கொண்டிருந்தால் அது டிஜிட்டல் சிக்னல் எனப்படும். உதாரணமாக சதுர அலைகள் டிஜிட்டல் சிக்னல் ஆகும். ஏனென்றால் அதில் இரண்டு நிலைகள் மட்டுமே உள்ளன. 1. செயல்பாட்டு நிலை (On State) 2. செயல்படாத நிலை (Off State) இந்த நிலை குறைகடத்தி சாதனங்களில் மட்டுமே சாத்தியமாகிறது. (எ.கா. டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள் முதலியன) இவைகளை இருநிலையில் செயல்படக்கூடிய வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒன்று பூரித கடத்தும் நிலை (Saturation) மற்றொன்று கடத்தா நிலை (Cut off). எனவே வெளியீடு மின்னழுத்தம் இரு நிலைகளை (உயர்நிலை, தாழ்நிலை) மட்டுமே கொண்டதாக இருக்கும். பொதுவாக இந்த இருநிலை செயல்பாடுகளை மட்டுமே கொண்ட மின்னணு சுற்றுகள் தான் டிஜிட்டல் சுற்றுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மின்னணுவியல் துறையில் டிஜிட்டல் சுற்றுகளின் செயல்பாடுகளை அறிந்து கொள்ளும் பாடப்பிரிவே டிஜிட்டல் மின்னணுவியல் எனப்படுகிறது. டிஜிட்டல் என்ற வார்த்தையைக் கேட்டவுடன் நம் நினைவிற்கு வருவது டிஜிட்டல் கால்குலேட்டர் மற்றும் டிஜிட்டல் கம்பியூட்டர்கள்தான். இவை இரண்டும் டிஜிட்டல் மின்னணுவியலுக்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள். இவை மட்டுமல்லாது, இன்றைய காலத்தில் இந்த டிஜிட்டல் சுற்றுகள் கொண்டு உருவாக்கப்படாத சாதனங்களே இல்லை என்று கூறலாம். குழந்தைகள் விளையாடும் பொம்மைகள் முதல் வானொலி, தொலைக்காட்சி, செயற்கைக்கோள் என அனைத்து சாதனங்களிலும் இந்த டிஜிட்டல் மின்னணுவியலின் செயல்பாடுகள் நிறைந்துள்ளது.

எனவே இப்பாடப்பகுதியில் இந்த டிஜிட்டல் மின்னணுவியலில் அடிப்படை அம்சங்களை பற்றி அறிந்து கொள்ளுவோம்.

8.1. அனலாக் மற்றும் டிஜிட்டல் சிக்னல்

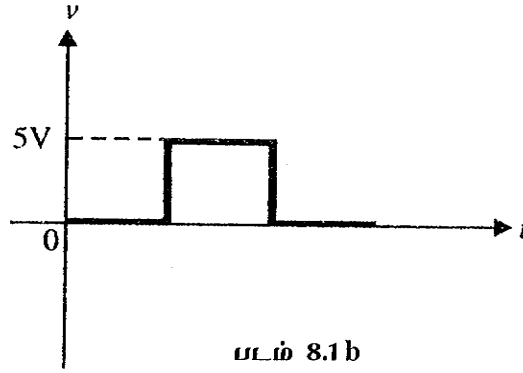
i) அனலாக் சிக்னல்



படம் 8.1a

தொடர்ச்சியாக மாறிக் கொண்டேயிருக்கும் சிக்னல் (மின்னழுத்தம் அல்லது மின்னோட்டம்) அனலாக் சிக்னல் எனப்படும். படம் 8.1a உதாரணமாக அனலாக் சிக்னலில் உள்ள மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு மாறிக் கொண்டேயிருத்தல். இந்த அனலாக் சிக்னல் ஓர் டிரான்சிஸ்டர் விரிவாக்கிக்கு உள்ளீடாக தரப்பட்டால், வெளியிடும் மாறிக் கொண்டே இருக்கும். இதுதான் அனலாக் செயல்பாடு எனப்படுகிறது. அதாவது வெளியீடு மின்னழுத்தம் பல அளவுகளை கொண்டதாக இருக்கும். இப்படி பல வெளியீட்டு அளவுகளைக் கொண்டிருப்பதால் அனலாக் முறையில் மதிப்புகளை துல்லியமாக கணக்கிட இயலவில்லை.

ii) டிஜிட்டல் சிக்னல்



ஒரு சிக்னல் இரண்டு நிலைகளை மட்டுமே கொண்டிருப்பதால் அது டிஜிட்டல் சிக்னல் எனப்படும். சதுர அலை அதற்கு ஓர் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். ஏனென்றால் இந்த சிக்னல் இரு மதிப்புகளை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. +5V and 0V வேறு எந்த அளவிடும் இதில் இல்லை. இந்த இரு மதிப்புகளும் உயர்நிலை (High State) தாழ்நிலை (Off state) எனப்படுகிறது. உயர்நிலை என்பது +5V நிலையையும் தாழ்நிலை 0V நிலையையும் குறிக்கிறது. முறையான டிஜிட்டல் மின்னழுத்தமானது ஓர் டிரான்சிஸ்டரின் உள்ளீட்டிற்கு தரப்பட்டால், அந்த டிரான்சிஸ்டரானது பூரித நிலைக்கு (Saturation) கடத்தாத நிலைக்கு (Cut off) மாறி (உள்ளீட்டிற்கேற்றவாறு) செல்லும். இந்நிலையில் டிரான்சிஸ்டரானது இரு நிலை (உயர் நிலை (அ) தாழ்நிலை) செயல்பாடுகளை மட்டுமே கொண்டதாகக் கருதப்படுகிறது. டிஜிட்டல் செயல்பாடு இரண்டு நிலைகளை மட்டுமே (On (or) Off) கொண்டிருப்பதால், துல்லியமாக அளவுகளை தர முடிகிறது. எனவே இம்முறையானது அனலாக் முறையைக்காட்டிலும் (சரியானதாக) நம்பிக்கை மிக்கதாக கருதப்படுகிறது.

டிஜிட்டல் சுற்று

டிஜிட்டல் சிக்னல்களை மட்டுமே கையாளக்கூடிய மின்னணுவியல் சுற்றுக்கு டிஜிட்டல் சுற்று என்று பெயர்.

டிஜிட்டல் சுற்றின் வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது குறைந்த (அ) உச்ச அளவு மட்டுமே கொண்டதாக இருக்கும். வேறு எந்த அளவினையும் கொண்டதாக இருக்காது. டிஜிட்டல் செயல்பாடு என்பது இருநிலை செயல்பாட்டை கொண்டது. இவைகள் உயர்நிலை, தாழ்நிலை (On state, Off state) ஆகும். ஓர் டிஜிட்டல் சுற்றின் மதிப்புகளானது '1' அல்லது '0' என்ற எண்கள் மூலம் விவரிக்கப்படுவதால் தான் இது டிஜிட்டல் என்ற பெயர் பெறுகிறது. இதில் பயன்படும் எண்கள் '1' மற்றும் '0' என்ற இரு இலக்கம் மட்டுமே கொண்டிருப்பதால் இவை இரு எண் முறை (Binary numbers system) என்றழைக்கப்படுகிறது.

ஆகவே டிஜிட்டல் சுற்றுகளின் செயல்பாடுகளுக்கு செல்வதற்கு முன் எண் முறைகளை (Number Systems) பற்றி நாம் அறிந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியம்.

8.2. எண் முறைகள்

அறிமுகம்

ஓர் எண் முறை என்பது பொதுவாக பொருட்கள் அல்லது மற்ற செயல்பாடுகளின் எண்ணிக்கையை அறிந்து கொண்டு பயன்படும் முறை. பொதுவான எண் முறையாக நடைமுறையில் பயன்படுத்துவது பதின்மநிலை (தசம் எண்) முறை. இதில் 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 மற்றும் 9 ஆகியவை குறியீடுகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனடிப்படையில் பார்த்தால் தசம எண் முறையில் 10 இலக்கங்கள் (அ) குறியீடுகள் பொருட்களை எண்ணுவதற்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த முறை மிக எளிமையாக இருப்பதாலும் நேரிடையாக பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் என்பதாலும் இந்த முறையினையே அனைத்து கணக்கீடுகளிலும் பயன்படுத்துகின்றோம்.

ஆனால் டிஜிட்டல் மின்னணுவியலில் '1' மற்றும் '0' ஆகிய இரு எண்களை மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும் என்று பார்த்தோம். இந்த டிஜிட்டல் மின்னணுவியலின் அடிப்படையில் கணிப்பான் (Calculator) மற்றும் கணினி ஆகியவை செயல்படுகிறது என்றும் பார்த்தோம். இந்நிலையில் எவ்வாறு 0, 1 க்கும் மேற்பட்ட எண்களை அல்லது மதிப்புகளை கணிப்பான் மற்றும் கணினியில் கொடுத்து செயலாற்றுவது? 0 மற்றும் 1க்கு வேறெந்த மதிப்பை அறிந்திராத மின்னணுவியல் சுற்றுக்கு எவ்வாறு பிற எண்களை புரிய வைப்பது? இதற்கு ஒரே தீர்வு 0 மற்றும் 1 தவிர அனைத்து மதிப்புகளையும் டிஜிட்டல் சுற்றுக்கு புரியக்கூடிய 0, 1 ஆக மாற்றி தருவதுதான். ஆக 0, 1 ஆகிய இரு எண்களை மட்டுமே இந்த முறையில் பயன்படுத்துவதால் இது இரும எண் முறை என அழைக்கப்படுகிறது.

இந்த முறை சரியானதாக இருந்தாலும் பயன்படுத்துவதில் அதிக சிரமம் இருந்தது. ஏனென்றால் தசம எண்களை குறிப்பதற்கு, பல இலக்க இரும எண்களை பயன்படுத்த வேண்டியிருந்தது. ஆகையால் இச்சிரமத்தை குறைக்கும் நோக்கில் 'ஆக்டல்' என்ற எண்ணிலை எண் முறை 'எக்ஸாடெசிமல்' என்ற பதினாறு நிலை எண் முறை ஆகியவையும் பயன்படுத்தப்பட்டது.

மேற்கூறிய எண்முறைகளை தெரிந்து கொள்வதற்கு முன்பாக நடைமுறையில் நாம் பயன்படுத்திவரும் பதின்மநிலை எண் முறையின் சில அடிப்படைகளை நினைவில் கொள்வோம்.

பதின்ம எண் முறையில் பயன்படுத்தும் எண்கள் பத்தின் அடிப்படையில் (Radix) அமைந்தவை. அதாவது 0 முதல் 9 வரையில் உள்ள பத்து இலக்கங்களைக் கொண்டது. அதற்கு மேலும் உள்ள மதிப்பானது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலக்கங்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இலக்கங்களின் மதிப்பு, அது இருக்கும் இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. இதனால் இது 'இடம் சார்ந்த குறியீடு' (Positional Notation) எனப்படும். உதாரணமாக ஒரு இலக்கம் வலது பக்கத்திலிருந்து இரண்டாவதாக இருந்தால் அந்த இலக்கத்தை பத்தின் இரண்டாவது மடிப்பால் பெருக்க வேண்டும். ஓர் இலக்கம் நான்காவதாக இருந்தால் பத்தின் நான்காவது மடிப்பால் பெருக்க வேண்டும்

எ.கா i) 56 என்ற பதின்மநிலை எண்களின் மதிப்பை இவ்வாறு கணக்கிட வேண்டும்

$$56_{10} = 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0$$

$$\text{ii) } 2743 = 2 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

$$3 \times 10^0 = 3$$

$$4 \times 10^1 = 40$$

$$7 \times 10^2 = 700$$

$$2 \times 10^3 = 2000$$

பின்னங்களையும் இதே நிலையில் குறிப்பிடலாம். இதில் பதின்ம புள்ளிக்கு வலதுபுறம் இலக்கங்களுக்கு மடிப்பில் மதிப்பு எதிர்முறையில் (-ve) ஆக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக. 2743.67

$$2743.67_{10} = 2 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 6 \times 10^{-1} + 7 \times 10^{-2}$$

இருநிலை எண் முறை: (Binary Number System)

இரு நிலை எண் முறையில் 0,1 என இரண்டு இலக்கங்கள் மட்டுமே உள்ளன. ஆகையால் இதன் அடிமானம் 2. இருநிலை எண் முறையில் ஓர் எண் அதனை அடுத்து வலது பக்கத்தில் உள்ள எண்களின் மதிப்பை விட 2 மடங்கு உள்ளதாக கருதப்படும். இந்த முறையில் ஒரு எண்ணின் மதிப்பு இடம் சார்ந்த குறியீட்டு முறைப்படிதான் கணக்கிடப்படுகிறது. பதின்மநிலை முறையில் பத்து என்பதைப் பயன்படுத்தியது போல், இருநிலை எண் முறையில் 2 பலனாகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக

$$\begin{aligned} 1011_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 8 + 0 + 2 + 1 \\ &= 11_{10} \end{aligned}$$

இருநிலை எண் முறையில் வலது கடைசியில் உள்ள எண்ணிற்கு சிறு மதிப்பு பிட் (Least significant Bit LSB) என்றும் இடது பக்கத்தில் முதலில் உள்ள எண்ணிற்கு பெரு மதிப்பு பிட் (Most Significant Bit - MSB) என்று குறிக்கப்படுகிறது.

$$\text{உதாரணமாக : } \frac{1}{MSB} \quad 0 \quad 1 \quad \frac{1}{LSB}$$

LSB யின் மதிப்பு $1 \times 2^0 = 1$ ஆகும்

MSB யின் மதிப்பு $1 \times 2^3 = 8$ ஆகும்

இதைப் போலவே எந்த ஓர் இருநிலை எண்ணையும் அதன் நிலை மதிப்பைக் கொண்டு மாற்றி எழுதலாம் உதாரணமாக

$$111 = 100 + 10 + 1 \quad \text{—————} \quad (1)$$

பதின்ம எண் முறையில்

$$7 = 4 + 2 + 1 \quad \text{—————} \quad (2)$$

என்று எழுதலாம். சமன்பாடு 1ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் இருநிலை எண்ணை எழுதுவது போல் பதினம் எண்ணையும் சமன்பாடு 2ல் காட்டியுள்ளது போல் எழுதலாம்.

எண்ணிலை முறை (Octal Number System)

பதினம் நிலை எண்களில் 10 (radix) மதிப்பாகவும் இருநிலை எண்களில் radix இட மதிப்பு 2 ஆக இருப்பது போல் இந்த முறை எண்களில் 8 ஆனது இட மதிப்பாக உள்ளது. இதன் இலக்கங்கள் 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,

எ.கா : 765_8 1357_8

பதினாறு நிலை ஹெக்சா எண் முறைகள் (Hexadecimal numbers)

இந்த எண் முறையின் அடிமானம் 16 ஆகும் இதில் 0 to 9 மற்றும் A to F ஆகிய இலக்கங்கள் பயன்படுத்தப்படும்.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F இந்த எண்முறை பெரும்பாலும் நுண்செயலாக்கியில் (Micro Processor) பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனென்றால் இருநிலை எண்களில் ஒரு பதினம் எண்ணைக் குறிப்பிடுவதற்கு அதிக இலக்கங்கள் தேவைப்படுகிறது. அதை ஞாபகத்தில் வைத்துக் கொள்வதும் கடினமாக உள்ளது. எனவே அதனை சுருக்கும் நோக்கத்தில் இந்த எண் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எ.கா: $905B_{16}$ $A874_{16}$

எண்முறை - மாற்றங்கள் (Conversions)

பதினம் எண் - இருநிலை எண் (Decimal to Binary)

பதினம் எண்ணை இருநிலை எண்ணாக மாற்றுவதற்கு பதினம் எண்ணை தொடர்ச்சியாக 2 ஆல் கீழே காட்டியுள்ளவாறு வகுக்க வேண்டும். வரும் ஈவு மற்றும் மீதி இரண்டையும் கீழே காட்டியுள்ளவாறு குறித்து விட வேண்டும். ஒரு கட்டத்தில் வகுக்க முடியாத நிலை வரும் அதாவது ஈவானது 0 ஆக கிடைக்கும் போது வகுப்பதை நிறுத்தி கீழிருந்து மேலாக அம்புகுறியிட்டவாறு எண்களை எடுத்து எழுத வேண்டும். அந்த எண்களை குறியிட்ட பதினமநிலை எண்ணிற்கு இணையான இருநிலை எண்ணாகும்.

எ.கா: 20_{10} இருநிலை எண்ணாக மாற்று

2	20	
2	10 - 0	
2	5 - 0	↑
2	2 - 0	
2	1 - 0	

∴ $20_{10} = 10100_2$ $20_{10} = 10100_2$

MSB LSB

இந்த இருநிலை எண்ணில் அதிக இடமதிப்பு கொண்டதாக இடதுபுற எண்ணும் (MSB), குறைந்த இட மதிப்பு கொண்டதாக (LSB) வலது கடைசி எண்ணும் கருதப்படும்.

பதினம் எண் - இரு நிலை எண் (மீன்மம்)

எ.கா : 20.74

இதில் முழு பகுதியின் 20 முன் காட்டியுள்ளவாறே வகுத்து முறைபடுத்த வேண்டும். பின்ன மதிப்பான .74 இரண்டால் பெருக்க வேண்டும். முழு எண்ணை எடுத்து கொண்டு கிடைக்கும் பின்ன பகுதியினை மீண்டும் 2 ஆல் பெருக்க வேண்டும். இவ்வாறு குறைந்த பட்சம் ஆறு இலக்கங்கள் வரை பெருக்க வேண்டும். ஆகையால்தான் இந்த விடை தோராயமாகவே கணக்கிடப்படுகிறது. தேவைக்கேற்ப பெருக்கும் நிலையினை அதிகரித்துக் கொள்ளலாம்.

எ.கா:

$$0.74 \times 2 = 1.48 = 0.48 \text{ முழு எண் } 1$$

$$0.48 \times 2 = 0.96 = 0.96 \text{ முழு எண் } 0$$

$$0.96 \times 2 = 1.92 = 0.92 \text{ முழு எண் } 1$$

$$0.92 \times 2 = 1.84 = 0.84 \text{ முழு எண் } 1$$

$$0.84 \times 2 = 1.68 = 0.68 \text{ முழு எண் } 1$$

$$0.68 \times 2 = 1.36 = 0.36 \text{ முழு எண் } 1$$



தற்போது முழு எண்களை மேலிருந்து கீழாக படித்து அவற்றை இடமிருந்து வலமாக பின்ன புள்ளிக்கு வலது புறம் எழுதவும். எனவே 20.7410 க்கு இருநிலை எண்

$$20.74_{10} = 10100.101111_2 \text{ என்பது இருநிலை மதிப்பாகும்}$$

இருநிலை - பதினம் எண் (முழு எண்)

கீழ்க்காணும் படிகள் இருநிலை எண்களை பதினம் நிலை எண்களாக மாற்றுவதற்கான

- i) இருநிலை எண்ணை எழுதவும்
- ii) அதனுடைய இட மதிப்பை குறிக்கவும். (வலமிருந்து இடம்)
- iii) '0' உள்ள இட மதிப்புகளை நீக்கி விடவும்.
- iv) மதிப்புள்ள இட மதிப்புகளை கூட்டினால் அதற்கு சமமான பதினம் எண் கிடைக்கும்.

எ.கா: 1011₂

படி 1 : இருநிலை எண்ணை எழுதவும் 1 0 1 1

படி 2 : அதன் இட மதிப்பு 8 4 2 1

படி 3 : பூஜ்ஜிய இட மதிப்பு நீக்கம் 8 4 2 1

படி 4 : மீதியுள்ள மதிப்புகளை கூட்டவும் 8 + 2 + 1

பதினம் எண் = 11

ஆக $1011_2 = 11_{10}$ (பதினொன்று)

இருநிலை - பதினம் நிலை (பின்னம்)

பின்ன இருநிலை எண்களை பதினம் நிலை எண்ணாக மாற்ற கீழ்க்காணும் படிகள் பின்பற்றப்பட வேண்டும்

- இருநிலை எண்ணை எழுதவும்
- அதன் இட மதிப்பை எழுதவும் $1/2, 1/4, 1/8, 1/16, \dots$ i.e., $\dots 2^{-1}, 2^{-2} \dots$ (இடது பக்கத்திலிருந்து)
- இருநிலை எண்களில் உள்ள '0' களின் மதிப்பை நீக்கவும்
- மீதமுள்ள இட மதிப்புகளை கூட்டவும்

எ.கா : 0.1010_2 பதினம் எண்ணாக மாற்று

படி i) இருநிலை எண்	1	0	1	0
படி ii) அதன் இட மதிப்பு	$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$
படி iii) '0' உள்ள மதிப்புகளை நீக்குதல்	$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$
படி iv) மீதமுள்ள மதிப்புகளை கூட்டுதல்	$1/2 + 1/8 = 5/8$			
	$= .625_{10}$			
	$\therefore .1010_2 = .625_{10}$			

பதினம் எண் - எண்ணிலை முறை (Octal) முழு எண்கள்

பதினம் எண் - இருநிலை எண் மாற்றும் முறையினையே இங்கும் பின்பற்ற வேண்டும். 2 ஆல் வகுப்பதற்கு பதில் 8 ஆல் வகுக்க வேண்டும்

எ.கா : பதினம் எண் 458 யை எண்ணிலை முறை எண்ணாக மாற்று

$$\begin{array}{r} 8 \overline{)458} \\ 8 \overline{)57} - 2 \uparrow \\ \quad 7 - 1 \end{array}$$

எனவே $458_{10} = 712_8$

பதினம் எண் எண்ணிலை முறை எண் (பின்னம்)

இந்த முறையில் பின்ன எண்ணை 8 ஆல் பெருக்கி கிடைக்கும் "முழு பகுதியினை" தனியே எடுத்து எழுதிவிட்டு, மீதமுள்ள பின்ன எண்ணை மீண்டும் 8 ஆல் பெருக்க வேண்டும்.

எ.கா : .82 பதின்ம பின்ன எண்ணை மாற்று

$$\begin{array}{r}
 0.82 \times 8 = 6.56 = .56 \text{ முழு எண் } 6 \\
 0.56 \times 8 = 4.48 = 0.48 \text{ முழு எண் } 5 \\
 0.48 \times 8 = 3.84 = 0.84 \text{ முழு எண் } 3 \\
 0.84 \times 8 = 6.72 = 0.72 \text{ முழு எண் } 6 \\
 0.72 \times 8 = 5.76 = 0.76 \text{ முழு எண் } 5 \\
 0.76 \times 8 = 6.08 = 0.08 \text{ முழு எண் } 6
 \end{array}$$

எனவே $0.82_{10} \cong 643656_8$

எண்ணிலை முறை - பதின்ம எண்: (முழு எண்)

எண்ணிலை முறை எண்ணின் இட மதிப்பு 8 ஆகும். ஆகையால் ஓர் எட்டடிமான எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்ற அதன் ஒவ்வொரு எண்ணையும் அதன் இட மதிப்பால் பெருக்கி அதன் தொகையினை கூட்ட வேண்டும்.

எ.கா 275_8 என்ற எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று அதன் இட மதிப்புகள்:

$$\begin{array}{r}
 2 \ 7 \ 5 \\
 8^2 \ 8^1 \ 8^0
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \text{இணையான பதின்ம எண்} &= (2 \times 8^2) + (7 \times 8^1) + (5 \times 8^0) \\
 &= (2 \times 64) + (7 \times 8) + (5 \times 1) \\
 &= 128 + 56 + 5 \\
 275_8 &= 189_{10}
 \end{aligned}$$

எண்ணிலை முறை எண் - பதின்ம எண் (பின்னம்)

எ.கா : 0.65 என்ற எட்டடிமான எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று

$$\begin{array}{r}
 \text{இட மதிப்புகள்} \quad - \quad 6 \quad 5 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad 8^{-1} \quad 8^{-2} \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad (1/8) \quad (1/64)
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \text{சமமான பதின்ம எண்} &= (6 \times 8^{-1}) + (5 \times 8^{-2}) \\
 &= (6 \times 1/8) + (5 \times 1/64) \\
 &= (0.75) + (0.078125) \\
 0.65_8 &= 0.828125_{10}
 \end{aligned}$$

பதின்ம எண் - ஹெக்சா டெசிமல் (முழு எண்)

பதின்ம எண் - இரு நிலை எண் மாற்றும் பொழுது எந்த முறையானது கையாளப்பட்டதோ இதே முறைதான் இங்கேயும் பின்பற்றப்பட வேண்டும். அதாவது கொடுக்கப்பட்ட பதின்ம

எண்ணை 16 ஆல் கீழே காட்டியுள்ளவாறு வகுத்து, ஈவையும் மீதியையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

எ.கா : 4538 என்ற பதின்ம எண்ணை ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணாக மாற்று

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 4538} \\ 16 \overline{) 283} - 10 \\ 16 \overline{) 17} - 11 \\ \underline{1 - 1} \end{array}$$

$$\therefore 4538_{10} = 11\ 11\ 10_{16}$$

$$4538_{10} = 1\ 1\ B\ A_{16}$$

பதின்ம எண் - ஹெக்சா டெசிமல் (ரீன்னம்)

இந்த முறையில் பதின்ம எண்ணானது 16 ஆல் பெருக்கப்பட்டு அதன் முதல்பகுதி தனியே எடுத்து எழுதப்பட்டு மீதியானது மீண்டும் 16 ஆல் பெருக்கப்பட்டு கீழே காட்டியுள்ளவாறு எழுதப்படவேண்டும்

எ.கா. 0.935 பதின்ம எண்ணை ஹெக்சா டெசிமலாக மாற்று

0.935 x 16 = 14.96 = 0.96 முழு பகுதி	14	↓
0.96 x 16 = 15.36 = 0.36 முழு பகுதி	15	
0.36 x 16 = 5.76 = 0.76 முழு பகுதி	5	
0.76 x 16 = 12.16 = 0.16 முழு பகுதி	12	
0.16 x 16 = 2.56 = 0.56 முழு பகுதி	2	
0.56 x 16 = 8.96 = 0.96 முழு பகுதி	8	

$$\therefore 0.935_{10} = EF5C28_{16}$$

பதினாறு நிலை - பதின்ம எண் மாற்றம்

ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணின் இடமதிப்பு 16 ஆகும் ஆகவே கொடுக்கப்பட்ட ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணை 16 ன் இட மதிப்பில் பெருக்கி அதன் தொகையினை கூட்ட வேண்டும்.

எ.கா B 35 என்ற ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று

ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணின் இட மதிப்பு

அதாவது B 3 5

16² 16¹ 16⁰

$$\text{ஆகவே பதின்ம எண்} = (B \times 16^2) + (3 \times 16^1) + 5 \times 16^0$$

$$= (11 \times 256) + (3 \times 16) + (5 \times 1)$$

$$= (2816) + (48) + (5)$$

$$B \ 3 \ 5_{16} = 2869_{10}$$

ஹெக்சா டெசிமல் (பின்ன) எண்ணை - பதினம் எண்ணாக மாற்று

எ.கா $\cdot C5_{16}$ பதினம் எண்ணாக மாற்று

$$\text{இட மதிப்பு} = (C \times 16^{-1}) + (5 \times 16^{-2})$$

$$= (12 \times 16^{-1}) + (5 \times 16^{-2})$$

$$= (12 \times 1/16) + (5 \times 1/256)$$

$$= 0.75 + 0.0195312$$

$$\cdot C5_{16} = 0.7695312_{10}$$

எண்ணிலை முறை - இருநிலை எண் மாற்றம்

எண்ணிலை முறை எண்ணை இருநிலை எண்ணாக மாற்ற மிக எளிமையான முறையில் கையாளப்படுகிறது. 8 என்பது இருநிலைகளின் மூன்று படிக்களை கொண்டது (2^3) ஆகவே எண்ணிலை முறை எண்ணின் ஒவ்வொரு இலக்கத்தையும் தனியாக எடுத்து அதற்கு இணையான இருநிலை எண் மதிப்பை எழுதினால் மொத்த மதிப்பு கிடைத்துவிடும்.

எ.கா : 23_8 - இருநிலை எண்ணாக மாற்றுக

$$\begin{array}{cc} 2 & 3 \\ 010 & 011 \end{array}$$

தற்போது 23_8 ன் இருநிலை எண் மதிப்பு 010 011 (அ) 010 011 ஆகும்.

எட்டடிமான பின்ன எண்ணிற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு

எ.கா 357.54

$$\begin{array}{cccccc} 3 & 5 & 7 & . & 5 & 4 \end{array}$$

$$011 \ 101 \ 111 \ 101 \ 100$$

$$\therefore 357.54_8 = 011101111.101100_2$$

இருநிலை - எண்ணிலைமுறை எண்

இருநிலை எண்ணை எண்ணிலை முறை எண்ணாக மாற்றுவது முன்னர் பார்த்த முறைக்கு தலைகீழ் முறைகளும் கொடுக்கப்பட்ட இருநிலை எண்ணின் முழுப்பகுதியினை வலது பக்கத்திலிருந்து மூன்று, மூன்று தொடர்களாகவும், பின்னப்பகுதியினை இடது புறத்திலிருந்து மூன்று, மூன்று தொடர்களாகவும் பிரித்து அதற்குரிய மதிப்புகளை எழுத வேண்டும்.

பிரிக்கும் பொழுது எந்தப் புறத்தில் மூன்றுக்கும் குறைவாக இருந்தாலும் பூஜ்ஜியங்களை உடன் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

எ.கா : 10110111.10111_2

10110111.10111

10110111.10111

இதை மூன்று இருநிலை எண்கள் கொண்ட தொடராக மாற்ற பூஜ்ஜியங்கள் சேர்த்தால்.

010110111.101110

தற்போது இவற்றின் மதிப்பு

$\frac{010110111}{2} \cdot \frac{101110}{56}$

$10110111.10111_2 = 267.56_8$

எட்டடிமான எண்	இணையான இருநிலை எண்
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

பதினாறு நிலை - இருநிலை எண்

பதினாறு நிலை எண்ணின் இட மதிப்பு 16 ஆகும் இருநிலை எண்ணின் இட மதிப்பு 2 ஆக பதினாறு நிலை எண்ணின் இட மதிப்பை இருநிலை எண்ணிலிருந்து நோக்கினால் நான்காவது படியில் உள்ளது. அதாவது $2^4 = 16$. எனவே பதினாறு நிலை மாற்றத்தில் ஒவ்வொரு பதினாறு நிலை எண்ணையும் 4 இலக்கங்கள் கொண்ட இருநிலை எண்ணாக மாற்றி, இணைத்து எழுத வேண்டும்.

எ.கா

6 C 4 . 0 9

0111 1100 0100 . 1101 1001

குறிப்பு : முழுப்பகுதியில் இடது புறம் உள்ள பூஜ்ஜியங்களை நீக்கி விடலாம்.

$\therefore 6C4.09_{16} = 11111000100.11011001_2$

இரு நிலை எண் - பதினாறு நிலை எண்

பதினாறு நிலை எண் - இருநிலை எண் மாற்றத்தின் தலை கீழ் முறையே. இதில் நான்கு நான்காக பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

எ.கா $11011000100 \cdot 11011001_2$ என்ற இருநிலை எண்ணை பதினாறு நிலை எண்ணாக மாற்று

$$11011000100 \cdot 1101100$$

இதில் பூஜ்ஜியங்களை சேர்க்க

$$\begin{array}{ccc} \underline{0100} & \underline{1100} & \underline{0100} \\ 6 & C & 4 \end{array} \cdot \begin{array}{cc} \underline{1101} & \underline{1001} \\ D & 9 \end{array}$$

$$\therefore 11011000100 \cdot 1101100_2 = 6C4 \cdot D9_{16}$$

பதினாறு நிலை எண்	இணையான இருநிலை எண்
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

பதின்ம எண் - BCD மாற்றம்

இந்த முறையில் ஒவ்வொரு பதின்ம எண்ணும் அதற்கிணையான 4 இலக்க இருநிலை எண்ணாக மாற்றப்பட வேண்டும்.

எ.கா . 971 என்ற பதின்ம எண்ணை BCD எண்ணாக மாற்று

4 இலக்கங்களைக் கொண்ட இருநிலை எண்ணாக மாற்று

9 7 1
1001 0111 0001

∴ $971_{10} = 100101110001_{BCD}$

BCD பதின்ம எண் முறை

இதில் கொடுக்கப்பட்ட BCD எண்ணானது வலது புறத்திலிருந்து 4 ஆக பிரித்து அதற்கு இணையான பதின்ம எண்ணை எழுத வேண்டும்.

எ.கா 100001010001 என்ற BCD எண்ணிற்கு இணையான பதின்ம எண்

$\frac{1000}{8}$ $\frac{0101}{5}$ $\frac{0001}{1}$

$100001010001_{BCD} = 851_{10}$

8.3. லாஜிக் கேட்டுகள் (Logic Gates)

ஒன்று மற்றும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உள்ளீட்டு சிக்னல்களையும், ஒரே ஒரு வெளியீட்டு சிக்னலையும் மட்டும் கொண்டிருக்கும் டிஜிட்டல் சுற்றுகள் “லாஜிக் கேட்” என்றழைக்கப் படுகிறது.

லாஜிக் கேட்டுகள் ஒரு சுவிட்சைப் போல் செயல்படுவதால், அதன் வெளியீடு இரண்டே. இரண்டு நிலைகளை (உயர்நிலை (1) தாழ்நிலை (0)) மட்டுமே கொண்டதாக இருக்கும். அதாவது ஆன் நிலை (ON State) அல்லது ஆஃப் நிலை (Off State) ஒரு லாஜிக் கேட்டின் வெளியீடு உயர்நிலை (1) அல்லது தாழ்நிலை (0) என்பது உள்ளீட்டை பொறுத்து அமையும்.

கீழ்க்காணும் சுற்றானது சுவிட்சுகளைக் கொண்டு செயல்படும் லாஜிக் கேட் அமைப்பை காட்டுகிறது.

i) சுவிட்ச் S_1 மற்றும் S_2 திறந்திருந்தால் - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

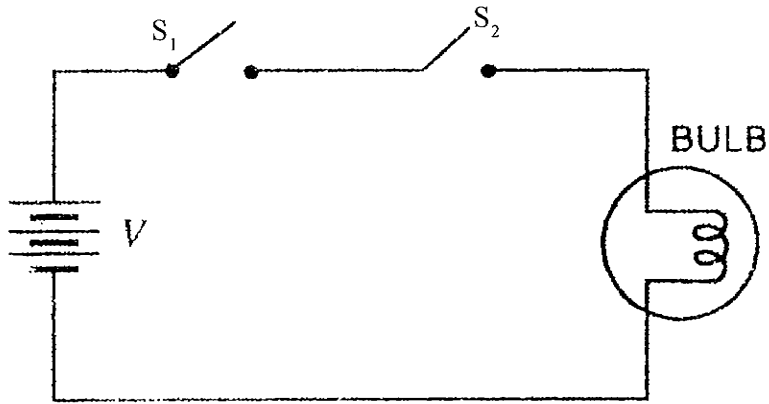
ii) சுவிட்ச் S_1 மூடியவை S_2 திறந்திருந்தால் - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

iii) சுவிட்ச் S_1 திறந்திருக்கும் S_2 மூடியநிலை - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

iv) சுவிட்ச் S_1 மூடிய நிலை S_2 மூடிய நிலை - பல்பு ஆன் நிலையில் உள்ளது.

வெளியீடு ஆன் மற்றும் ஆஃப் நிலை, உள்ளீட்டைப் பொறுத்தே அமைந்துள்ளதை கவனிக்க.

கீழே உள்ள அட்டவணையில் S_1 மற்றும் S_2 இரண்டு ஸ்விட்ச்களின் நான்கு செயல்பாட்டு கலவைகள் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரண்டு ஸ்விட்ச்களுமே திறந்த நிலையில் பல்பு ஆஃப் நிலையில் உள்ளது. இதை இருநிலை மொழியில் (Binary language) கூற வேண்டுமென்றால் இரண்டு உள்ளீட்டில் ஏதாவது ஒன்றோ அல்லது இரண்டுமோ தாழ்நிலையில் இருந்தால் வெளியீடு தாழ்நிலையில் இருக்கும். இரண்டு ஸ்விட்ச்களுமே ஆன் நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடானது உயர்நிலை பெறுகிறது. இருநிலை மொழியில் கூற வேண்டுமென்றால் இரண்டு உள்ளீடுகளுமே உயர்நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடானது உயர்நிலை பெறும். கீழே உள்ள அட்டவணையானது உள்ளீட்டு நிலைகளையும், அதனை சார்ந்த வெளியீட்டையும் காட்டுகிறது. இதுவே உண்மை அட்டவணை (Truth Table) எனப்படுகிறது.



அட்டவணை

S_1	S_2	Bulb
open	open	OFF
open	closed	OFF
closed	open	OFF
closed	closed	ON

(ii)

S_1	S_2	Output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(iii)

படம் 8.3 (1)

பொதுவாக லாஜிக் (Logic) என்கிற வார்த்தை முடிவெடுக்கும் செயல்பாட்டினை குறிக்கக் கூடியது. லாஜிக் கேட்டுகளின் முடிவெடுக்கும் தன்மை அதன் உள்ளீட்டைச் சார்ந்த வெளியீட்டின் அடிப்படையில் அடைந்துள்ளதால், இந்த வகை சுற்றுகள் லாஜிக் சுற்றுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

அடிப்படை கேட்டுகள் (Basic Gates)

ஒரு லாஜிக் கேட் என்பது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உள்ளீட்டு சிக்னல்களையும் ஒரே ஒரு வெளியீட்டு சிக்னலையும் மட்டுமே கொண்ட சுற்றாகும். அனைத்து லாஜிக் கேட்டுகளுமே உண்மை அட்டவணை அடிப்படையில் சோதிக்கப்படுகின்றன. உண்மை

அட்டவணை என்பது எல்லா வகையான உள்ளீட்டு கலவையும், அதற்கு இணையான வெளியீட்டையும் கொண்டது. இன்றைய பயன்பாட்டில் உள்ள அனைத்து வகை டிஜிட்டல் சுற்றுகளையும் உருவாக்கும் அடிப்படை லாஜிக் கேட்டுகளாக கீழ்க்காணும் இந்த கேட்டுகள் உள்ளன. அவை (i) OR கேட் (ii) AND கேட் மற்றும் (iii) NOT கேட் .

அடுத்த லாஜிக்கேட்டுகளைப் பொறுத்த மட்டில் கீழ்க்காணும் குறிப்புகள் பயனுள்ளவையாக இருக்கும்

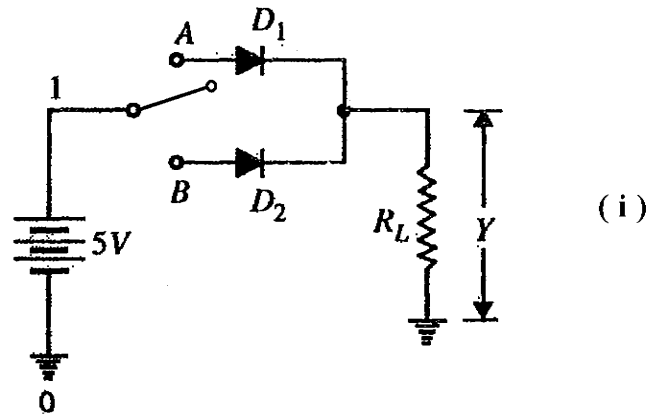
- i) இருநிலை முறையில் '0' வானது 0Vயையும் இருநிலை 1 ஆனது +5V குறிக்கிறது. மேலும் '0' ஆனது தாழ்நிலை என்றும் '1' ஆனது உயர்நிலை என்றும் குறிக்கப்படுகிறது.
- ii) லாஜிக் கேட் ஒரே ஒரு வெளியீட்டை மட்டுமே கொண்டது. வெளியீடானது உள்ளீட்டு சிக்னல்களையும், கேட்டுகளின் வகையினையும் பொறுத்தது.
- iii) லாஜிக் கேட்டுகளின் செயல்பாட்டினை உண்மை அட்டவணை அல்லது பூலியன் இயற்கணிதம் மூலம் விளக்கலாம்.

OR கேட்

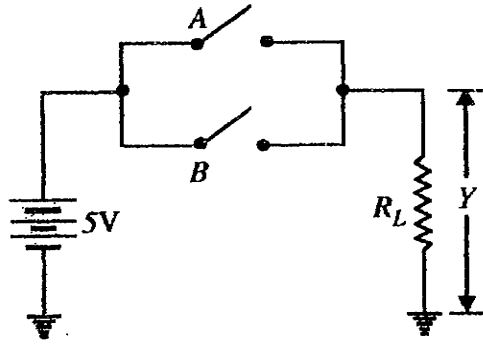
OR கேட் என்பது இரண்டு மற்றும் அதற்கு மேற்பட்ட உள்ளீடுகளையும், ஒரே ஒரு வெளியீட்டையும் கொண்டது. அனைத்து உள்ளீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருக்கும் போது OR கேட்டின் வெளியீடு 'Y' யும் தாழ்நிலையில் இருக்கும். உள்ளீடு ஏதாவது ஒன்றோ அல்லது அனைத்துமோ உயர்நிலையில் இருந்தால் வெளியீடு 'Y' உயர்நிலையில் இருக்கும்.

OR கேட் செயல்பாடு

கீழே உள்ள படமானது 2 உள்ளீடுகளைக் கொண்ட OR கேட்டின் கட்டமைப்பைக் காட்டுகிறது. உள்ளீடு மின்னழுத்தங்களானது A மற்றும் B எனவும், வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது 'Y' என்றும் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. தரையிடப்பட்ட பேட்டிகளின் -Ve முனையானது தாழ்நிலையை (0 state) குறிப்பதாகும். பேட்டரியின் +Ve முனையானது (+5V) உயர்நிலை (High State 1) குறிப்பதாகும். இதில் நான்கு உள்ளீடு - வெளியீடு வாய்ப்புகள் உள்ளன. அவை பின்வருமாறு.



படம். 8.3. (2) (i)



(ii)

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

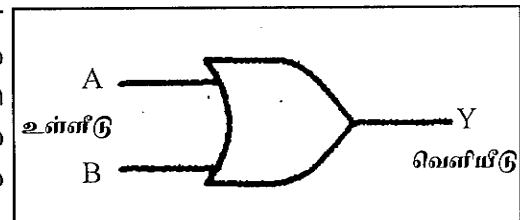
(iii)

படம். 8.3. (2)

- (i) முனை A மற்றும் B ஆனது தரையிடப்பட்டிருந்தால், இரண்டு டையோடுகளும் கடத்தாத நிலையில் இருக்கும். ஆகவே வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியமாகவே (குறைந்த மின்னழுத்தம்) இருக்கும். இதை இருநிலை கூற்றில் (Binary Terms) சொல்ல வேண்டுமென்றால் உள்ளீடு $A=0$ மற்றும் $B=0$ என்றால் வெளியீடு $Y=0$. உண்மை அட்டவணை இவற்றை தெளிவாக விளக்குகிறது படம்.
- (ii) முனை 'A' தரையிடப்பட்டும், முனை 'B' பேட்டரியின் +ve முனையோடு இணைக்கப்பட்டால் டையோடு D_2 முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டையோடு ' D_1 ' கடத்தாத நிலையிலிருக்கும். டையோடு ' D_2 ' கடத்த, அதன் வெளியீடானது +5V மின்னழுத்தமாக இருக்கும். இதை இருநிலை கூற்றில் நோக்கினால் உள்ளீடுகள் $A=0, B=1$ வெளியீடு $Y=1$ (படம். 8.3.(2) (ii)).
- (iii) முனை A பேட்டரியின் +ve வுடன் இணைக்கப்பட்டும் முனை 'B' தரையிடப்பட்டும் இருத்தல். இந்நிலையில் ' D_1 ' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய ' D_2 ' கடத்தாத நிலையிலிருக்கும். டையோடு ' D_1 ' வெளியீடாக +5V கிடைக்கும். இருநிலைக் கூற்றில் கூறினால் உள்ளீடுகள் $A=1, B=0$ வெளியீடு $Y=1$ படம். 8.3. (2) (iii)
- (iv) தற்போது இரு முனைகளும் பேட்டரியின் +ve முனையோடு இணைக்கப்பட, இரண்டு டையோடுகளும் (D_1, D_2) முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைகிறது. டையோடுகள் இரண்டும் பக்க இணைப்பின் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், வெளியீடு +5v மட்டும் கிடைக்கும். படம். 8.3. (2) (iv) அதாவது இருநிலைக் கூற்றில் உள்ளீடுகள் $A=1, B=1$ என்றால் வெளியீடு $Y=1$.

எனவே OR கேட்டைப் பொறுத்தவரை, ஏதாவது

ஒரு உள்ளீடோ அல்லது அனைத்துமோ உயர் நிலையில் இருக்கும்போது வெளியீடு உயர்நிலையில் இருக்கும். வெளியீடு தாழ்நிலை பெற வேண்டுமென்றால், அனைத்து உள்ளீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருக்க வேண்டும். இந்த கூற்றை உண்மை அட்டவணை தெளிவாக்குகிறது.



படம் 8.3 (3)

படம் 8.3 (3) OR கேட்டின் குறியீட்டைக் காட்டுகிறது.

பூலியன் வரைவு (Boolean Expression)

லாஜிக்கல் செயல்பாடுகளை குறியீட்டின் மூலம் விவரிப்பதே பூலியன் வரைவு எனப்படும். பூலியன் விரைவில் உள்ள '+' குறியீடு லாஜிக்கல் 'OR' செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. 'OR' செயல்பாட்டின் பூலியன் வரைவு.

$$A + B = Y$$



OR குறியீடு

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

அருகிலுள்ள அட்டவணையானது உள்ளீடுகளின் வாய்ப்புகளை காட்டுகிறது.

$$\begin{aligned} \text{இதன்படி} \quad 0 \text{ OR } 0 &= 0 \\ 0 \text{ OR } 1 &= 1 \\ 1 \text{ OR } 0 &= 1 \\ 1 \text{ OR } 1 &= 1 \end{aligned}$$

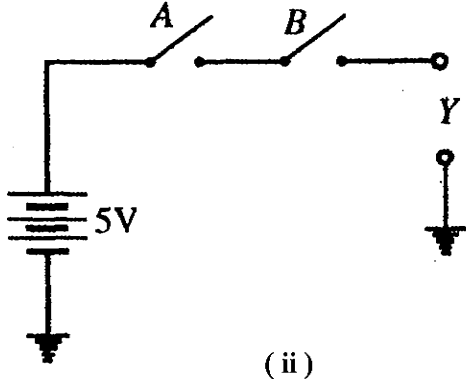
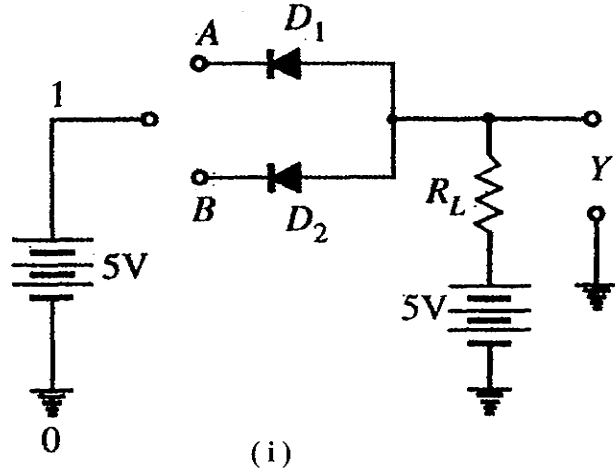
AND கேட்

AND கேட் என்பது மற்றுமொரு லாஜிக் கேட்டாகும். இது ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட உள்ளீடுகளையும் ஒரே ஒரு வெளியீட்டையும் கொண்டது AND கேட்டின் அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர்நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடு 'Y' ஆனது உயர்நிலையில் இருக்கும். மேலும், ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு தாழ்நிலையில் இருந்தாலும் வெளியீடு தாழ்நிலையில்தான் இருக்கும்.

AND கேட்டின் செயல்பாடு

படம் 8.3. (4) (i) ஆனது இரண்டு உள்ளீடுகளைக் கொண்ட AND கேட் அமைப்பை காட்டுகிறது. இதில் நான்கு உள்ளீடு - வெளியீடு வாய்ப்புகள் உள்ளன. அவை.

- உள்ளீடுகள் A மற்றும் B தரையிடப்பட்டிருந்தால், டையோடு D1 மற்றும் D2 இரண்டுமே முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, அவைகள் கடத்தும் நிலைக்கும் செல்லும். ஆனால் இந்த இரண்டு டையோடுகளும் தரையிடப்பட, வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியம் ஆகும். உண்மை அட்டவணைப்படி இருநிலையில் கூற வேண்டுமானால், உள்ளீடுகள் $A = 0, B = 0$ வெளியீடு $y = 0$
- உள்ளீடு 'A' ஆனது தரையிடப்பட்டும், உள்ளீடு 'B' ஆனது பேட்டரியின் +ve முனையோடும் இணைக்கப்பட்டால், டையோடு 'D₁' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய டையோடு



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(iii)

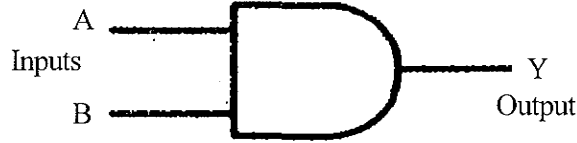
படம். 8.3. (4)

'D₂' கடத்தா நிலையில் இருக்கும். டையோடு 'D' கடத்தும் நிலைக்கு சென்றாலும், தரையிடப்பட்டுவிடுகிறது. ஆகவே இந்நிலையிலும் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியம் தான் இருக்கும். இரு நிலையில் (Binary) கூறினால் உள்ளீடுகள் A = 0, B = 1 வெளியீடு Y = 0.

- iii) உள்ளீடு 'A' பேட்டரியின் +ve முனையோடு இணைக்கப்பட, உள்ளீடு 'B' ஆனது தரையிடப்படுதல். இந்நிலையில் டையோடு 'D₂' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டையோடு 'D₁', 'D₂' முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டையோடு 'D₂' கடத்தா நிலையில் இருக்கும். டையோடு 'D₁' கடத்தும் நிலைக்கு சென்றாலும் தரையிடப்பட்டு விடுகிறது. ஆகவே இந்நிலையிலும் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்ஜியம்தான் இருக்கும். இதனை இரு நிலையில் (Binary form) கூறினால், உள்ளீடுகள் A = 1, B = 0 வெளியீடு Y = 0.
- (iv) உள்ளீடுகள் A மற்றும் B இரண்டுமே பேட்டரியின் +ve முனையோடு இணைக்கப்படுதல். இந்நிலையில் இந்த இரு டையோடுகளுமே கடத்தாத நிலையில் இருக்கும். இதன் விளைவாக லோடு ரெசிஸ்டர் 'R_L' மின்னோட்டம் எதுவும் பாயாததால் அதன் வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது +5V ஆக இருக்கும்.

அதாவது உள்ளீடுகள் $A = 1, B = 1$ வெளியீடு $Y = 1$

உண்மை அட்டவணையின் அடிப்படையில் பார்த்தால் 'AND' கேட்டை பொறுத்தவரை உள்ளீடுகள் அனைத்துமே உயர் நிலையில் இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடானது, உயர்நிலையில் இருக்கும். மற்ற அனைத்து நிலைகளிலும் வெளியீடானது பூஜ்ஜியத்தில் தான் இருக்கும்.



A	.	B	=	Y
0	.	0	=	0
0	.	1	=	0
1	.	0	=	0
1	.	1	=	1

படம். 8.3. (5)

படம் 8.3 (5) ஆனது 'AND' கேட்டின் குறியீட்டை காட்டுகிறது.

பூலியன் வரைவு (Boolean Expression)

'AND' செயல்பாட்டின் பூலியன் வரைவு

$$A \cdot B = Y$$



AND குறியீடு

. என்பது கணித அடிப்படையில் பெருக்கும் தன்மையையும் (multiplication), லாஜிக் கேட்டுகளில் AND செயல்பாட்டையும் குறிக்கும் அருகிலுள்ள அட்டவணை உள்ளீடுகளின் வாய்ப்புகளை காட்டுகிறது. அட்டவணை சொல்வது 0 (AND) உடன் எந்த மாறி பெருக்கப்பட்டாலும் அதன் மதிப்பு 0 ஆகும்.

1. AND 1 சேர்த்தால் அது அதாவது (1.1) சமம் 1

AND செயல்பாட்டினை கீழ்க்கண்டவாறு கூறலாம்.

$$0 \text{ AND } 0 = 0$$

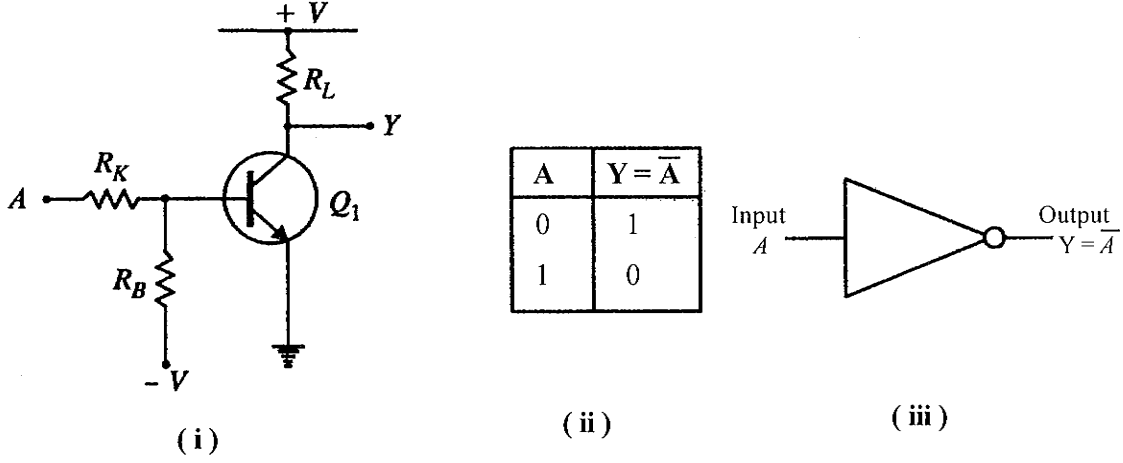
$$0 \text{ AND } 1 = 0$$

$$1 \text{ AND } 0 = 0$$

$$1 \text{ AND } 1 = 1$$

NOT கேட் அல்லது தலைகீழாக்கி (Inverter)

இந்த 'NOT' கேட் அல்லது தலைகீழாக்கி ஓர் மிக எளிய லாஜிக் கேட்பாகும். இது ஒரு உள்ளீட்டையும், ஒரு வெளியீட்டையும் மட்டுமே கொண்டது. பொதுவாக 'NOT' கேட்டானது தலைகீழாக்கி (Inverter) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஏனென்றால் இது தரப்படும் உள்ளீட்டை தலைகீழாக மாற்றித் தரும்.



படம். 8.3. (6)

படம் 8.3 (6) (i) ஆனது ஓர் (இன்வெர்ட்டர்) தலைகீழாக்கி சுற்றை காட்டுகிறது. முனை 'A' ஆனது தரையிடப்பட்டால், டிரான்சிஸ்டர் ' Q_1 ' பேஸ் ஆனது நெகட்டிவ் தன்மையைப் பெறுகிறது. இந்த நெகட்டிவ் தன்மை காரணமாக டிரான்சிஸ்டர் கடத்தா நிலைக்கு செல்ல கலெக்டர் மின்னோட்டம் பூஜ்ஜியமாகும். ஆனால் அதன் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் $+V$ வேண்டும்.

இரு நிலையில் (Binary Terms) கூறினால் உள்ளீடு $A = 0$ என்ற நிலையில் வெளியீடு $Y = 1$ ஆகும்.

அடுத்த செயல்பாடாக முனை 'A' அதிக அளவு $+ve$ மின்னழுத்தமானது தரப்படும் போது, டிரான்சிஸ்டரின் பேஸ் முனையானது முன்னோக்கு சார்பு நிலையை அடைய, டிரான்சிஸ்டர் கடத்தும் நிலைக்குச் செல்கிறது. ஆகவே வெளியீட்டு மின்னழுத்தமானது பூஜ்ஜியமாகும்.

இருநிலை கூற்றின் அடிப்படையில் உள்ளீடு $A = 1$ என்றால் வெளியீடு $Y = 0$ ஆகும். படம் 8.3 (6) (ii) ஆனது தலைகீழாக்கியின் உண்மை அட்டவணையைக் காட்டுகிறது. அதாவது தலைகீழாக்கி (இன்வெர்ட்டர்) முனை உள்ளீட்டில் தரப்படுவது எதுவாக இருந்தாலும், வெளியீடானது அதற்கு எதிரானதாக இருக்கும். உள்ளீடு '0' என்றால் வெளியீடு '1' ஆகவும், உள்ளீடு '1' ஆக இருப்பதால் வெளியீடு '0' ஆகவும் இருக்கும்.

படம் 8.3 (6) (iii) ஆனது 'NOT' கேட்டின் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. குறியீட்டின் முனையில் அமைந்துள்ள ஒரு சிறிய வட்டமானது தலைகீழ் செயல்பாட்டை குறிக்கிறது. பூலியன் வரையறைபடி 'NOT' செயல்பாடு

$$Y = \bar{A}$$

உள்ளீடு A யின் மேல் உள்ள '-' ஆனது தலைகீழாக்கும் செயல்பாட்டை குறிக்கிறது.

உள்ளீடு $A = 0$, வெளியீடு $Y = 0$ அல்லது $Y = 1$

உள்ளீடு $A = 1$, வெளியீடு $Y = 1$ அல்லது $Y = 0$

பூலியின் இயற்கணிதம்

டிஜிட்டல் சுற்றுகள் இருநிலை எண்களின் கணக்கீடுகளை 1 மற்றும் 0வைக் கொண்டு செயலாற்றுகின்றன. இந்த கணக்குகள் அல்லது செயல்பாடுகள் லாஜிக்கல் கூற்று அல்லது லாஜிக்கல் செயல்பாடுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

குறியீட்டின் மூலம் லாஜிக்கல் செயல்பாட்டை விவரிக்கும் கணித முறைக்கு பூலியின் இயற்கணிதம் என்று பெயர். இதை பூலியன் என்ற இங்கிலாந்து கணித மேதை உருவாக்கினார். பூலியின் இயற்கணிதம் என்பது, குறிப்பிட்ட கோட்பாடுகளையும், தேற்றங்களையும் கொண்ட தொகுப்பு. இவற்றின் லாஜிக்கல் செயல்பாடுகளை - குறியீடுகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட சமன்பாடுகளின் மூலமாகவும் கணித முறையிலும் விளக்கலாம்.

பொதுவாக இயற்கணிதத்தில் எழுத்துக்கள் A, B, C ஆகியவை மாறிகளாக (variables) கருதப்படும். ஆனால் இங்கு பூலியன் இயற்கணிதத்தில் பூலியன் மாறிலி மற்றும் மாறிகள் இரண்டே மதிப்புகளை மட்டுமே கொண்டது. அவை 0 மற்றும் 1. இவற்றை இணைப்பதற்கு நான்கு குறியீடுகளானது பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவை

- i) சமக்குறி (=)
- ii) கூட்டல் குறி (+)
- iii) பெருக்கல் குறி (.)
- iv) மேல்கோடு (-)

மேற்காணும் குறியீடுகளின் பூலியன் இயற்கணிதத்தில் எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்று பார்ப்போம்.

i) சமக்குறி (=)

பூலியன் இயற்கணிதத்தில் பயன்படுத்தப்படும் சமக்குறியானது பொதுவான கணித முறையில் பயன்படுத்தும் குறியீட்டைப் போன்றதே ஆகும். சொல்லப் போனால் சமக்குறிக்கு ஒரு புறம் உள்ள மதிப்பு மறுபுறம் உள்ள மதிப்பிற்கு இணையானது. உதாரணமாக இரு மாறிகள் A, B தரப்படுவதாக எடுத்துக் கொண்டால், $A = B$ என்ற நிலையில், $A = 1$ எனில் $B = 1$ என்றும், $A = 0$ எனில் $B = 0$ ஆகும்.

ii) கூட்டல் குறி (+)

பூலியன் இயற்கணிதத்தில் இந்த கூட்டல் குறியானது லாஜிக்கல் 'OR' செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் $A + B = 1$ என்ற வரைவு தரும் பொருள் $A \text{ or } B = 1$ அதாவது $A = 1$ அல்லது $B = 1$ அல்லது இரண்டுமே '1'க்கு சமம்.

iii) பெருக்கல் குறி (.)

பூலியன் இயற்கணிதத்தில் (.) குறியானது AND செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. அதாவது $A.B = 1$ என்னும் சமன்பாடு பூலியன் கணிதத்தில் $A \text{ AND } B = 1$ என்பதை குறிப்பதாகும்.

அப்படியானால் $A = 1$ மற்றும் $B = 1$ ஆகும். செயல்பாடு $A.B$ ஆனது பொதுவாக இடையில் இருக்கும் புள்ளி $(.)$ நீக்கப்பட்டு AB என்று வழக்கத்தில் குறிக்கப்படுகிறது.

iv) மேல்கோடு (-)

பூலியன் கணிதத்தில் மேல்கோடு (-) ஆனது NOT செயல்பாட்டை குறிக்கக்கூடியது. NOT செயல்பாடு, தரப்படும் மதிப்பிற்கு தலைகீழ் மதிப்பை தரும் தன்மை கொண்டது.

அதாவது $A = 1$ என்றால் $\bar{A} = 0$

பூலியன் தேற்றங்கள் (Boolean Theorems)

பூலியன் வரைவுகளை எளிதாக கணக்கிடும் நோக்கில், சில அடிப்படை பூலியன் தேற்றங்களானது உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இது நம் வசதிக்காக இரண்டு பிரிவுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

i) ஒரு-மாறி தேற்றங்கள் (Single variable Theorems)

ii) பல-மாறி தேற்றங்கள் (Multi variable Theorems)

இவற்றைப் பற்றி சற்று விரிவாகப் பார்ப்போம்.

i) ஒரு மாறி தேற்றங்கள்

ஒரே ஒரு உள்ளீட்டை மட்டுமே கொண்டிருக்கக்கூடிய லாஜிக் கேட்டிற்கு மட்டுமே இந்த தேற்றமானது பொருந்தும். உள்ளீடுகளில் ஒன்று மட்டுமே மாறியாக கொண்டிருக்கக்கூடிய லாஜிக் கேட்டிற்கு இந்த தேற்றமானது பொருந்தும்.

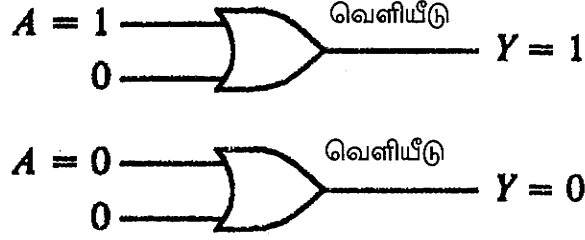
கீழே உள்ள அட்டவணையானது ஒரு மாறி கொண்ட பூலியன் தேற்றங்களைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை 8.3 (1)

தேற்றம் 1 :	$A + 0 = A$
தேற்றம் 2 :	$A . 1 = A$
தேற்றம் 3 :	$A + \bar{A} = 1$
தேற்றம் 4 :	$A . \bar{A} = 0$
தேற்றம் 5 :	$A + A = A$
தேற்றம் 6 :	$A . A = A$
தேற்றம் 7 :	$A + 1 = 1$
தேற்றம் 8 :	$A . 0 = 0$
தேற்றம் 9 :	$\bar{\bar{A}} = A$

தேற்றம் 1 : $(A + 0 = A)$

இந்த தேற்றமானது மாறி A உடன் 0வை சேர்ப்பதன் (ORing) மூலம் சரிபார்க்கப்படுகிறது. படம் 8.3 (7) இதைக் காட்டுகிறது.



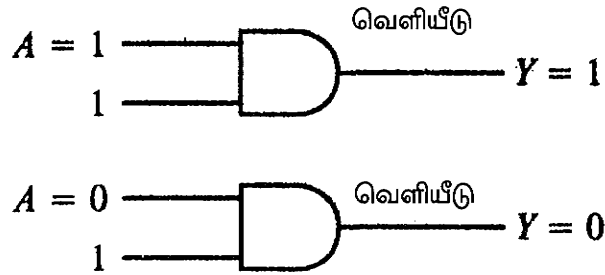
படம் 8.3 (7)

OR கேட்டின் ஒரு உள்ளீடானது எப்போதும் '0'வை கொண்டிருப்பதாகவும் மற்றொரு உள்ளீடு 1 அல்லது 0 வாகவும் இருக்கும்.

Aன் மதிப்பு 1 என்றால், வெளியீடு மதிப்பும், 1 ஆகும். அதாவது A யின் மதிப்பாகும். 'A' ன் மதிப்பு '0' தரப்படும் போது வெளியீட்டில் '0' கிடைக்கிறது. அதாவது 'A' யின் மதிப்பாகவே உள்ளது. ($A = 0$). ஆகவே எந்த ஓர் மாறியுடன் '0' சேர்ந்தால் (ORed) கிடைக்கும் விடை அந்த மாறியின் மதிப்பாகவே இருக்கிறது.

இதை மிக சுலபமாக நினைவில் வைத்துக் கொள்ளலாம். எந்த மதிப்போடு '0' சேர்ந்தாலும் அந்த மதிப்பில் மாற்றம் ஏதும் நிகழாது என்பது சாதாரண கணிதக் கூட்டலில் உள்ளது போல் இந்த பூலியன் கூட்டலிலும் தெளிவாகிறது.

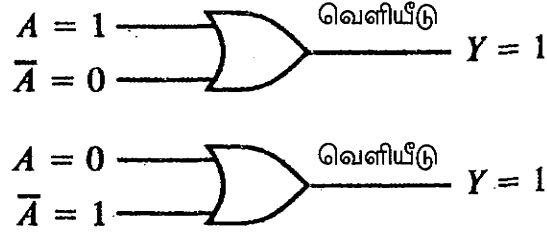
தேற்றம் 2 : $A \cdot 1 = A$



படம் 8.3 (8)

இத்தேற்றமானது மாறி A உடன் '1' சேர்ப்பதன் மூலம் சரிபார்க்கப்படுகிறது. இதைப் படம் 8.3 (8) காட்டுகிறது. AND கேட்டின் ஒரு உள்ளீடானது எப்போதும் 1 ஆகவும், மற்றொரு உள்ளீட்டின் மதிப்பு 1 அல்லது 0 ஆக தரப்படுவதாக கொண்டால், உள்ளீடு A மதிப்பு 0 என்றால் AND கேட்டின் வெளியீடு 1 ஆக இருக்கும். ஏனென்றால் இரண்டு உள்ளீடுகளுமே '1' பெற்றுள்ளது: Aன் மதிப்பு 0 தரப்பட்டால் AND கேட்டின் வெளியீடும் 0 ஆகும். எனவே எந்த ஓர் மாறியும் 1 உடன் பெருக்கப்பட்டால் (AND ed) கிடைப்பது அந்த மாறியின் மதிப்பே ($A \cdot 1 = A$). இதுவும் ஒரு சாதாரணக் கணிதப்பெருக்கல் போலவே உள்ளதால் எளிமையாக நினைவில் வைத்துக் கொள்ளலாம்.

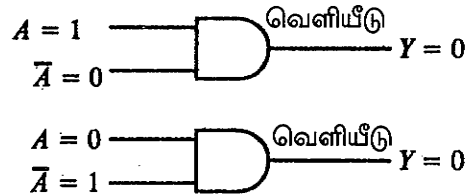
தேற்றம் 3 : $(A + \bar{A} = 1)$



படம் 8.3 (9)

மாறி 'A' யின் மதிப்பையும் அதன் தலைகீழ் மதிப்பையும் (A) சேர்த்தால் கிடைக்கும் விடை எப்போதும் 1 ஆகவே இருக்கும். 'A' யின் மதிப்பு 0 என்றால் $0 + 0 = 0 + 1 = 1$. A யின் மதிப்பு 1 என்றால் $1 + \bar{1} = 1 + 0 = 1$. படம் 8.3 (9) இதை தெளிவாக காட்டுகிறது.

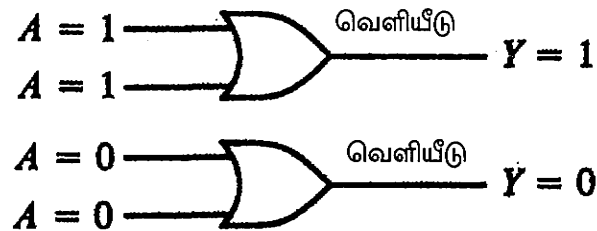
தேற்றம் 4 : $(A \cdot \bar{A} = 0)$



படம் 8.3 (10)

இந்த தேற்றம் கூறுவது மாறி 'A' யுடன் அதன் தலைகீழ் பெருக்கப்பட்டால் (AND ed) அதன் விடை பூஜ்யமாகும். இது மிக எளிமையானது. ஏனென்றால் A அல்லது A எப்போதும் 0 வாக இருக்கும். எனவே AND கேட்டின் ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு 0 என்றாலும் அதன் வெளியீடு 0 வாகவே இருக்கும். படம் 8.3 (10) இதை தெளிவாக்குகிறது.

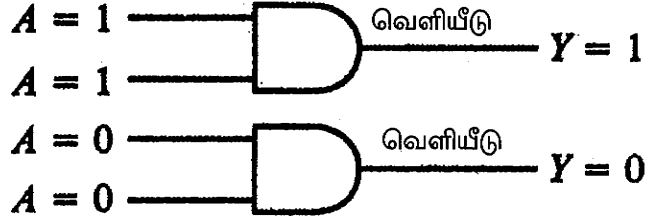
தேற்றம் 5 : $(A + A = A)$



படம் 8.3 (11)

இத்தேற்றம் கூறுவது, மாறி A ஆனது அதனுடனே கூட்டப்பட்டால் (OR ed), வெளியீடு அந்த மாறிக்கு சமமானது. ஆக Aயின் மதிப்பு 0 என்றால் $0 + 0 = 0$ மற்றும் Aயின் மதிப்பு 1 என்றால், $1 + 1 = 1$ அதாவது A ஆகும். படம் 8.3 (11)இதை விளக்குகிறது.

தேற்றம் 6 : ($A \cdot A = A$)



படம் 8.3 (12)

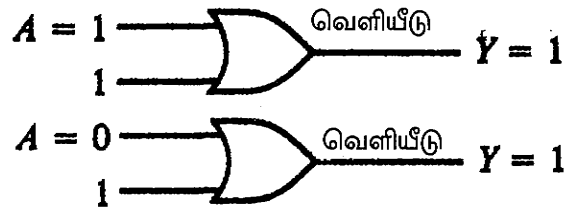
இத்தேற்றம் கூறுவது, மாறி A ஆனது மதிப்பு அதனுடனே பெருக்கப்பட்டால் (AND ed) கிடைக்கும் அந்த மாறிக்கு இணையானது.

எ.கா. $A = 0$ என்றால் $0 \cdot 0 = 0$

$A = 1$ என்றால் $1 \cdot 1 = 1$

இரு நிலைகளிலும் AND கேட்டின் வெளியீடானது 'A' யின் மதிப்பையே கொண்டுள்ளது. படம் இதனை தெளிவாக்குகிறது.

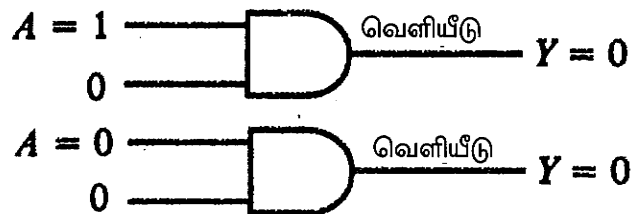
தேற்றம் 7 : ($A + 1 = 1$)



படம் 8.3 (13)

இத்தேற்றம் கூறுவது மாறி A உடன் 1 ஆனது கூட்டப்பட்டால் (OR ed) வெளியீடானது 1க்கு சமமாக இருக்கும். படம் 8.3 (13) இதனை விளக்குகிறது. OR கேட்டின் ஒரு உள்ளீடானது எப்போதும் 1 ஆகவும் மற்றொரு உள்ளீடு A, 1 அல்லது 0 வாகவும் இருக்கும். OR கேட்டின் ஒரு உள்ளீடு 1 ஆக இருக்கும்நிலையில், மற்றொரு உள்ளீட்டின் (A) மதிப்பு எதுவாக இருந்தாலும் வெளியீடு 1 ஆகவே இருக்கும்.

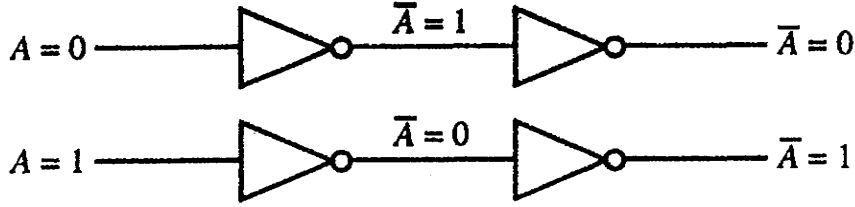
தேற்றம் 8 : ($A \cdot 0 = 0$)



படம் 8.3 (14)

மாறி A உடன் 0வை பெருக்கினால் (AND ed) கிடைக்கும் வெளியீடு 0 ஆகும். AND கேட்டின் ஒரு உள்ளீடு 0 ஆக இருக்கும் நிலையில் மற்றொரு உள்ளீடு Aன் மதிப்பு எப்படி இருந்தாலும் அதன் வெளியீடு 0 ஆகவே இருக்கும். படம் 8.3 (14) இதனை விளக்குகிறது.

தேற்றம் 9 : ($\overline{\overline{A}} = A$)



படம் 8.3 (15)

இத்தேற்றம் கூறுவது, மாறி A யின் மதிப்பை இரு முறை புரட்டி போட்டால் (தலைகீழி) அமைத்தால் கிடைக்கும் விடை அந்த மாறியின் மதிப்பே. மாறி A வை ஒரு முறை (தலைகீழி) புரட்டி போட்டால் விடை \overline{A} ஆகும். அதை மீண்டும் ஒரு முறை புரட்டி போட்டால் $\overline{\overline{A}}$ (தலைகீழி) மீண்டும் அசல் மதிப்பே கிடைத்துவிடும். இதை படம் 8.3 (15) தெளிவாக விளக்குகிறது.

பலமாறி (Multi-Variable) தேற்றங்கள் குறித்து பனிரெண்டாம் வகுப்பில் பார்ப்போம்

வினாக்கள்

பகுதி அ

1. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. டிஜிட்டல் சிக்னலில் உள்ள நிலைகளின் எண்ணிக்கை

அ. ஒன்று ஆ. இரண்டு இ. நான்கு ஈ. பத்து

2. ஒரு சைன் அலை என்பது

அ. டிஜிட்டல் அலை ஆ. அனலாக் சிக்னல்

இ. டிஜிட்டல் மற்றும் அனலாக் இரண்டும் ஈ. டிஜிட்டல் அல்லது அனலாக்

3. பதின்மநிலையில் 15ஐ இருநிலை எண் முறையில் மாற்றும்போது

அ. 1111 ஆ. 1110 இ. 1100 ஈ. 1000

4. இருநிலை எண் 10101க்கு சமமான பதின்ம நிலை எண்

அ. 13 ஆ. 19 இ. 21 ஈ. 23

5. பதின்ம எண் 17ஐ எண்ணிலை முறை எண்ணாக மாற்றினால் _____ கிடைக்கும்

அ. 888 ஆ. 111 இ. 21 ஈ. 27

6. எண்ணிலை முறைஎண் 16க்கு சமமான பதின்மநிலை எண்

அ. 13 ஆ. 14 இ. 15 ஈ. 16

7. இரண்டு தொடர இணைப்பு சுவிட்ச்களின் செயல்பாட்டிற்கு இணையான லாஜிக் கேட் எது?

அ. AND ஆ. OR இ. NAND ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்

8. இரண்டு பக்க இணைப்பு சுவிட்ச்களின் செயல்பாட்டிற்கு இணையான லாஜிக் கேட் எது?
 அ. AND ஆ. NAND இ. OR ஈ. NOR
9. கீழ்க்கண்ட பூலியன் தேற்றத்தில் எது சரி?
 அ. $O + A = A$ ஆ. $1 + A = 1$ இ. $A + A = A$ ஈ. $A + A = O$
10. NOT கேட்டிற்கு உள்ளீடு சிக்னலாக 1 வழங்கும்போது அதன் வெளியீடு
 அ. 0 ஆ. 1 இ. 0 அல்லது 1 ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. அனலாக் சிக்னலுக்கு உதாரணம் கூறு.
2. டிஜிட்டல் சிக்னலின் உதாரணம் கூறு.
3. டிஜிட்டல் சின்லின் இரு நிலைகள் யாவை?
4. பதின்ம நிலையில் எத்தனை இலக்கங்கள் உள்ளன?
5. இருநிலை எண் முறையில் உள்ள இலக்கங்கள் யாவை?
6. எண்ணிலை முறையில் உள்ள எண்களைக் கூறு.
7. பதின்ம எண் 45ஐ இருநிலை எண்ணாக மாற்று.
8. இருநிலை எண் 100110ஐ பதின்ம எண்ணாக மாற்று.
9. பதின்ம எண் 94ஐ எண்ணிலக்க எண்ணாக மாற்று.
10. பதின்ம எண் 226ஐ ஹெக்சாடெசிமல் எண்ணாக மாற்று.
11. OR கேட்டின் குறியீடு வரைக.
12. AND கேட்டின் குறியீடு வரைக.
13. NOT கேட்டின் குறியீடு வரைக.
14. பூலியன் தேற்றங்களின் பிரிவுகள் யாவை?
15. லாஜிக் கேட் என்பது என்ன?

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. அனலாக் மற்றும் டிஜிட்டல் சிக்னல் என்றால் என்ன?
2. மூன்று வகை அடிப்படை லாஜிக் கேட்கள் யாவை?
3. 2510 என்ற பதின்ம எண்ணை ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணாக மாற்று.
4. B42 என்ற ஹெக்சா டெசிமல் எண்ணை பதின்ம எண்ணாக மாற்று.

5. எண்ணிலை எண் 34₈ இருநிலை எண்ணாக மாற்று.
6. 643 என்ற பதினம் எண்ணை BCDஎண்ணாக மாற்று.
7. AND கேட்டின் உண்மை அட்டவணையை எழுது.
8. OR கேட்டின் உண்மை அட்டவணையை எழுது.
9. NOT கேட்டின் உண்மை அட்டவணையை எழுது.
10. ஒரு மாறி தேற்றம் என்றால் என்ன?
11. அனலாக் முறை நம்பகத்தன்மை இல்லாது இருப்பதேன்?
12. டிஜிட்டல் தொழிற்றுட்பத்தின் முக்கியத்துவம் என்ன?
13. பதினம் நிலை மற்றும் இருநிலை முறைகளுக்கான வேறுபாடுகளைக் கூறு.
14. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் + என்பதன் பொருள் என்ன?
15. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் - என்பதன் பொருள் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. அனலாக் மற்றும் டிஜிட்டல் சிக்னல்களை சுருக்கமாக விளக்கு.
2. இருநிலை எண்முறை (Binary number system) பற்றி விளக்கு.
3. எண்ணிலை முறை (Octal number system) பற்றி விளக்கு.
4. பூலியன் இயற்கணிதம் பற்றி குறிப்பு வரைக.
5. ஒரு மாறி (Single variable) கொண்ட பூலியன் தேற்றங்களின் அட்டவணை வரைக.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. OR கேட்டின் கட்டமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்பாட்டினை விவரி.
2. AND கேட்டின் கட்டமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்பாட்டினை விவரி.
3. NOT கேட்டின் கட்டமைப்பு படம் வரைந்து அதன் செயல்பாட்டினை விவரி.
4. ஒரு மாறி (Single variable) கொண்ட தேற்றங்களை படங்களுடன் விரிவாக விவரி.

விடைகள்

- | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|
| 1 (ஆ) | 2(ஆ) | 3(அ) | 4(இ) | 5(இ) |
| 6(ஆ) | 7(அ) | 8(இ) | 9(அ) | 10(அ) |

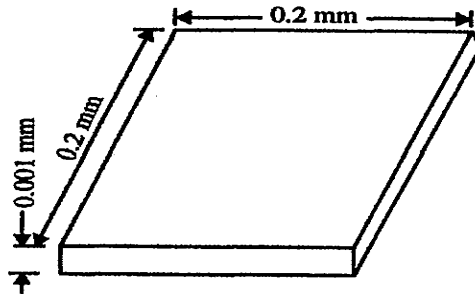
9. இன்டகரேட்டட் சுற்றுகள் (INTEGRATED CIRCUITS)

அறிமுகம்

இதுவரை இந்த பாடப்புத்தகத்தில் கற்ற சுற்றுகள் அனைத்தும் தனிப்பட்ட முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட உறுப்புகள் (உதாரணம் : மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள், டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள் முதலியன) ஆகும். இவைகள் கம்பி அல்லது கடத்தும் பிளேட்டினால் மின்சுற்று அச்சிட்ட பலகையில் (PCB) இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த வகை சுற்றுகளை டிஸ்க்ரீட் சுற்றுகள் (Discrete Circuits) எனலாம். ஏனெனில் சுற்றில் சேர்க்கப்படும் உறுப்புகள் மற்றவைகளுடன் தொடர்ச்சியில்லாது இருக்கும். டிஸ்க்ரீட் சுற்றில் இரண்டு முக்கிய குறைபாடுகள் உள்ளன. முதலாவதாக, ஒரு பெரிய சுற்றில் (உதாரணமாக தொலைக்காட்சி, கம்ப்யூட்டர் சுற்றுகள்) நூற்றுக்கணக்கான உறுப்புகள் தனித்தனியாக தொடர்ச்சியற்று (Discrete) அமைப்பதன் காரணமாக அதிக இடத்தை பிடிக்கிறது. இரண்டாவதாக நூற்றுக்கணக்கான இடங்களில் பற்றவைப்பு (Soldering) செய்யப்படுவதால், பல இடையூறுகளை ஏற்படுத்தி நம்பகத்தன்மையை இழந்துவிடுகிறது. மேற்கண்ட குறைபாடுகளை நீக்கி நம்பகத்தன்மையை ஏற்படுத்த வேண்டும் என்ற நோக்கில் பொறியாளர்கள் மிகச்சிறிய அளவிலான சுற்றுகளைத் தயாரித்தனர். இதனால் நுண் மின்னணுவியல் (Micro Electronics) துறையின் வளர்ச்சியானது கி.பி. 1950ஆம் ஆண்டுகளின் இறுதியில் ஆரம்பமானது.

மின்னணு பொறியியல் துறையில் நுண் மின்னணுவியல் ஒரு பிரிவாக உள்ளது. இதில் நுண் சுற்றுகளைப் (Micro Circuits) பற்றி பார்ப்போம். பொதுவாக நுண்சுற்றுகள் என்பவை மின்னணு உறுப்புகளை மிகச்சிறிய அளவில் ஒன்றிணைக்கும் அமைப்பாகும். அதன் ஒரு வகையாக இன்டக்ரேட்டட் சுற்றுகள் (Integrated circuits) உள்ளது. இதை சுருக்கமாக ஐ.சி. (IC) எனலாம். ஒரு இன்டக்ரேட்டட் சுற்றில் பல எண்ணிக்கையிலான மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள், டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள் முதலியன ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் (small semiconductor chip) உருவாக்கப்படுகின்றன. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் நூற்றுக்கணக்கான உறுப்புகள் பொருத்தப்பட்டு ஒரு ஐ.சி. தயாரிக்கப்படுவது நுண் மின்னணுவியலின் சிறப்பம்சமாகும். இதனால் மிகச் சிறிய அளவிலும், குறைந்த எடையிலும் குறைந்த மின்சக்தியிலும் இயங்கக்கூடிய மின்னணு உபகரணங்களை (Electronic Equipments) அதற்கான தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்க முடியும். மேலும் ஐ.சி.கள் அதிக நம்பகத் தன்மையை பெற்றுள்ளது. இந்த பாடத்தில் ஐ.சி.களின் தயாரிப்பு முறைகளையும், செயல்திறனையும் காண்போம்

படம் 9.1



9.1 இன்டக்ரேட்டட் சுற்று : (Integrated Circuits)

ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் மின்சுற்று உறுப்புகளான டிரான்சிஸ்டர்கள், டயோடுகள், மின்தடைகள், மின் தேக்கிகள் முதலியன தன்னிச்சையான ஒரு அங்கமாக இடம்பெற்று இருப்பதை இன்டக்ரேட்டட் சுற்று (Integrated circuit) என்கிறோம்.

ஒரு இன்டக்ரேட்டட் சுற்றில் பல எண்ணிக்கையிலான மின்சுற்று உறுப்புகள் (உதாரணமாக டிரான்சிஸ்டர், டயோடு, மின்தடை முதலியன) தங்களுக்கு இடையே இணைப்புகளைப் பெற்று, ஒரு சிறிய அமைப்பில் பொருத்தப்பட்டு மின்னணு வேலைகளை முழுமையாக செய்கிறது. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் இந்த உறுப்புகள் இடம்பெற்று இணைப்புகள் கொடுக்கப்படுகின்றன. கீழ்க்கண்ட குறிப்புகள் ஒரு ஐ.சி.யைப் பற்றி விளக்குகின்றன.

அ. ஒரு ஐ.சி.யில் தனிப்பட்ட எந்த ஒரு உறுப்பையும் (components) நீக்கவோ அல்லது சேர்க்கவோ முடியாது. ஏனெனில் இதன் அனைத்து உறுப்புகளும் ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-ல் (Chip) ஒரு பகுதியாக பிரிக்க முடியாதவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. டிஸ்க்ரீட் முறையில் எந்த ஒரு உறுப்பையும் நீக்கவும், புதிதாக மாற்றவும் முடியும்.

ஆ. ஒரு ஐ.சி.யின் அளவு (Size) மிகவும் சிறியது. எனவே இதன் இணைப்புகளைக் காண நுண்ணோக்கி (Microscope) தேவைப்படுகிறது. படம் 9.1ல் 0.2 mm x 0.2 mm x 0.001 mm IC-காட்டப்பட்டுள்ளது இந்த குறைகடத்தி சிப்-ன் பரப்பில் பல எண்ணிக்கையிலான டிரான்சிஸ்டர்கள், டயோடுகள், மின்தடைகள் முதலான உறுப்புகள் மின்சுற்றாக அமைக்கப்படுகிறது.

இ. ஒரு சிப்-ல் உள்ள உறுப்புகள் எதுவும் அதன் மேற்பரப்பில் தெரிவதில்லை. ஏனெனில் அனைத்து உறுப்புகளும் சிப்-ன் உள்ளே உருவாக்கப்பட்டு மூடப்பட்டிருக்கும்.

9.2. ஐசி-களின் நன்மைகளும், தீமைகளும்

தனித்துவம் கொண்ட உறுப்புகளான (Discrete components) டிரான்சிஸ்டர்கள், டயோடுகள், மின்தடைகள் ஆகியவற்றால் அமைக்கப்படும் மின்சுற்றை விட ஐ.சி.களால் உருவாக்கப்படும் மின்சுற்று மற்றும் மின்னணு சாதனங்கள் தொழிற்நுட்ப பொறியாளர்களின் வேலையை சுலபமாக்குகின்றது. ஒரு சில எளிய சுற்றுகளைத் தவிர பெரும்பாலான சுற்றுகள் ஐ.சி.-களால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும் இவை விலை மலிவாகவும், எண்ணிக்கையில் அதிகமாகவும் கிடைப்பதால் Discrete சுற்றுகளின் தேவை குறைந்துவிட்டது. எனவே Discrete சுற்றுகளை காட்டிலும் அதிக சிறப்புகளையுடைய ஐ.சி.களின் நன்மைகளை அறிவது அவசியமாகும். மேலும் அதன் சில குறைபாடுகளையும், அவற்றை நீக்க மேற்கொள்ளும் முயற்சிகளையும் காண்போம்.

நன்மைகள்

1. குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய இணைப்புகளை பெற்றுள்ளதால் உயர்ந்த நம்பகத்தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.
2. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி சிப்-பானது (Chip) பல்வேறு உறுப்புகள் பொருத்தப்பட்டு உருவாகுவதால் இதன் அளவு மிக சிறியதாக உள்ளது.
3. குறைந்த எடை மற்றும் சிறிய அளவின் காரணமாக மிகச்சிறிய இடத்தைப் பிடிக்கிறது.

4. குறைந்த மின்சக்தி (Power) போதுமானதாகும்.
5. அதிக வெப்பநிலையில் வேலை செய்யக்கூடிய திறனை பெற்றுள்ளது.
6. ஒரு சிறிய குறைகடத்தி வேஃபர் (Wafer) ல் ஒரே மாதிரியான பலநூறு ஐ.சி.கள் தயாரிக்க முடிவதால் இதன் விலை மலிவு.
7. வெளிப்புற இணைப்புகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் இதன் கட்டமைப்பு எளிமையாக உள்ளது.

தீமைகள்

1. ஐ.சி.யில் உள்ள ஏதேனும் ஒரு உறுப்பு பழுதடைந்தாலும், மொத்த ஐ.சி.யையும் மாற்றம் செய்ய வேண்டும்.
2. பொதுவாக ஐ.சி.களில் 30pf மதிப்பிற்கு மேற்பட்ட மின்தேக்கிகளை பொருத்த இயலாது. எனவே இவற்றை ஐ.சி.யின் வெளிச்சுற்றிலேயே பயன்படுத்த வேண்டும்.
3. ஐ.சி.களில் உள்ள குறைகடத்தி சிப்-ல் காயில்கள் மற்றும் டிரான்ஸ்பார்மர்களை பொருத்த இயலாது.
4. மிக உயர் மின்சக்தி திறனுடைய ஐ.சி.களை (10 வாட்கள் மேற்பட்ட) தயாரிக்க முடியாது.
5. இதன் ஏற்றுக்கொள்ளும் தன்மை (Flexibility) குறைவு.

9.3. ஐ.சி.யின் வகைப்பாடுகள் (IC Classifications)

ஐ.சி.களை தயாரிக்க நான்கு வகையான கட்டமைப்பு முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

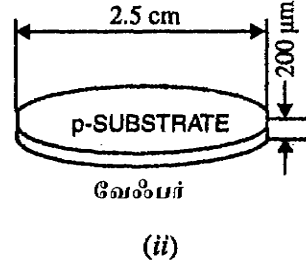
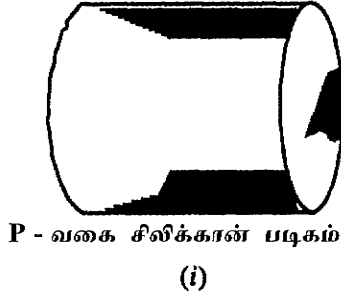
1. மோனோலிதிக் (Mono-lithic)
2. மெல்லிய - ஃபிலிம் (thin-film)
3. தடித்த - ஃபிலிம் (thick-film)
4. ஹைபிரிட் (Hybrid)

மோனோலிதிக் ஐ.சி.கள் நடைமுறையில் அதிக அளவில் பயன்படுகின்றன. எனவே இந்த பாடப்பகுதியில் அதன் கட்டமைப்பு முறைகளை காண்போம்.

9.4. மோனோலிதிக் ஐ.சி உருவாகும் முறை

சப்ஸ்டிரேட் (substrate) எனப்படும் ஒரு மெல்லிய வேஃபரில் (wafer) அனைத்து மின்சுற்று உறுப்புகளும், அதன் உள் இணைப்புகளும் உருவாக்கப்படுவதை ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி. (Monolithic I.C) என்கிறோம்.

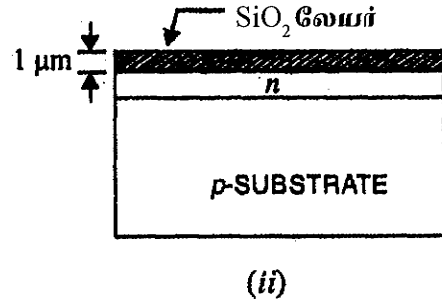
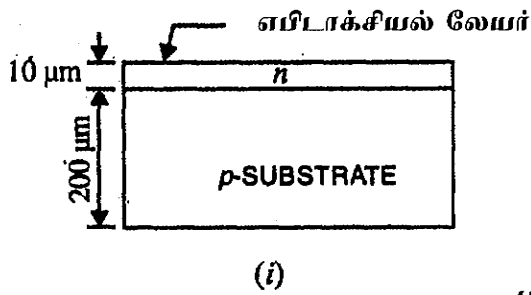
மோனோலிதிக் என்ற வார்த்தை கிரேக்க மொழியில் இருந்து எடுக்கப்பட்டது. இதன் அர்த்தம் ஒரு கல் (One stone) என்பதாகும். அனைத்து மின்உறுப்புகளும் ஒரு சிப்-ல் (chip) அடங்கி விடுவதால் இந்த வார்த்தை பொருத்தமாக உள்ளதாக கருதப்படுகிறது. ஒரு ஐ.சி. எவ்வாறு உருவாக்கப்படுகிறது (fabrication) என்பதை பற்றி இனி காண்போம்.



படம் 9.2

i) P - சப்ஸ்டிரேட் (P-Substrate)

ஒரு ஐ.சி. தயாரிப்பில் இது முதல் படியாகும். இதில் ஒரு சிலிண்டர் வடிவ P வகை சிலிக்கான் படிகமானது (Silicon crystal) எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இதன் கொள்ளளவு 25 செ.மீ. நீளமும், 2.5 செ.மீ விட்டமும் இருக்க வேண்டும். (படம் 9.2. (i)-ஐ காண்க). பிறகு இந்த படிகத்தை வைரத்தை அறுக்கும் ரம்பம் மூலம் பல எண்ணிக்கையுடைய சிறிய வேஃபர் (wafer)களாக வெட்ட வேண்டும். இவ்வாறு வெட்டப்பட்ட வேஃபர்களின் தடிமன் $200\mu\text{m}$ ஆக இருக்க வேண்டும். வேஃபரின் ஒரு பக்கமானது நன்கு பளபளப்பாக மேடுபள்ளம் இன்றி சமமாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த வேஃபர்-ஐ சப்ஸ்டிரேட் (Substrate) என்கிறோம். ஐ.சி.கள் இந்த வேஃபரில் தான் தயாரிக்கப்படுகின்றன.



படம் 9.3

ii) எபிடாக்சியல் n லேயர் (Epitaxial n layer)

அடுத்தப்படியாக வெப்பப்படுத்தும் உலையில் வேஃபர் (wafer) வைக்கப்படுகிறது. இந்த வேஃபர்-ன் மீது ஒரு வாயுக்கலவையாக (gas mixture) சிலிக்கான் அணுக்களும், பென்டா-வாலண்ட் அணுக்களும் (Pentavalent Atoms) செலுத்தப்படுகின்றன. இச்செயலானது மெல்லிய படலமாக (thin layer) nவகை குறைகடத்தியை வெப்படுத்தப்பட்ட சப்ஸ்டிரேட் பரப்பில் ஏற்படுத்துகின்றது. இந்த மெல்லிய லேயரை எபிடாக்சியல் லேயர் (Epitaxial layer) என்கிறோம். இதன் தடிமன் $10\mu\text{m}$ ஆகும். இந்த லேயரிலேயே முழுமையான இன்டக்ரேட்டட் சுற்றும் (IC) அமைக்கப்படுகிறது.

iii) இன்சுலேட்டிங் லேயர் (Insulating layer)

எபிடாக்சியல் லேயர் அசுத்தமாவதை (contamination) தடுக்க, ஒரு மெல்லிய SiO_2 லேயரானது ($1\mu\text{m}$ தடிமன்) காட்டப்பட்டுள்ளது. இச்செயலை நிகழ்த்த சுத்தமான ஆக்ஸிஜன் வாயு எபிடாக்சியல்

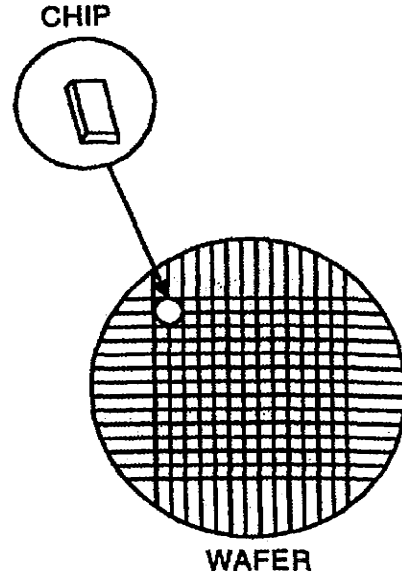
லேயரில் செலுத்தப்படுகிறது. இதில் ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள் சிலிக்கான் அணுக்களுடன் இணைந்து சிலிக்கான் டை ஆக்சைடை (SiO_2) ஏற்படுத்துகின்றது.

iv) உறுப்புகளைத் தயாரித்தல் (Producing components)

அடுத்ததாக, சப்ஸ்டிரேட்டில் உள்ள குறிப்பிட்ட இடங்களில் பொருத்தமான பொருட்களை உட்புகுத்த (diffusion) வேண்டும். இதனால் டயோடுகள், டிரான்சிஸ்டர்கள், மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள் முதலிய உறுப்புகளை உருவாக்கமுடியும். படம் 9.5ல் இதற்கான செயல்விளக்கம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

v) எட்சிங் (Etching)

சப்ஸ்டிரேட்டில் அசுத்தமான பொருட்கள் (Impurity) சேர்ப்பதற்கு முன் ஆக்சைடு லேயர் (SiO_2 layer) செதுக்கி (Etch) எடுக்கப்படுகிறது. இந்த செயல்பாட்டினால் எபிடாக்கியல் லேயரில் தேவையான உறுப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. மேலும் தேவையான ஆக்சைடு லேயரானது எட்சிங் செய்யப்பட்டு இணைப்பு கால்கள் (terminals) ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 9.4

vi) சிப்-கள் (Chips)

நடைமுறையில் வேஃபரானது பல எண்ணிக்கையிலான பகுதிகளாக பிரிக்கப்படுகின்றன. இது படம் 9.4ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒவ்வொரு பகுதியும் தனித்தனி சிப் ஆகும். தயாரிப்பாளர்கள் நூற்றுக்கணக்கில் ஒரே வகையான ஐ.சி.களை ஒவ்வொரு பகுதியிலும் தயாரிக்கிறார்கள். இதில் ஒவ்வொரு ஐ.சி.யையும் தனியாக பிரிக்க கண்ணாடியை வெட்டுவது போல வேஃபர்-ஐ சிறிய சிப்களாக பிரிக்கிறார்கள். இதன் மூலம் ஒரு சிறிய வேஃபர்-ல் நூற்றுக்கணக்கான ஐ.சி.களை தயாரிக்க முடியும் என்பதை அறியலாம். மேலும் குறைந்த விலையில் அதிக எண்ணிக்கையிலான ஐ.சி.களை உருவாக்க முடியும்.

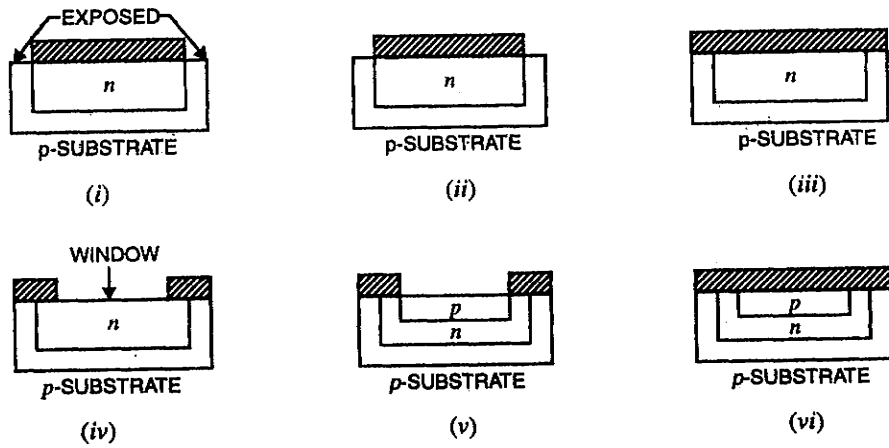
சிப்களை வெட்டியபிறகு ஐ.சி.க்கும், வெளிப்புற இணைப்புகளுக்கும் இடையே தொடர்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் சுற்றுப்புற அசுத்தத்தில் இருந்து தடுக்க தேவையான பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

9.5. மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் உறுப்புகளை அமைத்தல் (Fabrication of components on Monolithic IC)

ஒரு ஐ.சி.யில் பல்வேறு மின்சுற்று உறுப்புகள் பிரிக்கமுடியாதவாறு ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு, ஒரு சிறிய அமைப்பில் (package) பொருத்தப்படுவதன் மூலம் முழுமையான மின்னணு செயல்பாட்டினை (Electronic function) தருவது அதன் முக்கிய பண்பாகும். இதற்கு மாறாக டிஸ்க்ரீட் முறையில் தனித்தனி உறுப்புகள் மின்கம்பிகள் (wires) மூலம் இணைக்கப்பட்டு செயல்படுகின்றன. ஒரு ஐ.சி. எவ்வாறு பல மின்சுற்று உறுப்புகளுடன் (உதாரணம்: டயோட்கள், டிரான்சிஸ்டர்கள், மின்தடைகள் முதலியன) அமைக்கப்படுகின்றன என்பதை இனி நாம் காண்போம்.

i) டயோடுகள் (Diodes)

சப்ஸ்டிரேட் (substrate) மேல் பொருத்தமான இடத்தில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சிறிய n வகை அமைப்பை உட்புகுத்தி ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட டயோடுகளை வடிவமைக்கலாம். படம் 9.5ல் ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யின் சப்ஸ்டிரேட் பகுதியில் ஒரு டயோடு உருவாகுவது காட்டப்பட்டுள்ளது படம் 9.5. (i)ல் SiO_2 லேயரின் ஒரு பகுதி செதுக்கி எடுக்கப்பட்டு, எபிடாக்சியல் லேயர் வெளிப்படுத்தப்படுவதை காட்டுகின்றது. அடுத்து ஒரு உலையில் (furnace)



படம் 9.5

வேஃபரை வைத்து அதிலுள்ள எபிடாக்சியல் லேயரில் டிரைவாலண்ட் அணுக்கள் உட்புகுத்தப்படுகின்றன. இந்த டிரைவாலண்ட் அணுக்கள் எபிடாக்சியல் லேயரில் n-வகை குறைகடத்தியை p வகையாக மாற்றுகின்றது. இவ்வாறாக SiO_2 லேயருக்கு கீழே n-வகை பொருளை ஒரு தீவு (Island) போல பெறுகிறோம். இது படம் 9.5.(ii)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அடுத்து ஒரு முழு SiO_2 லேயரை பெற சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபரின் மேல் செலுத்தப்படுகிறது. இது படம் (9.5) (iii)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பிறகு இந்த லேயரின் நடுவில் ஒரு துளை (hole) செதுக்கப்படுகிறது. இதனால் n எபிடாக்சியல் லேயர் வெளிப்படுத்தப்படுகிறது.

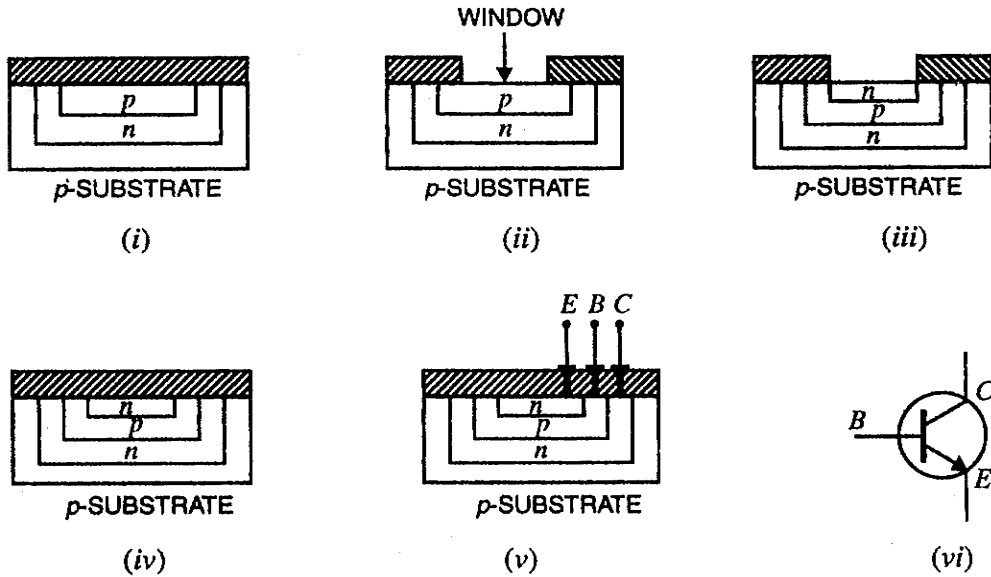
(படம் 9.5. (iv) ஐ காண்க). SiO_2 லேயரில் உள்ள இந்த துளையானது (Window) எனப்படும். இப்போது Window வழியாக டிரைவாலண்ட் அணுக்களை செலுத்த வேண்டும். இதனால் எபிடாக்கியல் லேயரில் செலுத்தப்பட்ட டிரைவாலண்ட் அணுக்கள் P-வகை பொருளை ஒரு தீவு (Island) போல உருவாக்குகின்றது. இது படம் 9.5 (v)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வேஃபர் மேலே



படம் 9.6

சுத்தமான ஆக்சிஜன் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயர் ஆனது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.5 (vi) ஐ காண்க). இவ்வாறாக ஒரு Pn-ஜங்சன் டயோடு ஆனது. சப்ஸ்டிரேட்டில் உருவாக்கப்படுகிறது.

கடைசி படியாக முனைகளை (terminals) இணைக்க வேண்டும். இதற்காக SiO_2 ல் குறிப்பிட்ட பகுதியை செதுக்க (etch) வேண்டும். (படம் 9.6(i)ஐ காண்க.



படம் 9.7

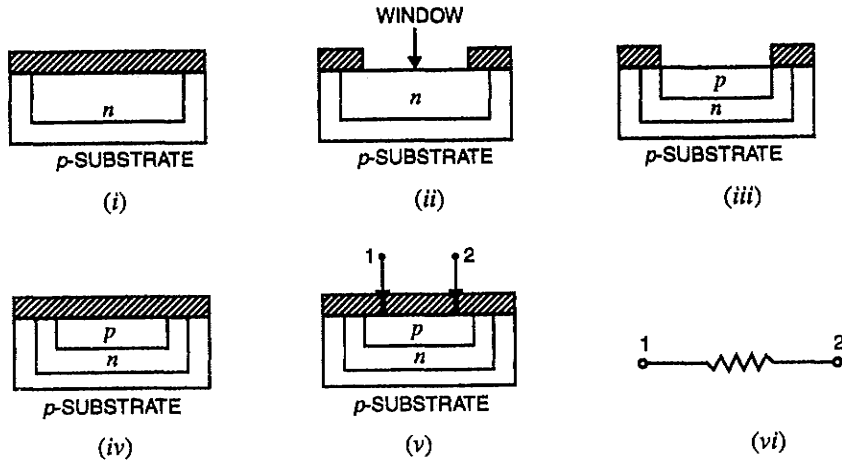
இந்த பகுதியில் உலோகத்தை பதியவைத்து, இண்டக்ரேட்டட் டயோடின் அனோட் மற்றும் கேதோட் முனைகளுக்கான மின் இணைப்பை தயார் செய்ய வேண்டும். படம் 9.6. (ii)ல் டயோடின் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

ii) டிரான்சிஸ்டர்கள் (Transistors)

டயோடுகளை உருவாக்கிய கொள்கையின் அடிப்படையிலேயே டிரான்சிஸ்டர்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யின் சப்ஸ்டிரேட்டில் (Substrate) உள்ள

பகுதியின்மேல ஒரு டிரான்சிஸ்டர் உருவாக்கப்படுவதை படம் 9.7 காட்டுகின்றது. ஒரு டயோடு உருவாக்கப்பட்ட வழிமுறையிலேயே டிரான்சிஸ்டரும் உருவாக்கப்படுவதால் P-பகுதி தனித்தீவாக (Island) ஏற்பட்டபின்னர் உள்ள நிகழ்வுகளைக் காண்போம். (படம் 9.5 (vi) காண்க). படம் 9.7 (i) மீண்டும் கொடுக்கப்பட்டு அதற்கு பின் உள்ள நிகழ்வுகள் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் மீண்டும் படிப்பதை தவிர்க்கவே இதனை ஆரம்பமாக எடுத்துக் கொள்வோம்.

படம் 9.7(ii)ல் P-எபிடாக்சியல் லேயரை வெளிப்படுத்தி SiO_2 லேயரின் நடுவே ஒரு விண்டோ (window) உருவாக்கப்படுவது காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்ததாக பென்டாவாலண்ட் அணுக்கள் விண்டோ வழியாக செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த பென்டாவாலண்ட் அணுக்கள் எபிடாக்சியல் லேயரில் உட்புகுந்து n வகை பொருளை ஒரு தீவாக (island) உருவாக்குகின்றது. (படம் 9.7 (iii) ஐ காண்க). அடுத்து சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபர்-ன் மேல் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயரானது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.7 (iv) ஐ காண்க). படம் 9.7. (v)ல் காட்டியுள்ளபடி



படம் 9.8

SiO_2 லேயரில் உள்ள பொருத்தமான இடத்தை செதுக்கி (etch) உலோகங்களை பதிய வைத்து அதிலிருந்து இணைப்புக்கால்கள் (terminals) ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறாக இன்டக்ரேட்டட் டிரான்சிஸ்டரை பெறுகிறோம். படம் 9.7. (vi)ல் ஒரு டிரான்சிஸ்டரின் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

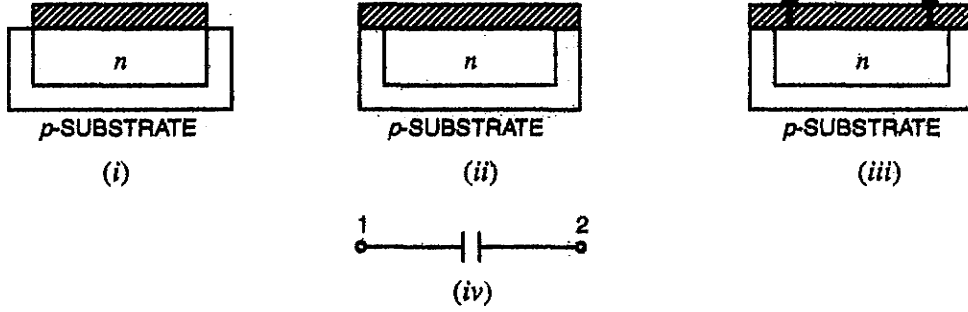
(iii) ரிசிஸ்டர்கள் (Resistors)

ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் உள்ள சப்ஸ்டிரேட்டின் ஒரு பகுதியில் எவ்வாறு மின்தடை (resistor) உருவாக்கப்படுகிறது என்பது படம் 9.8.ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு டயோடு உருவாக்கப்பட்ட வழிமுறையிலேயே மின்தடையும் உருவாக்கப்படுவதால் n-பகுதி தனித்தீவாக (Island) ஏற்பட்ட பின்னர் உள்ள நிகழ்வுகளைக் காண்போம். (படம் 9.5 (iii) காண்க). படம் 9.8. (i) மீண்டும் கொடுக்கப்பட்டு அதற்குபின் உள்ள நிகழ்வுகள் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் மீண்டும் படிப்பதை தவிர்க்கவே இதனை ஆரம்பமாக எடுத்துக்கொள்வோம்.

படம் 9.8. (ii)-ல் n-எபிடாக்சியல் லேயரை வெளிப்படுத்தி SiO_2 லேயரின் நடுவே ஒரு விண்டோ (window) உருவாக்கப்படுவது காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து n-வகை பகுதியில் P-வகை பொருள்கள் உட்புகுத்தப்படுகின்றன. இது படம் 9.8. (iii) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பிறகு சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபரின் (wafer) மேல் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயரானது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.8. (iv)ஐ காண்க).

இணைப்புக்கால்களை (terminals) ஏற்படுத்த 'P' பகுதியின் மேலே உள்ள SiO_2 லேயரில் இரண்டு புள்ளிகளை செதுக்கி (etch) உலோகத்தை அந்தப் பகுதியில் பதிய வைக்க (deposit) வேண்டும். இது படம் 9.8. (v)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறாக இண்டக்ரேட்டட் மின்தடை பெறப்படுகின்றது. படம் 9.8. (vi)ல் மின்தடையின் மின்சுற்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின்தடையின் மதிப்பை நிர்ணயிப்பது அதில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள், அதன் நீளம்



படம் 9.9

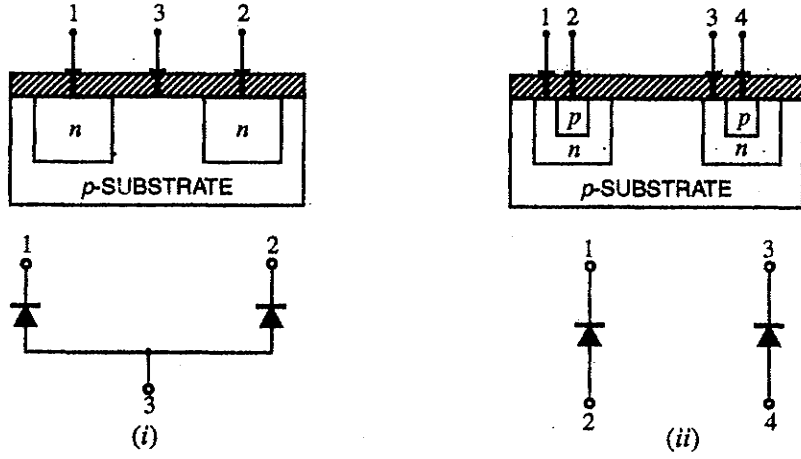
மற்றும் குறுக்கு வெட்டு பகுதியின் பரப்பளவாகும். அதிக தடையுள்ள மின்தடைகள் மிக நீளமாகவும் குறுகிய விட்டத்தையும் பெற்றுள்ளன. குறைந்த தடையுள்ள மின்தடைகள் நீளம் குறைவாகவும், அதிக விட்டத்தையும் பெற்றுள்ளன.

iv) மின்தேக்கிகள் (Capacitors)

படம் 9.9.ல் மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் ஒரு மின்தேக்கி உருவாக்கப்படும் வழிமுறை காட்டப்பட்டுள்ளது. இதம் முதல்படியாக சப்ஸ்ட்ரேட்டின் உள்ளே n வகை பொருளானது உட்புகுத்தப்பட்டு, மின்தேக்கிக்கு தேவையான ஒரு தகடு (plate) உருவாக்கப்படுகிறது. இது படம் 9.9. (i) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து சுத்தமான ஆக்சிஜன் ஆனது வேஃபரின் மேல் செலுத்தப்பட்டு SiO_2 லேயரானது மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. (படம் 9.9. (ii)ஐ காண்க). இந்த SiO_2 லேயரானது மின்தேக்கியில் ஒரு கடத்தாப் பொருளாக (dielectric) செயல்படுகிறது. ஆக்சைடு லேயரானது செதுக்கப்பட்டு (etched) இணைப்புக்கால் 1 (terminal 1) ஏற்படுவது படம் 9.9. (iii) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து SiO_2 லேயரின் மேல் உலோகத்திலான பெரிய முனை (electrode) பொருத்தப்பட்டு மின்தேக்கியின் இரண்டாவது தகடு உருவாக்கப்படுகிறது. ஆக்சைடு லேயரானது செதுக்கப்பட்டு இணைப்புக்கால் 2 (terminals) ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறாக இண்டக்ரேட்டட் மின்தேக்கி உருவாகின்றது. இந்த மின்தேக்கியின் மதிப்பை நிர்ணயிப்பது SiO_2 லேயரில் உள்ள கடத்தாப் பொருள், SiO_2 ன் தடிமன் மற்றும் சிறிய தகடின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பு ஆகும்.

9.6. எளிமையான மோனோலிதிக் ஐ.சி.கள் (Simple Monolithic ICs)

ஒரு மோனோலிதிக் ஐ.சி.யில் தனிப்பட்ட உறுப்புகள் சேர்க்கப்படும் வழிமுறைகளை இதுவரை அறிந்தோம். இனி பல்வேறு உறுப்புகளைக் கொண்ட மின்னணு சுற்று எவ்வாறு ஒரு ஐ.சி.யில் ஒன்றிணைக்கப்படுகின்றன என்பதை அறிவோம். ஒரு ஐ.சி.யின் மின்சுற்று அமைப்பு சிக்கலானதாக இருக்கும்போதிலும் அதன் முக்கிய செயல்பாடுகளான விண்டோக்களை செதுக்குதல் (Etching windows) P மற்றும் n பகுதிகளை உருவாக்குதல், மற்றும் உறுப்புகளை ஒன்றிணைத்தல் ஆகியவற்றை கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.



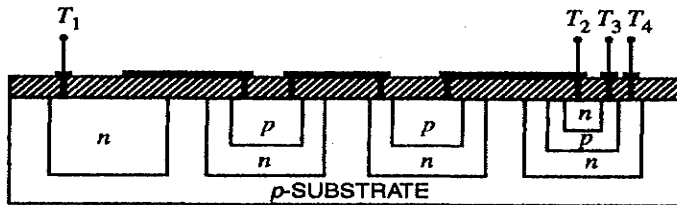
படம் 9.10

(i) இரண்டு டயோடு ஐ.சி. (Two-diode IC)

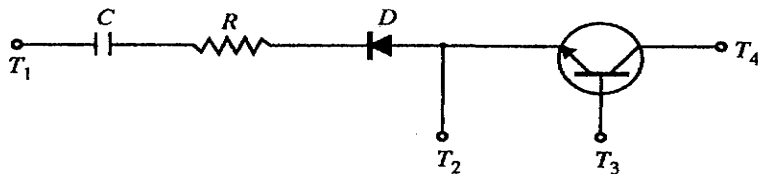
படம் 9.10(i) ல் பொதுவான அனோடினை (Common Anode) உடைய இரண்டு-டயோடு ஐ.சி. காட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்து படம் 9.10(ii)ல் தனிப்பட்ட அனோட்களை உடைய இரண்டு டயோடு ஐ.சி. காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதில் இரண்டு முக்கிய குறிப்புகளை நினைவில் கொள்ள வேண்டும். முதலாவதாக, எந்த சுற்றும் தனிப்பட்ட நிலையில் ஒன்றிணைக்கப்படுவதில்லை (உதாரணமாக படம் 9.10(i) அல்லது 9.10 (ii) போன்ற சுற்றுகள்). சரியாக சொல்ல வேண்டுமானால் ஒரு வேஃபரில் (wafer) ஒரே நேரத்தில் நூற்றுக்கணக்கான ஒத்த சுற்றுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பிறகு வேஃபர் ஆனது பல சிப்களாக (Chip) வெட்டப்பட்டு ஒவ்வொரு சிப்-ம் ஒரு மின்சுற்றாக பிரதிபலிக்கிறது. இதுவே குறைந்த விலையில் ஐ.சி.களைத் தயாரிக்க மின்னணு பொறியாளர்களை தூண்டுகிறது எனலாம். இதனாலேயே ஐ.சி.தயாரிக்கப்படும் தொழில்நுட்பம் மிகப்பெரிய வளர்ச்சியை அடைந்துள்ளது. இரண்டாவது, படம் 9.10ல் உள்ளது போல ஐ.சி.களின் சுற்றுகள் மிக எளிமையானதாக இருப்பதில்லை. பொதுவாக அவை மிக அதிக எண்ணிக்கையிலான உறுப்புகளை கொண்டுள்ளது.

(ii) மற்றொரு எளிமையான ஐ.சி. (Another Simple I.C)



படம் 9.11



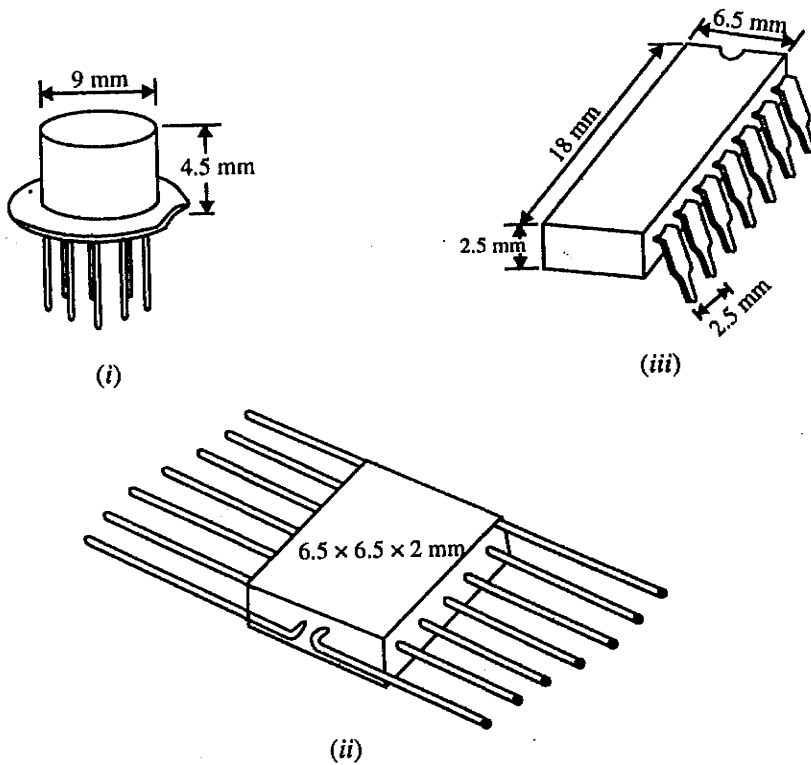
படம் 9.11ல் மின்தேக்கி, மின்தடை, டயோட் மற்றும் டிரான்சிஸ்டர் போன்ற உறுப்புகளை தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்ட ஐ.சி. காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் அருகருகே உள்ள உறுப்புகளின் உலோக சேமிப்பை (Metal deposits) ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்கு நீட்டிக்க செய்து சுற்று எலிமென்ட்-களின் (Circuit element) உள் இணைப்புகள் முழுமையாக்கப்படுகின்றன.

மேலும் இதல் குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்வாக P சப்ஸ்டிரேட் ஆனது இன்டக்ரேட்டட் உறுப்புகளைத் தனித்தனியாக பிரிக்கிறது. படம் 9.11 ல் காட்டியுள்ளபடி டிப்ளிசன் லேயரானது. P சப்ஸ்டிரேட்டிற்கும் மற்றும் நான்கு n தீவுகளுக்கும் (Islands) இடையே உள்ளது. மேலும் டிப்ளிசன் லேயரில் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும் கேரியர்கள் இல்லாததால் இது கடத்தாப் பொருளாக செயல்பட்டு இன்டக்ரேட்டட் உறுப்புகளுக்கு இடையே பாதுகாப்பை ஏற்படுத்துகின்றது.

9.7 ஐ.சி. பேக்கிங்கள் (Ic Packings)

இன்டக்ரேட்டட் சுற்றுகளை சுற்றுப்புற சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப பாதுகாக்க பல்வேறு வகையான தொழில்நுட்ப முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதில் குறைகடத்தி உறுப்புகளில் உள்ளது போன்றே ஐ.சி பேக்கேஜ்-ல் இரண்டு முறைகள் உள்ளன. அவை.

- i. ஹெர்மாடிக் (Hermetic) (உலோகம் அல்லது கண்ணாடியுடன் கூடிய செராமிக்)
- ii. நான் ஹெர்மாடிக் (non hermetic) (பிளாஸ்டிக்)

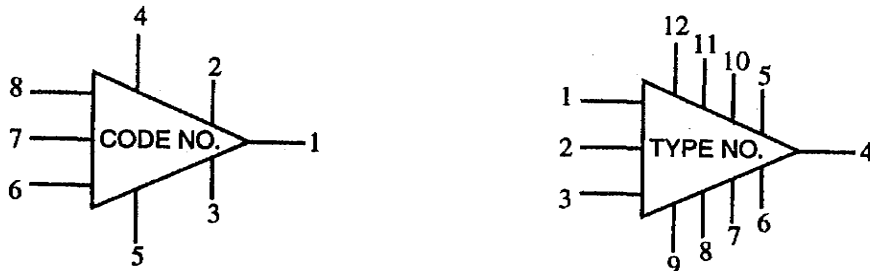


படம் 9.12

ஹொர்மாடிக் பேக்கேஜ்-ஐ விட பிளாஸ்டிக் பேக்கேஜ் ஆனது விலை மலிவாக உள்ளது. இருந்த போதிலும் பிளாஸ்டிக் ஆனது அதிக வெப்பத்திலும் ஈரப்பதத்திலும் திருப்திகரமாக செயல்படுவதில்லை. ஐ.சி.கள் விற்பனைக்கு வந்து பல ஆண்டுகள் சென்றுவிட்ட போதிலும் அதற்கான அளவுகோல் (Standard) தொடங்கியது சில ஆண்டுகளில் மட்டுமே. படம் 9.12 ல் மிகப்பிரபலமான ஐ.சி. பேக்கேஜ் முறைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

- i) படம் 9.12 (i) ல் To-5 பேக்கேஜ் வகை காட்டப்பட்டுள்ளது. இது சிறிய சிக்னல் டிரான்சிஸ்டரின் அமைப்பு மற்றும் அளவை ஒத்துள்ளது. எனினும் இதில் 8, 10 அல்லது 12 பிக்டேய்ல் வகை (Pigtail type) முனைகளில் ஏதேனும் ஒன்று பயன்படுகின்றது. இந்தவகை பேக்கேஜ்களில் உள்ள முனைகள் மிக அருகாமையில் இருப்பதாலும், மின்சுற்று அச்சிடப்பட்ட பலகை (PCB) இருந்து பிரிப்பது கடினமாக உள்ளதாலும் இதனுடைய பயன்பாடு நாளடைவில் குறைந்துவிட்டது.
- ii. படம் 9.12 (ii) ல் ஃபிளாட் பேக் கன்டெய்னர் வகை (flat pack container) காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு பக்கத்தில் ஏழு முனைகளும் மற்றொரு பக்கத்தில் ஏழு முனைகளும் ஆக மொத்தம் 14 முனைகள் உள்ளன.
- iii. படம் 9.12(iii) ல் ட்யூயல் இன் லைன் (Dual-in-line DIL) பேக் வகை காட்டப்பட்டுள்ளது. இது பக்கத்திற்கு ஏழு முனைகள் என இரண்டு பக்கத்தில் மொத்தம் 14 முனைகள் உள்ள ஒரு உதாரணமாகும். இந்த ஐ.சி யில் உள்ள முனைகள் (pins) 2.5 mm நீளமுடன் ஒரே நேர்கோட்டில் உள்ளது. இதை நேரடியாக நிலையான மின்சுற்று அச்சிடப்பட்ட பலகை (PCB) பொருத்த முடியும்.

9.8 ஐ.சி குறியீடுகள் (IC Symbols)



படம் 9.13

பொதுவாக ஐ.சி களுக்கு என்று திட்டமிட்ட குறியீடுகள் (Standard symbols) எதுவும் இல்லை. எனினும் கொடுக்கப்பட்டுள்ள படங்கள் ஒரு கட்டத்தையும், எண்ணிடப்பட்ட முனைகளையும் காட்டுகின்றது. ஆபரேஷனல் ஆம்பிளிபயர் அல்லது டிஜிட்டல் லாஜிக் கேட்களுக்கு என்று நியமிக்கப்பட்ட குறியீடுகள் உள்ளன. ஐ.சி களுக்கு பயன்படும் சில குறியீடுகள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 9.13 ல் ஒரு ஆர் எஃப் ஆம்பிளிபயரின் ஐ.சி காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் 3 டிரான்சிஸ்டர்களும் 3 மின்தடைகளும் மற்றும் 8 முனைகளும் உள்ளன. அதே போன்று படம் 9.14 ல் ஒரு ஆடியோ ஆம்பிளிபயரின் ஐ.சி காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் 6 டிரான்சிஸ்டர்கள் 2 டயோடுகள், 17 மின்தடைகள் மற்றும் 12 முனைகள் உள்ளன.

9.9 ஸ்கேல் ஆப் இன்டக்ரேஷன் (Scale of Integration)

ஒரு ஐசி சிப் ஆனது 1,00,000 க்கும் மேற்பட்ட குறைகடத்தி உறுப்புகளையும், பிற உறுப்புகளையும் கொண்டிருக்கலாம். ஒரு சிப் உள்ள உறுப்புகளின் சார்பு எண்ணிக்கையின் மூலம் “ஸ்கேல் ஆப் இன்டக்ரேஷன்” என்பதை அறிய முடியும். பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் ஆய்வு முறை கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

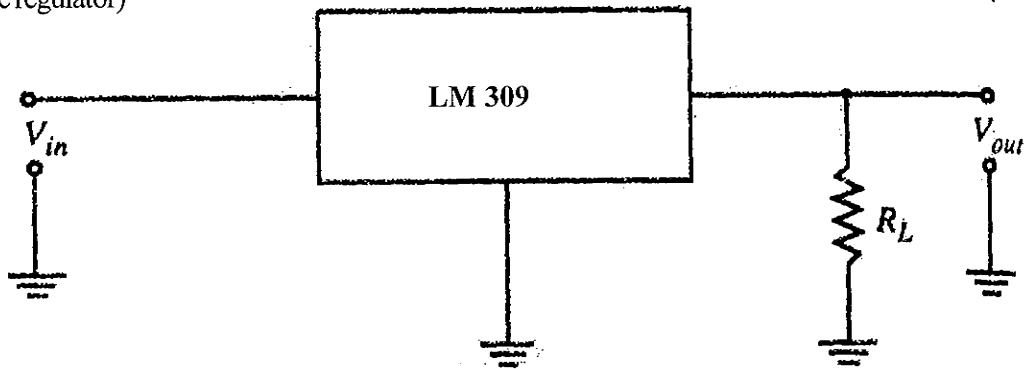
ஸ்கேல் ஆப் இன்டக்ரேஷன் (Scale of integration)	சுருக்கம் (Abbreviation)	உறுப்புகளின் எண்ணிக்கை (Number of Components)
சிறியது (Small)	SSI	1 முதல் 20
நடுத்தரம் (Medium)	MSI	20 முதல் 100
பெரியது (Large)	LSI	100 முதல் 1000
மிகப்பெரியது (very large)	VLSI	1000 முதல் 10,000
மிகமிகப்பெரியது (Super large)	SLSI	10,000 முதல் 100,000

SSI - Small scale Integration

9.10 ஐ.சி யை பயன்படுத்தும் சில சுற்றுகள் (Some circuits using ICS)

பொதுவாக ஐசி கள் எண்ணற்ற உறுப்புகளை ஒரு சிறிய குறை கடத்தி சிப்ல் கொண்டுள்ளதால் சுற்று சிக்கலானதாகவே கருதப்படுகிறது. இருந்தபோதிலும் ஐசிகளை பயன்படுத்தும் சுற்றுகளை படிக்கும்போது அதன் வெளிப்புற இணைப்புகளை கவனிக்க வேண்டுமேயன்றி அதன் உட்புறத்தில் நிகழ்வதை அறிய தேவையில்லை.

i. ஐ.சியால் நிலை நிறுத்தப்பட்ட 5 வோல்ட் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் (IC Fixed 5 volt voltage regulator)



படம் 9.14

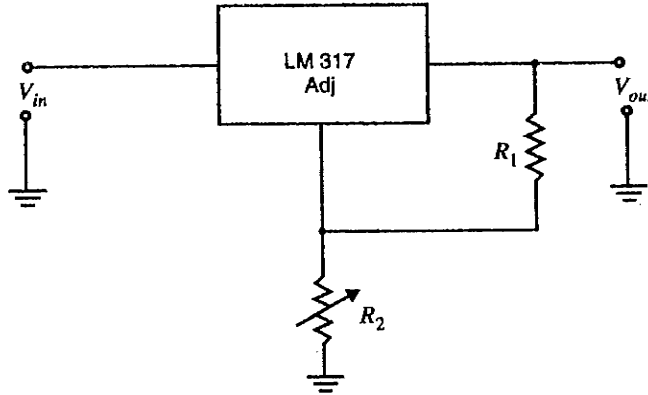
ஐசி வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் என்பது ஒரு உறுப்பாகும். இது டிசி பவர் சப்ளையாக செயல்பட்டு உள்ளீடு மின்னழுத்தம் மற்றும் லோடு மின்னோட்ட மாற்றங்களை நிலை நிறுத்த (hold) பயன்படுகிறது. உதாரணமாக LM 309 என்ற ஐசி நிலையான +5v டிசி வெளியீட்டை வழங்குகின்றது.

இந்த ரெகுலேட்டரானது பெரும்பாலான டிஜிட்டல் சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது. படம் 9.14-ல் LM 309 என்ற ஐ.சி பயன்படுத்தப்பட்ட வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த உறுப்பில் மூன்று முனைகள் உள்ளன. அவையாவன உள்ளீடு (Input) வெளியீடு (out put) மற்றும் தரையிடப்பட்ட (Ground) முனை ஆகும். இது நிலைப்படுத்தப்பட்ட 5 வோல்ட் மின்சாரத்தை வெளியீடு மற்றும் தரையிடப்பட்ட முனைகளுக்கு இடையே வழங்குகின்றது. இந்த ஐ.சியானது ஜினர் டயோட் பயன்படுத்தப்பட்ட ரெகுலேட்டரைவிட சிறப்பானதாகும். முதலாவதாக இது மிகவும் நுட்பமாக (accurate) செயல்படுகிறது. இரண்டாவதாக அதிக பளுவை ஏற்கும் உள்கட்டமைப்பு இதில் உள்ளது. மேலும் LM 309 ஆனது உயர் வெப்பத்திலிருந்து பாதுகாக்கும் தன்மையை பெற்றுள்ளது. எவ்வாறெனில் ஏதேனும் காரணத்தால் உட்புற வெப்பநிலை உயரும்போது இது தானாகவே வேலை செய்வதை நிறுத்தி பிறகு வெப்பநிலை குறைந்து சகஜ நிலையை அடைந்த பின் வேலை செய்ய தொடங்குகின்றது.

ii. ஐ.சி யால் திருத்திக் கொள்ளப்படும் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் (Ic Adjustable voltage Regulator)

சில நேரங்களில் நாம் பயன்படுத்தும் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர்களின் வெளியீட்டை தேவைக்கு ஏற்ப திருத்திக்கொள்ள (adjust) வேண்டியதிருக்கும். இதற்கு உதாரணமாக LM 317 என்ற வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டர் உள்ளது. இதன் அமைப்பு படம் 9.15 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் மாறும் மின்தடை R2 வின் மதிப்பை வேறுபடுத்துவதன் மூலம் வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரின் வெளியீட்டை திருத்தியமைக்கலாம். ஒரு LM 317 ரெகுலேட்டர் சுற்றின் டி.சி. வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை கணக்கிட கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு பயன்படுகின்றது.

$$V_{out} = 1.25 (R_2/R_1 + 1)$$



படம் 9.15

உதாரணம்: ஒரு LM 317 வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரில், மின்தடை R2 ஆனது 2.4 K Ω ஆக திருத்தப்பட்டுள்ளது. மின்தடை R1 ன் மதிப்பு 240 Ω ஆக இருந்தால் சுற்றின் ரெகுலேட்டர் டி.சி வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை காண்க.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

- ஒரு IC பெற்றுள்ள அளவு _____
அ) மிகப்பெரியது ஆ) பெரியது
இ) மிக சிறியது ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
- பொது ICயை தயாரிக்க உதவும் பொருள் _____
அ) சிலிக்கான் ஆ) ஜெர்மானியம் இ) காப்பர் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
- _____ IC கள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படும் வகையாகும்.
அ) மெல்லிய ஃபிலிம் ஆ) மோனோலிதிக்
இ) ஹைபிரிட் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
- மிகவும் பிரபலமான IC பேக்கேஜ் வகை
அ) DIL ஆ) Flat pack
இ) TO-5 ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
- கீழ்க்கண்டவற்றில் எதை ICயில் உருவாக்க முடியாது
அ) டிரான்சிஸ்டர் ஆ) டயோடு
இ) ரெசிஸ்டர் ஈ) பெரிய இன்டக்டர் மற்றும் டிரான்ஸ்பார்மர்
- ஒரு ஒலியலை பெருக்கியை உருவாக்க பயன்படுவது
அ) டிஜிட்டல் IC ஆ) லீனியர் IC
இ) டிஜிட்டல் மற்றும் லீனியர் IC ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
- கீழ்க்கண்ட உறுப்புகளில் ICயில் உருவாக்க கடினமானது
அ) டயோடு ஆ) டிரான்சிஸ்டர்
இ) FET ஈ) கெப்பாசிடர்
- கம்ப்யூட்டரில் பயன்படுத்தப்படும் IC _____ ஆகும்.
அ) டிஜிட்டல் ஆ) லீனியர்
இ) டிஜிட்டல் மற்றும் லீனியர் இரண்டும் ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை
- ICகள் பயன்படுத்தப்படும் இடம் _____
அ) லீனியர் சாதனங்களில் மட்டும் ஆ) டிஜிட்டல் சாதனங்களில் மட்டும்
இ) லீனியர் மற்றும் டிஜிட்டல் சாதனங்கள் இரண்டிலும்
ஈ) மேற்கண்ட எதுவும் இல்லை

10. ஒரு சிலிக்கான் IC சிப்-ல் உள்ள டிரான்சிஸ்டர் ஆனது இன்டக்டரூடன் ஒப்பிடும்போது _____ எடுத்துக்கொள்கிறது.

அ) குறைந்த இடத்தை

ஆ) அதிக இடத்தை

இ) சமமான இடத்தை

ஈ) மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

1. IC விரிவாக்கு.
2. மிகவும் பிரபலமான IC வகையைக் கூறு.
3. ICயில் பயன்படுத்தப்படும் செயலாற்றும் உறுப்புகள் யாவை?
4. IC யில் பயன்படுத்தப்படும் பாசிவ் உறுப்புகள் யாவை?
5. ICயில் SiO₂ லேயரின் பயன் என்ன?

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. இன்டக்ரேட்டட் சுற்று என்பது என்ன?
2. ICயின் நன்மைகளைக் கூறு.
3. ICயின் தீமைகளைக் கூறு.
4. 'ஸ்கேல் ஆப் இன்டக்ரேஷன்' என்பது என்ன?
5. IC விலை மலிவாக கிடைப்பதற்கு காரணம் என்ன?

பகுதி இ

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. குறிப்பு வரைக : IC பேக்கேஜ்
2. குறிப்பு வரைக : IC குறியீடுகள் (Symbols)
3. நிலைப்படுத்தப்பட்ட 5 வோல்ட் IC வோல்டேஜ் ரெகுலேட்டரின் மின்சுற்று வரைந்து விளக்கு.
4. குறிப்பு வரைக : எபிடாக்கியல் லேயர்.
5. சப்ஸ்டிரேட் என்றால் என்ன? P சப்ஸ்டிரேட்-ஐ விளக்கு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. மோனோலிதிக் IC-யில் டயோடுகள் மற்றும் டிரான்சிஸ்டர்கள் உருவாக்கப்படும் முறைகளை படத்துடன் விவரி.
2. மோனோலிதிக் IC-யில் ரெசிஸ்டர் மற்றும் கெப்பாசிடர் உருவாக்கப்படும் முறைகளை படத்துடன் விவரி.
3. மோனோலிதிக் ஐ.சி. உண்டாகும் வழிமுறைகளை படத்துடன் விரிவாக விளக்கு.

விடைகள்

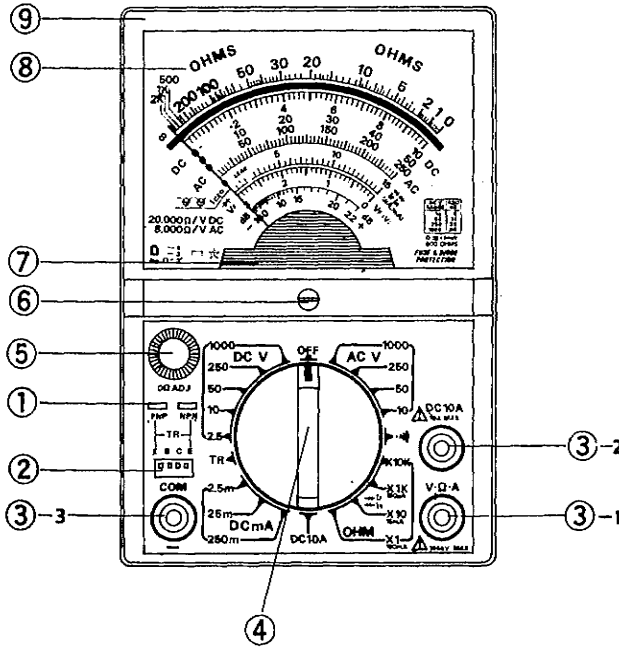
- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 (இ) | 2 (அ) | 3 (ஆ) | 4 (ஆ) | 5 (ஈ) |
| 6 (ஆ) | 7 (ஈ) | 8 (அ) | 9 (இ) | 10 (அ) |

10. மின்னணு அளவைக் கருவிகள் (Electronic Measuring Instruments)

10.1. மல்டிமீட்டர் - அறிமுகம்

மல்டிமீட்டர் என்பது மின்தடை, மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றை அளவிட பயன்படும் ஓர் மின்னணுவியல் சாதனமாகும். இதனைக் கொண்டு D.C. மற்றும் A.C. மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றை அளக்கலாம். இது அளப்பான் கருவிகளில் மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கக்கூடியது. இது பல அளவீடுகளை அளக்க உதவுவதுடன், விலை மலிவாக கிடைப்பது இதன் சிறப்பம்சமாகும்.

கட்டமைப்பு



1. டிரான்சிஸ்டர் சொருகும் முனை
2. டிரான்சிஸ்டர் தரசோதனை இண்டிகேட்டர்
3. நாய் சொருகும் முனை
4. ரேஞ்சு செலக்டர்
5. ஒம்ஸ் அளவுமாற்றி
6. "0" க்கு முள்ளை சரிசெய்தல்
7. மூலிங் காயில் அமைப்பு
8. மீட்டர் டயல்
9. மீளாஸ்டிக் பெட்டகம்

படம் 10.1.

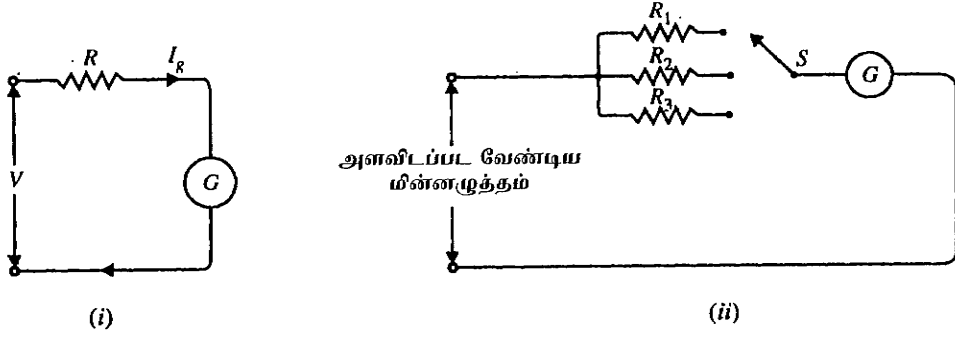
மல்டிமீட்டரானது ஒரு சாதாரண மூலிங்காயில் - கால்வனோமீட்டர் போன்ற அமைப்பாகும். இதில் காயிலானது மிக எளிதாக சுழலும் தன்மை கொண்ட பேரிங் மூலம் அமைக்கப்பட்டு, அதன் மொத்த அமைப்பும் ஓர் நிலையான காந்த துருவங்களுக்கிடையே வைக்கப்பட்டிருக்கும். காயிலோடு அளவீடை காட்டும் முள் ஒன்று பிணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

செயல்பாடுகள்

ஓர் மல்டிமீட்டரானது மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் மற்றும் மின்தடைகள் ஆகியவற்றை அளவிட, அதற்கேற்ற சில சரியான சுற்றுகளானது கால்வனோ மீட்டரோடு உருவாக்கப்பட வேண்டும். மல்டிமீட்டர்களில் கால்வனோ மீட்டரானது, சாதாரண கால்வனோ மீட்டர் போல் இல்லாமல், அதன் முள் இடது முனையில் பூஜ்யத்தை காட்டுவதாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அ. மல்டிமீட்டர் - வோல்ட் மீட்டராக

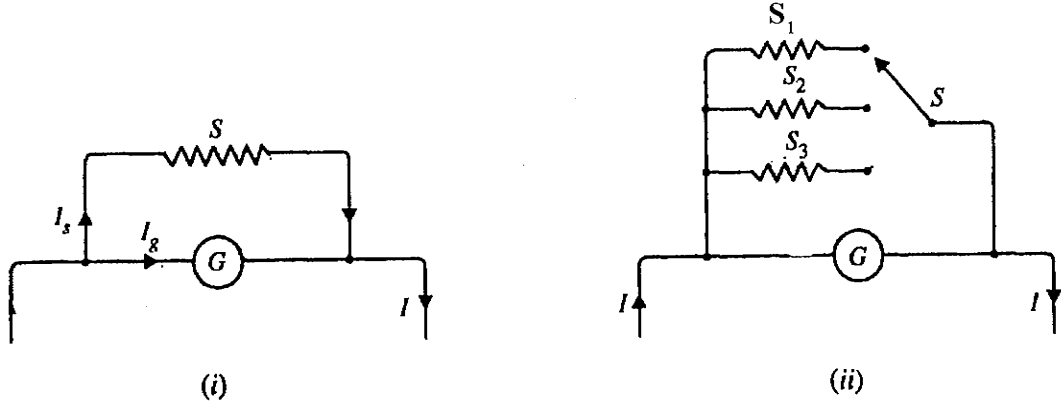
கால்வனோ மீட்டரோடு உயர்மின்தடை ஒன்றை தொடர் இணைப்பில் இணைத்தால், அது வோல்ட்மீட்டராக செயல்படும்.



படம் 10.2

படம் 10.2. ஆனது உயர் மின்தடை ஒன்று கால்வனோ மீட்டரோடு (G) தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதாக காட்டுகிறது. I_g என்பது முழு அளவீட்டை காட்டக்கூடிய மின்னோட்டம் என்றால், இந்நிலையில் கால்வனோ மீட்டரானது வோல்ட் மீட்டராக (0-V) செயல்படும்.

மல்டிமீட்டர் - அம்மீட்டராக

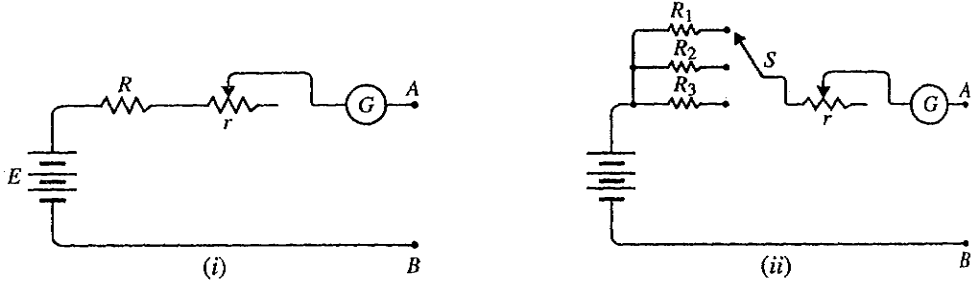


படம் 10.3.

கால்வனோ மீட்டரோடு குறைந்த அளவு மின்தடை ஒன்று பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டால், அது ஓர் அம்மீட்டராக செயல்படும். படம் 10.3 குறைந்த அளவு மின்தடை S (ஷண்ட் மின்தடை) பக்க இணைப்பாக கால்வனோ மீட்டரோடு இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகிறது. I_g முழு அளவீட்டைத் தரும் மின்னோட்டம் என்றால், தற்போது கால்வனோ மீட்டரானது ஓர் அம்மீட்டராக செயல்படும்.

மல்டிமீட்டர் - ஓம் மீட்டராக

படம் 10.4. ஓம் மீட்டர் சுற்றைக் காட்டுகிறது. மல்டிமீட்டரினுள் ஓர் பேட்டரியானது அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஓர் மதிப்பு மாறா மின்தடையும், மதிப்பு மாறும் மின்தடை ஒன்றும் தொடர் இணைப்பாக பேட்டரியுடனும், கால்வனோ மீட்டருடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 10.4.

மதிப்பு மாறா மின்தடையானது (R) மின்னோட்டத்தை குறிப்பிட்ட அளவில் தடுக்கவும், மதிப்பு மாறும் மின்தடை (அ) அளவீட்டில் பூஜ்ய அளவீட்டிற்கு சரி செய்யவும் பயன்படுகிறது. அளவிடப்படும் மின்தடையானது முனை A மற்றும் Bக்கு இடையே தரப்படுகிறது. இந்நிலையில் இச்சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டமானது A மற்றும் B முனைகளுக்கிடையே இணைக்கப்படும் மின்தடையின் அளவைப் பொருத்து அமையும். ஓம்மீட்டர் அளவீட்டு கோலானது ஓம்ஸ் அளவில் தரப்பட்டிருக்கும். இந்த ஓம்மீட்டர் மூலம் பல அளவீட்டு மின்தடைகளை அளக்கலாம்.

பொதுவாக மல்டிமீட்டரை ஓம் மீட்டராக பயன்படுத்தும் முன்னர், முனை A மற்றும் Bயை ஒன்றோடு ஒன்று தொடச் செய்து (Shorted) முள்ளானது அளவு கோளில் முழு அளவு விலக்கம் காட்டுமாறு செய்யப்பட வேண்டும். இந்நிலையில் மின்தடை அளவானது பூஜ்யமாக இருக்கும். தற்போது அளவிடப்பட வேண்டிய மின்தடைகளை முனை A மற்றும் B க்கு இடையே இணைத்து அதன் மதிப்புகளை அறியலாம்.

மல்டிமீட்டரின் பயன்கள்

மல்டிமீட்டர் மின்னணு சுற்றுகளில் பல அளவீடுகளை எளிமையாக அளக்க பயன்படும் ஓர் முக்கிய மின்னணுவியல் கருவியாகும். இது கீழ்க்காணும் செயல்பாட்டிற்கு பயன்படுகிறது.

1. சுற்றின் தொடர்ச்சியை சோதிக்க உதவுகிறது. இதை ஓம் மீட்டர் அளவீட்டில் வைத்து பரிசோதிக்க வேண்டும்.
2. DC மின்னோட்டத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.
3. மின்னணு சுற்றில் DC மின்னழுத்தத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.
4. பவர் டிரான்ஸ்பார்மரில் AC மின்னழுத்தத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.
5. திறந்த சுற்று, குறைச் சுற்று போன்றவற்றை கண்டுபிடிக்கவும் பயன்படுகிறது.

10.2. கேத்தோடு-ரே-ஆசிலாஸ்கோப் சி.ஆர்.ஓ. (CATHODE RAY OSCILLOSCOPE)

கேத்தோடு-ரே-ஆசிலாஸ்கோப், சி.ஆர்.ஓ. (C.R.O.) என சுருக்கமாக அழைக்கப்படுகிறது. இக்கருவியில் திரையில் அலைவடிவங்களை (Waveforms) கண்ணால் காணலாம்.

C.R.O. வின் பயன்கள்

1. காலத்திற்கேற்றவாறு மாறும் (Time Varying) அலைவடிவங்களை காண்பயன்படுகிறது.
2. ஒரு டி.வி.ரிசீவரின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் அலைன் செய்யப் பயன்படுகிறது.

3. சிக்னல் மின்னழுத்தம் கண்டறியலாம்.
4. டி.வி. ரிசீவரின் பழுதினை நீக்கப் பயன்படுகின்றது.
5. சிக்னல் அதிர்வெண்ணைக் கண்டறியலாம்.
6. VCR, VCP, DVD பிளேயர் போன்ற சாதனங்களை பழுது நீக்கப் பயன்படுகிறது.
7. Phase Shift-ஐக் கண்டறியலாம்.

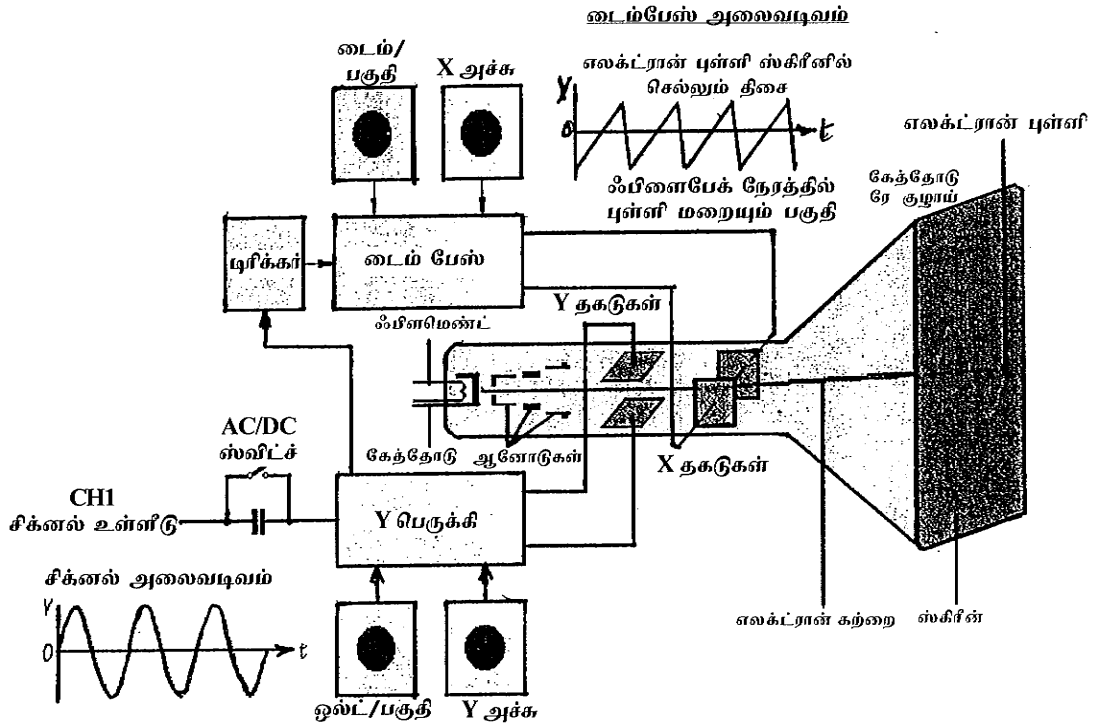
சி.ஆர்.ஓ. வேலை செய்யும் விதம்

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள எளிய கட்டப்படம் மூலம் சி.ஆர்.ஓ. எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

சி.ஆர்.ஓ. கட்டப்படம்

டி.வி.யைப் போலவே இதிலும் கேத்தோடு ரே டியூப் தான் திரையாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் முற்றிலும் காற்று நீக்கப்பட்டு வெற்றிடமாக இருக்கும்.

மின்னிழையால் கேத்தோடு சூடுபடுத்தப்படுகிறது. கேத்தோடிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் தொகுப்பாக வெளிவருகின்றன. இவை எலக்ட்ரான் கற்றை எனப்படுகிறது. எலக்ட்ரான் கற்றையை முதல் கிரிட் (ஆனோடு) கட்டுப்படுத்துகிறது. இரண்டாவது கிரிட் அதன் வேகத்தை முடுக்குகிறது. மூன்றாவது கிரிட் திரையின் மையத்தில் குவிக்கிறது.



படம் 10.5. சி.ஆர்.ஓ. கட்டப்படம்

மூன்றாவது கிரிட்டிற்கு அடுத்து இரண்டு ஜோடி தட்டுக்கள் உள்ளன. அவை X மற்றும் Y தட்டுக்கள் (Horizontal and Vertical deflection Plates) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தால், எலக்ட்ரான் சுற்றைகளை வளைக்கவும், திருப்பவும் முடிகிறது. இம்முறை எலக்ட்ரோஸ்டாடிக் டிஃப்ளக்ஷன் எனப்படுகிறது.

X தட்டுக்கள் டைம் பேஸ் என்னும் சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுற்று ரம்பப்பல் அலையை உருவாக்குகிறது. இவ்வலை திரையின் மையத்தில் விழும் வெளிச்சபுள்ளியை இடம் வலமாக நகரச் செய்கிறது. இது திரையின் X அச்ச ஆகும்.

Y பெருக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள Y தட்டு புள்ளியை மேலிருந்து கீழாக நகரச் செய்கிறது. இது திரையின் Y அச்ச ஆகும்.

பார்க்க வேண்டிய அலையை உள்ளீட்டில் கொடுக்க வேண்டும். ac/dc சுவிட்ச் OFF நிலையில் இருக்க வேண்டும். அலை, மின்தேக்கி வழியே Y பெருக்கியால் பெருக்கப்பட்டு Y தட்டுக்களுக்கு கொடுக்கப்படுகிறது.

Y பெருக்கியின் சக்தி Votts/Div என்ற கண்ட்ரோல் உதவி கொண்டு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் திரையில் தெரியும் அலையை சிறிதாகவோ பெரிதாகவோ காணலாம்.

டிரிக்கர்சுற்று, டைம்பேஸ் அலையை தாமதமாகக் கொடுப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. இதனால் பார்க்க வேண்டிய அலையை நிலையாகப் பார்த்து (பார்க்க வேண்டிய அலை நகர்ந்து கொண்டே இருப்பதால்) அதிர்வெண் அலைநீளம் மற்றும் வீச்சின் அளவை அளக்கலாம்.

10.3. சிக்னல் ஜெனரேட்டர்

இது ஆடியோ அதிர்வெண் (AF) மற்றும் ரேடியோ அதிர்வெண் (RF) அலைகளை உண்டாக்குகிற ஒரு கருவி ஆகும். இதனால் AF மற்றும் RF சிக்னல் ஜெனரேட்டர் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

பயன்கள்

1. ரிசீவர்களில் உள்ள ஆடியோ நிலைகளைச் சோதிக்கலாம்.
2. RF நிலை மற்றும் IF நிலைகளைச் சோதிக்கலாம்.

சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் கட்டப்படும் மற்றும் விளக்கம்

இது ஒரு சிறிய அளவிலான ஏ.எம்.பரப்பியின் சுற்றைப் போன்றதாகும்.

RF ஆசிலேட்டர்

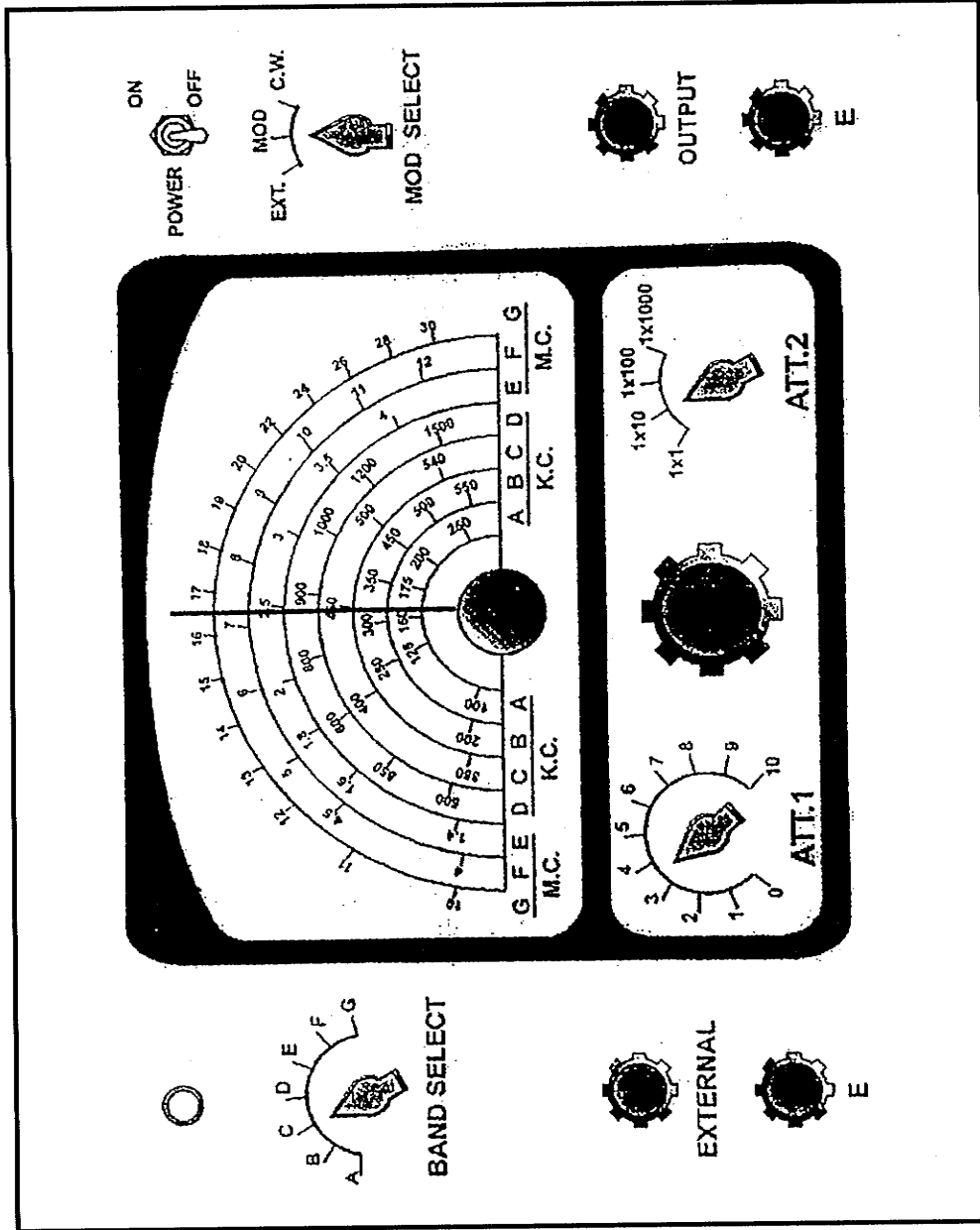
இப்பகுதி நிலையான ஆர் எஃப் அலைகளை உருவாக்குகிறது. இவ்வலை ஊர்தி அலை எனப்படுகிறது. இதன் அதிர்வெண்ணை C_c என்ற மின்தேக்கி மூலம் மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

RF பெருக்கி

இது ஆர் எஃப் அலைகளைப் பெருக்குகிறது.

RF ஆசிலேட்டர்

இது இரைச்சல் இல்லாத ஆடியோ அலையை உருவாக்குகிறது.



படம் 10.6.

AF பெருக்கி

இது AF அலைகளைப் பெருக்குகிறது. இதிலிருந்து ஏ எஃப் அவுட் என்னும் சாக்கெட் மூலம் ஏ எஃப் அலைகளை எடுத்து ஆடியோ நிலைகளைச் சோதிக்கலாம். இவ்வகைகளின் சக்தியைக் கூட்ட குறைக்க ஒரு பொட்டன்ஷியோமீட்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

AM பண்பேற்றப்பகுதி

இங்கு ஒலியலைகள் வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது.

RF பெருக்கி

இது பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட அலைகளை விரிவாக்கி RF வெளியீட்டில் கொடுக்கிறது. இவ்வலைகளைப் பயன்படுத்தி ரேடியோ ரிசீவர்களில் RF மற்றும் IF பகுதிகளைச் சோதிக்கலாம்.

இவ்வலைகளின் சக்தியைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ ஒரு பொட்டன்ஷியோ மீட்டர் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் வெளிப்புற அமைப்பு மற்றும் பயன்படுத்தும் விதம்

1. ON/OFF சுவிட்ச்

இது ஜெனரேட்டரை ஆன் அல்லது ஆஃப் செய்யப்பயன்படுகிறது.

2. நிலை தேர்ந்தெடுப்பான் (Mode Selector)

இது ஒரு மூன்று நிலை தேர்ந்தெடுக்கும் சுவிட்ச் ஆகும். ஊர்தி அலை அல்லது பண்பேற்றப்பட்ட அலை அல்லது ஆடியோ அலையைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. எந்த அலையைத் தேர்ந்தெடுக்கிறோமோ அது, வெளியீட்டில் கிடைக்கும்.

3. பேண்ட் தேர்ந்தெடுப்பான் (Band Selector)

இது அளவுகோலில் உள்ள தேவையான பேண்ட்களை தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ரேஞ்ச் செலக்டர் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. ரேடியோ ரிசீவரில் வெவ்வேறு பேண்ட்களை சோதிக்க இதனைத் தேர்ந்தெடுத்துத் சோதிக்க வேண்டும்.

4. அதிர்வெண் தேர்ந்தெடுப்பான் (Frequency Selector)

தேவையான அதிர்வெண்களைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. இதற்கு வேறுபடும் மின்தேக்கி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5. சக்தி கட்டுப்பாடுகள் (Gain Controls)

RF மற்றும் ஆடியோ அலைகளின் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. இதற்கு பொட்டன்ஷியோ மீட்டர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

6. வெளியீட்டு முனை

நிலை தேர்ந்தெடுப்பான் மூலம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அலை இம்முனையில் கிடைக்கும். இம்முனையில், கோ-ஆக்சியல் கேபிளை இணைத்து ரேடியோ ரிசீவர்களைச் சோதிக்கலாம்.

10.4. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டர்

டி.வி. ரிசீவர்களை அலைன் செய்வதற்கும் சர்வீஸ் செய்வதற்கும் இவ்வகை ஜெனரேட்டர் பயன்படுகிறது. அதற்கு இச்சாதனம் பல வடிவங்களையும் ஒலியையும் உருவாக்குகிறது.

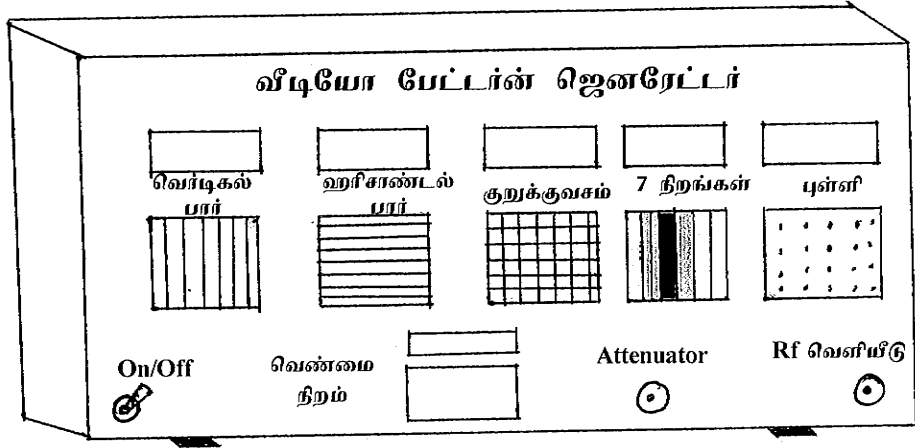
பயன்கள்

1. ஒளிபரப்பில்லாத சமயங்களில் டி.வி. ரிசீவரை சர்வீஸ் செய்யப் பயன்படுகிறது.
2. டி.வி. ரிசீவர்களின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் அலைன் செய்யப்பயன்படுகிறது.

பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டரின் உட்கட்டமைப்பும் படம் மற்றும் விளக்கம்

வீடியோ பேட்டர்ன் ஆசிலேட்டர்

இப்பகுதி பல விதமான படவடிவங்களை உருவாக்குகிறது. இப்பகுதியில் தேவையான படவடிவத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும் சுவிட்ச் உள்ளது.



படம் 10.7

சிங்க் பல்ஸ் ஜெனரேட்டர்

இங்கு ஹரிசாண்டல் சிங்க் மற்றும் பிளாங்கின் அலைகள் மற்றும் வெர்டிகல் சிங்க் மற்றும் பிளாங்கிங் அலைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. சிங்க் அலைகள் நிலையான படவடிவத்தைத் தர உதவுகிறது. பிளாங்கிங் அலைகள் ரீட்ரேஸ் எனப்படும் தேவையற்ற திரும்பும் கோடுகளை மறைக்க உதவுகிறது.

இவ்வலைகள் படவடிவ அலைகளுடன் கலக்கப்படுகிறது. கலக்கப்பட்டவுடன் அவை கூட்டுப்பட அலை (Composite Video Signal) என அழைக்கப்படுகிறது.

கூட்டுப்பட அலை பெருக்கி

கூட்டுப்பட அலையைப் பெருக்குகிறது.

AM மாடுலேட்டர்

கூட்டுப்பட அலையை வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்கிறது.

1 KHZ டோன் ஜெனரேட்டர் (Tone Generator)

இப்பகுதி 1 KHZ அதிர்வெண் மதிப்புள்ள AF அலையை உருவாக்குகிறது.

FM மாடுலேட்டர்

AF அலை, அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது.

சேர்க்கும் பகுதி

AM மற்றும் FM அலைகளை சேனல் (பெரும்பாலும் 4வது சேனல் 61-68MHZ) அதிர்வெண்ணிற்கு மாற்றப்பட்டு RF out வழியே வெளியே எடுக்கப்படுகிறது.

RF Out

இதிலிருந்து கோ - ஆக்சியல் கேபிள் மூலம் டி.வி. ரிசீவருக்கு இணைப்புக் கொடுத்து டி.வி.யை அலைன் செய்யலாம்.

வினாக்கள்

பகுதி அ

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

- ஒரு மல்டிமீட்டரின் உணர்திறனை குறிப்பது _____ .
அ. Ω ஆ. ஆம்பியர் இ. $K\Omega/v$ ஈ. மேற்கண்ட எதுவுமில்லை
- இரண்டு மல்டிமீட்டர்கள் மற்றும் உணர்திறன் முறையே $10 K\Omega/v$, $30K\Omega/v$ இதில் எதன் திறன் அதிகம்?
அ. A ஆ. B இ. C ஈ. D
- மின்னழுத்தத்தை துல்லியமாக அளவிட உதவுவது _____ .
அ. வோல்ட்மீட்டர் ஆ. மல்டிமீட்டர் இ. CRO ஈ. எதுவுமில்லை
- ஒரு CRO _____ ஐ அளவிட உதவுகின்றது
அ. மின்னழுத்தம் ஆ. அதிர்வெண் இ. ஃபேஸ் ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்
- மல்டிமீட்டரின் வேறு பெயர்
அ. அம்மீட்டர் ஆ. வோல்ட் மீட்டர் இ. ஓம் மீட்டர் ஈ. AVO மீட்டர்
- மல்டிமீட்டரின் வேறு பெயர்
அ. மின்தடை ஆ. டயோடு இ. டிரான்சிஸ்டர் ஈ. ஐ.சி.
- சிக்னல் ஜெனரேட்டரில் அலைகளை உருவாக்கும் பகுதி
அ. ஆசிலேட்டர் ஆ. RF பெருக்கி இ. IF பெருக்கி ஈ. பண்பேற்றி
- சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் அதிர்வெண் எல்லையாது
அ. 100 Hz முதல் 10 MHz ஆ. 100 KHz முதல் 30 MHz
இ. 10 Hz முதல் 10 MHz ஈ. 10 Hz முதல் 300 MHz
- பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டர் எந்த வகை சாதனங்களை சோதிக்க உதவுகின்றது?
அ. வானொலி ஆ. தொலைக்காட்சி
இ. வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி ஈ. எதுவுமில்லை
- CRT டியூபின் உள்ளே பூசப்படும் பொருள் என்ன?
அ. கார்பன் ஆ. சல்பர் இ. சிலிக்கான் ஈ. பாஸ்பர்

II. ஒரு சில வார்த்தைகளில் விடையளி

- மல்டிமீட்டர் என்றால் என்ன?
- மல்டிமீட்டரின் ஏதேனும் ஒரு நன்மையைக் கூறு.

3. மல்டிமீட்டரின் வகைகள் யாவை?
4. விரிவாக்கு CRO
5. CRO வில் உள்ள டிரிப்கர் சுற்றின் வேலை என்ன?
6. CRO வின் வெளியீட்டில் எந்த வகை ஓயர் பயன்படுகிறது?
7. சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் ஏதேனும் ஒரு நன்மையைக் கூறு.
8. சிக்னல் ஜெனரேட்டரில் எத்தனை பேண்ட் செலக்டர்கள் உள்ளன?
9. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டர் எங்கு பயன்படுகிறது?
10. டோன் ஜெனரேட்டர் என்றால் என்ன,

பகுதி ஆ

III. ஒரு சில வரிகளில் விடையளி

1. மல்டிமீட்டரில் என்ன விதமான அளவுகளை மதிப்பிடலாம்?
2. மல்டிமீட்டரின் பயன்பாட்டினை விளக்கு.
3. CROவின் ஏதேனும் நான்கு பயன்களை கூறு.
4. CRT என்றால் என்ன?
5. சிக்னல் ஜெனரேட்டரில் நிலை தேர்ந்டுப்பான் (Mode selector) என்றால் என்ன?
6. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டரில் உள்ள பேட்டர்ன்களைக் கூறு.

பகுதி இ

IV. கீழ்க்கண்ட வினாக்களை விளக்கு

1. CROவின் வெளிப்புற அமைப்பை விளக்கு.
2. பேட்டர்ன் ஜெனரேட்டரின் அமைப்பினை விளக்கு.

பகுதி ஈ

V. கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விரிவான விடையளி

1. ஒரு மல்டிமீட்டர் அமைப்பினை படத்துடன் விவரி.
2. ஒரு CRO வின் செயல்பாட்டினை படத்துடன் விவரி.
3. ஒரு சிக்னல் ஜெனரேட்டரின் அமைப்பினை படத்துடன் விவரி.

விடைகள்

- 1 (இ) 2(ஆ) 3(இ) 4(ஈ) 5 (ஈ)
6 (ஈ) 7(அ) 8(ஆ) 9(ஆ) 10(ஈ)