

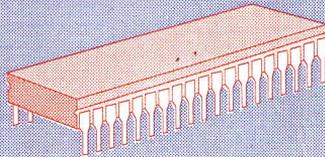
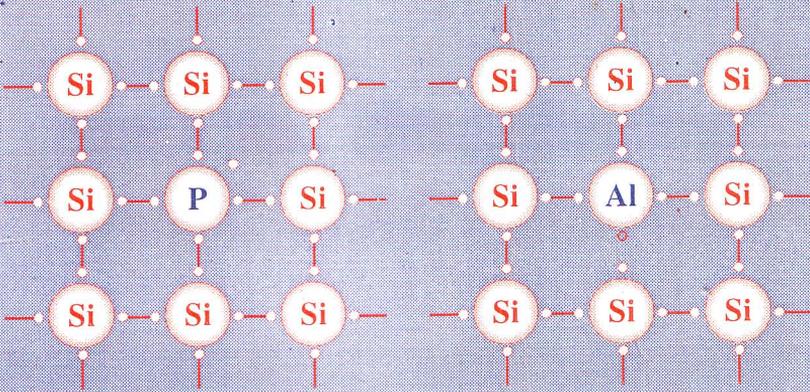
தமிழ் வளதிகத் தொடர்
TAMIL PHYSICS SERIES

1

க.பொ.த. உயர்தர மாணவர்களுக்கான

அடிப்படை இலத்திரனியல் BASIC ELECTRONICS

for G.C.E (A/L) Students



50
உயர்
MPR.



சூ. நெ. ஜெயக்குமார்
க. நிமலன்
பு. ரவிராஜன்

தமிழ் பௌதிகத் தொடர்... ①

ஆலோசகர்:-

பேராசிரியர் க. குணரத்தினம்
B.Sc.(Cey), Ph.D (Lond), D.I.C (Lond.), FRAS (Lond.)

க. பொ. த. உயர்தர மாணவர்களுக்கான

அடிப்படை இலத்திரனியல்
BASIC ELECTRONICS

for G.C.E. (A/L) students

S. REGINALD JEYAKUMAR *B.Sc. (Jaffna), Dip in Ed.,*
(Zahira College, Galle)

S. NIMALAN *B.Sc. Special (Jaffna),*
(University of Tromso, Norway)

P. RAVIRAJAN *B.Sc.Hons (Jaffna), M.Sc.(Peradeniya),*
(University of Jaffna, Jaffna)

TPS Publishers,
"Annai Aham",
Puloly South, Puloly,
Jaffna.



Price : Rs.180/-

முதற்பதிப்பு	-	தை, 1999
First Edition	-	January, 1999
பதிப்புரிமை	-	ஆசிரியர்களுக்கே
Copy right	-	All rights reserved by the Authors

இந்நூலிலுள்ள படங்கள் உட்பட எந்தவொரு பகுதியையும் ஆசிரியர்களின் எழுத்துமூல அனுமதியின்றி எவ்வகையிலும் பிரதி செய்தலாகாது.

No part of this book may not be reproduced in any form by photostat, cyclostyling Xerography of any other means electronic or mechanical without the written permission of the Authors.

வெளியீடு	-	தமிழ் பௌதிகத் தொடர் வெளியீட்டாளர்கள்
Publication	-	TPS Publishers
அச்சகம்	-	E.S Printers 257/1-E,காலி வீதி, வெள்ளவத்தை
Printers	-	E.S Printers 257/1E, Galle Road, Wellawatte.
Price	-	Rs. 180/=

(ii)

அணிந்துரை

இலங்கையில் பாடசாலைகளிலும் பல்கலைக்கழகங்களிலும் தேசிய மொழிகள் மூலம் அறிவியல் சார்ந்த பாடங்கள் கற்பிக்கத் தொடங்கி மூன்று தசாப்தங்களுக்கு மேலாகி விட்டது. இருந்தும் தமிழில் அறிவியல் சார்ந்த நூல்களும் பிற ஆக்கங்களும் மிகக் குறைவாகவே உள்ளன. குறிப்பாக மிக முக்கியமானவையும் வேகமாக வளர்ச்சியடைந்து வருபவையுமான இலத்திரனியல், கணனி விஞ்ஞானம் போன்ற துறை களில் தமிழில் ஆக்கங்கள் அரிதாகவே உள்ளன. இது அறிவியல் சார்ந்த விடயங்களைத் தமிழில் கற்க ஆர்வம் கொண்ட மாணவர்களையும் பிறரையும் பெரிதும் பாதிப்பதாய் உள்ளது.

அறிவியலில் ஆர்வம் மிக்க இளம் ஆசிரியர்கள் சிலர் "தமிழ் பௌதிகத் தொடர்" எனும் தலைப்பில் பௌதிக தொடர் ஒன்றை வெளியிட முன்வந்திருப்பது இக்குறையை ஓரளவுக்கேனும் நீக்குமென நினைக்கிறேன். இவர்களின் இம்முயற்சி பராட்டிற்குரியது.

இத்தொடரின் முதல் நூலாக "அடிப்படை இலத்திரனியல்" என்ற இந்நூல் வெளிவருகின்றது. இந்நூல் திருத்தியமைக்கப்பட்ட க.பொ.த (உ.த) பௌதிக பாடத்திட்டத்திற்கு அமைய இலகுதமிழில் விளக்கமாக எழுதப்பட்டுள்ளது. அடிப்படை விடயங்களைத் தெளிவாகத் விளக்குவதுடன் வாசகர்களின் விளக்கத்தை மேம்படுத்தும் நோக்குடன் தீர்வுகளுடன் கூடிய உதாரண வினாக்களும் விடைகளுடன் கூடிய பயிற்சி வினாக்களும், பஸ்தேர்வு வினாக்களும் தரப்பட்டுள்ளன. க.பொ.த (உ.த) மாணவர்களுக்கு மட்டுமன்றி பல்கலைக்கழக முதல் வருட மாணவர்களுக்கும் பாடசாலை ஆசிரியர்களுக்கும் இது பயனுள்ளதாக அமையுமென நம்புகிறேன். அத்துடன் தற்போதைய விஞ்ஞான தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியில் இன்றியமையாததாக உள்ள இலத்திரனியலில் அடிப்படை அறிவைப் பெற விரும்பும் எவருக்கும் இந்நூல் பயனுள்ளதாக அமையும்.

பேராசிரியர் க. குணரத்தினம்

B.Sc (Cey), Ph.D (Lond), D.I.C. (Lond), FRAS (Lond)

ஜனவரி 1999

திருநெல்வேலி
யாழ்ப்பாணம்.

முதுநிலைப் பௌதிகப் பேராசிரியரும்
முன்னாள் துணை வேந்தரும்,
யாழ் பல்கலைக்கழகம்.

(iii)

3.0 திரான்சிற்றர்

52 - 86

3.1 திரான்சிற்றர் ஒன்றின் செயற்பாடு	54
3.2 திரான்சிற்றரில் பயன்படுத்தப்படும் உருவமைப்புகள்	58
3.3 பொதுக்காலி சுற்றமைப்பின் சிறப்பியல்புகள்	58
(i) V_{CE} மாறாத நிலையில் I_C எதிர் I_B வரைபு	59
(a) துண்டிப்புப் பிரதேசம்	60
(b) உயிர்ப்புப் பிரதேசம்	60
(c) நிரம்பல் பிரதேசம்	60
(ii) V_{CE} மாறாத நிலையில் I_B எதிர் V_{BE} வரைபு	61
(iii) I_B மாறாத நிலையில் I_C எதிர் V_{CE} வரைபு	62
3.4 செயற்பாட்டுப்புள்ளி	64
3.5 விரியலாக்கிகள்	68
பொதுக்காலி விரியலாக்கிகள்	70
3.6 உறுதியான விரியலாக்கிச் சுற்றுக்கள்	77
3.7 திரான்சிற்றர் ஆளியாக தொழிற்படல்	83

4.0 ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள்

87 - 121

4.1 ஒப்புளி ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள்	88
4.1.1 செயற்பாட்டு விரியலாக்கி	89
(i) நேர்மாறு விரியலாக்கி	94
(ii) நேர்மாறு அல்லா விரியலாக்கி	95
4.2 இலக்க ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள்	96
4.2.1 தருக்கப்படலைகள்	97
(i) AND	97
(ii) OR	100
(iii) NOT	102
(iv) NAND	104
(v) NOR	105
(vi) XOR	106
(vii) EXNOR	107
4.2.2 தருக்கச் செய்கைகள்	109
(i) AND	109
(ii) OR	109
(iii) NOT	109
4.2.3 NAND, NOR படலைகளின் தனித்துவம்	111
4.3 இலக்கத் தொழினுட்பத்தின் நன்மைகள்	118

உதாரணங்கள்	122 - 150
பல்தேர்வு வினாக்கள்	151 - 168
பயிற்சி வினாக்கள்	169 - 178
விடைகள்	179 - 182

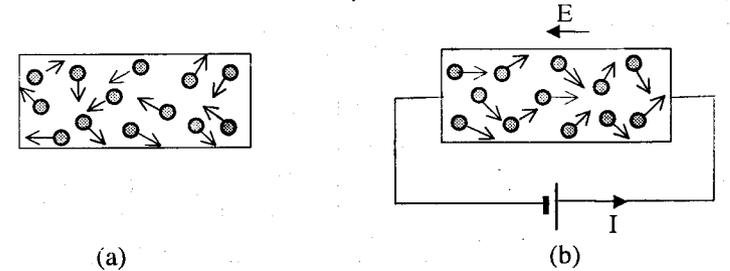
(vi)

1.0 குறைகடத்திகள் (The Semiconductors)

1.1 கடத்தலிகள், குறைகடத்திகள், கடத்திகள், மீகடத்திகள் (Poorconductors, Semiconductors, Conductors, Superconductors)

இலத்திரனியல் உலகத்தில் நாளொன்றுக்கு பல இலட்சக்கணக்கான குறைகடத்திக்கருவிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இத்தரவு ஒன்றே இலத்திரனியலில் குறைகடத்திகளின் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்தப்போதியதாகும். எனவே, இலத்திரனியல் பற்றிய அறிவையும் அவற்றின் பயன்பாடுகளையும் விளங்கிக் கொள்வதற்கு குறைகடத்திகள் பற்றிய அறிவு இன்றியமையாததாகும். குறைகடத்திகள் எனப்படுபவை மின்னைக்கடத்தும் கடத்திகளினதும், மின்னைக்கடத்தாத கடத்தலிகளினதும் இயல்புகளுக்கு கிடைப்பட்ட தன்மையைக் கொண்டுள்ள திரவியங்களாகும்.

பெரும்பாலான திரவியங்களின் மின்னைக்கடத்தும் இயல்பானது அவை தம்முள் கொண்டுள்ள சுயாதீன இலத்திரன்களிலேயே தங்கியுள்ளது. இச் சுயாதீன இலத்திரன்கள் அயன்களின் கவர்ச்சிக்கு உட்பட்டிராது, சுயாதீனமாக எல்லா அணுக்களுக்கும் தாவித்திரியக்கூடியன. சாதாரண நிலமைகளில் இவ்விலத்திரன்கள் எழுமாறாக அசைவதனால் யாதேனும் ஒரு கணத்தில் திரவியமொன்றின் எந்தவோர் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்புக்குக் குறுக்கேயுள்ள நிகர மின்னேற்றப் பாய்ச்சலானது பூச்சியமாக இருக்கும். ஆனால் திரவியத்தின் இரு முனைவுகளுக்கிடையில் அழுத்த வித்தியாசம் ஒன்று பிரயோகிக்கப்படும் பொழுது இவ்விலத்திரன்களில் எழுமாற்று இயக்கம் குறைக்கப்படுவதுடன் அவை தேறிய பாய்ச்சலாக ஒரு திசையில் இயங்கத் தொடங்கும். இவ்வாறு தேறிய பாய்ச்சலாக ஒரு திசையில் இயங்கும் இலத்திரன்களால் மின்னோட்டம் உருவாக்கப்படும்.



உரு 1.1 கடத்தியொன்றில் இலத்திரன்களின் இயக்கம்.

(a) மீன்புலமற்றபோது (b) மீன்புலத்தில்

மின்னோட்ட காலிகளின் இயக்கத்தில் ஏற்படும் தடங்கல் திரவியங்களின் தடை எனப்படும். ஒரு திரவியத்தின் தடை R ஆனது அதன் நீளம் l, குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு A என்பவற்றுடன் பின்வருமாறு தொடர்புபடுத்தப்படும்.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

இங்கு ρ - திரவியத்தின் தடைத்திறன் எனப்படும்.

இத்தடைத்திறனானது திரவியத்தின் இயல்பிலும் வெப்பநிலையிலும் தங்கியுள்ளது. இதன் தலைகீழ்ப் பெறுமானம், $1/\rho$ ஆனது கடத்து திறன் (σ) என வரையறுக்கப்படுகின்றது.

அட்டவணை 1.1 ஆனது திரவியங்களின் கடத்துத்திறன்களினதும் தடைத்திறன்களினதும் பெறுமானங்களை ஒப்பிடுகின்றது.

அட்டவணை 1.1

திரவியம்	20°C இல் தடைத்திறன் (ρ) Ωm	20°C இல் கடத்துத்திறன் (σ) $\Omega^{-1} m^{-1}$	
வெள்ளி	1.6×10^{-8}	6.25×10^7	} கடத்திகள்
செப்பு	1.7×10^{-8}	5.88×10^7	
பொன்	2.3×10^{-8}	4.35×10^7	
அலுமினியம்	2.7×10^{-8}	3.7×10^7	
இரும்பு	10×10^{-8}	1.0×10^7	
இரசம்	94×10^{-8}	1.1×10^6	
ஜேர்மானியம்	$(1 - 5) \times 10^{-2}$	20 - 100	} குறைகடத்திகள்
சிலிக்கன்	$(1 - 60) \times 10^1$	$0.1 - 1.67 \times 10^{-3}$	
கண்ணாடி	$10^9 - 10^{12}$	$10^{-9} - 10^{-12}$	} கடத்தலிகள்
கந்தகம்	$10^{16} - 10^{17}$	$10^{-16} - 10^{-17}$	

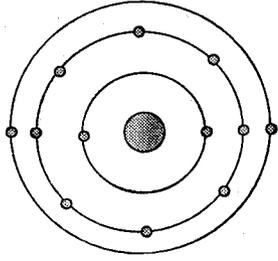
இவ்வட்டவணையில் கடத்திகள், குறைகடத்திகள், கடத்தலிகள் என்பவற்றின் தடைத்திறனில் பாரிய வித்தியாசம் காணப்படுவதனை அவதானிக்கலாம். உதாரணமாக கந்தகத்தின் தடைத்திறன் வெள்ளியிலும்

10^{25} மடங்கு உயர்வாக உள்ளது. ஜேர்மானியம், சிலிக்கன் போன்ற குறை கடத்திகளின் தடைத்திறன் கடத்திகளுக்கும் கடத்தலிகளுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் உள்ளன. பொதுவாக தடைத்திறன் உயர்வாகவுள்ள பதார்த்தங்கள் கடத்தலிகளாகவும் தடைத்திறன் குறைவாக உள்ள பதார்த்தங்கள் கடத்திகளாகவும், இடைப்பட்ட தடைத்திறன் கொண்ட [$10^3 \Omega m - 10^5 \Omega m$] பதார்த்தங்கள் குறைகடத்திகளாகவும் காணப்படுகின்றன.

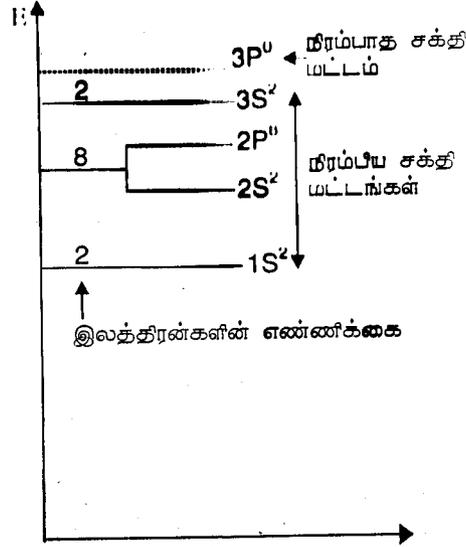
மின்னைக்கடத்தும் இயல்பானது பொதுவாக சுயாதீன இலத்திரன்களிலேயே தங்கியிருப்பதனால் அவற்றின் எண்ணிக்கையானது கடத்துத்திறனின் பெறுமானத்திற்கு நேர்விகித சமனாக இருத்தல் வேண்டுமென்ற ஒரு முடிவிற்கு நீங்கள் இப்பொழுது வந்திருக்கலாம். ஆனால் பரிசோதனை முடிவுகள் இதை உறுதிப்படுத்துபவையாக அமையவில்லை. உதாரணமாக செப்பு, அலுமினியம் ஆகிய திரவியங்களைக் கருதின், செப்பு அணுவில் (அணுவெண் 29) ஒரு வலுவளவு இலத்திரனும், அலுமினிய அணுவில் (அணுவெண் 13) மூன்று வலுவளவு இலத்திரன்களும் உள்ளன. எனவே செப்பின் மின்கடத்துத்திறன் அலுமினியத்தின் மின்கடத்துத்திறனிலும் பார்க்க குறைவானதாக இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் அட்டவணையானது இதற்கு மாறான கடத்துத்திறன் பெறுமானங்களை காட்டுகின்றது. எனவே இவ்வலுவளவு இலத்திரன்கள், அயன்களின் கவர்ச்சிகளாலும், ஏனைய இலத்திரன்களின் தாக்கத்திற்கும் உட்படாது சுயாதீனமாக இயங்கவில்லை என்பது தெளிவு. அதாவது பதார்த்தங்களின் மின்கடத்துத்திறனை சுயாதீன இலத்திரன்களே தீர்மானிக்கின்றது, என்ற "சுயாதீன இலத்திரன் கொள்கை" வழிவந்த முடிவு திரவியங்களின் மின்கடத்தல் இயல்பை முழுமையாக விளக்கவில்லை. எனவே ஒரு பதார்த்தத்தின் மின்கடத்துத்திறனை முற்று முழுதாக ஆராய புதிய ஒரு கொள்கை, "சக்திப்பட்டைக் கொள்கை" அபிவிருத்தி செய்யப்பட்டது.

1.2 திண்மங்களில் சக்திப்பட்டைகள்

எந்தவொரு அணுவிலும் இலத்திரன்கள் வெவ்வேறு சக்தி மட்டங்களில் இருக்கின்றது என்பது நாம் அறிந்ததே. உதாரணமாக அணு எண் 12 கொண்ட மக்னீசியம் (Mg) அணுவைக் கருதுகையில் அதன் இலத்திரன் நிலையமைப்பு $1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2$ ஆகக் காணப்படுகின்றது.



E - இலத்திரன் சக்திமட்டம்

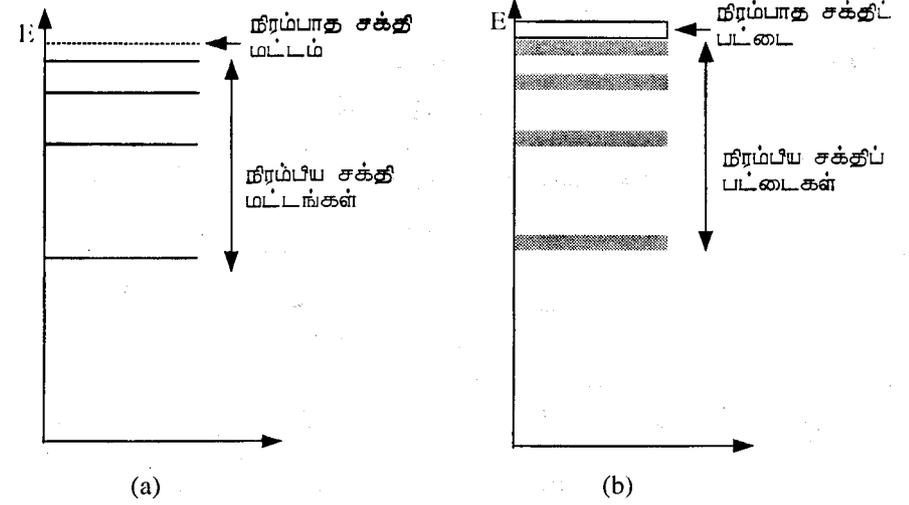


(a)

(b)

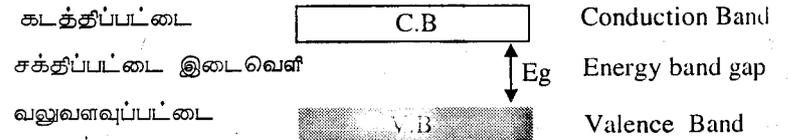
உரு 1.2 (a) Mg (12) அணுவொன்றின் இலத்திரன் நிலையமைப்பு
(b) Mg அணுவொன்றிலுள்ள இலத்திரன்களின் சக்திமட்டங்கள்

ஒரு அணுவில் நிரப்பப்பட்ட சக்தி மட்டங்கள், நிரப்பப்படாத சக்தி மட்டங்கள் என இரு வகை சக்தி மட்டங்கள் காணப்படுகின்றன என்பதை உரு 1.2 தெளிவாக்கக்காட்டுகின்றது. அணுக்கள் இரண்டை ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்க்கும்போது இவ்விலத்திரன் சக்தி மட்டங்கள் ஒவ்வொன்றும் இரு சக்திமட்டங்களாகப் பிரியும். இதேபோல் மூன்று அணுக்களைச் சேர்க்கும்போது ஒவ்வொன்றும் மூன்று மட்டங்களாகப் பிரியும். திண்மமானது அதன் 1cm^3 கனவளவில் ஏறத்தாழ 10^{23} அணுக்களைக் கொண்டிருக்கும். எனவே திண்மம் ஒன்றின் சக்தி மட்டங்களானது ஒவ்வொன்றும் 10^{23} கூறுகளாகப்பிரியும். இக்கூறுகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி மிக மிக நுண்ணியதாகி வேறுபிரித்தறிய முடியாதவையாக தொடர்ச்சியாகக் காணப்படுகின்றன. இவையே சக்திப்பட்டைகள் என அழைக்கப்படுகின்றது.



உரு 1.3 (a) அணுவொன்றிலுள்ள இலத்திரன் சக்தி மட்டங்கள்
(b) திண்மமொன்றில் இலத்திரன் சக்திப்பட்டைகள்

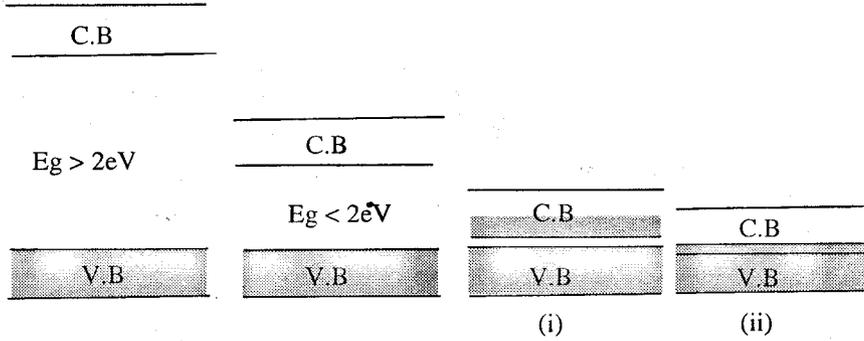
எனவே அணு ஒன்றில் சக்தி மட்டங்களாகக் கருதப்படுபவை, திண்மங்களில் சக்திப்பட்டைகளாகக் கருதலாம். உரு 1.3 திறம்பட இதனை விளக்குகின்றது. இப்பட்டைகளில் இலத்திரன்கள் நிரம்பும்போது சக்தி குறைந்த கீழ் நிலைப்பட்டைகள் முதலில் நிரப்பப்படுகின்றன. இவ்வாறு இலத்திரன்களினால் முழுமை யாகவோ அல்லது பகுதியாகவோ நிரப்பப்பட்ட மேற்புற சக்திப்பட்டை, வலுவளவுப்பட்டை [Valence Band] எனப்படும். இவ்வலுவளவுப்பட்டைக்கு நேர் மேலே இருக்கும் நிரப்பப்படாத பட்டை, கடத்திப்பட்டை [Conduction Band] எனப்படும். இப்பட்டையில் உள்ள இலத்திரன்களே மின்னைக் கடத்துவதில் பெரும் பங்கு கொள்கின்றன. இவ்விரு பட்டைகளுக்கும் இடையே உள்ள சக்தி வேறுபாடு சக்திப்பட்டை இடைவெளி [Energy band gap] எனப்படும்.



உரு 1.4 சக்திப்பட்டைகளும் சக்திப்பட்டை இடைவெளியும்

கடத்தி, கடத்தலி, குறைகடத்திகளின் சக்திப்பட்டைக் கொள்கை ஒப்பீடு

திண்மங்களின் மின்னைக்கடத்தும் இயல்பில் மேற்கூறிய வலுவளவுப்பட்டை, கடத்திப்பட்டை மற்றும் சக்திப்பட்டை இடைவெளி பெரும் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றன.



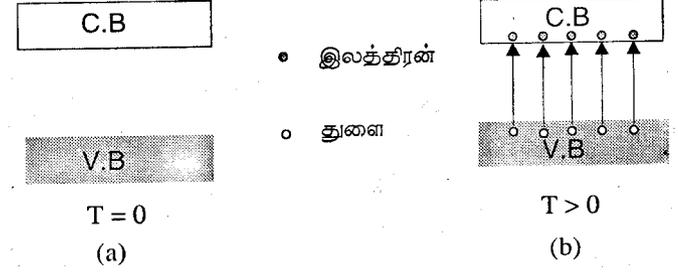
(a) கடத்தலி (b) குறைகடத்தி (c) கடத்தி
உ-ம் கந்தகம் சிலிக்கன் சோடியம் மக்னீசியம்

உரு. 1.5 திண்மங்களில் சக்திப்பட்டைகள்

கடத்தலிகள் முற்றாக நிரம்பிய வலுவளவுப்பட்டையையும் பெரிய சக்திப்பட்டை இடைவெளியையும் கொண்டிருப்பவையாகும். இக்கடத்தலிகளுக்குக் குறுக்கே அழுத்த வேறுபாடு ஒன்றைப் பிரயோகிக்கும் போது, உருவாகும் மின்புலத்தினால் முற்றாக நிரம்பல் நிலையிலுள்ள வலுவளவு இலத்திரன்கள் அசைய போதிய வெற்றிடம் அண்மையில் இல்லை. முற்றாக நிரம்பல் நிலையிலுள்ள வலுவளவு இலத்திரன்கள், சக்தி கூடிய வெற்றுக் கடத்திப்பட்டைக்குப்போக எத்தனிக்கும். ஆனால் இவ்விரு பட்டைகளுக்கும்மையேயுள்ள சக்திப்பட்டை இடைவெளி பெரிதாக இருப்பதனால் இலத்திரன்கள் வலுவளவுப்பட்டையில் இருந்து கடத்திப்பட்டைக்குத் தாவுவது கடினமாக இருக்கும். எனவே இவை மின்னைக்கடத்த முடியாதிருக்கும்.

கடத்திகளை எடுத்துக்கொண்டால் பகுதி நிரம்பிய (உதாரணமாக Na) அல்லது முற்றாக நிரம்பிய (உதாரணமாக Mg) வலுவளவுப்பட்டையும்

கடத்திப்பட்டையும் மேற்பொருத்திக் காணப்படும். இதனால், இலத்திரன்கள் அசைவதற்கு மிகவும் அண்மையில் போதியளவான வெற்றிடங்கள் காணப்படுகின்றது. எனவே அழுத்த வேறுபாட்டால் உருவாகும் மின்புலத்தால் இலத்திரன்களை இலகுவாக அசைக்க முடியும். அதாவது கடத்திகள் இலகுவாக மின்னைக்கடத்தக் கூடியதாகக் காணப்படுகின்றது.

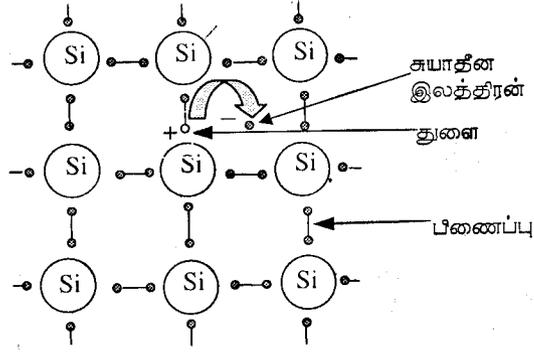


உரு 1.6 குறைகடத்தியொன்று வெப்ப அருட்டலன்போது

குறைகடத்திகளை எடுத்துக் கொண்டால் அவற்றின் சக்திப்பட்டை இடைவெளிப்பெறுமானம் ஓரளவு சிறியதாக இருக்கிறபோதிலும் 0 K வெப்பநிலையில் வலுவளவுப்பட்டையில் உள்ள இலத்திரன்கள் கடத்திப்பட்டைக்குத் தாவுவதற்கு போதிய சக்தியை பெற்றிருக்கமாட்டாது. எனவே இவ்வெப்பநிலையில் இவை மின்னைக்கடத்த முடியாது இருக்கும். ஆனால் சாதாரண அறை வெப்பநிலையில் இவற்றுள் சில கடத்திப்பட்டைக்குத் தாவுவதற்குரிய சக்தியைப் பெற்றுவிடும். இவ்வாறு தாவும இலத்திரன்கள் வலுவளவுப்பட்டையில் அதே அளவான துளைகளை (Holes) விட்டுச்செல்லும். இத்துளைகள் நேர் ஏற்ற இலத்திரன்கள் போல் செயற்படவல்லன. மின்புலம் பிரயோகிக்கப்பட இத்துளைகளும் கடத்திப்பட்டைக்குத் தாவிய இலத்திரன்களுமாகச் சேர்ந்து மின்னைக் கடத்தும்.

குறை கடத்திகளின் மின்கடத்துதிறனை, பொருத்தமான மாசுக்கள் சேர்ப்பதன் மூலம் அதிகரிக்கலாம். இம்மாசுக்கள் சேர்க்கப்படுவதால் சக்திப்பட்டை இடைவெளி (Eg) குறைக்கப்படுகின்றது. உரு 1.11 இதனை திறம்பட விளக்குகின்றது. தூய குறைகடத்திகள் உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திகள் [Intrinsic Semiconductors] எனவும், மாசுக்கள் சேர்க்கப்பட்ட குறைகடத்திகள், வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகள் [Extrinsic Semiconductors] எனவும் அழைக்கப்படும்.

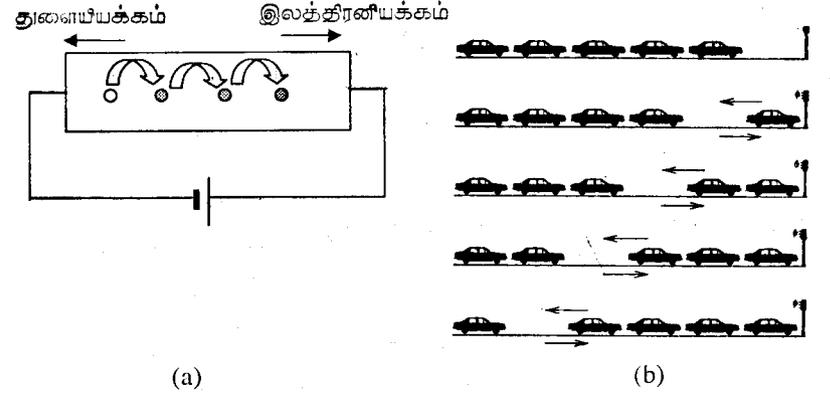
1.3 உள்ளீட்டுக் குறை கடத்திகள் [Intrinsic Semiconductors]



உரு 1.7 அறைவெப்பநிலையில் குறைகடத்தியொன்றின் இருபரிமாண வடிவம்

பொதுவான வெப்பநிலைகளில் ஆவர்த்தன அட்டவணையில் iv ம் கூட்ட மூலகங்களாகிய Si, Ge என்பவை குறைகடத்திகளாகக் காணப்படுகின்றன. இவை இரண்டும் வெளியோட்டில் நான்கு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்கும். இவை பரிங்குருவாக உள்ளபோது நான்முகி அமைப்பாக இருக்கும். ஒவ்வொரு அணுவும் தனது நான்கு வெளியோட்டு இலத்திரன்கள் அதன் அருகிலுள்ள அணுக்களுடன் 1:1 என்ற ரீதியில் பங்கிடும். எனவே ஒவ்வொரு அணுவும் நான்கு பங்கீட்டுப் பிணைப்பை உடையன. 0K வெப்பநிலையில் எல்லா இலத்திரன்களும் பிணைப்பில் ஈடுபடுவதனால் பளிங்கானது, நிறை கடத்தலியாகச் செயற்படும்.

வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது வெப்பத்தின் அருட்டலினால் சில இலத்திரன்கள் பிணைப்பை உடைக்கக்கூடிய சக்தியைப்பெற்று அமைப்பிலிருந்து வெளியேறி சுயாதீன இலத்திரன்களாக மாறுகின்றன. எனவே வெப்பநிலை கூட சுயாதீன இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கும். இதுவே வெப்பநிலை உயர அதன் கடத்துதிறன் கூடக் காரணமாகும். பிணைப்பில் இருந்து ஒரு இலத்திரன் வெளியேறும் போது சாலகத்தில் ஒரு வெற்றிடம் ஏற்படுகின்றது. இதுவே துளை [Hole] என அழைக்கப்படுகின்றது. அதாவது துளை நேர்ஏற்றம் உள்ள பிரதேசமாகும். உரு 1.6 இதனைத் தெளிவாக விளக்குகின்றது.



உரு 1.8 (a) மின்புலத்தில் மின்னோட்டக்கால்களின் இயக்கம்
(b) மின்னோட்டக்கால்களின் இயக்கம் பற்றிய ஒப்பீடு
(காரின் இயக்கத்திற்கெதிரே வெற்றிடம் அசைவதைக் காணலாம்)

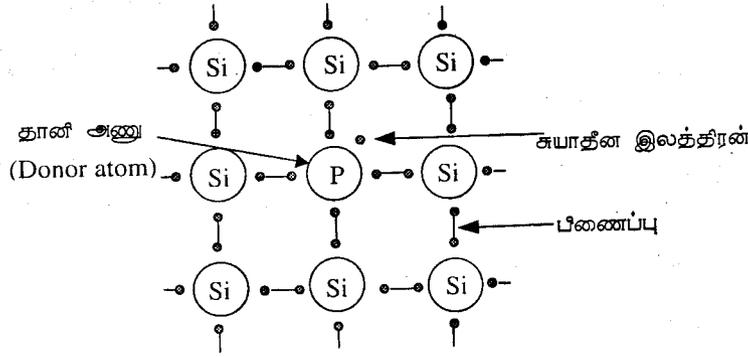
உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தி ஒன்றை மின்கலமொன்றின் முனைகளுக்கு இணைக்கும் போது சுயாதீன இலத்திரன்கள் நேர்முனைவை நோக்கியும், துளைகள் எதிர்முனைவை நோக்கியும் அசைகின்றன. இவ்வகைக் குறைக்கடத்திகளில் மின் பிணைப்பு ஒன்று உடைபட ஒரு இலத்திரனும் ஒரு துளையும் தோற்றுவிக்கப்படும் என்பதனால் சாலகத்தில் சமசெறிவான இலத்திரன்களும் துளைகளும் காணப்படும். பொதுவாக துளைகளிலும் பார்க்க, சுயாதீன இலத்திரன்களின் சராசரி நகரல் கதி உயர்வாகும். எனவே மின்கடத்தலில் இலத்திரன்கள் கூடிய பங்கை வகிக்கின்றன.

1.4 வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகள் [Extrinsic or Impure Semiconductors]

குறை கடத்தியொன்றின் கடத்துதிறனை, தகுந்த மிகக்குறைந்த அளவினதாக மாசு அணுக்களைச் சேர்ப்பதன் மூலம் அதிகரிக்கச் செய்யலாம். பொதுவாக 10^6 அணுக்களுக்கு ஒரு மாசு அணு என்ற விகிதத்தில் சேர்க்கப்படுகின்றன. இச்செயற்பாடு மாகூட்டல் எனப்படும். இவ்வாறு மாகூட்டப்பட்ட குறைகடத்திகள் வெளியீட்டுக் குறை கடத்திகள் எனப்படும். இவை இரு வகைப்படும்.

1. n - வகைக் குறைகடத்திகள்
2. p - வகைக் குறைகடத்திகள்

1.4.1 n- வகைக் குறைகடத்திகள்



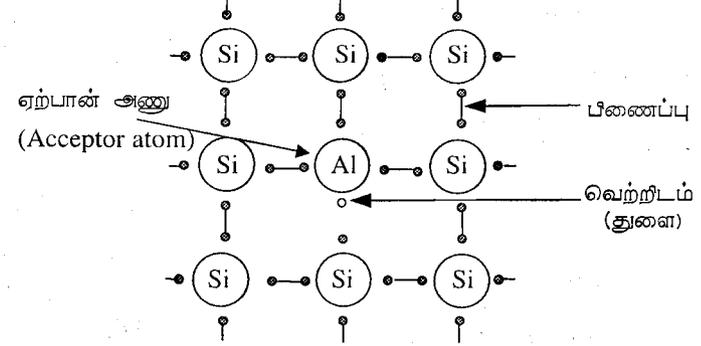
உரு 1.9 n- வகை குறைகடத்தியொன்றின் இருபரிமாண வடிவம்

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் iv ம் கூட்ட மூலகமொன்றின் குறைகடத்தியொன்றில் v ம் கூட்ட மூலகமொன்றின் அணுவொன்றை, [பொஸ்பரஸ் (P), ஆஸனிக் (As), அந்திமணி (Sb)] குறைகடத்தி அணுவொன்றின் இடத்தில் சேர்த்தால் அது அருகிலுள்ள அணுக்களுடன் நான்கு பங்கீட்டு வலுப்பிணைப்புக்களை உண்டாக்கிய பின்னரும் மேலதிகமாக ஒரு இலத்திரனைக் கொண்டிருக்கும். சேர்க்கப்பட்ட v ம் கூட்ட அணுவின் மேலதிக இலத்திரன் அதன் கருவூடன் வலுக்குறைந்த பிணைப்பு நிலையிலேயே இருக்கும். இதனால் இது இலகுவாக அதன் கருவிலிருந்து விடுபட்டு ஏனைய அணுக்களுக்குத் தாவக்கூடிய நிலையில் இருக்கும். இது குறைகடத்தியில் சுயாதீன இலத்திரன் போன்று செயற்படும். எனவே இக்குறைகடத்தியில் துளைகளிலும் பார்க்க அதிக எண்ணிக்கையான சுயாதீனமான இலத்திரன்கள் இருக்கும். இக்குறைகடத்திகள் மின்புலமொன்றில் உள்ள போது கூடிய பங்கு மின்னோட்டம் மறை ஏற்றமுள்ள இலத்திரன்களால் உருவாக்கப்படும். இதனால் இவை n- வகைக் குறைகடத்திகள் எனப்படும். இவற்றில் கலக்கப்பட்ட மாசு அணுக்கள் இலத்திரன் தானிகள் [Donor] எனப்படும்.

தானி அணுச் செறிவு N_D எனப் பொதுவாகக் குறிக்கப்படும். n- வகைக் குறைகடத்திகளில் சுயாதீன இலத்திரன்களின் செறிவானது துளைகளின் செறிவுடன் ஒப்பிடும் போது மிக அதிகமாகக் காணப்படும். உதாரணமாக 1cm^3 கனவளவு சிலிக்கன் (Si) திண்மம் ஒன்றை கருது

ையில், அதில் அண்ணளவாக 10^{23} அணுக்கள் காணப்படும். சிலிக்கனின் 1cm^3 கனவளவில் 10^{23} அணுக்கள் காணப்படினும், அதில் அண்ணளவாக 10^{10} சுயாதீன இலத்திரன்களே காணப்படுகின்றன. எனவே அதேயளவான துளைகளும் காணப்படும். இப்போது 10^6 சிலிக்கன் அணுக்களுக்கு ஒரு பொஸ்பரஸ் (P) அணு என்னும் விகிதத்தில் மாசுபடுத்தல் மேற்கொள்ளப்படுவதாகக் கருதின, சிலிக்கனின் 1cm^3 கனவளவில் $\frac{10^{23}}{10^6} = 10^{17}$ இலத்திரன்கள் மேலதிகமாகக் காணப்படும். எனவே தற்போதைய மொத்த இலத்திரன் செறிவு $(10^{10} + 10^{17}) \approx 10^{17}/\text{cm}^3$ ஆக அதிகரிக்கும். ஆனால் துளைகளின் செறிவில் மாற்றமேதும் நிகழாது, $10^{10}/\text{cm}^3$ ஆகவே தொடர்ந்தும் காணப்படும். எனவே மாசுபடுத்தப்பட்ட 1cm^3 , n- வகை சிலிக்கன் திண்மத்தில் 10^{17} சுயாதீன இலத்திரன்களும் 10^{10} துளைகளும் காணப்படும்.

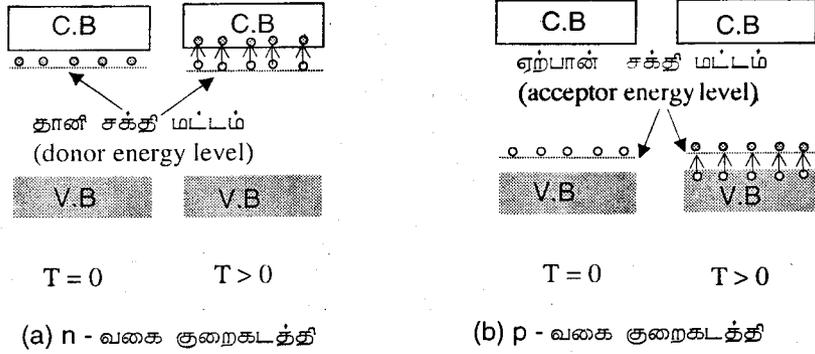
1.4.2 p- வகைக் குறைகடத்திகள்



உரு 1.10 p- வகை குறைகடத்தியொன்றின் இருபரிமாண வடிவம்

ஆவர்த்தன அட்டவணையில் iv ம் கூட்ட மூலகமொன்றின் குறைகடத்திகளில் iii ம் கூட்ட அணுவொன்றை [B, Al, Ga, In] குறைகடத்தி அணுவொன்றின் இடத்தில் சேர்த்தால் அது அருகிலுள்ள அணுக்களுடன் பங்கீட்டு வலுப்பிணைப்பை உண்டாக்க ஒரு இலத்திரன் குறைவுடையதாக இருக்கும். இவ்வாறு பங்கீட்டு வலுப்பிணைப்பை உண்டாக்குவதன் பொருட்டு அருகிலுள்ள அணுக்களிடம் இருந்து இலத்திரன் ஒன்றைப் பெற்றுக்கொள்ளும். இதனால் இவ்வகை குறைகடத்தியில் உள்ள அணுவொன்றில் இலத்திரன் வெற்றிடம் ஒன்று உருவாகும். அதாவது அக்குறைகடத்தியின் வலுவளவுப் பட்டையில் துளைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஆகவே iii ம் கூட்ட அணுக்களை மாசுக்களாகக் கொண்டுள்ள குறைகடத்திகள் சாதாரண வெப்ப

நிலையில் அவற்றின் சுயாதீன இலத்திரன்களிலும் பார்க்க அதிக எண்ணிக்கையான துளைகளைக் கொண்டிருக்கும். எனவே இக்குறைகடத்திகள் மின் புலமொன்றிலுள்ள போது கூடிய பங்கு மின்னோட்டம், நேர் ஏற்றமுள்ள துளைகளால் கடத்தப்படும். இதனால் இவை p-வகைக் குறைகடத்திகள் என அழைக்கப்படும். இவற்றில் கலக்கப்பட்ட மாசுக்கள் இலத்திரன் ஏற்பாண்கள் [acceptors] எனப்படும். ஏற்பாண் அணுச் செறிவு N_A எனப் பொதுவாகக் குறிக்கப்படும். உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திகள் போல் இவற்றிலும் மின்னோட்டம் இருவகை சுமைக்காவினாலும் உண்டாக்கப்படும். ஆனால் நேர் ஏற்றக் காவினின் எண்ணிக்கை அதிகமாக இருக்கும்.



உரு 1.11 வெளியீட்டுக்குறைகடத்திகளில் சக்திப்பட்டை

உரு 1.11 ஆனது n வகைக்குறைகடத்தியில் தானி சக்தி மட்ட நிலையையும் p வகைக்குறைகடத்தியில் ஏற்பாணின் சக்தி மட்ட நிலையையும் தெளிவாகக் குறிக்கின்றது.

1.5 திரவியங்களில் மின்கடத்தல்

திரவியங்களின் மின்கடத்தும் ஆற்றலானது திரவியத்துக்குத் திரவியம் வேறுபட்டதாகக் காணப்படுகின்றது. மின்னோட்டங்கள் இருவகை செயன் முறைகளில் உருவாக்கப்படுகின்றன. அவையாவன.

- பரவல் மின்னோட்டம் (Diffusion Current)
- நகரல் மின்னோட்டம் (Drift Current)

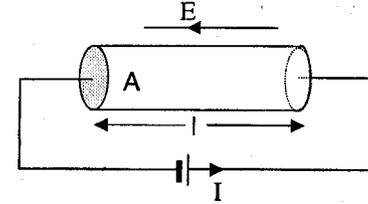
பரவல் மின்னோட்டமானது ஓட்டக் காவினின் (துளைகள், இலத்திரன்கள்) செறிவு வித்தியாசத்தின் காரணமாக ஏற்படுகின்றது. சீரான காவிப்பரம்பல் களையுடைய திரவியங்களில் இம்மின்னோட்டம் புறக்கணிக்கத்தக்கதாகக்

காணப்படுகின்றது. ஆனால் நகரல் மின்னோட்டமானது பிரயோகிக்கப்படும் அழுத்த வேறுபாடு காரணமாக அதாவது மின்புலத்தின் காரணமாக உருவாகின்றது.

இப்பகுதியில் நாம் திரவியங்களின் மின்கடத்துதிறன் தங்கியுள்ள காரணிகள் பற்றி விரிவாக ஆராய்வோம். இந்த இலக்கை அடைவதற்கு முன் மின்புலம் (E), மின்கடத்துதிறன் (σ), மின்னோட்ட அடர்த்தி (J) என்பவற்றுக்கு இடையிலான தொடர்பைப் பெற்றுக்கொள்வது அவசியமாகின்றது. மின்னோட்ட அடர்த்தி (J) என்பது அலகுப் பரப்பளவு திரவியத்தினூடு செல்லும் மின்னோட்டம் ஆகும்.

$$\text{அதாவது } J = \frac{I}{A}$$

ρ தடைத்திறன் கொண்டதும், A குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு, l நீளம் என்ற பரிமாணம் கொண்டதுமான திரவியம் ஒன்றைக் கருதுக.



A திரவியத்தின் கு.வெ.பரப்பு

l திரவியத்தின் நீளம்

உரு 1.12 மின்புலத்தில் திரவியமொன்று

இத்திரவியத்திற்கு V என்னும் அழுத்த வித்தியாசம் பிரயோகிக்கப்பட உருவாகும் மின்னோட்டம் I என்பது ஓமின் விதிப்படி பின்வருமாறு தரப்படும்.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$\text{ஆனால் } R = \frac{\rho l}{A} \quad \text{எனவே } I = \frac{AV}{\rho l}$$

அழுத்த வேறுபாட்டின் காரணமாக உருவாகும் மின்புலம் $E = \frac{V}{l}$ என்ற தொடர்பால் தரப்படும்.

$$\therefore I = \frac{AE}{\rho}$$

அதாவது மின்னோட்ட அடர்த்தி $J = \frac{1}{\rho} E$

$\frac{1}{\rho}$ என்பது திரவியத்தின் மின்கடத்துதிறன் என்பதால், மின்னோட்ட அடர்த்தியை பின்வரும் வடிவில் எழுதலாம்.

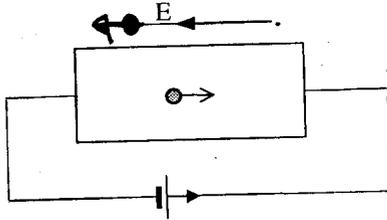
$$J = \sigma E \quad (1.51)$$

மேலுள்ள தொடர்பானது ஒமின் விதியின் அடிப்படைத் தொடர்பாகும். இதிலிருந்து பெறப்பட்டதே $V = IR$ என்னும் தொடர்பாகும்.

மின்கடத்துதிறனின் பெறுமானங்கள் கடத்தி, காவலி, குறைகடத்தி, மீகடத்தி என்பவற்றில் எவ்வாறு மாற்றமடைகின்றது என்பதை பார்ப்போம்.

1.5.1 கடத்திகளின் மின்கடத்துதிறன்

கடத்திகளில் பெருமளவில் சுயாதீன இலத்திரன்கள் காணப்படுகின்றன. கடத்தியொன்றின் முடிவிடங்களுக்குக் குறுக்கே அழுத்த வேறுபாடு ஒன்று பிரயோகிக்கப்படும் போது மின்புலம் ஒன்று உருவாக்கப்படும். இம்மின்புலம் இலத்திரன்களின் மீது மின்விசை ஒன்றை புலத்தின் எதிர்த்திசையில் உருவாக்கும்.



உரு 1.13 மின்புலத்தில் கடத்தியொன்று

இம்மின்புலத்தின் விளைவாக எழுமாற்று இயக்கத்திலுள்ள இலத்திரன்கள் தேறிய பாய்ச்சலாக புலத்திற்கு எதிர்த்திசையில் நகரத்தொடங்கும். தேறிய பாய்ச்சலாக இவ்வாறு நகரும் இலத்திரன்களின் சராசரிக்கதி நகரல் கதி என அழைக்கப்படுகின்றது. இச்சராசரிக்கதியானது மின்புலத்தின் வலிமையுடன் அதிகரிக்கின்றது. அதாவது நகரல் கதியானது மின்புலத்தின் வலிமைக்கு நேர்விகித சமனாகக் காணப்படுகின்றது.

$$v \propto E$$

$$v = \mu E \quad \dots \quad (1.52)$$

நேர்விகிதசம மாறலி μ என்பது இலத்திரன்களின் இக்கடத்திக்கான சலனம் (mobility) என அழைக்கப்படுகின்றது. எனவே இலத்திரனின் சலனம் என்பது ஓரலகு மின்புலத்தில் இலத்திரன்கள் அடையும் நகர்வு வேகம் என வரையறுக்கலாம்.

இலத்திரனின் சலனம் ஆனது கடத்தி ஆக்கப்பட்ட பதார்த்தத்தின் இயல்பிலும், வெப்பநிலையிலும் தங்கியுள்ளது. வெவ்வேறு திரவியங்களுக்கு இச்சலனம் வேறுபடுகின்றது.

கடத்தியினூடு பாயும் மின்னோட்டம் $I = nAev$ ஆல் தரப்படும். இங்கு n , A , e என்பன முறையே கடத்தியொன்றின் ஓரலகுக் கனவளவில் உள்ள இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை, கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு, இலத்திரன் ஒன்றின் ஏற்றம் என்பவற்றை குறிக்கின்றன. ஆகவே

$$J = nev \quad (1.53)$$

சமன்பாடுகள் (1.52), (1.53) என்பவற்றின் மூலம் நாம் பின்வரும் தொடர்பைப் பெறலாம்.

$$J = ne\mu E$$

இச்சமன்பாட்டை சமன்பாடு (1.51) உடன் ஒப்பிடுவதன்மூலம், கடத்தியின் மின்கடத்துதிறன் ஆனது பின்வருமாறு அமையும்.

$$\sigma = ne\mu \quad (1.54)$$

எனவே கடத்தியொன்றின் மின்கடத்துதிறன், கடத்திகளில் காணப்படும் சுயாதீன இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையிலும், இலத்திரன்களின் அக்கடத்திக்கான சலனத்திலும் தங்கியுள்ளது.

கடத்திகளில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்பட பெறப்படும் வெப்பசக்தியால் அயன்கள் தமது தானம் குறித்து அதிர்வுறுகின்றன. இதனால் இலத்திரன்களின் இயக்க ஆற்றல் குறைக்கப்படுகின்றன. அதாவது, இலத்திரனின் சலனம் குறைகின்றது. எனவே கடத்திகளின் கடத்துதிறன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்பட குறைவடைகின்றது.

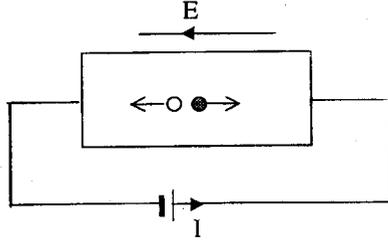
1.5.2 கடத்தலிகளின் மின்கடத்துதிறன்

இங்கு இலத்திரன்கள் வலிமையான அயன் அல்லது பங்கீட்டு வலுப் பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இவ்வலுவளவு இலத்திரன்களை சுயாதீனமாக்க அதியுயர் சக்தி தேவைப்படுகின்றது. இவ்வியல்பை சக்திப்பட்டைக் கொள்கை ரீதியில் கூறுவதாயின் கடத்தலிகளில் சக்திப்பட்டை இடைவெளி அதிகமாக இருப்பதனால் வலுவளவுப் பட்டை இலத்திரன்களை சக்திப்பட்டைக்குச் செலுத்துவதற்கு உயர்

சக்தி அவசியமாகின்றது. எனவே கடத்தலி ஒன்றில் மிக உயர்வான அழுத்த வேறுபாடு பிரயோகிக்கப்பட்டால் மட்டுமே மிகக்குறைந்த இலத்திரன்கள் சுயாதீனமாக்கப்பட்டு மிகச்சிறிய மின்னோட்டம் பெறப்படும். எனவேதான், கடத்தலிகள் புறக்கணிக்கத்தக்க கடத்துதிறனைக் கொண்டுள்ளன.

1.5.3 குறைகடத்திகளில் மின்கடத்துதிறன்

குறைகடத்திகளில் காணப்படும் அணுப்பிணைப்புக்கள் வலிமை குறைந்த பிணைப்பைக் கொண்டதாகக் காணப்படுகின்றன. சாதாரண அறை வெப்பநிலையில் கூட இவ்வகைப்பிணைப்புக்களில் சில உடைக்கப்பட்டு சுயாதீன இலத்திரன்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இச்சுயாதீன இலத்திரன்கள் உருவாக்கப்படும் அதேவேளை அதே அளவான துளைகளும் உருவாக்கப்படும். அதாவது பட்டைக் கொள்கைப்படி, சக்திப்பட்டை இடைவெளி குறைவாகையால் வலுவளவுப்பட்டை இலத்திரன்களில் சில கடத்திப் பட்டைக்கு செல்லும். அதேவேளை இவ்விலத்திரன்கள் அதே எண்ணிக்கையான துளைகளை வலுவளவுப்பட்டையில் விட்டுச் செல்லும். குறைகடத்தி யொன்றுக்கு அழுத்தவேறுபாடு பிரயோகிக்கப்பட இவ்விலத்திரன்களும் துளைகளும் நகரத்தொடங்கும். இலத்திரன்களின் வெற்றிடமே துளை என்பதால் இவை இலத்திரனின் எதிர் இயல்புகளைக் கொண்டிருக்கும்.



உரு 1.14 மின்புலத்தில் குறைகடத்தியொன்று

கடத்திகளைப் போலன்றி குறைகடத்திகளில் மின்னோட்டம் துளைகளாலும் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. எனவே மின்னோட்ட அடர்த்தி பின்வருமாறு அமையும். $J = J_e + J_h$ இங்கு J_e , J_h என்பன முறையே இலத்திரனின் மின்னோட்ட அடர்த்தி, துளையின் மின்னோட்ட அடர்த்தி என்பனவாகும்.

$$J = n(-e)(-v_e) + p(e)(v_h)$$

$$J = e(nv_e + pv_h) \quad (1.55)$$

இங்கு v_e, v_h என்பன முறையே துளைகளினதும் இலத்திரன்களினதும் நகர்வு வேகங்கள் ஆகும். அத்துடன் n, p என்பன முறையே இலத்திரன்களினதும், துளைகளினதும் அலகுக்கனவளவில் உள்ள எண்ணிக்கையாகும். ஆனால் ஏற்றக்காவினின் நகர்வு வேகங்கள் அவற்றின் அக்கடத்திக்கான சலனத்திலும் பிரயோகிக்கப்படும் மின்புலத்திலும் தங்கியுள்ளது என முன்னர் பார்த்தோம்.

$$\text{அதாவது } v_h = \mu_h E, \quad v_e = \mu_e E \quad \text{---} \quad (1.56)$$

இங்கு μ_h, μ_e என்பன முறையே துளைகளினதும் இலத்திரன்களினதும் சலனங்களாகும். சமன்பாடுகள் (1.55), (1.56) என்பவற்றிலிருந்து

$$\therefore J = e(n\mu_e + p\mu_h)E$$

இச்சமன்பாட்டை சமன்பாடு (1.51) உடன் ஒப்பிடும்போது கடத்துதிறன் பின்வருமாறு தரப்படும்.

$$\sigma = e(n\mu_e + p\mu_h) \quad \text{---} \quad (1.57)$$

எனவே குறைகடத்திகளின் கடத்துதிறன் ஏற்றக்காவினின் (துளைகள், இலத்திரன்கள்) எண்ணிக்கையிலும் அவற்றின் சலனத்திலும் தங்கியுள்ளது எனபது புலனாகின்றது. ஆனால் ஏற்றக்காவினின் எண்ணிக்கையும் சலனமும் வெப்பநிலையில் பெருமளவில் தங்கியுள்ளது.

வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்பட ஏற்றக்காவினின் எண்ணிக்கையும் சலனமும் அதிகரிக்கப்படுவதனால் குறை கடத்தியில் கடத்துதிறன் அதிகரிக்கின்றது. குறைகடத்திகளில் ஏற்றக்காவினின் எண்ணிக்கைகளுக்கு ஏற்ப அவற்றின் கடத்துதிறன் பின்வருமாறு அமைகின்றது.

- (a) உள்ளீட்டுக் குறைகடத்தியில் துளைகளின் எண்ணிக்கையானது இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமனாகக் காணப்படுகின்றது.

$$n = p = N_i \\ \therefore \sigma = N_i e (\mu_e + \mu_h)$$

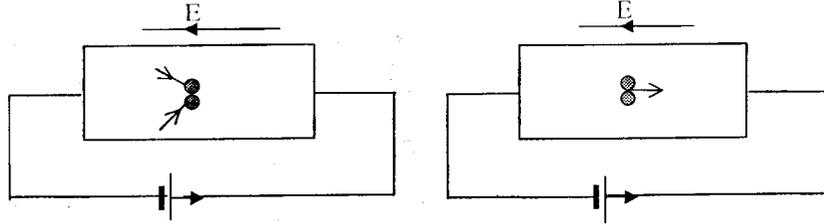
- (b) வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகளில்

- (i) n வகைக் குறைகடத்தியில்
 $n \gg p$
 $\therefore \sigma = ne\mu_e$
- (ii) p வகைக் குறைகடத்தியில்
 $p \gg n$

$$\therefore \sigma = \rho \mu_e$$

1.5.4 மீகடத்திகளின் மின்கடத்துதிறன்

சில வகைக் கடத்திகளை அல்லது கடத்திச் சேர்வைகளை குறித்தவொரு வெப்பநிலைப் பெறுமானத்திற்கு கீழ் கொண்டு வரும்போது அவற்றின் தடைத்திறன் (தற்றடை), ρ , பூச்சிய நிலையை அடைகின்றது. எனவே இவற்றின் கடத்துதிறன் அதீதமாகக் காணப்படும். சாதாரண கடத்திகளில் இலத்திரன்கள் மோதல்களுக்கு உட்பட்டு சக்தி இழப்பு ஏற்படுகிறது. ஆனால் மீகடத்து நிலையில் இலத்திரன்கள் சோடிகளாக ஒழுங்காக்கப்பட்டு நகர்வதாக கருதப்படுகின்றது. கடத்திகளிலும், மீகடத்திகளிலும் அழுத்த வேறுபாடு பிரயோகிக்கப்படும் போது இலத்திரன்களின் இயக்கத்தை உரு 1.16 காட்டுகின்றது.

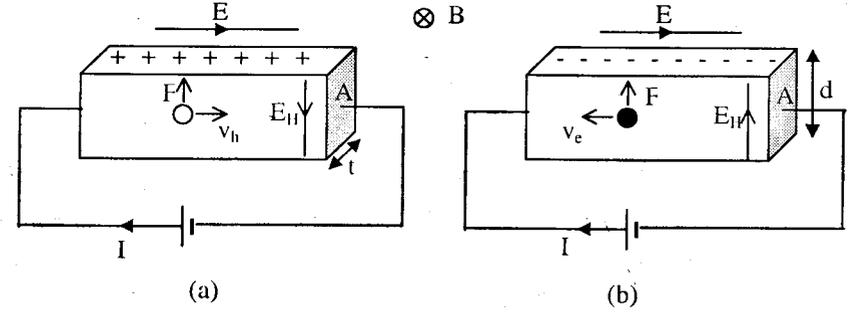


உரு 1.16 (a) மீன்புலத்தில் கடத்தி நிலையிலுள்ள தீர்வியமொன்று
(b) மீன்புலத்தில் மீகடத்து நிலையிலுள்ள தீர்வியமொன்று

மேற்கூறிய கொள்கையானது பாடீன் (Bardeen), கூபர் (Cooper), சிறீபர் (Shrieffer) என்ற நோபல் பரிசு பெற்ற பெளதீக விஞ்ஞானிகளால் பிரேரிக்கப்பட்டது. இக்கொள்கை தற்காலத்தில் விஞ்ஞானிகளால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டதும் இவற்றில் மாற்றங்களும், புதிய கொள்கைகளும் காலத்திற்குக் காலம் வெளியிடப்படுகின்றன.

1.6 குறைகடத்திகளில் ஹோலின் விளைவு (Hall effect)

குறைகடத்திகளின் வகைகளையும் (p- வகை, n வகை), அவை தம்முள் கொண்டுள்ள கமைக்காவினின் செறிவையும் துணிவதற்கு "ஹோலின் விளைவு" என்னும் எளிய பரிசோதனைச் செயன்முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உரு 1.15 (a), (b) என்பன முறையே p- வகை குறைகடத்திற்கும், n- வகை குறைகடத்திற்கும் ஏற்படுத்தக்கூடிய ஒழுங்கமைப்பை விபரிக்கின்றது.



உரு 1.15 (a) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான மீன்புலம்(E), காந்தப்புலம்(B)களில் p வகைக் குறைகடத்தியொன்று
(b) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான மீன்புலம்(E), காந்தப்புலம்(B)களில் n வகைக் குறைகடத்தியொன்று

p, n வகை குறைகடத்திகளில் இயங்கும் ஏற்றக்காவினின் திசைக்கு செங்குத்தாக காந்தப்புலம்(B) பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான மின், காந்தப்புலங்களின் விளைவாக அவற்றுக்கு செங்குத்தான திசையில் மேல்நோக்கி விசையொன்றை $[F_B = q(\underline{v} \wedge \underline{B})]$ அனுபவிக்கும். இங்கு v, q முறையே ஏற்றக்காவினின் நகர்வு வேகம், ஏற்றம் என்பவற்றைக் குறிக்கின்றன. அதாவது p-வகைக் குறைகடத்தியில் துளையின் நகர்வு வேகம் v_h ஆகவும், ஏற்றம் $q = e$ ஆகவும் இருக்க n-வகைக் குறைகடத்தியில் இலத்திரனின் நகர்வு வேகம் V_c ஆகவும், ஏற்றம் $q = -e$ ஆகவும் காணப்படும்.

இவ்விசையானது ஏற்றக்காவினின் இயக்கத்திசையில் திருப்பத்தை ஏற்படுத்தி குறைகடத்திகளின் மேற்பகுதியில் மேற்பரப்பு ஏற்றங்கள் உருவாகும். இவ்விளைவின் காரணமாக குறைகடத்திகளின் மேற்பகுதி, கீழ்பகுதிகளுக்கிடையில் ஒரு அழுத்தவேறுபாடு காணப்படும். இவ்வழுத்த வேறுபாடு ஹோலின் அழுத்தம் (V_H) (Hall voltage) என அழைக்கப்படுகின்றது. எனவே இவ்விளைவுகளினால் மீன்புலம் (கீழ்க்கண்ட) காணப்படும்.

$$E_H = \frac{V_H}{d}$$

இம்மீன்புலத்தினால் மேல்பகுதிக்காவினின் திரும்பல் தடுக்கப்படும். ஏனெனில் காந்தப்புலத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட விளைவானது, தூண்டப்பட்ட மீன்புலத்தினால் ஈடுசெய்யப்படும்.

அதாவது, $Bqv = qE_H$

$\Rightarrow E_H = Bv$

$E_H = \frac{V_H}{d} = vB$

\therefore ஹோலின் அழுத்தம் $V_H = Bdv$

ஆனால், அலகுக்கனவளவில் உள்ள ஏற்றக்காஸிகளின் எண்ணிக்கை n , குவெ. பரப்பு A கொண்ட திரவியத்தில் v என்னும் நகர்வு வேகத்தில் செல்லும் ஏற்றக்காஸிகளினால் உருவாகும் மின்னோட்டம் I , பின்வருமாறு தொடர்புபடுத்தப்பட்டிருக்கும்.

$I = (nq) Av$

$\Rightarrow v = \frac{I}{nqA}$

$\therefore V_H = Bd \frac{I}{nq(dt)}$

\therefore ஹோலின் அழுத்தம், $V_H = \frac{BI}{nqt}$

n -வகை குறைகடத்திக்கு $q = -e$, $V_H < 0$

p -வகை குறைகடத்திக்கு $q = +e$, $V_H > 0$

எனவே ஹோலின் விளைவு (Hall effect) பரிசோதனையில் தூண்டப்படும் ஹோலின் அழுத்தத்தின் குறியைப் பொறுத்து n, p வகை குறைகடத்திகளை இனம் காணலாம்.

$n = \frac{BI}{V_H qt}$

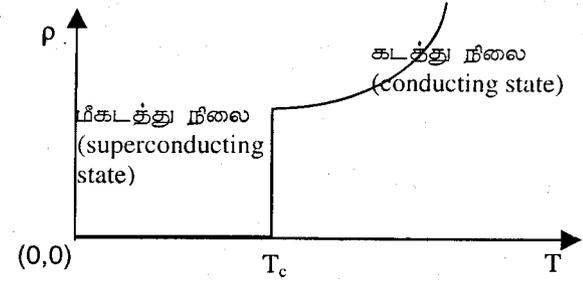
அலகுக்கனவளவில் உள்ள ஏற்றக்காஸிகளின் எண்ணிக்கை n ஐ B, I, V_H, t என்பவற்றை அளவிடுவதன் மூலம் துணியலாம்.

இம்முடிவு கடத்திகளுக்கும் பொருத்தமானது.

1.7 மீகடத்திகள் (Superconductors)

இவ் அத்தியாயத்தை நிறைவு செய்ய முன் குறைகடத்தியைப் போன்ற கவர்ச்சிகரமான பிரயோகங்கள் கொண்ட மீகடத்திகளைப் பற்றி இப்பகுதியில் சுருக்கமாகக் குறிப்பிடுவது பொருத்தமானதாக இருக்கும் என நினைக்கின்றோம்.

1911ம் ஆண்டு 'கமர்லிங்க ஒன்ஸ்' (Kamerlingh Onnes) என்ற விஞ்ஞானி, இரசம் (Hg) என்ற திரவியமானது மிகக்குறைந்த வெப்பநிலையில் (4.2K) பூச்சியத்தடை கொண்டிருப்பதாக அவதானித்தார். இதுவே பல்வேறு கடத்திகளிலும், சேர்வைகளிலும் இவ்வியல்பைக் கண்டுபிடித்திருப்பதற்கு அடிப்படை நிகழ்வாக அமைந்துவிட்டது. மிகச்சிறிய வெப்பநிலையின் கீழ் இவ்வியல்பு இருபத்தியெட்டுக்கு மேற்பட்ட கடத்திகளிலும், நூற்றுக்கணக்கான சேர்வைகளிலும் இன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.



உரு 1.17 மீகடத்திக் திரவியமொன்றின் ρ எதிர் T வரைபடம்

இவ்வகைத் திரவியங்களில் தடைத்திறன் பெறுமானம் பூச்சியமாகும் வெப்பநிலை மாறுநிலை வெப்பநிலை [Critical temperature (T_c)] என அழைக்கப்படுகின்றது. இத்திரவியங்கள் சாதாரண வெப்பநிலையில் கடத்திகளாகக் காணப்படுவதுடன் ஓர் குறிப்பிட்ட சிறிய வெப்பநிலையில் மீகடத்துநிலையை அடைவதை உரு (1.17) காட்டுகின்றது.

கீழ் உள்ள அட்டவணை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சில மீகடத்திகளையும் அதன் மாறுநிலை வெப்பநிலைகளையும், கண்டு பிடிக்கப்பட்ட ஆண்டுகளையும் குறிக்கின்றது.

திரவியம்	மாறுநிலை வெப்பநிலை (K)	ஆண்டு
Hg	4.2	1911
Nb	9.25	1930
V ₃ Si	17	1950
Nb ₃ Ge	23	1977
La _{1.85} Ba _{0.15} CuO ₄	34	1986
YBa ₂ Cu ₃ O ₇	90	1987
Hg Ba ₂ Ca ₂ Cu ₃ O ₈₊₂	130	1994

மீகடத்திகள் மீகடத்துநிலையில் பூச்சிய கடத்துதிறனைக் கொண்டிருப்பதுடன் காந்த புலத்தினுள் வைக்கும்போது வெளிக்காந்த புலத்தை எதிர்க்கும்.

அதாவது மீகடத்து நிலையிலுள்ள ஒரு திரவியம் ஒன்றின்மேல் சிறிய காந்தத்துண்டு ஒன்றை வைத்தால் அத்துண்டானது தொடுகையில் இல்லாது சற்று உயர்ந்து காணப்படும். என்னெனில் மீகடத்தியானது தனது காந்த இயல்பால் காந்தத்தைத் தள்ளிக்கொண்டிருக்கும்.



உரு 1.18 மீகடத்து நிலையிலுள்ள திரவியம் ஒன்றின்மேல் சிறிய காந்தத்துண்டு சற்று உயர்ந்து காணப்படுகின்றது.

மீகடத்தித் திரவியங்களின் இவ்விரு மின் காந்த இயல்புகளைப் பயன்படுத்தி கவர்ச்சிகரமான பல பிரயோகங்கள் மேற்கொள்ளப்

படுகின்றன. அவற்றுள் சில உதாரணங்கள் மீவேக கணனி (super fast computer), மீ வேகபுகைவண்டி (super fast train), மீதிசை உணர்கொம்பு (super directional antennas), பிரமாண்டமான சக்திசேகரிப்புச் சாதனங்கள் (large energy storage devices) என்பனவாகும்.

இவற்றுள் மீதிசை உணர்கொம்புகள் மிக விரைவில் பயன்பாட்டுக்கு வர இருக்கின்றன. மீவேக புகைவண்டியானது முதன்முதலாக 1979ம் ஆண்டு யப்பானிய விஞ்ஞானிகளால் பரிட்சித்துப் பார்க்கப்பட்டது. இதன் வேகமானது 512 km h⁻¹ ஆகக் காணப்பட்டது. இவ்வகை புகைவண்டியில் சில்லுகள் எதுவும் காணப்படுவதில்லை. காந்தப்புலத்தின் உதவியுடன் காற்றில் மிதந்து மீவேகத்தில் செல்லுகின்றன.

இவ்வகைக் கவர்ச்சிகரமான பல பிரயோகங்கள் காணப்படிலும், மீ கடத்தித் திரவியங்கள் குறைந்த வெப்பநிலையின் கீழ் கொண்டு செல்லவேண்டிய தேவையுள்ளது. இது மிகவும் செலவு கூடியதாகக் காணப்படுகின்றது. எனவே அறை வெப்பநிலையில் மீகடத்துநிலை கொண்ட திரவியங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுதல் அவசியமாகின்றது. மிகச் சிறிய மாறுநிலை வெப்பநிலைகளை உயர்த்துவதற்கு உலகெங்கிலும் உள்ள பல்கலைக்கழகங்களிலும், ஆய்வு நிறுவனங்களிலும் ஆய்வுகள் நடைபெறு கின்றன. குறை கடத்திகளால் உலகம் இன்று வேக உலக (fast world) மாற்றம் கண்டுள்ளது என்றால், மீகடத்திகளின் கண்டுபிடிப்பால் உலகம் மீவேக உலக (super fast world) நிலைக்கு வருவதற்கு அதிக தூரம் இல்லை எனலாம்.

தொகுப்பு

- ★ குறைகடத்திகளின் மீகடத்துதிறன் கடத்திகளினதும், காவலிகளினதும் மீகடத்துதிறன் பெறுமானங்களுக்கு இடைப்பட்டதாக காணப்படுகின்றது. Si, Ge, GaAs, CdS என்பன குறைகடத்திகளுக்கு சில உதாரணங்கள் ஆகும்.
- ★ குறைகடத்திகள் இருவகை மின்னோட்டக்காவினைக் கொண்டுள்ளன. அவையாவன இலத்திரன்கள், துளைகள்.
- ★ தூய அல்லது உள்ளீட்டுக் குறைகடத்திகளினால் இலத்திரன்களும், துளைகளும் வெப்பநிலையின் காரணமாக உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை சம அளவாகக் காணப்படுகின்றன. அதாவது $n = p = N_i$

★ வெளியீட்டுக் குறைகடத்திகளில் மின் கடத்தலானது பெரும்பாலும் இலத்திரன்களினாலும் அல்லது துளைகளினாலும் ஏற்படுகின்றது. வெளியீட்டுக்கடத்திகள் இருவகைகளில் காணப்படுகின்றது. அவையாவன n வகை குறைகடத்திகள், p வகை குறைகடத்திகள் பெரும்பாலும் n வகையில் இலத்திரனாலும் p வகையில் துளைகளினாலும் மின்கடத்தல் ஏற்படுகின்றது.

★ n-வகைக் குறைகடத்தியில் இலத்திரன்கள் பெரும்பான்மைக் காவி களாகவும், துளைகள் சிறுபான்மைக் காவி களாகவும் காணப்படு கின்றது.

p-வகைக் குறைகடத்தியில் துளைகள் பெரும்பான்மைக் காவி களாக வும், இலத்திரன்கள் சிறுபான்மைக் காவி களாகவும் காணப்படு கின்றது.

★ காவிகளின் சலனம் என்பது அலகு மின்புலத்தில் காவிகள் அடையும் நகரல் கதியாகும். பொதுவாக இலத்திரன்கள், துளை களைவிட உயர் சலனத்தைக் கொண்டுள்ளது. இதனால் n வகை மின்கடத்தல், இலத்திரனியல் கருவிகளில் விரும்பப்படுகின்றது. npn திரான்சிற்றர் அதிக பயன்பாட்டில் இருப்பதற்கு இதுவும் ஒரு காரணம்.

★ பொதுவாக திண்மங்களில் இருவகையான மின்னோட்டங்கள் ஏற்படுகின்றது. அவையாவன பரவல் மின்னோட்டம் (Diffusion Current), நகரல் மின்னோட்டம் (Drift Current). பரவல் மின்னோட்ட மானது ஓட்டக் காவிகளின் செறிவு வித்தியாசத்தின் காரணமாக ஏற்படுகின்றது. நகரல் மின்னோட்டம் மின் அழுத்த வித்தியாசத்தின் காரணமாக ஏற்படுகின்றது. சீராக மாசுபடுத்தப்பட்ட குறை கடத்திகளில் பரவல் மின்னோட்டம் காணப்படுவதில்லை.

★ குறைகடத்தியொன்றின் மின்கடத்துதிறன் பின்வருமாறு தரப்படு கின்றது.

$$\sigma = e(n\mu_e + p\mu_h)$$

p வகைக் குறைகடத்திகளில் $\sigma \approx e p \mu_h$ ஆகவும்

n வகைக் குறைகடத்திகளில் $\sigma \approx e n \mu_e$ ஆகவும் காணப்படுகின்றது.

★ குறைகடத்திகளின் கடத்துதிறன் வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்கின்றது. ஆனால் கடத்திகளில் இதற்கு எதிர்மாறானதாகக் காணப்படுகின்றது.

2.0 p-n சந்தி இருவாயிகள்

அணோட்டு கதோட்டு [The p-n Junction Diodes]

p n

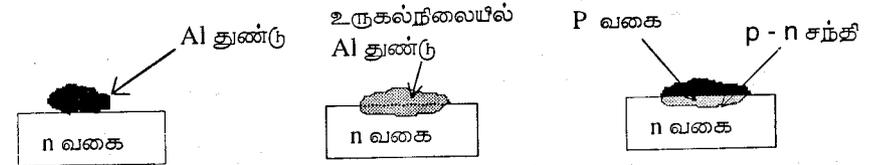
p-n சந்தியின் குறியீடு



முன்னைய அத்தியாயத்தில் ஒரு தனித்த குறைகடத்தி ஒன்று எவ்வாறு p-வகைக் குறைகடத்தியாகவும், n-வகைக் குறைகடத்தியாகவும் மாற்றப்படுகின்றது என ஆராய்ந்தோம். இவ்வத்தியாயத்திலே அவ்விரு குறை கடத்திகளையும் உபயோகித்து உருவாக்கப்பட்ட சந்தி இருவாயிகள் பற்றித் தெளிவாக ஆராய்வோம்.

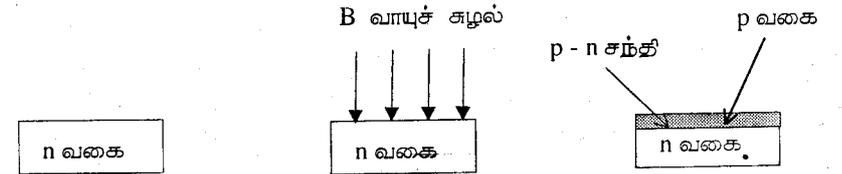
சிலிக்கன், ஜேர்மேனியம் போன்ற ஒரு தனித்த குறைகடத்திப் பளிங்கு ஒன்றின் ஒரு பகுதியை p-வகைக் குறைகடத்தியாகவும், மறு பகுதியை n-வகைக்குறைகடத்தியாகவும் மாற்றுவதன் மூலம் ஒரு p-n சந்தி இருவாயியை உருவாக்கலாம். பொதுவாக ஏதாவது ஒரு வகை மாசுக்களின் சீரான பரம்பலை உடைய குறைகடத்தித் துண்டொன்றின் குறிப்பிட்ட பகுதியினுள் மற்றைய வகை மாசுக்களை உயர்வான செறி வில் சேர்ப்பதன் மூலம் இருவாயிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இதற்கு முன்று செயன்முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

1. கலப்புலோகமாக்கல் முறை



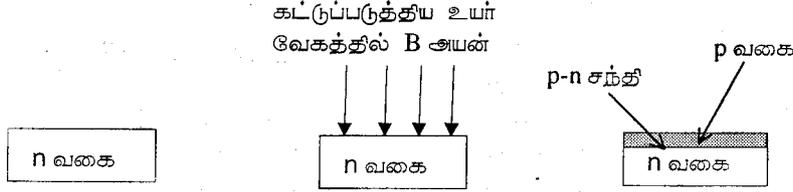
ஒரு வகை மாசுக்களின் சீரான பரம்பலை உடைய குறை கடத்தித்துண்டின் மேல் மற்றைய வகை மாசினை சிறிய உருண்டை வடிவில் வைத்து அது உருகும் வரை வெப்பமாக்குவதன் மூலம் p-n சந்தி இருவாயி உருவாக்கப்படும்.

2. பரவல் முறை



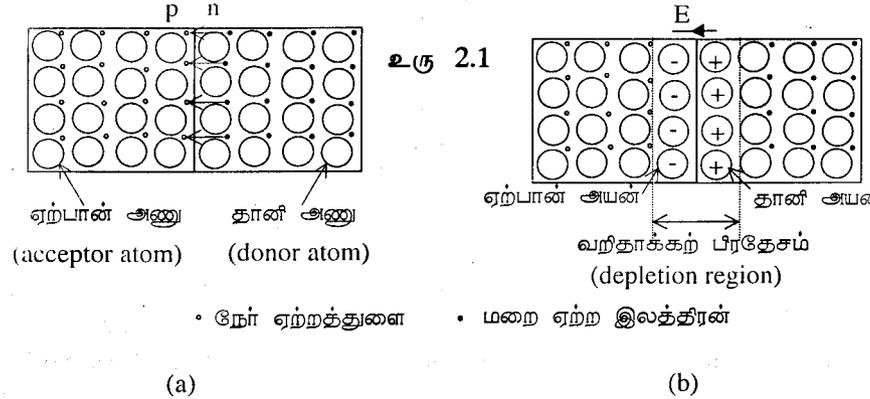
ஒரு வகை மாசுக்களின் சீரான பரம்பலை உடைய குறைகடத்தித் துண்டை மற்றைய வகை மாசுவின் வாயுவினால் வெப்பமாக்குவதன் மூலம் p-n சந்தி இருவாயி உருவாக்கப்படும்.

3. அயன் பிரதியீட்டு முறை



ஒரு வகை மாசுக்களின் சீரான பரம்பலை உடைய குறை கடத்தியின் மீது கட்டுப்படுத்தக்கூடிய அதியுயர் வேகத்தில் மற்றைய வகைக் குறைகடத்தி வாயுக்களை மோதவிடுவதன் மூலம் p-n சந்தி இருவாயி உருவாக்கப்படுகின்றது. இம்முறையே கூடுதலாக உபயோகத்தில் உள்ளது.

2.1 p-n சந்தி [p-n Junction]

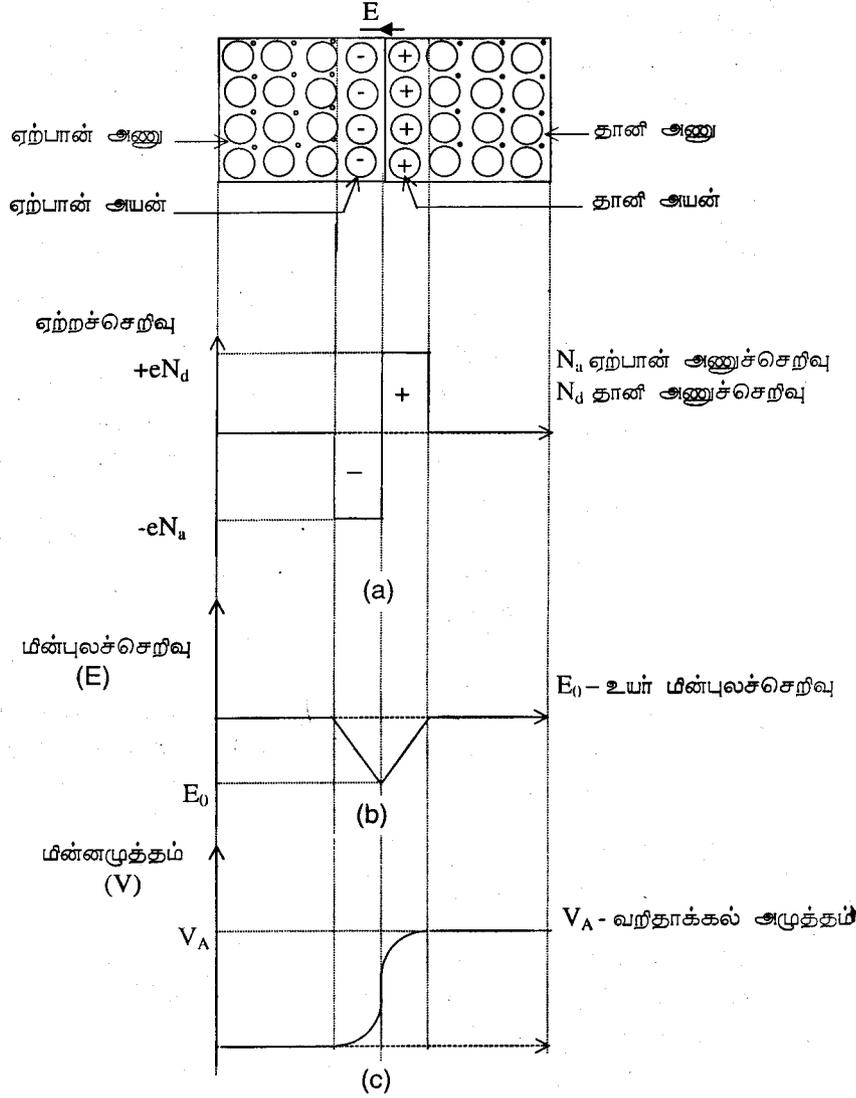


உரு 2.1 (a) p-n சந்தி உருவாகியவுடன் (b) p-n சந்தி உருவாகிய பின் உரு 2.1 ஆனது ஒரு இருவாயி ஒன்றிலுள்ள p-n சந்தியின் எளிய வடிவத்தைக் காட்டுகின்றது. படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ள சந்தியானது p-வகைக் குறைகடத்தியையும் n-வகைக் குறைகடத்தியையும் ஒன்றுடன் ஒன்று பொருந்தும் பகுதியைக்குறிக்கவில்லை என்பது உங்களுக்கு நன்கு விளங்கியிருத்தல் வேண்டும். நாம் மேலே கூறியது போன்று இருவாயி ஆனது தனித்த ஒரு பளிங்கே ஆகும். அதாவது சுயாதீன இலத்திரன்கள் எவ்வாறு சந்தியின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள p- மற்றும் n-வகைக்

குறைகடத்திகளினுள் இயங்கக்கூடியதாக உள்ளதோ, அவ்வாறே அச்சந்தி யினூடும் சுயாதீனமாக இயங்கக்கூடியதாக இருக்கும். எனவே p-n சந்தி என்பது இருவாயியின் ஒரு பகுதி எனவும் அவ்விடத்திலே பளிங்கானது ஒருவகைக் குறைகடத்தியில் இருந்து மற்றைய வகையாக மாறுகின்றது என நாம் எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

இவ்வாறான சந்தி ஒன்று உருவாக்கப்பட்டதும் p-வகைக் குறைகடத்தியிலுள்ள செறிவு கூடிய சுமைக்காவிக்களாகிய துளைகள் சந்தி யினூடும் n-வகைக் குறைகடத்தியினுள் பரவி அங்குள்ள இலத்திரன்களால் நிரப்பப்படும். இதே போன்று n-வகைக் குறைகடத்தியிலுள்ள செறிவு கூடிய சுமைக்காவிக்களாகிய இலத்திரன்கள் சந்தியினூடும் p-வகையினுள் பரவி, அங்குள்ள துளைகளை நிரப்பும். எனவே சந்தியை அணமித்துள்ள பிரதேசத்தின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள சுமைக்காவிக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இவ்வாறு நொதுமல் செய்யப்படுவதனால் இப்பிரதேசமானது சுயாதீன சுமைக்காவிக்கள் அற்ற ஒரு பிரதேசமாக மாறும். இப்பிரதேசம் வறிதாக்கல் பிரதேசம் (Depletion region) எனப்படும். இவ்வறிதாக்கல் பிரதேசமானது மேலும் தொடர்ந்து வளர்ச்சியடையமாட்டாது. இப்பிரதேசத்திற்குக் குறுக்கே அழுத்தத்தடுப்பு உருவாக்கப்படுவதனால் அது மேலும் வளர்ச்சி அடைவது தடுக்கப்படும். அதாவது இவ்வறிதாக்கல் பிரதேசத்தின் n-வகைப்பகுதியிலிருந்து ஒரு சுயாதீன இலத்திரன் விலகும்போது அவ்விலத்திரனுக்குரிய அணுவானது நேர் ஏற்ற அயனாக மாற்றமடையும். இவ்விலத்திரன் p-வகைப் பகுதியிலுள்ள துளை ஒன்றை நிரப்பும்போது அத்துளைக்குரிய அணுவானது மறை அயனாக மாற்ற மடையும். எனவே வறிதாக்கல் பிரதேசத்திலுள்ள p-வகைப் பகுதியில் மறைஏற்ற அயன்களும் n-வகைப் பகுதியில் நேர்ஏற்ற அயன்களும் உருவாகி, ஒரு அழுத்த வேறுபாட்டை p-n சந்திக்கு குறுக்கே இப்பிரதேசத்தில் உருவாக்கும். இப்பிரதேசத்தின் தடிப்பு மிகவும் சிறிய தொன்றாக இருப்பதனால் (அண்ணளவாக $1\mu\text{m}$) சந்தியின் குறுக்கே ஓர் உயர்மின்புலம் ஒன்று தோன்றும். இப்புலமானது மேலும் சுமைக்காவிக்கள் சந்திக்குக் குறுக்கே பரவுவதைத் தடுத்துவிடும். இப்புலத்தை ஏற்படுத்தக் காரணமான அழுத்தவேறுபாடு தடுப்பு அழுத்தம் (Barrier potential) எனப்படும். இவ்வழுத்த வேறுபாடானது பளிங்கின் தன்மை, மாசுபடுத்தப்பட்ட அளவு, வெப்பநிலை ஆகியவற்றில் தங்கியுள்ளது. சிலிக்கனுக்குரிய தடுப்பு அழுத்தம் அண்ணளவாக 0.6V ஆகவும், ஜேர்மனியத்துக்கு அண்ணளவாக 0.3V ஆகவும் காணப்படுகின்றது.

நாம் மேலே விபரித்தவற்றை சுருக்கமாகக் கூறுவதாயின், ஒரு இருவாயி ஒன்று உருவாக்கப்பட்டவுடன் சுயாதீன சுமைக்காவிக்கள் p-n சந்திக்கு குறுக்கே பாய்ந்து சென்று ஒன்றையொன்று நொதுமல்

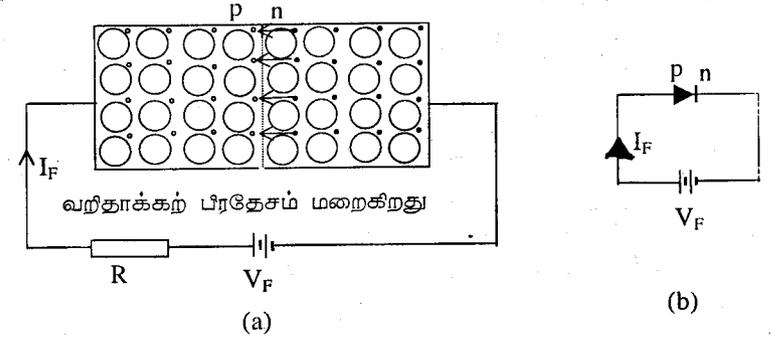


உரு 2.2 (a) ஏற்றக்காலிச்செறிவு எதிர் தூர வரைபு
(b) மீன்புலச்செறிவு எதிர் தூர வரைபு
(c) மீன்முத்தம் எதிர் தூர வரைபு

செய்து சுமைக்காலிகள் அற்ற வறிதாக்கல் பிரதேசத்தை p-n சந்தியைச் சூழ உருவாக்குகின்றன. இவ்வறிதாக்கல் பிரதேசம் p-வகைப்பகுதியில் உருவாகும் மறைஏற்ற அயன்களாலும் n-வகைப்பகுதியில் உருவாகும் நேர்ஏற்ற அயன்களாலும் மேலும் வளரவிடப்படாது தடுக்கப்படுகின்றது. உரு 2.2(a) ஆனது ஒரு இருவாயியில் ஏற்படும் இவ்வகை மாற்றத்தை தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. உரு 2.2(b), 2.2(c), 2.2(d) என்பன முறையே இப்பிரதேசத்திலுள்ள ஏற்றச்செறிவு, மீன்புலச் செறிவு, மின் அழுத்தம் என்பன எவ்வாறு அதன் நீளத்துடன் மாறுகின்றது என்பதைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றது.

2.2 முன்முகக் கோடலிலுள்ள p-n சந்தி இரு வாயி (Forward biased p-n junction diode)

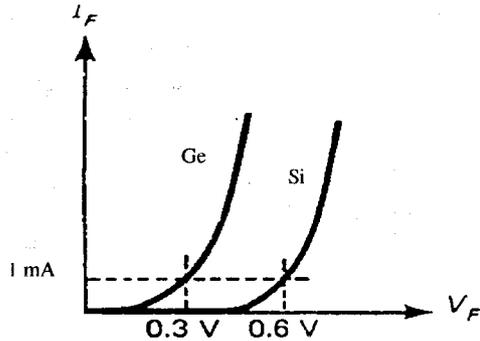
இருவாயியிலுள்ள வறிதாக்கல் பிரதேசத்தில் சுயாதீன சுமைக் காலிகள் இருக்கமாட்டாது எனப்பார்த்தோம். அதாவது இப்பிரதேசம் ஒரு காவலியாகும். எனவே இதனூடு மின்னைக் கடத்த முடியாது என நீங்கள் ஊகிக்கலாம். ஆனால் இவ்வறிதாக்கல் பிரதேசம் நிரந்தர காவலிகளைப்போல் தொழிற்படமாட்டாது. p-n சந்தியின் தடுப்பு அழுத்தத்திலும் பார்க்கக்கூடிய ஒரு வெளி அழுத்த வேறுபாட்டை இருவாயிக்குக் குறுக்கே சரியான விதத்தில் பிரயோகிப்பதன் மூலம் இவ்வறிதாக்கல் பிரதேசத்தைக் குறைக்க முடியும்.



உரு 2.3 (a) முன்முகக் கோடலிலுள்ள p-n சந்தி ($V_F > V_B$)
(b) முன்முகக் கோடலின் குறியீட்டு வடிவம்

உருக்கள் 2.3(a), 2.3(b) ஆகியவை இருவாயியானது முன்முகக் கோடலில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதைக் காட்டுகின்றது. அதாவது இங்கு தடுப்பு அழுத்தம் V_B இலும் பார்க்க, கூடிய மின்னியக்க விசை V_F

உடைய மின்சலம் ஒன்று அதன் நேர் முடிவிடம் இருவாயியின் p-பகுதியுடனும் (அனோட்டு), மறைமுடிவிடம் இருவாயியின் n-பகுதியுடனும் (கதோட்டு) தொடுகையில் இருக்கத்தக்கவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வகை இணைப்பே முன்முகக் கோடல் (forward bias) எனப்படும். மின் சலத்தின் நேர்முனையானது p-பகுதியிலுள்ள துளைகளை p-n சந்தியை நோக்கித் தள்ளும். இதே போன்று கலத்தின் எதிர்முனையானது n-பகுதியிலுள்ள இலத்திரன்களைச் சந்தியை நோக்கித்தள்ளும். இதனால் வறிதாக்கல் பிரதேசம் மேலும் குறுகி இறுதியில் இல்லாது போகும். இந்நிலையில் இருவாயியானது மின்னைக்கடத்தக்கூடிய நிலையில் இருக்கும். n-பகுதிப் பிரதேசத்தில் சுயாதீன இலத்திரன்களாலும், p-பகுதிப் பிரதேசத்தில் துளைகளினாலும், இணைப்புக் கம்பியில் இலத்திரன்களாலும் மின்னோட்டம் கடத்தப்பட்டு சுற்று பூர்த்தியாகும். எந்த ஒரு நிலையிலும் p-n சந்தியைக்கடக்கும் தேறிய மின்னேற்றம் பூச்சியாகும். இருவாயியின் முடிவிடங்களுக்கிடையேயான தேறிய அழுத்த வேறுபாடு $V_F - V_B$ ஆகவும் இருக்கும்.

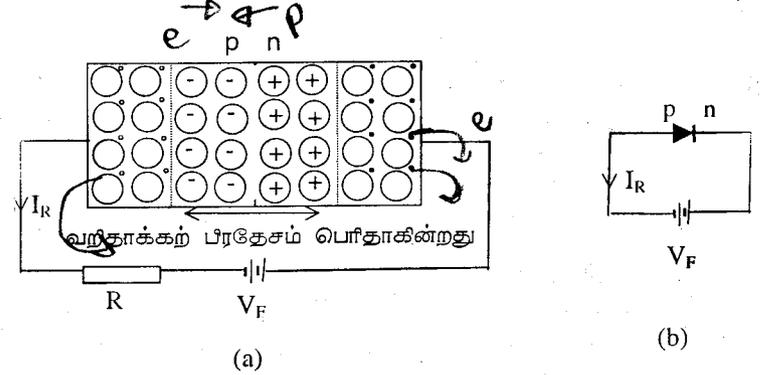


உரு 2.4 முன்முகக்கோடலில் உள்ள Ge, Si இருவாயிகளின் ஒப்பீடு

உரு 2.4 ஆனது முன்முகக்கோடலிலுள்ள சிலிக்கன், ஜேர்மனியம் இருவாயிகளுக்குக் குறுக்கே பிரயோசிக்கப்படும் அழுத்தவேறுபாடு பூச்சியப் பெறுமானத்தில் இருந்து அதிகரிக்கும் போது இருவாயியினூடு பாயும் மின்னோட்டத்திற்கான வரைபுகளைத் தருகின்றது. p-n சந்தியின் தடுப்பு அழுத்தத்திலும் பார்க்கக் கூடியளவு வெளியழுத்த வேறுபாடு பிரயோசிக்கப்போது மட்டுமே அவை தம்முடு மின்னைப்பாய அனுமதிக்கின்றன என்பது இவ்வரைபின் மூலம் தெளிவாகின்றது.

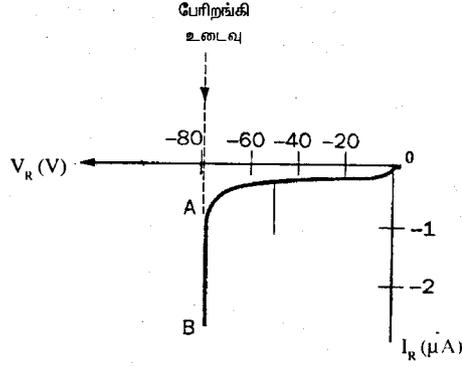
2.3 பின்முகக் கோடலிலுள்ள p-n சந்தி இருவாயி (Reverse biased p-n junction diode)

ஒரு மின்சலம் ஒன்றின் நேர்முடிவிடம் இருவாயியின் n-பகுதியுடனும் மறை முடிவிடம் இருவாயியின் p-பகுதியுடனும் இணைக்கப்படுமாயின், அது பின்முகக் கோடல் இணைப்பு எனப்படும். உரு 2.3 ஆனது இதனைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றது.



உரு 2.5 (a) பின்முகக் கோடலிலுள்ள p-n சந்தி
(b) பின்முகக் கோடலின் குறியீட்டு வடிவம்

இவ்விணைப்பின் போது கலத்தின் நேர்முடிவிடம், n-பகுதியிலுள்ள இலத்திரன்களைக்கவரும். இதே போன்று, கலத்தின் மறை முடிவிடம் p-பகுதியிலுள்ள துளைகளைக் கவரும். இதனால் வறிதாக்கல் பிரதேசம் சாதாரண நிலையிலும் பார்க்க மேலும் பெரிதாகும். எனவே இந்நிலையில் இருவாயியானது அதனூடு மின்னோட்டம் பாய அனுமதிக்க மாட்டாது. இருந்த போதிலும் சிறுபான்மை சுமைக்காவிகளினால் மிகச் சிறியளவிலான மின்னோட்டம் ஒன்று இருவாயியினூடுபாய வாய்ப்பு உண்டு. அதாவது p-பகுதியிலுள்ள சிறுபான்மை சுமைக்காவிகளாகிய இலத்திரன்களும் n-பகுதியிலுள்ள சிறுபான்மை சுமைக்காவிகளாகிய துளைகளும் p-n சந்தியை நோக்கி தள்ளப்பட்டு சிறியளவினாலான மின்னோட்டம் ஒன்றினை சுற்றில் ஏற்படுத்தும் உரு 2.6 ஆனது இதைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. இம்மின்னோட்டமானது கசிவு மின்னோட்டம் [Leakage current] எனப்படும். இதன்பெறுமானமானது முன்முகக்கோடல் மின்னோட்டத்துடன் ஒப்பிடுகையில் மிகமிகச் சிறியதாகும் (அண்ணளவாக μA)



உரு 2.6 பின்முகக் கோடலிலுள்ள இருவாயின் I_R எதிர் V_R வரைபு

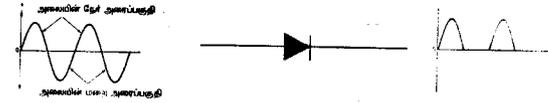
உரு 2.6 ஆனது இருவாயியொன்று பின் முகக்கோடலில் உள்ள போது அதனுடான மின்னோட்டமானது எவ்வாறு வெளி அழுத்த வேறுபாட்டுடன் மாறுகின்றது என்பதினைக் காட்டுகின்றது. இங்கு வெளி அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட பெறுமானத்திலும் பார்க்க அதிகரிக்கப்படும் போது மின்னோட்டமானது சடுதியாக அதிகரிப்பதை அவதானிக்கலாம். இவ்வழுத்தம் பேரிறங்கி அழுத்தம் [Avalanche voltage] எனப்படும். இவ்வழுத்தத்தில் கமைக்காவிடிகள் ஆர்முடுகலுக்குள்ளாகி அதிக சக்தியைப் பெற்று, இருவாயியிலுள்ள வலுவளவு இலத்திரன்களுடன் மோதி, அவற்றைக் கருவுடனான பிணைப்பில் இருந்து விடுவிக்கக்கூடிய சக்தியைக் கொண்டிருக்கும். இது சடுதியான மின்னோட்ட அதிகரிப்புக்கு வழிகோலும். இந்நிலையை எய்திய ஒரு சாதாரண இருவாயி மீண்டும், ஒரு போதும் தனது ஆரம்ப நிலைக்குத் திரும்பமாட்டாது. இப்பேரிறங்கி அழுத்தமானது இருவாயி உற்பத்தி செய்யப்படும் முறையினைப்பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக சிலிக்கன் இருவாயிகளில் இப்பேரிறங்கி அழுத்தம் 50V இலிருந்து 1000V வரை வேறுபடுகின்றது. இவ்வகை இருவாயிகளில் குறைந்தளவு மாசுபடுத்தலாலேயே இவை உருவாக்கப்படுகின்றன. அதிகளவு மாசுபடுத்தலால் சிறப்பு இருவாயிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை சேனர் இருவாயிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை பற்றி இவ்வத்தியாயத்தின் இறுதிப்பகுதியிலே பார்ப்போம்.

2.4 இரு வாயிகளின் பிரயோகங்கள்

2.4.1 சீராக்கம் (Rectification)

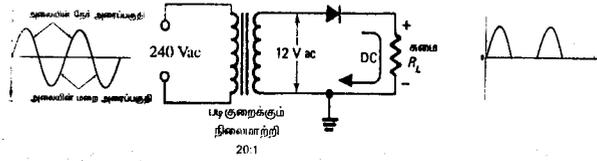
இலத்திரனியலில் இருவாயிகளின் பயன்பாடுகள் பலவகைப்பட்டதாக இருப்பினும், அதன் பிரதான பயன்பாடு சீராக்கமாகும். ஆடல் மின்னோட்டமானது ஒரு சைன் அலை போன்று நேரத்துடன் மாறுதலடையும் ஒரு அலையாகும். அதாவது, ஒவ்வொரு அரைச் சுழற்சியின் பின்பும் மின்னோட்டத் திசையில் மாற்றம் நிகழும். ஆனால் நேர்ஒட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையானது நேரத்துடன் மாறாது எப்போதும் ஒரே திசையிலேயே பாயும் என்பது உங்களுக்கு நன்கு தெரிந்ததே. இவ்வாடலோட்ட மின்னோட்டத்தை நேரோட்ட மின்னோட்டமாக மாற்றும் செயற்பாடு சீராக்கம் எனப்படும்.

ஒரு ஆடலோட்ட அலையானது அதன் அலைவு காலம் (T) இன் அரைப்பகுதி நேரம் ($T/2$) இற்கு நேர் அழுத்தத்தையும், மறு அரைப்பகுதி நேரம் ($T/2$) இற்கு மறை அழுத்தத்தையும் கொண்டிருக்கும். இவ்வாறான அழுத்த அலை ஒன்றினை இருவாயியின் அனோட்டுடன் தொடுக்கும்போது சுற்றானது $T/2$ நேர இடைவெளிக்கு முன்முகக் கோடலிலும், மற்றைய $T/2$ நேர இடைவெளிக்கு பின்முகக் கோடலிலும் இருக்கும். இருவாயியானது முன்முகக் கோடலின் போது மட்டுமே தன்னூடு மின்னைப்பாய அனுமதிக்குமென்பதனால், அதனூடு கடத்தப்படும் மின்னோட்ட அலை உரு 2.7 இல் காட்டியவாறு அமையும் இத்தத்துவத்தை உபயோகித்தே சீராக்கல் சுற்றுகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன.



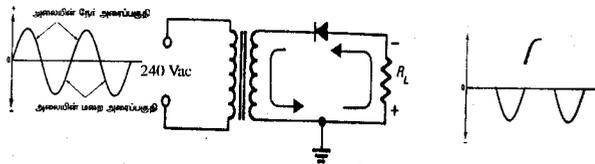
உரு 2.7 இருவாயி முன்முகக்கோடலிலுள்ள போது மட்டுமே தன்னூடு மின்னோட்டத்தினை ஊடுகடத்துகின்றது.

(i) அரைஅலைச் சீராக்கம் (Half-Wave Rectification)



உரு 2.8(a) அரை அலைச்சீராக்கியின் எளிய வடிவம்

உரு 2.8(a) ஆனது ஒரு அரை அலைச்சீராக்கியின் சுற்று அமைப்பினைக் காட்டுகின்றது. பொதுவாக இலத்திரனியல் சாதனங்கள் சிறிய அழுத்தங்களில் இயங்குவை என்பதனால் படிசூறை மாற்றிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. எனவே மாற்றியின் துணைச் சுற்றில் படிசூறைக் கப்பட்ட ஆடலோட்டம் தூண்டப்படும். இம்மாற்றியுடன் இருவாயியும் சுமையும் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இருவாயியானது எப்போதும் தன்னூடு கதோட்டிலிருந்து அனோட்டை நோக்கியே மின்னோட்டத்தை பாய அனுமதிக்கும் என்பதனால் சுமையினூடாக ஒருதிசையில் மட்டுமே மின்னோட்டம் பாயும். இது நேரோட்ட மின்னோட்டம் ஆகும். சுமையினூடு நேரோட்ட மின்னோட்டம் பாய்வதனால் சுமைக்குக் குறுக்கே நேர் அழுத்த வித்தியாசம் காணப்படும். நாம் ஆரம்பத்திலேயே கூறியது போன்று ஆடலோட்ட அலையின் அரைப்பகுதி மின்னோட்டத்தை மட்டுமே இரு வாயி தன்னூடு ஊடு கடத்தும். மற்றைய அரைப்பகுதி மின்னோட்டம் தடுக்கப்படும். இதனாலேயே இச்சுற்று அரை அலைச்சீராக்கி என அழைக்கப்படுகின்றது. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள சுமையின் நேர், எதிர் முனையை கவனிக்குக.



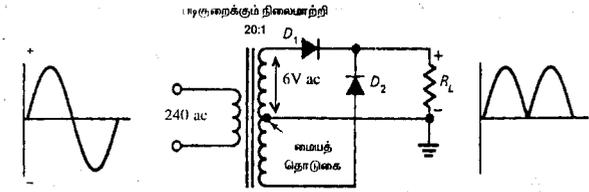
உரு 2.8(b) கதோட்டுடன் தொடுகையில் உள்ளது நேர்முனைவாகும். அனோட்டுடன் தொடுகையில் உள்ளது எதிர்முனைவாகும்.

எந்தவொரு சீராக்கிச் சுற்றிலும் இருவாயியின் கதோட்டுடன் தொடுகையிலுள்ள முனையே சீராக்கியின் நேர்முனைவாகும். அனோட்டுடன் தொடுகையிலுள்ளது எதிர்முனைவாகும். உரு 2.8(a) இனை உரு 2.8(b) வுடன் ஒப்பிடுவதன் மூலம் முனைகள் பற்றிய தெளிவான விளக்கத்தைப் பெற்றுக் கொள்ளலாம்.

அரை அலைச்சீராக்கிகள் பொதுவாக குறைந்த வலுப்பிரயோகங்களிலே (Low power applications) பாவிக்கப்படுகின்றது. அதாவது அரைப்பகுதி நேரத்திற்கு இவை மின்னோட்டத்தைத் தரமாட்டா. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் இவை சாதனங்களுக்கு வழங்கும் வலுவின் அளவு மிகவும் குறைவாகும். எனவே வலு கூடிய சாதனங்களுக்கு இவற்றினை உபயோகிப்பது பிரயோசனமற்றது.

(ii) முழு அலைச் சீராக்கம் [Full-Wave Rectification]

(a) மையத் தொடுகை நிலைமாற்றி வகை

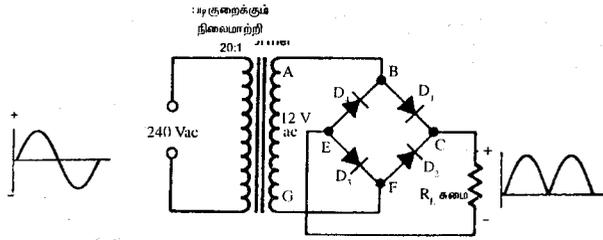


உரு 2.9 மையத் தொடுகை நிலைமாற்றியை உபயோகிக்கும் சீராக்கியின் எளிய வடிவம்

அரை அலைச்சீராக்கி ஒன்றில் சீராக்கியானது அரைப்பகுதி நேரத்திற்கு சுமையினூடு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த முடியாதிருக்கும். இதனால் குறிக்கப்பட்ட ஒரு நேர இடைவெளியில் இவை சுமைக்கு வழங்கும் சக்தி மிகவும் குறைவாகும். இக்குறைபாட்டை நிவர்த்தி செய்யும் முகமாகவே முழு அலைச்சீராக்கி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. உரு 2.9 ஆனது ஒரு முழு அலைச்சீராக்கியின் சுற்றமைப்பைக்காட்டுகின்றது. இது மையத்தொடுகை நிலைமாற்றி வகை முழு அலைச்சீராக்கி எனப்படும். இங்கு உபயோகிக்கப்படும் படிசூறை நிலைமாற்றியின் துணைச்சுற்றின் மையப்பகுதியே சீராக்கியின் மறை

முனைவாக எடுக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே இம்மாற்றி 240V ஐ 20:1 என்னும் விகிதத்தில் படி குறைக்குமாயின் சீராக்கியின் நேர்முனை-மறை முனைக்கு எதிராக அண்ணளவாக 6V அழுத்தமே உருவாக்கப்படும். இங்கே இருவாயிகள் மாற்றியின் துணைச்சுற்றில் எதிர் எதிர்த் திசையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் ஆடலோட்ட அலைவு கால நேரத்தின் முதல் அரைப்பகுதி நேரம் ($T/2$)இல் ஒரு இருவாயியும் (D_1), மறு அரைப்பகுதி நேரம் ($T/2$)இல் மற்றைய இருவாயியும் (D_2), முன்முகக்கோடலில் இருக்கும். இதனால் சுமையினூடாக எப்பொழுதும் ஒரே திசையில் மின்னோட்டம் பாயும்.

(b) பாலச் சீராக்கம் (Bridge rectification)

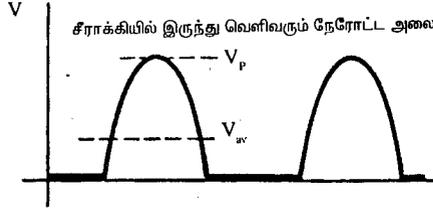
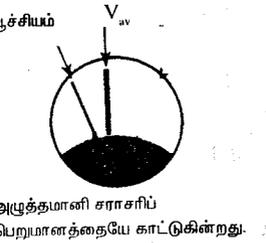
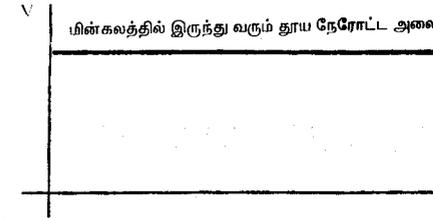


உரு 2.10 பாலச் சீராக்கி

தற்காலத்தில் பெரிதும் பாவனையிலுள்ள சீராக்கிகள் இவையாகும். உரு 2.10 ஆனது இதன் சுற்றமைப்பை தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. இங்கு நான்கு இருவாயிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றமை குறிப்பிடத்தக்க ஒர் அம்சமாகும். மாற்றியின் துணைச்சுற்றில் தூண்டப்படும் ஆடலோட்டத்தின் நேர் அழுத்த அரைச்சுற்றின் போது சமாந்தரமாக உள்ள இருவாயிகள் D_1, D_3 முன்முகக் கோடலிலும், D_2, D_4 பின்முகக் கோடலிலும் இருக்கும். எனவே மின்னோட்டத்தின் திசை ABC EFG ஆகும்.

மறை அழுத்த அரைச்சுற்றின் போது D_2, D_4 முன்முகக் கோடலிலும், D_1, D_3 பின்முகக் கோடலிலும் இருக்கும். எனவே மின்னோட்டத்தின் திசை GFCEBA ஆகும். எனவே எப்பொழுதும் சுமையினூடு மின்னோட்டத்தினை சீராக்கி வழங்கிக் கொண்டிருக்கும். மாற்றியானது 20:1 என்னும் விகிதத்தில் சுற்றுக்களைக் கொண்டிருப்பின் சீராக்கியானது ஏறத்தாழ 12V ஐ நேர் அழுத்தத்தை வழங்கக்கூடியதாக இருக்கும்.

நாம் மேலே விபரித்த மூன்று வகைச்சீராக்கிகளிலும் இருவாயிகளுக்கு குறுக்கே இழக்கப்படும் அழுத்த வேறுபாடுகளைப் புறக்கணித்துள்ளோம். இருவாயி ஒன்று முன்முகக் கோடலில் இணைப்பில் இருக்கும் போது அதற்குக் குறுக்கே குறைந்தது 0.6V (சிலிக்கன் இருவாயிக்கு) அழுத்த வித்தியாசம் இருக்கும் என்பது நீங்கள் நினைவுபடுத்திக்கொள்ளல் வேண்டும். பாலச்சீராக்கியில் இரு இருவாயிகள் மின்னோட்டம் ஓடும் பாதையில் தொடராக இணைக்கப்பட்டிருப்பதனால் ஏறத்தாழ 1.2V அழுத்த வேறுபாடு இருவாயிகளால் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மின்னோட்டம் அதிகமாகவுள்ள போது இவற்றின் பெறுமானம் மேலும் கூடும் (உரு 2.4). எனவே தாழ் அழுத்த மற்றும் உயர் மின்னோட்ட சீராக்கிகளில் இவற்றினது பெறுமானங்களையும் கவனத்தில் கொள்ளுவது அவசியமாகும்.



உரு 2.11 நேரோட்ட அலைகளின் ஒப்பீடு

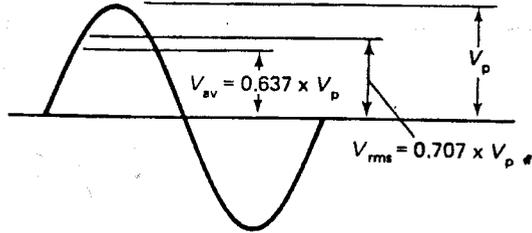
சீராக்கலின் மூலம் கிடைக்கும் நேர் மின்னோட்டமானது மின்கலம் போன்றவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் தூய நேர் மின்னோட்டத்தில் இருந்து சற்று வேறுபட்டது. அதாவது அழுத்தமானி, அம்பியர்மானிகளைக் கொண்டு இவற்றின் அழுத்தவேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டங்களை அளக்கும்போது சில பிரச்சினைகள் எழ இடமுண்டு. உரு 2.11 ஆனது ஒரு மின்கலம் ஒன்றிற்கு குறுக்கே பெறப்பட்ட அழுத்தமானி வாசிப்பையும், சீராக்கல் மூலம் பெற்ற அழுத்தத்தின் வாசிப்பையும் ஒப்பிடுகின்றது. நாம் நாளாந்தம் உபயோகிக்கும் அளவிடும் கருவிகள் (Measuring Instruments) எப்பொழுதும் சராசரிப் பெறுமானத்தையே (V_{av}) தரவல்லன.

இங்கு சராசரி அழுத்தம் ஆனது ஒரு அளவு கால இடைவெளியில் நேரோட்ட அழுத்த அலையின் பகுதி நேர அச்சுடன் அமைக்கும் பரப்பின் பெறுமானத்தை வகுக்க கிடைப்பதாகும். முழு அலைசீராக்கியில் V_{av} பின்வருமாறு தரப்படும்.

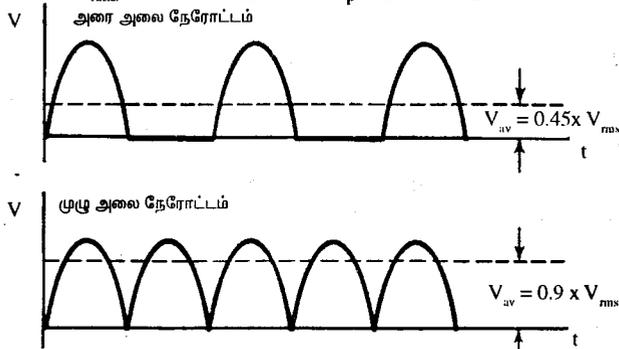
$$V_{av} = \frac{2}{\pi} V_{peak} = 0.637 V_{peak}$$

அளவிடும் கருவிகளைக்கொண்டு உச்ச (Peak) பெறுமானங்களை வாசிக்க இயலாது. ஆனால் CRO போன்ற கருவிகளை உபயோகித்து உச்ச (Peak) பெறுமானங்களை இலகுவாக அளக்கலாம். ஆடலோட்ட அழுத்தத்தில் இவ் உச்ச (Peak), மற்றும் சராசரிப் பெறுமானங்களைத் தவிர r.m.s எனும் ஒரு பெறுமானம் பற்றியும் கேள்விப்பட்டிருப்பீர்கள். எமது வீட்டு மின்னழுத்தம் 240V என்பது அவ் ஆடலோட்ட அலையின் r.m.s பெறுமானமேயாகும். இங்கு r.m.s (root-mean-square) என்பது ஆடலோட்ட அலையின் வர்க்கப் பெறுமானங்களின் இடைக்கு வர்க்கமூலம் எடுக்கக்கிடைப்பதாகும். இங்கு

$$V_{r.m.s} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{peak} = 0.707 V_{peak} \text{ இனால் தரப்படும்.}$$



உரு 2.12(a) ஆடலோட்ட அலையின் சராசரி அழுத்தம் (V_{av}), r.m.s அழுத்தம் ($V_{r.m.s}$) உச்ச அழுத்தம் V_p ஆகியவற்றுகிடைமிலான தொடர்பு அரை அலை நேரோட்டம்



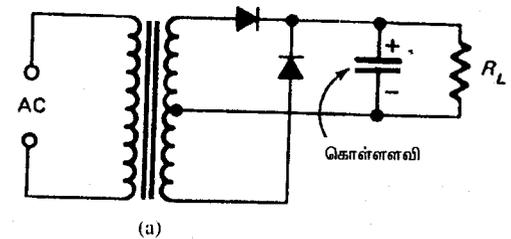
உரு 2.12(b) அரை அலை முழு அலை சீராக்கியில் இருந்து வெளிவரும் நேரோட்ட அலைகளின் ஒப்பீடு.

உரு 2.12 (a) ஆனது ஒரு ஆடலோட்ட அலையின் சராசரி அழுத்தம் (V_{av}), r.m.s அழுத்தம், உச்ச (Peak) அழுத்தம் ஆகியவற்றை ஒப்பிடுகிறது.

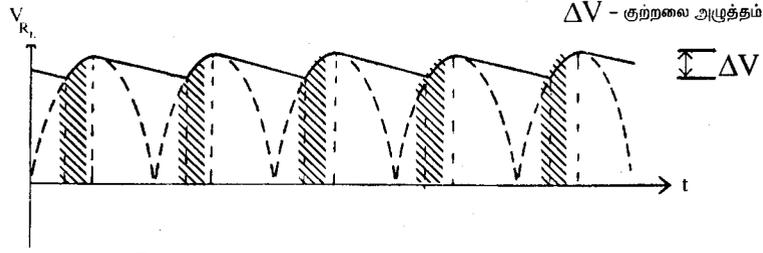
V_{av} , $V_{r.m.s}$ பெறுமானங்களிலிருந்து $V_{av} = 0.9 V_{r.m.s}$ எனக் காட்டலாம். எனவே ஒரு நேரோட்ட அழுத்தமானியை முழு அலைச் சீராக்கியின் பயப்பு (output) உடன் இணைக்கப்படும் போது அது சீராக்கிக்கு பெய்ப்பு (input) ஆகக் கொடுக்கப்பட்ட ஆடலோட்ட r.m.s அழுத்த வேறுபாட்டின் 0.9 அல்லது 90% ஐ தனது வாசிப்பாகக் காட்டும். அரை அலைச் சீராக்கி ஒன்றில் இவ் வாசிப்பு r.m.s பெறுமானத்தின் $\frac{0.9}{2} = 0.45$ அல்லது 45% ஆக இருக்கும். அதாவது முழு அலைச் சீராக்கிகளில் $V_{av} = 0.9 V_{r.m.s}$ அல்லது $V_{av} = 2/\pi V_{peak}$ அரை அலைச் சீராக்கிகளில் $V_{av} = 0.45 V_{r.m.s}$ அல்லது $V_{av} = \frac{1}{\pi} V_{peak}$ ஆகும். இங்கு இருவாழிகளுக்குக்கே இழக்கப்படும் அழுத்த வேறுபாடு புறக்கணிக்கப்பட்டுள்ளது.

வடிச்சுற்றுக்கள் (Filters)

சீராக்கியில் இருந்து வெளியேறும் மின்னோட்டமானது நேரோட்டமாக இருக்கின்ற போதும் அதனுடைய பருமன் ஓர் உயர் பெறுமானத்திற்கும், பூச்சியத்திற்கும் இடையில் மாறிக்கொண்டே இருக்கும். இதனால் சுமைக்கு குறுக்கே உள்ள அழுத்த வேறுபாடும் குறிப்பிட்ட இரு பெறுமானங்களுக்கிடையில் மாறிக்கொண்டே இருக்கும். அதாவது சீராக்கியின் பயப்பிற்குக் குறுக்கே தோற்றுவிக்கப்படும் அழுத்த வேறுபாடானது மின்சுலங்களிற்குக் குறுக்கே அமையும் தூய நேர் அழுத்தம் போல் அல்லாது, தூய நேர் அழுத்தம் மற்றும் ஆடலோட்ட அழுத்தம் ஆகிய இருவகைகளையும் தன்னுள் அடக்கியிருக்கும். ஒரு சிறந்த சீராக்கியில் இவ்வாடலோட்டப்பகுதி மிகவும் சிறியதாக அல்லது இல்லாது இருக்கும். ஒரு சீராக்கியின் பயப்பு (Output) இலுள்ள ஆடலோட்டப்பகுதி, குற்றலை (ripple) என அழைக்கப்படும்.



உரு 2.13(a) வடிச்சுற்றாக கொள்ளளவி உபயோகிக்கப்பட முழு அலைச் சீராக்கி

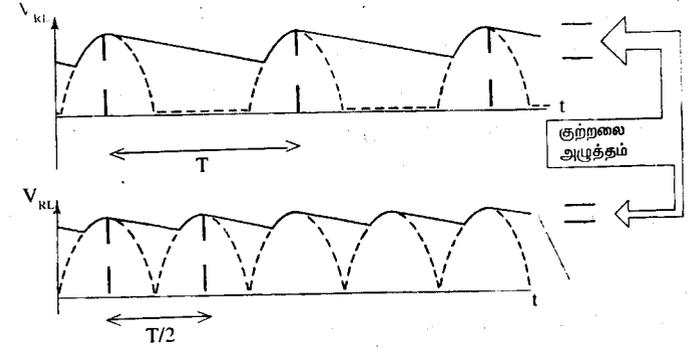


உரு 2.13 (b) R_L ற்கு குறுக்கேயான அழுத்தம் நேரத்துடன் மாறுதல். நிழல்படுத்தப்பட்ட பகுதிகளில் கொள்ளளவி மின்னேற்றப்படுகின்றது.

சில இலத்திரனியல் உபகரணங்களை அல்லது சுற்றுக்களை இச்சீராக்கிகளுடன் இணைப்பதன்மூலம் நாம் இக்குற்றலைகளை அகற்றி, தூய நேர் அழுத்தத்தை உருவாக்க முடியும். இவ்வாறான சுற்றுக்களே வடிச் சுற்றுக்கள் எனப்படும். சீராக்கியின் பயப்புக்கு (Output) குறுக்கே ஓர் கொள்ளளவியை இணைப்பதன் மூலம் அதனை ஒரு எளிய வடிச் சுற்றாகத் தொழிற்படவைக்கமுடியும். உரு 2.13(a), (b) ஆனது கொள்ளளவி இணைக்கப்பட்ட சீராக்கி சுற்றினையும் மற்றும் சுமைக்கு குறுக்காக உருவாக்கப்படும் விளையுள் அழுத்த அலையினையும் காட்டுகின்றது. கொள்ளளவியானது சக்தியை சேமிக்கக் கூடிய உபகரணம் என்பது உங்களுக்குத் தெரிந்ததே. எனவே இவை சக்தியை சீராக்கியில் இருந்து பெற்று தன்னூடு சேமித்து வைத்து, பின் சுமைக்கு வழங்குகின்றன. அதாவது சீராக்கியானது உச்ச அளவான அழுத்தத்தை பயப்பாக (Output) வெளிவிடும்போது, மின்னோட்டம் சுமைக்கும் அத்துடன் கொள்ளளவியினுள்ளும் சென்று கொள்ளளவியை மின்னேற்றுகின்றது. பின்னர் சீராக்கியின் பயப்பு (Output) குறைவடையும் போது கொள்ளளவி தனது சேமிப்புச் சக்தியிலிருந்து மின்னோட்டத்தை சுமைக்கு வழங்குகின்றது. இச்செயற்பாடு தொடர்ந்து நடைபெறுவதனால் சுமைக்குக் குறுக்கேயான குற்றலையும் பெருமளவில் குறைக்கப்படுகின்றது. இச்செயன்முறை ஒப்ப மாக்கல் (Smoothing) எனப்படும். கொள்ளளவி ஒன்றினை சீராக்கியின் பயப்பு (Output) இற்குக் குறுக்கே இணைத்த பின் உருவாகும் குற்றலை அழுத்தத்தின் (ripple voltage) பெறுமானம் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$\Delta V = \frac{I}{C} \times t \quad \text{இங்கு } I - \text{ சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டம், } C - \text{ கொள்ளளவியின் கொள்ளளவு, } t - \text{ கொள்ளளவி அற்ற சீராக்கிப் பயப்பின் இரு அடுத்தடுத்த உயர் பெறுமானங்களுக்கு இடைப்பட்ட நேர இடைவெளி.}$$

விமீன் கொள்ளளவு, t - கொள்ளளவி அற்ற சீராக்கிப் பயப்பின் இரு அடுத்தடுத்த உயர் பெறுமானங்களுக்கு இடைப்பட்ட நேர இடைவெளி.



உரு 2.13 (c) ஒப்பமாக்கல் செய்யப்பட்ட அரையலை, முழு அலை வடிவங்களின் ஒப்பீடு

அலைவு காலம் T உள்ள ஆடலோட்டம் ஒன்றை பெய்ப்பு (Input) ஆகப்பயன்படுத்தும் போது அரை அலை, முழு அலைச் சீராக்கிகளின் பயப்பு (output) இன் அடுத்தடுத்த உச்ச பெறுமானங்களின் நேர இடைவெளி முறையே T மற்றும் $T/2$ ஆக இருக்கும். உரு 2.13(c) இதைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. எனவே முழு அலைச் சீராக்கியிலுள்ள குற்றலை அழுத்தமானது அரை அலைச் சீராக்கியின் குற்றலை அழுத்தத்திலும் அரை மடங்காகவே இருக்கும். முழு அலைச் சீராக்கிகள் பெரிதும் விரும்பப்படுவதற்கு இதுவும் ஒரு முக்கிய காரணமாகும். இருவாயியின் உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ஜெ

[Peak Inverse Voltage (PIV)]

உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ஜெ என்பது சீராக்கியிலுள்ள இரு வாயி ஒன்று பின்முகக் கோடலில் உள்ள போது அதற்கு குறுக்காக தோன்றும் மின்னழுத்தத்தின் உயர் பெறுமானம் ஆகும். அரை அலைச் சீராக்கிகளில் இப்பெறுமானமானது மாற்றியின் துணைச் சுருளுக்கு குறுக்கேயான அழுத்தம் (V_{pp}) இற்குச் சமனாகும்.

முழு அலைச் சீராக்கியை பொறுத்த வரை இப்பெறுமானம், மைய தொடுகை நிலைமாற்றி வகையில் $2V_{pp}$ ஆகவும், பாலச்சீராக்கியில் V_{pp} ஆகவும் இருக்கும். கொள்ளளவி ஒன்றினை அரை அலைச் சீராக்கிக்கு இணைக்கும் போது இப்பெறுமானம் இரு மடங்காக மாறும். நாம்

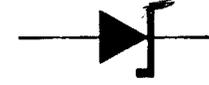
முன்னர் கூறியது போன்று இப்பெறுமானங்கள் இருவாயியின் பேரிறங்கி உடைவிலும் [Avalanche break down] அதிகமாக இருப்பின் இருவாயி நிரந்தரமாகப் பழுதடைந்து விடும். எனவே சீராக்கிகளை அமைக்கும் போது அவற்றிற்கு ஏற்ப இருவாயிகளை பயன்படுத்தல் வேண்டும். பின்வரும் அட்டவணை 2, இவ்வியப்பை மூன்று வகைச்சீராக்கிகளிலும் ஒப்பிடுகின்றது.

அட்டவணை 2

சீராக்கியின் உருவமைப்பு	பெயர்	PIV	கொள்ளளவி உபயோகிக்கும் போது PIV
	அரைவலைச் சீராக்கி	V_{PP}	$2V_{PP}$
	முழு அலைச் சீராக்கி (வாய்ப்புள்ள வகை)	$2V_{PP}$	$2V_{PP}$
	முழு அலைச் சீராக்கி (பாலச்சீராக்கி)	V_{PP}	V_{PP}

2.4.2 ஒழுங்காக்கிகள் (Regulators)

சேனர் இருவாயி [The zener diode]



சேனர் இருவாயியின் குறியீட்டு வடிவம்

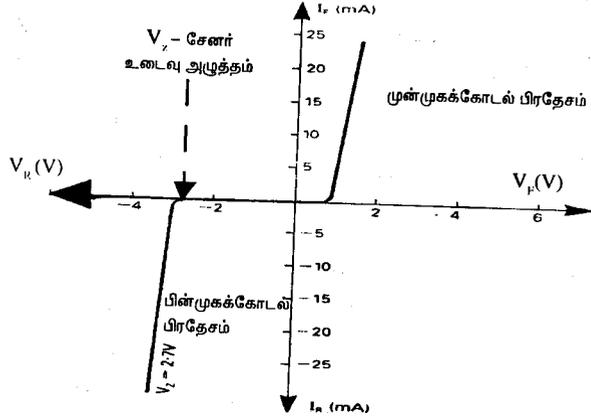
சாதாரண இருவாயியானது பின்முகக்கோடலில் உள்ள போது தன்னூடு மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கமாட்டாது என்பதை முன்னர் பார்த்தோம். உண்மையில் p-n சந்தியினூடு மிகச்சிறிய அளவில் (μA வரிசையில்) மின்னோட்டம் இருக்கும்.

சேனர் இருவாயி என்பது, இருவாயியின் இக்குணவியல்பில் இருந்து மாறுபட்டவை. சேனர் இருவாயிகளில் பின்முக அழுத்த வேறுபாட்டை அதிகரிக்கும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்த வேறுபாட்டில், இவை தம்முடு அதிகளவில் மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கும்.

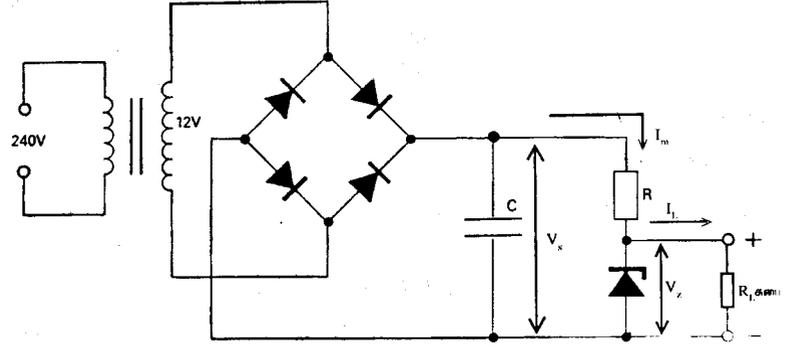
சேனர் இருவாயிகளில் உள்ள p, n பகுதிகள் கணிசமாக மாசுபடுத்தப்பட்டு இருக்கும். இதனால் இவற்றிலுள்ள வறிதாக்கல் பிரதேசம் மிகவும் சிறியதாக இருக்கும். p-n சந்தியானது பின்முகக் கோடலில் உள்ளபோது மிகவும் தாழ் அழுத்த வேறுபாட்டில் இலத்திரன்கள் சந்தியினூடு பாயமுடியாதிருக்கும். ஆனால் அழுத்த வேறுபாடானது அதிகரிக்கப்பட, ஒரு நிலையில் n- பகுதியில் உள்ள இலத்திரன்கள் போதிய அளவு சக்தியைப் பெற்று, p-n சந்தியிலுள்ள தடுப்பைத் துளைத்து p- பகுதியிலுள் அடையும். அதாவது இந்நிலையில் p-n சந்தியினூடு மின்னோட்டம் பாயக்கூடியதாக இருக்கும். இவ்வழுத்த வேறுபாடானது சேனர் உடைவு எனப்படும். இதன் சிறப்பியல்பு என்னவெனில் அழுத்த வேறுபாட்டைக் குறைக்கும்போது சாதாரண இருவாயிகளைப் போல் அல்லாது இவை மீண்டும் பழைய நிலைக்குத் திரும்பி வரும்.

உரு 2.14 ஆனது சேனர் இருவாயி ஒன்றின் முன்முக மற்றும் பின் முகக்கோடல் மின்னோட்டம், மற்றும் சேனர் உடைவு ஆகிய வற்றை தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. சேனர் உடைவு அழுத்தமானது அதனூடு பாயும் மின்னோட்டத்தில் தங்கியிருக்கவில்லை என்பது தெளி

வாகும். அதாவது பின்முகக்கோடல் மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் பெரிய அதிகரிப்பானது இருவாயிற்குக் குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாட்டில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு மாற்றத்தை ஏற்படுத்தவில்லை.



வேறுபாடு மாறாது தடுக்கப்படுவது மட்டுமன்றி அதிலுள்ள குற்றலையின் அளவும் பெருமளவில் குறைக்கப்படும்.



உரு 2.14 சேனர் இருவாயி ஒன்றின் முன்முகக் கோடல் மற்றும் பின்முகக் கோடலின் போது உருவாகும் I எதிர் V வரைபடி சேனர் ஒழுங்காக்கிகள்

உரு 2.15 உறுதியான அழுத்தத்தினை வழங்கக்கூடிய ஓர் எளிய முழு அலைச்சீராக்கி

உரு 2.15 ஆனது நிலையான நேர் அழுத்தத்தைத் தரக்கூடிய பூரணமான ஓர் எளிய சீராக்கிச் சுற்றாகும். இச்சுற்றில் கொள்ளளவியானது வடிச்சுற்றுச் செயற்பாட்டையும், சேனர் இருவாயி, தடை R ஆகியன ஒழுங்காக்கல் செயற்பாட்டையும் ஆற்றுகின்றன.

இங்கு சேனர் இருவாயிக்கூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காக தடை R பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. சேனர் இருவாயியைப் பாதிக்காதவாறு அதனூடு பாயக்கூடிய அதிகூடிய மின்னோட்டம் I_m எனில், R இற்குரிய பொருத்தமான பெறுமானம் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$R = \frac{V_s - V_z}{I_m}$$

இங்கு V_s ஆனது ஒழுங்காக்கப்படாத நேரோட்ட அழுத்த வேறுபாடு ஆகும். V_z ஆனது சேனர் இருவாயிக்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு ஆகும். சுமை R_L இனூடு பாயும் மின்னோட்டம் I_L ஆனது

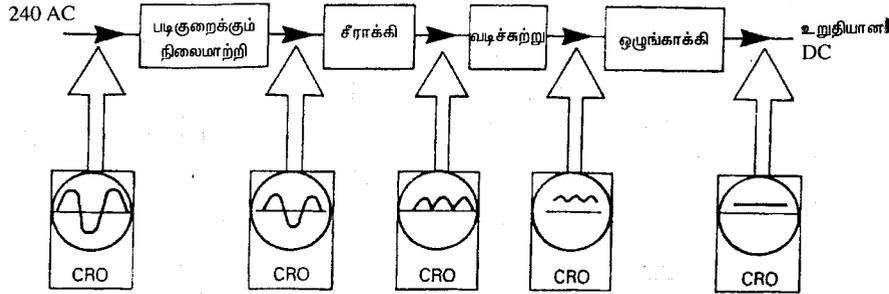
$$I_L = \frac{V_z}{R_L} \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

சீராக்கி ஒன்றிற்குத் தொடுக்கப்பட்டுள்ள சுமை மாறுபடும்போது சீராக்கியின் பயப்பு அழுத்த வேறுபாடும் மாற்றத்திற்கு உள்ளாகும் வாய்ப்பு உண்டு. அதாவது சுமையின் பெறுமானம் அதிகரிக்கும் போது சீராக்கியின் பயப்பு அழுத்த வேறுபாட்டில் குறைவு ஏற்படலாம். இது தவிர சீராக்கிக்குக் கொடுக்கப்படும் பெய்ப்பு அழுத்தத்தில் ஏற்படும் சிறு மாற்றங்களும் அதன் பயப்பில் கணிசமான அளவு மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும். இக்குறைப்பாட்டை நிவர்த்தி செய்யும் விதமாக சீராக்கியுடன் ஒழுங்காக்கிச் சுற்று ஒன்று இணைக்கப்படும். நாம் மேலே ஆராய்ந்த சேனர் இருவாயியானது ஓர் சிறந்த ஒழுங்காக்கியாகும்.

சேனர் இருவாயியின் சேனர் அழுத்தமானது அதனூடு செல்லும் மின்னோட்டத்தில் தங்கியிருக்கவில்லை எனப்பார்த்தோம். எனவே சேனர் இருவாயி ஒன்றினை பின்முகக் கோடலில் சீராக்கிக்குக் குறுக்கே இணைப்பதன் மூலம் அழுத்த வேறுபாட்டை மாறாது பேண முடியும். இதனால் சுமை மாற்றங்களால் சீராக்கியின் பயப்பு அழுத்த

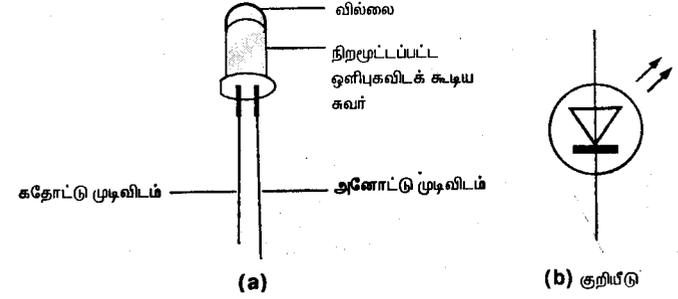
நாம் முன்னர் குறிப்பிட்டது போன்று V_Z பெறுமானமானது மாறாது இருப்பதனால் சுமையுடு பாயும் மின்னோட்டம் I_L இனது பெறுமானம் உறுதியானதாக இருக்கும். அதாவது பல்வேறு காரணங்களால் மின்னோட்டம் I_m இல் ஏற்படுத்தப்படும் எந்தவொரு மாற்றமும் I_L இல் எதுவித மாற்றத்தினையும் ஏற்படுத்தமாட்டாது. $I_m = I_Z + I_L$ ஆக இருப்பதனால், I_m இல் ஏற்படும் இம்மாற்றமானது I_Z இல் மட்டுமே மாற்றத்தை உண்டு பண்ணும்.

அதாவது சேனர் இருவாயியை ஒரு சுமை ஒன்றிற்குச் சமாந்தரமாகத் தொடுக்கும்போது சுமையானது உறுதியான மின்னோட்டத்தையும், நிலையான அழுத்தத்தையும் பெறும். எனவே சேனர் இருவாயி பிரயோகிக்கப்படின் மாறா வலுவை சுமை அனுபவிக்கும். எனவே மின் பிறப்பாக்கியிலிருந்து வரும் மின்னோட்டம், அழுத்தம் என்பவற்றில் ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கங்களைச் சீர் செய்வதற்கு சேனர் இருவாயி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நாம் ஆராய்ந்த சீராக்கிச் சுற்றமைப்பானது ஓர் எளிய வடிவம் மட்டுமே ஆகும். திரான்சிற்றர் போன்ற உபகரணங்களை இவற்றுடன் இணைப்பதன் மூலம் சிறந்த சீராக்கிகளை உருவாக்கிக் கொள்ளலாம். உரு 2.16 ஆனது ஒரு முழுமையான சீராக்கியின் ஒவ்வொரு பாகங்களின் தொழிற்பாட்டைக் காட்டுகின்றது.



உரு 2.16 ஒரு முழுமையான சீராக்கியின் ஒவ்வொரு பகுதிகளின் போதும் காணப்படும் அலை வடிவங்கள்

2.4.3 ஒளிகாலும் இருவாயி [Light Emitting Diode (LED)]

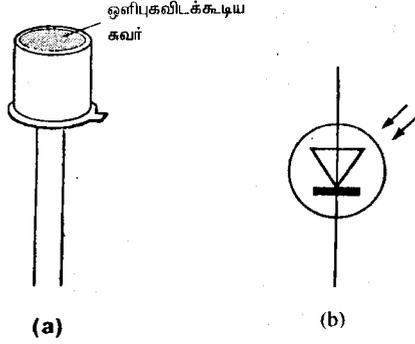


உரு 2.17 (a) ஒளிகாலும் இருவாயியின் வெளித்தோற்றம் (b) ஒளிகாலும் இருவாயியிற்கான குறியீட்டு வடிவம்

இருவாயி ஒன்று முன்முகக்கோடலில் உள்ளபோது p-n சந்திக்குக் குறுக்கே எதிர் எதிர்த் திசையில் தள்ளப்படும் இலத்திரன் துளைச் சோடிகளில் ஒரு பகுதி ஒன்றுடன் ஒன்று மீளச் சேரும். இதன் போது இலத்திரனானது சக்தியை இழந்து குறைந்த ஒரு சக்தி மட்டத்திற்கு வரும். இவ்வாறு வெளிவிடப்படும் சக்தி வழமையாக வெப்பசக்தியாக மாற்றப்படும். ஆனால் சிறப்பியல்புகளுடைய தகுந்த சக்திப்பட்ட இடைவெளிகளையுடைய குறைகடத்திகளில் இச்சக்தியின் ஒரு பகுதி ஒளிச்சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. இவ்வாறான ஒளியைக் காலக்கூடிய இருவாயிகளே ஒளிகாலும் இருவாயி என அழைக்கப்படும். பொதுவாக ஒளிகாலும் இருவாயிகள் 5mA - 30mA வரையான மின்னோட்டத்தில் ஒளியைக் காலவல்லன. இவை தமக்குக் குறுக்காக 1.5V முதல் 2.5V வரையான அழுத்த வேறுபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. அதாவது சாதாரண இருவாயியிலும் பார்க்க இவை கூடுதலான அழுத்தத்தை தமக்குக் குறுக்காக எடுத்துக் கொள்கின்றன. ஒளிகாலும் இருவாயிகளில் GaP சேர்மானம் மஞ்சள், பச்சை ஒளிகளைக் காலக்கூடியவை.

GaAsP சேர்மானம் மஞ்சள், சிவப்பு ஒளிகளைக் காலக்கூடியவை. தற்போது உயர் செறிவுடைய லேசர் ஒளிகாலும் இருவாயிகள் பாவனையில் உள்ளன. இவ்விருவாயிகள் செறிவு கூடிய ஒரு நிற [monochromatic] ஒளியைத் தரவல்லன. தொலைத்தொடர்பு சாதனங்களில் மின் சமிக்கைகளை ஒளிச் சமிக்கைகளாக மாற்றவும், கணிப்பான் போன்ற உபகரணங்களில் எண்களையும், எழுத்துகளையும் ஏற்படுத்தும் காட்சி மூலமாகவும் [displays], காட்டி விளக்குகளாகவும் பெருமளவில் ஒளிகாலும் இருவாயிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

2.4.4 ஒளி இருவாயி (Photo diode)



உரு 2.18 (a) ஒளி இருவாயியின் வெளித்தோற்றம்
(b) ஒளி இருவாயியின் குறியீட்டு வடிவம்.

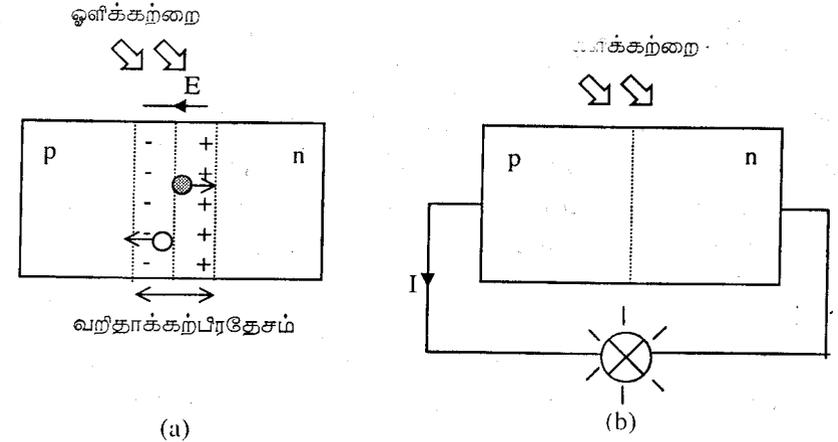
இருவாயி ஒன்று பின்முகக் கோடலிலுள்ள போது மிகச்சிறிய அளவில் மின்னோட்டம் ஒன்று அதனூடு பாயும் என்பது உங்களுக்குத் தெரிந்ததே. இம்மின்னோட்டம் p, n பகுதியிலுள்ள சிறுபான்மைக் காவி களினாலேயே நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. இச்சிறுபான்மை சுமைக் காவினை அதிகரிப்பதன் மூலம் மின்னோட்ட அளவையும் அதிகரிக்க முடியும். இத்தத்துவத்தை உபயோகித்து தயாரிக்கப்பட்டவையே ஒளி இருவாயி களாகும்.

ஒளி இருவாயிகளில் வறிதாக்கல் பிரதேசம் மிகவும் சிறியதாக இருக்கும். இவ்விருவாயிகள் பின்முகக் கோடலிலுள்ள போது அவற்றினூடு பாயும் மின்னோட்டம் மிகமிகச் சிறியதாக இருக்கும். இவற்றின் வறி தாக்கல் பிரதேசத்தில் ஒளிச்சக்தி நுளையும் போது மேலதிகமாக சுயாதீன இலத்திரன்களும் துளைகளும் உருவாக்கப்பட்டு மின்னோட்டம் அதிகரிக்கப்படும். அதாவது வறிதாக்கல் பிரதேசத்திலுள்ள வலுவளவுப் பட்டை இலத்திரன்கள், ஒளிச்சக்தியைப் பெறும்போது சக்தியைப்பெற்று கடத்திப்பட்டைக்கு செல்கின்றன. பொதுவாக கடத்திப்பட்டையில் குறைந்த அளவு இலத்திரன்களும் வலுவளவுப்பட்டையில் கூடியளவு இலத்திரன் களும் உள்ள குறைகடத்திகள் ஒளி இருவாயி தயாரிப்புக்கு உகந்தவையாகும். சிலிக்கன் குறைகடத்தி இருவாயி இவ்வியல்பைக் கொண்டுள்ளதாகும்.

இவ்விருவாயிகள் ஒளி அலையின் செறிவினை அளவிடவும் உபயோகிக்கப்படலாம்.

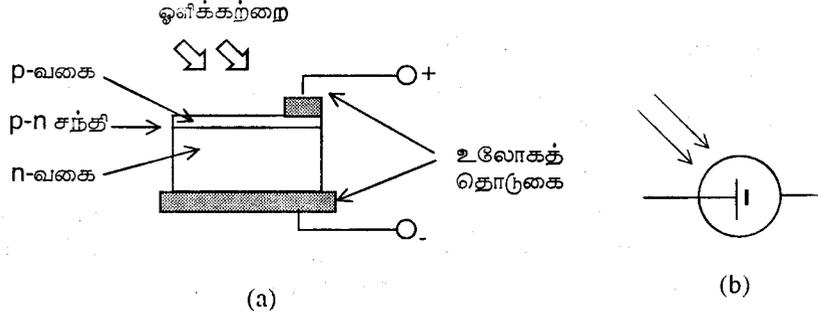
2.4.5 சூரிய கலங்கள் (Solar cells)

இது ஒரு சிறப்பு வகை ஒளி இருவாயி ஆகும். எனினும் இது கோடலிடப்படுவதில்லை. வறிதாக்கற் பகுதியை அடையும் ஒளிச்சக்தி யினால் தோற்றுவிக்கப்படும் இலத்திரன்கள் துளைகள் எதிர் எதிர் திசையில் வெளிச்சுற்றுகளினுள் செலுத்த p-n சந்திக்கு குறுக்கேயுள்ள மின்புலம் (E) போதுமானதாகும். அதாவது வெளியழுத்தம் பிரயோகிக்கப் படாத நிலையில் ஒளிச்சக்தியை மட்டும் கொண்டு மின்னோட்டமொன்றை வெளிச்சுற்றுக்கு இவ்வகை இருவாயிகள் வழங்கும். உரு 2.19 ஆனது இதைச் சிறப்பாக விபரிக்கின்றது.



உரு 2.19 (a) சூரியகலம் ஒன்றின் வறிதாக்கற் பகுதியை ஒளிக்கற்றை அடைகின்றது.
(b) சூரியகலம் ஒன்று மின்குமிழ் ஒன்று மின்னோட்டத்தை வழங்குகின்றது.

ஒளிச்சக்தியை கொண்டு உருவாகும் இம்மின்முதலானது ஏறக்குறைய 14% திறனைக் கொண்டதாக காணப்படுகின்றது. இத்திறனை உயர்த்துவதற்கு வெவ்வேறு வகை குறைகடத்திகளையும், வெவ்வேறான முறைகளையும் பயன்படுத்தி ஆய்வு முயற்சிகள் உலகெங்கிலும் ஆய்வு நிறுவனங்களில் இடம்பெறுகின்றது.



- ★ பொதுவாக முன்முககோடலில் இருவாயி ஒன்றின் தடை $10 \sim 10^2 \Omega$ அளவிலும் பின்முககோடலில் $10^6 \Omega$ அளவிலும் காணப்படும்.
- ★ இருவாயி ஒன்று முன்முகக்கோடலுற்று இருக்கும்போது, மூடப்பட்டிருக்கும் ஆளி போலும், பின்முகக்கோடலுற்று இருக்கும் போது, திறந்த ஆளியாகவும் செயற்படும்.
- ★ இருவாயியின் மின்னோட்ட அழுத்த சிறப்பியல்பு வளையி நேர் கோடாக இருக்காது. முன்முகக்கோடலில் ஜேர்மானிய இருவாயிக்கு அண்ணளவாக $0.3V$ இலும் சிலிக்கன் இருவாயிக்கு அண்ணளவாக $0.6V$ இலும் திரும்பல் நிலையை எடுக்கும்.
- ★ இருவாயி மின்னைக்கடத்தும் போது கதோட்டு சார்பாக அனோட்டு நேர் ஆக உருவாக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்.
- ★ அழுத்தத்தை ஒழுங்காக்குவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் இருவாயிகள் சேனர் இருவாயிகளாகும். இவை ஒழுங்காக்கியாகச் செயற்படும்போது அனோட்டில் இருந்து கதோட்டுக்கு மின்னோட்டத்தைக் கடத்தக் கூடியதாக இருக்கும். இது சீராக்கி இருவாயிகள் கடத்தும் திசைக்கு எதிர்த் திசையாக இருக்கும்.
- ★ ஒளிகாலும் இருவாயி முன்முகக்கோடலுற்று இருக்கையில் மின்சக்தி ஒளிச்சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.
- ★ ஒளி இருவாயி பின்முகக்கோடலுற்று இருக்கையில் ஒளிச்சக்தி மின்சக்தியாக மாற்றப்படும்.
- ★ சூரியகலம் ஒரு சிறப்பு வகை ஒளி இருவாயியாகும். எனினும் இது கோடலிடப்படுவதில்லை.

உரு 2.20 (a) சூரியகலத்தின் பொதுக்கட்டமைப்பு
(b) சூரியகலத்தின் குறியீடு

பொதுவாக சூரியகலத்தின் p-n சந்தியை இலகுவாக அடையத்தக்க வகையில் கலத்தின் ஒரு முனை (p or n வகை) இயன்ற வகையில் மிக மெல்லியதாக காணப்படுகின்றது. உரு 2.20 ஆனது சூரியகலத்தின் கட்டமைப்பையும், குறியீட்டையும் விபரிக்கின்றது.

தொகுப்பு

- ★ தனிக் குறைகடத்திப் பளிங்கு ஒன்றின் ஒரு பகுதியை p- வகைக் குறைகடத்தியாகவும், மறுபகுதியை n- வகைக் குறைகடத்தியாகவும் மாற்றுவதன் மூலம் p-n சந்தி இருவாயியை உருவாக்கலாம்.
- ★ இருவாயி ஒன்று உருவாக்கப்படும்போது சந்தியில் வறிதாக்கற் பிரதேசம் ஒன்று தோன்றும். இப்பிரதேசம் காவலிபோல் தொழிற்படும்.
- ★ இருவாயி முன்முகக்கோடலுற்று இருக்கையில் பெரும்பான்மை சுமைக்காவிகள் சந்தியைக் கடப்பதுடன் வறிதாக்கல் பிரதேசம் அழிவுறும். இந்நிலையில் இருவாயி மின்னைக் கடத்தும்.
- ★ இருவாயி பின்முகக் கோடலுற்று இருக்கையில் வறிதாக்கல் பிரதேசம் அகலமாகும். இந்நிலையில் இருவாயி மின்னைக் கடத்தாது.
- ★ இருவாயி பின்முகக்கோடலுற்று இருக்கையில் சிறுபான்மை சுமைக் காவிகள் சந்தியைக் கடக்கும். இதன் போது மிகச்சிறிய பொசிவு மின்னோட்டம் (leakage current) பாயும். இதனைப் புறக்கணிக்க முடியும்.

3.0 திரான்சிற்றர்கள் [Transistors]

1948ம் ஆண்டு, பாடீன் (BARDEEN), பிரற்றேன் (BRATTAIN) ஷொக்லி (SHOCKLEY) ஆகியோரினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட திரான்சிற்றர் ஆனது இலத்திரனியல் புரட்சி ஏற்பட வழிவகுத்தது. இன்றைய முக்கிய இலத்திரனியல் உபகரணங்களான தொகுதிச்சுற்று (IC), ஒளி இலத்திரனியல் உபகரணங்கள் (optoelectronics devices), நுண் இயக்கிகள் (micro processors), கைக்கடக்கமான கணனிகள் (Compact Computers), என்பவற்றின் உருவாக்கத்திற்கு திரான்சிற்றரின் கண்டுபிடிப்பே வழிகோலியது. பெரிய ஒரு அறை அளவிலான கணனிகள், கைக்கடக்கமான கணனிகளாக இன்று மாற்றம் பெற்றதற்கு திரான்சிற்றரின் கண்டுபிடிப்பே காரணமாகும். திரான்சிற்றர்கள் பருமனில் சிறியதாகவும், விலை குறைவானதாகவும் இருப்பதுடன் குறைந்த வோல்ற்றளவைப் பயன்படுத்தி குறைந்த சக்தி விரயத்துடன் இயங்கக்கூடியதாகவும் விரைவாகச் செயற்படக்கூடியதாகவும் இருப்பது இதன் சிறப்பியல்பாகும்.

மின்னைக்காவும் சுமைக் காவினை அடிப்படையாகக் கொண்டு திரான்சிற்றரை இரு வகையாக பிரிக்கலாம்.

- (i) இரு முனைவு திரான்சிற்றர் (The bipolar or junction transistor - BJT)
- (ii) ஒரு முனைவு திரான்சிற்றர் (The unipolar or field effect transistor - FET)

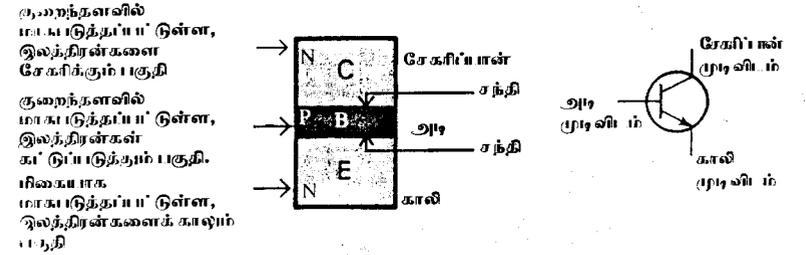
* ஒரு முனைவு திரான்சிற்றரில் இலத்திரன் அல்லது துளை, மின்னைக்கடத்தும் சுமைக்காவினாகத் தொழிற்படுகின்றது. இரு முனைவு திரான்சிற்றர்களில் இலத்திரன்களும், துளைகளும் சுமைக்காவினாகக் காணப்படுகின்றன. நாம் இரு முனைவுத்திரான்சிற்றரைப் பற்றி இவ்வத்தியாயத்திலே சற்று விபரமாக ஆராய்வோம்.

இரு முனைவு திரான்சிற்றர்

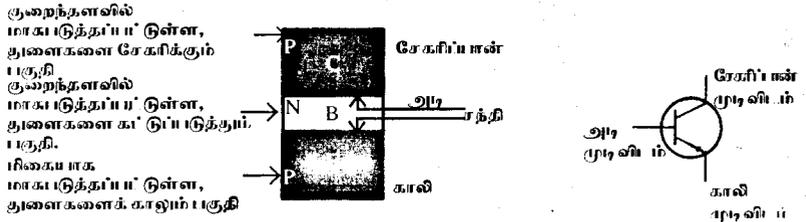
இது தனி ஒருவகைக் குறைகடத்திச் சாலகத்தில் இரண்டு p-n சந்திகளைக் கொண்ட ஓர் அமைப்பாகும். p-வகைக் குறைகடத்தியானது இரு n-வகைக் குறைகடத்திகளுக்கிடையில் இருக்குமாறு மாசுபடுத்தப்பட்ட குறைகடத்தியை n-p-n திரான்சிற்றர் எனவும், nவகைக் குறைகடத்தியானது இரு p-வகைக் குறைகடத்திகளுக்கிடையில் இருக்குமாறு மாசுபடுத்தப்பட்ட குறைகடத்தியை p-n-p திரான்சிற்றர் எனவும் இரு வகைப்படுத்தலாம்.

n-p-n திரான்சிற்றரில் பிரதான சுமைக்காவி சுயாதீன இலத்திரன்

களாகவும், p-n-p திரான்சிற்றரில் பிரதான சுமைக்காவி துளைகளாகவும் இருக்கும். மின்புலமொன்றில் இலத்திரனின் நகர்வுக்கதி துளையின் நகர்வுக்கதியை விட உயர்வு என்பது முன்னைய அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். உயர் மீட்டிறன் உடைய சுற்றுக்களிலும் கணனிச்சுற்றுக்களிலும், விரைவான தொழிற்பாட்டிற்காக n-p-n திரான்சிற்றர்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஜேர்மானிய திரான்சிற்றர்களை விட சிலிக்கன் திரான்சிற்றர்கள் ஒப்பீட்டளவில் குறைந்தளவே, வெப்பநிலையினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் விரைவான தொழிற்பாட்டிற்கும், வெப்பநிலை மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படுவதை இயன்ற அளவு குறைப்பதற்குமாக சிலிக்கன் n-p-n திரான்சிற்றர்கள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உருக்கள் 3.1 (a), (b) ஆனது n-p-n, p-n-p வகை திரான்சிற்றர்களின் அமைப்பையும், குறியீடுகளையும் காட்டுகின்றன.



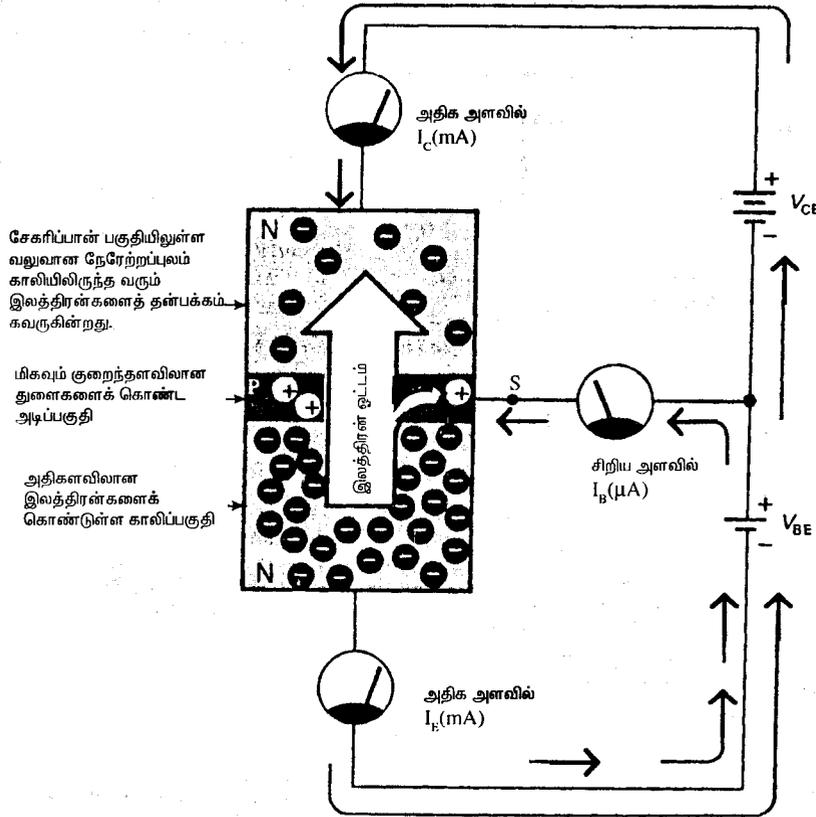
உரு 3.1 (a) NPN திரான்சிற்றரின் எளிய அமைப்பு மற்றும் குறியீட்டு வடிவம்



உரு 3.1 (b) PNP திரான்சிற்றரின் எளிய அமைப்பு மற்றும் குறியீட்டு வடிவம்

இரு வகை திரான்சிற்றர்களிலும் நடுப்பகுதி “அடி” (BASE) எனவும், மற்றைய பகுதிகள் “காலி” (Emitter), “சேகரிப்பான்” (Collector) எனவும் அழைக்கப்படும். இரு வகை உபகரணங்களிலும் அடி ஆனது மெல்லியதாகவும், குறைந்தஅளவில் மாசுபடுத்தப்பட்டும் இருக்கும். காலி ஆனது மிகையாக மாசுபடுத்தப்பட்டும் இருக்கும். இதனை உருக்கள் 3.1 (a), (b) தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. இவ்வாறு திரான்சிற்றரின் பகுதிகள் பிரிக்கப்பட்டதன் நோக்கம் பற்றியும் திரான்சிற்றர் எவ்வாறு இயங்குகின்றது என்பது பற்றியும் இனிவரும் பகுதிகளில் விரிவாகப் பார்ப்போம்.

3.1 திரான்சிற்றர் ஒன்றின் செயற்பாடு



உரு 3.2 NPN வகை திரான்சிற்றர் ஒன்றினூடான மின்னோட்டங்கள்

திரான்சிற்றர் ஒன்றினைச் செயற்பட வைப்பதற்கு அதிலுள்ள இரு p-n சந்திகளையும் முறையாகக் கோடலிடல் வேண்டும். திரான்சிற்றர் ஒன்று செவ்வனே தொழிற்பட அதிலுள்ள காலி (E)- அடி (B)- சந்தி முன்முகக்கோடலிலும் அடி (B)- சேகரிப்பான் (C) சந்தி பின்முகக்கோடலிலும் இணைக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். இவ்வகை கோடலானது திரான்சிற்றரின் அடி- காலிச் சந்தியின் தடை, அடி சேகரிப்பான் சந்தி தடையிலும் பார்க்கப் பெருமளவில் குறைக்கும். உரு 3.2 ஆனது ஒரு n-p-n திரான்சிற்றரின் முறையான சுற்றமைப்பைக்காட்டுகின்றது. திரான்சிற்றர் ஆனது உண்மையிலேயே இரு p-n சந்திகளின் தொழிற்பாட்டையே பிரதிபலிக்கின்றதெனில் மின்னோட்டம் I_B, I_E என்பன அதிக அளவிலும் I_C ஆனது பூச்சியமாகவும் இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் அவ்வாறு நிகழ்வதில்லை. திரான்சிற்றரின் அடிப்பகுதியானது மிகவும் சிறிய அளவிலேயே மாசுபடுத்தப்பட்டிருப்பதனாலும், மற்றைய பகுதிகளாகிய சேகரிப்பான், காலிப்பகுதிகளுடன் ஒப்பிடுகையில் மிகவும் சிறிய பருமனையே கொண்டிருப்பதனாலும் ($\approx 0.0025\text{cm}$) இவை மிகச் சிறிய அளவு எண்ணிக்கையான துளைகளையே கொண்டிருக்கும். அதாவது காலிப்பகுதியினூடாக அடிப்பகுதியினுள்ளே நுளையும் எல்லா இலத்திரன்களுடனும், நொதுமல் செய்யக்கூடிய அளவிற்கு போதுமான துளைகளை இப்பகுதி கொண்டிருக்க மாட்டாது.

நாம் கூறியது போன்று அடி-காலிச் சந்தியானது முன்முக கோடலில் இருப்பதனால் பெருமளவு இலத்திரன்கள் மின்கலத்திலிருந்து திரான்சிற்றரின் காலிப்பகுதியூடாக அடிப்பகுதியை நோக்கித்தள்ளப்படும் அடிப்பகுதியை அடைந்த இவ்விலத்திரன்களில் மிகச்சிறிய அளவிலான பகுதியே அங்குள்ள துளைகளால் நொதுமல் செய்யப்பட்டு சிறியளவிலான ஒரு மின்னோட்டம் I_B ஐ (μA வரிசையில்) தோற்றுவிக்கும், இம்மின்னோட்டம் அடி மின்னோட்டம், என அழைக்கப்படும். திரான்சிற்றரின் சேகரிப்பான் பகுதியானது அழுத்த வேறுபாடு கூடிய மின்கலமொன்றின் (V_{CB}) நேர்முனைவுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், இப்பகுதியில் வலுவான ஓர் நேர்ஏற்றப்படும் தோற்றுவிக்கப்படும். இப்படிமானது அடிப்பகுதிக்கு வந்து சேர்ந்த பெருமளவு இலத்திரன்களைத் தன்பக்கம் இழுத்துக் கொள்ளும். எனவே அதிக அளவிலான ஒரு மின்னோட்டம் I_C (mA வரிசையில்) இப்பகுதியில் தோற்றுவிக்கப்படும். இம்மின்னோட்டம்

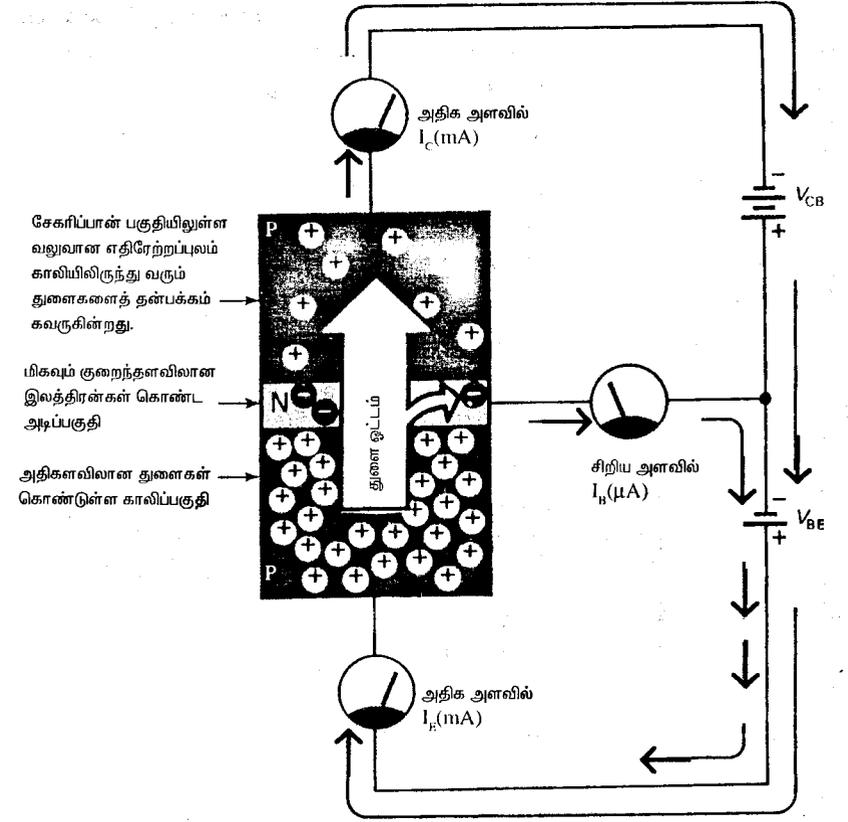
சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் என, அழைக்கப்படும். அதாவது மின்னோட்டம் I_E இன் பெறுமானத்தில் ஏறத்தாழ 99%, I_C ஆகவே இருக்கும். இம்மின்னோட்டங்களுக்கிடையேயான தொடர்பினை பின்வருமாறு நாம் எழுதலாம்.

$$I_E = I_C + I_B$$

$$100\% = 99\% + 1\%$$

இங்கு அடிமின்னோட்டம் I_B மிகவும் சிறியதாயினும் திரான்சிற்றரின் தொழிற்பாட்டுக்கு இதுவே மிகவும் முக்கியமானதொன்றாகும்.

உரு 3.2 இலே S என்னும் இடத்திலே சுற்று அறுபட்டால், V_{CB} மற்றும் V_{BE} தொடராக இணைத்து மின்னோட்டம் I_C ஐ தொடர்ந்தும் உருவாக்கும் என நீங்கள் ஊகிக்கலாம். ஆனால் இவ்வாறு ஒரு போதும் நிகழமாட்டாது. ஒரு திரான்சிற்றரின் அடி-காவிச் சந்தி முன்முகக்கோடலில் இருக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் மட்டுமே அதன் காவியானது இலத்திரான்களை மின்கலத்திலிருந்து உள்வாங்கக்கூடிய நிலையில் இருக்கும். சுற்றானது Sஇல் அறுபடும்போது இம்முன்முகக்கோடலும் இல்லாது போய்விடுவதால் சுற்றில் எந்தவித மின்னோட்டமும் நிகழாது. நாம் விபரித்த இச்சம்பவமானது அடி மின்னோட்டம், திரான்சிற்றரின் இயக்கத்திற்கு எவ்வளவு முக்கியமானது என்பதைத்தெளிவாக உணர்த்துகின்றது. எனவே திரான்சிற்றரில் அடி மின்னோட்டம் I_B யே, சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C இணைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது என்பது தெளிவாகின்றது. அடி மின்னோட்டம் I_B பூச்சியமெனில் I_C யும் பூச்சியமாகும். I_B யின் பெறுமானம் அதிகரிக்கப்பட அதிகளவு இலத்திரான்கள் மின்கலத்திலிருந்து காவியினுள் செலுத்தப்படும். இதனால் I_C யின் அளவும் கூடும். இருவாயிகளில் நிகழ்வது போன்று திரான்சிற்றர்களிலும் சிறுபான்மைக் காவிகளால் கசிவு மின்னோட்ட மொன்று உருவாக்கப்படும். இவற்றின் பெறுமானம் மிகவும் சிறியதென்பதால் அவற்றினை நாம் புறக்கணிக்கலாம்.



உரு 3.3 PNP வகை திரான்சிற்றர் ஒன்றினூடான மின்னோட்டங்கள்

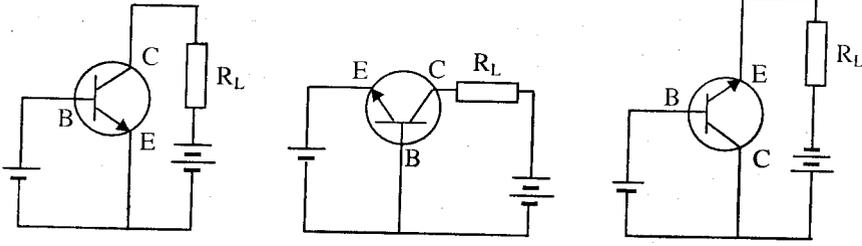
உரு 3.3 ஆனது p-n-p திரான்சிற்றர் ஒன்றின் சுற்றமைப்பை காட்டுகின்றது. இவ்வகை திரான்சிற்றர்களில் துளைகளே ஏற்றக்காவிகளாகும். துளைகளின் சலனம் இலத்திரான்களிலும் குறைவு என்பதனால் துளைகளின் வேகம் இலத்திரான்களின் வேகத்திலும் குறைவாகும். நாம் முன்னர் கூறியது போன்று இவற்றின் பாவனை தற்காலத்தில் குறைவாகும். எனவே நாம் இனிவரும் பகுதிகளில் எமது கவனத்தினை n-p-n திரான்சிற்றர் பக்கமே திருப்புவோம்.

3.2 திரான்சிற்றரில் பயன்படுத்தப்படும் உருவமைப்புகள்

திரான்சிற்றர் ஒன்றானது மூன்று விதமாக சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அவையாவன.

1. பொதுக்காலி உருவமைப்பு
2. பொது அடி உருவமைப்பு
3. பொது சேகரிப்பான் உருவமைப்பு

திரான்சிற்றர் ஒன்றில் மூன்று முடிவிடங்கள் உள்ளன. எனவே, இவற்றில் ஏதாவது ஒரு முனை எந்த ஒரு திரான்சிற்றர் சுற்றிலேயும் பெய்ப்பு, பயப்பிற்கு பொதுவாக அமையும். இவ்வாறு பொதுவாக அமையும் முடிவிடத்தினை சுருதிற்கொண்டே மேற்கூறிய மூன்று வித உருவமைப்புகளும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. உரு 3.4 ஆனது இச்சுற்றமைப்புகளை வேறுபடுத்திக் காட்டுகின்றது.



பொதுக்காலி சுற்றமைப்பு

பொது அடிச் சுற்றமைப்பு

பொதுச் சேகரிப்பான் சுற்றமைப்பு

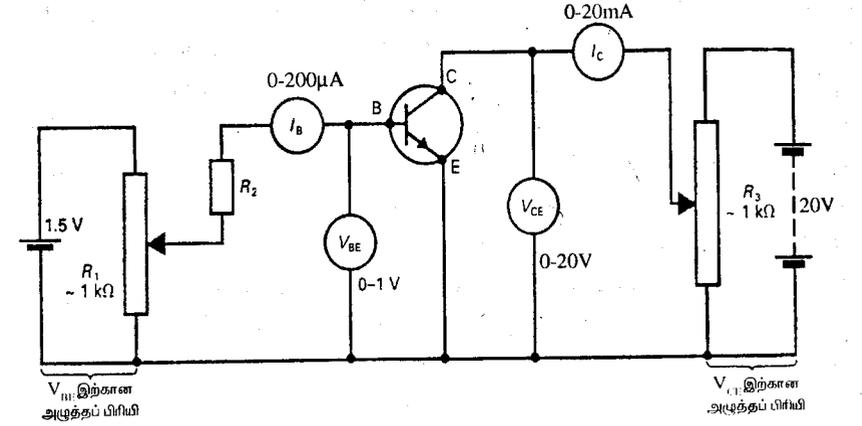
உரு 3.4 திரான்சிற்றரினது மூன்று வகை சுற்றமைப்புகள்

உதாரணமாக பொதுக்காலி உருவமைப்பிலே திரான்சிற்றரின் காலி முடிவிடம் பெய்ப்புக்கும் பயப்பிற்கும் பொதுவாக இருப்பதினை அவதானிக்கலாம். இம்மூன்று வகைச் சுற்றமைப்புகளும் தமக்கென தனித்தனியான சிறப்பியல்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இருந்த போதிலும் நாம் இனிவரும் பகுதிகளில் பொதுக்காலி உருவமைப்பிலேயே எமது கவனத்தை பெருமளவில் செலுத்துவோம். ஏனெனில் இவ்வமைப்பிலேயே மின்னோட்டம், வோல்ட்ஜ், வலு ஆகிய மூன்று விரிவாக்கம் அடைகின்றன.

3.3 பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பின் சிறப்பியல்புகள்

இருவாயிகளைப்போல் திரான்சிற்றரிலும் சில சிறப்பியல்பு வரைபுகளை வரைவதன் மூலம் பல தகவல்களைப் பெற்றுக்கொள்ளலாம். அவையாவன I_C எதிர் I_B வரைபு, I_C எதிர் V_{CE} வரைபு, I_B எதிர் V_{BE}

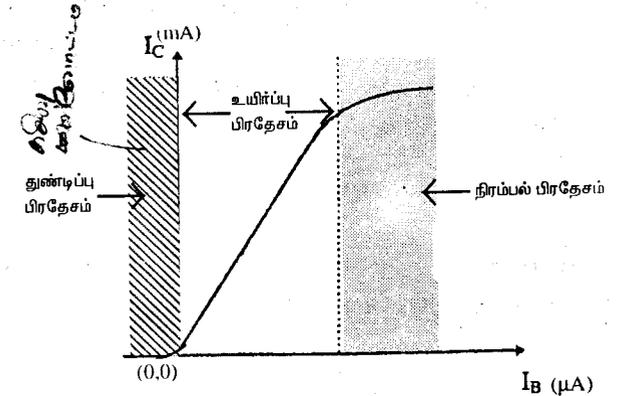
வரைபு என்பனவாகும். உரு 3.5 ஆனது இவ்வரைபுகளுக்குப் பாவிக்கக்கூடிய எளிய சுற்றமைப்பை காட்டுகின்றது.



உரு 3.5 பொதுக்காலி சிறப்பியல்பு வரைபுகளுக்குரிய சுற்றமைப்பு

(1) V_{CE} மாறாத நிலையில் I_C எதிர் I_B வரைபு

உரு 3.6 ஆனது சேகரிப்பானுக்கும் காலிக்கும் இடையேயுள்ள அழுத்தவேறுபாடு V_{CE} மாறாது உள்ளபோது அடிமின்னோட்டம் I_B யுடன் சேகரிப்பான், மின்னோட்டம் I_C யானது எவ்வாறு மாறுகின்றது என்பதனைக் காட்டுகின்றது. இவ்வரைபானது மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது.



உரு 3.6 பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பில் V_{CE} மாறாதநிலையில் I_C எதிர் I_B வரைபு

(a) துண்டிப்புப் பிரதேசம் (cut off region)

அடிமின்னோட்டம் I_B பூச்சியமெனின் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C யும் பூச்சியமாகும் என்பதனை தெளிவாகமுன்னர் பார்த்தோம். வரைபில் நிழற்படுத்தப்பட்ட பகுதியானது இதனை மேலும் விளக்குகின்றது. I_B இப்பிரதேசத்தில் பூச்சிய அல்லது எதிர்ப்பெறுமானங்களை எடுப்பதினை வரைபு குறிக்கின்றது. I_B இன் எதிர்ப்பெறுமானம் என்பது அடி காலிச் சந்தி பின்முகக்கோடலில் இருப்பதினைக் குறிக்கின்றது. நாம் முன்னர் பார்த்ததுபோல் அடி-காலிச் சந்தி பின்முகக்கோடலில் இருந்தாலோ அல்லது அடிமின்னோட்டம் I_B மின் பெறுமானம் பூச்சியமாக இருந்தாலோ திரான்சிற்றர் இயங்கமாட்டாது. இந்நிலையில் திரான்சிற்றரானது அதன் துண்டிப்பு நிலையில் உள்ளது என அழைக்கப்படும். திரான்சிற்றரினை ஆளிச் சுற்றுகளில் உபயோகிக்கும்போது, அது இத்துண்டிப்பு நிலையினை எடுக்கின்றது. இங்கு $I_C \approx 0$ எனக் கருதலாம்.

(b) உயிர்ப்புப் பிரதேசம் (active region)

ஒரு திரான்சிற்றரிலிருந்து உச்சப்பலனான விரியலாக்கத்தினைப் பெற்றுக் கொள்வதற்கு அதன் I_B, I_C ஆகிய மின்னோட்டப் பெறுமானங்களை இப்பிரதேசத்தில் இருக்கத்தக்கதாக அமைத்துக்கொள்ளல் மிகவும் அவசியமான ஒன்றாகும். இந்நிலையில் திரான்சிற்றரானது அதன் உயிர்ப்பு நிலையில் உள்ளது என அழைக்கப்படும். திரான்சிற்றர் விரியலாக்கிச் சுற்றுகளில் உபயோகிக்கப்படும்போது அது உயிர்ப்பு நிலையில் இருப்பது மிகவும் அவசியமாகும். I_B இற்கும் I_C இற்கும் இடையேயான தொடர்பு இப்பிரதேசத்தில் ஏகபரிமாணமானது என்பது வரைபிலிருந்து தெளிவாகின்றது. I_C இற்கும் I_B மிற்குமிடையேயுள்ள விகிதம் நேர்மின்னோட்ட நயம் β எனப்படும்.

$$\text{நேர் மின்னோட்ட நயம் } (\beta) = \frac{I_C}{I_B}$$

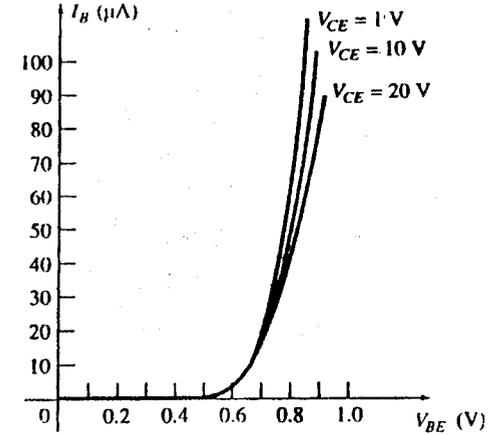
இங்கு β ஆனது வெப்பநிலை, திரான்சிற்றர் கொண்டுள்ள பதார்த்தம் என்பவற்றிலும் அடியின் அளவிலும் தங்கியுள்ளது.

(c) நிரம்பல் பிரதேசம் (saturation region)

இப்பிரதேசத்தில் I_C யானது I_B யுடன் சீராக அதிகரிக்கும் தன்மையினைக் காட்டவில்லை. இப்பிரதேசத்தில் திரான்சிற்றரின் இரு சந்திகளும் முன்முகக்கோடலில் இருக்கும். இப்பிரதேசத்தினுள் I_C யானது I_B

யுடன் பெருமளவில் விகிதசமனாக மாற்றமடையாது. இந்நிலையில் திரான்சிற்றர் அதன் நிரம்பல் நிலையில் உள்ளது என அழைக்கப்படும். திரான்சிற்றர், ஆளிச்சுற்றுகளில் இந்நிலையினை எடுக்கின்றது. இங்கு $V_{CE} \approx 0$ எனக் கருதலாம்.

(2) V_{CE} மாறாத நிலையில் I_B எதிர் V_{BE} வரைபு



உரு 3.7 பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பில் V_{CE} மாறாதநிலையில் I_B எதிர் V_{BE} வரைபு

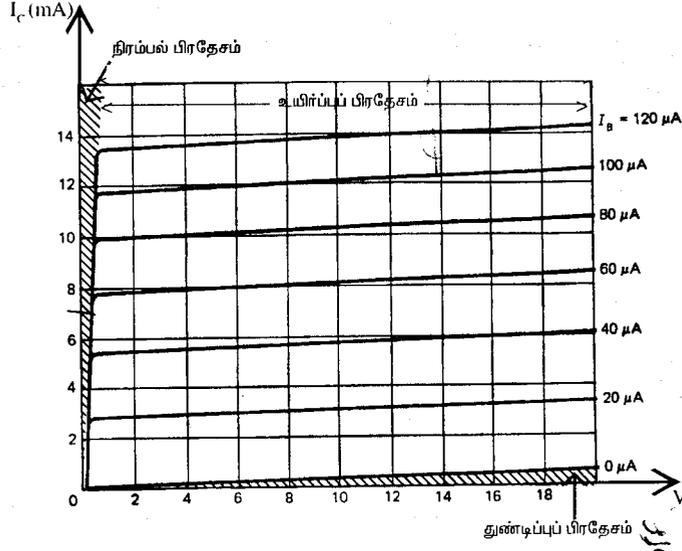
உரு 3.7 ஆனது சேகரிப்பானுக்கும், காலிக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவேறுபாடு V_{CE} மாறாது உள்ளபோது அடிமின்னோட்டம் I_B ஆனது காலிக்கும் அடிக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவேறுபாட்டுடன் எவ்வாறு மாறுபடுகின்றது என்பதைக்காட்டுகின்றது. அடி-காலி அழுத்தம் V_{BE} யின் ஒரு குறிப்பிட்ட பெறுமானம் வரை, I_B யின் பெறுமானத்தில் உயர்ச்சிமிராது. சிலிக்கன் திரான்சிற்றருக்கு இப்பெறுமானம் ஏறக்குறைய 0.7V ஆகவும் ஜேர்மானியத்திற்கு 0.3V ஆகவும் இருக்கும். இந்நிலையில் வளையியின் சாய்வு ஏறத்தாழ நிலைக்குத்தாக இருப்பது வளையியில் இருந்து அவதானிக்கக்கூடியதாக உள்ளது. பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பில் V_{BE} இலே ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் I_B இலே ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் இடையேயான விகிதமானது பெய்ப்புத் தடை (input resistance) γ_i என வரையறுக்கப்படும்.

$$\text{பெய்ப்புத்தடை } (\gamma_i) = \frac{V_{BE} \text{ இல் ஏற்படும் மாற்றம்}}{I_B \text{ இல் ஏற்படும் மாற்றம்}}$$

$$\gamma_i = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}$$

இங்கு ΔV_{BE} ஆனது அடிமின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் (ΔI_B) காரணமாக V_{BE} யில் ஏற்படும் மாற்றத்தினைக் குறிக்கும். இந்நிலையில் V_{CE} இனது பெறுமானம் மாறாது இருத்தல் வேண்டும்.

(3) I_B மாறாத நிலையில் I_C எதிர் V_{CE} வரைபு



உரு 3.8 பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பில் I_B மாறாதநிலையில் I_C எதிர் V_{CE} வரைபு

உரு 3.8 ஆனது அடிமின்னோட்டத்தின் வெவ்வேறு பெறுமானங்களுக்கிரிய I_C எதிர் V_{CE} வரைபினைக் காட்டுகின்றது. இவ்வரைபிலே நாம் முன்னர் கூறிய திரான்சிற்றர் எடுக்கக்கூடிய மூன்று நிலைகளுக்கிரிய பிரதேசங்களும் தெளிவாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வரைபின் உயிர்ப்புப் பிரதேசத்தினைக் கவனமாக உற்று நோக்குவீர்களானால் I_C மாறாது உள்ளபோது, V_{CE} இல் ஏற்படும் பெரிய அதிகரிப்பானது I_C யில் மிகச் சிறிய அதிகரிப்பையே ஏற்படுத்துகின்றது என்பது தெளிவாகும். உதாரணமாக $I_B = 20 \mu A$ மாறா மின்னோட்டத்தின்போது, V_{CE} இன் 2V இலிருந்து 18V வரையிலான அதிகரிப்பிற்கு, I_C யில் ஏற்படும் அதிகரிப்பானது மிக

மிகச்சிறியதாகும். அதாவது V_{CE} இன் பெறுமானத்தில் ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கமானது I_C யில் குறிப்பிடும்படியான மாற்றமெதனையும் ஏற்படுத்தாது. இன்னொரு விதமாகக் கூறின், I_C இல் ஏற்படும் சிறிய மாற்றமொன்றானது V_{CE} இன் பெறுமானத்தில் பெருமளவு மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். திரான்சிற்றர் ஒன்றின் இக்குணவியல்புகளே அவற்றினை சிறந்த வோல்ற்றளவு விரியலாக்கிகளாக உபயோகிக்க வழியமைக்கின்றன. இவை பற்றிப்பின்னர் தெளிவாகப் பார்ப்போம். V_{CE} இனது பெறுமானம் மிகவும் சிறியதாகவுள்ள போது, அது I_C பெறுமானத்தில் பெருமளவு தாக்கத்தினை ஏற்படுத்தி கின்றது என்பதனையும் உரு 3.8 தெளிவாக உணர்த்துகின்றது. திரான்சிற்றர் உருவாக்கும் நேரோட்ட மின்னோட்ட நயம் (β), இனால் தரப்படுவது போன்று திரான்சிற்றர் ஒன்று உருவாக்கும் ஆடலோட்ட மின்னோட்ட நயம் (β_{ac}), I_C இல் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் I_B இல் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் இடையேயான விகிதத்தினால் தரப்படும்.

ஆடலோட்ட மின்னோட்ட நயம் (β_{ac}) = $\frac{I_C \text{ இல் ஏற்படும் மாற்றம்}}{I_B \text{ இல் ஏற்படும் மாற்றம்}}$

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

அதாவது ஆடலோட்ட மின்னோட்ட நயமானது, I_B இலே ஏற்படுத்தும் ஒரு சிறிய மாற்றமானது I_C யிலே ஏற்படுத்தும் மாற்றத்தின் ஒரு அளவீடு ஆகும். இந்நிலையில் V_{CE} இன் பெறுமானம் மாறாது. ஆடலோட்ட அறிகுறியின் சிறிய அதிர்வெண்களில் β மற்றும் β_{ac} இன் பெறுமானங்களில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு வேறுபாடு இருக்கமாட்டாது. பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பிலுள்ள திரான்சிற்றர் ஒன்றினது V_{CE} இல் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும் I_C இல் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கும், இடையேயான விகிதம் பயப்புத்தடை γ_0 என வரையறுக்கப்படும். இந்நிலையில் I_B மாறாது இருத்தல் வேண்டும்.

$$\text{பயப்பு தடை } (\gamma_0) = \frac{V_{CE} \text{ இல் ஏற்படும் மாற்றம்}}{I_C \text{ இல் ஏற்படும் மாற்றம்}}$$

$$\gamma_0 = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}$$

நாம் மேலே கூறியது போன்று, பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பிலே I_C இல் ஏற்படும் ஒரு சிறிய மாற்றமானது V_{CE} இலே ஒரு பெரிய மாற்றத்

தினை ஏற்படுத்தும். இதனால் இவ்வகைச் சுற்றமைப்புகளில் பயப்பு தடை γ_0 இனது பெறுமானம் உயர்வானதாக அமையும்.

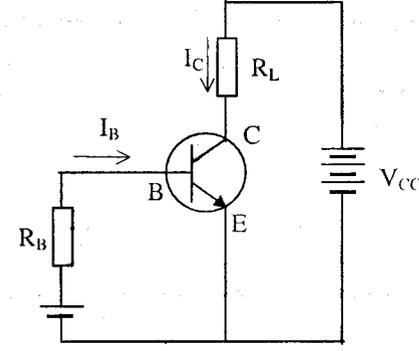
உரு 3.8 இலுள்ள இவ்வரைபிலே I_B இன் பெறுமானம் பூச்சியமாக உள்ளபோது, V_{CE} இன் அதிகரித்த பெறுமானத்திற்கு I_C இனது பெறுமானம் பூச்சியத்திலும் பார்க்கச் சற்று உயர்வான பெறுமானத்தினைக் காட்டுவதினை நீங்கள் அவதானிக்கலாம். திரான்சிற்றரின் அடி-சேகரிப்பான் சந்தியிலுள்ள சிறுபான்மை சுமைக்காலிகளே இதற்குக் காரணமாகும். n-p-n வகை திரான்சிற்றர் ஒன்றிலே துளைகள் சிறுபான்மைக் காலிகளாகும். நாம் முன்னர் கூறியதுபோன்று இவற்றினால் உருவாக் கப்படும் மின்னோட்டம் மிகவும் சிறிய பெறுமானத்தினையே கொண்டிருக்கும். எனவே இவற்றினை நாம் புறக்கணிக்கலாம். அதாவது I_B ஆனது பூச்சியமாக உள்ளபோது I_C இனது பெறுமானமும் ஏறத்தாழ பூச்சியமே ஆகும். இந்நிலையில் திரான்சிற்றர் இயங்கமாட்டாது. நாம் முன்னர் கூறியது போன்று திரான்சிற்றர் இப்பிரதேசத்தில் துண்டிப்பு நிலையில் இருக்கும்.

V_{CE} இனது பெறுமானம் பூச்சியத்தை அண்மிக்கின்றபோது பின்முகக்கோடலில் இருக்கும், அடி-சேகரிப்பான் சந்தி முன்முகக்கோடல் நிலைக்கு மாறுகின்றது. இந்நிலையில் I_B யானது I_C இனைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது இருக்கும். இந்நிலையே திரான்சிற்றரின் நிரம்பல் நிலை எனப்படும்.

3.4 செயற்பாட்டுப்புள்ளி அல்லது மோனப்புள்ளி

(Operating Point or Quiescent Point)

திரான்சிற்றர் ஒன்றினை விரியலாக்கியாக உபயோகிப்பதற்கு அதனூடாக பாயும் மின்னோட்டங்கள் I_B, I_C என்பன உயிர்ப்புப்பிரதேசத்திலுள்ள பெறுமானங்களாக அமைதல் வேண்டுமென்பது முன்னர் பார்த்தோம். இப்பொழுது மீண்டும் உரு 3.6 ஐ பார்ப்போமானால் அதில் திரான்சிற்றரின் உயிர்ப்பு பிரதேசம் தெளிவாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. திரான்சிற்றர் பல்வேறு தேவைகளுக்காக உபயோகிக்கப்பட்டாலும் அவை விரியலாக்கிச் சுற்றுகளிலேயே அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விரியலாக்கிச் சுற்றுகளில் மின்னோட்டம் I_C யின் பெறுமானத்தை மேலும் சில காரணிகள் கட்டுப்படுத்துகின்றது. நாம் இப்பொழுது உரு 3.9 இனை கருதுவோம்.



உரு 3.9 சுமைக்கோடு துணிவதற்கான சுற்றமைப்பு

இச்சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டம் I_C யின் பெறுமானமானது பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_L}$$

சுற்றமைப்பின் வலப்பகுதி முடியசுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் விதியை பிரயோகிப்பதன் மூலம் இச்சமன்பாட்டினைப் பெற்றுக் கொள்ளலாம். இச்சமன்பாட்டினை பின்வருமாறு மாற்றியமைப்பதன் மூலம் ஓர் நேர்கோட்டுக்குரிய சமன்பாடாகப் பெறலாம்.

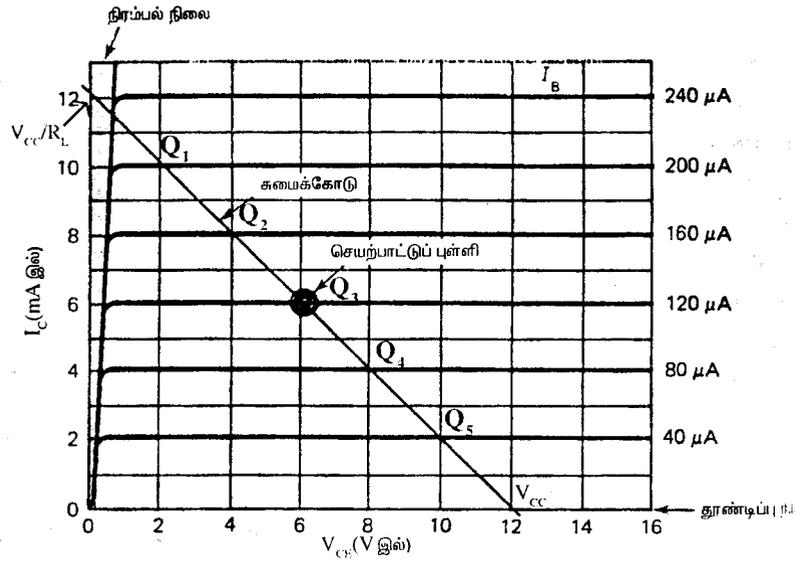
$$I_C = -\frac{1}{R_L} V_{CE} + \frac{V_{CC}}{R_L}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$y = -m x + c$$

இந்நேர்கோடு சுமைக்கோடு (Load Line) என அழைக்கப்படும்.

அதாவது V_{CE} இனை x பெறுமானத்திற்கும் I_C இனை y பெறுமானத்திற்கும் ஒப்பிடப்படுமேயானால் $-1/R_L$ ஆனது நேர்கோட்டின் படித்திறனாகவும், $+V_{CC}/R_L$ ஆனது வெட்டுத்துண்டாகவும் அமையும். உரு 3.10 ஆனது I_C எதிர் V_{CE} வரைபில் சுமைக்கோடும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளதைக் காட்டுகின்றது.



உரு 3.10 விரியலாக்கிச் சுற்றுக்களுக்கான சுமைக்கோடு

எனவே சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டம் I_C மற்றும் திரான்சிற்றரின் சேகரிப்பான்-காலி முடிவிடங்களுக்கிடையேயான அழுத்தவேறுபாடு V_{CE} என்பன I_C எதிர் V_{CE} வரைபின் உயிர்ப்புப் பிரதேசத்திலுள்ள பெறுமானங்கள் மட்டுமன்றி நேர்கோடு $I_C = \frac{-V_{CE}}{R_L} + \frac{V_{CC}}{R_L}$ இன் மீதும் இருத்தல் வேண்டிய தேவையுள்ளது. அதாவது ஒரு பொதுக்காவி (C.E) விரியலாக்கிச் சுற்றிலுள்ள I_B, I_C, V_{CE} ஆகியவற்றின் பெறுமானங்கள், இவ்விருவரைபுகளும் சந்திக்கும் புள்ளிகளின் பெறுமானங்களாக இருத்தல் வேண்டும். உரு 3.10 இலுள் வரைபானது Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 என ஐந்து புள்ளிகளை கொண்டுள்ளது. உண்மையிலேயே மேற்கூறிய ஐந்து Q-புள்ளிகள் மட்டுமன்றி உயர்ப்பு பிரதேசத்திலும் நேர்கோட்டிலும் எந்த ஒரு I_B, I_C, V_{CE} பெறுமானத்திற்கும் ஒரு விரியலாக்கிச்சுற்று இயங்கக் கூடியதாக இருக்கும். இருந்தபோதிலும் நேர்கோட்டின் நடுப்பகுதியிலுள்ள புள்ளிக்குரிய I_B, I_C பெறுமானங்களே ஒரு விரியலாக்கிச் சுற்றில் ஓட வேண்டிய மின்னோட்டங்களாக பொதுவாக தெரிவு செய்யப்படும். இது ஏன் என்பது இவ்வத்தியாயத்தின் அடுத்துவரும் பகுதிகளில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு தெரிவு செய்யப்பட்ட I_C, V_{CE} பெறுமானங்களுக்குரிய

புள்ளியே Q-புள்ளி எனப்படும். பொதுவாக Q-புள்ளியானது பின்வரும் காரணிகளில் பெருமளவில் தங்கியுள்ளது.

- வழங்கி அழுத்த வேறுபாடு V_{CC}
- சுற்றிலுள்ள சுமைத்தடை
- விரியலாக்கிக்கு பெய்ப்பு ஆக கொடுக்கப்படும் ஆடலோட்ட அலையின் வீச்சம் (V_{PP})

நாம் முன்னரே கூறியது போன்று வெப்பநிலையானது டிவின் பெறுமானத்தில் கணிசமான அளவு செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றது. எனவே மேற்கூறிய காரணிகள் மட்டுமன்றி வெப்பநிலையிலும் Q-புள்ளி தங்கியுள்ளது.

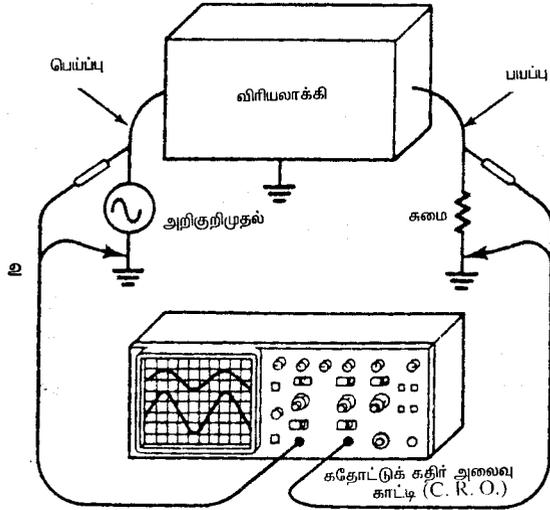
ஒரு திரான்சிற்றரின் டிபெறுமானமானது திரான்சிற்றருக்குத் திரான்சிற்றர் வேறுபடுவதனால், Q-புள்ளியும் திரான்சிற்றருக்குத் திரான்சிற்றர் வேறுபடலாம். எனவே திரான்சிற்றர் ஒன்றினை விரியலாக்கிச் சுற்று ஒன்றிலே உபயோகிக்க முன் அதற்குரிய Q-புள்ளியினை துணிவது அவசியமானதொன்றாகும். இவ்வாறு Q-புள்ளியை துணிந்த பின்பே சுற்றிலே உபயோகிக்கப்படும் தடைகளின் பெறுமானங்கள் துணியப்படும். எனவே நாம் விபரித்தது போன்று, திரான்சிற்றர் ஒன்றினது முடிவிடங்களுக்கிடையே நேரோட்ட அழுத்தவேறுபாடு, மற்றும் நேரோட்ட மின்னோட்டங்களை உருவாக்கி சில வரைபுகளை வரைவதன் மூலம் Q-புள்ளியினை துணிந்து கொள்ளலாம். இக் Q-புள்ளிக்குரிய I_B, I_C, V_{CE} பெறுமானங்களை உபயோகித்து சுற்றிலிருக்கவேண்டிய மற்றைய இலத்திரனியல் மூலகங்களின் பெறுமானங்களையும் கணிப்பிட்டுக் கொள்ளலாம். இச்செயன்முறையே திரான்சிற்றர் கோடல் (transistor biasing) என அழைக்கப்படுகின்றது.

இதுவரை நாம் திரான்சிற்றர் சுற்றுகளில் நேரோட்ட மின்னோட்டம், நேர் மின் அழுத்தம் ஆகியன பற்றியே ஆராய்ந்தோம். திரான்சிற்றர் ஒன்று தொழிற்படுவதற்கு இந்நேரோட்ட மின்னோட்டம், அழுத்தம் ஆகியவை மிகவும் இன்றியமையாததாகும். திரான்சிற்றர்களின் உச்சபலன்களில் ஒன்று விரியலாக்கிச் சுற்றுக்கள். இச்சுற்றுகளில் இந்நேரோட்ட மின்னோட்டங்களுடன் ஆடலோட்ட அழுத்தவேறுபாடு மற்றும் ஆடலோட்ட மின்னோட்டங்களும் இணைகின்றன. அடுத்துவரும் அத்தியாயத்தில் இவ்விரியலாக்கிச் சுற்றுக்கள் பற்றி ஆராய்வோம்.

3.5 விரியலாக்கிகள் (Amplifiers)

விரியலாக்கி என்பது சிறிய அறிகுறிகளை பெய்ப்பாக உள்வாங்கி அவற்றினை பெரிய அறிகுறிகளாக்கி பயப்பாகத்தரக்கூடிய ஓர் சாதனம் ஆகும். இவ்வாறு வெளிவரும் பயப்பு அறிகுறியிற்கும், பெய்ப்பு அறிகுறியிற்கும் இடையேயான விகிதம் விரியலாக்கியின் நயம் என வரையறுக்கப்படும்.

$$\text{நயம்} = \frac{\text{பயப்பு அறிகுறி}}{\text{பெய்ப்பு அறிகுறி}}$$



உரு 3.11 விரியலாக்கியினது நயத்தின் அளவிடல்

விரியலாக்கிச் சுற்றுக்களை பொதுவாக மூன்று பெரும் பிரிவுகளாக பிரிக்கலாம். அவையாவன

- வோல்ற்றளவு விரியலாக்கிகள்
- மின்னோட்ட விரியலாக்கிகள்
- வலு விரியலாக்கிகள்

உள்வாங்கும் பெய்ப்பு அறிகுறியின் வோல்ற்றளவினை உருப்பெருக்கி, பயப்பாக தரக்கூடியவை வோல்ற்றளவு விரியலாக்கிகள் எனப்படும். உள்வாங்கும் பெய்ப்பு அறிகுறியின் மின்னோட்டத்தினை உருப்பெருக்கித் தரவல்லவை, மின்னோட்ட விரியலாக்கிகள் எனப்படும்.

இதே போன்று வலுவிரியலாக்கிகள் பெய்ப்பு அறிகுறியின் வலுவளவினை உருப்பெருக்கித் தரக்கூடியவையாகும்.

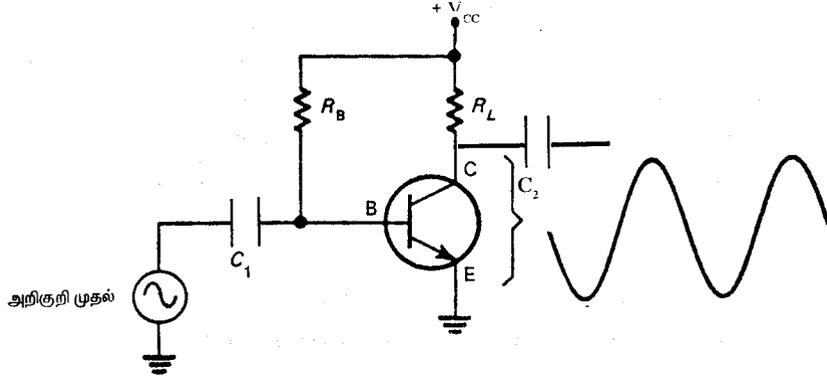
நாம் முன்பு கூறிய திரான்சிற்றரின் மூன்று விதமான உருவமைப்புகளாகிய பொது-காலி, பொது-அடி, பொது-சேகரிப்பான் உருவமைப்புகளை உபயோகித்து இவ்வகை விரியலாக்கிகளை உருவாக்கலாம். பொது-காலி உருவமைப்பினை உபயோகித்து உருவாக்கப்படும் பொது-காலி விரியலாக்கிகள் சிறந்த வோல்ற்றளவு நயம் மற்றும் கணிசமான அளவு மின்னோட்ட நயத்தினையும் தரவல்லன. பொது-அடி உருவமைப்பினை உபயோகித்து உருவாக்கப்படும் பொது-அடி விரியலாக்கிகளில் கணிசமான அளவு வோல்ற்றளவு நயத்தினை தருகின்ற போதிலும், மிகவும் குறைவான அளவு மின்னோட்ட நயத்தினையே தருகின்றன. இதேபோன்று பொது-சேகரிப்பான் விரியலாக்கிகள் கணிசமான அளவு மின்னோட்ட நயத்தினை தருகின்றபோதிலும், மிகவும் குறைவான அளவு வோல்ற்றளவு நயத்தினையே தருகின்றன. கீழே தரப்பட்டுள்ள அட்டவணை இவற்றின் குணஇயல்புகளை வேறுபடுத்தி காட்டுகின்றது.

அட்டவணை

	பொதுக்காலி உருவமைப்பு	பொதுசேகரிப்பான் உருவமைப்பு	பொதுஅடி உருவமைப்பு
மின்னோட்ட நயம்	உயர்வு	உயர்வு	இல்லை
அழுத்த நயம்	உயர்வு	இல்லை	உயர்வு
பெய்ப்புத் தடை	மத்திமம்	உயர்வு	குறைவு
பயப்புத் தடை	உயர்வு	குறைவு	உயர்வு

இவ்மூன்று விதமான விரியலாக்கி உருவமைப்புகளும் பாவனையில் உள்ளபோதிலும், சிறந்த வோல்ற்றளவு நயம் மற்றும் அதிகூடிய வலு நயத்தினை பொதுகாலி விரியலாக்கிகளே தருகின்றன என்பதனால், இவ்வகை விரியலாக்கிகளே பெருமளவில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. எனவே நாம் இப்பொதுக்காலி விரியலாக்கிகள் பற்றி விரிவாகப் பார்ப்போம்.

பொதுக்காலி விரியலாக்கிகள்

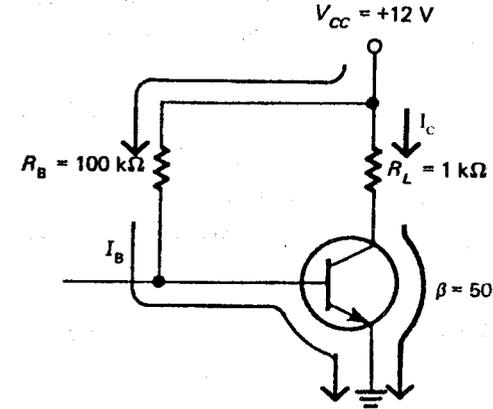


உரு 3.12 பொதுக்காலி விரியலாக்கியின் எளிய அமைப்பு

உரு3.12 ஆனது பொதுக்காலி விரியலாக்கி ஒன்றினது எளிய சுற்றமைப்பினைக் காட்டுகின்றது. நாம் முன்னைய பகுதிகளில் திரான்சிற்றரை இயக்குவதற்கு இரு மின்கலங்களை உபயோகித்திருந்தோம். இச்சுற்றில் ஒரே ஒரு மின்கலம் V_{CC} மட்டுமே வழங்கிக்கலமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. தடைகளின் பெறுமானங்களை முறையாகத் தெரிவு செய்வதன் மூலம் இவ்வாறு ஒரு மின்கலத்தினை மட்டும் உபயோகித்து சுற்றுக்குரிய மின்னோட்டங்கள் I_B, I_C ஆகியவற்றினைப் பெற்றுக்கொள்ளலாம். இச்சுற்றினை அவதானிப்போமாயின் பெய்ப்பானது திரான்சிற்றரின் அடி-காலி முடிவிடங்களுக்கிடையே வழங்கப்படுகின்றது. பயப்பானது திரான்சிற்றரின் சேகரிப்பான்-காலி முடிவிடங்களுக்கிடையே பெறப்படுகின்றது. பெய்ப்புக்கும் பயப்புக்கும் பொதுவாக காலி முடிவிடம் அமைவதனால் இச்சுற்று பொதுக்காலி விரியலாக்கிச்சுற்று எனப்படுகின்றது. இவ்விரியலாக்கிச் சுற்றிலே இரு தடைகள், இரு கொள்ளளவிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. தடைகளில் R_B ஆனது திரான்சிற்றரினூடு பாயும் அடி மின்னோட்டம் I_B இன் அளவினைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இதனால் இத்தடை அடி கோடல் தடை என அழைக்கப்படுகின்றது. நாம் முன்னரே கூறியது போல் I_B யின் பெறுமானம் மிகவும் சிறியதாகும் (μA வரிசை). எனவே R_B ஆனது உயர்வான பெறுமானத்தையுடைய தடையாக இருத்தல் வேண்டும். மற்றைய தடையாகிய R_L ஆனது திரான்சிற்றரின் சேகரிப்பான் காலி முடிவிடங்களுக்கிடையே அழுத்த வேறுபாட்டின் அளவினை நிர்ணயிக்கின்றது. இவ் அழுத்த அலையே விரிய

லாக்கியின் பயப்பாக வெளிவருகின்றது. இத்தடை சேகரிப்பான் சுமைத்தடை என அழைக்கப்படும். கொள்ளளவி C_1 ஆனது V_{CC} இலிருந்து தடை R_B இனூடு பாயும் மின்னோட்டம் I_B முழுவதும் திரான்சிற்றரின் அடிமுடிவிடத்திற்குள் பாய வழிவகுக்கின்றது. கொள்ளளவி C_2 ஆனது V_{CC} இலிருந்து தடை R_L இனூடு பாயும் மின்னோட்டம் I_C முழுவதும் திரான்சிற்றரின் சேகரிப்பான் முடிவிடத்தினூடு பாய வழிவகுக்கின்றது. கொள்ளளவிகள் ஆடலோட்ட மின்னோட்டத்திற்கு சிறந்த கடத்திகள் போன்றும், நோரோட்ட மின்னோட்டத்திற்கு சிறந்த காவலிகள் போன்றும் தொழிற்படவல்லனவாக இருப்பதனால், இச்சுற்றிலுள்ள கொள்ளளவிகள் C_1, C_2 ஆகியவை ஆடலோட்ட மின் முதலிருந்து வரும் ஆடலோட்ட மின்னோட்டத்தினை விரியலாக்கிச் சுற்றுக்கு அனுமதிக்கும். அதேவேளையில், விரியலாக்கிச் சுற்றிலிருந்து நோரோட்ட மின்னோட்டம் வெளியேறவதையும் தடுக்கின்றது.

விரியலாக்கியின் உருவாக்கம் :-



உரு 3.13 பொதுக்காலி விரியலாக்கிச் சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டங்கள்

விரியலாக்கியானது எவ்வாறு தொழிற்படுகின்றது என்பதனை விளங்கிக் கொள்வதற்கு, உதாரணமாக நாம் உரு3.13 இலுள்ள எளிய விரியலாக்கி ஒன்றினை கருதுவோம். இவ்விரியலாக்கிச் சுற்றிலே அடி கோடல் தடை R_B , சேகரிப்பான் சுமைத்தடை R_L , திரான்சிற்றரின் மின்னோட்ட நயம் β , வலு வழங்கி வோலற்றளவு V_{CC} என்பன முறையே $100k\Omega, 1k\Omega, 50, 12V$ ஆகிய பெறுமானங்களை கொண்டுள்ளன. நாம்

இப்பொழுது அடி மின்னோட்டம் I_B , சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C மற்றும் சேகரிப்பான் காலி முடிவிடத்திற்கிடையேயான அழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ஆகியவற்றினைக் கணிப்பிடுவோம்.

சுற்றின் இடதுபுறத்திற்கு கேர்ச்சோவின் விதியினை பிரயோகிப்பதன் மூலம் பின்வரும் கோவையினை பெறமுடியும்.

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

சிலிக்கன் வகை திரான்சிற்றர்களுக்கு இவ் V_{BE} இனது பெறுமானம் 0.7V ஆக அமையும். எனவே I_B இனது பெறுமானம் பின்வருமாறு அமையும்.

$$I_B = \frac{12V - 0.7V}{100k\Omega} = 113\mu A$$

12V உடன் ஒப்பிடுகையில் 0.7V ஆனது மிகவும் சிறிய பெறுமானமாக அமைவதினால், I_B இன் அண்ணளவுப் பெறுமானத்தினைக் கணிப்பதற்கு 0.7V இனை புறக்கணிக்கலாம்.

$$\text{அதாவது } I_B = \frac{12V}{100k\Omega} = 120\mu A \text{ ஆகும்.}$$

எனவே நாம் இப்பொழுது I_C இனது பெறுமானத்தினை கணிப்பிடமுடியும்.

$$\begin{aligned} I_C &= \beta I_B \\ &= 50 \times 120\mu A \\ &= 6mA \end{aligned}$$

இவ் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் 6mA ஆனது தடை R_L இனூடு பாயும் போது இத்தடைக்குக் குறுக்காக உருவாக்கப்படும் அழுத்த வேறுபாடானது, பின்வருமாறு தரப்படும்.

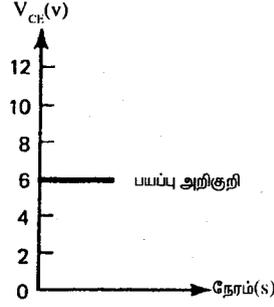
$$\begin{aligned} V_{R_L} &= I_C \times R_L \\ &= 6mA \times 1k\Omega \\ &= 6V \end{aligned}$$

எனவே திரான்சிற்றரின் முடிவிடங்கள் சேகரிப்பான்-காலி ஆகியவற்றிற்குக் குறுக்கே உருவாக்கப்படும் அழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ஆனது பின்வருமாறு அமையும்.

$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_{CC} - V_{R_L} \\ &= 12V - 6V \\ &= 6V \end{aligned}$$

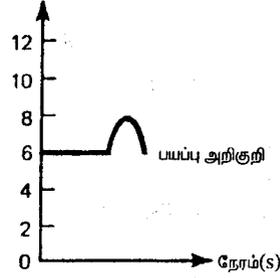
V_B இனது அழுத்தப்பெறுமானம் நேரத்துடன் மாறாது உறுதியாக இருக்கும் வரை, V_{CE} இனது பெறுமானமும் உறுதியாக 6V இலேயே இருக்கும். நாம் இப்பொழுது இவ்விரியலாக்கிச் சுற்றுடன் mV வரிசைமிலான ஆடலோட்ட மின்முதல் ஒன்றினை பெய்ப்பாக இணைப்போமாயின், அவ்வாடலோட்ட முதலிருந்து வெளிவரும் மிகச்சிறிய ஆடலோட்ட மின்னோட்டம், ஏற்கனவே உள்ள 120mA, I_B யுடன் இணைந்து அடி முடிவிடம் B இனூடாக திரான்சிற்றரினுள் உட்செலுத்தப்படும். இதனால் இப்போதுள்ள புதிய அடி மின்னோட்டம் I_B ஆனது நேரத்துடன் ஓர் ஒழுங்கான அலை வடிவில் மாறத்தொடங்கும். அதாவது ஆடலோட்ட அலையின் அலைவகாலம் T இன் ஒரு அரைப்பகுதி நேர இடைவெளி T/2 இல் I_B இனது பெறுமானம் 120μA இலும் சிறிது உயர்வாகவும், மற்றைய அரைப்பகுதி நேர இடைவெளி T/2 இல் I_B இனது பெறுமானம் 120μA இலும் சிறிது குறைவாகவும் அமையும். இவ்வாறு I_B இனது பெறுமானம் கூடிக்குறைவதனால், I_C இனது பெறுமானமும் அதன் 6mA இலிருந்து கூடிக்குறைவத் தொடங்கும். நாம் முன்பு கூறியது போன்று I_B யே, I_C இனது பெறுமானத்தினைக் கட்டுப்படுத்துவதால் இது சாத்தியப் படுகின்றது. இவ்வாறு I_C இனது பெறுமானம் 6mA இலிருந்து கூடிக்குறைவதனால், தடை R_L இற்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாடு V_{R_L} உம் அதன் 6V இலிருந்து கூடிக்குறைவ தொடங்கும். V_{CC} இன் பெறுமானம் எப்பொழுதும் மாறாது நிலையாகவே இருப்பதினால் V_{CE} இனது பெறுமானம் அதன் 6V இலிருந்து குறைந்து-கூடத்தொடங்கும். உரு 3.14 ஆனது விரியலாக்கியின் பயப்பு வோல்ற்றளவு V_{CE} ஆனது எவ்வாறு உருவாக்கப்படுகின்றது என்பதனை தெளிவாகக் காட்டுகின்றது.

பெய்ப்பு அறிகுறி



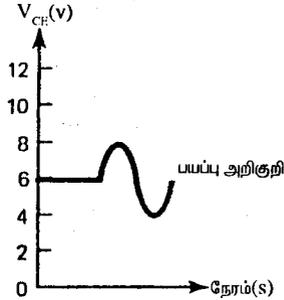
(a) பெய்ப்பு நேரத்துடன் மாறாதபோது பயப்பும் மாறாது உறுதியாக இருக்கின்றது.

பெய்ப்பு அறிகுறி



(b) பெய்ப்பு நேரத்துடன் குறையத் தொடங்கும்போது பயப்பும் நேரத்துடன் அதிகரிக்கிறது.

பெய்ப்பு அறிகுறி



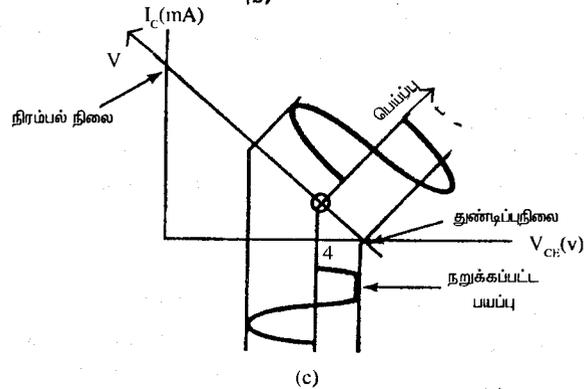
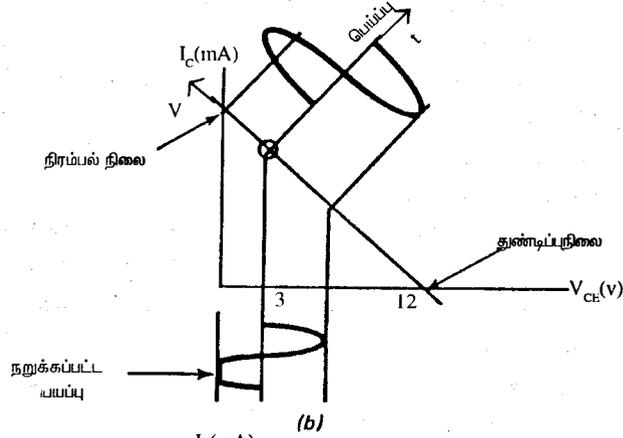
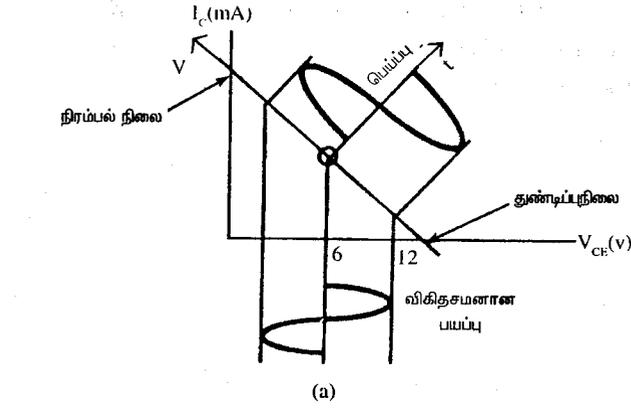
(c) பெய்ப்பு நேரத்துடன் அதிகரிக்கத்தொடங்கும்போது பயப்பு நேரத்துடன் குறைவடைகிறது.

உரு 3.14 விரியலாக்கியொன்றிலே பெய்ப்பு அறிகுறி உருவாக்கப்படும் விதம் (இங்கு பயப்பு அறிகுறியானது அதன் முதல் அரைப்பகுதி நேர இடைவெளி T/2 இல் மறைபெறுமானம் கொண்டுள்ளதாகக் காணப்படுகின்றது)

எனவே இவ்விரியலாக்கிச் சுற்றினது mV வரிசையிலான சிறிய ஆடலோட்டம் ஒன்றினை உள்வாங்கி, அதனை உருபெருக்கி V வரிசையில் வெளிவிடுகின்றது என்பது இப்பொழுது தெளிவாகின்றது. விரியலாக்கியின் வோல்ற்றளவு நயம் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

$$\text{வோல்ற்றளவு நயம்} = \frac{\text{பயப்பு வோல்ற்றளவு}}{\text{பெய்ப்பு வோல்ற்றளவு}}$$

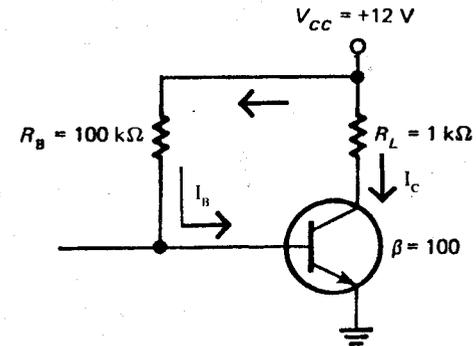
V_B இனது பெறுமானம் குறைவடையும் போது V_{CE} இனது பெறுமானம் அதிகரிப்பதனை உரு 3.14 (b) இலிருந்து நீங்கள் தெளிவாக அவதானிக்கலாம். I_B குறைவடையும்போது, I_C யும் அதனால் V_{R_L} உம் அதிகரிப்பதனால் இது சாத்தியப்படுகின்றது. இதனால் பெய்ப்பிற்கும் பயப்பிற்கும் இடையே எப்பொழுதும் 180° அவத்தை மாற்றம் நிகழும். விரியலாக்கியின் தொழிற்பாட்டிற்கு Q-புள்ளியின் முக்கியத்துவம் பற்றி இவ்வத்தியாயத்தின் ஆரம்பப்பகுதியில் பார்த்தோம். ஒரு விரியலாக்கிச் சுற்றிலிருந்து உச்ச பலனைப் பெற்றுக்கொள்வதற்கு இவ் Q-புள்ளி சுமைக்கோட்டின் நடுப்புள்ளியாக அமைதல் வேண்டுமெனவும் குறிப்பிட்டிருந்தோம். அவ்வாறு நடுப்புள்ளியாக அமைய வேண்டியதன் காரணம் பற்றி இப்பொழுது பார்ப்போம். திரான்சிற்றரினை அதன் உயிர்ப்பு நிலையில் வைத்திருப்பதற்குரிய I_C, V_{CE} இன் பெறுமானங்களை Q-புள்ளி தருகின்றது. நாம் உரு 3.13 இல் விபரித்த பொதுக்காவி விரியலாக்கிச் சுற்றினை மீண்டும் கருதுவோமாயின், இச்சுற்றிலே I_B, I_C, V_{CE} என்பன முறையே $120\mu A, 6mA, 6V$ ஆகிய பெறுமானங்களைக் கொண்டுள்ளன. இங்கு V_{CE} இனது பெறுமானம் $6V$ ஆனது, விரியலாக்கிச் சுற்றுக்கான V_{CC} இன் பெறுமானத்தின் அரைவாசியாகும். எனவே இச்சுற்றின் Q-புள்ளி சுமைக்கோட்டின் நடுவிலே இருக்கும். விரியலாக்கி தொழிற்படும் போது V_{CE} இனது இவ் $6V$ ஆனது நேரத்துடன் கூடிக்கூறாத வண்ணம் இருக்குமென்பது தற்போது தெளிவான ஒன்றாகும். நாம் கருத்திலே எடுத்த இச்சுற்றைப் பொறுத்த வரையில் V_{CE} ஆனது அதன் $6V$ இலிருந்து நேரத்துடன் அதிகரிக்கும் போதோ அல்லது குறையும்போதோ திரான்சிற்றர் தொடர்ந்தும் அதன் உயிர்ப்பு நிலையிலேயே இருக்கின்றது. இதனால் சமச்சீரான விகிதசமமாக விரிவாக்கப்பட்ட அறிகுறி திரான்சிற்றரின் முடிவிடங்கள் C-E இற்குக் குறுக்கே பயப்பாகக் கிடைக்கின்றது. உரு 3.15 (a) இதனை தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. இப்பொழுது நாம் தடை R_L இனது பெறுமானத்தினை $1k\Omega$ இலிருந்து $1.5k\Omega$ ஆக அதிகரிப்போமானால், V_{R_L} இனது புதிய பெறுமானம் $6mA \times 1.5k\Omega = 9V$ ஆக அதிகரிக்கும். எனவே V_{CE} இனது



உரு 3.15 செயற்பாட்டுப் புள்ளிகளின் ஒப்பீடு

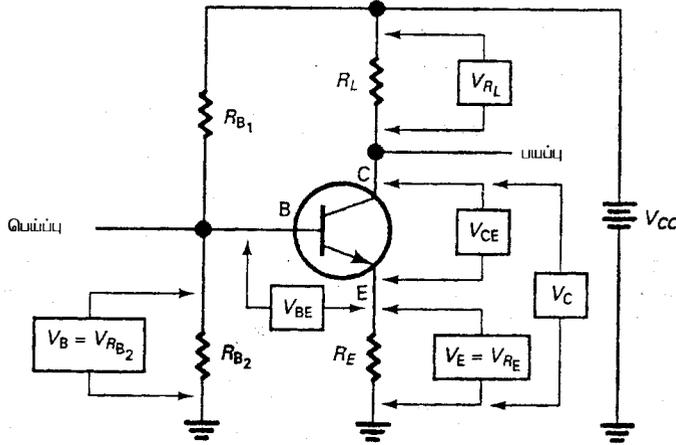
புதிய பெறுமானம் 3V ஆகக் குறையும். இந்நிலையில் Q - புள்ளியானது அதன் முன்னைய நிலையிலிருந்து விலகி சுமைக்கோடு வழியே மேல் நோக்கி அசைகின்றது. அதாவது திரான்சிற்றர் அதன் உயிர்ப்புநிலை - நிரம்பல்நிலை பிரதேச எல்லையினை நோக்கி நகர்கின்றது. விரியலாக்கி இயங்கும்போது, I_C ஆனது 6mA இலிருந்து அதிகரிக்கும் நேர இடைவெளியிலே திரான்சிற்றர் உயிர்ப்பு நிலையிலிருந்து நிரம்பல் நிலைக்கு மாறும் வாய்ப்புக் காணப்படுகின்றது. இதனால் திரான்சிற்றரின் முடிவிடங்கள் C-E குறுக்கே உருவாக்கப்படும் பயப்பின் ஒரு பகுதி நறுக்கப்படுகின்றது. உரு 3.15 (b) இதனை தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. இவ்வாறே R_L இனது பெறுமானம் $1k\Omega$ இலிருந்து குறைந்த ஒரு பெறுமானமாகிய $0.5k\Omega$ இற்குக் குறைக்கப்பட்டால், V_{CE} இனது பெறுமானமும் 9V ஆக உயர்வடையும். அதாவது Q - புள்ளி, சுமைக்கோடு வழியே கீழே இறங்கி உயிர்ப்புநிலை தூண்டிப்புநிலை பிரதேச எல்லையினை அண்மிக்கின்றது. இந்நிலையில் I_C ஆனது 6mA இலிருந்து குறையும் நேர இடைவெளியின் போது V_{CE} இனது மறுபகுதி நறுக்கப்படுகின்றது. உரு 3.15 (c) இதனை தெளிவாகக் காட்டுகின்றது. எனவே விரியலாக்கியிலிருந்து விகிதசம விரியலாக்கத்தினைப் பெற்றுக் கொள்வதற்கு திரான்சிற்றரினை அதன் உயிர்ப்பு நிலையில் வைத்திருப்பது மிகவும் அவசியமாகும். திரான்சிற்றரானது விரியலாக்கத் தொழிற்பாட்டின் போது நிரம்பல் நிலைக்கோ அல்லது தூண்டிப்பு நிலைக்கோ தாவுவது தடுக்கப்படல் வேண்டும். Q புள்ளியினை, சுமைக்கோட்டின் நடுப்புள்ளியாக தெரிவு செய்வதன் மூலம் இதனைத் தவிர்த்துக் கொள்ளலாம்.

3.6 உறுதியான விரியலாக்கிச் சுற்றுகள் :-



உரு 3.16 உயர் β பெறுமானமுடைய பொதுக்காலி விரியலாக்கி

நாம் உரு3.13 இலே ஆராய்ந்த பொதுக்காலி விரியலாக்கிச் சுற்றானது, விரியலாக்கியாகத் தொழிற்பட்டாலும், தொடர்ச்சியான பாவனைக்கு உகந்த ஒரு சுற்றாக அமையமாட்டாது. நாம் முன்னரே தெரிவித்தது போன்று திரான்சிற்றர் ஒன்றினுடைய மின்னோட்ட நயம் β ஆனது திரான்சிற்றருக்குத் திரான்சிற்றர் வேறுபடுவது மட்டுமன்றி, வெப்பநிலையிலேயும் தங்கியுள்ளது. உதாரணமாக உரு 3.16 இலே காட்டியவாறு இச்சுற்றிலேயுள்ள தடைகளின் பெறுமானங்களை மாற்றாது திரான்சிற்றரினை அதன் β இன் பெறுமானம் 100 ஆகவுள்ள பிற்தொரு திரான்சிற்றரினால் மாற்றுவோமாயின் I_C இனது புதிய பெறுமானம் $100 \times 120\mu A = 12mA$ ஆக உயர்ந்துவிடும். இதனால் தடை R_L இற்குக் குறுக்கேயான அழுத்த வித்தியாசம் $12mA \times 1k\Omega = 12V$ ஆக உயர V_{CE} இனது பெறுமானம் பூச்சியமாகிவிடும். அதாவது திரான்சிற்றர் நிரம்பல் நிலைக்கு வந்து விடுகின்றது. அத்துடன் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம் கூட குறித்த ஒரு திரான்சிற்றரினை அதன் உயிர்ப்பு நிலையிலிருந்து நிரம்பல் நிலைக்கு மாற்றக்கூடியது. அதாவது இச்சுற்றானது β இற்கு அதிக உணர்திறன் கொண்டதாகக் காணப்படுகின்றது. எனவே β இல் பெரிதும் தங்கியிராத உறுதியான சுற்றினை அமைப்பது அவசியமாகின்றது.



உரு 3.17 உறுதியான பொதுக்காலி விரியலாக்கிச் சுற்று

உரு3.17ஆனது ஓர் உறுதியான பொதுக்காலிச் சுற்றமைப்பினைக் காட்டுகின்றது. இங்கு மேலதிகமாக R_{B_2}, R_E எனும் இருதடைகள் உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளன. R_{B_2} ஆனது புவி சார்பான திரான்சிற்றரின் அடி அழுத்தம் V_B இனை உறுதியாக பேணுவதற்கு உதவுகின்றது. இப்பொழுது நாம் இச்சுற்றிலே V_{CE} இனது பெறுமானம் எவ்வாறு துணியப்படலாம் எனப்பார்ப்போம்.

தடை R_{B_2} இற்கு குறுக்கேயான அழுத்தமே V_B இன் பெறுமானமாகும். எனவே V_B இனது பெறுமானம் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படலாம்.

$$V_B = \frac{R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} \times V_{CC} \quad \text{--- (3.1)}$$

சிலிக்கன் வகை திரான்சிற்றர்களுக்கு V_{BE} இனது பெறுமானம் 0.7V ஆக அமைவதினால் தடை R_E இற்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு V_{R_E} ஆனது பின்வருமாறு அமையும்.

$$V_{R_E} = V_B - 0.7V \quad \text{--- (3.2)}$$

எனவே நாம் இப்பொழுது காலி மின்னோட்டம் I_E இனைக் கணிப்பிட முடியும்.

$$I_E = \frac{V_{R_E}}{R_E} \quad \text{--- (3.3)}$$

$I_E = I_C + I_B$ ஆக இருந்தபோதிலும் I_C ஆனது mA வரிசையிலும் I_B ஆனது μA வரிசையிலும் காணப்படுவதினால் I_E ஆனது அண்ணளவாக I_C இற்கு சமன் என எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

$$I_E \approx I_C \quad \text{--- (3.4)}$$

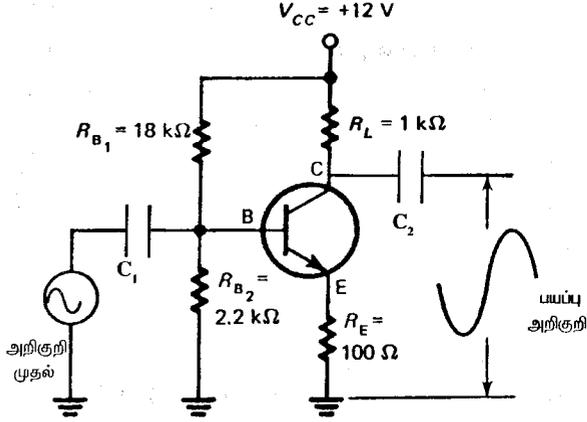
எனவே இப்போது தடை R_L இற்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாடு V_{R_L} இனைக் கணிப்பிட முடியும்.

$$V_{R_L} = I_C \times R_L \quad \text{--- (3.5)}$$

இப்பொழுது, கேர்ச்சோவின் விதியினை சுற்றின் வலது பக்கத்திற்குப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் V_{CE} இனது பெறுமானத்தினைக் கணிப்பிடலாம்.

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{R_L} - V_{R_E} \quad \text{--- (3.6)}$$

மேலே நாம் உபயோகித்த எந்த ஒரு சமன்பாட்டிலும் β ஆனது சம்மந்தப்படவில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்க ஓர் அம்சமாகும். அதாவது β இனது மாற்றமானது V_{CE} இனைப் பாதிக்கமாட்டாது எனலாம். இது எவ்வாறு நிகழ்கின்றது என விளங்கிக் கொள்வதற்கு உரு 3.18 இலுள்ள உதாரண சுற்றினைக் கருதுவோம்.



உரு 3.18 பாவனைக்குரிய பொதுக்காலி விரியலாக்கி

நாம் மேலே கூறிய ஒழுங்குமுறையினைப் பின்பற்றி V_{CE} இனது பெறுமானத்தினைக் கணிப்பிடுவோம்.

V_B இனது பெறுமானமானது பின்வரும் சமன்பாட்டிலிருந்து கணிக்கலாம்.

$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC}$$

$$= \frac{2.2\text{k}\Omega}{18\text{k}\Omega + 2.2\text{k}\Omega} \times 12\text{V}$$

$$= 1.307\text{V}$$

V_{R_E} இனது பெறுமானமானது பின்வருமாறு அமையும்.

$$V_{R_E} = V_B - 0.7\text{V}$$

$$= 1.307\text{V} - 0.7\text{V}$$

$$= 0.607\text{V}$$

I_E இனது பெறுமானம்

$$I_E = \frac{V_{R_E}}{R_E}$$

$$= \frac{0.607\text{V}}{100\Omega} = 6.07\text{mA}$$

எனவே $I_C = I_E = 6.07\text{mA}$ ஆகும்

V_{R_L} இனது பெறுமானம் பின்வருமாறு அமையும்

$$V_{R_L} = I_C R_L$$

$$= 6.07\text{mA} \times 1\text{k}\Omega$$

$$= 6.07\text{V}$$

எனவே V_{CE} இனது பெறுமானம் பின்வருமாறு அமையும்

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{R_L} - V_{R_E}$$

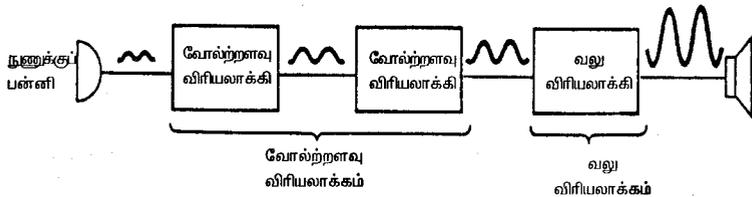
$$= 12\text{V} - 6.07\text{V} - 0.607\text{V}$$

$$= 5.32\text{V}$$

V_{CE} இனது பெறுமானம் அண்ணளவாக V_{CC} இன் அரைப் பெறுமானத்திற்குச் சமனாக இருப்பதினால் இவ்விரியலாக்கியினை உபயோகித்து அண்ணளவாக 5V வரையான வீச்சமுடைய பயப்பு அறிகுறிகளைப் பெறமுடியும்

வெப்பநிலை போன்ற காரணிகளால் β இல் மாற்றம் ஏற்பட்டு I_C ஆனது தனது 6.07mA இலிருந்து அதிகரிக்க முற்பட்டால் V_{R_E} இனது பெறுமானமும் அதன் 0.607V இலிருந்து அதிகரிக்கும். V_B இனது பெறுமானம் எப்பொழுதும் உறுதியாகவே இருப்பதனால் V_{R_E} இல் ஏற்படும் இவ் அதிகரிப்பானது V_{BE} இனை அதன் 0.7V இலிருந்து சற்றுக் குறைவடையச் செய்யும். சமன்பாடு 3.2 ஆனது இதனை விளக்குகின்றது. இவ்வாறு V_{BE} குறைவடைவதால் I_B இனது பெறுமானமும் அதன் முன்னைய பெறுமானத்திலிருந்து சற்றுக் குறைவடையும். உரு 3.7 இலுள்ள I_B எதிர் V_{BE} வரைபினை அவதானிப்பதன் மூலம் இதனை விளங்கிக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு I_B குறைவடைதால் I_C யும் அதன் அதிகரித்த பெறுமானத்திலிருந்து குறைவடையும். அதாவது இச்சுற்றிலே β இல் மாற்றம் ஏற்பட்டு அதன் காரணமாக I_C அதிகரிக்க முற்படும்போது, தடை R_E ஆனது I_B இனது பெறுமானத்தினை சிறிது குறைவடையச் செய்வதன்

மூலம் I_C இன் அதிகரிப்பினைத் தடுக்கின்றது. இதனால் V_{CE} இனது பெறுமானம் உறுதியாகப் பேணப்படுகின்றது. அதாவது I_C இனது பெறுமானத்தினை மாறாது பேணுவதற்காக தடை R_E ஆனது I_E இனது ஒரு பகுதியினை மறையாக I_B இனூடு பின்னூட்டல் செய்கின்றது எனலாம். இதனால் இச்சுற்றானது மறை பின்னூட்டல் சுற்று எனவும் அழைக்கப்படும். நாம் இதுவரை பார்த்த சுற்றுகள் விரியலாக்கிகள் எனும் பரந்த பாடத் திட்டத்தின் ஒரு சிறிய பகுதியேயாகும். இச்சுற்றுகளில் ஒரே ஒரு திரான்சிற்றர் மட்டுமே உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் இவ்வகைச் சுற்றுகள் தனிநிலை விரியலாக்கிகள் (single stage amplifiers) என பொதுவாக அழைக்கப்படும். நாம் நாளாந்தம் பாவிக்கும் உபகரணங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திரான்சிற்றர்கள் உபயோகிக்கப்பட்ட சிக்கலான சுற்றுகளை நீங்கள் அவதானித்திருக்கலாம். இரு திரான்சிற்றர்களை உபயோகித்து வடிவமைக்கப்பட்ட விரியலாக்கிச் சுற்றுகள் இருநிலை விரியலாக்கிகள் (two stage amplifiers) என அழைக்கப்படுகின்றது. இவை தவிர மூன்று திரான்சிற்றர்களை உபயோகித்த சுற்றுகள் மூன்று நிலை விரியலாக்கிகள் (three stage amplifiers) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. இவைகள் மட்டுமன்றி பெரிய அறிகுறிகளை கையாளக் கூடிய வலு விரியலாக்கிகளும் உபகரணங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இருந்த போதிலும், பொதுவாக உபகரணங்களிலுள்ள சிக்கலான விரியலாக்கிச் சுற்றுகளின் ஆரம்பத்தில் நாம் பார்த்த வோல்ற்றளவு விரியலாக்கிச் சுற்றுகள் காணப்படும். உதாரணமாக ஒலிபெருக்கியை எடுத்துக்கொண்டால் நுணுக்குப்பன்னியில் (microphone) இருந்து வெளிவரும் அறிகுறி mV வரிசையிலேயே இருக்கும். எனவே இவற்றினை முதலில் வோல்ற்றளவு விரியலாக்கிகளூடு உட்செலுத்தி இவற்றின் வோல்ற்றளவினை உருப்பெருக்கிய பின்பே, வலு விரியலாக்கிகளூடு உட்செலுத்தப்பட்டு ஒலியின் வலு உயர்த்தப்படும். உரு3.19 இதனை காட்டுகின்றது.



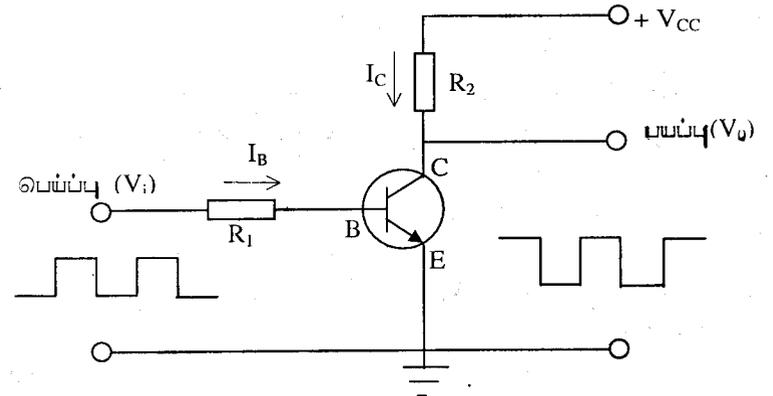
உரு 3.19 ஓர் ஒலி பெருக்கி கொண்டுள்ள பகுதிகள்

இவ்வாறு அறிகுறியானது பல தடவை உருப்பெருக்கப்பட வேண்டிய தேவை ஏற்படும் போது பலவித பிரச்சனைகளும் எழுகின்றன. தேவை

க்கு ஏற்ப இலத்திரனியல் சாதனங்களின் பரிமாணம் குறைக்க முடியாதிருப்பதுடன் இரைச்சல்கள், அறிகுறி திரிபடைதல் ஆகியவையும் எழுகின்றன. இவ்வாறான பிரச்சனைகள் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்களை (Integrated circuit) உபயோகிப்பதன் மூலம் பெருமளவில் நிவர்த்தி செய்யப்படுகின்றன. இதனைப்பற்றி அடுத்துவரும் அத்தியாயத்திலே விரிவாகப் பார்ப்போம்

3.7 திரான்சிற்றர் ஆளியாகத் தொழிற்படுதல்

திரான்சிற்றர் ஒன்று இயங்கும்போது, அது துண்டிப்பு நிலை, உயிர்ப்பு நிலை, நிரம்பல் நிலை எனும் மூன்று விதமான நிலைகளை எடுக்கவல்லது என்பது பற்றி நாம் முன்பு பார்த்தோம். திரான்சிற்றரானது விகிதசம விரியலாக்கியாகத் தொழிற்படவேண்டுமாயின் அது உயிர்ப்புநிலையில் இருத்தல்வேண்டும் என்பது பற்றியும் பார்த்தோம். திரான்சிற்றரின் மற்றைய இரு நிலைகளாகிய துண்டிப்புநிலை, நிரம்பல்நிலைகளின் உபயோகம் பற்றி இப்பகுதியிலே பார்ப்போம். திரான்சிற்றர் ஒன்றினை அதன் துண்டிப்புநிலை, நிரம்பல் நிலை ஆகியவற்றுக்கிடையே சடுதியாக நிலைமாற்றுவதன் மூலம் அதனை ஓர் ஆளியாகத் தொழிற்பட வைக்க முடியும்.



உரு 3.20 திரான்சிற்றர்-ஆளி சுற்றமைப்பு

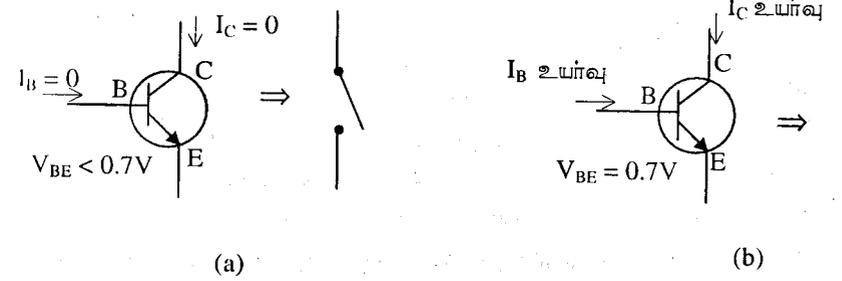
உரு3.20 ஆனது திரான்சிற்றர் ஆளியினது எளிய அமைப்பொன்றினைக் காட்டுகின்றது. இங்கு திரான்சிற்றருடன் இருதடைகள் R_1, R_2 உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளன. பெய்ப்பு V_i ஆனது திரான்சிற்றரின் அடிகாலி முடிவிடங்களுக்கிடையே வழங்கப்படுகின்றது. விரியலாக்கிச் சுற்றுகளைப்போல் அல்லாது இங்கு V_i ஆனது இரு பெறுமானங்களைக் கொண்ட துடிப்புக்களைக்

கொண்டது. அவையாவன பூச்சிய அழுத்தம், உயர் அழுத்தம் (V_{BE} வரிசை) ஆகும். இவ்வயர் பெறுமானத்தின் போது திரான்சிற்றரின் அடிமுடி விடத்திற்குப் பாய்முற்படும் உயர் மின்னோட்டம் I_B இனால் திரான்சிற்றர் நிரந்தரமாகப் பழுதடைய வாய்ப்புண்டு. இதனால் தடை R_1 உபயோகிக்கப் பட்டு I_B இனது அளவு கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. பெய்ப்பு இரு பெறுமானங்களையே கொண்டிருப்பதால் பயப்பும் இரு பெறுமானங்களையே எடுக்கும். அவற்றில் ஒன்று உயர் அழுத்தமாகவும் (V_{CC} இன் பெறுமானம்) மற்றையது பூச்சிய அழுத்தமாகவும் இருக்கும். நாம் இப்பொழுது இச் சுற்று எவ்வாறு இயங்குகின்றது என விரிவாக பார்ப்போம்.

சுற்றின் வலப்பகுதிக்கு கேர்ச்சோவின் விதியினைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் பின்வரும் சமன்பாட்டினை பெறமுடியும்.

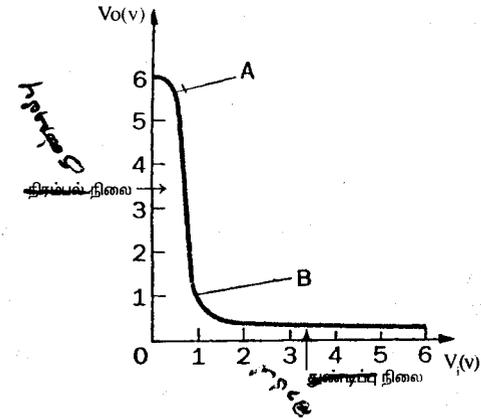
$$V_o = V_{CC} - I_C R_2 \quad \text{--- (3.7)}$$

V_i இனது பெறுமானம் பூச்சியமாக உள்ளபோது I_B இனது பெறுமானமும் பூச்சியமே ஆகும். எனவே I_C இனது பெறுமானமும் பூச்சியமாகும். அதாவது திரான்சிற்றர் துண்டிப்புநிலையில் இருக்கும். தடை R_2 இனூடு மின்னோட்டம் பாயாது என்பதால் V_o இனது பெறுமானம் V_{CC} இற்குச் சமனாகும். சமன்பாடு (3.7) ஆனது இதனை விளக்குகின்றது. இப்போது V_i இனது பெறுமானம் பூச்சியத்திலிருந்து சடுதியாக ஓர் உயர் பெறுமானத்திற்கு (அண்ணளவாக V_{CC} இன் பெறுமானத்திற்கு) அதிகரிக்கப்பட்டால், கணிசமான அளவு I_B திரான்சிற்றரின் அடிமுடிவிடத்தினூடு பாயும். இதனால் திரான்சிற்றர் நிரம்பல் நிலையடைந்து அதிகளவு மின்னோட்டம் I_C இற்கு வழிவகுக்கும். தடை R_2 வின் பெறுமானம் பெரியதாக இருப்பதனால், ஏறத்தாழ V_{CC} இன் முழு அழுத்தமும் தடை R_2 இற்கு குறுக்கே விழுந்துவிடும். இதனால் V_o இனது பெறுமானம் அண்ணளவாக பூச்சியமாகும். சமன்பாடு (3.7) ஆனது இதனை விளக்குகின்றது. அதாவது இங்கு $I_C R_2$ இனது பெறுமானம் V_{CC} இனை அணுகும்போது V_o பூச்சியமாகின்றது. எனவே உரு 3.20 உள்ள சுற்றிலே V_i இனது பெறுமானம் பூச்சியமாகும் போது திரான்சிற்றர் துண்டிப்பு நிலையினை அடைந்து திறந்த ஆளி போன்று தொழிற்படுகின்றது. V_i இனது பெறுமானம் உயர்வாக உள்ள போது திரான்சிற்றர் நிரம்பல் நிலையடைந்து மூடிய ஆளி போன்று தொழிற்படுகின்றது. இவ்விரு நிலைகளையும் நாம் உரு 3.21 காட்டியது போன்று குறிப்பிடலாம்.



உரு 3.21 திரான்சிற்றரின் சாதாரண ஆளிக்கு ஒப்பிடல்
(a) திறந்த நிலை (b) மூடிய நிலை

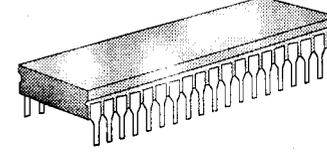
இவ்வகைச் சுற்றிலே பயப்ப V_o ஆனது பெய்ப்பு V_i உடன் எவ்வாறு மாறுகின்றது என்பதனை உரு 3.22 உள்ள வரைபு காட்டுகின்றது.



உரு 3.22 திரான்சிற்றர் ஆளி சுற்றொன்றிலே பயப்பானது பெய்ப்புடன் மாறும் விதம்.

V_i இனது பெறுமானம் 0 இருந்து 0.7V இனை அடையும் வரை திரான்சிற்றர் துண்டிப்புப் பிரதேசத்தில் காணப்படும். இந்நிலையில் பயப்ப V_o இனது பெறுமானம் V_{CC} ஆகும். V_i ஆனது 0.7V இலிருந்து சற்று அதிகரிக்கும்போது திரான்சிற்றர் உயர்ப்புநிலைக்கு மாறுகின்றது. V_i ஆனது மேலும் அதிகரிக்கப்பட திரான்சிற்றர் நிரம்பல் நிலைக்கு மாறுகின்றது. நாம் முன்பு பார்த்த விரியலாக்கி வரைபுகளில் திரான்சிற்றர் கணிசமான அளவு உயிர்ப்புநிலை வீச்சினைக் கொண்டிருந்தது. ஆனால் இவ்வகை

4.0 ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் (ICs) (Integrated Circuits)



இலத்திரனியல் வரலாற்றிலே மிகமுக்கிய ஒரு தனி நிகழ்வாக திரான்சிற்றரின் கண்டுபிடிப்பு விளங்குகின்றது. இதற்கு அடுத்த முக்கிய நிகழ்வாக 1960ம் ஆண்டுகளில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்களின் உருவாக்கம் அமைகின்றது. திரான்சிற்றரின் கண்டுபிடிப்பால் இலத்திரனியல் உபகரணங்களில் அளவு சிறியதாக மாற்றம் பெற்றது. ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்களின் வருகையால் இலத்திரனியல் உபகரணங்களின் அளவு மேலும் சிறிதாகியது. அத்துடன் குறைந்த வலுத்தேவை கொண்டதும் சிறந்த நம்பகத்தன்மையுடையதுமாகிய நுண் இலத்திரனியல் உபகரணங்களின் தோற்றத்திற்கு இவ்வொருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் வழிவகுத்தன.

ஒருங்கிணைந்த சுற்று என்பது சிறிய குறைகடத்திப் பளிங்கு ஒன்றில் இலத்திரனியல் மூலகங்களான திரான்சிற்றர்கள், தடைகள், கொள்ளளவிகள், இருவாயிகள் என்பவற்றைப் பெருமளவில் கொண்ட ஒரு முழுமையான இலத்திரனியல் சுற்றாகும். பொதுவாக இக்குறைகடத்தித் துண்டின் பரிமாணம் ஏறக்குறைய 1mm x 3mm x 3mm ஆகக் காணப்படுகின்றது. ஆரம்பத்தில் நூற்றுக்கணக்கான இலத்திரனியல் மூலகங்களை உள்ளடக்கிய இச்சிறிய பரிமாணத்தில் இன்று இலட்சக்கணக்கான இலத்திரனியல் மூலகங்களை உள்ளடக்கக்கூடிய அளவிற்குத் தொழில்நுட்பம் வளர்ந்துள்ளது.

இன்றைய நவீன உலகில் பயன்படுத்தப்படும் இலக்கக்கடிகாரம் தொடக்கம் நடமாடும் தொலைபேசி வரையான இலத்திரனியல் உபகரணங்களிலும், பகல் தொடக்கம் இன்றென்ற வரையான தகவல் தொடர்பாடல்களிலும் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்களே அவற்றின் உச்ச பயன்பாட்டு நிலைக்கு மிகமுக்கிய காரணியாக அமைகின்றன.

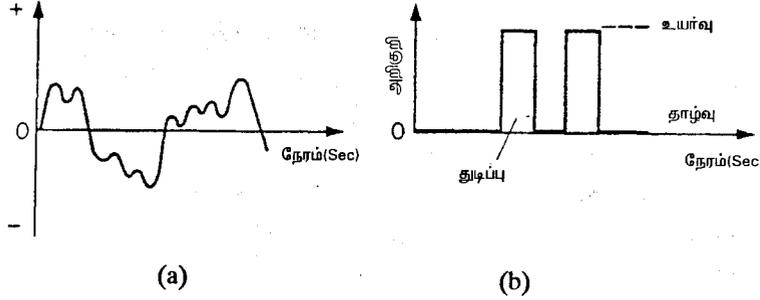
பொதுவாக இலத்திரனியல் தொகுதிகள் இருவகையான தகவல் அறிகுறிகளைக் கையாளுகின்றன. அவையாவன விகிதசம அல்லது ஒப்புளித் தகவல் சைகைகள் (Analog signals), இலக்கத் தகவல் சைகைகள்

ஆளிச் சுற்றுக்களில் உயிர்ப்பு நிலையின் வீச்சு மிகவும் சிறியதாகும். இவ்வகைச் சுற்றுக்களில் I_B இனது பெறுமானம் உயர்வாக இருப்பதே இச்சிறிய வீச்சுக்குக் காரணமாகும். இவ்வாறு I_B இனது பெறுமானம் உயர்வாக உள்ள போதும், V_{BE} இனது பெறுமானம் எப்போதும் 0.7V இலும் பார்க்க அதிகரிக்கமாட்டாது. இவ்வகை ஆளிச்சுற்றுகள் இலக்க ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்களிலே உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவை பற்றியும் அடுத்துவரும் அத்தியாயத்தில் தெளிவாகப் பார்ப்போம்.

தொகுப்பு

- ★ n-p-n திரான்சிற்றரில் பிரதான சுமைக்காவி சுயாதீன இலத்திரன் களாகவும், p-n-p திரான்சிற்றரில் பிரதான சுமைக்காவி துளைகளாகவும் இருக்கும். விரைவான தொழிற்பாட்டிற்கு n-p-n திரான்சிற்றர்களே சிறந்தது. ஏனெனில் மின்புலமொன்றில் இலத்திரன் நகர்வுக்கதி துளையின் கதியை விட உயர்வு.
- ★ திரான்சிற்றரில் அடியானது மெல்லியதாகவும், குறைந்தளவில் மாசுபடுத்தப்படும் இருக்கும். காலி மிகையாக மாசுபடுத்தப்பட்டிருக்கும்.
- ★ திரான்சிற்றர் ஒன்று செவ்வனே தொழிற்பட காலி (E)-அடி (B) சந்தி முன்முகக்கோடலிலும், அடி (B)-சேகரிப்பான் (C) சந்தி பின்முகக்கோடலிலும் இணைக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.
- ★ திரான்சிற்றரானது மூன்று வித உருவமைப்புகளில் இணைக்கலாம். அவையாவன பொதுக்காலி உருவமைப்பு, பொது அடி உருவமைப்பு, பொது சேகரிப்பான் உருவமைப்பு.
- ★ இவ்வருவமைப்புகளில் பெய்ப்பு-பயப்பு சிறப்பியல்பு வரைபுகள் மூன்று பிரதேசங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவையாவன உயிர்ப்புப் பிரதேசம், நிரம்பல் பிரதேசம், துண்டிப்புப் பிரதேசம். உயிர்ப்புப் பிரதேசம் விரியலாக்கித் தேவைகளுக்கும், மற்றைய பிரதேசங்கள் ஆளித்தேவைகளுக்கும் பயன்படுத்தக்கூடியன.
- ★ பொது அடி விரியலாக்கியின் மூலம் கணிசமான அளவு அழுத்த நயமும், பொது சேகரிப்பான் விரியலாக்கியின் மூலம் கணிசமான மின்னோட்ட நயமும் பெறக்கூடியதாக இருக்கும். ஆனால் பொதுக்காலி விரியலாக்கி மூலம் கணிசமான அழுத்த நயமும், மின்னோட்ட நயம் பெறப்படுவதால் உயர் வலு நயமும் பெறலாம்.

(Digital signals) என்பனவாகும். ஒப்புளித் தகவல் அறிகுறிகள் ஒப்பமாகவும், தொடர்ச்சியாகவும் மாறக் கூடியவை. ஒலிச்செறிவு இதற்கு ஓர் எளிய உதாரணமாகும். ஆனால் இலக்க தகவல் அறிகுறிகள் இருநிலையான பெறுமானங்களை மட்டுமே கொண்டிருக்கக்கூடியவை. கணிப்பான்கள் இதற்கு சிறந்த உதாரணங்களாகும். உரு 4.1 இரு வகையான தகவல் அறிகுறிகளை வேறுபடுத்திக் காட்டுகின்றது.



உரு 4.1 (a) ஒப்புளி அறிகுறி (b) இலக்க அறிகுறி

தகவல்கள் ஒப்புளி அறிகுறிகளாகவோ அல்லது இலக்க அறிகுறிகளாகவோ இலத்திரனியல் சுற்றுக்களில் கையாளப்படுகின்றன. ஒருங்கிணைந்த சுற்று (IC) ஒன்று அதன் தகவல்களைக் கையாளும் வகையை வைத்து இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. விகிதசம அல்லது ஒப்புளி ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் (Linear or analog Integrated circuits)
2. இலக்க ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் (Digital Integrated circuits)

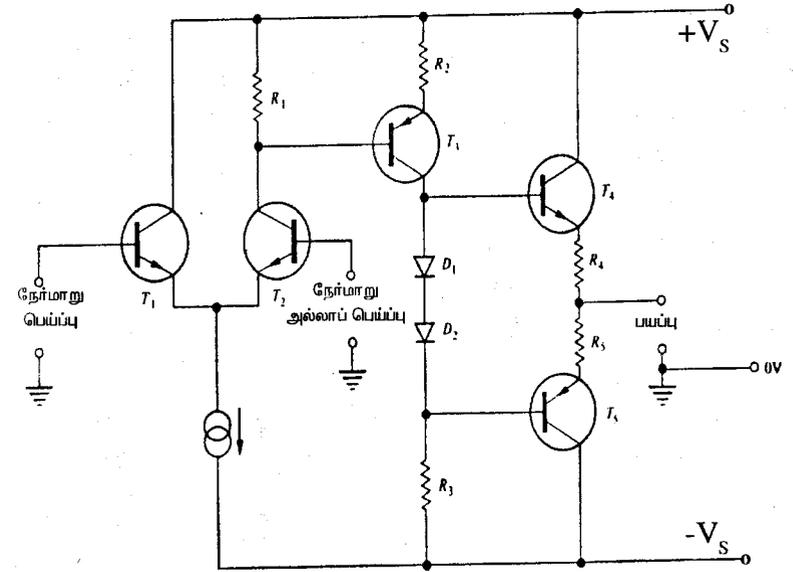
4.1 ஒப்புளி ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள்

இந்த வகை ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்களில் பல விரியலாக்கிச் சுற்றுக்கள் காணப்படுகின்றன. இவை தகவல்களை மின்னோட்ட அல்லது அழுத்த அறிகுறிகளாகக் கையாளுகின்றன. பொதுவாக இங்கு பயன்படுத்தப்படும் அலைவடிவம் உயர்வு, இழிவுப் பெறுமானங்களுக்கிடையே ஒப்பமாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் மாற்றமடைகின்றது. இவ்வகை அலைவடிவங்களின் பயன்பாடானது பெய்ப்புக்கு நேர்விகித சமனாக மாற்றமடைகின்றன. இவ்வாறான அலைவடிவங்களைக் கையாளும், செயற்பாட்டு விரியலாக்கி என்ற ஒப்புளி ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்களை நோக்குவோம்.

4.1.1 செயற்பாட்டு விரியலாக்கி (Operational Amplifier)

செயற்பாட்டு விரியலாக்கி என்பது உயர்நயம் கொண்ட ஓரளவான இலட்சிய விரியலாக்கிச் சுற்றாகும். இவ்வகை விரியலாக்கிச் சுற்றைப்பயன்படுத்தி விரியலாக்கிச் செயற்பாட்டை மட்டுமன்றி, கூட்டல், பெருக்கல், தொகையிடல் போன்ற கணிதச் செயற்பாடுகளையும் மேற்கொள்ளலாம். இதனால் இவ்வகை விரியலாக்கிகள் செயற்பாட்டு விரியலாக்கிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

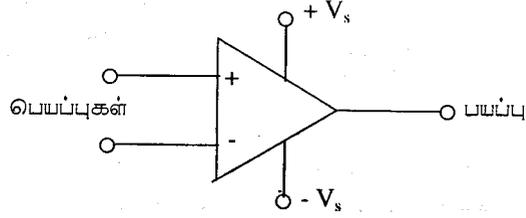
செயற்பாட்டு விரியலாக்கி ஒன்றின் அமைப்பைக் கருதின் இவை பல திரான்சிற்றர் விரியலாக்கிச் சுற்றுக்களை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைத்த சிக்கலான சுற்றாக காணப்படுகின்றது. வழமையான பயன்பாட்டில் உள்ள 741 என்ற செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் அமைப்பை உரு 4.2 காட்டுகின்றது. இங்கு ஐந்து முடிவிடங்கள் காணப்படுவதை அவதானிக்கலாம்.



உரு 4.2 741 இலக்க செயற்பாட்டு விரியலாக்கி ஒன்றின் உட்புறசுற்று

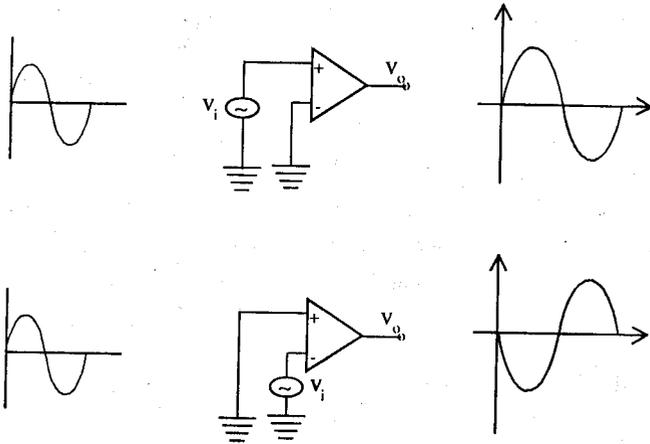
இங்கு ஒரு பயப்பு முடிவிடமும், இரு பெய்ப்பு முடிவிடங்களும் காணப்படுகின்றன. அத்துடன் செயற்பாட்டு விரியலாக்கியை இயக்கத் தேவையான அழுத்த முதலை இணைப்பதற்கென மற்றைய இரு முடி

விடங்களும் காணப்படுகின்றன. சமனான நேர், மறை அழுத்தங்கள் $\pm V_s$ ஐ வழங்கும் இரட்டைச் சமச்சீர் வலுவழங்கியை உபயோகிப்பதன் மூலம் செயற்பாடு மிகவும் ஏற்றதுடையதாக்கப்படுகின்றது. இச்சிக்கலான சுற்றை உரு 4.3 மூலம் எளிதாகக் காட்டலாம்.



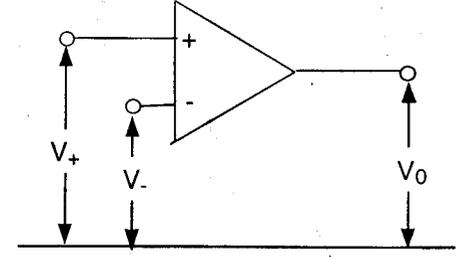
உரு 4.3 செயற்பாட்டு விரியலாக்கிச் சுற்று ஒன்றின் குறியீட்டு வடிவம்

பெய்ப்பு முடிவிடங்கள் "-", "+" என்ற குறியீட்டினால் வேறு பிரிக்கப்படுகின்றன. இவை முறையே நேர்மாறு, நேர்மாறல்லா முடிவிடங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. நேர்மாறல்லா முடிவிடத்திற்குடாகப் பிரயோகிக்கப்படும் அழுத்த அறிகுறி அவத்தை மாற்றம் அடையாது வெளியேறுகின்றது. நேர்மாறு முடிவிடத்திற்குடாக பிரயோகிக் கப்படும் அழுத்த அறிகுறி 180° அவத்தை மாற்றத்திற்கு உள்ளாகின்றது.



உரு 4.4 செயற்பாட்டு விரியலாக்கி ஒன்றின் அலையின் அவத்தை மாற்றம்

செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் சிறப்பியல்புகள்



உரு 4.5 செயற்பாட்டு விரியலாக்கி ஒன்றின் அழுத்தக் குறியீட்டுகள்

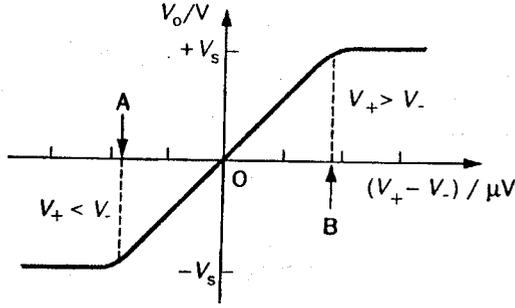
செயற்பாட்டு விரியலாக்கி ஒன்று பின்வரும் மூன்று முக்கிய சிறப்பு இயல்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

- * செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் பயப்புத் தடையானது மிகக் குறைவாகக் காணப்படுகின்றது ($\sim 10^2 \Omega$). இதனால் பயப்புத்தடையிலும் பார்க்க மிகக் கூடிய பெறுமானம் உடைய சுமைகள் மிகக்குறைந்த இழப்புடன் பயப்பு அழுத்தத்தைப் பெறக்கூடியதாக இருக்கும்.
- * இதன் பெய்ப்புத் தடையானது மிக உயர்வாகக் காணப்படும் ($\sim 10^6 \Omega$). இதனால் பெய்ப்பு முடிவிடங்களுக்கிடையே மிகச்சிறிய புறக்கணிக்கத்தக்க மின்னோட்டமே காணப்படும். எனவே நேர்மாறு முடிவிடமும், நேர்மாறு அல்லா முடிவிடமும் அண்ணளவாக ஒரே அழுத்தத்தில் உள்ளதாகக் கருதலாம். ($V_+ = V_-$)
- * மிக உயர்வான அழுத்தநயம் கொண்டதாகக் காணப்படுகின்றது. இவ் அழுத்தநயம் திறந்த தடநயம் (open loop gain) A_0 என அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த திறந்த தடநயம் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$A_0 = \frac{V_0}{V_+ - V_-} \quad \text{--- (4.1)}$$

இங்கு V_0, V_+, V_- என்பன முறையே பயப்பு அழுத்தம், நேர்மாறு அல்லா பெய்ப்பு அழுத்தம், நேர்மாறு பெய்ப்பு அழுத்தம் ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றது. பொதுவாக A_0 ஆனது 10^5 வரிசையிலும், $(V_+ - V_-)$ ஆனது μV வரிசையிலும் காணப்படுகின்றது.

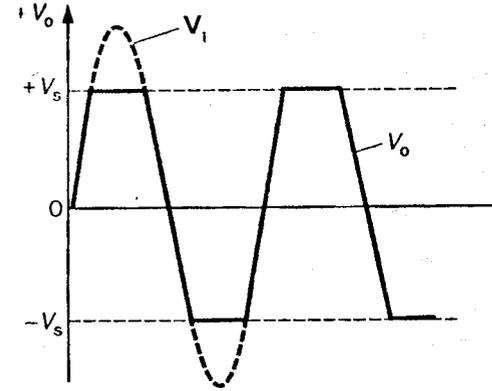
பயப்பு அழுத்தமானது பெய்ப்பு முடிவிடங்களுக்கிடையேயான அழுத்த வித்தியாசத்துடன் மாறுபடுவதை உரு 4.6 காட்டுகின்றது.



உரு 4.6 பயப்பு எதிர் பெய்ப்பு முடிவிடங்களுக்கிடையான அழுத்த வித்தியாச வரைபு

இங்கு $(V_+ - V_-)$ ஆனது μV அலகிலும் V_o ஆனது வோல்ட் (V) அலகிலும் உள்ளது. இவ்வரைபில் இருந்து பின்வரும் விடயங்கள் தெளிவாகின்றது.

- பயப்பு எடுக்கக்கூடிய உயர்பெறுமானம் வழங்கியின் அழுத்தப்பெறுமானமே ஆகும். அதாவது V_o இன்வீச்சு $+V_s$ தொடக்கம் $-V_s$ வரையும் ஆகும்.
- நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவு (V) இற்கும் நேர்மாறு அல்லா வோல்ட்ற்றளவு (V_+) இற்கும் இடைமிலான வித்தியாசம் மூன்று விதமான பயப்புக்களுக்கு வழிவகுக்கின்றது.
 - $V_+ > V_-$ ஆகும்போது, பயப்பு V_o நேரானது
 - $V_+ < V_-$ ஆகும்போது, பயப்பு V_o மறையானது
 - $V_+ = V_-$ ஆகும்போது, பயப்பு V_o பூச்சியமாகும்
- மிகச்சிறிய பெய்ப்பு வீச்சில் (AB இல்) மட்டுமே பயப்பு V_o ஆனது பெய்ப்பு $(V_+ - V_-)$ இற்கு நேர்விகித சமனாக மாறுகின்றது. விகிதசம பகுதிக்கு வெளியே விரியலாக்கி நிரம்பல் நிலையை அடைந்த பகுதியாகும். இப்பகுதியில் பயப்பானது பெய்ப்புடன் மாற்றமடையாது இருக்கும். அதாவது நிரம்பல் பகுதியில் உள்ள பெய்ப்பின் எப்பெறுமானத்திற்கும் பயப்பானது மாற்றமடையாது V_s ஆகவே இருக்கும் இதனை உரு 4.7 காட்டுகின்றது.



உரு 4.7 பயப்பு எதிர் நேரவரைபு

செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் பெய்ப்பு முடிவிடங்களில் ஒன்றைப் புவிக்கு இணைப்பதன் மூலமோ அல்லது வேறுவழியிலோ பயப்பு அழுத்த அவத்தையை மாற்றமுடியும். உதாரணமாக நேர்மாறு அல்லா முடிவிடம் புவிக்கு இணைக்கப்படும் போது V_+ பூச்சியமாகின்றது. இதனால் பயப்பு அழுத்தம் V_o ஆனது எதிர் அவத்தையைப் பெறுகின்றது. அதாவது $V_+ = 0$ ஆக சமன்பாடு 4.1 இன்படி $V_o = -A_o V_-$ இங்கு (-) குறி எதிர் அவத்தையைக் குறிக்கின்றது. இவ்வாறே V_- ஐ பூச்சியமாக்குவதன் மூலம் நேர் பயப்பு அழுத்தத்தைப் பெறலாம்.

செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் திறந்ததடநயம் A_o மிகப்பெரிதாக உள்ளபோதும் அதிக விரியலாக்கிப் பயன்பாடுகளில் இது உகந்ததல்ல. ஏனெனில் A_o மிகப்பெரிதாக இருப்பதினால் பெய்ப்பில் உள்ள மிகச்சிறிய இரைச்சல்களும் விரியலாக்கப்படுகின்றது. அத்துடன் திறந்த தடநயமானது மிகச்சிறிய பெய்ப்பு வீச்சு ABயில் மட்டுமே பெறக்கூடியதாக உள்ளது. உதாரணமாக A_o இன் பெறுமானம் 10^5 ஆக உள்ள விரியலாக்கி ஒன்றின் வழங்கி அழுத்தம் $\pm 15V$ ஆக உள்ள போது பெய்ப்பு எடுக்கக்கூடிய அதிகூடிய பெறுமான வீச்சு, சமன்பாடு 4.1 இல் இருந்து,

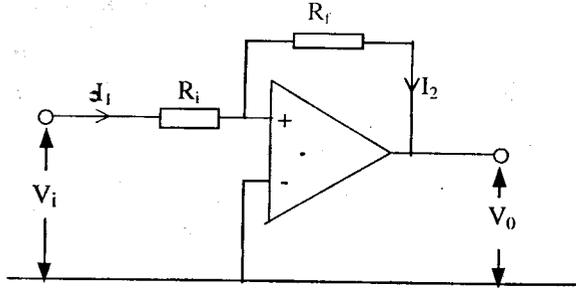
$$(V_+ - V_-)_{\text{உயர்வு}} = \frac{\pm 15}{10^5} = 150 \mu V.$$

இச்சிறிய பெறுமான வீச்சு அதிகரிக்கப்பட முடியுமாயின் கூடிய பெய்ப்பு வீச்சுக்கு நேர்விகித சமனான பயப்பைப் பெறக்கூடியதாக

இருக்கும். எனவே இம்மிகச்சிறிய பெறுமான வீச்சை அதிகரிப்பதற்கு A_0 இன் பெறுமானத்தினைக் குறைத்தல்வேண்டும். இக்குறைபாட்டை “மறைப்பின்னூட்டல்” (Negative feed back)என்னும் செயற்பாட்டின் மூலம் நிவர்த்தி செய்யலாம்.

மறைப்பின்னூட்டல் (Negative Feed back)என்பது பயப்பு அறிகுறியின் ஒரு பகுதி பெய்ப்புடன் எதிர் அவத்தையில் சேர்வதைக் குறிக்கும். இப்பின்னூட்டல் பெய்ப்பின் நேர்மாறு முடிவிடத்திற்கே செலுத்தப்படும். பின்னூட்டலை உபயோகிப்பதன் மூலம் பெய்ப்பு வீச்சு அதிகரிப்பதுடன் சுற்றின் உறுதித்தன்மையும் அதிகரிக்கின்றது. அத்துடன் பயப்பு திரிபடைதலும், இரைச்சல்களும் குறைக்கப்படுகின்றது. இப்பின்னூட்டல்களை உபயோகிக்கும் விரியலாக்கிச் சுற்றுக்களைப் பார்ப்போம்.

(i) நேர்மாறு விரியலாக்கி



உரு 4.8 நேர்மாறு விரியலாக்கிச்சுற்று

நாம் முன்னர் கூறியதுபோன்று செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் V_+ ஆனது V_- க்கு அண்ணளவாகச் சமனாக இருக்கும். இங்கு நேர்மாறு அல்லா முடிவிடம் புவிக்குத் தொடுக்கப்பட்டிருப்பதனால் $V_+ = 0$ எனவே $V_- = 0$. ஆகவே நேர்மாறு முடிவிடத்திற்குடான மின்னோட்டம் புறக்கணிக்கப்படலாம். எனவே R_i இன் ஊடான மின்னோட்டம் முழுவதும் R_f இனூடாக செல்லும்.

அதாவது

$$I_1 = I_2$$

$$\therefore \frac{V_i - V_-}{R_i} = \frac{V_- - V_o}{R_f}$$

ஆனால் $V_- = 0$ என்பதனால்

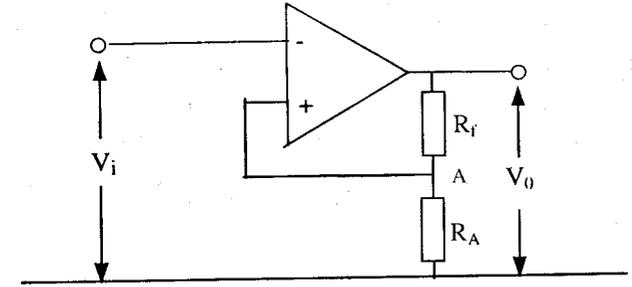
$$\frac{V_i - 0}{R_i} = \frac{0 - V_o}{R_f}$$

$$\frac{V_i}{R_i} = \frac{-V_o}{R_f}$$

∴ அழுத்த நயம் $(V_o/V_i) = -R_f/R_i$

(-) குறி சுட்டிக்காட்டுவது பயப்பானது நேர்மாறாக்கப்படுகிறது என்பதாகும். இவ்வகை அழுத்த விரியலாக்கியில் ஏற்ற தடைகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் 180° அவத்தை வித்தியாசம் கொண்ட தேவையான பயப்பு அழுத்தத்தைப் பெறலாம். வெளிச்சுற்றுக்கள் மூலம் பெறப்படும் இவ் அழுத்த நயம் முடிய தடநயம் (close loop gain) என அழைக்கப்படுகின்றது.

(ii) நேர்மாறு அல்லா விரியலாக்கி



உரு 4.9 நேர்மாறு அல்லா விரியலாக்கிச்சுற்று

உரு 4.9 இல் புள்ளி A யிலுள்ள அழுத்தம் $V_A = \frac{V_o}{R_A + R_f} \times R_A$

என்பதனால் தரப்படும். விரியலாக்கிச் சுற்றின் இயல்புகளுக்கு அமைய

$$V_i = V_A$$

எனவே

$$V_i = \frac{R_A}{R_A + R_f} V_o$$

$$\begin{aligned} \text{ஃ அழுத்த நயம் } (V_o / V_i) &= \frac{R_A + R_f}{R_A} \\ &= 1 + R_f/R_A \end{aligned}$$

செயற்பாட்டு விரியலாக்கியின் வெளிச்சுற்றுக்களை இணைப்பதன் மூலம் உருவாக்கப்படும் நேர்மாறு விரியலாக்கி, நேர்மாறு அல்லா விரியலாக்கி போன்றவற்றில் உள்ள அழுத்தநயமானது முடிய தடநயம் எனப்படும்.

தடைகள் R_A, R_f என்பவற்றின் பெறுமானங்களைத் தெரிவு செய்வதன் மூலம் ஒரே அவத்தையிலுள்ள பயப்பு அழுத்தத்தைத் தேவையான நயத்துடன் பெறக்கூடியதாக இருக்கும்.

R_f குறுஞ்சுற்றாக்குவதன் மூலமோ ($R_f = 0$), அல்லது R_A நீக்கிவிடுவதன் மூலமோ ($R_A \rightarrow \infty$), பெய்ப்புக்கு ஒத்த சம இயல்பான அழுத்தத்தை பயப்பில் பெறமுடியும். அதாவது $V_o = V_i$

ஒப்புளித்தொகுதியில் உள்ள உறுப்புகளின் திறன் வெப்ப நிலையுடன் மாற்றமடையக்கூடியது. அத்துடன் பெய்ப்பிலுள்ள சிறிய இரைச்சல்களும் விரியலாக்கப்பட்டு பயப்புடன் வெளிவருகின்றன. இக் குறைபாடுகள் இலக்க ஒருங்கிணைந்தசுற்றுக்களில் (Digital IC's) பெருமளவில் குறைக்கப்படுகின்றது.

4.2 இலக்க ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் (Digital integrated circuits)

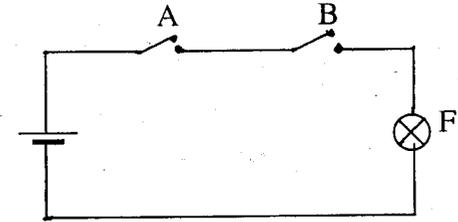
இவ்வகை ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் இருநிலை ஆளிச் சுற்றுக்களைக் கொண்டுள்ளன. ஒப்புளிவகை ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் போல் அன்றி இரண்டு அழுத்த மட்டங்களை மட்டும் கையாளுகின்றன. அவ்வழுத்த மட்டங்கள் “உயர்வு”, “தாழ்வு” எனப்படும். இவ்வகைச் சுற்றுக்கள் கணனிகள், கணிப்பான்கள், ரோபோக்கள், தொலைத்தொடர்பு சாதனங்கள் போன்றவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகைச் சுற்றுக்கள் தம்முள்ளே தர்க்கப்படலைகளை கொண்டுள்ளது.

4.2.1 தருக்க படலைகள் (Logic Gates)

உயர்வேகத்தில் தொழிற்படக்கூடிய ஆளிச்சுற்றுக்களை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளவையே தருக்க படலைகளாகும். இத்தருக்க படலைகள், கணனிகள், கணிப்பான்கள், இலக்க கடிக்காரங்கள், ரோபோக்கள், தொலைத்தொடர்பு சாதனங்கள் போன்றவற்றில் பெரிதும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் பெய்ப்புகளும் பயப்புகளும் இரு அழுத்த மட்டங்களையே எடுக்கக்கூடியனவாக இருக்கும். இவ்விரு அழுத்த மட்டங்களுள் ஒன்று “உயர்வு” எனவும், மற்றையது ‘தாழ்வு’ எனவும் அழைக்கப்படும். பொதுவாக இவ் “உயர்வு” அழுத்தமட்டம் “1” எனவும் “தாழ்வு” அழுத்தமட்டம் “0” எனவும் குறிப்பிடப்படும். ஒவ்வொரு படலையிலும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பெய்ப்பு முடிவிடங்கள் காணப்படும். ஆனால் எந்த ஒரு படலையிலும் ஒரே ஒரு பயப்பு முடிவிடம் மட்டுமே காணப்படும். எனவே பயப்பானது குறித்த ஒரு கணத்திலும் “0”, “1” என்பவற்றில் எதாவது ஒரு பெறுமானத்தினை மட்டுமே கொண்டிருக்கும். பல விதமான தருக்கபடலைகள் உள்ள போதும் அடிப்படை தருக்க படலைகளாக AND, OR, NOT ஆகிய கருதப்படுகின்றன. நாம் ஒவ்வொரு படலைகள் பற்றியும் விரிவாகப் பார்ப்போம்.

(i) "AND" படலை ("AND" gate)

வழங்கப்படும் பெய்ப்புகள் யாவும் “உயர்வு” பெறுமானமாக உள்ள போது மட்டுமே ஓர் “உயர்வு” பெறுமானத்தினைப் பயப்பாக தரக்கூடிய ஆளிச்சுற்றினை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளதே 'AND' படலை ஆகும். அதாவது பெய்ப்புக்களின் பெறுமானங்கள் “1” ஆக உள்ளபோது மட்டுமே AND படலையொன்றின் பயப்புப்பெறுமானம் “1” ஆக இருக்கும். இப்படலையின் தொழிற்பாட்டினை விளங்கிக்கொள்வதற்கு உரு 4.10 இலுள்ள எளிய சுற்றொன்றினை முதலில் அவதானிப்போம்.



உரு 4.10 AND படலைக்கான எளிய சுற்று

இச்சுற்றானது இரு ஆளிகள் A, B மற்றும் மின்குமிழ் F ஆகியவற்றைத் தொடர்நிலையில் கொண்டுள்ளது. மின்குமிழ் F ஒளிரவேண்டுமெனின் A, B ஆகிய இரு ஆளிகளும் முடியநிலையில் இருத்தல்வேண்டும். ஆளிகள் A, B இனது திறந்த, முடிய நிலைகளை கருத்திற் கொண்டு மின்குமிழ் ஒளிரும் நிலையினை அட்டவணைப்படுத்துவோமாயின் அது அட்டவணை 4.1 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

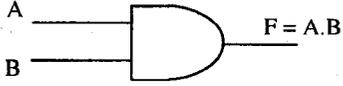
அட்டவணை 4.1

A	B	F
திறந்தநிலை (OFF)	திறந்தநிலை (OFF)	ஒளிரமாட்டாது (OFF)
திறந்தநிலை (OFF)	முடியநிலை (ON)	ஒளிரமாட்டாது (OFF)
முடியநிலை (ON)	திறந்தநிலை (OFF)	ஒளிரமாட்டாது (OFF)
முடியநிலை (ON)	முடியநிலை (ON)	ஒளிரும் (ON)

ஆளியின் திறந்த நிலையினை "0" எனவும் முடியநிலையினை "1" எனவும் குறிப்பிடுவோமாயின் இம்முடிவு அட்டவணை 4.2 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

அட்டவணை 4.2

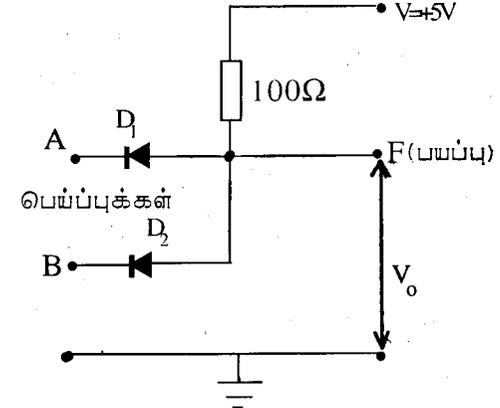
உண்மை		அட்டவணை
பெய்ப்பு	பயப்பு	F = A.B
A	B	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



உரு 4.11 AND படலையின் குறியீடு

ஆளிகள் A, B இனை AND படலையின் பெய்ப்பாகவும் மின்குமிழ் F இனை AND படலையின் பயப்பாகவும் கருதுவோமாயின் அட்டவணை 4.2 ஆனது இரு பெய்ப்பு முடிவுடங்களை கொண்ட AND படலை ஒன்றுக்கு வழங்கக்கூடிய சாத்தியமான பெய்ப்புக்களையும் அவற்றுக்குரிய பயப்புகளையும் தரவல்லது. இவ் அட்டவணை "AND" படலைக்குரிய உண்மை அட்டவணை (Truth table) எனப்படும். படலையின் பெய்ப்புகள் A, B ஆகியவை பெறுமானம் "1" இனை எடுக்கும்போது மட்டுமே பயப்பு F இனது பெறுமானம் "1" ஆக அமைவதைக் காணக்கூடியதாக உள்ளது. மற்றைய எல்லா சந்தர்ப்பங்களிலும் பயப்பு பெறுமானம் "0" இனையே எடுக்கின்றது. இங்கு பயப்பு F ஆனது $F = A.B$ அல்லது AB என எழுதப்படும்.

உரு 4.11 ஆனது இரு பெய்ப்புகளை கொண்டுள்ள AND படலையினது நியம குறியீட்டு வடிவத்தினைக் காட்டுகின்றது. இவ்வகை படலை கொண்டுள்ள சுற்றொன்றினை நாம் இப்பொழுது ஆராய்வோம். நாம் முன்னரே கூறியது போன்று இருவாயிகள், தடைகள், திரான்சிற்றர்கள் போன்றவற்றை கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட ஆளிச்சுற்றுகளை இவை கொண்டுள்ளன. உரு 4.12 ஆனது இருவாயிகள், தடை என்பவற்றை கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட இரு பெய்ப்புகள் கொண்ட AND படலை ஒன்றினது உள்ளமைப்பினைக் காட்டுகின்றது.

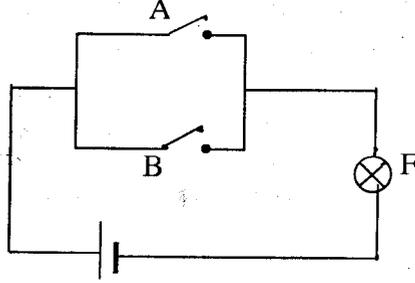


உரு 4.12 AND படலைக்கான இருவாயி, தடை (DRL) படலைச்சுற்று

இச்சுற்றமைப்பிலே முடிவிடங்கள் A அல்லது B அல்லது இரண்டும் பூச்சிய அழுத்தப் பெய்ப்பாக பேணப்பட இருவாயி முன்முக கோடலுறுவதனால், 100Ω தடையினூடு மின்னோட்டம் பாயும். ஏறத்தாழ முழு 5V அழுத்தமும் 100Ω தடைக்கு குறுக்கே வீழ்ச்சியடைவதால் F இலே பயப்பாக அண்ணளவாக பூச்சிய அழுத்தமே காணப்படும். முடிவிடங்கள் A, B இரண்டிற்கும் பெய்ப்பாக 5V அழுத்தம் வழங்கப்படின் இரு இருவாயிகளும் முன்முகக்கோடலுற முடியாமையினால் 100Ω தடைக் கூடாக மின்னோட்டம் பாயாது. எனவே F இல் 5V அழுத்தம் பயப்பாக கிடைக்கும். பூச்சிய அழுத்தத்தினை "0" ஆகவும், 5V இனை "1" ஆகவும் கருதுவோமாயின் இச்சுற்றானது AND படலையினது உண்மை அட்டவணையை நிறைவு செய்கின்றது. AND படலையின் தொழிற்பாட்டினை உரு 4.12 இலுள்ள சுற்றானது தெளிவாக விளக்கினாலும் இலத்திரனியல் உபகரணங்களில் இவ்வாறு சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ள AND படலைகள் தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. நாம் முன்னரே குறிப்பிட்டது போன்று ஒருங்கிணைந்த சுற்றுகளே உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

(ii) "OR" படலை ("OR" gate)

வழங்கப்படும் பெய்ப்புக்களில் யாதாயினும் ஒன்று "உயர்வு" பெறுமானமாக இருக்கும்போது பயப்பாக ஓர் "உயர்வு" பெறுமானத்தினை தரக்கூடிய ஆளிக்கற்றினை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளவை OR படலைகள் ஆகும். அதாவது பெய்ப்புக்களின் பெறுமானங்கள் "0" ஆக உள்ளபோது மட்டுமே பயப்பு பெறுமானமும் "0" ஆக இருக்கும். இப்படலையின் தொழிற்பாட்டினை விளங்கிக்கொள்வதற்கு உரு 4.13 இலுள்ள எளிய சுற்றொன்றினை முதலில் அவதானிப்போம்.



உரு 4.13 OR படலைக்கான எளிய சுற்று

இச்சுற்றானது இரு ஆளிகள் A, B என்பவற்றை சமாந்தர நிலையிலும் மின்குமிழ் F ஒன்றை தொடர்நிலையிலும் கொண்டுள்ளது. மின் குமிழ் F ஒளிர வேண்டுமெனின் A, B ஆகிய இரு ஆளிகளில் யாதேனும் ஒன்றாவது மூடிய நிலையில் இருத்தல் வேண்டும். ஆளிகள் A, B இனது திறந்த, மூடிய நிலைகளை கருத்திற் கொண்டு மின்குமிழ் ஒளிரும் நிலையினை அட்டவணைப்படுத்துவோமாயின் அது அட்டவணை 4.3 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

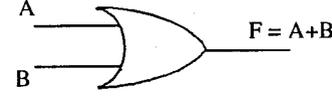
அட்டவணை 4.3

A	B	F
திறந்தநிலை (OFF)	திறந்தநிலை (OFF)	ஒளிரமாட்டாது (OFF)
திறந்தநிலை (OFF)	மூடியநிலை (ON)	ஒளிரும் (ON)
மூடியநிலை (ON)	திறந்தநிலை (OFF)	ஒளிரும் (ON)
மூடியநிலை (ON)	மூடியநிலை (ON)	ஒளிரும் (ON)

ஆளியின் திறந்த நிலையினை "0" எனவும் மூடியநிலையினை "1" எனவும் குறிப்பிடுவோமாயின் அது அட்டவணை 4.4 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

அட்டவணை 4.4

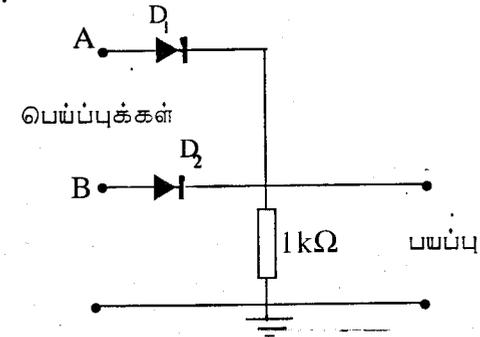
உண்மை அட்டவணை		பயப்பு
பெய்ப்பு	பெய்ப்பு	F = A + B
A	B	F = A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



உரு 4.14 OR படலையின் குறியீடு

ஆளிகள் A, B இனை OR படலையின் பெய்ப்பாகவும் மின்குமிழ் F இனை OR படலையின் பயப்பாகவும் கருதுவோமாயின் அட்டவணை 4.4 ஆனது இரு பெய்ப்பு முடிவிடங்களை கொண்ட OR படலை ஒன்றுக்கு வழங்கக்கூடிய சாத்தியமான பெய்ப்புக்களையும் அவற்றுக்குரிய பயப்புகளையும் தரவல்லது. இவ்அட்டவணை OR படலைக்குரிய உண்மை அட்டவணை (Truth table) எனப்படும். படலையின் பெய்ப்புக்கள் A, B ஆகியவை பெறுமானம் "0" இனை எடுக்கும்போது மட்டுமே பயப்பு F இனது பெறுமானம் "0" ஆக அமைவதினைக் காணக்கூடியதாகவுள்ளது. மற்றைய எல்லா சந்தர்ப்பங்களிலும் பயப்பு F, பெறுமானம் "1" இனை எடுக்கின்றது. இங்கு பயப்பு F ஆனது $F = A + B$ என எழுதப்படும்.

உரு 4.14 ஆனது இரு பெய்ப்புகளை கொண்டுள்ள OR படலையினது நியம குறியீட்டு வடிவத்தினை காட்டுகின்றது. இவ்வகை படலை கொண்டுள்ள சுற்றொன்றினை நாம் இப்போது ஆராய்வோம். உரு 4.15 ஆனது இருவாயிகள், தடை என்பவற்றை கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட இரு பெய்ப்புகள் கொண்ட OR படலை ஒன்றினது உள்ளமைப்பினை காட்டுகின்றது.

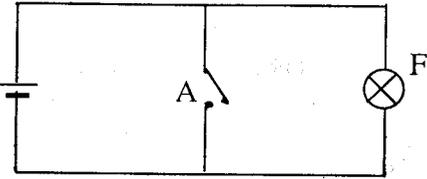


உரு 4.15 OR படலைக்கான இருவாயிகள், தடை (DRL) படலைச்சுற்று

இச்சுற்றமைப்பிலே முடிவிடங்கள் A, Bயில் ஏதாவது ஒன்றுக்கு அல்லது இரண்டிற்கும் பெய்ப்பாக "உயர்வு" அழுத்தம் வழங்கப்படின் இருவாயிகள் முன்முககோடலுறுவதனால் $1k\Omega$ தடையினூடு மின்னோட்டம் பாயும். எனவே F இல் "உயர்வு" அழுத்தம் பயப்பாக கிடைக்கும். A, B முடிவிடங்கள் இரண்டிற்கும் பூச்சிய அழுத்தம் பெய்ப்பாக பேணப்படின் இருவாயிகள் முன்முககோடலுறு முடியாமையினால் $1k\Omega$ தடையினூடு மின்னோட்டம் பாயாது. எனவே F இல் பூச்சிய அழுத்தம் பயப்பாக கிடைக்கும். பூச்சிய அழுத்தத்தினை "0" ஆகவும் "உயர்வு" அழுத்தத்தினை "1" ஆகவும் கருதுவோமாயின் இச்சுற்றானது OR படலையின் உண்மை அட்டவணையை நிறைவு செய்கிறது.

(iii) "NOT" படலை ("NOT" gate)

வழங்கப்படும் பெய்ப்பு "உயர்வு" பெறுமானமாக உள்ளபோது பயப்பாக "தாழ்வு" பெறுமானத்தையும், வழங்கப்படும் பெய்ப்பு "தாழ்வு" பெறுமானமாக உள்ளபோது பயப்பாக "உயர்வு" பெறுமானத்தையும் தரக்கூடிய ஆளிச்சுற்றுகளை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. "NOT" படலை ஆகும். அதாவது NOT படலையில் பெய்ப்பின் பெறுமானம் "1" ஆக உள்ளபோது பயப்பு "0" ஆகவும், பெய்ப்பின் பெறுமானம் "0" ஆக உள்ள போது பயப்பு "1" ஆகவும் இருக்கும். இப்படலையின் தொழிற்பாட்டினை விளக்கிக் கொள்வதற்கு உரு 4.16 இலுள்ள எளிய சுற்றொன்றினை அவதானிப்போம்.



உரு 4.16 NOT படலைக்கான எளிய சுற்று

இச்சுற்றானது ஆளி A யையும் மின்குமிழ் F இனையும் சமாந்தர நிலையில் கொண்டுள்ளது. மின்குமிழ் F ஒளிர வேண்டுமாயின் ஆளி A திறந்தநிலையில் இருத்தல் வேண்டும். ஆளி A யின் திறந்த முடிய நிலை களை கருத்திற் கொண்டு மின்குமிழ் ஒளிரும் நிலையினை அட்டவணைப் படுத்துவோமாயின் அது அட்டவணை 4.5 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

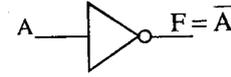
அட்டவணை 4.5

A	$F = \bar{A}$
திறந்தநிலை (OFF)	ஒளிரும் (ON)
முடியநிலை (ON)	ஒளிரமாட்டாது (OFF)

ஆளியின் திறந்தநிலையினை "0" எனவும் முடியநிலையினை "1" எனவும் குறிப்பிடுவோமாயின் அது அட்டவணை 4.6 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

அட்டவணை 4.6

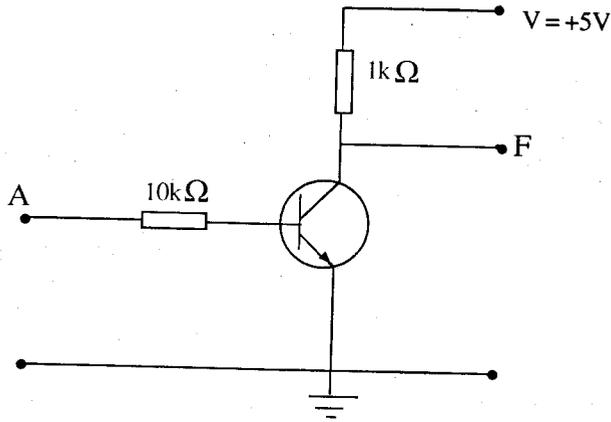
உண்மை பெய்ப்பு	அட்டவணை பயப்பு
A	$F = \bar{A}$
0	1
1	0



உரு 4.17 NOT படலையின் குறியீடு

ஆளி A இனை NOT படலையின் பெய்ப்பாகவும் மின்குமிழ் F இனை NOT படலையின் பயப்பாகவும் கருதுவோமாயின் அட்டவணை 4.6 ஆனது ஒரு பெய்ப்பு முடிவிடத்தினை கொண்ட NOT படலை ஒன்றுக்கு வழங்கக்கூடிய சாத்தியமான பெய்ப்புக்களையும் அவற்றுக்குரிய பயப்புக்களையும் தரவல்லது. இவ் அட்டவணை NOT படலைக்குரிய உண்மை அட்டவணை (Truth table) எனப்படும். படலையின் பெய்ப்புக்கு எப்போதும் எதிராக் பயப்பு இருப்பதனை காண்க்கூடியதாக உள்ளது. இங்கு பயப்பு F ஆனது $F = \bar{A}$ என எழுதப்படும்.

உரு 4.17 ஆனது ஒரு பெய்ப்பை கொண்டுள்ள NOT படலையின் நியம குறியீட்டு வடிவத்தினை காட்டுகின்றது. இவ்வகை படலை கொண்டுள்ள சுற்றொன்றினை நாம் இப்போது ஆராய்வோம். உரு 4.18 ஆனது ஒரு பெய்ப்பை கொண்டுள்ள NOT படலை ஒன்றின் உள்ளமைப்பினை காட்டுகின்றது. இச்சுற்றினது தொழிற்பாட்டினை நாம் முன்னரே கூறிய "திரான்சிற்றர் ஆளியாக தொழிற்படல்" என்னும் பகுதியை பார்ப்பதன் மூலம் நீங்கள் விளங்கிக்கொள்ளலாம்.

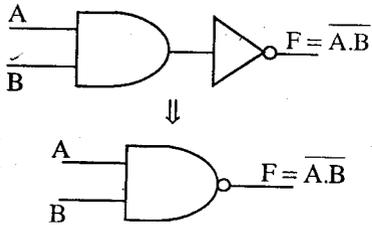


உரு 4.18 NOT படலைக்கான திரான்சிற்றர், தடை தருக்கப் (TRL) படலைச்சுற்று

இங்கு A இற்கு "தாழ்வு" அல்லது "0" அழுத்தம் பிரயோகிக்கும் போது F உயர்வு அழுத்தத்தில் அதாவது +5V அழுத்தத்திலும், மாறாக A இற்கு உயர்வு அழுத்தம் பிரயோகிக்கும் போது F, "தாழ்வு" அழுத்தத்தில் அதாவது 0 அழுத்தத்திலும் இருக்கும்.

(iv) "NAND" படலை ("NAND" gate)

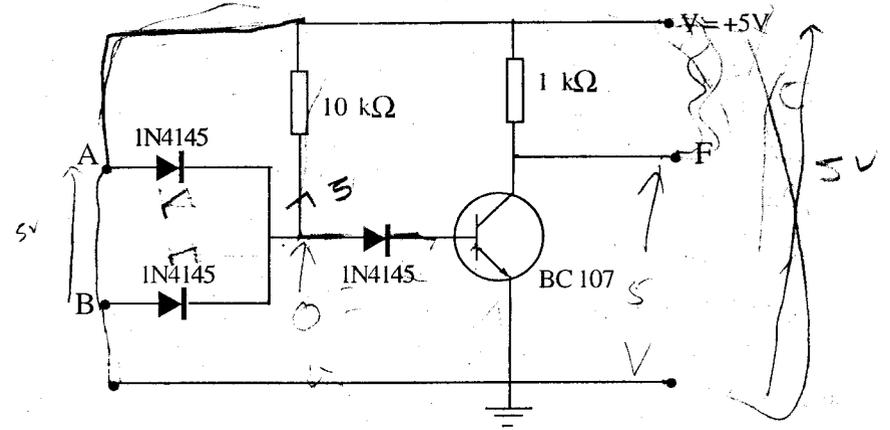
NAND படலையானது, AND படலைக்கு எதிர்மாறானது எனக் கருதலாம். AND படலையின் பயப்புடன் NOT படலையை இணைப்பதன் மூலம் NAND படலையினை உருவாக்கலாம். NAND படலையின் இரு பெய்ப்புக்கள் A யும் B யும் "1" ஆக இருப்பின் பயப்பு F ஆனது "0" ஆக இருக்கும். மற்றைய எல்லா சந்தர்ப்பங்களிலும் பயப்பு F ஆனது "1" ஆக இருக்கும். இப்படலைக்கான குறியீடும் உண்மை அட்டவணையையும் முறையே உரு 4.19, அட்டவணை 4.7 என்பன காட்டுகின்றன. இங்கு பயப்பு F ஆனது $F = \overline{A \cdot B}$ என எழுதப்படும்.



அட்டவணை 4.7

உண்மை பெய்ப்பு		அட்டவணை பயப்பு
A	B	$F = \overline{A \cdot B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

உரு 4.19 NAND படலையின் குறியீடு



உரு 4.20 NAND படலைக்கான திரான்சிற்றர், இருவாயி, தடை தருக்கப் (DTL) படலைச்சுற்று

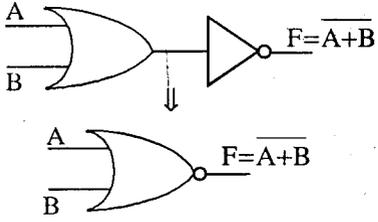
உரு 4.20 ஆனது இருவாயிகள், தடைகள், திரான்சிற்றர் என்பனவற்றை கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட இரு பெய்ப்பு NAND படலை ஒன்றினது உள்ளமைப்பினை காட்டுகின்றது. இங்கு பெய்ப்புக்கள் A, B இற்கு வழங்கப்படும் பூச்சிய அழுத்தத்தினை "0" ஆகவும், 5V இனை "1" ஆகவும் கருதுவதன் மூலம் இச்சுற்றினது NAND படலையின் உண்மை அட்டவணையை நிறைவு செய்வதினை நீங்கள் வாய்ப்புப் பார்க்க முயலுங்கள்.

(v) "NOR" படலை ("NOR" gate)

NOR படலையானது OR படலைக்கு எதிர்மாறானதாக காணப்படுகின்றது. OR படலையின் பயப்புடன் NOT படலையை இணைப்பதன் மூலம் NOR படலையினை உருவாக்கலாம்.

NOR படலையின் பெய்ப்புக்கள் A, B ஆகியன பெறுமானம் "0" இனை எடுக்கும் போது மட்டுமே பயப்பு F இனது பெறுமானம் "1" ஆக இருக்கும். மற்றைய எல்லா சந்தர்ப்பங்களிலும் பயப்பு F ஆனது "0" ஆக இருக்கும். இப்படலைக்கான குறியீடும் உண்மை அட்டவணையையும் முறையே உரு 4.21, அட்டவணை 4.8 இல் காட்டப்படுகின்றது. இங்கு பயப்பு F ஆனது $F = \overline{A + B}$ என எழுதப்படும்.

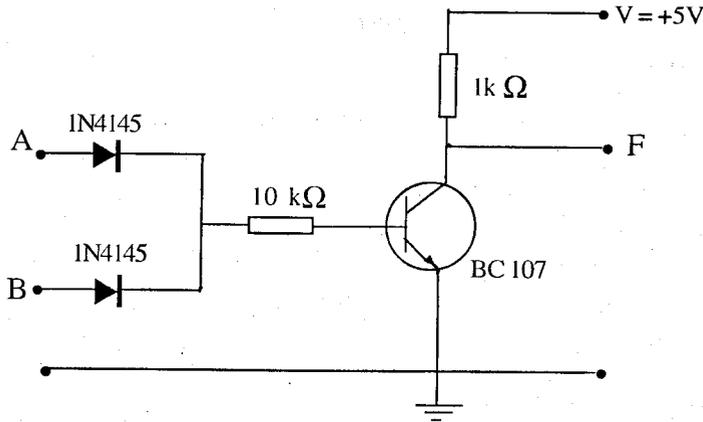
அட்டவணை 4.8



உண்மை அட்டவணை		பெய்ப்பு	பயப்பு
A	B	F = A + B	
0	0	1	
0	1	0	
1	0	0	
1	1	0	

உரு 4.21 NOR படலையின் குறியீடு

உரு 4.22 ஆனது இரு பெய்ப்பு NOR படலை ஒன்றினது உள்ளமைப்பினை காட்டுகின்றது.



உரு 4.22 NOR படலைக்கான திரான்சிற்றர் இருவாயி தருக்கப் (DTL) படலைச்சுற்று

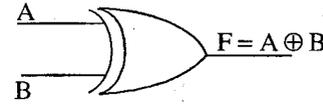
இங்கும் பெய்ப்புக்கள் A, B இற்கு பூச்சிய அடுத்தத்தினை "0" ஆகவும், 5V இனை "1" ஆகவும் கருதுவதன் மூலம் இச்சுற்றானது NOR படலையின் உண்மை அட்டவணையை நிறைவு செய்வதனையும் நீங்கள் வாய்ப்புப் பார்க்க முயலுங்கள்.

(vi) "XOR" படலை (Exclusive - OR gate)

XOR படலை (Ex OR படலை) ஆனது ஒர் சிறப்பு OR படலையாகும். ஏனெனில் பெய்ப்புக்கள் எல்லாம் ஒரே பெறுமானத்தினை

எடுக்கும் போது அதாவது பெய்ப்புக்கள் எல்லாம் "உயர்வு" ஆகவோ அல்லது "தாழ்வு" ஆகவோ இருப்பின், பயப்பானது "தாழ்வு" ஆக இருக்கும். அத்துடன் பெய்ப்புக்கள் வித்தியாசமாக இருப்பின், பயப்பானது "உயர்வு" ஆக இருக்கும். அதாவது பெய்ப்புக்கள் எல்லாம் ஒரே பெறுமானத்தினை எடுக்கும்போது பயப்பு "0" ஆகும். இதற்கான உண்மை அட்டவணையும் நியம குறியீட்டையும் முறையே அட்டவணை 4.9 உரு 4.21(a) என்பன காட்டுகின்றன. இங்கு பயப்பு F ஆனது $F = A \oplus B$ என எழுதப்படும்.

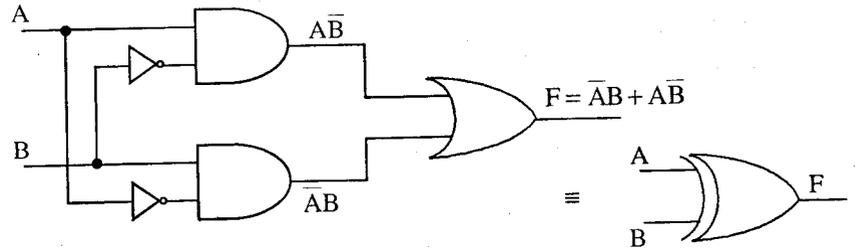
அட்டவணை 4.9



உண்மை அட்டவணை		பெய்ப்பு	பயப்பு
A	B	F = A ⊕ B	
0	0	0	
0	1	1	
1	0	1	
1	1	0	

உரு 4.23 (a) XOR படலையின் குறியீடு

XOR படலை உரு 4.23 (b) இல் காட்டியுள்ள இலக்கச்சுற்றுக்கு சர்வசமனாகும்.

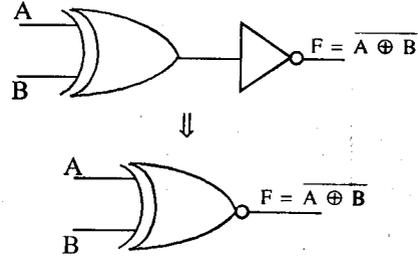


உரு 4.23 (b) XOR படலைக்கு ஏற்ற சர்வசமான சுற்று

(vii) EX NOR படலை (EX NOR gate)

EX NOR (அல்லது X NOR) படலையானது XOR படலைக்கு எதிர்மாறானது எனக் கொள்ளலாம். ஆனால் பெய்ப்புக்கள் எல்லாம் ஒரே பெறுமானத்தினை எடுக்கும்போது அதாவது பெய்ப்புக்கள் எல்லாம் "தாழ்வு" ஆகவோ அல்லது "உயர்வு" ஆகவோ இருப்பின்

பயப்பானது "உயர்வு" ஆக இருக்கும். பெய்ப்புக்கள் வித்தியாசமாக இருப்பின் பயப்பானது "தாழ்வு" ஆக இருக்கும். EX NOR படலையின் பெய்ப்புக்கள் A, B ஆகிய இரண்டும் "0" அல்லது "1" இனை எடுக்கும்போது பயப்பு F ஆனது "1" இனை எடுக்கும். மற்றைய இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் பயப்பு F ஆனது "0" இனை எடுக்கும். இப்படலைக்கான குறியீடும் உண்மை அட்டவணையையும் முறையே உரு 4.24(a), அட்டவணை 4.10 காட்டுகின்றது.

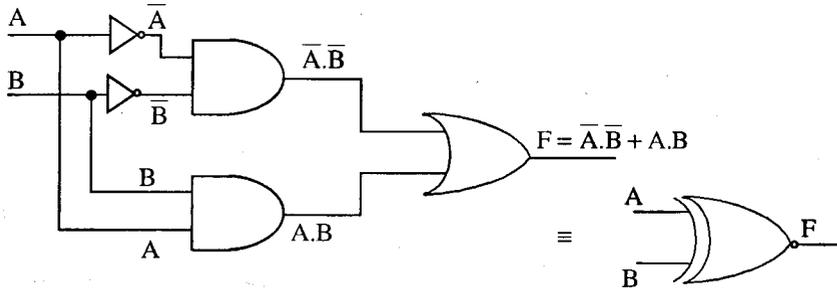


அட்டவணை 4.10

உண்மை அட்டவணை		
பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	$F = \overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

உரு 4.24 (a) EX NOR படலையின் குறியீடு

உரு 4.24 (b) இல் காட்டியுள்ள இலக்கச்சுற்று EX NOR படலைக்கு சர்வசமமான சுற்றாகும்.



உரு 4.24 (b) EX NOR படலைக்கு ஏற்ற சர்வசமமான சுற்று

4.2.2 தருக்கச் செய்கைகள் (Logical operations)

இலத்திரனியல் தருக்க சுற்றுகளில் நாம் விபரித்த படலைகளை உபயோகித்து பல்வேறு வகை சிக்கலான தருக்க இலக்க சுற்றுகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறான சிக்கலான சுற்றுக்களை இலகுவாக கையாளுவதற்கு பூலியன் அட்சரகணிதம் (Boolean Algebra) உதவுகின்றது. இவ்வட்சரகணிதத்தில் "0", "1" ஆகிய இரு இலக்கங்கள் மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றமைவினால், இவற்றை கையாளுவது சாதாரண அட்சரகணிதத்திலும் பார்க்க இலகுவாகும். இப்பூலியன் அட்சரகணிதம் OR, AND, NOT ஆகிய அடிப்படை செய்கைகளை மட்டும் கொண்டுள்ளன. இவ் அடிப்படை செய்கைகள் " தருக்க செய்கைகள் " எனப்படும்.

(i) AND செய்கை

A, B என்னும் இரு தருக்கமாறிகள் AND செய்கையினால் ஒன்று சேர்க்கப்படும்போது விளையுள் F ஆனது $F = A \cdot B$ என்பதனால் தரப்படும். இது $F = A \text{ AND } B$ என அழைக்கப்படும்.

- * AND இற்கான செய்கை "." ஆனது "0", "1" என்பவற்றைக் கொண்டு சாதாரண பெருக்கலால் கிடைப்பது ஆகும்.
- * எல்லா பெய்ப்புக்களும் "1" ஆக இருக்கும்போது மட்டுமே பயப்பு "1" ஆக இருக்கும்.
- * ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பெய்ப்புக்கள் "0" ஆக இருக்கும் போது பயப்பு "0" ஆக இருக்கும்.

(ii) OR செய்கை

ஒன்றில் ஒன்று தங்கியிராத A, B என்னும் இருமாறிகள் OR செய்கையினால் ஒன்று சேர்க்கப்படும் போது விளையுள் F ஆனது $F = A + B$ என்பதனால் தரப்படும். இது $F = A \text{ OR } B$ என அழைக்கப்படும்.

- * OR க்கான செய்கை "+" ஆனது சாதாரண கூட்டலைப்போல் இல்லை
- * பெய்ப்பு மாறிகளில் ஏதாவது ஒன்று '1' ஆக இருப்பின் பயப்பு "1" ஆக இருக்கும்
- * பெய்ப்புமாறிகள் எல்லாம் "0" ஆக இருப்பின் பயப்பு "0" ஆக இருக்கும்
- * OR செய்கையில் $1+1 = 1, 1+1+1 = 1, \dots$

(iii) NOT செய்கை

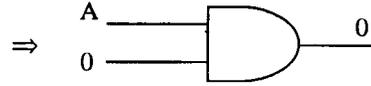
NOT செய்கையானது "OR", "AND" செய்கைகளைப்போல் அன்று. இங்கு ஒரு தனி மாறி பெய்ப்பு மாறியாக இருக்கும். மாறி A இற்கான

NOT செய்கையின் விளையுள் F ஆனது $F = \bar{A}$ என்பதினால் குறிக்கப்படும். இது NOT A என அழைக்கப்படும்.

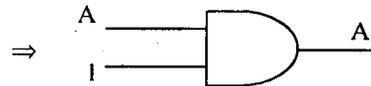
$F = \bar{A}$ இன் தருக்க பெறுமானம், Aயின் தருக்கப் பெறுமானத்தின் எதிரானதாகும். A ஆனது "0", "1" என்பவற்றை எடுக்கும்போது, $\bar{0} = 1$, $\bar{1} = 0$ ஆகவிருக்கும்.

பூலியன் அட்சரகணிதத்தை பயன்படுத்தி A, B, C என்னும் மாறிகளால் பெறப்படும் சில முடிவுகள் பின்வருமாறு

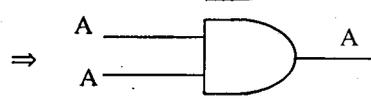
(1) $A \cdot 0 = 0$



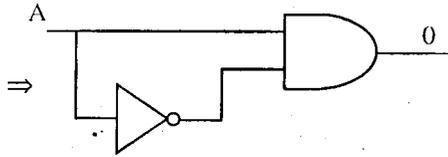
(2) $A \cdot 1 = A$



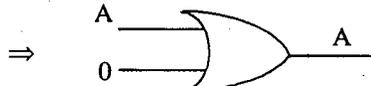
(3) $A \cdot A = A$



(4) $A \cdot \bar{A} = 0$



(5) $A + 0 = A$



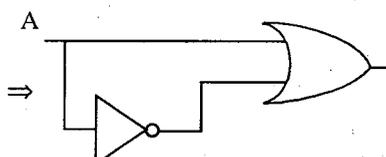
(6) $A + 1 = 1$



(7) $A + A = A$



(8) $A + \bar{A} = 1$



(9) $A + B = B + A$

(10) $A \cdot B = B \cdot A$

(11) $A + (B \cdot C) + C = (A + B) + C = A + B + C$

(12) $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C = A \cdot B \cdot C$

(13) $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$

(14) $A + A \cdot B = A$

(15) $A + \bar{A} \cdot B = A + B$

இவற்றுடன் பின்வரும் சமன்பாடுகளும் தருக்க செய்கைகளை இலகுவாக கையாளப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவையாவன

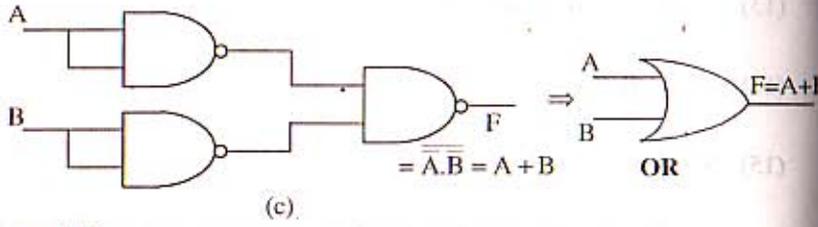
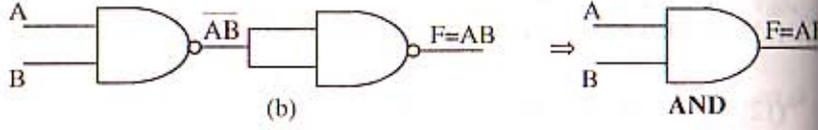
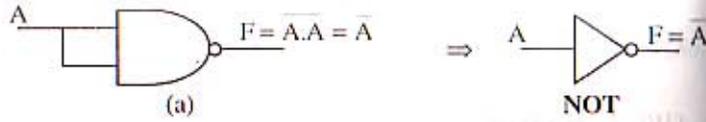
(1) $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$

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

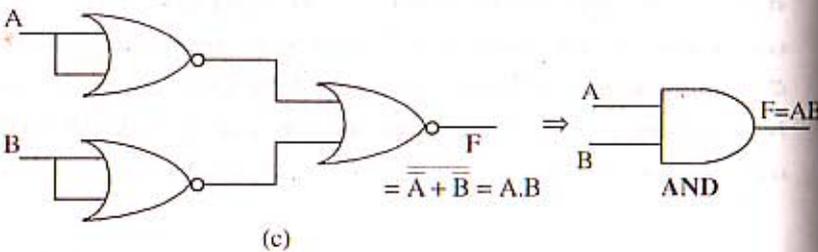
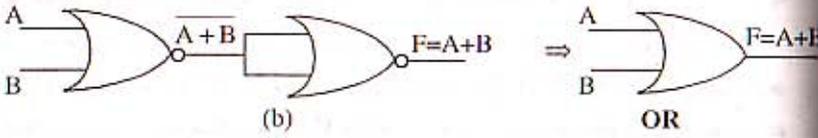
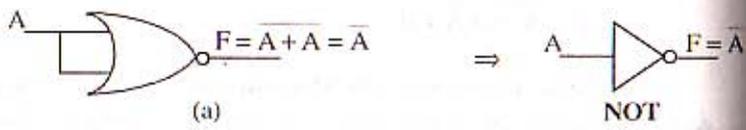
இவை டிமோகன் (De Morgan) தேற்றம் எனப்படும். இத்தேற்றத்தை உண்மை அட்டவணைகள் மூலம் சரி பார்த்து கொள்ளுங்கள்.

4.2.3 NAND படலைகளினதும் NOR படலைகளினதும் தனித்துவம்

எல்லா பூலியன் கோவைகளும் அடிப்படை தருக்க செய்கைகளான AND, OR, NOT போன்றவற்றின் சேர்க்கையால் ஆனது. எனவே எந்த ஒரு கோவையையும் AND, OR, NOT படலைகளை பயன்படுத்துவதன் மூலம் பெறமுடியும். ஆனால் NAND படலையை மட்டும் பயன்படுத்தி எந்தவொரு தருக்கக்கோவையையும் பெறமுடியும். இதேபோல் NOR படலையை மட்டும் பயன்படுத்தி எந்த ஒரு தருக்கக்கோவைகளையும் பெறமுடியும். உரு 4.25(a), (b), (c), உரு 4.26(a), (b), (c) என்பன முறையே NAND படலையையும், NOR படலையையும் பயன்படுத்தி AND, OR, NOT படலைகளை பெறும் முறையை காட்டுகின்றன.



உரு 4.25



உரு 4.26

உண்மை அட்டவணையை தருக்க கோவையின் மூலம் காட்டல் மூன்று வெவ்வேறான சாத்தியமான பெய்ப்புக்களையும் அவற்றுக்கான பயப்பையும் கீழுள்ள அட்டவணை தருகின்றது.

அட்டவணை 4.11

பெய்ப்பு			பயப்பு
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

→ A-bar B C
→ A-bar B-bar C
→ A B C-bar
→ A B C

உண்மை அட்டவணையில் பயப்பு "1" ஆக இருக்கும் சந்தர்ப்பத்தை மாத்திரம் கருதி பெய்ப்பு மாறிகளை தக்கவாறு ஒழுங்குபடுத்துவதன் மூலம் இந்த அட்டவணைக்கான தருக்ககோவையை நாம் பெற முடியும்.

அட்டவணை 4.11 இல் தரப்பட்ட உண்மை அட்டவணையில் நான்கு சந்தர்ப்பங்களில் பயப்பானது "1" ஆக உள்ளது. பயப்பானது "1" ஆக இருக்கும், ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திற்கும் AND செய்கையை பயன்படுத்தி பெறப்படும் கோவைகளை அட்டவணை 4.11 இல் நீங்கள் அவதானிக்கலாம். எனவே இந் நான்கு சந்தர்ப்பங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஆகையால் F ஆனது $F = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$ என எழுத முடியும்.

இப்பயப்புக்கான இக்கோவையை எளியவடிவில் பலமுறைகளை கையாண்டு பெறமுடியும். அவற்றுள் சிறந்த முறை பின்வருமாறு

$F = \bar{A}BC + ABC + A\bar{B}C + ABC + AB\bar{C} + ABC$ என உறுப்பு ABC ஐ மூன்று தடவை சேர்ப்பதன் மூலம் பயப்புக்கான கோவையை மீள ஒழுங்குபடுத்தமுடியும். இது எவ்வாறு மேற்கொள்ளப்படுகின்றது என்பதை நீங்கள் OR இற்கான செய்கையை ஞாபகப்படுத்துவதன் மூலம் விளங்கிக்கொள்ளலாம்.

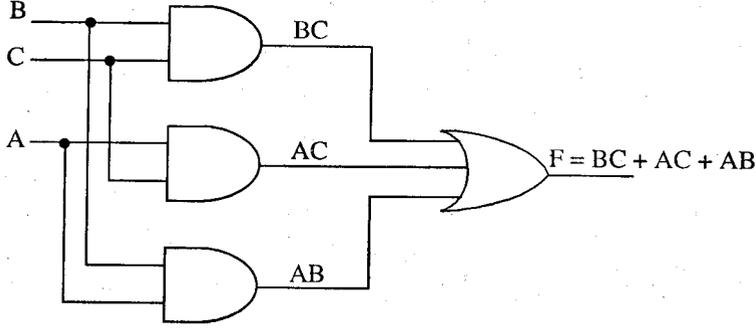
பயப்பு F இன் உறுப்புக்களை சோடி சேர்க்கும்போது F ஆனது

$$F = BC(\bar{A} + A) + AC(\bar{B} + B) + AB(\bar{C} + C)$$

இங்கு அடைப்புக்குறிக்குள் இருக்கும் ஒவ்வொரு கோவையும் "1" இற்கும் சமனாகும். எனவே

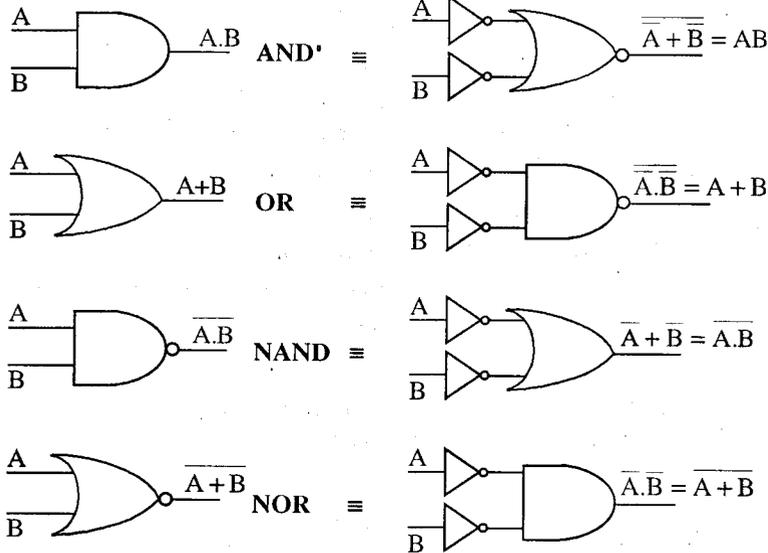
$$F = BC + AC + AB \text{ ஆகும்.}$$

இத்தருக்க கோவையை இலக்கச்சுற்றாக்கும் போது உரு 4.27 இல் காட்டியவாறு அமையும்.



உரு 4.27

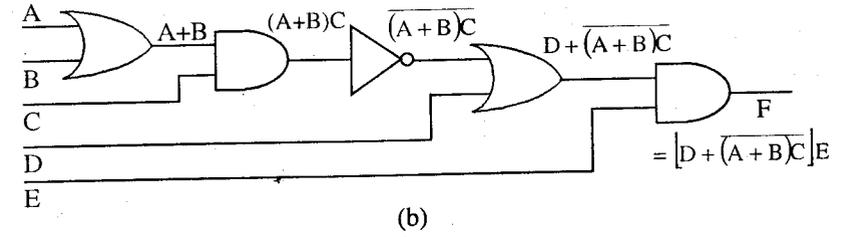
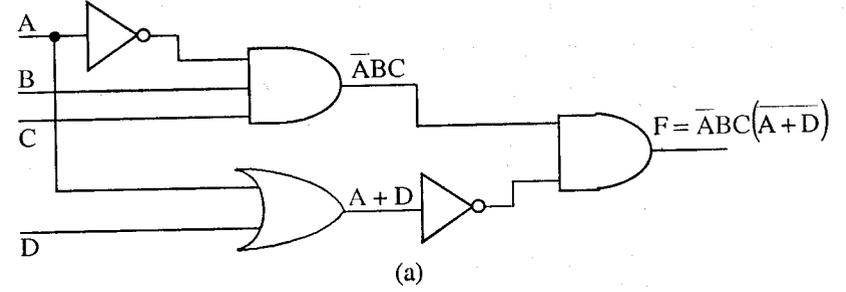
சில தருக்கப் படலைகளுக்கு பதிலாக உபயோகிக்க கூடிய மாற்று தருக்கப்படலைகள்



உதாரணங்களும் வினாக்களும்

உதாரணம் 1

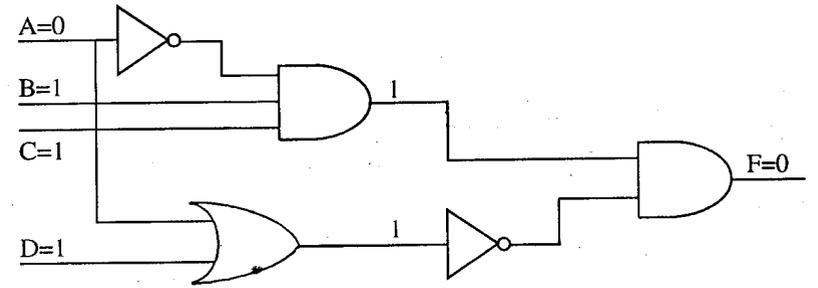
பின்வரும் இலக்கச் சுற்றுக்களுக்கு தருக்க பூல கோவைகளை எழுதுதல்.



உரு 4.28

உதாரணம் 2

உரு 4.29 இல் இலக்கச்சுற்றுக்கான பயப்பு மட்டத்தை காணல்



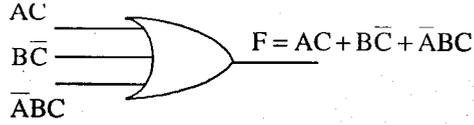
உரு 4.29

வினாக்கள்

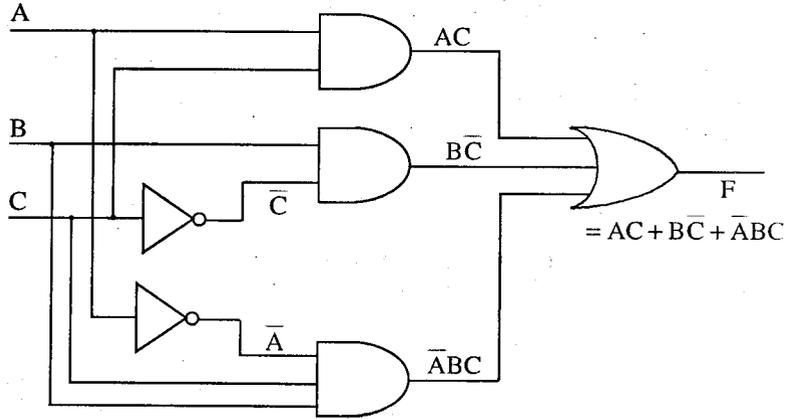
- உரு 4.28 (a), (b) இல் உள்ள இலக்கச்சுற்றில் ஒவ்வொரு AND படலையையும் OR படலைகளாக மாற்றுவதன் மூலமும் ஒவ்வொரு OR படலைகளையும் AND படலைகளாக மாற்றுவதன் மூலம் பயப்பு F இற்கான கோவையை நீங்கள் பெறமுயலுங்கள்.
- உரு 4.28 (a) இல் $A=0, B=1, C=1, D=0$ ஆகும்போது பயப்பு F ஐ காண்க
- உரு 4.28 (b) இல் $A=B=E=1, C=D=0$ ஆக இருக்கும்போது பயப்பு F ஐ காண்க

உதாரணம் 3

$F=AC+BC+\bar{A}BC$ என்னும் புலக்கோவையை இலக்கச்சுற்றாக மாற்றுதல்



↓



உரு 4.30

வினாக்கள்

- $F = AB + \bar{B}C$ என்னும் புலக்கோவையை இலக்கச்சுற்றாக மாற்றுக.
- $F = \bar{A}BC(A + D)$ என்னும் புலக்கோவையை பயன்படுத்தும் படலைகளில் மூன்று பெய்ப்புக்களுக்கு மேற்படாமல் இலக்கச்சுற்றாக மாற்றுக.

உதாரணம் 4

புலக்கோவைகளை சுருக்குதல்

$$\begin{aligned} (1) F &= A\bar{B}D + A\bar{B}\bar{D} \\ &= A\bar{B}(D + \bar{D}) \\ &= A\bar{B} \cdot 1 \\ &= A\bar{B} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) Z &= (\bar{A} + B)(A + B) \\ &= \bar{A} \cdot A + \bar{A} \cdot B + B \cdot A + B \cdot B \\ &= 0 + \bar{A} \cdot B + B \cdot A + B \\ &= B(\bar{A} + A + 1) \\ &= B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (3) X &= ACD + \bar{A}BCD \\ &= CD(A + \bar{A}B) \\ &= CD(A + B) \\ &= ACD + BCD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (4) Z &= \overline{(\bar{A} + C) \cdot (B + \bar{D})} \\ &= \overline{(\bar{A} + C) + (B + \bar{D})} \\ &= \overline{(\bar{A} \cdot \bar{C}) + \bar{B} \cdot \bar{D}} \\ &= A\bar{C} + \bar{B}D \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (5) (\bar{A} + B)(A + B + D)\bar{D} &= F \\ F &= \bar{A}A\bar{D} + \bar{A}B\bar{D} + \bar{A}D\bar{D} + BA\bar{D} + BB\bar{D} + BD\bar{D} \\ &= \bar{A}B\bar{D} + AB\bar{D} + B\bar{D} \\ &= B\bar{D}(\bar{A} + A + 1) = B\bar{D} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (6) F &= \bar{A}C(\bar{A}BD) + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C \\ &= \bar{A}C(A + \bar{B} + \bar{D}) + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C \\ &= \bar{A}CA + \bar{A}CB + \bar{A}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + AC\bar{B} \\ &= \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C \\ &= \bar{B}C(\bar{A} + A) + \bar{A}\bar{D}(C + \bar{B}C) \\ &= \bar{B}C + \bar{A}\bar{D}(B + C) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (7) Z &= ABC + AB\bar{C} + A\bar{B}C \\ &= AB(C + \bar{C}) + A\bar{B}C \\ &= AB \cdot 1 + A\bar{B}C \\ &= A(B + \bar{B}C) \\ &= A(B + C) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(8) Z &= \bar{A}BCD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + ABC\bar{D} + \\
& ABC\bar{D} + ABC\bar{D} + ABCD \\
&= \bar{A}BCD + A\bar{B}\bar{C}(\bar{D} + D) + A\bar{B}\bar{C}(\bar{D} + D) + A\bar{B}\bar{C}(\bar{D} + D) + ABC(\bar{D} + D) \\
&= \bar{A}BCD + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC \\
&= \bar{A}BCD + A\bar{B}(\bar{C} + C) + AB(\bar{C} + C) \\
&= \bar{A}BCD + A\bar{B} + AB \\
&= \bar{A}BCD + A(\bar{B} + B) \\
&= \bar{A}BCD + A \\
&= BCD + A
\end{aligned}$$

பின்வரும் பூலகோவைகளை சுருக்குக.

$$1. Y = A\bar{C} + AB\bar{C}$$

$$2. X = \bar{A}BCD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

4.3 இலக்க தொழினுட்பத்தின் நன்மைகள்

இலக்க முறைமையானது அதனது கவர்ச்சிகரமான நன்மைகளால் இன்று அதன் உச்ச பயன்பாட்டு நிலையில் காணப்படுகின்றது. இவற்றின் நன்மைகளை பின்வருமாறு வரிசைப்படுத்தலாம்.

* இலக்க முறையானது இலகுவாக திட்டமிடப்படக் கூடியது.

இவ்வகைச் சுற்று ஆளிவகைச் சுற்றாக பயன்படுத்தப்படுவதால் அழுத்தம் அல்லது மின்னோட்டம் சரியான பெறுமானமாக இருக்க வேண்டிய அவசியம் இல்லை. உயர்வு, தாழ்வுப் பெறுமானங்கள் காணப்பட்டாலே போதுமானது.

* தகவல் சேமிப்பு இலகுவானது.

விசேட ஆளிச்சுற்றுக்களைக் கொண்டு செயற்படுத்தப்படுகின்றது. அத்துடன் தகவல்களை நீண்ட காலத்திற்கு வைத்திருக்கக் கூடியவை.

* துல்லியம், தவறின்றம் என்பன மிக உயர்வு

அதிக இலக்க சுற்றுக்களைக் கொண்டு பல இலக்க திருத்தத்திற்கு உபயோகிக்கக்கூடியது. ஆனால் ஒப்புளி முறையானது மூன்று அல்லது நான்கு இலக்க நுட்பத்திற்கு மட்டுப்படுத்தப்பட்டது.

* செயல்முறைகள் நிகழ்ச்சித் திட்டமிடப்படக்கூடியன.

ஒப்புளி முறைமையாலும் நிகழ்ச்சித்திட்டமிடக் கூடியதாக இருப்பினும் சிக்கலான, பல்வகையான செயல்முறைகளுக்கு அவை சிறந்தவை அல்ல.

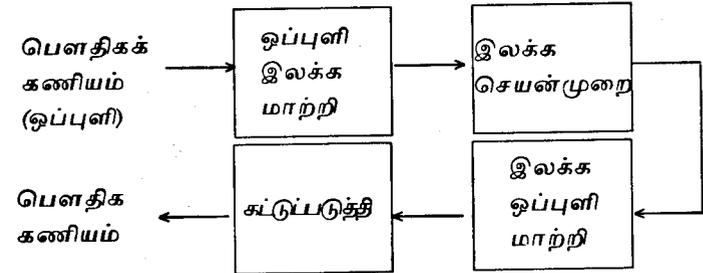
இரைச்சல்களினால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

அழுத்தத்தில் ஏற்படும் சிறிய மாறல்களினால் ஆளிச்சுற்றுக்கள் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இரைச்சல்கள் உயர்வு, தாழ்வுகளினால் இயன்றளவு குறைக்கப்படுகின்றன.

இலக்க தொழினுட்பத்தின் இந்நன்மைகளினால் தான் இம் முறையினால் பதிவு செய்யப்பட்ட நெருங்கிய தட்டுக்கள் [Compact Discs (CD'S)] இன்று பெருமளவில் பயன்பாட்டில் உள்ளன. இலக்க தொழினுட்பம் பல தரப்பட்ட இந்நன்மைகளை கொண்டிருப்பினும் நிஜ உலகில் அதிக பெளதீகக் கணியங்கள் ஒப்புளி வகையைச் சார்ந்தது. உதாரணமாக வெப்பநிலை, அழுத்தம், வேகம், பாய்ச்சல் வீதம் என்பன ஒப்புளி வகையைச் சேர்ந்தவை.

இலக்க முறைமையின் நயங்களைப் பயன்படுத்தி ஒப்புளி பயப்புக்களை பின்வரும் செயல்முறைகளின் மூலம் சிறந்ததாக உருவாக்கலாம்.

- நிஜ உலக ஒப்புளிவகை பெளதீக கணியங்களை இலக்க வகைக்கு மாற்றம் செய்தல்.
- இலக்கத் தகவல்களை செயல்முறைப்படுத்தல்.
- இலக்க பெய்ப்புக்களை நிஜ உலக ஒப்புளி வகைக்கு மாற்றம் செய்தல்.



ஒப்புளி, இலக்க பெளதீக கணியங்களை ஒன்றிலிருந்து ஒன்றுக்கு மாற்றம் செய்ய இருவகை மாற்றிகள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன.

- இலக்க - ஒப்புளி மாற்றி (Analog - Digital Converter)
- ஒப்புளி - இலக்க மாற்றி (Digital - Analog Converter)

இவ்வகை மாற்றிகள் பல்வேறு வகையான நவீன இலத்திரனியல் உபகரணங்களில் மிக அதிகளவில் பிரயோகத்தல் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் பிரயோகம் இன்றைய நவீன தொலைதொடர்பு சேவையான இணையத்தில் (Internet) மிக முக்கிய இடத்தை வகிக்கின்றது.

இன்று உலகெங்கிலும் உள்ள தொலைபேசிகள் இணைக்கப்பட்டு அல்லது தொடர்புபட்டு காணப்படுகின்றது. இவ்விணைப்பை பயன்படுத்தி கணனிகள் இணைக்கப்பட்ட தொகுதி இணையம் (Internet) என அழைக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு தொடர்புபடுத்தப்பட்டிருக்கும் கணனி ஒன்றிற்கு வழங்கப்படும் தகவலானது இணைக்கப்பட்ட ஏனைய கணனிகளில் பொருத்தமான குறியீகளைப் பயன்படுத்திப் பெறக்கூடியதாக காணப்படுகின்றது.

அதாவது கணனி வழியாக கொடுக்கப்படும் இலக்க தகவல்கள் பொருத்தமான மாற்றி (Convertor) மூலம் ஒப்புளி தகவல்களாக மாற்றப்பட்டு தொலைபேசி இணைப்புகளின் வழியே அனுப்பப்படும். இத்தகவல்களை பெறுபவர் இந்த ஒப்புளி தகவல்களை இலக்கத் தகவல்களுக்கு மாற்றி கணனி வழியே பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

இந்நூலை நிறைவு செய்யும் முன், இவ் இலத்திரனியல் துறையில் தற்போது ஏற்பட்டுவரும் ஆய்வுகளைப்பற்றி மிகச் சுருக்கமாக குறிப்பிடுவது பொருத்தமாக இருக்குமென நினைக்கிறோம். 1950 ஆண்டளவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட திரான்சிற்றரினால் இந்நூற்றாண்டில் மிக முக்கிய தொழில்நுட்ப அபிவிருத்திகள் ஏற்பட்டன. எனினும் தற்போதைய திரான்சிற்றரிலும் பல மடங்கு சிறிதான திரான்சிற்றரை உருவாக்க உலகெங்கும் ஆராய்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. தனி இலத்திரன் திரான்சிற்றர் [Single Electron Transistors (SETs)] என்ற மிக நுண்ணிய சுருவியை உருவாக்கும் ஆய்வுகள் நடைபெறுகின்றன. இவ்வாய்வு வெற்றிபெறின் அடுத்த நூற்றாண்டில் இலத்திரனியல் உபகரணங்களின் பரிமாணங்கள் பிரமிக்கத்தக்க வகையில் மிக மிகச் சிறியதாக மாறும். ஏனெனில் இத்தனி இலத்திரன் திரான்சிற்றரின் பரிமாணம் 5×10^{-9} m (5nm) மட்டில் இருக்கும். அதாவது தற்போதைய திரான்சிற்றர் ஒன்றின் பருமன் அளவிலும் 10000 மடங்கு சிறிய தனி இலத்திரன் திரான்சிற்றர்களை உருவாக்கலாம்! எனவே அடுத்த நூற்றாண்டில் இலத்திரனியல் உபகரணங்களின் அளவு மிக மிக நுண்ணியதாக இருக்கும். அத்துடன் nm அளவு கணிப்புகள் (Nano scale computing) உருவாக்கப்படும் என எதிர்பார்க்கலாம்.

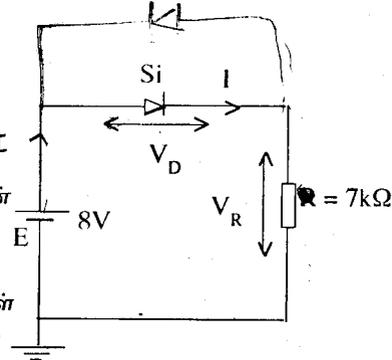
தொகுப்பு

- ★ ஒருங்கிணைந்த சுற்று என்பது சிறிய குறைகடத்தி பளிங்கு ஒன்றில் இலத்திரனியல் மூலகங்களான திரான்சிற்றர்கள், தடைகள் கொள்ளளவிகள், இருவாயிகள் என்பவற்றை பெருமளவில் கொண்ட முழுமையான இலத்திரனியல் சுற்றாகும்.
- ★ பொதுவாக ஒருங்கிணைந்த சுற்றுக்கள் இருவகையான தகவல் அலைவடிவங்களைக் கையாளுகின்றன. அவையாவன ஒப்புளி அறிகுறிகள், இலக்க அறிகுறிகள் ஆகும்.
- ★ செயற்பாட்டு விரியலாக்கி ஒன்று உயர் திறந்த தட நயத்தையும் உயர் பெய்ப்புத் தடையையும், சிறிய பயப்புத் தடையையும் கொண்டதாக காணப்படுகின்றது.
- ★ பொருத்தமான செய்முறைகளின் மூலம் செயற்பாட்டு விரியலாக்கி ஒன்றை நேர் மாறு விரியலாக்கியாகவோ, நேர் மாறு அல்லா விரியலாக்கியாகவோ உருவாக்கலாம்.
- ★ தருக்க படலைகளின் செய்கையை கருதும்போது
 - (1) AND : எல்லா பெய்ப்புக்களும் "1" ஆக இருக்கும்போது மாத்திரம் பயப்பு "1" ஆகும்.
 - (2) OR : எல்லா பெய்ப்புக்களும் "0" ஆக இருந்தால் அன்றி பயப்பு "1" ஆகும்.
 - (3) NOT : பெய்ப்புக்கு எப்போதும் எதிரானது பயப்பு.
 - (4) NAND : எல்லா பெய்ப்புக்களும் "1" இருந்தால் அன்றி, பயப்பு "1" ஆகும்.
 - (5) NOR : எல்லா பெய்ப்புக்களும் "0" ஆக இருக்கும்போது மாத்திரம் பயப்பு "1" ஆகும்.
 - (6) EX OR : பெய்ப்புக்கள் வித்தியாசமாக இருக்கும்போது பயப்பு "1" ஆகும்.
 - (7) EX NOR: பெய்ப்புக்கள் ஒரே பெறுமானமாக இருக்கும்போது பயப்பு "1" ஆகும்.

உதாரணங்கள்

p - n சந்தி இருவாயிகள்

- (1) (a) தரப்பட்ட சுற்றில் தடைக்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாட்டையும் அதனூடான மின்னோட்டத்தையும் காண்க.
- (b) தரப்பட்ட சுற்றில் சிலிக்கன் இருவாயியை முடிவிடங்கள் புறமாற்றி இணைக்கும்போது இருவாயி, தடை என்பவற்றுக்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாடு, மின்னோட்டம் என்பவற்றை காண்க.

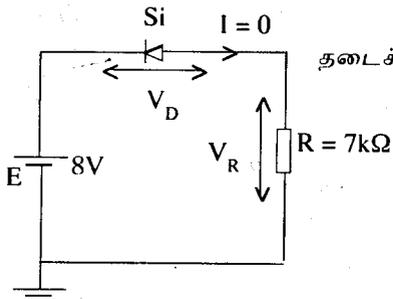


தீர்வு: கேர்ச்சோலின் II ம் விதியில் இருந்து

$$(a) V_R = E - V_D = 8V - 0.7V = 7.3V$$

$$\therefore I = \frac{V_R}{R} = \frac{7.3V}{7k\Omega} = 1.04 \text{ mA}$$

- (b) இருவாயியை புறமாற்றும் போது இருவாயியானது பின்முக கோடலில் உள்ளது. எனவே அதனூடாக மின்னோட்டம் பூச்சியமாகும்.



∴ சுற்றுக்கு கேர்ச்சோலின் II ம் விதிப்படி

$$E = V_D + V_R$$

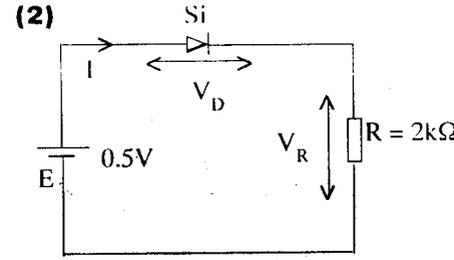
தடைக்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு

$$V_R = I \times R = 0 \times 7k\Omega = 0V$$

$$\therefore E = V_D + 0$$

$$\therefore V_D = E = 8V$$

∴ இருவாயிக்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு = 8V



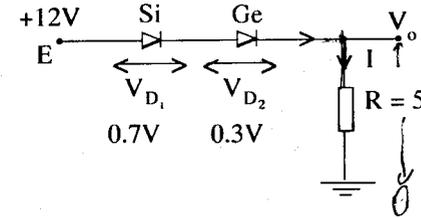
காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் சுற்றி னூடான மின்னோட்டம். இருவாயிக்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாடு, தடைக்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாடு என்பவற்றை காண்க.

தீர்வு: சிலிக்கனின் தடுப்பு அழுத்தம் 0.7V. இதன் பெறுமானத்தை மீறாதேவையான மின்னியக்கவிசை கலத்தினால் பிரயோகிக்கப்படவில்லை. எனவே சுற்றினூடான மின்னோட்டம் பூச்சியமாகும். தடைக்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு $V_R = IR$

$$= 0 \times 2k\Omega = 0V$$

இருவாயிக்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு $V_D = E = 0.5V$

- (3) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் V_o, I என்பவற்றின் பெறுமதிகளை காண்க.

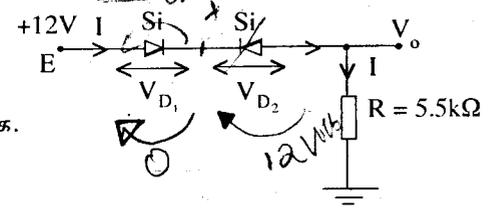


தீர்வு: $V_o = E - (V_{D1} + V_{D2})$
 $= 12 - (0.7 + 0.3)$
 $= 11V$

∴ 5.5 kΩ க்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு $V_R = 11V$

∴ தடை R இனூடான மின்னோட்டம் $I = \frac{V_R}{R} = \frac{11V}{5.5k\Omega} = 2 \text{ mA}$

- (4) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் I, V_o, V_{D2} என்பவற்றின் பெறுமானங்களை காண்க.



தீர்வு: $I = 0\text{mA}$, $V_o = IR = 0 \times 5.5 = 0\text{V}$
 $V_{D_2} = V_{\text{திறந்த சுற்று}} = E = 12\text{V}$ $V_{D_1} = 0$

அல்லது

கேர்ச்சோவின் II ம் விதிப்படி மணிக்கூட்டுத்திசையில்

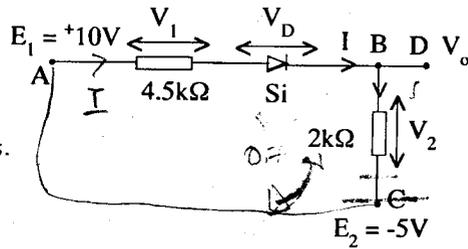
$$E - V_{D_1} - V_{D_2} - V_o = 0$$

$$\therefore V_{D_2} = E - V_{D_1} - V_o = 12\text{V} - 0 - 0$$

$$V_{D_2} = 12\text{V}$$

$$\therefore V_o = 0\text{V}$$

(5) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் I , V_1 , V_2 , V_o என்பவற்றின் பெறுமானங்களை காண்க.



தீர்வு: $I = \frac{E_1 - E_2 - V_D}{R_1 + R_2} = \frac{10 + 5 - 0.7}{4.5 + 2.0} = \frac{14.3\text{V}}{6.5\text{k}\Omega} = 2.2\text{mA}$

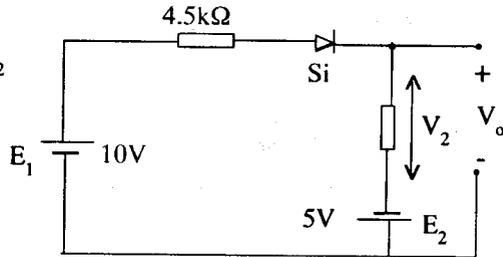
$$\therefore V_1 = I \times R_1 = 2.2\text{mA} \times 4.5\text{k}\Omega = 9.9\text{V}$$

$$V_2 = I \times R_2 = 2.2\text{mA} \times 2.0\text{k}\Omega = 4.4\text{V}$$

வெளிச்சுற்று CBDC இற்கு கேர்ச்சோவின் விதிப்படி

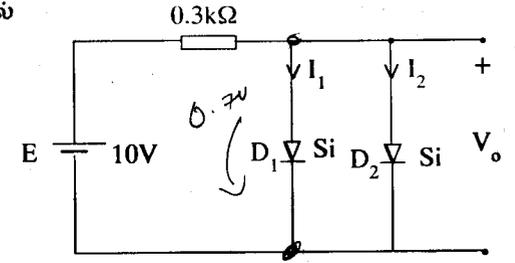
$$E_2 + V_2 - V_o = 0$$

$$V_o = V_2 + E_2 = 4.4 - 5 = -0.6\text{V}$$

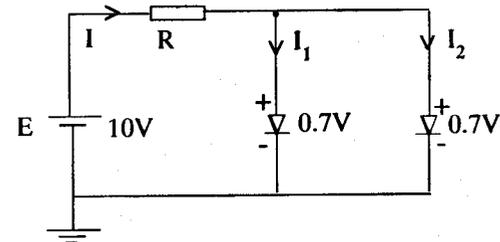


(-) குறி காட்டப்பட்ட திசைக்கு எதிர்த் திசையில் அழுத்தம் என்பதைக் குறிக்கும்.

(6) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் I_1 , I_2 , V_o என்பவற்றை காண்க.



தீர்வு:

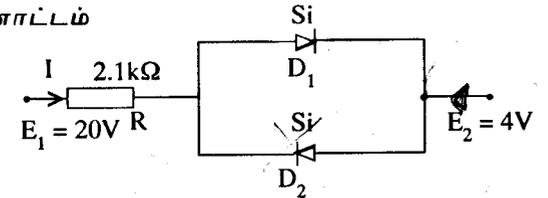


$$\therefore I = \frac{V_R}{R} = \frac{E - V_D}{R} = \frac{10\text{V} - 0.7\text{V}}{0.3\text{k}\Omega} = 31\text{mA}$$

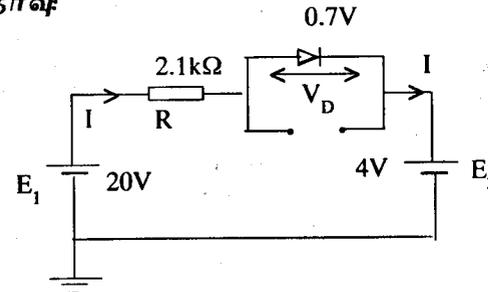
இருவாயிகள் ஒரே இயல்புகளை கொண்டிருப்பதனால்

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{31}{2} = 15.5\text{mA}, \quad V_o = 0.7\text{V}$$

(7) சுற்றிலூடான மின்னோட்டம் I யினைக் காண்க.

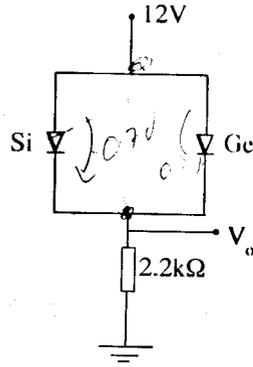


தீர்வு:



$$I = \frac{E_1 - E_2 - V_D}{R} = \frac{(20 - 4 - 0.7)\text{V}}{2.1\text{k}\Omega} = 7.286\text{mA}$$

- (8) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் V_o வின் பெறுமானத்தைக் காண்க.

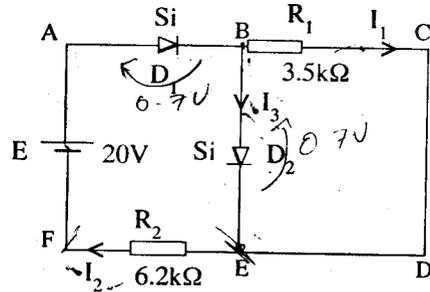


தீர்வு:

காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் 12 V அழுத்தத்தைப் பிரயோசிக்கும் இரு இருவாயிகளும் முன்முகக்கோடலில் இருந்தாலும் சிலிக்கன் இருவாயிக்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு 0.7V ஆகவும் ஜேர்மானியத்திற்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு 0.3 V ஆகவும் இருக்கும்போதே இவ் இருவாயிகளினூடு மின்னோட்டம் செல்லும். ஆனால் சமாந்தர மூலகங்களுக்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு எப்போதும் சமனாக இருக்கவேண்டும். எனவே இவ் இருவாயிகளும் சமாந்தரமாக இருப்பதனால் 0.3 V என்னும் அழுத்தவேறுபாட்டை விரைவில் அடைந்துவிடும். இந்நிலையில் ஜேர்மானிய இருவாயினூடே மின்னோட்டம் செல்லும். சிலிக்கன் இருவாயினூடு மின்னோட்டம் செல்லாது. அதாவது அவ் இருவாயி திறந்தசுற்று நிலையில் இருப்பது போல் செயற்படும்.

$$\therefore V_o = 12V - 0.3V = 11.7V$$

- (9) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் I_1, I_2, I_3 என்பவற்றின் பெறுமானத்தை காண்க.



தீர்வு : D_2 இற்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு R_1 இற்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாட்டிற்குச் சமனாகும். எனவே அழுத்தவேறுபாட்டை சமப்படுத்த

$$0.7V = I_1 \times R_1$$

$$I_1 = \frac{0.7V}{R_1} = \frac{0.7V}{3.5k\Omega} = 0.2 \text{ mA}$$

சுற்று ABEFA இற்கு கேர்ச்சோவின் IIம் விதிப்படி.

$$20V - 0.7V - 0.7V = I_2 \times 6.2k\Omega$$

$$18.6V = I_2 \times 6.2k\Omega$$

$$\therefore I_2 = \frac{18.6V}{6.2k\Omega} = 3 \text{ mA}$$

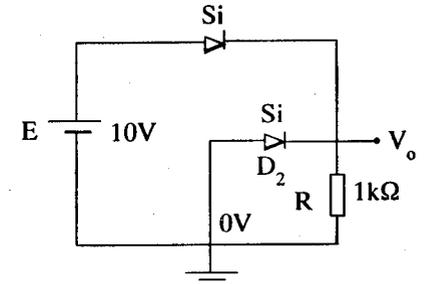
புள்ளி E இல் கேர்ச்சோவின் Iம் விதிப்படி.

$$I_2 = I_3 + I_1$$

$$\therefore I_3 = I_2 - I_1$$

$$= (3 - 0.2) \text{ mA} = 2.8 \text{ mA}$$

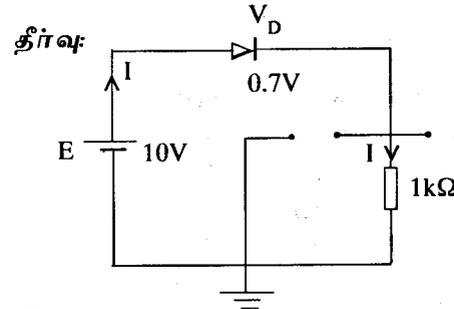
- (10) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் V_o இன் பெறுமதி, R இன் ஊடான மின்னோட்டம் என்பவற்றை காண்க.



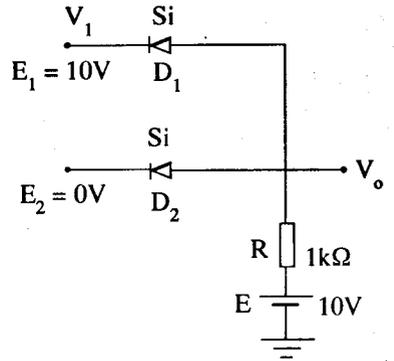
$$V_o = E - V_D = 10 - 0.7 = 9.3V$$

$$9.3V = V_R = IR$$

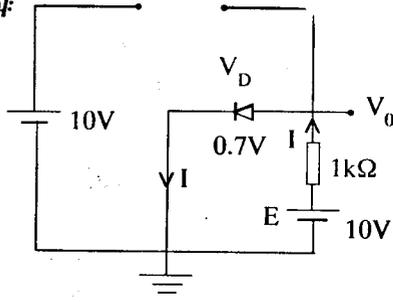
$$\therefore I = \frac{E - V_D}{R} = \frac{(10 - 0.7)V}{1k\Omega} = 9.3 \text{ mA}$$



- (11) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் 1kΩ ஊடான மின்னோட்டத்தையும், V_o ஐயும் காண்க.



தீர்வு:

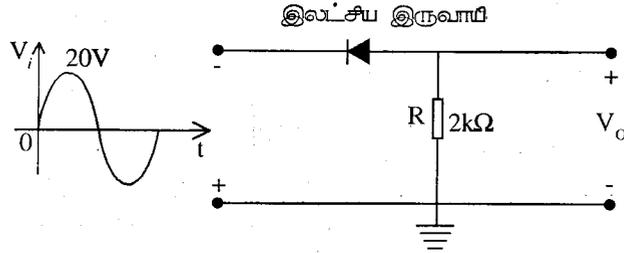


$$V_o = V_D = 0.7V$$

$$I = \frac{E - V_D}{R} = \frac{10V - 0.7V}{1k\Omega} = 9.3 \text{ mA}$$

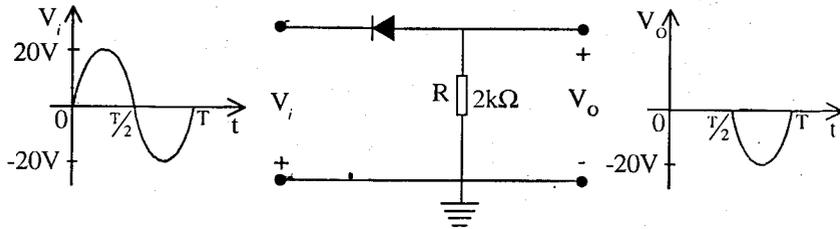
$$V_o = 0.7V$$

(12)



- (a) காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் தரப்பட்ட பெய்ப்புக்கு ஒத்த பயப்பு V_o வின் அலையுருவை வரைந்து காட்டுக. பயப்பின் சராசரி அழுத்தம் V_{av} ஐயும் கணிக்குக.
- (b) இவ் இலட்சிய இருவாயினாது சிலிக்கன் இருவாயினால் மாற்றப்படும் போது (a) பகுதியை மீளச் செய்க.
- (c) உச்சஅழுத்தம் V_p யானது 200V க்கு உயர்த்தப்படும்போது (a), (b) பகுதியை மீளச்செய்க. (உச்சஅழுத்தம் 200V க்கு உயர்த்தப்படும்போது இருவாயினாது பழுதடையமாட்டாது எனக் கருதுக)

தீர்வு:



காட்டப்பட்ட நிலையில் இருவாயினாது பெய்ப்பு அலையுருவின் மறைப்பகுதியை பயப்பாக வெளிவிடும்.

$$V_{av} = -\frac{1}{\pi} V_p \text{ என்னும் சமன்பாட்டில் பிரதியிட}$$

$$V_{av} = -0.318 (20V) = -6.36V$$

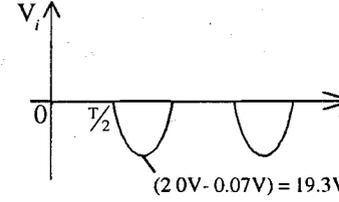
மறை குறி பயப்பு எதிரானது என்பதை சுட்டிக் காட்டுகின்றது.

- (b) சிலிக்கன் இருவாயியைப் பயன்படுத்தும்போது இருவாயிற்குக்குக் 0.7V அழுத்தம் வீழ்ச்சியறும்.

$$\text{எனவே சராசரி பயப்புமுத்தம் } V_{av} = -\frac{1}{\pi} (V_p - 0.7V)$$

$$= -0.318 \times 19.3V$$

$$\approx -6.14V$$



எனவே சராசரி அழுத்தத்தில் ஏற்பட்ட

வீழ்ச்சி = 6.36V - 6.14V = 0.22V அல்லது 3.5%

$$(c) V_{av} = \frac{1}{\pi} V_p = 0.318 (200V) = 63.6V$$

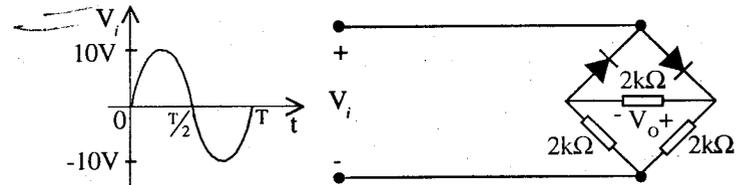
$$V_{av} = \frac{1}{\pi} (V_p - 0.7V) = 0.318 (200V - 0.7V) = 63.38V$$

எனவே சராசரி அழுத்தத்தில் ஏற்பட்ட வீழ்ச்சி

$$= 63.6V - 63.38V = 0.22V \text{ அல்லது } 0.35\%$$

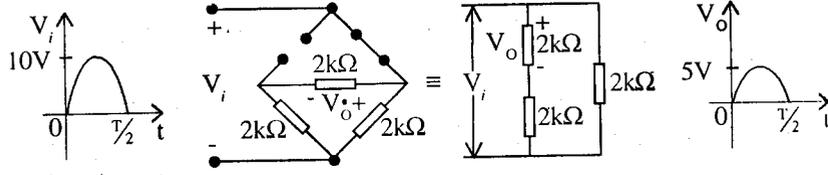
பொதுவாக இருவாயிகளுக்குக் குறுக்கே இழக்கப்படும் அழுத்த வேறுபாடு கணிப்புக்களில் புறக்கணிக்கப்படும்.

(13)



காட்டப்பட்ட வலைவேலைச்சுற்றில் பயப்பின் அலையுருவை வரைந்து பயப்பின் சராசரி அழுத்தம் V_{av} ஐயும் ஒவ்வொரு இருவாயினதும் உச்சநேர்மாறு வோல்ற்றளவு (PIV) ஐயும் காண்க.

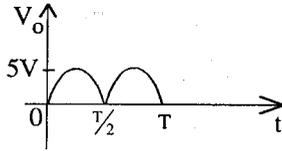
தீர்வு:



V_i இன் நேர் பகுதியின் மாறலை மட்டும் கருதும் போது பெய்ப்பு அழுத்தத்தின் நேர்ப்பகுதியை கருதும்போது மீள ஒழுங்கு படுத்தப்பட்ட வலைவேலையில் இருந்து $V_o = \frac{1}{2}V_i$ அல்லது

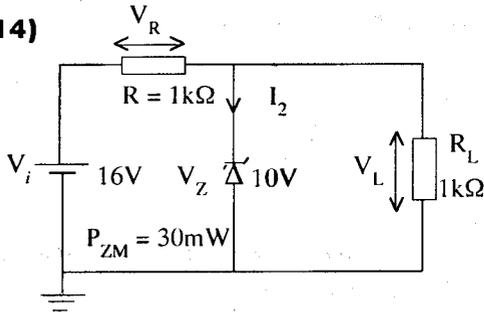
$$V_{o_{உயர்வு}} = \frac{1}{2}V_{i_{உயர்வு}} = \frac{1}{2}(10V) = 5V$$

V_i இன் மறை பகுதியை கருதும்போது பயப்பு V_o ஆனது நேர் மாறாக்கப்பட்டு உருவில் காட்டியவாறு அமையும்.



\therefore பயப்பின் சராசரி அழுத்தம் $V_{av} = V_p = 0.636 \times 5V = 3.18V$
உச்ச நேர்மாறு வோல்ட்ற்றளவு (PIV) = 5V

(14)



காட்டப்பட்ட சேனர் இரு வாயிச்சுற்றில் சுமை, R_L இற்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாடு, V_L தடை R இற்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு, V_R சேனர் இருவாயியின்

ஊடான மின்னோட்டம், I_Z சேனர் இருவாயியில் விரையமாக்கப்பட்ட வலு, P_Z என்பவற்றின் பெறுமதிகளை $R_L = 1.0k\Omega$ ஆகவும், $3k\Omega$ ஆகவும், இருக்கும் போது தனித்தனியே காண்க.

தீர்வு:

குறிப்பு: முதலில் சேனர் இருவாயியை சுற்றில் இருந்து அகற்றுவதாக கருதி R_L இற்கு குறுக்கேயான அழுத்த வேறுபாட்டை காணல் வேண்டும். ஏனெனில் இவ்அழுத்தவேறுபாடு, V_L சேனர் அழுத்தம், V_Z இலும் உயர்வாக இருப்பின் மட்டுமே சேனர் இருவாயி செயற்படும். இந்நிலையில் சுமை, R_L இற்கு குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு, V_Z ஆகவே இருக்கும். அத்துடன் சேனர் இருவாயில் விரையமாகும் வலு, P_Z அதில் குறிப்பிடப்பட்ட உயர் வலு, P_{ZM} இலும் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும்.

(a) $R_L = 1.0 k\Omega$ ஆக இருக்கும் போது சேனர் இருவாயியை அகற்றுவதாக கருதின் சுமை, R_L இற்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு, V_L ஆயின்

$$V_L = \left(\frac{R_L}{R + R_L} \right) V_Z = \frac{1k\Omega \times 16V}{(1 + 1)k\Omega} = 8V$$

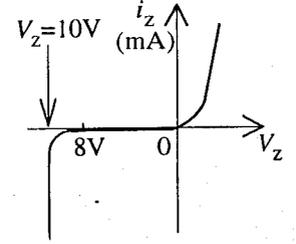
$V_L = 8V$ ஆனது $V_Z = 10V$ இலும் குறைவாக இருப்பதனால் சேனர் இருவாயி தொழிற்படாது.

ஆகவே சுமைக்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு, $V_L = 8V$

$$\therefore \text{தடைக்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு, } V_R = V_Z - V_L = 16V - 8V = 8V$$

சேனர் இருவாயின் ஊடான மின்னோட்டம் $I_Z = 0A$

$$\therefore \text{சேனர் இருவாயியில் விரையமாகும் வலு } P_Z = V_Z I_Z = V_Z \times 0 = 0W$$



(b) $R_L = 3\text{ k}\Omega$ ஆக இருக்கும்போது

சுமை R_L இற்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு V_Z ஆயின்

$$V_L = \frac{R_L V_Z}{R + R_L} = \frac{3\text{ k}\Omega \times 16\text{ V}}{(1 + 3)\text{ k}\Omega} = 12\text{ V}$$

$V_L = 12\text{ V}$ ஆனது $V_Z = 10\text{ V}$ இலும் கூடவாக இருப்பதனால் சேனர் இருவாயி தொழிற்படும்.

ஆகவே சுமை (R_L) இற்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு V_L ஆயின்

$$V_L = V_Z = 10\text{ V}$$

$$\therefore V_R = V_Z - V_L = (16 - 10)\text{ V} = 6\text{ V}$$

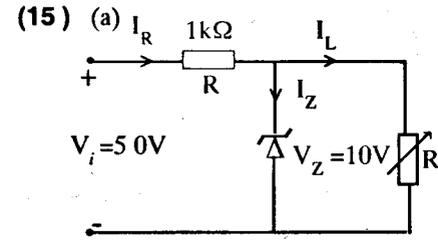
$$\text{அத்துடன் சுமையினூடான மின்னோட்டம் } I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{10\text{ V}}{3\text{ k}\Omega} = 3.33\text{ mA}$$

$$\text{தடை } R \text{ இனூடான மின்னோட்டம் } I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{6\text{ V}}{1\text{ k}\Omega} = 6\text{ mA}$$

$$\therefore I_Z = I_R - I_L = 6\text{ mA} - \frac{10}{3}\text{ mA} = 2.67\text{ mA}$$

$$\begin{aligned} \text{சேனர் இருவாயியில் விரையமான வலு } P_Z &= V_Z I_Z \\ &= 10 \times \frac{8}{3}\text{ mW} \\ &= 26.7\text{ mW} \end{aligned}$$

இப்பெறுமானம் குறிப்பிட்ட பெறுமானம் $P_{Zm} = 30\text{ mW}$ இலும் குறைவாகவே உள்ளது.



காட்டப்பட்ட சுற்றில் சேனர் இருவாயியிக்குடாக செல்லக் கூடிய உயர் மின்னோட்டம், I_{Zm} , 32mA ஆயின் சேனர் இருவாயி செயற்படும் பொழுது R_L , I_L என்பவற்றிற்கு எடுக்கக் கூடிய பெறுமானவீச்சை காண்க.

(b) இருவாயியில் விரையமாகும் வலு வீதத்தை காண்க.

தீர்வு:

(a) சேனர் இருவாயி இயங்கும் நிலையில் R_L இன் இழிவுப்

பெறுமானம் $R_{L_{min}}$ எனின் $V_L = V_Z = \frac{R_L V_i}{R_L + R}$ இல் இருந்து

R_L ஐ பெறலாம்.

$$R_{L_{min}} = \frac{R V_Z}{V_i - V_Z} = \frac{1\text{ k}\Omega \times 10\text{ V}}{(50 - 10)\text{ V}} = \frac{10\text{ k}\Omega}{40} = 250\Omega$$

$$\begin{aligned} \text{தடை } R \text{ இற்குக் குறுக்கேயான அழுத்தவேறுபாடு } V_R &= V_i - V_Z \\ &= (50 - 10)\text{ V} \\ &= 40\text{ V} \end{aligned}$$

$$\therefore R \text{ இனூடான மின்னோட்டம் } I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{40\text{ V}}{1\text{ k}\Omega} = 40\text{ mA}$$

$$\begin{aligned} \text{சுமையினூடாக மின்னோட்ட இழிவுப்பெறுமானம் } I_{L_{min}} &= I_R - I_{Zm} \\ &= (40 - 32)\text{ mA} \\ &= 8\text{ mA} \end{aligned}$$

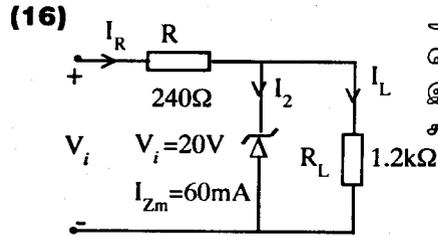
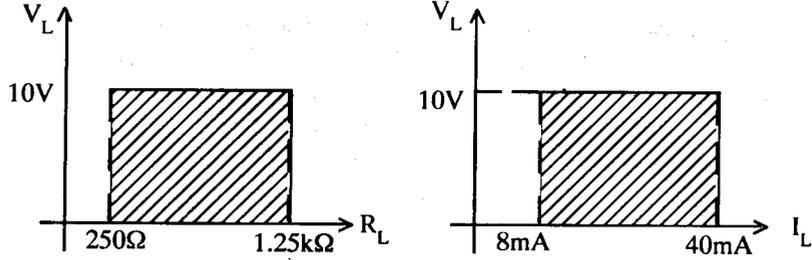
$$\begin{aligned} R_L \text{ இன் உயர்வுப்பெறுமானம் } R_{L_{max}} &= \frac{V_Z}{I_{L_{min}}} \\ &= \frac{10\text{ V}}{8 \times 10^{-3}\text{ A}} = 125\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$(b) P_{\max} = V_Z I_{Zm}$$

$$= 10V \times 32 \text{ mA}$$

$$= 320 \text{ mW}$$

V_L ஆனது R_L உடன் மாறுபடுவதையும், V_L ஆனது I_L உடன் மாறுபடுவதையும் காட்டும் வரைபு பின்வருமாறு



அருகிலுள்ள சுற்றில் சேனர் இருவாயி செயற்படும் நிலையில் V_i இற்கு இருக்கக்கூடிய பெறுமான வீச்சைக் காண்க.

தீர்வு:

V_i இன் இழிவுப்பெறுமானம்

$$V_{i_{\min}} = \frac{(R_L + R)V_Z}{R_L} = \frac{(1200\Omega + 240\Omega) 20V}{1200\Omega}$$

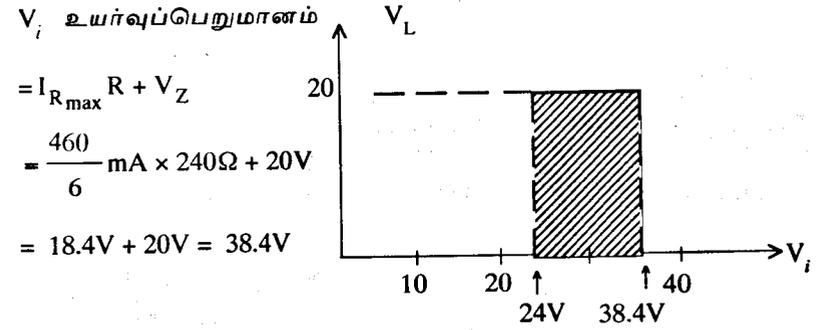
$$= 24V$$

சுமையினூடான மின்னோட்டம் $I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{20V}{1.2k\Omega} = 16.67 \text{ mA}$

R இற்கூடான உயர் மின்னோட்டம் $I_{R_{\max}} = I_{Zm} + I_L$

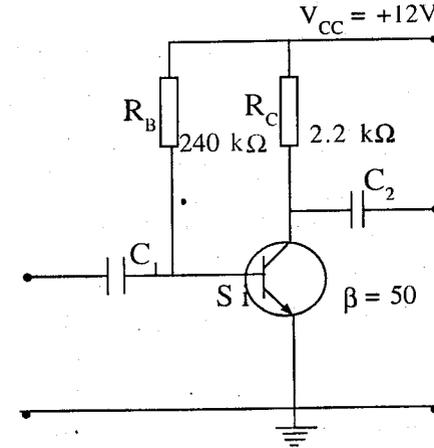
$$= \left(60 + \frac{100}{6}\right) \text{ mA}$$

$$= \frac{460}{6} \text{ mA} = 76.67 \text{ mA}$$



திரான்சிற்றர்கள்

(17)



அருகிலுள்ள திரான்சிற்றர் உருவமைப்பில்

- அடிமின்னோட்டம் (I_B), சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் (I_C),
- சேகரிப்பான்-காலி அழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ,
- அடி அழுத்தம் V_B , சேகரிப்பான் அழுத்தம் V_C ,
- சேகரிப்பான்-அடி அழுத்த வேறுபாடு V_{BC} ,
- சுற்றில் நிரம்பல் நிலைப்புள்ளி, என்பவற்றை காண்க (இங்கு $V_{BE} = 0.7V$)

தீர்வு:

$$(a) V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

$$\therefore I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12V - 0.7V}{240k\Omega} = 47.1\mu A$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$= 50 \times 47.1\mu A = 2.355 \text{ mA}$$

$$(b) V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$= 12V - 2.355 \text{ mA} \times 2.2k\Omega = 6.82 \text{ V}$$

$$= 12V - 5.181V = 6.819 \text{ V}$$

$$(c) V_B = V_{BE} = 0.7V$$

$$V_C = V_{CE} = 6.819 \text{ V}$$

$$(d) V_{BC} = V_B - V_C$$

$$= 0.7 - 6.819 = -6.119 \text{ V}$$

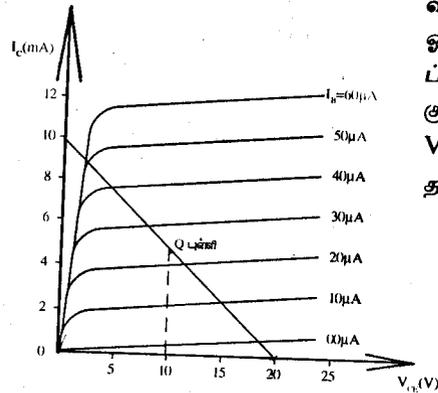
(-) குறியானது, அடி-சேகரிப்பான் பின்முககோடலில் உள்ளதைக் காட்டுகின்றது. அதாவது திரான்சிற்றர் விரியலாக்கியாக தொழிற்படுகின்றது என்பதை குறிக்கின்றது.

(e) நிரம்பல் நிலையில் $V_{CE} \approx 0$

$$\therefore I_{C_{\text{நிரம்பல்}}} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{12}{2.2 \times 10^3} = 5.45 \text{ mA}$$

காட்டப்பட்ட சுற்றில் $I_C = 2.355 \text{ mA}$. இது நிரம்பல் நிலையில் இருந்து அதிக தூரத்தில் உள்ளது. அதாவது நிரம்பல்நிலை மின்னோட்டத்தின், அண்ணளவாக $\frac{1}{2}$ மடங்காக உள்ளது.

(18)



காட்டப்பட்ட சுமைக்கோடும் வரையறுக்கப்பட்ட Q-புள்ளியும் ஓர் நிலைத்த கோடல் உருவமைப்பில் உள்ள திரான்சிற்றருக்குரியது. எனின் கோடல் அழுத்தம் V_{CC} சுமைத்தடை R_L , அடிகோடல் தடை R_B என்பவற்றைக் காண்க.

தீர்வு:

$$V_{CC} = I_C R_L + V_{CE} \text{ இல்}$$

$$I_C = 0 \text{ ஆகும்போது } V_{CC} = V_{CE} = 20 \text{ V}$$

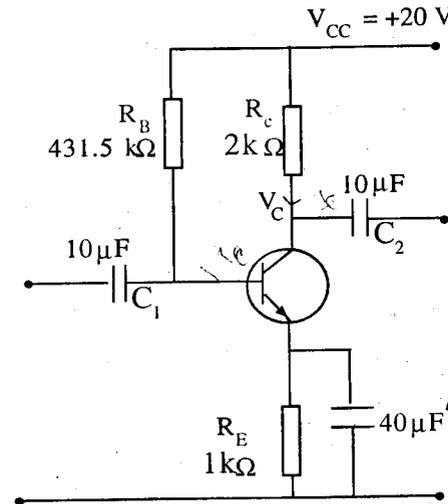
$$V_{CE} = 0 \text{ V ஆகும்போது } I_C = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

$$\therefore R_L = \frac{V_{CC}}{I_C} = \frac{20V}{10 \text{ mA}} = 2k\Omega$$

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} \text{ இல் இருந்து}$$

$$\therefore R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} = \frac{20V - 0.7V}{25 \mu A} = 772k\Omega$$

(19)



காட்டப்பட்ட பொதுக்காலிச் சுற்றில் $\beta = 50$ ஆயின்

- அடி மின்னோட்டம் I_B ,
- சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C ,
- சேகரிப்பான் காலி அழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ,
- சேகரிப்பான் அழுத்தம் V_C ,
- காலி அழுத்தம் V_E ,
- அடி அழுத்தம் V_B ,
- சேகரிப்பான் அடி அழுத்தம் V_{CB} ,

என்பவற்றை காண்க.

தீர்வு:

$$(a) V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$$

$$\text{ஆனால் } I_E = I_B + I_C$$

$$\therefore I_E = I_B + \beta I_B \quad \left(\because \frac{I_C}{I_B} = \beta \right)$$

$$= (1 + \beta) I_B$$

$$\therefore V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + (1 + \beta) R_E I_B$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$$

$$= \frac{20V - 0.7V}{431.5k\Omega + (50 + 1) \times 1k\Omega} = 40\mu A$$

$$(b) I_C = \beta I_B$$

$$= 50 \times 40 \times 10^{-6} A = 2.0 \text{ mA}$$

$$(c) V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$$

$$\therefore V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - (1 + \beta) I_B R_E$$

$$= 20V - 2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 V - 51 \times 40 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^3 V$$

$$= 20V - (4 + 2.04)V = 13.96 V$$

$$(d) V_C = V_{CC} - I_C R_C$$

$$= 20V - 2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 V = 16 V$$

$$(e) V_E = V_C - V_{CE} \quad \text{அல்லது} \quad V_E = I_E R_E = (1 + \beta) I_B R_E$$

$$= 16V - 13.96V$$

$$= 51 \times 40 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^3 V$$

$$= 2.04 V$$

$$= 2.04 V$$

$$(f) V_B = V_{BE} + V_E$$

$$= 0.7V + 2.04V$$

$$= 2.74 V$$

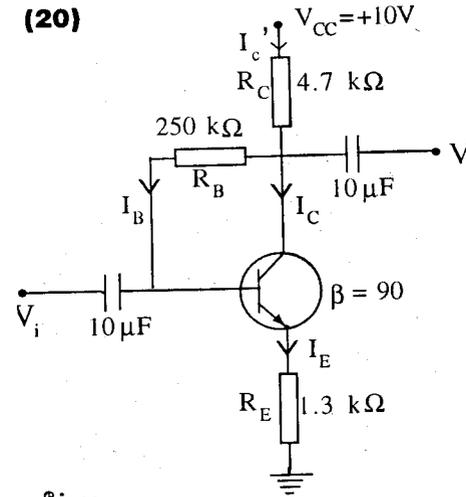
$$(g) V_{BC} = V_B - V_C$$

$$= (2.74 - 16) V$$

$$= -13.26 V$$

(-) குறி பின்முக கோடலைக் குறிக்கின்றது.

(20)



காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் $\beta = 90$ ஆயின் சேகரிப்பான் ஓட்டம் I_C ஐயும் சேகரிப்பான் காலி அழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ஐயும் காண்க.

தீர்வு:

$$V_{CC} = I_C R_C + I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$$

ஆனால் $I_C = I_C$ ஆகவும், $I_E = I_C$ ஆகவும் எடுக்கலாம்

$$\text{அத்துடன் } I_C = \beta I_B$$

$$\therefore V_{CC} = \beta I_B R_C + I_B R_B + V_{BE} + \beta I_B R_E$$

$$\therefore I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta(R_C + R_E)}$$

$$= \frac{(10 - 0.7)V}{250k\Omega + 90(4.7 + 1.3)k\Omega} = \frac{9.3V}{250k\Omega + 540k\Omega} = \frac{9.3}{790 \times 10^3} A$$

$$= 11.77\mu A$$

$$I_C = \beta I_B$$

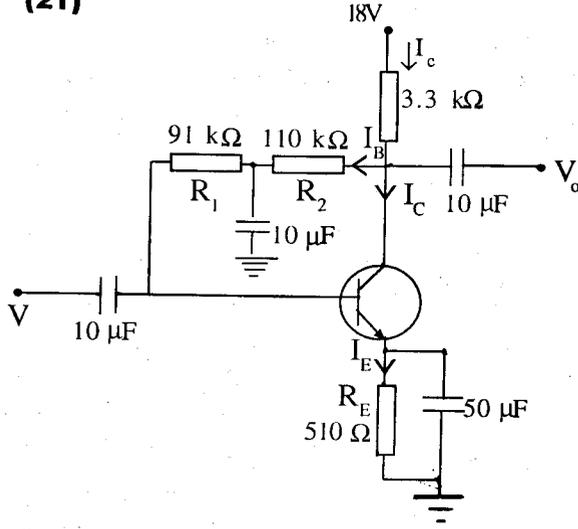
$$= 90 \times 11.77 \times 10^{-6} A = 1.06 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$

$$= 10V - 1.06 \text{ mA} \times (4.7 + 1.3) k\Omega$$

$$= 10V - 6.36V = 3.64V$$

(21)



காட்டப்பட்டுள்ள
சுற்றில் $\beta = 75$ ஆயின்
 I_B , V_C என்பவற்றைக்
காண்க.

தீர்வு: இங்கு $R_1 + R_2 = R_B$ எனக் கருதலாம்.

$$V_{CC} = I_C R_C + I_B (R_1 + R_2) + V_{BE} + I_E R_E$$

$I_C \cong I_C$ ஆகவும் $I_E \cong I_C$ ஆகவும் கொள்ளப்படின

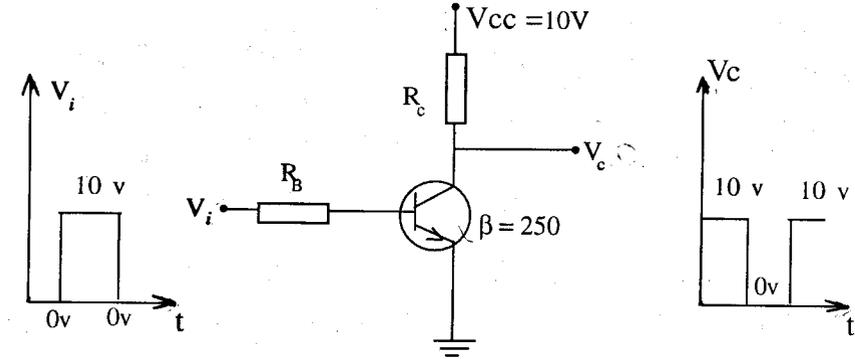
$$V_{CC} = \beta I_B R_C + I_B (R_1 + R_2) + V_{BE} + \beta I_B R_E$$

$$\begin{aligned} \therefore I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{(R_1 + R_2) + \beta(R_C + R_E)} \\ &= \frac{18V - 0.7V}{(91 + 110) \times 10^3 \Omega + 75(3.3 + 0.51) \times 10^3 \Omega} = \frac{17.3}{486.75 \times 10^3} A \\ &= 35.5 \mu A \end{aligned}$$

$$I_C = \beta I_B = 75 \times 35.5 \times 10^{-6} = 2.66 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} V_C &= V_{CC} - I_C R_C = V_{CC} - I_C R_C \\ &= 18V - (2.66 \text{ mA} \times 3.3 \text{ k}\Omega) \\ &= (18 - 8.78) V \\ &= 9.22 V \end{aligned}$$

(22)



காட்டப்பட்ட உருவமைப்பில் R_B , R_C என்பவற்றை கணிக்குக. இங்கு

$$I_{C_{\text{தரப்பட}} = 10 \text{ mA}}$$

தீர்வு:

நிரம்பல்நிலையில் $I_{C_{\text{தரப்பட}}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$

$$10 \text{ mA} = \frac{10V}{R_C}$$

$$R_C = \frac{10V}{10 \text{ mA}} = 1 \text{ k}\Omega$$

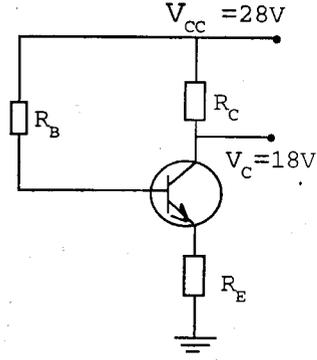
நிரம்பல்நிலையில் $I_B = \frac{I_{C_{\text{தரப்பட}}}}{\beta} = \frac{10 \text{ mA}}{250} = 40 \mu A$

$$V_{i_{\text{max}}} = I_B R_B + V_{BE}$$

$$10V = 40 \mu A \times R_B + 0.7V$$

$$\begin{aligned} \therefore R_B &= \frac{9.3V}{40 \mu A} \\ &= 232.5 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

(23)



தரப்பட்ட காலி கோடல் உருவ

$$\text{மைப்பில் } I_C = \frac{1}{2} I_{C_{\text{தரப்பட்ட}}}$$

$$I_{C_{\text{தரப்பட்ட}}} = 8\text{mA}, V_C = 18\text{V}, \beta = 110$$

ஆயின் R_C, R_E, R_B என்பவற்றைக் காண்க.

தீர்வு:

$$I_C = \frac{1}{2} I_{C_{\text{தரப்பட்ட}}} = 4\text{mA}$$

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

$$\therefore R_C = \frac{V_{CC} - V_C}{I_C}$$

$$\text{பிரதியிட } R_C = \frac{28\text{V} - 18\text{V}}{4\text{mA}} = 2.5\text{k}\Omega$$

$$V_{CC} = I_{C_{\text{தரப்பட்ட}}} (R_C + R_E)$$

$$R_C + R_E = \frac{V_{CC}}{I_{C_{\text{தரப்பட்ட}}}} = \frac{28\text{V}}{8\text{mA}} = 3.5\text{k}\Omega$$

$$\begin{aligned} \therefore R_E &= 3.5\text{k}\Omega - R_C \\ &= 3.5\text{k}\Omega - 2.5\text{k}\Omega \\ &= 1\text{k}\Omega \end{aligned}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{4\text{mA}}{110} = 36.36\mu\text{A}$$

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

$$\text{ஆனால் } I_E = (\beta + 1) I_B$$

$$\therefore V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + (\beta + 1) I_B R_E$$

$$V_{CC} - V_{BE} = I_B [R_B + (\beta + 1) R_E]$$

$$R_B + (\beta + 1) R_E = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$$

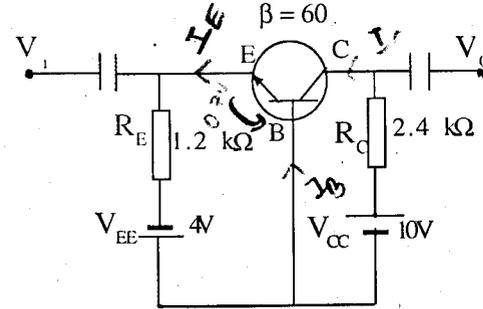
$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} - (\beta + 1) R_E$$

$$= \frac{28\text{V} - 0.7\text{V}}{36.36\mu\text{A}} - (111)(1\text{k}\Omega)$$

$$= \frac{27.3\text{V}}{36.36\mu\text{A}} - 111\text{k}\Omega$$

$$= 639.8\text{ k}\Omega$$

(24)



காட்டப்பட்ட பொது அடி உருவமைப்பில் அடி மின்னோட்டம் I_B , சேகரிப்பான் அடி அழுத்தம் V_{CB} என்பவற்றை கணிக்குக.

தீர்வு:

பெய்ப்பு சுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் II ம் விதியை பிரயோகிக்கும்போது

$$V_{EE} = I_E R_E + V_{BE}$$

$$\therefore I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E}$$

பிரதியிடும்போது

$$I_E = \frac{4V - 0.7V}{1.2k\Omega} = 2.75mA$$

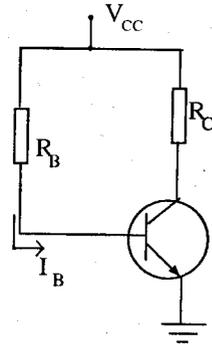
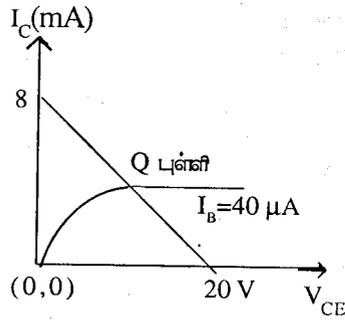
பயப்புச்சுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் IIம் விதியை பிரயோகிக்கும்போது

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

$$\begin{aligned} \therefore V_{CE} &= V_{CC} - I_C R_C \quad \text{அத்துடன் } I_C \cong I_E \\ &= 10V - (2.75mA)(2.4k\Omega) \\ &= 3.4V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{I_C}{\beta} \\ &= \frac{2.75mA}{60} \\ &= 45.8\mu A \end{aligned}$$

(25) காட்டப்பட்ட திட்ட சிறப்பியல்பு வளையியில் இருந்தும் நிலைத்த கோடல் உருவமைப்பில் இருந்தும் V_{CC} , R_B , R_C என்பவற்றை துணிக.

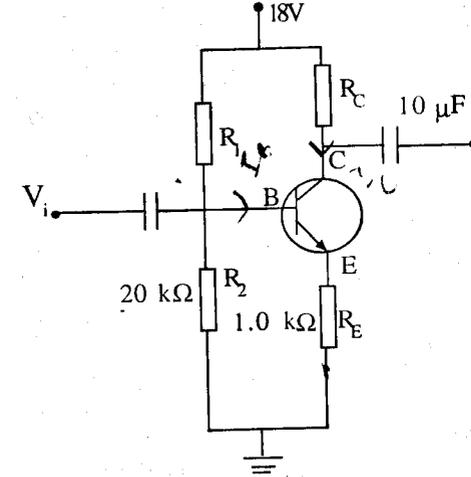


தீர்வு:

சுமைக்கோட்டில் இருந்து

$$V_{CC} = 20V$$

(26)



காட்டப்பட்ட வலைவேலைச் சுற்றில் $I_C = 2mA$, $V_{CE} = 10V$ எனின் R_1 , R_C என்பவற்றின் பெறுமானங்களை காண்க.

தீர்வு:

$$\begin{aligned} V_E &= I_E R_E \cong I_C R_E \\ &= (2mA)(1.0k\Omega) = 2.0V \end{aligned}$$

$$V_B = V_{BE} + V_E = 0.7V + 2.0V = 2.7V$$

$$V_B = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} = 2.7V$$

$$= \frac{(20k\Omega)(18V)}{R_1 + 20k\Omega} = 2.7V$$

$$R_1 = 113.34k\Omega$$

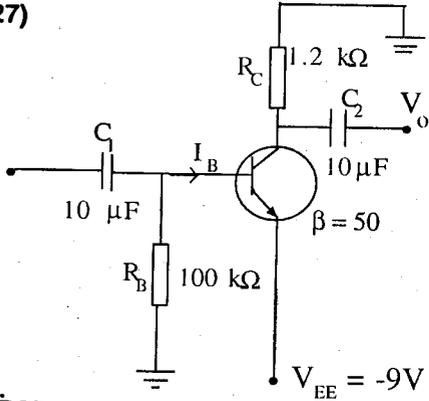
$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E \text{ இல் இருந்து}$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE} - I_E R_E}{I_C}$$

$$= \frac{18V - 10V - 2V}{2mA}$$

$$= 3k\Omega$$

(27)



காட்டப்பட்ட வலைவேலைச் சுற்றில் சேகரிப்பான் அழுத்தம் V_C அடி அழுத்தம் V_B என்ப வற்றை காண்க.

தீர்வு

அடி காலிச்சுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் IIம் விதியை மணிக்கூட்டுத் திசையில் பிரயோகிக்கும் போது

$$0 - V_{EE} = I_B R_B + V_{BE}$$

$$\therefore I_B = \frac{-V_{EE} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_B = \frac{9V - 0.7V}{100k\Omega}$$

$$= 83\mu A$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$= (50)(83\mu A)$$

$$I_C = 4.15 mA$$

$$\text{சேகரிப்பான் அழுத்தம் } V_C = -I_C R_C$$

$$= (4.15mA)(1.2k\Omega)$$

$$= -4.98 V$$

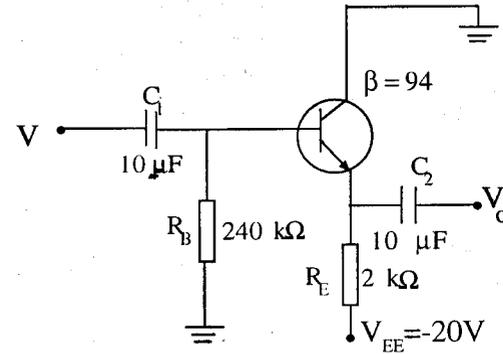
$$\text{அடி அழுத்தம் } V_B = -I_B R_B \quad \boxed{\text{அல்லது}} V_B = V_{EE} + 0.7 V$$

$$= -(83\mu A)(100k\Omega) = -9 V + 0.7 V$$

$$= -8.3 V$$

$$= -8.3 V$$

(28)



காட்டப்பட்ட வலைவேலைச் சுற்றில் V_{CE} ஐயும், I_E ஐயும் காண்க.

தீர்வு

பெய்ப்பு சுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் IIம் விதியை பிரயோகிக்கும்போது

$$0 - V_{EE} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$$

$$\text{ஆனால் } I_E = (\beta + 1) I_B$$

$$\therefore -V_{EE} = I_B R_B + V_{BE} + (\beta + 1) I_B R_E$$

$$\therefore I_B = \frac{-V_{EE} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$$

பிரதியிடும்போது

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{20V - 0.7V}{240k\Omega + (95)(2k\Omega)} \\ &= \frac{19.3V}{240k\Omega + 190k\Omega} = \frac{19.3V}{430k\Omega} \\ &= 44.88 \mu A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_C &= \beta I_B \\ &= 94 \times \frac{19.3}{430} \text{ mA} \\ &= 4.22 \text{ mA} \end{aligned}$$

பயப்புச்சுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் IIம் விதிப்படி

$$0 - V_{EE} = I_E R_E + V_{CE}$$

$$\text{ஆனால் } I_E = (\beta + 1) I_B$$

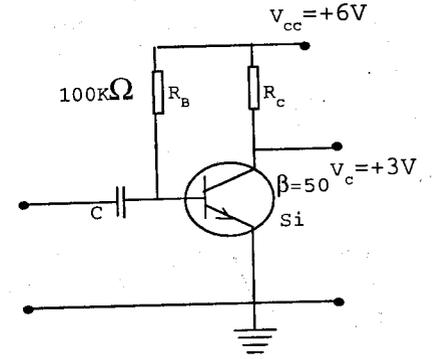
$$-V_{EE} = (\beta + 1) I_B R_E + V_{CE}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_{CE} &= -V_{EE} - (\beta + 1) I_B R_E \\ &= 20V - 95 \times \frac{19.3V}{430k\Omega} \times 2k\Omega \\ &= 20V - 8.53V \\ &= 11.47V \end{aligned}$$

$$I_E = 4.26 \text{ mA}$$

(29) காட்டப்பட்ட வலை வேலைச் சுற்றில் இருந்து பின்வருவனவற்றுக்கு விடையளிக்க.

- (a) இச்சுற்றிலே திரான் சிற்றர் உயிர்ப்புப் பிர தேசத்தில் கோடலிட ப்பட்டிருக்கின்றது எனக் காட்டுக.
- (b) R_C இன் பெறுமான த்தைக்காண்க
- (c) பெய்ப்புப் பகுதியில் கொள்ளவி C யை வைத்திருப்பதன் நோக்கம் யாது?



தீர்வு:

- (a) காலியுடன் ஒப்பிடும்போது அடியானது உயர் அழுத்தத்தில் (0.7V), உள்ளது. எனவே B-E சந்தி முன்முகக்கோடலில் உள்ளது. சேகரிப்பான் அழுத்தம் = 3V (தரவு)
- \therefore சேகரிப்பானது அடியை விட நேர்த்தன்மை கூடியது. சேகரிப்பான் n வகையையும், அடி p வகையையும் உடையது. எனவே அடி-சேகரிப்பான் சந்தி பின்முகக்கோடலில் உள்ளது உயிர்ப்புப் பிரதேசத்தில் B-E சந்தி முன்முகக் கோடலிலும் B-C சந்தி பின்முகக்கோடலிலும் இருக்கும்.
- (b) $V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$
 $6V = I_B \times 100k\Omega + 0.7V$
 $\therefore I_B = 53 \mu A$
 சேகரிப்பான் ஓட்டம் $I_C = \beta I_B$
 $= 50 \times 53 \mu A = 2.65 \text{ mA}$

$$\begin{aligned} R_C &= \frac{V_{CC} - V_C}{I_C} \\ &= \frac{6V - 3V}{2.65 \text{ mA}} \\ &= 1.13 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

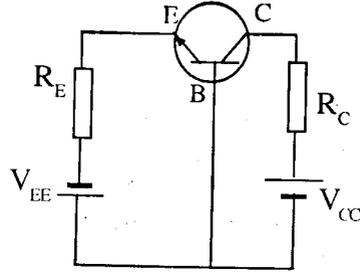
- (c) ஆடலோட்ட அறிகுறிகளை மட்டும் அனுமதிக்கும்.

(30) காட்டப்பட்ட சுற்றில்

$V_{EE} = 9V, V_{CC} = 12V, R_E = 20k\Omega,$
 $R_C = 15k\Omega, V_{BE} = 0.7V$ நேர்
 மின்னோட்ட நயம் $\beta = 49$
 எனின் I_E, I_C, V_{CB} என்பவற்றை
 கணிக்குக.

திரான்சிற்றர் விரியலாக்கி
 நிலையில் செயற்படுகின்றதா?

R_C ஆனது $35k\Omega$ இற்கு அதிகரிக்கும்போது சுற்றின் செயற்படும்
 நிலை என்ன?



தீர்வு: காலி-அடி சுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் II ம் விதிப்படி.

$$V_{EE} = I_E R_E + V_{BE}$$

$$\therefore I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E} = \frac{9V - 0.7V}{20k\Omega} = 0.415mA$$

$$I_E = I_B + I_C = I_B + \beta I_B = (1 + \beta) I_B$$

$$\therefore I_B = \frac{I_E}{1 + \beta} = \frac{0.415mA}{1 + 49} = 8.3 \mu A \quad I_C = \beta I_B = 49 \times 8.3 \mu A = 406.7 \mu A$$

சேகரிப்பான்-அடி சுற்றுக்கு கேர்ச்சோவின் II ம் விதிப்படி

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

$$V_{CB} = V_{CC} - I_C R_C = 12V - 406.7 \mu A \times 15k\Omega = 12V - 6.1005V = 5.899V$$

V_{CB} இற்கு நேர் பெறுமானம் கட்டிக் காட்டுவது சேகரிப்பான்-அடி சந்தி பின்முகக்கோடலில் உள்ளது என்பதாகும். அடி சார்பாக காலி மறையானது. எனவே திரான்சிற்றர் உயிர்ப்பு பிரதேசத்தில் உள்ளது.

$$R_C = 35k\Omega \text{ ஆக}$$

$$V_{CB} = 12V - 406.7 \mu A \times 35k\Omega = 12V - 14.23V = -2.23V$$

V_{CB} மின் (-) பெறுமானம் கட்டிக் காட்டுவது சேகரிப்பான்-அடி சந்தி முன்முகக்கோடலில் உள்ளது என்பதாகும். அதாவது திரான்சிற்றர் நிரம்பல் பிரதேசத்தில் உள்ளது.

பல்தேர்வு வினாக்கள்

1. குறைகடத்திகள்

- குறைகடத்தி ஒன்றின் தடைத்திறன் பொதுவாக
 - $10^5 \Omega$ க்கு அதிகமாக இருக்கும்.
 - $10^{-3} \Omega$ - $10^5 \Omega$ க்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் இருக்கும்
 - $10^{-5} \Omega$ - $10^3 \Omega$ க்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் இருக்கும்
 - $10^4 \Omega$ க்கு குறைவாக இருக்கும்
 - எதுவும் கூறமுடியாது.
- உள்ளீட்டு குறைகடத்தி ஒன்றினை கருதும்போது
 - சுயாதீன இலத்திரன் செறிவும் துளைச்செறிவும் சமனாகும்.
 - வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது சுயாதீன இலத்திரன் செறிவும் துளைச் செறிவும் அதிகரிக்கும்.
 - குறைகடத்தியில் மின்னோட்டத்திற்கு துளைகளே காரணமாகும். இவற்றுள்
 - A மட்டும் சரி
 - B மட்டும் சரி
 - C மட்டும் சரி
 - A, B மட்டும் சரி
 - A, B, C மூன்றும் சரி
- வெளியீட்டு குறைகடத்தியைப் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் உண்மை அல்லாதது எது?
 - இக்குறைகடத்திகளின் மின்கடத்துத்திறன் உள்ளீட்டு குறைகடத்திகளை விட அதிகமாகும்.
 - தூய கடத்திகளுக்கு மிகக்குறைந்த அளவில் மாசு சேர்ப்பதன் மூலம் உருவாக்கப்படும்.
 - இவற்றுள் சுயாதீன இலத்திரன்களும் துளைகளும் சமனாக இருக்காது.
 - தூய குறைக்கடத்திக்கு ஆவர்த்தன அட்டவணையில் V ம் கூட்ட அல்லது III ம் கூட்ட மூலகமொன்றின் அணுவொன்றை சேர்ப்பதன் மூலம் உருவாக்கப்படும்.
 - தூய குறைக்கடத்திக்கு ஆவர்த்தன அட்டவணையில் உள்ள V ம் கூட்ட மூலகமொன்றின் அணுவை சேர்ப்பதன் மூலம் n-வகை குறைகடத்தி உருவாக்கப்படுகிறது.
- n-வகை குறைகடத்தி ஒன்றைப்பற்றி பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.
 - இக்குறைகடத்தியில் துளைகளிலும் பார்க்க அதிக எண்ணிக்கையான இலத்திரன்கள் இருக்கும்.
 - இவற்றில் கலக்கப்பட்ட மாசு அணுக்கள் இலத்திரன் தானிகள் எனப்படும்.

(C) இவ்வகை குறைகடத்தி ஒன்றை மின்கலம் ஒன்றின் முனைகளுக்கு இணைக்க இலத்திரன்கள் மறைமுடிவிடத்தை நோக்கி நகரும். இவற்றுள்

- (1) A யும் B யும் சரி (2) A யும் C யும் சரி (3) A மட்டும் சரி
(4) C மட்டும் சரி (5) A, B, C எல்லாம் சரி

(5) p- வகை குறைகடத்தி ஒன்றைப்பற்றி பின்வரும் கூற்றுகளில் உண்மையானது எது?

- (1) தூய குறைகடத்தியில் ஆசனிக் அணுவொன்றை குறைகடத்தி அணுவொன்றின் இடத்தில் சேர்ப்பதனால் உருவாக்கப்படும்.
(2) இங்கு துளைகளிலும் பார்க்க அதிக எண்ணிக்கையான இலத்திரன்கள் காணப்படும்.
(3) இவை உள்ளீட்டு குறைகடத்தி வகையை சார்ந்ததாகும்.
(4) இவற்றில் கலக்கப்பட்ட மாசு அணுக்கள் இலத்திரன் ஏற்பாண்கள் (acceptors) எனப்படும்.
(5) இவ்வகை குறைகடத்திகள் மின்புலமொன்றில் உள்ளபோது கூடிய பங்கு மின்னேற்றம் மறை ஏற்றம் உள்ள இலத்திரன்களால் கடத்தப்படும்.

(6) பின்வருவனவற்றுள் எது தனிப்பூச்சிய வெப்பநிலையில் நிறை காவலியாக இருக்கும்.

- (1) Al (2) Mg (3) Si (4) Na (5) Ca

(7) வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது குறைகடத்திகளின் தடைத்திறனானது

- (1) மாற்றம் அடையாதிருக்கும் (2) குறையும் (3) அதிகரிக்கும்
(4) முதலில் கூடி பின் மாறாதிருக்கும்

(5) முதலில் குறைந்து பின் மாறாதிருக்கும்

(8) n-வகை குறைகடத்தியில் n_p, n_e என்பவை முறையே துளைகளினதும் இலத்திரன்களினதும் (அலகுக் கனவளவில் உள்ள) எண்ணிக்கை எனில்

- (1) $n_p > n_e$ (2) $n_p < n_e$ (3) $n_p = n_e$

(4) வெப்பநிலையில் இவற்றின் எண்ணிக்கை தங்கியுள்ளது.

(5) வெப்பநிலையிலும் மாசுபடுத்தப்பட்ட அளவிலும் இவற்றின் எண்ணிக்கை தங்கியுள்ளது.

(9) 1 cm^3 கனவளவு சிலிக்கன் குறைகடத்தி ஒன்றுக்கு மில்லியனில் ஒரு பங்கு பொஸ்பரஸ் அணு என்னும் வீதத்தில் மாசுபடுத்தும் போது சுயாதீன இலத்திரன்களுக்கும் துளைகளுக்கும் இடையிலான விகிதம் அண்ணளவாக.

- (1) $10^7:1$ (2) 1:1 (3) 1:10 (4) $1:10^3$ (5) எதுவும் கூறமுடியாது

(10) p- வகை குறைகடத்தி ஒன்றை மின்கலமொன்றின் முனைகளுக்கு இணைக்கும்போது இதிலுள்ள மேலதிக ஏற்றக்காவியான

- (1) இலத்திரன்கள் மின்கலத்தின் மறை முடிவிடத்தை நோக்கி நகரும்.
(2) துளைகள் மின்கலத்தின் மறை முடிவிடத்தை நோக்கி நகரும்.
(3) துளைகள் மின்கலத்தின் நேர் முடிவிடத்தை நோக்கி நகரும்.
(4) அயன்கள் மின்கலத்தின் நேர் முடிவிடத்தை நோக்கி நகரும்.
(5) அயன்கள் மின்கலத்தின் மறை முடிவிடத்தை நோக்கி நகரும்.

2. சந்தி இருவாயிகள்

(11) p-n சந்திக்கு குறுக்கே உருவாகும் வறிதாக்கல் பிரதேசத்தை பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.

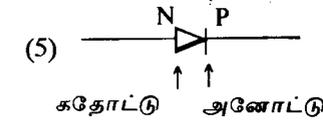
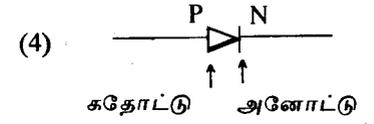
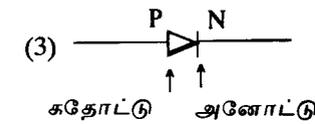
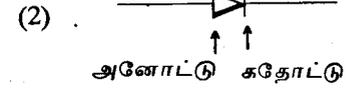
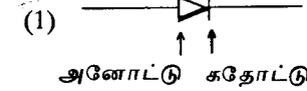
- (A) இப்பிரதேசம் சுயாதீன ஏற்றக்காவிகள் அற்ற ஒரு பிரதேசமாகும்.
(B) இப்பிரதேசத்தின் தடிப்பு மிகவும் சிறியதொன்றாகையால் உயர் மின்புலம் ஒன்று தோன்றும்.

(C) மின்புலத்தை ஏற்படுத்த காரணமான தடுப்பு அழுத்தவேறுபாடு ஆனது பளிங்கின் தன்மை, மாசுபடுத்தப்பட்ட அளவு, வெப்பநிலை ஆகியவற்றில் தங்கியுள்ளது.

இவற்றுள்

- (1) A மாத்திரமே உண்மையானது.
(2) B மாத்திரமே உண்மையானது.
(3) A யும் B யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
(4) B யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
(5) A, B, C எல்லாம் உண்மையானது.

(12) சந்தி இருவாயி ஒன்றை சரியாக குறிப்பது பின்வருவனவற்றில் எது?



(13) சந்தி இருவாயி தொடர்பான பின்வரும் கூற்றுக்களில் பிழையானது எது?

(1) மின்சலம் ஒன்றின் நேர்முடிவிடமும் மறைமுடிவிடமும் முறையே இருவாயியின் அனோட்டுடனும் கதோட்டுடனும் இணைக்கப்பட்டிருப்பின் இருவாயி முன்முககோடலில் உள்ளது எனப்படும்.

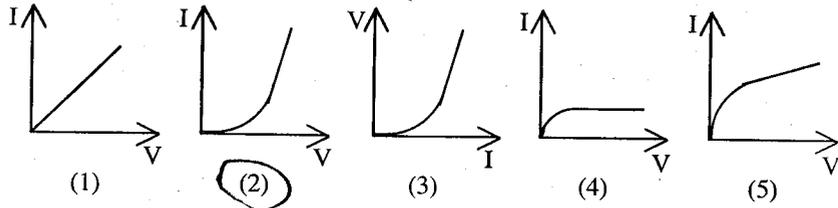
(2) சந்தியானது முன்முகக்கோடலுற்றிருக்கின்ற நிலையில் n- பகுதி பிரதேசத்தில் சுயாதீன இலத்திரன்களாலும் p-பகுதி பிரதேசத்தில் துளைகளினாலும் இணைப்பு கம்பியில் இலத்திரன்களினாலும் மின்னோட்டம் கடத்தப்படும்.

(3) சந்தியானது பின்முகக் கோடலுற்று இருக்கின்ற நிலையில் சிறு பான்மைக் காவிக்களினால் மிகச்சிறிய மின்னோட்டம் ஒன்று இருவாயியினூடு பாய வாய்ப்பு உண்டு.

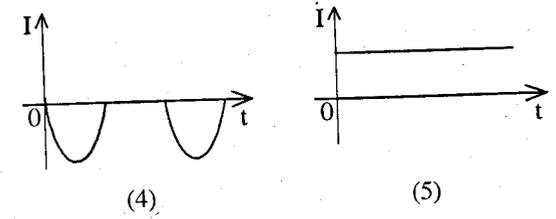
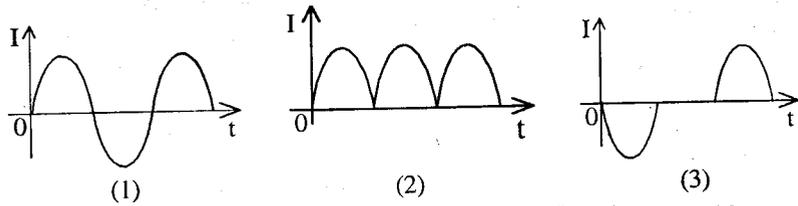
(4) சந்தியானது முன்முகக்கோடலுற்று இருக்கின்ற நிலையில் மின்னோட்டம் ஒன்று இருவாயியினூடாக பாய வாய்ப்பு இல்லை.

(5) சந்தியானது முன்முக கோடலுற்றிருக்கின்ற நிலையில் சந்தியின் இரு மருங்கிலுள்ள பெரும்பான்மைக் காவிக்கள் சந்தியைக்கடக்கும்.

(14) முன்முகக் கோடலுறும் சிலிக்கன் சந்தி இருவாயி ஒன்றின் மின்னோட்டம் (I), அழுத்தம் (V) சிறப்பியல்பை காட்டும் வரைபு-

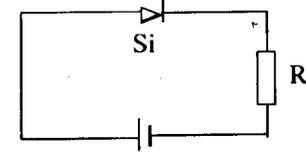


(15) அரை அலைச்சீராக்கத்தின் போது பெறப்படும் மின்னோட்டம் (I) ஆனது நேரம் (t) உடன் மாறுபடுவதை திறம்படக் குறிக்கும் வரைபு

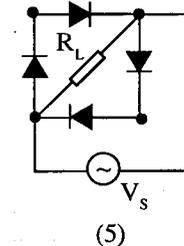
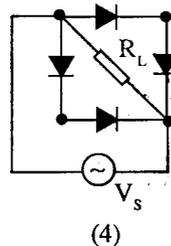
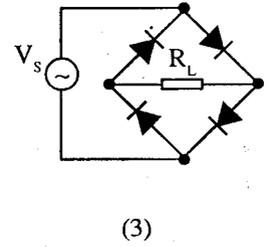
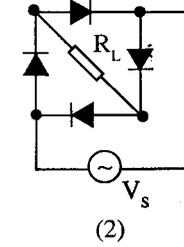
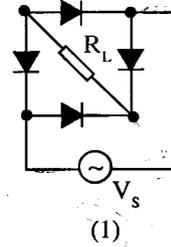


(16) படத்தில் காட்டியுள்ள மின்கற்றில் சிலிக்கன் இருவாயி ஒன்றும் தடை ஒன்றும் புறக்கணிக்கத்தக்க உட்தடையுடைய 18V மின்னியக்க விசையுடைய கலமொன்றுடன் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தடையினூடாக 10mA ஓட்டம் பாயுமெனின் தடை R இன் பெறுமானம்

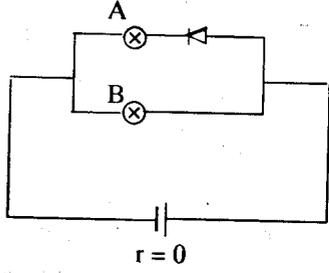
(1) 17.3 kΩ (2) 18kΩ (3) 1730Ω (4) 17.3Ω (5) 173kΩ



(17) பாலச்சீராக்கல் சுற்றொன்றினை சரியாக வகைக் குறிப்பது



(18)



இருசர்வசமனான மின்விளக்குகளையும், இருவாயியையும் புறக்கணிக்கத்தக்க உட்தடையுடைய மின் கலத்தையும் கொண்ட மின் சுற்றைப்பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.

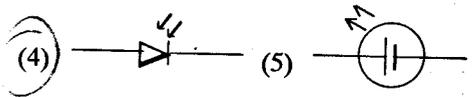
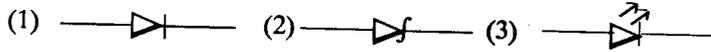
- (A) A, B ஆகிய இரு மின்விளக்குகளும் பிரகாசமாக எரியும்.
 (B) மின்கலத்தின் முடிவிடங்கள் மாற்றித் தொடுக்கப்படும் போது A அணையும், B யின் பிரகாசம் மாறாது.
 (C) மின்கலத்தின் முடிவிடங்கள் மாற்றித் தொடுக்கும்போது A அணையும், B யின் பிரகாசம் கூடும்.
 இவற்றுள்

- (1) A மட்டும் உண்மை.
 (2) B மட்டும் உண்மை.
 (3) A, B மட்டும் உண்மை.
 (4) A, C மட்டும் உண்மை.
 (5) C மட்டும் உண்மை.

(19) நான்கு சிலிக்கன் இருவாயிகளைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட ஒரு பாலச்சுற்று 12V உச்ச பெறுமானமுள்ள ஆடலோட்டமொன்றினை சீராக்க பயன்படுகின்றது. சுமைக்கு (தடை) குறுக்கே பெறப்படும் உச்ச பெறுமானம்

- (1) 10.6 V (2) 12 V (3) 11.3 V (4) 13.4 V (5) 6 V

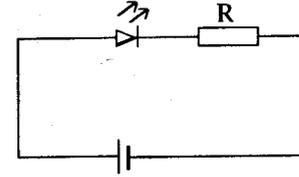
(20) ஒளி இருவாயி ஒன்றின் குறியீட்டினை சரியாக வகைக் குறிக்கும் உரு பின்வருவனவற்றில் எது?



(21) ஒளி இருவாயி பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.

- (A) ஒளி இருவாயி, ஒளிச்சக்தியை மின் சக்தியாக மாற்றும்.
 (B) பின்முக கோடலுற்று இருக்கையிலேயே ஒளி இருவாயி தொழிற்படும்
 (C) இங்கு உருவாக்கப்படும் மின்னோட்டம் சிறுபான்மை காலிகளினால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது.
 மேலுள்ள கூற்றுக்களில்
 (1) A மாத்திரமே உண்மையானது.
 (2) C மாத்திரமே உண்மையானது.
 (3) B யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (4) A யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (5) A, B, C ஆகிய எல்லாம் உண்மையானது.

(22)

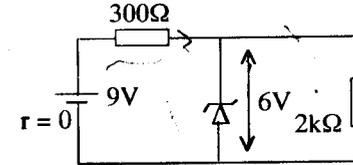


காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் ஒளி காலும் இருவாயியானது, அதற்கு குறுக்கே 1.5V அழுத்த வேறு பாட்டை ஏற்படுத்தும் போதும் அதனூடாக 10mA மின்னோட்டம்

செல்லும்போதும் ஒளிரக்கூடியது எனின் புறக்கணிக்கத்தக்க உட்தடையும் 6V மி.இ.வி. யையும் உடைய பற்றரி ஒன்றுடன் இணைக்கப்பட வேண்டிய தடை R இன் பெறுமதி

- (1) 450 Ω (2) 45 Ω (3) 600 Ω (4) 45 kΩ (5) 6 kΩ

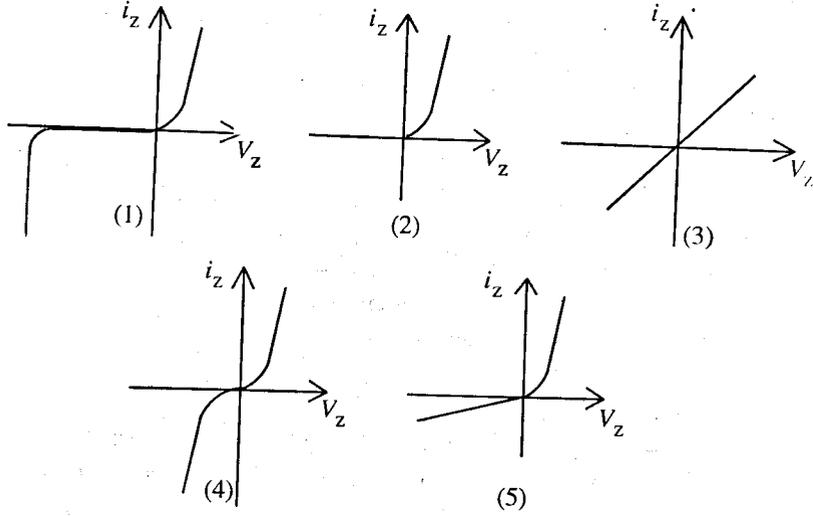
(23)



படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றில் சேனர் இருவாயினூடான மின்னோட்டம்

- (1) 70 mA (2) 27 mA (3) 3 mA
 (4) 7 mA (5) 30 mA

(24) சேனர் இருவாயின் V-I சிறப்பியல்பை காட்டும் வரைபு



(25) ஓர் இருவாயி பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.

- (A) முன்முகக்கோடலின் போது மூடப்பட்டிருக்கும் ஆளிபோல் செயற்படவல்லது.
 (B) பின்முக கோடலின்போது திறந்த ஆளிபோல் செயற்படவல்லது.
 (C) முன்முக கோடலின்போது இருவாயி மிகச்சிறிய தடையை உடையது.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) A மாத்திரமே உண்மையானது.
 (2) B மாத்திரமே உண்மையானது.
 (3) A யும் B யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (4) A யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (5) A, B, C ஆகிய எல்லாம் உண்மையானது.

3. திரான்சிற்றர்

(26) இரு முனைவுத் திரான்சிற்றர் பற்றிய கூற்றுக்களை கருதுக.

- (A) n-p-n திரான்சிற்றரில் அடி p வகையாக இருக்கையில், p-n-p திரான்சிற்றரில் காலியும் சேகரிப்பானும் p-வகையானது.
 (B) இருவகை திரான்சிற்றர்களிலும் (p-n-p, n-p-n) அடி மிகக் குறைந்த அளவில் மாகூட்டப்பட்ட பகுதியாகவும் மின்னோட்டப் பாய்ச்சலை கட்டுப்படுத்தும் பகுதியாகவும் செயற்படும்.
 (C) n-p-n திரான்சிற்றரில் பிரதான காவி துளைகளாக இருக்கையில் p-n-p திரான்சிற்றரில் பிரதான காவி கயாத்தீன் இலத்திரன்களாக இருக்கும்.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) A மாத்திரமே உண்மையானது.
 (2) B மாத்திரமே உண்மையானது.
 (3) A யும் B யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (4) A யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (5) A, B, C ஆகிய எல்லாம் உண்மையானது.

(27) திரான்சிற்றரின் செயற்பாடு பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களைகருதுக.

- (A) பொதுவாக திரான்சிற்றரின் அடி-காலி சந்தியானது முன் முக கோடலிலும் அடி-சேகரிப்பான் சந்தியானது பின்முககோடலிலும் இருக்கும்.
 (B) n-p-n திரான்சிற்றரில் அடி-காலி சந்தி முன்முக கோடலில் இருக்கும் போது துளைகள் காலியில் இருந்து அடிக்கு செல்லும்.
 (C) இருவகை திரான்சிற்றர்களிலும் (n-p-n, p-n-p) சேகரிப்பானி லிருந்து வெளிச்சுற்றுக்கு இலத்திரன்கள் நகரும்.

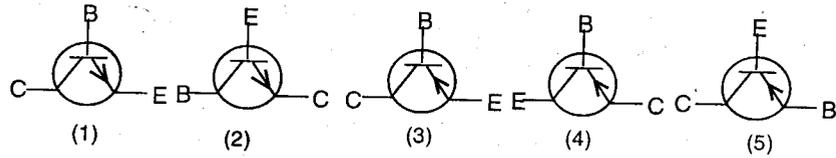
மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) A மாத்திரமே உண்மையானது.
 (2) B மாத்திரமே உண்மையானது.
 (3) A யும் B யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (4) A யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 (5) A, B, C ஆகிய எல்லாம் உண்மையானது.

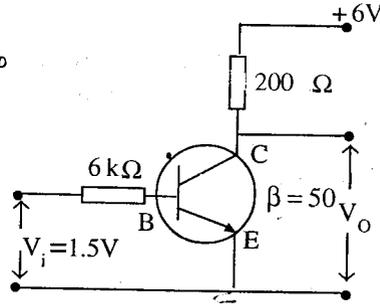
(28) திரான்சிற்றரில் பயன்படுத்தத்தக்க உருவமைப்புக்கள் பற்றிய கூற்றுக்களை கருதுக.

- (A) பொது அடி உருவமைப்பில் ஓட்டவிரியலாக்கம் இல்லாதிருக்கையில் பொதுக்காலி, பொது சேகரிப்பான் உருவமைப்புக்களில் ஓட்டவிரியலாக்கம் உயர்வானது.

- (B) பொதுக்காலி உருவமைப்பே ஓட்டம், வோல்ட்ஜனவு, வலு ஆகிய மூன்றையும் விரியலாக்கும்
- (C) பொதுக்காலி உருவமைப்பில் பெய்ப்பு, பயப்புச் சுற்றுகளுக்கு அடி பொதுவாக உள்ளது. மேலுள்ள கூற்றுக்களுள்
- (1) A மாத்திரமே உண்மையானது.
 - (2) B மாத்திரமே உண்மையானது.
 - (3) A யும் B யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 - (4) B யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானது.
 - (5) A, B, C ஆகிய மூன்றும் உண்மையானது.
- (29) காட்டப்பட்டுள்ள p-n-p திரான்சிற்றரை சரியாக வகைக்குறிப்பது.

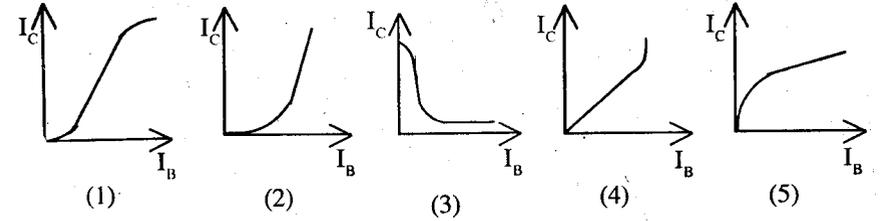


- (30) காட்டப்பட்ட திரான்சிற்றர் சுற்றில் அடி காலி அழுத்த வேறுபாட்டை புறக்கணிக்கும் போது

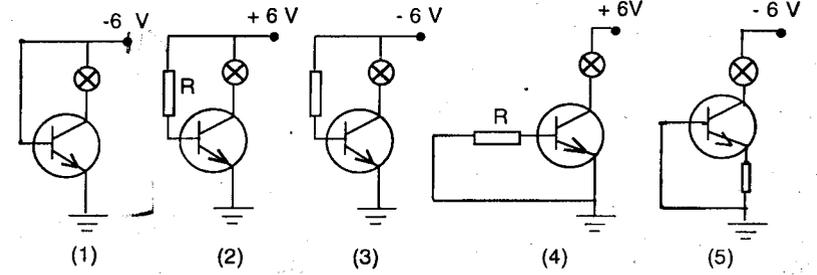


- (A) அடி மின்னோட்டம், 250 μ A ஆகும்.
- (B) காலி மின்னோட்டம் 12.5 mA ஆகும்.
- (C) பயப்பு வோல்ட்ஜனவு 3.5 V ஆகும்.
- மேலுள்ளவற்றில் சரியானது/ சரியானவை?
- (1) (A), (B) மட்டும்
 - (2) (A), (C) மட்டும்
 - (3) (B), (C) மட்டும்
 - (4) (A), (B), (C) எல்லாம்
 - (5) எதுவுமல்ல

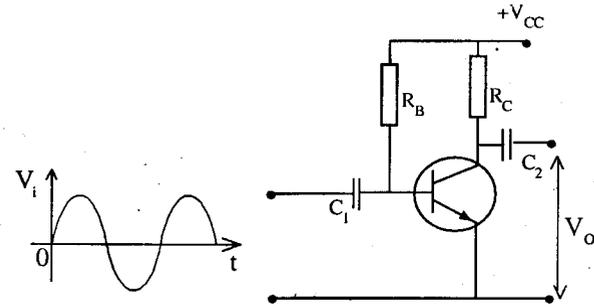
- (31) பொதுக்காலி உருவமைப்பில் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் (I_C) எதிர் அடி மின்னோட்டம் (I_B) வரைபை சரியாக வகைக்குறிப்பது.

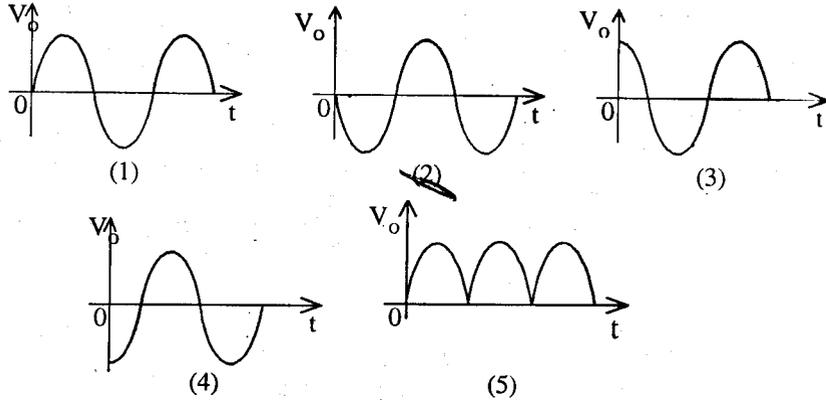


- (32) திரான்சிற்றர் ஒன்றில் I_B , I_C , I_E என்பவற்றுக்கு இடையிலான தொடர்பை சரியாக வகைக்குறிக்காதது
- (1) $I_E = I_B + I_C$
 - (2) $I_C = \beta I_B$
 - (3) $I_C > I_B$
 - (4) $I_E \approx I_C$
 - (5) $I_E < I_C$
- (33) பின்வரும் திரான்சிற்றர் சுற்றுக்களில் எதில் மின் விளக்கு ஒளிரும்?

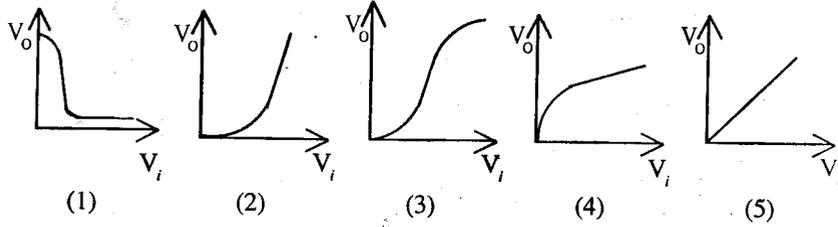


- (34) காட்டப்பட்டுள்ள வோல்ட்ஜனவு விரியலாக்கிச் சுற்றில் பயப்பு வோல்ட்ஜனவு மாறு படுவதை சரியாக வகை குறிப்பது.





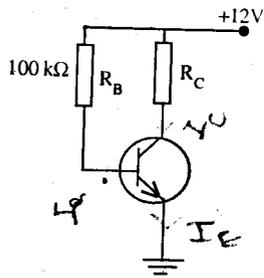
(35) திரான்சிற்றர் ஆளிச் சுற்றில் பயப்பு வோல்ற்றளவு (V_o) பெய்ப்பு வோல்ற்றளவு (V_i) உடன் மாறுபடுவதை சரியாக காட்டும் வரைபு



(36) பொதுக்காலி உருவமைப்பில் உள்ள திரான்சிற்றர் ஒன்றின் ஓட்ட நயம் $\beta = 120$ சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் $I_C = 12 \text{ mA}$ எனின் அடி ஓட்டம் $I_B =$

- (1) $100 \mu\text{A}$ (2) $12 \mu\text{A}$ (3) $1000 \mu\text{A}$ (4) $10 \mu\text{A}$ (5) $120 \mu\text{A}$

(37)



n-p-n திரான்சிற்றர் ஒன்றினைக் கோடலுறச்செய்வதற்கு ஏற்ற சுற்று ஒன்று உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனின், அடி ஓட்டம் I_B ஆனது

- (1) $113 \mu\text{A}$ (2) $120 \mu\text{A}$ (3) $11.3 \mu\text{A}$
(4) 11.3 mA (5) 12 mA

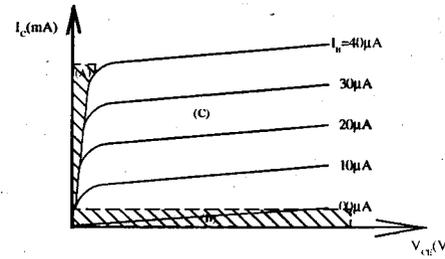
(38) திரான்சிற்றரை ஆளியாக பயன்படுத்தும் போது பின்வரும் கூற்று களை கருதுக.

- (A) திரான்சிற்றர் துண்டிப்பு நிலையிலும் உயிர்ப்பு நிலையிலும் ஆளியாக செயற்படும்.
(B) திரான்சிற்றர் ஆளி பயன்படுத்தும் வலு மிகச்சிறியது.
(C) நிரம்பல் நிலையில் திரான்சிற்றர் மூடப்பட்ட ஆளியாக செயற்படும்.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) A மட்டுமே உண்மையானது.
(2) B மட்டுமே உண்மையானது.
(3) C மட்டுமே உண்மையானது.
(4) B, C ஆகியன மட்டுமே உண்மையானவை.
(5) A, B, C ஆகிய யாவும் உண்மையானவை.

(39)



பொதுக்காலி நிலையமைப்பில் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் (I_C) எதிர் சேகரிப்பான்-காலிக்குமிடையேயான வோல்ற்றளவு V_{CE} வரைபு காட்டப்பட்டுள்ளது. பின்வரும் (39), (40) ஆகிய வினாக்களுக்கு இவ்வரைபை பயன்படுத்துக.

(39) திரான்சிற்றர் விரியலாக்கியாக செயற்பட ஏற்ற பிரதேசம்/பிரதேசங்கள்

- (1) A மாத்திரம். (2) B மாத்திரம். (3) C மாத்திரம்.
(4) Aயும் Cயும் மாத்திரம். (5) ஒன்றுமில்லை.

(40) திரான்சிற்றர் ஆளியாக செயற்பட ஏற்ற பிரதேசம்/பிரதேசங்கள்

- (1) A மாத்திரம். (2) Bயும் Cயும் மாத்திரம். (3) Aயும் Cயும் மாத்திரம்.
(4) B மாத்திரம். (5) Aயும் Bயும் மாத்திரம்.

(41) திரான்சிற்றர் ஒன்று நிரம்பல் நிலையில் உள்ளபோது பயப்பு வோல்ற்றளவு.

- (1) பற்றரியின் அழுத்தம் V_{CC} க்கு சமனாகும்.
(2) பற்றரியின் அழுத்தம் (V_{CC}) இன் அரைமடங்காகும்.

(3) அண்ணளவாக பூச்சியமாகும்.

(4) பூச்சியம், பற்றரியின் அழுத்தம் (V_{CC}) ஆகிய இரு பெறுமானங்களையும் எடுக்கும்.

(5) மேற்கூறிய எதுவும் அல்ல.

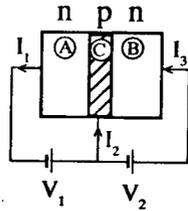
(42) n-p-n திரான்சிற்றர் ஒன்றின் முன்முக கோடலில், உள்ளபோது அடி-சேகரிப்பான் சந்திக்கு இடையே ஒம்மானியை பயன்படுத்தி தடையை அளந்தபோது,

- (1) மிக உயர் வாசிப்பை காட்டியது.
- (2) குறைந்த வாசிப்பை காட்டியது.
- (3) பூச்சிய வாசிப்பை காட்டியது.
- (4) உயர் வாசிப்பை காட்டியது.
- (5) கூறமுடியாது.

(43) n-p-n திரான்சிற்றர் ஒன்றின் பின்முக கோடலில் உள்ள அடி-சேகரிப்பான் சந்திக்கு இடையே ஒம்மானியை பயன்படுத்தி அளந்த போது,

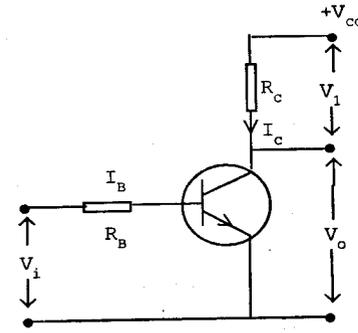
- (1) உயர் வாசிப்பை காட்டியது.
- (2) குறைந்த வாசிப்பை காட்டியது.
- (3) பூச்சிய வாசிப்பை காட்டியது.
- (4) மிகக் குறைந்த வாசிப்பை காட்டியது.
- (5) எதுவும் கூறமுடியாது.

(44) படத்தில் காட்டியுள்ள திரான்சிற்றர் சுற்று முறையாகக் கோடலுற்று இருப்பின் பின்வரும் கூற்றுக்களில் பிழையானது எது?



- (1) இங்கு I_1 ஆனது காலி மின்னோட்டமாகும்.
- (2) பெரும்பான்மை காவிக்களானசுயாதீன இலத்திரன்கள் A பகுதியில் இருந்து B பகுதிக்கு காவப்படும்.
- (3) எப்போதும் $I_2 > I_3$ ஆக இருக்கும்.
- (4) A, C சந்தி முன்முக கோடல் நிலையில் இருக்கும்.
- (5) C, B சந்தி பின்முக கோடல் நிலையில் இருக்கும்.

(45)



காட்டப்பட்டுள்ள திரான்சிற்றர் சுற்றில் பொருத்தமற்ற கோவை பின்வருவனவற்றுள் எது?

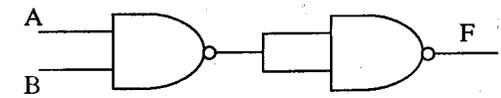
- (1) $V_{CC} = I_C R_C + V_o$
- (2) $V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$
- (3) $V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$
- (4) $V_1 = I_C R_C$
- (5) $V_i = I_B R_B + V_{BE}$

(4) தருக்கப்படலைகள்

(46) எல்லா பெய்ப்புக்களும் 0 ஆக இருந்தால் அன்றி பயப்பு 1 ஆகும் படலை எது?

- (1) OR (2) AND (3) NOT (4) NOR (5) NAND

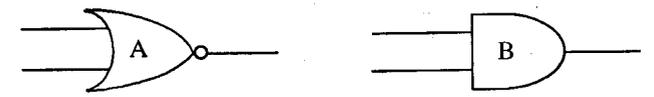
(47)



காட்டப்பட்ட இலக்கச்சுற்று எப்படலைக்கு சமவலுவானது.
(1) OR (2) AND (3) NOT (4) NOR (5) NAND

(48) எத்தனை மிகக்குறைந்த எண்ணிக்கையான NAND படலைகளை பயன்படுத்தி ஓர் "OR" படலையை உருவாக்கலாம்.
(1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4 (5) 5

(49)

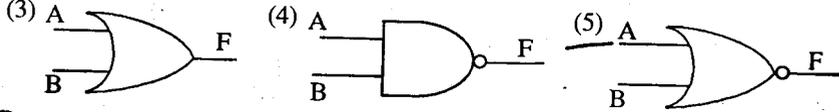
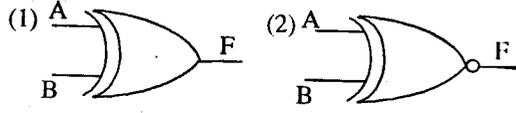


மேலே காட்டப்பட்ட இரு படலைகள் A யும் B யும் முறையே
(1) NAND, OR படலைகள்
(2) NAND, NOR படலைகள்
(3) NOR, AND படலைகள்
(4) AND, OR படலைகள்
(5) OR, AND படலைகள் ஆகும்.

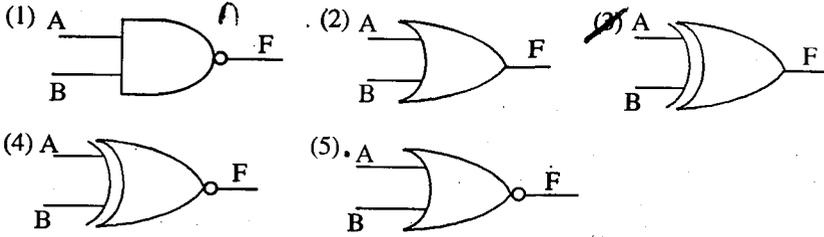
(50)

பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

காட்டப்பட்ட உண்மை அட்டவணை பின்வரும் எந்த படலைக்கு பொருத்தமானது.



(51) $F = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$ என்னும் தருக்க செய்கையை தரும் படலை



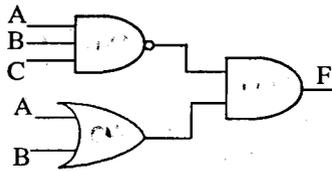
(52)

பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

இவ் உண்மை அட்டவணைக்கு ஒத்த தருக்க கோவை பின்வருவனவற்றுள் எது?

- (1) $F = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$ (2) $F = A \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{B}$
 (3) $F = \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot \bar{B}$ (4) $F = A \cdot \bar{B} + A \cdot B$
 (5) $F = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$

(53) காட்டப்பட்ட இலக்க சுற்றில் F தருவது.



- (1) $A \cdot B \cdot C \cdot (A + B)$
 (2) $\overline{A + B + C} \cdot A \cdot B$
 (3) $(A + B + C) \cdot \overline{A \cdot B}$
 (4) $(\overline{A + B + C}) + A \cdot B$
 (5) $(A + B + C) + \overline{A \cdot B}$

(54) $A + B + \bar{A} = C$ எனின் C =

- (1) 1 (2) $A + B$ (3) 0 (4) $A \cdot B$ (5) B

(55) காட்டப்பட்ட படலை பற்றி பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.

(A) அது ஓர் NOR படலை.

(B) எல்லா பெய்ப்புக்களும்

0 ஆக இருக்கும்போது

மாத்திரம் பயப்பு 1 ஆகும்.

(C) பெய்ப்புக்கள் வித்தியாசமாக இருக்கும்போது பயப்பு 1 ஆகும். இவற்றுள்

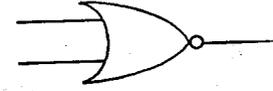
(1) A மட்டும் சரியானது.

(2) B மட்டும் சரியானது.

(3) A, B மட்டும் சரியானது.

(4) A, C மட்டும் சரியானது.

(5) A, B, C எல்லாம் சரியானது.



(56) NOR படலைக்கு ஒத்த உண்மை அட்டவணை

பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(1)

பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(2)

பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

(3)

பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(4)

பெய்ப்பு		பயப்பு
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(5)

(57) காட்டப்பட்ட படலைக்குரிய பயப்பு F ஆனது.

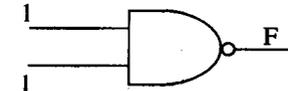
(1) 1

(2) 0

(3) 0 அல்லது 1

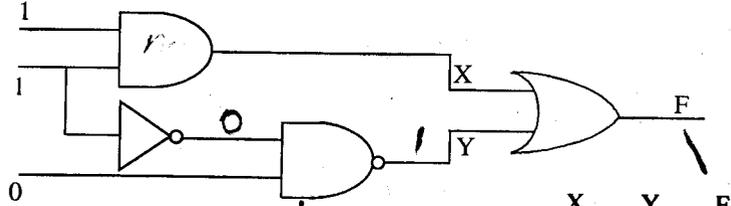
(4) 2

(5) 2 அல்லது 0



- (58) பெய்ப்புக்கள் இரண்டும் "1" ஐ எடுக்கும் போது பயப்பு "1" ஆக வரும் படலை/ படலைகள்
- (1) "AND" படலை மட்டும்.
 - (2) "NAND" படலை மட்டும்.
 - (3) "AND", "OR" படலைகள்.
 - (4) "AND", "NOR" படலைகள்.
 - (5) "XOR", "NOR" படலைகள்.

(59) காட்டப்பட்டுள்ள தருக்கப் படலைகளைக் கொண்ட சுற்றில் X, Y, F என்பவற்றை சரியாக குறிப்பது.



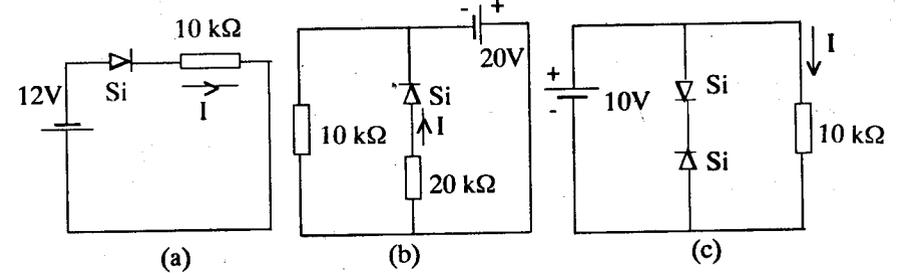
	X	Y	F
(1)	1	1	0
(2)	1	1	1
(3)	1	0	1
(4)	0	0	0
(5)	1	0	1

- (60) தருக்கப் படலைகள் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களை கருதுக.
- (A) இங்கு ஒப்புளி அறிகுறிகள் (analogue signals) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
 - (B) இங்கு இலக்க அறிகுறிகள் (digital signals) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
 - (C) இங்கு பயன்படுத்தப்படும் அறிகுறிகள் நேரத்துடன் தொடர்ச்சியாக மாறுதலடையும்.
- இக்கூற்றுக்களில்
- (1) A மட்டுமே உண்மையானது.
 - (2) B மட்டுமே உண்மையானது.
 - (3) B, C மட்டுமே உண்மையானது.
 - (4) C மட்டுமே உண்மையானது.
 - (5) A, C மட்டுமே உண்மையானது.

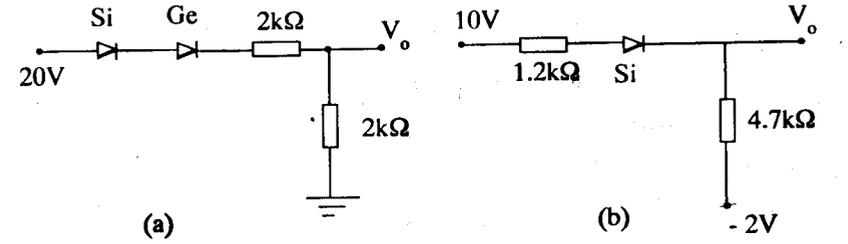
பயிற்சி வினாக்கள்

இருவாயிகள்

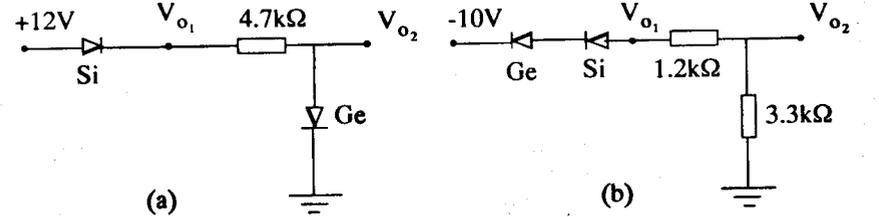
(1) காட்டப்பட்ட உருவமைப்புகளில் I இன் பெறுமதினை துணிக.



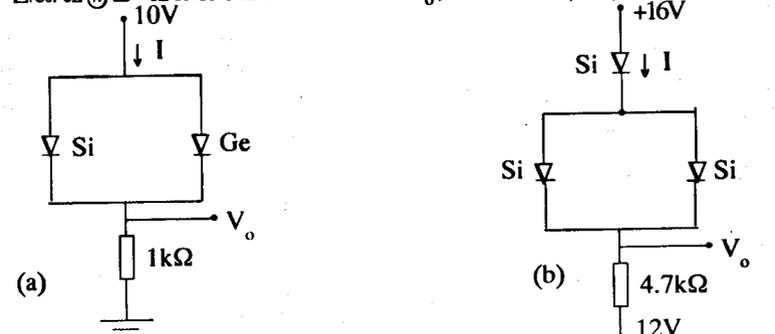
(2) பின்வரும் வலை வேலைகளில் V_o ஐக் காண்க.



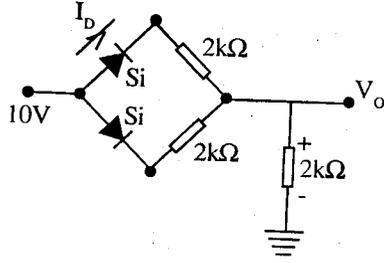
(3) பின்வரும் வலைவேலைகளில் V_{o1} , V_{o2} என்பவற்றை காண்க.



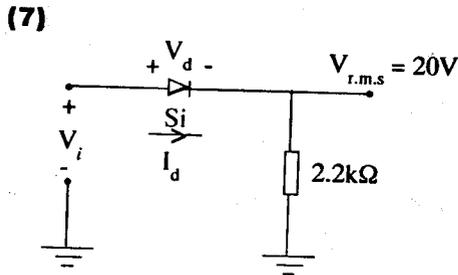
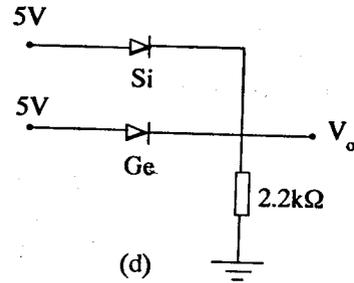
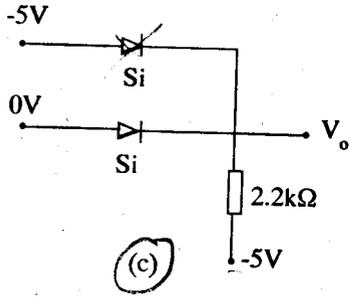
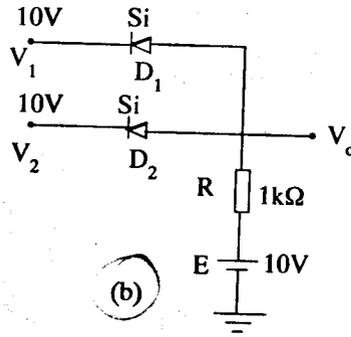
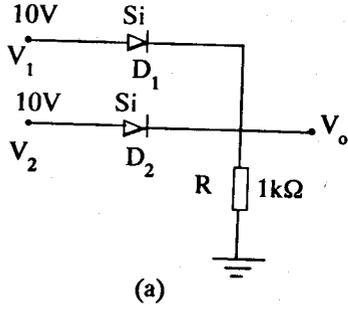
(4) பின்வரும் வலைவேலைகளில் V_o , I என்பவற்றை காண்க.



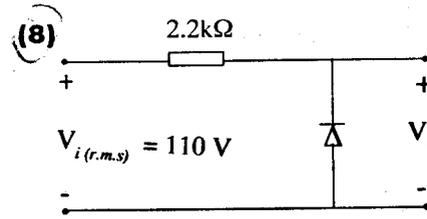
(5) கீழுள்ள வலைவேலையில் V_o , I_D என்பவற்றை காண்க.



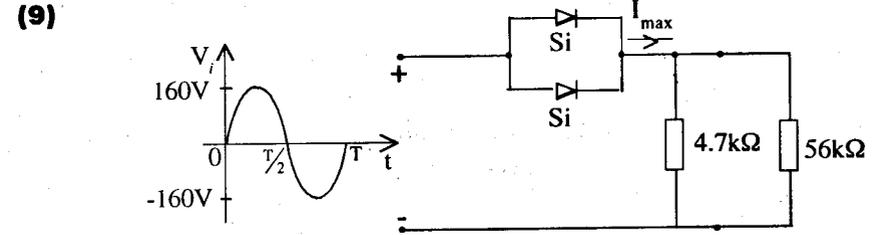
(6) பின்வரும் வலைவேலைகளில் V_o ஐக் காண்க.



அருகிலுள்ள அரைஅலைச் சீராக்கியில் V_p , V_d , I_d என்பன நேரத்துடன் மாறுபடுவதை வரைந்து காட்டுக. (பெய்ப்பு சைன் அலைவடிவத்தின் அதிர்வெண் 60Hz)

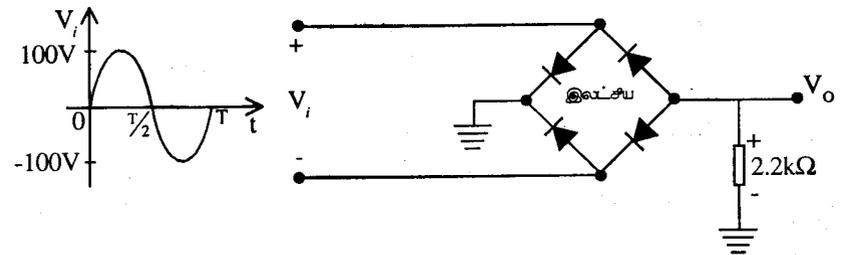


அருகில் உள்ள வலைவேலையில் V_i ஒரு சைன்வலையியைக் கொண்ட அறிகுறி. V_o இற்கான வலையியை வரைந்து V_o (r.m.s) ஐ துணிக

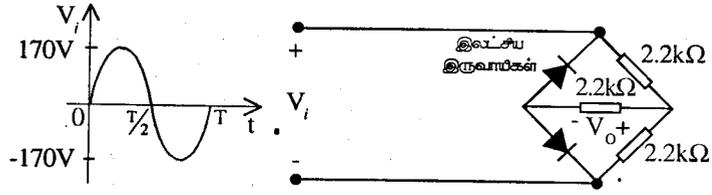


- மேலுள்ள உருவமைப்பிலே ஒவ்வொரு இருவாயிக்கும் உயர்வலு $P_{max} = 14mW$ எனத்தரப்படின் ஒவ்வொரு இருவாயிகளினூடான உயர் மின்னோட்டத்தை காண்க.
- $V_{i,max} = 160V$ இற்கான I_{max} இன் பெறுமதியை காண்க.
- $V_{i,max}$ ஆக இருக்கும்போது பகுதி (b)யில் உள்ள முடிவை பயன்படுத்தி ஒவ்வொரு இருவாயியினூடான மின்னோட்டத்தையும் காண்க.
- பகுதி (c)யில் துணியப்பட்ட மின்னோட்டம் பகுதி(a)யில் துணியப்பட்ட உயர்வீதத்திலும் பார்க்க சிறியதா?
- ஒரே ஒரு இருவாயி மட்டும் பிரசன்னமாயிருப்பின் இருவாயி மின்னோட்டத்தை துணிந்து உயர் மின்னோட்ட வீதப்பாடுடன் ஒப்பிடுக.

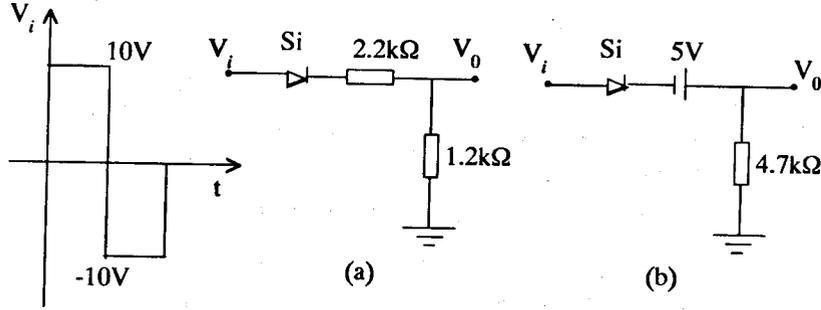
(10) கீழுள்ள உருவமைப்பில் V_o ஐயும் ஒவ்வொரு இருவாயிகளும் பெறக்கூடிய PIVஐயும் துணிக



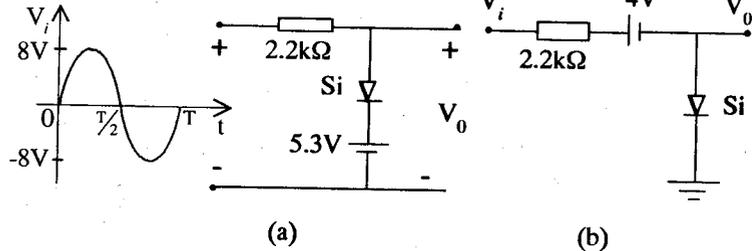
- (11) பின்வரும் வலைவேலைக்கான V_o வை வரைந்து கிடைக்கக்கூடிய d.c அழுத்தத்தையும் காண்க.



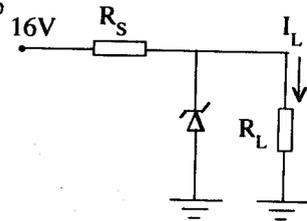
- (12) ஒவ்வொரு வலைவேலைக்கும் காட்டப்பட்டுள்ள பெய்ப்புக்கான V_o ஐத் துணிக.



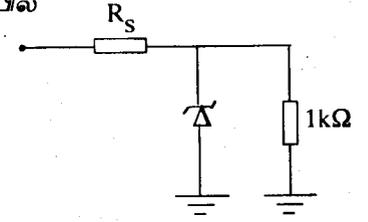
- (13) ஒவ்வொரு வலைவேலைக்கும் தரப்பட்டுள்ள பெய்ப்புக்கான V_o ஐக் காண்க.



- (14) (a) அழுத்த வேறுபாடு V_L ஆனது 12V இல் பேணக்கூடியவாறும் மின்னோட்டம் I_L ஆனது 0 இல் இருந்து 200 mA வரை மாறு படக்கூடியவாறும் பின்வரும் வலை வேலை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. எனின் R_S ஐயும் V_Z ஐயும் துணிக.
(b) பகுதி (a) யிற்கான சேனர் இருவாயியின் உயர்வலு $P_{Z_{max}}$ ஐயும் துணிக.



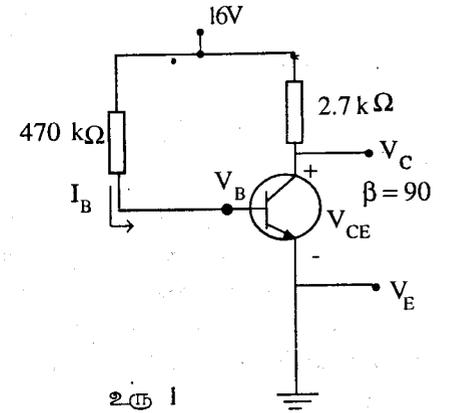
- (15) காட்டப்பட்டுள்ள உருவமைப்பில் 30V இற்கும் 50V இற்கும் இடையில் வேறுபடும் பெய்ப்பு அழுத்தத்திற்கு, 1kΩ இற்கு குறுக்கே 20V மாறா பயப்பு அழுத்தம் ஒன்றை பெற உருவாக்கப்பட்டிருக்கும் அழுத்த ஒப்பமாக்கியின் R_S ஐயும், உயர் மின்னோட்டம் I_{Zm} ஐயும் கணிக்குக.



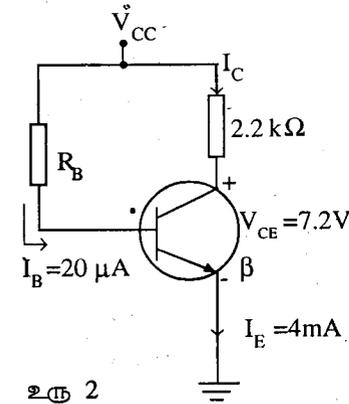
திரான்சிற்றர்

- (16) காட்டப்பட்ட நிலைத்த கோடல் உருவமைப்பில் பின்வருவனவற்றை கணிக்குக.

- (a) I_B
(b) I_C
(c) V_{CE}
(d) V_C
(e) V_B
(f) V_E



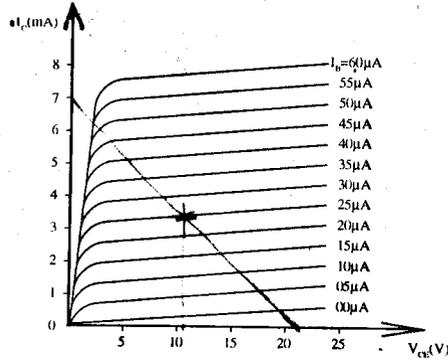
- (17)



உரு (2) இல் தரப்பட்ட தரவு களுக்கு அமைய பின்வருவன வற்றை காண்க.

- (a) I_C
(b) V_{CC}
(c) β
(d) R_B

(18)



உரு 3

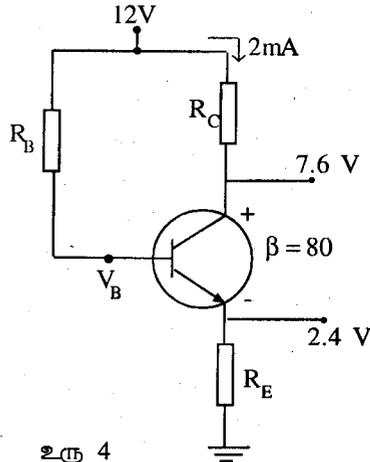
உரு(3)ஆனதுஇருமுனைவுத் திரான்சிற்றரின் சிறப்பியல்பு வரைபு தரப்பட்டுள்ளது.

- (a) நிலைத்த கோடல் உரு வமைப்பில் $V_{CC} = 21V$ ஆகவும், $R_C = 3k\Omega$ ஆகவும் தரப்படும் இடத்து சுமைக் கோட்டை, சிறப்பியல்பு வரைபின் மேல் வரைக.
- (b) துண்டிப்பு, நிரம்பல் நிலைகளுக்கு இடையில் நடுப்பகுதியில் செயற்பாட்டு புள்ளியை தெரிவு செய்க. விளையுள் செயற்பாட்டுப்

புள்ளிக்கு அமைய R_B மின் பெறுமதியை துணிக.

- (c) I_C மினதும் V_{CE} இனதும் விளையுள் பெறுமானங்கள் என்ன?
- (d) செயற்பாட்டுப்புள்ளியில் β இன் பெறுமானம் என்ன?
- (e) இவ் உருவமைப்புக்கான நிரம்பல் மின்னோட்டம் $I_{C_{max}}$ என்ன?
- (f) விளையுள் நிலைத்த கோடல் உருவமைப்பை வரைக.
- (g) செயற்பாட்டுப்புள்ளியில் இவ்உருவமைப்பால் பாவிக்கப்பட்ட d.c வலு என்ன?
- (h) V_{CC} யால் வழங்கப்பட்ட வலு என்ன?

(19)



உரு 4

உரு (4) இல் தரப்பட்ட தரவு களுக்கு அமைய பின்வருவன வற்றை காண்க.

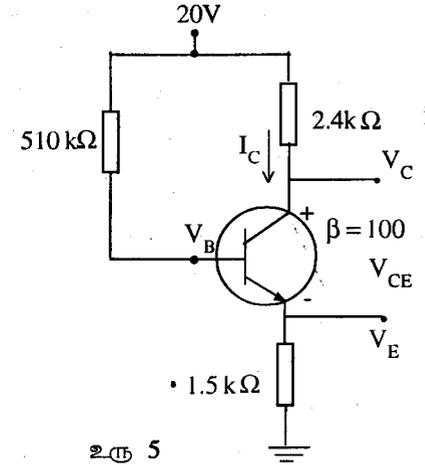
- (a) R_C
 (b) R_E
 (c) R_B
 (d) V_{CE}
 (e) V_B

(20) உரு (5) இல் உள்ள

வலைவேலையின்

நிரம்பல் மின்னோட்டம்

$I_{C_{max}}$ ஐக் காண்க.



உரு 5

(21) (a) உரு (1) இல் உள்ள வலை வேலைக்கான I_C V_{CE} என்பவற்றை காண்க.

(b) $\beta = 135$ ஆக மாற்றப்படும்போது உரு (1) இற்கான I_C V_{CE} என்பனவற்றின் புதிய பெறுமானங்களை காண்க.

(c) I_C V_{CE} என்பவற்றின் பருமனில் ஏற்படும் தற்போதைய மாற்ற வீதத்தை பின்வரும் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்திக் காண்க.

$$\% \Delta I_C = \frac{I_{C(\text{பகுதி b})} - I_{C(\text{பகுதி a})}}{I_{C(\text{பகுதி a})}} \times 100\%$$

$$\% \Delta V_{CE} = \frac{V_{CE(\text{பகுதி b})} - V_{CE(\text{பகுதி a})}}{V_{CE(\text{பகுதி a})}} \times 100\%$$

(d) உரு (5) இற்கான I_C V_{CE} என்பவற்றை துணிக.

(e) $\beta = 150$ ஆக மாற்றப்படும்போது உரு (5) இற்கான I_C V_{CE} என்பவற்றில் புதிய பெறுமானங்களை காண்க.

(d) I_C V_{CE} என்பவற்றின் பருமனில் ஏற்படும் தற்போதைய மாற்ற வீதத்தை பின்வரும் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி காண்க.

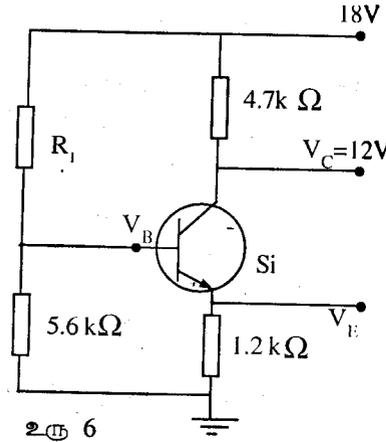
$$\% \Delta I_C = \frac{I_{C(\text{பகுதி e})} - I_{C(\text{பகுதி d})}}{I_{C(\text{பகுதி d})}} \times 100\%$$

$$\% \Delta V_{CE} = \frac{V_{CE(\text{பகுதி e})} - V_{CE(\text{பகுதி d})}}{V_{CE(\text{பகுதி d})}} \times 100\%$$

(எ) மேற்கூறப்பட்ட ஒவ்வொன்றிலும் β ஆனது 50% தால் அதிகரிக்கப்பட்டது. I_C , V_{CE} இல் ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒவ்வொரு உருவமைப்பிற்கும் வேறுபடுத்துவதுடன் β வில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கு குறைந்த உணர்திறன் காணப்படும் சுற்றுப்பற்றி கருத்து தெரிவிக்க.

(22) உரு (6) இல் தரப்பட்ட தரவுகளுக்கு அமைய பின் வருவனவற்றை காண்க.

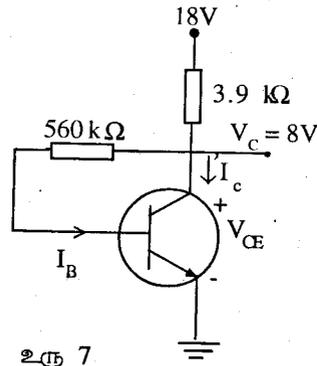
- I_C
- V_E
- V_B
- R_1



உரு 6

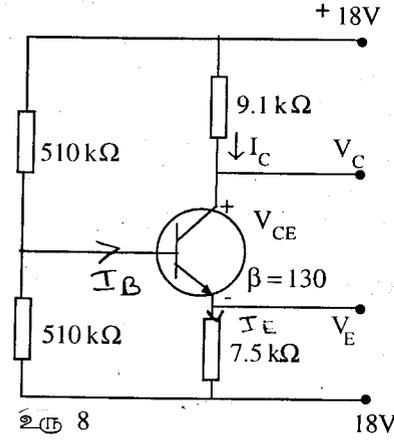
(23) உரு (7) இல் தரப்பட்ட தரவுகளுக்கு அமைய பின் வருவனவற்றைக் காண்க.

- I_B
- I_C
- β
- V_{CE}



உரு 7

(24)

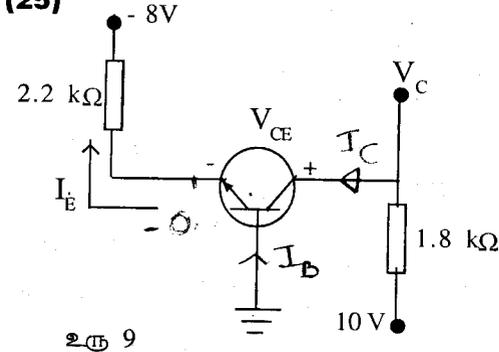


உரு 8

உரு (8) இல் தரப்பட்ட தரவுகளுக்கு அமைய பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

- I_B
- I_C
- V_E
- V_{CE}

(25)

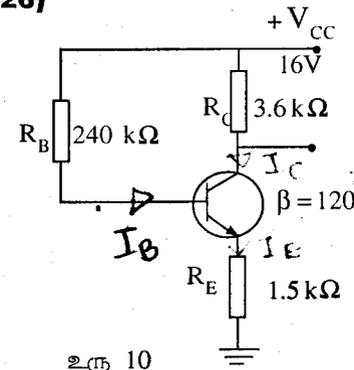


உரு 9

உரு (9) இல் தரப்பட்ட தரவுகளுக்கு அமைய பின் வருவனவற்றைக் காண்க.

- I_E
- V_C
- V_{CE}

(26)



உரு 10

உரு (10) இல்

- R_B அதிகரிக்கப்படும்போது V_C அதிகரிக்குமா அல்லது குறையுமா?
- β குறைக்கப்படும்போது I_C அதிகரிக்குமா அல்லது குறையுமா?
- β அதிகரிக்கும்போது நிரம்பல் மின்னோட்டத்திற்கு என்ன நடக்கும்?
- V_{CC} குறைக்கப்படும்போது சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் அதிகரிக்குமா, குறையுமா?

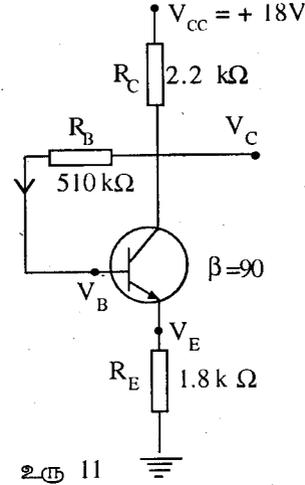
(e) சிறிய β உள்ள ஒன்றால் திரான்சிற்றர் மாற்றப்படும்போது V_{CE} க்கு என்ன நடக்கும்?

(27) உரு (11) இல் இருந்து பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடை அளிக்குக.

(a) தடை R_B திறந்திருக்கும்போது அழுத்தம் V_C இற்கு என்ன நடக்கும்?

(b) வெப்பநிலை காரணமாக β அதிகரிப்பால் V_{CE} இற்கு என்ன நடக்கும்?

(c) திரான்சிற்றரின் சேகரிப்பான் இணைப்பு திறந்திருக்கும் போது V_E இற்கு என்ன நடக்கும்?

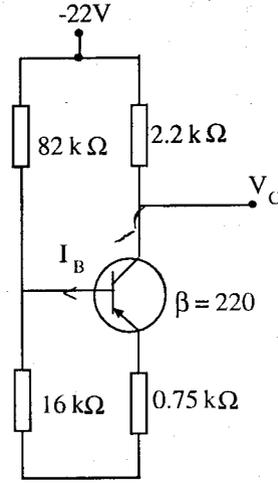


உரு 11

(28) உரு (12) இல் உள்ள வலை வேலையில் இருந்து பின்வருவன வற்றை காண்க.

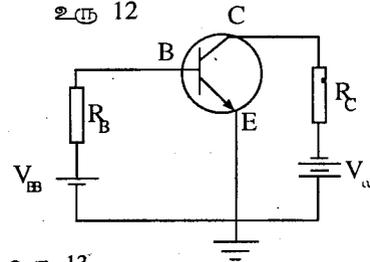
(a) V_C

(b) I_B



உரு 12

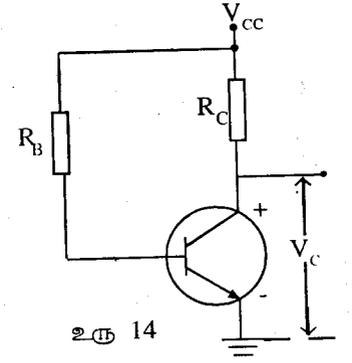
(29) உரு (13) இல் சுற்றில் $V_{BB} = 6V$, $V_{CC} = 12V$, $R_B = 250 k\Omega$, $R_C = 2.5 k\Omega$, $V_{BE} = 0.7V$, $\beta = 100$ எனின் அடி, சேகரிப்பான், காலி மின்னோட்டங்களைக் காண்க. அத்துடன் V_{CB} ஐக் கணிக்க.



உரு 13

திரான்சிற்றர் செயற்படும் நிலையையும் குறிப்பிடுக.

(30) உரு (14) இல் n-p-n திரான்சிற்றரின் பொது அடிச்சுற்றில் $R_B = 250 k\Omega$, $V_{CC} = 15V$, $R_C = 2.5 k\Omega$, $V_{BE} = 0.7V$, $\beta = 50$ எனின் V_{CB} ஐக் கணிக்க. β ஆனது 200 இற்கு அதிகரிக்கப்படும் போது திரான்சிற்றர் செயற்படும் நிலையையும் குறிப்பிடுக.



உரு 14

விடைகள்

பல்தேர்வு வினாக்கள்

(01)	2	(16)	3	(31)	1	(46)	1
(02)	4	(17)	1	(32)	5	(47)	2
(03)	2	(18)	3	(33)	2	(48)	3
(04)	1	(19)	1	(34)	2	(49)	3
(05)	4	(20)	4	(35)	1	(50)	5
(06)	3	(21)	5	(36)	1	(51)	3
(07)	2	(22)	1	(37)	1	(52)	4
(08)	2	(23)	4	(38)	4	(53)	1
(09)	1	(24)	1	(39)	2	(54)	1
(10)	2	(25)	5	(40)	3	(55)	3
(11)	5	(26)	3	(41)	3	(56)	3
(12)	1	(27)	1	(42)	2	(57)	2
(13)	4	(28)	3	(43)	1	(58)	3
(14)	2	(29)	3	(44)	3	(59)	2
(15)	4	(30)	4	(45)	2	(60)	2

பயிற்சி வினாக்கள்

(1) (a) $I = 0 \text{ mA}$ (b) $I = 0.965 \text{ mA}$ (c) $I = 1 \text{ mA}$

(2) (a) $V_o = 9.5 \text{ V}$ (b) $V_o = 7 \text{ V}$

(3) (a) $V_{O_1} = 11.3 \text{ V}$ (b) $V_{O_1} = -9 \text{ V}$
 $V_{O_2} = 0.3 \text{ V}$ $V_{O_2} = -6.6 \text{ V}$

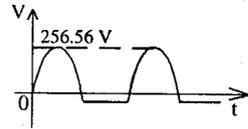
(4) (a) $V_o = 9.7 \text{ V}$ (b) $V_o = 14.6 \text{ V}$
 $I = 9.7 \text{ mA}$ $I = 0.553 \text{ mA}$

(5) $V_o = 6.2 \text{ V}$, $I_D = 1.55 \text{ mA}$

(6) (a) $V_o = 9.3 \text{ V}$ (b) $V_o = 10 \text{ V}$
(c) $V_o = -0.7 \text{ V}$ (d) $V_o = 4.7 \text{ V}$

(7) $V_i: V_p = 6.98 \text{ V}$, V_d : எடுக்கக்கூடிய உயர்வு = 0.7 V ,
மறை உயர்வு (peak) = -6.98 V , I_d : எடுக்கக்கூடிய துடிப்பு 2.85 mA

(8) துடிப்பு, உயர்வு (peak) = 155.56 V
 $V_{dc} = 49.47 \text{ V}$

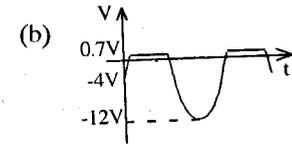
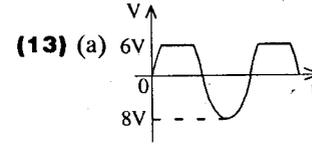


(9) (a) $I_{D_{max}} = 20 \text{ mA}$ (b) $I_{max} = 36.71 \text{ mA}$ (c) $I_D = 18.36 \text{ mA}$
(d) ஆம் (e) $I_D = 36.7 \text{ mA} > I_{D_{max}} = 20 \text{ mA}$

(10) சீராக்கப்பட்ட முழு அலைவடிவம்,
உயர்வு (peak) = -100 V ; $PIV = 100 \text{ V}$

(11) சீராக்கப்பட்ட முழு அலைவடிவம்,
உயர்வு (peak) = 56.67 V ; $V_{DC} = 36.04 \text{ V}$

(12) (a) எடுக்கக்கூடிய துடிப்பு $V_o = 3.28 \text{ V}$
(b) எடுக்கக்கூடிய துடிப்பு $V_o = 14.3 \text{ V}$



(14) (a) $R_S = 20 \Omega$, $V_Z = 12 \text{ V}$ (b) $P_{Z_{max}} = 2.4 \text{ W}$

(15) $R_S = 0.5 \text{ k}\Omega$, $I_{Zm} = 40 \text{ mA}$

(16) (a) $I_B = 32 \mu\text{A}$ (b) $I_C = 2.93 \text{ mA}$ (c) $V_{CE} = 8.09 \text{ V}$
(d) $V_C = 8.09 \text{ V}$ (e) $V_B = 0.7 \text{ V}$ (f) $V_E = 0 \text{ V}$

(17) (a) $I_C = 3.98 \text{ mA}$ (b) $V_{CC} = 15.96 \text{ V}$
(c) $\beta = 199$ (d) $R_B = 763 \text{ k}\Omega$

(18) (b) $R_B = 812 \text{ k}\Omega$ (c) $I_C = 3.4 \text{ mA}$, $V_{CE} = 10.75 \text{ V}$
(d) $\beta = 136$ (e) $I_{C_{sat}} = 7 \text{ mA}$
(g) $P_D = 36.55 \text{ mW}$ (h) $P_S = 71.92 \text{ mW}$

(19) (a) $R_C = 2.2 \text{ k}\Omega$ (b) $R_E = 1.2 \text{ k}\Omega$
(c) $R_B = 356 \text{ k}\Omega$ (d) $V_{CE} = 5.2 \text{ V}$
(e) $V_B = 3.1 \text{ V}$

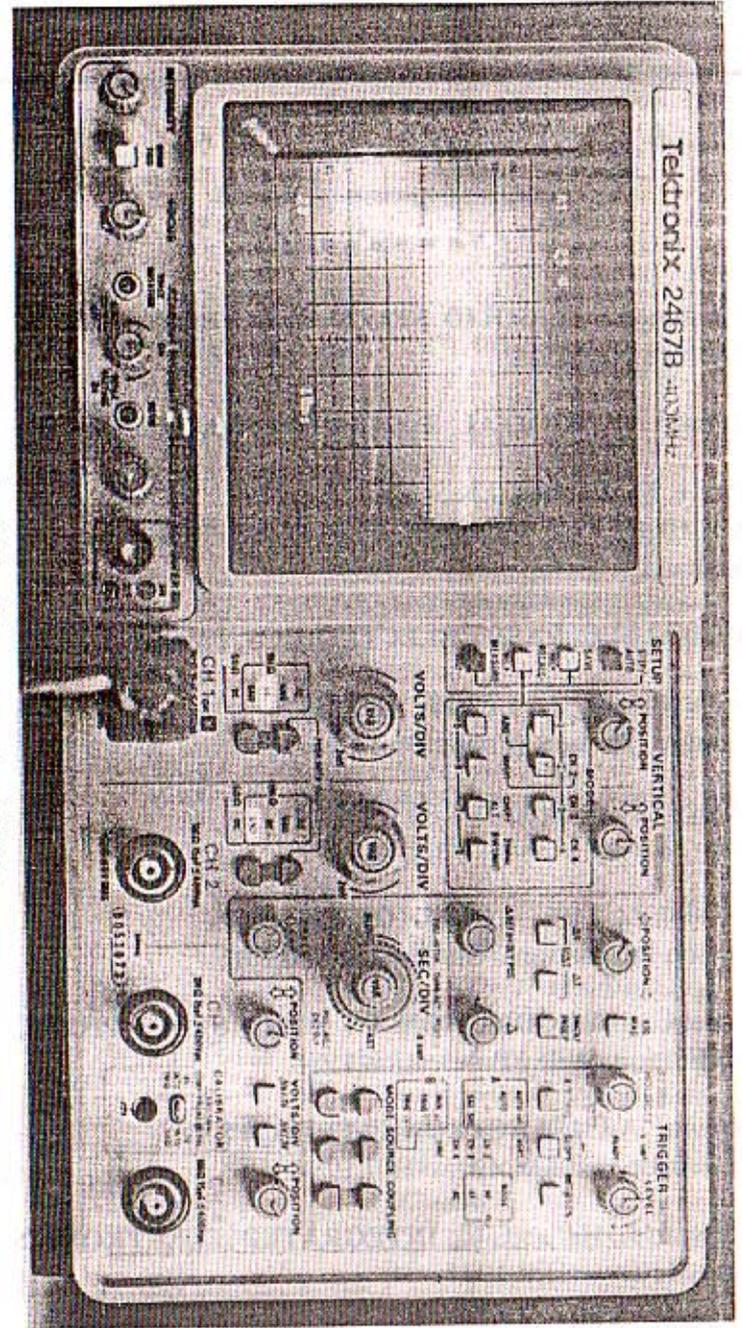
(20) $I_{C_{sat}} = 5.13 \text{ mA}$

(21) (a) $I_C = 2.93 \text{ mA}$, $V_{CE} = 8.09 \text{ V}$
(b) $I_C = 4.39 \text{ mA}$, $V_{CE} = 4.15 \text{ V}$
(c) $\% \Delta I_C = 49.83\%$, $\% \Delta V_{CE} = 48.70\%$
(d) $I_C = 2.92 \text{ mA}$, $V_{CE} = 8.61 \text{ V}$
(e) $I_C = 3.39 \text{ mA}$, $V_{CE} = 4.67 \text{ V}$
(f) $\% \Delta I_C = 34.59\%$ $\% \Delta V_{CE} = 46.76\%$

(22) (a) $I_C = 1.28 \text{ mA}$ (b) $V_E = 1.54 \text{ V}$
(c) $V_B = 2.24 \text{ V}$ (d) $R_1 = 39.4 \text{ k}\Omega$

- (23) (a) $I_B = 13.04 \mu A$ (b) $I_C = 2.56 \text{ mA}$
 (c) $\beta = 196.32$ (d) $V_{CE} = 8 \text{ V}$
- (24) (a) $I_B = 13.95 \mu A$ (b) $I_C = 1.81 \text{ mA}$
 $V_E = -4.29 \text{ V}$ (d) $V_{CE} = 5.95 \text{ V}$
- (25) (a) $I_E = 3.32 \text{ mA}$ (b) $V_C = 4.02 \text{ V}$ (c) $V_{CE} = 5.82 \text{ V}$
- (26) (a) $R_B \uparrow, I_B \downarrow, I_C \downarrow, V_C \uparrow$ (b) $\beta \downarrow, I_C \downarrow$
 (c) மாற்றமடையாது. (d) $V_{CC} \downarrow, I_B \downarrow, I_C \downarrow$
 (e) $\beta \downarrow, I_C \downarrow, V_{R_C} \downarrow, V_{R_E} \downarrow, V_{CE} \uparrow$
- (27) (a) R_B திறந்தது, $I_B = 0 \mu A, I_C = I_{CEO} \approx 0 \text{ mA}, V_C \approx V_{CC} = 18 \text{ V}$
 (b) $\beta \uparrow, I_C \uparrow, V_{R_C} \uparrow, V_{R_E} \uparrow, V_{CE} \downarrow$
 (c) $R_C \downarrow, I_B \uparrow, I_C \uparrow, V_E \uparrow$
- (28) $V_C = -14.18 \text{ V}, I_B = 16.2 \mu A$
- (29) $I_B = 21.2 \mu A, I_C = 2.12 \text{ mA}, I_E = 2.14 \text{ mA}, V_{CB} = 6 \text{ V}$
 உகிர்ப்புப் பிரதேசம்.
- (30) $V_{CB} = 7.15 \text{ V}$, நிரம்பல் பிரதேசம்.

கத்திரய்ட்டுக் கதிரர் அளவலு கட்டிடி (CRO)

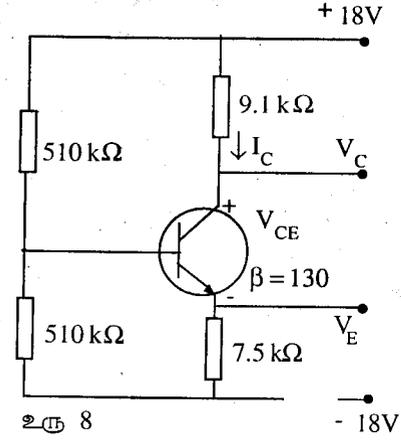


Reference

(உசாத்துணை நூல்கள்)

1. Streetman B.G., **SOLID STATE ELECTRONIC DEVICES**, Prentice-Hall,1990.
2. Ronald J.T., **DIGITAL SYSTEM**, Prentice-Hall,1991.
3. Puri R.K., Babbar,U.K., **SOLID STATE PHYSICS AND ELECTRONICS**, S.Chand & Company Ltd., 1997.
4. Michael M.C, **BASIC ELECTRONICS**, Prentice-Hall,1979.
5. Muncaster R., **A - LEVEL PHYSICS**, Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 1993.
6. Duncan T., **ADVANCED PHYSICS**, John Murray (Publishers) Ltd., 1993.
7. Avison J., **THE WORLD OF PHYSICS**, Nelson International Student Edition,1989.
8. Kittel C., **INTRODUCTION TO SOLID STATE PHYSICS**, 6th Edition, Wiley Publication,1986.
9. Malvino A.P., **ELECTRONIC PRINCIPLES**, 3rd Edition, Tata McGraw-Hill,1984.
10. Millman J., Halias,C.C., **INTEGRATED ELECTRONICS**, Tata McGraw-Hill,1991.

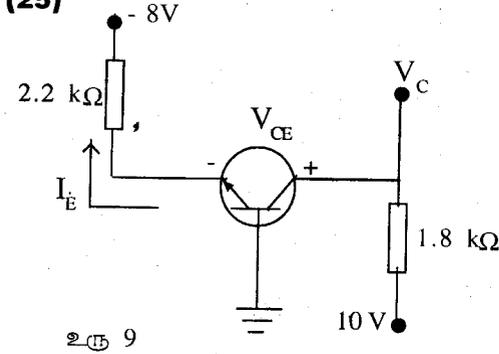
(24)



உரு (8) இல் தரப்பட்ட தரவுகளுக்கு அமைய பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

- (a) I_B
- (b) I_C
- (c) V_E
- (d) V_{CE}

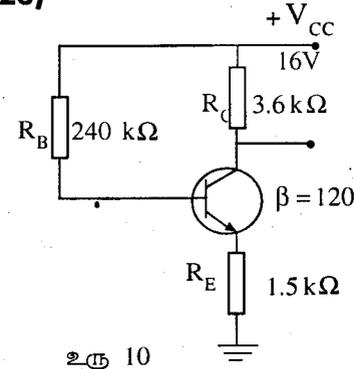
(25)



உரு (9) இல் தரப்பட்ட தரவுகளுக்கு அமைய பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

- (a) I_E
- (b) V_C
- (c) V_{CE}

(26)



உரு (10) இல்

- (a) R_B அதிகரிக்கப்படும்போது V_C அதிகரிக்குமா அல்லது குறையுமா?
- (b) β குறைக்கப்படும்போது I_C அதிகரிக்குமா அல்லது குறையுமா?
- (c) β அதிகரிக்கும்போது நிரம்பல் மின்னோட்டத்திற்கு என்ன நடக்கும்?
- (d) V_{CC} குறைக்கப்படும்போது சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் அதிகரிக்குமா, குறையுமா?

உரு 10

(e) சிறிய β உள்ள ஒன்றால் திரான்சிற்றர் மாற்றப்படும்போது V_{CE} க்கு என்ன நடக்கும்?

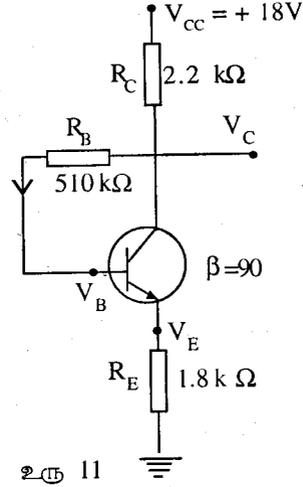
(27) உரு (11) இல் இருந்து பின்வரும்

வினாக்களுக்கு விடை அளிக்குக.

(a) தடை R_B திறந்திருக்கும்போது அழுத்தம் V_C இற்கு என்ன நடக்கும்?

(b) வெப்பநிலை காரணமாக β அதிகரிப்பால் V_{CE} இற்கு என்ன நடக்கும்?

(c) திரான்சிற்றரின் சேகரிப்பான் இணைப்பு திறந்திருக்கும் போது V_E இற்கு என்ன நடக்கும்?

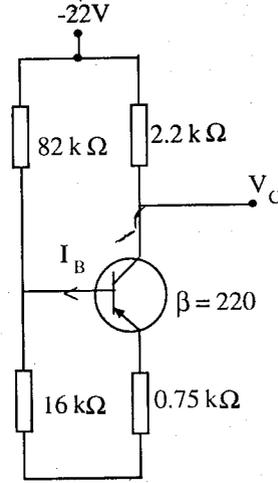


உரு 11

(28) உரு (12) இல் உள்ள வலை வேலையில் இருந்து பின்வருவன வற்றை காண்க.

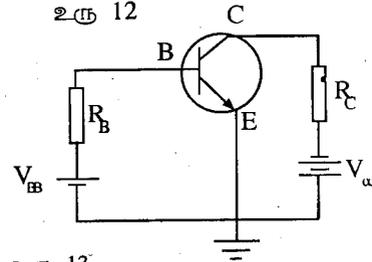
(a) V_C

(b) I_B



உரு 12

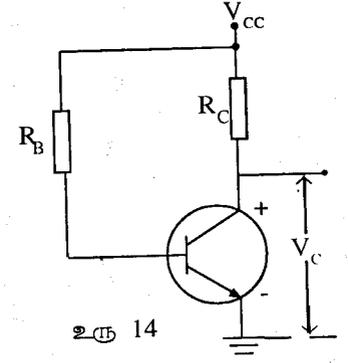
(29) உரு (13) இல் சுற்றில் $V_{BB} = 6V$, $V_{CC} = 12V$, $R_B = 250 k\Omega$, $R_C = 2.5 k\Omega$, $V_{BE} = 0.7V$, $\beta = 100$ எனின் அடி, சேகரிப்பான், காலி மின்னோட்டங்களைக் காண்க. அத்துடன் V_{CB} ஐக் கணிக்க.



உரு 13

திரான்சிற்றர் செயற்படும் நிலையையும் குறிப்பிடுக.

(30) உரு (14) இல் n-p-n திரான்சிற்றரின் பொது அடிச்சுற்றில் $R_B = 250 k\Omega$, $V_{CC} = 15V$, $R_C = 2.5 k\Omega$, $V_{BE} = 0.7V$, $\beta = 50$ எனின் V_{CB} ஐக் கணிக்க. β ஆனது 200 இற்கு அதிகரிக்கப்படும் போது திரான்சிற்றர் செயற்படும் நிலையையும் குறிப்பிடுக.



உரு 14

விடைகள்

பல்தேர்வு வினாக்கள்

(01)	2	(16)	3	(31)	1	(46)	1
(02)	4	(17)	1	(32)	5	(47)	2
(03)	2	(18)	3	(33)	2	(48)	3
(04)	1	(19)	1	(34)	2	(49)	3
(05)	4	(20)	4	(35)	1	(50)	5
(06)	3	(21)	5	(36)	1	(51)	3
(07)	2	(22)	1	(37)	1	(52)	4
(08)	2	(23)	4	(38)	4	(53)	1
(09)	1	(24)	1	(39)	2	(54)	1
(10)	2	(25)	5	(40)	3	(55)	3
(11)	5	(26)	3	(41)	3	(56)	3
(12)	1	(27)	1	(42)	2	(57)	2
(13)	4	(28)	3	(43)	1	(58)	3
(14)	2	(29)	3	(44)	3	(59)	2
(15)	4	(30)	4	(45)	2	(60)	2

பயிற்சி வினாக்கள்

(1) (a) $I = 0 \text{ mA}$ (b) $I = 0.965 \text{ mA}$ (c) $I = 1 \text{ mA}$

(2) (a) $V_o = 9.5 \text{ V}$ (b) $V_o = 7 \text{ V}$

(3) (a) $V_{O_1} = 11.3 \text{ V}$ (b) $V_{O_1} = -9 \text{ V}$
 $V_{O_2} = 0.3 \text{ V}$ $V_{O_2} = -6.6 \text{ V}$

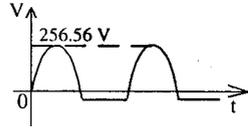
(4) (a) $V_o = 9.7 \text{ V}$ (b) $V_o = 14.6 \text{ V}$
 $I = 9.7 \text{ mA}$ $I = 0.553 \text{ mA}$

(5) $V_o = 6.2 \text{ V}$, $I_D = 1.55 \text{ mA}$

(6) (a) $V_o = 9.3 \text{ V}$ (b) $V_o = 10 \text{ V}$
(c) $V_o = -0.7 \text{ V}$ (d) $V_o = 4.7 \text{ V}$

(7) $V_i : V_p = 6.98 \text{ V}$, V_d : எடுக்கக்கூடிய உயர்வு = 0.7 V ,
மறை உயர்வு (peak) = -6.98 V , I_d : எடுக்கக்கூடிய துடிப்பு 2.85 mA

(8) துடிப்பு, உயர்வு (peak) = 155.56 V
 $V_{dc} = 49.47 \text{ V}$

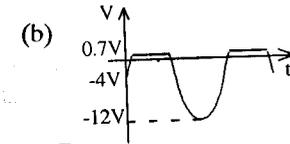
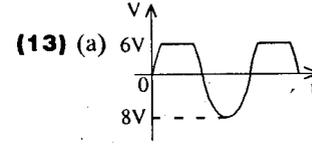


(9) (a) $I_{D_{max}} = 20 \text{ mA}$ (b) $I_{max} = 36.71 \text{ mA}$ (c) $I_D = 18.36 \text{ mA}$
(d) ஆம் (e) $I_D = 36.7 \text{ mA} > I_{D_{max}} = 20 \text{ mA}$

(10) சீராக்கப்பட்ட முழு அலைவடிவம்,
உயர்வு (peak) = -100 V ; $PIV = 100 \text{ V}$

(11) சீராக்கப்பட்ட முழு அலைவடிவம்,
உயர்வு (peak) = 56.67 V ; $V_{DC} = 36.04 \text{ V}$

(12) (a) எடுக்கக்கூடிய துடிப்பு $V_o = 3.28 \text{ V}$
(b) எடுக்கக்கூடிய துடிப்பு $V_o = 14.3 \text{ V}$



(14) (a) $R_S = 20 \Omega$, $V_Z = 12 \text{ V}$ (b) $P_{Z_{max}} = 2.4 \text{ W}$

(15) $R_S = 0.5 \text{ k}\Omega$, $I_{Zm} = 40 \text{ mA}$

(16) (a) $I_B = 32 \mu\text{A}$ (b) $I_C = 2.93 \text{ mA}$ (c) $V_{CE} = 8.09 \text{ V}$
(d) $V_C = 8.09 \text{ V}$ (e) $V_B = 0.7 \text{ V}$ (f) $V_E = 0 \text{ V}$

(17) (a) $I_C = 3.98 \text{ mA}$ (b) $V_{CC} = 15.96 \text{ V}$
(c) $\beta = 199$ (d) $R_B = 763 \text{ k}\Omega$

(18) (b) $R_B = 812 \text{ k}\Omega$ (c) $I_C = 3.4 \text{ mA}$, $V_{CE} = 10.75 \text{ V}$
(d) $\beta = 136$ (e) $I_{C_{sat}} = 7 \text{ mA}$
(g) $P_D = 36.55 \text{ mW}$ (h) $P_S = 71.92 \text{ mW}$

(19) (a) $R_C = 2.2 \text{ k}\Omega$ (b) $R_E = 1.2 \text{ k}\Omega$
(c) $R_B = 356 \text{ k}\Omega$ (d) $V_{CE} = 5.2 \text{ V}$
(e) $V_B = 3.1 \text{ V}$

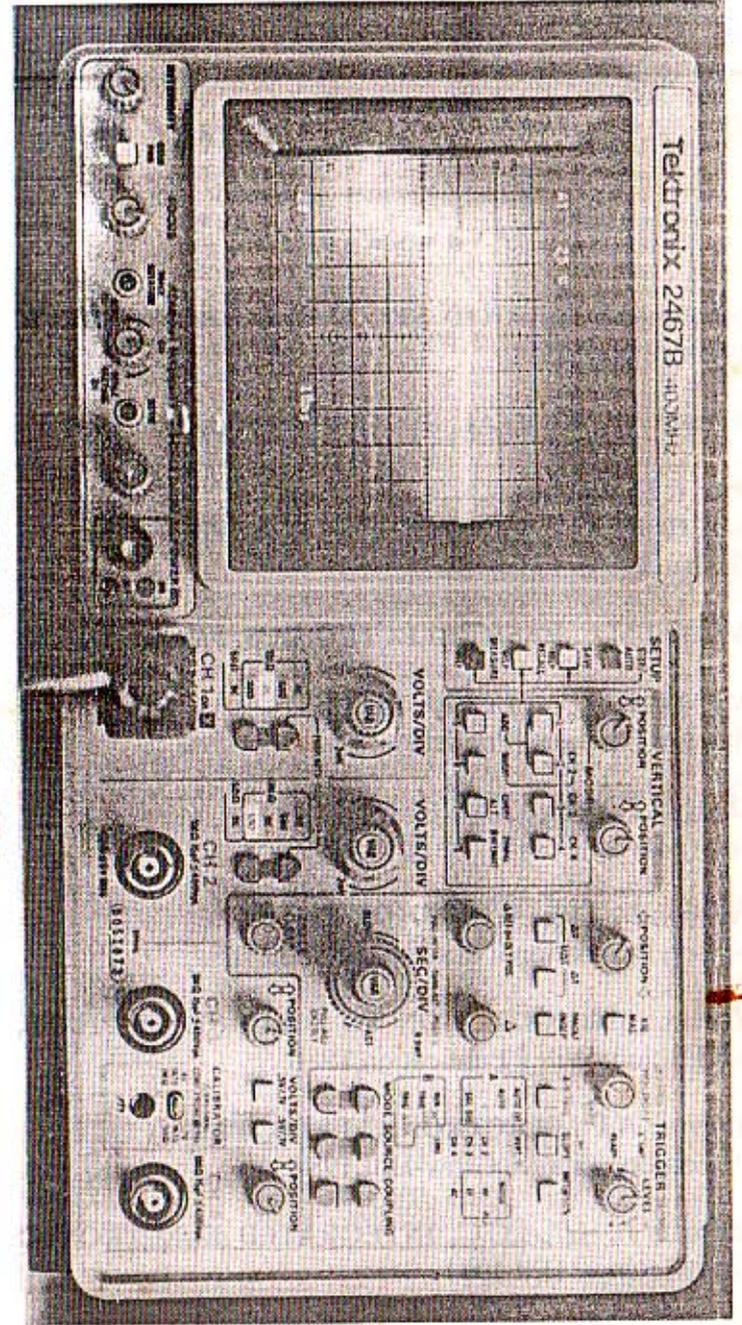
(20) $I_{C_{sat}} = 5.13 \text{ mA}$

(21) (a) $I_C = 2.93 \text{ mA}$, $V_{CE} = 8.09 \text{ V}$
(b) $I_C = 4.39 \text{ mA}$, $V_{CE} = 4.15 \text{ V}$
(c) $\% \Delta I_C = 49.83\%$, $\% \Delta V_{CE} = 48.70\%$
(d) $I_C = 2.92 \text{ mA}$, $V_{CE} = 8.61 \text{ V}$
(e) $I_C = 3.39 \text{ mA}$, $V_{CE} = 4.67 \text{ V}$
(f) $\% \Delta I_C = 34.59\%$ $\% \Delta V_{CE} = 46.76\%$

(22) (a) $I_C = 1.28 \text{ mA}$ (b) $V_E = 1.54 \text{ V}$
(c) $V_B = 2.24 \text{ V}$ (d) $R_1 = 39.4 \text{ k}\Omega$

- (23) (a) $I_B = 13.04 \mu A$ (b) $I_C = 2.56 \text{ mA}$
 (c) $\beta = 196.32$ (d) $V_{CE} = 8 \text{ V}$
- (24) (a) $I_B = 13.95 \mu A$ (b) $I_C = 1.81 \text{ mA}$
 $V_E = -4.29 \text{ V}$ (d) $V_{CE} = 5.95 \text{ V}$
- (25) (a) $I_E = 3.32 \text{ mA}$ (b) $V_C = 4.02 \text{ V}$ (c) $V_{CE} = 5.82 \text{ V}$
- (26) (a) $R_B \uparrow, I_B \downarrow, I_C \downarrow, V_C \uparrow$ (b) $\beta \downarrow, I_C \downarrow$
 (c) மாற்றமடையாது. (d) $V_{CC} \downarrow, I_B \downarrow, I_C \downarrow$
 (e) $\beta \downarrow, I_C \downarrow, V_{R_C} \downarrow, V_{R_E} \downarrow, V_{CE} \uparrow$
- (27) (a) R_B சிறந்தது, $I_B = 0 \mu A, I_C = I_{CEO} = 0 \text{ mA}, V_C = V_{CC} = 18 \text{ V}$
 (b) $\beta \uparrow, I_C \uparrow, V_{R_C} \uparrow, V_{R_E} \uparrow, V_{CE} \downarrow$
 (c) $R_C \downarrow, I_B \uparrow, I_C \uparrow, V_E \uparrow$
- (28) $V_C = -14.18 \text{ V}, I_B = 16.2 \mu A$
- (29) $I_B = 21.2 \mu A, I_C = 2.12 \text{ mA}, I_E = 2.14 \text{ mA}, V_{CB} = 6 \text{ V}$
 உயிர்ப்புப் பிரதேசம்.
- (30) $V_{CB} = 7.15 \text{ V}$, நிரம்பல் பிரதேசம்.

கதிராட்டுக் கதிர் அளவளவு கருவி (CRO)



Reference

(உசாத்துணை நூல்கள்)

1. Streetman B.G., **SOLID STATE ELECTRONIC DEVICES**, Prentice-Hall,1990.
2. Ronald J.T., **DIGITAL SYSTEM**, Prentice-Hall,1991.
3. Puri R.K., Babbar,U.K.,
SOLID STATE PHYSICS AND ELECTRONICS,
S.Chand & Company Ltd., 1997.
4. Michael M.C, **BASIC ELECTRONICS**, Prentice-Hall,1979.
5. Muncaster R., **A - LEVEL PHYSICS**,
Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 1993.
6. Duncan T., **ADVANCED PHYSICS** ,
John Murray (Publishers) Ltd., 1993.
7. Avison J., **THE WORLD OF PHYSICS**,
Nelson International Student Edition,1989.
8. Kittel C., **INTRODUCTION TO SOLID STATE PHYSICS**,
6th Edition, Wiley Publication,1986.
9. Malvino A.P., **ELECTRONIC PRINCIPLES**,
3rd Edition, Tata McGrow-Hill,1984.
10. Millman J., Halias,C.C., **INTEGRATED ELECTRONICS**,
Tata McGrow-Hill,1991.

Exaltations from "PHYTTA" . . .

The Physics Teachers' (Tamil) Association of Sri Lanka ("PHYTTA") finds pride in associating itself with the launching of the Tamil Physics Series and its first publication titled "Basic Electronics"

Since the introduction of learning of Science in Tamil in around 1965, the teaching and learning of science has made great strides. But, unfortunately, sufficient text books have not been published. This has deprived the students of adequate reference materials.

As such, "PHYTTA" welcomes the efforts of **Mr.S.R Jeyakumar, Mr. S. Nimalan and Mr. P.Ravirajan** in bringing out this publication. It is also heartening to know that the learned **Professor K.Gunaratnam** had given valuable advice to the authors.

In keeping with the policy of our association of encouraging authors of text books, we decided to get fully involved in the inauguration of "**Basic Electronics**". We particularly appreciate the gesture on the part of the publishers in quoting an affordable price in the larger interest of the students.

We hope the students and teachers of physics will immensely benefit by these publications. Let us wish this book and other future publications of Tamil Physics Series all success.

V.Sivanathanayagam
Secretary-"PHYTTA"
Royal College,
Colombo -7

V.Suriyanathan
President-"PHYTTA"
Ramanathan H.L.College
Colombo - 4.