

Fundamentals of Electronics (DI01000051) - Summer 2025 Solution

મિલવ ડબગાર

June 12, 2025

Contents

1 Question 1	5
1.1 Question 1(a) [3 marks]	5
1.1.1 Solution	5
Circuit Diagram:	5
Working Principle:	5
Note:	5
Mnemonic:	5
1.2 Question 1(b) [4 marks]	5
1.2.1 Solution	6
Pin Diagram:	6
Pin Functions:	6
Package:	6
Mnemonic:	6
1.3 Question 1(c) [7 marks]	6
1.3.1 Solution	6
Block Diagram:	7
Explanation of Blocks:	7
Note:	7
Mnemonic:	7
1.4 Question 1(c) OR [7 marks]	7
1.4.1 Solution	7
1. A-stable Multivibrator (Free Running Oscillator)	7
Working:	8
2. Mono-stable Multivibrator (One-Shot)	8
Working:	8
Mnemonic:	8
2 Question 2	8
2.1 Question 2(a) [3 marks]	8
2.1.1 Solution	9
Active Components (સક્રિય ઘટકો):	9
Passive Components (નિષ્ક્રિય ઘટકો):	9
Mnemonic:	9
2.2 Question 2(b) [4 marks]	9
2.2.1 Solution	9
Result:	9
Calculation Verification:	9
Mnemonic:	9

2.3 Question 2(c) [7 marks]	9
2.3.1 Solution	10
Circuit Diagram:	10
Working Principle:	10
Waveforms:	10
Advantages:	10
Mnemonic:	10
2.4 Question 2(a) OR [3 marks]	11
2.4.1 Solution	11
Key Concepts:	11
Mnemonic:	11
2.5 Question 2(b) OR [4 marks]	11
2.5.1 Solution	11
1. Brown, Green, Yellow, Gold:	11
2. Grey, Blue, Brown:	11
Significance:	11
Mnemonic:	12
2.6 Question 2(c) OR [7 marks]	12
2.6.1 Solution	12
Circuit Diagram:	12
Working Principle:	12
Waveforms:	12
Advantages:	12
Mnemonic:	12
3 Question 3	13
3.1 Question 3(a) [3 marks]	13
3.1.1 Solution	13
Working Principle:	13
Symbol:	13
Applications:	13
Mnemonic:	13
3.2 Question 3(b) [4 marks]	13
3.2.1 Solution	13
Circuit Diagram:	14
Operation:	14
Waveforms:	14
Mnemonic:	14
3.3 Question 3(c) [7 marks]	14
3.3.1 Solution	14
Types of Clippers:	14
1. Series Positive Clipper:	15
Waveform:	15
2. Series Negative Clipper:	15
Waveform:	16
Applications:	16
Mnemonic:	16
3.4 Question 3(a) OR [3 marks]	16
3.4.1 Solution	16
Self Inductance (L):	16
Mutual Inductance (M):	16
Mnemonic:	16
3.5 Question 3(b) OR [4 marks]	16
3.5.1 Solution	16

1. Ripple Factor (γ):	16
2. Ripple Frequency (f_r):	16
Mnemonic:	17
3.6 Question 3(c) OR [7 marks]	17
3.6.1 Solution	17
Types of Clampers:	17
1. Positive Clamper:	17
Waveform:	17
2. Negative Clamper:	18
Waveform:	18
Mnemonic:	18
4 Question 4	18
4.1 Question 4(a) [3 marks]	18
4.1.1 Solution	18
Symbols:	19
Mnemonic:	19
4.2 Question 4(b) [4 marks]	19
4.2.1 Solution	19
Construction and Symbol:	19
Working Principle:	19
Applications:	19
Mnemonic:	19
4.3 Question 4(c) [7 marks]	19
4.3.1 Solution	20
Construction:	20
Working Principle:	20
V-I Characteristics:	20
Mnemonic:	20
4.4 Question 4(a) OR [3 marks]	20
4.4.1 Solution	21
Applications of LED (Light Emitting Diode):	21
Applications of Varactor Diode:	21
Mnemonic:	21
4.5 Question 4(b) OR [4 marks]	21
4.5.1 Solution	21
Circuit Diagram:	21
Working:	22
Mnemonic:	22
4.6 Question 4(c) OR [7 marks]	22
4.6.1 Solution	22
Construction:	22
Working Principle:	22
Characteristics:	23
Mnemonic:	23
5 Question 5	23
5.1 Question 5(a) [3 marks]	23
5.1.1 Solution	23
Operation:	23
Mnemonic:	23
5.2 Question 5(b) [4 marks]	23
5.2.1 Solution	23
Circuit Diagram:	24

Input Characteristics:	24
Mnemonic:	24
5.3 Question 5(c) [7 marks]	24
5.3.1 Solution	24
Structure and Symbol:	24
Working Principle:	25
Mnemonic:	25
5.4 Question 5(a) OR [3 marks]	25
5.4.1 Solution	25
Detailed Comparison:	25
Mnemonic:	26
5.5 Question 5(b) OR [4 marks]	26
5.5.1 Solution	26
Circuit Diagram:	26
Working:	26
Mnemonic:	27
5.6 Question 5(c) OR [7 marks]	27
5.6.1 Solution	27
Circuit Diagram:	27
1. Input Characteristics:	27
2. Output Characteristics:	28
Mnemonic:	28

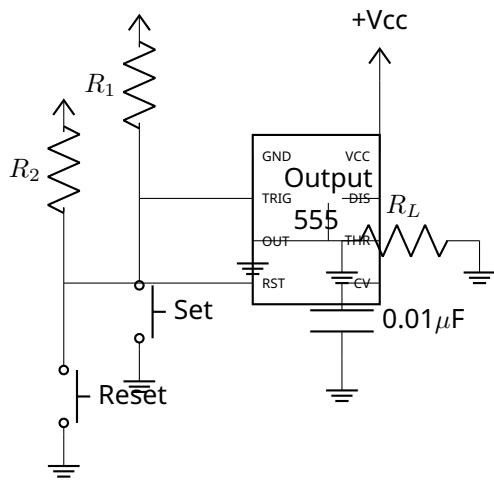
1 Question 1

1.1 Question 1(a) [3 marks]

555 ટાઇમર IC નો ઉપયોગ કરીને બાય - સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્લેટર દોરો.

1.1.1 Solution

બાય-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્લેટર (Bi-stable Multivibrator) એ એક એવી સર્કિટ છે જેમાં બે સ્થિર અવસ્થાઓ (High અને Low) હોય છે. તે એક અવસ્થામાં ત્યાં સુધી રહે છે જ્યાં સુધી તેને બીજી અવસ્થામાં બદલવા માટે ટ્રિગર કરવામાં ન આવે. 555 ટાઇમરનો ઉપયોગ કરીને, આ Trigger (પિન 2) અને Reset (પિન 4) ઇનપુટ્સને નિયંત્રિત કરીને પ્રાપ્ત થાય છે. જ્યારે Trigger પિન Low થાય છે, ત્યારે આઉટપુટ High થાય છે. જ્યારે Reset પિન Low થાય છે, ત્યારે આઉટપુટ Low થાય છે. આ કન્ફિગરેશનમાં કોઈ ટાઇમિંગ કેપેસિટરની જરૂર નથી કારણ કે અવસ્થાઓ મેન્યુઅલી નિયંત્રિત થાય છે.



આકૃતિ 1: 555 ટાઇમરનો ઉપયોગ કરીને બાય-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્લેટર

Circuit Diagram:

Working Principle:

- Stable State 1 (Set):** જ્યારે Set બટન (પિન 2 સાથે જોડાયેલ) દબાવવામાં આવે છે, ત્યારે Trigger ઇનપુટ Low ($< 1/3 V_{cc}$) થાય છે. આ આંતરિક Flip-Flop ને સેટ કરે છે, અને Output (પિન 3) High થાય છે.
- Stable State 2 (Reset):** જ્યારે Reset બટન (પિન 4 સાથે જોડાયેલ) દબાવવામાં આવે છે, ત્યારે Reset ઇનપુટ Low થાય છે. આ આંતરિક Flip-Flop ને રિસેટ કરે છે, અને Output (પિન 3) Low થાય છે.

Note: નોઈજથી બચવા માટે પિન 5 (Control Voltage) ને $0.01 \mu F$ કેપેસિટર દ્વારા ગ્રાઉન્ડ કરવામાં આવે છે.

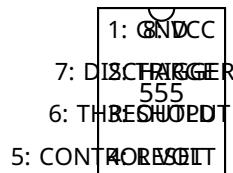
Mnemonic: *Bi-Stable:* બે સ્વીચ (Set અને Reset) બે અવસ્થાઓ નિયંત્રિત કરવા માટે.

1.2 Question 1(b) [4 marks]

IC 555 ટાઇમર નો પિન ડાયેગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

1.2.1 Solution

555 ટાઈમર એ ટાઇમિંગ અને પદ્ધતિ જનરેશન માટે વપરાતી 8-પિન ઇન્ટિગ્રેટેડ સર્કિટ છે. માનક પેકેજ 8-પિન DIP છે.



આકૃતિ 2: IC 555 નો પિન ડાયેગ્રામ

Pin Diagram:

Pin Functions:

- Pin 1 (Bottom Left) - Ground:** નેગેટિવ સપ્લાય (0V) સાથે જોડાયેલ છે.
- Pin 2 (Bottom Left) - Trigger:** નેગેટિવ પદ્ધતિ ($< 1/3 \text{ Vcc}$) આઉટપુટને High કરે છે.
- Pin 3 (Bottom Left) - Output:** પુશ-પુલ આઉટપુટ, જે 200mA સુધી સોર્સ/સિંક કરી શકે છે.
- Pin 4 (Bottom Left) - Reset:** આ પિનને Low કરવાથી આઉટપુટ રીસેટ થાય છે. સામાન્ય રીતે Vcc સાથે જોડી રાખવામાં આવે છે.
- Pin 5 (Top Left) - Control Voltage:** આંતરિક ડિવાઈડર (2/3 Vcc) નો એક્સેસ. સામાન્ય રીતે $0.01\mu\text{F}$ કેપેસિટર દ્વારા ગ્રાઉન્ડ કરવામાં આવે છે.
- Pin 6 (Top Left) - Threshold:** વોલ્ટેજ $> 2/3 \text{ Vcc}$ આઉટપુટને Low કરે છે.
- Pin 7 (Top Left) - Discharge:** ઓપન કલેક્ટર આઉટપુટ જે કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ માટે વપરાય છે.
- Pin 8 (Top Left) - Vcc:** પોઝિટિવ સપ્લાય વોલ્ટેજ (+4.5V થી +15V).

Package: 8-પિન DIP (Dual Inline Package) અને મેટલ કેન પેકેજમાં ઉપલબ્ધ છે.

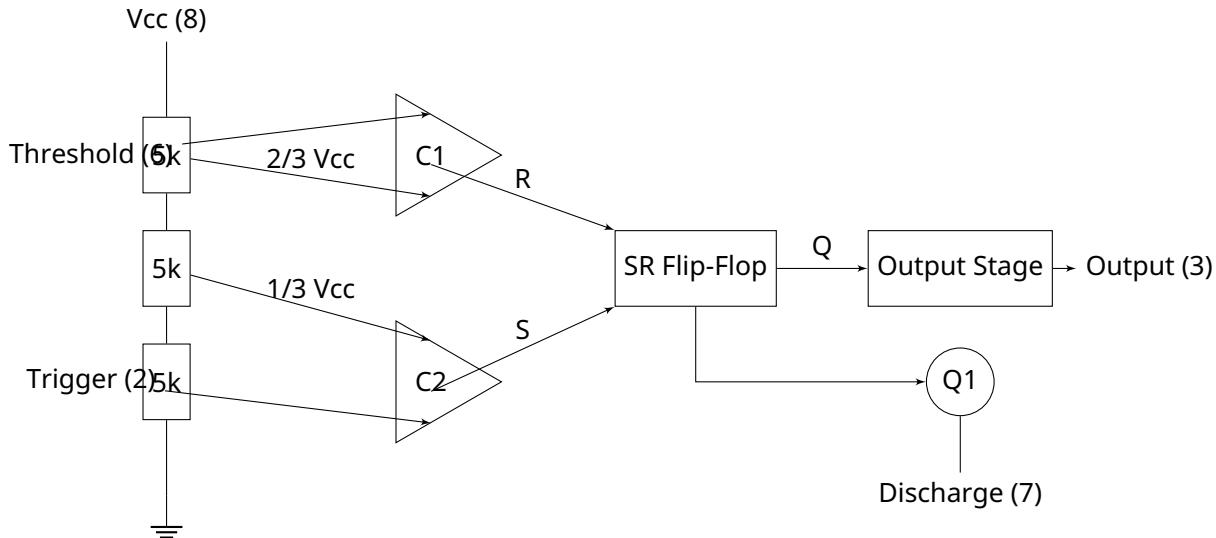
Mnemonic: G-T-O-R (Ground, Trigger, Out, Reset) ડાબી બાજુ; V-D-T-C (Vcc, Dis, Thresh, Control) જમણી બાજુ.

1.3 Question 1(c) [7 marks]

IC 555 ટાઈમર નો બ્લોક ડાયેગ્રામ દોરો અને સમજાવો

1.3.1 Solution

555 ટાઈમરની આંતરિક રચનામાં મુખ્ય ઘટકો છે: વોલ્ટેજ ડિવાઈડર, બે કમ્પોરેટર, એક SR ફિલિપ-ફલોપ, ડિસ્ચાર્જ ટ્રાન્ઝિસ્ટર અને આઉટપુટ સ્ટેજ.



આકૃતિ 3: 555 ટાઈમરનો આંતરિક બ્લોક ડાયગ્રામ

Block Diagram:**Explanation of Blocks:**

Voltage Divider: ત્રણ અંતરિક રેજિસ્ટર્સ સપ્લાય વોલ્ટેજ V_{cc} ને બે રેફરન્સ વોલ્ટેજમાં વહેંચે છે: $2/3V_{cc}$ અને $1/3V_{cc}$.

Comparators: **Comparator 1 (Threshold):** પિન 6 ના ઈનપુટને $2/3V_{cc}$ સાથે સરખાવે છે. જો પિન 6 $> 2/3V_{cc}$, તો આઉટપુટ High થાય છે (Reset FF).

Comparator 2 (Trigger): પિન 2 ના ઈનપુટને $1/3V_{cc}$ સાથે સરખાવે છે. જો પિન 2 $< 1/3V_{cc}$, તો આઉટપુટ High થાય છે (Set FF).

SR Flip-Flop: સ્થિતિ (State) નો સંગ્રહ કરે છે. Set આઉટપુટ High કરે છે, Reset આઉટપુટ Low કરે છે.

Output Stage: કરંટ ડ્રાઇવ કરવા માટે FF ના આઉટપુટને ઇન્વર્ટ કરે છે.

Discharge Transistor: જ્યારે આઉટપુટ Low હોય છે, ત્યારે પિન 7 પર બાધ્ય કેપેસિટાને ડિસ્ચાર્જ કરવા માટે ટ્રાન્ઝિસ્ટર ON થાય છે.

Note: "555" નામ વોલ્ટેજ ડિવાઇડરમાં વપરાતા ત્રણ $5k\Omega$ રેજિસ્ટર પરથી આવ્યું છે.

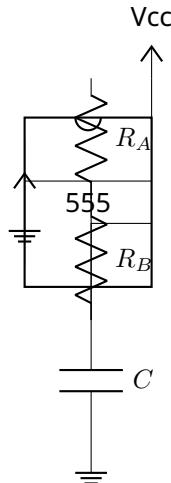
Mnemonic: *Div-Comp-FF-Out (Divider, Comparators, Flip-Flop, Output)* - 555 ની રેસીપી.

1.4 Question 1(c) OR [7 marks]

555 ટાઈમર IC નો ઉપયોગ કરીને એ - સ્ટેબલ અને મોનો-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર દોરો અને સમજાવો.

1.4.1 Solution

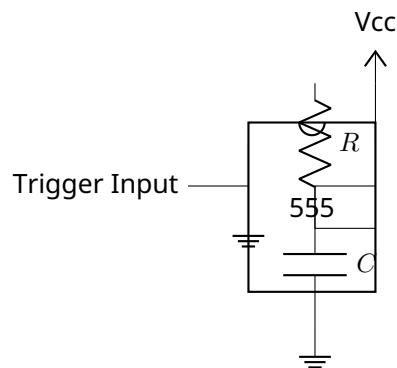
1. **A-stable Multivibrator (Free Running Oscillator)** કોઈપણ બાધ્ય ટ્રિગાર વિના સતત ચોરસ પલ્સ (Rectangular pulses) જનરેટ કરે છે.



આકૃતિ 4: એ-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર સર્કિટ

Working: કેપેસિટર C $R_A + R_B$ દ્વારા ચાર્જ થાય છે ત્યાં સુધી વોલ્ટેજ $2/3V_{cc}$ (Threshold) સુધી પહોંચે. પછી, તે R_B દ્વારા પિન 7 માં ડિસ્ચાર્જ થાય છે ત્યાં સુધી વોલ્ટેજ $1/3V_{cc}$ (Trigger) સુધી ઘટે. આ ચક પુનરાવર્તિત થાય છે, જેનાથી સ્કવેર વેવ જનરેટ થાય છે.

2. Mono-stable Multivibrator (One-Shot) જ્યારે ટ્રિગાર કરવામાં આવે છે ત્યારે નિયત સમયગાળાનો એક આઉટપુટ પદ્સ આપે છે.



આકૃતિ 5: મોનો-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર સર્કિટ

Working: સ્થિર અવસ્થામાં, આઉટપુટ Low હોય છે. જ્યારે પિન 2 પર નેગેટિવ ટ્રિગાર પદ્સ ($< 1/3 V_{cc}$) આપવામાં આવે છે, ત્યારે આઉટપુટ High થાય છે અને કેપેસિટર C, R દ્વારા ચાર્જ થલાનું શરૂ કરે છે. જ્યારે વોલ્ટેજ $2/3V_{cc}$ સુધી પહોંચે છે, ત્યારે ટાઇમર રિસેટ થાય છે (આઉટપુટ Low) અને કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ થાય છે. પદ્સની પહોળાઈ $T = 1.1RC$.

Mnemonic: *Astable = All Resistors Charge (સતત ચાલે છે); Mono = One Trigger, One Pulse.*

2 Question 2

2.1 Question 2(a) [3 marks]

સક્રિય અને નિષ્ક્રિય ઘટકો ઉપર ટુંક નોંધ લખો.

2.1.1 Solution

Active Components (સક્રિય ઘટકો): સક્રિય ઘટકો એવા ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો છે જેને કાર્ય કરવા માટે બાધ્ય ઉર્જા સ્ત્રોતની જરૂર પડે છે. તેઓ ઇલેક્ટ્રિક કર્યાના પ્રવાહને નિયંત્રિત, એમ્પ્લિફિય (amplify) અથવા સ્વિચ કરવામાં સક્ષમ છે.

- **Key Feature:** પાવર ગેઇન પ્રદાન કરી શકે છે ($P_{out} > P_{in}$).
- **Examples:** ટ્રાન્ઝિસ્ટર (BJT, FET), ડાયોડ (LED, Zener), ઇન્ટિગ્રેટેડ સર્કિટ (IC 555, Op-Amp).

Passive Components (નિષ્ક્રિય ઘટકો): નિષ્ક્રિય ઘટકો એવા ઉપકરણો છે જેને કાર્ય કરવા માટે બાધ્ય પાવરની જરૂર હોતી નથી. તેઓ સિગ્નલને એમ્પ્લિફિય કરી શકતા નથી પરંતુ એનજૂનો સંગ્રહ અથવા અવરોધ કરી શકે છે.

- **Key Feature:** પાવર ગેઇન હંમેશા 1 કરતા ઓછો અથવા સમાન હોય છે.
- **Examples:** રેઝિસ્ટર (એનજૂનો વ્યય કરે છે), કેપેસિટર (ઇલેક્ટ્રોલિયન એનજૂનો સંગ્રહ કરે છે), ઇન્ડક્ટર (મેગ્નેટિક એનજૂનો સંગ્રહ કરે છે).

Mnemonic: Active Acts (નિયંત્રણ/એમ્પ્લિફિય); Passive Pacifies (અવરોધ/સંગ્રહ).

2.2 Question 2(b) [4 marks]

નીચેના રેઝિસ્ટરનું માટે કલર બેંડ લખો. (3) $47\Omega \pm 5\%$

2.2.1 Solution

રેઝિસ્ટર કલર કોડ્સ એ રેઝિસ્ટરની કિમત અને ટોલરન્સ દર્શાવવા માટે વપરાતી પ્રમાણભૂત પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિ જરૂરી છે કારણ કે ઘટકો ઘણીવાર એટલા નાના હોય છે કે તેના પર લખાણ લખવું મુશ્કેલ છે. ફોર-બેંડ કોડ સૌથી સામાન્ય છે, જેમાં બે બેન્ડ નોંધપાત્ર અંકો માટે, એક માલિટલાયર બેન્ડ અને એક ટોલરન્સ બેન્ડ હોય છે.

$47\Omega \pm 5\%$ રેઝિસ્ટર માટે કલર કોડ નક્કી કરવા માટે, આપણે કિમતનું વિભાજન કરીએ છીએ:

1. Significant Figures: 4 અને 7.
2. Multiplier: 10^0 ($47 = 47 \times 1$ હોવાથી).
3. Tolerance: $\pm 5\%$.

રટાન્ડ કલર ચાર્ટ સાથે મેપિંગ:

1st Significant Digit (4): Yellow (પીળી) - દશકનો અંક દર્શાવે છે.

2nd Significant Digit (7): Violet (જાંબલી) - એકમનો અંક દર્શાવે છે.

Multiplier ($\times 1$): Black (કાળી) - 10 ની ઘાત દર્શાવે છે ($10^0 = 1$).

Tolerance ($\pm 5\%$): Gold (સોનેરી) - ઘટકની ચોકસાઈ સૂચવે છે.

Result: કલર બેંડનો ક્રમ છે: **Yellow, Violet, Black, Gold.**

Calculation Verification: રેન્જની ચકાસણી: $47 \times 0.05 = 2.35\Omega$. તેથી વાસ્તવિક રેઝિસ્ટર 44.65Ω અને 49.35Ω ની વચ્ચે હોય છે. આ પ્રમાણભૂત મૂલ્યની પુષ્ટિ કરે છે.

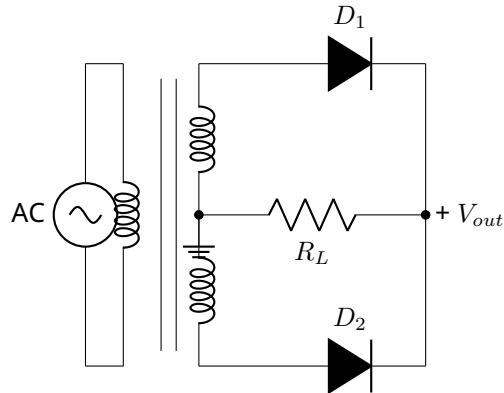
Mnemonic: B-B-R-O-Y-G-B-V-G-W: *Black(0), Brown(1), Red(2), Orange(3), Yellow(4), Green(5), Blue(6), Violet(7), Grey(8), White(9)*.

2.3 Question 2(c) [7 marks]

કુલ વેવ સેન્ટર ટેપ રેકિફ્કાયરનું કાર્ય સર્કિટ ડાયેગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો

2.3.1 Solution

સેન્ટર-ટેપ ફુલ વેવ રેકિટફાયર સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મર અને બે ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને AC સાયકલના બંને ભાગોને DC માં રૂપાંતરિત કરે છે.

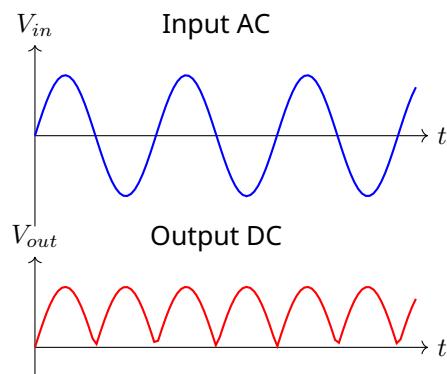


આકૃતિ 6: ફુલ વેવ સેન્ટર ટેપ રેકિટફાયર

Circuit Diagram:

Working Principle:

- Positive Half Cycle:** ટર્મિનલ A (ઉપર) સેન્ટર ટેપ (CT) ની સરખામણીમાં પોઝિટિવ હોય છે. ડાયોડ D_1 ફોરવર્ડ બાયસ (ON) થાય છે અને D_2 રિવર્સ બાયસ (OFF) થાય છે. કરંટ D_1 અને R_L માંથી વહે છે.
- Negative Half Cycle:** ટર્મિનલ B (નીચે) CT ની સરખામણીમાં પોઝિટિવ હોય છે. ડાયોડ D_2 ફોરવર્ડ બાયસ (ON) થાય છે અને D_1 રિવર્સ બાયસ (OFF) થાય છે. કરંટ D_2 અને R_L માંથી વહે છે.
- Direction (દિશા):** બંને સાયકલમાં, કરંટ લોડ R_L માંથી એક જ દિશામાં વહે છે, જેનાથી પલ્સોટિંગ DC આઉટપુટ મળે છે.



આકૃતિ 7: ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ્સ

Waveforms:

Advantages: હાફ-વેવ રેકિટફાયરની સરખામણીમાં ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા (81.2%) અને ઓછો રિપલ ફેકટર (0.48).

Mnemonic: *Center-Tap: Two Diodes, Middle Path* (બે ડાયોડ વચ્ચેનો રસ્તો વાપરે છે).

2.4 Question 2(a) OR [3 marks]

કેપેસિટનો ઘ્યાલ સમજાવો

2.4.1 Solution

Capacitor (કેપેસિટર) એ એક નિષ્ઠિય ઇલેક્ટ્રોનિક ઘટક છે જે ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડમાં ઇલેક્ટ્રોલાઇટિક અનજીનો સંગ્રહ કરે છે. તે બે વાહક પ્લેટો (plates) ધરાવે છે જે ડાઇલોક્ટ્રિક (dielectric) તરીકે ઓળખાતા ઇન્સ્યુલેટીંગ મટિરિયલ દ્વારા અલગ પડેલી હોય છે.

Key Concepts:

- **Function:** વોલ્ટેજમાં ફેરફારનો વિરોધ કરે છે અને DC ને બ્લોક કરે છે જ્યારે AC ને પસાર થવા દે છે.
- **Capacitance (C):** ચાર્જ સંગ્રહ કરવાની ક્ષમતા. ફેરાડ (F) માં માપવામાં આવે છે.
- **Formula:** $Q = C \times V$ જ્યાં Q ચાર્જ છે, V વોલ્ટેજ છે.
- **Physical Construction:** $C = \frac{\epsilon A}{d}$ (ક્ષેત્રફળ A સાથે વધે છે, અંતર d સાથે ઘટે છે).

Mnemonic: Capacitor Capacity: પ્લેટ્સ પર ચાર્જ સંગ્રહ કરે છે.

2.5 Question 2(b) OR [4 marks]

નીચે આપેલ કલર બેડ માટે રેજિસ્ટર ની કિંમત તથા ટોલરન્સ શોધો. (1) Brown, Green, yellow, gold (2) Grey, blue, brown

2.5.1 Solution

રેજિસ્ટરની કિંમતો તેના પર છાપેલા રંગીન પઢા (bands) ને ડીકોડ કરીને નક્કી કરવામાં આવે છે. આ પ્રમાણિકરણ રેજિસ્ટરન્સ અને ટોલરન્સ કિંમતોની સરળ ઓળખ માટે પરવાનગી આપે છે.

1. Brown, Green, Yellow, Gold:

Bands: Brown (1), Green (5), Yellow ($\times 10^4$), Gold ($\pm 5\%$).

Calculation: પહેલો અંક 1, બીજો અંક 5, માટિપ્લાયર 10^4 .

$$R = 15 \times 10,000\Omega = 150,000\Omega = 150k\Omega$$

Tolerance: Gold band $\pm 5\%$ સૂચવે છે.

Result: $150 k\Omega \pm 5\%$.

2. Grey, Blue, Brown:

Bands: Grey (8), Blue (6), Brown ($\times 10^1$), ચોથો બેન્ડ નથી (Default $\pm 20\%$).

Calculation: પહેલો અંક 8, બીજો અંક 6, માટિપ્લાયર 10^1 .

$$R = 86 \times 10\Omega = 860\Omega$$

Tolerance: ચોથા બેન્ડની ગેરહાજરી $\pm 20\%$ ટોલરન્સ સૂચવે છે.

Result: $860 \Omega \pm 20\%$.

Significance: સર્કિટની સ્થિરતા માટે રેજિસ્ટરની કિંમતો ઓળખ રીતે ઓળખવી મહત્વપૂર્ણ છે. 20% ટોલરન્સનો અર્થ એ છે કે 860Ω રેજિસ્ટરની વાસ્તવિક કિંમત 688Ω અને 1032Ω ની વચ્ચે હોઈ શકે છે.

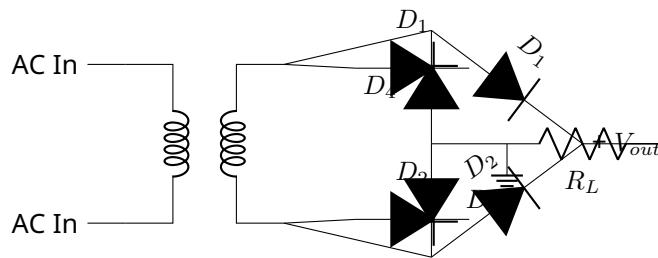
Mnemonic: પહેલા બે અંકો \rightarrow માલિટિપલાયર \rightarrow ટોલરન્સ.

2.6 Question 2(c) OR [7 marks]

કુલ વેવ બિજ રેકિટફાયરનું કાર્ય સર્કિટ ડાયેગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો

2.6.1 Solution

બિજ રેકિટફાયર (Bridge Rectifier) સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મરની જરૂર વગર AC ને DC માં કન્વર્ટ કરવા માટે બિજ કન્ફિગ્રેશનમાં ચાર ડાયોડનો ઉપયોગ કરે છે.

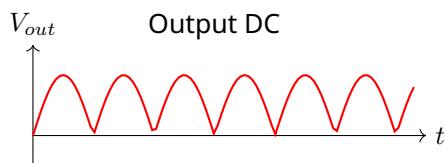


આકૃતિ 8: કુલ વેવ બિજ રેકિટફાયર

Circuit Diagram:

Working Principle:

- Positive Half Cycle:** ઉપરનો ટર્મિનલ પોઝિટિવ છે. ડાયોડ D_1 અને D_3 ફોરવર્ડ બાયસ (ON) છે. D_2 અને D_4 OFF છે. કરંટ $D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_3$ માંથી વહે છે.
- Negative Half Cycle:** નીચેનો ટર્મિનલ પોઝિટિવ છે. ડાયોડ D_2 અને D_4 ફોરવર્ડ બાયસ (ON) છે. D_1 અને D_3 OFF છે. કરંટ $D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_4$ માંથી વહે છે.
- Result:** R_L માંથી કરંટ હંમેશા એક જ દિશામાં વહે છે.



આકૃતિ 9: આઉટપુટ વેવફોર્મ

Waveforms:

Advantages: આમાં મોટા સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મરની જરૂર નથી. ડાયોડનું PIV રેટિંગ સેન્ટર-ટેપ સર્કિટ કરતા અડધું (V_m vs $2V_m$) છે.

Mnemonic: *Bridge Crosses Current* (બિજ એક દિશામાં કરંટ પસાર કરે છે) 4 ડાયોડ વડે.

3 Question 3

3.1 Question 3(a) [3 marks]

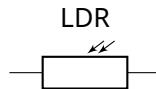
લાઇટ પડપેન્ડન્ રેઝિસ્ટર (LDR) સમજાવો.

3.1.1 Solution

Light Dependent Resistor (LDR), જેને ફોટોરેઝિસ્ટર તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે એક નિષ્ક્રિય ઘટક છે જેનો રેઝિસ્ટન્સ પ્રકાશની તીવ્રતા વધતાં ઘટે છે. તે કેડમિયમ સલ્ફાઈડ (CdS) જેવા હાઇ-રેઝિસ્ટન્સ સેમીકન્કટર મટિરિયલમાંથી બનેલું છે.

Working Principle:

- **Darkness:** પ્રકાશની ગેરહાજરીમાં, LDR નો રેઝિસ્ટન્સ ઘણો વધારે હોય છે (Mega-ohms), જેના કારણે તે ઓપન સ્વિચ તરીકે કાર્ય કરે છે.
- **Light:** જ્યારે સપાઠી પર ફોટોન પડે છે, ત્યારે ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડકાં ઉત્પન્ન થાય છે, જે વાહકતા વધારે છે અને રેઝિસ્ટન્સમાં ભારે ઘટાડો કરે છે (થોડા સો ઓહ્મ સુધી).



આકૃતિ 10: LDR નો સિમ્બોલ

Symbol:

Applications: ઓટોમેટિક સ્ટ્રીટ લાઇટ્સ, કેમેરા એક્સપોઝર મીટર અને ઓપ્ટિકલ એલામર્સ.

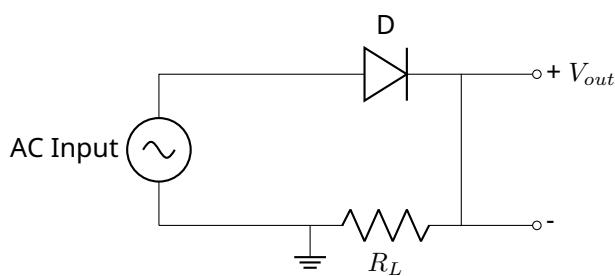
Mnemonic: *Light Down, Resistance Up (અંધારું = વધારે R); Light Up, Resistance Down (પ્રકાશ = ઓછો R).*

3.2 Question 3(b) [4 marks]

હાફ વેવ રેકિટફાયર સપ્કચર વેવફોમય સાથે સમજાવો

3.2.1 Solution

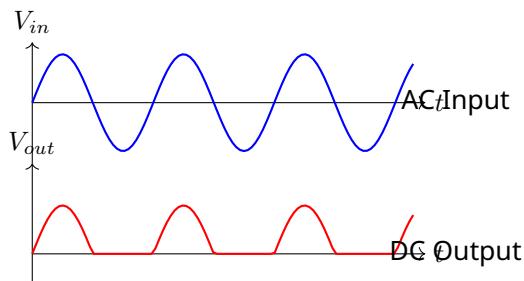
હાફ વેવ રેકિટફાયર એક જ ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને AC વોલ્ટેજને પદ્ધેટિંગ DC વોલ્ટેજમાં કન્વર્ટ કરે છે. તે ઇનપુટના માત્ર એક જ અર્ધ-ચક્ક (half-cycle) દરમિયાન કરું પસાર થવા દે છે.



આકૃતિ 11: હાફ વેવ રેકિટફાયર સર્કિટ

Circuit Diagram:**Operation:**

- Positive Half Cycle:** ડાયોડ ફ્લોરવર્ક બાયસ થાય છે અને લોડ રેઝિસ્ટર R_L માંથી કર્ણટ પસાર કરે છે. આઉટપુટ વોલ્ટેજ ઇનપુટ પોઝિટિવ હાફ જેવો જ હોય છે.
- Negative Half Cycle:** ડાયોડ રિવર્સ બાયસ થાય છે અને કર્ણટ બ્લોક કરે છે. આઉટપુટ વોલ્ટેજ શૂન્ય હોય છે.



આકૃતિ 12: ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ્સ

Waveforms:

Mnemonic: *Half Wave: One Diode, One Bump per Cycle* (એક ડાયોડ, એક ઇનપુટ સાયકલ દીઠ એક બમ્પ).

3.3 Question 3(c) [7 marks]

પવપવધ પ્રકારના પલલપર સપક્યટોની યાદી બનાવો અને તે પૈકી કોઈ પણ બે પ્રકારની પલલપર સપક્યટો તેના વેવફોર્મ્સથ સાથે દોરો.

3.3.1 Solution

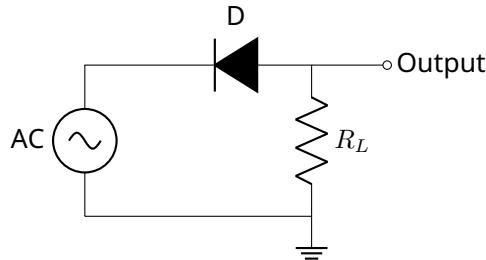
ક્લિપર્સ (Clippers) એ વેવ-શેપિંગ સર્કિટ છે જે બાકીના ભાગને વિકૃત કર્યા વિના ઇનપુટ સિન્ઘલનો અમુક ભાગ દૂર કરે છે અથવા "ક્લિપ" કરે છે.

Types of Clippers:

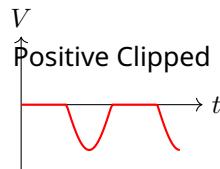
- Series Positive Clipper
- Series Negative Clipper
- Shunt (Parallel) Positive Clipper
- Shunt (Parallel) Negative Clipper
- Biased Clipper (Positive/Negative)
- Combination Clipper

1. Series Positive Clipper: આ સર્કિટ ઇનપુટ AC સિગ્નલના પોઝિટિવ અર્ધ-ચકને દૂર કરે છે.

- **Operation:** જ્યારે ઇનપુટ વોલ્ટેજ પોઝિટિવ હોય છે, ત્યારે ડાયોડ રિવર્સ બાયસ (ઓપન સર્કિટ) હોય છે, અને લોડમાં કોઈ કર્ણ વહેતો નથી. આઉટપુટ શૂન્ય છે. જ્યારે ઇનપુટ નેગેટિવ હોય છે, ત્યારે ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસ (શૉર્ટ સર્કિટ) હોય છે, અને નેગેટિવ અર્ધ-ચક લોડ પર દેખાય છે.



આકૃતિ 13: સીરીઝ પોઝિટિવ કિલપર

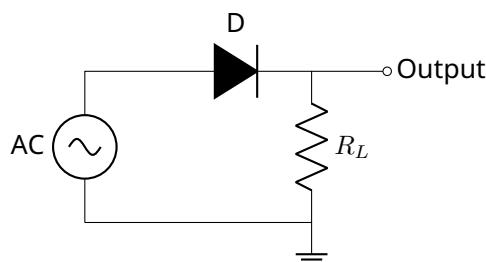


આકૃતિ 14: પોઝિટિવ કિલપરનું આઉટપુટ

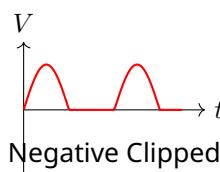
Waveform:

2. Series Negative Clipper: આ સર્કિટ ઇનપુટ સિગ્નલના નેગેટિવ અર્ધ-ચકને દૂર કરે છે.

- **Operation:** પોઝિટિવ અર્ધ-ચક દરમિયાન, ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસ હોય છે, જે લોડમાં કર્ણ વહેવા દે છે. આઉટપુટ ઇનપુટને અનુસરે છે. નેગેટિવ અર્ધ-ચક દરમિયાન, ડાયોડ રિવર્સ બાયસ હોય છે, જે કરણ પ્રવાહને બ્લોક કરે છે. આઉટપુટ શૂન્ય છે.



આકૃતિ 15: સીરીઝ નેગેટિવ કિલપર



આકૃતિ 16: નેગેટિવ કિલપરનું આઉટપુટ

Waveform:

Applications: ક્લિપર્સનો વ્યાપક ઉપયોગ નોઈજ લિમિટર્સ, વોલ્ટેજ સ્પાઇક્સથી સંવેદનશીલ સર્કિટ્સના રક્ષણ અને કમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ્સમાં વેવફોર્મ આકાર બદલવા માટે થાય છે.

Mnemonic: *Series Clipper: Diode Series* માં હોય છે. ડાયોડની દિશા નક્કી કરે છે કે કયો અર્ધ ભાગ પસાર થશે.

3.4 Question 3(a) OR [3 marks]

સેલ્ફ અને મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ ટૂંકમાં સમજાવો.

3.4.1 Solution

ઇન્ડક્ટન્સ (Inductance) એ વાહકનો ગુણધર્મ છે જે તેનામાંથી વહેતા કરંટમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ કરે છે.

Self Inductance (L): આ એ ઘટના છે જ્યાં કોઈ કોઇલમાં બદલાતો કરંટ તે જ કોઇલમાં EMF પ્રેરીત કરે છે. આ પ્રેરિત EMF કરંટમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ કરે છે (Lenz's Law).

- **Unit:** હૈનરી (H).
- **Formula:** $E = -L \frac{dI}{dt}$.

Mutual Inductance (M): આ એ ઘટના છે જ્યાં એક કોઇલ (Primary) માં બદલાતો કરંટ નજીકની બીજી કોઇલ (Secondary) માં EMF પ્રેરીત કરે છે. આ ટ્રાન્સફોર્મરનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત છે.

- **Coupling:** કોઇલ વચ્ચેના મેગ્નેટિક જોડાણ પર આધાર રાખે છે.
- **Formula:** $E_2 = -M \frac{dI_1}{dt}$.

Mnemonic: *Self = પોતાની જાત પર અસર; Mutual = દો કોઇલ વચ્ચે અસર.*

3.5 Question 3(b) OR [4 marks]

નીચેના પદો ટૂંકમાં સમજાવો. (1) રિપલ ફેક્ટર (2) રિપલ ફિક્કવન્સી.

3.5.1 Solution

રેકિટફાયર સર્કિટ્સમાં, આઉટપુટ શુદ્ધ DC નથી હોય પરંતુ તેમાં AC ના કમ્પોનન્ટ્સ હોય છે જેને રિપલ્સ (ripples) કહેવામાં આવે છે.

1. Ripple Factor (γ): રિપલ ફેક્ટર એ AC ને DC માં કન્વર્ટ કરવા માટે રેકિટફાયરની અસરકારકતાનું માપ છે. તેને આઉટપુટમાં AC કમ્પોનન્ટ અને DC કમ્પોનન્ટના RMS મૂલ્યના ગુણોત્તર તરીકે વ્યાખ્યાપિત કરવામાં આવે છે.

- **Formula:** $\gamma = \frac{V_{ac(rms)}}{V_{dc}} = \sqrt{\left(\frac{V_{rms}}{V_{dc}}\right)^2 - 1}$.
- **Values:** હાફ વેવ = 1.21, ફુલ વેવ = 0.48. જેટલું ઓછું હોય તેટલું સારું.

2. Ripple Frequency (f_r): તે રેકિટફાયરના આઉટપુટ પર દેખાતા રિપલ વોલ્ટેજની ફિક્કવન્સી છે.

- **Half Wave:** $f_r = f_{in}$ (ઇનપુટ ફિક્કવન્સી જેટલી જ).
- **Full Wave:** $f_r = 2f_{in}$ (ઇનપુટ ફિક્કવન્સી કરતા બમણી).

Mnemonic: Factor = Quality (AC/DC); Frequency = Rate (Hz).

3.6 Question 3(c) OR [7 marks]

વિવિધ પ્રકારના કલેમ્પર સર્કિટોની ચાદી બનાવો અને તે પૈકી કોઈ પણ બે પ્રકારની કલેમ્પર સર્કિટો તેના વેવફોર્મસ સાથે દોરો.

3.6.1 Solution

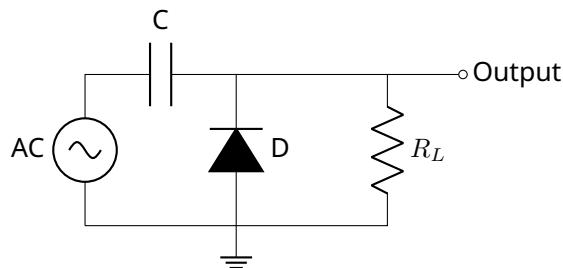
કલેમ્પર સર્કિટ (Clamper Circuit) (અથવા DC Restorer) વેવફોર્મનો આકાર બદલ્યા વિના સમગ્ર સિગનલ વોલ્ટેજ લેવલને ઉપર કે નીચે શિફ્ટ કરે છે. તે અનિવાર્યપણે AC સિગનલમાં DC કમ્પોનેન્ટ ઉમેરે છે.

Types of Clamps:

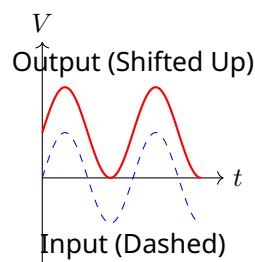
1. Positive Clamper (સિગનલને ઉપર શિફ્ટ કરે છે)
2. Negative Clamper (સિગનલને નીચે શિફ્ટ કરે છે)
3. Biased Positive Clamper
4. Biased Negative Clamper

1. Positive Clamper: આ સર્કિટ ઇનપુટ વેવફોર્મને પોઝિટિવ દિશામાં શિફ્ટ કરે છે જેથી નેગેટિવ પીક શૂન્ય લેવલ (અથવા રેફરન્સ લેવલ) પર રહે.

- **Mechanism:** નેગેટિવ અર્ધ-ચક દરમિયાન, ડાયોડ વાહક બની કેપેસિટરને ચાર્જ કરે છે. પોઝિટિવ અર્ધ-ચક દરમિયાન, ડાયોડ બંધ હોય છે, અને કેપેસિટર વોલ્ટેજ ઇનપુટ વોલ્ટેજમાં ઉમેરાય છે.



આકૃતિ 17: પોઝિટિવ કલેમ્પર સર્કિટ

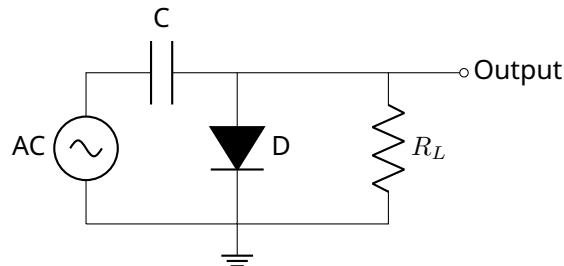


આકૃતિ 18: ઇનપુટ અને પોઝિટિવ કલેમ્પ આઉટપુટ

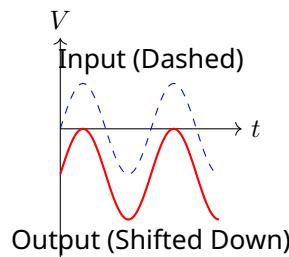
Waveform:

2. Negative Clamper: આ સર્કિટ ઇનપુટ વેવફોર્મને નેગેટિવ દિશામાં શિફ્ટ કરે છે જેથી પોઝિટિવ પીક શૂન્ય લેવલને સ્પર્શો.

- **Mechanism:** પોઝિટિવ કલેમ્પરની સરખામણીમાં ડાયોડની પોલેરિટી ઉલ્લટી હોય છે. કેપેસિટર વિરુદ્ધ પોલેરિટી સાથે ચાર્જ થાય છે, અસરકારક રીતે ઇનપુટ સિશ્રલમાંથી DC વોલ્ટેજ બાદ કરે છે.



આકૃતિ 19: નેગેટિવ કલેમ્પર સર્કિટ



આકૃતિ 20: ઇનપુટ અને નેગેટિવ કલેમ્પડ આઉટપુટ

Waveform:

Mnemonic: *Clamp Up (Positive) or Clamp Down (Negative).* કેપેસિટર DC ઓફસેટ જાળવી રાખે છે.

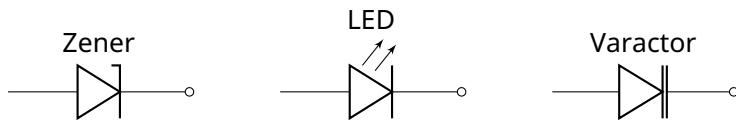
4 Question 4

4.1 Question 4(a) [3 marks]

નિર ડાયોડ, LED અને વેરેટર ડાયોડ ના પસર્મબોલ દોરો.

4.1.1 Solution

1. **Zener Diode:** રિવર્સ બ્રેકડાઉન રીજીયનમાં કામ કરવા માટે રચાયેલ છે. સિમ્બોલમાં કેથોડ લાઇન 'Z' અક્ષર જેવી વળેલી હોય છે.
2. **Light Emitting Diode (LED):** જ્યારે ફોરવર્ડ બાયસ હોય ત્યારે તે પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે. સિમ્બોલ સ્ટાન્ડર્ડ ડાયોડ છે જેમાં તીર બહારની તરફ હોય છે, જે પ્રકાશ ઉત્સર્જન સૂચવે છે.
3. **Varactor Diode:** રિવર્સ બાયસ હેઠળ વેરિયેબલ કેપેસિટર તરીકે કાર્ય કરે છે. સિમ્બોલમાં કેથોડ પર કેપેસિટર જેવી ડબલ લાઇન હોય છે.



આકૃતિ 21: ઝેનર, LED, અને વેરેક્ટર ડાયોડના સિમ્બોલ્સ

Symbols:

Mnemonic: *Zener is 'Z'; LED radiates Light (Arrows Out); Varactor varies like a Capacitor (Parallel plates).*

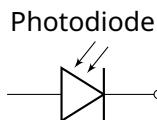
4.2 Question 4(b) [4 marks]

ફોટો ડાયોડ સમજાવો

4.2.1 Solution

ફોટોડાયોડ (Photodiode) એ એક સેમિકન્ડક્ટર ડિવાઇસ છે જે પ્રકાશ ઉજાને વિદ્યુત ઉજા (કરંટ) માં રૂપાંતરિત કરે છે. તે **Reverse Bias** (રિવર્સ બાયસ) સ્થિતિમાં કામ કરવા માટે બનાવવામાં આવેલ છે.

Construction and Symbol: તેમાં PN જંક્શન હોય છે જે પારદર્શક વિન્ડો અથવા લેન્સ વાળા પેકેજમાં રાખવામાં આવે છે જેથી પ્રકાશ જંક્શન પર પડી શકે.



આકૃતિ 22: ફોટોડાયોડ સિમ્બોલ

Working Principle:

- **Dark Current:** જ્યારે રિવર્સ-બાયસ ફોટોડાયોડ પર કોઈ પ્રકાશ પડતો નથી, ત્યારે માઈનોરિટી કેરિયર્સને કારણે ખૂબ જ નાનો લીકેજ કરંટ વહે છે. તેને ડાર્ક કરંટ કહેવામાં આવે છે.
- **Illumination:** જ્યારે પ્રકાશ (ફોટોન્સ) ડિસ્લેશન રીજીયન પર પડે છે, ત્યારે તે કોવેલેન્ટ બોન્ડ ટોડ છે, જેનાથી ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડીઓ ઉત્પત્ત થાય છે.
- **Photocurrent:** આ કેરિયર્સ ઇલેક્ટ્રોનિક ફિલ્ડ દ્વારા જંક્શનની આરપાર ખેંચાય છે, જે રિવર્સ કરંટ બનાવે છે જે આપાત પ્રકાશની તીવ્રતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

Applications: ઓઓટિકલ કોમ્પ્યુનિકેશન રિસીવર્સ, સ્મોક ડિટેક્ટર્સ, રિમોટ કંટ્રોલ્સ, અને સોલર સેલ્સ (ફોટોવોલ્ટેએક મોડમાં).

Mnemonic: *Photo-Diode: Photons IN (Arrows In) → Current flows (Reverse Bias).*

4.3 Question 4(c) [7 marks]

ઝેનર ડાયોડના બુંધકામ, લાક્ષપણકતાઓ અને કાયય સમજાવો

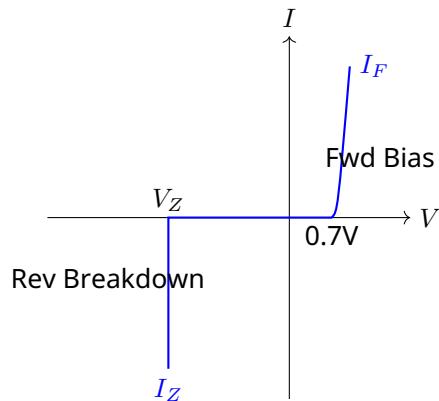
4.3.1 Solution

ઝેનર ડાયોડ એ હેવી ડોપિંગ ધરાવતો સિલિકોન PN જંકશન ડાયોડ છે જે રિવર્સ બ્રેકડાઉન રીજીયનમાં નુકસાન પામ્યા વગાર કરવા માટે રચાયેલ છે.

Construction: તે સામાન્ય PN જંકશન ડાયોડ જેવો જ છે પરંતુ તેમાં **heavy doping** (અશુદ્ધિનું પ્રમાણ વધારે) હોય છે. આના પરિણામે ડિપ્લેશન રીજીયન ખૂબ સાંકડો બને છે અને ઇલેક્ટ્રોક ફિલ્ડની તીવ્રતા ખૂબ વધારે હોય છે. આ ચોક્કસ વોલ્ટેજ પર કવોન્ટમ ટનલિંગ અસર અથવા એવેલેન્ચ બ્રેકડાઉન સક્ષમ કરે છે.

Working Principle:

- **Forward Bias:** તે સામાન્ય ડાયોડની જેમ જ વર્તો છે. તે આશારે 0.7V (સિલિકોન માટે) પર વહન શરૂ કરે છે.
- **Reverse Bias (Pre-Breakdown):** શરૂઆતમાં, માત્ર થોડો લીકેજ કરંટ વહે છે.
- **Reverse Breakdown:** જ્યારે રિવર્સ વોલ્ટેજ **Zener Voltage (V_Z)** નામના ચોક્કસ મૂલ્ય સુધી પહોંચે છે, ત્યારે કરંટમાં તીવ્ર વધારો થાય છે.
 - **Zener Effect ($< 6V$):** હેવી ડોપિંગને કારણો, તીવ્ર ઇલેક્ટ્રોક ફિલ્ડ કોવેલેન્ટ બોન્ડમાંથી ઇલેક્ટ્રોનને ખેંચી કાઢે છે (Tunneling).
 - **Avalanche Effect ($> 6V$):** પ્રવેગિત માઈનોરિટી કેરિયર્સ અણુઓ સાથે અથડાય છે, જેનાથી વધુ ઇલેક્ટ્રોન મુક્ત થાય છે (Chain reaction).
- **Voltage Regulation:** બ્રેકડાઉન રીજીયનમાં, ઝેનર ડાયોડ પરનો વોલ્ટેજ અચળ (V_Z) રહે છે, ભલે તેનામાંથી પસાર થતો કરંટ નોંધપાત્ર રીતે બદલાય.



આકૃતિ 23: ઝેનર ડાયોડની V-I લાક્ષણિકતાઓ

V-I Characteristics:

Mnemonic: *Zener: Zoo for electrons in Reverse. Heavily Doped, Voltage Constant.*

4.4 Question 4(a) OR [3 marks]

LED અને વેરેટર ડાયોડ ની એપલલક્ષણનો લખો.

4.4.1 Solution

Applications of LED (Light Emitting Diode):

- Indicators:** લાંબા આયુષ્ય અને ઓછા પાવર વપરાશને કારણે ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો, કમ્પ્યુટર પેરિફેરલ્સ અને ટ્રાફિક લાઇટ્સ પર પાવર સ્ટેટ્સ ઇન્ડિકેર્સ તરીકે વ્યાપકપણે ઉપયોગમાં લેવાય છે.
- Illumination:** અધિથી પ્રકાશિત બલ્બની તુલનામાં તેમની ઉચ્ચ ઊર્જા કાર્યક્ષમતા અને ટકાઉપણુંને કારણે ઘરેલું અને ઔદ્યોગિક લાઇટિંગ, સ્ટ્રીટ લાઇટ્સ અને ઓટોમોટિવ હેડલેમ્પ્સમાં વપરાય છે.
- Display:** તેઓ મોટા આઉટડોર ડિસ્પ્લે, ડિજિટલ ઘડિયાળો માટે સેવન-સેગમેન્ટ ડિસ્પ્લે અને LED ટીવી સ્ક્રીન માટે બેકલાઇટ મોડ્યુલોમાં પિક્સેલ ઘટકો બનાવે છે.
- Communication:** ઇન્ફરેડ LEDs શૉર્ટ-રેન્જ એપ્ટિકલ ફાઇબર કમ્પ્યુનિકેશન સિસ્ટમ્સમાં અને ટેલેવિઝન અને AC યુનિટ્સ માટે રિમોટ કંટ્રોલમાં પ્રકાશ સ્ત્રોત તરીકે કાર્ય કરે છે.

Applications of Varactor Diode:

- Tuning Circuits:** મોટા યાંત્રિક વેરિયેબલ કેપેસિટસને બદલવા માટે મુખ્યત્વે રેડિયો રિસીવર્સ અને ટેલેવિઝન સેટના ટ્યુનિંગ તબક્કામાં વપરાય છે. આ ઇલેક્ટ્રોનિક ટ્યુનિંગ (AFC) ની મંજૂરી આપે છે.
- Frequency Modulation (FM):** FM ટ્રાન્સમિટર્સમાં વપરાય છે જ્યાં એડિયો સિગલ ડાયોડના કેપેસિટન્સને મોડ્યુલેટ કરે છે, જેનાથી કેરિયર ફિક્સેન્સી બદલાય છે.
- Active Filters:** રેજોન-ફિક્વન્સીને ઇલેક્ટ્રોનિક રીતે સમાયોજિત કરવા માટે ટ્યુનેબલ એક્ટિવ ફિલ્ટર સર્કિટ્સ અને વોલ્ટેજ-કંટ્રોલ ઓસિલેટર્સ (VCOs) માં કાર્યરત છે.
- Microwave Applications:** હાઇ-ફિક્વન્સી માઇકોવેવ કોમ્પ્યુનિકેશન સર્કિટમાં પેરામેટ્રિક એમ્પલિફાર્સ અને ફિક્વન્સી મલ્ટિપ્લાયર્સમાં વપરાય છે.

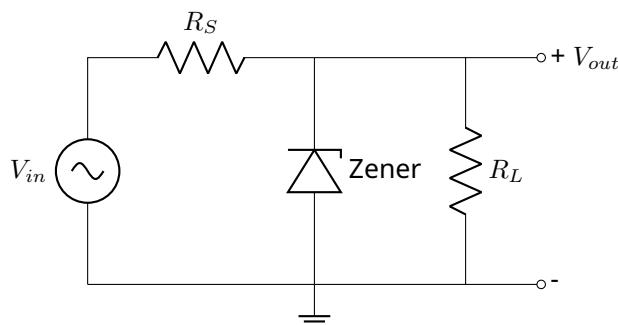
Mnemonic: *LED Lights up world; Varactor Varies Frequency (Tuning).*

4.5 Question 4(b) OR [4 marks]

ઝનર ડાયોડને વોલ્ટેજ રેઝ લેટર તરીકે સમજાવો.

4.5.1 Solution

વોલ્ટેજ રેઝયુલેટર ઇનપુટ વોલ્ટેજ અથવા લોડ કરંટમાં ફેરફાર હોવા છતાં આઉટપુટ વોલ્ટેજ અચળ જાળવી રાખે છે. બ્રેકડાઉન રીજીયનમાં કાર્ય કરતો ઝનર ડાયોડ આ હેતુ માટે આદર્શ છે કારણ કે તેનો વોલ્ટેજ (V_Z) અચળ રહે છે.



આફ્ટિ 24: ઝનર વોલ્ટેજ રેઝયુલેટર

Circuit Diagram:

Working:

- Input Regulation (Line Regulation):** જો ઇનપુટ વોલ્ટેજ V_{in} વધે છે, તો કુલ કરંટ વધે છે. ઝેનર ડાયોડ વધારાનો કરંટ શોષી લે છે (I_Z વધે છે), જેથી સમાંતર લોડ R_L પર વોલ્ટેજ ફ્રોપ V_Z અચળ રહે છે. R_S પર વોલ્ટેજ ફ્રોપ વધે છે જેથી વધારાનું V_{in} બેલેન્સ થાય.
- Load Regulation:** જો લોડ કરંટ I_L વધે (લોડ ઘટે), તો ઝેનર કરંટ I_Z તેટલી જ માત્રામાં ઘટે છે, જેનાથી R_S માંથી વહેતો કુલ કરંટ અચળ રહે છે. આમ, આઉટપુટ વોલ્ટેજ $V_{out} = V_Z$ સ્થિર રહે છે.

Mnemonic: *Zener absorbs the shock (Current changes) to keep Voltage steady.*

4.6 Question 4(c) OR [7 marks]

વેરેક્ટર ડાયોડના બુંધકામ, લાક્ષપણકતાઓ અને કાયચ સમજાવો

4.6.1 Solution

વેરેક્ટર ડાયોડ (Varactor Diode) (અથવા Varicap) એ વેરિયેબલ કેપેસિટન્સ ડાયોડ છે જે **reverse bias** હેઠળ કામ કરે છે. તેનું જંક્શન કેપેસિટન્સ લાગુ કરેલા રિવર્સ વોલ્ટેજ પર આધારિત છે.

Construction: તે વેરિયેબલ કેપેસિટન્સ માટે ઓપ્ટિમાઇઝ કરેલ PN જંક્શન ડાયોડ છે.

- Junction:** સીરીઝ રેજિસ્ટરન્સ ઘાડવા માટે P અને N પ્રદેશોમાં હેવી ડોપિંગ હોય છે.
- Depletion Region:** કેપેસિટરના ડાઇઝલેક્ટ્રિક તરીકે કાર્ય કરે છે.
- P and N Layers:** કેપેસિટરની વાહક પલેટો તરીકે કાર્ય કરે છે.
- Package:** જંક્શનને સુરક્ષિત રાખવા માટે ગલાસ અથવા પ્લાસ્ટિકમાં બંધ કરવામાં આવે છે.

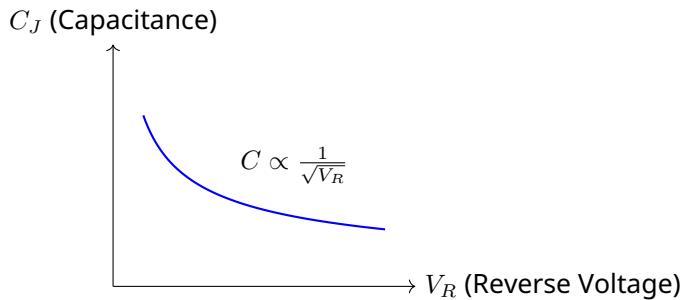
Working Principle: વેરેક્ટર ડાયોડ હંમેશા **reverse bias** (રિવર્સ બાયસ) માં ચલાવવામાં આવે છે. મૂળભૂત સિદ્ધાંત લાગુ રિવર્સ વોલ્ટેજ સાથે ડિપ્લેશન લેયરની પહોળાઈમાં થતા ફેરફાર પર આધારિત છે.

- Depletion as Dielectric:** ડિપ્લેશન રીજીયન કોઈ કરંટ વહેવા દેતું નથી અને P-ટાઇપ અને N-ટાઇપ વાહક પ્રદેશો વચ્ચે ઇન્સ્યુલેટર (ડાઇઝલેક્ટ્રિક) તરીકે વર્તે છે.
- High Reverse Voltage:** જ્યારે રિવર્સ વોલ્ટેજ (V_R) વધે છે, ત્યારે ડિપ્લેશન લેયર પહોળું થાય છે. આ અસરકારક રીતે વાહક પલેટો વરચેનું અંતર (d) વધારે છે. કેપેસિટરના અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોવાથી ($C \propto \epsilon A/d$), જંક્શન કેપેસિટન્સ ઘટે છે.
- Low Reverse Voltage:** જ્યારે રિવર્સ વોલ્ટેજ ઘટે છે, ત્યારે ડિપ્લેશન લેયર સાંકું થાય છે. અંતર (d) ઘટે છે, જેના કારણે જંક્શન કેપેસિટન્સ વધે છે.
- Mathematical Relationship:** ટ્રાન્ઝિશન કેપેસિટન્સ C_T નીચે મુજબ આપવામાં આવે છે:

$$C_T = \frac{C(0)}{\left(1 + \frac{V_R}{V_B}\right)^n}$$

જ્યાં $C(0)$ ઝીરો-બાયસ કેપેસિટન્સ છે, V_B બેરિયર પોટેન્શિયલ છે (SI માટે આશરે 0.7V), અને n ડોપિંગ-આધારિત અચળાંક છે (એબ્રાપ્ટ જંક્શન માટે 0.5). આ પુછ્યું કરે છે કે $C_T \propto \frac{1}{\sqrt{V_R}}$.

Characteristics: આલેખ કેપેસિટન્સ (C) વિરુદ્ધ રિવર્સ વોલ્ટેજ (V_R) બતાવે છે. તે નોન-લીનિયર વળાંક છે જ્યાં V_R વધતાં C ઘટે છે.



આકૃતિ 25: વેરેક્ટર ડાયોડની C-V લાક્ષણિકતાઓ

Mnemonic: *Reverse Up → Width Up → Cap Down.* (જાણો કે કેપેસિટર પલેટોને દૂર ખેંચવી).

5 Question 5

5.1 Question 5(a) [3 marks]

ટરાન્ઝિસ્ટરને સ્વીચ તરીકે સમજાવો.

5.1.1 Solution

BJT ટ્રાન્ઝિસ્ટર ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વીચ તરીકે બે ચોક્કસ પ્રદેશોમાં કામ કરે છે: **Cut-off** (OFF અવસ્થા) અને **Saturation** (ON અવસ્થા).

Operation:

- OFF State (Cut-off):** જ્યારે બેઝ-એમીટર જંકશન ફોરવર્ડ-બાયસ હોતું નથી (Input = 0V), ત્યારે કોઈ કલેક્ટર કર્ણ વહેતો નથી ($I_C = 0$). ટ્રાન્ઝિસ્ટર ખૂલ્લી સ્વીચ (Open Switch) તરીકે કામ કરે છે. આઉટપુટ વોલ્ટેજ V_{CC} જેટલો હોય છે.
- ON State (Saturation):** જ્યારે પૂરતો બેઝ કર્ણ વહે છે, ત્યારે ટ્રાન્ઝિસ્ટર સંપૂર્ણપણે વાહક બને છે ($V_{CE} \approx 0$). મહત્તમ કલેક્ટર કર્ણ વહે છે. તે બંધ સ્વીચ (Closed Switch) તરીકે કામ કરે છે. આઉટપુટ વોલ્ટેજ આશરે 0V હોય છે.

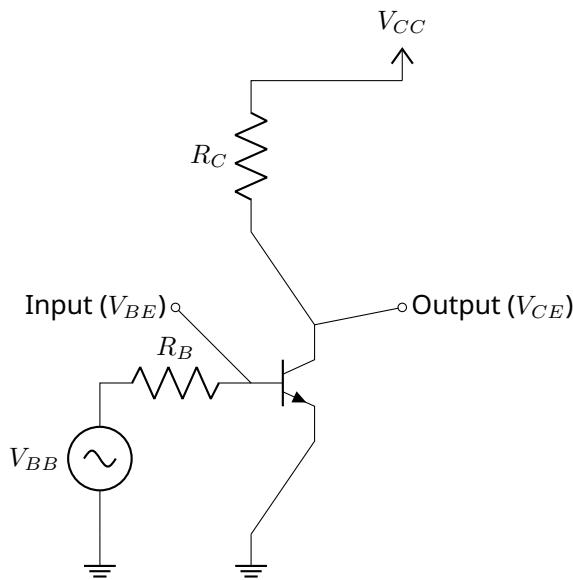
Mnemonic: *Cut-off = Open (No current); Saturation = Closed (Full current).*

5.2 Question 5(b) [4 marks]

NPN ટરાન્ઝિસ્ટરન નું સામાન્ય એમીટર (CE) રૂપરેખુંકન અને તેની ઇનપુટ લાક્ષપણકતા દોરો.

5.2.1 Solution

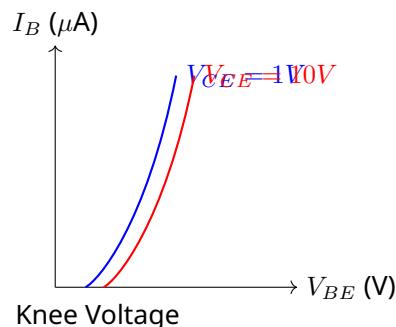
સામાન્ય એમીટર (Common Emitter - CE) કન્ફિગરેશનમાં, એમીટર ટર્મિનલ ઇનપુટ અને આઉટપુટ બંને માટે સામાન્ય હોય છે.



આકૃતિ 26: NPN Common Emitter રૂપરેખાંકન

Circuit Diagram:

Input Characteristics: તે અચળ આઉટપુટ વોલ્ટેજ (V_{CE}) પર ઇનપુટ કરત (I_B) વિરુદ્ધ ઇનપુટ વોલ્ટેજ (V_{BE}) નો આલેખ છે. તે ફોરવર્ક-બાયસ ડાયોડ વળાક જેવો જ હોય છે.



આકૃતિ 27: CE કન્ફિગ્રેશનની ઇનપુટ લાક્ષણિકતાઓ

Mnemonic: *Input Graph ડાયોડ જેવો છે. 0.7V પછી I_B વધે છે.*

5.3 Question 5(c) [7 marks]

NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટર નું પસર્મબોલ અને બુંધકામ દોરો અને તેન કાયય સમજાવો.

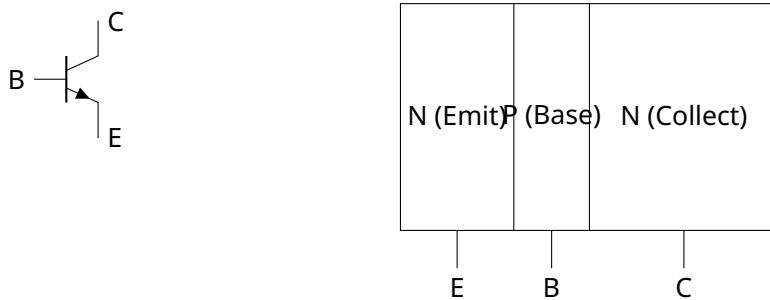
5.3.1 Solution

NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટર બે N-ટાઇપ સ્તરો વચ્ચે સેન્ડવીચ કરેલા P-ટાઇપ સેમિકન્ડક્ટર સ્તરનું બનેલું છે.

Structure and Symbol:

- **Emitter (E):** હેવી ડોપિંગ ધરાવે છે, ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન કરે છે.

- Base (B):** લાઈટ ડોપિંગ ધરાવે છે અને ખૂબ પાતળું હોય છે, કરંટનું નિયંત્રણ કરે છે.
- Collector (C):** મધ્યમ ડોપિંગ ધરાવે છે અને કદમાં મોટું હોય છે, ઇલેક્ટ્રોન એક્ટિવિટ કરે છે.



આફ્ટિ 28: NPN નું સિમ્બોલ અને બાંધકામ

Working Principle: એમ્પલીફાયર (એક્ટિવ રીજ્યુલેશન) તરીકે કાર્ય કરવા માટે, એમીટર-બેઝ જંકશન Forward Biased અને કલેક્ટર-બેઝ જંકશન Reverse Biased રાખવામાં આવે છે.

- Injection:** ફોરવર્ડ બાયસ (V_{BE}) ને કારણે N-ટાઈપ એમીટરમાંથી ઇલેક્ટ્રોન P-ટાઈપ બેઝમાં પ્રવેશે છે.
- Recombination:** બેઝ પાતળો અને હળવા ડોપિંગ વાળો હોવાથી, માત્ર થોડા ઇલેક્ટ્રોન (આશરે 2-5%) હોલ સાથે પુનઃસંયોજન પામી બેઝ કરંટ (I_B) બનાવે છે.
- Collection:** બાકીના મોટાભાગના ઇલેક્ટ્રોન (આશરે 95-98%) બેઝને પાર કરી કલેક્ટરના ઉચ્ચ પોઝિટિવ પોટેન્શિયલ (V_{CB}) દ્વારા આકર્ષાય છે. તેઓ રિવર્સ-બાયસ જંકશન પાર કરી કલેક્ટર કરંટ (I_C) બનાવે છે.
- Equation:** કુલ એમીટર કરંટ બેઝ અને કલેક્ટર કરંટનો સરવાળો છે:

$$I_E = I_B + I_C$$

Mnemonic: $NPN = \text{Not Pointing In (Arrow out)}$. Emitter મારે છે, Base કંટ્રોલ કરે છે, Collector પકડ છે.

5.4 Question 5(a) OR [3 marks]

ટ્રાન્ઝિસ્ટરના CB, CE અને CC રૂપરેખાઓની સરખામણી કરો.

5.4.1 Solution

કોષ્ટક 1: ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ફિગરેશન્સની સરખામણી

Parameter	Common Base (CB)	Common Emitter (CE)	Common Collector (CC)
Input/Output	Input: E, Output: C	Input: B, Output: C	Input: B, Output: E
Input Resistance	ખૂબ ઓછું ($\approx 20\Omega$)	મધ્યમ ($\approx 1k\Omega$)	ખૂબ વધારે ($\approx 500k\Omega$)
Output Resistance	ખૂબ વધારે ($\approx 1M\Omega$)	મધ્યમ ($\approx 40k\Omega$)	ખૂબ ઓછું ($\approx 50\Omega$)
Current Gain	ઓછું ($\alpha < 1$)	વધારે ($\beta \approx 100$)	વધારે ($\gamma \approx 100$)
Voltage Gain	વધારે	મધ્યમ	ઓછું (< 1)
Phase Shift	0°	180°	0°
Application	હાઈ ફિકવન્સી સર્કિટ્સ	ઓડિયો એમ્પલીફાયર	ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ

Detailed Comparison:

- **Common Base (CB):** ખૂબ ઓછા ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ અને ખૂબ ઊંચા આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ દ્વારા વર્ગીકૃત થયેલ છે. તે વોલ્ટેજ ગેઇન પ્રદાન કરે છે પરંતુ કર્ણ ગેઇન ($\alpha < 1$) નથી. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે હાઈ ફ્લેકવન્સી એપ્લિકેશન્સ અને લો સોર્સ અને હાઈ લોડ વર્ચેના અવરોધ મેયિંગ (impedance matching) માટે થાય છે.
- **Common Emitter (CE):** આ સૌથી વધુ વપરાતું કન્ફિગરેશન છે કારણ કે તે ઉચ્ચ વોલ્ટેજ ગેઇન અને ઉચ્ચ કર્ણ ગેઇન (β) બંને પ્રદાન કરે છે. તેની પાસે મધ્યમ ઇનપુટ અને આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ છે. જો કે, તે ઇનપુટ અને આઉટપુટ સિગ્નલ વર્ષે 180° નો ફેઝ શિફ્ટ રજૂ કરે છે. તે ઓડિયો એમલીફ્કિક્શન માટે પ્રમાણાભૂત છે.
- **Common Collector (CC):** એમિટર ફોલોઓર તરીકે પણ ઓળખાય છે. તેની પાસે અત્યંત ઉચ્ચ ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ અને ઓછું આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ છે. તે કર્ણ ગેઇન પ્રદાન કરે છે પરંતુ વોલ્ટેજ ગેઇન નથી (ગેઇન ≈ 1). તેનો ઉપયોગ ફક્ત સ્પીકર્સ જેવા લો-ઇમ્પીડન્સ લોડને ચલાવવા માટે ઇમ્પીડન્સ મેયિંગ (બફર) સ્ટેગેસ માટે થાય છે.

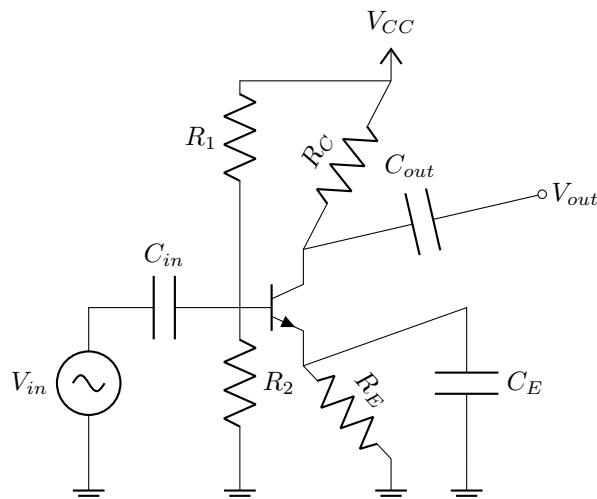
Mnemonic: *CB (Base Common) = Voltage Gain; CC (Collector Common) = Current Gain (Buffer); CE (Emitter Common) = Power Gain (Best of Both).*

5.5 Question 5(b) OR [4 marks]

દ્વારા પણ સિગ્નલ સ્ટેજ કોમન એપમટર એમલીફ્કાયર તરીકે સમજાવો.

5.5.1 Solution

કોમન એમીટર (CE) એમલીફ્કાયર નબળા સિગ્નલને એમલીફ્કાય કરવા માટે CE કન્ફિગરેશનમાં ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરે છે.



આકૃતિ 29: સિગ્નલ સ્ટેજ CE એમલીફ્કાયર

Circuit Diagram:

Working:

1. **Biasing:** અવરોધકો R_1, R_2 ટ્રાન્ઝિસ્ટરને એક્ટિવ રીજ્યુનમાં રાખવા માટે વોલ્ટેજ ડિવાઇડર બાયસ પ્રદાન કરે છે. R_E થર્મલ સ્થિરતા પૂરી પાડે છે.
2. **Input:** નબળું AC સિગ્નલ કેપેસિટર C_{in} દ્વારા પ્રવેશ છે, જે DC ને બલોક કરે છે.
3. **Amplification:** બેઝ કરંતમાં નાનો ફેરફાર (I_b) કલેક્ટર કરંતમાં મોટો ફેરફાર કરે છે ($I_c = \beta I_b$). આ બદલાતો કરંત R_C માંથી પસાર થાય છે, જે મોટો વોલ્ટેજ ફ્રોપ ($I_c R_C$) ઉત્પન્ત કરે છે.

4. **Output:** એમલીફાઇડ આઉટપુટ વોલ્ટેજ કલેક્ટર પરથી લેવામાં આવે છે, પરંતુ તે ઇનપુટની સપેક્ષમાં 180° ફેઝ શિફ્ટ થયેલ હોય છે.

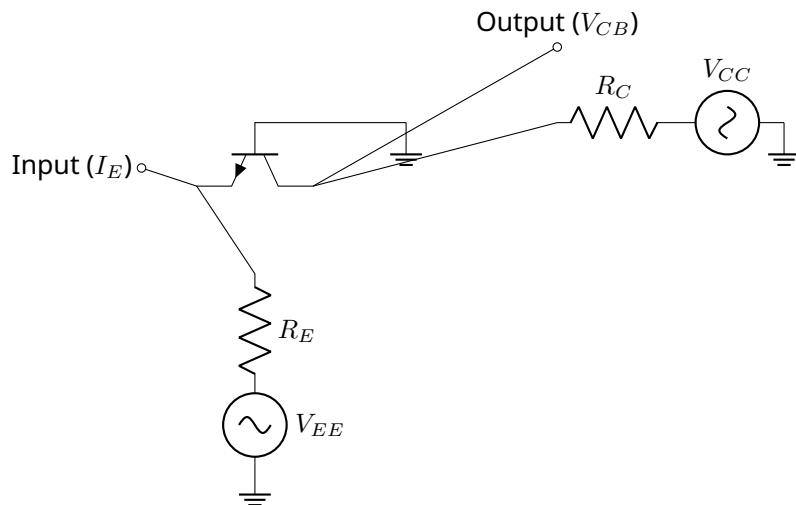
Mnemonic: *Weak Signal In → Large Current Swing → Large Voltage Drop → Strong Signal Out (Inverted).*

5.6 Question 5(c) OR [7 marks]

NPN ટરાન્સિસ્ટર નું સામાન્ય બે (CB) રૂપરેખુંકન તેની ઇનપુટ ટ-આઉટપુટ લાક્ષપણકતાઓનીસાથે સમજાવો.

5.6.1 Solution

કોમન બેઝ (CB) કન્ફિગરેશનમાં, બેઝ ટર્મિનલ ગ્રાઉન્ડ હોય છે અને ઇનપુટ અને આઉટપુટ બંને માટે સામાન્ય હોય છે.

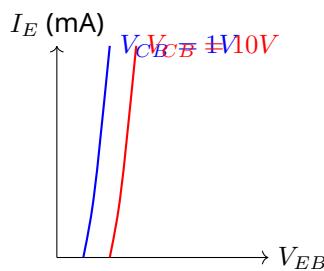


આફુતિ 30: કોમન બેઝ કન્ફિગરેશન

Circuit Diagram:

1. **Input Characteristics:** અચળ આઉટપુટ વોલ્ટેજ (V_{CB}) પર ઇનપુટ કરેટ (I_E) વિરુદ્ધ ઇનપુટ વોલ્ટેજ (V_{EB}) નો આલેખ.

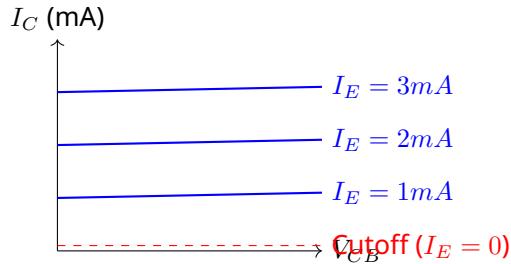
- એમીટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસ હોવાથી, વળાંક સામાન્ય ડાયોડની જેમ વર્તે છે. V_{EB} વધારતા I_E માં ધરખમ વધારો થાય છે.
- V_{CB} ની અસર (Early Effect) નહિવત હોય છે પરંતુ V_{CB} વધારવાથી વળાંક થોડો ડાબી બાજુ ખસે છે.



આફુતિ 31: CB ઇનપુટ લાક્ષણિકતાઓ

2. Output Characteristics: અચળ ઇનપુટ કરેટ (I_E) પર આઉટપુટ કરેટ (I_C) વિરાષ્ટ આઉટપુટ વોલ્ટેજ (V_{CB}) નો આદેખ.

- **Active Region:** I_C લગભગ અચળ હોય છે અને I_E ($\alpha \approx 1$ હોવાથી) ની બરાબર હોય છે. તે V_{CB} થી સ્વતંત્ર છે.
- **Saturation Region:** જ્યારે V_{CB} નેગેટિવ (ફોરવર્ડ બાયસ) હોય છે, ત્યારે I_C ઝડપથી ઘટીને શૂન્ય થઈ જાય છે.



આકૃતિ 32: CB આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓ

Mnemonic: Common Base: Input is Emitter (Current In), Output is Collector (Current Out). Gain is Voltage, not Current.