

# Fundamentals of Electronics (4311102) - Winter 2024 Solution

Milav Dabgar

January 18, 2024

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણા]

Give the difference between Passive components and Active components

### જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 1. Passive vs Active Components

Passive Components	Active Components
ઓપરેટ થવા માટે બાધ્ય પાવર સોર્સની જરૂર નથી	ઓપરેટ થવા માટે બાધ્ય પાવર સોર્સની જરૂર પડે છે
સિગ્નલને એમ્પલીફાય કે પ્રોસેસ કરી શકતા નથી	સિગ્નલને એમ્પલીફાય, સ્વીચ કે પ્રોસેસ કરી શકે છે
ઉદાહરણ: Resistors, Capacitors, Inductors	ઉદાહરણ: Transistors, Diodes, ICs
અન્ય સિગ્નલ દ્વારા કર્ણટ ફલો નિયંત્રિત કરી શકતા નથી	અન્ય સિગ્નલનો ઉપયોગ કરીને કર્ણટ ફલો નિયંત્રિત કરી શકે છે
એનર્જી સ્ટોર કરે છે અથવા ડિસ્પેટ (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 ગુણા]

Explain Working of Light dependent resistor with neat diagram.

### જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 1. LDR Working Principle

### LDR નું કાર્ય:

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

ਮੇਮਰੀ ਡ੍ਰੀਕ

“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.**

ଜ୍ଵାବ

ଜୀବାବ୍ଦି

## 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 (બોરેન, ગેલિયમ, ઇન્ડિયમ) 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

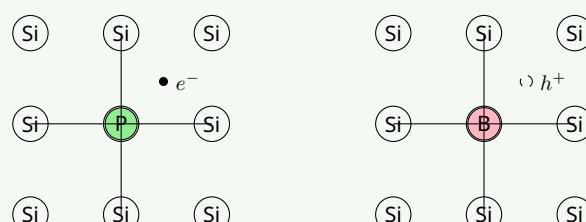
### **N-type Semiconductor:**

- **Doping:** શુદ્ધ સિલિકોનમાં પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિઓ (ફોસ્ફરસ, આર્સેનિક, એન્ટિમોની) ઉમેરીને બનાવવામાં આવે છે
  - **Electron creation:** દેરક અશુદ્ધ પરમાણુ એક વધારાનો ઇલેક્ટ્રોન દાન કરે છે
  - **Majority carriers:** ઇલેક્ટ્રોન્સ મેજોરિટી કેરિયર્સ છે
  - **Minority carriers:** હોલ્ડ્સ માર્ફિનોરિટી કેરિયર્સ છે
  - **Electrical properties:** નેગેટિવ ચાર્જ કેરિયર્સ વહન પર પ્રભુત્વ ધરાવે છે

### **Diagram:**

## N-Type

## P-Type



## Pentavalent Impurity (Donor)

### Trivalent Impurity (Acceptor)

## આકૃતિ 2. Semiconductor Doping

ਮੇਮਰੀ ਟ੍ਰੈਕ

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

### પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણા]

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

## જવાબ

### જવાબ:

**Filter Circuit:** ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ જે સિંગલમાંથી અનિચ્છનીય ફિક્કવન્સી કમ્પોનન્ટ્સને દૂર કરે છે, અને ઇચ્છિત ફિક્કવન્સીને પસાર થવા દે છે.

### ફિલ્ટરની જરૂરિયાત:

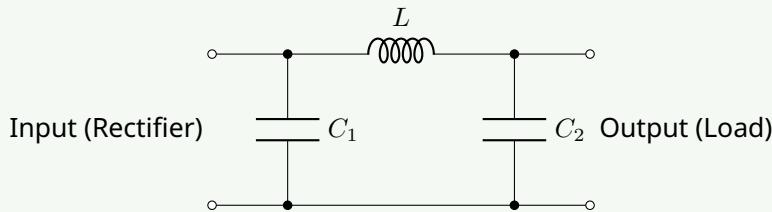
- **Ripple reduction:** રેફિન્ડફાયર આઉટપુટમાંથી AC રિપલ ઘટાડે છે
- **Clean DC:** સ્થૂધ DC આઉટપુટ વોલ્ટેજ પ્રદાન કરે છે
- **Component protection:** વોલ્ટેજ ફલકચ્યુએશનથી ડાઉનસ્ટ્રીમ કમ્પોનન્ટ્સનું રક્ષણ કરે છે
- **Efficiency:** એક્સિટર પાવર સાખાય કાર્યક્ષમતા સુધારે છે

### ફિલ્ટરના પ્રકારો:

કોષ્ટક 3. Filter Types

Filter Type	Components	Application
Shunt Capacitor	સમાંતરમાં સિંગલ કેપેસિટર	બેઝિક ફિલ્ટરિંગ
L-Type	ઇન્ડક્ટર અને કેપેસિટર	વધુ સારં 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 બલોક 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 સાખાયમાં વપરાય છે જ્યાં કલીન DC મહત્વપૂર્ણ છે

## મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણા]

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:** ડાઇલેક્ટ્રિક તરીકે સિરામિક મટિરિયલ મેટલ પ્લેટ્સ વચ્ચે

- Capacity:  $1\text{pF}$  થી  $1\text{nF}$
- Advantages: ઓછી કિંમત, ઉચ્ચ સ્થિરતા, નોન-પોલરાઇડ (non-polarized)
- Applications: હાઇ-ફિકવન્સી ફિલ્ટરિંગ, કપલિંગ/ડીકપલિંગ

#### Electrolytic Capacitors:

- Construction: એલ્યુમિનિયમ ફોઇલ સાથે ડાઇલેક્ટ્રિક તરીકે ઓક્સાઇડ લેચર
- Capacity:  $1\text{nF}$  થી  $10,000\text{nF}$
- Characteristics: પોલરાઇડ, વધારે લીકેજ કરણ
- Applications: પાવર સપ્લાય ફિલ્ટરિંગ, ઓડિયો કપલિંગ

#### મેમરી ટ્રીક

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

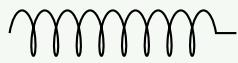
## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણા]

Explain air core and toroidal inductor.

#### જવાબ

##### જવાબ:

##### Air Core Inductor:

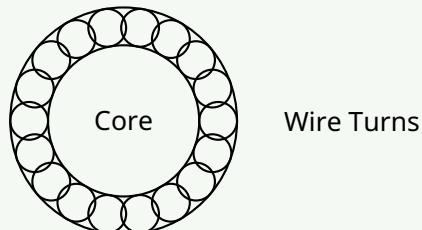


Air Core (Soleneoid)

આકૃતિ 4. Air Core Inductor

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

##### Toroidal Inductor:



આકૃતિ 5. Toroidal Inductor

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

#### મેમરી ટ્રીક

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

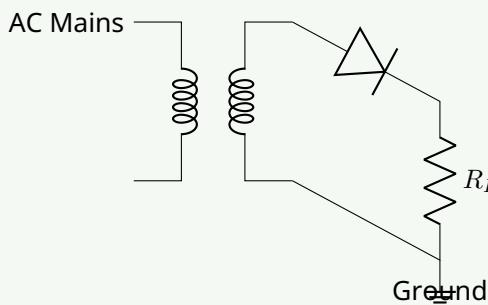
## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

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 કર્ણ વહે છે
- નેગેટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન: ડાયોડ બ્લોક કરે છે, કોઈ કર્ણ વહેતો નથી
- આઉટપુટમાં ઈન્પુટ 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	$V_m/\pi$	$2V_m/\pi$	$2V_m/\pi$

### 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 ઇલેક્ટ્રોક ચાર્જ જગ્યથો
- **Units:** ફેરાડ (F) માં મપાય છે, સામાન્ય રીતે માઇકોફેરાડસ (MF), નેનોફેરાડસ (nF), અથવા પીકોફેરાડસ (pF)
- **Importance:** કપલિંગ, ફ્લાટરિંગ, ટાઇમિંગ માટે એપ્લિકેશન યોગ્યતા નક્કી કરે છે
- **Marking:** કમ્પોનેન્ટ પર સીધું પ્રિન્ટેડ અથવા કલર-કોડેડ

**Voltage Rating:**

- **Definition:** બ્લેકડાઉન વિના એપ્લિક કરી શકતો માહીતમ વોલ્ટેજ
- **Specification:** વર્કિંગ વોલ્ટેજ (WVDC) અને સર્જ વોલ્ટેજ
- **Importance:** રેટિંગ વટાવવાથી ડાઇઇલેક્ટ્રિક બ્લેકડાઉન 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""

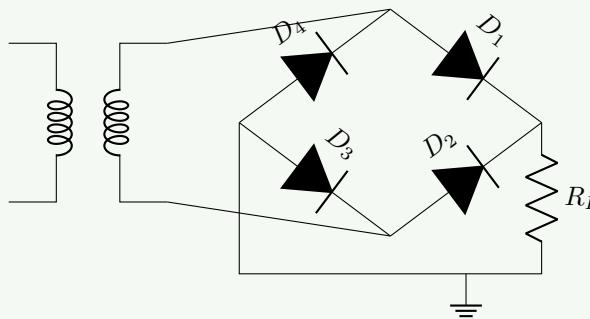
## પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

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

### જવાબ

#### જવાબ:

**Full Wave Bridge Rectifier:**

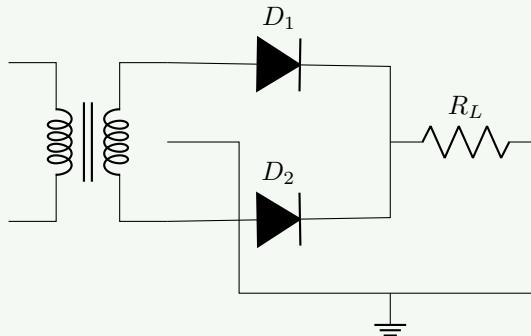


આકૃતિ 7. Full Wave Bridge Rectifier

#### 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: ઇન્પુટની બંને હાફ-સાયકલ પોઝિટિવ આઉટપુટમાં રૂપાંતરિત થાય છે

**Center Tapped Full Wave Rectifier:**

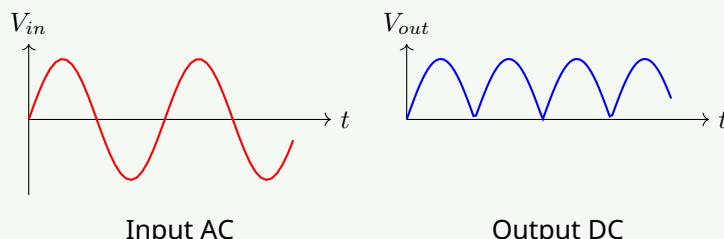


આકૃતિ 8. Center Tapped Rectifier

#### કાર્ય:

- Positive half-cycle:  $D_1$  કન્ડક્ટ કરે છે,  $D_2$  બલોક કરે છે
- Negative half-cycle:  $D_2$  કન્ડક્ટ કરે છે,  $D_1$  બલોક કરે છે
- Output: ઇન્પુટની બંને હાફ-સાયકલ પોઝિટિવ આઉટપુટમાં રૂપાંતરિત થાય છે

**Waveforms:**



આકૃતિ 9. Input and Output Waveforms

## મેમરી ટ્રીક

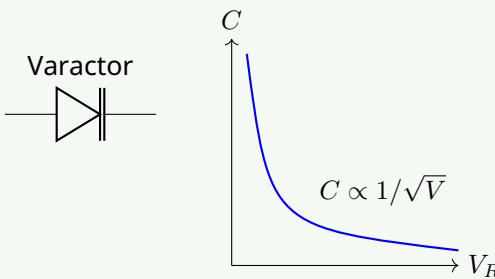
“FOUR-TWO: "FOUr diodes for Bridge, TWO diodes for Center-Tap""

## 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 બિન્દતા
- Applications:** વોલ્ટેજ-કંટ્રોલ ઓસિલેટર (VCO), FM મોડયુલેશન, 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:

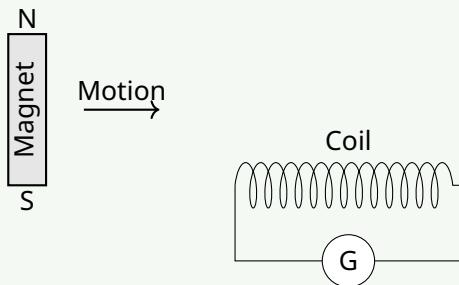
**Faraday's Laws of Electromagnetic Induction:****First Law:**

- Statement:** જ્યારે કોઈ કંડક્ટર મેગ્નેટિક ફલકસને કાપે છે, ત્યારે કંડક્ટરમાં EMF પ્રેરિત થાય છે
- Mathematical expression:**  $EMF \propto$  મેગ્નેટિક ફલકસના ફેરફારનો દર
- Application:** જનરેટર, ટ્રાન્સફોર્મર, ઇન્ડક્ટરનો આધાર

**Second Law:**

- Statement:** પ્રેરિત EMF નું મૂલ્ય મેગ્નેટિક ફલકસ લિંકેજના ફેરફારના દર જેટલું હોય છે
- Mathematical expression:**  $EMF = -N \times (d\Phi/dt)$ 
  - જ્યાં:  $N$  = આંટાઓની સંખ્યા,  $d\Phi/dt$  = ફલકસના ફેરફારનો દર
- Negative sign:** દિશા સૂચવે છે (Lenz's Law) - પ્રેરિત કરેટ 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 $\Omega$ )	ઓંઝું (30-150 $\Omega$ )	વધારે (50-500k $\Omega$ )
Output Impedance	વધારે (30-50k $\Omega$ )	ખૂલ્લ વધારે (250k $\Omega$ -1M $\Omega$ )	ઓંઝું (50-100 $\Omega$ )
Phase Shift	180°	0°	0°
Applications	Amplifiers, oscillators	RF amplifiers	Impedance matching, buffers

 $\alpha, \beta$  અને  $\gamma$  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]

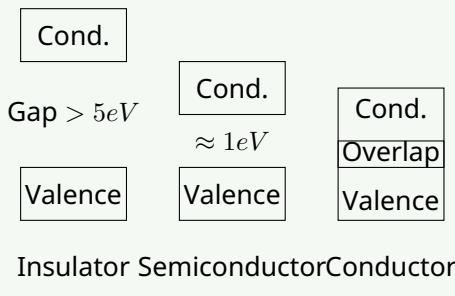
What is forbidden energy gap? Draw the energy band diagram for insulator, conductor and semiconductor.

### જવાબ

**જવાબ:**

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

**Energy Band Diagrams:**



આકૃતિ 12. Energy Band Diagrams

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

### મેમરી ટ્રીક

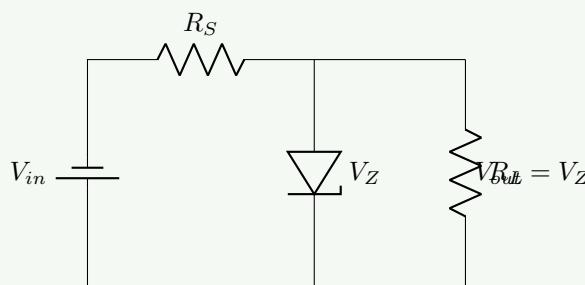
"IBCS: "Insulators Block, Conductors Share, Semiconductors have gap Between""

## 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:** ઝાર ડાયોડ રિવર્સ બાયરસડ હોય છે અને જ્યારે વોલ્ટેજ બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ સુધી પહોંચે ત્યારે કંડક્ટ કરે છે
- Voltage regulation:** જ્યારે ઇનપુટ વોલ્ટેજ વધે છે, ત્યારે ઝાર ડાયોડમાંથી વધુ કર્યા વહે છે, તેની ખાતરી કરે છે કે તેની આરપાર વોલ્ટેજ અચળ રહે
- Load variation:** જ્યારે લોડ વધુ કર્યા જોયે છે, ત્યારે ઝારમાંથી ઓછો કર્યા વહે છે, વોલ્ટેજ સ્થિર રાખે છે
- Series resistor:** કર્યાને 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""

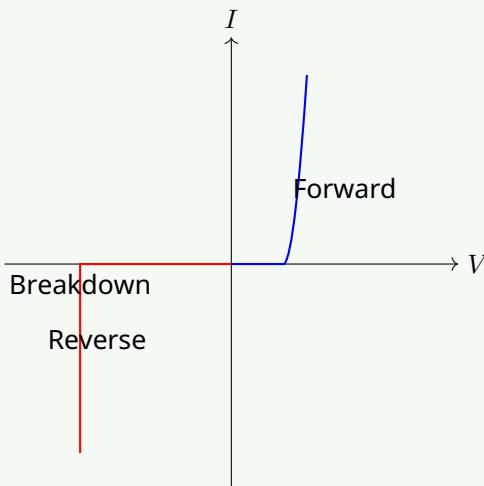
## પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

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 કંડક્ટ કરે છે
- **Reverse bias:** બેકડાઉન વોલ્ટેજ સુધી ખૂબ ઓછો લીકેજ કરેં
- **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 કંડક્ટ કરે છે	સામાન્ય ડાયોડ જેવું જ
Reverse breakdown	ઉચ્ચ વોલ્ટેજ પર, નુકસાન કરે છે	નિયંત્રિત, નોન-ડિસ્ટ્રિક્ટિવ
Doping level	મધ્યમ	હેવી ડોપ (Heavily doped)
Operating region	ફોરવર્ડ બાયર્સ્ડ	રિવર્સ બાયર્સ્ડ (બેકડાઉન રીજન)
Applications	રેન્ડિટિફિકેશન, સ્થિરિંગ	વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન, રેફર-સ
Breakdown mechanism	એવેલાન્ચ (Avalanche)	ઝનર ઈફેક્ટ અને એવેલાન્ચ
Temperature coefficient	નેગેટિવ	પોઝિટિવ અથવા નેગેટિવ હોઈ શકે

## મેમરી ટ્રીક

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

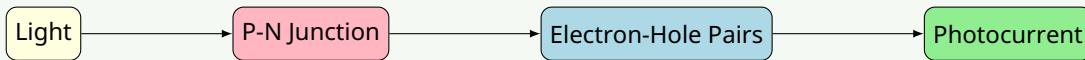
## પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

Describe working principle of Photodiode.

### જવાબ

#### જવાબ:

Photodiode નો કાર્ય સિક્ષણત:



આકૃતિ 15. Photodiode Flow

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

### મેમરી ટ્રીક

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

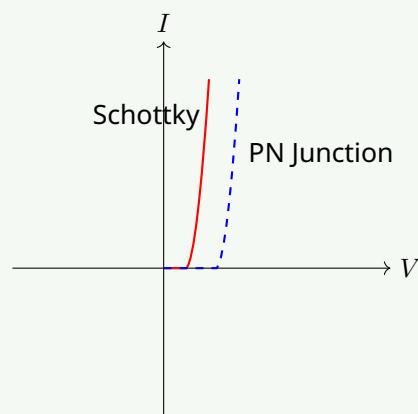
## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

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 જંક્શન માટે 0.7V ની સરખામણીમાં 0.2-0.3V
- Fast switching:** માઇનોરિટી કેરિયર સ્ટોરેજ નથી, ઓછામાં ઓછો રિવર્સ રિકવરી ટાઇમ
- Construction:** P-N જંક્શનને બદલે મેટલ-સેમિકન્ડક્ટર જંક્શન
- No reverse recovery time:** મેજોરિટી કેરિયર ડિવાઇસ (સ્ટોર્ડ ચાર્જ નથી)
- Applications:** હાઇ-ફિકવન્સી એપ્લિકેશન્સ, પાવર સપ્લાયમાં રેકિટફાયર

## મેમરી ટ્રીક

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

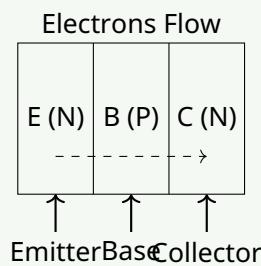
## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

Explain working principle of PNP and NPN transistor.

## જવાબ

## જવાબ:

NPN Transistor Structure and Working:



આકૃતિ 17. NPN Structure

- Biassing:** ઇમિટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસડ, કલેક્ટર-બેઝ જંકશન રિવર્સ બાયસડ
- Current flow:** ઇલેક્ટ્રોન-સ ઇમિટરથી કલેક્ટરમાં પાતળા બેઝ વિસ્તાર દ્વારા વહે છે
- Amplification principle:** નાનો બેઝ કર્ણ મોટા કલેક્ટર કર્ણને નિયંત્રિત કરે છે
- Current relationship:**  $I_E = I_B + I_C$
- Majority carriers:** ઇલેક્ટ્રોન-સ

PNP Transistor Structure and Working:

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

## મેમરી ટ્રીક

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

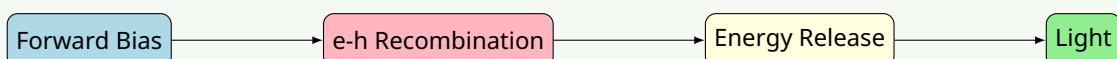
## પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

Describe working principle of LED.

## જવાબ

## જવાબ:

LED નો કાર્ય સિક્ષાંત:



આકૃતિ 18. LED Principle

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

### મેમરી ટ્રીક

“REBEL: “Recombination of Electrons and holes By Energetic Light emission””

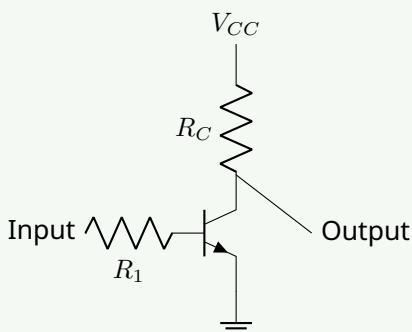
## પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

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):

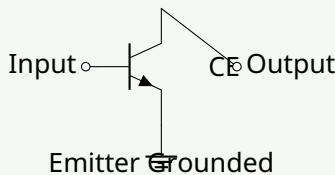
- Base voltage:** 0.7V થી ધાર્યું ઉપર
- Base current:** લઘુત્તમ  $V_{CE}$  સુનિશ્ચિત કરવા માટે પૂરતો
- Collector current:** મહત્તમ (કલેક્ટર રેઝિસ્ટર દ્વારા મર્યાદિત)
- Collector-emitter voltage:** ખૂબ ઓછો (0.2V - 0.3V)
- Applications:** ડિજિટલ સ્વીચ, મૌટર ડ્રાઇવર, LED ડ્રાઇવર

### મેમરી ટ્રીક

“COSTI: “Cutoff Opens Switch, Input saturates to close””

## પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

Explain common emitter (CE) configuration of Transistor. Derive relation between  $\Delta V$  and  $\Delta I$  for transistor amplifier.

**જવાબ****જવાબ:****Common Emitter Configuration:****આકૃતિ 20. CE Configuration****લાક્ષણિકતાઓ:**

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

 $\alpha$  અને  $\beta$  વચ્ચેનો સંબંધ:

વ્યાપ્તા પ્રમાણે:

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

કિરચોકના કર્તાનો 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 લેન્ડફિલ્ડમાં નિકાલ (ભલામણ કરાતી નથી)
Incineration	ઉચ્ચ તાપમાને કચરાનું દઢન (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””

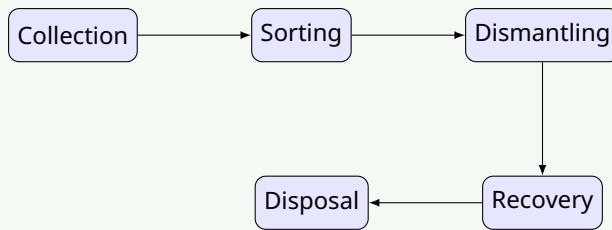
## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

Explain methods of handling electronic waste with examples.

## જવાબ

## જવાબ:

ઇલેક્ટ્રોનિક વેસ્ટ હેન્ડલિંગની પદ્ધતિઓ:



આકૃતિ 21. E-waste Handling Flow

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

## 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 કમ્પોનેન્ટના RMS મૂલ્ય અને DC કમ્પોનેન્ટનો ગુણોત્તર ( $\gamma = V_{AC}/V_{DC}$ ).

હાફ વેવ રેક્ટિફિયર માટે તારખણી:

ધારો કે  $v = V_m \sin \omega t$ .

**Step 1:** DC કમ્પોનેન્ટ (એવરેજ વેવ્યુ) 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 વેવ્યુ 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 કમ્પોનેન્ટ 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 ગણાયો

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

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

કુલ વેવ રેફિક્ટફાયર 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	ન્યૂરોલોજીકલ નુકસાન
Mercury (Hg)	સ્વિચ, બેકલાઇટ્સ	કિડનીને નુકસાન
Cadmium (Cd)	બેટરીઓ, PCBs	હાડકાના રોગો
Flame Retardants	પ્લાસ્ટિક	એન્ડોકાઇન ડિસ્પશન
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 કર્ટ ( $I_C$ )
- મહત્તમ કલેક્ટર-ઇમિટર વોલટેજ ( $V_{CEO}$ )
- કર્ટ ગેઇન ( $h_{FE}$  or  $\beta$ )
- પાવર ડિસ્પેશન ( $P_{tot}$ )

મહત્તમ કલેક્ટર કર્ટ ( $I_C$ ):

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

કર્ટ ગેઇન ( $\beta$ ):

- કલેક્ટર કર્ટનો બેઝ કર્ટ સાથેનો ગુણોત્તર.
- અમ્પલિફિકેશન 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 ( $\eta$ ):** DC આઉટપુટ પાવરનો AC ઇનપુટ પાવર સાથેનો ગુણોત્તર ( $\eta = P_{DC}/P_{AC} \times 100\%$ ).

કુલ વેવ રેકિટફિયર 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””