

Fundamentals of Electronics (4311102) - Winter 2024 Solution

Milav Dabgar

January 18, 2024

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

Give the difference between Passive components and Active components

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 1. Passive vs Active Components

Passive Components	Active Components
ઓપરેટ થવા માટે બાહ્ય પાવર સોર્સની જરૂર નથી	ઓપરેટ થવા માટે બાહ્ય પાવર સોર્સની જરૂર પડે છે
સિગ્નલને એમ્પ્લીફાય કે પ્રોસેસ કરી શકતા નથી	સિગ્નલને એમ્પ્લીફાય, સ્વીચ કે પ્રોસેસ કરી શકે છે
ઉદાહરણ: Resistors, Capacitors, Inductors	ઉદાહરણ: Transistors, Diodes, ICs
અન્ય સિગ્નલ દ્વારા કરંટ ફ્લો નિયંત્રિત કરી શકતા નથી	અન્ય સિગ્નલનો ઉપયોગ કરીને કરંટ ફ્લો નિયંત્રિત કરી શકે છે
એનર્જી સ્ટોર કરે છે અથવા ડિસીપેટ (dissipate) કરે છે	એનર્જી જનરેટ કરે છે અથવા ગેઇન (gain) આપે છે

મેમરી ટ્રીક

"PAPER-A: "Passive Are Power-free, Energy-storing/Resistive; Active Are Amplifying""

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

Explain Working of Light dependent resistor with neat diagram.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 1. LDR Working Principle

LDR નું કાર્ય:

- **Construction:** LDR સેમિકન્ડક્ટર મટિરિયલ (સામાન્ય રીતે કેડમિયમ સલ્ફાઇડ) થી બનેલું છે જે અંધારામાં ઉચ્ચ રેઝિસ્ટન્સ ધરાવે છે
- **Photoconductivity:** જ્યારે સપાટી પર પ્રકાશ પડે છે, ત્યારે ફોટોન્સ ઇલેક્ટ્રોન્સને એનર્જી ટ્રાન્સફર કરે છે, જેનાથી ફ્રી ઇલેક્ટ્રોન-હોલ પેર સર્જાય છે
- **Resistance variation:** જેમ પ્રકાશની તીવ્રતા વધે છે તેમ રેઝિસ્ટન્સ નાટકીય રીતે ઘટે છે - અંધારામાં મેગાઓહ્મથી તેજસ્વી પ્રકાશમાં થોડા સો ઓહ્મ સુધી
- **Applications:** લાઇટ સેન્સિંગ સર્કિટ્સ, ઓટોમેટિક સ્ટ્રીટ લાઇટ્સ, કેમેરા એક્સપોઝર કંટ્રોલ

મેમરી ટ્રીક

``MILD: "More Illumination, Less resistance in Devices"``

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

Define Intrinsic and Extrinsic Semiconductor. Explain P type and N type semiconductors in detail.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 2. Semiconductor Types

Semiconductor Type	વર્ણન
Intrinsic	શુદ્ધ સેમિકન્ડક્ટર મટિરિયલ જેમાં કોઈ અશુદ્ધિ ઉમેરવામાં આવતી નથી
Extrinsic	સેમિકન્ડક્ટર જેમાં ડોપિંગ દ્વારા નિયંત્રિત અશુદ્ધિઓ ઉમેરવામાં આવે છે

P-type Semiconductor:

- **Doping:** શુદ્ધ સિલિકોનમાં ટ્રાયવેલન્ટ અશુદ્ધિઓ (બોરોન, ગેલિયમ, ઈન્ડિયમ) ઉમેરીને બનાવવામાં આવે છે
- **Hole creation:** દરેક અશુદ્ધિ પરમાણુ વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારીને એક હોલ બનાવે છે
- **Majority carriers:** હોલ્સ મેજોરિટી કેરિયર્સ છે
- **Minority carriers:** ઇલેક્ટ્રોન્સ માઈનોરિટી કેરિયર્સ છે
- **Electrical properties:** પોઝિટિવ ચાર્જ કેરિયર્સ વહન પર પ્રભુત્વ ધરાવે છે

N-type Semiconductor:

- **Doping:** શુદ્ધ સિલિકોનમાં પેન્ટાવેલન્ટ અશુદ્ધિઓ (ફોસ્ફરસ, આર્સેનિક, એન્ટિમોની) ઉમેરીને બનાવવામાં આવે છે
- **Electron creation:** દરેક અશુદ્ધિ પરમાણુ એક વધારાનો ઇલેક્ટ્રોન દાન કરે છે
- **Majority carriers:** ઇલેક્ટ્રોન્સ મેજોરિટી કેરિયર્સ છે
- **Minority carriers:** હોલ્સ માઈનોરિટી કેરિયર્સ છે
- **Electrical properties:** નેગેટિવ ચાર્જ કેરિયર્સ વહન પર પ્રભુત્વ ધરાવે છે

Diagram:

N-Type

Pentavalent Impurity (Donor)

P-Type

Trivalent Impurity (Acceptor)

આકૃતિ 2. Semiconductor Doping

મેમરી ટ્રીક

``PINE: "Positive Impurities make N-type Electrons, Pentavalent donors"``

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

What is filter circuit? Give type and necessity of Filter and Explain "PI" Filter circuit in brief.

જવાબ

જવાબ:

Filter Circuit: ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ જે સિગ્નલમાંથી અનિચ્છનીય ફ્રિક્વન્સી કમ્પોનન્ટ્સને દૂર કરે છે, અને ઇચ્છિત ફ્રિક્વન્સીઝને પસાર થવા દે છે. ફિલ્ટર્સની જરૂરિયાત:

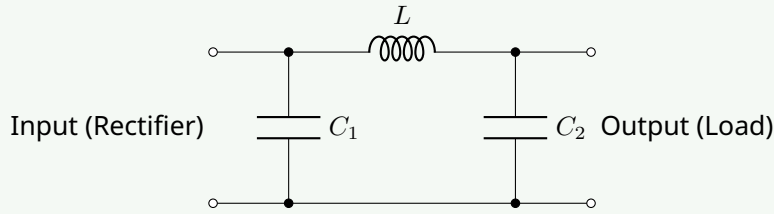
- **Ripple reduction:** રેક્ટિફાયર આઉટપુટમાંથી AC રિપલ ઘટાડે છે
- **Clean DC:** સ્મૂથ DC આઉટપુટ વોલ્ટેજ પ્રદાન કરે છે
- **Component protection:** વોલ્ટેજ ફ્લક્ચ્યુએશનથી ડાઉનસ્ટ્રીમ કમ્પોનન્ટ્સનું રક્ષણ કરે છે
- **Efficiency:** એકંદર પાવર સપ્લાય કાર્યક્ષમતા સુધારે છે

ફિલ્ટર્સના પ્રકારો:

કોષ્ટક 3. Filter Types

Filter Type	Components	Application
Shunt Capacitor	સમાંતરમાં સિંગલ કેપેસિટર	બેઝિક ફિલ્ટરિંગ
L-Type	ઇન્ડક્ટર અને કેપેસિટર	વધુ સારું ફિલ્ટરિંગ
Π (Pi) Filter	બે કેપેસિટર અને એક ઇન્ડક્ટર	શ્રેષ્ઠ ફિલ્ટરિંગ
RC Filter	રેઝિસ્ટર અને કેપેસિટર	લો-પાવર એપ્લિકેશન્સ

Pi (Π) Filter:



આકૃતિ 3. Pi Filter Circuit

- **Working:** પ્રથમ કેપેસિટર (C_1) પ્રારંભિક રિપલ ઘટાડે છે, ઇન્ડક્ટર (L) AC કમ્પોનન્ટ્સ બ્લોક કરે છે, બીજું કેપેસિટર (C_2) બાકીના રિપલ્સને ફિલ્ટર કરે છે
- **Advantage:** સામાન્ય રીતે 0.5% ની નીચે રિપલ ફેક્ટર સાથે શ્રેષ્ઠ ફિલ્ટરિંગ પ્રદાન કરે છે
- **Applications:** હાઈ-કરંટ પાવર સપ્લાયમાં વપરાય છે જ્યાં ક્લીન DC મહત્વપૂર્ણ છે

મેમરી ટ્રીક

“PIRO: “Pi filters Input Ripples Out effectively””

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

Write down different types of capacitors and explain any two.

જવાબ

જવાબ:

Capacitors ના પ્રકારો:

- Ceramic capacitors
- Electrolytic capacitors
- Tantalum capacitors
- Film capacitors
- Mica capacitors
- Variable capacitors

Ceramic Capacitors:

- **Construction:** ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે સિરામિક મટિરિયલ મેટલ પ્લેટ્સ વચ્ચે

- **Capacity:** 1pF થી 1μF
- **Advantages:** ઓછી કિંમત, ઉચ્ચ સ્થિરતા, નોન-પોલરાઇઝડ (non-polarized)
- **Applications:** હાઇ-ફ્રિક્વન્સી ફિલ્ટરિંગ, કપલિંગ/ડીકપલિંગ

Electrolytic Capacitors:

- **Construction:** એલ્યુમિનિયમ ફોઇલ સાથે ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે ઓક્સાઇડ લેયર
- **Capacity:** 1μF થી 10,000μF
- **Characteristics:** પોલરાઇઝડ, વધારે લીકેજ કરંટ
- **Applications:** પાવર સપ્લાય ફિલ્ટરિંગ, ઓડિયો કપલિંગ

મેમરી ટ્રીક

“CAPEX: "Ceramics Are Precise, Electrolytics Expand capacity"”

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

Explain air core and toroidal inductor.

જવાબ

જવાબ:

Air Core Inductor:

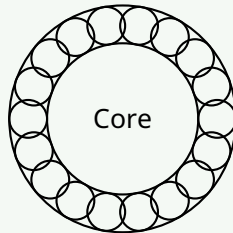


Air Core (Solenoid)

આકૃતિ 4. Air Core Inductor

- **Construction:** નોન-મેગ્નેટિક મટિરિયલ (પ્લાસ્ટિક, હવા) ફરતે વાયર વીંટાળેલો હોય છે
- **Properties:** ઓછું ઇન્ડક્ટન્સ, મેગ્નેટિક કોર સેચ્યુરેશન નથી
- **Applications:** હાઇ-ફ્રિક્વન્સી સર્કિટ્સ, RF એપ્લિકેશન્સ
- **Advantages:** કોર લોસ નથી, લીનિયર ઓપરેશન, સેચ્યુરેશન નથી

Toroidal Inductor:



Wire Turns

આકૃતિ 5. Toroidal Inductor

- **Construction:** રિંગ આકારના મેગ્નેટિક કોર ફરતે વાયર વીંટાળેલો હોય છે
- **Properties:** ઉચ્ચ ઇન્ડક્ટન્સ, સેલ્ફ-શિલ્ડિંગ મેગ્નેટિક ફિલ્ડ
- **Applications:** પાવર સપ્લાય, ફિલ્ટર્સ, ટ્રાન્સફોર્મર્સ
- **Advantages:** ઓછું ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ટરફિયરન્સ, કાર્યક્ષમ ફ્લક્સ કન્ટેનમેન્ટ

મેમરી ટ્રીક

“TACO: "Toroids Are Contained, Omnidirectional field reduction"”

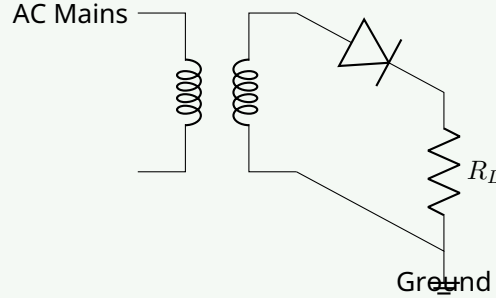
પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

Explain Half wave rectifier and Compare different rectifier circuits.

જવાબ

જવાબ:

Half Wave Rectifier:



આકૃતિ 6. Half Wave Rectifier

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન: ડાયોડ કન્ડક્ટ કરે છે, લોડમાંથી કરંટ વહે છે
- નેગેટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન: ડાયોડ બ્લોક કરે છે, કોઈ કરંટ વહેતો નથી
- આઉટપુટમાં ઇનપુટ વેવફોર્મની માત્ર પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ હોય છે

Rectifiers ની સરખામણી:

કોષ્ટક 4. Rectifier Comparison

Parameter	Half Wave	Full Wave (Center-Tap)	Bridge Rectifier
Diodes required	1	2	4
Output frequency	$f_1 = f_{in}$	$f_2 = 2 \times f_{in}$	$f_2 = 2 \times f_{in}$
Ripple factor	1.21	0.48	0.48
Efficiency	40.6%	81.2%	81.2%
PIV	$2V_m$	$2V_m$	V_m
TUF	0.287	0.693	0.812
DC output	V_m/π	$2V_m/\pi$	$2V_m/\pi$

મેમરી ટ્રીક

“BRIEF: “Bridge Rectifiers Improve Efficiency Fundamentally””

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

Write down different capacitor specifications and explain any two in detail.

જવાબ

જવાબ:

Capacitor Specifications:

- Capacitance value
- Voltage rating
- Tolerance
- Temperature coefficient

- ESR (Equivalent Series Resistance)
- Leakage current
- Dielectric type

Capacitance Value:

- **Definition:** પ્રતિ વોલ્ટ સ્ટોર કરેલો ઇલેક્ટ્રિક ચાર્જ જથ્થો
- **Units:** ફેરાડ (F) માં મપાય છે, સામાન્ય રીતે માઇક્રોફેરાડ્સ (μF), નેનોફેરાડ્સ (nF), અથવા પીકોફેરાડ્સ (pF)
- **Importance:** કપલિંગ, ફિલ્ટરિંગ, ટાઇમિંગ માટે એપ્લિકેશન યોગ્યતા નક્કી કરે છે
- **Marking:** કમ્પોનન્ટ પર સીધું પ્રિન્ટેડ અથવા કલર-કોડેડ

Voltage Rating:

- **Definition:** બ્રેકડાઉન વિના એપ્લાય કરી શકાતો મહત્તમ વોલ્ટેજ
- **Specification:** વર્કિંગ વોલ્ટેજ (WVDC) અને સર્જ વોલ્ટેજ
- **Importance:** રેટિંગ વટાવવાથી ડાઇઇલેક્ટ્રિક બ્રેકડાઉન અને ફેલ્યોર થાય છે
- **Safety factor:** સામાન્ય રીતે સર્કિટ વોલ્ટેજ કરતા 50% વધારે રેટિંગવાળા કેપેસિટર વાપરો

મેમરી ટ્રીક

“CAVERN: "Capacitance And Voltage Ensure Reliable Network"”

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

Explain classification of Resistor based on materials.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 5. Resistor Classification

Resistor Type	Material	Properties	Applications
Carbon Composition	Carbon particles + Ceramic binder	High temperature coefficient, noisy	General purpose, surge protection
Carbon Film	Carbon film on ceramic	Better stability than carbon composition	General purpose circuits
Metal Film	Nickel chromium film on ceramic	Low noise, stable, precise	Audio circuits, instrumentation
Wire Wound	Resistance wire around ceramic	High power, low temperature coefficient	Power supplies, high current applications
Metal Oxide	Metal oxide film on ceramic	Stable, high temperature tolerance	High stability applications, power supplies

Carbon Film Resistors ની લાક્ષણિકતાઓ:

- Temperature coefficient: -250 to 500 ppm/°C
- Tolerance: 5% to 10%
- Noise: મધ્યમ થી ઓછું

Metal Film Resistors ની લાક્ષણિકતાઓ:

- Temperature coefficient: 50 to 100 ppm/°C
- Tolerance: 0.1% to 2%
- Noise: ખૂબ ઓછું

મેમરી ટ્રીક

“COMFORT: "Carbon Offers Moderate Films, Others Resist Temperature better"”

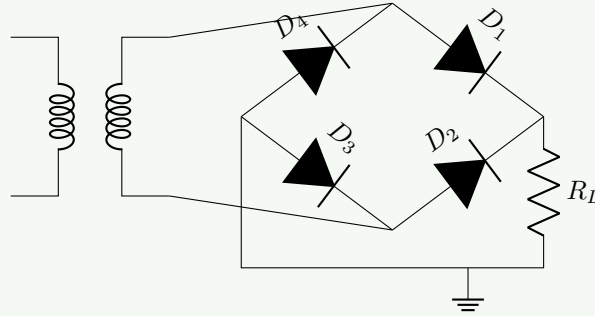
પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

Explain full wave bridge and center tapped rectifier with diagram and waveform.

જવાબ

જવાબ:

Full Wave Bridge Rectifier:

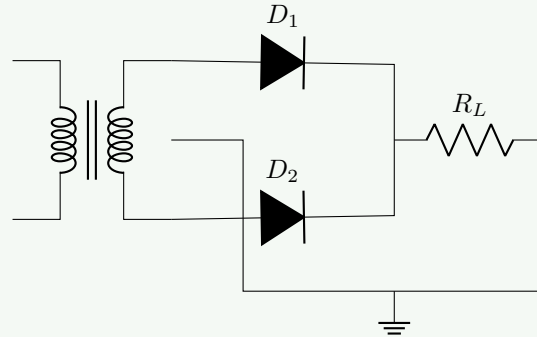


આકૃતિ 7. Full Wave Bridge Rectifier

કાર્ય:

- **Positive half-cycle:** D_1 અને D_3 કન્ડક્ટ કરે છે, લોડમાંથી કરંટ વહે છે
- **Negative half-cycle:** D_2 અને D_4 કન્ડક્ટ કરે છે, કરંટ લોડમાંથી સમાન દિશામાં વહે છે
- **Output:** ઇનપુટની બંને હાફ-સાયકલ પોઝિટિવ આઉટપુટમાં રૂપાંતરિત થાય છે

Center Tapped Full Wave Rectifier:

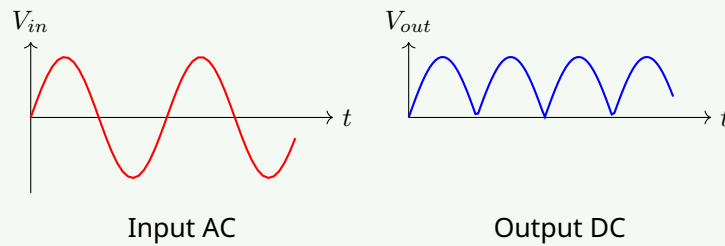


આકૃતિ 8. Center Tapped Rectifier

કાર્ય:

- **Positive half-cycle:** D_1 કન્ડક્ટ કરે છે, D_2 બ્લોક કરે છે
- **Negative half-cycle:** D_2 કન્ડક્ટ કરે છે, D_1 બ્લોક કરે છે
- **Output:** ઇનપુટની બંને હાફ-સાયકલ પોઝિટિવ આઉટપુટમાં રૂપાંતરિત થાય છે

Waveforms:



આકૃતિ 9. Input and Output Waveforms

મેમરી ટ્રીક

“FOUR-TWO: "FOUR diodes for Bridge, TWO diodes for Center-Tap"”

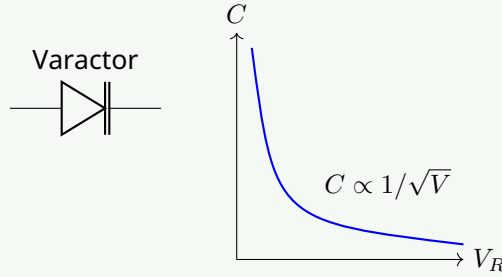
પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

Explain the characteristic of Varactor diode.

જવાબ

જવાબ:

Varactor Diode Characteristics:



આકૃતિ 10. Varactor Diode C-V Curve

- **Operating principle:** જંકશન કેપેસિટન્સ રિવર્સ બાયસ વોલ્ટેજ સાથે બદલાય છે
- **C-V relationship:** જેમ રિવર્સ વોલ્ટેજ વધે છે તેમ કેપેસિટન્સ ઘટે છે
- **Tuning ratio:** સામાન્ય રીતે 4:1 થી 10:1 કેપેસિટન્સ ભિન્નતા
- **Applications:** વોલ્ટેજ-કંટ્રોલ્ડ ઓસિલેટર (VCO), FM મોડ્યુલેશન, ટ્યુનિંગ સર્કિટ્સ

મેમરી ટ્રીક

“VARA: "Voltage Adjusts Reverse-biased capacitance Automatically"”

પ્રશ્ન 3(b) [3 ગુણ]

State and explain Faraday's laws of electromagnetic induction.

જવાબ

જવાબ:

Faraday's Laws of Electromagnetic Induction:

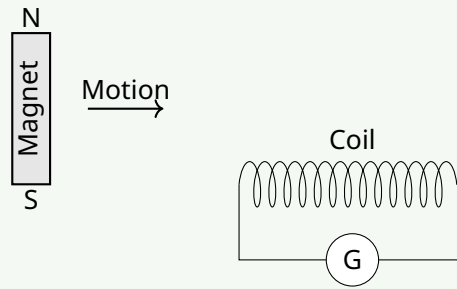
First Law:

- **Statement:** જ્યારે કોઈ કંડકતર મેગ્નેટિક ફ્લક્સને કાપે છે, ત્યારે કંડકતરમાં EMF પ્રેરિત થાય છે
- **Mathematical expression:** $EMF \propto$ મેગ્નેટિક ફ્લક્સના ફેરફારનો દર
- **Application:** જનરેટર, ટ્રાન્સફોર્મર, ઇન્ડક્ટરનો આધાર

Second Law:

- **Statement:** પ્રેરિત EMF નું મૂલ્ય મેગ્નેટિક ફ્લક્સ લિંકેજના ફેરફારના દર જેટલું હોય છે
- **Mathematical expression:** $EMF = -N \times (d\Phi/dt)$
 - જ્યાં: N = આંટાઓની સંખ્યા, $d\Phi/dt$ = ફ્લક્સના ફેરફારનો દર
- **Negative sign:** દિશા સૂચવે છે (Lenz's Law) - પ્રેરિત કરંટ ફેરફારનો વિરોધ કરે છે

Diagram:



આકૃતિ 11. Electromagnetic Induction

મેમરી ટ્રીક

``FACE: "Flux Alteration Creates Electricity"``

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

Compare different Transistor Configurations.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 6. Transistor Configurations Comparison

Parameter	Common Emitter (CE)	Common Base (CB)	Common Collector (CC)
Input Terminal	Base	Emitter	Base
Output Terminal	Collector	Collector	Emitter
Common Terminal	Emitter	Base	Collector
Current Gain	$\beta = I_C/I_B$ (20-500)	$\alpha = I_C/I_E$ (0.95-0.99)	$\gamma = I_E/I_B (\beta + 1)$
Voltage Gain	High (250-1000)	Medium (150-800)	Less than 1
Input Impedance	મધ્યમ (1-2k Ω)	ઓછું (30-150 Ω)	વધારે (50-500k Ω)
Output Impedance	વધારે (30-50k Ω)	ખૂબ વધારે (250k Ω -1M Ω)	ઓછું (50-100 Ω)
Phase Shift	180°	0°	0°
Applications	Amplifiers, oscillators	RF amplifiers	Impedance matching, buffers

 α , β અને γ વચ્ચેનો સંબંધ:

- $\beta = \alpha/(1 - \alpha)$
- $\alpha = \beta/(1 + \beta)$
- $\gamma = \beta + 1$

મેમરી ટ્રીક

``BEC: "Base input for Emitter output needs Collector as common terminal"``

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

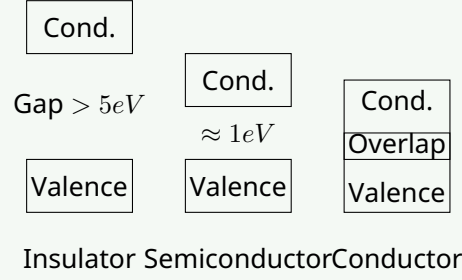
What is forbidden energy gap? Draw the energy band diagram for insulator, conductor and semiconductor.

જવાબ

જવાબ:

Forbidden Energy Gap: સોલિડ મટિરિયલમાં એનર્જી રેન્જ જ્યાં કોઈ ઇલેક્ટ્રોન સ્ટેટ્સ અસ્તિત્વમાં નથી, જે વેલેન્સ બેન્ડને કન્ડક્શન બેન્ડથી અલગ કરે છે.

Energy Band Diagrams:



આકૃતિ 12. Energy Band Diagrams

- **Insulator:** મોટો ફોર્બિડન ગેપ ($> 5eV$) ઇલેક્ટ્રોનને કન્ડક્શન બેન્ડ સુધી પહોંચતા અટકાવે છે
- **Conductor:** ઓવરલેપિંગ બેન્ડ્સ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન હિલચાલને મંજૂરી આપે છે
- **Semiconductor:** નાનો ગેપ ($\approx 1eV$) રૂમ તાપમાને અથવા જ્યારે ઉત્તેજિત થાય ત્યારે કેટલાક ઇલેક્ટ્રોનને કોસ કરવાની મંજૂરી આપે છે

મેમરી ટ્રીક

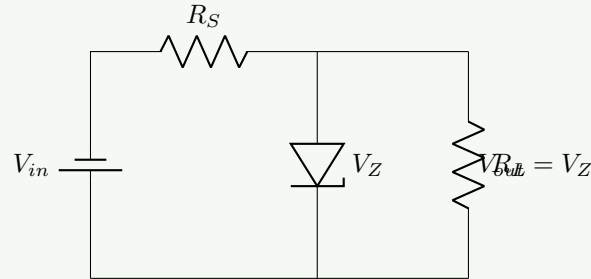
“IBCS: “Insulators Block, Conductors Share, Semiconductors have gap Between””

પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

Explain the function of Zener diode as a voltage regulator

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 13. Zener Voltage Regulator

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- **Normal operation:** ઝેનર ડાયોડ રિવર્સ બાયર્સડ હોય છે અને જ્યારે વોલ્ટેજ બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ સુધી પહોંચે ત્યારે કંડક્ટ કરે છે
- **Voltage regulation:** જ્યારે ઇનપુટ વોલ્ટેજ વધે છે, ત્યારે ઝેનર ડાયોડમાંથી વધુ કરંટ વહે છે, તેની ખાતરી કરે છે કે તેની આસપાસ વોલ્ટેજ અચળ રહે
- **Load variation:** જ્યારે લોડ વધુ કરંટ ખેંચે છે, ત્યારે ઝેનરમાંથી ઓછો કરંટ વહે છે, વોલ્ટેજ સ્થિર રાખે છે
- **Series resistor:** કરંટને મર્યાદિત કરે છે અને વધારાનો વોલ્ટેજ ડ્રોપ કરે છે

સર્કિટ બિહેવિયર:

- $V_{out} = V_Z$ (Zener બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ)
- $I_Z = (V_{in} - V_Z)/R - I_L$

મેમરી ટ્રીક

``SERZ: "Series resistor Enables Regulation with Zener"``

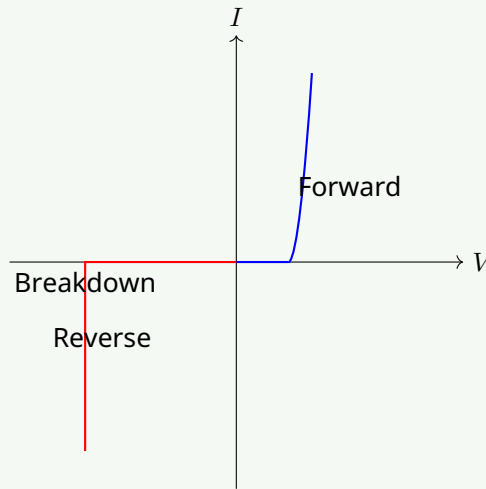
પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

Explain V-I char of P-N junction diode and give comparison between P-N junction diode and Zener diode.

જવાબ

જવાબ:

P-N Junction Diode ની V-I Characteristics:



આકૃતિ 14. Diode V-I Characteristics

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- **Forward bias:** ની (knee) વોલ્ટેજ (સિલિકોન માટે $\approx 0.7V$) વટાવ્યા પછી સરળતાથી કંડકત કરે છે
- **Reverse bias:** બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ સુધી ખૂબ ઓછો લીકેજ કરે
- **Breakdown region:** ઉચ્ચ રિવર્સ વોલ્ટેજ પર થાય છે, સામાન્ય ડાયોડ્સમાં નુકસાન પહોંચાડે છે

P-N Junction Diode vs. Zener Diode:

કોષ્ટક 7. Comparison P-N vs Zener

Parameter	P-N Junction Diode	Zener Diode
Symbol	સ્ટાન્ડર્ડ ડાયોડ સિમ્બોલ	Z-સિમ્બોલ ડાયોડ
Forward operation	સરળતાથી કંડકત કરે છે	સામાન્ય ડાયોડ જેવું જ
Reverse breakdown	ઉચ્ચ વોલ્ટેજ પર, નુકસાન કરે છે	નિયંત્રિત, નોન-ડિસ્ટ્રક્ટિવ
Doping level	મધ્યમ	હેવી ડોપ્ડ (Heavily doped)
Operating region	ફોરવર્ડ બાયર્સ	રિવર્સ બાયર્સ (બ્રેકડાઉન રીજન)
Applications	રેક્ટિફિકેશન, સ્વિચિંગ	વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન, રેફરન્સ
Breakdown mechanism	એવેલાન્ચ (Avalanche)	ઝેનર ઇફેક્ટ અને એવેલાન્ચ
Temperature coefficient	નેગેટિવ	પોઝિટિવ અથવા નેગેટિવ હોઈ શકે

મેમરી ટ્રીક

``FORD: "Forward Operation for Rectifiers, Diodes; reverse operation for Zeners"``

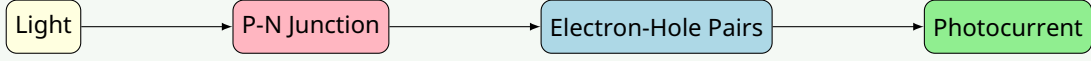
પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

Describe working principle of Photodiode.

જવાબ

જવાબ:

Photodiode નો કાર્ય સિદ્ધાંત:



આકૃતિ 15. Photodiode Flow

- **Construction:** પારદર્શક વિન્ડો અથવા લેન્સ સાથે P-N જંકશન ડાયોડ
- **Operation:** લાઇટ ડિટેક્શન માટે રિવર્સ બાયસડ ઓપરેશન
- **Photon absorption:** આવતા ફોટોન્સ ડિપ્લેશન રીજનમાં ઇલેક્ટ્રોન-હોલ પેર બનાવે છે
- **Current generation:** ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ કેરિયર્સને સંબંધિત ટર્મિનલ્સ તરફ ધકેલે છે, જેનાથી ફોટોકરંટ સર્જાય છે
- **Light sensitivity:** કરંટ પ્રકાશની તીવ્રતાના પ્રમાણમાં હોય છે

મેમરી ટ્રીક

“LIGER: "Light Induces Generation of Electrons in Reverse-bias"”

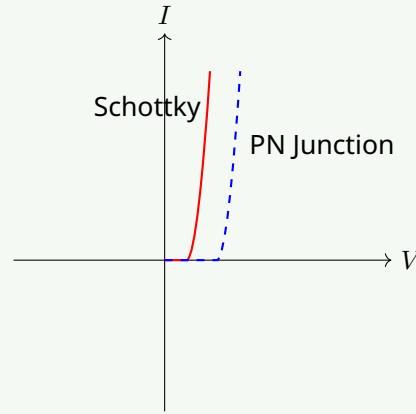
પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

Explain the characteristic of Schottky barrier diode.

જવાબ

જવાબ:

Schottky Barrier Diode Characteristics:



આકૃતિ 16. Schottky vs PN Junction

- **Low forward voltage drop:** સિલિકોન PN જંકશન માટે 0.7V ની સરખામણીમાં 0.2-0.3V
- **Fast switching:** માઇનોરિટી કેરિયર સ્ટોરેજ નથી, ઓછામાં ઓછો રિવર્સ રિકવરી ટાઇમ
- **Construction:** P-N જંકશનને બદલે મેટલ-સેમિકન્ડક્ટર જંકશન
- **No reverse recovery time:** મેજોરિટી કેરિયર ડિવાઇસ (સ્ટોર્ડ ચાર્જ નથી)
- **Applications:** હાઇ-ફ્રિકવન્સી એપ્લિકેશન્સ, પાવર સપ્લાયમાં રેક્ટિફાયર

મેમરી ટ્રીક

“FAST: “Forward voltage low, Allows Switching Timely”

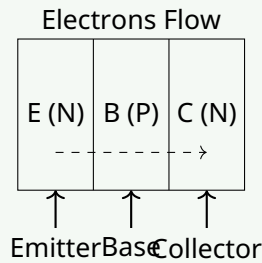
પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

Explain working principle of PNP and NPN transistor.

જવાબ

જવાબ:

NPN Transistor Structure and Working:



આકૃતિ 17. NPN Structure

- **Biasing:** ઇમિટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસ્ડ, કલેક્ટર-બેઝ જંકશન રિવર્સ બાયસ્ડ
- **Current flow:** ઇલેક્ટ્રોન્સ ઇમિટરથી કલેક્ટરમાં પાતળા બેઝ વિસ્તાર દ્વારા વહે છે
- **Amplification principle:** નાનો બેઝ કરંટ મોટા કલેક્ટર કરંટને નિયંત્રિત કરે છે
- **Current relationship:** $I_E = I_B + I_C$
- **Majority carriers:** ઇલેક્ટ્રોન્સ

PNP Transistor Structure and Working:

- **Biasing:** ઇમિટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસ્ડ, કલેક્ટર-બેઝ જંકશન રિવર્સ બાયસ્ડ
- **Current flow:** હોલ્સ ઇમિટરથી કલેક્ટરમાં પાતળા બેઝ વિસ્તાર દ્વારા વહે છે
- **Amplification principle:** નાનો બેઝ કરંટ મોટા કલેક્ટર કરંટને નિયંત્રિત કરે છે
- **Current relationship:** $I_E = I_B + I_C$
- **Majority carriers:** હોલ્સ
- **Current direction:** NPN ની વિરુદ્ધ (ઇમિટરથી કલેક્ટર સુધી કન્વેન્શનલ કરંટ)

મેમરી ટ્રીક

“NPNP: “Negative carriers in NPN, Positive carriers in PNP”

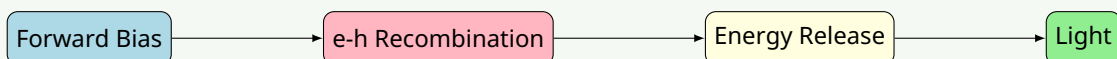
પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

Describe working principle of LED.

જવાબ

જવાબ:

LED નો કાર્ય સિદ્ધાંત:



આકૃતિ 18. LED Principle

- **Construction:** ડાયરેક્ટ બેન્ડગેપ સેમિકન્ડક્ટર મટિરિયલ્સથી બનેલું P-N જંકશન
- **Forward biasing:** n-રીજનમાંથી ઇલેક્ટ્રોન્સ અને p-રીજનમાંથી હોલ્સ જંકશન પર રિકમ્બાઇન રિપ્લેસ થાય છે
- **Recombination:** ઇલેક્ટ્રોન્સ કન્ડકશન બેન્ડમાંથી વેલેન્સ બેન્ડમાં આવે છે
- **Energy emission:** રિકમ્બિનેશન દરમિયાન મુક્ત થતી એનર્જી ફોટોન્સ (પ્રકાશ) ફેલાવે છે

મેમરી ટ્રીક

``REBEL: "Recombination of Electrons and holes By Energetic Light emission"``

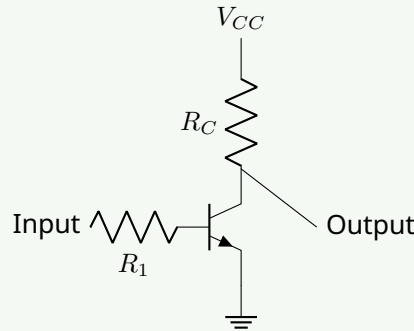
પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

Explain function of transistor as switch in cut off and application of saturation region.

જવાબ

જવાબ:

Transistor as a Switch:



આકૃતિ 19. Transistor Switch Circuit

Cut-off Region (Switch OFF):

- **Base voltage:** 0.7V થી નીચે (સિલિકોન માટે)
- **Base current:** લગભગ શૂન્ય
- **Collector current:** લગભગ શૂન્ય
- **Collector-emitter voltage:** સપ્લાય વોલ્ટેજ જેટલો
- **Applications:** લોજિક ગેટ્સ, ડિજિટલ સર્કિટ્સ, રિલે ડ્રાઇવર્સ

Saturation Region (Switch ON):

- **Base voltage:** 0.7V થી ઘણું ઉપર
- **Base current:** લઘુત્તમ V_{CE} સુનિશ્ચિત કરવા માટે પૂરતો
- **Collector current:** મહત્તમ (કલેક્ટર રેઝિસ્ટર દ્વારા મર્યાદિત)
- **Collector-emitter voltage:** ખૂબ ઓછો (0.2V - 0.3V)
- **Applications:** ડિજિટલ સ્વીચ, મોટર ડ્રાઇવર, LED ડ્રાઇવર

મેમરી ટ્રીક

``COSI: "Cutoff Opens Switch, Input saturates to close"``

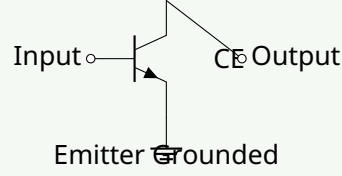
પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

Explain common emitter (CE) configuration of Transistor. Derive relation between β and β_{AC} for transistor amplifier.

જવાબ

જવાબ:

Common Emitter Configuration:



આકૃતિ 20. CE Configuration

લાક્ષણિકતાઓ:

- **Input/Output:** Base / Collector
- **Gains:** High Current (β), High Voltage
- **Impedance:** Medium Input, High Output

 α અને β વચ્ચેનો સંબંધ:

વ્યાખ્યા પ્રમાણે:

- $\alpha = I_C / I_E$
- $\beta = I_C / I_B$

કિરચોફના કરંટ લો પરથી:

$$I_E = I_B + I_C$$

 I_E વડે ભાગતા:

$$1 = \frac{I_B}{I_E} + \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_B}{I_E} + \alpha$$

$$\frac{I_B}{I_E} = 1 - \alpha$$

હવે,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_C / I_E}{I_B / I_E} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

મેમરી ટ્રીક

“BEAR: "Beta Equals Alpha divided by (1-alpha) Relation"”

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

What do you mean by E-waste? What are the different methods of E-waste disposal?

જવાબ

જવાબ:

E-waste (ઇલેક્ટ્રોનિક વેસ્ટ): ત્યજાયેલા ઇલેક્ટ્રોનિક ડિવાઇસ અને કમ્પોનન્ટ્સ જે તેમના જીવનકાળનાં અંતે પહોંચ્યા છે અથવા હવે ઉપયોગી નથી. ઇ-વેસ્ટ નિકાલની પદ્ધતિઓ:

કોષ્ટક 8. Disposal Methods

Disposal Method	Description
Recycling	મૂલ્યવાન સામગ્રી જેમ કે ધાતુઓ, પ્લાસ્ટિકને પુનઃઉપયોગ માટે અલગ કરવી
Landfilling	નિયુક્ત લેન્ડફિલ્સમાં નિકાલ (ભલામણ કરાતી નથી)
Incineration	ઉચ્ચ તાપમાને કચરાનું દહન (ઝેરી ઉત્સર્જન બનાવે છે)
Reuse/Refurbishment	વિસ્તારિત ઉપયોગ માટે રિપેરિંગ અને અપગ્રેડિંગ
Extended Producer Responsibility	ઉત્પાદકો પાછા લે અને નિકાલ સંભાળે છે

મેમરી ટ્રીક

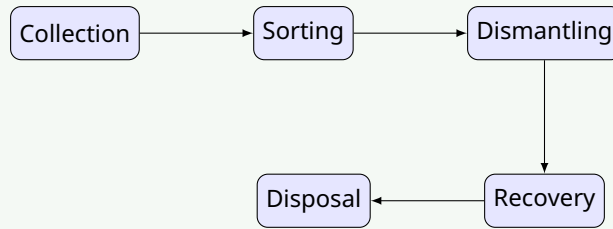
“RIPER: "Recycling Is Preferable to Environmentally-harmful Remedies"”

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

Explain methods of handling electronic waste with examples.

જવાબ

જવાબ:
ઇલેક્ટ્રોનિક વેસ્ટ હેન્ડલિંગની પદ્ધતિઓ:



આકૃતિ 21. E-waste Handling Flow

- **Collection and Segregation:** સમર્પિત ડબ્બાઓ, મિશ્રણ અટકાવે છે (દા.ત., ઇ-વેસ્ટ બિન્સ).
- **Dismantling and Resource Recovery:** PCBs માંથી સોનું/કોપર રિકવર કરવું.
- **Refurbishment and Reuse:** જૂના કમ્પ્યુટર્સની મરામત.
- **Proper Disposal:** જોખમી ભાગો માટે વિશેષ ટ્રીટમેન્ટ (મર્ક્યુરી).

મેમરી ટ્રીક

“CREED: "Collect, Recover, Extract, Extend, Dispose safely"”

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

What is ripple factor? Derive the equation of the ripple factor for rectifier.

જવાબ

જવાબ:

Ripple Factor: આઉટપુટમાં AC કમ્પોનન્ટના RMS મૂલ્ય અને DC કમ્પોનન્ટનો ગુણોત્તર ($\gamma = V_{AC}/V_{DC}$).

હાફ વેવ રેક્ટિફાયર માટે તારવણી:

ધારો કે $v = V_m \sin \omega t$.

Step 1: DC કમ્પોનન્ટ (એવરેજ વેલ્યુ) શોધો

$$V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{V_m}{\pi}$$

Step 2: RMS વેલ્યુ શોધો

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m^2 \sin^2 \omega t d(\omega t)} = \frac{V_m}{2}$$

Step 3: AC કમ્પોનન્ટ શોધો

$$V_{AC} = \sqrt{V_{RMS}^2 - V_{DC}^2} = \sqrt{\left(\frac{V_m}{2}\right)^2 - \left(\frac{V_m}{\pi}\right)^2}$$

Step 4: રિપલ ફેક્ટર ગણો

$$\gamma = \frac{V_{AC}}{V_{DC}} = \frac{\sqrt{V_{RMS}^2 - V_{DC}^2}}{V_{DC}} = \sqrt{\left(\frac{V_{RMS}}{V_{DC}}\right)^2 - 1}$$

$$\gamma = \sqrt{\left(\frac{V_m/2}{V_m/\pi}\right)^2 - 1} = \sqrt{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - 1} = \sqrt{1.57^2 - 1} = 1.21$$

કુલ વેવ રેક્ટિફાયર માટે, $\gamma = 0.48$.

મેમરી ટ્રીક

``ROAD: "Ripple is Output's AC Divided by DC component"``

પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

Which are the toxic substances present in e-waste?

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 9. Toxic Substances in E-waste

Toxic Substance	Source	Impact
Lead (Pb)	Solder, CRT, બેટરીઓ	ન્યુરોલોજીકલ નુકસાન
Mercury (Hg)	સ્વિચ, બેકલાઇટ્સ	કિડનીને નુકસાન
Cadmium (Cd)	બેટરીઓ, PCBs	હાડકાના રોગો
Flame Retardants	પ્લાસ્ટિક	એન્ડોક્રાઇન ડિસપ્શન
Beryllium (Be)	કનેક્ટર્સ	ફેફસાના રોગ

મેમરી ટ્રીક

``LMBCHB: "Lead, Mercury, and Beryllium Cause Harmful Bodily effects"``

પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

Write important parameters for selecting the right transistor for your application and explain any two.

જવાબ

જવાબ:

પસંદગીના મહત્વપૂર્ણ પરિમાણો:

- મહત્તમ કલેક્ટર કરંટ (I_C)
- મહત્તમ કલેક્ટર-ઇમિટર વોલ્ટેજ (V_{CEO})
- કરંટ ગેઇન (h_{FE} or β)
- પાવર ડિસિપેશન (P_{tot})

મહત્તમ કલેક્ટર કરંટ (I_C):

- નુકસાન વિના કલેક્ટર મારફતે વહી શકે તેવો મહત્તમ કરંટ.
- એપ્લિકેશનની પીક જરૂરિયાત કરતાં વધુ હોવો જોઈએ.

કરંટ ગેઇન (β):

- કલેક્ટર કરંટનો બેઝ કરંટ સાથેનો ગુણોત્તર.
- એમ્પ્લિફિકેશન ક્ષમતા નક્કી કરે છે; બેઝ ડ્રાઇવ ઘટાડવા માટે સ્વિચિંગ માટે ઉચ્ચ ગેઇન જરૂરી છે.

મેમરી ટ્રીક

“GIVE: "Gain and Ic are Very Essential parameters"”

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

What is rectifier efficiency? Find out efficiency of the full wave rectifier.

જવાબ

જવાબ:

Rectifier Efficiency (η): DC આઉટપુટ પાવરનો AC ઇનપુટ પાવર સાથેનો ગુણોત્તર ($\eta = P_{DC}/P_{AC} \times 100\%$).

કુલ વેવ રેક્ટિફાયર માટે તારવણી:

Step 1: DC આઉટપુટ પાવર ગણો

$$V_{DC} = \frac{2V_m}{\pi}, \quad I_{DC} = \frac{V_{DC}}{R_L}$$

$$P_{DC} = I_{DC}^2 R_L = \frac{4V_m^2}{\pi^2 R_L}$$

Step 2: AC ઇનપુટ પાવર ગણો

$$V_{RMS} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}, \quad I_{RMS} = \frac{V_{RMS}}{R_L}$$

$$P_{AC} = I_{RMS}^2 R_L = \frac{V_m^2}{2R_L}$$

Step 3: કાર્યક્ષમતા ગણો

$$\eta = \frac{P_{DC}}{P_{AC}} = \frac{4V_m^2/(\pi^2 R_L)}{V_m^2/(2R_L)} = \frac{8}{\pi^2}$$

$$\eta = \frac{8}{9.87} \approx 0.812 = 81.2\%$$

સરખામણી:

- Half Wave: 40.6%
- Full Wave: 81.2%

મેમરી ટ્રીક

“PIDE: "Power Input Determines Efficiency"”