

க.பொ.த (உயர்தரம்)

பௌதிகவியல் தரம் - 13

வளநூல்

அலகு - 09

இலத்திரனியல்

ஏளைய அலகுகளுக்குரிய வளநூல்களை தரவிறக்கம் செய்ய **இங்கு** அழுத்தவும்



இன்னும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திடுங்கள்



/ ScienceEagle

[CLICK HERE TO JOIN](#)

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் (Broadcast Service) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



072-5161322

[CLICK HERE](#)

www.ScienceEagle.com

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்

பொருளடக்கம்

	பக்கம்
அலகு - 01 குறைகடத்திகளும் இருவாயிகளின் பயன்பாடும்	1
அலகு - 02 திரான்சிற்பர்கள்	50
அலகு - 03 தொடுகையிடும் சுற்றுக்கள்	91
அலகு - 04 இலக்க இலத்திரனியல்	119



முன்னுரை அறிமுகம்

குறைகடத்திகளும் இருவாய்களின் பயன்பாடும்

1.1 அறிமுகம்

ஒட்டமின் எனும் தலைமீன் கீழ், கடத்தியொன்றின் ஊடாக இலத்திரன்கள் பாய்வதால் தோன்றும் மின்னோட்டம் காரணமாக ஏற்படும் வீளைவுகள் (உதாரணம்: வெப்ப, ஒளி, காந்த, பொறிமுறை) பற்றி ஏற்கனவே கற்றோம். வெற்றிடயொன்றிலும் நினைவ ஊடகயொன்றிலும் உள்ள இலத்திரன்களை அல்லது வேறு ஏற்றல் சாவிகளின் பாய்ச்சலைக் கட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் வீரியலாக்கல், அதன்மூலம் பெறக்கூடிய வீளைவுகள் ஆகியன பற்றி இலத்திரனியலின் கீழ் கற்கவுள்ளோம்.

அன்றாட வாழ்க்கையில் பயன்படும் உபகரணங்களுள் பெரும்பாலானவை இலத்திரனியலை (Electronics) அடிப்படையாகக்கொண்டு உற்பத்தி செய்யப்பட்டவையாகும். இவற்றுள் பெரும்பாலானவை (Solid-state Electronics) அடங்கியுள்ள குறைகடத்திகளைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்பட்டவையாகும். எனினும் இலத்திரன்களால் வெற்றிடத்தின் ஊடுநாகச் செல்ல முடியும் என்பது கண்டறியப்பட்டதிலேயே இலத்திரனியல் துறை ஆரம்பமாகியது. (எனினும், ஆரம்பக் கட்டத்தில் இவ்வாறாக செல்பவை மறையேற்றமுள்ள இலத்திரன்களை என்பது அறியப்பட்டிருக்கவில்லை)

1940 ஜூல், மேமானியக் குறைகடத்தியுள் சொற்ப அளவு மாக சேர்ப்பதால் ஒளிமின் சூயல்புகள் தோன்றுகின்றமையை பெல் ஆய்வுகடத்தில் பணியாற்றிய ரசல் ஒஹ் (Russell Ohl) என்பவர் கண்டறிந்ததால் கூடவே நினைமீனை இலத்திரனியல் தொடர்பான முதலாவது அனுபவம் கிடைக்கப்பெற்றது. பின்னர் அவர் p-n சந்தி கொண்டுள்ள சீராக்கிப்பண்பு கண்டறியப்பட்டது. இதன் வீளைவான தீது வரையில் செய்யப்பட்டுவந்த வெற்றிடயொன்றில் இலத்திரனின் பயணத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பதிலாக திண்ம ஊடகத்தில் இலத்திரனின் பயணத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது தொடர்பில் ஆர்வம் காட்டப்பட்டது. 1941 ஜூல் முதன்முதலாக மேமானியம் p-n சந்தியொன்றைப் பயன்படுத்தி முதலாவது உணரி (Detector diode) இருவாய் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. பெல் ஆய்வுகடத்தில் பணியாற்றிய அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளான ஜோன் பார்டீன் (John Bardeen), வில்லியம் ஷூக்லி (William Shockley) வேல்டர் பிரேற்றேன் (Walter Brattain) ஆகியோர் மேமானியக் குறைகடத்தியைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்த முதலாவது திரான்சிற்றரை 1947 ஜூல் உலகிற்கு அறிமுகஞ்செய்தனர். திண்மநிலை இலத்திரனியலின் வீந்ததியுடன் கூடவே, வெப்பமயன் வால்வு முறையிலிருந்து விலகி, அதற்குப் பதிலாக திரான்சிற்றர் சீர்தீயீடு செய்யப்பட்டது.

1.2 குறைகடத்திகள்

திரவியங்களின் கடத்துதிறனின் அல்லது தடைத்திறனின் அடிப்படையில் அத்திரவியங்கள் மின்கடத்திகள் எனவும் காவலிகள் எனவும் வகைப்படுத்தப்படும். பொதுவாக நோக்குமிடத்து உலோகக் கடத்திகளின் தடைத்திறன் $(\rho) 10^{-8} \Omega\text{m}$ அளவுக்கு மிகச்சிறியதாகும். அவ் உலோகக் காவலிகளின் தடைத்திறன் $10^{12} \Omega$ தூலும் பெரியதாகும்.

கடத்துதிறனின் (σ) நிகர்மாற்றை தடைத்திறன் (ρ) ஆகும்.

$$\text{தடைத்திறன் } (\rho) = \frac{1}{\text{கடத்துதிறன் } (\sigma)}$$

20 °C இல் சில திரவியங்களின் தடைத்திறன் கடத்துதிறன் கீழே அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1.1

திரவியம்	தடைத்திறன் (ρ) Ω m	கடத்துதிறன் (σ) Moho
வேள்ளி	1.6×10^{-8}	6.25×10^7
செப்பு	1.7×10^{-8}	5.9×10^7
பொன்	2.42×10^{-8}	4.2×10^7
அலுமினியம்	2.8×10^{-8}	3.6×10^7
இரும்பு	10×10^{-8}	1×10^7
நியம்	20×10^{-8}	0.5×10^7
மங்களின்	44.5×10^{-8}	0.23×10^7
கொங்குதாந்தள்	49×10^{-8}	0.20×10^7
நைக்குரோம்	110×10^{-8}	0.09×10^7
சிலிக்கன்	2.3×10^3	4.35×10^{-4}
யோடானியம்	6.5×10^{-1}	1.54
பைரெட்க (கண்ணாடி)	1×10^{12}	1×10^{-12}
எபனைற்று	2×10^{13}	0.5×10^{-13}
பரலின்	3×10^{13}	0.33×10^{-13}
மைக்கா	9×10^{13}	0.11×10^{-13}
உருகிய படிகம்	7×10^{16}	0.14×10^{-13}

இவற்றுள் சில திரவியங்கள் தடைத்திறன் மிகக் குறைவானவற்றுக்கும் (கடத்திகளுக்கும்) தடைத்திறன் மிகக் கூடுதலானவற்றுக்கும் (காவலிகளுக்கும்) இடையே அமைந்துள்ள மையக் காணமுடிகின்றது. இவ்வாறான திரவியங்கள் குறைகடத்திகள் (Semiconductors) என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

அந்நகமைய தடைத்திறன் $10^{-3} \Omega$ m இலும் குறைவான திரவியங்கள் "கடத்திகள்" எனவும் தடைத்திறன் $10^3 \Omega$ m இற்கு மேற்பட்ட திரவியங்கள் காவலிகள் எனவும் தடைத்திறன் $10^{-3} \Omega$ m இற்கும் $10^3 \Omega$ m இற்கும் இடைப்பட்ட திரவியங்கள் குறைகடத்திகள் எனவும் கொள்ளப்படுகின்றது.

அட்டவணை 1.2 தடைத்திறன் அடிப்படையில் கடத்திகளும் குறைகடத்திகளும் காவலிகளும்

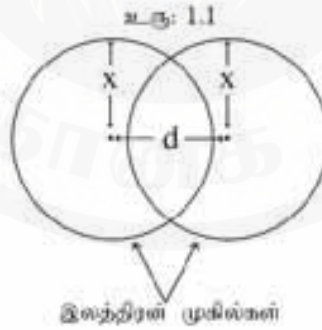
கடத்தி	குறைகடத்தி	காவலி
$\rho < 10^{-3} \Omega \text{ m}$	$10^{-3} \Omega \text{ m} < \rho < 10^5 \Omega \text{ m}$	$\rho > 10^5 \Omega \text{ m}$

இவற்றுள் திண்மநிலை இலத்திரனியலில் (Solid state electronics) குறைகடத்திகளே முக்கியமானவை.

திரவியமொன்றின் மின்கடத்தாறுக்கான காரணம் ஏற்றங் காவியாகத் தொழிற்படும் சுயாதீன இலத்திரன் ஆகும். திரவியங்களின் அணுவொன்றில் உள்ள இலத்திரன்கள் மின் கவர்ச்சி விசைகள் காரணமாக நேர் ஏற்றமுள்ள கருவுடன் பிணைந்து காணப்படும். எனவே இலத்திரன்களின் சுயாதீனமாக அசையும் திறனுக்குத் தடங்கல் ஏற்படும். சுயாதீனமாக அசையும் திறனுக்குத் தடங்கல் ஏற்படும். திரவியத்தின் அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள பிணைப்புகளின் தன்மைக்கேற்ப இலத்திரன்களால் இப்பிணைப்புகளிலிருந்து சுழன்று சுயாதீனமாவதற்குச் சந்தர்ப்பம் கிட்டும. திண்மநிலைத் திரவியங்களின் அணுக்களுக்கு இடையிலான பிணைப்புக்களைப் பிரதானமாக மூன்று வகையாகப் பிரித்துக்காட்டலாம்.

i. உலோகப் பிணைப்புக்கள் ii. அயன்பிணைப்புக்கள் iii. பங்கீட்டுவலுப் பிணைப்புக்கள்

உலோக மூலகங்களில் உள்ள பிணைப்புக்கள் உலோகப் பிணைப்புக்கள் எனப்படும். உலோகங்களின் அணுச் சாலகத்தில் உலோக அணுக்களிரண்டுக்கு இடையிலான தூரம் உலோக அணுவின் ஆரையின் இரு மடங்கிலும் குறைவானது என்பது செய்முறையில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அணுக்களில் மீப்புறத்தே அமைந்துள்ள இலத்திரன் ஒழுக்குகள் (இலத்திரன் முகில்) ஒன்றுடனொன்று மேற்பொருந்தியுள்ளது என்பது இதிலிருந்து தெரிகின்றது.



இங்கு கருவிலிருந்து மிக அப்பால் அமைந்துள்ள இறுதி ஒழுக்கில் (வலுவளவு ஒழுக்கு) உள்ள வலுவளவு இலத்திரன்களோடு (Valance Electrons) கருவுடனான பிணைப்பு குறைவானது. எனவே, அந்த இலத்திரன்களுக்கு, மேற்பொருந்தியுள்ள முகிலினுள் சுயாதீனமாக அசைய முடியும். உலோகமொன்றின் சாலகத்தில் அணு அடர்த்தி (Atomic Density) மிகப் பெரியது. உதாரணமாக, செப்பின் (Cu) அணு அடர்த்தி 10^{29} m^{-3} அளவானது. அதை வெப்பநிலையில் (300K) செப்பின் சுயாதீன இலத்திரன் அடர்த்தி (Free Electron Density) $8 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$ அளவானது. பொதுவாக எந்தவோர் உலோகத்திலும் இவ்வாறான பெருமளவு சுயாதீன இலத்திரன்கள் அமைந்திருப்பதோடு, இந்த சுயாதீன இலத்திரன்கள் காரணமாகவே, உலோகங்களுக்கு உயர் கடத்தாறு கிடைக்கின்றது.

சோடியம் குளோரைட்டு (NaCl) போன்ற பொருள்களின் மின்கடத்தாறானது அதன் அணுக்களுக்கு இடையிலான அயனியிணைப்புகள் மூலமாகவே தீர்மானமாகின்றது. இங்கு சோடியம் அணுவின் வலுவளவு ஒழுக்கில் உள்ள வலுவளவு இலத்திரனொன்று கழன்று குளோரின் அணுவின் வலுவளவு ஒழுக்கில் சேர்வதோடு அதன்விளைவாக சோடியம் ஒரு நேர் அயனாகவும் (Na^+) குளோரின் மறைஅயனாகவும் (Cl^-) மாறும். இந்த அயன்களுக்கு இடையிலான மின் பிணைப்புக்களே சோடியம் குளோரைட்டு மூலக்கூறுகளின் பிணைப்புக்களாகும். இப்பிணைப்புகள் வலிமைமிக்கவையாகையால், இவ்வாறான பொருள்கள் திண்ம நிலையில் மின்னைக் கடத்துவதில்லை. (ஏற்றங்காவிடிகள் இல்லையாதலால்) எனினும் நீர் போன்ற அயனாக்கக் கரைப்பாளொன்றினுள் இந்த அயன்களுக்கு இடையே உள்ள மின் கவர்ச்சி வீசை மிகக் குறைவடைந்து அந்த அயன்களால் ஏற்றங்காவிடளாக அசையக் கூடியநிலை ஏற்படும். இந்த அயன்கள் காரணமாகவே நீர்மயசோடியம் குளோரைட்டானது சிறந்த கடத்தியாக தொழிற்படுகின்றது. எவ்வாறாயினும் எப்பெ இருந்தபோதிலும் உலர் திண்ம நிலை அயன் திரவியங்கள் காவலிகளாக தொழிற்படும். ஏனெனில் சுயாதீன ஏற்றங்கள் காணப்படாமையினால் ஆகும். உலர்திண்ம நிலையில் அயன் திரவியங்களை உயர் வெப்பநிலைக்கு வெப்பமேற்றி, உருக்குவதால் மீண்டும் அவை கடத்தியாக மாறும். இங்கும் கடத்தலுக்கான (ஏற்றங்காவிடாக) காரணம் சுயாதீன இலத்திரன்கள் அல்ல என்பதையும் நேர் மற்றும் மறை அயன்களே (ஏற்றக்காவிடிகள்) அதற்கான காரணம் என்பதையும் வலியுறுத்துதல் வேண்டும்.

உலோகங்கள், உப்புக்கள் ஆகியன தவிர்ந்த ஏனைய அல்லலோகத் திரவியங்களில் பங்கீட்டு வலுப்பிணைப்புக்களே உள்ளன. இப்பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்பில் அயலில் உள்ள அணுக்கள் வலுவளவு ஒழுக்கில் பொதுவாக இலத்திரன்களை வைத்துள்ளன. இவ்வாறான திரவிய அணுக்கள் அவற்றின் வலு ஒழுங்கில் உள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையை எட்டாக வைத்திருந்து உறுதியான அணுவாக மாறியுள்ளது. பெரும்பாலான திரவியங்களில் உள்ள இந்தப் பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்புகள் வலிமை மிக்கவையாகையால், இலத்திரன்களால் சுயாதீனமாக அசைய முடியாது. இப்பிணைப்புகள் உடைவதால் சொற்ப அளவிலேயே சுயாதீன இலத்திரன்கள் தோன்றும். இவ்வாறான வலிமைமிக்க பங்கீட்டு வலுப்பிணைப்புக்களைக்கொண்ட திரவியங்களே காவலிகளாகத் தொழிற்படும்.

குறைகடத்தித் திரவியங்களிலும் அணுக்கள் பங்கீட்டுவலுப் பிணைப்புகளினாலேயே பிணைந்துள்ளன. எனினும் இப்பங்கீட்டு வலுப்பிணைப்புகள், காவலித் திரவியங்களில் உள்ள பிணைப்புகளின் அளவுக்கு வலிமையானவை அல்ல. எனினும் குறைந்த அளவு சக்தியையாயினும் பெற்று இப்பிணைப்புக்களிலிருந்து விடுபட்டுச் சுயாதீன இலத்திரன்களை இவற்றால் தோற்றுவிக்கமுடியும்.

அட்டவணை: 1.3 Si,Ge இன் காவினின் செறிவு

குறை கடத்தி	உள்ளீட்டுக் காவிச் செறிவு
Ge - யோமானியம்	$2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$
Si - சிலிக்கன்	$1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது சாலகத்தில் மேலும் பிணைப்புக்கள் உடைகின்றமையால் இச்செறிவு அதிக அளவில் வேறுபடும் யோமானியத்தின் பிணைப்புச் சக்தி மிகக் குறைவானதாகையால் வெப்பநிலைக்கேற்ப யோமானியத்திலேயே (Ge) காவிச் செறிவு அதிக அளவில் அதிகரிக்கும். சிலிக்கனில் வெப்பநிலையின் செல்வாக்கு குறைவானது. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது பிணைப்புக்கள் உடைதலானது. "வெப்பக் கலக்கம்" (Thermal Agitation) எனப்படும்.

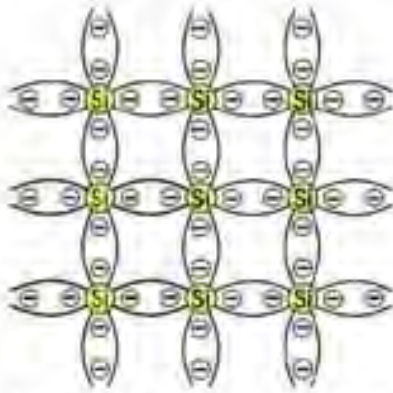
1.4 குறைகடத்திகளில் ஓட்டம் பாயும் பொறிமுறை

வெப்பக் கலக்கம் காரணமாக, குறைகடத்திகளில் ஓரளவுக்கு சுயாதீன இலத்திரன்களும் சமஅளவு துளைகளும் உள்ளன என்பன நாம் அறிவோம். இச்செற்பாட்டை இலத்திரன் துளைச் சோடியப் பிறப்பித்தல் என்போம். அவ்வாறே இந்த சுயாதீன இலத்திரன்கள் சில துளைகளுடன் மீளச்சேர்த்தும் (Recombination) பிணைப்புக்களை உருவாக்கும். இந்த இரண்டு செயல்களினதும் முடிவில் ஒரு குறித்த தொகை இலத்திரன்களையும் அத்தொகைக்குச் சமமான துளைகளையும் பளிங்குச் சாலகத்தில் பேணியவாறு இயக்கச் சமனிலையை அடையும். இவ்வாறாக யாதேனும் வெப்பநிலையில் உள்ள சுயாதீன இலத்திரன்களின் செறிவை n_i யினாலும் துளைகளின் செறிவை n_h யினாலும் வகைகுறிப்போம். இச்செறிவு எப்போதும் சமமானதாகும். ($n_i = n_h$) இவ்வாறாகக் காணப்படும் இலத்திரன் அல்லது துளைச் செறிவே குறை கடத்தியின் காவிச் செறிவு (Carrier Concentration) எனப்படுகின்றது. காவிச்செறிவை n_i எனக்குறிப்பிடுவோம்.

$$\therefore n_i = n_e = n_h$$

உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தியின் அந்தங்களுக்கு இடையே அழுத்த வித்தயாசமொன்றினை ஏற்படுத்தும்போது அக்குறை கடத்தியில் மின்புலமொன்று (E) தோன்றும். அம்மின்புலம் காரணமாக ஏற்படும் விசை காரணமாக புலத்திற்கு எதிராக (v) நகர்வு வேகத்தில் சுயாதீன இலத்திரன் பாய்ச்சல் உருவாகும். எனவே இலத்திரன் பாயும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் மின் ஓட்டம் தோன்றும். அவ்வோட்டத்தை I_e எனக் குறிப்பிடுவோம். குறைகடத்தியினுள் உள்ள துளைகள் நேரேற்றங்களுக்கு ஒப்பானவையாதலால், புலத்தின் திசையில் துளைகளின் பாய்ச்சல் தோன்றும் உள்ளீட்டுக் குறை கடத்திச் சாலகமொன்றில் துளைகள் அசையும் விதம் உரு 1.4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

1.3 உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திகள்



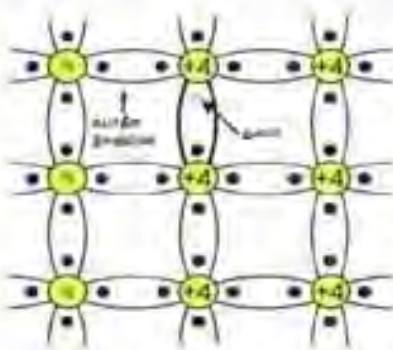
உரு 1.2 ஒன்றுக்கொன்று குறைகடத்தி (Single-Crystal Semiconductor)

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் நான்காவது (IV) ஆவர்த்தனத்தில் உள்ள மூலக்களின் (நீட்டி ஒழுக்கில் (வலுவான ஒழுக்கில்) நான்கு இலத்திரன்கள் உள்ளவைகையால் அணுக்கள் சேர்ந்து பரிந்துச் சாலகத்தை (Crystal Lattice) உருவாக்கும்போது தயவில் உள்ள நான்கு அணுக்களுடனும் இலத்திரன்களையும் பொதுவில் வைத்தவாறு வலுவான ஒழுக்கில் 8 இலத்திரன்களைப் பூர்த்தி செய்துகொள்ளும், அச்சாலகம் உருவாகியுள்ள விதம் உரு 1.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. உண்மையில் இந்த அணுக்கள் சாலகத்தினால் நான்முகிவடிவ முப்பரிமாண அமைப்பிலேயே காணப்படப்போதிலும், இங்கு அதன் இயல்புகளை விளக்குவதற்காக நான் அமைப்பொன்று தயார்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

குறைகடத்திகள் தயாரிப்பில் காணப்படும்போது அவை உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திகள் எனப்படும். காவலிகளின் போன்றல்லாது இவற்றில் உள்ள பங்கீட்டு வலுவரிவைப்புக்கள் நவீனவாணவையாதலால், அறைவெப்ப நிலையிலும் கூட (வெப்பம் காரணமாக) தூண்டில் பிணைப்புக்கள் உடைவதால் இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப்படும், இவ்வாறாக உடையும் ஒவ்வொரு பிணைப்பினாலும் இலத்திரன் குறைகடத்திகள் ஓர் இடமும் அதாவது துளைபுறம் (hole) ஒரு கயாதின இலத்திரனும் சாலகத்துடன் சேரும்.

இவ்வாறாக உடையும் பிணைப்புக்களால் தோன்றும் கயாதின இலத்திரன்கள் துளைகளுடன் மீளச்சேர்வதால் (Recombination) மீண்டும் பிணைப்புக்கள் உருவாகும். இந்த துளை இலத்திரன் சேர்ப்பு பிறப்பித்தல் மற்றும் மீளச்சேர்தல் செயல்முறைகள் திரவியத்தின் வெப்பநிலைக்கு ஒப்பாக இயக்கச் சமனிலையை அடைந்து ஓரளவு துளைகளும் கயாதின இலத்திரன்களும் சாலகத்துடன் வருகும்.

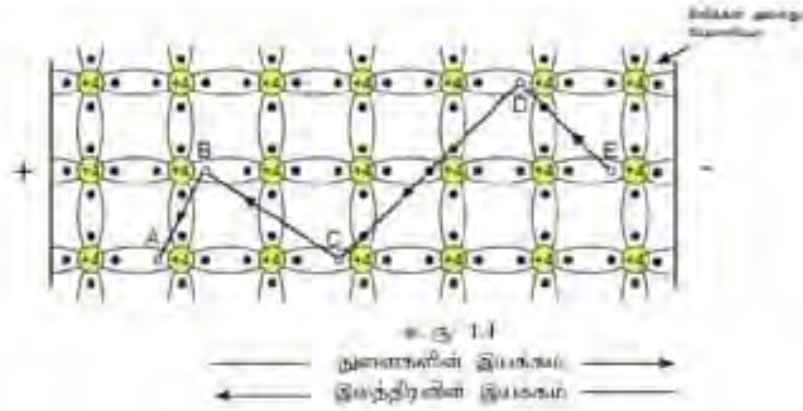
துளைகளும் கயாதின இலத்திரன்களும் தோன்றும் விதம் உரு 1.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 1.3

கடத்தியொன்றின் கயாதின இலத்திரன்களால் மாத்திரமே மின்கடத்தப்படும். எனினும் குறை கடத்திகளின் நிகழும் மின் கடத்தலுக்கு அதில் உள்ள "துளைகள்", கயாதின இலத்திரன்கள் ஆகிய இரண்டு வகைகளும் பங்களிப்புச் செய்யும். எனவே இத்துளைகளும் கயாதின இலத்திரன்களும் பொதுவில் "காஸ்கள்" எனப்படும்.

அறைவெப்பநிலையில் (300K) மேற்கூறியபேட்ட உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திகளில் காவிச் செறிவு கீழே அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.



மின்னணுவகளுடன் பரிமாற்றமடைவதன் மூலமே துளைகளின் அரைவு நிகழ்வின் மையினால் துளைகளின் நகர்வு வேகம் v' ஆனது இலத்திரன்களின் நகர்வு வேகம் (v) இலும் சிறியது. அதனை v' இனால் காட்டுவோம். துளை ஓட்டம் I_h இனால் குறிப்பின் அத்துடன் கயாநீன இலத்திரன்களின் ஓட்டத்தை I_e ஆல் குறிப்பின் குறை கடத்திக்குக் குறுக்காகப் பாயும் மொத்த ஓட்டமானது இந்த இரண்டு ஓட்டங்களினதும் கூட்டுத்தொகையாகும். அதனை I_s எனக் குறிப்போம். (ஒள்ளீட்டுக் காவி ஓட்டம்)

$$I_s = I_e + I_h$$

அம்வாறே $v > v'$ ஆதலால் $I_e > I_h$ ஆகும்.

உள்ளீட்டுக் குறைவுத்திகளின் முக்கியமான சில இயல்புகள் கீழே நரப்ப'ருள்ளன:

- உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தியின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கும்போது மின்னணுக்கள் அதிகமடிகவாக உடனடின்றையால் உள்ளீட்டுக் காவிச் செறிவு (n_i) அதிகரிக்கும், எனவே தடை குறைவடையும். எனவே உள்ளீட்டுக் குறைகளில் தடையின் வெப்பநிலைக்குணகம் மறை (-) பெருமளவைதப பெறும்.
- குறைகடத்தியொன்றின் மீது பொருத்தமான அலைநீளமுள்ள மின்காந்த அலை விழுவாயின் அச்சகதியை உற்ஞ்சி மின்னணுக்கள் உடைத்து இலத்திரன் துளை பிறப்பித்தல் நிகழ்வதோடு, அக்குறை கடத்தியின் தடைத்திறன் குறைவடையும்.
- உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திச் சாலைமொன்றுடன் மூன்றாம் கூட்ட அல்லது ஐந்தாம் கூட்ட (வலுவளவு இலத்திரன்கள் 4 அல்லது 5 உள்ள) மூலகமொன்றின் நிக்ச்சொற்பு அளவைச் சேர்ப்பதால் காவிச் செறிவு மிகப்பெருமளவில் அதிகரிப்பதால் தடைத்திறன் குறைவடையும் இச்செயற்பாடு "மாரூட்டல்" (Doping) எனப்படுவதோடு, அத்துடன் சேர்க்கப்படும் மூலகங்கள் "மரக மூலகங்கள்" (Impurity elements) எனப்படும், வெளிப்பீட்டு (Extrinsic) குறைகடத்திகள் பற்றிய கற்றவன்போது இது குறித்து மேலும் கலந்துரைப்பப்படும்.

1.5 வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகள் (Extrinsic Semiconductors)

உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தித் திரவியமொன்றுடன் ஆவர்த்தன அட்டவணையின் III ஆம் அல்லது V ஆம் கூட்ட மூலகமொன்றின் சொற்ப அளவைச் சேர்ப்பதால் அத்திரவியத்தின் மின்கடத்தாறு மிக அதிகரிக்கும். இச்செயற்பாடு மாகூட்டல் (Doping) எனப்படும். புறத்தேயிருந்து சேர்க்கப்பட்ட மூலம் மாசு மூலகம் (Impurity Elements) எனப்படும். இவ்வாறாக உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தியொன்றுடன் மாசு மூலகமொன்றின் மூலம் மாகூட்டப்படுவதால் அக்குறைகடத்தியானது வெளியீட்டுக் குறைகடத்தி (Extrinsic Semiconductor) எனப்படும்.

மாகூட்டுவதற்குப் பயன்படும் மூலகம் (மாசு) (V) ஆம் கூட்டத்தை (5 வலுவளவு இலத்திரன்கள் உள்ள) சேர்த்தல் அல்லது (III) ஆம் கூட்டத்தை (3 வலுவளவு இலத்திரன்கள் உள்ள) சேர்த்தல் என்பதைப் பொறுத்து வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகள் இரண்டு வகைப்படும்.

- (a) n – வகைக் குறைகடத்திகள் (n – type semiconductors)
- (b) p – வகைக் குறைகடத்திகள் (p – type semiconductors)

1.5.1 n – வகைக் குறைகடத்திகள்

உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திச் சாலகமொன்றுடன் ஐந்தாம் (V) கூட்ட மூலகங்களான யோகபரசு (P), ஆசனிக் (As), அந்திமனி (Sb), பிகமது (Bi) போன்ற உலோகமொன்றின் சொற்ப அளவைச் சேர்ப்பதால், உள்ளீட்டுக்குறை கடத்திச் சாலகத்தில் உள்ள வலுவளவு இலத்திரன்களுடன் பிணைப்புக்கள் உருவாகும் விதத்தை நோக்குவோம். உதாரணமாக, சிலிக்கன் உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திச் சாலகமொன்றுடன் ஆசனிக் அணுவொன்றைச் சேர்ப்பதால் அருகே உள்ள நான்கு Si அணுக்களுடன் As அணுவின் வலுவளவு இலத்திரன்கள் நான்குடன் சேர்த்து பிணைப்புக்களை உருவாக்கும். As அணுவில் உள்ள ஐந்தாம் வலுவளவு இலத்திரனானது பிணைப்பில் பங்குகொள்ளாது சாலகத்தில் எஞ்சியிருக்கும். இவ்வாறாக, சிலிக்கன் அணு தனது வலுவளவு ஒழுக்கில் 8 இலத்திரன்கள் பூர்த்தியடைவதால் உறுதிநிலையை அடையும். ஆசனிக் அணுவிலிருந்து சாலகத்துக்குக் கிடைத்த பிணைப்புக்களுடன் தொடர்புறாக இலத்திரன்கள் கயாத்ன இலத்திரன்களாகச் சாலகத்தினுள் காணப்படும்.

இவ்வாறாகத் தோன்றும் இலத்திரன்களால் சாலகத்தில் கயாத்னமாக அசைய முடியாமதலால் சாலகத்தின் கடத்தாறு அதிக அளவில் அதிகரிக்கும். அவ்வாறான வெளியீட்டுச் சிலிக்கன் சாலகமொன்று உருவாகியுள்ள விதம் உரு:1.5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இவ்வாறாக கடத்தலில் பங்குகொள்ளக்கூடிய மேலதிக இலத்திரன் அளவை “காவி” (Carrier) ஆனது மறை (negative) கொண்டதாகையால், இவ்வகை வெளிப்பீட்டுக் குறைகடத்திகள் n-வகைக் குறைகடத்திகள் எனப்படும். இங்கு ஆசனீக்கு அணு “முக” எனக் கருதப்படுவதோடு, அதன் மூலம் சாலகத்துக்கு “காவிகள்” வழங்கப்படுகின்றமையால் ஆசனீக்கு அணுக்கள் சதல் அணுக்கள் (Donor Atoms) எனப்படும் ஒவ்வொரு சதல் அணுவிலிருந்தும் ஒரு காவி வீதம் சாலகத்துடன் சேரும்.

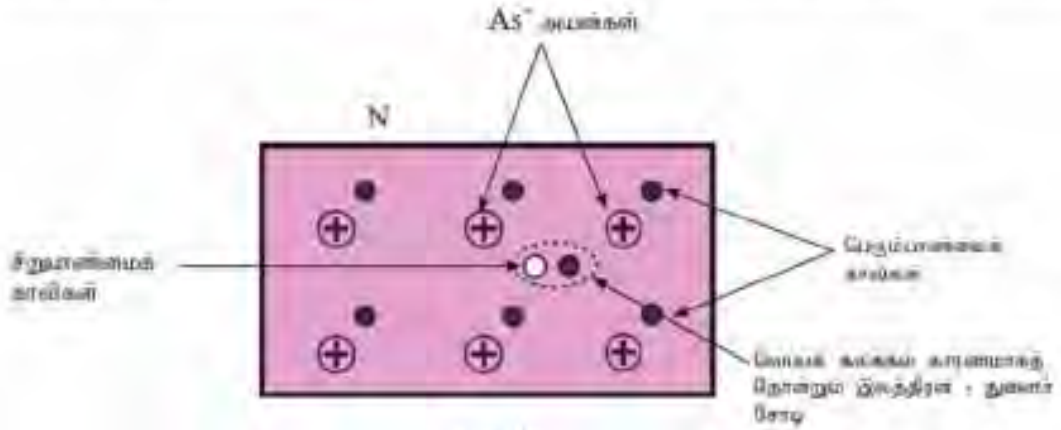
மரகபடுத்தல் மூலம் சதல் அணுக்களால் வழங்கப்படும் சுயாதீன இலத்திரன் செறிவு (N_D) ஆனது உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திகளில் வெப்பக்கலத்தால் உருவாகும் சுயாதீன இலத்திரன் செறிவை (n_i) விட பெருமளவு உயர்வாக காணப்படும்.

$N_D \gg n_i$ ஆதலால், வெளிப்பீட்டுச் சாலகத்தின் மொத்த இலத்திரன் செறிவு $N_D \approx n_i \approx N_D$ எனக் கருதப்படும்.

n-வகை வெளிப்பீட்டுக் குறைகடத்தியிலுள்ள துணைகளின் செறிவானது உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தியிலுள்ள துணைகளின் செறிவுக்கு n_i அண்ணளவாக சமனாக காணப்படும். இது n_i இற்கும் சமனாகும்.

n-வகையில், இச்சாலகத்தில் உள்ள இலத்திரன் அடர்த்தியை விடவும் துணை அடர்த்தி மிகச் சிறியதாகையால் n-வகை குறைகடத்திகளில் உள்ள இலத்திரன்கள் “பெரும்பான்மைக் காவிகள்” (Majority Carriers) எனவும், அதில் உள்ள “துணைகள்” சிறுபான்மைக் காவிகள் (Minority Carriers) எனவும் அழைக்கப்படும்.

இந்த பெரும்பான்மைக்காவிகளும் சிறுபான்மைக் காவிகளும் மின்கடத்தலில் பங்குபற்றிய போதிலும் சிறுபான்மைக் சிறுபான்மைக் காவிகள் மிகச் சார்பு அளவிலேயே காணப்படுகின்றமையால் சிறுபான்மைக் காவிகள் மூலம் மின்கடத்தலில் செய்யப் பங்களிப்பைப் புறக்கணித்துவிடலாம். (இங்கு As சதல் அணுவானது As^- அயனாகத் தொழிற்படுகின்றது)



உரு. 1.6

II-வகை வெளியீட்டுக் குறைகடத்திய வகைகருத்துக் காட்டல்

வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகளிலும், சாலகத்தில் உள்ள மொத்த புரோத்தன்களின் அளவானது இலத்திரன்களின் அளவுக்குச் சமமானதாகையால் சாலகமானது மின்ரீதியில் நடுநிலையானது. ஓர் இலத்திரன் நீங்கிய ஆசனீக்கு அணு நேர் அயனாகக் சாலகத்தில் காணப்படும். (சாலகத்தின் வெப்பநிலைக்கேற்ப தமது மைய அமைவைச் சூழ மாத்திரம் அலைந்து கொண்டிருக்கும்)

1.5.2 p- வகைக் குறைகடத்திகள் (p - Type Semiconductors)

உள்ளீட்டு Si எலக்ட்ரான்களால் மாசாக 3 வலுவளவு இலத்திரன்கள் உள்ள III ஆம் கூட்ட மூலகமொன்றினால் மாசூட்டினால் அத்த மாக அணுவுக்கு பிணைப்பொன்றினை உருவாக்குவதற்கு (புற ஓட்டத்தில் எட்டு இலத்திரன்களைப் பூர்த்தி செய்துகொள்வதற்காக ஓர் இலத்திரன் குறைபாடான நிலை சாலகத்தில் தோன்றும்.



உரு. 1.7 சிலிக்கன் பனிக்குச் சாலகத்தில் இனடியம் அணுவொன்று புத்தந்தல்

III ஆம் கூட்ட மூலகங்கள்

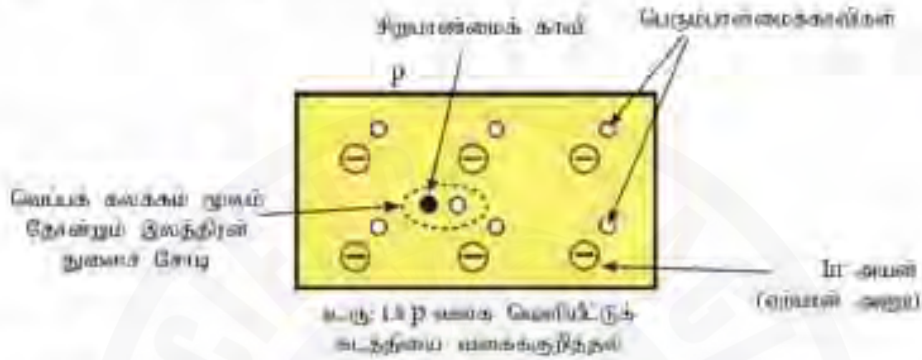
- அலுமினியம் - Al
- கால்சியம் - Ga
- பொரன் - B
- இந்தியம் - In

சிலிக்கன் சாலகத்துடன் மாக மூலமாக இனடியத்தினால் மாசூட்டுவதால் சாலகத்தில் பிணைப்புகள் அமைவும் வீதம் உரு:1.7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு பிணைப்புக்கு இலத்திரன் குறைவாக உள்ளதோடு அது துளையாகச் சாலகத்தில் காணப்படும்.

எனவே சாலகத்துடன் சேரும் ஒவ்வொரு இனடியம் அணுவிலொன்றும் சாலகத்துடன் ஒவ்வொரு துளை (காலி) வீதம் சேரும். இங்கு இனடியம் அணுக்களால் இலத்திரன்களை "ஏற்க" முடியாதவால் அது ஏற்பாள் அணு (Acceptor Atom) எனப்படும். மாசூட்டலின்போது

தோன்றும் துகள்கள் நேர் (positive) ஏற்றத்துக்கு ஒப்பானதாகையால், இந்த வகை வெளியீட்டுக் குறைக கடத்திகள் p-வகைக் குறை கடத்தி எனப்படும். இதன்போது இன்றியம் ஏற்பாள் அணுவானது In அயனாகத் தொழிற்படும்.

ஏற்கனவே சொல்லப்பட்ட விளக்கத்தின் மூலம் இதை காட்டலாம். ஏற்பாள் அணுக்களின் p-வகை குறைக கடத்தியானது துகள்களின் செறிவை அதிகமாகக் கொண்டிருக்கும், சுயாதீன இலத்திரன் செறிவு மிகக் குறைவாகக் காணப்படும், எனவே p-வகை வெளியீட்டுக் குறைக கடத்தியில் துகள்களானது பெரும்பான்மைக் காரிகளாகவும், சுயாதீன இலத்திரன்கள் சிறுபான்மைக் காரிகளாகவும் அடையாளம் காணப்படும்.



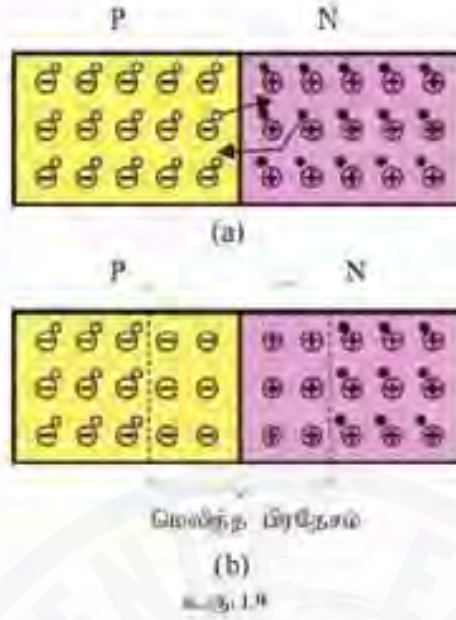
வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகளின் பொது துயல்புகள்

- வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகளில் மாகூட்டல் மட்டத்தை அதிகரிக்கும்போது பெரும்பான்மைக் காரிகளின் செறிவு அதிகரிப்பதால் அதன் கடத்தாறு அதிகரிக்கும் (கடைத்திரன் குறைவாகும்)
- வெளியீட்டுக் குறைகடத்தியொன்றின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது பிணைப்புக்களின் உடைவு அதிகரிப்பதால் சிறுபான்மைக் காரிகளின் செறிவு அதிகரிக்கும், எனினும் இது விளைவாக கூத்தாறு சொற்ப அளவிலேயே அதிகரிக்கும். (மாகூட்டலால் பெரும்பான்மை காரிகளின் அதிகரிப்பானது பிணைப்புக்களின் உடைவு காரணமாக சிறுபான்மைக்காரிகள் அதிகரிக்கும் சதவீதத்தைவிட மிக அதிகமானது)

p-n சந்தியின் தொழிற்பாடு

p மற்றும் n வகை வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகள் இரண்டைக் கொண்டு உருவாக்கிய சந்தி p-n சந்தி எனப்படும். p மற்றும் n வகைக்குறை கடத்திகளிரண்டைத் தொடுகையுமுள்ளவைவதால் அவ்வது பற்றாக்க விழப்பதால் இவ்வாறான சந்திகளை உருவாக்க முடியாது. அதற்காக உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தித் துண்டொன்றின் இருமுற்றையும் (III) ஆம் கூட்ட / மற்றும் (V) ஆம் கூட்ட மூலக் அணுக்களால் விசேட முறைகளில் மாகூட்டுதல் வேண்டும்.

p-n சந்தியை அமைக்கும்போது சந்திக்குஅருகே உள்ள பெரும்பான்மைக்காரிகள் எதிர்ச் சாலகத்தில் உள்ள துகள்கள் மற்றும் இலத்திரன்களுடன் மீளச்சேர முடியும். p குறை கடத்தியில் உள்ள பெரும்பான்மைக் காரிகளாகிய துகள்கள் சந்திக்குக் குறுக்காக n குறை கடத்திக்குப் பரவுவதோடு n குறை கடத்தியில் உள்ள இலத்திரன்கள் p குறை கடத்திக்குப் பரவுவதோடு, மீளச்சேர்வதில் பங்குபற்றும். இத்தொழிற்பாடு பின்வரும் உரு 1.9 (a), (b) மூலம் விளக்கப்படுகிறது.



இதன் காரணமாக அயலில் உள்ள நடுநிலை அணுக்கள் அபகிவாக மாறும்.

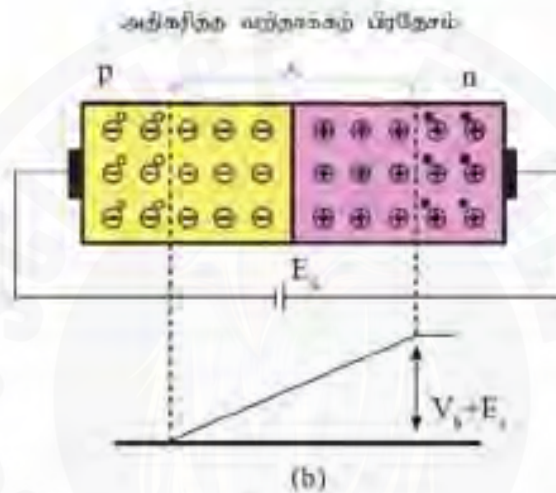
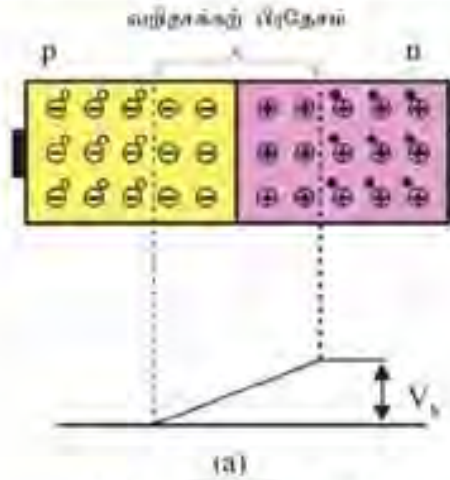
p பிரதேசத்துக்கு மேலதிகமாக இலத்திரன்கள் வருகின்றமையால் அதில் மறை ஏற்றமும் n பிரதேசத்திலிருந்து இலத்திரன்கள் நீங்குவதால் அதில் நேர் ஏற்றமும் தோன்றும். இச்செயற்பாடு கணப்பொழுதில் நிகழுவதோடு, இறுதியில் p இல் உள்ள மறை ஏற்றங்கள் மூலம், அங்கு மேலும் இலத்திரன்கள் வரவோ, n பிரதேசத்தில் உள்ள நேர் ஏற்றங்கள் காரணமாக அங்கு மேலும் நுளைகள் வரவோ முடியாமையால் இத்தொழிற்பாடு சமனிலையை அடையும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் p குறைகடத்திக்கு மறை அழுத்தமும் n குறைகடத்திக்கு நேர் அழுத்தமும் கிடைத்திருப்பதோடு, இந்த அழுத்த வித்தியாசம் அக அழுத்தத் தடுப்பு (Internal Potential Barrier) எனப்படும். இது உரு. 1.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது இச்சந்தர்ப்பத்தில் p - n சந்திக்கு அருகே p மற்றும் n குறைகடத்திகளில் ஏற்றக் காலிகள் இல்லாத ஒரு பிரதேசம் தோன்றியிருக்கும். "இப்பிரதேசம்" "வறிதாக்கப் படை" (Depletion Layer) அல்லது "மெலிந்த பிரதேசம்" (Attenuated Region) எனப்படும். மேற்குறிப்பிட்ட அக அழுத்தத் தடுப்பை (V_0) கற்பனையான ஒரு காலமாகக் கருதலாம். வறிதாக்கப்படையானது 10^{-4} m அளவுக்குச் சீரீயதொரு பிரதேசமாகும். இப்பிரதேசத்தின் அகலமானது மாகூட்டல் மட்டத்திற்கேற்ப வேறுபடும்: அறை வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகளில் உருவாகும் அக அழுத்தத் தடுப்பு அண்ணளவாக கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

சிலிக்கன் 0.7 V (0.6 - 0.7 V)

போஸனியம் 0.3 V (0.2 - 0.3 V)

p - n சந்தியொன்றினைப் பின்முகக் கோடலுறச் செய்தல் (Reverse Biasing)

p - n சந்தியொன்றுக்குக் குறுக்காக p பிரதேசத்தில் மறைமுனை அமைப்பாறு புறமின்னியக்க விசையொன்றினைத் தொடுத்தால் யாது நிகழும் எனக் கணிய்ப்போம்.



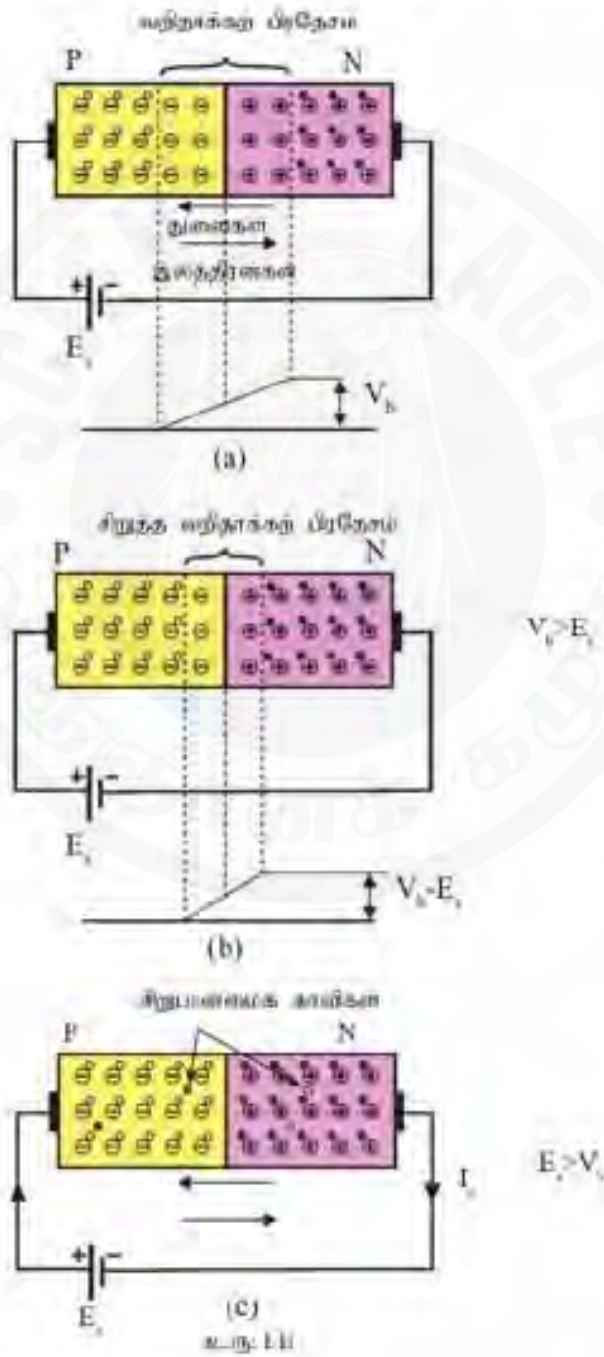
உரு- 1.10

புறமின்னியக்க விசை E_b காரணமாக p பிரதேசத்தில் உள்ள துணைகள் (நேர் ஏற்றத்துக்கு ஓட்டமான) மின்னியக்க விசையின் மறைமுனையை நோக்கியும் n பிரதேசத்தில் உள்ள இலத்திரன்கள் புறமின்னியக்க விசையின் நேர்முனையை நோக்கியும் பரவிச் செல்வதால் வற்றாக்கற் பிரதேசம் மேலும் அதிகரிக்கும். எனவே, அக் அழுத்தத் தடுப்பு $V_b + E_b$ வரை அதிகரிப்பதோடு சந்தி மீண்டும் சமனிலையடையும். இச்செயற்பாட்டின்போது சந்திகளாகக் குறுக்காக எந்த ஏற்றமும் பாய்வதில்லையாதலால் ஓட்டம் பாயவும் நிகழுவதில்லை. இவ்வாறாக p-n சந்திக்கு கோடல் அழுத்தத்தை வறங்குவதலானது "சந்தியைப் பின்புக்க கோடலுறச் செய்தல்" எனப்படும்.

எனினும் p மற்றும் n பிரதேசங்களில் உள்ள சிறுபான்மைக் காவிகளுக்காக இந்த அழுத்தத் தடுப்பானது ஒரு தடுப்பாக இருப்பதில்லை. எனவே p இல் உள்ள சிறுபான்மைக் காவிகளை இலத்திரன்களும் n இல் உள்ள சிறுபான்மைக் காவிகளான துணைகளும் சந்திக்குக் குறுக்காக, கோடல் கற்றின் உடாகப் பாயும். வெப்பக் கலக்கல் காரணமாக சிறுபான்மைக் காவிகள் தேளன்றும் வீதத்தினால் திறமாவிக் கட்ட இத்தச் சிறிய ஓட்டமானது நிரம்பல் சொசிலு ஓட்டம் (Saturation Leakage Current) எனப்படும். வெப்பநிலையின்டி அலகு தேரத்தில் பிறக்கும் ஏற்றங்கள் சந்திக்குக் குறுக்காகப் பாயின்மையினால் இது ஒரு மாறா நிரம்பல் ஓட்டமாகும். இப்பொசிலு ஓட்டமானது (I_s) வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது சொற்ப அளவில் அதிகரிக்கும் இது μA வகையைச் சேர்ந்த மிகச்சிறிய ஓட்டமானதால் பெரும்பாலான சந்திர்ப்பங்களில் புறக்கணித்துவிடப்படும்.

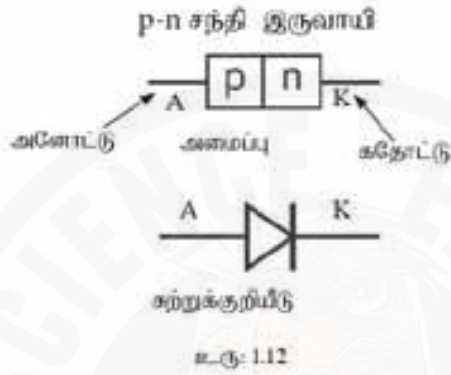
1.8 p – n சந்தியை முன்முகக்கோடலுறச் செய்தல் (Forward biasing)

இங்கு p பிரதேசத்துடன் நேர் முறையும் n பிரதேசத்துடன் மாற முறையும் அமைப்பாறு E_s புற மின்னியக்க விசை தொடுக்கப்படும். அப்போது p பிரதேசத்தில் உள்ள துளைகளும் n பிரதேசத்தில் உள்ள இலத்திரன்களும் சந்தியை நோக்கித் தள்ளப்படுவதோடு, வழிதாக்கற்பிரதேசம் சிறிதாகும். (E_s) புற மின்னியக்க விசை ஆளுது (V_b) அக அழுத்தத் தடுப்பை விஞ்சிச்செல்லுமாயின் சந்திக்குக் குறுக்காகத் தொடர்ந்தும் காணிகள் அசைவதால் கோடல் கற்றுக்குக் குறுக்காக ஓட்டம் படும். இங்கு நீகமும் செயற்பாடு உரு: 1.11 (a), (b), (c) ஆகியவற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இங்கு சந்திக்குக் குறுக்காக ஓட்டம் பாய்வதற்கு பெரும்பான்மைக் காவித்துணையாகும். எனவே, இச்சந்தர்ப்பமானது p-n சந்தியை முன்முகக் கோடலுறச் செய்தல் எனப்படுகின்றது. இச்சந்தர்ப்பத்தில் சிறுபான்மைக் காவிக்குக்காக சந்தி பின்முகக் கோடலுற்றமையினால் சிறுபான்மைக் காவிிகள் மூலம் ஓட்டம் பாய்வதில்லை.

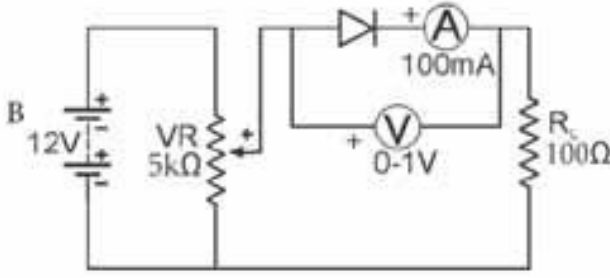
p-n சந்தியானது சாதாரண உலோகச் சந்தி போன்றல்லாது, புற அழுத்தமொன்றின் மூலம் முன்முகக் கோடலுறச் செய்யும்போது ஓட்டம் பாய இடமளிப்பதோடு பின்முகக்கோடலுறச் செய்யும்போது ஓட்டம் பாய இடமளிப்பதில்லையாதலால் p-n சந்தியானது ஒரு "வால்வு" (Valve) போன்று தொழிற்படும்.



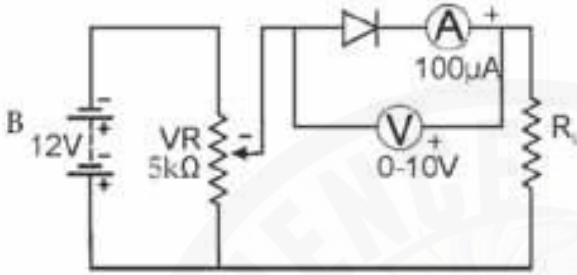
இருவாயியொன்றில் p மற்றும் n குறைகூட்டுதல்கள் அடையும் விதமும் அதனக் குறிப்பதற்காகப் பயன்படும் சுற்றுக்குறியீடும் உரு 1.12 இல் தரப்பட்டுள்ளன. முன்முகக்கோடல் சந்தர்ப்பத்தில் ஓட்டம் (முன்முக ஓட்டம்) பாயும்திசை இருவாயிக் குறியீட்டில் உள்ள அம்புக்குறி தலையினால் காட்டப்படுகிறது. அதற்காக p பிரதேசத்தை புற நேர் அழுத்தத்துடனும் n பிரதேசத்தை புற மறை அழுத்தத்துடனும் தொடுத்துச் சந்தியை முன்முகக்கோடலுறச் செய்தல் வேண்டும். இங்கு p பிரதேசம் தொடுக்கப்பட்டுள்ள நேர்முனை அனோட்டு (A) எனவும் n பிரதேசம் தொடுக்கப்பட்டுள்ள மறைமுனை கதோட்டு (K) எனவும் பெயரிடப்படும். புறச்சுற்றில் ஓட்டமானது கதோட்டிலிருந்து அனோட்டை நோக்கியும் p-n சந்திக்குக் குறுக்காக ஓட்டமானது அனோட்டிலிருந்து கதோட்டை நோக்கியும் பாயும். பொதுவில் p-n சந்திகளால் உருவான இருவாயி சந்தி இருவாயி எனப்படும்.

1.9 p-n சந்தி இருவாயின் V-I சிறப்பியல்பு வளையி

p-n சந்தி இருவாயியொன்றை முன்முகக் கோடலுற அல்லது பின்முகக் கோடலுறச் செய்து அதற்கு குறுக்காகப் பாயும் ஓட்டத்தை மாற்றி ஆராய்வோம். இதற்காக இரண்டு மின்குறுக்ககளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். VR மாறுந்தடையியானது (உரு: 1.13 (a)) அழுத்தப் பரிப்பாகத் தொழிற்படுகின்றது. அதனைப் பொருத்தமானவாறு செய்பஞ்செய்தல் முன்முகக் கோடல் அழுத்தத்தைத் தேவைக்கேற்ப மாற்றிக்கொள்ளலாம். அதற்கமைய இங்கு, மில்லிஅம்பியர்மான்யினால் முன்முகக்கோடல் ஓட்டத்தைக் கண்டறியலாம்.

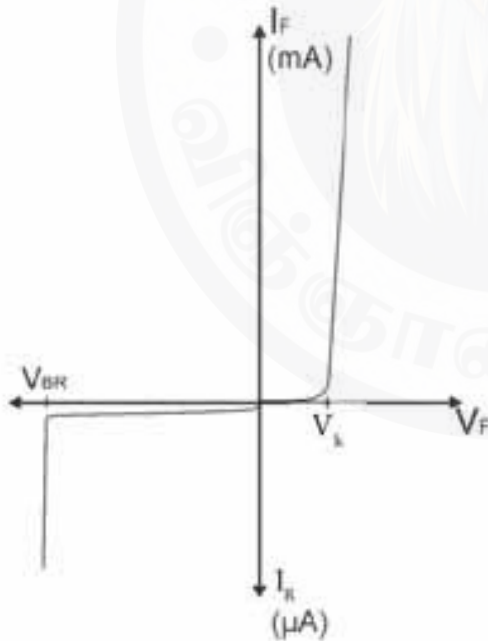


உரு: 1.13 (a) முன்முகக்கோடல் சுற்று



உரு: 1.13 (b) பின்முகக்கோடல் சுற்று

உரு: 1.13 (b) இல் தரப்பட்டுள்ள சுற்று பின்முகக் கோடலைக் கற்றாய்வதற்காகப் பயன்படுகின்றது. இங்கு கலம் B இனது முனைகள் மாற்றி இணைக்கப்பட்டுள்ளதோடு அதற்கமைய வோல்ற்றமானி, அம்பியர்மானி ஆகியவற்றினும் முனைகள் மாற்றி இடப்பட்டுள்ளன. இங்கு பாயும் ஓட்டம் μA வகையின தாகையால் அதற்காக (0 -100 μA) வீச்சிலுள்ள மைக்கிரோ அம்பியர் மானியொன்று பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளது.

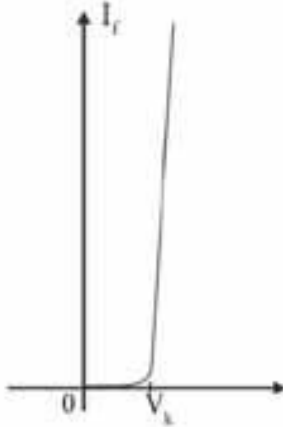


1.13 (c)

இவ்வாறான ஒரு பரிசோதனை மூலம் பெற்ற V-I வளையியொன்றின் பருமட்டான படம் உரு 1.13 (c) இல் தரப்பட்டுள்ளது. முன் முகக்கோடல் சந்தர்ப்பத்தில் ஒரு குறித்த வோல்ற்றளவு வரும் வரையில் அளக்கத்தக்க அளவு ஓட்டம் பாய்வதில்லை என்பதும் அதன் பின்னர் சொற்ப அழுத்த வித்தியாச அதிகரிப்பில் கூட மிக்க உணரித் தன்மையுடன் ஓட்டம் அதிகரிக்கின்றது என்பதும் இதன் மூலம் தெரிகின்றது.

இந்த வளையியின் விசேட இயல்புகளை நாம் தனித்தனியாக நோக்குவோம்.

வெட்டிச் செல்லும் வோல்ட்ஜனவு / முழங்கால் வோல்ட்ஜனவு (Cut-in Voltage/Knee Voltage - V_k)

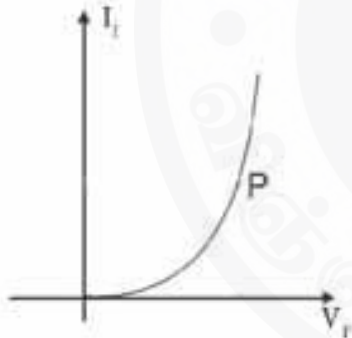


உரு 1.14

முன்முகக்கோடல் அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும்போது முன்முகக்கோடல் ஓட்டம் துரிதமாக அதிகரிக்க ஆரம்பிக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் உள்ள வோல்ட்ஜனவே வெட்டிச் செல்லும் வோல்ட்ஜனவு அதாவது முழங்கால் வோல்ட்ஜனவு (V_k) எனப்படுகிறது. வளையப்பின் ஏகபரிமாணப்பகுதியைப் பின்புறமாக நீட்டவதால் (புறச்செருகல் - Extrapolation) அழுத்த அச்ச வெட்டப்படும் இடமே இந்த வெட்டிச் செல்லும் வோல்ட்ஜனவு (V_k) ஆகும். இருவாயியின் இத்தொழிற்பாட்டுக் காரணம் p - n சந்தியின் அக அழுத்தத் தடுப்பு ஆகும். இந்த அழுத்தத் தடுப்பை விஞ்சிச் சென்ற பின்னர் பெருமளவுக்கு ஏகபரிமாண முன்முகக்கோடல் அழுத்தத்துடன் (V_k) முன்முகக்கோடல் ஓட்டம் (I_r) அதிகரிக்கும். சிலிக்கன் இருவாயியொன்றுக்காக

இப்பெறுமானமானது ஏறத்தாழ 0.6 V ஆகும். யேமானியம் இருவாயியொன்றுக்காக இப்பெறுமானம் ஏறத்தாழ 0.2 V ஆவதோடு கல்லியம் ஆசனைட்டு இருவாயியொன்றுக்காக அது ஏறத்தாழ 1.2 V ஆகும்.

இருவாயியொன்றின் தடை

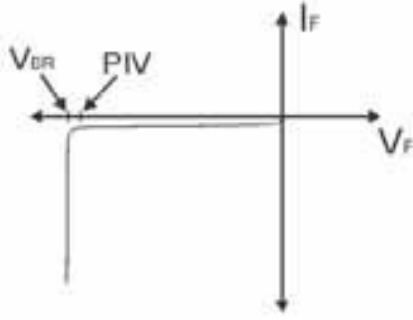


உரு: 1.15

இருவாயியானது ஒமியக் கடத்தியாக தொழிற்படுவதில்லை என்பது வளையி மூலம் தெரிகின்றது. இருவாயியின் தடையானது வெவ்வேறு முன்முகக்கோடல் அழுத்தங்களின்போது வேறுபடும். வெட்டிச் செல்லும் அழுத்தம் வரையில் இருவாயியானது மிக அதிக தடையை காட்டுவதோடு அப்பெறுமானத்தை விஞ்சிச் சென்ற பின்னர் ஏகபரிமாணமாக முன்முகக் கோடல் மின்னோட்டம் முன்முகக் கோடல் அழுத்தம் வேறுபடும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் தடுப்பு / தடை மிகக் குறைவானது.

1.9.2 பின்முக / புறமாற்று நிரம்பல் ஓட்டம் / பொசிவு ஓட்டம் - I_s (Reverse Saturation Current)

இருவாயியைப் பின்முகக் கோடலுறச் செய்யும்போது பின்முகக்கோடல் அழுத்தமானது ஒரு பெரிய பெறுமானத்தைப் பெறும் வரையில் மிகச் சிறிய பின்முகக்கோடல் ஓட்டம் பாய்கின்றமை சிறப்பியல்பு வளையி மூலம் தெரிகின்றது. யேமானியம் இருவாயியில் இது μA வகையைச் சேர்ந்தது சிலிக்கன் இருவாயியில் இது pA வகையைச் சேர்ந்தது.



உரு: 1.16

வெப்பம் கலக்கம் காரணமாகத் தோன்றும் சிறுபான்மைக் காவின்கள் காரணமாகவே இந்த ஓட்டம் உருவாகும். இக்காவின்களுக்கான முன்முகக் கோடல் அழுத்தமாக இந்த புற பின்முகக் கோடல் அழுத்தம் தொழிற்படுகின்றது. இந்த அழுத்தம் பெரியதாகையால் வெப்பக்கலக்கம் மூலம் தோன்றும் சகல சிறுபான்மைக் காவின்களும் இவ் ஓட்டத்தில் பங்குகொள்ளும் எனவே இந்த ஓட்டம் நிரம்பல் ஓட்டமாகும்.

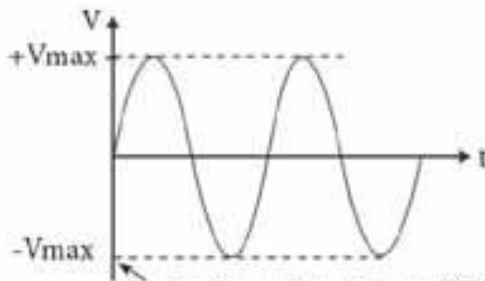
அலகு நேரத்தில் பிறக்கும் சிறுபான்மைக் காவின்களின் அளவு மாறிவியாதலால் மாறா வெப்பநிலையில் இந்த ஓட்டம் மாறிலி ஆகும். எனவே இந்த ஓட்டம் பின்முக / புறமாற்று நிரம்பல் ஓட்டம் (Reverse Saturation Current) என அதாவது வொசிவு ஓட்டம் (Leakage Current) என அழைக்கப்படுகின்றது.

1.9.3 உடைவு அழுத்தம் - V_{BR} (Breakdown Voltage)

இருவாயிக்குக் குறுக்காக ஏற்படுத்தும் பின்முகக்கோடல் வோல்ட்ற்றளவை அதிகரிக்கும்போது p - n சந்திக்குக் குறுக்காக மின்புலம் அதிகரிப்பதோடு, அம்மின்புலத்தின் மூலம் சிறுபான்மைக் காவின்கள் மீது பெரிய வீசை ($F = Eq$) உருவாகும். இந்த வீசை மூலம் ஆர்முடுகல் ஏற்பட்டுச் சிறுபான்மைக் காவின்களின் வேகமும் அதற்கு ஒப்பாக இயக்கச் சக்தியும் ($\frac{1}{2} mv^2$) அதிகரிக்கும். இந்த இயக்கச் சக்தியைக்கொண்ட காவின்களுக்கு சாலகத்தில் உள்ள பிணைப்புக்களில் மோதி அவற்றை உடைக்கும் ஆற்றல் உண்டு. இத்தொழிற்பாடு ஒரு சங்கிலித் தொழிற்பாடாக நிகழ்ந்து கணப்பொழுதில் சிறுபான்மைக் காவின்கள் பெருந்தொகையாகப் பிறப்பிக்கப்படுவதோடு பாரிய பின்முகக் கோடல் ஓட்டம் உருவாகும்.

அதனுடன் கூடவே மோதுகைகளின்போது விடுவிக்கப்படும் வெப்பம் காரணமாக சந்தியானது வெப்ப உடைவுக்கு உள்ளாகும். அப்போது p - n சந்தியானது மீள்ப் பயன்படுத்த முடியாதவாறு அழிவுறும். செயன்முறையில் இருவாயியொன்றைப் பயன்படுத்தும்போது அதில் பிரயோசிக்கப்படும் பின்முகக்கோடல் அழுத்தத்தை அது உடைவு அழுத்தத்தை அடையாதவாறு பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறாக சந்தி உடைவு நிகழும் செயன்முறை, பேரிழங்கி உடைவு (Avalanche Breakdown) எனப்படும்.

1.9.4 உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவு - PIV (Peak Inverse Voltage)



உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவு (PIV) உரு: 1.17

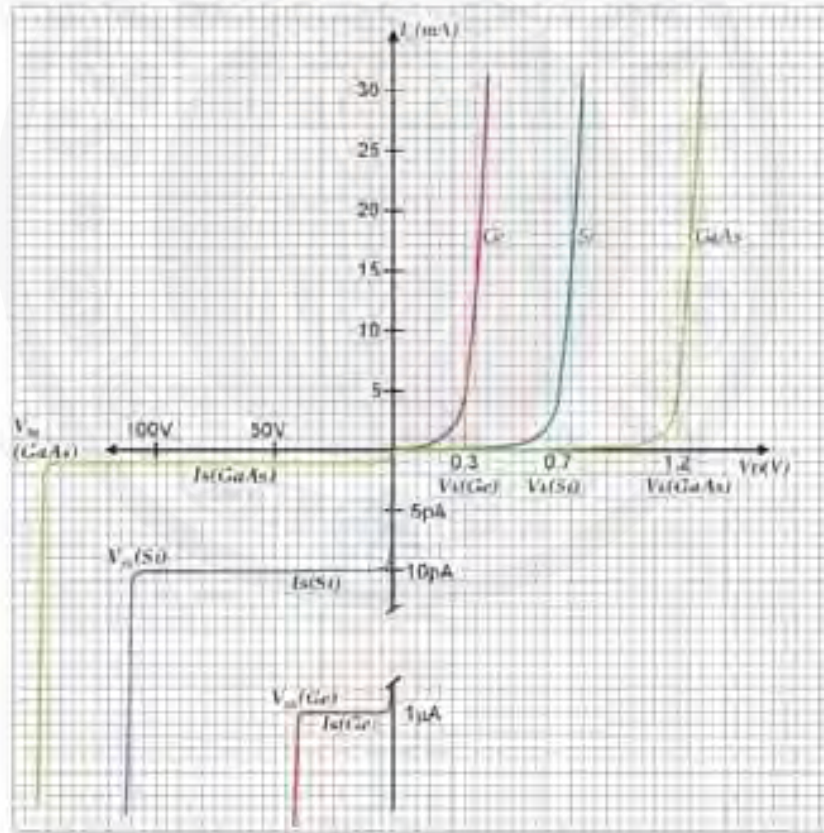
ஆடல் அழுத்தத்தை இருவாயியின் பால் வழிப்படுத்தும் போது அந்த ஆடல் அழுத்தத்தின் பின் உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவானது இருவாயியிற்கு குறுக்காக பின்முகக்கோடல் அழுத்தமாகச் செயற்படும். எனவே ஆடல் வோல்ட்ற்றளவுடன் இருவாயி பயன்படுத்தப்படும்போது அவற்றின் உடைவு வோல்ட்ற்றளவானது (V_{BR}) அதனுடன்

பயன்படுத்தப்படும் அடல் அழுத்தத்தின் நேர்மாறு உச்ச வோல்ட்ற்றளவைவிட பருமனில் பெரியதாக இருத்தல் வேண்டும். எனவே இருவாயிக்கான தரவு அட்டவணைகளில் அதனைப் பாதுகாப்பாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவு (PIV) குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. உடைவு அழுத்தத்துக்கு மேலதிகமாக இத்தரவு தரப்பட்டுள்ளது. இந்த உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவு PIV பெறுமானத்தினால் காட்டப்படும் வோல்ட்ற்றளவு V_{BR} வோல்ட்ற்றளவிலும் குறைவான ஒரு வோல்ட்ற்றளவாவதோடு இருவாயிப் பயன்பாட்டின்போது கூட செய்முறையில் மிக முக்கியமான தரவு இருவாயியின் உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவுப் PIV பெறுமானம் ஆகும்.

மேலதிக அறிவுக்காக.....

சிலிக்கன், யோனியம் மற்றும் கல்லியம் ஆசனாட்டு இருவாயிகளின் சிறப்பியல்பு வளையங்கள்

சில வகை இருவாயிகளுக்காக செய்முறையில் பெறப்பட்ட சிறப்பியல்பு வளையங்களைக் காட்டும் வரைபு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.



உரு. 1.16

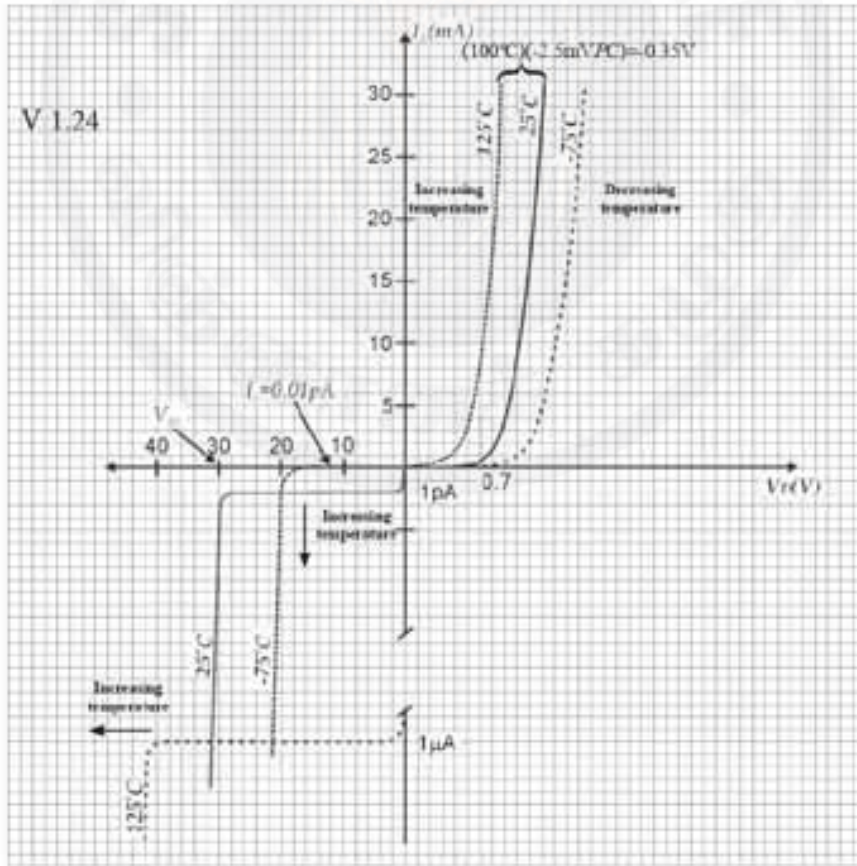
இதற்கமைய முன்முக்கக்கோடல் சந்தர்ப்பத்தில் வெட்டிச்செல்லும் வோல்ட்ற்றளவு யோனியத்தில் மிகக்குறைவானது என்பதும் கல்லியம் ஆசனாட்டில் அது மிக உயர்வானது என்பதும் வரைபு மூலம் தெரிகின்றது.

இருவாயி	V_k (V)
Ge	0.3
Si	0.7
GaAs	1.2

அவ்வாறே பின்முகக்கோடல் பொசிவு ஓட்டம் I_s ஆனது GaAs இலேயே ($I_s \sim 1pA$) என்பதும் Si இருவாயிகளின் $I_s \sim 10pA$ அளவானது என்பதும் யோனியம் இருவாயிகளிலேயே மிகக்கூடிய பொசிவு ஓட்டம் ($1\mu A$) உள்ளது என்பதும் தெரிகிறது. பொசிவு ஓட்டமானது பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் உகப்பற்ற நிலைமைகளை ஏற்படுத்துகின்றமையால் Ge இருவாயிகளுக்குப் பதிலாக Si இருவாயிகளே பரவலாகப் பயன்பாட்டில் உள்ளன. தற்போது GaAs இருவாயி உற்பத்திக்கான செலவு உயர்வானதாகையால் அவை விசேட தேவைகளுக்காக மாத்திரமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இருவாயிகளின் வெப்பநிலை உணர்திறன்

சிலிக்கன் இருவாயியொன்று வெப்பநிலைக்குத் துலங்கும் விதம் கீழே வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ளது. வெப்பநிலைக்கேற்ப வெட்டிச் செல்லும் வோல்ட்ஜாவு (V_k) வேறுபடுகின்றமையும் உடைவு வோல்ட்ஜாவு (V_{BR}) வேறுபடுகின்றமையும் தெரிகின்றது.



மேற்படி மாறலைப் பின்வருமாறு பொழிப்பாக்கலாம்

- வெட்டிச்செல்லும் வோல்ற்றளவானது (V_D) வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது குறைவடையும். (சகல குறைகடத்தி இருவாயிகளுக்கும் இது ஏறத்தாழ $2 \text{ mV}^\circ\text{C}^{-1}$ ஆகும்.)
- உடைவு வோல்ற்றளவானது (V_{BR}) வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்கும். (ஒவ்வொரு 10°C இற்கும் உடைவு வோல்ற்றளவானது 1 V இனால் அதிகரிக்கும்)
- பொது ஒட்டம் அதாவது பின்முகக்கோடல் நிரம்பல் ஒட்டம் (I_s) ஆனது வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்கும். Ge இருவாயிகளில் அதிகரிக்கும் ஒவ்வொரு 9°C இற்கும் I_s ஆனது இரண்டு மடங்காவதோடு, Si இருவாயிகளில் ஒவ்வொரு 11°C இற்கும் I_s இரண்டு மடங்காகும். (சகல இருவாயிகளுக்காகவும் பொதுவில் 10°C இற்கு I_s ஆனது இரு மடங்காகும் எனக் கருதலாம்.)

1.10 இருவாயியொன்றின் உச்ச வலு (P_{DMx})

இருவாயிற்குக் குறுக்காக முன்முகக்கோடல் சந்தர்ப்பத்தில் அழுத்த வித்தியாசம் V_D ஆகவுள்ளபோது அதனுடாக பாயும் ஒட்டத்தால் குறித்தளவு வேலை செய்யப்படும். இந்த வேலையானது வெப்பமாக இருவாயியில் பிறக்கும். இந்த வெப்பம் காரணமாக p-n சந்திக்கும் பாதிப்பு ஏற்படாதவாறு இருவாயியின் ஊடாகப் பாயக்கூடிய உச்ச ஒட்டத்தை I_F எனக் கருதுவோம். இந்த V_D அழுத்த வித்தியானது அண்ணளவாக இருவாயியின் V_K இற்குச் சமமானது.

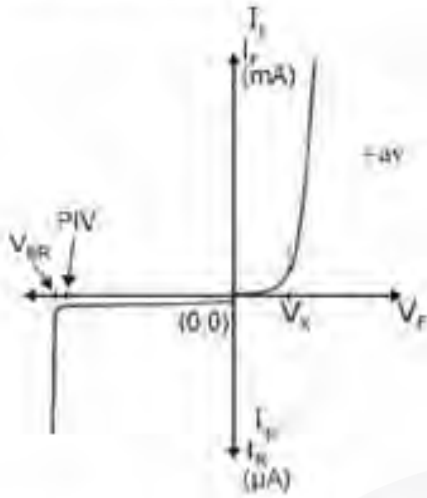
$$\therefore P_{DMx} = V_D \cdot I_{FMax} = V_K \cdot I_{FMax}$$

இவ்வாறு பிறக்கும் வெப்பம் காரணமாக இருவாயிச் சந்தி உடைய வாய்ப்புண்டாகையால் செய்முறையில் இந்த உச்ச வலு முக்கியமானது. சிலிக்கன் இருவாயிகளுக்காக $V_K = 0.7 \text{ V}$ எனவும் ஜெர்மனியம் இருவாயிகளுக்காக $V_K = 0.3 \text{ V}$ எனவும் கருதி I_F அறியப்பட்டுள்ளபோது, P_{DMx} ஐக் கணிக்கலாம். இருவாயி செயற்படும்போது இச்சக்திப் பெறுமானத்திலும் கூடிய சக்தியை பிறப்பிக்குமாயின் சந்தி உருகி திறக்கலாம் அல்லது குறுஞ்சுற்றாகலாம்.

பொதுவாக இருவாயித் தரவுகளுடன் இந்த I_{FMax} மற்றும் P_{DMx} பெறுமானங்கள் தரப்படும்.

1.11 இருவாயிகளின் பயன்பாடு

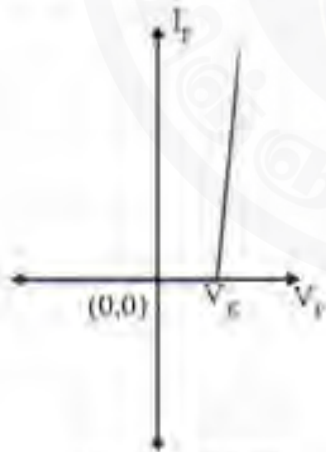
இருவாயிப் பயன்பாட்டின்போது அதன் சிறப்பியல்பு வளையியினால் காட்டப்படும் இயல்புகள் அதற்காக பயன்படுத்தப்படும். எனவே செய்முறை இருவாயிகளின் சிறப்பியல்பு வளையி பற்றிச் சுருக்கமாக நோக்குவோம்.



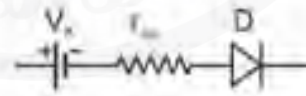
பெரிய இருவாய் வளைவு
உரு-1.19

இருவாயியை முன்முகக் கோடலுற் செய்யப்பட்டால் V_K முழக்கால் (திரும்ப) வேல்த்றளவு வரையில் அது ஓட்டத்தைக் கடத்தமாட்டாது. வேல்த்றளவு மேலும் அதிகரிக்கப்படுமானால் முன்முக ஓட்டம் I_F துரிதமாக அதிகரிக்கும். இது அண்ணளவாக ஏகபரிமாணமாக நிகழ்ந்த போதிலும் வளையியானது சரியான நேர் கோடல்ல. எனவே இயத்தியில் இருவாயியின் இயக்கத் தடை r_F ஆனது அத்தந்தப் புள்ளியில் சொற்ப அளவில் வேறுபடும். இதன் இடை இயக்கத்தடையைக் (r_F) எனக் கருதுவோம். பின்முகக் கோடலுற் செய்வதால் மிகச்சிறியதொரு ஓட்டம் பாய்ச்சிற்ற போதிலும் (pA அல்லது μA வகை) அதனைப் புறக்கணித்து ஓட்ட மேலும் பாயவில்லை எனக் கருதலாம். பின்முகக்கோடல் அழுத்தமானது உடைவு அழுத்தம் V_{BR} வரையில் இருவாயி ஓட்டத்தைக் கடத்துவதில்லை. உடைவு

வேல்த்றளவை V_{BR} விஞ்சிச்சென்றதும் இருவாயி உடைபும். இருவாயியின் தரவு அட்டவணைகளில் V_{BR} இற்கும் பதிலாக அவ்விருவாயியைச் செயன்முறையில் பயன்படுத்தக்கூடிய உச்ச நேர்மாறு வேல்த்றளவு PIV காட்டப்பட்டுள்ளது. (எனவே செயன்முறைக் கருவங்களுக்காக V_{BR} இற்கும் பதிலாக இருவாயித் தரவுகளில் உண்மை PIV பயன்படுத்தப்படும்) சேனகரியத்துக்காக உண்மை இருவாயியை ஏகபரிமாண வடிவத்தில் வகைகுறிக்கும் விதம் உரு: 1.20 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதன் சமவலுச் சுற்று உரு: 1.20 (b) தரப்பட்டுள்ளது.



(a) என்ய இருவாயி வளைவு



(b) என்ய இருவாயிக்கான சமவலுச் சுற்று

உரு: 1.20

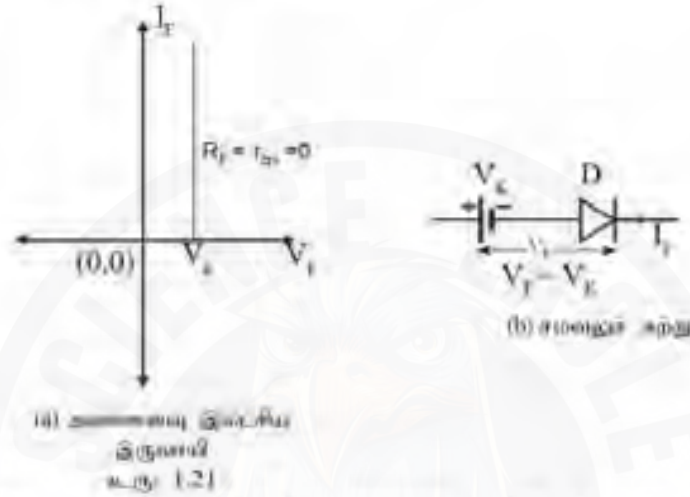
இதற்கையடி இருவாயிக்குக் குறுக்காக முன்முகக்கோடல் அழுத்தம் V_F இற்கும் முன்முகக்கோடல் ஓட்டம் I_F இற்கும் இடையிலான தொடர்பைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

$$V_F = V_K + I_F r_F$$

இங்கு V_s இனால் முழங்கால் வோல்ட்ஜனவம் r_s இனால் இடை முன்முக்ககோடல் இயக்கத் தடுப்பும் காட்டப்படுகிறது. D இனால் காட்டப்படுவது ஓர் இலட்சிய இருவாயி ஆகும்.

1.11.1 அண்ணளவு இலட்சிய இருவாயி

அண்ணளவு இலட்சிய இருவாயிபொன்றைக் கருதுகையில் முன்முக்ககோடல் தடை பூச்சியம் எனக் கருதப்படும். ($R_r = r_{sv} = 0$)

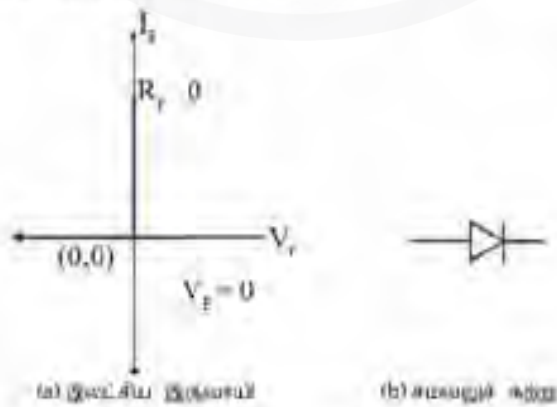


இச்சந்தர்ப்பத்துக்கு ஏற்பான வளையியும் சமவலுள் கற்றும் வோல்ட்ஜனவத் தொடர்பும் அண்ணளவு அலட்சிய இருவாயிக்கு மேலே காட்டப்பட்டுள்ளன.

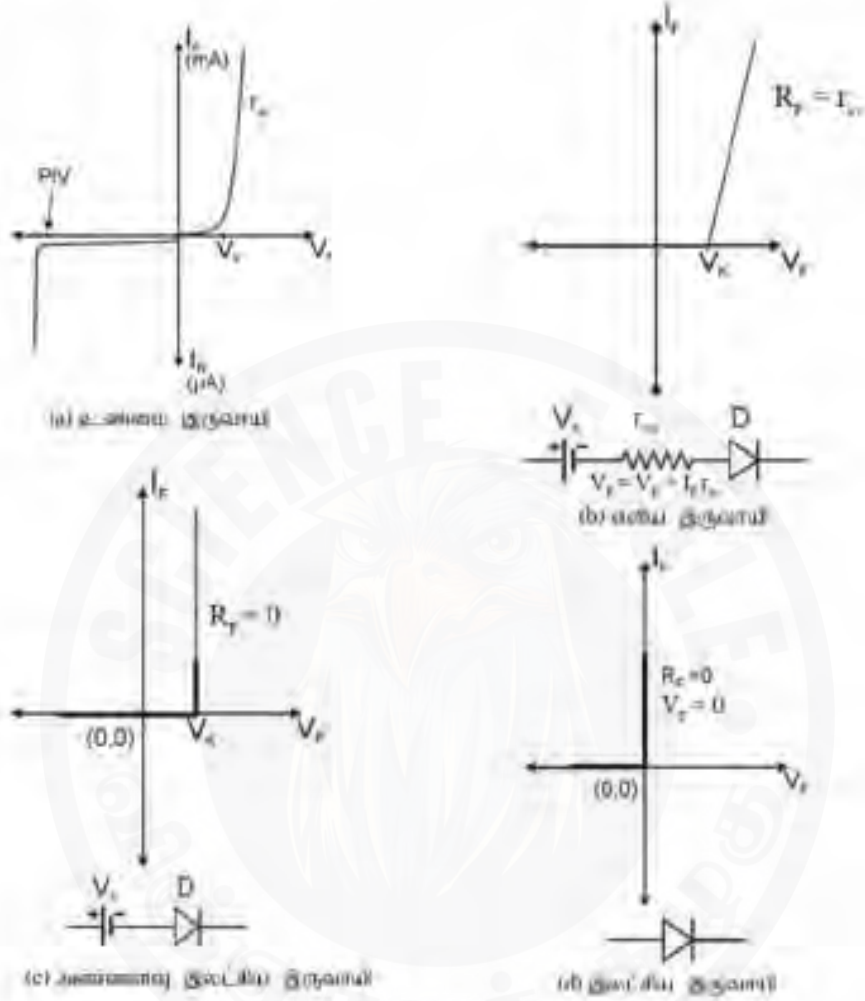
இலட்சிய இருவாயி

இங்கு முன்முக்க கோடல் தடை மாத்நிரமன்றி அக அழுத்த தடுப்பும் (V_s) பூச்சியமாகும் எனக் கருதப்படும்.

இலட்சிய இருவாயி தொடர்பான V - I வகையியும் அதற்கு சமவலுளான கற்றும் உரு 1.22 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



செயல்முறை மற்றும் இலட்சிய இருவாய்கள் தொடர்பாக மேலே கவனித்த விடயங்களைப் பின்வருமாறு பொறிப்பாக்கிக் காட்டலாம்.

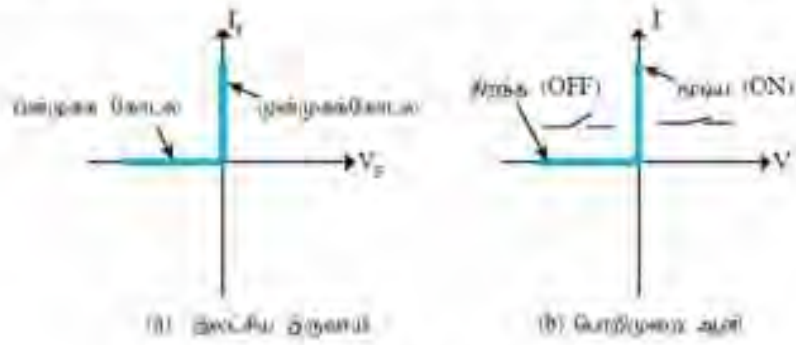


உ-டு-113

உண்மை இருவாயியின் V_F இற்கும் I_F இற்கும் இடையே உண்மையான கணிதத்தொடர்பு ஒர் அடுக்குநிலை சார்பு ஆகும். செயல்முறையில் பெரும்பாலும் இருவாயியை இலட்சிய இருவாயியாகக் கருதி, அதன் இருவாயிச் செயற்பாடு மாத்திரம் கருதப்படும். சிறிய V_F அழுத்தங்களைக் கருதும்போது அண்ணளவு இலட்சிய இருவாயியாகத் திரும்பல் அழுத்தத்தைக் (V_K) கருதிக் கணிக்கப்படும். பெரிதும் தீருத்தவாளை கருமாங்களுக்காக r_D உம் V_F உம் உண்டெனக் கருதப்படும்.

1.11.3 இருவாயியை ஆளியாகப் பயன்படுத்தல்

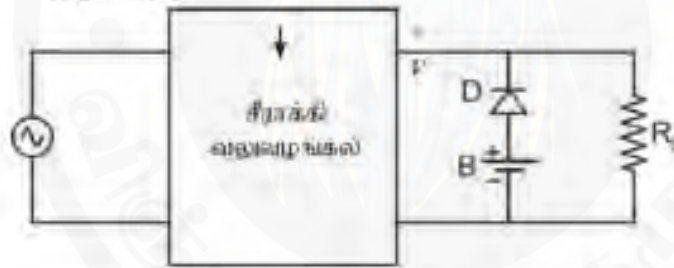
இலட்சிய இருவாயியொன்றினதும் பொறிமுறை ஆளியொன்றினதும் சிறப்பியல்பு வளையங்களைக் கருதலாம்.



உ.ரு: 1.25

இரு வணயிகளை ஒய்லும்வோது இலட்சிய இருவாய் பின்முக்க கோடலின்போது வெறிமுறை ஆலியாகத் திரந்த நிலையில் உள்ளதற்கு ஒயல்வாறு ஒட்டத்தைக் கடத்துவதில்லை என்பதும் இருவாய் முன்முக்க கோடலின்போது மூடிய வெறிமுறை ஆலியொன்றுக்கு ஒயல் ஒட்டம் பய இடமளிக்கின்றது என்பது தெரிகின்றது. எனவே இருவாயியை முன்முக்க கோடலுற அல்லது பின்முக்க கோடலுற செய்வதன் மலம் இலத்திரனியல் கற்றில் உள்ள இருவாயிலுளல் ஆலியோன்று செயற்பட முடியும் என்பது தெரிகின்றது.

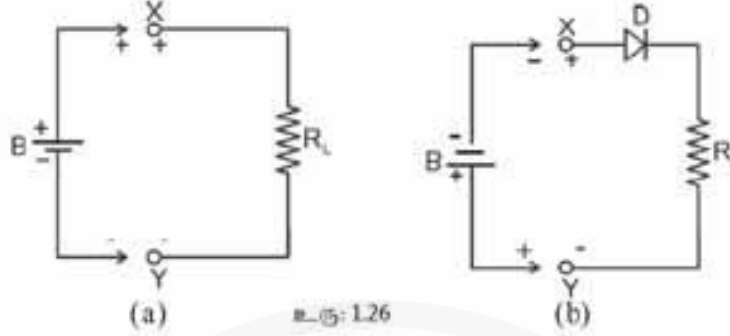
உதாரணம் - (1) மின் வறங்கலொன்றில் "பக்கத்துளை" (Standby) மின்கலவடுக்கொன்று இரும் கற்று



உ.ரு: 1.26

அடல் வெல்ற்றளவு வறங்கல் மலம் தேரோட்ட வலுவறங்கலொன்றுக்குக் கட்டாக V வெல்ற்றளவொன்று R_1 இற்குக் குறுக்காக வறங்கய்டுள்ளது எனக் கொள்வோம். எதிர்பாராத விதமாக அடலோட்ட துண்டிப்பு காரணமாக வலுவறங்கலின் வெல்ற்றளவு அற்றுப்போவதாயின் R_1 உபகரணம் செயலிழக்கும் இதனைத் தவிர்ப்பதற்காக V வெல்ற்றளவுக்குச் சமமான வெல்ற்றளவைக் கொண்ட மின்கல வடுக்கொன்றையும் (B) இருவாயியொன்றையும் உரு 1.25 இல் கட்டியுள்ளவாறான வலுவறங்கலுடன் சமந்தமாக தொடுப்பதால் இப்பிரச்சினையைத் தீர்க்கலாம். இங்கு வலுவறங்கல் உள்ளபோது இருவாயியின் இரு பக்கங்களுக்கு ஒரே V அழுத்தம் கிடைத்துள்ளமையால் இருவாய் முன்முக்க கோடலுறாமையால் மின்கலவடுக்கிலிருந்து ஒட்டம் பயமாட்டாது. வலுவறங்கல் செயலிழந்த உடன் B மின்கலவடுக்கின் - முளையில் உள்ள அழுத்தத்தின் மலம் இருவாய் முன்முக்ககோடலுற்று R_1 இற்குத் தேவையான V வெல்ற்றளவு மின்கலவடுக்கிலுளல் வறங்கய்டும். இங்கு இருவாய் ஒர் ஆலி போன்று தொழிற்படுகின்றது.

(ii) மின்சாதனமொன்றுடன் மின்கலத்தின் முனைகளை மாற்றித் தவறாகத் தொடுப்பதால் ஏற்படக்கூடிய பாதிப்புக்களைத் தவிர்த்தல்.



மின் உபகரணமொன்றுடன் (R_L) சரியாக மின்கலவடுக்கைத் (B) தொடுக்கவேண்டிய விதம் உரு 1.27 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. (R_L இனால் இலத்திரனியல் உபகரணத்தின் சுமைத்தடை காட்டப்பட்டுள்ளது) தற்செயலாக மின்கலவடுக்கின் முனைகளை (முனைவுகளை) மாற்றித் தொடுத்து உபகரணத்துக்கு குறுக்காக ஒட்டம் செலுத்தப்படுமாயின் உபகரணம் பழுதடைய இடமுண்டு. இதனைத் தவிர்பதற்காக (D) இருவாயியினை ஓர் ஆளியாகப் பயன்படுத்தும் விதம் உரு 1.26 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அங்கு மின்கலவடுக்கு முனை மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டுள்ளதோடு, அதன்மேலே இருவாயி மின்முகக் கோடலுறுகின்றமையால் உபகரணத்தின் ஊடாக ஒட்டம் பாயமாட்டாது. மின்கலவடுக்கின் முனைகள் சரியாக அமையுமாறு (உரு 1.27 (a) இல் காட்டியுள்ளவாறு) தொடுக்கப்படுமாயின் மாத்திரம் இருவாயி முன்முகக் கோடலுற்று உபகரணத்துக்கு ஒட்டம் வழங்கப்படும்.

இருவாயியைச் சீராக்கியாகப் பயன்படுத்துதல்

ஆடலோட்டமொன்றினை நேரோட்டமாக மாற்றாதலே சீராக்கல் (Rectification) எனப்படுகின்றது. பெரும்பாலான இலத்திரனியல் உபகரணங்கள் நேரோட்ட வேலற்றளவின் மூலமே தொழிற்படும். வீட்டு மின் வழங்கலான 50 Hz மீறணையும் 230 V ஐயும் கொண்ட ஆடலோட்ட வேலற்றளவாகும். எனவே இந்த இலத்திரனியல் உபகரணங்களை வீட்டு மின் வழங்கலின் மூலம் தொழிற்படச் செய்வதற்கு சீராக்கல் இன்றியமையாததாகும். இதற்காக இலத்திரனியல் உபகரணத்தில் சீராக்குஞ் சுற்றொன்று (Rectification circuit) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அச்சுற்றின் அடிப்படையான கூறு இருவாயி ஆகும். இது சீராக்கியாக தொழிற்படுகிறது.

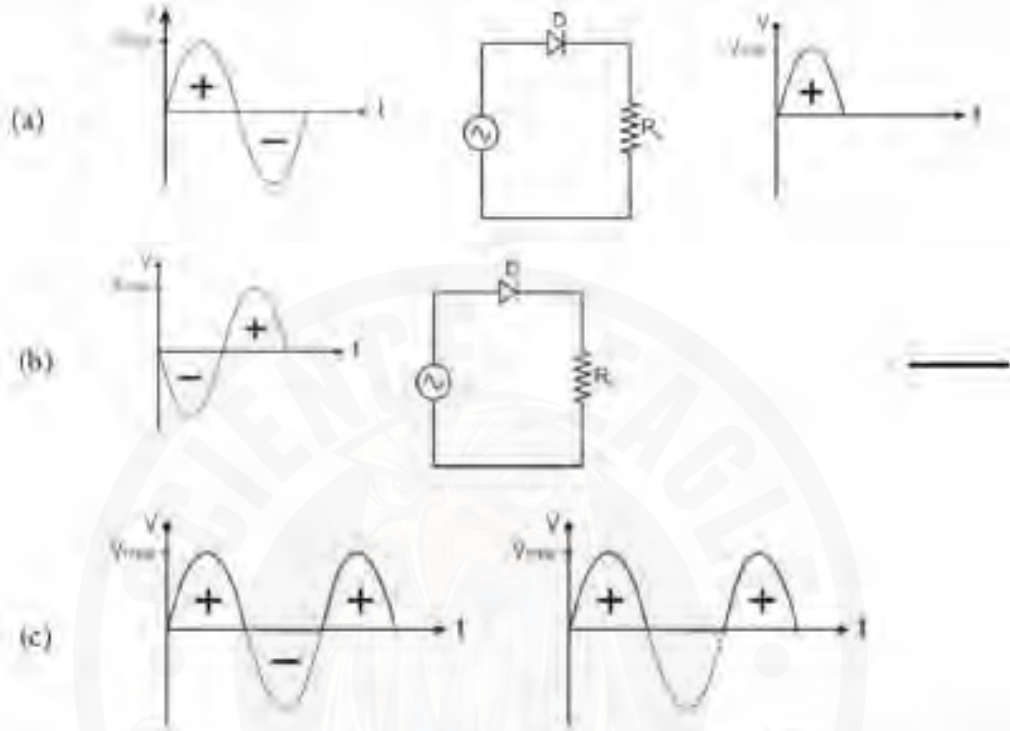
சீராக்குஞ் சுற்றுக்களை அவற்றின் தொழிற்பாட்டுக்கமைய அடிப்படையில் இரண்ட வகைகளாகப் பிரித்துக்காட்டலாம்.

- (a) அரை அலைச்சீராக்குஞ் சுற்று
- (b) முழு அலைச்சீராக்குஞ் சுற்று

இவற்றின் தொழிற்பாடு குறித்து வெவ்வேறாக நோக்குவோம்.

(a) அரை அலைச் சீராக்குவி் சுற்று (Half-wave rectifier circuit)

இங்கு ஓர் இருவாயி் மாத்திரம் ஆடல் வோல்ற்றளவுடன் தொடராகத் தொடுக்கப்படும்.



உரு 1.27

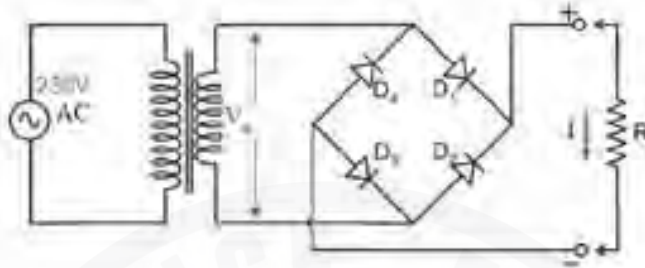
இந்தச் சீராக்கும் தொழிற்பாட்டை விளக்குவதற்காக உரு 1.27 (a) இல் ஆடல் வோல்ற்றளவின் நேர் அரை அலையானது பெய்ப்பாக இடப்பட்டுள்ள சந்தர்ப்பம் காட்டப்பட்டுள்ளது. (இங்கு இருவாயி் ஓர் இலட்சிய இருவாயியாகத் தொழிற்படுவதாகக் கருதுவோம்) அது முன்முகக் கோடலுறுவதால், அந்தேர் அழுத்தயானது R_L சுமைத் தடைக்குக் குறுக்காகப் பயப்பாகக் கிடைக்கின்றது. உரு 1.27 (b) இல் அலையின் மறை அரையானது இருவாயியிற்கு பெய்ப்பாகக் கிடைக்கும் சந்தர்ப்பம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இச்சந்தர்ப்பத்தில் இருவாயி் பின்முகக் கோடலுறுவதால் R_L இற்குக் குறுக்காக வோல்ற்றளவு கிடைப்பதில்லை, எனவே பயப்பு பூச்சியமாகும்.

இருவாயியிற்குக் கிடைக்கும் முழுப் பெய்ப்பு வோல்ற்றளவு அலையும் சுமைக்குக் குறுக்கே கிடைக்கும் பயப்பு வோல்ற்றளவு அலையும் உரு 1.27 (c) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இங்கு வோல்ற்றளவு அலையின் நேர் அரை அலை மாத்திரம் பயப்பில் காணப்படுகின்றது. ஆடல் வோல்ற்றளவு அலையின் ஓர் அரை மாத்திரம் பயப்பாகக் கிடைக்கின்றமையால் இது அரை அலைச் சீராக்குவி் சுற்று எனப்படுகின்றது.

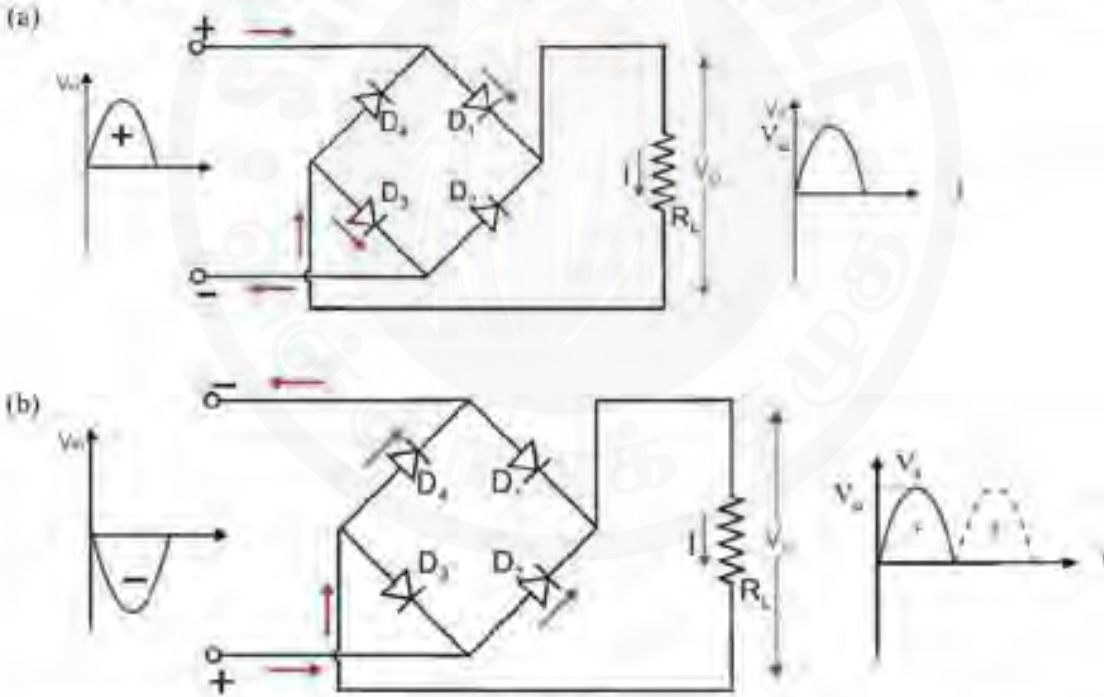
(b) முழு அலைசீராக்குள் கற்று

இங்கு அடல் லோலற்றளவு அலையின் முழுச் சக்கரமும் சீராக்கலுக்கு உள்ளாகும். இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் பால சீராக்குத் கற்றை மாத்திரம் நாம் கவனிப்போம். இங்கு ஒரு தனி இருவாயிபிற்குப் பதிலாக நான்கு இருவாயிகளாலான பாலமொன்று உரு 1.28 ஜல் காட்டியுள்ளனறு தொடுக்கப்படும்.



உரு-1.28

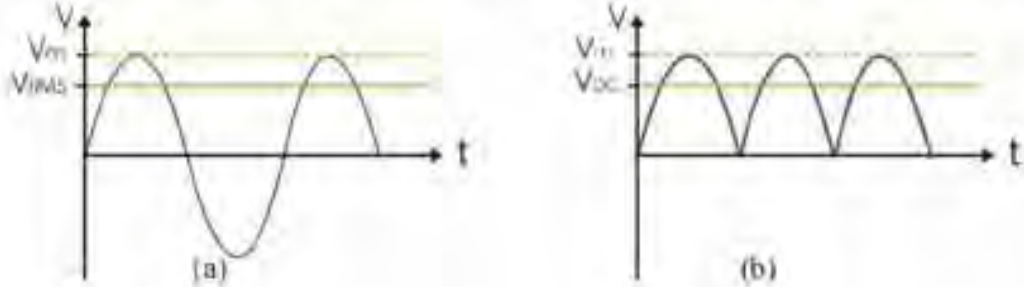
படிமுறை நிலைமாற்றியினால் பொருத்தயானவறு குறைக்கப்பட்ட அடலோட்ட லோலற்றளவை இருவாயிப் பாலத்தின் மூலம் சீராக்கப்படும் விதத்தை நோக்குவோம்.



உரு-1.29

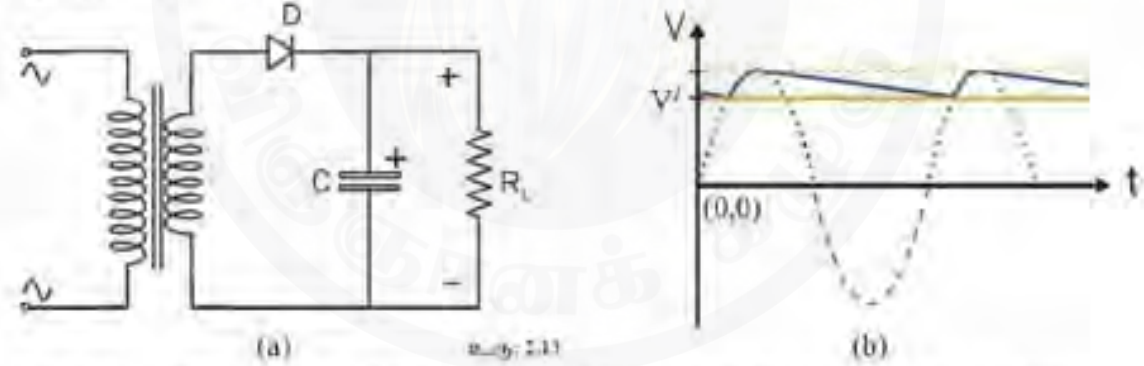
அடல் லோலற்றளவின் நேர் அறையானது பாலத்தை அடைந்ததும் D_1, D_3 ஆகிய இருவாயிகள் முன்முக்ககோடலுடன் செயற்பட்டு R_L இற்குக் குறுக்காக அல்வோட்டத்தைப் பாய இடமளிக்கும் விதம் உரு 1.29 (a) ஜல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மறை அரை அலையானது பெய்ப்பாக பாலச்சுற்றுக்கு செலுத்தப்படும்போது D_2, D_4 ஆகிய இருவாயிகள் முன்முக்க கொடலுற்று R_L இற்குக் குறுக்காக ஓட்டம் பாய இடமளிக்கும் விதம் உரு 2.11 (b) ஜல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு சந்தர்ப்பங்களிலும் R_L இற்குக் குறுக்காக ஒரே திசையிலேயே ஓட்டம் பாய்கின்றது என்பது இதிலிருந்து தெரிகின்றது.

இரண்டு சந்தர்ப்பங்களிலும் மற்றைய இரண்டு இருவாயிகளும் பின்முகக்கோடல் நிலையில் காணப்படுகின்றனவால் ஓட்டத்தை காத்துவதில் பங்குகொள்வதில்லை. அதற்கனைய ஆடல் வேல்ற்றளவினது பயப்பின் வடிவம் கீழே உரு:1.30(b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



1.11.5 ஒப்பமாக்கல்

மேற்குறிப்பிட்ட சீராக்குக் கற்றுக்கள் இரண்டினதும் பயப்பாகக் கிடைக்கும் ஓட்டமானது ஒரு திசையில் மாயும் ஒரு தேபோட்டம் (DC) ஆயினும், அதற்குரிய வேல்ற்றளவு பூச்சியத்திலிருந்து V_m வரை வேறுபடுகின்ற ஒரு வேல்ற்றளவுத் துடிப்புத் தொடராகும். தேபோட்டத்தினால் தொழிற்படும் பெரும்பாலான இலத்திரனியல் உபகரணங்கள் சரியாகத் தொழிற்படுவதற்காக, மின்கலவருக்கு மூலம் கிடைப்பது போன்ற மாறா வேல்ற்றளவு அவசியமாகும். இதற்காக மேற்படி சீராக்குக் கற்றுக்களுடன் ஒப்பமாக்கும் சுறுகள் பொருத்தப்படும் மிக எளிமையான ஒப்பமாக்கிக் சுறு, பெய்ப்புக்குச் சமாந்தரமாகத் தொடுக்கப்பட்ட உயர் கொள்ளளவைக்கொண்ட ஒரு கொள்ளளவி ஆகும். முதலில் அரை அலைச்சீராக்கிச் சுற்றொன்றில் ஒப்பமாக்கலைப் பயன்படுத்தும் விதத்தை நோக்குவோம்.

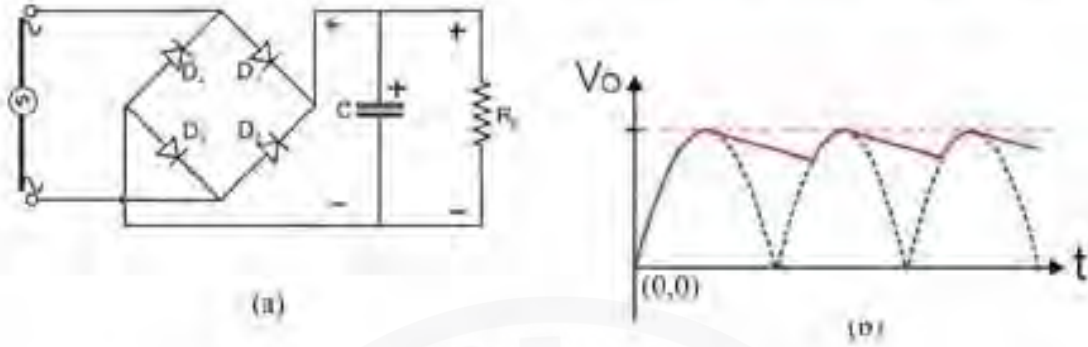


சீராக்கல் சுற்றில் இருந்து பெறப்படும் பயப்பிற்கு ஒப்பமாக்குதல் பயன்படுத்தப்படும் விதம் உரு 2.13 (ய) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இங்கு பயப்பில் மூலம் V_m இற்கும் V' இற்கும் இடையே மாறும் வேல்ற்றளவொன்று கிடைக்கின்றது. பயப்பு V_m வரை அதிகரிக்கும்போது கொள்ளளவி ஏற்றமடைவதும் உச்ச V_m வேல்ற்றளவை அடைந்த பின்னர் சீராக்கியின் பயப்பு வேல்ற்றளவு குறைவானதாயின் கொள்ளளவி R_L எனாக இறக்காவடைவதன் மூலம் பயப்பு பூச்சியத்தை அடையாமல் வைத்திருக்கிறது. அடுத்த தேர் அலையின்போது கொள்ளளவி ஏற்றமடைபும் ($V_m - V'$) குற்றலை வேல்ற்றளவு எனப்படும்.

கொள்ளளவியின் கொள்ளளவு C பெரியதாகும் போது குற்றலை வேல்ற்றளவு குறைவடைபும் ஆடல் வேல்ற்றளவின் ஒரு அதிர்வியன்போது இங்கு ஒரு குற்றலை தோன்றுவதால் குற்றலைகளின் மீறானனது ஆடல் முதலின் மீறானையாகும். எனவே குற்றலை மீறான் 50 Hz ஆகும்.

(முழு அலைச் சீராக்குந்) கற்றில் வேலற்றளவு துடிப்புகளுக்கு இடையிலான நேரம் குறைவானதாகையால், ஒப்பமாக்கும் கொள்ளளவியொன்றினைத் தொடுப்பதால் குற்றலை வேலற்றளவானது அரை அலைச் சீராக்கச் சத்தர்ப்பத்தினை விடக் குறைவடையும்.

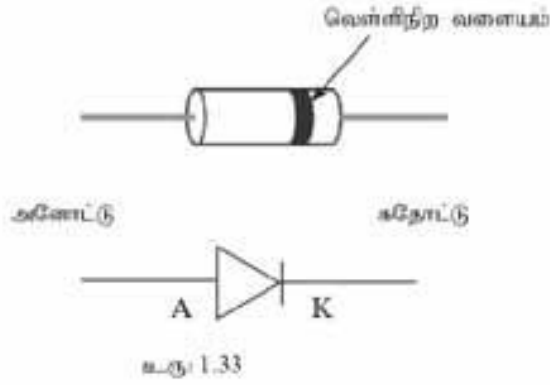


உ.கு. 1.37

இக்குற்றலையின் மீழறன் 100 Hz ஆகும். ஓர் ஆடல் வேலற்றளவு அலையின் இரண்டு குற்றலைகள் தோன்றுவதே இதற்கான காரணமாகும்.

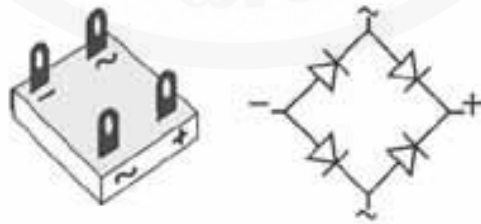
பொதுவாக ஒப்பமாக்கற் கொள்ளளவியாக 500 μF இலும் கூடுதலான கொள்ளளவி பயன்படும். (10000 μF வரை) கொள்ளளவு கூடிய கொள்ளளவில் அளவீற் பெரிபவையாகையால் பயன்பாட்டின்போது அசௌகரியங்கள் ஏற்படலாம். பெரிப பெறுமானங்களைக் கொண்ட கொள்ளளவிகள் மின்பகுப்புக் கொள்ளளவிகளாகவே உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றமையால் அவற்றின் முனைகள் நேர் மறை எனக் குறிப்பிடப்படும். பயப்பின் முனைவுத்தன்மைக்கும் பொருத்தமானவாறு கொள்ளளவின் முனைவுகள் பயப்புகுச் சாரந்தரமாக இதனைத் தொடுத்தல் வேண்டும்.

1.11.6 முடிவிடங்களை இனங்காணுதலும் சீராக்கி இருவாயிகளின் இருவாயிதரவு பொதுவாகப் பயன்பாட்டில் உள்ள சீராக்கி இருவாயியொன்றின் ஸ்தத்தோற்றம் உரு (1.34) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது பிளாத்திக்கும் பொருள்ளான உருளை வடிவ அமைப்பைக்கொண்டது பெரும்பாலான கற்றுக்களில் I A ஓட்டத்தைக்கொண்டு செல்லும் சீராக்கி இருவாயிகளை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவை ஏறத்தாழ 3000 வி. மும் ஏறத்தாழ 2000 தீளமும் கொண்ட உருளைவடிவமுடையது. கதோட்டை இனங்காண்பதற்காக அதன் கதோட்டுக்கு அருகே வெள்ளி நிறப் பூச்சியை வலையொன்று இடப்பட்டுள்ளது இருவாயியொன்றைக் கொள்வனவு செய்யும்போது அதன் உச்ச முள்முக் ஓட்டமும் உச்ச நேர்மறு வேலற்றளவும் முக்கியமானவை பெரும்பாலும் தரவு அட்டவணைகளில் PIV இற்குப் பதிலாக V_{RRM} எனக்குறிப்பிடப்பட்டுருபது உச்ச மீளர்ள்ப் பிரபோகிக்கக்கூடிய உச்ச நேர்மறு வேலற்றளவு (Maximum Repetitive Reverse Voltage) என்பதாகும்.



சந்தையில் கிடைக்கும் சில இருவாயிகளின் தரவு அட்டவணைப்பொன்று கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

குறிக்கும் இலக்கம்	முன்முக ஓட்டம்	பயன்படும் உச்ச பின்முகக் கோடல் அழுத்தம் (V_{RRM})
1 N 4001	1 A	50
1 N 4002	1 A	100
1 N 4003	1 A	200
1 N 4004	1 A	400
1 N 4005	1 A	600
1 N 4006	1 A	800
1 N 4007	1 A	1000
1 N 5400	3 A	50 V
1 N 5404	3 A	400 V
1 N 5408	3 A	1000 V
BY 127	1 A	1250 V
MR 750	6 A	50 V
MR 754	6 A	400 V
E M 518	1A	2000 V

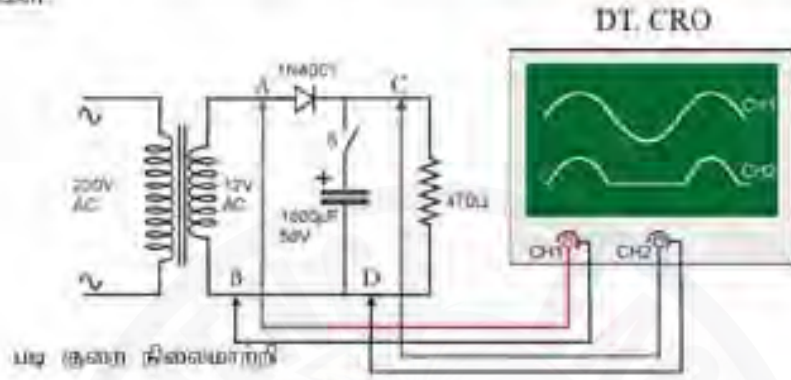


உரு: 1.34 பால இருவாயி முத்தொற்றம்

அத்தோடு, நான்கு இருவாயிகளும் ஒரே பொதியினுள் உள்ள பாலச் சுற்றுக்களும் சந்தையில் உள்ளன. இவற்றின் ஆடல் வோல்ற்றளவைத் தொடுக்கும் முனை ~ குறியீட்டினாலும் பயப்பு முனைகள் +, - ஆகிய குறியீட்டினாலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. உரு: 1.34

1.11.7 இருவாயிச் சீராக்குத் கற்றொன்றின் தொழிற்பாட்டை கதோட்டுக் கதிர் அலைவு காட்டியினால் செய்து காட்டல்

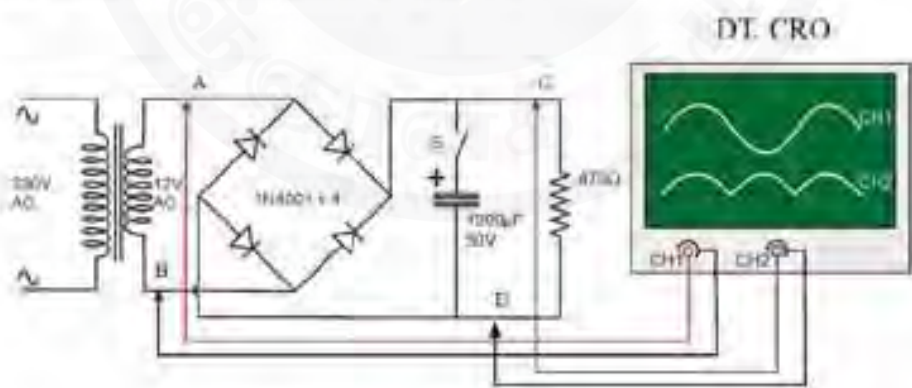
உரு. 1.35 இல் காட்டியுள்ளது போன்ற அரை அலைச் சீராக்குக்கற்றொன்றின் அமைப்புகள், இரட்டைத் தட அலைவு காட்டியின் முதலாம் வழியின் (channel) முனைகளுடன் A, B ஆகிய இடங்களையும் இரண்டாம் வழியுடன் C, D ஆகிய இடங்களையும் இணைப்புகள் அலைவுகாட்டியைப் பொருத்தானவாறு செய்யுள் செய்யுங்கள்.



உரு. 1.35

அப்போது முதலாவது வழியின் மூலம் பெறப்பட்ட அலையின் வடிவத்தையும் இரண்டாவது வழியின் மூலம் பெறப்பட்ட அலையின் வடிவத்தையும் அவதானிக்கலாம். பின்னர் ஆளியை மூடுங்கள். அப்போது இரண்டாவது வழியின் ஒப்பமாக்கப்பட்ட ஆடல் அலையின் வடிவத்தை அவதானிக்கலாம்.

முழு அலைச் சீராக்குத் கற்றொன்றின் தொழிற்பாட்டைச் செய்து காட்டுவதற்காகப் பின்வரும் கற்றைப் பயன்படுத்துங்கள். உரு. 1.36



உரு. 1.36

மேற்கூறப்பட்டவாறாகவே பரிசோதனையை நடத்தி சீராக்கிய AC அலையையும் S ஆளியை மூடியின் ஒப்பமாக்கப்பட்ட அலையையும் அவதானியுங்கள். இரண்டு கற்றுகளிலும் குற்றலை வேலற்றானவை CRO இனது அளவிடையின் மூலம் அளந்தறியுங்கள்.

இருவாயி வகைகள்

முன்னைய அத்தியாயத்தில் நாம் சீராக்கும் இருவாயிகள் பற்றிக் கவனித்தோம். இந்த இருவாயிகள், சீராக்கலுக்கு மாத்திரமன்றி, ஆளியாகவும், அழுத்தப் பெருக்கச் சுற்றுக்களிலும், அலை நறுக்குக் சுற்றுக்களிலும் (Clipping circuits) பயன்படுகின்றன. இந்தச் சீராக்கும் இருவாயிகளுக்கு மேலதிகமாக, பல்வேறு விசேட பயன்களுக்காகவும் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பெருந்தொகையான இருவாயி வகைகள் உள்ளன. சேனர் இருவாயிகள் ஒளி காலும் இருவாயிகள், ஒளியியல் இருவாயிகள் போன்றவை இந்த இருவாயி வகைகளுள் நன்கு தெரிந்தவை. அந்த இருவாயிகள் பற்றியும் அவற்றின் பயன்கள் பற்றியும் தனித்தனியே நோக்குவோம்.

1.12 சேனர் இருவாயி (Zener diode)

இது சிலிக்கனினால் ஆக்கப்பட்ட ஒரு சந்தி இருவாயி ஆகும். சீராக்கும் இருவாயி அதன் உடைவு வோல்ற்றளவை (Breakdown voltage) விஞ்சிய பின்னர் ஒரேடியாக பெரிய பின்முகக்கோடல் ஓட்டத்தைக் கடத்தியவாறு உடையும் என்பதை நாம் ஏற்கனவே கற்றோம். சேனர் இருவாயி உற்பத்தியின்போது மிக நுணுக்கமாக மாசுட்டலை கட்டுப்படுத்தி உடைவு வோல்ற்றளவை விஞ்சிய பின்னரும் குறித்த ஓட்ட வீச்சினுள் அடையாது இருக்குமாறு அது உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளது.

இருவாயியைப் பின்முகக்கோடலுறச் செய்தவுடன் ஒரேடியாக பாரிய ஓட்டம் பாய ஏதுவாகும் இரண்டு செயன்முறைகள் உள்ளன. அவை சேனர் உடைவு (Zener Breakdown) மற்றும் பேரிறங்கி உடைவு (Avalanche Breakdown) எனப்படும். இந்த உடைவு எவ்வாறு நிகழுகின்றது என முதலில் நோக்குவோம்.

(i) சேனர் உடைவு

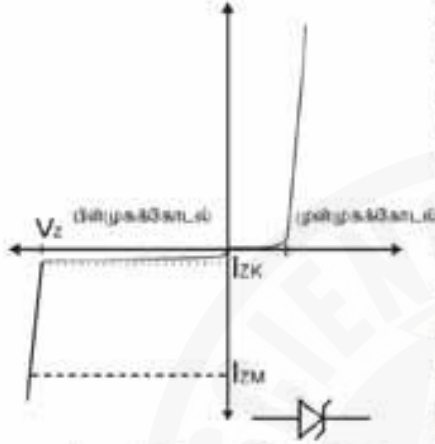
குறை கடத்தியை மிகையாக மாசுட்டி p-n சந்தியொன்றினை அமைப்பதால், வறிதாக்கப் படாமிகச் சிறியதாகும் குறுகிய தூரத்தில் உள்ள காவிய்பரிமாற்றம் காரணமாக, தேவையான தடுப்பு அழுத்தம் உருவாவதே இதற்கான காரணமாகும். இவ்வாறான ஒரு சந்தியை பின்முகக்கோடலுறச் செய்யும்போது மிகக்குறுகிய தூரத்தில் அழுத்த வித்தியாசம் உருவாகின்றமையால் மின்புலம் மிகப் பெரியதாகும். இப்புலம் காரணமாக சாலகத்தின் பிணைப்புக்களில் இலத்திரன்கள் மீது பாரிய விசை ஏற்படுத்தப்படும். ($F = eE$ இன்படி)

இவ்விசையானது பிணைப்புக்கள் உடைவதற்குப் போதுமாகும் நிலையில் பிணைப்புக்கள் பெருந்தொகையில் உடைவதோடு, அதன் மூலம் தோன்றும் சிறுபான்மைக் காவிகளான கயாதீன இலத்திரன் மற்றும் துளைகள் மூலம் சந்திக்குக் குறுக்காகப் பெரிய ஓட்டம் பாயும் இந்த p-n சந்தி உடைவானது சேனர் உடைவு எனப்படும்.

(ii) பேரிறங்கி உடைவு (Avalanche Breakdown)

இங்கு p-n சந்திக்குக் குறுக்காக பின்முகக் கொடல் அழுத்தத்தின் மூலம் ஏற்படுத்தப்படும் மின்புலத்தினால் (E) சாலகத்தில் உள்ள சிறுபான்மைக் காவிகள் மீது விசை ($F = eE$) பிரயோகிக்கப்படும். இந்த விசை காரணமாக சிறுபான்மைக் காவிகளில் a ஆர்முடுகல் ($Ee = ma$) ஏற்படும். இந்த ஆர்முடுகல் காரணமாக, சிறுபான்மைக் காவிகளின் வேகம் அதிகரித்து அதற்கு பெரிய இயக்கச் சக்தி ($\frac{1}{2} mv^2$) கிடைக்கும். இந்தக் காவிகள், சாலகத்தில் உள்ள பிணைப்புக்களுடன் மோதலுதவால் பிணைப்புக்கள் உடையும். இவ்வாறு

உடைவதால் தோன்றும் காவிகளும் அவ்வாறாகவோ ஆர்முடுகி, பிணைப்புக்களை உடைவதற்குப் போதுமான இயக்கச்சக்தியைப் பெறும். இத்தொழிற்பாடு ஒரு சங்கிலித் தொழிற்பாடாக நிகழ்வதால் கணப்பொழுதில் பெருமெண்ணிக்கையான காவிகள் தோன்றும். இவ்வாறாகத் தோன்றும் சிறுபான்மைக் காவிகள் மூலம் கணப்பொழுதில் பெரிய பின்முகக் கோடல் ஓட்டமொன்று தோன்றும். இந்த உடைவு பேரிறங்கி உடைவு எனப்படும். சீராக்குத் கற்றுக்களில் பின்முகக் கோடல் அழுத்தம் மூலம் இருவாயி உடைவதற்கான காரணம் இந்தப் பேரிறங்கி உடைவு ஆகும்.



சேனர் இருவாயின் குறியீடு

உரு 1.37

சேனர் இருவாயியொன்றின் சிறப்பியல்பு வளையி உரு 1.37 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு சேனர் உடைவு அழுத்தத்தை V_z எனக் கூறுவோம். சேனர் இருவாயிகள் சுற்றில் பின்முகக் கோடலிலே இடப்படும். தொக்கத்தில் பின்முகக் கோடல் அழுத்தம் மூலம் மிகச்சிறிய ஓட்டம் பாய்வதோடு, சந்தி உடையும் தறுவாயில் அழுத்தம் V_z ஆவதோடு, ஓட்டம் I_{zk} என இங்கு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. I_{zk} ஆனது முழங்கால் ஓட்டம் (Knee current) எனப்படும்.

சேனர் இருவாயிக்குக் குறுக்காகப் பெரிய ஓட்டம் பாயுமாயின் உருவாகும் வெப்பம் காரணமாக இருவாயி பழுதடையும். எனவே சேனர் இருவாயியினால் தாங்கக் கூடிய உச்ச ஓட்டம் I_{zm} எனப்படும். பின்னர் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளதற்கு இணங்க சேனர் இருவாயி I_{zk} மற்றும் I_{zm} ஓட்ட வீச்சினுள்ளேயே பயன்படுத்தப்படும். சிறிய சேனர்

வோல்ட்ஜன்களில் ($V_z < 6 V$) சேனர் உடைவு பிரயோகிக்கப்படுவதோடு, பெரிய சேனர் வோல்ட்ஜன்களின்போது சேனர் இருவாயியானது பேரிறங்கி உடைவு மூலமே தொழிற்படும்.

இலத்திரனியல் சுற்றுக்களில் பல்வேறு தேவைகளுக்காக சேனர் இருவாயிகள் பயன்படுத்தப்படும். வோல்ட்ஜன்கள் ஒழுங்காக்கல் மாட்டேற்று (Reference) வோல்ட்ஜன்களைப் பெறல் ஆகிய இரண்டுமே அவற்றுள் பிரதானமாகும். இனிதாம் அதுபற்றி நோக்குவோம்

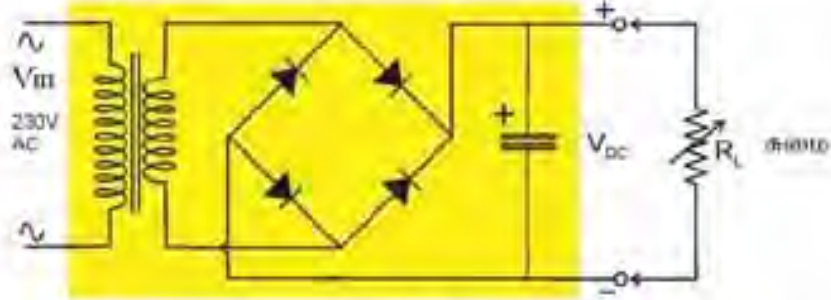
வோல்ட்ஜன்கள் ஒழுங்காக்கல் (Voltage Regulation)

யாதேனும் இலத்திரனியல் உபகரணத்திற்கு சீராக்கிச் சுற்றொன்றின் மூலம் மின் வழங்குவதெனின் அந்த வழங்கல் வோல்ட்ஜன்களானது இரண்டு காரணங்களால் மாற இடமுண்டு.

- சீராக்குத் சுற்றுக்கு வழங்கப்படும் ஆடல் வோல்ட்ஜன்களின் மாறல் காரணமாக
- சீராக்குத் சுற்றுடன் தொடுக்கும் சுமை பெறும் ஓட்டத்தின் மாறல் காரணமாக

இந்த இரண்டு சந்தர்ப்பங்களிலும் சுமைக்கு வழங்கும் வோல்ட்ஜன்கள் வேறுபடுகின்றமையால் சுமை சரியாகத் தொழிற்பாடாதுபோக இடமுண்டு. இவ்வாறான எந்தக் காரணத்தினாலும், சுமைக்கு வழங்கப்படும் வோல்ட்ஜன்கள் மாறாது இருக்குமாறு வலுவழங்கல் அலகாகத் தொழிற்படச் செய்வதற்காக, சீராக்குத் சுற்றின் பின்னர் வோல்ட்ஜன்கள் ஒழுங்காக்கும்

கற்று பிரயோகிக்கப்படும், வேலற்றளவு ஒழுங்காக்கும் கற்று இல்லாத சீராக்கும் வழங்கலொன்று கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 1.38

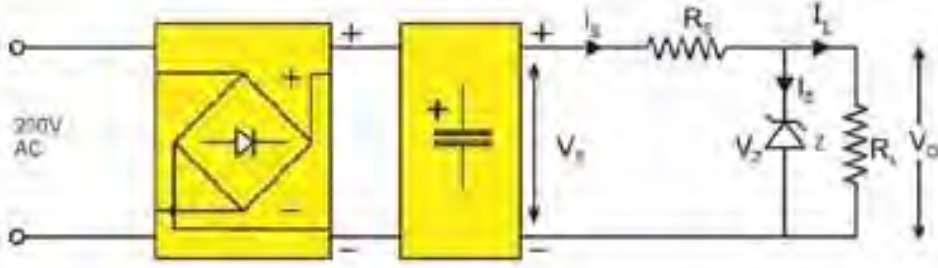


உரு: 1.38

மேற்படி சந்தர்ப்பம் (i) இல் செய்யப்படும் ஒழுங்காக்கல் கோட்டு ஒழுங்காக்கல் (Line Regulation) எனவும் சந்தர்ப்பம் (ii) இல் செய்யப்படும் ஒழுங்காக்கல் சுமை ஒழுங்காக்கல் (Load Regulation) எனவும் அழைக்கப்படும். வேலற்றளவு ஒழுங்காக்கல் என்பதன் கருத்து பொதுவில் மேற்படி இரண்டு ஒழுங்காக்கல்களும் செய்யப்படுகின்றமையாகும். இதற்கமைய சீராக்குகற்றுக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள, வழங்கல் AC அழுத்தம் வேறுபடும்போது அதன் பயி அழுத்தம் V_{DC} இல் ஏற்படும் மாறலும் சுமைத் தடை (R_L) மாறுவதால் சுமைக்குக்குறுக்காகத் தோன்றும் அழுத்த மாறலும் அற்றுப்போகும். சுமைத்தடை வேறுபடும்போது சுமை ஓட்டம் வேறுபடுவதோடு, வலுவழங்கலிலிருந்து பெறும் ஓட்டமும் அதற்கமைய வேறுபடும். வலுவழங்கலின் அகத்தலைக்கு (நிலைமாற்றிச் சுருள்களினதும் இருவாயிகளதும் தடை) குறுக்காக அழுத்த வீழ்ச்சி வேறுபடுகின்றமையால், V_{DC} வேறுபடும். ($V_{OUT} = V_{DC} -$ வலு வழங்கல் அழுத்த வீழ்ச்சி)

இப்பிரச்சினைகளிலிருந்து விடுபடுவதற்காக சீராக்கி வழங்கலுக்கும் சுமைக்கும் இடையே ஒழுங்காக்குக் கற்று தொடுக்கப்படும். சேனர் இருவாயியொன்றையும் அதனுடன் தொடராக ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டு தடையொன்றினையும் தொடுப்பதே எளிமையான ஒழுங்காக்குக் கற்றாகும். சேனர் இருவாயியை பிணுகக் கோடலுறச் செய்யும்போது அதற்குக் குறுக்காக அதன் சேனர் அழுத்தத்திற்கு (V_L) அதிக அழுத்தம் தோன்றாமை இயல்பு இங்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

இங்கு ஒப்பாக்கிய சீராக்குக் கற்றின் பயி V_L எனக் கருதுவோம். இதிலிருந்து வெளியே பெறும் ஓட்டம் I_L எனக் கருதுவோம். இந்த I_L ஓட்டமானது ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டு R_L தடைக்குக் ஊடாகப் படும். இதன் மூலம் R_L தடையிக்குக் குறுக்காக $R_L I_L$ அழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படும். அதற்குரிய கற்று கீழே உரு: 1.39 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு. 1.39

இங்கு மயக்குக்குச் சமந்தமாக மீள்முக்க கோடல் சேனர் இருவாய் தொடுக்கப் பட்டுள்ளமையால் மயக்கு வேலற்றளவு V_z இற்குச் சமமாக அமையும்.

$$V_o = V_z$$

V_s இனது வேறுமனம் எப்போதும் $V_s > V_z$ ஆகுமாறு சீராக்கிச் சுற்றினை அமைத்தல் வேண்டும். V_s இனும் மேற்பட்ட $V_s - V_z$ அழுத்த வீத்திமசம் R_s தலையிக்குக் குறுக்காகப் மயும் I_s ஓட்டம் R_s மூலம் இற்குக் குறுக்காக உள்ள அழுத்த வேறுபாட்டின் மூலம் சமப்படுத்தல்.

$$\therefore V_s - V_z = R_s I_s$$

$$\therefore I_s = \frac{V_s - V_z}{R_s}$$

R_s இற்குக் குறுக்காகப் மயும் மேத்த ஓட்டமானது எப்போதும் கமைக்குக் குறுக்காகப் மயும் ஓட்டம் I_s இனதும் சேனர் இருவாயிக்குக் குறுக்காகப் மயும் ஓட்டம் I_z இனதும் கூட்டத்தொகைக்குச் சமமானது.

$$\therefore I_s = I_z + I_L$$

ஆடல் வழங்கலின் வேலற்றளவு அதிகரிப்பதால் V_s அதிகரிக்குமாயின் I_s ஓட்டம் அதிகரித்து அந்த அழுத்த வேறுபாடு $V_s - V_z$ வேறுபாட்டுக்குச் சமப்படுத்தப்படும். இங்கு மயக்கு வேலற்றளவு $V_o = V_z$ ஆதனால் அது மாறாது காணப்படும். R_s மாறிலி எனக் கருதும்போது I_s உம் மாறிலி ஆகும். எனவே I_s அதிகரிக்கும்போது I_z உம் அதிகரித்து அதன் மூலம் மய்யானது V_z இலேயே மாறாது வைத்திருக்கப்படும்.

இவ்வறாக ஆடல் வழங்கல் வேலற்றளவின் மாறல் காரணமாக மயக்கு வேலற்றளவு மாறுதலானது சேனர் இருவாயிவீனால் ஒழுங்காக்கப்படும் இந்த வேலற்றளவு ஒழுங்காக்கலானது கோட்டு ஒழுங்காக்கல் (Line Regulation) எனப்படும்.

வழங்கல் அழுத்தம் மாறாது வைத்து கமைத்தனைய மாற்றுவதால் கமை ஓட்டம் I_L வேறுபடும் எனவே I_s மாறுபடும் அப்போது R_s இற்குக் குறுக்காக அழுத்த வீழ்ச்சி வேறுபடுகின்றமையால் V_o மாற்றமடைதல் வேண்டும்.

எனினும் $I_s = I_L + I_Z$ ஆதலால், இங்கும் I_Z ஓட்டம் வேறுபடுவதால் I_s மாறாது பேணப்படும். அப்போது முன்னர் போன்றே பயிப்பு அழுத்தத்தை V_Z இலேயே மாறாது வைத்திருக்கலாம். இந்த அழுத்த ஒழுங்காக்கல் "சுமை ஒழுங்காக்கல்" (Load Regulation) எனப்படும்.

சேனர் இருவாயியிற்குக் குறுக்காகப் பாயக்கூடிய உச்ச ஓட்டம் (I_{ZM}) ஆனது அதன் மூலம் தாங்கக்கூடிய வலுவுக்கு அமைவதே தீர்மானிக்கப்படும். இந்த வலுவை P_{ZM} இனால் காட்டுவோம்.

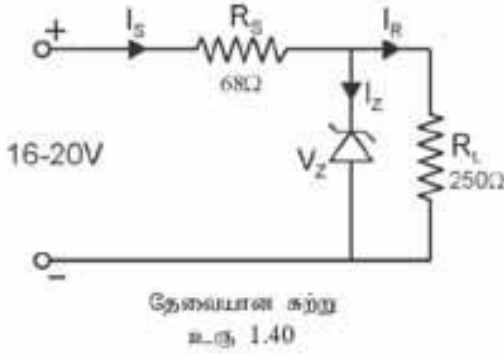
$P_{ZM} = V_Z I_{ZM}$ ஆகும். இங்கு I_{ZM} இனது பெறுமானம் I_{ZM} இற்கு மேற்படலாகாது.

$$\therefore P_{ZM} = V_Z I_{ZM}$$

சேனர் வோல்ட்ற்றளவு ஒழுங்காக்கல் சுற்றொன்றினை அமைக்கும்போது தேவையான V_Z அழுத்தத்தையும் R_s தடையின் பெறுமானத்தையும் பொருத்தமானவாறு தெரிவு செய்து சேனர் ஓட்டமானது I_{ZK} இற்கும் I_{ZM} இற்கும் (உரு: 2.19) இடையே மாத்திரம் மாறக்கூடியவாறு அமைத்தல் வேண்டும். வோல்ட்ற்றளவு ஒழுங்காக்குக் சுற்றுக்களை அமைத்தல் வேண்டும். வோல்ட்ற்றளவு ஒழுங்காக்குக் சுற்றுக்களை அமைத்தல் தொடர்பான கோட்பாடுகள் இந்த க.பொ.த. உயர்தர பாடவிய வரையறைக்கு அப்பாற்பட்டதாகையால், ஆக்கப்பட்ட வோல்ட்ற்றளவு ஒழுங்காக்கல் சுற்றொன்றின் தொழிற்பாட்டைப் பகுத்தாய்தல் பற்றி மாத்திரமே இங்கு கலந்துரையாடப்படுகின்றது. பின்வரும் உதாரணம் மூலம் அவ்வியங்களை விளக்கிக்கொள்ளலாம்.

உதாரணம்: 250 Ω சுமைத் தடையொன்றுக்குக் குறுக்காக 12 V மாறா வோல்ட்ற்றளவை வைத்திருப்பதற்காக வழங்குதல் வோல்ட்ற்றளவு 16 V தொடக்கம் 20 V வரையில் வேறுபடக்கூடிய வழங்கல் அழுத்தமானது (V_s) பயன்படுத்தப்படும். இங்கு ஓட்டக்கட்டுப்பாட்டுத் தடையாக (R_s) 68 Ω தடையொன்று பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளது. இங்கு பயன்படும் ஒழுங்காக்கல் சுற்றை வரைந்துகாட்டி, பின்வருவனவற்றைக் காணுங்கள்.

- தேவைப்படும் சேனர் இருவாயியின் வோல்ட்ற்றளவு
- இச்சந்தர்ப்பத்தில் R_s இற்குக் குறுக்காகப் பாயும் இழிவு ஓட்டம்.
- சுமைக்குக் குறுக்காகப் பாயும் ஓட்டம்
- அச்சுமை இருக்கும்போது R_s ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தடைக்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச ஓட்டம்
- பிரயோகிக்க வேண்டிய ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தடையின் வலு
- சுமை இருக்கும்போது சேனர் இருவாயியிற்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச ஓட்டம்
- சுமை அகற்றப்படும்போது சேனர் இருவாயியிற்குக் குறுக்காகப் பாயும் ஓட்டம்.
- சுற்றில் பயன்படுத்த வேண்டிய சேனர் இருவாயியின் வலு



(a) R_L இற்குக் 12 V மாறா வோல்ற்றளவு இருத்தல் வேண்டுமாதலால் தெரிவு செய்யும் சேனர் இருவாயிவிற்கு 12 V சேனர் வோல்ற்றளவு இருத்தல் வேண்டும்.
 $\therefore V_z = 12 \text{ V}$

(b) R_s இற்குக் குறுக்காகப் பாயும் ஓட்டமானது வழங்கல் அழுத்தம் 16 V ஆகும்போதே இழிவாகும். அச்சந்தர்ப்பத்தில்

$$16 - 12 = I'_s \times 68$$

$$\therefore I'_s = \frac{4}{68} \text{ A} = \frac{4 \times 1000}{68} \text{ mA} = 58.8 \text{ mA}$$

$\therefore R_s$ இற்குக் குறுக்காக இழிவு ஓட்டம் 58.8 mA ஆகும்.

(c) சுமைக்குக் குறுக்காக எப்பொழுதும் அழுத்தம் 12 V ஆதலால்,

$$12 = I_L \times 250$$

$$\therefore I_L = \frac{12}{250} \text{ A} = \frac{12 \times 1000}{250} \text{ mA} = 48 \text{ mA}$$

(d) வழங்கல் அழுத்தம் 20 V ஆக இருக்கும் போதிலேயே சுமை இருக்கும்போது, ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தடைக்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச அளவாக உள்ளது.

$$\therefore 20 - 12 = I''_s \times 68$$

$$I''_s = \frac{8}{68} \text{ A} = \frac{8 \times 1000}{68} \text{ mA} = 117.6 \text{ mA}$$

$\therefore R_s$ இற்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச ஓட்டம் 117.6 mA ஆகும்.

(e) ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டு தடையின் வலு $P_s = I_s^2 \times R_s$

$$P_s = (.118)^2 \times 68 = 0.946 \text{ W}$$

சந்தையில் உள்ள கிட்டிய தடையி 68 Ω, 1W ஆதலால் அதனைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(f) சுமை இருக்கும்போது சேனர் இருவாயிக்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச ஓட்டம் I_z ஆயின், சுமைக்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச ஓட்டம் 48 mA உம், கட்டுப்பாட்டுத் தடைக்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச ஓட்டம் ($V_i = 20\text{V}$ ஆகும்போது) 117.6 mA உம் ஆதலால்,

$$117.6 = 48 + I_z$$

$$\therefore I_z = 69.6 \text{ mA}$$

(g) கமை திறந்த சுற்றில் உள்ள நிலையிலும் பயப்பு 12V ஆதலால் ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தடை (R_z) இன் ஊடாகப் பாயும் ஓட்டம் 117.6 mA ஆகும். கமை ஓட்டம் I_z பூச்சியம் ஆதலால் மொத்த ஓட்டமும் சேனர் இருவாயியின் ஊடாகப் பாய்தல் வேண்டும். எனவே சேனர் இருவாயிக்குக் குறுக்காகப் பாயும் உச்ச ஓட்டம் 117.6 mA ஆகும்.

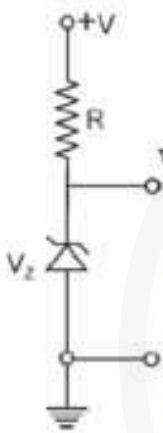
(h) அதில் உச்ச ஓட்டம் பாயும்போது உள்ள வலுவே சேனர் இருவாயிக்கு இருத்தல் வேண்டும்.

$$P_z = I_z \times V_z \text{ ஆதலால்,}$$

$$P_z = 0.1176 \times 12 = 1.41 \text{ W}$$

இதற்காகச் சந்தையில் உள்ள 2 W இருவாயியொன்றினைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

1.12.2 மாட்டேற்று வோலற்றளவைப் பெறல் (Reference Voltage)

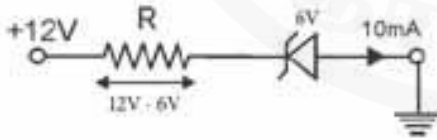


உரு: 2.23

பல்வேறு இலத்திரனியல் சுற்றுக்களைத் தொழிற்பாடு செய்வதற்கு சார் மாறா வோலற்றளவு அவசியமாகும். இதற்கான எளிய வழி சேனர் இருவாயியொன்றைப் பயன்படுத்துவதாகும். இங்கு R ஓட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தடையுடன் தொடராக பின்முகக் கோடலுறுமாறு சேனர் இருவாயியானது வலு வழங்கலுடன் தொடுக்கப்படும். சேனர் இருவாயிக்குக் குறுக்காக 10 mA மட்டிலான ஓட்டம் பாயுமாறு R தடையி் தெரிவுசெய்யப்படுதல் வேண்டும். சேனர் இருவாயியின் வோலற்றளவே மாட்டேற்று வோலற்றளவாகும். (3.3 தொடக்கம் 100 வோலற் வரையிலான, E = 24 தொடரில் உள்ள சகல சேனர் வோலற்றளவுகளையும் 1 N 4728 கூட்ட (1 W) சேனர் இருவாயிகளாகக் கொள்வனவு செய்துகொள்ளலாம்.)

உதாரணம்: (12 VDC வலு வழங்கலொன்றின் மூலம் 6 V மாட்டேற்று வோலற்றளவைப் பெறுவதற்குத் தேவையான சுற்றை அமைக்குக.

தேவையான சேனர் இருவாயியின் சேனர் வோலற்றளவு 6 V ஆதல் வேண்டும். 10 mA ஓட்டம் பாயும்போது R தடைக்குக் குறுக்காக அழுத்த வீழ்ச்சி (12 - 6) ஆதல் வேண்டும்.



உரு: 1.41

$$12 - 6 = \frac{10}{1000} \times R$$

$$\frac{6000}{10} = R$$

$$R = 600 \Omega$$

∴ 6 V சேனர் இருவாயியொன்றுடன் தொடராக 600 Ω தடையொன்றினைப் பயன்படுத்தி உரு 1.42 இல் காட்டியுள்ளவாறாக இதனை அமைக்கலாம்.

(சந்தையில் கிடைக்கும் கிட்டிய தடையி 620 Ω தடையி ஆகும். எனவே பயன்படுத்தவேண்டிய இருவாயி 1 N 5233, 500mW ஆகும்)

சேனர் இருவாயியின் பொதியுறையும் அதன் முனைகளை இனங்காணலும் கீழே உரு 1.13 (a) இல் சில சேனர் இருவாயிகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. 1 W மற்றும் அதிலும் குறைந்த வலு உள்ள சேனர் இருவாயிகள் கண்ணாடிப் பொதியுறையை இடப்பட்டுள்ளதோடு அதிலும் கூடுதலான வலுவைக்கொண்ட சேனர் இருவாயிகள் கறுப்பு நிற எபொக்சிப் பொதியுறையைக் கொண்டவை. பொதுவான இருவாயிகள் போன்றே கதோட் டை இனங்காணக்கூடியவாறாக அதன் அருகே வெண்ணிற அல்லது கருநிற வளையமொன்று இடப்பட்டுள்ளது.



உரு 1.13

1.13 ஒளி காலும் இருவாயிகள் (Light Emitting Diode -LED)

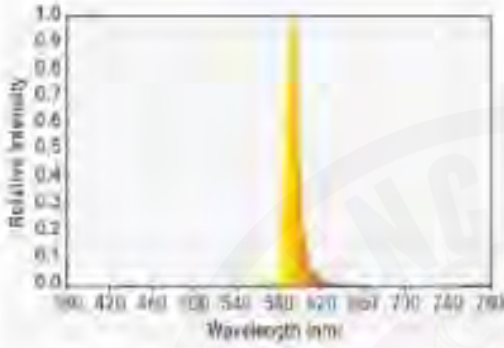
p-n சந்தியொன்றினை முன்முகக்கொடலுற் செய்தால் சந்திக்குக் குறுக்காகக் காவின பாயும் என்பதையும் சில காவின மின்சேரும் என்பதையும் ஏற்கனவே கற்றுள்ளோம். சாதாரண யோனியம் அல்லது சிலிக்கன் இருவாயிகளில் தும்மின்சேர்தலின்போது தோன்றும் சக்தி வெப்பமாக வெளிபேறும்.

யோனியம் Ga சிலிக்கன் Si இருவாயிகளில் வெளிப்படும் மின்காந்த அலைகள் வெப்பக் கதிர்வடிபு நிறேசத்தைச் சேர்ந்தவைவாதோடு, GaAsP இருவாயிகளில் வெளிப்படும் கதிர்கள் சிவப்பு - செம்மஞ்சள் நிற வீச்சைச் சேர்ந்தவை என்பது தெரிகின்றது. ஒளிகாலும் இருவாயியில் இக்கோட்பாடே பயன்படுகின்றது. 1962இல் ஜெனரல் இலக்ரிக்ஸ் சுப்பணியைச் சேர்ந்த நிக் ஹொலொயாக் (Nic Holonyak) என்பர் முதன்முதலாக, சிவப்பு நிறத்தை வெளியிடும் சந்தியை உற்பத்தி செய்ததோடு, பின்னர் திருசிபத்தில் சகல நிறங்களையும் வெளிவிடக்கூடிய ஒளிகாலும் இருவாயிகள் LED உற்பத்தி செய்யப்பட்டன. இவை எல்லாவற்றினதும் p - n சந்தியானது III - IV ஆம் கூட்ட கூட்டுக்குறை கூத்திகளால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒளிகாலும் இருவாயியினால் LED வெளிப்பிடும் ஒளி மிகச்சிறிய அலைநீள வீச்சினுள் பரம்பிடுள்ளமையால் அதனை ஒரு தனி நிற ஒளி முதலாகக் கருதலாம்.

செய்முறைப் பயன்பாட்டில் உலிள ஒளிகளும் இருவாய்களின் மேலுறை கண்டுபிடிக்கும் தன்மையுள்ள எபிசுபிசியில் ஆக்கப்பட்டுள்ளதோடு, ஒளிவாழ்வு நிலையில் அதன் நிறத்தை இனங்காண்பதற்காக அது நிற முட்டுப்பாட்டினாலும்.

GaP சிவப்பு LED இனால் காலப்பாடும் ஒளியின் பரம்பல் உரு 1.44 (a) இலும், வெவ்வேறு நிறங்களை வெளியிடும் சில சந்திதிகளின் தரவு அட்டவணை உரு 1.44 (b) இலும், காட்டப்பட்டுள்ளது.



(a) சிவப்பு LED இன் நிறமாலை

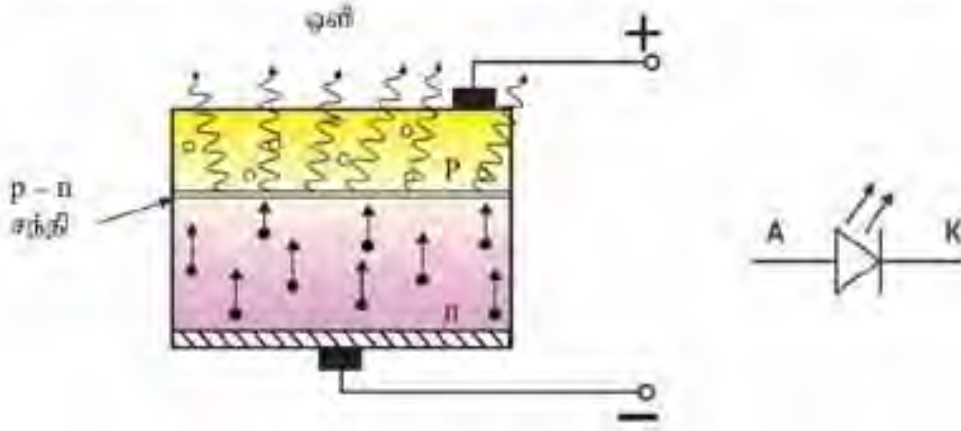
நிறம்	குறைகடத்தி
செங்கீழ் (IR)	GaAs
சிவப்பு	GaP
செம்மஞ்சள்	GaAsP
மஞ்சள்	Al GaIn P
பச்சை	Al GaP
நீலம்	InGaN
கட்பூதா (uv)	AlN

(b)

உரு 1.44

இனி நாம் ஒளிகளும் இருவாய்களின் LED அமைப்பையும் தொழிற்பாட்டையும் நோக்குவோம்.

இங்கு உலோகக் கடத்தித் தகடொன்றின் மீது n வகை குறைகடத்தியொன்று கட்டியெழுப்பப்பட்டுள்ளதோடு, மிக வெல்லியே p வகை குறைகடத்தியொன்று n குறைகடத்தி மீது பரவல் முறையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது உரு 1.45 p குறை கடத்தியில் ஓர் அந்தம் உலோகக் கம்பிபொன்றினால் நேர் மின்வாயுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளதோடு, உலோகத்தகடு கதோட்டுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த p மற்றும் n குறைகடத்திகள் மூலம் சந்தி கட்டியெழுப்பப்படுவதோடு, சந்தியை முன்முக்கக் கோடலுறச் செய்யும்போது $p-n$ சந்தியில் காலிகள் மீளச்சேரும், இங்கு தோன்றும் மின்காந்தக் கதிர்ப்பாளுது (ஒளி) வெல்லிய P வகை குறைகடத்தியினால் வெளியேற்றப்படும் இது பெரிய பரப்பளவை கொண்டுள்ளது அது உரு 2.27 இல் காட்டப்பட்டுள்ளதோடு, ஒளிகளும் இருவாய்களின் குறியீடு அருகே காட்டப்பட்டுள்ளது.



பட 1.45

வெதுவாகப் பயன்படும் ஒளிகளும் இருவாயிகளின் LED முனைகளை இளங்காணத் தகவலாக இருவாயியின் அமைப்பு மீழ் உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



LED இனது புறநோற்றல்
பட 1.46

1.13.1 ஒளிகளும் இருவாயிகளின் பயன்பாடு

ஒளிகளும் இருவாயிகள் LED பயன்பாட்டுக்கு வந்த ஆரம்ப காலத்தில் அமைப் பிரதானமாக காட்டிகளாகவே பயன்பட்டன. அத்தோடு, மின்னொளி அலங்கரிப்புகளிலும் பயன்பட்டது. மின்னல் விவரிக்கப்பட்டபின் வெள்ளைநிற ஒளிகளும் இருவாயிகள், ஒளி முதலாக சோதனை மின்விளக்குகளிலும் வீட்டுப்பாவனை மின்விளக்குகளிலும் பயன்பாட்டுக்கு வந்துள்ளன.

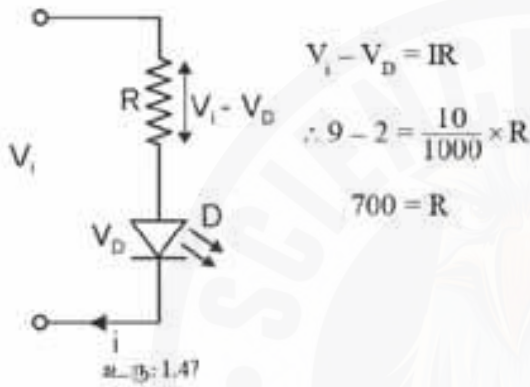
1.13.2 LED இனது முன்முகக்கோடல் அழுத்தம்

சாதாரண Si இருவாயிகளின் முன்முகக்கோடல் அழுத்தம் 0.6 V மட்டிலாகும் என்பதை நாம் அறிவோம். எனினும் கூட்டுக் குறைகடத்திகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ள LED களின் முன்முகக்கோடல் அழுத்தமானது சந்தியை ஆக்கும் குறைகடத்தியின்படி 1.7 V தொடக்கம் 4 V வரையிலான வீச்சில் அமையும். சாதாரண சிவப்பு LED ஒன்று 1.8 V - 2.5 V இற்கும் இடையே நன்கு ஒளியைக் காலும். மேலும் LED இற்குக் குறைக்காகப் மூலம் முன்முகக்கோடல் ஒட்டமானது, வெளிவிடப்படும். ஒளியின் செறிவுக்கு நேர்விகதசமமானது சிவப்பு LED களுக்காக 2 V இல் 10 mA மட்டிலான ஒட்டம் மாய்வதால் நன்கு ஒளி காலப்படும். சாதாரண LED ஒன்று குறித்த தரத்துடன் ஒளிவெளியின் அது ஏறத்தாழ

50,000 மணிநேர ஆயுளைக்கொண்டது கூடுதலான அழுத்தத்தின் கீழ் ஒளிமூலம் ஆயுட்காலம் குறைடையும்.

வெவ்வேறு வழங்கல் அழுத்தங்களில் LED ஒளிர்ச் செய்யும்போது அதனுடன் தொடராக ஒட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தடையியொன்றினைத் தொடுத்தல் வேண்டும். அதன் பெறுமானத்தை ஒயின் விதி மூலம் இலகுவாகக் கணித்துக்கொள்ளலாம்.

உதாணரம்: 9 V வழங்கலொன்றின் மூலம் LED ஒன்றினை ஒளிர்ச் செய்ய நேரிட்டுள்ளது. LED இற்குக் குறுக்காக 2 V அழுத்த வித்தியாசம் இருத்தல்வேண்டும் எனவும் இருவாயியிற்குக் குறுக்காக முன்முகக்கோடல் ஒட்டம் 10 mA ஆதல்வேண்டம் எனவும் கொள்வோம்.



எனவே R இற்காக 700 Ω ஒட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தடையியொன்றைக் கொண்ட கற்றொன்றினைப் பயன்படுத்தவேண்டும். (செய்முறையில் பெறக்கூடிய கிட்டிய தடையி 750 Ω தடையி ஆகும்)

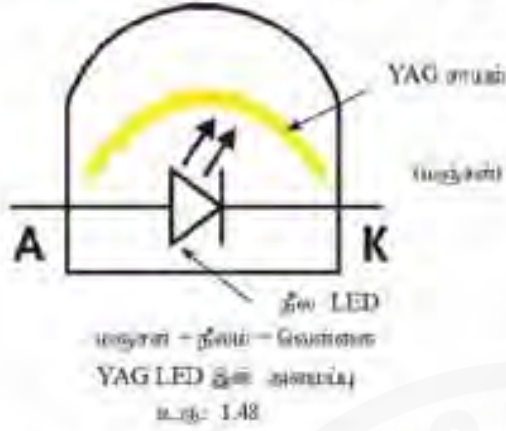
மேலதிக அறிவுக்காக...

வெள்ளை LED

இதற்காகப் பிரதானமாக இரண்டு முறைகள் பயன்படும். மேற்குறிப்பிட்ட ஒளிகாலும் இருவாயிகள் முன்றினால் வெள்ளை ஒளியைப் பெறுவதே அவற்றுள் முதலாவது முறையாகும். இந்த ஒளிகாலும் இருவாயியானது LED, RGB, LED எனப்படும். சாதாரண வெள்ளை ஒளியை உற்பத்தி செய்வதற்காக இந்த முறை பயன்படுத்தப்படுவதில்லையாயினும், LCD-LED தொலைக்காட்சி திரைகளில் திரைக்குப் பின்னால் உள்ள ஒளிமுதலாக இந்த மூன்று ஒளிகாலும் R, G, B இருவாயிகள் பயன்படும். வெள்ளை ஒளியின் பிரதானமான மூன்று நிறங்களான சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களும் அதில் இருப்பதே அதற்கான காரணமாகும்.

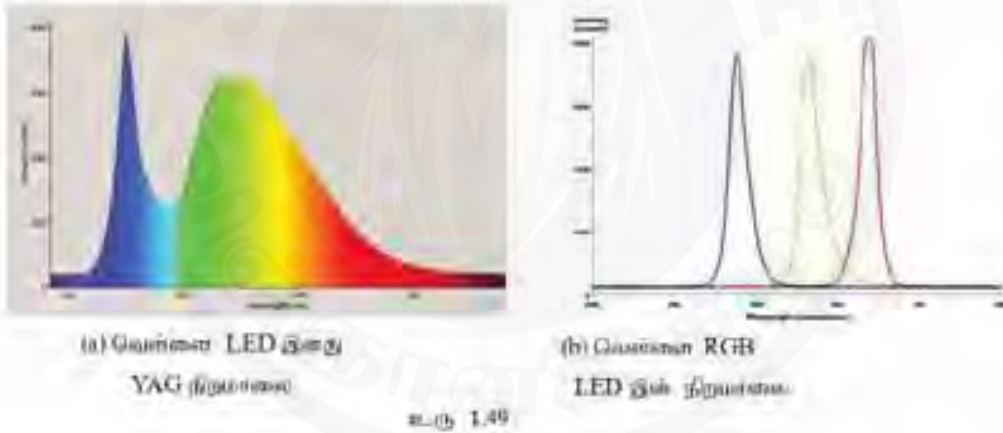
தற்போது வெள்ளை LED ஆனது வெள்ளை ஒளிநிற முதலாக குறிக்கப்படுகிறது. தற்போது சந்தையில் உள்ள வெள்ளை LED கோட்பாடான "யக் புளோரொளிர்வு" முறையானது 2006 இல் யப்பானியரான "நகமுரா" இனால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதாகும். இங்கு நீலநிற LED ஒன்று மாத்திரம் பயன்படுத்தப்படுவதோடு p - n சந்திக்கு மேலே மஞ்சள்நிற புளோரொளிர்வுச் சாயப்படை நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இச்சாயமானது சீரியம்

மூலகத்தினால் மாக்டிய இத்திரியம் அலுமினியம் கார்பைடை (Cerium-doped Yttrium Aluminum Garnet) அதாவது 'YAG' இனைக் கொண்டது.



இதன் நீல LED இனை ஒளிர்ச் செய்தவுடன் புளோரொஸிர்வுச் சாயத்தின் மூலம் அதன் ஒரு பகுதி உறிஞ்சப்பட்டு மஞ்சள் நிறத்தை வெளிவிடுவதோடு சாயத்தினை ஊடுருவிச் செல்லும் எஞ்சிய நீல ஒளியானது இந்த மஞ்சள் நிறத்துடன் சேர்ந்து (நிரப்பு நிறம்) வெள்ளை ஒளி வெளிவிடப்படும். இவ்வாறான ஒரு LED இனது பொதி அமைப்பு உரு: 2.30 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

RGB, வெள்ளை LED, YAG வெள்ளை LED ஆகியவை வெளியிடும் திரசியம் உரு 1.49 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இருப்பினும் YAG வெள்ளை LED வெளியிடும் வெள்ளை நிற ஒளியின் திரசியத்தில் வெள்ளை நிற ஒளியுடன் தொடர்புடைய நிறக் கூறுகள் எல்லாம் காணப்படவில்லை என அவதானிக்கக் கூடியதாக இருக்கிறது.



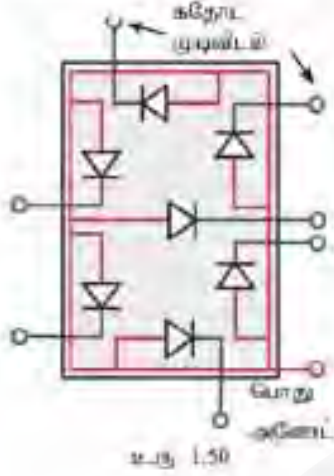
(a) வெள்ளை LED இனது YAG நிறமாலை

(b) வெள்ளை RGB LED இன் நிறமாலை

உரு 1.49

LED இன் உச்ச நேர்மாறு அழுத்தவேறுபாடு (PIV) 5 V ஆகும். பின்முகக்கிளை-ல் அழுத்த வேறுபாடாக 5 V இற்கு மேல் பயன்படுத்தும்போது LED இன் p-n சந்தி பழுதடையும். எனவே ஆடலோட்ட முதலை பயன்படுத்தி LED யை ஒளிர்ப்பண்ணும் போது இதை கவனத்தில் எடுக்கவேண்டும்.

LED இன் பிரயோகம்



• ஏழு LED துண்டுகளை பயன்படுத்தி இலக்கத்தை காட்சிப்படுத்துதல் LED இன் மற்றுமொரு பிரயோகமாகும். இந்த இலக்கக் காட்சிப்படுத்துதலில் ஏழு LED க்களும் ஒர் ஒழுங்கில் பொதியிடப்பட்டு இந்த LED க்களின் அனோட் அல்லது கதோட் சுவற்றில் ஏதாவது ஒன்று பொதுவான முடிவிடமாக இணைக்கப்படும். (பொது கதோட் அல்லது பொது அனோட் - Common Cathode or Common Anode) மற்றைய ஏழு முடிவிடங்களும் வெளியேறும் முடிவிடங்களுடன் தனித்தனியாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பொருத்தமான LEDக்களை ஒளிர்ப்பண்ணுவதன் மூலம் 0 தொடக்கம் 9 வரையான சகல இலக்கங்களும் காட்சிப்படுத்தப்படும்.

• LCD திரை தொலைக்காட்சி வாங்கிகளில் மின் ஒளி முதலாக RGB- வெள்ளை LED பயன்படுத்தப்படுகிறது. அத்துடன் வேறு தொலைக்காட்சி வாங்கிகளிலும், காட்சிப்படுத்தப்படும் பலகைகளில் (விடயாபரப் பலகை) படங்கள் அல்லது வீம்பங்கள் LED யைப் பயன்படுத்தி காட்சிப்படுத்தப்படுகின்றன.

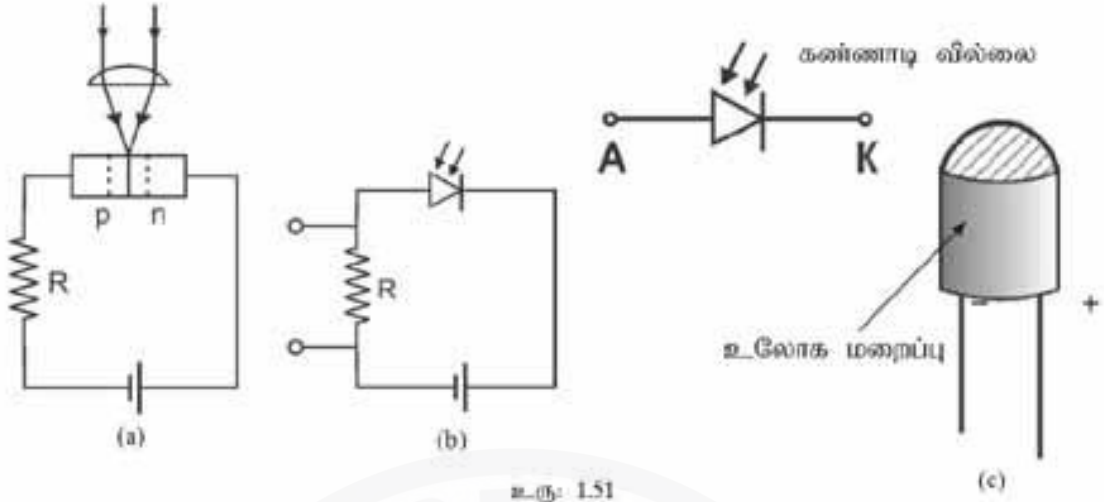
• முக்கிய ஆவணங்களில் இடப்பட்ட வெண்க் கண்ணால் பார்க்கமுடியாத குறிகளை கண்டுபிடிக்க UV-LED பயன்படுத்தப்படுகிறது. வங்கிக் குறிப்புகள் உள்நாயானவையா அல்லது பொய்யானவையா என்ற வங்கிக் சோதனைக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

• பல சேமினை ஆழி அலைகளில் கட்டுப்படுத்தும் சமீக்கைகளாக அனுப்பப்படுவது IR-LED இனால் உற்பத்தி செய்யப்படும் செந்நிற கீழ் கதிர்களாகும்.

1.14 ஒளிபிடுவாயி (Photo diode)

வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகளில் வெப்பக் கலக்கம் மூலம் தோன்றும் சிறுபான்மைக் துகளிகள் காரணமாக மின்முக்க கோடலுறச் செய்யப்பட்ட p-n சந்தியொன்றுக்குக் குறுக்காக மிகச் சிறிய நிரம்பிய பொசிவு ஒட்டமொன்று பாய்கின்றமையை நாம் அறிவோம். இவ்வாறான ஒரு சந்தி மீது ஒளி விழுவாயின் வரிசாக்கப் பிரதேசத்தில் உள்ள பிணைப்புக்களுள் சில உடைவதால் பொசிவு ஒட்டம் அதிகரிக்கும்:

சந்தி இருவாயிகள் ஒளியுகவிடாத எகொக்சி புற உரையைக் கொண்டதாக உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றமையால் சந்தி மீது ஒளிபடுவது நடுக்கப்படும் எனினும் p-n சந்தியைக் கண்ணாடிமீனால் மறைப்பிட்டால் சந்திமீது விழும் ஒளியின் செறிவுக்கு அமைய நிரம்பல் பின்முக கோடல் ஒட்டம் வேறுபடும். இதை ஒளியின் செறிவுக்கு ஏற்ப மாறும் அழுத்த வித்தியாசத்தை பெறுவதற்காக இவ்வாறான ஒர் அமைப்பைப் பயன்படுத்தலாம்.



இங்கு இருவாயி பின்முக்கோடல் நிலையில் வைக்கப்படுவதோடு (மின்கலவடுக்கு மூலம்) இருவாயிச் சந்தியின் மீது சூரிய குவிவு வில்லையொன்றால் ஒளி குவிக்கப்படும். புறமின்கலவடுக்குச் சுற்றில் உள்ள R தடைக்குக் குறுக்காக இருவாயியினால் உடூற்றப்படும் பின் பொசிவு ஒட்டத்தியால் அழுத்த வித்தியாசம் கட்டியெழுப்பப்படும். இந்த அழுத்த வித்தியாசம் ஒளிச் செறிவை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும். ஒளி இருவாயியின் குறியீடு இருவாயியின் அமைப்பும் உரு 1.57 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

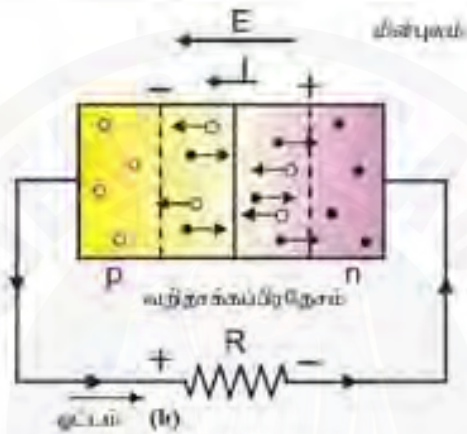
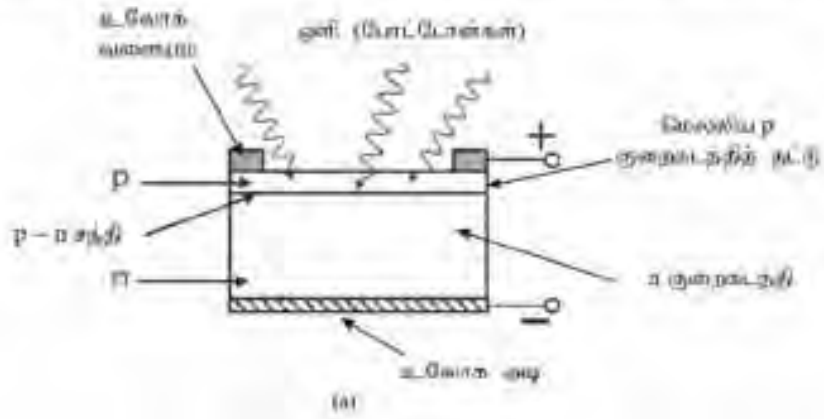
ஒளியிருவாயிகளின் பயன்பாடு

மேலே குறிப்பிட்டவாறு ஒளி உணர் ஆளியாக அழையாது நுழைபவர்களை காட்டும் எச்சரிக்கை கருவிகளிலும், கணினிகளின் தரவு வாசிப்புக்காகவும், கமரா போன்றவற்றின் ஒளிமானிகளிலும் ஒளிகாலும் இருவாயிகள் பரவலாகப் பயன்பாட்டில் உள்ளன.

1.15 ஞாயிற்றுக் கலங்கள் (Solar cells)

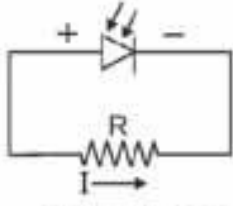
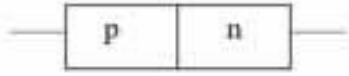
சூரிய சக்தியை மின்சக்தியாக மாற்றுவதற்காக p-n சந்தியொன்றினைப் பயன்படுத்தலாம். அவ்வாறான அமைப்பு ஞாயிற்றுக் கலம் எனப்படும்.

ஞாயிற்றுக்கலம் அமைப்பதற்காக பொதுவாக செலினியம் அல்லது சிலிக்கன் பயன்படுத்தப்படும். சிலிக்கன் ஞாயிற்றுக்கலமொன்று அமைக்கப்பட்டுள்ள விதம் கீழே உரு 1.52 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. உலோக அடி மீது n- குறைகடத்தியொன்று ஆக்கப்பட்டுள்ளதோடு அதன் மீது மெல்லிய p- வகைக் குறைகடத்தி (சிலிக்கன்) படை அமைக்கப்பட்டுள்ளது. p- குறைகடத்தித் தட்டின் மீது விழும் சூரியக் கதிர்கள் அதனூடாகச் சென்று p-n சந்தியை அடையும். p-n சந்தியின் அருகே வழிதாக்கப் பிரதேசத்தில் p-குறைகடத்தியில் மறை அழுத்தமும் n-குறைகடத்தியில் நேர் அழுத்தமும் அமையுமாறு அக அழுத்தத்தடுப்பு கட்டியெழுப்பப்பட்டிருக்கும்.



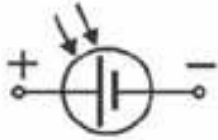
பகுதி 1.52

இவ்வறிதூக்கற் பிரதேசத்தின்மீது ஒளி பட்டகம் அதிற் உள்ள குறககத்திருகளின் பிணையுகள் உடவதால் இலத்திரன் துணைச் சோடிகள் பிறக்கும். அக அழுத்தத் தடுப்பு காரணமாக பிறப்பிக்கப்பட்ட மின் புலத்தினால், மேலே தோன்றிய துணைகள் p முணையை நோக்கியும் இலத்திரன்கள் n முணையை நோக்கியும் நகரும். p ஐயும் n ஐயும் புறத்தே ஒன்றுனொன்று தொகுக்கும்போது p இலிருந்து n வரை புறசகற்றின வழியே ஓட்டம் பாயும். இதற்கமைய குரிய ஒளி பட்டகம் p-n சந்தியானது p முணையை நேர் ஆகவும் n முணையை மறையாகவும் கொண்ட மின்னியக்க விசை முதலொன்றாகத் தொழின்படும். [பகுதி 1.52(b)]



(a) சமவலுச் சுற்று

உரு 2.53 (a) இல் ஒப்பான சமவலுச் சுற்றும் உரு 1.53 (b) இல் ஞாயிற்றுக்கலத்தின் நியமக்குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளன. பிரகாசமான ஒளியின் முன்னிலையில் இதில் பிறக்கும் மின்னியக்க விசை 0.6 V மட்டிலானது புறச்சுற்றுக்குக் குறுக்கான ஒட்டமானது p - n சந்தியின் மேற்பரப்புப் பரப்பளவு அதிகரிக்கும்போது அதிகரிக்கும்.

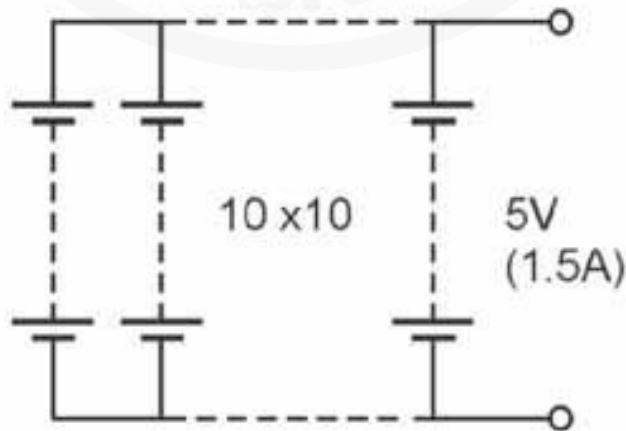


(b) ஒப்பான நியமக் குறியீடு
உரு: 1.53

ஞாயிற்றுக்கலத்தின் பயன்பாடு

ஞாயிற்றுக் கலங்கள் பிரதானமாக சூரிய ஒளியை மின்சக்தியாக மாற்றுவதற்குப் பயன்படுகிறது. ஒரு தனி ஞாயிற்றுக் கலமானது பொதுவான ஒளி நிபந்தனைகளின்கீழ் 0.5 V மட்டிலான வோல்ட்ஜனாகவும் 150 mA மட்டிலான ஒட்டத்தை உற்பத்தி செய்யும். செய்முறைக் கருமங்களுக்காக இது போதுமானதல்லாததால் ஞாயிற்றுக்கலங்களைத் தொடராகவும் சமாந்தரமாகவும் இணைப்பதால் அதிக வோல்ட்ஜனையும் அதிக ஒட்டத்தையும் வழங்கக்கூடிய மின்முதல்கள் ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

உதாரணமாக 0.5 V, 150 mA ஞாயிற்றுக்கலங்களை 10 வீதம் தொடராகவும் அவ்வாறாத் தொடராக இணைந்த 10 தொகுதிகளைச் சமாந்தரமாகவும் இணைப்பதால் 5 V (= 0.5 × 10) மற்றும் 1.5 A (0.15 × 10) கொண்ட மின் முதலொன்றை அமைத்துக்கொள்ளலாம். இவ்வாறாக அமைப்பு ஞாயிற்றுப்பல (Solar Panels) எனப்படும். உரு 1.54



ஞாயிற்றுப்பலொன்றின் அமைப்பு
உரு: 1.54

புவிமீது ஏறத்தாழ 1000 W m^{-2} அளவு சூரிய சக்தி விழுகின்றமையால், ஞாயிற்றுக்கலங்களே எதிர்கால சக்தி முதலாகக் கருதப்படுகின்றது.

தூய சிலிக்கன் உற்பத்திக்கு மிகக்கூடிய செலவாவதும், குறைந்த திறனுடையதாக 15% ஆக காணப்படுதல் இதன் பிரதானமான பிரதிகூலங்களாக உள்ளன. எனினும், சூழல் மாசடையாமை, சூரிய சக்தி முதலாக இருத்தல் இது இலவசமானது, பழுதடையாமல் நீண்ட கால பாவனை ஆகியன அனுகூலமான விடயங்களாகும்.

வீடுகள், தொழிற்சாலைகள் போன்றவற்றுக்கு மின் வழங்குவதற்காக தற்போதும் ஞாயிற்றுப்படலங்கள் பயன்பாட்டில் உள்ளன. ஞாயிற்று வலுநிலையங்களைத் தாழ்த்தல் மூலம் தலைமை மின்வலு வலையமைப்புக்கு மின்சக்தியை வழங்கும் பணியும் ஏற்கனவே ஆரம்பிக்கப்பட்டள்ளது. மோட்டர் வாகனங்களிலும் விண்வெளிச் செய்மதிகளுக்கு வலுவை வழங்கும் மின்கலவடுக்குகளை மின்னேற்றுவதற்கும் ஞாயிற்றுப்படலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.





இரண்டாம் அத்தியாயம்

திரான்சிற்றர்கள் - (Transistors)

2.1 இரு முனைவுத் திரான்சிற்றர்கள் (Bipolar Transistors)

முதலாவது திரான்சிற்றர் 1947 திசெம்பர் மாதத்தில் ஜோலி பாசன், வில்லியம் ஷொக்லி, வோல்டர் பிரிற்றேன் ஆகியோரினால் பெல் ஆய்வகத்தில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டமை ஏற்கனவே இலத்திரனியல் அறிமுக அத்தியாயத்தில் குறிப்பிடப்பட்டது. அக்காலத்தில் பிரபல்யம் பெற்றிருந்த மூவாய் வால்வுக்கு (Triode Valve) ஒப்பான சமிக்ஞையை விரியலாக்கும் திறனைத் திரான்சிற்றர் கொண்டிருந்தது. திரான்சிற்றர் எனும் பெயர் TRANS fer-res ISTOR ஆகிய இரண்டு பதங்களின் குறுக்கத்தால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

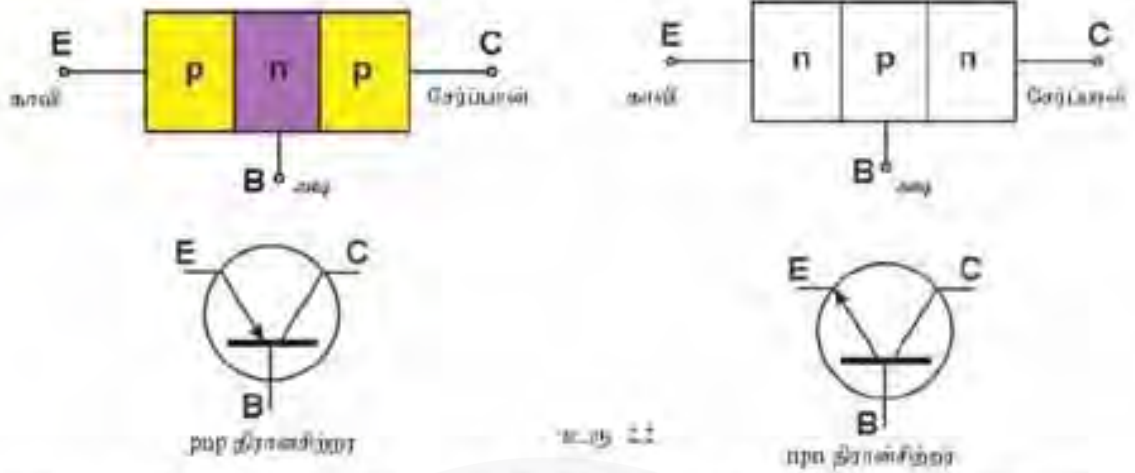
P மற்றும் n குறைகடத்திப் பிரதேசங்கள் முன்றினை ஒரே உள்ளீட்டுக் குறை கடத்தி குண்டின்மீது சுட்டியெழுப்புவதன் மூலமே திரான்சிற்றர் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. திரான்சிற்றரில் இரண்டு p-n சந்தைகள் அமைந்துள்ளதோடு, அதில் குறைகடத்திகள் இணையக் கூடிய இரண்டு விதங்களே உள்ளன. அந்த இரண்டு விதங்களும் கீழே (a), (b) உருக்களில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



உரு : 2.1

இவை முறையே pnp திரான்சிற்றர், npn திரான்சிற்றர் எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறான ஒரு திரான்சிற்றரை இலத்திரனியல் கற்றொன்றுடன் தொடுப்பதற்காக முன்று முடிவிடங்கள் உள்ளன. அம்முடிவிடங்கள் p,n,p குறைகடத்திப் பகுதிகளுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. திரான்சிற்றரில் உள்ள p+n பிரதேசங்கள் தொழிற்பாட்டுக்குக் காரணமாகும். காவிகளைக் காலும் பகுதி கால் (Emitter) எனவும் அக்காவிகளைச் சேகரிக்கும் பகுதி சேகரிப்பான் (Collector) எனவும் அக்காவிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் நடுப்பகுதியில் உள்ளதுமாத மற்றைய பகுதி அடி (Base) எனவும் அழைக்கப்படும். இவை முறை E, C, B எனும் ஆங்கில எழுத்துக்களால் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

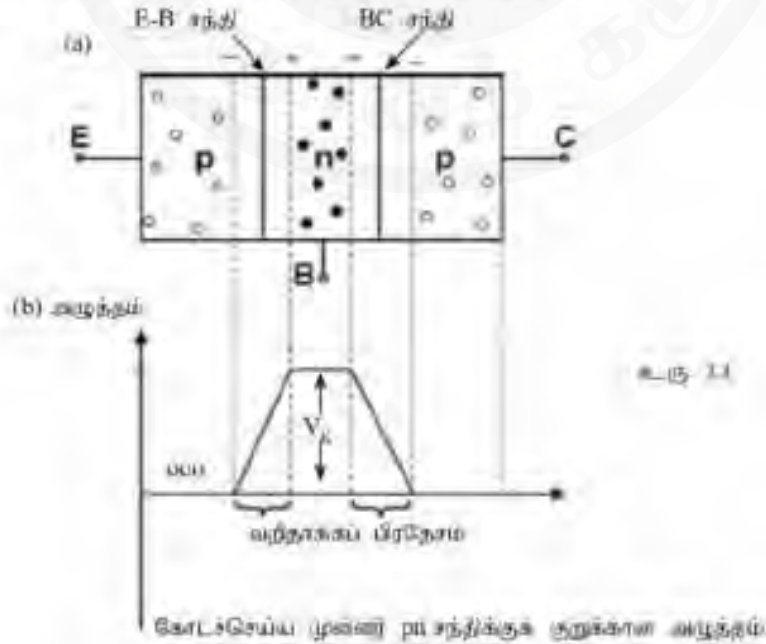
காவிகளைக் காலுவதற்குப் பயன்படும் குறைவான தீவிரமானது அதிக அளவில் மாசூட்டப்பட்டுள்ள காவிகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்பதே அதற்கான காரணமாகும். நடுவே உள்ள அடியானது மிக விலல்லிய குறைகடத்தித் தட்டாகும். அது மிகக் குறைவாக மாசூட்டப்பட்டுள்ளது. அடி செல்லியதாகையால் அதற்குக் குறுக்காகக் காவிகளால் எளிதாகச் செல்ல முடிகின்றது. இவ்வாறு மாசூட்டுவதால், காவிகளின் பயணத்துக்குத் தடக்கல் ஏற்படுகின்றமை பற்றிய வினக்கப் பின்னால் தரப்பட்டுள்ளது. காவிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு இது துணையாகின்றது. காவிகளைச் சேர்க்கும் சேகரிப்பான், ஆனது கால், அடி ஆகியவற்றின் மாசூட்டலுக்கு இடைப்பட்ட அளவில் மாசூட்டப்பட்டுள்ளது. காவிகளைச் சேர்ப்பன இலகுப்படுத்துவதற்காக இதன் பரப்பளவு பெரியதாக அமைப்பாறு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. திரான்சிற்றர்களின் முடிவிடங்கள் பெயரிடப்பட்டுள்ள விதமும் அவற்றுக்காகப் பயன்படும் சுற்றுக் குறியீடுகளும் உரு (2.2) இல் தரப்பட்டுள்ளன.



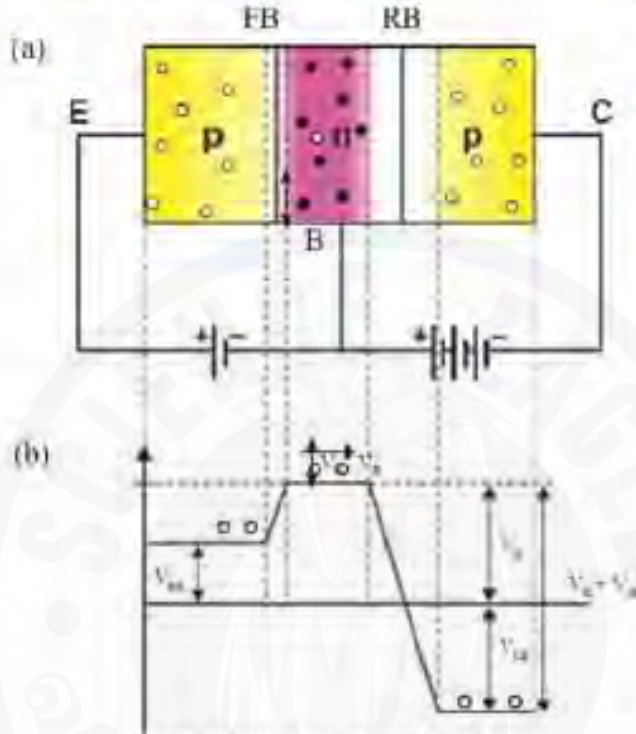
காவி முடிவிடத்தைச் சேர்ப்பான் முடிவிடத்திலிருந்து வேறுபடுத்தி இனங்காண்பதற் ளாக, காவிமில் அம்புக்குறித்தலைபொன்று அனபாபாபிப்பட்டுள்ளதோடு திராட்சி ற்றின் தொழிற்பாட்டில் பங்குள்ளனதும் காவிமளின் மூலம் (இலத்திரன்கள் அல்லது துணைகள்) திராட்சிற்றறுக்குக் குறுக்காக மின்னோட்டம் மாயும் திசையே அம்புக்கு றித்தலையினால் காட்டப்பட்டுள்ளது. திராட்சிற்றறுக்கின் தொழிற்பாடு பற்றி விவரிக்கும் பகுதியில் மீண்டும் இது பற்றி மேலும் விளக்கமளிக்கப்படும். இந்த திராட்சிற்றறு களின் தொழிற்பாட்டில் இலத்திரன்களும் துணைகளும் பங்குபற்றுவதால் இவை இரு முனைவுத் திராட்சிற்றறுக்கள் (Bipolar Transistor) எனப்படும்.

திராட்சிற்றறுக்கின் தொழிற்பாடும் திராட்சிற்றறுக்கை கோடச்செய்தலும்

விளக்கிக்கொள்வது இலகுவானதாகையால் முதலில் npn திராட்சிற்றறுக்கின் தொழிற்பாடு பற்றி நோக்குவோம். pnp திராட்சிற்றறுக்கின் பிரதான காவிமாவது துணைகளே தொழிற்படுவதோடு அத்துணைகளின் திசையே ஒட்டம் மாயும் திசையாகையால் இதனை விளக்குவது சார்பளவில் இலகுவானதாகும். இங்கு காவி, அடி, சேகரிப்பான் ஆகிய மூன்றும் சம அளவில் மாகுட்டப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம்.

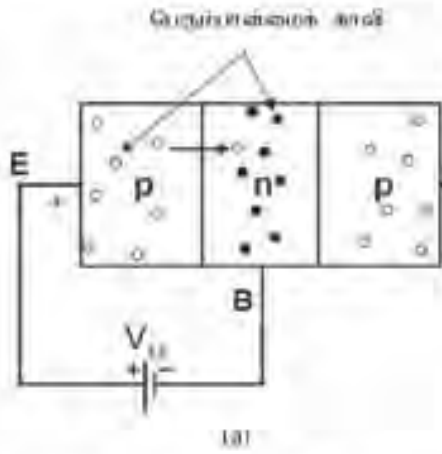


(முடிவில்கள் தயாதீனமாக உள்ள pnp திராட்சிற்றுகளின் E-B மற்றும் B - C சந்திகளுக்குக் குறுக்காக உருவாகும் தடுப்பு அழுத்தம் மூலம் P வகை காலியில் உள்ள பெரும்பான்மைக் காலியசிய துளைகளுக்கு அழுத்த தடுப்பு (துடங்க லொன்று) உருவாகியுள்ளமையால், காலியிலிருந்து சேகரிப்பானை நோக்கித் துளை களால் செல்ல முடியாது. இச்சந்திகளுக்குக் குறுக்காக பொருத்தமானவாறு கோடல் அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் அழுத்தத் தடுப்பை நீக்க முடியும்.

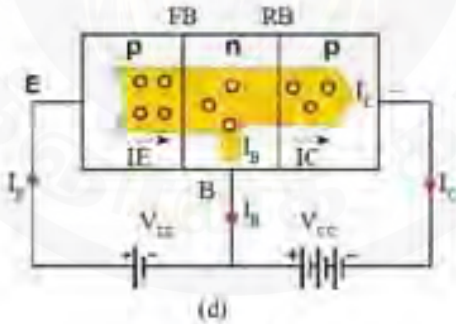
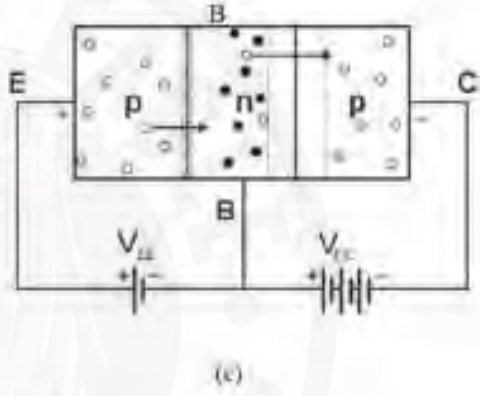
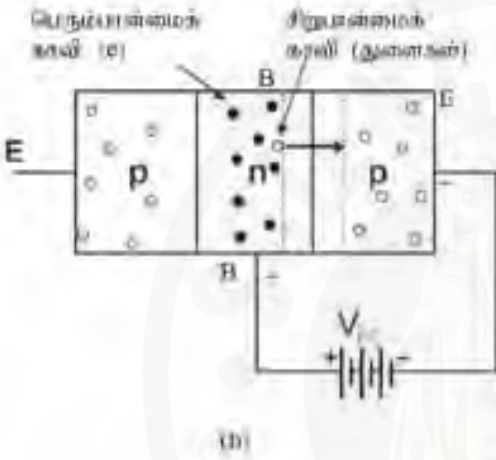


கோடல்பெய்த விண்ணு று சந்திகளுக்குக் குறுக்கான அழுத்தம்
 உரு 2.4

காலி - அடி சந்தி முன்முக்கக் கோடலாகுமாறும் அடி சேகரிப்பான் சந்தியை பின்முக்கக் கோடலாகுமாறும் ஸு மின்னியக்க விவச மூலம் திராட்சிற்றுகைக் கோடல் செல்லும் போது துடங்கல் அழுத்தம் அமையும் விதம் உரு 2.4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. காலி - அடி சந்தி முன்முக்கக் கோடலுற்றுள்ளமையால், துடங்கள் அழுத்தக் குன்று மிகச் சிறிப்பதாவதோடு, பிரதான காலியசிய துளைகளால் இலகுவாக அடியிலுள் புக முடியும். இந்தக் காலிகள், அதிக மறை அழுத்தத்தில் உள்ள சேகரிப்பானின் பால் அது பளிதாகச் செல்லும். எனவே துளைகளுக்கு, காலியிலிருந்து சேகரிப்பானின் பால், திராட்சிற்றுகைக் குறுக்காகச் செல்ல முடியும். எனவே, திராட்சிற்றுகைக்கு ஒட்டத்தைக் கடத்துவதற்காக காலி - அடி சந்தி முன்முக்கக் கோடலாகுமாறும் அடி - சேகரிப்பான் சந்தியானது அதிக அழுத்தத்தில் பின்முக்கக் கோடலாகுமாறும் கோடல் செய்து அவசியமாகும். திராட்சிற்று pnp அடியிலும், இந்த pnp சந்தியை இவ்வாறாகவே கோடல் செய்தல் வேண்டும்.



தெளிவாக விழங்குவதற்கு இரு சந்ததிகளின் தொழிற்பாட்டை தனித்தனியாக நோக்குவோம். E-B சந்ததியை முன்முக்கமாக கோடலுறச் செய்யும்போது E பிரதேசத்திலுள்ள பெரும்பான்மை அளவிலான காலிகளானது B பிரதேசத்தினுள் நுழையும். அடி ம வகை குறைக்கத்தியாக அமைவதால் இந்த பெரும்பான்மை காலிகள் கயாதின இலத்திரன்கள் ஆகும். உரு 2.5 (a)



உரு 2.5

அடிமைய அடைந்துள்ள துளைகள் அதன் சிறுபான்மைக் காடிகளாகும். B-E சந்தியானது பின்முகக் கோடலுறுவதால் அடியில் உள்ள பெரும்பான்மை காலிகளான இலத்திரன்களால் பின்முக்கமாக கோடலில் உள்ள B-C சந்திக்குக் குறுக்காகச் செல்ல முடியாது. அடிமைய அடைந்துள்ள துளைகளால் B-C சந்திக்குக் குறுக்காகச் செகரிப்பானின் மால் எளிதாகச் செல்ல முடியும். அடி ஒரு மெல்லிய பண்டயாதலால் காலியிலிருந்து வரும் துளைகள் (பெரும்பான்மைக் காடிகள்) இலகுவாக, B-C சந்தியை அடைவதோடு, அடியில் உள்ள துளைகளும் (சிறுபான்மைக் காடிகளும்) சந்திக்குக் குறுக்காகச் செர்ப்பானை வந்தடையும். இச்செயற்பாடு உரு 2.5 (c) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்முறச் செயன்முறையும் உரு 2.5(d) இல் கருக்கிக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

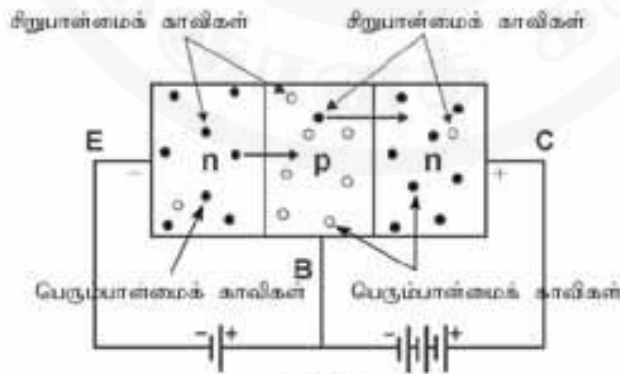
காலியிலிருந்து பாயும் மொத்த ஓட்டம் I_E இனால் காட்டப்பட்டுள்ளதோடு, அந்த ஓட்டத்தின் ஒரு சிறிய பகுதி V_{CB} அழுத்த வழங்கலுக்குக் குறுக்காகப் பாயும். இப்பகுதி I_B எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த ஓட்டத்தின் பெரும் பகுதி, I_C யாக சேகரிப்பானை வந்தடையும். E-B சந்தியின் முன்முகக் கோடலை மாற்றும்போது I_E அதிக அளவில் வேறுபடுவதோடு, I_B சிறிய அளவில் வேறுபடும். I_C சிறிய அளவில் வேறுபடும்போது I_C அதிக அளவில் வேறுபடும்.

$$I_E = I_C + I_B$$

I_C பொதுவாக mA வகையைச் சேர்ந்ததாவதோடு, I_B ஆனது μA வகையைச் சேர்ந்ததாகும். அதற்கமைய I_B இல் மிகச்சிறிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும்போழுது I_C மிகப்பெரிய அளவு வேறுபாட்டுக்கு உள்ளாகும். திரான்சிஸ்டரின் விரியலாக்கச் செயன்முறையானது இவ்வேறுபாட்டின் மூலம் தெளிவாகின்றது.

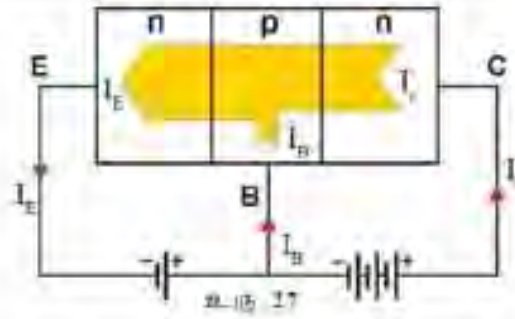
npn திரான்சிஸ்டரிலும் அது தொழிற்படுவதற்கான E-B சந்தியை முன்முகக் கோடலுறச் செய்து B-C சந்தியை பின்முகக்கோடலுறச் செய்தல் வேண்டும். இங்கு பிரயோகிக்கவேண்டிய கோடலுறு அழுத்தங்கள் pnp திரான்சிஸ்டரில் பிரயோகித்த கோடலுறு அழுத்தங்களுக்கு எதிரான முனைவுத் தன்மையைக் கொண்டது. மேலும் npn திரான்சிஸ்டர் வகையில் துளைகளுக்குப் பதிலாக இலத்திரன்களே காலியிலிருந்து அடியை நோக்கிக் கால்ப்படும்.

காலியின் பெரும்பான்மைக் காவி இலத்திரன்களாவதோடு, E-B சந்தி முன்முகக் கோடலுற்றுள்ளமையால் அந்த இலத்திரன்கள் இலகுவாக, நேர் அழுத்தம் கொண்ட அடியை அடையும். அடியானது p வகைக் குறைகூட்டுதலாகையால், அதன் பெரும்பான்மைக் காலியாக அமைபவை துளைகளாகும். அதன் சிறுபான்மைக் காவி இலத்திரன்களாகும். BC சந்தி பின்முகக் கோடலுறச் செய்யப்பட்டுள்ளமையால், அடியில் உள்ள பெரும்பான்மைக் காலிகளாகிய துளைகளால் B-C சந்திக்குக் குறுக்காகச் செல்ல முடியாதெனினும் சேர்ப்பான் நேர் அழுத்தத்தில் காணப்படுகின்றமையால் காலியிலிருந்து வரும் இலத்திரன்கள் இலகுவாகச் சேர்ப்பானை அடைய முடியும்.



உரு 2.6

இதற்கமைய npn திரான்சிஸ்டரொன்றின் E-B சந்தி முன்முகக் கோடலுறுமாறும் B-C சந்தி பின்முகக் கோடலுறு மாறும், புற அழுத்தத்தை வழங்கியதும் காலியிலிருந்து சேர்ப்பானை நோக்கி இலத்திரன்கள் இலகுவாகச் செல்லும். சிந்திதளவு இலத்திரன்கள் மாத்திரம் அடியிலிருந்து வெளியில் பாயும். மின்னோட்டமானது மறை ஏற்றம் கொண்ட இலத்திரன்கள் பாயும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் பாய்கின்றமையால் திரான்சிஸ்டரின் குறுக்காக சேர்ப்பானிலிருந்து காலியை நோக்கியே ஓட்டம் பாயும்.



இங்கும் காலி ஒட்டமானது அடி ஒட்டத்தினதும் சேர்ப்பான ஒட்டத்தினதும் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

$$I_E = I_C + I_B$$

pnp மற்றும் npn திராட்சிற்றுகள் இரண்டிலும் E-B சந்தியை முன்முகக் கோடலுறச் செய்வதோடு, B-C சந்தியைப் பின்முகக் கோடலுறச் செய்தல் வேண்டும். கோடல் வோற்றளவின் முனைவுத்தன்மையே ஒரேயொரு வேறுபாடாகும். இரண்டு திராட்சிற்றுகளதும் பெரும்பான்மைக் காலி (pnp திராட்சிற்றளில் துளைகளும் npn திராட்சிற்றளில் இலத்திரன்களும்) காலியிலிருந்து சேர்ப்பானை நோக்கி, அடிக்குக் குறுக்காகப் பாயும். இரண்டு திராட்சிற்றுகளிலும், பெரும்பான்மைக் காலி வகையின் முனைவுத் தன்மைக்கவாய, pnp திராட்சிற்றருக்குக் குறுக்காக காலியிலிருந்து சேர்ப்பான வரை ஒட்டம் பாய்வதோடு, npn திராட்சிற்றளில் சேர்ப்பானிலிருந்து காலி வரை ஒட்டம் பாயும். pnp மற்றும் npn திராட்சிற்றுகளின் சுற்றுக் குறியீடுகளில் காலியை இளங்காணிபதற்காக இரும் அம்புக்குறியின் திசையானது காலிக்குக் குறுக்காக ஒட்டம் பாயும் திசையாகும் என்பதை இங்கு விளங்கியிருப்பீர்கள்.



நியமச் சுற்றுக்குறியீட்டுக்கு மேலதிகமாக, திராட்சிற்றருக்கு குறுக்காகப் பாயும் ஒட்டத்தின் திசையும், திராட்சிற்றரைச் சரியாகக் கோடல் செய்தற்காக, காலிக்குச் சார்பாகச் சேர்ப்பானிலும் அடியிலும் இருக்கவேண்டிய அழுத்தத்தின் முனைவுத் தன்மையும் உரு 2.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. அடியிலுள்ள புறும் பெரும்பான்மைக் காலிகளின் பெரும் பகுதியைச் சேர்ப்பானில் பெறுவதற்காக அடிக்குச் சார்பாகச் சேர்ப்பானை அதிக அழுத்தத்தினால் கோடலுறச் செய்தல் வேண்டும் என்பதற்காக நேர் (+), மறை (-) குறியீடுகள் இரண்டு இடப்பட்டு காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒட்டமானது எப்போதும் நேர் (+) அழுத்தத்திலிருந்து மறை (-) அழுத்தத்தை நோக்கியே பாயவின்றமையால் கோடல் அழுத்தங்களின் முனைவுத்தன்மையைத் திராட்சிற்றளின் குறியீட்டு வடிவத்தில் உள்ள அம்புக்குறி தலையின் திசையினைக்கொண்டு சிரமமின்றி ஞாயகத்தில் வைத்திருக்கலாம்.

2.3 திரான்சிஸ்டர்ஸ் உருவமைப்பு (Configurations of transistor)

திரான்சிஸ்டர்ஸின் மூன்று வகைகளில் கற்றோன்றுடன் தொடுக்கக்கூடிய வழிகள் அதாவது உருவமைப்புகள் மூன்று உள்ளன. திரான்சிஸ்டரில் E,B,C என மூன்று முடிவிடங்கள் உள்ளன என ஏற்கனவே குறிப்பிட்டுள்ளோம். எனினும் விரியலாக கியாகப் பயன்படுத்தும்போது சமீக்கை வழங்குவதற்காக இரண்டு பெய்ப்பு (input) முடிவிடங்களும் சமீக்கையை வெளியே எடுப்பதற்காக இரண்டு பெய்ப்பு (output) முடிவிடங்களும் இருத்தல் வேண்டும்.

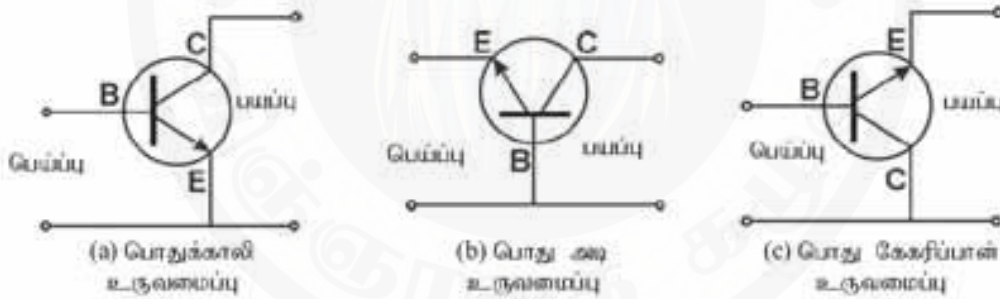


உரு 2.9

அதற்கமைய திரான்சிஸ்டரின் ஒரு முடிவிடத்தை பெய்ப்பு, பெய்ப்பு ஆகிய இரண்டுக்கும் "பொது" எனும் வகையில் பயன்படுத்த நேரிடும் அதற்கமைய "பொது" எனப் பயன்படுத்தும் முடிவிடத்தின்படி (காவி, அடி அல்லது சேர்ப்பான்) திரான்சிஸ்டரை மூன்று உருவமைப்புகளில் கற்றோன்றுடன் தொடுக்கலாம். அம்மூன்று உருவமைப்புகளும் வருமாறு.

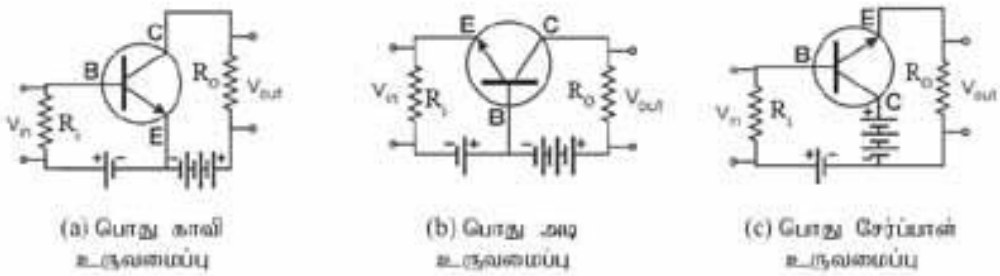
- (a) பொதுக்காவி உருவமைப்பு - Common Emitter Configuration
- (b) பொது அடி உருவமைப்பு - Common Base Configuration
- (c) பொதுச் சேர்ப்பான் உருவமைப்பு - Common Collector Configuration

npn திரான்சிஸ்டர்ஸின் அம்மூன்று உருவமைப்புகளும் கீழே உரு 3.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.10

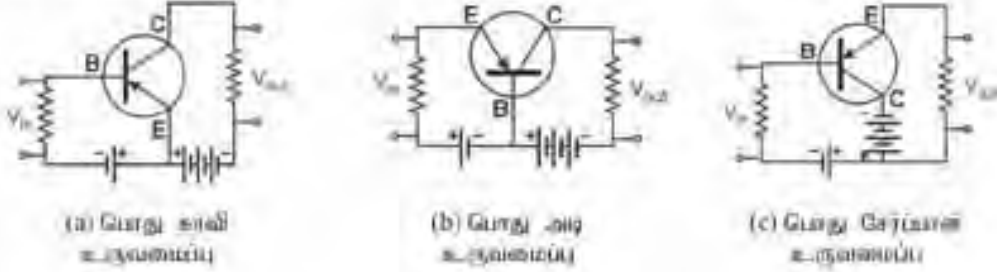
மேற்படி உருவமைப்புகளைக் கோடல் அழுத்தங்களுடன் பின்வருமாறு காட்டலாம்.



உரு 2.11

விரியலாகியாக கற்றைப் பயன்படுத்தும்போது R_i இற்குக் குறுக்காகப் பெய்ப்பை வழங்கி R_o இற்குக் குறுக்காகப் பெய்ப்பு வெளியே எடுக்கலாம்.

npn திரான்சிஸ்டரை மேற்படி உருவமைப்புகளில் வீரியலாக்கியாகப் பயன்படுத்தும்போது கோடல் அழுத்தத்தை வரங்கும் விதத்துடன் அச்சுறுக்கள் உரு 2.12இல் தரப்பட்டுள்ளன.



உரு 2.12

இச்சுறுக்களின் பிரதானமான மாற்றமாகக் காணப்படுவது கோடல் அழுத்தங்களின் முனைவுத்தன்மை மாறியிருத்தல் மாதிரியேயாகும்.

திரான்சிஸ்டர் சுற்றுக்குறியீடுகளுடன் பயன்படும் குறியீடுகள்

திரான்சிஸ்டர் சுற்றுகளில் முடிவிடங்களின் அழுத்தங்களைக் காட்டுவதற்காகவும் பாயும் ஓட்டங்களைக் காட்டுவதற்காகவும் வெவ்வேறு குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. நேரோடம் அழுத்தம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பதற்காக ஆங்கில கபிட்டல் (capitol) எழுத்துக்கள் பயன்படுத்தப்படும். (உரு 2.13)



உரு 2.13

வற்களவே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளவாறாக திரான்சிஸ்டர்களின் சேர்ப்பாள், அடி, காலி ஆகியவற்றைக் குறிப்பதற்காக முறையே C,B,E ஆகிய எழுத்துக்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றுக்குக் குறுக்காகப் பாயும் ஓட்டத்தைக் காட்டுவதற்காக முறையே I_c, I_b, I_e ஆகிய குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முடிவிடங்களின் அழுத்தங்கள் பொதுவாக மற்றுமொரு முடிவிடத்துக்குச் சார்பாகவே காட்டப்படும். (சுற்றின் யாதேனும் புள்ளி முடிவிடம் தொடுக்கப்பட்டிருந்தாயின் மாதிரியும் தனி அழுத்தத்தைக் குறிப்பிடலாம்)

இங்கு அழுத்தத்தைக் காட்டும் முடிவிடம் முதலாவதாகவும் மட்டேற்று முடிவிடம் (Reference terminal) இரண்டாவதாகவும் காட்டப்படும்.

உதாரணம்:

- a) காலிக்குச் சார்பாக சேர்ப்பாள் அழுத்தம் $\rightarrow V_{ce}$
- b) காலிக்குச் சார்பாக அடி அழுத்தம் $\rightarrow V_{be}$
- c) அடிக்குச் சார்பாக சேர்ப்பாள் அழுத்தம் $\rightarrow V_{cb}$

npn மற்றும் pnp திரான்சிஸ்டர்கள் சரியாகக் கோடலுறச் செய்யப்பட்டுள்ளபோது மேற்படி குறிப்பீடு மூலம் அழுத்தங்களின் முனைவுத்தன்மையை பின்வருமாறு காட்டலாம்.

	npn திரான்சிஸ்டர்	pnp திரான்சிஸ்டர்
V_{BE}	நேர் (+)	மறை (-)
V_{CE}	நேர் (+)	மறை (-)
V_{CB}	நேர் (+)	மறை (-)

இவற்றுக்கு மேலதிகமாக நரவு அட்டவணைகளில் $V_{BE0}, V_{CE0}, V_{CB0}$ என்றவாறாக அழுத்தங்கள் காட்டப்படும். இவ்வு திரான்சிஸ்டரின் எஞ்சியுள்ள முடிவிடமானது திறந்த கற்றில் (Open Circuit) உள்ளபோது உள்ள அழுத்தம் காட்டப்படும். உதாரணமாக, V_{BE0} என்பதால் காட்டப்படுவது சேர்ப்பாள் திறந்த கற்றில் உள்ள சந்தர்ப்பத்தில் உள்ளபோது காலிக்குச் சார்பாக அடியின் அழுத்தம் ஆகும். க.பொ.த. உயர்தர பாடத்திட்டத்தில் npn திரான்சிஸ்டர்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றமையால் இனிவரும் கற்றுக்களில் npn திரான்சிஸ்டர்கள் பற்றியே கலந்துரையாடப்படும்.

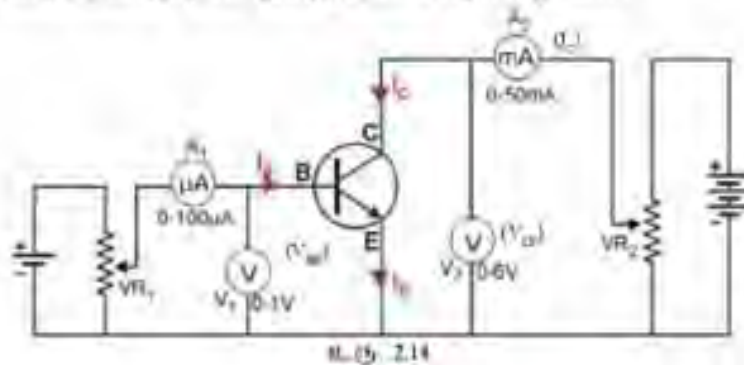
2.5 பொது காலி உருவமைப்பின் சிறப்பியல்பு வளையிகள்

வீரியலாகப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படும் திரான்சிஸ்டர் உருவமைப்பாக அமைவது பொதுக் காலி உருவமைப்பு ஆகும். ஏனைய உருவமைப்புகளுக்குச் சார்பாக அதிக ஓட்ட நயம், வோல்ட்ஜை நயம் மற்றும் வலு நயம் ஆகியவற்றை இதன் மூலம் பெறக்கூடியதாக இருப்பதே இதற்கான பிரதான காரணமாகும். இந்த தியல்புகளை குறித்து பின்னர் கலந்துரையாடப்படும்.

திரான்சிஸ்டரொன்றின் தொடர்பாட்டை விளக்கிக் கொள்வதற்கெனின் V_{BE}, V_{CE}, I_B, I_C ஆகியவற்றுக்கு துடையில் உள்ள தொடர்புகளைக் கருத்திற்கொள்ள வேண்டும். இத்தொடர்புகளை வரையாக வகைகுறிக்கும் வளையிகள் "சிறப்பியல்பு வளையிகள்" எனப்படும். இவற்றைப் பிரதானமாக மூன்று வகைகளின் கீழ்க் காட்டலாம்.

- (i) பெய்ப்புச் சிறப்பியல்பு (V_{BE} இற்கு எதிரே I_B)
- (ii) பெய்ப்புச் சிறப்பியல்பு (V_{CE} இற்கு எதிரே I_C)
- (iii) இடமற்றுச் சிறப்பியல்பு (I_B இற்கு எதிரே I_C)

npn திரான்சிஸ்டரொன்றாக இந்த வளையிகளைப் பெறுவதற்குப் பொருத்தமான கற்பிரான்று கீழே உரு 2-14 இல் தரப்பட்டுள்ளது. இதற வளையிகளைப் பெறும் விதத்தையும் அவற்றின் தியல்புகளையும் நாம் தனித்தனியாக நோக்குவோம்.



2.5.1 (i) பெய்ப்புச் சிறப்பியல்பு (Input Characteristic)

பொதுக் காவி விரியலாக்கியில் காவிக்குச் சார்பாக அடியின் அழுத்தமே (V_{BE}) பெய்ப்பாக (Input) பயன்படுத்தப்படும். V_{BE} மாறும்போது பயப்பில் மூலம் ஓட்டம் I_B வேறுபடும். விதம் பெய்ப்புச் சிறப்பியல்பினால் காட்டப்படும். திச்சிறப்பியல்பினைப் பெறுமபோது எஞ்சியுள்ள மாறிய காவிக்குச் சார்பாகச் சேர்ப்பாலின் (V_{CE}) அழுத்தம் மாறாது வைத்திருக்கப்படும். V_{CE} மாறுத தடையை செயல்பம் செய்வதன் மூலம், 0-6V றகு துடையே V_{CE} துனை மாறாத பெறுமானத்தில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். V_{CE} துனை மாற்றுவதன் மூலம் V_{BE} துனை மாற்றமுடிவதோடு V_1 வேல்ற்றுமாளியினாலும் A_1 மைக்குறோ அம்பியர் மானியினாலும் V_{BE} மற்றும் I_B துற்கு ஓட்டமான பெறுமானங்களைப் பெற்று V_{BE} துற்கு எதிரே I_B துனை வரையாக்கலாம்.

சிலிக்கன் திரான்சிற்றரொன்றுக்காகக் கிடைக்கும் பெய்ப்புச் சிறப்பியல்பொன்று கீழே உரு 2.15 துல் தரப்பட்டிருள்ளது.



உரு 2.15

சிலிக்கன் p-n சந்தியானது 0.6 - 0.7 V துல் முன்முகக் கோடலுறும் என்பது முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டது. 0.7 V வரையில் I_B பூச்சிபத்துக்குக் கிட்டியது என்பதும் அதன் பின்னர் மிகச்சிறிய அழுத்த வேறுபாட்டுக்கும் கூட I_B ஓட்டமானது காராக ஏகாதிமானமாக V_{BE} உடன் வேறுபடுகின்றது என்பதும் இதிலிருந்து தெரிகின்றது.

திரான்சிற்றரொன்றுக்கு பெய்ப்பாக I_B ற வரையலாகும். அது விரியலாக்கலானது I_C ஓட்டமானது பயப்பில் கிடைக்கின்றது. எனவே பொது காவி உருவமைப்பின்போது திரான்சிற்றரானது ஓட்ட விரியலாக்கியாகக் கருதப்படும்.

இக்கு $\frac{I_C}{I_B}$ விகிதமானது திரான்சிற்றரின் திரோட்ட தயம் (DC Current Gain) எனப்படும்.

$$\text{ஓட்ட தயம் } (\beta) = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\therefore I_C = \beta I_B$$

பொதுக் காவி உருவமைப்பின்போது β துளது பெறுமானம் பொதுவாக ஏறத்தாழ 100 (50 - 250) துடும். எவ்வாறாயினும் திரான்சிற்றருக்கு அனமய துதன் பெறுமானம்

வேறுபடுவதோடு குறித்த திரான்சிஸ்டரின் ஓட்ட நயத்தைத் திரான்சிஸ்டருக்குரிய தரவுப் புத்தகமொன்றிலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

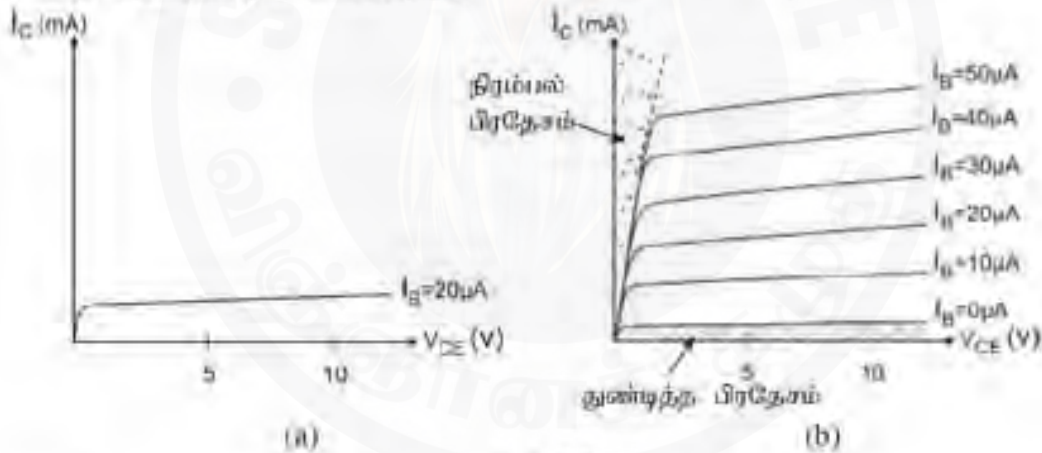
சிறப்பியல்பு வளையவீக்து அமைய $I_B = 0$ ஆகும் வேளையிலேயே துண்டித்த பிரதேசம் (Cut-off Region) அமையும். ஏகபரிமாண (உடயர்ஜான) பிரதேசத்தில் $I_C = \beta I_B$ அதாவது $I_C \propto I_B$ ஆகும். முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டதற்கிணங்க, β அதாவது ஓட்ட நயம் திரான்சிஸ்டருக்கான மாறிலி ஆகும்.

நிரம்பல் பிரதேசத்தில் அதாவது I_C ஆனது I_B உடன் மேலும் அதிகரிக்காத சந்தர்ப்பத்தில் $I_C = \beta I_B$ இலும் சிறியதாகும்.

$I_C < \beta I_B$ (ஏகபரிமாணப் பிரதேசம் மற்றும் நிரம்பல் பிரதேசம் தொடர்பான மேலதிக விவரங்கள் மேன்ர் தரப்படும்)

2.5.2 (ii) பயப்புச் சிறப்பியல்பு (Output Characteristic)

பெய்ப்பு அழுத்தம் V_{CE} இனை மாறாது வைத்து பயப்பு அழுத்தத்தை (V_{CE}) மாற்றும்போது பயப்பு ஓட்டம் I_C வேறுபடும் விதம் இதன்மூலம் காட்டப்படுகின்றது. V_{CE} இன் உதவியுடன் V_{BE} யை மாறாமல் வைத்திருக்கலாம். V_{CE} இனை மாற்றி உரு (2.14) V_{CE} இனையும் அதற்கு ஓய்மான I_C இனையும் அளந்து V_{CE} இற்கு எதிரே I_C இனை வரைபாகுவதால் பயப்புச் சிறப்பியல்பு கிடைக்கின்றது.



உரு 2.10

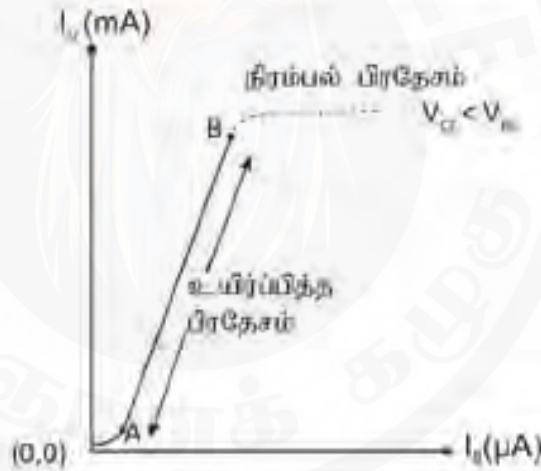
I_B இனது பெறுமானம் V_{CE} இனை மாற்றுவதால் $20 \mu A$ ஆகுமாறு வைத்து V_{CE} உடன் I_C மாறும் விதத்தை பதிவு செய்வதால் உரு 2.16 (a) இல் காட்டியுள்ளவாறான வளையவீக்தும். I_B இனது பெறுமானம் 0, 10, 20, 30, μA என்றவாறாக அந்தந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் மாறாது வைத்து வளையவீக்து அமைப்பதால் உரு 2.16 (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறான வளையவீக்து கிடைக்கும். யாதேனும் I_B பெறுமானத்தில் V_{CE} இல் யாதேனும் சிறு பெறுமானத்தின் பின்னர் இனியும் I_C ஓட்டம் மாறாத பெறுமானத்தைப் பெறுகின்றமை இந்த வளையவீக்துகளில் தெரிகிறது. இந்தக்கமைய V_{CE} ஆனது யாதேனும் பெறுமானத்தைத் தாண்டிய பின்னர் I_C நிரம்புகின்றமை இந்த வளையவீக்துகளின் கிடைக்கோடுகள் மூலம் காட்டப்படுகின்றது. $I_B = 0$ ஆகும்போது V_{CE} இனது பெறுமானம் எதுவாயினும் I_C ஆனது பூச்சியத்துக்கு மிகக் கிட்டியது என்பது தெரிகின்றது.

I_C ஐ 0 ஆகும் பிரதேசம் துண்டித்த பிரதேசம் (Cut-off Region) எனப்படும். மேலும் V_{CE} இனது மிகச் சிறிய பெறுமானத்தின்கொது I_C ஓட்டமானது நிரம்பிய பெறுமானத்தை அடைகின்றமை (I_B இன்படி I_C நிரம்பல் ஓட்டம் தீர்மானமாகும்) வளையித் தொடக்கமையத் தெரிகின்றது. உரு 2.16(b) இல் நிலைக்குத்தரக நிறுற்றப்பட்டுள்ள பிரதேசத்தினால் இது காட்டப்பட்டுள்ளது. இது நிரம்பல் பிரதேசம் (Saturation Region) எனப்படும். I_B இனது பெறுமானங்களுடன் I_C மாறும் பிரதேசம் வளையிகளைக்கொண்ட நடுப்பகுதியில் காட்டப்படுகின்றது. இப்பிரதேசம் உயிர்ப்பான பிரதேசம் (Active Region) எனப்படும். இந்த வலயத்தில் திரான்சிஸ்டரானது விரியலாக்கியாகத் தொழிற்படுகின்றது. இப்பிரதேசத்தில் I_B இல் சிறிய மாறலானது I_C இல் பெரிய மாறலை ஏற்படுத்தும்.

2.5.3 (III) இடமாற்றுச் சிறப்பியல்பு (Transfer Characteristic)

பெய்வில் I_B ஏற்படும் மாற்றங்களின்படி பயப்பில் ஏற்படும் மாற்றம் இச்சிறப்பினால் காட்டப்படும்.

உரு 2.14 இல் காட்டப்பட்ட சுற்றினை பயன்படுத்தி V_{CE} இனால் V_{CE} இனை மாறாது வைத்து அதேவேளை V_{BE} இனால் V_{BE} இனை மாற்றுவதன் மூலம் I_B மாற்றப்படும். A_1 இனால் I_B இனையும் A_2 இனால் I_C இனையும் பதிவுசெய்து I_B இற்கு எதிரே I_C வரைபாக்கப்படும். இவ்வாறு கிடைக்கும் இடமாற்றுச் சிறப்பியல்புவரையொன்று உரு 2.17 இல் தரப்பட்டுள்ளது.



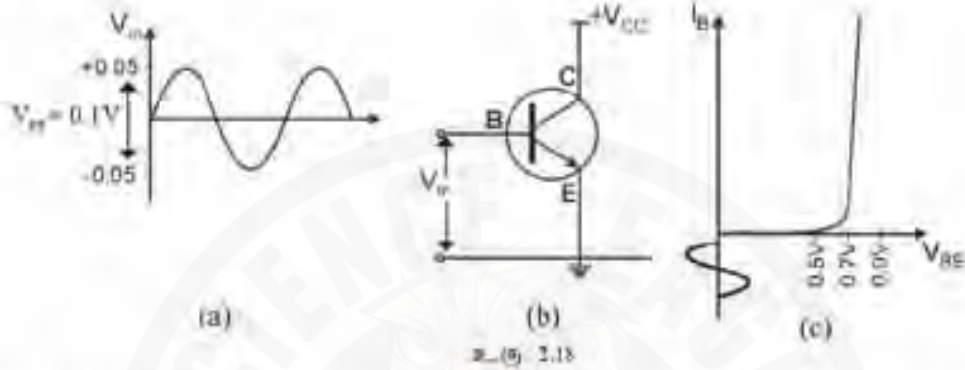
உரு 2.17

I_B பூச்சியமாகும்போது I_C ஆனது பூச்சியத்துக்குக் கிட்டிய சிறு பெறுமானத்தைப் பெறும் வளையியின் ஏகபரிமாணப் பகுதியில் I_B இற்கு நேர்விசிக் அமமாக I_C மாறும். வளையியின் B புள்ளிக்கு அப்பால் I_B இனை அதிகரிக்கும்போது V_{CE} ஆனது மிகச் சிறியதொரு பெறுமானத்தை ($V_{CE} < V_{BE}$) அடைபும். அப்போது V_{CE} இனால் V_{CE} இனை முன்னர் இருந்த பெறுமானத்தில் மாறாது வைத்திருக்க முடியாதுபோகும். V_{CE} பெறுமானமானது V_{BE} பெறுமானத்திலும் குறைவடைந்து அச்சந்தர்ப்பமே திரான்சிஸ்டரின் நிரம்பல் நிலையாகும். அந்த நிலையை அடைந்த கிணர், I_B இனை அதிகரித்தபோதிலும் I_C மாறாது காணப்படும். AB ஏகபரிமாணப் பிரதேசம் திரான்சிஸ்டரின் உயிர்ப்பான பிரதேசம் எனப்படும். இந்த உயிர்ப்பான பிரதேசத்தினுள்ளேயே திரான்சிஸ்டர் விரியலாக்கியாகத் தொழிற்படும் இங்கு I_B இல் ஏற்படும் μA வகை மாற்றமானது I_C இல் mA வகை மாற்றமாக விரியலாகும்.

2.6 திரான்சிற்றர் கோடல் Biasing of Transistors

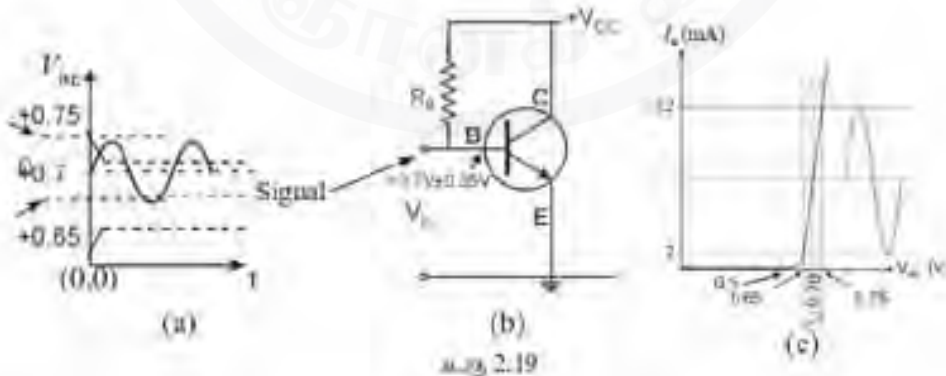
2.6.1 கோடலின் அவசியம்

நேரத்துக்கேற்ப மாறும் சிறிய அழுத்த வித்தியாசமொன்றினை வீரியலாக்கிக் கொள்வதற்காக, பொது காலி உருவமைப்பில் உள்ள திரான்சிற்றரொன்றின் அடியில் அதனைப் பிரயோகிப்பதாகக் கொள்வோம். உதாரணமாக, இங்கு $V_{BE} = 0.1\text{ V}$ ஆகுமாறான சமிக்ஞையொன்று வீரியலாக்கத்துக்காகப் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது எனக்கொள்வோம். உரு 2.18(a)

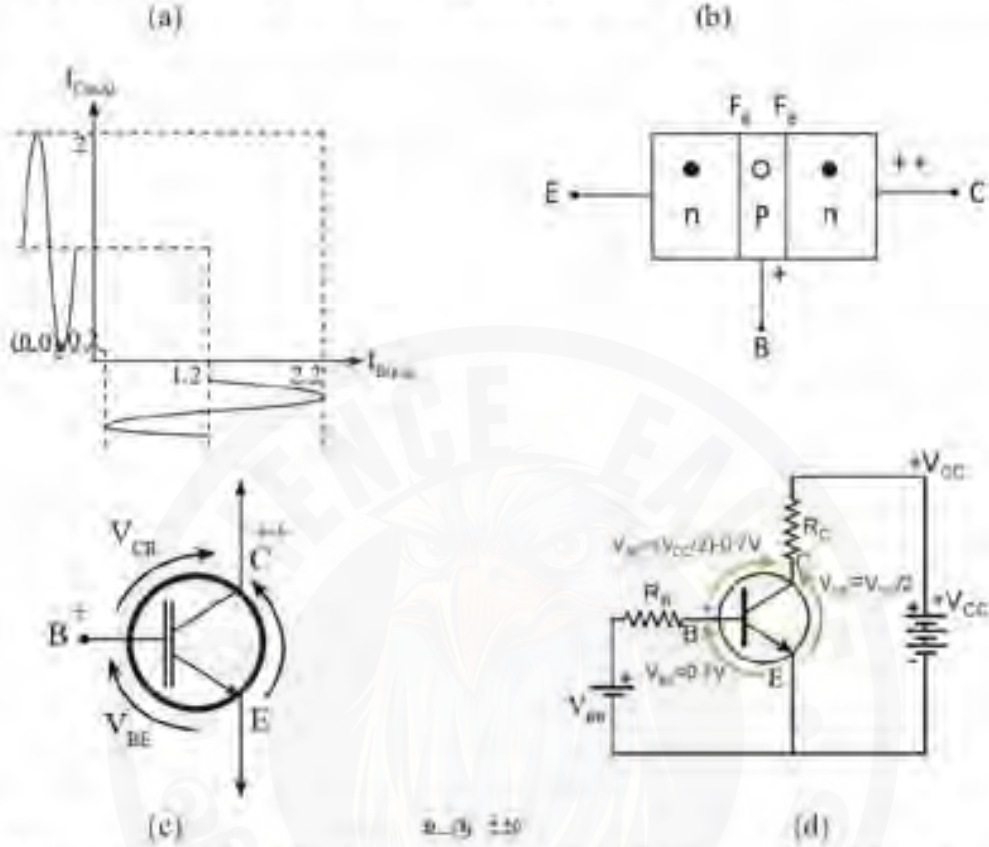


இங்கு V_{BE} இன்று அழுத்தமானது -0.05 V இலிருந்து $+0.05$ வரை மாறுவதோடு திரான்சிற்றரின் பெரும்புச் சிறப்பியல்பு வணையின்மடி, (உரு: 2.18c-) I_B இன்று பெறுமானம் பூச்சியமாகக் காணப்படும். I_B பூச்சியமாதலால் திரான்சிற்றரின் பயப்பு ஒட்டம் I_C உம் பூச்சியமாவதோடு எவ்வித வீரியலாக்கமும் இங்கு நிகழ மாட்டாது. (எவ்வித பயப்புச் சிடைப்பதில்லை)

திரான்சிற்றரின் அடியானது புற அழுத்த வறுங்கியொன்றின் மூலம் -0.7 V அழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளதாகவும் அந்த அழுத்தத்தின்கீழ் பெரும்புச் சமிக்ஞை அடியின் மீது பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம். உரு 2.19(b)



இங்கு I_B இனது ஓட்டம் $2 \mu\text{A}$ தொடக்கம் $22 \mu\text{A}$ வரையிலான வீச்சில் மாறுகின்றமை பெய்ம்புச்சிறப்பியல்பின் மூலம் காட்டிவருகின்றது, உரு 2.19(c)



உரு 2.19

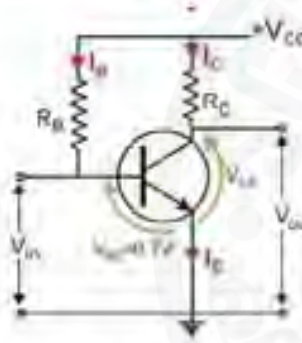
இயல்பெய்ம்பின்படி திரான்சிஸ்டர்ரின் பயப்பு 0.2 mA தொடக்கம் 2.2 mA வரை வேறுபடுகின்றமை $I_C - I_B$ சிறப்பியல்பிற்கமையத் தெரிகின்றது. உரு 2.19 (c) அதற்கமைய திரான் சிஸ்டர்ரானது விரிபணாக்ரியாகத் தொழிற்படுவதற்காக, அதன் அடிக்கு கோடிய அழுத்தமொன்றினை $(+0.7\text{V}$ மேல்) வழங்குதல் வேண்டும் என்பது தெரிகின்றது. இந்த அழுத்தத்தை வழங்குதலானது அடிக்கோடல் எனப்படுகிறது. இந்தக் கோடலின்போது மேலே நாம் EB சந்தியை முன்முகக் கோடலுற் செய்ததை மாதிரிமே கருதலாம். எனினும் அதற்கு மேலாக, BC சந்தியும் பின்முகமாகக் கோடல் அவசியமாகும். இதற்காக நேரோட்ட அழுத்தமொன்றினை வழங்குதல் வேண்டும். V_{BE} இனது பெறுமானம் 0.7 V ஆக அல்லது அதிலும் சற்றுக் கூடுதலானதாக இருக்கவேண்டியதோடு V_{CE} இனை V_{BE} விடப் பெரிய அழுத்தமொன்றினால் பின்முகக் கோடலுற் செய்தல் வேண்டும். மின்கலத் தொகுதிகளிரண்டினால் அவ்வழுத்தம் பிரயோகிக்கப்படும் வீதம் உரு 2.20 (d) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. R_B தடையிணால் அடியானது காலிக்குச் சா)பாக $+0.7\text{V}$ அழுத்தத்தில் வைக்கப்படுவதோடு சேர்ப்பான் ஆனது வழங்கல் அழுத்தமாகிய V_{CC} இனது மாதியில் $(V_{CE} = V_{CC}/2)$ வைக்கப்படும் இது தொடர்பான விரிவான விளக்கம் பின்னர் தரப்படும்.

2.6.2 தனி அடித்த வறங்கியினால் திரான்சிஸ்டர்லைக் கோடச்செய்தல்

இதற்காக வெவ்வேறு முறைகள் பயன்படுத்தமுடியும்.பின்னும் பரவலாக பயன்படுத்தப்படும் முறைகளை கீழ்க் கோக்குவோம்.

(i) அடித்தடையிற் கோடல் (Base-resistor Biasing)

கோடல் அடித்தத்தை வறங்குவதற்கான எளிமையான முறை அடித்தடையிற் முறையாகும். இதன்போது அடித்த வறங்கியிலிருந்து npn திரான்சிஸ்டர்களுக்காக கோர் அடித்த வறங்கியிலிருந்து) தடையொன்றினூடாக அடியுடன் இணைக்கப்படும். இத்தடையிற் அடித்த - தடையிற் என்பதும் கீழே தரப்பட்டுள்ள உரு 2.21 கற்றில் R_B என குந்த அடித்த தடையிற் காட்டப்பட்டுள்ளது. வறங்கல் அடித்தத்தைக் குறியதற்காக V_{CC} எனும் குறியீடு பயன்படுத்தப்படுவதோடு, npn திரான்சிஸ்டர் விரியலாக்கிகளில் V_{CC} பெறுமானம் கோர் (+) ஆக இருத்தல் வேண்டும். கோர்யானுக்குத் தேவையான அடித்தத்தை வறங்குவதற்காக V_{CC} வறங்கல் முடிவிடத்தை R_C தடையிற்யொன்றினால் கோர்யானுக்கு கோடுக்கப்படும். கீழ்க் R_B இனால் அடி முடிவிடத்துக்கும் காள் முடிவிடத்துக்கும் இடையில் இருக்கவேண்டிய கோடல் அடித்தம் (V_{BE}) அண்ணளவாக 0.7 V இல் வைத்திருக்கப்படும்.



உரு 2.21

விரியலாக்கி தெய்திர்ப்பும்போது I_B உடன் I_C மாறுவதோடு I_C அதிகரிக்கும்போது கோர்யான அடித்தம் V_{CC} குறைவடையும். I_C உச்சத்தை அடையும்போது R_C இற்குக் குறுக்காக அடித்த வீழ்ச்சி அப்போது ($I_C R_C$) மிக்கவிடையதாக V_{CC} இற்குச் சமமானது. அப்போது $V_{CE} = 0$ V எனக் கருதப்படும். I_C பூச்சியமாகும்போது R_C இற்குக் குறுக்காக அடித்த வீழ்ச்சி ($I_C R_C$) பூச்சியமாகவதோடு, $V_{CE} = V_{CC}$ ஆகும். இந்த I_C கோத்த வீச்சையும் பயன்படுத்துவதற்காக $V_C = \frac{V_{CC}}{2}$ எனும் பெறுமானத்தில் அமையுமாறு R_C இற்கான பெறுமானம் தேர்வு செய்யப்படும். (காலியைப் பூமிக்கு கோடுப்பதன் மூலம் $V_E = 0$ ஆகச் செய்யலாம். அப்போது $V_{CE} = V_C$ அதாவது கோர்யான அடித்தம் எனக் கருதலாம்) R_B இக் காண்பதற்காக,

கிரிக்கோயின் 2ஆம் விதிப்படி, பெரும்புக் கற்றுக்கு

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} \quad \text{--- (1)}$$

R_C இக் காண்பதற்காக, கிரிக்கோயின் விதிப்படி பெரும்புக் கற்றுக்கு

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

காலி புவியுடன் கோடுக்கப்பட்டுள்ளபோது $V_E = 0$ ஆதலால் $V_{CE} = V_C$

மேலே $V_C = \frac{V_{CC}}{2}$ வைத்திருக்கப்படுவதால்

$$V_{CC} = I_C R_C + \frac{V_{CC}}{2} \quad \text{--- (2)}$$

திரான்சிஸ்டரின் ஓட்டநம்பம் β ஆயின்,

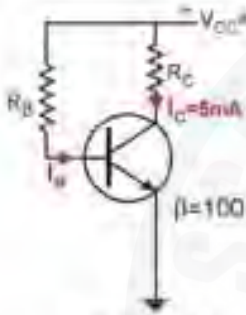
$$I_C = \beta I_B \quad \text{--- (3)}$$

மேலும் திராள்சீற்றுக்காக பயம் மின்னோட்டத்தை கருதும்போது,

$$I_E = I_C + I_B \text{ --- (4)}$$

மேற்படி தொடர்புகளைத் தேவைக்கேற்பப் பயன்படுத்தி தரப்பட்டுள்ள வழங்கல் வேல்கற்றளவை (V_{CC}) பயன்படுத்தி தேவையான பயப்பு ஒட்டம் I_C இனைப் பெறுவதற்காகப் பிரயோகிக்க வேண்டிய R_B மற்றும் R_C பெறுமானங்களைக் கணிக்கலாம்.

உதாரணம்: 6 V தேரோட்ட வழங்கல் மற்றும் $\beta = 100$ ஐக் கொண்ட திராள்சீற்றரொன்றைப் பயன்படுத்தி, ஒருபரிமான வீரிபலாக்கமொன்றினை அமைக்கவேண்டியுள்ளது. I_C இனது பெறுமானம் 5 mA ஆதல் வேண்டுமெனின், அடி தடையிக் கோடலைப் பயன்படுத்துவதற்குத் தேவையான சுற்று வரிப்படத்தை வரைந்து R_B மற்றும் R_C இற்காகப் பிரயோகிக்க வேண்டிய பெறுமானங்களைக் காண்க.



$V_{CC} = 6V$ அமைக்கவேண்டிய சுற்றின் வரிப்படம் இங்கு தரப்பட்டுள்ளது.

தரப்பானுக்குக் தறுக்காக கிர்க்கோயின் விதியை எழுதுவதால்

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} \text{ (பயப்பு சுற்றுக்கு)}$$

$$V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2} \text{ எனக் கருதுவோம்.}$$

அப்போது,

$$6 = 5 \times 10^{-3} R_C + \frac{V_{CC}}{2}$$

உரு 2.22

$$\frac{6 - 3}{5 \times 10^{-3}} = R_C$$

$$\therefore R_C = 600 \Omega$$

I_B இனைக் காண்பதற்காக, $I_C = \beta I_B$

$$5 \times 10^{-3} = 100 = I_B$$

$$I_B = \frac{5 \times 10^{-3}}{100} = 5 \times 10^{-5} = 50 \mu A$$

R_B இனைக் கருதி கிர்க்கோயின் விதியைப் பயன்படுத்தி சுற்றுக்கு பிரயோகிப்பதால்

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

சிலிக்கன் திராள்சீற்றரொன்றுக்காக $V_{BE} = 0.7 V$ எனக் கருதுவோம்.

$$\therefore 6 = 50 \times 10^{-5} R_B + 0.7$$

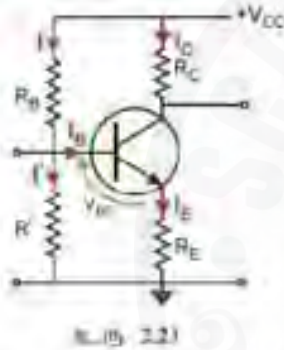
$$\therefore R_B = \frac{5.3}{50 \times 10^{-5}} = 1.06 \times 10^5 = 106 \text{ k}\Omega$$

இடவேண்டிய R_C தடையி 600 Ω R_B தடையி 106 k Ω உம் ஆதல் வேண்டும். (தடையி உற்பத்தித் தரவொன்றாகிய E_{24} தொடரின்படி சுந்தையில் 620 k Ω மற்றும் 100 k Ω தடையிகளையே பெறலாம்)

(iii) அழுத்தப்பிரிப்புக் கோடல் முறை

பேற்றடி அடித் தடைகோடல் சுற்றுக்களில் I_B ஓட்டத்தில் ஏற்படும் மாடுதனும் மாறலானது அடி அழுத்தத்தை மாற்றுவதிலும் அதன்மூலம் கோடல் அழுத்தத்தை V_{BE} இணை மாற்றுவதில் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றமை தெரிகிறது இந்த வழவை நீக்குவதற்காக, R_B மற்றும் R' என இரண்டு தடையிகள் தொடராக, உரு 2.23 அழுத்த வழங்கலுடன் (V_{CC}) தொடருக்கப்பட்டு, தடையிகளினரண்டும் ஒன்றுடனென்று இணையும் புள்ளி அடியுடன் தொடருக்கப்படும். இந்த அழுத்தப்பிரிப்பு காரணமாக, V_{BE} அழுத்தமானது R_B , R' று தெரிவுசெய்வதன் மூலம் மாறாது வைத்திருக்கப்படும், V_{BE} இணை பெறுமானம் $V_B - V_E = 0.7$ இற்குக் கி்டியதாகவும், I_B இணை பெறுமானம் I_B இணை பெறுமானத்திலும் ஏறத்தாழ பத்து மடங்காமுமும்.

அப்போது $I_C \approx I'$ எனக் கருதலாம். எனவே I_B ஓட்டத்தின் மாறல் காரணமாக I_C று ஏற்படும் செல்வாக்கு சிறியதாகும். எனவே அப்போதும் V_{BE} அழுத்தத்தை அழுத்தப்பிரிப்பு மூலம் மாறாது வைத்திருக்கலாம்.

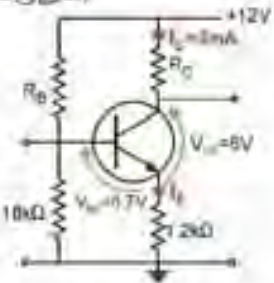


உரு 2.23

வெய்தினை அதிகரித்தல் போன்றதொரு காரணத்தினால் தேவைக்கதிக்கமாக I_C அதிகரிக்கும்போது I_B உம் அதிகரிக்கின்றமையால் (ஏனெனில் $I_E = I_C + I_B$) V_E அதிகரிக்கும். ($V_E = I_E \cdot R_E$) V_E மாறாது இருப்பதால் V_{BE} குறைவடைய இது காரணமாகின்றது. இவ்வாறாக கோடல் வேலற்றவவு குறைவடைவதால் I_B குறைவடைவதோடு I_C இணை முன்னர் காணப்பட்ட பெறுமானம் வரை கோண்டுவுருவதற்கு இச்செயன்முறை காரணமாகும், அதன் மூலம் திரான்சிஸ்டரின் தேரோட்டி நிபந்தனைகளை மாறாது வைத்திருக்கலாம். (இந்த

செயற்பாட்டில் தடை R_E முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது)

கீழே 18 த்தில் காட்டப்பட்டுள்ள அழுத்தப்பிரிப்புக் கோடல் விரியலாக்கின் சுற்றின் பின்வருவனவற்றைக் கனிக்குக. (சிலிக்கன் வகை திரான்சிஸ்டர் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளதாக கருதுக)



உரு 2.24

- i. V_E ($I_C \approx I_E$ எனவும்)
- ii. V_B
- iii. V_C
- iv. R_C
- v. R_B
- vi. V_{BE}
- vii. V_{CE} இணை குறியின் (+ அல்லது -) மூலம் என்ன முடிவுக்கு வரலாம்?

(i). R_E இற்குக் குறுக்காக அழுத்த விதிச்சியைக் கருதுவதால்

$$V_E = I_E R_E = I_C R_E = 2 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 10^3 = \underline{\underline{2.4 \text{ V}}}$$

(ii). $V_B = V_E + V_{BE} = 2.4 + 0.7 = \underline{\underline{3.1 \text{ V}}}$

(iii). $V_C = V_E + V_{CE} = 2.4 + 6 = \underline{\underline{8.4 \text{ V}}}$ [$V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2}$ என எடுக்க]

(iv). $R_C = \frac{V_{BC}}{I_C} = \frac{V_{CC} - V_{CE} - V_E}{I_C} = \frac{12 - 6 - 2.4}{2 \times 10^{-3}} = \frac{3.6}{2 \times 10^{-3}} = \underline{\underline{1.8 \text{ k}\Omega}}$

(v). R_B , 18 k Ω அழுத்தப் பிரிப்பைக் கருதுவதால்

$$V_B = \frac{V_{CC} \times 18 \times 10^3}{R_B + 18 \times 10^3} \quad V_B = 3.1 \text{ V ஆகையால்}$$

$$\therefore R_B + 18 \times 10^3 = \frac{12 \times 18 \times 10^3}{3.1}$$

$$\therefore R_B = \frac{12 \times 18 \times 10^3}{3.1} - 18 \times 10^3 = 51.7 \times 10^3 \Omega$$

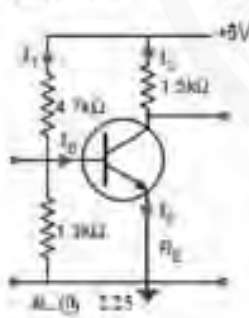
$$R_B \approx 52 \text{ k}\Omega$$

(vi). $V_{BC} = V_B - V_C = 3.1 - 8.4$

$$V_{BC} = -5.3 \text{ V}$$

(vii). இதுள் பெறுமானம் ஒரு மறைப் பெறுமானம் ஆகும். அதற்கான காரணம் BC சந்தி பிரிப்பைக் கோடலில் வைக்கப்பட்டுள்ளமையாகும்.

உ தாரணம்



இங்கு தரப்பட்டுள்ள அழுத்தப்பிரிப்பு விதியைக்கிச் சுற்றின் அழுத்தப்பிரிப்பில் மாயம் ஒட்டமனது I_B ஒட்டத்திலும் 25 மடங்காகும். I_B ஒட்டத்தையும் I_E ஒட்டத்தையும் V_C இவது பெறுமானத்தையும் காண்க. திரான்கிற்றரின் ஒட்ட நயம் எவ்வளவு?

அழுத்தப்பிரிப்புக்குக் குறுக்காக கிர்க்கோபின் விதியைப்

பிரயோகிப்பதால்

$$I_1 (4.7 \times 10^3 + 1.3 \times 10^3) = 6 \quad (\text{எனனில் } I_B \ll I_1)$$

$$\therefore I_1 = \frac{6}{6 \times 10^3} = 1 \times 10^{-3} \text{ A} = \underline{\underline{1 \text{ mA}}}$$

$$I_B = \frac{I_1}{25} = \frac{1}{25} \text{ mA} = 0.04 \text{ mA} = 40 \mu\text{A}$$

R_c தூக்கும் திரான்சிஸ்டர்க்கும் குறுக்கான (V_{ce}) அழுத்த வீழ்ச்சியைக் கருதும்போது

$$I_c R_c + V_{ce} = 6 \quad V_{ce} = \frac{V_{cc}}{2} = 3V$$

$$\therefore I_c = \frac{6-3}{1.5 \times 10^3} = 2 \text{ mA}$$

$$I_E = I_c + I_B = (2 + 0.04) \text{ mA} = \underline{\underline{2.04 \text{ mA}}}$$

$$V_{ce} = V_c - V_E = \frac{V_{cc}}{2}$$

$$V_E = 0 \text{ ஆதலால்,}$$

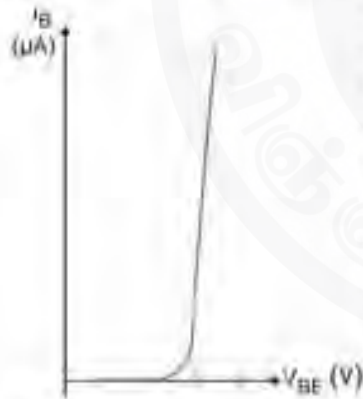
$$V_c = 3V$$

$$\text{ஒட்ட நம்பம் } \beta = \frac{I_c}{I_B} = \frac{2}{0.04} = \underline{\underline{50}}$$

2.7 திரான்சிஸ்டரை ஆனியாகப் பயன்படுத்துதல்

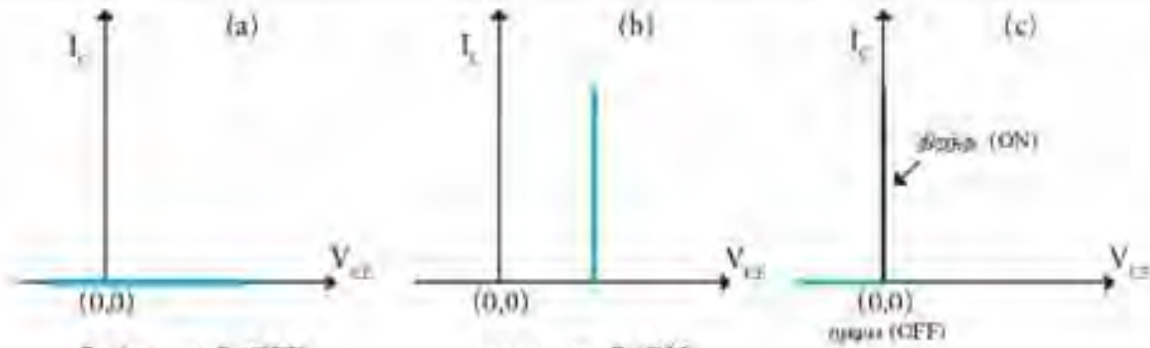
திரான்சிஸ்டரில் பொதுகாலி உரு அமைப்பை ஆனியாகப் பயன்படுத்தலாம் திரான்சிஸ்டரை ஆனியாகப் பயன்படுத்தும்போது அதன் துண்டித்த சந்தர்ப்பம் மற்றும் நிரம்பல் சந்தர்ப்பம் ஆகிய இரண்டு சந்தர்ப்பங்களையும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

V_{BE} இனது பெறுமானம் 0.5V இலும் குறையும்போதும் 0.8V இலும் அதிகரிக்கும் போதும் முறையே திரான்சிஸ்டரானது துண்டித்த மற்றும் நிரம்பல் சந்தர்ப்பங்களில் தொழிற்படும்.



உரு 2.26 அளக்கையை கோடல் அழுத்தமானது 0.5 V இலும் குறைவான ஓர் அழுத்தமாகும் போது (I_B முச்சியத்துக்குக் கிட்டியதாகையால்) I_c ஒட்டம் மாய்வதில்லைப்பாதலால் அது திறந்த (OFF) ஆனியாகத் தொழிற்படும். கோடல் அழுத்தம் 0.8 V இலும் அதிகரிக்கும்போது I_B ஆனது உச்சப்பெறுமானத்தைப் பெற்று திரான்சிஸ்டர் நிரம்பல் நிலையை அடையும். அப்போது V_{cc} முச்சியத்துக்குக் கிட்டியதாகையால் உச்ச I_c ஒட்டம் மாயும் அச்சந்தர்ப்பமானது ஆனி முடிபுள்ள (ON) சந்தர்ப்பத்துக்கு ஒப்பானது உரு: 2.27. (பெறப்படி பெறுமானங்கள் சிலிக்கை திரான்சிஸ்டர்க்கான பருமட்டான

பெறுமானங்களாகும். பெறுமானம் திரான்சிஸ்டர்க்கான இந்த கோடல் அழுத்தம் இதிலும் சிறியதாகும்)



திறந்த ஆளி (OFF)

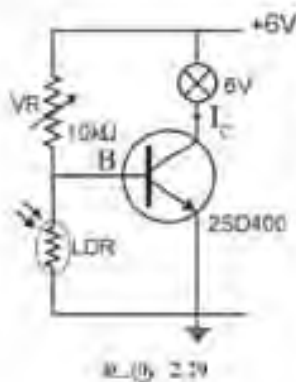
மூடிய ஆளி (ON)

உரு 2.27

திராட்சிற்றான்கள் திறந்த ஆளி நிலையில் V_{ce} உயர்வு ($V_{ce} = V_{cc}$) அத்துடன் $I_c = 0$ உரு 2.27(a) மூடிய ஆளி போன்று உள்ள சந்தர்ப்பத்தில் உள்ள $V_{ce} = 0.2V$ உரு 2.27(b) சிறிய பெறுவானத்தை பூர்வீயத்துக்குக் கிட்ப்பதாகக் கருதி உரு 2.27(c) இல் காட்டப்பட்டுள்ள சிறப்பியல்பைப் பெறலாம். ஏற்கனவே உரு 2.26 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவற்று பெற்றிமுறை ஆளி யொன்றுக்கான I - V சிறப்பியல்புடன் இதனை ஒப்பீட்டுப் பாடுங்கள். அதன் மூலம் திராட்சிற்றான்கள் ஆளிமாகத் தொழிற்படுகின்றது என்பது தெளிவாகிறது. சிறிய மின் துடிப்புகள் மூலம் திராட்சிற்றான்கள் ஆளிபோன்று தொழிற்படச் செய்யக்கூடிய ஒரு கற்று உரு 2.28 இல் தரப்பட்டுள்ளது.



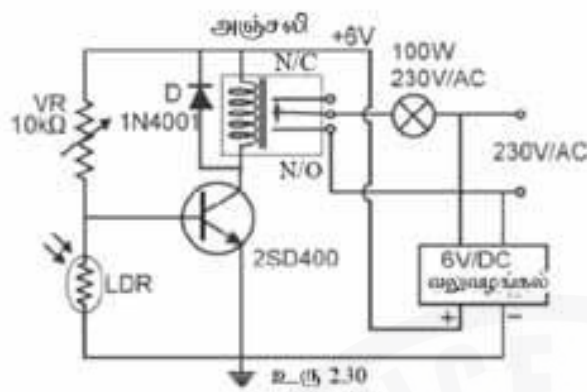
0V இற்கும் 1V இற்கும் இடையே வேறுபடும் சதுர அலையொன்றை (Square Wave) அடிக்கு வழங்குவதன் மூலம் திராட்சிற்றான்கள் சேர்ப்பானுடன் தொடுத்து குமிழை ஒளிரவும், அணையவும் சைகை மூலம் செய்யலாம். திராட்சிற்றான்கள் துலக்கல் காலம் பெற்றிமுறை ஆளிமை விடவும் மிகச் சிறியதாகையால், மிகச்சிறிய நேரத்துள் இதன்மூலம் மின்குமிழை ஒளிரச் செய்ய அல்லது அணைக்க முடியும். இருள் குழும்போது மின்குமிழ் தன்னியக்கமாக ஒளிரக் கூடியவறாக திராட்சிற்றான்கள் ஆளிமாகப் பயன்படுத்தும் விதம் உரு 2.29 இல் தரப்பட்டுள்ள கற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.29

இங்கு ஒளிமை இனக்கானப்பதற்காக ஒளி உணர் தடையொன்று (LDR) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இருளில் LDR இனது தடை ஏறத்தாழ 100 k Ω ஆவதோடு ஒளிரியும்போது தடை 100 Ω னரையில் படிப்படியாக குறைவடையும். இது ஒளியின் சேறிவில் தங்கியுள்ளது. இன்றுக்கான மி VR மற்றும் LDR மூலம் அழுத்தப் பீர்ப்பொன்று அமைக்கப்பட்டுள்ளதோடு, இருள் குழும்போது LDR இனது தடை அதிகரித்து B இனது அழுத்தம் 0.8 V இலும் அதிகரிக்கும்போது திராட்சிற்றான்கள் மூடிய ஆளிபோன்று செயற்பட்டு மின்குமிழ் ஒளிநுளைக்குத் தேனவையான I_c ஓட்டம் பாய இடமளிக்கும். VR இனது

பெறுமானத்தை பொருத்தமானவாறு செய்பஞ் செய்வதால் எமது தேவைக்கேற்ப குறித்த அளவு இருள் குழும் போது மின்குமிறை ஒளிர்ச் செய்யலாம். அழுத்தப்பிரிப்பில் உயர் LDR உம் தாழ் VR உம் அமையுமாறு மாற்றி செய்பஞ் செய்வதால் ஒளி வீழும்போது மின்குமிழ் ஒளிர்க்கடியதாகவும் இச்சுற்றை அமைக்கலாம்.



6V, DC நேரோட்ட வலுவழங்க லொன்றின் மூலம் சுற்றுக்குத் தேவையான மின்னை வழங்கி அஞ்சலி (Relay) ஒன்றின் மூலம் 100 W, AC மின்குமிழொன்றை ஒளிர்ச் செய்வதற்காக பயன்படுத்துவதற்கான சுற்றை அமைக்கும்விதம் உரு:2.30 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதற்காக 6 V அஞ்சலியொன்றினை பயன்படுத்த வேண்டும். சந்தையில் எளிதாக இதனைப் பெறலாம். அஞ்சலியின் N/C

முடிவிடலானது, அதற்கு மின் வழங்கியிராத நிலையில் மூடி (ON) உள்ளதோடு அஞ்சலிக்கு மின்வழங்கப்பட்டவுடன் (N/O) இனால் காட்டப்பட்டுள்ள முடிவிடங்கள் மூடப்படும் அஞ்சலி தொழிற்படாதிருக்கும்போது தோன்றும் கணப்பொழுது மின்தாழ்ப்பு D இருவாயியினால் குருஞ்சுற்றகியதால் திரான்சிற்றருக்குப் பாதிப்பு தரப்படுவது தவிர்க்கப்படும்.

2.8 விரியலாக்கிச் சுற்றுகளின் சிறப்பம்சங்கள்

விரியலாக்கிச் சுற்றுகள் தொடர்பாக நோக்குமிடத்து, அவை தொடர்பாகச் செய்யப்படும் சில சிறப்பம்சங்கள் குறித்துக் கவனஞ் செலுத்துவது அவசியமாகும்.

- (a) பெம்பு மற்றும் பயம்புத் தடை
- (b) ஓட்ட, அழுத்த மற்றும் வலு நயம்
- (c) மீடறன் துலங்கல்

இவை தொடர்பாக விரிவாகக் கற்றாய்தலானது இந்த நூலின் பாடவிடய வரையறைக்கு அப்பாற்பட்டதாகும். எனவே இவற்றுள் சிலவற்றை கருக்கமாக நோக்குவோம்.

2.8.1 பொதுக் காலி விரியலாக்கியொன்றின் ஓட்ட நயம் (β)

நேரோட்ட நயம் (β) ஆனது $A_c = \beta = \frac{I_c}{I_b}$

இங்கு பயம்பு ஓட்டம் $I_c = I_c$ பெம்பு ஓட்டம் $I_b = I_b$ உம் ஆகும்.

$$\therefore \beta = \frac{I_c}{I_b}$$

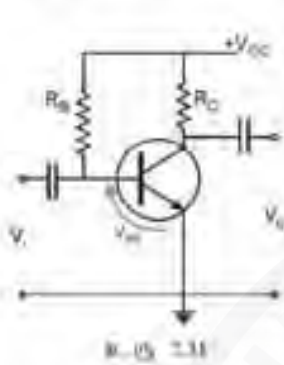
பெரும்பாலான திரான்சிற்றர் தரவுத் தாள்களில் (Data Sheets) நிற்றதொரு குறிப்பீட்டு முறையின்படி, பொதுக்காலி ஓட்டநயமானது h_{FE} எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இங்கு கீழே குறிப்பீட்டில் உள்ள கப்பிட்டல் எழுத்துக்கள் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பதன் மூலம், இது நேரோட்டப் பெறுமானமாகும் என்பதும், F இனால் முன்முகக் கோடல் என்பதும் E இனால் பொதுக்காலி உருவமைப்பு என்பதும் காட்டப்படுகின்றன.

பொதுவாக h_{FE} பெறுமானம் 200 அளவு உயர் ஒரு பெறுமானமாகும்.

2.8.2 திரான்சிஸ்டர் விரியலாக்கியொன்றின் அழுத்த நயம் A_v
திரான்சிஸ்டர் விரியலாக்கியொன்றின் வோல்ட்நளவு நயமாண்டு

$$A_v = \frac{\text{பய்ப்பு அழுத்த வேறுபாடு}}{\text{மேம்ப்பு அழுத்த வேறுபாடு}} = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i}$$

மொதுக் காலிச் சந்தர்ப்பத்தில் உரு 2.31



$$A_v = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta V_{BE}}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E \text{ எனினும் } V_E = 0$$

$$\therefore \Delta V_{CE} = \Delta V_C$$

$$V_{BE} = V_B - V_E \text{ எனினும் } V_E = 0$$

$$\therefore \Delta V_{BE} = \Delta V_B$$

$$A_v = \frac{\Delta V_C}{\Delta V_B}$$

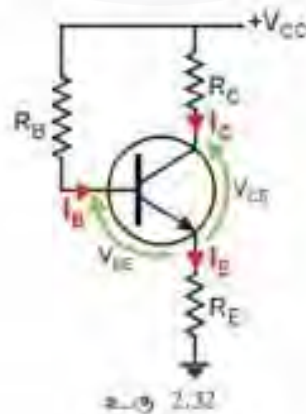
(A_v) ஆனது மொதுவாக 40 மட்டிலான ஒரு பெருமானாகும்.

2.9 திரான்சிஸ்டரொன்றின் சொன்முறைப் பயன்பாடு

(i) வோல்ட்நளவு விரியலாக்கியாகவும் ஓட்ட விரியலாக்கியாகவும் பயன்படல்

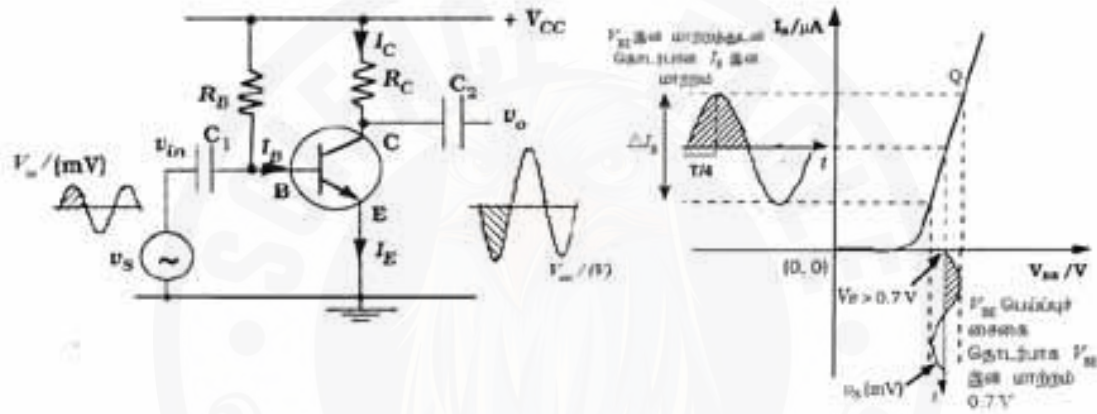
நுணக்குப் பன்னியின் முன்னால் பேசியவுடன உறுபத்தியாகும் நலிவான பின் சலிக்குவை வலுவான குரலாக மாறுவதற்காக ஒலி வெருக்கிக்கு வழங்க முதல் பின் சைகை விரியலாக்கப்படவேண்டியது அவசியமாகும். இதனை திரான்சிஸ்டர் விரியலாக்கிச் சுற்றொன்றின் மூலம் செய்யலாம். தேடியோ வளங்கியொன்றினால் பெறப்படும் நலிவான சலிக்குவை விரியலாக்குவதற்கும்விரியலாக்கிச் சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மொதுக் காலி விரியலாக்கிச் சுற்றே பெருமளவில் பயன்படும் சுற்றாகும்.



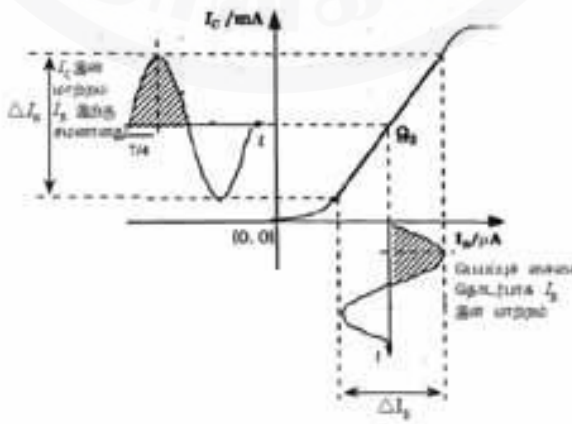
உரு: 2.32இல் காட்டப்பட்டுள்ள பொதுக் காவி திரான்சிற்றராணது V_{CC} வழங்கல் வோல்ட்ற்றளவு முதலொன்றினாலும் R_B மற்றும் R_C தடைகளிரண்டினாலுமே கோடப்பட்டுள்ளது. திரான்சிற்றரைத் உயிர்பித்த நிலையில் வைத்திருப்பதற்குத் தேவையான V_B மற்றும் V_C வோல்ட்ற்றளவுப் பெறுமானங்கள் கிடைக்கும் வகையில் R_B மற்றும் R_C பெறுமானங்கள் தெரிவு செய்யப்படும். அப்போது உருவில் காட்டியுள்ளவாறாக மைக்கிரோ அம்பியர் அளவுள்ள I_B நேரோட்டமும், மில்லி அம்பியர் அளவுள்ள I_C மற்றும் I_E நேரோட்டமும் பாய்ந்த வண்ணமிருக்கும்.

சமீக்கை பிறப்பாக்கி மூலம் சிறிய மில்லி வோல்ட்ற்று அளவுள்ள சைன் வடிவ வோல்ட்ற்றளவொன்று C_1 இற்கு ஊடாக அடிக்கு வழங்கப்படும் சந்தர்ப்பமொன்றைக் கருதுவோம். அதன் மூலம் V_{BE} அழுத்த வித்தியாசத்தில் மாறல் நிகழுவதோடு, அதற்கு ஒப்பாக I_B ஓட்டமும் மாறும் பின்வரும் வரைபின் மூலம் அது காட்டப்படுகின்றது. உரு 2.33.



உரு 2.33

திரான்சிற்றராணது உயிர்பித்த பகுதியில் இருக்குமாறு கோடலுறச் செய்யப்பட்டுள்ள மையால் $I_C \propto I_B$ ஆகும். எனவே I_B மாறும்போது அதற்கு ஒப்பாக I_C உம் மாறும். திரான்சிற்றரின் இடமாறல் சிறப்பியல்பு மூலம் I_B உடன் I_C மாறும் விதம் கீழே (உரு 2.34) வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.34

I_B , I_C ஆகிய இரண்டு ஓட்டங்களும் நேரத்துக்கமைய சைன் வடிவத்தில் சமமான அவத்தையும் மீறறனுடன் மாறுகின்றன.

பெய்ப்புச் சுற்றில் ஏற்படும் I_B ஓட்டத்தின் மாறலுக்கு ஒப்பாக பயப்புச் சுற்றில் மில்லி அம்பியர் அளவுள்ள I_C ஓட்ட மாறலை, ஓட்ட விரியலாக்கம் எனக் கருதலாம்.

பயப்புச் சுற்றில் ஏற்படும் I_C ஓட்ட விரியலாக்கத்தை வோல்ற்றளவு விரியலாக்கமாக மாற்றுவதற்காக, R_C சேர்ப்பான் தடையியொன்றைப் பயன்படுத்துவது அவசியமாகும். V_{CC} வழங்கல் அழுத்தத்தின் அரையாகுமாறு V_C இனது பெறுமானம் கிடைக்குமாறு R_C இனைத் தெரிவு செய்தல் வேண்டும். அதன் மூலம் சமச்சீரான (விகாரமற்ற) சமீக்கை விரியலாக்கத்தைப் பெறலாம்.

பொதுக் காலி உருவமைப்பில் பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ள திரான்சிற்றர் விரியலாக்கிச் சுற்றொன்றின் பயப்பு வோல்ற்றளவாகக் கருதப்படுவது V_{CE} வோல்ற்றளவாகும். இங்கு காலியானது புவியுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளமையால், (உரு: 2.32-இல் தரப்பட்டுள்ள சுற்றைக் கருதுவதால்)

$$V_{CE} = V_C \text{ ஆகும்.}$$

$$\text{அதாவது } V_{out} = V_C \text{ ஆகும்.}$$

$$\therefore V_{out} = V_{CC} - I_C R_C \text{ ஆகும்.}$$

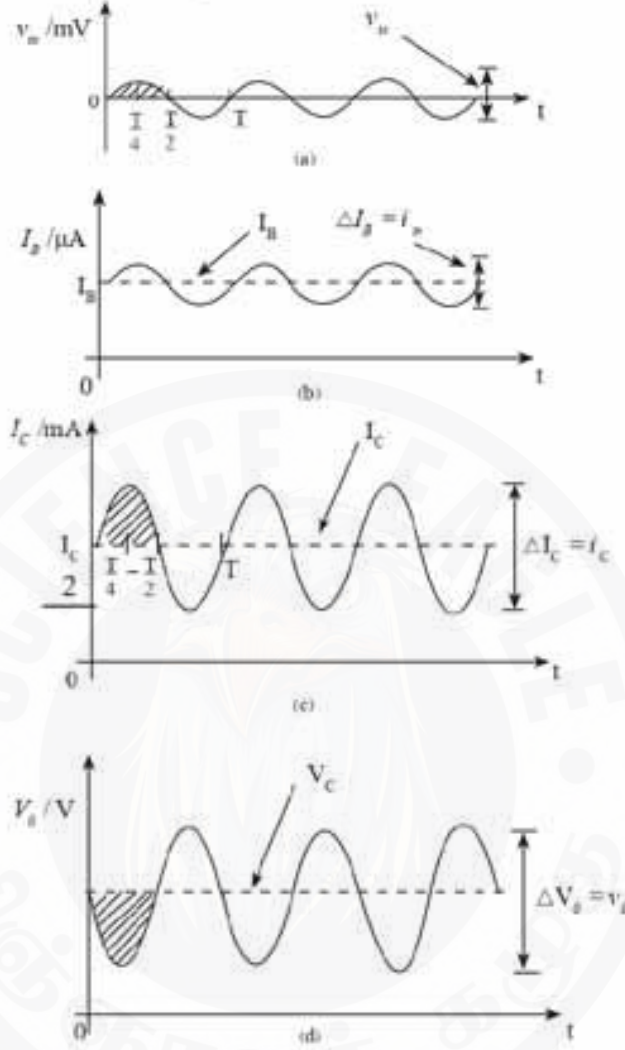
I_C இனது மாறலுக்கு அமைய V_{out} இனது மாறல் நிகழும் விதம் மேற்படி சமன்பாட்டின் மூலம் தெளிவாகின்றது. பயப்பு வோல்ற்றளவு V_{out} ஆனது பயப்பு ஓட்டம் I_C உடன் π அவத்தை வேறுபாட்டைக் கொண்டதாக உள்ளது. மில்லிவோல்ற்று அளவில் உள்ள பெய்ப்புச் சமீக்கை வோல்ற்றளவின்மீது, வோல்ற்று அளவை கொண்ட, பயப்பு வோல்ற்றளவின் மாறலை வோல்ற்றளவு விரியலாக்கமாகக் கருதலாம். வோல்ற்றளவு விரியலாக்கமும் π அவத்தை வேறுபாட்டை பெய்ப்புச் சைகையுடன் கொண்டதாகும்.

2.9.1 இணைப்புக் கொள்ளளவிகளின் தொழிற்பாடு

மேலே விவரிக்கப்பட்ட விரியலாக்கித் தொழிற்பாடு வெற்றியளிப்பதற்காக திரான்சிற்றரின் உயிர்பித்த பிரதேசத்தில் இருக்குமாறு கோடல் இருத்தல் வேண்டும். அதாவது V_B மற்றும் V_C அழுத்தங்கள் குறித்த பெறுமானங்களான $0.7V$ உம் $V_{CC}/2$ உம் இருத்தல் வேண்டும். பெய்ப்பு முதலை நோக்கி செல்லும் I_B இனது சிறிய நேரோட்டத்தை C_1 தடுப்பதன் மூலம் V_B இன் நேரோட்ட அழுத்தம் மாறாது பேணப்படும். ஆனால் I_B சமீக்கை முதலிலிருந்து வரும் ஆடல் ஓட்டமானது அடியை நோக்கிப் பாய்வதில் C_1 கொள்ளளவி தடங்கலை ஏற்படுத்த மாட்டாது.

C_2 கொள்ளளவி மூலம் I_C நேரோட்டத்தின் ஒரு பகுதி வெளிகுமைக்கு பாய்ந்து செல்வது தவிர்க்கப்படும். எனவே V_C இனது பெறுமானத்தை குறித்த பெறுமானத்தில் வைத்திருக்க முடிகின்றது. வெளிச் சுமைக்கு பாயும் விரியலாக்க ஆடலோட்ட அழுத்த சைகையை C_2 தடுக்காது.

பொதுக் காலித் திரான்சிஸ்டர் விரியலாக்கியொன்றின் சகல படிமுறைகளையும் பின்வரும் வரைபு மூலம் முன்வைக்கலாம். (உரு 2.35)



உரு 2.35

பெய்ப்பு சைகை v_{in} காரணமாக I_B இல் ஏற்படும் மாற்றத்தை உரு 2.35(a), (b) காட்டுகிறது. இது தொடர்பாக I_C இல் ஏற்படும் மாற்றம் உரு 2.35(c) இலும் I_C மாறுவதால் V_{CE} மாற்றமடையும் இது V_C ஆல் குறிக்கப்படும் உரு 2.35(d).

இதற்கமைய $T/4$ நேரத்தினுள் (T - சைன் வளையியின் ஒரு சுற்றிற்குரிய நேரம்) I_C ஒட்டமானது அதன் நேரோட்ட மட்டத்தில் இருந்து உச்சம் வரையில் அதிகரிக்கும் இந்நேரத்துள் $I_C R_C$ பெருக்கமும் அதற்கு ஒப்பாக அதிகரிக்கும். அப்போது V_{CE} இனது பெறுமானமும் உச்சப் பெறுமானத்திலிருந்து இழிவுப் பெறுமானம் வரையில் குறைவடையும். இவ்வாறாக I_C இனது பெறுமானம் குறைவடையும்போது அதற்கமைய V_{CE} பெறுமானம் அதிகரிக்கும். அதற்கமைய v_{in} இனது I_B மற்றும் I_C நேர் அரை அலை மாறல்களின் ஆவர்த்தனமொன்றின் ($V_C = V_{CE}$) நேரோட்ட V_C இலும் குறைவான பெறுமானத்தைப் பெறும் என்பதும், அடுத்த அரை அலையில் அது V_C இலும் கூடுதலான ஒரு பெறுமானத்தைப் பெறும் என்பதும் தெளிவாகின்றது இந்த மாறல்கள் உரு 2.35

இல் ஒப்பிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 2.35(m), 2.35(M) ஆகிய இரண்டையும் ஒப்பிடுவதால் பொதுக் காலி வோல்ற்றளவு விரியலாக்கமும் பெய்ப்பாக வழங்கப்படும் ஆடல் (சைன்வடிவ) வோல்ற்றளவுச் சமீக்கை நேர்மாறலுக்கு (inverted) உள்ளாகி, அதாவது 180° அவத்தை மாற்றத்துக்கு உள்ளாகிப் பயப்பாகக் கிடைக்கின்றது என்பது தெளிவாகின்றது. அதற்கமைய, பொதுக் காலித்திரான்சிற்றரான விரியலாக்கியை ஒட்ட விரியலாக்கியாக மாத்திரமின்றி வோல்ற்றளவு விரியலாக்கியாகவும் பயன்படுத்த முடியும் என்றும் தெளிவாகின்றது.

$$\text{விரியலாக்கியின் வோல்ற்றளவு நயம்} = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_{in}} = \frac{\Delta V_c}{\Delta V_B}$$

பொதுக்காலி திரான்சிற்றர் விரியலாக்கியொன்றுக்கான வோல்ற்றளவு நயமும், ஒட்ட நயமும் வலு நயமும்

ஆடல் சமீக்கைகள் தொடர்பாக வோல்ற்றளவு நயம், ஒட்ட நயம், வலு நயம் ஆகியன பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{வோல்ற்றளவு நயம் } A_v &= \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\Delta V_c}{\Delta V_B} \\ &= \frac{\text{பயப்பு வோல்ற்றளவு வேறுபாடு}}{\text{பயப்பு வோல்ற்றளவு வேறுபாடு}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ஒட்ட நயம் } A_i &= \frac{I_{out}}{I_{in}} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} \\ &= \frac{\text{பயப்பு ஒட்ட வேறுபாடு}}{\text{பயப்பு ஒட்ட வேறுபாடு}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{வலு நயம் } A_p &= \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{out} I_{out}}{V_{in} I_{in}} \\ &= \frac{\text{பயப்பு வலு}}{\text{பெய்ப்பு வலு}} \end{aligned}$$

2.10 ஒரு முனைவுத் திரான்சிற்றர் (Unipolar Transistor)

2.10.1 புல விளைவுத் திரான்சிற்றர்கள் (Field Effect Transistors - FET)

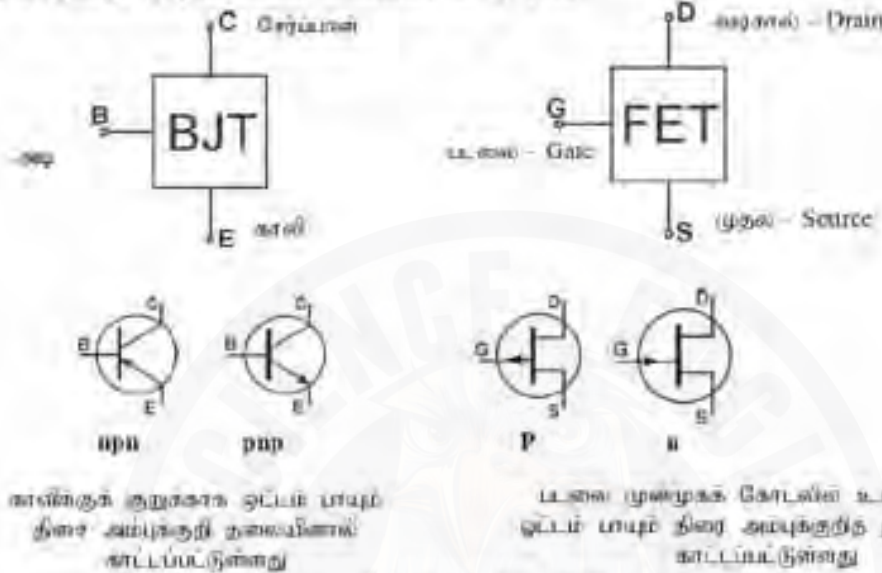
இது வரையில் கவனித்த திரான்சிற்றர்கள் யாவும் இருமை முனைவு (BJT) வகையைச் சேர்ந்தவையாகும். அவற்றின் தொழிற்பாட்டுக்கு துளைகள் காலிகள் இலத்திரன் காலிகள் ஆகிய இரண்டு வகைக் காலிகளும் பங்களிப்புச் செய்யும். ஒரு முனைவு திரான்சிற்றர் மற்றுமொரு வகையாகும். இங்கு ஒரு வகை காலிகளே இதன் தொழிற்பாட்டுக்கு பங்குகொள்கின்றன. புல விளைவுத்திரான்சிற்றர்களும் இந்த ஒரு முனைவுத் திரான்சிற்றர்களைச் சேர்ந்ததாகும். புல விளைவுத் திரான்சிற்றர்கள் அதாவது FET திரான்சிற்றர்கள் பிரதானமாக இரண்டு வகைப்படும்.

- சந்திப்புல விளைவுத்திரான்சிற்றர் - Junction field effect transistor (JFET)
- உலோக ஒட்சைட்டு குறைகடத்திப் புல விளைவுத்திரான்சிற்றர் - Metal Oxide Semiconductor field effect transistor (MOSFET)

இவற்றுள் முதலாவது வகையாகிய சந்திப்புல விளைவுத் திரான்சிஸ்டர்கள் JFET தொடர்பாக மாத்திரமே க.பொ.த.உயர்தர பாடத்திட்டத்தின் கீழ் நாம் கவனஞ்செலுத்துகின்றோம்.

2.10.2 சந்திப்புல விளைவுத் திரான்சிஸ்டர்கள் JFET

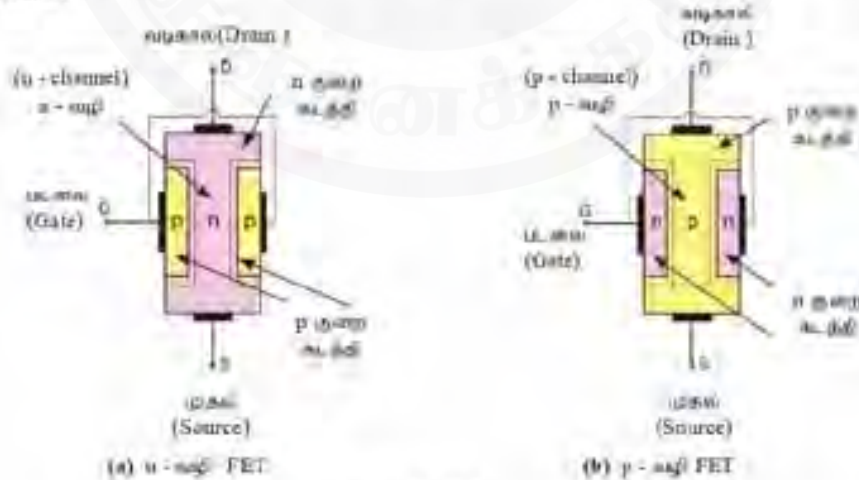
மொத்தமான இருமை முனைவுத் திரான்சிஸ்டர்களை BJT சந்திப்புலத்திரான்சிஸ்டர்களிலும் JFET மூன்று முடிவிலடிகள் உள்ளன. உடகு 2.36



BJT, JFET ஆகியவற்றின் குறியீடுகள்

உடகு 2.36

BJT இல் npn மற்றும் pnp ஆகிய இரண்டு வகைத் திரான்சிஸ்டர்கள் போன்றே JFET திரான்சிஸ்டர்களிலும், "n - ஷாதி" (n-channel) மற்றும் "p ஷாதி" (p-channel) என இரண்டு வகையானவை உள்ளன. அந்த இரண்டு வகைகளினதும் அமைப்பை எளிதமயமாக நோக்குவோம்.



உடகு 2.37

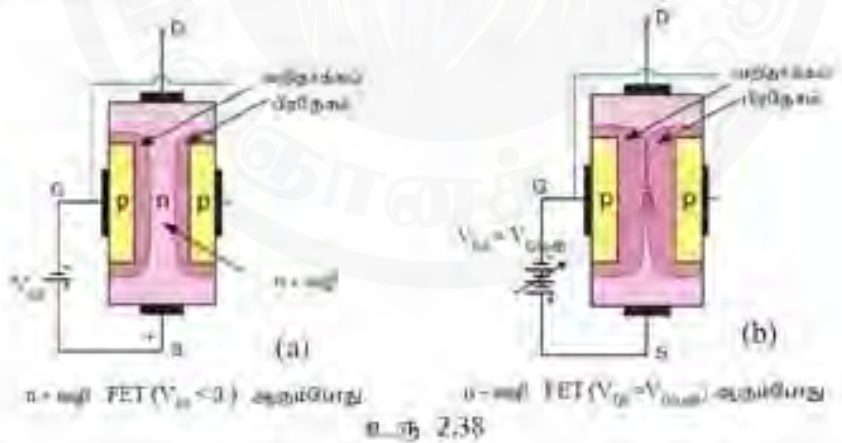
JFETஇன் அமைப்பை விளங்கிக்கொள்வதற்காக, n வகை குறை கடத்தி உருளையொன்றினைப் பற்றி p வகை குறை கடத்திப் பூனொன்று அவ்வுருளை நடுவே அமைப்பாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம் (இது n ஷாதி FET). இந்த அமைப்பின்

குறுக்குவெட்டு இங்கு உரு. 2.37(a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. p குறைகடத்திப் பூணின் குறுக்கு வெட்டுக்களிரண்டும் n குறைகடத்தியின் இரு பக்கங்களிலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவற்றைக் கம்பியினால் தொகுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளமைக்குக் காரணம் அவை ஒரே கடத்தியாகும் என்பதைக் காட்டுவதாகும். p-குறைகடத்திப் பூணுக்கும் n குறைகடத்திப் உருளைக்கும் இடையே ஏற்படும் வட்டவடிவ p-n சந்தியைப் பற்றி சிறிய வறிதாக்கப் பிரதேசமொன்று (உருவில் 2.37(a), (b) முற்றுகோடுகளால் காட்டப்பட்டுள்ளது) n வகை அமையும். குறை கடத்தியின் இரண்டு அந்தங்களும் உலோக இணைப்புகள் இரண்டினால் வெளியே தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த முடிவில்களால் காவிகளைக் வழிக்கு காலும் முடிவிலும் முதல் (Source) எனவும் காவிகளை வழியல் இருந்து வெளியே எடுக்கும் முடிவிலும் வடிகால் (Drain) எனவும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. n குறைகடத்தி உருளையைப் பற்றி அமைந்துள்ள p குறைகடத்திப் பூணானது உலோக கடத்தியொன்றின் மூலம் வெளியே தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த முடிவிலும் படலை (Gate) எனப்படும். முதலுக்கும் (S) வடிகாலுக்கும் (D) இடையே நடுவே வறிதாக்கப் படை வளையம் உள்ளது.

2.10.3 n- வழி FET திரான்சிஸ்டரின் தொழிற்பாடு

(a) (D) வடிகாலைக் கயாதினமாக வைத்து படலைக்கும் முதலுக்கும் இடையே வோல்ட்நிறைவை மாற்றி செய்யும்போது நிகழும் தொழிற்பாடு.

D முடிவில்ததைக் கயாதினமாக வைத்து படலைக்கும் முதலுக்கும் இடையே, p-n சந்தியை பின்புறக் கோடலுறாமாறு V_{GS} இற்கும் இடையே சிறிய அழுத்த வித்தியாசமொன்று வழங்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம். அப்போது படலைக்கும் n வழிக்கும் இடையே உள்ள வறிதாக்கப் பிரதேசம் பெரியதாகவிரோடு அது காரணமாக n வழி சிறியதாகும். [உரு 2.38(a)]

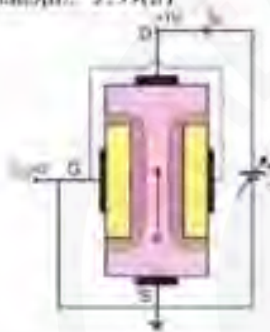


V_{GS} அழுத்த வித்தியாசத்தைப் ஈழப்படியாகப் பெரிதாக்கினால் வறிதாக்கப் பிரதேசம் மேலும் பெரியதாகவிரோடு. இறுதியில், V_{GS} இனது ஒரு குறித்த பெறுமானத்தின்போது, இரண்டாம் உருவில் காட்டப்பள்ளவாறாக, வறிதாக்கப் பிரதேசங்கள் ஒன்றுடனொன்று தொடுக்கையடைந்து, வழி முற்றாக மூடப்பட்டுவிடும். உரு 2.38(b) இச்சந்தர்ப்பத்தில் முதல் (S) இற்கும் படலை (G) இற்கும் இடையே உள்ள V_{GS} அழுத்த வித்தியாசம் "குண்டிப்பு வோல்ட்நிறைவு" (Cutoff voltage) அதாவது $V_{GS(off)}$ என அழைக்கப்படும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் முதல் (S) வடிகால் (D) இற்கும் இடையே அழுத்த வித்தியாசத்தை

ஒர்படுத்தியபோதிலும் வழி முற்றாக மூடப்பட்டுள்ளமையினால் அதற்குக் குறுக்காக ஓட்டம் (I_D) மாயமாட்டாது. பொதுவாக, FET ஒன்றினை $V_{GS(ON)}$ அழுத்த வித்தியாசமானது சிறியதொரு பெறுமானமாக்கிதோடு, மயன்படுத்தும் FET இற்கமைய அது 4V - 8V வீச்சினால் அடங்கும் யாதேனும் பெறுமானம் ஆகும். யாதேனும் FET இற்காக $V_{GS(ON)}$ ஆனது ஒரு மாறாப் பெறுமானம் ஆவதோடு, FET தரவுகளுடன் இப்பெறுமானம் காட்டப்பட்டுள்ளது. பின்னர் இந்த $V_{GS(ON)}$ தொடர்பான விவரங்களைக் கருதுவோம்.

(b) $V_{GS} = 0$ ஆகும்போது V_{DS} உடன் I_D இனது மாறல்:

மூலம் முடிவிடத்தைப் படிப்பின் தொடுத்து, வடிவத்தை நேர் அழுத்தத்தில் இருக்குமாறு, முதலுக்கும் வடிவாக்கும் இடையே சிறிய அழுத்த வித்தியாசமொன்றைப் பிரயோகிப்பதால், வழிக்குக் குறுக்காக, S இலிருந்து D வரை இலத்திரன் பாய்ச்சலொன்று ஏற்படும். அநாவது D யிலிருந்து S இற்கு I_D ஓட்டம் மாயும். மடிப்படிவாக V_{DS} இனைப் பெரிதாக்கும்போது வழிக்குக் குறுக்காகப் மாயும் ஓட்டமும் அதற்கமைய பெரியதாகும். அந்நூடின் கூடிய கோடல் வேல்ற்றளவு அதிகரிப்பதால் வழிதாக்கப் பிரதேசம் அதிகரிக்கும். 2.39(a)

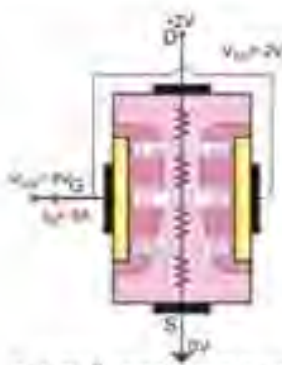


உரு 2.39

உதாரணமாக $V_{GS} = 0$ ஆக வைத்துள்ளபோது S இற்கும் D இற்கும் 1V அழுத்த வித்தியாசம் பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளதாயின் n வழியின் நடுவில் அழுத்தம் $\frac{0-1}{2} = 0.5$ V ஆகும். எனவே வழிக்கும் வாயிலுக்கும் இடையே 0.5 V பின்முகக் கோடலொன்று உள்ளதுபோன்ற p - n சத்தி தொழிற்படும். இந்தப்பின்முகக் கோடல் காரணமாக வழிதாக்கப் பிரதேசம் பெரிதாவதோடு, வழி சிறியதாகும். இங்கு n-வழியானது ஒரிமத் தடைமயின் நடத்தையைக் காட்டும். இவ்வாறாக ஒமின் விதிக்கமைவான நடத்தையைக் காட்டுவதனாலேயே V_{DS} உடன் I_D ஏகபரிமாணமாக அதிகரிக்கின்றது. உரு 2.39(b)

(கோட்டின் மடித்திறன் $\frac{\Delta I_D}{\Delta V_{DS}} = \frac{1}{R}$ ஆகும். R என்பது வழியின் தடை ஆகும்.)

V_{DS} இனை மேலும் அதிகரிக்கும்போது n-வழியின் மேற்பகுதியில் உள்ள வழிதாக்கற் பிரதேசம் மேலும் பெரிதாகும். வழியின் மேற்பகுதியின் நேர் அழுத்தமானது கீழ்ப்பகுதியின் நேர் அழுத்தத்தினும் கூடுதலானதான இருப்பதனாலேயே இது நிகழ்கின்றது.

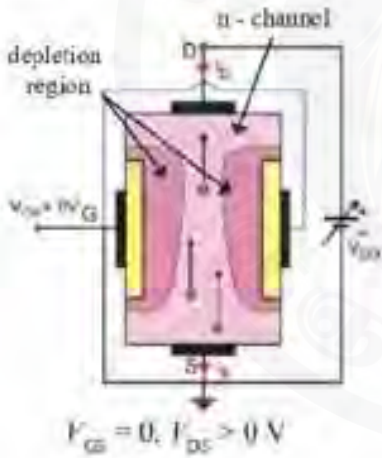


p-n அகதி முடிவான n-வழியின் பின்முக்கோடல் அழுத்தம் உரு 2.40

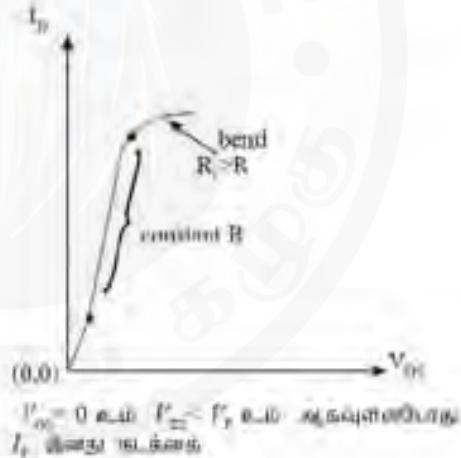
V_D இனது பெறுமானம் $2V$ ஆயின் வழியினுள் அழுத்தம் அம்ரிச்செல்லும் விதம் உரு 2.40 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வழிதாக்கப் பிரதேசத்தில் உள்ள இந்த வேறுபாடு காரணமாக, வழியானது இனியம் சீரான தடையாகத் தொழிற்பட மாட்டாது. இங்கு வழியின் தடை அதிகரிப்பதால் V_D உடன் I_D இனது அதிகரிப்பு முன்னரைவிடக் குறைவாகும். அதற்கமைய $I_D - V_{DS}$ வளையியின் படித்திறன் $\left(\frac{1}{R}\right)$ முன்னரைவிடவும் குறைவானது. எனவே வளையி உருவற்ற காட்டியுள்ளனறாக முழங்கால் வடிவத்தைக் காட்டும். 2.41(b)

உரு 2.40 இன்படி, வழியின் கீழ்ப்பகுதியில் பின்முக்கோடல் அழுத்தம் $0.5V$ உம் நடுப்பகுதியில் கோடல் அழுத்தம் $1V$ உம் மேற்பகுதியில் கோடல் அழுத்தம் $1.5V$ உம் ஆகும். எனவே வழியின் மேற்பகுதியில் வழிதாக்கப் பிரதேசம் பெரிதாவதால் n-வழியானது கூம்பு வடிவத்தைப் பெறும். உரு 2.41(a)

தொடர்ந்தும் V_{DS} இனை அதிகரிக்கும்போது அதனை ஒரு குறித்த பெறுமானத்தின்போது வழிதாக்கப் பிரதேசம் மேலும் பெரிவதாக மேற்பகுதிகள் தொடுகையனடய முறையும். இவ்வாறாக வழி முழுநுக மூடப்படுமாயின் I_D ஒட்டம் பூச்சியாதல் வேண்டும். 2.42(a)



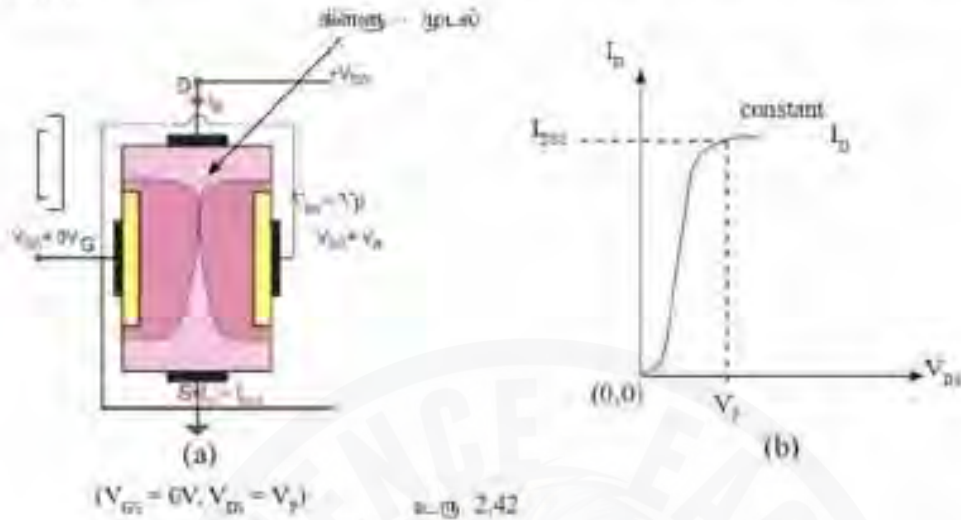
(a)



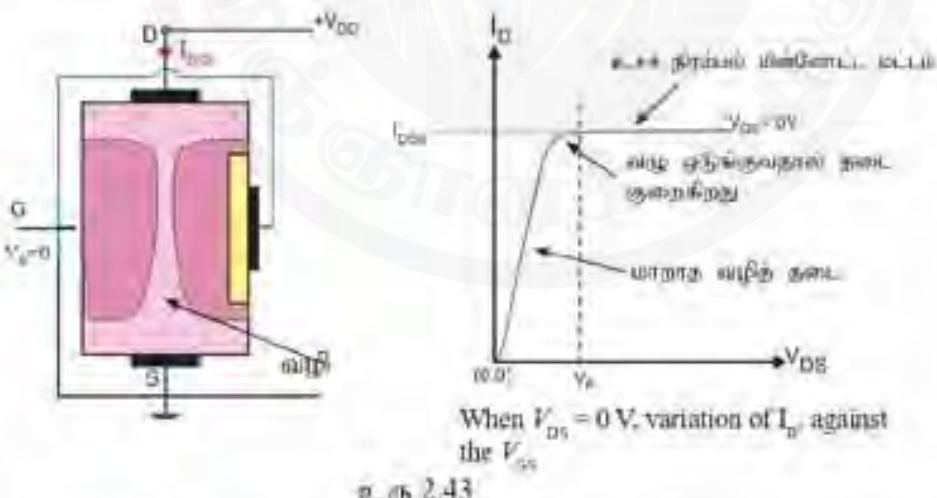
(b)

இந்த முறையில் வழி முழுமையாக மூடப்படுமபோது I_D பூச்சியாதல் வேண்டும். எனினும் இதுவரையில் வழிக்குக் குறுக்காக ஒட்டம் (I_D ஒட்டம்) கணிசமாக அளவு பெரிய பெறுமானத்தை அடைத்துள்ளமையால் திடீரென I_D ஒட்டம் பூச்சியமாகுமாயின், வழியினுள் அழுத்த வீழ்ச்சியும் பூச்சியமாகி, அதன் மூலம் வழிதாக்கப் பிரதேசம் சிறிதாகி, வழி மீளத் திறத்தல் வேண்டும். அப்போது I_D ஒட்டம் பாய்தலும் மீண்டும் ஆரம்பமாகும் எனவே இந்தச் செயல்முறை ஒரு குறித்த சமனிலை நிலையை அடைந்து வழி மீள் சொற்ப அளவில் திறக்கப்பட்டு, I_D ஒட்டத்தை முன்னர் இருந்த அதே பெறுமானத்தின் மாறாது வைத்திருக்கும். இந்தச் சமனிலை அமைவு "கிள்ளு முடல்" (Pinch off) எனப்படும்.

இச்சந்தர்ப்பத்தில் உள்ள V_{DS} பெறுமானமானது $V_{GS} = 0$ ஆகும்போது "கிள்ளு முடல் வேல்ற்றளவு" (Pinchoff Voltage) எனப்படும். இது V_p இனால் குறிக்கப்படும் உரு 2.42(b),



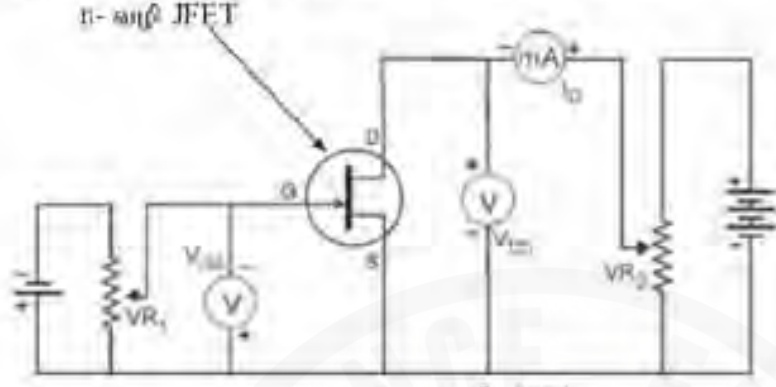
V_p பெறுமானத்தை விஞ்சி V_{DS} இனை அதிகரிக்கும்போது வழி அம்வாறாகவே நிறந்த நிலையில் இருப்பதோடு, வழிதாக்கற் பிரதேசம் வழியின் கீழ் நோக்கிப் பரம்பல் மாத்திரம் திகழும் 2.43(a) எனவே இச்சந்தர்ப்பத்தில் வழிக்குக் குறுக்காகப் பாயும் I_D ஓட்டம் மாறாது இருக்கும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் I_D உச்ச நிரம்பல் பெறுமானத்தை அடைந்துள்ளதாகவும் ($V_{GS} = 0$ ஆகும்) அவ்வோட்டம் உச்ச நிரம்பல் ஓட்டம் எனவும் கருப்படும். இந்த உச்ச நிரம்பல் ஓட்டம் I_{DSS} இனால் குறிக்கப்படும். உரு 2.43(b)



$V_{GS} = 0V$ உம் $V_{DS} > V_p$ உம் ஆகும்போது வழியின் நடத்தையும் I_D இனது மாறலும், $V_{GS} = 0V$ இல் I_D நிரம்பலடையும் V_{DS} இனது பெறுமானம் கிள்ளு முடல் அழுத்தம் V_p ஆவதோடு அது யாதேனும் FET இற்காக மாறாத ஒரு பெறுமானமாகும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் உள்ள நிரம்பல் ஓட்டமும் (I_{DSS}) அந்த FET இற்காக ஒரு மாறாப் பெறுமானம் ஆகும்.

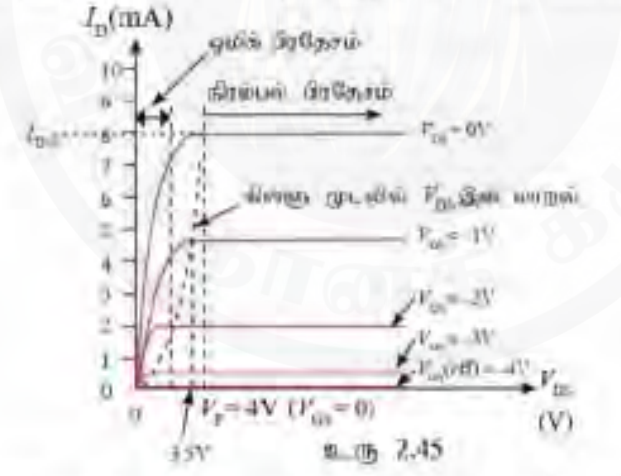
2.104 $V_{GS} < 0$ ஆகும்போது JFET இனது நடத்தை

$V_{GS} = 0V$ ஆகும்போது அதனை மாறாது வைத்திருக்கும்போது V_{DS} உடன் I_D இனது மாறலை நாம் அறியக் கவனித்தோம். வெவ்வேறு பின்னாக்கீகோல் ($V_{GS} < 0$) வெவ்வேறுநிலைகளில் V_{DS} உடன் I_D இனது நடத்தையை இனி நோக்குவோம்.



ii வழி JFET
உரு 2.44 பரிசோதனைச் சுற்று

இதற்காக இங்கு தரப்பட்டுள்ளது போன்ற ஒரு சுற்றைப் பயன்படுத்தலாம். உரு 2.44 $V_{GS} = -1.23$ ஆகும்போது VR_1 இனை அமைத்து அதனை மாறாது வைத்திருப்போம். இனி இந்த ஒவ்வொரு V_{GS} பெறுமானத்திற்கும் VR_1 இனைச் செப்பக் செய்து V_{DS} பெறுமானத்தையும் அதற்கு ஒப்பான I_D பெறுமானத்தையும் அளந்தறிந்து வரைபாக்குவதால் கிடைக்கும் ஒரு தொகுதி வரைபின் வடிவம் பின்வரும் உருவில் 2.45 காட்டப்பட்டுள்ளது.



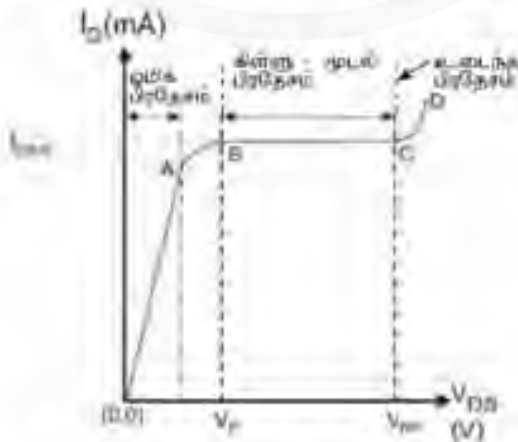
வெவ்வேறு V_{GS} பெறுமானங்களுக்கு V_{DS} இல் எதிராக I_D இன் மாற்றம்

இங்கு $V_p = +4V$ ஆகவுள்ள FET ஒன்று பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. $V_{GS} = 0$ ஆகும்போது $I_{DSS} = 8mA$ ஆகும்போது நிரம்பல் சந்தர்ப்பம் அமைந்துள்ளமை வளைப்பின் $1/2$ தெரிவின்றது. $V_{GS} = -1V$ ஆகும்போது நிரம்பல் சந்தர்ப்பம் $V_{GS} = 0V$ ஆகும்போது இருந்த பெறுமானத்திலும் குறைவான V_{DS} பெறுமானத்தில் (3.5V இல்) நிரம்பல் ஓட்டத்தின் பெறுமானம் I_{DSS} இலும் குறைவான ஒரு பெறுமானம் (4.5 mA) ஆகும். இவ்வாறாக $V_{GS} = -2V, -3V$ சந்தர்ப்பங்களில் முறையே $I_D = 2mA$ மற்றும் $0.5 mA$ இல் நிரம்பல் ஓட்ட பெறுமானத்தை எட்டும்.

V_{GS} குறையும்போது (அதாவது பின்முகோடல் அதிகரிக்கும்போது) V குறித்ததேரத்தில் அதற்கு ஒப்பான கிள்ளு மூடல் வேலற்றளவுப் பெறுமானமும் படிப்படியாகக் குறைவான பெறுமானத்தை அடைபும். கிள்ளு மூடல் வேலற்றளவுப் பெறுமானம் வேறுபடும் விதம் மேற்படி வரைபீன்பீது (உரு:2.45(b)) முறிகோடுகளால் காட்டப்பட்டுள்ளது. $V_{GS} = -4V$ இல் I_D ஒட்டம் பூச்சியமாகும். உருவில் காட்டியுள்ளவாறாக, வந்தாக்கற் பிரதேசங்கள் உண்மையில் ஒன்றுடனொன்று தெடுகையடைந்து வந்த முழுமையாக மூடப்படுவதனாலேயே இவ்வாறு நிகழ்கின்றது. உரு 2.31(b) I_D பூச்சியமாகும் இந்த V_{GS} அழுத்தம் "குண்டிப்பு வேலற்றளவு" (Cutoff voltage) எனப்படும். இது $V_{GS(off)}$ எனக் குறிக்கப்படும்.

மேற்படி FET இல் $V_p = +4V$ ஆவதோடு, $V_{GS(off)} = -4V$ ஆகும். கிள்ளு வேலற்றளவானது V_{GS} இற்கு உரியதான ஒரு பெறுமானமாகும் ($V_{GS} = 0$) என்பதையும் மூடல் அழுத்தமானது $[V_{GS(off)}]$, V_{GS} இற்கு உரியதான ஒரு பெறுமானமாகும் என்பதையும் விளக்கிக்கொள்ள வேண்டும். மேலும் இந்த இரண்டு பெறுமானங்களும் யாதேனுமொரு FET இற்காக மட்டும் பெறுமானங்களாகும். மேலும் எப்போதும் V_p மற்றும் $V_{GS(off)}$ இனது எண் பெறுமானங்கள் சமமானது. $|V_p| = |V_{GS(off)}|$ ஆதலால் FET தரவுத் தாள்களில் அந்தரவுகளுள் ஒன்று மாத்திரமே உள்ளது. பெரும்பாலும் $V_{GS(off)}$ பெறுமானம் மாத்திரமே குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். V_p ஆனது நேர் (+) வேலற்றளவானவதோடு $V_{GS(off)}$ ஆனது ஈ - வந்த FET இற்கு மறை (-) வேலற்றளவாகும்.

$V_{GS(off)}$ இல் பூச்சியமானது உண்மையில் மூடப்படுவதோடு, I_D பூச்சியமாகும். V_{GS} இனது பெறுமானம் எதுவாயினும் ($V_{GS} \geq 0$) கோடல் அழுத்தம் $V_{GS(off)}$ இல் I_D ஆனது எப்போதும் பூச்சியமாகும். $V_{GS} = 0$ இல் தோன்றும்: கிள்ளு மூடல் அழுத்தத்தை கருதும்போது மேலும் இங்கு வந்த முற்றாக மூடப்படுவதில்லை. எனவே I_{DSS} ஒட்டம் வந்தியின் ஊடாகப் பாயும். இந்த I_{DSS} ஒட்டம் எந்தச் சந்தர்ப்பத்திலாயினும் அந்த FET இற்குக் குறுக்காகப் பாயக்கூடிய உச்ச I_D ஒட்டமாகும். வேறு V_{GS} பெறுமானங்களில் ஏற்படும் கிள்ளு மூடல் வேலற்றளவுகள் நியம V_p பெறுமானத்திலும் குறைவான ஒரு பெறுமானமாகிதோடு, (இங்கு V_p என்பது $V_{GS} = 0$ ஆகும்போது கிள்ளு மூடல் நிலையில் உள்ள V_{GS} வேலற்றளவாகும்) மேலும் $V_{GS} < 0$ ஆகும் சந்தர்ப்பங்களில் நிரம்பல் ஒட்டம் I_{DSS} இலும் குறைவானதாகும். $V_{GS} = 0V$ ஆகும்போது V_{GS} இற்கு எதிரே I_D இனது நடத்தைவினது வெவ்வேறு பிரதேசங்கள் கீழே உரு 2.46 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.46

OA பகுதியானது V_{DS} உடல் I_D ஏகபரிமாணமாக மாறும் பிரதேசத்தைக் காட்டுகிறது. இது "ஒமிக் பிரதேசம்" எனப்படும். A இலிருந்து B வரை வறிதாக்கப் பிரதேசத்தின் அதிகரிப்பு காரணமாக I_D இன் அதிகரிப்பு குறையும் பிரதேசமாகும். இங்கு வடிகால் ஓட்டமானது மடிப்படியாக மாறாத நிலையை அடையமுனையும்.

BC பிரதேசத்தில் B இல் வோல்ட்ஜனவு V_{DS} கிள்ளு மூடல் வோல்ட்ஜனவை (V_p) அடையும். வளையியின் BC பகுதி "கிள்ளு மூடல் பிரதேசம்" அதாவது "நிரம்பல் பிரதேசம்" எனப்படும். புல விளைவுத் திரான்சிஸ்டரானது இந்த நிரம்பல் பிரதேசத்திலேயே விரியலாக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. BJT இனது நிரம்பல் பிரதேசம் விரியலாக்கியாகத் தொழிற்படமாட்டாது. FET இனது விரியலாக்கியாகத் தொழிற்பாடு பின்னர் விவரிக்கப்படும். V_{DS} அழுத்தத்தைப் மடிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது BJT இன் போன்றே p-n சந்தியானது பேரிறங்கி உடைவு (Avalanche Breakdown) உள்ளாகும். இந்த வோல்ட்ஜனவானது V_{BR} அதாவது உடைவு வோல்ட்ஜனவு எனப்படும். வெவ்வேறு FET களில் உடைவு வோல்ட்ஜனவுகள் ஒன்றுடனொன்று வேறுபட்டவையாகும். தரவுத் தாள்களிலிருந்து அப்பெறுமானங்களை பெறலாம்.

V_{DS} ஆனது V_{BR} இனைத் தாண்டி அதிகரிப்பின் I_D ஆனது துரிதமாக உயர்வதோடு, FET ஆனது மீள்ப் பயன்படுத்த முடியாதவாறு பழுதடையும். வடிகால் சிறப்பியல்பில் இந்த (C-D) பிரதேசம் உடைவுப் பிரதேசம் எனப்படும்.

$I_D - V_{GS}$ சிறப்பியல்பு (இடமாற்று சிறப்பியல்பு)

இருமை முனைவுத் திரான்சிஸ்டர்களில் I_D ஓட்டம் மாற்றமுறும் பயப்பின் I_C மாற்றமுறும்.

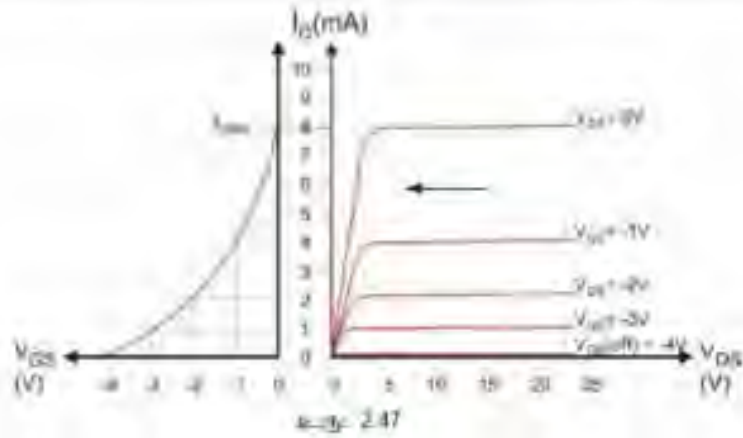
$$I_C = \beta I_B \text{ இனால் காட்டலாம்,}$$

இங்கு β ஒரு மாறிலியாவதோடு, I_B உடல் I_C மாற்றமுறாதலானது இடமாற்றுச் சிறப்பியல்பினால் காட்டப்படும்.

புல விளைவுத் திரான்சிஸ்டரொன்றின் பெய்ப்பு V_{GS} உடல் பயப்பி I_D இனது மாற்றமுறாதலானது ஷொக்லி "Shockley" சமன்பாட்டினால் காட்டப்படும். (இச்சமன்பாட்டைப் பெறும் விதம் இந்நூலின் விடயப் பரப்புக்கு அப்பாற்பட்டதாகும்)

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2$$

இங்கு I_{DSS} நிரம்பல் ஓட்டமாகும் ($V_{GS} = 0V$ இல்) கிள்ளு மூடல் அழுத்தம் V_p உம் ($V_{GS} = 0V$ இல்) FET களில் மாறிலி ஆவதோடு V_{GS} பெயப்பின் வர்க்கத்துக்கு அமைய பயப்பி I_D மாறும். எனவே BJT இற்போன்று இத்தொடர்பு ஏகபரிமாணதல்ல. FET இனது இடமாறல் சிறப்பியல்பு (V_{GS} எதிரி I_D) வரையு மூலம் இது தெளிவாகத் தெரிகின்றது. FET இனது பயப்பி சிறப்பியல்பாகிய வடிகால் சிறப்பியல்பைக் ($I_D = V_{GS}$) கொண்டு இடமாறல் சிறப்பியல்பை துலகுவாகப் பெறலாம். V_{GS} இற்கு எதிரே I_D இனது மாறலானது இடமாறல் சிறப்பியல்பினால் காட்டப்படும். உரு (2.47)

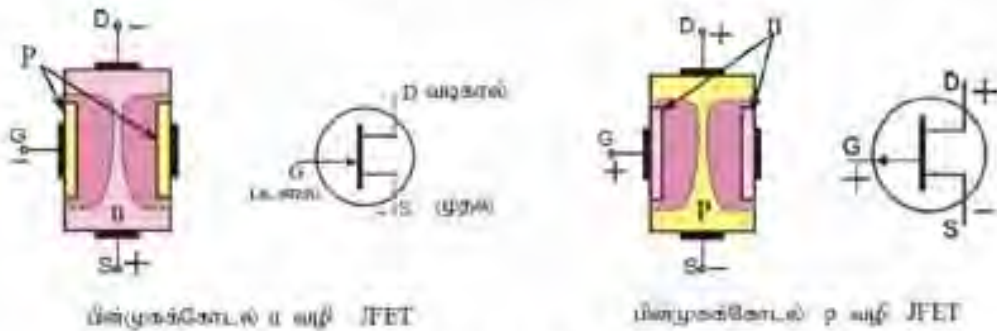


2.10.5 விரியலாக்கியாக FET இன் பயன்பாடு

FET விரியலாக்கிகள் பற்றி நோக்க முன்னர் n - வழி மற்றும் p - வழி FET களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் குறியீடுகளைக் கவனிப்போம். இதற்காக, பல்வேறு குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. அவற்றுள் எளிதாக விளங்கிக்கொள்ளக்கூடிய இரண்டு குறியீடுகள் உள்ளன. n - வழி FET மற்றும் p - வழி FET இற்காகப் பயன்படும் குறியீடுகள் கீழே நரப்பட்டுள்ளன. உரு 2.48



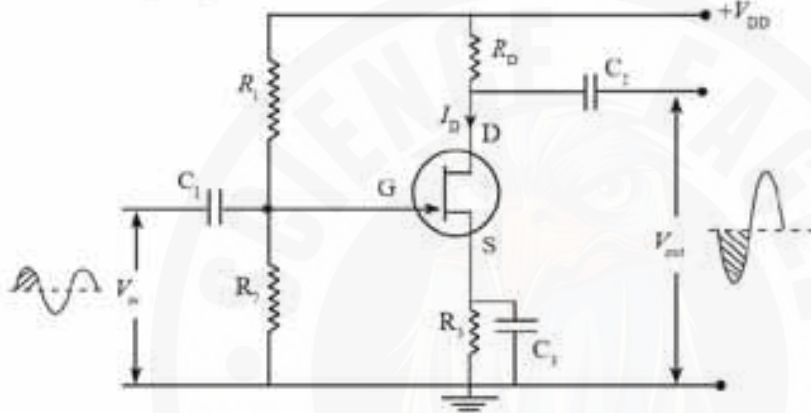
இங்கு அம்புக்குறித் தலையினால் காட்டப்பட்டிருப்பது படசை (G) ஆவதோடு, அதற்குமிடக் கிட்டியதாக இருப்பது முதல் (S) ஆகும். படசை முடிவிடத்திலிருந்து கூடுதலான தூரத்தில் வடிவால் (D) அமைந்துள்ளது. p-n சந்தியை முன்முகக் கோடலுற் செய்வதல் ஓட்டம் மாயும் திசையே அம்புக்குறித்தலையினால் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனினும் ஒருபோதும் FET இனது p - n சந்தி முன்முகக்கோடலுற் செய்யப்படுவதில்லை என்பன மனதிலிருத்திக்கொள்ளல் வேண்டும்.



n - வழி FET களை முன்முகக்கோடலுறச் செய்வதால், G முடிவிடம் + உம் S முடிவிடம் – உம் ஆதல் வேண்டும். அப்போது ஒட்டமானது + முடிவிடத்தில்ருந்து – முடிவிடத்துக்குப் பாய்வதால், அம்புக்குறித்தலை உள்நோக்கி அமைதல் வேண்டும். p - வழி FET இல் அம்புக்குறித்தலை இதற்கு எதிர்ப்பக்கமாக அதாவது வெளிப்புறம் நோக்கி அமைந்துள்ளது. உரு 2.49

BJT இனைப் போன்றே FET இனையும் இவ்வாறாகவே விரியலாக்கியாகப் பயன்படுத்தலாம். FET உம் பொது - முதல் (Common-Source), பொதுப்படலை (Common-Gate) அதாவது பொது - வடிகால் (Common - Drain) என்றவாறாக மூன்று சுற்று உருவமைப்புகளில் பயன்படுத்தலாம்.

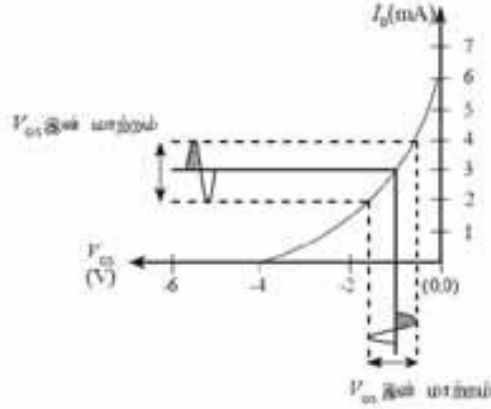
தற்போது பொது - முதல் n - வழி JFET விரியலாக்கியை கருதுவோம். உரு 2.50 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.50

பொது - முதல் JFET இலும் பொது காலி BJT சுற்றிலும் R_1, R_2, R_3 இங்குரிய நடை பெறுமானங்கள் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன. ஏனென்றால் V_{GS} ஐ மறை பெறுமானத்தில் பேணுவதற்காக (ie $V_G < V_S$) பெய்ப்புக் கொள்ளளவியாக C_1 பய்ப்புக் கொள்ளளவியாக C_2 பயன்படுத்தப்படுவதன் காரணம் அதலூடு மின்சைகை செல்லும்போது நேரோட்ட அழுத்த, மின்னோட்ட நிலமைகளை மாறாது பேண கொள்ளளவி C_1 ஆனது R_1 இற்கு குறுக்கே நேரோட்ட நிலமைகளை மாறாது பேணுவதற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பெய்ப்பு சைகையின் (V_{in}) நேர்பகுதி அதிகரிக்கும்போது விளைவான மறை V_{GS} அழுத்தம் குறையும் இதனால் வடிகால் மின்னோட்டம் (I_D) அதிகரிக்கும். V_{in} மறை ஆகி பருமன் அதிகரிக்கும்போது விளைவான மறை V_{GS} அழுத்தம் அதிகரிக்கும். I_D குறைவடையும். எனவே V_{in} உடன் I_{DS} இன் மாறல் ஒரே அவத்தையில் காணப்படும். இதை ($I_D - V_{DS}$) சிறப்பியல்பு வளையியை அவதானிப்பதன் மூலம் மேலும் தெளிவாகும். உரு (2.51) எப்படி இருந்தபோதிலும் விளைவான V_{GS} பெறுமானம் நேர்பெறுமானம் எடுக்கும்போது கவனமாக இருத்தல் வேண்டும். ஏனெனில் $V_{GS} > 0$ ஆக அமையும்போது திரான்சிஸ்டர் பழுதடைய கூடும். ஏனெனில் வழியினூடாக உயர் ஒட்டம் பாய்வதால்.



உரு 2.51

சுற்றில் I_D மாறும்போது R_D இற்கான அழுத்தவேறுபாடு (V_{RD}) உம் மாறுபடும் $V_{RD} = I_D R_D$ இற் அமைவாக

$$\begin{aligned} \text{இலிருந்து } V_{DS} &= V_{DD} - V_{RD} \\ &= V_{DD} - I_D R_D \end{aligned}$$

I_D அதிகரிக்கும்போது V_{DS} குறைவடைவதையும் அத்துடன் I_D குறையும்போது V_{DS} அதிகரிப்பதையும் காணலாம். I_D இற்கும் V_{DS} இற்குமான மாறலில் Z ஆரையன் அவத்தை வித்தியாசம் இருக்கும். எனவே V_{DS} இற்கும் V_{DS} இற்கும் இடையே Z ஆரையன் அவத்தை வித்தியாசம் காணப்படும் என்பது தெளிவு.

வலிமையான V_{DS} உருவாக்கத்தின் I_D மாறுபடும்போது V_{DS} இன் வீச்சம் உயர்வாகும். இதன்படி $V_{DS} > V_{DS}$ எனவே வோல்ட்ஜென் விசயலாக்கம் நடைபெறுகிறது.

படலை - வழி பின்முக கோடலடையுமாறு p - n சந்தி அமையும்போது இந்நிலையில் JFET இன் பெய்ப்புத்தடை உயர்வாக (Ω வரிசையில்) காணப்படும். சைகை முதலில் இருந்து எடுக்கப்படும் மின்னோட்டம் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு சிறிதாகும். இந்த காரணத்தினால் JFET வரியலாக்கியானது சிறிய நலிவான சைகையை வரியலாக்கம் செய்ய பொருத்தமானது.

2.11 சிறந்த வரியலாக்கியொன்றின் இயல்புகள்

சிறந்த வரியலாக்கியொன்று கொண்டிருக்க வேண்டிய இயல்புகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. (உரிய காரணம் அடையினுள் தரப்பட்டுள்ளது.)

(1) ஓட்ட நயம் பெரியதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(சிறந்த ஓட்ட வரியலாக்கியாக பெய்ப்பு ஓட்டத்தை வரியலாக்குவதற்கு இது இன்றியமையாதது)

(2) அழுத்தநயம் பெரியதாக இருத்தல் வேண்டும்

(சிறந்த அழுத்த வரியலாக்கியாக, பெய்ப்பு அழுத்தத்தை வரியலாக்குவது இது இன்றியமையாதது)

(3) வலு நயம் பெரியதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(விரியலாக்கி என்ற வகையில் அதிக வலுவைவெளியே வழங்குவதற்கு இது இன்றியமையாதது. ஒட்ட நயத்தினது அழுத்த நயத்தினதும் பெருக்கமே வலு நயம் ஆகும்.

(4) விரியலாக்கியின் பெய்ப்புத் தடை பெரியதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(பெய்ப்புடன் யாதேனும் உபகரணத்தை / உணரியைப் பொருத்தியுடன் அதிலிருந்து வரும் சைகையை விரியலாக்கி விரியலாக்கம் செய்யும். விரியலாக்கியின் பெய்ப்புத் தடை பெரியதாகும்போது உபகரணத்தின் / உணரியில் இருந்து இழுத்தெடுக்கப்படும் ஒட்டம் சிறியதாகும். விரியலாக்கி பெரிய ஒட்டத்தைக் இழுத்துக்கொள்வதாயின், (பெய்ப்புத் தடை சிறியதாக அமையின்) உணரியின் அந்தங்களிரண்டுக்கும் இடையிலான அழுத்த வித்தியாசம் குறைவடையும். அவ்வாறான சந்தர்ப்பத்தில் விரியலாக்கி சரியாகத் தொழிற்படுவதற்கும் போதுமான வோல்ட்ஜனவுச் சமிக்மை விரியலாக்கிக்குக் கிடைக்காமற் போகலாம்.

(5) பய்ப்புத் தடை சிறியதாக இருத்தல் வேண்டும்

பயப்பில் இணைக்கப்பட்ட யாதேனும் உபகரணத்தைத் தொழிற்படச் செய்வதற்காக அதிக ஒட்டம் தேவைப்படலாம். (உதாரணம்: ஒலிபெருக்கிக்கு அவ்வாறான அதிக ஒட்டம் தேவைப்படும்.) பய்ப்புத்தடை குறைவாக இருத்தலானது பயப்பின் மூலம் பெரிய ஒட்டத்தைச் செலுத்துவதை இலகுவடுத்தும்.

(6) விரியலாக்கியின் / பட்டை அகலம் பெரியதாக இருத்தல்வேண்டும்

எந்தவொரு விரியலாக்கியும் துலங்கல் காட்டக்கூடிய மீறன் வீச்சொன்று உள்ளது. விரியலாக்கியின் வலுநயம் பெய்ப்பு சைகையின் மீறனில் தங்கியுள்ளது. ஒவ்வொரு மீறனும் ஒரே வலுவுடன் விரியலாக்கப்படமாட்டாது. மீறனின் ஒரு வீச்சம் ஒரே வலுவுடன் விரியலாக்கப்படும். விரியலாக்கியின் உச்ச வலு நயத்தின் அரையளவு விரியலாக்கத்துடன் விரியலாக்கக் கூடிய மீறன் வீச்சானது விரியலாக்கியின் பட்டை அகலம் எனப்படுகின்றது. உதாரணமாக சிறந்த கேஸ்திமன் மீறன் விரியலாக்கியொன்றின் (AF Amplifier) பட்டை அகலம் $20\text{H}_2 - 20,000\text{H}_2$ (-3dB இன்கீழ்) ஆகும்போது அது முழுக் கேள் மீறன் வீச்சுக்கும் உணர்தன்மை காட்டும். இவ்வாறான விரியலாக்கி Hi-Fi விரியலாக்கி High Fidelity Amplifier எனப்படும். விரியலாக்கியின் தொகுதியொன்று Hi-Fi ஆவதற்கெனின் விரியலாக்கியின் பட்டை அகல அவ்வாறாக அமைவது மாத்திரம் போதுமானதல்ல. இலகு விரியலாக்கியின், பெய்ப்புக்கும் (நுணுக்குப்பன்னி, பெட்டிகைப் புகைப்படக் கருவி (Cassette Player...) போன்றவற்றுக்கும்) அதனுடன் தொடர்புடைய ஒலிபெருக்கிக்கும் அப்பட்டை அகலம் இருத்தல் வேண்டும்.

2.12 BJT இளையும் FET இளையும் ஒப்பிடுதல்

BJT	FET
<ol style="list-style-type: none"> 1. இருமை முனைவுக்கூறு (n, p) 2. ஓட்டம் (I_B) மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படும் 3. பெய்ப்பு (Input) தடை சிறியது. (ஒருசில $k\Omega$ கள்) 4. பெரிய பயப்பு ஓட்டங்களின் (I_C) போது நேர் வெப்பநிலைக் குணகத்தைக் காட்டும். 5. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது ஓட்டம் அதிகரிப்பதால் வெப்ப உறுதியின்மை ஏற்படும். 6. சிறுபாண்மைக் காவிகள் ஒன்றுசேரும் விளைவு காரணமாக குறைந்த வேகமும் குறைவான துண்டிப்பு மீடறனும் உண்டு. 7. இரைச்சல் (Noise) உயர்வாதாகையால், சிறிய வீச்சம்கொண்ட சமிக்ஞைகளை விரயலாக்குவதற்குப் பெருத்தமளனதல்ல. 8. அளவிற் பெரிதாகையால் IC களில் புகுத்துவதற்காக அதிக இடவசதி தேவை. 9. பெய்ப்புத் தடை சிறியதாகையால், அளவீட்டு உபகரணங்களின் பெய்ப்புச் சுற்றுக்களில் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ஒரு முனைவுக் கூறு (n, p) 2. அழுத்தத்தின் (V_G) மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படும். 3. பெய்ப்புத்தடை சார்பளவில் பெரியது (ஒருசில $M\Omega$ கள்) 4. பெரிய பயப்பு ஓட்டங்களின் (I_D) போது மறை வெப்பநிலைக் குணகத்தைக் காட்டும் ∴ வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது ஓட்டம் குறைவடைவதால் வெப்ப உறுதியின்மை ஏற்படுவது நடுக்கப்படும். 5. சிறுபாண்மைக் காவிகளின் விளைவு இல்லையாகையால் உயர் கதியும் உயர் துண்டிப்பு மீடறனும் உண்டு. 6. இரைச்சல் (Noise) குறைவான நாகையால், குறைவான வீச்சம்கொண்ட சமிக்ஞைகளை விரயலாக்கப் பயன்படும். 7. BJT இற்குச் சார்பாக அளவிற் சிறியதாகையால், IC களில் புகுத்துவது இலகுவானது. 8. பெய்ப்புத் தடை மிகப் பெரியதாகையால் அளவீட்டு உபகரணங்களில் (Multimeter-பன்மானிகளில்) பெய்ப்புச் சுற்றுக்களில் பயன்படுத்தப்படும்.

2.12.2 BJT, FET விரியலாக்கிகளின் இயல்புகள்

விரியலாக்கியின் இயல்பு	BJT பொதுக்காவி	FET பொது முதல்
1. ஓட்டநயம்	உயர்வானது (200)	மிக உயர்வானது (20,000)
2. வோல்ட்நளவு நயம்	நடுத்தரமானது (40)	நடுத்தரமானது (40)
3. வலு நயம்	உயர்வானது (8000)	மிக உயர்வானது (800,000)
4. பெய்ப்புத் தடை	நடுத்தரமானது (2500 Ω)	மிக உயர்வானது (1 MΩ)
5. பய்ப்புத் தடை	நடுத்தரமானது(20 kΩ)	நடுத்தர உயர்வானது(50 MΩ)
6. பய்ப்பு அழுத்தச் சமிக்ஞைக் கலை வேறுபாடு	180°	180°
7. பய்ப்பு ஓட்டச் சமிக்ஞையின் கலை வேறுபாடு	0°	0°
8. பய்ப்பின் பட்டை அகலம்	உயர்வானது	உயர்வானது
9. பயன்பாடு	AF, RF பொது விரியலாக்கிகள்	AF, RF பொது விரியலாக்கிகள்

மேற்படி தரவுகளின்படி, பெரும்பாலான கருமங்களுக்காக, பொதுக்காவி BJT பொருத்தமானது என்பது தெரிகின்றது. இவ்வகை விரியலாக்கிகள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றமைக்கான காரணம் அதுவாகும். V.H.F/U.H.F விரியலாக்கிச் சுற்றுக்களுக்காக BJT பொது அடி உருவமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. (தொலைக்காட்சி (TV), ரேடியோ முன்விரியலாக்கிகளில்). FET விரியலாக்கிகளின் பொது முதல் (Common Source) விரியலாக்கி மாத்திரமே இங்கு தரப்பட்டுள்ளது "சீல இயல்புகளைப் பொறுத்தமட்டில் அது மிக உயர்வான நிலையில் உள்ளது என்பது தெரிகின்றது.

மேல் தரப்பட்ட தரவுகளை கவனத்தில் எடுத்து தேவையான திரான்சிற்றரை, திரான்சிற்றரின் தொழிற்பாட்டின் தேவைக்கேற்ப தெரிவுசெய்யப்படும். உதாரணம் உயர் பெய்ப்புத் தடையுடைய திரான்சிற்றரை தெரிவு செய்யவேண்டும். JFET தெளிவாக அமையும். தற்போது BJT பரவலாக பாவிக்கப்படுகிறது. ஏனெனில் இது கடைகளில் இலகுவாக கிடைப்பது. அத்துடன் மலிவானது. எனினும் FET இன் நல்ல இயல்பு காரணமாக படிப்படியாக BJT இற்கு பதிலாக பிரதீயீடு செய்யப்பட்டு வருகிறது.

தற்புது FET இல் பரவலாக பயன்படுத்தும் வகை MOSFET (Metal oxide Semiconductor Field Effect Transistor) உலுாக ஓக்சைட் குறைக்கடத்தி புல விளைவு திராள்சிற்தர் ஆகும். JFET இற்கும் MOSFET இற்கும் இடையிலுள்ள பிரதான வேறுபாடு என்னவெனில் MOSFET இல் ஡ெல்லிய உலுாக ஓக்சைட் (SiO_2) படை படலைக்கும் எஞ்சிய பகுதிக்கும் இடையில் காணப்படுவதாகும். உலுாக ஓக்சைட் படை ஒரு காவலியாதலால் இதன் பெய்ப்புத்தடை உயர்வானது $10^3\text{m}\Omega$ இல் இது JFET இன் பெய்ப்புத் தடையிலும் 10^5 ஡டங்கு உயர்வானது.

எனவே செயன்முறையில் MOSFET இல் I_c பூச்சியம் என எடுக்கலாம். இதன் விளைவு quiescent current (பெய்ப்பு சைகை பூச்சியமாக உள்ளபுது சுற்றி பாயும் வட்டமாகும்) ஆனது MOSFET பயன்படுத்தி உருவாக்கும் விரியலாக்கியில் ஡ிகவும் குறைவானது இதனால் இது ஡ிகவும் திறனுடையது.

JFET யை தவிர FET இனது பாடப்பரப்பில் வேறு வகைகள் உள்ளடக்கப்படவில்லை ஆனாலும் ஡ேலதிக அறிவிற்காக ஡ேற்கொள்ளப்பட்டவை தரப்பட்டன.

முன்னாய் அந்நியாயம்

தொகையீடுத் கற்றுக்கள் (Integrated Circuits - IC)

1. அறிமுகம்

இலத்திரனியல் கற்றொன்று வெருந்தொகையான இலத்திரனியல் கறுகளைக் (components) கொன்றிருக்க இடமுண்டு. ஒவ்வொரு களையும் தனித்தனியே எடுத்து அவற்றைத் தொகுத்துக் கற்றை ஒருங்கு சேர்ப்பதற்கு கனிசமான அளவு தேரத்தைச் செலவிட தேரிடும்.

கறுகளின் அளவு அதிகரிக்கும் அளவுக்கு இவ்வாறு செல்வாகும் தேரமும் அதிகரிப்பதோடு, அக்கறுகளைத் தாயிப்பதற்கு அதிக இடவசதியும் தேவைப்படும். இந்த இடப்பாடுகளைத் தவிர்த்து கற்றை ஏறத்தாழ முழுமையாகச் சிறிய சிலிக்கன் துணுகு (chip) ஒன்றினுள்ளே உருவாக்கக்கடிய தொழினுட்ப முறையொன்று முதன்முதலாக 1960இல் பயன்பாட்டுக்கு வந்தது. தற்காலத்தில் வெருவளவுக்கு விருத்தியடைந்துள்ள அம்வாறான கற்றுச் துணுகுகள் தொகையீடுத் கற்றுக்கள் (Integrated Circuits - IC) என அழைக்கப்படும்.

தொகையீடுத் கற்றொன்றினுள் இருவாயிகள், திராள்சிறற்கள் சில தடையிகள் மற்றும் கொள்ளறவிகள் உள்ளடக்கலாம். அதனுள் மிகச்சிறிய அளவுடையதாக உள்ளடக்க முடியாத வெரிய தடையிகளையும் வெரிய கொள்ளறிகளையும் வெளிப்புறத்தே தொடுப்பதற்காகவும் வெய்ப்பு, பயப்புகளைத் தொடுப்பதற்காகவும் தேவையான முடிவிடங்கள் கற்றிலிருந்து வெளியே துருத்தப்பட்டுள்ளன. தொகையீடுத் கற்றுக்கள் சிலவற்றில் புறத்தோற்றம் சீழே உருவில் உரு 3.1 தரப்பட்டுள்ளது. அவற்றுள் ஒரு உருவில் உட்புறத்தோற்றமும் காட்டப்பட்டுள்ளது.



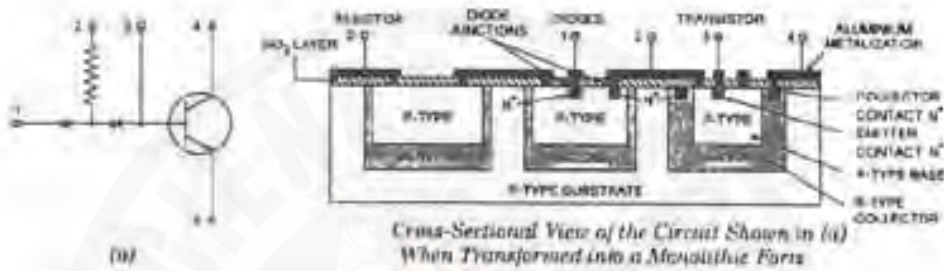
உரு 3.1

மூன்று முடிவிடங்களைக் கொண்ட தொடுகையீடுத் கற்றுக்களும் தாற்றுக்கு மேற்பட்ட முடிவிடங்களைக் கொண்ட தொகையீடுத் கற்றுகளும் பயன்பாட்டில் உள்ளன. தற்கால கணினிகளில் பயன்படும் நுண்முறை வழியாக்கியானது (microprocessor) ஒரு மில்லியனுக்கும் மேற்பட்ட திராள்சிறற்களைக்கொண்ட வெருந்தொகையான முடிவிடங்களைக்கொண்ட ஒரு தொடுகையீடுத் கற்று ஆகும். அவ்வாறானதொன்றின் தோற்றம் சீழே உரு 3.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு. 3.2

மிக்ரோசீரிய சிலிகனில் சில்லொன்றில் சுற்றொன்று உருவாக்கப்பட்டுள்ள விதம் பற்றிய கருத்தை பின்வரும் விளக்கப்படத்தில் மூலம் உரு. 3.3) நீங்கள் பெறலாம்.



உரு. 3.3

3.2 தொகையீடுகற்றறு அளவிடையாக்கம்

தொகையீடுக் சுற்றுச் சில்லொன்றின் (Chip) அடங்கியுள்ள கருவிகளின் எண்ணிக்கைப்படி அவை பின்வருமாறு அளவிடையாக்கம் (scaling) செய்யப்படும்:

சுற்றுச் சில்லில் உள்ள கருவிகளின் எண்ணிக்கை	தொகையீடல் அளவிடை
100 இலும் குறைய	சிறுளவு அளவிடைத்தொகையீடல் (Small Scale Integration - SSI)
100 இற்கும் 1000 இற்கும் இடையிட்ட	நடுத்தா அளவு அளவிடைத் தொகையீடல் (Medium Scale Integration - MSI)
1000 இற்கும் 10000 இற்கும் இடையிட்ட	பேரளவு அளவிடைத்தொகையீடல் (Large Scale Integration - LSI)
10000 இற்கு மேற்பட்ட	அதி பேரளவு அளவிடைத்தொகையீடல் (Very Large Scale Integration - VLSI)

தொகையீடுக் சுற்றுக்களைப் பயன்படுத்துவதில் அனுகூலங்கள்

பெருந்தொகையான கருவிகளைக்கொண்ட சுற்றொன்று, தொகையீடுக் சுற்றாக இருக்குமிடத்து, அதனைப்பொருத்துவதற்கு மிகமிகக் குறைவான இடவசதியே தேவைப்படுகின்றமை ஏற் அனுகூலமாகும். மேலும் தொகையீடுக் சுற்றுக்கள் இலேசானவையாக இருத்தல், மலிவானதாக இருத்தல், தொழிற்பாட்டின் நம்பகத்தன்மை உயர்வானதாக இருத்தல் போன்றவற்றையும் தொகையீடுக் சுற்றுக்களைப் பயன்படுத்துவதால் கிடைக்கும் அனுகூலங்களைக் குறிப்பிடலாம்.

உயர் தடையிடுத்மாணங்களைக் கொண்ட தடையிடுதையும் உயர் தொள்ளளவுப் பெறுமாணங்களைக்கொண்ட தொள்ளளவிகளையும் தொகையிடுத் கற்றுக்களில் உள்ளடக்குவது தொடர்பான வரையறைகள் (அவற்றைத் தொடுப்பதற்கு அதிக துடவசதி தேவைப்படுகின்றமை) நிலையாற்றிகல் (Transformer) தூண்டிகள் (கருள்கள்) போன்றவற்றை உள்ளடக்க முடியாமல் போன்றவற்றை தொகையிடுத் கற்று உற்பத்தியிடுதபோது எதிர்நோக்கப்படும் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளாக குறிப்பிடலாம்.

தொகையிடுத் கற்றுக்களில் முடிவிடங்களுக்குக் எண்ணிடல்

ஏற்கனவே குறிப்பிடப்பட்டதற்கிணங்க ழுற உய்கரணங்களைத் தொடுப்பதற்காகத் தொகையிடுத் கற்றுக்களில் முடிவிடங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அம்முடிவிடங்கள் எண்ணிடப்பட்ட ஒழுங்கு கீழே நம்பப்பட்டுள்ளது.



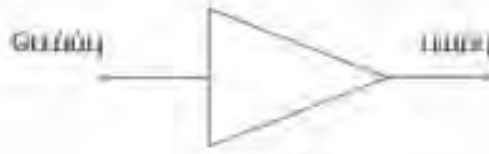
உரு: 3.5

மேலே உருவில் காட்டியுள்ளவாறாகத் தொகையிடுத் கற்றின் மேற்பரப்பை பார்க்கும்போது அதன் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு வெட்டு (notch) துடப்பட்டிருள்ளது. பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் அதன் அருகே சிறிய தற்றுக்குறியிடொன்றும் துடப்பட்டிருள்ளது.

அவ்வெட்டு உக்களது துடது ழுறமாக அமைப்பளறு தொகையிடுத் கற்றை வைத்திருக்கும்போது அவ்வெட்டுக்கு அருகே துடதுகோடியில் கீழே முடிவிட துட.1 உடம் அதற்கு அணித்தாக வலது ழுறத்தே முடிவிட துட.2 உடம் என்றவாறு முடிவிடங்களும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறாக வலதுபுறக் கோடியில் உள்ள குறிப்பிடு 8 எணின் அதற்கு மேலாக வலது கோடியில் உள்ள முடிவிட துட.9 ஆகும். (துடவை வெட்டு துடப்பட்ட துடத்திலிருந்து அருகே கீழே உள்ள முடிவிடத்திலிருந்து துடஞ்சுழியாக முடிவிடங்களுக்குக் குறிப்பிடு துடப்பட்டுள்ளதாகக் கொள்ளலாம்) துட கீழே உரு:3.4 துடல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

3.5 செய்பணி / செயற்பாட்டு விரியலாக்கி

விரியலாக்கி கற்றுக்கள் தொடர்பாக ஏற்கனவே திராள்சிற்புகள் எணும் பததியில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. விரியலாக்கிபோன்று கொண்டிருக்க வேண்டிய முக்கியமான துடயல்புகள் நன்கு வெளிப்படும் வகையில் தொகையிடுத் கற்றுக்களாக உற்பத்தி செய்ப்பட்டுள்ள ஒருவகை விரியலாக்கியே செயற்பாட்டு விரியலாக்கிகள் எனலாம். அது கொண்டிருள் சிறப்பான விரியலாக்க துடயல்புகள் காரணமாக, அதனை கட்டல், கழித்தல், பெருக்குதல் போன்ற பல்வேறு கணிதச் செய்கைகளைச் (Mathematical Operations) செய்வதற்காகப் பயன்படுத்த முடிகின்றது. எனவே துட விரியலாக்கிகளைக் குறிப்பதற்காக செயற்பாட்டு விரியலாக்கிகள் (Operational Amplifiers) எனும் பெயர் துடப்பட்டிருள்ளது.



உரு 3.5

சாதாரணமான ஒரு விரியலாக்கியில் ஒரு பெய்ப்பு மட்டுமே உண்டு. அப்பெய்ப்பு வழங்கப்படும் சமீக்கை விரியலாக்கிய பின்னர் அது பயப்புக்கு வழங்கப்படும். அவ்வாறான ஒரு விரியலாக்கியை உரு:3.5 இல் தரப்பட்டுள்ள குறியீட்டினால் காட்டலாம். செயற்பாட்டு விரியலாக்கியில் இரண்டு பெய்ப்பு முடிவிடங்கள் இருப்பது அதன் சிறப்பியல்பாகும். அன்றாள் ஒரு பெய்ப்பு நேர் (+) பெய்ப்பு எனவும் மற்றைய பெய்ப்பு மறை (-) பெய்ப்பு எனவும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் புறத்தோற்றமும் சுற்றக்குறியீடும் கீழே உரு:3.6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



உரு 3.6

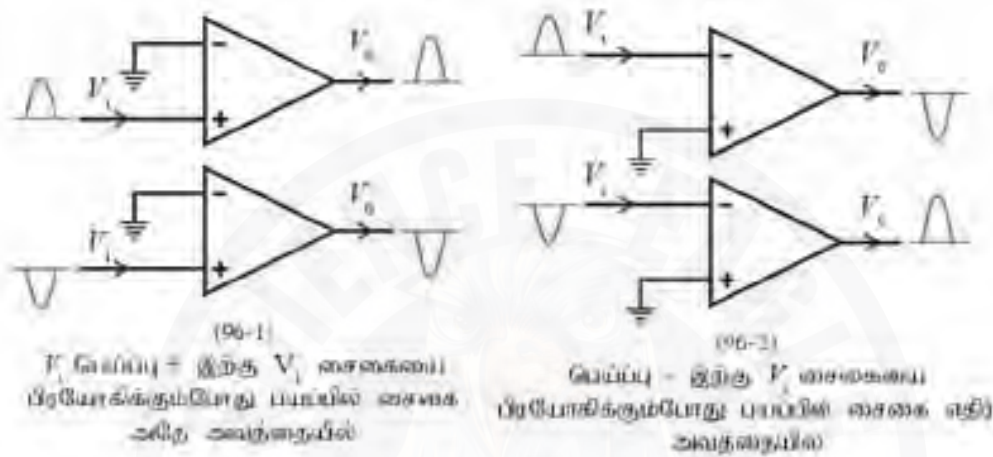
V_+ பெய்ப்பு என்பது அதற்கு வழங்கப்படும் + அல்லது - போலற்றளவுப் பெய்ப்பை நேர்மாதற்றல் இன்றி (அவத்தை வேறுபாடு இன்றி - ஒரே அவத்தையில்) பயப்பாகத் தரும் பெய்ப்பாகும்.

V_- பெய்ப்பு என்பது அதற்கு வழங்கப்படும் + அல்லது - போலற்றளவுப் பெய்ப்பை நேர்மாதற்றலுடன் (180° அவத்தை வேறுபாட்டுடன், எதிர் அவத்தையில்) பயப்பாகத் தரும் பெய்ப்பாகும்.

கீழே உரு:3.7 இல் தரப்பட்டுள்ள பெய்ப்பு மற்றும் பயப்புச் சமீக்கைகளை ஒப்பீட்டுப் பார்ப்பதன் மூலம் இதனை நீளக்கவிக்கொண்டனவாம்.

விசை குறியீடு

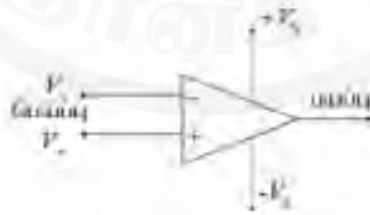
கிரே உரு.3.7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறான பயப்பு வோல்ட்றளவு கிடைப்பதற்கெனின், பெய்ப்புச் சமிக்ஞையின் (V_i) வோல்ட்றளவு மிகச்சிறியதாக ($V_i < 50\mu V$ மட்டில்) இருத்தல் வேண்டும். அவ்வாறான மிகச்சிறிய பெய்ப்பு வோல்ட்றளவுகள் செயன்முறையில் இல்லைபெனினும் $V_i +$ பெய்ப்புக்கும் $V_i -$ பெய்ப்புக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டைக் காட்டுவதற்காக மாற்றிம் இது முன்வைக்கப்பட்டுள்ளது என்பன கவனத்திற்கொள்ளுங்கள். இது தொடர்பான மேலதிக விளக்கம் பின்னர் முன்வைக்கப்படும்.



உரு. 3.7

திறந்த தடச் சந்தர்ப்பம்

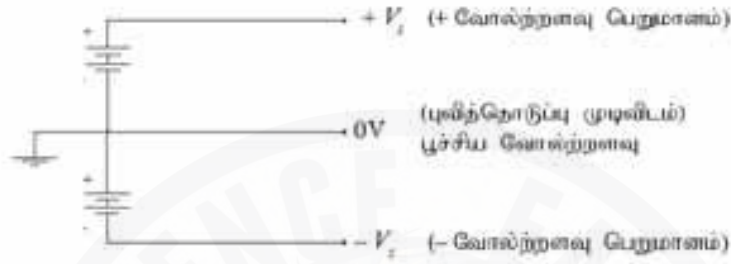
தொகையிடுஞ் சுற்றொன்றினை, அதன் புறத் தடங்கள் (பயப்பின் ஒரு பகுதியை மீண்டும் பெய்ப்பின் பால் வழிப்படுத்தும் வகையில் அமைத்த) ஏதனையும் பயன்படுத்தாது அது இருக்கும் நிலையிலேயே பயன்படுத்துதலே திறந்த தடச் சந்தர்ப்பமாகும். (புறச்சுற்றுத் தடம் ஏன் தேவை என்பது பின்னர் விவரிக்கப்படும்,



உரு. 3.7

செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றுக்கு அதன் $+V_s$ மற்றும் $-V_s$ முடிவிடங்களின் வழியே மின்னை வழங்கும்போது அது ! அல்லது - என்றவாறான இரட்டை வோல்ட்றளவு வழங்கலொன்றைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். புவித்தொடுப்பு (பூச்சிய அழுத்த) முடிவிடமொன்றும், பொதுவானதாகக் காணப்படும். இரண்டை மின் வழங்கலின் \pm முடிவிடமும் - முடிவிடமும் முறையே செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் $+V_s$ மற்றும் $-V_s$ எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ள முடிவிடங்களுடன் தொடரக்கப்படும். செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றுக்கு

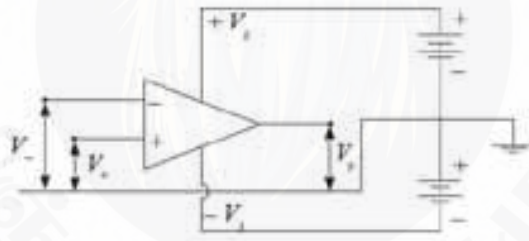
வழங்கப்படும் பெய்ப்பை V_+ பெய்ப்பு முடிவிடத்துக்கு அல்லது V_- முடிவிடத்துக்கு வழிப்படுத்துவதால் பெய்ப்பை நேர்மாற்றல் இன்றி அல்லது நேர்மாற்றலுடன் பெறலாம். அதற்கமைய பயப்பானது புவித்தொடுப்பு முடிவிடத்துக்குச் சார்பாக + வோல்ட்ற்றுப் பெறுமானங்களின் போதும் - வோல்ட்ற்றளவு பெறுமானங்களின்பாலும் சமச்சீராக இருப்பது அவசியமாகும். எனவே வழங்கலானது புவித்தொடுப்பு முடிவிடத்துக்குச் சார்பான $+V_+$ மற்றும் $-V_-$ என்றவாறாகச் சமச்சீரான இரட்டை மின்வழங்கலாக இருத்தல் வேண்டும். மின்கலங்களைப் பயன்படுத்தி அவ்வாறான இரட்டை மின் வழங்கலொன்றை எவ்வாறு பெறலாம் என்பது கீழே உரு:3.9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு: 3.9

3.5.2 திறந்த நடச் சந்தர்ப்பத்தின் சிறப்பியல்புகள்

பின்வரும் சுற்றைக் கருதுங்கள்.



உரு: 3.10

- பெய்ப்புக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள V_- வோல்ட்ற்றளவானது நேர்மாற்றல் பெய்ப்பு எனப்படும் + பெய்ப்புக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள V_+ வோல்ட்ற்றளவானது நேர்மாற்றல் இல்லாத பெய்ப்பு எனப்படும்.

V_+ மற்றும் V_- பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவுகளுக்கு இடையிலான வித்தியாசம் (வேறுபாடு) வித்தியாசம் பெய்ப்பு எனப்படும். அதாவது வித்தியாசம் பெய்ப்பு $= V_+ - V_-$

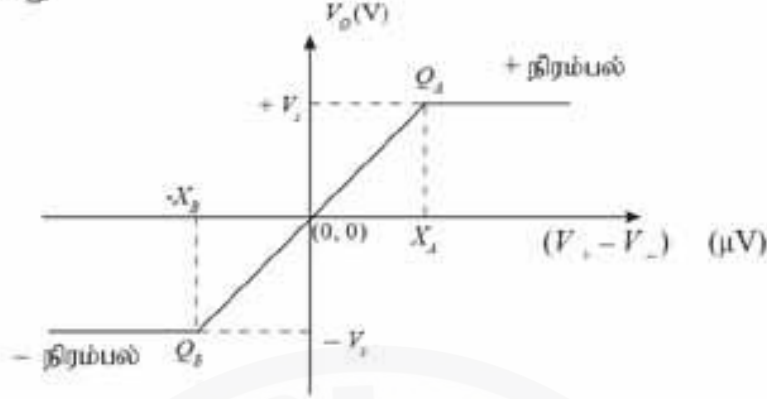
செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றினால் உண்மையில் இந்த வித்தியாசம் பெய்ப்பே விரியலாக்கப்படுகின்றது.

V_o எனக் குறிப்பிடப்பட்டிருப்பது பயப்பு ஆகும்.

வித்தியாசம் பெய்ப்புக்கும் பயப்புக்கும் இடையே மின்வரும் தொடர்பு காணப்படுகின்றது.

$V_o = A_o (V_+ - V_-)$ இங்கு A_o என்பது செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் திறந்த நடச் சந்தர்ப்பத்தில் உள்ள வோல்ட்ற்றளவு நயம் ஆகும்.

திறந்த நட்ச சந்தர்ப்பத்தில் செயற்பாட்டு விரியலாக்கிக்காக ($V_+ - V_-$) வித்தியாச பெய்வு மற்றும் V_o பய்ப்புக்கும் இடையேயான சிறப்பியல்பு வளையி உரு 3.11 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது



உரு 3.11

இந்த வளையியிலிருந்து பெறக்கூடிய தகவல்களையும் கருதுவதன் மூலம் செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்று தொடர்பாகப் பின்வருவனவற்றை முன்வைக்கலாம்.

- (1) ($V_+ - V_-$) வித்தியாசம் பெய்வு + ஆக உள்ளபோது (அதாவது $V_+ > |V_-|$ ஆகும்போது) வரையில் X_1 எனக் காட்டப்பட்டுள்ள அதன் யாதேனும் பெறுமானத்தின்போது பய்ப்பு வோல்ற்றளவு (V_o) மாறாத நேர்ப்பெறுமானமொன்றைப் பெறும். அந்த மாறாத நேர்ப்பெறுமானம் பெரும்பாலும் $+V_s$ பெறுமானத்துக்கு அதாவது வழங்கல் வோல்ற்றளவின் + பெறுமானத்துக்குக் கிட்டியதாகும். இச்சந்தர்ப்பம் "நேர் நிரம்பல் சந்தர்ப்பம்" எனப்படும். வரையில் Q_1 இற்கு வலதுபுறத்தே உள்ள பிரதேசம் நேர் நிரம்பல் பிரதேசம் ஆகும்.
- (2) ($V_+ - V_-$) வித்தியாசம் பெய்ப்பானது - ஆக உள்ளபோது அதாவது $|V_-| > V_+$ ஆகும்போது $-X_2$ இனால் காட்டப்பட்டுள்ளன. அதன் யாதேனும் குறித்த பெறுமானத்தின்போது (இப்பெறுமானம் $|X_2| = X_1$ ஆகுமாறு) பய்ப்பு வோல்ற்றளவு (V_o) மாறா மறைப்பெறுமானமொன்றினை அடையும். அந்த மாறாத மறைப்பெறுமானம் பெரும்பாலும் $-V_s$ பெறுமானத்தை அதாவது வழங்கல் வோல்ற்றளவின் - பெறுமானத்துக்குச் சமமாகும். இச்சந்தர்ப்பமானது "மறை நிரம்பல் சந்தர்ப்பம்" எனப்படும். வரையில் Q_2 இற்கு இடது புறத்தே உள்ள பிரதேசம் மறை நிரம்பல் பிரதேசம் ஆகும்.
- (3) X_1 மற்றும் X_2 இல் உள்ள வோல்ற்றளவின் பருமன் மிகச்சிறியது ($100 \mu V$ மட்டில்) ஆகும். அதாவது வித்தியாசப் பெய்ப்பின் மிகச்சிறிய பெறுமானத்தில் கூட செயற்பாட்டு விரியலாக்கி நிரம்பல் நிலையை அடையும். அதற்கமைய செயற்பாட்டு விரியலாக்கியில் மிகச் சிறிய வீச்சொன்றில் ($-X_2$ தொடக்கம் $+X_1$ வரையில்) மாத்திரமே பெய்ப்பின்படி பய்ப்பு ஏகபரிமாணமாக மாறும் என்பது தெறிவாகின்றது.

எனவே திறந்த தட செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்று மிகச்சிறிய பெய்ப்பு வோல்ற்றளவு வீச்சில் மாத்திரமே விரியலாக்கியாகத் தொழிற்படும். இது இங்கு பெய்ப்பு ஆனது பயப்பிடன் ஏகபரிமாணமாக மாறும் இடத்திலாகும். அந்த ஏகபரிமாண மாறல் காணப்படும் O_2 தொடக்கம் O_2 வரையிலான பிரதேச ஏகபரிமாண பிரதேசம் எனப்படும்.

$$V_o = A_o (V_+ - V_-) \text{ இணைக் கருதுவதால்}$$

$$(V_+ - V_-) = \frac{V_o}{A_o}$$

அதற்கமைய

V_o இனது நிரம்பற் பெறுமானம் கிடைப்பதற்குத் தேவையான $(V_+ - V_-)$ பெறுமானம் A_o (திறந்த தட வோல்ற்றளவு நயம்) இன் மீது தங்கியுள்ளது. A_o உயர்வான செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றுக்காக அந்த $(V_+ - V_-)$ பெறுமானம் குறைவானதாகும். அதாவது செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் திறந்த தட வோல்ற்றளவு நயம் அதிகரிக்கும் அளவுக்கு அதன் ஏகபரிமாண பிரதேசம் மேலும் குறையும். இதனை விளக்கிக்கொள்வதற்கும் பின்வரும் உதாரணம் துணையாகும்.

$\pm 15 V$ இரட்டை மின்வழங்கலின் கீழ்த் தொழிற்படும் திறந்த தட வோல்ற்றளவு நயம் 10^5 ஐக் கொண்ட செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றைக் கருதுக.

$$V_o = A_o (V_+ - V_-)$$

நிரம்பல் நிலையில் $V_o = V_s$ ஆகும்.

$$\therefore V_s = A_o (V_+ - V_-)$$

$$\therefore (V_+ - V_-) = \frac{V_s}{A_o}$$

$$= \frac{\pm 15}{10^5}$$

$$= \pm 150 \mu V$$

\therefore ஏகபரிமாண பிரதேசமானது வித்தியாசம் பெய்ப்பின் $-150 \mu V$ தொடக்கம் $+150 \mu V$ வரையிலான மிகக் குறுகிய பிரதேசத்துக்கு வரையறைப்பட்டதாகும்.

செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் திறந்த தட வோல்ற்றளவு நயம் 10^6 ஆயின், அப்போது

$$V_+ - V_- = \frac{V_s}{A_o}$$

$$= \frac{\pm 15}{10^6}$$

$$= \pm 15 \mu V$$

இங்கு ஏகபரிமாண பிரதேசம் வித்தியாசம் பெய்ப்பின் $-15 \mu V$ தொடக்கம் $+15 \mu V$ வரையிலான மிகக் குறுகிய பிரதேசத்துக்கு வரையறைப்பட்டதாகும்.

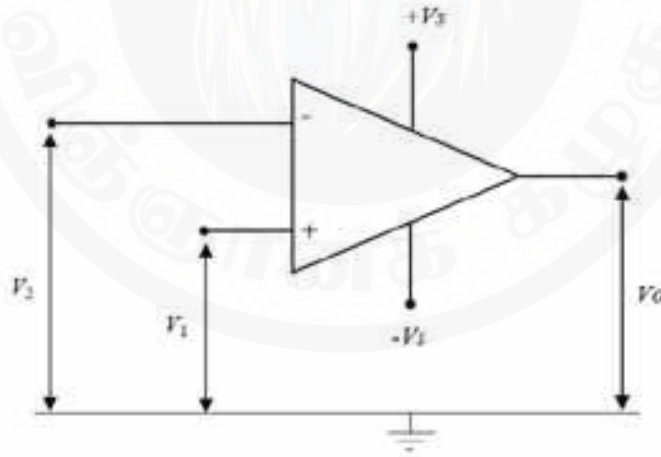
3.5.3 செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றின் சிறப்பான இயல்புகள்

செயற்பாட்டு விரியலாக்கி பின்வரும் சிறப்பான இயல்புகளைக் கொண்டவையாகும்.

1. திறந்த தட வோல்ட்ற்றளவு நயம் மிகப் பெரியதாக இருத்தல்: இலட்சிய நிபந்தனைகளின் கீழ் அது முடிவிலியாதல் வேண்டும் எனினும் செய்முறை விரியலாக்கிகளில் இந்த வோல்ட்ற்றளவு நயம் 10^5 மட்டிலானது.
2. பெய்ப்புத் தடை மிகப்பெரியதாக இருத்தல்: இலட்சிய நிபந்தனைகளின் கீழ் அது முடிவிலியாதல் வேண்டும், எனினும் செயன்முறையில் இத்தடை $10^6 \Omega$ தொடக்கம் $10^{12} \Omega$ வரையிலானது. இந்த இயல்பு காரணமாக பெய்ப்பு முடிவிடங்களின் வழியே சுற்றினால் இழுத்துக்கொள்ளப்படும். மின்னோட்டம் புறக்கணிக்கத்தக்கதாகும். எனவே பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவு மீதான செல்வாக்கு (இழப்பு) இழிவானதாகும்.
3. பயப்பித் தடை மிகச் சிறியதாக இருத்தல்: இலட்சிய நிபந்தனைகளின் கீழ் இது பூச்சியமாக இருத்தல் வேண்டும், எனினும் செய்முறை நிபந்தனைகளின் கீழ் இத்தடை $100 \Omega - 200 \Omega$ மட்டிலானது. இப்பண்பு காரணமாக பயப்பை வெளியே வழங்குவது மிக வினைத்திறமாக (குறைந்த சக்தி இழப்பின்) நிகழும்.

3.5.4 வோல்ட்ற்றளவு ஒப்பாளி (Comparator)

கீழே உரு: 3.12 இல் தரப்பட்டுள்ள செயற்பாட்டு விரியலாக்கியைக் கருதுங்கள்.



உரு: 3.12

இங்கு $V_1 > V_2$ ஆகும்போது வித்தியாசப் பயப்பின் ($V_+ - V_-$) பெறுமானம் + ஆதலால் பயப்பு $+V_3$ (நேர் நிரப்பல்) பெறுமானத்தை அடையும். இதுவே செயன்முறையிலும் நிகழும் அத்துடன் செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் திறந்த தட நிலையில் ஏகபரிமாண பிரதேசம் மிக்க குறுகியதாகும்.

இங்கு $V_1 < V_2$ ஆகும் நிலையில் வித்தியாசப் பயப்பின் ($V_1 - V_2$) பெறுமானம் - ஆவதால் பயப்பு V_s (மறை நிரம்பல்) நிலையை அடையும் செயன்முறையிலும் இதுவே நிகழும் அத்துடன் ஏகபரிமாண பிரதேசம் மிகக் குறுகியதாகும்.

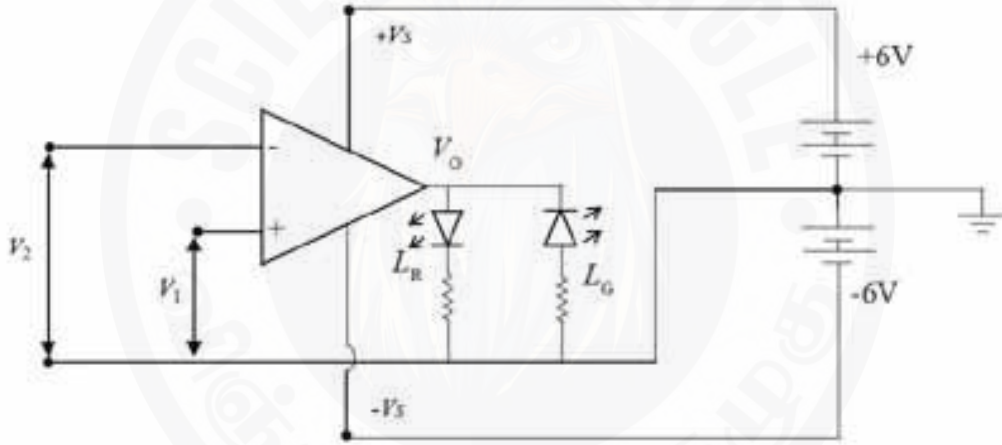
இதற்கமைய பயப்பு வோல்ட்ற்றளவாக வழங்கப்பட்டுள்ள V_1 மற்றும் V_2 இணையும் ஒப்பீட்டு

$V_1 > V_2$ ஆகும்போது $V_o = +V_s$ எனவும்

$V_1 < V_2$ ஆகும்போது $V_o = -V_s$ எனவும்

இரண்டு பயப்பு நிலைகள் வழங்கப்படுகின்றமையால் இந்த செயற்பாட்டு விரியலாக்கிச் சுற்றானது வோல்ட்ற்றளவு ஏகபானியாகத் (Comparator) தொழிற்படுகின்றது.

வோல்ட்ற்றளவு ஒப்பானியாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றின் சுற்றுவரிப்படம் கீழே உரு:3.13 இல் தரப்பட்டுள்ளது. இதற்கு பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவாக V_1, V_2 வழங்கப்படுகிறது.



உரு: 3.13

ஒப்பீட்டு விரியலாக்கி V_1, V_2 ஐ ஒப்பிடும்

$V_1 > V_2$ ஆயின் சிவப்பு LED ஒன்று (L_R) ஒளிரும்

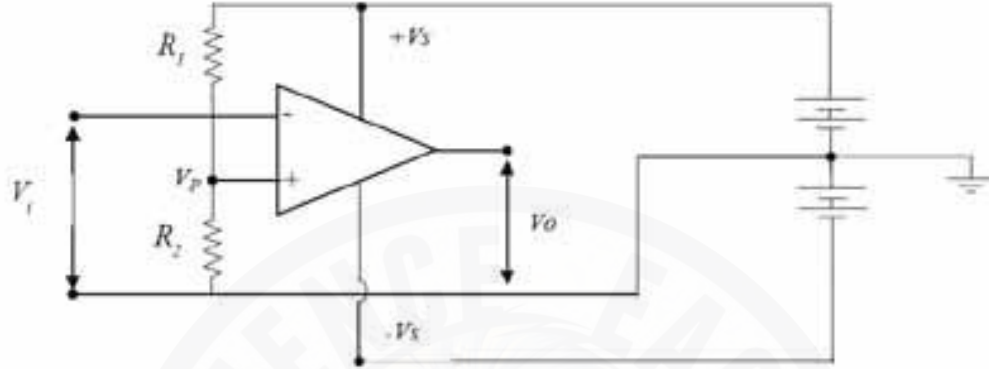
$V_1 < V_2$ ஆயின் பச்சை LED ஒன்று (L_G) ஒளிரும்

$V_1 > V_2$ ஆகும்போது $V_o = +V_s = +6V$ ஆகும். அப்போது L_R முன்முகக்கோடலுற்று அது ஒளிரும். இப்போது L_G பின்முகமாக கோடலிடப்பட்டுள்ளதாகையால் அது ஒளிராது இருக்கும்.

$V_1 < V_2$ ஆகும்போது $V_o = -V_s = -6V$ ஆகும். அப்போது L_G முன்முகக் கோடலுற்று அது ஒளிரும். இப்போது L_R பின்முகமாகக் கோடலிடப்பட்டுள்ளதாகையால் அது ஒளிராது இருக்கும்.

3.5.5 ஆளியாகப் பயன்படல்

ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்ட வோல்ட்ற்றளவு ஒப்பாளியின் ஒரு பெய்ப்பு மாறா வோல்ட்ற்றளவில் வைக்கப்பட்டுள்ளதாயின், மற்றைய பெய்ப்புக்கு வழங்கப்படும் வோல்ட்ற்றளவை முதல் பெய்ப்புக்கு சார்ந்ததாக வைத்து ஒப்பாளியை ஆளியாகுமாறு அமைக்கலாம். அது கீழே உரு.3.14 இல் தரப்பட்டுள்ளது.



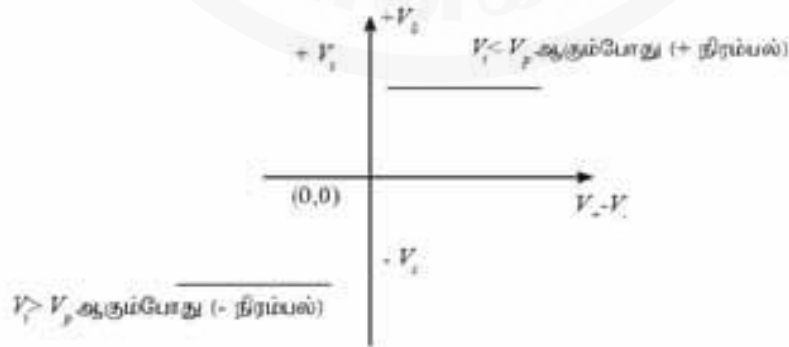
உரு.3.14

இதற்கு மாறாத வோல்ட்ற்றளவொன்று + பெய்ப்பிற்கு வழங்கப்படும் இது எப்படிபெனில் R_1 மற்றும் R_2 தடையகளைக்கொண்ட அழுத்தப் பிரிப்பான் மூலம், யாதேனும் குறித்த வோல்ட்ற்றளவொன்று (V_p) + பெய்ப்புக்கு வழங்கப்படும். அதனை V_p என்று கருதுவோம். இனி - பெய்ப்புக்கு வழங்கப்படும் சார்ந்த அழுத்த வேறுபாடு V_i வோல்ட்ற்றளவுப் பெறுமானத்தின்படி V_o தீர்மானிக்கப்படும்.

$$V_i < V_p \text{ ஆயின் } V_o = +V_s \text{ ஆகும்.}$$

$$V_i > V_p \text{ ஆயின் } V_o = -V_s \text{ ஆகும்.}$$

கீழே தரப்பட்டுள்ள வரைபில் இது காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 3.15



உரு.3.15

இதற்கமைய V_i பெறுமானத்தினால் மீது தீர்மானமாகும் உயர் அல்லது தாழ் வோல்ட்ற்றளவு மட்டமொன்று ($+V_s$ அல்லது $-V_s$) பயப்பாகக் கிடைக்கின்றமையால், இச்சுற்று V_i இனால் செயற்படக்கூடிய ஓர் ஆளியாக மாறியுள்ளது.

யயப்பு + V_s ஆதலை முடிய (ON) நிலை எனவும் யயப்பு - V_s ஆதலை திறந்த (OFF) நிலை எனவும் கொள்ளலாம். இல்லையேல் யயப்பு - V_s ஆதலை முடிய (ON) நிலை எனவும் யயப்பு + V_s ஆதலை திறந்த (OFF) நிலை எனவும் கொள்ளலாம். (நிரம்பல் நிலையில் யயப்பின் பெறுமானம் V_s இற்குக் கிட்டியதாயினும் கூட, செயன்முறையில் அதிலும் சற்றுக் குறைவானதாக இருக்க இடமுண்டு. ஏனெனில் சுற்றிலுள்ள சில கூறுகளிற்கு குறுக்காக சிறிப வேல்ற்றளவு வீழ்ச்சி ஏற்படுவதால்)

V_s வேல்ற்றளவு - பெய்ப்புக்கு வழங்கி, + பெய்ப்புக்கு வழங்கும் V_s வேல்ற்றளவை ஆழியாக செயற்படக்கூடியவாறாகவும் அற்றை அமைத்துக்கொள்ளலாம்.

$$V_s < V_p \text{ ஆகும்போது } V_o = -V_s \text{ என்றவாறும்}$$

$$V_s > V_p \text{ ஆகும்போது } V_o = +V_s \text{ என்றவாறும்}$$

அமையும்.

செயன்முறை விடயங்கள்

தற்போது பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் செயற்பாட்டு விரியலாக்கியாக $\mu A 741$ தொகையீடுத் சுற்றை அறிமுகத் செய்யலாம். அதன் டிராத்தோற்றமும் அதன் ஊசி இணைப்புகள் உள்ள உள்ளமைப்பும் கீழே உரு. 3.16(a) 3.16(b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



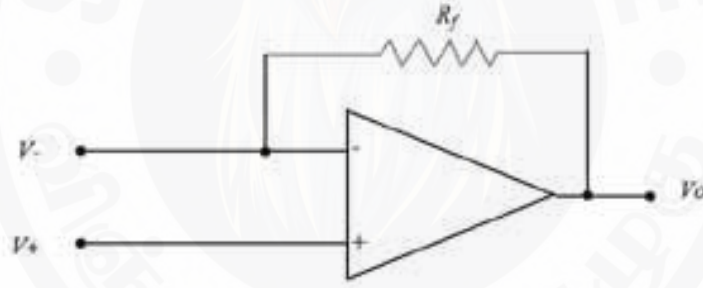
உரு. 3.16

இதன் கீழும் முடிவிடம். சில்லின் சுற்றுகள் தொடுக்கப்படாத ஓர் உயிர்ப்பற்ற முடிவிடமாகும். ஊசிகளின் ஒழுங்குபடுத்துதலின் சமச்சீர்த் தன்மைக்காக மாத்திரமே அது இடப்பட்டுள்ளது. 1 தொடக்கம் 5 வரையிலான முடிவிடங்கள் விசேட சந்தர்ப்பங்களில் செய்யப்படும் அமைப்புகளுக்குக்காகப் பயன்படுத்தப்படுவையாவதோடு, அவை உ.பொ.த உயர்தர மாட்டத்தில் கவனத்திற் கொள்ளப்படுவதில்லை. (செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் பெய்ப்புக்கு எவ்வித வித்தியாசப் பெய்ப்பும் வழங்கப்படாது சந்தர்ப்பத்தில் யயப்பு வேல்ற்றளவென்று ஏற்படலாம். இது விரியலாக்கிச் சுற்றில் உள்ள இலத்திரனியல் கூறுகளின் சமயின்மை காரணமாக ஏற்பட இடமுண்டு.அவ்வாறான ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் 1 மற்றும் 5 ஆகிய முடிவிடங்களுக்கு, வேல்ற்றளவும் பிடிப்பாளினால் பொருத்தமான வேல்ற்றளவை வழங்குவதன் மூலம் யயப்பைச் சரியாகப் பூச்சியமாக்கிக் கொள்ளலாம்.) இத்தத் தொகையீடுத் சுற்றுக்காக, V_s பெறுமானம் $\pm 5V$ இற்கும் $\pm 15V$ இற்கும் இடையிலான வீச்சைக் கொண்டு இரட்டை வேல்ற்றளவு வழங்கலொன்றை வழங்குவது அவசியமாகும். + V_s வேல்ற்றளவை முடிவிடம் 4 இற்கும் வேல்ற்றளவை முடிவிடம் 7 இற்கும் - V_s வழங்குதல் வேண்டும். இங்கு திறந்த வேல்ற்றளவு நயம் 10^5 ஆகும்.

3.5.7 மூடிய தட நிலைகள்

செயற்பாட்டு விரியலாக்கியொன்றினை திறந்த தட நிலையில் பயன்படுத்தும்போது இருக்கும் அதி வோல்ட்ஜை நயம் காரணமாக, அதன் ஏகபரிமாணப் பிரதேசம் மிகவும் குறுகியதாகும். மிகச்சிறிய (μV அளவுள்ள) வோல்ட்ஜைச் சமீக்கையொன்றினால் கூட அது நிரம்பல் நிலையை அடையும். எனவே செயன்முறை விரியலாக்கியாகப் பயன்படுத்தும்போது, செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் இந்த உயர் விரியலாக்கிய் பண்பு குறைத்துக்கொள்ளப்படும். அப்போது அதன் ஏகபரிமாணப் பிரதேசம் விரியும். அதற்காக பயப்பின் ஒரு பகுதி, நேர் மாற்றல் பயப்பின் பால், ஸுத் தடையியொன்றின் மூலம் வழிப்படுத்தப்படும். பயப்பு வோல்ட்ஜைவும், நேர் மாற்றல் பயப்பின் வோல்ட்ஜைவும் ஒன்றுக்கு எதிர் அவத்தையில் உள்ளமையால் இது வோல்ட்ஜை நயத்தை குறைக்கும் இந்த வழிப்படுத்தல் காரணமாக, விரியலாக்கம் குறைவடையுமாறு பயப்புச் சமீக்கையின் ஒரு பகுதியை பெயப்பின்பால் வழிப்படுத்துவது மறை பின்னூட்டல் எனக் கருதப்படும்.

விரியலாக்கியாகப் பயன்படுத்தும்போது இவ்வாறாகப் ஸுத்தடையிகள் இருவதால் மறைப்பின்னூட்டல் வழங்கப்பட்டுள்ள நிலையானது செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் மூடிய தட நிலை எனப்படும். பயப்பைப் பெயப்பின்பால் பொருத்தமான அளவில் வழிப்படுத்துவதற்காகப் பயன்படுத்தும் தடையானது "பின்னூட்டல் தடையி" (Feedback resistor) எனப்படும். பின்வரும் உரு: 3.17 இல் அது R_f எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு: 3.17

3.5.8 பொன்னான விதிகள் (Golden result)

செயற்பாட்டு விரியலாக்கிகள் தொடர்பான கற்றுப் பகுப்பாய்வின்போது பயன்பிக்கவையாக பொன்னான விதிகள் (Golden rules) எனக் குறிப்பிட்டால் இரண்டு விதிகள் உள்ளன.

I. ஏகபரிமாணப் பிரதேசத்தில் செயற்படுத்தும்போது செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் பெய்ப்பு முடிவிடங்களிரண்டுக்கும் குறுக்காக உள்ள அழுத்த வித்தியாசம் பூச்சியம் ஆகும்.

$$\text{அதாவது } (V_+ - V_-) = 0$$

(ஏற்கனவே செய்யப்பட்ட ஒரு கணித்தலின்போது ஏகபரிமாணப் பிரதேசத்தில் இருக்கக் கூடிய $(V_+ - V_-)$ இனது பருமன் $150 \mu V$ இற்கு வரையறைப்பட்டது எனக் கிடைத்தது. இவ்வாறான மிகச் சிறியதொரு வோல்ட்ஜை செயன்முறையில் பூச்சியம் எனக் கருதலாம்.

II. செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் பெய்ப்பு முடிவிடங்களின் ஊடாக உள்ளே பாயும் ஓட்டம் பூச்சியம் ஆகும்.

(செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் பெய்ப்புத் தடை மிக உயர்வானதாகையால், பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவின் கீழ் விரியலாக்கியினால், பெய்ப்பு முடிவிடங்களின் வழியே இழுத்துக்கொள்ளப்படும் ஓட்டம் மிகச் சிறியதாகும். (p. 741 விரியலாக்கிக்காக அது $0.08\mu A$ மட்டிலாகும் செயன்முறையில் இதனைப் பூச்சியம் எனக் கருதலாம்.)

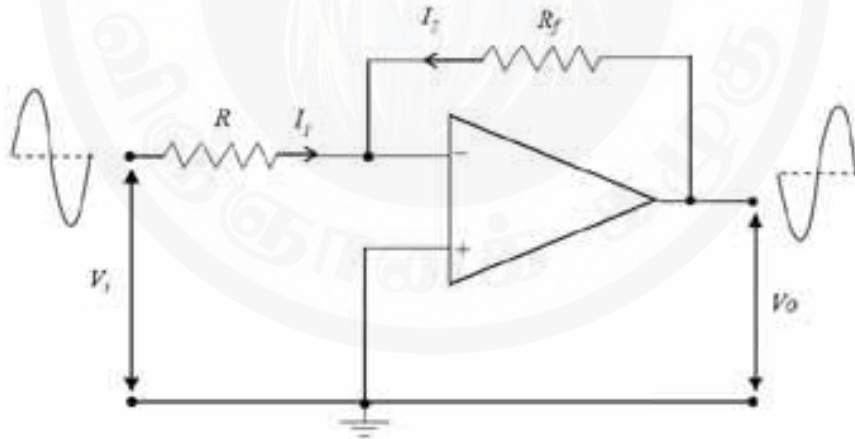
3.5.9 முடிய தடங்கள் இடப்பட்ட செயற்பாட்டு விரியலாக்கிகள்

திறந்த தட நிலையில் செயற்பாட்டு விரியலாக்கியினால் மிகப்பெரிய வோல்ட்ற்றளவு நயம் கிடைக்கும். மறைப் பின்னூட்டலை புற தடங்கள் மூலம் பிரயோகிப்பதால், அந்த வோல்ட்ற்றளவு நயத்தினை முடிவுள்ள பெறுமானத்துக்குக் கொண்டு வரலாம். அப்போது அதன் ஏகபரிமாணப் பிரதேசம் விரிவடைவதால் அதனை செயன்முறை விரியலாக்கிச் சுற்றாகப் பயன்படுத்தலாம். அவ்வாறாக அணமக்கக் கூடிய விரியலாக்கிச் சுற்றுகள் இரண்டு வகைப்படும். அவையாவன:

- (i) நேர் மாறல் விரியலாக்கிகள்
- (ii) நேர் மாறா விரியலாக்கிகள்

3.5.10 நேர்மாறல் விரியலாக்கி

இந்த விரியலாக்கியில் "நேர்மாறல்" என்பதால் கருதப்படுவது பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவானது, பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவுடன் 180° அவத்தை வேறுபாட்டுடன் இருக்கின்றது. அவ்வாறான ஒரு விரியலாக்கியின் சுற்று வரிப்படம் உரு 3.18 தரப்பட்டுள்ளது.



உரு: 3.18

இதன் +பெய்ப்பு முடிவிடம் புவியுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளமையால், அதன் அழுத்தம் (V_-) பூச்சியம் ஆகும். இந்த விரியலாக்கியை ஏகபரிமாண பிரதேசத்தில் பயன்படுத்தும்போது பொள்ளான விதி I இன்படி,

$$(V_+ - V_-) = 0 \text{ ஆகும்.}$$

எனினும் $V_+ = 0$ ஆதலால்

$$V_- = 0 \text{ ஆதல் வேண்டும்.}$$

பூச்சிய வோல்ட்ற்றளவை அடைந்துள்ள இந்தப் பெய்ப்பு முடிவிடம் மாயமான புவித்தொடும்பாக (Virtual earth) கருதப்படுகின்றது.

அப்போது,

$$R \text{ இற்குக் குறுக்காக அழுத்த வித்தியாசம் } R = V_2 = V_1 - V_1 = V_1 - 0 = V_1$$

$$R_f \text{ இற்குக் குறுக்காக அழுத்த வித்தியாசம் } R_f = V_{Rf} = V_2 - V_1 = V_2 - 0 = V_2$$

பெய்ப்பு வோல்ட்ஜனவு (V_1) மூலம் R தடைக்குக் குறுக்காக - பெய்ப்பின்பால் அனுப்பப்படும் ஓட்டம் I_1 உம் பெய்ப்பு வோல்ட்ஜனவு (V_2) மூலம் தடை R_f இற்குக் குறுக்காக - பெய்ப்புக்கு அனுப்பப்படும் ஓட்டம் I_2 உம் எனக் கொள்ளோம்.

பொள்ளான விதி II இன் படி,

- பெய்ப்பினால் இழுத்துக்கொள்ளப்படும் ஓட்டம் பூச்சியமாதலால் கிரக்கோபின் I ஆம் விதியைப் பிரயோகிப்பதால்,

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\therefore \frac{V_1}{R} + \frac{V_{Rf}}{R_f} = 0$$

$$\therefore \frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R_f} = 0$$

$$\frac{V_2}{R_f} = -\frac{V_1}{R}$$

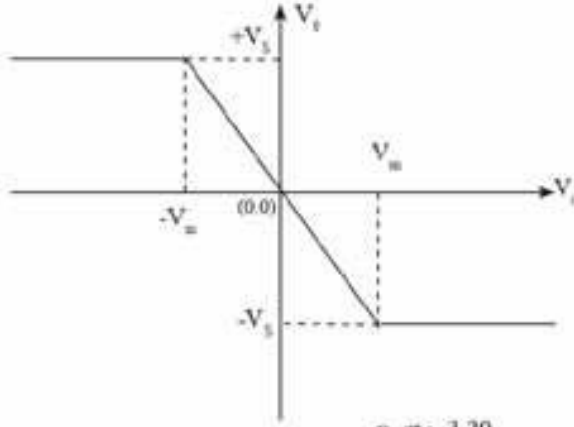
$$\frac{V_2}{V_1} = -\frac{R_f}{R}$$

$\frac{V_2}{V_1}$ என்பது முடிய தடங்கள் இட்டு நேர்மாறல் விரியலாக்கியின் வோல்ட்ஜனவு நயம் ஆகும். அதனை G_r இனால் காட்டுவோம்.

$$\therefore \boxed{G_r = \frac{V_2}{V_1}} \text{ உம் } \boxed{G_r = -\frac{R_f}{R}}$$

G_r இற்கான இக்கோவையில் வலதுபுறத்தே உள்ள - அடையாளத்தினால் பெய்ப்பு வோல்ட்ஜனவானது பெய்ப்பு வோல்ட்ஜனவுடன் 180° அவத்தை வேறுபாட்டில் காணப்படுகின்றமை காட்டப்படுகின்றது. அதாவது பெய்ப்புக்குச் சார்பாக பெய்ப்பு நேர்மாறலுக்கு உள்ளாகியுள்ளது என்பதால் (ஒற்று வரிப்படத்தில் பெய்ப்பு மற்றும் பெய்ப்பு முடிவிடங்களுக்கு அருகே காட்டப்பட்டுள்ள வோல்ட்ஜனவு அலை வடிவங்களை அவதானியங்கள் உரு 3.18)

நேர் மாறும் விரியலாக்கியின் V_1 இற்கும் V_2 இற்கும் இடையிலான சிறப்பியல்பு வளையி உரு 3.19 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு: 3.20

ஒகபரிமாண பிரதேசத்தில்

$$G_v = \frac{V_o}{V_i}$$

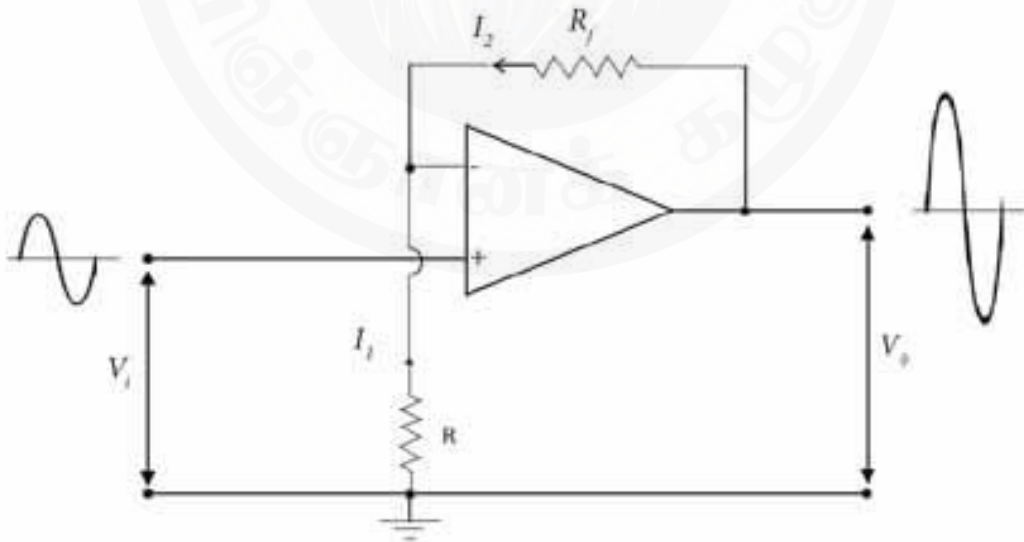
$$\therefore V_o = G_v \cdot V_i$$

(இது நேர் மாறும் விரியலாக்கிக்கு படித்திறன் மறையானது)

பயப்பு வோல்ட்ந்ளவின் V_o பநுமனானது வழங்கல் வோல்ட்ந்ளவின் $(\pm V_s)$ பநுமனை விஞ்சிச் செல்லாது. விரியலாக்கியை ஒகபரிமாண பிரதேசத்தில் செயற்படுத்துவதற்காக பயப்பு வோல்ட்ந்ளவின் (V_i) பநுமன் வரையில் V_m இனால் காட்டப்பட்டுள்ள பநுமனை விஞ்சிச் செல்லாதவாறு வைத்திருத்தல் வேண்டும். அப்பநுமனை விஞ்சிச் சென்றார் பயப்பானது நிரம்பல் நிலையை அடையும். (நிரம்பல் நிலையில் V_o இன் பநுமன் அண்ணளவாக V_s இற்கு சமன் செய்முறையில் இது $0.8 V_s$ ஆகும்)

3.5.11 நேர்மாறா விரியலாக்கி

இந்த விரியலாக்கியில் "நேர்மாறா" என்பதன் கருத்து, பயப்பு வோல்ட்ந்ளவானது பயப்பு வோல்ட்ந்ளவுடன் ஒரே அவத்தையில் இருக்கின்றது என்பதால் அவ்வாறான ஒரு விரியலாக்கியின் சுற்று வரிப்படம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது. உரு 3. 20



உரு: 3.20

இங்கு $V_o = V_i$

ஒகபரிமாணப் பிரதேசத்தில் பயன்படுத்தும்போது,

பொன்னான விதி - I இன்படி,

$$V_+ - V_- = 0$$

$$\therefore V_i - V_- = 0$$

$$\therefore V_- = V_i$$

R_f தடைக்குக் குறுக்காக அழுத்த வித்தியாசம் = $V_{R_f} = V_o - V_- = V_o - V_i$

R தடைக்குக் குறுக்காக அழுத்த வித்தியாசம் = $V_R = V_- - 0 = V_i - 0 = V_i$

பொன்னான விதி II இன்படி பெய்ப்பு முடிவிடங்களினுள் ஒட்டம் இழுக்கப்படுவதில்லையாதலால்,

$$I_1 = I_2$$

$$\therefore \frac{V_R}{R} = \frac{V_{R_f}}{R_f}$$

$$\therefore \frac{V_i}{R} = \frac{V_o - V_i}{R_f}$$

$$\frac{V_o}{R_f} = V_i \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_f} \right)$$

$$\therefore \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_f}{R}$$

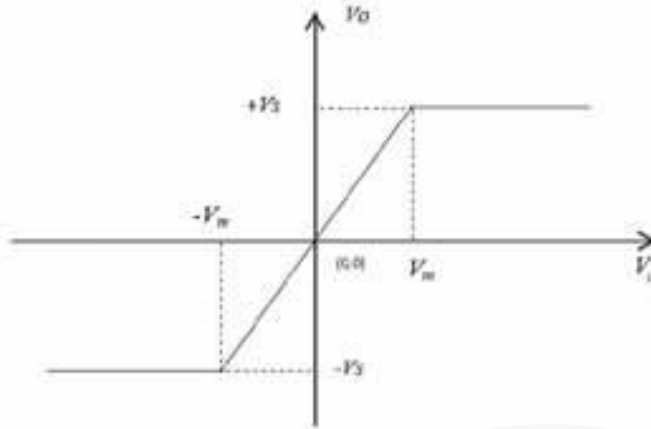
$\frac{V_o}{V_i}$ என்பது, நேர்மாறான விரியலாக்கியின் முடியு ந. நிலையில் வோல்ட்ற்றளவு நயம் ஆகும். அதை G_v மூலம் காட்டுவோம். அப்போது,

$$\therefore \boxed{G_v = \frac{V_o}{V_i}} \text{ உம் } \boxed{G_v = 1 + \frac{R_f}{R}} \text{ உம்}$$

G_v இற்கான இக்கோவையின் வலது புறத்தே + வைப்பதால் கருதப்படுவது, பயப்பு வோல்ட்ற்றளவானது பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவுடன் ஒரே அவத்தையில் காணப்படுகின்றது என்பதாகும். (சுற்று வரிப்படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள வோல்ட்ற்றளவு அலைகளின் வடிவங்களை அவதானியங்கள்)

R_1 மற்றும் R_2 தடைப் பெறுமானங்களைப் பொருத்தமானவாறு தெரிவுசெய்து கொள்வதால் நேர் மாறவி விரியலாக்கியின் வோல்ட்ற்றளவு நயத்தைத் தேவைக்கேற்ப அமைத்துக்கொள்ளலாம்.

நேர்மாறவிலா விரியலாக்கியொன்றுக்காக V_i இற்கும் V_o இற்கும் இடையிலான சிறப்பியல்பு, கீழே வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 3.21

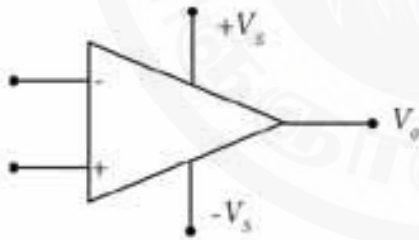


உரு.3.21

விரியலாக்கியை ஏகபரிமாண பிரதேசத்தில் செயற்படுத்தவதற்காக பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவின் (V_i) பருமன் வரையில் V_m இனால் காட்டப்பட்டுள்ள பருமனை விஞ்சிச் செல்லாதவாறு வைத்திருத்தல் வேண்டும். அப்பருமனை விஞ்சிச் சென்றால் பயப்பானது நிரம்பல் நிலையை அடையும். இது நிரம்பல் நிலையில் V_o இன் பருமன் அண்ணளவாக V_s இற்கு சமன் செய்முறையில் இது $0.8 V_s$)

தீர்க்கப்பட்ட உதாரணங்கள்

(1)



உரு.3.22

மேலே உரு 3.22 இல் காட்டப்பட்டுள்ள செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் திறந்த தட வோல்ட்ற்றளவு நயம் 10^5 ஆகும். அதற்கு $\pm 15 V$ இரட்டை வோல்ட்ற்றளவு வழங்கலொன்று வழங்கப்பட்டுள்ளது. நிரம்பல் நிலையில் விரியலாக்கியின் பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவு $\pm 15 V$ எனக் கருதுக.

(i) பயப்பானது நிரம்பல் நிலையை அடையும் கணத்தில் பெய்ப்பின் பருமனில் இருக்கும் வித்தியாசம் எவ்வளவு?

ஏகபரிமாண பிரதேசத்தில்

$$G_v = \frac{V_o}{V_i} \text{ அதனால்}$$

$$V_o = G_v V_i$$

\therefore படித்திறன் = G_v
இது நேர்மாறா விரியலாக்கியாதலால் படித்திறன் நேர்ஆனது

பயப்பு வோல்ட்ற்றளவின் V_o பருமனானது வழங்கல் வோல்ட்ற்றளவின் ($\pm V_s$) பருமனை விஞ்சிச் செல்லாது.

(ii) + பெய்ப்பு முடிவிடத்துக்கு 2.0 V மாறா வோல்ட்ற்றளவு வழங்கப்பட்டுள்ளதாயின்,

(a) செயற்பாட்டு வீரியலாக்கி நேர் நிரம்பல் நிலையை அடையும் கணத்தில் - பெய்ப்புக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள வோல்ட்ற்றளவு யாது?

(b) செயற்பாட்டு வீரியலாக்கி மறை நிரம்பல் நிலையில் உள்ள கணத்தில் - பெய்ப்புக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள வோல்ட்ற்றளவு யாது?

(c) செயற்பாட்டு வீரியலாக்கி ஏகபரிமாணப் பிரதேசத்தில் செயற்படுமாறு - பெய்ப்புக்கு வழங்கக்கூடிய வோல்ட்ற்றளவு வீச்சு யாது?

தீர்வு

$$(i) \quad V_o = A_o (V_+ - V_-)$$

$$\therefore 15 = 10^5 (V_+ - V_-)$$

$$\therefore (V_+ - V_-) = \frac{15}{10^5} \text{ V}$$

$$= 15 \times 10^{-5} \text{ V}$$

$$= \underline{150 \mu\text{V}}$$

$$(ii) \quad (a) \quad V_o = A_o (V_+ - V_-)$$

$$\therefore (V_+ - V_-) = \frac{V_o}{A_o}$$

நேர் நிரம்பல் நிலையில் $V_o = +15 \text{ V}$ ஆதலால்

$$(V_+ - V_-) = \frac{15}{10^5}$$

$$= 15 \times 10^{-5}$$

$$\therefore (2.0 - V_-) = 15 \times 10^{-5}$$

$$\therefore V_- = 2.0 - 15 \times 10^{-5} = 1.99985 \text{ V}$$

\therefore நேர் நிரம்பல் நிலையில் V_- வோல்ட்ற்றளவு = 1.99985 V

$$(b) \quad V_o = A_o (V_+ - V_-)$$

$$\therefore (V_+ - V_-) = \frac{V_0}{A_0}$$

மறை நிரம்பல் நிலையில் $V_0 = -15 \text{ V}$ ஆதலால்,

$$\therefore (V_+ - V_-) = \frac{-15}{10^5}$$

$$\therefore (2.0 - V_-) = -15 \times 10^{-5}$$

$$\therefore V_- = 2.0 + 15 \times 10^{-5}$$

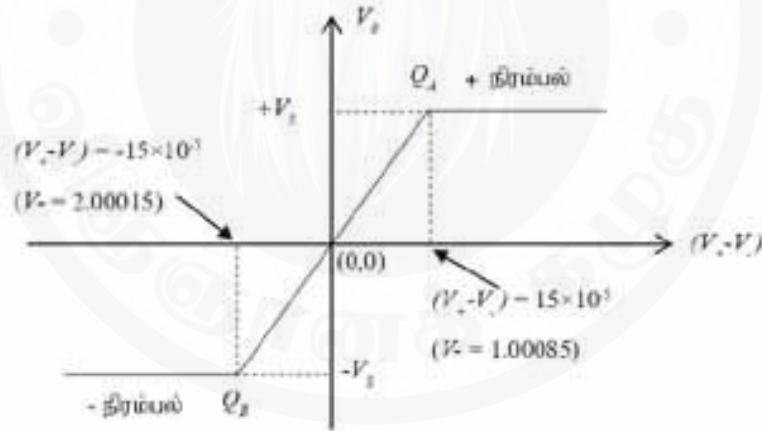
$$= 2.00015 \text{ V}$$

\therefore மறை நிரம்பல் நிலையில் V_- வொல்ற்றளவு = 2.00015 V

(c) ஏகபரிமாண பிரதேசம் இருப்பது - நிரம்பல் மற்றும் + நிரம்பல் பிரதேசங்களி ரண்டுக்கு இடையிலாதலால்,

ஏகபரிமாண பிரதேசத்தில் செயற்படுமாறு V_- இற்காக வழங்கக்கூடிய வொல்ற்றளவு வீச்சு 1.00085 V தொடக்கம் 2.00015 V வரையிலானது.

கீழே தரப்பட்டுள்ள வரைபை நன்கு அவதானிப்பதன் மூலம் இந்த விடையை நீங்கள் மேலும் தெளிவாக விளங்கிக்கொள்ளலாம்.



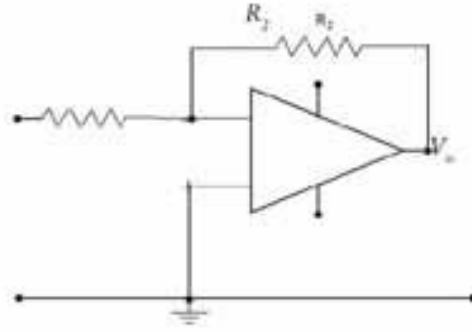
உரு: 3.23

ஏகபரிமாணப் பிரதேசத்தில் இருப்பதற்காக,

$(V_+ - V_-)$ இனது வீச்சு $-15 \times 10^{-5} \text{ V}$ தொடக்கம் $+15 \times 10^{-5} \text{ V}$ வரையிலானது

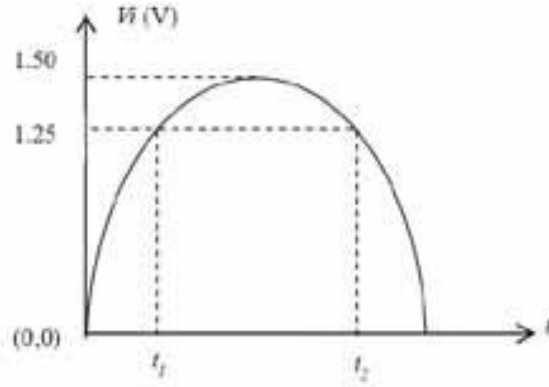
V_- இனது வீச்சு 1.00085 V தொடக்கம் 2.00015 V வரையிலானது

(2).



இங்கு தரப்பட்டுள்ள செயற்பாட்டு விரியலாக்கிச் சுற்றுக்கு $+V_i = +15\text{ V}$ உம் $-V_i = -15\text{ V}$ உம் ஆகுமாறு மின் வழங்கப்பட்டுள்ளது. நிரம்பல் நிலையில் பயப்பு வோல்ட்ற்றளவின் பருமன், பவழங்கல் வோல்ட்ற்றளவின் பருமனுக்குச் சமமாகும் எனக் கருதுக.

- (i) இந்த விரியலாக்கியின் வோல்ட்ற்றளவு நயம் 12ஆகப் பெறுவதற்காக, R_1 இற்காகவும் R_2 இற்காகவும் இருக்கவேண்டிய தடைப்பெறுமானங்களைப் பின்வரும் பெறுமானங்களிலிருந்து தெரிவு செய்து குறிப்பிடுக.
10 kΩ, 12 kΩ, 15 kΩ, 68 kΩ, 100 kΩ, 120 kΩ
- (ii) (a) விரியலாக்கியின் வோல்ட்ற்றளவு நயம் 12 உம் V_i பெய்ப்புக்காக வழங்கப்பட்டுள்ள வோல்ட்ற்றளவு 0.75 V உம் ஆயின், பயப்பு வோல்ட்ற்றளவின் பருமன் யாது?
(b) பெய்ப்பு வோல்ட்ற்றளவுக்குச் சார்பாக இந்த பயப்பு வோல்ட்ற்றளவானது நேர்மாறலுக்கு ஆளாகி உள்ளதா அல்லது நேர்மாறலுக்கு ஆளாக வில்லையா?
- (iii) V_i இற்காக 1.5 V வோல்ட்ற்றளவொன்று வழங்கப்பட்டுள்ளபோது, பயப்பு வோல்ட்ற்றளவு எவ்வளவு?
- (iv) இந்த விரியலாக்கியின் பயப்பு மறை நிரம்பல் நிலையை அடையும் கணத்தில் V_0 இனது பெறுமானம் யாது?
- (v) V_i பெய்ப்புக்காக இங்கே கீழே வரையில் காட்டப்பட்டுள்ள மாறும் வோல்ட்ற்றளவு வழங்கப்பட்டுள்ளபோது இந்த விரியலாக்கியினால் பயக்கப்படும் வோல்ட்ற்றளவு (V_0) ஆனது நேரத்துடன் (t) மாறும் விதத்தை வரைபாகக் காட்டுக. t_1 , t_2 நிலைகளில் குறித்த வோல்ட்ற்றளவுப் பெறுமானங்களை அதில் குறித்துக் காட்டுக.



ஈ.கூ.த. 3.24

தீர்வு

(i) $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$

$R_2 = 120 \text{ k}\Omega$ ($G_v = \frac{R_2}{R_1}$ இன்படி, $12 = \frac{R_2}{R_1}$ ஆதலால்.)

(ii) (a) $G_v = -\frac{V_o}{V_i}$ (இது ஒரு நேர்மாறல் விரியலாக்கி ஆகும்.)

$12 = -\frac{V_o}{0.75}$

$\therefore V_o = -0.75 \times 12$
 $= -9.0 \text{ V}$

\therefore பயப்பின் பருமன் = 9.0 V

(b) நேர்மாறலுக்கு உள்ளாகியுள்ளது.

(iii) $G_v = -\frac{V_o}{V_i}$

$12 = -\frac{V_o}{1.5}$

$\therefore V_o = -1.5 \times 12$
 $= -18.0 \text{ V}$

வறங்கல் வோல்ற்றளவு -15 V ஆதலால் $V_o = -18 \text{ V}$ ஆக முடியாது எனவே இந்தப் பயப்பானது மறை நிரம்பல் நிலைக்குரியதாக இருத்தல்வேண்டும்.

\therefore பயப்பு வோல்ற்றளவு = -15 V

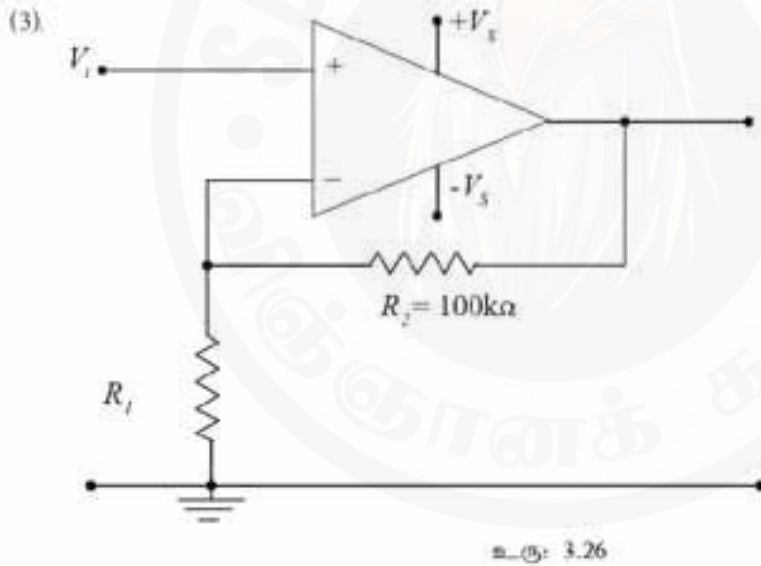
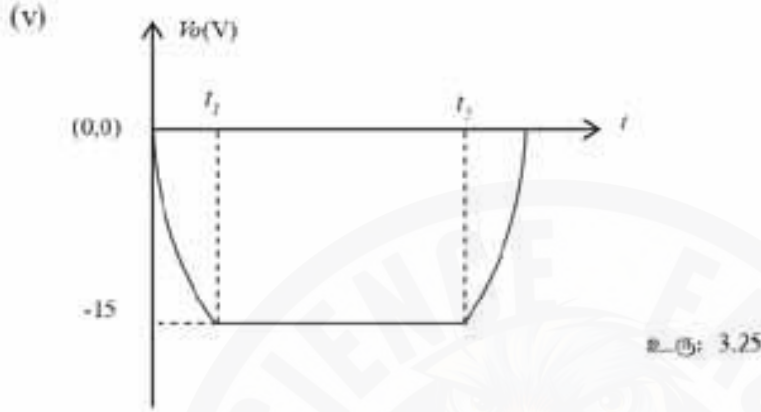
(iv) $G_v = -\frac{V_o}{V_i}$

குறை நிரம்பல் நிலையை அடையும்போது $V_o = -15 \text{ V}$ ஆதலால்,

$$12 = -\frac{(-15)}{V_1}$$

$$\therefore V_1 = \frac{15}{12}$$

$$= \underline{\underline{1.25 \text{ V}}}$$



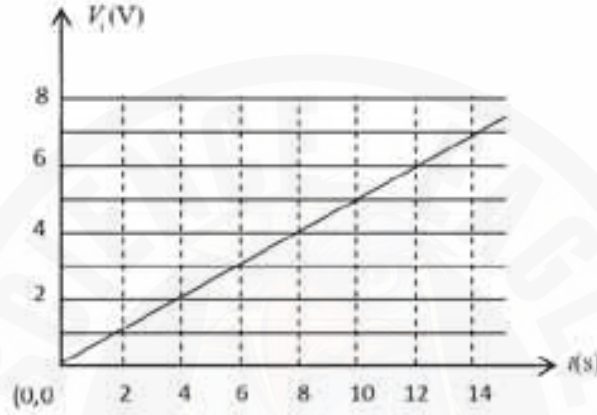
முடிய தடங்கள் இடப்பட்ட செயற்பாட்டு விரியலாக்கிச் சுற் றொன்று இங்கு தரப்பட்டுள்ளது. மின் வழங்கலில் $+V_s$ பெறுமானங்கள் $+12 \text{ V}$ உம் $-V_s$ உம் -12 V எனப் பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளது. நிரம்பல்நிலை பயப்பு வோல்ற்றளவுப் பெறுமானங்கள் குறித்த வழங்கல் வோல்ற்றளவுப் பெறுமானங்களுக்குச் சமமானது எனக் கருதுக.

- (i) V_i பெய்ப்பின்பால் அனுப்பப்படும் 1.5 V மாறா நேரோட்ட வோல்ற்றளவொன்றின் V_o பயப்பாக 4.5 V இனைப் பெறுவதற்காகப் பிரயோகிக்க வேண்டிய R_1 தடையின் பெறுமானத்தைக் கணிக்கുക. (R_2 பெறுமானம் $100 \text{ k}\Omega$ எனத் தரப்பட்டுள்ளது. வினாவின் மீதிப் பகுதிகளுக்கு விடையளிக்கும்போது இந்த விடையில் நீங்கள் பெற்ற பெறுமானம், R_1 இற்காகத் தரப்பட்டுள்ளது எனக் கருதுக.

(ii) V_i பெய்ப்புக்காக பயப்பு $- 2\text{ V}$ மாறா வோலற்றளவொன்றினை வழங்கும்போது V_o பயப்பு வோலற்றளவைக் காண்க.

(iii) இந்த விரியலாக்கியின் பயப்பு நேர் நிரம்பல் நிலையை அடைவதற்காகத் தேவையான இழவு V_i பெறுமானம் எவ்வளவு?

(iv) V_i இற்காக கீழே தரப்பட்டுள்ள வரைபில் காட்டியுள்ளவாறாக நேரத்துடன் மாறும் வோலற்றளவொன்றை வழங்கியதும் விரியலாக்கியில் கிடைக்கும் பயப்பானது (V_o) நேரத்துடன் (t) மாறும் விதத்தை வரைபாகக் காட்டுக.



உரு: 3.27

தீர்வு

$$(i) \quad G_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{4.5}{1.5} = 3$$

இது ஒரு நேர்மாறா விரியலாக்கியாதலால்

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

$$\therefore 3 = 1 + \frac{100 \text{ k}\Omega}{R_1}$$

$$\therefore \frac{100 \text{ k}\Omega}{R_1} = 2$$

$$\therefore R_1 = \frac{100 \text{ k}\Omega}{2}$$

$$\therefore R_1 = \underline{\underline{50 \text{ k}\Omega}}$$

(ii) $G_v = \frac{V_o}{V_i}$

$\therefore 3 = \frac{V_o}{-2}$

$\therefore V_o = \underline{\underline{-6V}}$

(iii) $G_v = \frac{V_o}{V_i}$

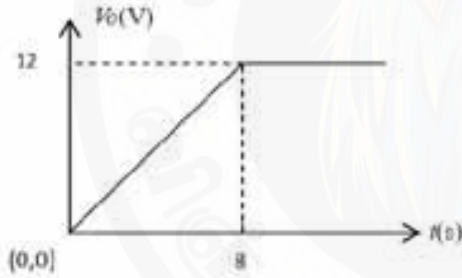
நேர் நிரம்பல் நிலையில் $V_o = 12\text{ V}$ ஆகும்.

$\therefore 3 = \frac{12}{V_i}$

$\therefore V_i = \frac{12}{3}$
 $= 4\text{ V}$

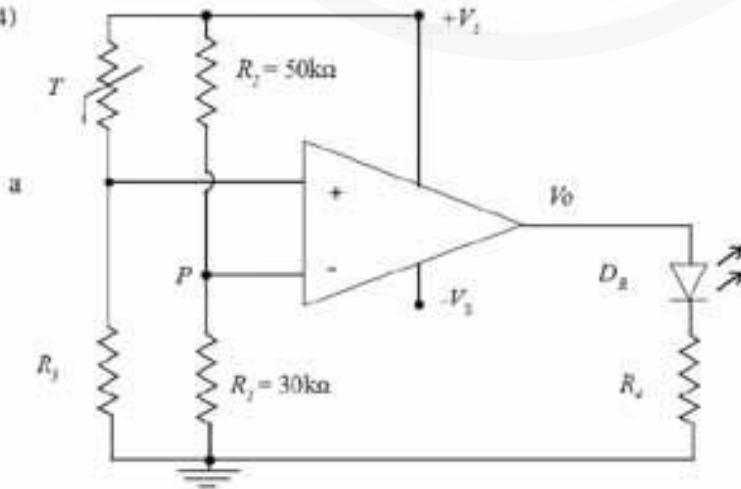
\therefore தேவையான இழிவு V_i பெறுமானம் $= \underline{\underline{4\text{ V}}}$

(iv)



உரு: 3.28

(4)

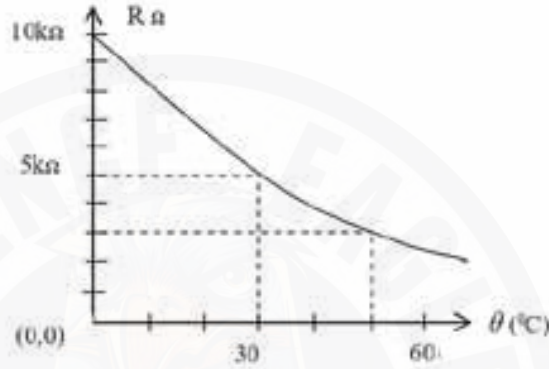


உரு: 3.29

இங்கு காட்டப்பட்டுள்ள செயற்பாட்டு விரியலாக்கியில் - பெய்ப்புக்கு R_1, R_2 ஆகியவற்றைக் கொண்ட ஓர் அழுத்தப் பிரிப்பின்மூலம் ஒரு குறித்த வோல்ட்ஜை வழங்கப்பட்டுள்ளது. $V_s = \pm 6 \text{ V}$ ஆகுமாறு மின் வழங்கப்பட்டுள்ளது.

(i) P இல் (பெய்ப்பில்) உள்ள வோல்ட்ஜைவைக் கணிக்க.

இந்தச் செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் +பெய்ப்புக்கு T வெப்பத் தடைசை மற்றும் R_3 தடை அடங்கியுள்ள அழுத்தப் பிரிப்பின் மூலம் வோல்ட்ஜை வழங்கப்பட்டுள்ளது வெப்பத் தடைசைக்கான வெப்பநிலை (θ) - தடை (R) சிறப்பியல்பு வளையி கீழே தரப்பட்டுள்ளது.



உரு: 3.30

- (ii) 30°C மூலம் வெப்பநிலையில் வெப்பத்தடைசையினு தடை எவ்வளவு?
- (iii) (a) 30°C இல் Q இல் (+ பெய்ப்பின்) இருக்கும் வோல்ட்ஜை எவ்வளவு? இக்கணித்தலுக்காக R_3 பெறுமானம் $1 \text{ k}\Omega$ எடுத்துக்கொள்க.
- (b) அப்போது D_2 எனக்காட்டியுள்ள சிவப்பு LED ஒளிருமா? ஒளிராதா? காரணம் காட்டுக.
- (iv) இதன் பயப்பு (V_o) நேர் நிரம்பல் நிலையை அடைவதற்காக Q இனது வோல்ட்ஜை எந்தப் பெறுமானத்தை விட அதிகரித்தல் வேண்டும்.
- (v) 50°C இல் வெப்பத்தடைசையானது தடை எவ்வளவு?
- (vi) 50°C இனை விஞ்சி வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது சிவப்பு LED ஒளிருவதற்காக, இருக்க வேண்டிய R_3 இனது பெறுமானத்தைக் கணிக்க. (வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது வெப்பத்தடைசை தவிர்ந்த மற்றைய தடையிகளின் தடைப்பெறுமானங்கள் மாறாது காணப்படும் எனக் கருதுக.)
- (vii) இங்கு வெப்பநிலை 50°C இலும் குறைவாகக் காணப்படும்போது பச்சைநிற LED ஒன்று (D_o) ஒளிர்ந்து கொண்டிருப்பதற்காக அந்த LED இனைத் தொடுக்கும் விதத்தை வரைந்து காட்டுக. LED இனைத் தொடுக்கும் இடங்களை மாத்திரம் காட்டுமாறு போதுமானது.

தீர்வு

$$\begin{aligned} \text{(i)} \quad V_p &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_s \\ &= \frac{30}{30 + 50} \times 6 \\ &= \frac{30}{80} \times 6 \\ &= \underline{\underline{2.25 \text{ V}}} \end{aligned}$$

(ii) 5 kΩ

$$\begin{aligned} \text{(iii) (a)} \quad V_Q &= \frac{R_1}{R_1 + R_T} \times V_s \quad (R_T \text{ என்பது } 30^\circ\text{C இல் வெப்பத்தடைசையினது தடை ஆகும்.)} \\ &= \frac{1}{1 + 5} \times 6 \\ &= \underline{\underline{1 \text{ V}}} \end{aligned}$$

(b) அப்போது D_x ஒளிர்மாட்டாது.

இங்கு $V_p = 2.25 \text{ V}$ உம் $V_Q = 1 \text{ V}$ உம் ஆதலால் $V_p > V_Q$ ஆவதால் பயப்பானது - மறை நிரம்பல் நிலையில் இருக்கும். அப்போது D_x பிளமுகக் கோடலில் உள்ளதாகையால் அது ஒளிர்மாட்டாது.

(iv) 2.25 V இலும் கூடுதலானதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(v) 3 kΩ

(vi) 50°C இல் D_x ஒளிர்வதற்காக பயப்பு + நிரம்பல் நிலையை அடைதல் வேண்டும். அதற்காக V_p பெய்யின் வோல்ட்ற்றளவு 2.25 V இனை அடைதல் வேண்டும்.

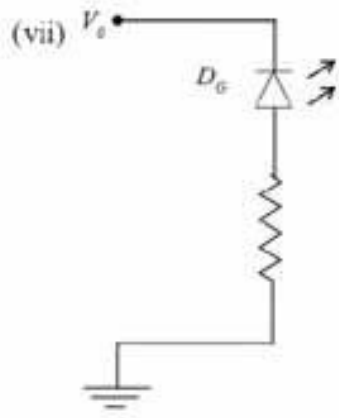
$$\therefore 2.25 = \frac{R_1}{R_3 + R_T} \times 6 \quad (\text{இங்கு } R_T \text{ என்பது } 50^\circ\text{C இல் வெப்பத்தடைசையின் தடை ஆகும்.)$$

$$2.25 = \frac{R_1}{R_3 + 3} \times 6$$

$$\therefore 6 R_1 = 2.25 R_3 + 6.75$$

$$\therefore 3.75 R_1 = 6.75$$

$$\begin{aligned} \therefore R_1 &= \frac{6.75}{3.75} \\ &= \underline{\underline{1.8 \text{ k}\Omega}} \end{aligned}$$



நான்காம் அத்தியாயம்

இலக்க இலத்திரனியல் (Digital Electronics)

4.1 ஒப்புளிச் சமிக்ஞைகளும் இலக்கச் சமிக்ஞைகளும்

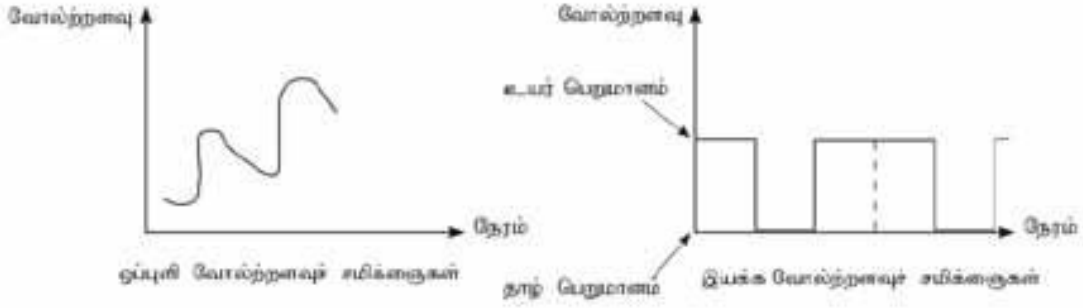
இலத்திரனியல் நுறையின் தரித முன்னேற்றம் ஏற்படக் காரணமாகிய ஒரு பீரிவு என்ற வகையில் இலக்க இலத்திரனியல் பெரிதும் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றது. அது இலக்கச் சமிக்ஞைகள் மூலம் இலத்திரனியல் சுற்றக்களைக் கையாள்வதிலேயே தங்கியுள்ளது. அதற்கு முன்னர் இருந்த ஒப்புளிச் சமிக்ஞைகள் மூலம் இலத்திரனியல் சுற்றக்களைக் கையாளுவதிலும் பார்க்க இது மிக அனுகூலமானதும் பயன்மிக்ஞையாகும். எனவே ஒப்புளிச் சமிக்ஞைகள் மற்றும் இலக்கச் சமிக்ஞைகள் பற்றி முதலில் நோக்குவோம்.

நீர்ப்பாத்திரமொன்றினை வெப்பமெற்றும்போது வெப்பநிலையானது தாழ்வான பெறுமானத்திலிருந்து உயர்வான பெறுமானம் வரை படிப்படியாக அதிகரிக்கும். அது ஒட்டியாக உயர் பெறுமானத்தை அடைந்துவிடுவதில்லை. தாழ் வெப்பநிலையிலிருந்து உயர் வெப்பநிலைவரை அது தொடர்ச்சியாக (இடையறாது) அதிகரிக்கும். அந்நீர்ப்பாத்திரத்தின் வெப்பநிலை மாறலானது, ஒப்புளிச் சமிக்ஞைக்கான ஓர் உதாரணமாகும்.

நீங்கள் திரவில் மின்குளொன்றைப் பயன்படுத்தும்கோது இடையிடையே அதனை ஒளிர்ச் செய்வீர்கள் பின் அனைப்பீர்கள். ஒளிர்ச்செய்தல் அனைத்தல் அதில் இரண்டு நிலைகளைவிட வேறு இடைப்பட்ட நிலைகள் அதில் கிடையாது. தெளிவாக வேறாக்கக்கூடிய இரண்டு நிலைகளை மாத்திரம் கொண்ட இவ்வாறான ஒரு சமிக்ஞையானது இலக்கச் சமிக்ஞைக்கான ஓர் உதாரணமாகும்.

ஒப்புளிச் சமிக்ஞையொன்றுக்கும் இலக்கச் சமிக்ஞையொன்றுக்கும் இடையிலான பிரதான வேறுபாட்டைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

ஒப்புளிச் சமிக்ஞையொன்றின் யாதேனும் நிலைகள் (பெறுமானங்கள்) இரண்டைக் கருதுவோமாயின், அந்த இரண்டு நிலைகளுக்கும் இடையே உள்ள எந்தவொரு நிலையையும் (பெறுமானத்தையும்) தொடர்ச்சியாக அச்சமிக்ஞையினால் பெறமுடியும். எனினும் இலக்கச்சமிக்ஞையொன்றின் முற்றுமுழுதாகக் காணப்படுவது குறிப்பான நிலைகள் (பெறுமானங்கள்) இரண்டு மட்டுமே ஆகும். இடைப்பட்ட நிலைகள் (பெறுமானங்கள்) எதுவும் இருப்பதில்லை. அது இரண்டு பெறுமானங்களை மாத்திரம் கொண்ட ஒரு நனிச் சமிக்ஞையாகும். பின்வரும் உருவின் மூலம் அதனை மெலும் விளக்கிக்கொள்ளலாம். உரு (4.1)



உரு 4.1

ஒப்புளிச் சமிக்கையொன்றின் இடைப்பட்ட நிலைகள் பல உள்ளனவாதலால், அதனை இலக்கங்களால் காட்டுவது கடினமானது. எனினும் திட்டவாட்டமான இரண்டு நிலைகள் மாத்திரம் இருக்கும் இலக்கச் சமிக்கையை இரண்டு இலக்கங்களால் இலகுவாகக் காட்டலாம். (இது பின்னர் விளக்கப்படும்) எனவே எண் தொகுதிகள் தொடர்பாக அடுத்ததாக நோக்குவோம்.

4.2 தசம எண்களும் துவித எண்களும்

நாம் பொதுவான அன்றாடக் கருமங்களுக்காகப் பயன்படும் எண்தொகுதி பதினம் எண் (decimal) தொகுதியாகும். அத்தொகுதி ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட்ட பத்து இலக்கங்களைக் கொண்டது. அதாவது 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 என்பதே அதுவாகும். பதினம் எண் தொகுதியில் யாதேனும் எண்ணில் (number) உள்ள இலக்கங்களுக்காக (digits) உள்ள இடப்பெறுமானமானது 10இன் மடங்குகளாக மாற்றமடையும். எண்ணில் வலமிருந்து இடமாகச் செல்லும்போது இலக்கங்களின் இடப்பெறுமானம் அதிகரிக்கும்.

உதாரணம்

2315 எனும் பதினம் எண்ணைக் கருதுவோம்.

அதன் இடப்பெறுமானங்களைக் குறித்துக் காட்டுவோம்.



இங்கு வலது கோடியில் உள்ள இலக்கமாகிய 5 இன் இடப்பெறுமானம் 10^0 அதாவது 1 ஆகும்.

அதற்கு அடுத்ததாக இடது புறத்தே உள்ள இலக்கமாகிய 1 இன் இடப்பெறுமானம் 10^1 அதாவது 10 ஆகும்.

அதற்கு அடுத்ததாக இடது புறத்தே உள்ள இலக்கமாகிய 3 இன் இடப்பெறுமானம் 10^2 அதாவது 100 ஆகும்.

இடது கோடியில் உள்ள இலக்கமாகிய 2 இன் இடப்பெறுமானம் 10^3 அதாவது 1000 ஆகும்.

இதற்கமைய 2315 எனும் எண்ணின் பெறுமானமானது $(1000) \times 2 + (100) \times 3 + (10) \times 1 + (1) \times 5$ இன் மூலம் கிடைக்கின்றது. அடைப்புக்குள் இருப்பது இடப்பெறுமானம் ஆகும். அதாவது $2000 + 300 + 10 + 5 = 2315$ என்றவாறு கிடைக்கின்றது.

இவ்வாறாகவே துவித எண் தொகுதியையும் விளங்கிக்கொள்ளலாம். துவித எண் தொகுதியில் ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட இரண்டு இலக்கங்கள் பயன்படுகின்றது. அதாவது 0 உம் 1 உம் ஆகும். துவித எண் தொகுதியின்படி யாதேனும் எண்ணில் உள்ள அந்தந்த இலக்கத்தின் இடப்பெறுமானம் 2 இன் மடங்கால் அதிகரிக்கும்.

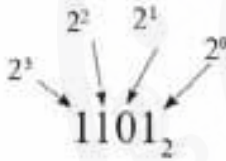
உதாரணம்

1101 எனும் துவித எண்ணைக் கருதுவோம்.

துவித எண் என்பதைக் காட்டுவதற்காக எண்ணின் வலது பக்க அந்தத்தில் 2 எனும் இலக்கம் சிறியதாக எழுதப்படும்.

அதாவது 1101_2 என எழுதப்படும்.

இனி இடப்பெறுமானங்களைக் கவனிப்போம்.



வலது கோடியில் உள்ள இலக்கமாகிய 1 இன் இடப்பெறுமானம் 2^0 அதாவது 1 ஆகும். அதற்கு அருகே புறத்தே உள்ள இலக்கமாகிய 1 இன் இடப்பெறுமானம் 2^1 அதாவது 2 ஆகும்.

அதற்கு அடுத்தாக இடது புறத்தே உள்ள இலக்கமாகிய 0 இன் இடப்பெறுமானம் 2^2 அதாவது 4 ஆகும்.

இடது கோடியில் உள்ள இலக்கமாகிய 1 இன் இடப்பெறுமானம் 2^3 அதாவது 8 ஆகும்.

எனவே 1101_2 எனும் எண்ணினது, பெறுமானம் பதின்ம எண் தொகுதியின்படி,

$(8) \times 1 + (4) \times 1 + (2) \times 0 + (1) \times 1$ (அடைப்புக்கும் இருப்பை இடப்பெறுமானங்களாகும்)

அதாவது $8 + 4 + 0 + 1 = 13$ ஆகும்.

யாதேனுமொரு எண்ணைப் பதின்ம எண்ணாக விசேடமாகக் குறிப்பிட வேண்டிய தேவை ஏற்படும்போது அவ்வெண்ணின் வலதுகோடியில் கீழே சிறியதாக 10 எழுதப்படும்.

உதாரணம்: 13_{10}

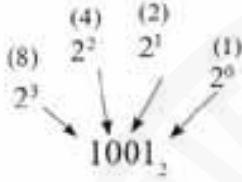
இதற்கமைய மேலே உதாரணத்திற் காட்டியது போன்று

$$1101_2 = 13_{10} \text{ ஆகும்.}$$

இதற்கமைய துவீத வடிவத்தில் முன்வைக்கப்பட்டுள்ள எண்ணொன்றினை பதினம் வடிவ எண்ணைக் காட்ட உங்களால் இயலுதல் வேண்டும்.

தீர்ந்த பிரச்சினைகள்

(1). 1001_2 எண்ணைப் பதினம் வடிவத்தில் காட்டுக.

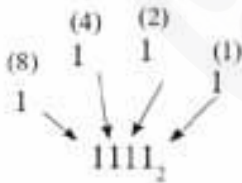


இடப்பெறுமானங்களைக் கருதி இதன் பதினம் வடிவத்தைப் பெறுவோம்.

$$\begin{aligned} & (8) \times 1 + (4) \times 0 + (2) \times 0 + (1) \times 1 \\ & = 8 + 0 + 0 + 1 \\ & = 9 \end{aligned}$$

$$\therefore 1001_2 = 9_{10}$$

(2). 1111_2 எனும் எண்ணை பதினம் எண்ணாக எழுதிக் காட்டுக.



$$\begin{aligned} 1111_2 &= (8) \times 1 + (4) \times 1 + (2) \times 1 + (1) \times 1 \\ &= 8 + 4 + 2 + 1 \\ &= \underline{\underline{15}}_{10} \end{aligned}$$

பதினம் எண்ணொன்றினைத் துவீத எண்ணாகக் காட்டுதல்

பதினம் வடிவத்தில் தரப்பட்டுள்ள ஒர் எண்ணை துவீத வடிவத்தில் காட்டும் விதத்தைப் பின்வரும் உதாரணத்தின் மூலம் விளங்கிக்கொள்வோம்.

13_{10} எனும் எண்ணைக் கருதுங்கள்

இறுதி எழு 0 ஆகக் கிடைக்கும் வரையில் அவ்வெண்ணைத் தொடர்ந்து 2 இனால் வகுத்துச் செல்லுங்கள். அந்தந்த வகுத்தலை கிடைக்கும் மீதியை வலது புறத்தே எழுதுங்கள்.

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)13} \\ 2 \overline{)6} \text{ --- } 1 \text{ (இம்மீதியினால் 1கள் காட்டப்படுகின்றது)} \\ 2 \overline{)3} \text{ --- } 0 \text{ (இம்மீதியினால் 2கள் காட்டப்படுகின்றது)} \\ 2 \overline{)1} \text{ --- } 1 \text{ (இம்மீதியினால் 4கள் காட்டப்படுகின்றது)} \\ 0 \text{ --- } 1 \text{ (இம்மீதியினால் 6கள் காட்டப்படுகின்றது)} \end{array}$$

அதற்கமைய 13_{10} எனும் எண்ணில்

8 கள் 1 உம்

4 கள் 1 உம்

2 கள் 0 உம்

1 கள் 1 உம் உள்ளன.

இனி இதனை துவித வடிவத்தில் காட்டுவோம்

இடப்பெறுமானம்

$$\begin{array}{c} (8) \quad (4) \quad (2) \quad (1) \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \swarrow \quad \searrow \\ \underline{\underline{1101_2}} \end{array}$$

$\therefore 13_{10} = \underline{\underline{1101_2}}$

உதாரணம்

11_{10} எனும் எண்ணை துவித எண்ணாகக் காட்டுக.

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)11} \\ 2 \overline{)5} \text{ --- } 1 \\ 2 \overline{)2} \text{ --- } 1 \\ 2 \overline{)1} \text{ --- } 0 \\ 0 \text{ --- } 1 \end{array}$$

இங்கு அம்புக்குறியினால் காட்டியுள்ள நிலையில் இடமிருந்து வலமாக இலக்கங்களை எழுதுவதால் உரித துவித எண் கிடைக்கின்றது.

அதாவது, 1011_2

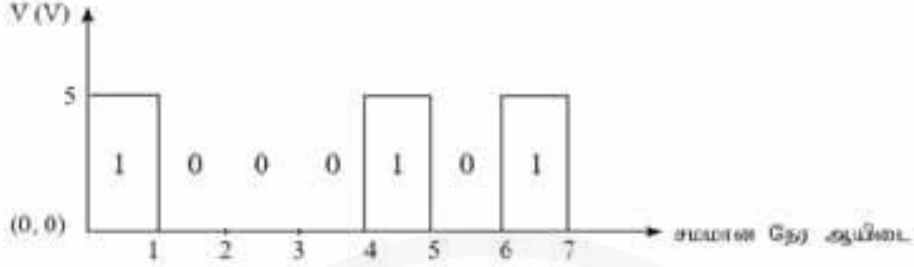
$$\therefore 11_{10} = \underline{\underline{1011_2}}$$

4.3 இலக்கச் சமிக்ஞையொன்றின் வோல்ட்டு மட்டம்

இலக்க இலத்திரனியலில், இலக்கச் சமிக்ஞையொன்று இருக்கும் இரண்டு நிலைகளும் 0 மற்றும் 1 எனக் காட்டப்படும். இலத்திரனியல் சுற்றுக்கள் சார்பாக இந்த 0, 1 ஆகிய நிலைகளைக் காட்டுவதற்காக இரண்டு வோல்ட்டு மட்டங்கள் பயன்படுத்தப்படும். அவை 0V மற்றும் 5V என நியமமாக உள்ளன. பொதுவாக 0 நிலையைக் காட்டுவதற்காக பூச்சிய வோல்ட்டு மட்டம் 1 எனும் நிலையைக் காட்டுவதற்காக 5V வோல்ட்டு மட்டம் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அதற்கமையப் பின்வருமாறு யாதேனும் துவித வோல்ற்றளவுச் சமிக்ஞைக்குரிய அலை வடிவத்தை (வோல்ற்றளவு அடிப்புத் தொடர்) துவித எண்ணொன்றினால் காட்டலாம்.

இலக்க வோல்ற்றளவுச் சமிக்ஞையொன்றின் ஒவ்வொரு வோல்ற்றளவு மட்டமும் சமமான நேர ஆயிடைகளிடையே கவனத்திற்கொள்ளப்படும்.

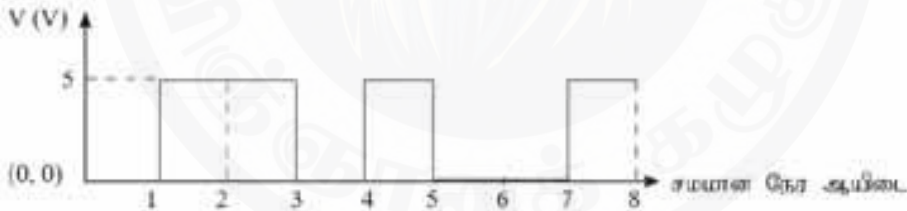


உரு 4.2

5V மட்டமானது துவித 1 எனவும் பூச்சிய வோல்ற்றளவு மட்டமானது துவித 0 எனவும் கொள்ளப்படுவதால் மேற்படி சமிக்ஞையினால் உரு 4.2 காட்டப்படும் துவித எண் 1000101_2 ஆகும்.

இதனைக் காட்டுவதற்காக, மேற்படி சமிக்ஞையில் உரிய இடங்களில் 0 உம் 1 உம் இடப்பட்டுள்ளது.

உதாரணம்: துவிதச் சமிக்ஞையொன்றின் வோல்ற்றளவுப் படம் உரு 4.3 தரப்பட்டுள்ளது. அதனைத் துவித எண்ணொன்றினால் வகைகுறித்துக் காட்டுங்கள்.



உரு 4.3

சமிக்ஞையின் இடப்பறுமிருந்து வலப்புறமாக முறையே பூச்சிய வோல்ற்றளவு துவித 0 எனவும் 5V வோல்ற்றளவு துவித 1 எனவும் கொண்டு இலக்கங்களை எழுதுவதால் உரிய துவித எண்ணைப் பெறலாம்.

உரிய துவித எண் = 01101001₂

4.4 இலக்க இலத்திரனியல் கற்றுக்கள்

இலக்கச் சமிக்ஞைகளைக் கருதி அச்சமிக்ஞைகளைக் கையாண்டு செயற்படும் இலத்திரனியல் கற்றுக்கள் இலக்க இலத்திரனியல் கற்றுக்கள் எனப்படும்.

இலக்க இலத்திரனியல் கற்றுக்கள் அமைக்கும்போது பயன்படும் அடிப்படையான அலகுகள் அளவியற் படலைகள் அல்லது தருக்கப்படலைகள் (logic gates) எனப்படும்.

ஒவ்வொரு தருக்கப்படலையும் அதற்கு வழங்கப்படும் பெய்ப்பை அல்லது பெய்ப்புக்களை அப்படலைக்கே உரியதான ஒரு தருக்கத்தின் மீது பிரயோகித்து அதற்கமைய உரிய பயப்பு பெறப்படும். அவ்வாறான 7 தருக்கங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் 7 தருக்கப்படலைகள் பற்றிய விவரங்களை அடுத்ததாக நோக்குவோம்.

அப்படலைகள் பின்வருமாறு பெயரிடப்பட்டுள்ளன.
NOT, AND, OR, NAND, NOR, X-OR, X-NOR

இந்தத் தருக்கப்படலைகள் முதன்முதலில், பொறிமுறை ஆளிகளைப் பயன்படுத்தியே ஆக்கப்பட்டுள்ளன. அதன் பின்னர், மின் சமிக்ஞை மூலம் ஆளியிடக்கூடிய அஞ்சலி (relay) களைப் பயன்படுத்தி தருக்கப்படலைகள் ஆக்கப்பட்டவை. எனினும் அவை தொழிற்படும் துலக்கல் நேரம் கூடுதலானதாகையால், ஜீவற்றைக்கொண்டு விரைவான ஆளியிடல் செயற்பாட்டை பெறமுடியாது போனது. பின்னர் திரான்சிற்றர் ஆளியிடல் சுற்றுக்களைப் பயன்படுத்தி ஆக்கப்பட்ட தருக்கப்படலைகள் மூலம் விரைவான செயற்பாட்டைப் பெறமுடிந்தது. தற்போது இப்படலைகள், நவீன தொழினுட்ப முறைகளின்படி தொகையிடுஞ் சுற்று வடிவத்தில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளன. இது தொடர்பாகப் பின்னர் விவரிக்கப்படும்.

இனி இந்த ஒவ்வொரு தருக்கப்படலை தொடர்பாகவும் விரிவாக நோக்குவோம்.

4.5 NOT படலை

இதன் சுற்றுவரிப்படம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது. உரு 4.4



உரு 4.4

தருக்கப்படலையொன்றினால் செய்யப்படும் தருக்கத்தை இலகுவாக விளங்கிக் கொள்வதற்காக அட்டவணையொன்று முன்வைக்கப்படுகின்றது. பெய்ப்பு, பயப்பு ஆகிய நிலைகளைக் காட்டும் அது உண்மை அட்டவணை (truth table) எனப்படும்.

NOT படலைக்கு உண்மை அட்டவணை மிக எளிமையானது. அது கீழே தரப்பட்டுள்ளது. NOT படலைக்கு ஒரு பெய்ப்பு (A) மாதிரியே உள்ளது.

A	F
0	1
1	0

NOT படலைச் சுற்றுக்குறியீட்டின் வலது புறத்தே உள்ள சிறிய வட்டத்தின் அதாவது குமிழின் (bubble) கருத்து பெய்ப்பு A இனைப் பயப்புக்கு வழிப்பினும் போது அப்பெய்ப்பு நேரமாற்றப்படும் என்பதாகும். இந்த அட்டவணையின்படி, NOT படலையின் தருக்கம் பெய்ப்பின் நேர்மாறலை (inversion) எடுத்தல் என்பதாகும்.

0 இன் நேர்மாறல் 1 உம்

1 இன் நேர்மாறல் 0 உம் ஆகும்.

தடுக்கப்படலையினால் செய்யப்படும் தடுக்கத்தை ஒருவகை குறியீட்டு முறையில் ஒரு கோவையாகக் காட்டலாம். கணிதவியலாளராகிய ஸோர்ஜ் பூலி (George Boole) என்பவரால் அறிமுகஞ் செய்யப்பட்ட ஒரு கணித முறைக்கமைய இந்த கோவைகள் எழுதப்படும். அக்கணித முறை பூலி அட்சர கணிதம் எனப்படுவதோடு அதனைப் பயன்படுத்தி எழுதப்படும் கோவைகள் பூலி கோவைகள் எனப்படும்.

NOT படலைக்கான பூலியன் கோவை பின்வருமாறு எழுதப்படும்.

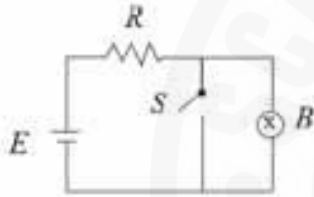
$F = \bar{A}$ இங்கு \bar{A} என்பது A இனது நேர்மாறல் ஆகும்.

$A = 0$ ஆயின் $\bar{A} = 1$ ஆகும்.

$A = 1$ ஆயின் $\bar{A} = 0$ ஆகும்.

NOT படலையினால் செய்யப்படும் செயற்பாட்டைப் பின்வரும் ஆளிச் சுற்றினால் செய்துகாட்டலாம்.

பின்வரும் எளிய மின்கற்றைக் கவனியுங்கள்.



ஆளி S திறந்துள்ள (OFF) போது B மின்குமிழ் தன்கு ஒளிடுமாறு R இன் தடைப் பெறுமானமும் கலத்தின் மின்னியக்க விசையும் (E) தெரிவுசெய்யப்பட்டுள்ளன.

ஆளி S மூடியுடன் (ON) சுற்று குறுக்குற்றால்தால் B குமிழுக்கு மின்வழங்கல் தடுக்கப்படும். அப்போது B குமிழ் அணைந்து காணப்படும்.

பெய்ப்பாக, S ஐ கருதும்போது

ஆழி S திறத்தல் (OFF) 0 உம்

ஆழி S மூடுதல் (ON) 1 உம்

பயப்பாக, F ஆனது

B ஒளிர்ந்திருத்தல் 1 உம்

B அணைந்திருத்தல் 0 உம்

என்றவாறாகக் கருதும்போது இச்சுற்று செயற்படும் விதத்தை பின்வருமாறான ஓர் அட்டவணையில் காட்டலாம்.

S	B
0	1
1	0

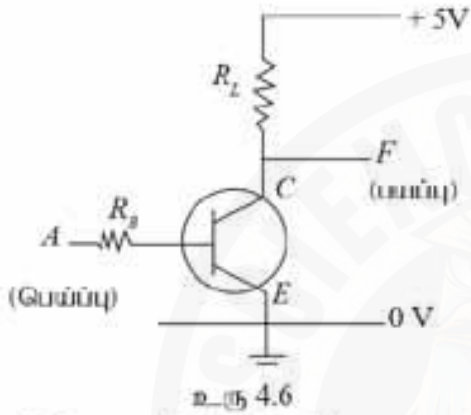
இது NOT செயற்பாடாகும்

தருக்கப்படலைகளை ஆக்கிக்கொள்ளும் சில விதங்கள் உள்ளன. இருவாயிகள், திரான்சிற்றர்கள் தடையிகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி இவை ஆக்கப்படும்.

NOT படலைக்கு ஒரு பெய்ப்பு மாத்திரமே உண்டு. அவ்வாறாகவே, NOT படலைக்கு மற்றைய எந்த படலைக்கும் ஒரு பய்ப்பு (F) ஆகும்.

4.5.1 NOT படலையொன்று ஆக்குதல்

திரான்சிற்றரொன்றையும் தடையிகளையும் பயன்படுத்தி ஆக்கப்பட்டுள்ள NOT படலையொன்றின் சுற்று வரிப்படம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது. உரு 4.6



A இறகாக பூச்சிய வோல்ட்றளவை (தருக்கம் 0) வழங்கியதும் திரான்சிற்றர் துண்டித்த நிலையில் காணப்படும். அப்போது திரான்சிற்றரின் C மற்றும் E இற்கு இடையே கிட்டிய திறந்த சுற்றுநிலை தோன்றி $+5V$ இற்குக் கிட்டிய வோல்ட்றளவு (தருக்கம் 1) F இற்குக் கிடைக்கும் அதாவது $A = 0$ ஆகும்போது $F = 1$ ஆகும்.

பெய்ப்பு A இற்கு $+5V$ (தருக்கம் 1) வழங்கியதும் திரான்சிற்றர் நிரம்பல் நிலையை அடைந்து C இற்கும் E இற்கும் இடையே கிட்டிய குறுக்குற்று நிலை தோன்றும். அப்போது F இனது வோல்ட்றளவு பூச்சியத்துக்கு (தருக்கம் 0) கிட்டியதாகும்.

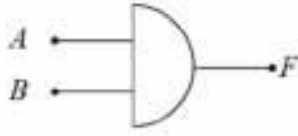
அதாவது $A = 1$ ஆகும்போது $F = 0$ ஆகும்.

எனவே இச்சுற்றின் மூலம் NOT படலையின் தொழிற்பாடு கிடைத்துள்ளது.

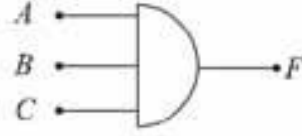
(இங்கு $+5V$ பெய்ப்பின் கீழ் திரான்சிற்றர் நிரம்புமாறு R_2 பெறுமானம் தெரிவுசெய்யப்பட்டுள்ள தடையிகளையும் திரான்சிற்றர்களையும் பயன்படுத்தி ஆக்கப்பட்ட இவ்வாறான சுற்று வடிவங்கள் RTL (Resistor Transistor Logic) எனப்படும்.

4.6 AND படலை

AND படலைகள் குறைந்தது இரண்டு பெய்ப்புகளை அல்லது அதிலும் கூடுதலான பெய்ப்புக்களைக் கொண்டவையாக இருக்க இடமுண்டு. AND படலைக்குரிய சுற்றுக்குறியீடுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. உரு 4.7



A எனும் B இரண்டு பெய்ப்புக்களைக் கொண்டது



A, B, C எனும் மூன்று பெய்ப்புக்களைக் கொண்டது

உரு 4.7

இரண்டு பெய்ப்புக்களைக் கொண்ட AND படலைக்குரிய உண்மை அட்டவணை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

இரட்டை பெய்ப்பு AND படலையொன்று

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

மூன்று பெய்ப்பு AND படலையொன்று

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

இந்த உண்மையின்படி, AND தருக்கத்தில் செய்யப்படுவது, A, B ஆகிய இரண்டு பெய்ப்புக்களும் தருக்கம் 1 நிலையில் உள்ளபோது மாதிரியும் பயப்பை தருக்கம் ஆக வழங்குவதாகும். அதாவது இரட்டைபெய்ப்பு AND படலைக்காக "A மற்றும் B பெய்ப்புக்கள் 1 ஆகும்பொது பயப்பு 1 ஆகும். எனத் தருக்கக் கோவையொன்றினை அமைக்கலாம். இவ்வாறாகவே, மூன்று பெய்ப்புக்களைக் கொண்ட AND படலையொன்றுக்காக, "A, B, C பெய்ப்புக்கள் 1 ஆகும்போது பயப்பு 1 ஆகும் எனத் தருக்கக் கோவையொன்றினை அமைக்கலாம்.

இரண்டு பெய்ப்புக்களைக்கொண்ட AND படலைக்குரிய மூலக்கோவை

$$F = A.B$$

என எழுதலாம்.

இதற்கமைய $0.0 = 0$, $0.1 = 0$, $1.0 = 0$ மற்றும் $1.1 = 1$ என்பன விளங்கிக்கொள்ளலாம்.

மூன்று பெய்ப்பு AND படலையொன்றுக்குரிய பூலக் கோவை

$$F = A.B.C$$
 என எழுதப்படும்.

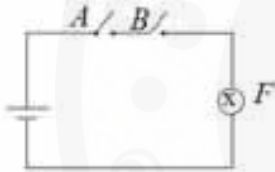
இரண்டு பெய்ப்புக்களைக் கொண்ட AND படலைகள் இரண்டினைக் கீழே காட்டியுள்ளவாறு தொடுப்பதால் மூன்று பெய்ப்புக்களைக்கொண்ட AND படலையொன்றினை ஆக்கிக் கொள்ளலாம். உரு 4.8



உரு 4.8

A, B, C ஆகிய பெய்ப்புக்களையும் F பயப்பையும் கொண்டு இந்த படலை அமைப்புகள் உண்மை அட்டவணையை உங்களால் பெறமுடியுமா என முயற்சித்துப் பாருங்கள்.

இரட்டைப் பெய்ப்பு AND படலையொன்றின் செயற்பாட்டை கீழே தரப்பட்டுள்ள எலிய ஆளிச்சுற்றைப் பயன்படுத்துக. உரு 4.9



உரு 4.9

பெய்ப்பு { ஆளி ↑ திறத்தல் (OFF) தருக்கம் 0 உம் ↑ A அல்லது B
 { ஆளி ↓ மூடுதல் (ON) தருக்கம் 1 உம்

பயப்பு { குமிழ் F அணைதல் தருக்கம் 0 உம்
 { குமிழ் F ஒளிர்நதல் தருக்கம் 1 உம் ஆகும்
எனக் கொள்வோம்.

A, B பெய்ப்புகளுக்கு அமைய F பயப்பு (குமிழ் ஒளிர்நதல் அல்லது அணைதல்) தீர்மானிக்கப்படும். அது கீழே அட்டவணையில் காட்டியுள்ளவாறானது.

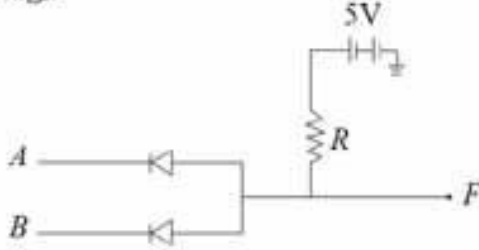
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A மற்றும் B ஆளிகள் இரண்டு மூடியுள்ள (ON) போது மாத்திரம் குமிழ் ஒளிரும்.

இது AND தொழிற்பாடாகும்.

4.6.1 AND படலையொன்று அமைத்தல்

இரண்டு இருவாயிகளையும் ஒரு தடையீயையும் பயன்படுத்தி இரண்டு பெய்ப்புக்களைக் கொண்ட AND படலையொன்றை அமைக்கக்கூடிய விதம் கீழே உரு 4.10இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



உரு 4.10

A இனை மாத்திரம் அல்லது B இனை மாத்திரம் அல்லது A, B ஆகிய இரண்டையும் பூச்சிய வோல்ட்நளவில் தாழ்ப்போமாயின் R இன் வழியேயான 5V மின்கலவடுக்கின் வோல்ட்நளவினால் இருவாயி அல்லது இருவாயிகள் முன்முகக் கோடலுறும். அப்போது சிலிக்கன் இருவாயிக்குக் குறுக்காக 0.7 V வோல்ட்நளவு வீழ்ச்சியொன்று ஏற்படும். எனவே F இல் வோல்ட்நளவு 0.7 V ஆகும். இதனை தருக்கம் 0 இற்குக் கிட்டியதாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

A, B ஆகிய இரண்டு 5V வோல்ட்நளவில் தாழ்த்தல் அப்போது இரண்டு இருவாயிகளும் பின்முகமாகக் கோடலுறும். அப்போது R இன் ஊடாக ஓட்டம் பாயமாட்டாது. மின்கலவடுக்கின் 5V வோல்ட்நளவு F இன்பாற் செல்லும். அப்போது F ஆனது தருக்கம் மட்டம் 1 இல் காணப்படும். உரிய வோல்ட்நளவு அட்டவணையும் உண்மை அட்டவணையும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

A	B _(V)	F _(V)
0	0	0.7
0	5	0.7
5	0	0.7
5	5	5

வோல்ட்நளவு அட்டவணை

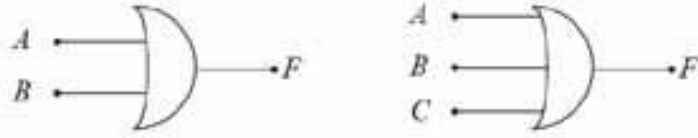
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

உண்மை அட்டவணை

இருவாயிகளையும் தடையிகளையும் பயன்படுத்தி ஆக்கப்பட்டுள்ளன இவ்வாறான சுற்று வடிவங்களை DRL (Diode Resistor Logic) எனப்படும்.

4.7 OR படலை

OR படலையானது குறைந்தது இரண்டு பெய்ப்புக்களையோ அதிலும் கூடுதலான பெய்ப்புக்களையோ கொண்டமையலாம். OR படலையொன்றுக்குரிய சுற்றுவரிப்படங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. உரு 4.11



A, B எனும் இரண்டு பெய்ப்புக்களுடன் A, B, C எனும் மூன்று பெய்ப்புக்களுடன்

உரு 4.11

இரட்டைப் பெய்ப்பு OR படலையொன்றுக்கான உண்மை அட்டவணை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR தருக்கத்தின்போது செய்யப்படுவது A அல்லது B பெய்ப்புக்களுள் குறைந்தது ஒன்றையேனும் தருக்கம் 1 நிலையில் உள்ளபோது பயன்பை தருக்கம் 1 என வழங்குவதாகும் என்பது இந்த உண்மை அட்டவணை மூலம் தெளிவாகின்றது.

இப்படலைக்குரிய பூலக் கோவை

$$F = A + B$$

என எழுதப்படும்.

இக்கோவையில் உள்ள $+$ அடையாளமானது பொதுவான அட்சர கணிதத்தில் பயன்படும் $+$ அடையாளத்திலும் வேறுபட்ட அர்த்தத்தைக் கொண்ட ஒன்றாகும். இங்கு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள $+$ அடையாளம் பூல அட்சரகணிதத்தின்படி அமைவதோடு, அதற்கமைய

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

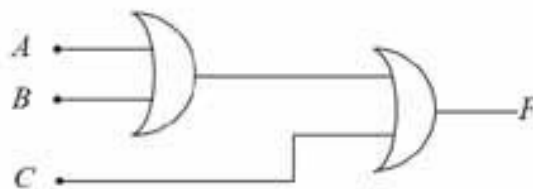
$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 1$$

ஆகும் என்பன விளங்கிக்கொள்ள வேண்டும்.

இரட்டைப் பெய்ப்பு OR படலையொன்றின் " A அல்லது B பெய்ப்பு 1 ஆகும்போது பயன்பு 1 ஆகும்" எனத் தருக்கத்தை உருவாக்கலாம்.

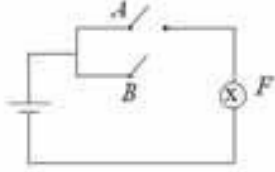
இரண்டு பெய்ப்புக்களைக்கொண்ட OR படலைகள் இரண்டைப் பயன்படுத்திப் பின்வருமாறு மூன்று பெய்ப்புக்களைக் கொண்ட OR படலையொன்றினை அமைத்துக்கொள்ளலாம். உரு 4.12



உரு 4.12

இந்த படலை அமைப்புக்கான உண்மை அட்டவணையைத் தயாரிக்க உங்களால் முடிகின்றதா என முயற்சி செய்து பாருங்கள்.

OR படலையின் செயற்பாட்டை கீழே தரப்பட்டுள்ள எளிய ஆளிச் சுற்றின் மூலம் செய்துகாட்டலாம். உரு 4.13



உரு 4.13

பெய்வு { ஆளி ↑ திறத்தல் (OFF) தருக்கம் 0 உம் A அல்லது B
ஆளி ↑ ஆளி மூடுதல் (ON) தருக்கம் 1 உம்

பய்வு { குமிழ் F அணைதல் தருக்கம் 0 உம்
குமிழ் F ஒளிர்ந்தல் தருக்கம் 1 உம் ஆகும்
எனக் கொள்வோம்.

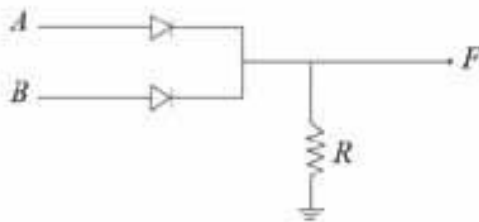
சுற்றின் செயற்பாட்டைப் பின்வருமாறு ஒர் அட்டவணையில் காட்டலாம். A உம் B உம் பெய்ப்புக்களையும் F பய்ப்பாகவும் (குமிழ் ஒளிர்ந்தல் அல்லது அணைதல்) கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A மற்றும் B ஆள்களுள் குறைந்தது ஒன்றினும் முடியிருக்கும்போது மாத்திரம் குமிழ் ஒளிரும். அதாவது பெய்ப்பு A அல்லது B 1 ஆகும்போது பய்ப்பு F 1 ஆகும். இது OR செயற்பாடாகும்.

4.7.1 OR படலையொன்றினை அமைத்தல்

இரண்டு இருவாய்களையும் ஒரு தடையியையும் பயன்படுத்தி (DRL வடிவத்தில்) இரண்டு பெய்ப்புக்களைக்கொண்ட OR படலையொன்றினை அமைத்துக்கொள்ளக்கூடிய விதம் கீழே சுற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 4.14



உரு 4.14

A மற்றும் B பெய்ப்புக்களுள் குறைந்தது ஒன்றுக்கேனும் $5V$ வோல்ட்ற்றளவை (தருக்கம் 1) பெய்ப்பாக வழங்கப்பட்டுள்ளபோது, அப்பெய்ப்பைக்கொண்ட இருவாயி முன்முககோடல் நிலையில் உள்ளதாகையால், மற்றைய பெய்ப்பின் செல்வாக்கு ஏதுமின்றி, F பய்ப்பு $(5 - 0.7) V = 4.3 V$ பெறுமானத்துக்குச் சமமானது. இதனைத் தருக்கம் 1 எனக் கருதலாம். (சிலிக்கன் இருவாயிக்காக முன்முகக்கோடல் வோல்ட்ற்றளவு வீழ்ச்சியாகிய $0.7 V$ இங்கு கருதப்பட்டுள்ளது)

A மற்றும் B ஆகிய இரண்டு பெய்ப்புக்களுக்காகவும் பூச்சிய வோல்ட்ற்றளவு (தருக்கம் 0) வழங்கப்பட்டுள்ளபோது எந்தவொரு இருவாயியும் கோடலுறுவதில்லையாகையால் F பய்ப்பு பூச்சிய வோல்ட்ற்றளவில் (தருக்கம் 0) காணப்படும்.

உரிய வோல்ட்ற்றளவு அட்டவணையும் உண்மை அட்டவணையும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

$A_{(V)}$	$B_{(V)}$	$F_{(V)}$
0	0	0
0	5	4.3
5	0	4.3
5	5	4.3

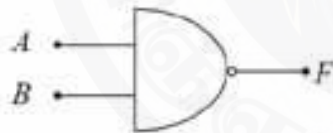
வோல்ட்ற்றளவு அட்டவணை

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

உண்மை அட்டவணை

4.8 NAND படலை

இரட்டைப் பெய்ப்பு NAND படலையொன்றின் சுற்றுக்குறியீடும் அதன் உண்மை அட்டவணையும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. உரு 4.15



குறியீடு

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

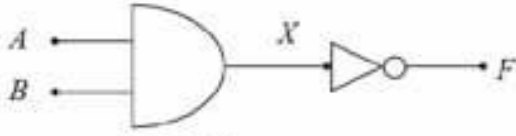
உண்மை அட்டவணை

உரு 4.15

NAND படலைத் தருக்கத்தின்போது செய்யப்படுவது AND படலையில் செய்யப்படும் தருக்கத்தின் நேர் மாற்றம் ஆகும். என்பதை இப்படலைகளுக்கான உண்மை அட்டவணைகளை ஒப்பிடுவதன் மூலம் தெளிவாகின்றது.

இரட்டைப் பெய்ப்பு NAND படலையொன்றின் " A மற்றும் B பெய்ப்பு 1 ஆகும்போது பய்ப்பு 0 ஆகும்" எனத் தருக்கத்தை அமைக்கலாம்.

உரு 4.16 இல் கீழே தரப்பட்டுள்ளவாறு AND படலையொன்றினால் கிடைக்கும் பயப்பை NOT படலையின்பால் பெய்ப்பாக வழங்குவதால் NAND படலையை ஆக்கிக்கொள்ளலாம்.



உரு 4.16

A உம் B உம் பெய்ப்புக்களாகும்.

X என்பது AND படலையின் பய்ப்பாகும். F என்பது இறுதிப் பய்ப்பாகும்.

உண்மை அட்டவணையொன்றின் மூலம் இதனை விளக்கிக்கொள்வோம்.

A	B	X	F (= \bar{X})
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

இதன் F பய்ப்பானது NAND படலையொன்றின் பய்ப்புக்குச் சமமானது.

பூலக் கோவைகளுக்கு அமைய,

$$X = A.B \text{ (AND படலைக்கான கோவை)}$$

மேலும் $F = \bar{X}$ (NOT படலைக்கான கோவை)

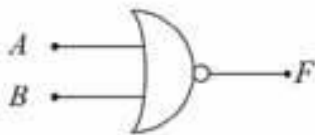
$$\square F = \overline{A.B}$$

எனவே NAND படலையொன்றுக்கான பூலககோவை

$$\boxed{F = \overline{A.B}} \text{ என எழுதப்படும்}$$

4.9 NOR படலை

இரட்டைப் பெய்ப்பு NOR படலையொன்றின் சுற்றுக் குறியீடு உண்மை அட்டவணையும் உரு 4.17 இல் தரப்பட்டுள்ளன.



A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

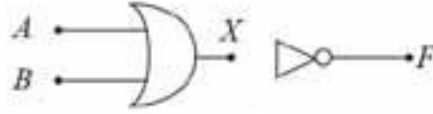
குறியீடு

உண்மை அட்டவணை

உரு 4.17

NOR படலையொன்றின் தருக்கத்தில் செய்யப்படுவது OR படலையொன்றில் செய்யப்படும் தருக்கத்தின் நேர்மாறிலி (எதிர்ப்பொருள்) ஆகும் என்பது அந்த படலைக்குரிய உண்மை அட்டவணைகளை ஒப்பிட்டுப்பார்ப்பதன் மூலம் தெளிவாகின்றது.

OR படலையொன்றின் பயப்பை NOT படலையொன்றுக்கு ஊடாகச் செல்லுவதால் NOR படலையொன்றினை அமைத்துக்கொள்ளும் விதம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது. உரு 4.18



உரு 4.18

அதற்காக உண்மை அட்டவணையொன்று தயாரிப்போம்.

A	B	X	F (= \bar{X})
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

இதன் F பயப்பானது NOR படலையிலிருந்து கிடைக்கும் பயப்புக்குச் சமமானது புலக் கோவைகளின்படி,

$$X = A + B \text{ (OR படலைக்கான கோவை)}$$

$$F = \bar{X} \text{ (NOT படலைக்கான கோவை)}$$

$$\therefore F = \overline{A+B}$$

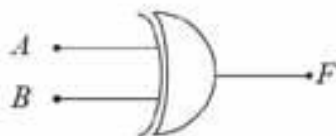
எனவே NOR படலைக்கான புலக்கோவை

$$\boxed{F = \overline{A+B}}$$
 என எழுதப்படும்.

இரட்டைப் பெய்ப்பு NOR படலையொன்றில் "A அல்லது B பெய்ப்பு 1 ஆகும்போது பயப்பு 0 ஆகும்" எனத் தருக்கத்தைக் கட்டியெழுப்பலாம்.

4.10 X-OR படலை

இரட்டைப் பெய்ப்பு X-OR படலையொன்றின் சுற்றுக்குறியீடுகள் உண்மை அட்டவணையும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன X-OR படலை EXOR எனவும் காட்டப்படும். (X அல்லது EX என்பது 'exclusive' என்பதன் சுருக்கம் ஆகும்.



குறியீடு

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

உண்மை அட்டவணை

உரு 4.19

இந்த உண்மை அட்டவணையின் மூலம் காட்டப்பட்டுள்ளதற்கிணங்க X-OR படலையினால் செய்யப்படும் தருக்கம் "A அல்லது B பெய்ப்புகளுள் ஒன்று மாத்திரம் 1 ஆகும்போது பயப்பு 1 ஆகும் என்பதாகும். இங்கு A மற்றும் B ஆகிய இரண்டு தருக்கங்களும் 1 ஆகும் நிலையில் பயப்பு $F = 0$ ஆகும்.

X-OR படலைக்கான பூலக்கோவை பின்வருமாறு எழுதப்படும்.

$$F = A \oplus B$$

இரட்டைப் பெய்ப்பு X - OR படலையொன்றின் "A அல்லது B பெய்ப்புக்களுள் ஒன்று மாத்திரம் 1 ஆகும்போது பயப்பு 1 ஆகும்" என்பது தருக்கம் கட்டியெழுப்பப்படும்.

4.11 X - NOR படலை

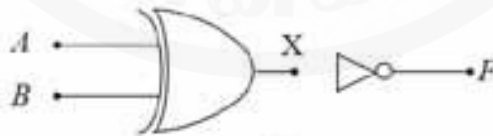
X - NOR படலைக்கான கற்றுக்குறியீடும் உண்மை அட்டவணையும் உரு 4.20 இல் தரப்பட்டுள்ளன. X - NOR படலையானது EXNOR படலை எனவும் அழைக்கப்படும்.



உரு 4.20

X - NOR படலை மூலம் தரப்படுவது, X - OR படலை மூலம் கிடைக்கும் பயப்பின் நேர்மாற்றல் ஆகும் என்பது அவ்விரு படலைகளுக்குமுரிய உண்மை அட்டவணைகளை ஒப்பிடுதல் மூலம் தெரிகின்றது.

X - OR படலையின் பயப்பை NOT படலைக்கு வழங்குவதன் மூலம் X - NOR படலையொன்றினைப் பெறலாம் என்பது பின்வரும் விடயங்கள் மூலம் தெளிவாகின்றது. உரு 4.21



உரு 4.21

இந்த அமைப்புக்கான உண்மை அட்டவணையொன்று தயாரிப்போம்.

A	B	X	$F (= \bar{X})$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

இங்கு F பயப்பு X - NOR படலையிலிருந்து கிடைக்கும் பயப்புக்குச் சமமானது.

$$X = A \oplus B$$

அத்தோடு $F = \bar{X}$ ஆதலால்

$$F = \overline{A \oplus B} \text{ ஆகும்.}$$

எனவே X - NOR படலைக்கான மூல கோவை

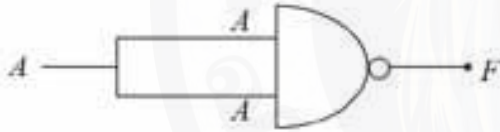
$$\boxed{F = \overline{A \oplus B}} \text{ என எழுதப்படும்}$$

இரட்டைப் பெய்ப்பு X-NOR படலையொன்றின் "A அல்லது B ஆகியவற்றுள் ஒன்று மாத்திரம் 1 ஆகும்போது பயப்பு 0 ஆகும். என தருக்கத்தைக் கட்டியெழுப்பலாம்.

இதுவரையில் நாம் கவனித்த ஏழு தருக்கப்படலைகளுள் NAND படலையும் NOR படலையும் விசேடமானவை NAND படலைகளை மாத்திரம் அல்லது NOR படலைகளை மாத்திரம் பயன்படுத்தி ஏனைய தருக்கப்படலைகளை ஆக்கிக்கொள்ள முடிகின்றமையே அதற்குக் காரணமாகும். அதற்கான சில உதாரணங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

4.12 NAND படலைகளை மாத்திரம் பயன்படுத்தி ஏனைய படலைகள் அமைத்தல்

(i) NOT படலையொன்று அமைத்தல்



NAND படலையின் பெய்ப்பு முடிவிடங்கள் இரண்டையும் இணைத்து ஒரு தனிப் பெய்ப்பாக எடுப்பதால் NOT படலையொன்றினை அமைத்துக்கொள்ளலாம்

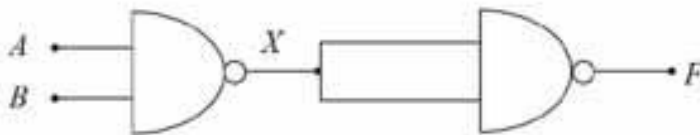
$A = 1$ ஆகும்போது $F = 0$ உம்

$A = 0$ ஆகும்போது $F = 1$ உம் ஆகும்.

$$F = \bar{A} \text{ (NOT) படலை போன்றது)}$$

(ii) AND படலையொன்று அமைத்தல்

இதனைப் பின்வருமாறு செய்யலாம்.



மூலக் கோவையை எழுதுவதன் மூலம்

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

அத்தோடு $F = \bar{X}$

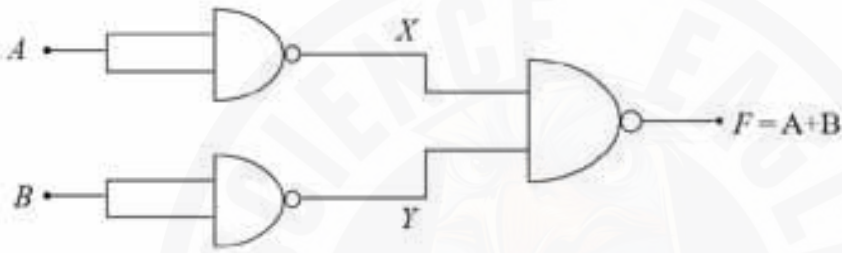
$$\square \quad \begin{aligned} F &= \overline{\overline{A \cdot B}} \\ &= A \cdot B \end{aligned}$$

உண்மை அட்டவணையைக் கருதுவதால்

A	B	X	$F (= \bar{X})$
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

F பயப்பானது AND படலையின் பயப்புக்குச் சமமானது அதாவது AND தர்க்கம் கிடைத்துள்ளது.

(ii) OR படலையொன்று அமைத்தல்



$X = \bar{A}$ உம் $Y = \bar{B}$ உம் $F = \bar{X} \cdot \bar{Y}$ ஆகும்.

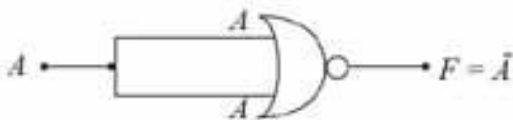
இச்சுற்றுக்குரிய உண்மை அட்டவணையைக் கருதுவோம்.

A	B	X ($= \bar{A}$)	Y ($= \bar{B}$)	$X \cdot Y$	F ($= \bar{X} \cdot \bar{Y}$)
0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1

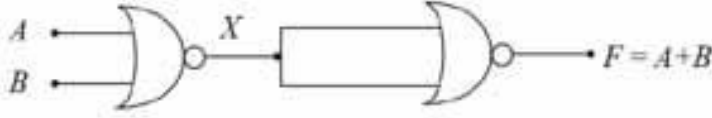
இந்த F பயப்பானது OR படலையின் பயப்புக்குச் சமமானது அதாவது மேற்படி கற்றினால் OR தருக்கம் கிடைக்கின்றது.

4.13 NOR படலைகளை மாத்திரம் பயன்படுத்தி ஏனைய படலைகள் அமைத்தல்

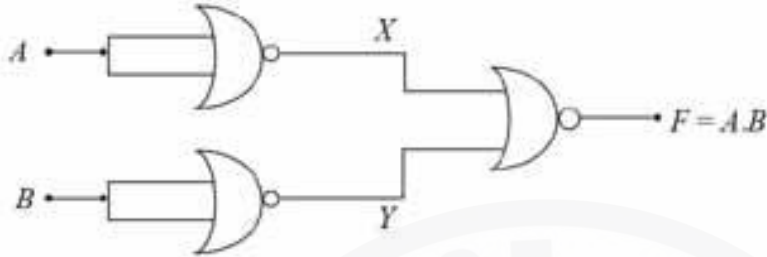
(i) NOT படலை



(ii) OR படலை



(iii) AND படலை

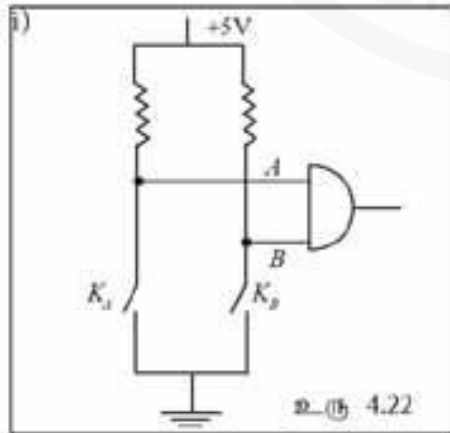


உண்மை அட்டவணைகள் தயாரித்து, இவற்றின் செய்மையை விளங்கிக்கொள்வதற்காக உங்களுக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள ஓர் ஒப்பனையாகக் கருதி அதில் ஈடுபடுங்கள்.

NAND படலைகளை மாத்திரம் பயன்படுத்தி அல்லது NOR படலைகளை மாத்திரம் பயன்படுத்தி, ஏனைய தருக்கப்படலைகளை அமைத்துக்கொள்ள முடியுமாதலால் NAND படலைகளும் NOR படலைகளும் அகிலப் படலைகள் (universal gates) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

செயன்முறைப் பயன்பாட்டின்போது தருக்கப்படலைகளின் பெய்ப்பு முடிவிடங்களைத் தேவைக்கேற்ப, எப்போதும் தருக்கம் 0 (0V) மட்டத்தில் அல்லது தருக்கம் 1 (5V) மட்டத்தில் நாபித்தல் வேண்டும். அந்த பெய்ப்பு முடிவிடங்களைத் திறந்து வைத்திருத்தல் ஆகாது. அவை திறந்து வைக்கப்படுமாயின் குறித்த பெய்ப்பு திட்டவட்டமானதாக அமையாமை காரணமாக வருவான பெய்ப்பு கிடைக்க இடமுண்டு.

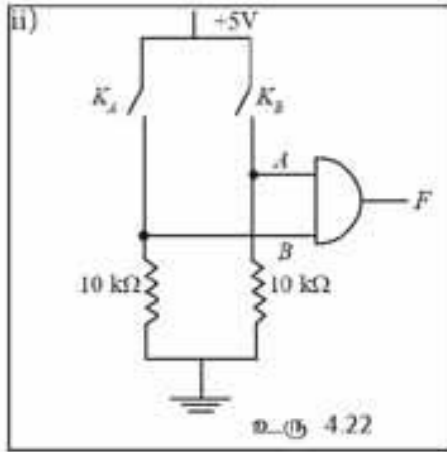
தருக்கப்படலைகளுக்காக, அவற்றின் பெய்ப்புக்கள் திறந்த நிலையில் இருக்கலாகாது. அப்பெய்ப்புக்களை வழங்குவதற்காகப் பின்வரும் உதாரணங்களில் காட்டியுள்ளவாறாக பொருத்தமான சுற்று அமைப்பொன்றினைப் பயன்படுத்தலாம். உரு 4.22 உரு 4.23



ஆளி K_1 திறந்த நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள போது +5V வோல்ற்றளவானது $10\text{ k}\Omega$ தடையின் வழியே A பெய்ப்புக்குக் கிடைக்கின்றது. அதாவது $A =$ தருக்கம் 1 ஆகும்.

ஆளி K_2 இனை முடியுதம் புவித்தொடுப்பு (பூச்சிய வோல்ற்றளவு) A பெய்ப்புக்கு கிடைக்கின்றது. அதாவது $A =$ தருக்கம் 0 ஆகும்

இவ்வாறாகவே K_2 இனைத் திறந்து அல்லது முடி வைப்பதால் முறையே தருக்கம் 1 அல்லது தருக்கம் 0 மட்டத்தை B பெய்ப்புக்கு வழங்கலாம்.



உரு 4.22

K_1 திறந்துள்ளபோது

புவித்தொடுப்பு (பூச்சிய வோல்ட்றளவு) $10k \Omega$ தடையின் வழியே A இற்குக் கிடைக்கின்றது. அதாவது $A =$ தருக்கம் 0 ஆகும்.

K_2 இனை மூடியவுடன்

$+5V$ வோல்ட்றளவு A பெய்ப்புக்குக் கிடைக்கிறது. அதாவது $A =$ தருக்கம் 1 ஆகும்.

இவ்வாறாக K_2 சாவியை திறந்தோ மூடியோ வைப்பதால் முறையே தருக்கம் 0 அல்லது தருக்கம் 1 மட்டத்தை B பெய்ப்புக்கு வழங்கலாம்.

மேற்குறிப்பிட்ட இரு உதாரணங்களிலும் இருந்து ஒவ்வொரு பெய்ப்புக்கும் தருக்க மட்டம் 0 அல்லது 1 வழங்கப்படுகிறது. அவை திறந்து விடப்படுவதில்லை.

தருக்கப் படலை உற்பத்தியின்போது பயன்படுத்தப்படும் இரண்டுவித சுற்றுக்களாக DRL மற்றும் RTL விதங்கள் பற்றிய விபரங்கள் ஏற்கனவே தரப்பட்டுள்ளன. அத்தோடு திரான்சிற்றர்களின் சேர்மானத்தினால் தருக்கப் படலைகள் உற்பத்தியையும் விதயொன்றும் உள்ளது. அது TTL (Transistor Transistor Logic) எனப்படும். TTL வகை தொகையிடுஞ் சுற்றுக்கள் உற்பத்தி செய்யப்போது சந்தி திரான்சிற்றர்கள் பயன்படுத்தப்படும்.

இதற்கு மேலதிகமாக புல வினைவுத் திரான்சிற்றர்களைப் (FET) பயன்படுத்தியும் தருக்கப்படலைகள் உற்பத்தி செய்யும் முறையொன்றும் விருத்தியடைந்துள்ளது. அதற்காக உலோக ஓட்சைட்டுக் குறைகடத்திகளில் ஆக்கப்பட்ட FET களே பயன்படுத்தப்படும். அவை MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET) எனப்படும். மேலும் தருக்கப்படலைகள் அமைப்பதற்காக இந்த திரான்சிற்றர்கள் நிரப்பிச் (Complimentary) சோடிகளாக (அதாவது ஒன்றுடனொன்று இணைத்த செயற்பாட்டைக்கொண்ட சோடிகளாக) பயன்படுத்தும் முறையொன்று விருத்தியெய்யப்பட்டுள்ளது. அச்சுற்று வகை CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductors) எனப்படுகின்றது.

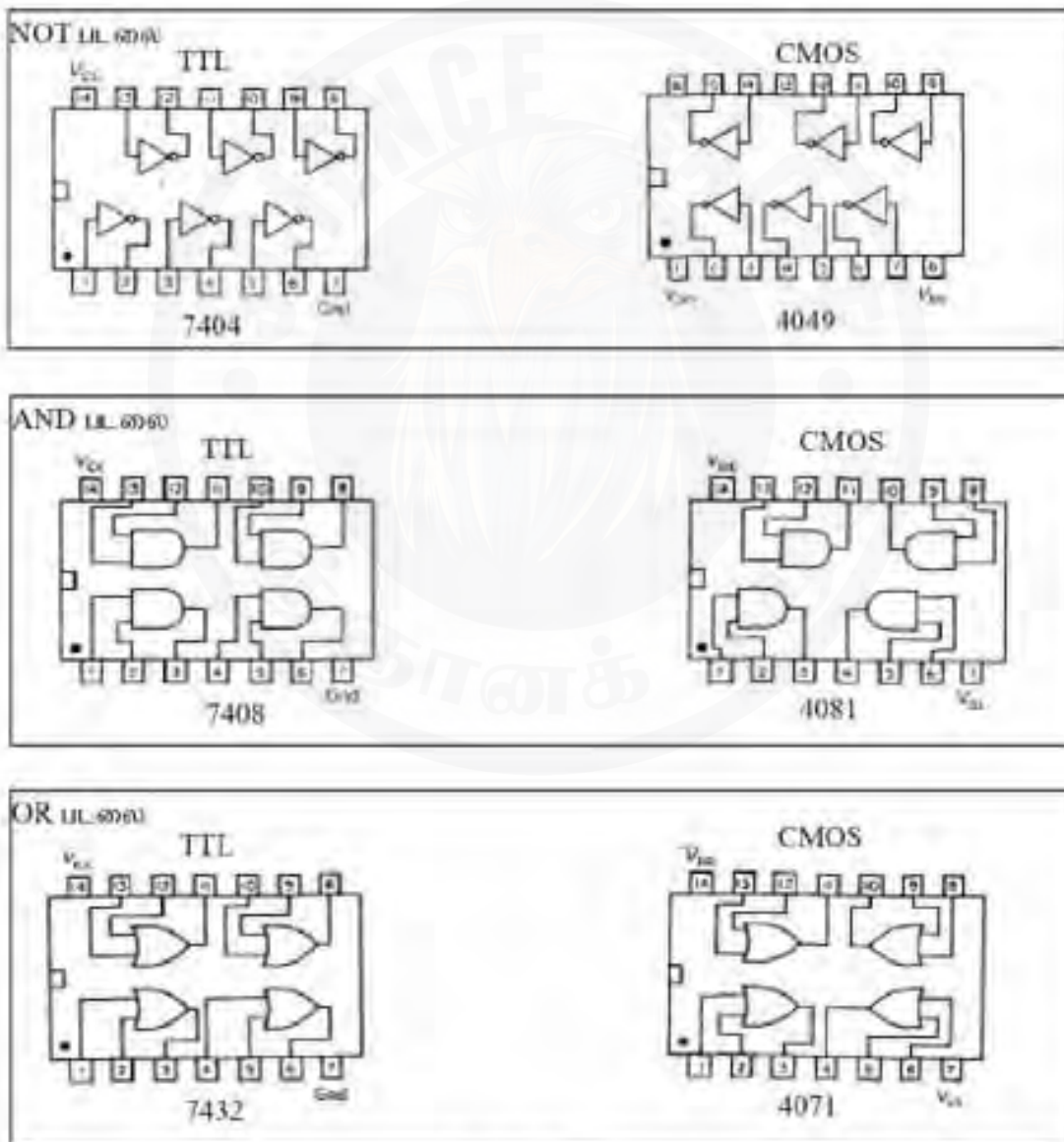
TTL சுற்றுக்களுக்கு வழங்கப்படும் மின் வழங்கலின் வோல்ட்றளவு திட்டவாட்டமாக $5V$ ஆதல் வேண்டும். எனினும் CMOS சுற்றுக்களுக்கு வழங்கும் மின் வழங்கலின் வோல்ட்றளவை $3V$ தொடக்கம் $15V$ வரையிலான வீச்சில் யாதேனும் மாறாத பெறுமானத்தில் வைத்திருக்கலாம். CMOS சுற்றுக்களை விட TTL சுற்றுக்கள் துரிதமாகச் செயற்படும். (TTL) இல் சந்தி திரான்சிற்றர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பதே அதற்கான காரணம் ஆகும். எனவே உயர் மீடறன் சமிக்ஞைகளைக் கையாளும் சுற்றுக்களுக்கு TTL பயன்படுத்துவது முக்கியமானது.

TTL வகை மற்றும் CMOS வகைத் தருக்கப் படலைகள் தொகையிடுஞ் சுற்றுக்களாக (IC) உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளன உரிய IC இலக்கத்தைக் குறிப்பிட்டு அவற்றை நீங்கள் கொள்வனவு செய்யலாம். அவ்வாறான தொகையிடுஞ் சுற்றுக்கள் சிலவற்றின் ஒளிப்படப் பீரதிகள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன. உரு 4.24



உரு 4.24

NOT, AND மற்றும் OR தருக்கப்படல்களான TTL மற்றும் CMOS ஐ கொண்டுள்ள தொகையீடுக் கற்றுக்களின் துலக்கங்களும் அவற்றின் படலை அளவியையும் காட்டும் உருக்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. உரு 2.25 (a), (b), (c)



உரு 4.25

4.14 தருக்கச் சுற்றுக்களின் திட்டமிடல்

சுற்றொன்றுக்கு வழங்கப்படும் இலக்கச் சமிக்ஞைகளை யாதேனும் குறித்த தருக்கச் செயன்முறையின்படி கையாண்டு தேவையான பயன்பை தரக்கூடியவாறான சுற்றுக்களைத் தருக்கச் சுற்றுக்கள் எனலாம். தருக்கச் சுற்றுக்களைத் திட்டமிடும்போது தருக்கப்படலைகள் பொருத்தமானவாறு சேர்மானம் செய்யப்படும். அவ்வாறாகத் தருக்கச் சுற்றுக்கள் வடிவமைக்கும் பிரதானமான சீல படிமுறைகளைக் கையாளுதல் வேண்டும். அவையாவன:

1. குறித்த பிரச்சினைக்காக தருக்கச் செயன்முறைகளைக் காட்டும் கோவையைப் பெறுதல்.
2. அத்தருக்கச் செயன்முறைகளைக் காட்டும் வகையில் உண்மை அட்டவணையொன்று தயாரித்தல்.
3. அந்த உண்மை அட்டவணையின்படி, பூல கோவையொன்று எழுதுதல்
4. அப்பூல கோவைக்கு அமைவாகச் செயற்படுமாறு தருக்கப் படலைகளைப் பயன்படுத்திச் சுற்றைத் வடிவமைத்தல்

தருக்கப் படலைச் சுற்றுக்கள் திட்டமிடும் செயன்முறையை மேலும் நன்கு விளக்கிக் கொள்வதற்காக முதலில் அதனை அதன் ஒவ்வொரு படிமுறைக்கு அமைவாகக் கவனிப்போம். அந்த ஒவ்வொரு படிமுறையின்போதும் செய்யப்படும் செயன்முறைகளைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

1. தரப்பட்ட பூலக்கோவைக்கு அமைவான உண்மை அட்டவணையைப் பெறுதல்.
2. தரப்பட்ட உண்மை அட்டவணைக்கு அமைவான பூல கோவையைப் பெறுதல்
3. தரப்பட்ட உண்மை அட்டவணைக்கு அமைவான தருக்கப் படலைச் சுற்றைத் வடிவமைத்தல்
4. தரப்பட்ட தருக்கப் படலைச் சுற்றுக்கு அமைவான உண்மை அட்டவணையைப் பெறுதல்.
5. தரப்பட்ட தருக்கப் படலைக்குரிய பூல கோவையைப்பெறல்
6. தரப்பட்ட பூல கோவைக்கமைவான தருக்கப்படலைச் சுற்றொன்றைத் வடிவமைத்தல்
7. தரப்பட்ட ஒரு தேவையைப் பூர்த்தி செய்து கொள்வதற்காகத் தரப்பட்ட நிபந்தனைகளுக்கு அமைவாக நடந்துகொள்ளும் தருக்கப் படலைச் சுற்றொன்றைத் வடிவமைத்தல்

1. தரப்பட்ட பூல கோவைக்கு அமைவாக உண்மை அட்டவணையைப் பெறுதல்

$F = AB + \bar{A}\bar{B}$ கோவையைக் கருதுங்கள்

இங்கு A மற்றும் B என இரண்டு பெய்ர்ப்புக்கள் உள்ளன.

அவற்றைக்கொண்டு AB மற்றும் $\bar{A}\bar{B}$ நிலைகள் பெறப்பட்டுள்ளன.

உண்மை அட்டவணையைப் பெறுவதற்காக இந்த சகல பெய்ர்ப்பு, பய்ப்பு நிலைகளையும் கவனத்திற் கொண்டு பின்வருமாறு ஓர் அட்டவணையைத் தயாரிப்போம்.

A	B	\bar{A}	\bar{B}	AB	$\bar{A}\bar{B}$	$F = (AB + \bar{A}\bar{B})$
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1

A ஐக் கருதி \bar{A} இனை எழுதுதல்
 B ஐக் கருதி \bar{B} எழுதுதல்
 A மற்றும் B ஐக் கருதி AB எழுதுதல்
 A மற்றும் \bar{B} ஐக் கருதி $\bar{A}\bar{B}$ எழுதுதல்
 AB மற்றும் $\bar{A}\bar{B}$ ஐக் கருதி F எழுதுதல்

மேற்படி அட்டவணையைத் தழுவி, இனி அடிப்படையான (எளிய) உண்மை அட்டவணையைப் பின்வருமாறு எழுதுவோம்.

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2. தரப்பட்ட உண்மை அட்டவணைக்கு உரிய பூல் கோவையை எழுதுதல் உதாரணமாகப் பின்வரும் உண்மை அட்டவணைக்கு அமைவான பூல் கோவையைப் பெறுவோம்.

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

முதலில் இந்த அட்டவணையில் $F = 1$ எனும் நிலையை மாத்திரம் வேறாக்கி இனங்கண்டுகொள்வோம். அதாவது

A	B	F
0	0	1
0	1	1

இதனை $F = \bar{A}\bar{B}$ என எழுதலாம்.
 ($A = 0$ மற்றும் $B = 0$ ஆகையால் $\bar{A} = 1$ உம் $\bar{B} = 1$ உம் ஆகும். $\bar{A}\bar{B} = 1.1 = 1$ ஆகும்.)

இதனை $F = \bar{A}B$ என எழுதலாம்.
 ($A = 0$ மற்றும் $\bar{A} = 1$ ஆகும். $B = 1$ ஆகையால் $\bar{A}B = 1.1 = 1$ ஆகும்.)

$\bar{A}\bar{B}$ அல்லது $\bar{A}B$ எனும் மேலே காட்டிய இரண்டு நிலைகளுள் எந்தவொரு நிலையிலும் $F = 1$ ஆகையால், $F = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B$ ஆகும்.

உரிய பூல் கோவை இக்கோவையாகும்.

3. தரப்பட்ட உண்மை அட்டவணைக்கு அமைவான தருக்கப் படலைச் சுற்றொன்றினைத் வடிவமைத்தல்

உதாரணமாகப், பின்வரும் உண்மை அட்டவணையின்படி, சுற்றைத் வடிவமைப்போம்

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

← $F = \bar{A}\bar{B}$
← $F = \bar{A}B$
← $F = AB$

முதலில் இத்தற்கு அமைவான கோவையைப் பெறுதல்வேண்டும். அதற்காக, ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்டவாறாக $F=1$ ஆகும். நிலைக்குரிய மூல கோவையை எழுதுவோம். (இவை மேற்படி அட்டவணையில் வலது புறத்தே எழுதப்பட்டுள்ளன.)

அதற்கமைய உரிய கோவை $F = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + AB$ ஆகும்.

இங்கு உள்ள பெய்ப்புக்கள் A உம் B உம் ஆகும்.

அவற்றைக்கொண்டு $\bar{A}\bar{B}$, $\bar{A}B$ மற்றும் AB இனைப் பெறலாம்.

இதற்காக AND படலையும் NOT படலையும் தேவை.

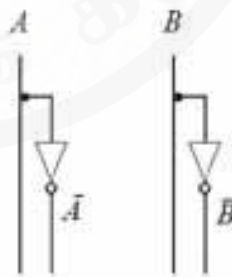
இறுதியில் $\bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + AB$ இனைப் பெறுவதற்காக மூன்று பெய்ப்புக்களைக்கொண்டு OR படலையொன்று தேவை.

உரிய சுற்றைப் பின்வருமாறு படிமுறையாகக் கட்டியெழுப்புவோம்.

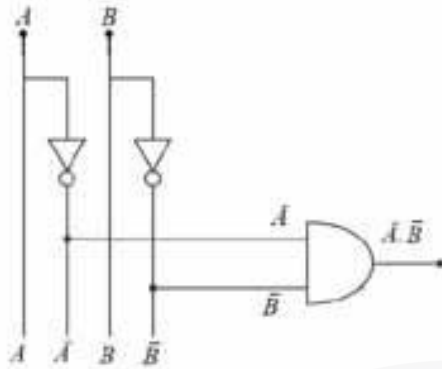
(i) A மற்றும் B பெய்ப்புக்களை குறிப்பிடுவோம்



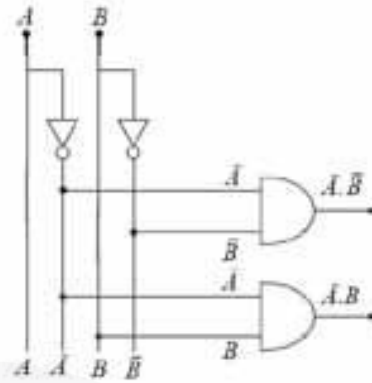
(ii) NOT படலையைப் பயன்படுத்துவதால் \bar{A} மற்றும் \bar{B} ஐப் பெறுவோம்



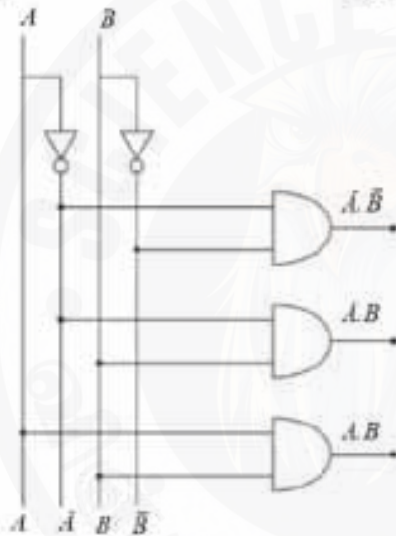
(iii) AND படலையைப் பயன்படுத்தி $\bar{A}\bar{B}$ ஐப் பெறுவோம்



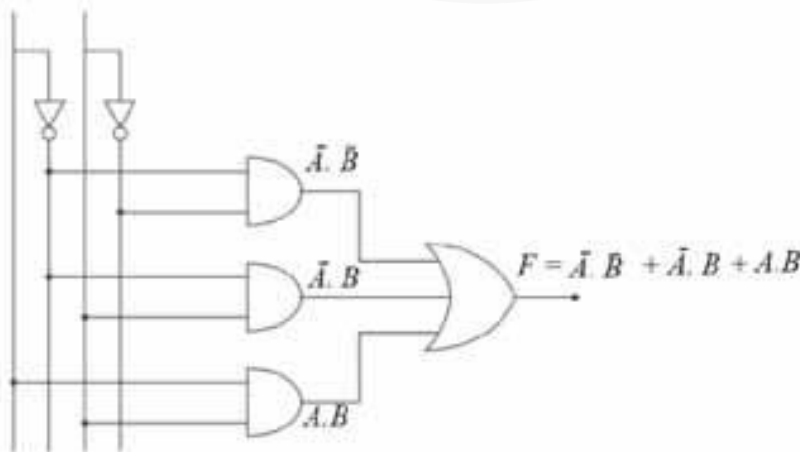
(iv) மற்றுமொரு AND படலையைப் பயன்படுத்தி $\bar{A}B$ இனைப் பெறுவோம்



(v) மற்றுமொரு AND படலையைப் பயன்படுத்தி $A\bar{B}$ ஐப் பெறுவோம்.



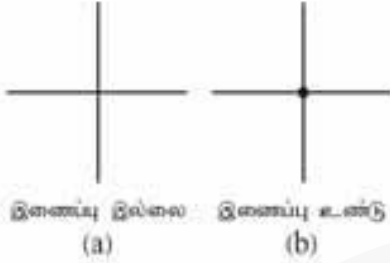
(vi) இறுதியாக 3 பெய்ப்புக்களைக் கொண்ட OR படலையொன்றைப் பயன்படுத்தி $A\bar{B} + \bar{A}B + AB$ பயன்பு கிடைக்கும் வகையில் ஒட்டுமொத்த தருக்கப் படலைச் சுற்றைப் பின்வருமாறு முன்வைப்போம்.



குறிப்பு

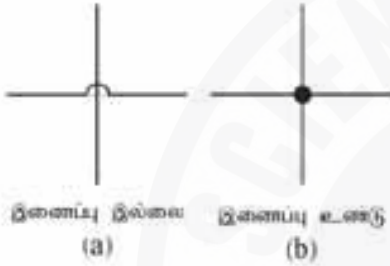
இவ்வாறான கற்று வரிப்படங்களை வரையும்போது இணைப்புக் கம்பிகள் ஒன்றுக் கொன்று குறுக்காகச் செல்லும்போது அவை இணைகின்றனவா இல்லையா என்பதைக் காட்டுவதற்குக் கையாளும் இரண்டு முறைகள் உள்ளன. அவையாவன:

(i)



இம்முறையின்போது 20 (a) இல் காட்டப்படுவது ஒன்றுடன் ஒன்று இணையாது ஒன்றுக்கொன்று குறுக்காகச் செல்லும் இரண்டு கம்பிகளாகும்.

உரு (b) இல் காட்டப்பட்டிருந்து ஒன்றுடனொன்று இணைத்து ஒன்றுக்கொன்று குறுக்காகச் செல்லும் இரண்டு கம்பிகளாகும்.



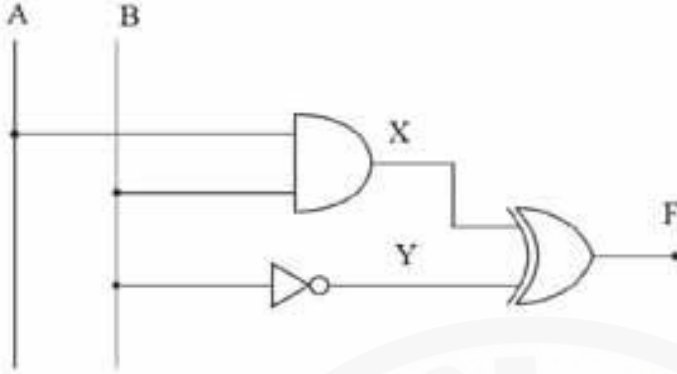
(ii) இம்முறையின்போது உரு (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது கம்பிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணையாத நிலையாகும்.

உரு (b) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது கம்பிகளிரண்டு ஒன்றுடன் ஒன்று இணைத்தல் நிலையாகும்.

இந்நூலில் இனி மேலே முறை (i) இல் காட்டப்பட்டுள்ள முறையே பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது என்பதை விசேடமாகக் கவனத்திற்கொள்கின்றன.

மேலே நாம் திட்டமிட்ட தடுக்கப்படலைச் சுற்றில் B பெய்ப்பை NOT படலைக்கு வழங்கி அதன் பயப்பை வேறு AND படலையொன்றுக்குப் பெய்ப்பாக வழங்கப்பட்டுள்ளது. மேலும், அச்சுற்றின் A பெய்ப்பையும் NOT படலையொன்றுக்கு வழங்கி அந்த NOT படலையின் பயப்பை வேறு AND படலைகள் இரண்டுக்குப் பெய்ப்பாக வழங்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறாக பல பெய்ப்புப் படலைகளை பயப்பிற்கு வழங்கும்போது படலைப் பயப்பின் வோல்ட்ஜை மட்டத்தில் குறைவு ஏற்பட இடமுண்டு. அதன் விளைவாக, பயப்புக்குரிய தடுக்கச் சமிக்ஞையில்பால் செல்வாக்கு ஏற்பட இடமுண்டு. பயப்பு தடுக்கச் சமிக்ஞையில் கணிசமான செல்வாக்கு ஏற்படாதவாறு யாதேனும் தடுக்கப் படலைகளைப் பயப்பின் தொடுக்கக்கூடிய வேறு தடுக்கப் படலைப் பெய்ப்புக்களின் எண்ணிக்கை வரையறைப்பட்டிருக்கும். அவ்வரையறையானது அந்தந்தத் தடுக்கப் படலை வகைக்கு அமைய வேறுபடும்.

4. தரப்பட்ட தருக்கப்படலைச் சுற்றுக்கு அமைவான உண்மை அட்டவணையைப் பெறல்
கீழே தரப்பட்டுள்ள தருக்கப்படலைச் சுற்று மூலம் இதனை விளங்கிக்கொள்வோம்.



சுற்றின் X , Y ஆகிய இடங்களில் உள்ள பயப்புக்களை பூல கோவைகள் மூலம் காட்டுவோம்.

$X = A.B$ (AND படலைக்குரிய கோவை)

$Y = \bar{B}$ (NOT படலைக்குரிய கோவை)

XOR படலைக்கு, பெய்ப்பாக X உம் Y உம் வழங்கப்பட்டுள்ளமையால்

$F = X \oplus Y$ (XOR படலைக்குரிய கோவை)

$\square F = A.B \oplus \bar{B}$

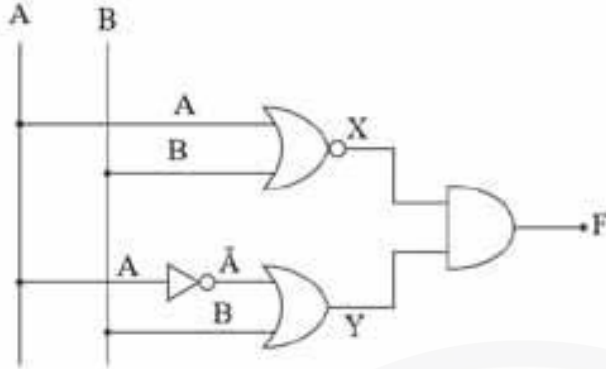
அடுத்ததாக A, B பெய்ப்புக்கள் மற்றும் F பயப்புக்கு மேலதிகமாக, $A.B$ உம் \bar{B} உம் அடங்குமாறு விரிவான ஓர் அட்டவணையை அமைப்போம்.

A	B	$A.B$	\bar{B}	$F = A.B \oplus \bar{B}$
0	0	0	1	1
0	1	0	0	0
1	0	0	1	1
1	1	1	0	1

இனி அடிப்படையான உண்மை அட்டவணையை எழுதிக்காட்டுவோம்.

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

5. தரப்பட்ட தருக்கப் படலைச் சுற்றுக்குரிய பூலக்கோவையைப் பெறுதல். கீழே தரப்பட்டுள்ள தருக்கப்படலைச் சுற்றைக் கருதுங்கள்.



இங்கு,

NOR படலையைக் கருதுவதால்,

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

OR படலையைக் கருதுவதால்

$$Y = A + B$$

AND படலையைக் கருதுவதால்

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

□ உரிய பூல கோவை $F = (\overline{A+B}) \cdot (A + B)$ ஆகும்.

6. தரப்பட்ட பூல கோவைக்கு அமைவான தருக்கப் படலைச் சுற்றொன்று திட்டமிடல். கீழே தரப்பட்டுள்ள பூல கோவையைக் கருதுவோம்.

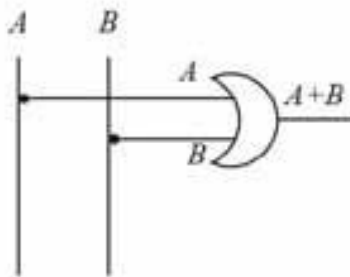
$$F = (A+B) \cdot (\overline{A+B})$$

சுற்றைத் திட்டமிடல் (ஏற்கனவே டிமுறை 3 இல் இவ்வாறானதொன்று விரிக்கப்பட்டுள்ளது)

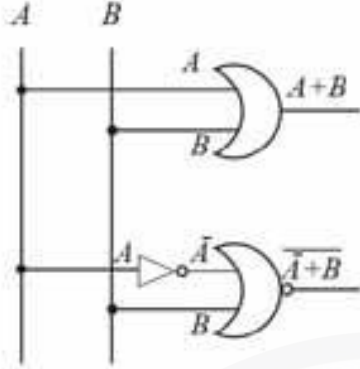
(i) பெய்ப்புகளைக் கோடுகளை காட்டுதல்



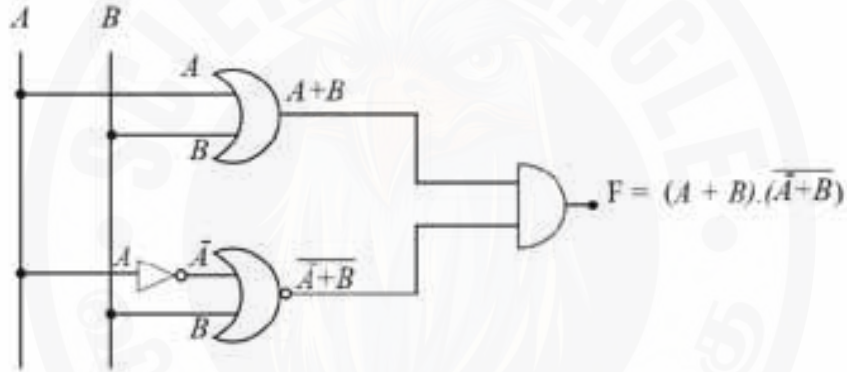
(ii) OR படலை மூலம் $A+B$ ஐப் பெறுவோம்



(iii) NOT படலையொன்றைப் பயன்படுத்தி \bar{A} .னைப் பெற்று NOR படலையொன்றின் மூலம் $\overline{A+B}$ ஐப் பெறல்



(iv) இருதரவக AND படலையொன்றினைப் பயன்படுத்தி F பயம்பைத் தரும் சுற்றை வரைதல்



7. தரப்பட்ட தேவையைப் பூர்த்தி செய்வதற்காக தரப்பட்ட நிபந்தனைகளுக்கு அமைவாக நடந்துகொள்ளும் தருக்கச் சுற்றொன்றினை வடிவமைத்தல்

இந்த முழுச் செயன்முறையையும் விளங்கிக்கொள்வதற்காகப் பின்வரும் உதாரணம் உங்களுக்கு துணையாக அமையும்.

அவசர ஒளிர்வு விளக்கொன்றினை (Emergency Lamp) பின்வரும் நிபந்தனைகளைப் பூர்த்திசெய்யுமாறு அமைக்க வேண்டியுள்ளது.

(i) இரவில் (இருவில்) முதன்மை மின்வழங்கல் இல்லாதபோது மாத்திரம் விளக்கு ஒளிருதல்

(ii) பகலில் (ஒளியில்) முதன்மை மின் வழங்கல் உள்ளதாயினும் இல்லையெனினும் விளக்கு அணைந்திருத்தல்

இதற்காகப் பின்வரும் A, B தருக்கப் பயப்புச் சமிக்ஞைகளைத் தரும் இரண்டு உணரிகள் தரப்பட்டுள்ளன.

முதன்மை மின் உள்ளபோது $A = 1$

முதன்மை மின் இல்லாதபோது $A = 0$

இரவில் (இருளில்) $B = 1$

பகலில் (ஒளியில்) $B = 0$

தேவையான நிபந்தனைகளுக்கு அமைவாக விளக்கை ஒளிர்ச் செய்வதற்காக மேற்படி (i) ஆம் நிலையில் பயப்பு 1 ($F=1$) ஆகுமாறும், மேற்படி (ii) ஆம் நிலையில் பயப்பு 0 ($F=0$) ஆகுமாறும் F பயப்பைப் பெறவேண்டியுள்ளது. (அதாவது $F = 1$ எனின் விளக்கு ஒளிரும் $F = 0$ எனின் விளக்கு ஒளிராது)

A, B ஆகியவற்றைப் பெய்ப்பாகவும் F ஐப் பயப்பாகவும் கொண்டு மேற்படி (i), (ii) ஆகிய நிபந்தனைகளைப் பூர்த்தி செய்யுமாறு தருக்கப்படலைச் சுற்றொன்றைத் திட்டமிடுவோம்.

இதற்காக முதலில் உண்மை அட்டவணையைத் தயாரித்தல்வேண்டும். மேற்படி (i) (ii) நிபந்தனைகளின்படி, அதற்குரிய தருக்கமாக அமைவது "A பெய்ப்பு 0 உம் B பெய்ப்பு 1 உம் ஆகும்போது மாத்திரம் பயப்பு 1 ஆதல் வேண்டும் என்பதாகும்.

உரிய உண்மை அட்டவணை பின்வருமாறானதாகும்

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

← $A=0$ (மின் இல்லை), $B=0$ (பகல்) காரணமாக $F=0$ (குமிழ் அணைதல்)

← $A=0$ (மின் இல்லை), $B=1$ (இரவு) காரணமாக $F=1$ (குமிழ் ஒளிர்தல்)

← $A=1$ (மின் உண்டு), $B=0$ (பகல்) காரணமாக $F=0$ (குமிழ் அணைதல்)

← $A=1$ (மின் உண்டு), $B=1$ (இரவு) காரணமாக $F=0$ (குமிழ் அணைதல்)

இனி இதற்குரிய பூல கோவையைப் பெறுவோம்.

இதற்காக $F=1$ ஆகும் சந்தர்ப்பங்களை மாத்திரம் கவனத்திற்கொள்ள வேண்டும். இங்கு அவ்வாறான ஒரு சந்தர்ப்பம் மாத்திரமே உள்ளது அதாவது:

A	B	F
0	1	1

← இதனை $\bar{A}.B$ இனங்காட்டலாம். $A=0$ ஆகும்போது $\bar{A}=1$ ஆவதோடு $B=1$ என உள்ளதாகையினாலும் $\bar{A}.B=1.1=1$ ஆவதாகும்.

எனவே உரிய பூல கோவை

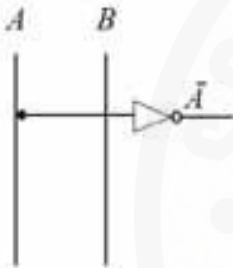
$F = \bar{A}.B$ ஆகும்.

இறுதிப்படிமுறையாக, இந்த மூல கோவைக்கு அமைவாக தருக்கப்படலைச் சுற்றைத் தீட்டிடுவோம்.

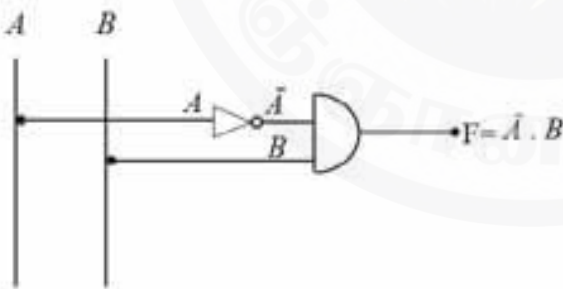
முதலில் A மற்றும் B பெய்ப்புக்களைக் காட்டுவோம்.



அடுத்ததாக NOT படலையொன்றைப் பயன்படுத்தி \bar{A} பெறுவோம்



இந்த F பயப்பைப் பெறுவதற்காக AND படலையொன்றைப் பயன்படுத்தி $\bar{A}.B$ ஐப் பெறுவோம்.



இந்த F பயப்பு மூலம் மின்விளக்கை ஒளிர்ச் செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தும் ஆளியிடல் சுற்றைத் தொழிற்படச் செய்வதால் மேற்படி நிபந்தனைகளுக்கு அமைவாக அவசர ஒளிர்வு விளக்கு ஒளிகும்.

தொடர்த் தருக்கச் சுற்றுக்கள்

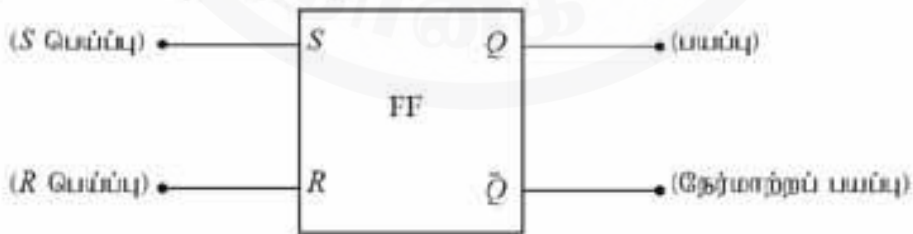
இதுவரையில் கவனத்திற்கொண்ட தருக்கப்படலைச் சுற்றுக்களில் சில சந்தர்ப்பங்களில் அச்சந்தர்ப்பங்களின்போது இருந்த பெய்ப்புக்களுக்கு அமைவாகவே பயப்பு தீர்மானமாகியது. அவ்வாறு பயப்பு தீர்மானமாகும் வகையிலான தருக்கச் சுற்றுக்கள் சேர்மானத் தருக்கச் சுற்றுக்கள் (Combinational Logic Circuits) எனப்படும். எனினும் யாதேனும் சந்தர்ப்பத்தில் தோன்றும் பயப்பானது அச்சந்தர்ப்பத்தில் உள்ள பெய்ப்புக்களை

மாத்திரமன்றி அதற்குமுந்திய சந்தர்ப்பங்களில் இருந்த பயப்பினாலும் தீர்மானமாகும் வகையிலான தருக்கச் சுற்று வகையொன்று உள்ளது. அவ்வாறான சுற்றுகளுக்கு அங்கு முன்னர் இருந்த பயப்பு தொடர்பான ஞாபகம் நீடித்திருக்கும் இவ்வாறான தருக்கச் சுற்றுகள் தொடரித் தருக்கச் சுற்றுகள் (Sequential Logic Circuits) எனப்படும்.

4.16 எழு - வீழ் (Flip-Flop)

தொடரித் தருக்கச்சுற்று வகையைச் சேர்ந்த அடிப்படையான ஒரு சுற்றாக எழு-வீழ் இணைக் குறிப்பிடலாம். இதில் முன்னர் இருந்த பயப்பு பற்றிய ஞாபகம் இதற்கு உண்டு ஆதலால் இலத்திரனியல் சுற்றொன்றில் ஞாபகத்தைக் களஞ்சியப்படுத்தி வைத்திருக்கக்கூடிய ஒரு ஞாபக மூலகமாக (Memory element) எழு-வீழ் (Flip-Flop) இணைக் குறிப்பிடலாம். தனியான ஒரு தருக்கப்படலையில் ஞாபகத்தை களஞ்சியப்படுத்த முடியாத போதிலும், சில தருக்கப்படலை சேர்மானங்களை பயன்படுத்தி விசேடமாக அமைத்த எழு-வீழ் என்று சொல்லப்படுகின்றன ஒன்றினுள் துவித இலக்கங்களாகிய 1, 0 இணையே களஞ்சியப்படுத்தி வைக்கலாம். மேலும், தேவையானபோது அதனை வாசித்தும்கொள்ளலாம். பலவகையான எழு-வீழ் உள்ள போதிலும், எளிய வகையான அடிப்படை எழு-வீழ் ஆகிய அமை (Set) - மீளமை (Reset) எழு-வீழ் (S-R Flip-Flop) தொடர்பாக அடுத்ததாக நோக்குவோம்.

S-R எழு-வீழ் ஒன்றுக்கு இரண்டு பெய்ப்பு முடிவிடங்கள் இருப்பதோடு, அவை S பெய்ப்பு R பெய்ப்பு எனப் பெயரிடப்படும். S பெய்ப்பானது "அமை (Set)" பெய்ப்பு எனவும், R பெய்ப்பானது, மீளமை (Reset) பெய்ப்பு எனவும் அழைக்கப்படும். எழு-வீழ் இல் இரண்டு பயப்பு முடிவிடங்கள் உள்ளதோடு, அவற்றுள் ஒரு பயப்பு Q எனவும் மற்றைய பயப்பு \bar{Q} எனவும் காட்டப்படும். \bar{Q} என்பது Q இனது நேர்மாற்றல் ஆகும்.(அதாவது $Q = 1$ ஆயின் $\bar{Q} = 0$ உம், $Q = 0$ ஆயின் $\bar{Q} = 1$ உம் ஆகும்.) Q பயப்புக்கு மேலதிகமாக \bar{Q} பயப்பு இருப்பதற்கான காரணம், எழு-வீழ் இணை வேறு சுற்றுத்துணைக்கூறொன்றுடன் இணைக்கும்போது எமது தேவைக்கேற்ப, Q அல்லது \bar{Q} பயப்புச் சமிக்ஞையைப் பயன்படுத்தக்கூடியதாக இருப்பதற்காகும் S-R எழு-வீழ் ஒன்றினது சுற்றுக்குறியீடு கீழே உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 4.26

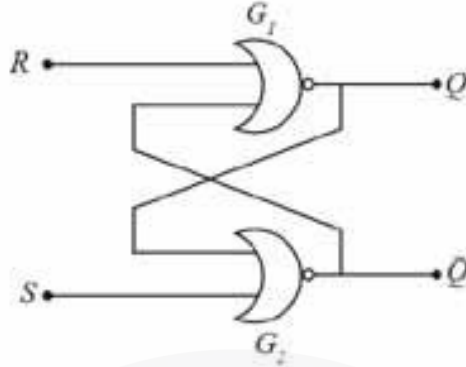


உரு 4.26

S-R எழு - வீழ் அமைத்தல்

NOR படலங்கள் இரண்டினைப் பொருத்தமானவாறு சேர்மானம் செய்துகொள்வதால் S-R எழு - வீழ் ஒன்றினை அமைத்துக்கொள்ளலாம். புதிய பயப்பின் பால் முன்னர் இருந்த பயப்பினதும் செல்வாக்கைப் பெறுவதற்காக அதன் பயப்பைப் பின்னூட்டலாகப் பெய்ப்புக்கு வழங்குதல் மேற்கொள்ளப்படும். அப்போது இரண்டு NOR களைப்

பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்ட S - R எழு-வீழ் ஒன்றினது தருக்கப்படலைச் சுற்றொன்று கீழே தரப்பட்டுள்ளது. உரு 4.27



உரு 4.27

இந்த எழு - வீழ் இனது செயற்பாட்டை நோக்குவதற்காக S இற்கும் R இற்கும் பெய்ப்பு வழங்கக்கூடிய வெவ்வேறு விதங்களைக் கவனிப்போம்.

1. $S = 0, R = 0$ ஆகுமாறு பெய்ப்பு வழங்குதல் (மாற்றம் அற்றநிலை)

இந்த பெய்ப்புகளின்படி, பயப்புகளில் ஏற்படும் மாற்றத்தை நோக்குவதற்காக உரு 4.28கற்றைப் பயன்படுத்துவோம் இங்கு Q மற்றும் \bar{Q} பயப்புகளில், முன்னர் பழைய இருந்த தருக்கமட்டங்கள் கட்டமிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளன.



உரு 4.28

G_1 -NOR படலையின் ஒரு பெய்ப்புக்கு 0 ஆகவும் ($R = 0$ ஆதலால்) மற்றைய பெய்ப்பையும் 0 ஆகவும் ($\bar{Q}_{முன்} = 0$ ஆதலால்) கிடைத்துள்ளமையால் G_1 படலையின் புதிய பயப்பு $Q = 1$ ஆகும்.

G_2 - NOR படலையின் ஒரு பெய்ப்பு 0 ஆகவும் ($S = 0$ ஆதலால்) மற்றைய பெய்ப்பு 1 ஆகவும் ($Q_{முன்} = 1$ ஆதலால்) கிடைத்துள்ளமையால், G_2 படலையின் புதிய பயப்பு $\bar{Q} = 0$ ஆகும்.

இதற்கமைய இப்போது எழு-வீழ் இனது புதிய பயப்பு $Q = 1$ மற்றும் $\bar{Q} = 0$ என்றவாறு உறுதியாக உள்ளது. அதாவது முன்னர் இருந்த பயப்பு நிலைகளைகளும் மாறாது காணப்படுகின்றன.

இந்த எழு-வீழ் இனது முன்னைய பயப்பு $Q = 0$ மற்றும் $\bar{Q} = 1$ என்றவாறு உள்ள நிலையிலும், $S = 0$ மற்றும் $R = 0$ என்றவாறு பெய்ப்புக்களை வழங்கியதும் Q மற்றும் \bar{Q} பயப்புகள் மாறாது இருக்கும் என்பன எடுத்துக்காட்டலாம்.

இப்பெறுபேறுகளைக் கீழே காட்டியுள்ளவாறான எளிய அட்டவணையொன்றில் காட்டலாம்.

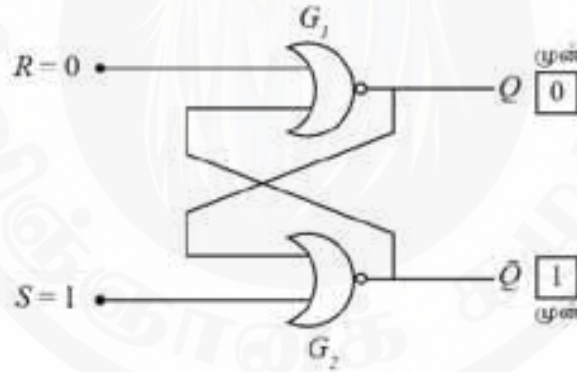
S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	0	Q_n	\bar{Q}_n

முன்னர் இருந்த பயப்பு மாறாது உள்ளது. இது பயப்புக்களின் வேறுபடாத சந்தர்ப்பமாகும்.

இங்கு Q_n, \bar{Q}_n என்பன முன்னர் இருந்த பயப்புக்களோடு Q_{n+1}, \bar{Q}_{n+1} என்பன புதிய பயப்புக்களாகும். அதற்கமைய $S = 0$ மற்றும் $R = 0$ என்றவாறு பெய்ப்புக்களின் வழங்கப்பட்டுள்ளபோது எழு - வீழ் இனது புதிய பயப்பாக அமைவது முன்னர் இருந்த பயப்பே ஆகும். என்பது அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளது. (Q_{n+1} ஆனது Q_n , \bar{Q}_{n+1} ஆனது \bar{Q}_n ஆகவும் பெறப்படும்)

$S = 0, R = 0$ எனும் பெய்ப்புச் சந்தர்ப்பமானது எழு - வீழ் பயப்புக்களின் பல்வேறுபடாத சந்தர்ப்பமாகும்.

2. $S = 1$ ஐயும் $R = 0$ ஐயும் பெய்ப்புக்காக இருதல் (அமை சந்தர்ப்பம்)



உரு 4.29

உரு 4.29 இற்கு அமைய இங்கு G_2 - NOR படலையின் ஒரு பெய்ப்பு 1 ஆகவும் ($S = 1$ ஆதலால்) மற்றைய பெய்ப்பு 0 ஆகவும் ($Q_{முன்} = 0$ ஆதலால்) உள்ளபோது அதன் புதிய பயப்பு $Q_{புது} = 0$ ஆகும். இப்போது G_1 - NOR படலையின் ஒரு பெய்ப்பு 0 ஆகவும், ($R = 0$ ஆதலால்) மற்றைய பயப்பு 0 ஆகவும் ($Q_{முன்} = 0$ ஆதலால்) நிரயோகிக்கப்படுகின்றமையால் அதனை புதிய பயப்பு $Q_{புது} = 1$ ஆகும். இதற்கமைய எழு - வீழ் இனது புதிய பயப்பு $Q_{புது} = 1$ மற்றும் $\bar{Q}_{புது} = 0$ என்றவாறு கிடைக்கின்றது.

எழு - வீழ் இனது முன்னைய பயப்பு $Q_{முன்} = 0$ உம், $\bar{Q}_{முன்} = 1$ ஆக இருந்த ஒரு சந்தர்ப்பத்திலும் கூட, $S = 1, R = 0$ என்றவாறு பெய்ப்புக்களைப் நிரயோகிக்கும்போது அதன் புதிய பயப்புக்கள், $Q_{புது} = 1$ என $\bar{Q}_{புது} = 0$ கிடைக்கின்றமையைக் காட்டலாம்.

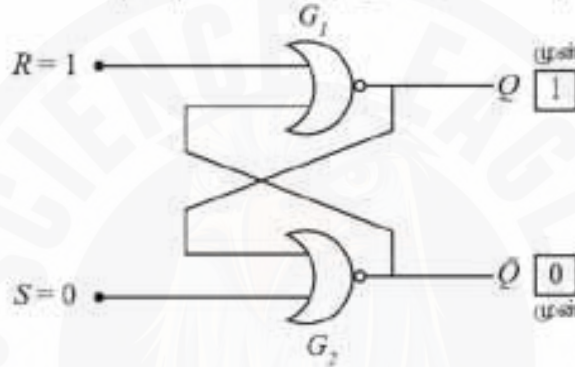
இப்பெறுபேற்றைப் பின்வருமாறு எளிய அட்டவணையொன்று காட்டலாம்.

S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
1	0	1	0

முன்னர் இருந்த பயப்பு (Q_n உம் \bar{Q}_n உம்) எதுவாயினும் Q_{n+1} பயப்பு அதாவது Q_{n+1} உம் \bar{Q}_{n+1} உம் முறையே 1 உம் 0 உம் ஆகும். இது பயப்புகளின் அமை (Set) சந்தர்ப்பமாகும்.

இதற்கமைய $S = 1$ உம் $R = 0$ உம் என்றவாறாக எழு - வீழ் இற்குப்பெய்ப்புக்கள் வழங்கப்பட்டுள்ளபோது முன்னர் இருந்த பயப்பு எதுவாக இருந்தபோதிலும் எழு - வீழ் ஆனது "அமை" நிலையை அடையும். எழு - வீழ் இனது "அமை" நிலை என்பது அதனை பெய்ப்புக்கள் $Q_{n+1} = 1$ மற்றும் $\bar{Q}_{n+1} = 0$ ஆகும் நிலையாகும்.

3. $S = 0$ உம் $R = 1$ உம் என்றவாறாக பெய்ப்பு இடல் (மீளமை நிலை)



உரு 4.30

உரு 4.30 இற்கு அமைய இங்கு G_1 -NOR படலையின் ஒரு பெய்ப்பு 1 எனவும் ($R = 1$ ஆதலால்) மற்றைய பெய்ப்பை 0 எனவும் ($\bar{Q}_{n+1} = 0$ ஆதலால்) கிடைக்கின்றமையால், G_1 இனது புதிய பயப்பு $Q_{n+1} = 0$ ஆகும். இனி, G_2 -NOR படலையின் ஒரு பயப்பு 0 ஆகவும் ($S = 0$ ஆதலால்) மற்றைய பெய்ப்பு 0 ஆகவும் ($\bar{Q}_{n+1} = 0$ ஆதலால்) பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளமையால், G_2 இனது புதிய பயப்பு $\bar{Q}_{n+1} = 1$ ஆகும். இதற்கமைய எழு-வீழ் இனது புதிய உறுதியான பயப்பு $Q_{n+1} = 0$ மற்றும் $\bar{Q}_{n+1} = 1$ எனவும் கிடைக்கின்றது. ($\bar{Q}_{n+1} = 1$ நபந்தனையின் கீழ் $Q_{n+1} = 0$ நிலையே கிடைக்கின்றது)

இற்கமைய $Q_{n+1} = 0$ உம் $\bar{Q}_{n+1} = 1$ ஆகவும் இருந்த சந்தர்ப்பத்தில் கூட $S = 1, R = 0$ என பெய்ப்பை வழங்கியதும் இதற்கு முந்தைய பயப்பில் தங்காது எழு - வீழ் இனது புதிய பயப்புக்களை $Q_{n+1} = 0$ உம் $\bar{Q}_{n+1} = 1$ என்னும் உறுதி பெறுகின்றது எனக் காட்டலாம்.

இப்பெறுபேற்றைக் கீழே காட்டியுள்ளவாறு எளிய அட்டவணையொன்றில் காட்டலாம்.

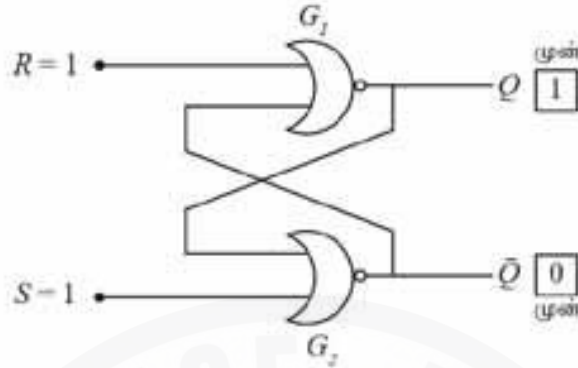
S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	1	0	1

முன்னர் இருந்த பயப்பு எதுவாயினும் Q மற்றும் \bar{Q} இனது புதிய பயப்புகள் அதாவது Q_{n+1} உம் \bar{Q}_{n+1} உம் முறையே 0 உம் 1 உம் ஆகும். இது பயப்புகளின் மீளமை (Reset) எனப்படும்.

இதற்கமைய $S = 0$ மற்றும் $R = 1$ என்றவாறாக எழு-வீழ் இற்கு பெய்ப்புக்களை வழங்கும்போது முன்னர் இருந்த பயப்பு எதுவாயினும், எழு-வீழ் ஆனது மீளமை நிலையை அடையும்.

எழு-வீழ் இனது மீளமை நிலை என்பது அதன் புதிய பயப்பு $Q_{n+1} = 0$ உம் $\bar{Q}_{n+1} = 1$ உம் ஆகும் சந்தர்ப்பமாகும்.

4. $S = 1$ உம் $R = 1$ உம் ஆகுமாறு பெய்ப்புக்கள் பிரயோகித்தல் (செல்லுபடியாகாத நிலை)



G_1 - NOR படலையின் ஒரு பெய்ப்பு 1 ஆகவும் ($R = 1$ ஆதலால்) மற்றைய பெய்ப்பு 0 ஆகவும் ($Q_{n+1} = 0$ ஆகும். பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளமையால், அதன் புதிய பயப்பு $Q_{n+1} = 0$ ஆகும். இப்போது G_2 - NOR படலையின் ஒரு பெய்ப்பு புதிய 1 எனவும் ($S = 1$ ஆதலால்) மற்றைய பெய்ப்பு 0 எனவும் ($Q_{n+1} = 0$ ஆதலால்) பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளமையால், அதன் பயப்பு $Q_{n+1} = 0$ ஆகும். எழு-வீழ் இனது முன் பயப்பு $Q_{n+1} = 0$ ஆகவும், $\bar{Q}_{n+1} = 1$ ஆகவும் இருத்தபோதிலும் $S = 1$ மற்றும் $R = 1$ என்றவாறு பெய்ப்பு வழங்கப்பட்டால் எழு-வீழ் இனது புதிய பயப்பு $Q_{n+1} = 0$ மற்றும் $\bar{Q}_{n+1} = 0$ என்றவாறாகவே பயப்பு கிடைக்கின்றமையைக் காட்டலாம்.

எனினும் இங்கு தோன்றும் அடிப்படையான ஒரு பிரச்சினை உள்ளது. அதாவது எழு - வீழ் இனது தொழிற்பாட்டின்போது கட்டாயமாக இருக்க வேண்டிய ஒரு நிபந்தனையாகிய Q மற்றும் \bar{Q} பெய்ப்புக்கள் ஒன்றுக்கொன்று நேர்மாறும் (Inverting) விதத்தில் இருத்தலானது இங்கு நிகழாமையாகும். $Q = 0$ உம் $\bar{Q} = 0$ உம் ஆதல் இந்த நிபந்தனைக்கு எதிரானது. எனவே எழு-வீழ் இனது அடிப்படையான நடத்தைக்கு எதிராகுமாறு பயப்புக்களைத் தரும் இந்த பெய்ப்புக்கு அதாவது $S = 1$ மற்றும் $R = 1$ எனும் பெய்ப்புக்களை எழு-வீழ் இன்பால் வழிப்படுத்துதல் ஒருபோதும் செய்யப்படுவதில்லையாதலால் அப்பெய்ப்பு நிபந்தனை செல்லுபடியாகாத நிலை எனக் காட்டப்படும்.

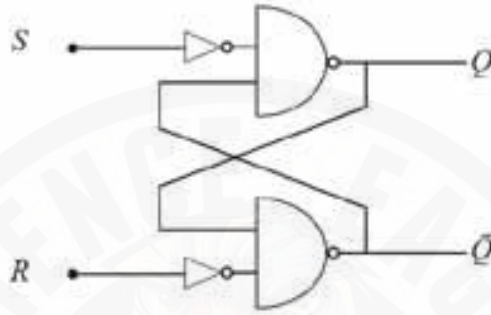
இங்கு மேற்படி 1,2,3,4 ஆகிய சந்தர்ப்பங்களில் முன்வைக்கப்பட்ட எளிய அட்டவணைகள் நான்கையும் பயன்படுத்தி S - R எழு-வீழ் ஒன்றுக்கான உண்மை அட்டவணையைக் கீழே காட்டியுள்ளவாறு முன்வைக்கலாம்.

பெய்ப்பு		பயப்பு		இருக்கும் நிலை
S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	
0	0	Q_n	\bar{Q}_n	வேறுபாடு இல்லை
1	0	1	0	அமை
0	1	0	1	மீளமை
1	1	-	-	செல்லுபடியின்மை

இங்கு Q_{n-1} உம் \bar{Q}_{n-1} என்பது உரிய பெய்ப்புக்களை வழிப்படுத்துவதால் எழு-வீழ் இனல் வழங்கப்படும் "புதிய பயப்புகள்" ஆகும். Q_n உம் \bar{Q}_n உம் என்பன அப்புதிய பயப்புகள் கிடைக்க முந்திய சந்தர்ப்பத்தில் எழு-வீழ் இல் இருந்த முன் "பயப்புகள்" ஆகும்.

NAND படலைகளைப் பயன்படுத்தி எழு-வீழ் ஒன்று அமைத்தல்

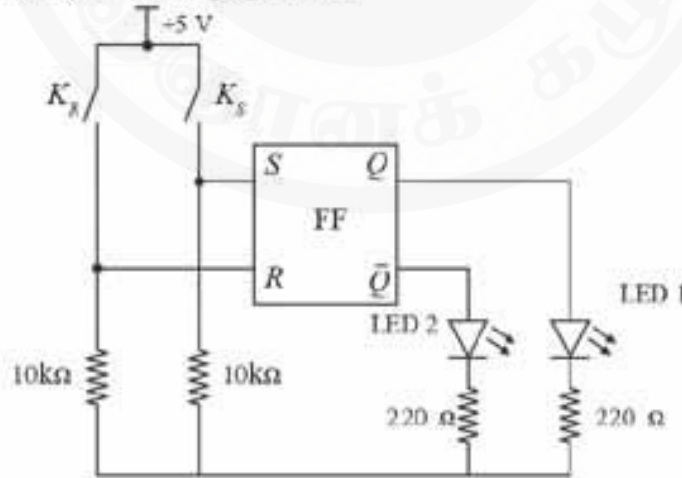
NOR படலைகளுக்குப் பதிலாக NAND படலைகளைப் பயன்படுத்தியதும் அங்கு S மற்றும் R பெய்ப்புக்களை வழிப்படுத்தும்போது அவற்றை NOT படலைபோன்றினைப் பயன்படுத்தி நேர்மாற்றிக்கொள்ளல் வேண்டும். அவ்வாறான ஒரு எழு-வீழ் இனை அமைத்துக்கொள்ளும் விதம் கீழே உள்ள தருக்கப்படலைச் சுற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உரு 4.32



உரு 4.32

இதன் செயற்பாடும் NOR படலைகளைப் பயன்படுத்தி ஆக்கிய எழு-வீழ் இனை ஒத்ததாகும். S மற்றும் R இங்காகப் பொருத்தமான பெய்ப்புக்களை வழங்கி, ($S = 1$ மற்றும் $R = 1$ சந்தர்ப்பம் தவிர) இந்த எழு-வீழ் இனது Q மற்றும் \bar{Q} பயப்புகள் கிடைக்கவேண்டிய விதத்தைத் தீர்மானிக்க உங்களால் முடியுமா என முயற்சித்துப் பாருங்கள்.

எழு-வீழ் ஒன்றினது செயற்பாட்டை மேலும் விளங்கிக்கொள்வதற்காகக் உரு 4.33 தரப்பட்டுள்ள சுற்றைப் பயன்படுத்துவோம்.



எழு-வீழ் இற்கு வழங்கப்படும் S மற்றும் R பெய்ப்புக்கள் திட்டவாட்டமானவையாக இருத்தல் வேண்டும். எனவே அப்பெய்ப்பு முடிவிடங்கள் திறந்து வைத்திருக்கப்படமாட்டாது. இங்கு K_s மற்றும் K_r சாவிகள் திறந்துள்ள (OFF) போது S மற்றும் R பெய்ப்புகள் $10k\Omega$ தடைகளின் வழியே பூச்சிய வோல்ட்ஜனவு கிடைக்கும். அதாவது $S = 0$ மற்றும்

$R = 0$ என்றவாறாகத் திட்டவட்டமானதாக இருக்கும். K_s அல்லது K_r சாவிபொன்றினை மூடியதும் (ON) அவ்வாறு மூடிய சாவியின் வழியே குறித்த S அல்லது R இன்பால் $+5\text{ V}$ வோல்ட்டு வறங்கப்படும் அதாவது $S = 1$ அல்லது $R = 1$ என்றவாறாக திட்டவட்டமான பெய்ப்புக்களை வழங்கலாம்.

எனவே,

K_s திறந்துள்ள (OFF) போது $S = 0$ உம்

K_s மூடியுள்ள (ON) போது $S = 1$ உம்

என திட்டவட்டமாகக் கிடைக்கும்.

அவ்வாறாகவே,

K_r திறந்துள்ள (OFF) போது $R = 0$ உம்

K_r மூடியுள்ள (ON) போது $R = 1$ உம்

என திட்டவட்டமாகக் கிடைக்கும்.

இங்கு K_s மற்றும் K_r ஆகிய இரண்டு சாவிகளையும் ஒரேடியாக மூடிவைத்திராதிருப்பதில் கவனஞ் செலுத்தல் வேண்டும் இல்லையெல் $S = 1$ மற்றும் $R = 1$ என செல்லடியானாத பெய்ப்பு நிலையில் உருவாகும்.

இந்தச் சுற்றில் காட்டப்பட்டுள்ள எழு-வீழ் இல் $Q = 1$ பய்ப்பு கிடைக்கும்போது LED 1 ஒளிர்வதும் $Q = 0$ கிடைக்கும்போது அது அணைவதும் நிகழும் மேலும், $\bar{Q} = 1$ ஆகும்போது LED 2 ஒளிர்வதும் $\bar{Q} = 0$ ஆகும்போது அணைவதும் நிகழும்.

மேற்படி விடயங்களைக் கவனத்திற் கொண்டு எழு - வீழ் இன் செயற்பாட்டை விளக்கிக்கொள்வதற்காக பின்வரும் அட்டவணை தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது.

K_s	K_r	S	R	LED 1	LED 2	Q	\bar{Q}	
						1	0	முன்னர் இருந்த நிலை
திறந்த (OFF)	திறந்த (OFF)	0	0	ஒளிர் கிறது	அணை ததுள்ளது	1	0	← வேறுபாடாத நிலை
திறந்த (OFF)	மூடிய (ON)	0	1	அணை ததுள்ளது	ஒளிர் கிறது	0	1	← மீளமை நிலை
மூடிய (ON)	திறந்த (OFF)	1	0	ஒளிர் கிறது	அணை ததுள்ளது	1	0	← அமை நிலை
திறந்த (OFF)	திறந்த (OFF)	0	0	ஒளிர் கிறது	அணை ததுள்ளது	1	0	← வேறுபாடாத நிலை
மூடிய (ON)	திறந்த (OFF)	1	0	ஒளிர் கிறது	அணை ததுள்ளது	1	0	← அமை நிலை
திறந்த (OFF)	மூடிய (ON)	0	1	அணை ததுள்ளது	ஒளிர் கிறது	0	1	← மீளமை நிலை
திறந்த (OFF)	திறந்த (OFF)	0	0	அணை ததுள்ளது	ஒளிர் கிறது	0	1	← வேறுபாடாத நிலை
திறந்த (OFF)	மூடிய (ON)	0	1	அணை ததுள்ளது	ஒளிர் கிறது	0	1	← மீளமை நிலை

தீர்த்த பயிற்சி 1

மேற்படி அட்டவணையைக் கவனமாகக் கற்றாய்ந்த பின்னர், பின்வரும் அட்டவணையைப் பூர்த்தி செய்யுங்கள். S - R எழு-வீழ் இற்து வறங்கப்படும் S மற்றும் R பெய்ப்புக்களை மாற்றும்போது அதிலிருந்து கிடைக்கும் Q மற்றும் \bar{Q} பய்ப்புக்கள் தொடர்பாக அந்த அட்டவணையில் காட்டலாம்.

	S	R	Q	\bar{Q}	
1)			1	0	← முன்னர் இருந்த நிலை
2)	0	0			
3)	0	1			
4)	0	0			
5)	1	0			
6)	0	0			
7)	0	1			
8)	0	0			
9)	0	1			
10)	1	0			

தீர்வு : அட்டவணையில்

நிரை 1) இல் எழு-வீழ் இனது முன்னர் இருந்த நிலை காட்டப்பட்டுள்ளது. $Q = 1, \bar{Q} = 0$

நிரை 2) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 0, R = 0$ ஆதலால் அது எழு-வீழ் இனது மாறாத நிலை ஆகும். எனவே முன்னர் இருந்த பய்ப்பு மாறாது இருக்கும்.

□ $Q = 1, \bar{Q} = 0$ ஆகும்.

நிரை 3) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 0, R = 1$ ஆகும். ஆதலால் அது எழு-வீழ் இனது மீளமை நிலை ஆகும். □ $Q = 0, \bar{Q} = 1$ ஆகும்.

நிரை 4) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 0, R = 0$ ஆகும். இது எழு-வீழ் இனது மாறா நிலை ஆகும். எனவே ஏற்கனவே நிரை 3) இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிலையில் இருந்த பய்ப்பு மாறாது இருக்கும்.

□ $Q = 0, \bar{Q} = 1$ ஆகும்.

நிரை 5) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 1, R = 0$ உம் ஆகும். இது எழு-வீழ் இனது அமை நிலை ஆகும்.

□ $Q = 1, \bar{Q} = 0$ ஆகும்.

நிரை 6) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 0, R = 0$ ஆகும். இது எழு-வீழ் இனது மாறா நிலை ஆகும். ஏற்கனவே நிரை 5) இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிலையில் இருந்த பய்ப்பு மாறாது இருக்கும்.

□ $Q = 1, \bar{Q} = 0$ ஆகும்.

நிரை 7) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 0, R = 1$ ஆகும். இது எழு-வீழ் இனது மீளமை நிலை ஆகும்.

$$\square Q = 0, \bar{Q} = 1 \text{ ஆகும்.}$$

நிரை 8) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 0, R = 0$ ஆகும். இது எழு-வீழ் இனது மாறா நிலை ஆகும். ஏற்கனவே நிரை 7) இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிலையில் இருந்த பயப்பு மாறாது இருக்கும்.

$$\square Q = 0, \bar{Q} = 1 \text{ ஆகும்.}$$

நிரை 9) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 0, R = 1$ ஆகும். இது எழு-வீழ் இனது மீளமை நிலை ஆகும்.

$$\square Q = 0, \bar{Q} = 1 \text{ ஆகும்.}$$

நிரை 10) இனைக் கருதுங்கள். அங்கு $S = 1, R = 0$ ஆகும். இது எழு-வீழ் இனது அமை நிலை ஆகும்.

$$\square Q = 1, \bar{Q} = 0 \text{ ஆகும்.}$$

இனி மேற்படி ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் பெற்ற Q மற்றும் \bar{Q} பயப்புகளின் படி குறித்த அட்டவணையைப் பூர்த்தி செய்வதால் அது பின்வருமாறு அமையும்.

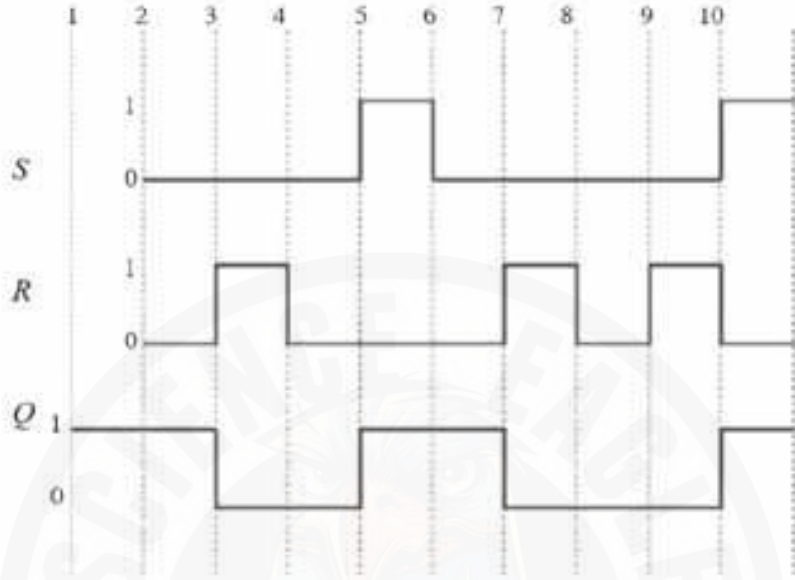
	S	R	Q	\bar{Q}	
1)			1	0	← முன்னர் இருந்த பயப்பு
2)	0	0	1	0	← முன்னர் இருந்த பயப்பு மாறாது
3)	0	1	0	1	← மீளமை
4)	0	0	0	1	← முன்னர் இருந்த பயப்பு மாறாது
5)	1	0	1	0	← அமை
6)	0	0	1	0	← முன்னர் இருந்த பயப்பு மாறாது
7)	0	1	0	1	← மீளமை
8)	0	0	0	1	← முன்னர் இருந்த பயப்பு மாறாது
9)	0	1	0	1	← மீளமை
10)	1	0	1	0	← அமை

4.16.3 நேர விளக்கப்படங்கள்

$S - R$ எழு-வீழ் ஒன்றுக்குச் செல்லுபடியாகும் வெவ்வேறு பெய்ப்புகளை வழங்கியதும் அதன் பெய்ப்புகளினதும் பயப்புகளினதும் தகுக்க மட்டங்களை வகை குறிப்பதற்காக / காட்டுவதற்காக நேர விளக்கப்படங்கள் பயன்படுத்தப்படும்.

இங்கு, சமயான நேர ஆயிடைகளைக் கருதி அந்தந்த நேர ஆயிடையில் வழங்கப்பட்ட S மற்றும் R பெய்ப்புகளின் படியும் அதற்கு முந்திய நேர ஆயிடையில் இருந்த பயப்பின் படி கிடைக்கும் Q பயப்பின் தகுக்க மட்டம் இந்த நேர - விளக்கப்படங்கள் மூலம் காட்டப்படும்.

நேர-விளக்கப்படம் பெறும் விதத்தை விளங்கிக்கொள்வதற்காக மேலே நாம் பூர்த்தி செய்த அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறாக S மற்றும் R பெய்ப்புகளை வழங்கியதும், அதன் பயப்பு (Q) இருக்கும் விதத்தை கீழே தரப்பட்டுள்ளவாறு நேர - விளக்கப்படம் மூலம் காட்டுவோம். உரு 4.34



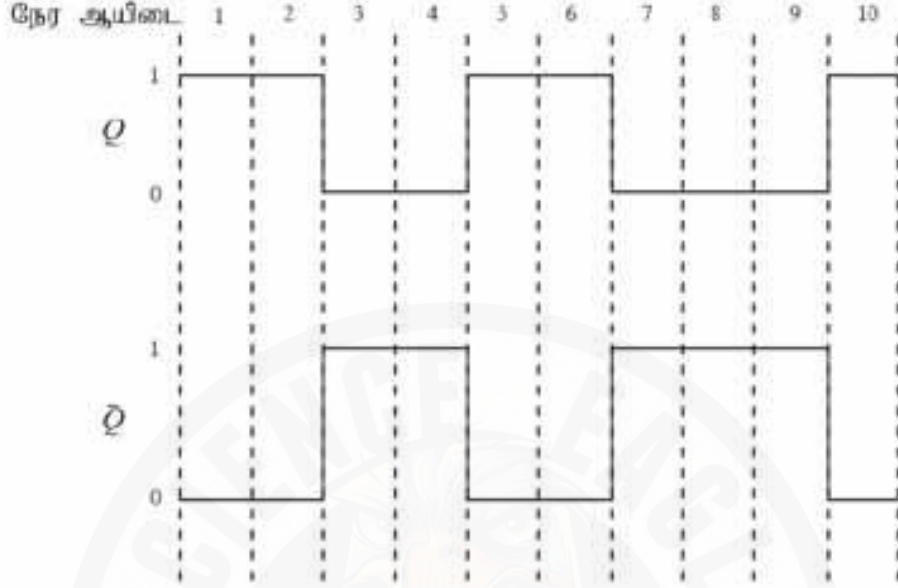
உரு 4.34

அந்தந்த நேர ஆயிடையில் இருந்த பயப்பைத் தீர்மானிக்கும் விதம்

நேர ஆயிடை	பயப்பு Q
1	முன்னர் இருந்த Q பயப்பு தரப்பட்டுள்ளது. <input type="checkbox"/> $Q = 1$
2	$S = 0, R = 0$ ஆதலால் மாறாதநிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 1$
3	$S = 0, R = 1$ ஆதலால் மீளமை நிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 0$
4	$S = 0, R = 0$ ஆதலால் மாறாதநிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 0$
5	$S = 1, R = 0$ ஆதலால் அமை நிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 1$
6	$S = 0, R = 0$ ஆதலால் மாறாதநிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 1$
7	$S = 0, R = 1$ ஆதலால் மீளமை நிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 0$
8	$S = 0, R = 0$ ஆதலால் மாறாதநிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 0$
9	$S = 0, R = 1$ ஆதலால் மீளமை நிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 0$
10	$S = 1, R = 0$ ஆதலால் அமை நிலை ஆகும். <input type="checkbox"/> $Q = 1$

யாதேனும் எழு-வீழ் ஒன்றிணை செயற்பாட்டைக் காட்டும் நேர - விளக்கப்படமொன்று உங்களுக்குத் தரப்பட்டுள்ளதாயின், அந்தந்த நேர ஆயிடைகளுக்குரியதான பெய்ப்பு மற்றும் பயப்புத் தருக்க மட்டங்களை மிக இலகுவாக நீங்கள் வாசித்துக்கொள்ளலாம். நேர - விளக்கப்படமொன்றில் பொதுவாக, $S - R$ எழு-வீழ் இணை அடிப்படையான

பயப்பாகிய Q மாத்திரமே காட்டப்படும். எனினும் தேவைப்படும் வேளையில் Q இற்கு அமைய \bar{Q} இனது தருக்கமட்டத்தை தீர்மானித்து அதனையும் பின்வருமாறாக நேர் விளக்கப்படமொன்றில் காட்டலாம். உரு 4.35



உரு 4.35

4.16 S-R எழு - வீழ் அடிப்படையாக ஞாபக என்ற வகையில்

கணினிகள், கையடக்க தொலைபேசி உட்பட பல்வேறு இலத்திரனியல் உபகரணங்களின் செயற்பாட்டுக்காக, இலத்திரனியல் ஞாபகம் (electronic memory) பயன்படுத்தப்படுகிறது. அடிப்படையான ஞாபகக் கலங்களில் (memory cells) பயன்படுத்தும் எழு-வீழ்களைப் பெருந்தொகையாகக் கொண்ட சுற்றுக்கள் மூலமே இலத்திரன் ஞாபகங்கள் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. ஞாபகச் சுற்றொன்றில் S-R எழு-வீழ் பயன்படுத்தப்படும் விதத்தை விளங்கிக்கொள்வதற்காக முதலில் நாம் ஞாபக அலகுகள் பற்றிக் கவனிப்போம்.

4.17 ஞாபக அலகுகள் (Memory units)

இலத்திரனியல் ஞாபகமொன்றில் ஒரு துவித இலக்கத்தை (1 அல்லது 0) களஞ்சியப்படுத்தி வைக்கக்கூடிய இடமானது ஞாபகக் கலம் (memory cell) அல்லது ஞாபகக் கூறு (Memory element) எனப்படும். அதற்கமைய ஒரு ஞாபகக் கலத்தில் ஒரு துவித இலக்கத்தை அதாவது ஒரு பிட் (bit) இனைக் களஞ்சியப்படுத்தலாம். பிட்ஸ் (bits) என்பது துவித இலக்கங்கள் என்பதைக் குறிக்கும் (binary digits) எனும் பதங்களின் குறுக்கப் பிரயோகம் ஆகும். அதாவது $binary\ digits \rightarrow bits$ ஆகும்.

எட்டு ஞாபகக் கலத்தை சேர்மானமாக கொண்ட ஞாபக அலகு ஒரு பைட் (byte) பொதுவாகப் பின்வருமாறு வகைகுறிக்கப்படும்.

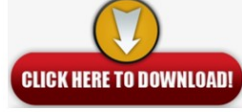


$Q_1=0$ இனை ஞாபகத்தில் வைத்திருப்பதாக கருத முடிவின்றமைக்கான காரணம் பெய்ர்ப்புச் சரிக்கைகளை நீக்கிய பின்னரும் கூட அப்பயப்பு மாறாது இருத்தல் ஆகும். எனவே மீண்டுமொரு தடவை தேவையானவாறு புறப்பெய்ப்பை S_1 மற்றும் R_1 இன்பால் பிரயோகித்து மாற்றமொன்றினை ஏற்படுத்தவில்லையெனின் bit 1 காட்டியில் பதிவாகிய 0 அவ்வாறாகவே காணப்படும்.

தூவ்வாறாகவே FF_2 எழு-வீழ் இனது S_2 மற்றும் R_2 பெய்ப்புகளுக்கு தேவையான பெய்ப்புகளை வழங்குவதன் மூலம் அதன் Q_2 பயப்பை 0 அல்லது 1 எனப் பெற்றுக்கொள்ளலாம். இந்த பயப்புக்கு உரிய மீட்டு bit 2 காட்டியில் பதிவாகும். இனி, அதன் பெய்ப்புக்களை நீக்கிய போதிலும் எழு-வீழ் ஆனது முன்னை Q_2 பயப்பை ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளாமையால், bit 2 காட்டியில் பதிவாகிய மீட் ஆனது மாறாது இருக்கும். எமக்குத் தேவையான ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் மீண்டும் S_2 மற்றும் R_2 இன்பால் உரிய பெய்ப்புக்களை வழிப்படுத்தி Q_2 பயப்பை மாற்றிக்கொள்ளும் ஒரு சந்தர்ப்பம் வரும் வரையில் அந்த bit 2 தூல் பதிவாக மீட் ஆனது மாறாது இருக்கும். அதாவது எழு-வீழ் ஆனது அந்த மீட் இனை ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொண்டுள்ளதாகக் கருதலாம்.



பௌதீகவியல் வளநூல்
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



இரசாயனவியல் வளநூல்
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



உயிரியல் வளநூல்
(TAMIL MEDIUM)



இன்றும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திருங்கள்



/ **ScienceEagle**

CLICK HERE TO JOIN

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் (Broadcast Service) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



072-5161322

CLICK HERE

www.ScienceEagle.com

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்