

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:	6
1.2 Question 1(b) [4 marks]	6
1.2.1 Solution	6
Pin Diagram:	6
Pin Functions:	6
Package:	6
Mnemonic:	6
1.3 Question 1(c) [7 marks]	7
1.3.1 Solution	7
Block Diagram:	7
Explanation of Blocks:	7
Note:	7
Mnemonic:	7
1.4 Question 1(c) OR [7 marks]	8
1.4.1 Solution	8
1. A-stable Multivibrator (Free Running Oscillator)	8
Working:	8
2. Mono-stable Multivibrator (One-Shot)	8
Working:	9
Mnemonic:	9
2 Question 2	9
2.1 Question 2(a) [3 marks]	9
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	10
Result:	10
Calculation Verification:	10
Mnemonic:	10

2.3 Question 2(c) [7 marks]	10
2.3.1 Solution	10
Circuit Diagram:	10
Working Principle:	11
Waveforms:	11
Advantages:	11
Mnemonic:	11
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]	12
2.5.1 Solution	12
1. Brown, Green, Yellow, Gold:	12
2. Grey, Blue, Brown:	12
Significance:	12
Mnemonic:	12
2.6 Question 2(c) OR [7 marks]	12
2.6.1 Solution	12
Circuit Diagram:	13
Working Principle:	13
Waveforms:	13
Advantages:	13
Mnemonic:	13
3 Question 3	13
3.1 Question 3(a) [3 marks]	13
3.1.1 Solution	13
Working Principle:	14
Symbol:	14
Applications:	14
Mnemonic:	14
3.2 Question 3(b) [4 marks]	14
3.2.1 Solution	14
Circuit Diagram:	14
Operation:	14
Waveforms:	15
Mnemonic:	15
3.3 Question 3(c) [7 marks]	15
3.3.1 Solution	15
Types of Clippers:	15
1. Series Positive Clipper:	15
Waveform:	16
2. Series Negative Clipper:	16
Waveform:	16
Applications:	16
Mnemonic:	16
3.4 Question 3(a) OR [3 marks]	16
3.4.1 Solution	16
Self Inductance (L):	17
Mutual Inductance (M):	17
Mnemonic:	17
3.5 Question 3(b) OR [4 marks]	17
3.5.1 Solution	17

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

Input Characteristics:	25
Mnemonic:	25
5.3 Question 5(c) [7 marks]	25
5.3.1 Solution	25
Structure and Symbol:	25
Working Principle:	25
Mnemonic:	26
5.4 Question 5(a) OR [3 marks]	26
5.4.1 Solution	26
Detailed Comparison:	26
Mnemonic:	26
5.5 Question 5(b) OR [4 marks]	26
5.5.1 Solution	26
Circuit Diagram:	27
Working:	27
Mnemonic:	27
5.6 Question 5(c) OR [7 marks]	27
5.6.1 Solution	27
Circuit Diagram:	28
1. Input Characteristics:	28
2. Output Characteristics:	28
Mnemonic:	29

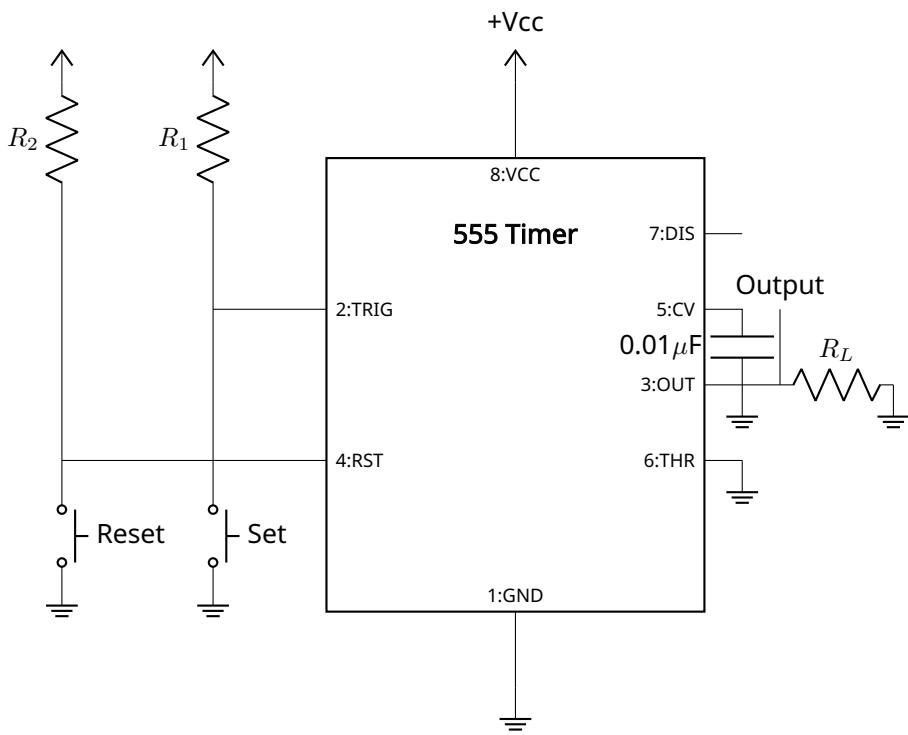
1 Question 1

1.1 Question 1(a) [3 marks]

555 ટાઈમર IC નો ઉપયોગ કરીને બાય - સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબેટર દોરો.

1.1.1 Solution

બાય-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબેટર (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 ટાઈમરનો 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 ટાઈમિંગ કેપેસિટાની જરૂર નથી કારણ કે અવસ્થાઓ મેન્યુઅલી નિયંત્રિત થાય છે.



આકૃતિ 1: 555 ટાઈમરનો ઉપયોગ કરીને બાય-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબેટર

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

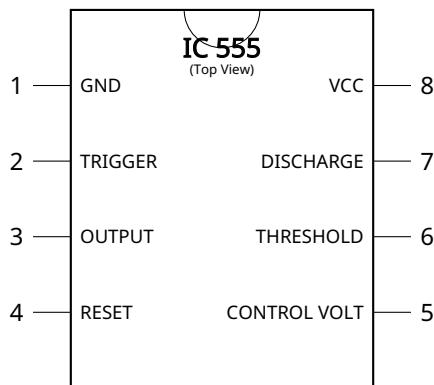
Mnemonic: *Bi-Stable*: બે સ્વીચ (Set અને Reset) બે અવસ્થાઓ નિયંત્રિત કરવા માટે.

1.2 Question 1(b) [4 marks]

IC 555 ટાઈમર નો પિન ડાયેગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

1.2.1 Solution

555 ટાઈમર એ ટાઈમિંગ અને પલ્સ 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 પલ્સ (< 1/3 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 μ F કેપેસિટર દ્વારા ગ્રાઉન્ડ કરવામાં આવે છે.
- **Pin 6 (Top Left) - Threshold:** વોલ્ટેજ > 2/3 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.

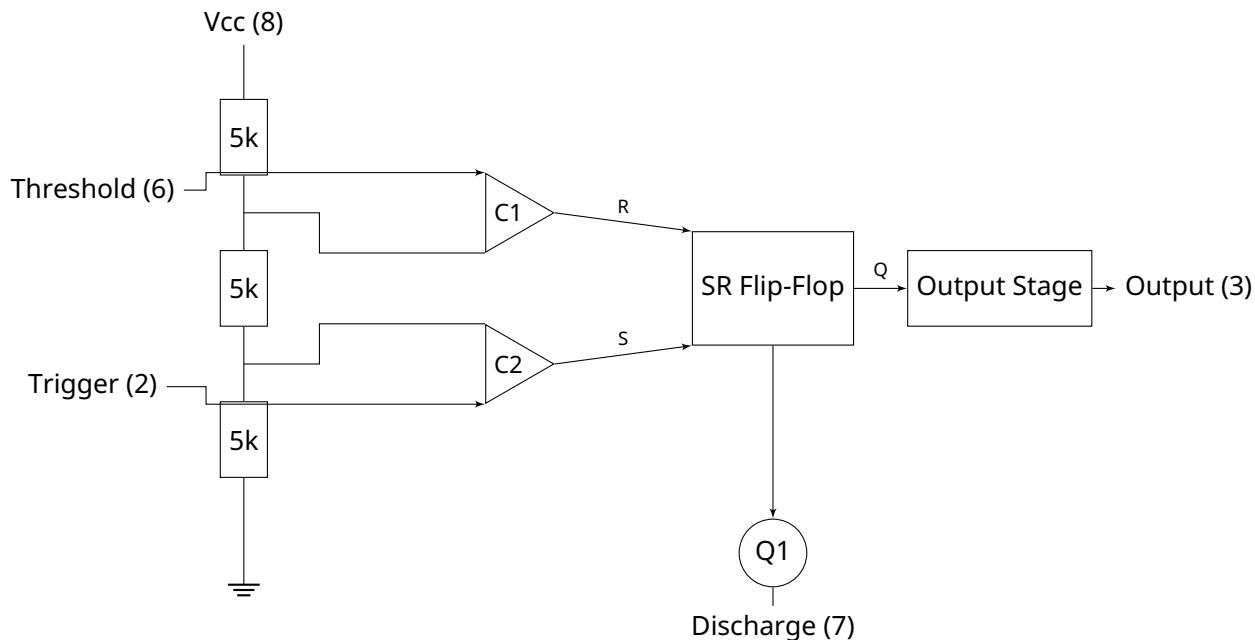
Mnemonic: *G-T-O-R (Ground, Trigger, Out, Reset)* ડાબી બાજુ; *V-D-T-C (Vcc, Dis, Thresh, Control)* જમણી બાજુ.

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 ડિવાઇડર, બે કમ્પોરેટર, એક SR ફિલ્પ-ફલોપ, ડિસ્ચાર્જ ટ્રાન્ઝિસ્ટર અને આઉટપુટ સ્ટેજ.



આફાની 3: 555 ટાઈમરનો આંતરિક બ્લોક ડાયેગ્રામ

Block Diagram:

Explanation of Blocks:

Voltage Divider: ત્રણ $5k\Omega$ રેજિસ્ટર્સ સખાય વોલ્ટેજ V_{cc} ને બે રેફરન્સ વોલ્ટેજમાં વહેંચે છે: $2/3V_{cc}$ અને $1/3V_{cc}$.

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

Comparator 2 (Trigger): પિન 2 ના ઇનપુટને $1/3V_{cc}$ 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: કરેટ ડ્રાઇવ કરવા માટે FF ના આઉટપુટને ઇનવર્ટ 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 $5k\Omega$ રેજિસ્ટર્સ પરથી આવ્યું છે.

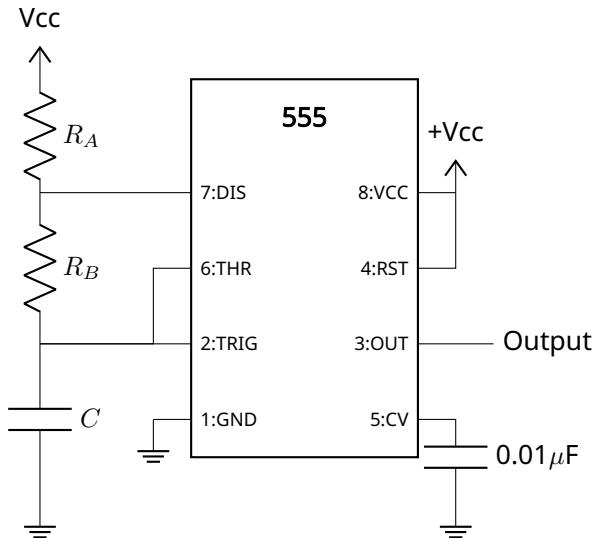
Mnemonic: *Div-Comp-FF-Out (Divider, Comparators, Flip-Flop, Output)* - 555 ની રેસીપી.

1.4 Question 1(c) OR [7 marks]

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

1.4.1 Solution

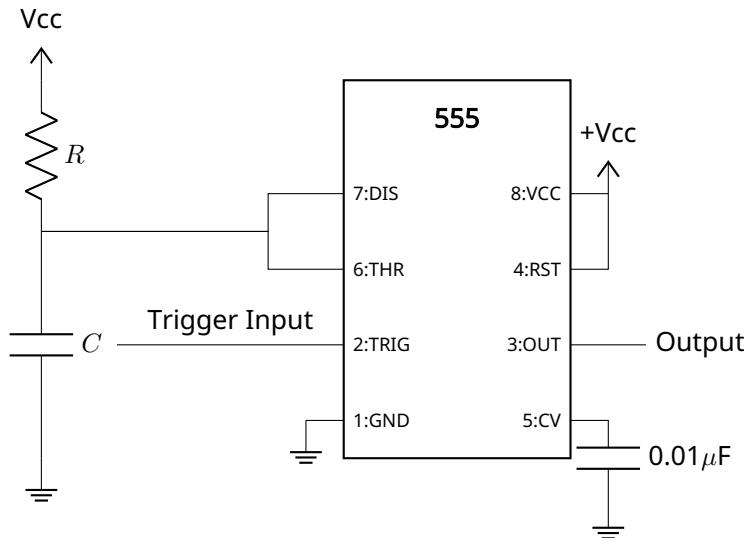
1. A-stable Multivibrator (Free Running Oscillator) કોઈપણ બાધ ટ્રિગાર વિના સતત ચોરસ પલ્સ (Rectangular pulses) જનરેટ કરે છે.



આકૃતિ 4: એ-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઇભેટર 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 ચક્ક 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 પલ્સ આપે છે.



આકૃતિ 5: મોનો-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર સર્કિટ

Working: સ્થિર અવસ્થામાં, આઉટપુટ Low હોય છે. જ્યારે પિન 2 પર નેગેટિવ ટ્રિગર પલ્સ ($< 1/3 V_{CC}$) આપવામાં આવે છે, ત્યારે આઉટપુટ High થાય છે અને કેપેસિટર C, R દ્વારા ચાર્જ થવાનું શરૂ કરે છે. જ્યારે વૌલ્ટેજ $2/3 V_{CC}$ સુધી પહોંચે છે, ત્યારે ટાઇમર રિસેટ થાય છે (આઉટપુટ Low) અને કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ થાય છે. પલ્સની પહોંચાઈ $T = 1.1RC$.

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

2 Question 2

2.1 Question 2(a) [3 marks]

સર્કિટ અને નિષ્ઠિક્ય ઘટકો ઉપર ટુંક નોંધ લખો.

2.1.1 Solution

Active Components (સર્કિટ ઘટકો): સર્કિટ ઘટકો એવા ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો છે જેને કાર્ય કરવા માટે બાધ્ય ઊર્જા સ્ત્રોતની જરૂર પડે છે. તેઓ ઇલેક્ટ્રોનિક કરંટના પ્રવાહને નિયંત્રિત, એમ્પલીફિય (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 (નિષ્ઠિક્ય ઘટકો): નિષ્ઠિક્ય ઘટકો એવા ઉપકરણો છે જેને કાર્ય કરવા માટે બાધ્ય પાવરની જરૂર હોતી નથી. તેઓ સિગલને એમ્પલીફિય કરી શકતા નથી પરંતુ એનજર્જનો સંગ્રહ અથવા અવરોધ કરી શકે છે.

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

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

2.2 Question 2(b) [4 marks]

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

2.2.1 Solution

રેજિસ્ટર કલર કોડ્સ એ રેજિસ્ટરની 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-વેડ કોડ સૌથી સામાન્ય છે, જેમાં બે બેન્ડ નોંધપાત્ર અંકો માટે, એક માટ્રિપ્લાયર બેન્ડ અને એક ટોલરન્સ બેન્ડ હોય છે.

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

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

સ્ટાન્ડર્ડ કલર ચાર્ટ સાથે મેપિંગ:

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

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

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

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

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

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

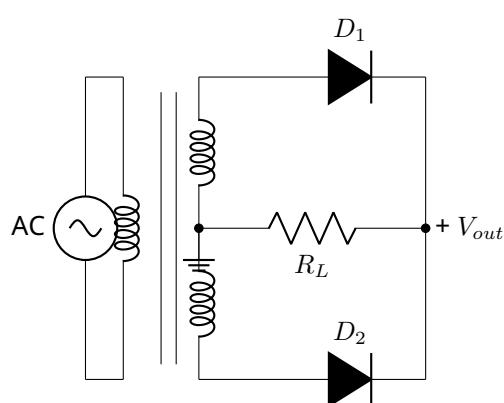
Mnemonic: *B-B-R-O-Y-G-B-V-G-W: Black(0), Brown(1), Red(2), Orange(3), Yellow(4), Green(5), Blue(6), Violet(7), Grey(8), White(9).*

2.3 Question 2(c) [7 marks]

કુલ વેવ સેન્ટર ટેપ રેકિટફાયરનું કાર્ય સંક્રિત ડાયેગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો

2.3.1 Solution

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

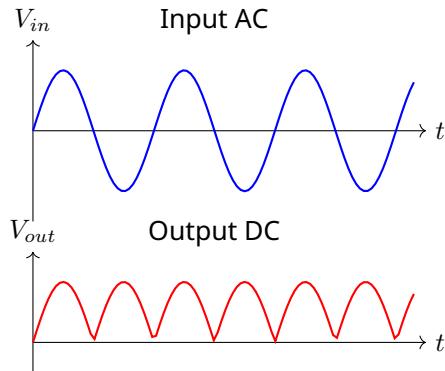


આકૃતિ 6: કુલ વેવ સેન્ટર ટેપ રેકિટફાયર

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. કરેટ 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. કરેટ D_2 અને R_L માંથી વહે છે.
- Direction (દિશા):** બંને સાયકલમાં, કરેટ 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 વર્ચેનો રસ્તો વાપરે છે).

2.4 Question 2(a) OR [3 marks]

ક્રેસિસ્ટનો ઘ્યાલ સમજાવો

2.4.1 Solution

Capacitor (ક્રેસિસ્ટ) એ એક નિષ્ઠિય ઇલેક્ટ્રોનિક ઘટક છે જે ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડમાં ઇલેક્ટ્રોનિક અનજીનો સંગ્રહ કરે છે. તે બે વાહક પ્લેટો (plates) ધરાવે છે જે ડાઇલોક્ટ્રિક (dielectric) તરીકે ઓળખાતા ઇન્સ્યુલેટીંગ મટિરિયલ દ્વારા અલગ પડલી 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 પટ્ટા (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, માટ્યાયર 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, માટ્યાયર 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 યોગ્ય રીતે ઓળખવી મહત્વપૂર્ણ છે. 20% ટોલરન્સનો અર્થ એ છે કે 860Ω રેજિસ્ટરની વાસ્તવિક કિંમત 688Ω અને 1032Ω ની વચ્ચે હોઈ શકે છે.

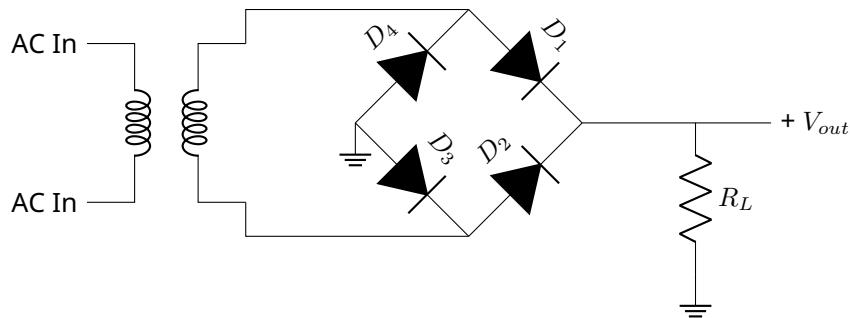
Mnemonic: પહેલા બે અંકો \rightarrow માટ્યાયર \rightarrow ટોલરન્સ.

2.6 Question 2(c) OR [7 marks]

કુલ વેવ બિજ રેકિટફાયરનું કાર્ય સર્કિટ ડાયેગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો

2.6.1 Solution

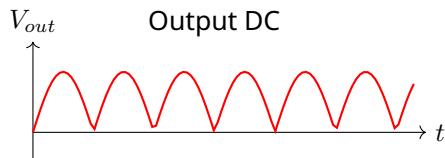
બિજ રેકિટફાયર (Bridge Rectifier) સેન્ટર-ટેન્ડ ટ્રાન્સફોર્મરની જરૂર વગર AC ને DC માં કન્વર્ટ કરવા માટે બિજ કન્ફિગરેશનમાં ચાર ડાયોડનો ઉપયોગ કરે છે.



આકૃતિ 8: ફુલ વેવ બ્રિજ 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 હુંમેશા એક જ દિશામાં વહે છે.



આકૃતિ 9: આઉટપુટ વેવફોર્મ

Waveforms:

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

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

3 Question 3

3.1 Question 3(a) [3 marks]

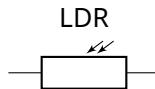
લાઇટ ડિપેન્ડ રેઝિસ્ટર (LDR) સમજાવો.

3.1.1 Solution

Light Dependent Resistor (LDR), જેને ફોટોરેઝિસ્ટર તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે એક નિષ્ક્રિય ઘટક છે જેનો રેઝિસ્ટન્સ પ્રકાશની તીવ્રતા વધતા ઘટે છે. તે કેઢમિયમ સફ્ફાઈડ (CdS) જેવા હાઈ-રેઝિસ્ટન્સ સેમીકન્ડક્ટર મટિરિયલમાંથી બનેલું છે.

Working Principle:

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



આકૃતિ 10: LDR નો સિમ્બોલ

Symbol:

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

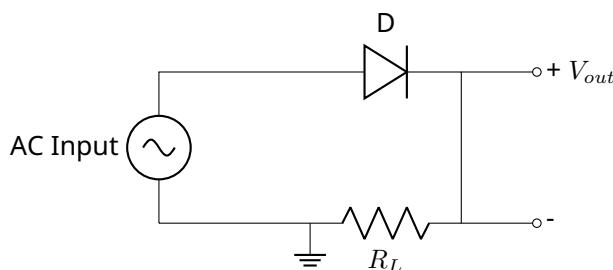
Mnemonic: *Light Down, Resistance Up (અંધારન = વધારે R); Light Up, Resistance Down (પ્રકાશ = અંધારો R).*

3.2 Question 3(b) [4 marks]

હાફ વેવ રેકિટફાયર સર્કિટ વેવફોર્મ સાથે સમજાવો

3.2.1 Solution

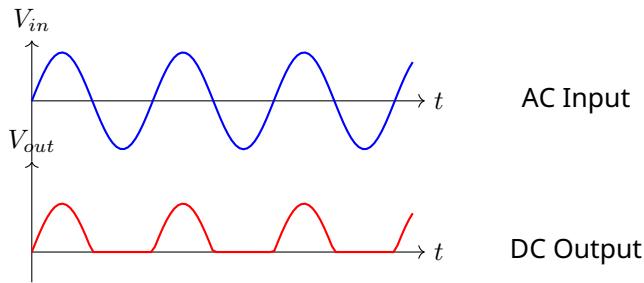
હાફ વેવ રેકિટફાયર એક જ ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને AC વોલ્ટેજને પદ્ધસેટિંગ DC વોલ્ટેજમાં કન્વર્ટ કરે છે. તે ઇનપુટના માત્ર એક જ અર્ધ-ચક્કા (half-cycle) દરમિયાન કરંટ પસાર થવા દે છે.



આકૃતિ 11: હાફ વેવ રેકિટફાયર સર્કિટ

Circuit Diagram:**Operation:**

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



આફ્ટિ 12: ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ્સ

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

3.3 Question 3(c) [7 marks]

વિવિધ પ્રકારના ક્લિપર સર્કિટોની યાદી બનાવો અને તે પૈકી કોઈ પણ બે પ્રકારની ક્લિપર સર્કિટો તેના વેવફોર્મ્સ સાથે દીરો.

3.3.1 Solution

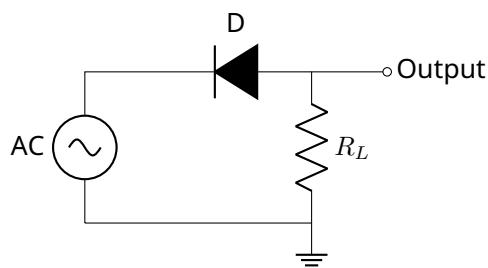
ક્લિપર્સ (Clippers) એ વેવ-શેપિંગ સર્કિટ છે જે બાકીના ભાગને વિકૃત કર્યા વિના ઇનપુટ સિગ્નલનો અમુક ભાગ દૂર કરે છે અથવા "ક્લિપ" કરે છે.

Types of Clippers:

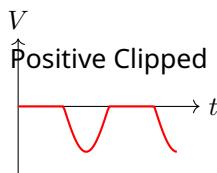
1. Series Positive Clipper
2. Series Negative Clipper
3. Shunt (Parallel) Positive Clipper
4. Shunt (Parallel) Negative Clipper
5. Biased Clipper (Positive/Negative)
6. Combination Clipper

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

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



આફ્ટિ 13: સીરીઝ પોઝિટિવ ક્લિપર

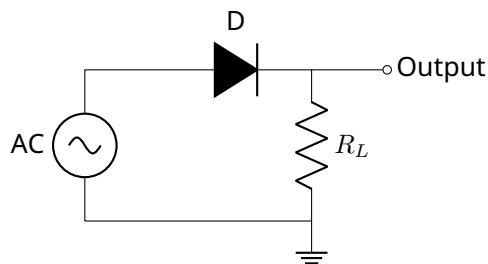


આકૃતિ 14: પોઝિટિવ કિલપરનું આઉટપુટ

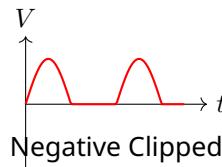
Waveform:

2. Series Negative Clipper: આ સર્ચિટ ઇનપુટ સિગ્નલના નેગેટિવ અર્ડ્ય-ચકને દૂર કરે છે.

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



આકૃતિ 15: સીરીઝ નેગેટિવ કિલપર



આકૃતિ 16: નેગેટિવ કિલપરનું આઉટપુટ

Waveform:

Applications: કિલપરનો 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 અર્ડ્ય 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:** હેનરી (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* = બીજી કોઇલ વચ્ચે અસર.

3.5 Question 3(b) OR [4 marks]

નોંધેના પદો ટૂંકમાં સમજાવો. (1) રિપલ ફેક્ટર (2) રિપલ ફિક્વન્સી.

3.5.1 Solution

રેન્ટિફાયર સર્કિટ્સમાં, આઉટપુટ શુદ્ધ DC નથી હોતું 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 રેન્ટિફાયરની અસરકારકતાનું માપ છે. તેને આઉટપુટમાં AC કમ્પોનન્ટ અને DC કમ્પોનન્ટના RMS મૂલ્યના ગુણોત્તર તરીકે વ્યાખ્યાયિત 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 રેન્ટિફાયરના આઉટપુટ પર દેખાતા રિપલ વોલ્ટેજની ફિક્વન્સી છે.

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

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

3.6 Question 3(c) OR [7 marks]

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

3.6.1 Solution

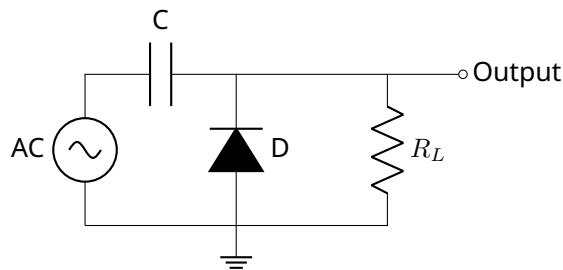
કલેમ્પર સર્કિટ (Clamper Circuit) (અથવા DC Restorer) વેવફોર્મનો આકાર બદલ્યા વિના સમગ્ર સિગ્નલ વોલ્ટેજ લેવલને ઉપર કે નીચે શિફ્ટ કરે છે. તે અનિવાર્યપણે AC સિગ્નલમાં DC કમ્પોનન્ટ ઉમેરે છે.

Types of Clampers:

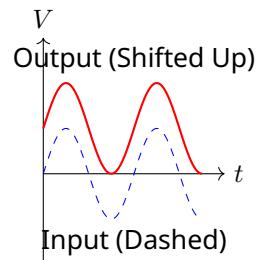
1. Positive Clamper (સિશ્બલને ઉપર શિફ્ટ કરે છે)
2. Negative Clamper (સિશ્બલને નીચે શિફ્ટ કરે છે)
3. Biased Positive Clamper
4. Biased Negative Clamper

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

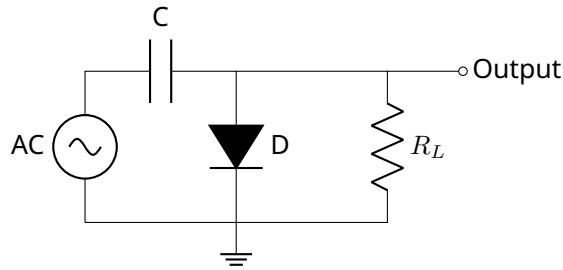


આકૃતિ 18: ઇનપુટ અને પોઝિટિવ કલેમ્પ આઉટપુટ

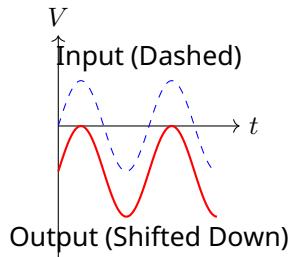
Waveform:

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

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



આકૃતિ 19: નેગેટિવ ક્લેમ્પર સર્કિટ



આકૃતિ 20: ઇનપુટ અને નેગેટિવ ક્લેમ્પડ આઉટપુટ

Waveform:

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

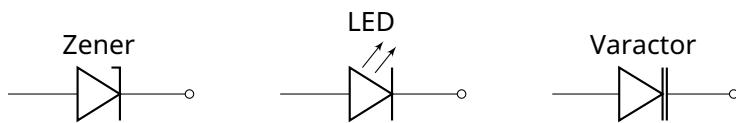
4 Question 4

4.1 Question 4(a) [3 marks]

ઝેનર ડાયોડ, LED અને વેરેક્ટર ડાયોડ ના સિમ્બોલ દોરો.

4.1.1 Solution

- Zener Diode:** રિવર્સ બ્રેકડાઉન રીજીયનમાં કામ કરવા માટે રચાયેલ છે. સિમ્બોલમાં કેથોડ લાઇન 'Z' અક્ષર જેવી વળેલી હોય છે.
- 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.
- 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).

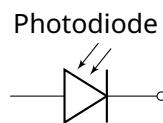
4.2 Question 4(b) [4 marks]

ફોટો ડાયોડ સમજાવો

4.2.1 Solution

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

Construction and Symbol: તેમાં PN જંકશન હોય છે જે પારદર્શક વિન્ડો અથવા લેન્સ વાળા પેકેજમાં રાખવામાં આવે છે જેથી પ્રકાશ જંકશન 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 ડાય્ક કરંટ કહેવામાં આવે છે.
- **Illumination:** જ્યારે પ્રકાશ (ફોટોન્સ) ડિપ્લેશન રીજીયન પર પડે છે, ત્યારે તે કોવેલેન્ટ બોન્ડ તોડે છે, જેનાથી ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડીઓ ઉત્પન્ન થાય છે.
- **Photocurrent:** આ કેરિયર્સ ઇલેક્ટ્રોક ફિલ્ડ દ્વારા જંકશનની આરપાર ખેંચાય છે, જે રિવર્સ કરંટ બનાવે છે જે આપાત પ્રકાશની તીવ્રતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

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

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

4.3 Question 4(c) [7 marks]

ઝેનર ડાયોડના બાંધકામ, લાક્ષણિકતાઓ અને કાર્ય સમજાવો

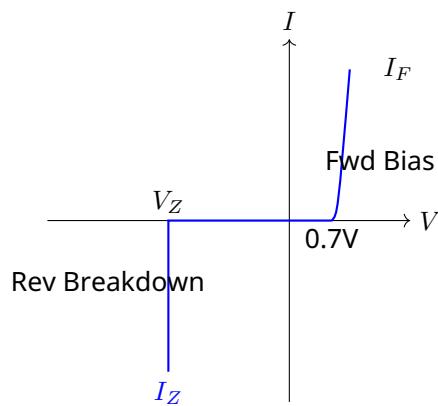
4.3.1 Solution

ઝેનર ડાયોડ એ હેવી ડોપિંગ ધરાવતો સિલિકોન PN જંકશન ડાયોડ છે જે રિવર્સ બ્લેકડાઉન રીજીયનમાં નુકસાન પામ્યા વગર કામ 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 બ્લેકડાઉન સક્ષમ કરે છે.

Working Principle:

- **Forward Bias:** તે સામાન્ય ડાયોડની જેમ જ વર્તે છે. તે આશરે 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 કારણે, તીવ્ર ઇલેક્ટ્રોક ફિલ્ડ કોવેલેન્ટ બોન્ડમાંથી ઇલેક્ટ્રોનને ખેંચી કાઢે છે (Tunneling).
 - **Avalanche Effect (> 6V):** પ્રવેનિત 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 વેરેક્ટર ડાયોડ ની એપ્લિકેશનો લખો.

4.4.1 Solution**Applications of LED (Light Emitting Diode):**

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

Applications of Varactor Diode:

- Tuning Circuits:** મોટા યાંત્રિક વેરિયેબલ કેપેસિટસને બદલવા માટે મુખ્યત્વે રેડિયો રિસીવર્સ અને ટેલિવિજન સેટના ટ્યુનિંગ તબક્કામાં વપરાય છે. આ ઇલેક્ટ્રોનિક ટ્યુનિંગ (AFC) ની મંજૂરી આપે છે.
- Frequency Modulation (FM):** FM ટ્રાન્સમિટર્સમાં વપરાય છે જ્યાં ઓડિયો સિગલ ડાયોડના કેપેસિટ-સને મોડ્યુલેટ કરે છે, જેનાથી કેરિયર ફિક્વન્સી 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 માઇક્રોવેવ કોમ્પ્યુનિકેશન સર્કિટમાં પેરામેટ્રિક એમલીફાયર્સ અને ફિક્વન્સી મલ્ટિપ્લાયર્સમાં વપરાય છે.

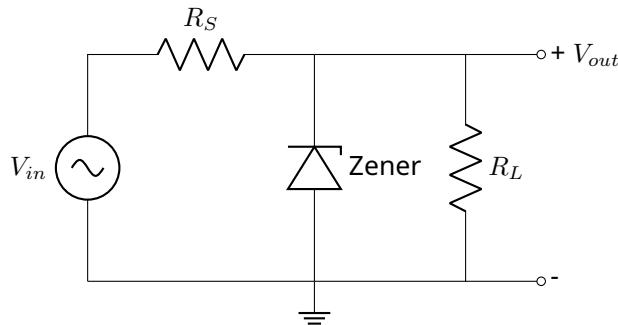
Mnemonic: *LED Lights up world; Varactor Varies Frequency (Tuning).*

4.5 Question 4(b) OR [4 marks]

ઝેનર ડાયોડને વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે સમજાવો.

4.5.1 Solution

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



આકૃતિ 24: ઝેનર વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર

Circuit Diagram:

Working:

- Input Regulation (Line Regulation):** જો ઇનપુટ વોલ્ટેજ V_{in} વધે છે, તો ફુલ કર્યા વધે છે. ઝેનર ડાયોડ વધારાનો કર્યા 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 કર્યા I_L વધે (લોડ ઘટે), તો ઝેનર કર્યા I_Z તેટલી જ માત્રામાં ઘટે છે, જેનાથી R_S માંથી વહેતો ફુલ કર્યા 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 બાંધકામ, લાક્ષણિકતાઓ અને કાર્ય સમજાવો

4.6.1 Solution

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

Construction: તે વેરિયેબલ કેપેસિટન્સ માટે ઓફિનાઇડ કરેલ PN જંકશન ડાયોડ છે.

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

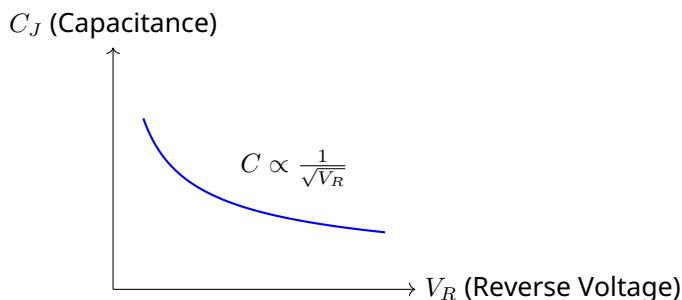
Working Principle: વેરેક્ટર ડાયોડ હંમેશા **reverse bias** (રિવર્સ બાયસ) માં ચલાવવામાં આવે છે. મૂળભૂત સિદ્ધાંત લાગુ રિવર્સ વોલ્ટેજ સાથે ડિપ્લેશન લેયરની પહોળાઈમાં થતા ફેરફાર પર આધારિત છે.

1. **Depletion as Dielectric:** ડિપ્લેશન રીણુયન કોઈ કરણ વહેવા દેતું નથી અને P-ટાઈપ અને N-ટાઈપ વાહક પ્રદેશો વચ્ચે ઇન્સ્યુલેટર (ડાઇલોકિટ્રક) તરીકે વર્તે છે.
2. **High Reverse Voltage:** જ્યારે રિવર્સ વોલ્ટેજ (V_R) વધે છે, ત્યારે ડિપ્લેશન લેયર પહોળું થાય છે. આ અસરકારક રીતે વાહક પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર (d) વધારે છે. કેપેસિટન્સ અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોવાથી ($C \propto \epsilon A/d$), જંકશન કેપેસિટન્સ ઘટે છે.
3. **Low Reverse Voltage:** જ્યારે રિવર્સ વોલ્ટેજ ઘટે છે, ત્યારે ડિપ્લેશન લેયર સાંકુદુ થાય છે. અંતર (d) ઘટે છે, જેના કારણે જંકશન કેપેસિટન્સ વધે છે.
4. **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 $C(0)$ જીરો-બાયસ કેપેસિટન્સ છે, V_B બેરિયર પોટેન્શિયલ છે (તી માટે આશરે 0.7V), અને n ડોપિંગ-આધારિત અચળાંક છે (એબ્રાટ જંકશન માટે 0.5). આ પુષ્ટિ કરે છે કે $C_T \propto \frac{1}{\sqrt{V_R}}$.

Characteristics: આવેખ 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 પ્લેટોને દૂર ખેંચવી).

5 Question 5

5.1 Question 5(a) [3 marks]

ટ્રાન્ઝિસ્ટરને 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:

1. **OFF State (Cut-off):** જ્યારે બેઝ-એમીટર જંકશન ફોરવર્ડ-બાયસ હોતું નથી ($\text{Input} = 0V$), ત્યારે કોઈ કલેક્ટર કર્ણ વહેતો નથી ($I_C = 0$). ટ્રાન્ઝિસ્ટર ખુલ્લી સ્વીચ (Open Switch) તરીકે કામ કરે છે. આઉટપુટ વોલ્ટેજ V_{CC} જેટલો હોય છે.
2. **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.

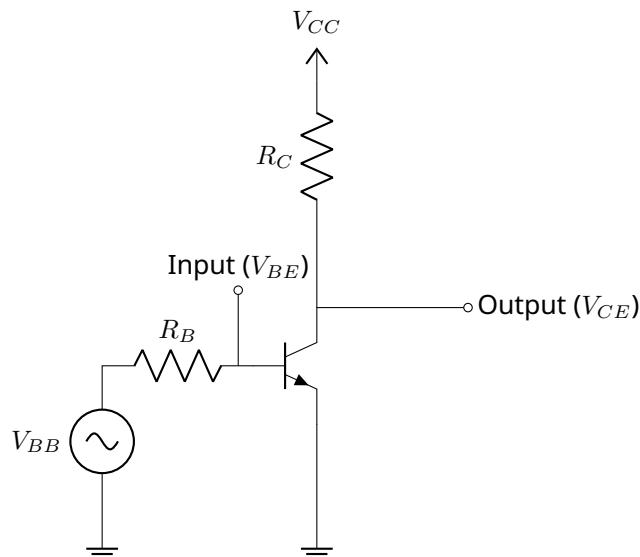
Mnemonic: *Cut-off = Open (No current); Saturation = Closed (Full current).*

5.2 Question 5(b) [4 marks]

NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું સામાન્ય એમીટર (CE) રૂપરેખાંકન અને તેની ઇનપુટ લાક્ષણિકતા દોરો.

5.2.1 Solution

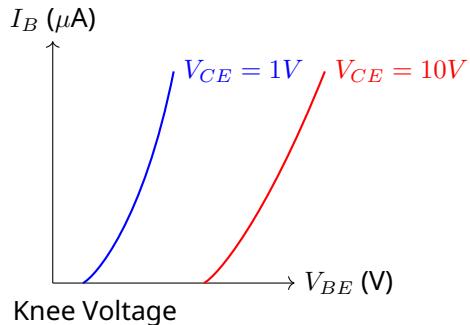
સામાન્ય એમીટર (Common Emitter - CE) કન્ફિગ્રેશનમાં, એમીટર ટર્મિનલ ઇનપુટ અને આઉટપુટ બંને માટે સામાન્ય હોય છે.



આકૃતિ 26: NPN Common Emitter રૂપરેખાંકન

Circuit Diagram:

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



આકૃતિ 27: CE કન્ફિગ્રેશનની ઇનપુટ લાક્ષણિકતાઓ

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

5.3 Question 5(c) [7 marks]

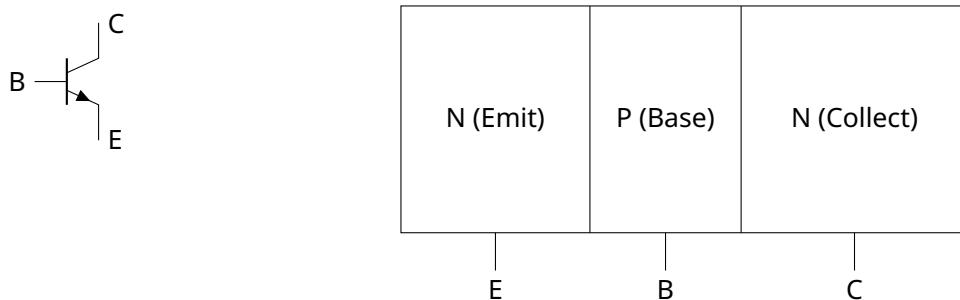
NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું સિમ્બોલ અને બાંધકામ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

5.3.1 Solution

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

Structure and Symbol:

- **Emitter (E):** હેવી ડોપિંગ ધરાવે છે, ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન કરે છે.
- **Base (B):** લાઇટ ડોપિંગ ધરાવે છે અને ખૂબ પાતળું હોય છે, કરણનું નિયંત્રણ કરે છે.
- **Collector (C):** મધ્યમ ડોપિંગ ધરાવે છે અને કદમાં મોટું હોય છે, ઇલેક્ટ્રોન એકનિત કરે છે.



આકૃતિ 28: NPN નું સિમ્બોલ અને બાંધકામ

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

1. **Injection:** ફોરવર્ક બાયસ (V_{BE}) ને કારણે N-ટાઈપ એમીટરમાંથી ઇલેક્ટ્રોન P-ટાઈપ બેઝમાં પ્રવેશે છે.

2. **Recombination:** બેઝ પાતળો અને હળવા ડોપિંગ વાળો હોવાથી, માત્ર થોડા ઇલેક્ટ્રોન (આશારે 2-5%) હોલ સાથે પુનઃસંયોજન પામી બેઝ કર્યા (I_B) બનાવે છે.
3. **Collection:** બાકીના મોટાભાગના ઇલેક્ટ્રોન (આશારે 95-98%) બેઝને પાર કરી કલેક્ટરના ઉત્ત્ચ પોઝિટિવ પોટેન્શિયલ (V_{CB}) દ્વારા આકષર્ય છે. તેઓ રિવર્સ-બાયસ જંક્શન પાર કરી કલેક્ટર કર્યા (I_C) બનાવે છે.
4. **Equation:** કુલ એમીટર કર્યા બેઝ અને કલેક્ટર કર્યાનો સરવાળો છે:

$$I_E = I_B + I_C$$

Mnemonic: NPN = 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 રૂપરેખાંકન ની સરખામણી કરો.

5.4.1 Solution

કોષ્ટક 1: ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ફિગરેશનની 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 ફિક્વન્સી સર્કિટ્સ	ઓડિયો એમ્પલિફિયર	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 કર્યાન ($\alpha < 1$) નથી. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે હાઈ ફિક્વન્સી એપ્લિકેશન અને લો સોર્સ અને હાઈ લોડ વર્ચ્યેના અવરોધ મેચિંગ (impedance matching) માટે થાય છે.
- **Common Emitter (CE):** આ સૌથી વધુ વપરાતું કન્ફિગરેશન છે કારણ કે તે ઉત્ત્ચ વોલ્ટેજ ગેઇન અને ઉત્ત્ચ કર્યાન (β) બંને પ્રદાન કરે છે. તેની પાસે મધ્યમ ઇનપુટ અને આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ છે. જો કે, તે ઇનપુટ અને આઉટપુટ સિગ્નલ વર્ચ્યે 180° નો ફેઝ શિફ્ટ રજૂ કરે છે. તે ઓડિયો એમ્પલિફિશન માટે પ્રમાણભૂત છે.
- **Common Collector (CC):** એમિટર ફોલોઅર તરીકે પણ ઓળખાય છે. તેની પાસે અત્યંત ઉત્ત્ચ ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ અને ઓછું આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ છે. તે કર્યાન પ્રદાન કરે છે પરંતુ વોલ્ટેજ ગેઇન નથી ($\text{ગેઇન} \approx 1$). તેનો ઉપયોગ ફક્ત સ્પીકર્સ જેવા લો-ઇમ્પીડન્સ લોડને ચલાવવા માટે ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ (બફર) સ્ટેગેસ માટે થાય છે.

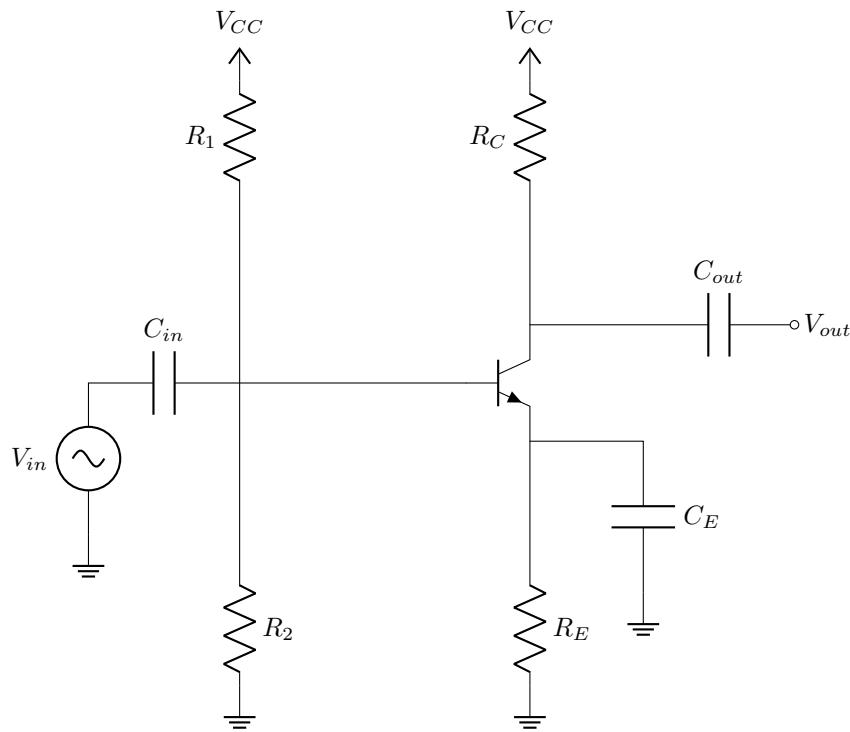
Mnemonic: CB (Base Common) = Voltage Gain; CC (Collector Common) = Current Gain (Buffer); CE (Emitter Common) = Power Gain (Best of Both).

5.5 Question 5(b) OR [4 marks]

ટ્રાન્ઝિસ્ટરને સિંગલ સ્ટેજ કોમન એમ્પલિફિયર તરીકે સમજાવો.

5.5.1 Solution

કોમન એમીટર (CE) એમ્પલિફિયર નભળા સિગ્નલને એમ્પલિફિય કરવા માટે CE કન્ફિગરેશનમાં ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરે છે.



આકૃતિ 29: Single Stage CE Amplifier

Circuit Diagram:**Working:**

- Biasing:** અવરોધકો R_1, R_2 ટ્રાન્ઝિસ્ટરને એકિટિવ રીજ્યુનમાં રાખવા માટે વોલ્ટેજ ડિવાઈડર બાયસ પ્રદાન કરે છે. R_E થર્મલ સ્થિરતા પૂરી પાડે છે.
- Input:** નબળું AC સિથલ કપેસિટર C_{in} દ્વારા પ્રવેશ છે, જે DC ને બલોક કરે છે.
- 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 ($I_c R_C$) ઉત્પન્ન કરે છે.
- Output:** એમલીફાઇડ આઉટપુટ વોલ્ટેજ કલેક્ટર પરથી લેવામાં આવે છે, પરંતુ તે ઇનપુટની સાપેક્ષમાં 180° ફેઝ શિક્ષણ થયેલ હોય છે.

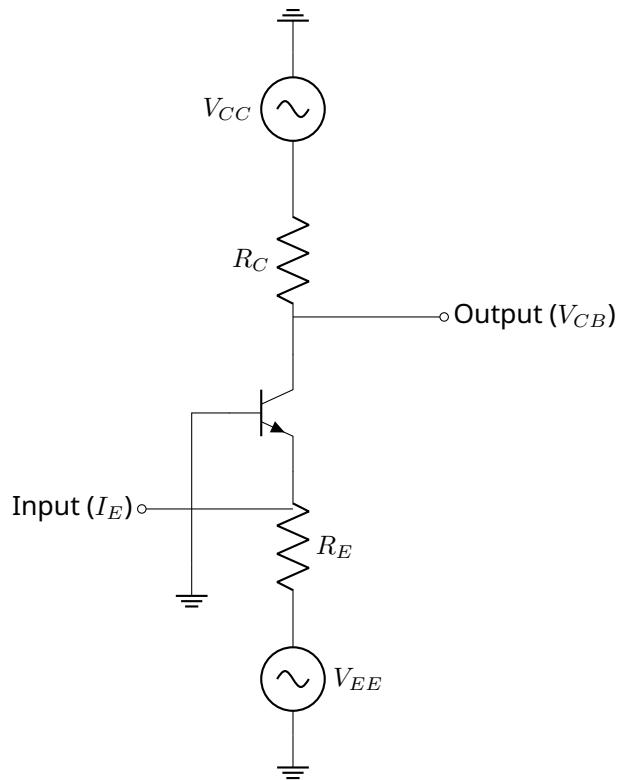
Mnemonic: *Weak Signal In → Large Current Swing → Large Voltage Drop → Strong Signal Out (Inverted).*

5.6 Question 5(c) OR [7 marks]

NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું સામાન્ય બેઝ (CB) રૂપરેખાંકન તેની ઇનપુટ-આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓ સાથે સમજાવો.

5.6.1 Solution

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

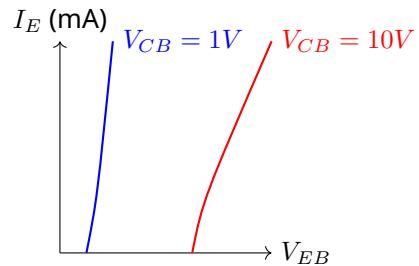


આકૃતિ 30: કોમન બેઝ કન્ફિગરેશન

Circuit Diagram:

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

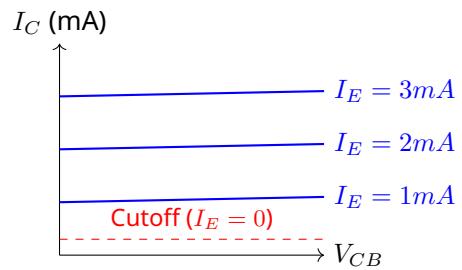
- એમીટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસ હોવાથી, વળાંક સામાન્ય ડાયોડની જેમ વર્તે છે. V_{EB} વધારતા I_E માં ઘરખમ વધારો થાય છે.
- V_{CB} ની અસર (Early Effect) નહિવત હોય છે પરંતુ V_{CB} વધારવાથી વળાંક થોડો ડાબી બાજુ ખસે છે.



આકૃતિ 31: CB ઇનપુટ લાક્ષણિકતાઓ

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

- 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 ડાયાન્ટિક 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.