

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 |

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

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 |

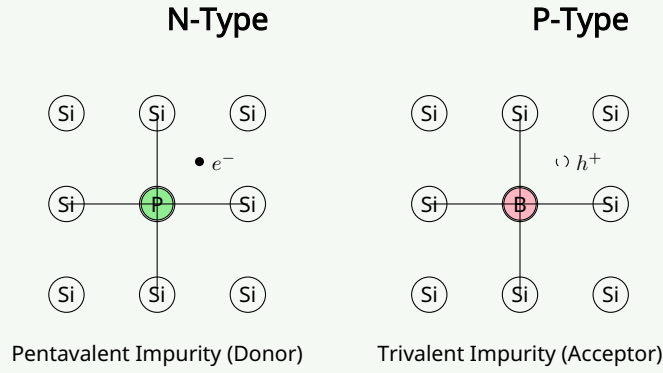
P-type Semiconductor:

- **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:



આકૃતિ 2. Semiconductor Doping

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:

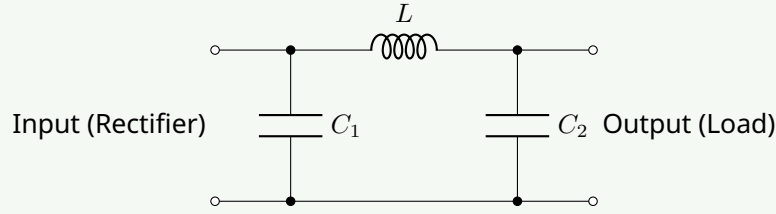
- **Ripple reduction:** રેક્ટિફાયર આઉટપુટમાંથી AC રિપલ ઘટાડે છે
- **Clean DC:** સ્મૂથ DC આઉટપુટ વોલ્ટેજ પ્રદાન કરે છે
- **Component protection:** વોલ્ટેજ ફ્લક્ચ્યુએશનથી ડાઉનસ્ટ્રીમ કમ્પોનન્ટ્સનું રક્ષણ કરે છે
- **Efficiency:** એકંદર પાવર સપ્લાય કાર્યક્ષમતા સુધારે છે

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 |
| □ (Pi) Filter | બે કેપેસિટર અને એક ઇન્ડક્ટર | શ્રેષ્ઠ ફિલ્ટરિંગ |
| RC Filter | રેઝિસ્ટર અને કેપેસિટર | લો-પાવર એપ્લિકેશન્સ |

Pi (□) 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 કલીન DC મહત્વપૂર્ણ છે

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 1 μ F
- **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:** 1 μ F થી 10,000 μ F
- **Characteristics:** પોલરાઇઝડ, વધારે લીકેજ કરે
- **Applications:** પાવર સપ્લાય ફિલ્ટરિંગ, ઓડિયો કપલિંગ

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

Explain air core and toroidal inductor.

જવાબ

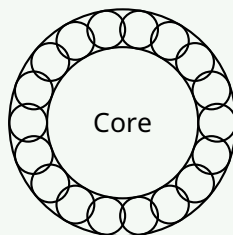
જવાબ:

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

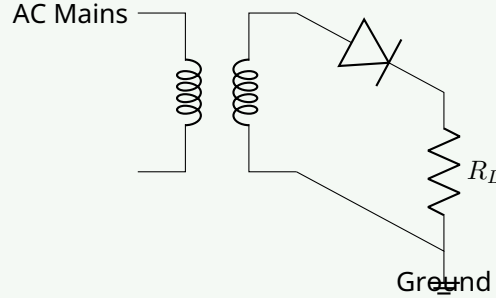
પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

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 | $2V_m/\pi$ | $2V_m/\pi$ |

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

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

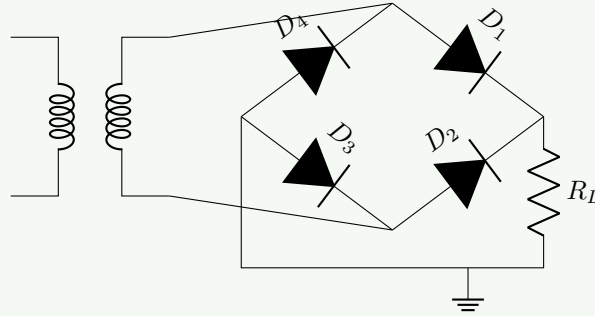
પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

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

જવાબ

જવાબ:

Full Wave Bridge Rectifier:

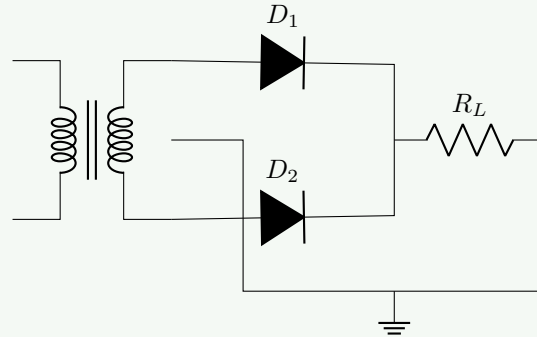


આકૃતિ 7. Full Wave Bridge Rectifier

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:

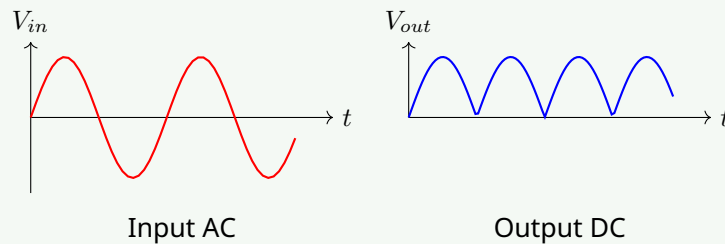


આકૃતિ 8. Center Tapped Rectifier

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

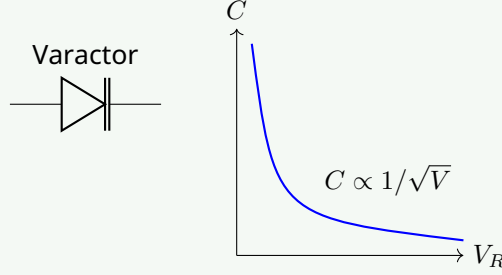
પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

Explain the characteristic of Varactor diode.

જવાબ

જવાબ:

Varactor Diode Characteristics:



આકૃતિ 10. Varactor Diode C-V Curve

- **Operating principle:** જંક્શન 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

પ્રશ્ન 3(b) [3 ગુણ]

State and explain Faraday's laws of electromagnetic induction.

જવાબ

જવાબ:

Faraday's Laws of Electromagnetic Induction:

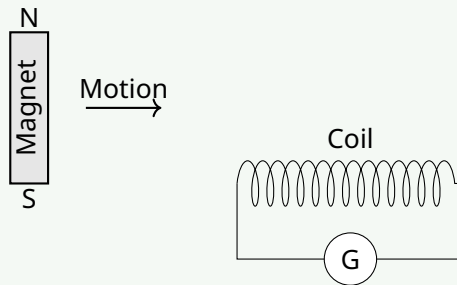
First Law:

- **Statement:** જ્યારે કોઈ કંડક્ટર મેગ્નેટિક ફ્લક્સને કાપે છે, ત્યારે કંડક્ટરમાં 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

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 (1-2kΩ) | ઓછું (30-150Ω) | વધારે (50-500kΩ) |
| Output Impedance | વધારે (30-50kΩ) | ખૂબ વધારે (250kΩ-1MΩ) | ઓછું (50-100Ω) |
| Phase Shift | 180° | 0° | 0° |
| Applications | Amplifiers, oscillators | RF amplifiers | Impedance matching, buffers |

α, β અને γ વચ્ચેનો સંબંધ:

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

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

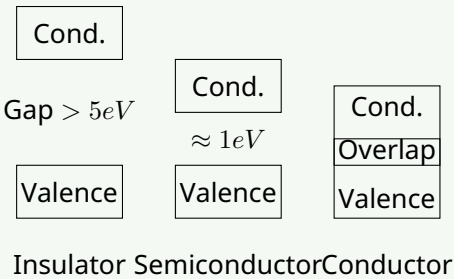
What is forbidden energy gap? Draw the energy band diagram for insulator, conductor and semiconductor.

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

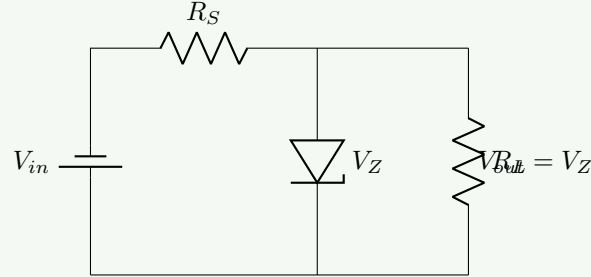
- Insulator:** મોટો ફોર્બિડન ગેપ (> 5eV) ઇલેક્ટ્રોનને કન્ડક્શન બેન્ડ સુધી પહોંચતા અટકાવે છે
- Conductor:** ઓવરલેપિંગ બેન્ડ્સ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન હિલચાલને મંજૂરી આપે છે
- Semiconductor:** નાનો ગેપ (≈ 1eV) રૂમ તાપમાને અથવા જ્યારે ઉત્તેજિત થાય ત્યારે કેટલાક ઇલેક્ટ્રોનને કોસ કરવાની મંજૂરી આપે છે

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 બાયસ્ડ હોય છે અને જ્યારે વોલ્ટેજ બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ સુધી પહોંચે ત્યારે કંડકત 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)
- $I_z = (V_{in} - V_z)/R - I_L$

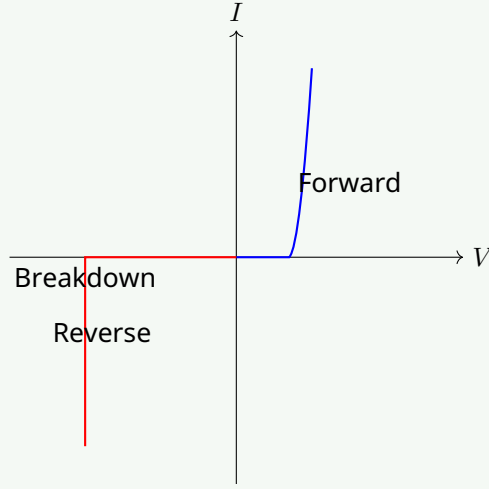
પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

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 બાયસ | રિવર્સ બાયસ (બ્રેકડાઉન રીજન) |
| Applications | રેક્ટિફિકેશન, સ્વિચિંગ | વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન, રેફરન્સ |
| Breakdown mechanism | એવેલાન્ચ (Avalanche) | ઝેનર ઇફેક્ટ અને એવેલાન્ચ |
| Temperature coefficient | નેગેટિવ | પોઝિટિવ અથવા નેગેટિવ હોઈ શકે |

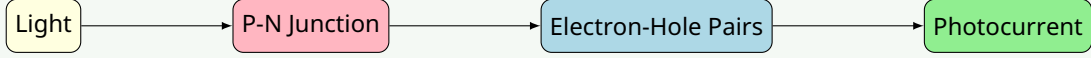
પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

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

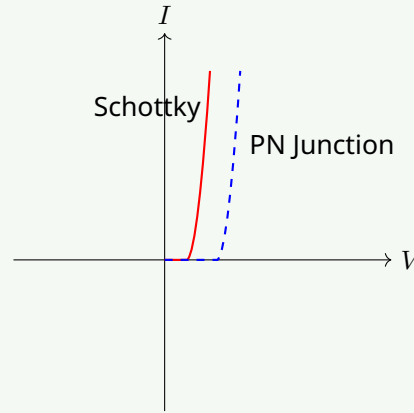
પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

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

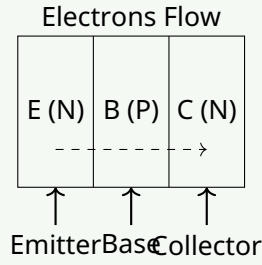
પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

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)

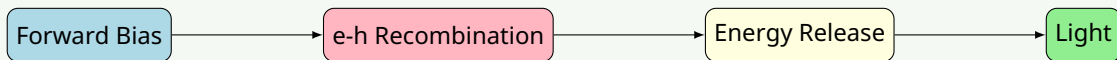
પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

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 કન્ડક્શન બેન્ડમાંથી વેલેન્સ બેન્ડમાં આવે છે
- **Energy emission:** રિકમ્બિનેશન દરમિયાન મુક્ત થતી એનર્જી ફોટોન્સ (પ્રકાશ) ફેલાવે છે

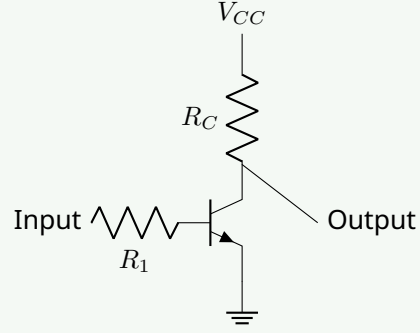
પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

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

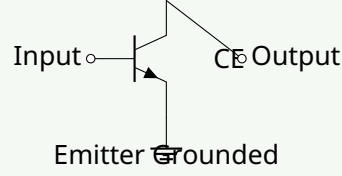
પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

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,

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

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 |

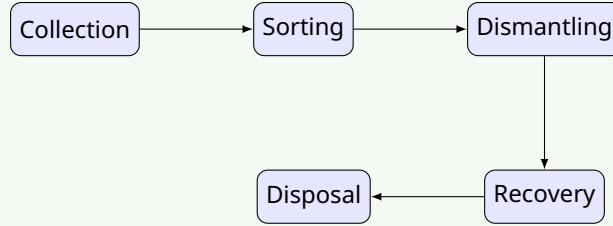
પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

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).

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

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

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

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

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 ડિસર્પ્શન |
| Beryllium (Be) | કનેક્ટર્સ | ફેફસાના રોગ |

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.

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%