

# Elements of Electrical & Electronics Engineering (1313202) - Summer 2023 Solution

Milav Dabgar

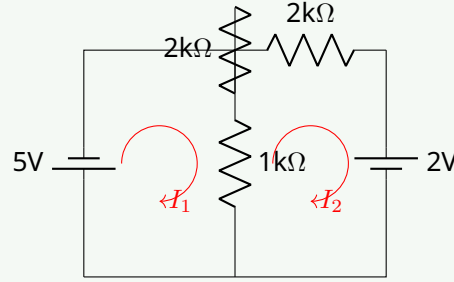
August 5, 2023

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

નીચેની સર્કિટમાં મેશ કરંટ શોધો.

જવાબ

આપેલ સર્કિટ:



આકૃતિ 1. મેશ એનાલિસિસ સર્કિટ

મેશ એનાલિસિસ લાગુ કરતાં:

- બે મેશમાં કલોકવાઈઝ કરંટ  $I_1$  અને  $I_2$  ધારો.
- મેશ 1 (ડાબી લૂપ) માટે KVL લાગુ કરો:

$$5 - 2000I_1 - 1000(I_1 - I_2) = 0$$

$$5 - 3000I_1 + 1000I_2 = 0 \Rightarrow 3000I_1 - 1000I_2 = 5 \quad \text{---(1)}$$

- મેશ 2 (જમણી લૂપ) માટે KVL લાગુ કરો:

$$-2 - 2000I_2 - 1000(I_2 - I_1) = 0$$

$$-2 - 3000I_2 + 1000I_1 = 0 \Rightarrow -1000I_1 + 3000I_2 = -2 \quad \text{---(2)}$$

- સમીકરણ (1) અને (2) ઉકેલતાં: સમીકરણ (1) ને 3 વડે ગુણો:

$$9000I_1 - 3000I_2 = 15 \quad \text{---(3)}$$

(2) અને (3) નો સરવાળો કરો:

$$8000I_1 = 13 \Rightarrow I_1 = \frac{13}{8000} \text{ A} = 1.625 \text{ mA}$$

$I_1$  ની કિંમત (1) માં મુકો:

$$3000(1.625 \times 10^{-3}) - 1000I_2 = 5$$

$$4.875 - 1000I_2 = 5 \Rightarrow -1000I_2 = 0.125 \Rightarrow I_2 = -0.125 \text{ mA}$$

અંતિમ જવાબ:  $I_1 = 1.625 \text{ mA}$ ,  $I_2 = -0.125 \text{ mA}$ .

## મેમરી ટ્રીક

“મેશ મહત્વપૂર્ણ છે: KVL લખો, સિમલ્ટેનિયસ સોલ્વ કરો”

## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

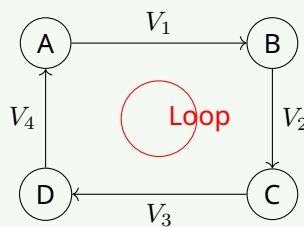
કીચોફનો વોલ્ટેજ (KVL) નો નિયમ લખો અને ડાયાગ્રામ દોરી સમજાવો.

## જવાબ

કિરચોફનો વોલ્ટેજ નિયમ (KVL): KVL કહે છે કે કોઈપણ બંધ લૂપમાં બધા વોલ્ટેજનો અલગબાદક સરવાળો શૂન્ય હોય છે.  
સમીકરણ:

$$\sum_{loop} V = 0$$

આકૃતિ:



આકૃતિ 2. KVL માટે બંધ લૂપ

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- તે ઊર્જા સંરક્ષણ (Conservation of Energy) ના સિદ્ધાંત પર આધારિત છે.
- લૂપ નિયમ:  $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 0$ .
- સાઇન કન્વેન્શન: વોલ્ટેજ રાઇઝ (- થી +) પોઝિટિવ, વોલ્ટેજ ડ્રોપ (+ થી -) નેગેટિવ લેવામાં આવે છે.
- તેનો ઉપયોગ મલ્ટીપલ વોલ્ટેજ સોર્સ વાળા જટિલ સર્કિટ્સને ઉકેલવા માટે થાય છે.

## મેમરી ટ્રીક

“VALSZ: લૂપમાં વોલ્ટેજનો સરવાળો શૂન્ય”

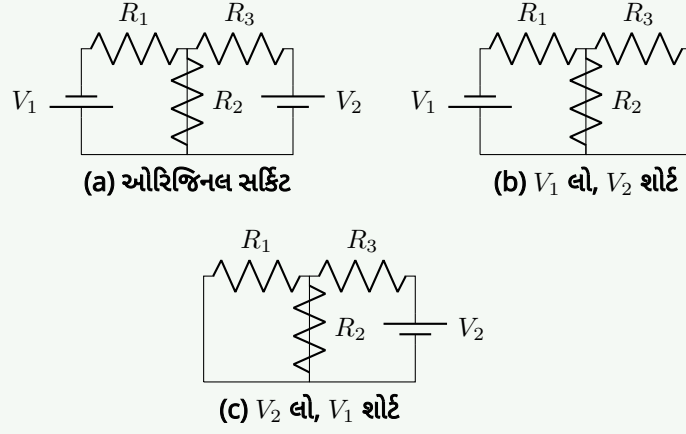
## પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

સુપર પોઝીશનનો થિયરમ લખો અને સમજાવો.

## જવાબ

સ્ટેમેન્ટ (નિવેદન): સુપરપોઝિશન થિયરમ કહે છે કે લિનિયર, બાયલેટરલ નેટવર્કમાં જેમાં બે કે તેથી વધુ સ્વતંત્ર સોર્સ હોય, કોઈપણ એલિમેન્ટમાં રિસ્પોન્સ (કરંટ કે વોલ્ટેજ) એ દરેક સોર્સ દ્વારા થતા રિસ્પોન્સના અલગબાદક સરવાળા બરાબર હોય છે, જ્યારે અન્ય તમામ સોર્સને તેમના આંતરિક રેઝિસ્ટન્સ દ્વારા બદલવામાં આવે (વોલ્ટેજ સોર્સ શોર્ટ, કરંટ સોર્સ ઓપન).

આકૃતિ:



આકૃતિ 3. સુપરપોઝિશન થિયરમ

**લાગુ કરવાના સ્ટેપ્સ:**

1. એક સમયે એક સોર્સ પસંદ કરો અને અન્ય તમામ સ્વતંત્ર સોર્સને નિષ્ક્રિય કરો (વોલ્ટેજ સોર્સ  $\rightarrow$  શોર્ટ સર્કિટ, કરંટ સોર્સ  $\rightarrow$  ઓપન સર્કિટ).
2. માત્ર એક્ટિવ સોર્સને કારણે કરંટ/વોલ્ટેજ રિસ્પોન્સ ગણો.
3. સર્કિટમાંના દરેક સોર્સ માટે આ પ્રક્રિયા પુનરાવર્તિત કરો.
4. કુલ રિસ્પોન્સ એ વ્યક્તિગત રિસ્પોન્સનો અલગેબ્રાઇક સરવાળો છે.

**ઉપયોગો:**

- મલ્ટીપલ સોર્સ વાળા સર્કિટ્સનું વિશ્લેષણ સરળ બનાવે છે.
- માત્ર લિનિયર સર્કિટ્સને લાગુ પડે છે.

**મેમરી ટ્રીક**

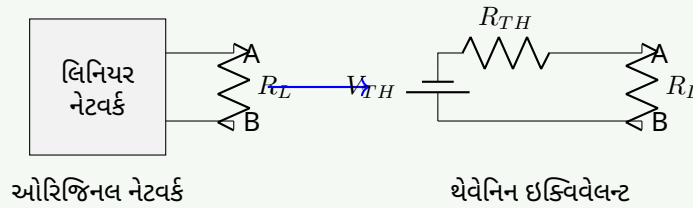
“SSSS: સોર્સ અલગ અલગ, સરવાળો સફળતાપૂર્વક”

**પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]**

થેવેનિનનો થિયરમ લખો અને સમજાવો.

**જવાબ**

**સ્ટેમેન્ટ:** થેવેનિનનો થિયરમ કહે છે કે વોલ્ટેજ સોર્સ, કરંટ સોર્સ અને રેઝિસ્ટર્સ ધરાવતા કોઈપણ લિનિયર, બાયલેટરલ નેટવર્કને એક વોલ્ટેજ સોર્સ ( $V_{TH}$ ) અને સિરીઝમાં એક રેઝિસ્ટર ( $R_{TH}$ ) વાળા સરળ ઇક્વિવેલન્ટ સર્કિટ દ્વારા બદલી શકાય છે.

**આકૃતિ:**

આકૃતિ 4. થેવેનિનનું ઇક્વિવેલન્ટ સર્કિટ

**થેવેનિન ઇક્વિવેલન્ટ શોધવાના સ્ટેપ્સ:**

1.  $V_{TH}$  (થેવેનિન વોલ્ટેજ) શોધો:
  - લોડ રેઝિસ્ટર  $R_L$  દૂર કરો.
  - ટર્મિનલ્સ A અને B વચ્ચેનો ઓપન સર્કિટ વોલ્ટેજ ( $V_{OC}$ ) ગણો. આ  $V_{TH}$  છે.
2.  $R_{TH}$  (થેવેનિન રેઝિસ્ટન્સ) શોધો:
  - બધા સ્વતંત્ર સોર્સને નિષ્ક્રિય કરો (વોલ્ટેજ સોર્સ  $\rightarrow$  શોર્ટ, કરંટ સોર્સ  $\rightarrow$  ઓપન).

- ઓપન ટર્મિનલ્સ A અને B માંથી દેખાતો ઇક્વિવેલન્ટ રેઝિસ્ટન્સ ગણો. આ  $R_{TH}$  છે.
3. ઇક્વિવેલન્ટ સર્કિટ દોરો:
- $V_{TH}$  ને  $R_{TH}$  સાથે સિરીઝમાં જોડો અને લોડ  $R_L$  ને ફરી Connect કરો.
  - લોડ કરંટ  $I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L}$ .

ઉપયોગો:

- જટિલ સર્કિટ્સને સરળ સિરીઝ સર્કિટમાં ઘટાડે છે.
- પાવર સિસ્ટમ્સ અને લોડ એનાલિસિસમાં ઉપયોગી.

મેમરી ટ્રીક

"THEVR: બે હાથના તત્વો: વોલ્ટેજ અને રેઝિસ્ટન્સ"

## પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

ટ્રાયવેલન્ટ, ટેટ્રાવેલન્ટ અને પેન્ટાવેલન્ટ મટીરીયલની સરખામણી કરો.

જવાબ

ગુણધર્મ	ટ્રાયવેલન્ટ	ટેટ્રાવેલન્ટ	પેન્ટાવેલન્ટ
વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન	3	4	5
ઉદાહરણો	બોરોન (B), એલ્યુમિનિયમ (Al), ગેલિયમ (Ga)	સિલિકોન (Si), જર્મેનિયમ (Ge), કાર્બન (C)	ફોસ્ફરસ (P), આર્સેનિક (As), એન્ટિમોની (Sb)
બોન્ડિંગ	3 કોવેલન્ટ બોન્ડ બનાવે. હોલ (વેકેન્સી) સર્જે છે.	4 સ્થિર કોવેલન્ટ બોન્ડ બનાવે.	4 કોવેલન્ટ બોન્ડ બનાવે. 5મો ઇલેક્ટ્રોન ફ્રી રહે છે.
ડોપિંગ પ્રકાર	એક્સેપ્ટર અશુદ્ધિ (P-ટાઇપ)	ઇન્ટ્રિન્સિક સેમિકન્ડક્ટર	ડોનર અશુદ્ધિ (N-ટાઇપ)
ચાર્જ કેરિયર	મેજોરિટી: હોલ્સ	બેલેન્સ્ડ (ઇન્ટ્રિન્સિક)	મેજોરિટી: ઇલેક્ટ્રોન્સ

મેમરી ટ્રીક

"TFF:HBE - ત્રણ-ચાર-પાંચ: હોલ્સ-બેલેન્સ-ઇલેક્ટ્રોન્સ"

## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

કીચોફનો કરંટ (KCL) નો નિયમ લખો અને ડાયાગ્રામ દોરી સમજાવો.

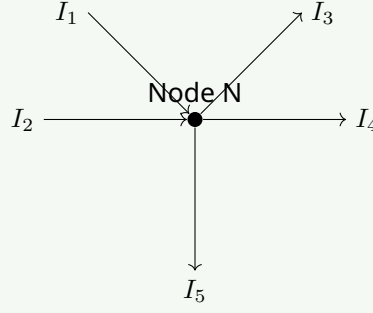
જવાબ

**સ્ટેમેન્ટ:** કિરચોફનો કરંટ નિયમ (KCL) કહે છે કે ઇલેક્ટ્રિકલ સર્કિટમાં કોઈ નોડ (જંકશન) માં પ્રવેશતા અને બહાર નીકળતા કરંટનો અલગબ્રાઇડ સરવાળો શૂન્ય હોય છે. અથવા, પ્રવેશતા કરંટનો સરવાળો બહાર નીકળતા કરંટના સરવાળા બરાબર હોય છે.

**સમીકરણ:**

$$\sum I_{in} = \sum I_{out} \quad \text{અથવા} \quad \sum_{node} I = 0$$

**આકૃતિ:**



આકૃતિ 5. નોડ પર KCL

સમજૂતી:

- નોડ સમીકરણ:  $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$  (પ્રવેશતા કરંટ = બહાર નીકળતા કરંટ)
- સાઇન કન્વેન્શન: નોડમાં પ્રવેશતા કરંટ પોઝિટિવ (+), બહાર નીકળતા નેગેટિવ (-).
- સિદ્ધાંત: તે ચાર્જ કન્ઝર્વેશન (Conservation of Charge) પર આધારિત છે.

મેમરી ટ્રીક

“CIECO: કરંટ ઇન ઈલેક્સ કરંટ આઉટ”

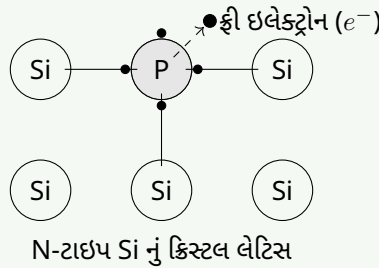
## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો: એક્સટ્રિન્સિક સેમિકન્ડક્ટર. N-પ્રકારના સેમિકન્ડક્ટર ની રચના ડાયાગ્રામ ની મદદથી સમજાવો.

જવાબ

**વ્યાખ્યા (એક્સટ્રિન્સિક સેમિકન્ડક્ટર):** એક્સટ્રિન્સિક સેમિકન્ડક્ટર એવો સેમિકન્ડક્ટર છે જેમાં તેની વાહકતા (conductivity) વધારવા માટે અશુદ્ધિઓ (ટ્રાયવેલેન્ટ અથવા પેન્ટાવેલેન્ટ એટમ્સ) ઉમેરવામાં (ડોપિંગ) આવેલી હોય છે. તે બે પ્રકારના હોય છે: N-ટાઇપ અને P-ટાઇપ. **N-ટાઇપ સેમિકન્ડક્ટરની રચના:** જ્યારે પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિ (5 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતી) જેમ કે ફોસ્ફરસ (P), આર્સેનિક (As), અથવા એન્ટિમોની (Sb) ને શુદ્ધ ટેટ્રાવેલેન્ટ સેમિકન્ડક્ટર (Si અથવા Ge) માં ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે N-ટાઇપ સેમિકન્ડક્ટર બને છે.

આકૃતિ:



આકૃતિ 6. N-ટાઇપ સેમિકન્ડક્ટર રચના

પ્રક્રિયા:

- ડોપિંગ: પેન્ટાવેલેન્ટ એટમ (ડોનર) લેટિસમાં સિલિકોન એટમનું સ્થાન લે છે.
- બોન્ડિંગ: ફોસ્ફરસના 4 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન 4 પડોશી સિલિકોન એટમ્સ સાથે કોવેલન્ટ બોન્ડ બનાવે છે.
- ફ્રી ઇલેક્ટ્રોન: ફોસ્ફરસનો 5મો વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન ઢીલો જોડાયેલો હોય છે અને રૂમ ટેમ્પરેચર પર મુક્ત (free) થાય છે.
- વાહકતા: ફ્રી ઇલેક્ટ્રોન્સ વાહકતામાં નોંધપાત્ર વધારો કરે છે. ઇલેક્ટ્રોન્સ મેજોરિટી કેરિયર્સ છે, અને હોલ્સ માઇનોરિટી કેરિયર્સ છે.
- ન્યુટ્રાલિટી: બલ્ક મટીરીયલ ઇલેક્ટ્રિકલી ન્યુટ્રલ રહે છે કારણ કે પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા સમાન હોય છે.

મેમરી ટ્રીક

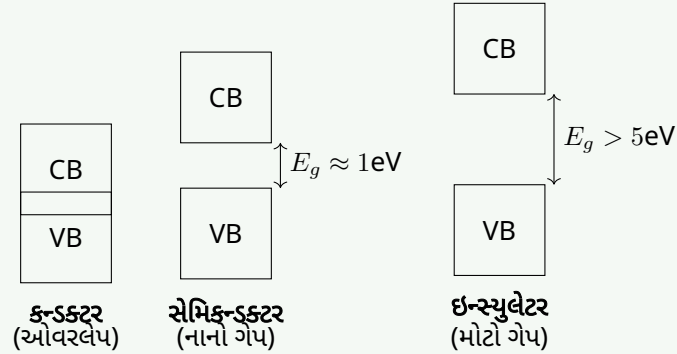
“PPP: ફોસ્ફરસ પ્રોવાઇડ્સ પ્લસ-વન ઇલેક્ટ્રોન”

## પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

કન્ડક્ટર, સેમિકન્ડક્ટર અને ઇન્સ્યુલેટર માટે એનર્જી બેન્ડ ડાયાગ્રામ દોરો.

જવાબ

એનર્જી બેન્ડ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 7. બેન્ડ ડાયાગ્રામ સરખામણી

મુખ્ય તફાવતો:

- **કન્ડક્ટર:** VB અને CB ઓવરલેપ થાય છે; કોઈ એનર્જી ગેપ નથી ( $E_g = 0$ ). ઇલેક્ટ્રોન મુક્તપણે વહે છે.
- **સેમિકન્ડક્ટર:** નાનો એનર્જી ગેપ (Si માટે  $E_g \approx 1.1\text{ eV}$ ). ઊંચા તાપમાને વહન કરે છે.
- **ઇન્સ્યુલેટર:** મોટો એનર્જી ગેપ ( $E_g > 5\text{ eV}$ ). ઇલેક્ટ્રોન CB માં જઈ શકતા નથી; કોઈ વહન થતું નથી.

મેમરી ટ્રીક

“GDF:NSH - ગેપ્સ ડિસ્ટરમાઇન ફ્લો: નન, સ્મોલ, હ્યુજ”

## પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

EMF અને Potential difference વચ્ચેનો તફાવત લખો.

જવાબ

પેરામીટર	EMF (ઇલેક્ટ્રોમોટિવ ફોર્સ)	પોટેન્શિયલ ડિફરન્સ (PD)
વ્યાખ્યા	સોર્સ દ્વારા યુનિટ ચાર્જ દીઠ પ્રદાન કરવામાં આવતી ઊર્જા.	કમ્પોનન્ટમાં યુનિટ ચાર્જ દીઠ વપરાયેલી ઊર્જા.
સિમ્બોલ	$E$ અથવા $\epsilon$	$V$
માપન	જ્યારે સર્કિટ ઓપન હોય ત્યારે માપવામાં આવે છે (કરંટ નથી).	જ્યારે સર્કિટ ક્લોઝ હોય ત્યારે માપવામાં આવે છે (કરંટ વહે છે).
સોર્સ/લોડ	સોર્સ (બેટરી, જનરેટર) સાથે સંકળાયેલ છે.	લોડ (રેઝિસ્ટર, બલ્બ) સાથે સંકળાયેલ છે.
મેઝીટયૂડ	હંમેશા PD કરતાં વધારે (આંતરિક રેઝિસ્ટન્સને કારણે).	ક્લોઝ સર્કિટમાં હંમેશા EMF કરતાં ઓછું.
કારણ/અસર	તે કારણ છે (કરંટ ચલાવે છે).	તે અસર છે (કરંટ ફ્લોનું પરિણામ).

મેમરી ટ્રીક

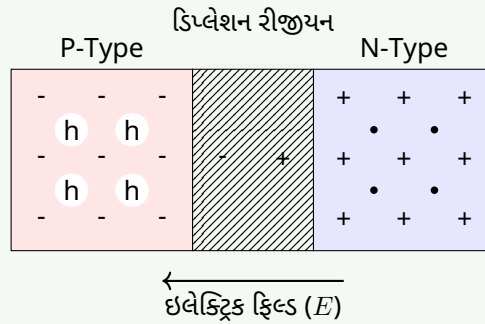
“ECPC: EMF ક્રિએટ્સ, PD કન્ઝ્યુમ્સ”

## પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

P-N જંકશનમાં ડિપ્લેશન રીજીયન અથવા સ્પેશ-ચાર્જ રીજીયન ની રચના સમજાવો.

જવાબ

**P-N જંકશન રચના:** જ્યારે P-ટાઇપ સેમિકન્ડક્ટરને N-ટાઇપ સેમિકન્ડક્ટર સાથે જોડવામાં આવે છે, ત્યારે P-N જંકશન બને છે. આકૃતિ:



આકૃતિ 8. ડિપ્લેશન રીજીયન રચના

**રચના પ્રક્રિયા:**

1. **ડિફ્યુઝન:** P-સાઇડથી હોલ્સ N-સાઇડ તરફ અને N-સાઇડથી ઇલેક્ટ્રોન્સ P-સાઇડ તરફ કન્સન્ટ્રેશન ગ્રેડિયન્ટને કારણે ડિફ્યુઝ થાય છે.
2. **રિકોમ્બિનેશન:** જંકશનની નજીક, ફ્રી ઇલેક્ટ્રોન્સ હોલ્સ સાથે જોડાય છે.
3. **સ્પેશ ચાર્જ:** જેમ કેરિયર્સ અદૃશ્ય થાય છે, તેઓ ઇમોબાઇલ આયનો છોડી દે છે:
  - P-સાઇડ પર નેગેટિવ એક્સેપ્ટર આયનો.
  - N-સાઇડ પર પોઝિટિવ ડોનર આયનો.
4. **ડિપ્લેશન રીજીયન:** આ રીજીયન મુખ્યત્વે ઇમોબાઇલ આયનો ધરાવે છે અને ચાર્જ કેરિયર્સથી ખાલી (depleted) હોય છે.
5. **બેરિયર પોટેન્શિયલ:** આ આયનો દ્વારા બનાવેલ ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ વધુ ડિફ્યુઝનનો વિરોધ કરે છે. જંકશન પરના આ પોટેન્શિયલ ડિફરન્સને બેરિયર પોટેન્શિયલ ( $V_B$ ) કહેવાય છે.
  - Silicon માટે  $V_B \approx 0.7V$ .
  - Germanium માટે  $V_B \approx 0.3V$ .

મેમરી ટ્રીક

“DCFB: ડિફ્યુઝન ક્રિએટ્સ, ફિલ્ડ બેલેન્સિસ”

## પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ફોરબિડન એનર્જી ગેપની વ્યાખ્યા આપો. તે કેવી રીતે થાય છે? Ge અને Si માટે તેનું મેગ્નીટ્યૂડ કેટલું છે?

જવાબ

**ફોરબિડન એનર્જી ગેપ ( $E_g$ ):** વેલેન્સ બેન્ડની ટોચ અને કન્ડક્શન બેન્ડના તળિયા વચ્ચેના ઉર્જા તફાવતને, જ્યાં ઇલેક્ટ્રોન માટે કોઈ માન્ય એનર્જી સ્ટેટ્સ હોતા નથી, તેને ફોરબિડન એનર્જી ગેપ કહેવાય છે.

**ઉત્પત્તિ:** જ્યારે પરમાણુઓ નજીક આવીને ક્રિસ્ટલ લેટિસ બનાવે છે ત્યારે એનર્જી લેવલના વિભાજન (splitting) ને કારણે અલગ અલગ બેન્ડ (વેલેન્સ અને કન્ડક્શન) રચાય છે, જે ગેપ દ્વારા અલગ પડે છે.

**300K પર મેગ્નીટ્યૂડ:**

- જર્મેનિયમ (Ge):  $E_g \approx 0.67 \text{ eV}$
- સિલિકોન (Si):  $E_g \approx 1.1 \text{ eV}$

### મેમરી ટ્રીક

“GSLG: ગ્રેટર સિલિકોન, લોઅર જર્મેનિયમ”

## પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

નીચેના શબ્દોને વ્યાખ્યાયિત કરો: (i) ની (Knee) વોલ્ટેજ (ii) રિવર્સ સેચ્યુરેશન કરંટ (iii) રિવર્સ બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (iv) પીક ઇન્વર્સ વોલ્ટેજ (PIV)

### જવાબ

1. ની વોલ્ટેજ (કટ-ઇન વોલ્ટેજ): તે ફોરવર્ડ વોલ્ટેજ છે જેના પર ડાયોડ કરંટ ઝડપથી વધવા લાગે છે. (Si: 0.7V, Ge: 0.3V).
2. રિવર્સ સેચ્યુરેશન કરંટ ( $I_0$ ): રિવર્સ બાયસમાં ડાયોડમાંથી વહેતો નાનો લિકેજ કરંટ, જે માઇનોરિટી કેરિયર્સને કારણે હોય છે. તે તાપમાન પર આધારિત છે.
3. રિવર્સ બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ ( $V_{BR}$ ): તે રિવર્સ વોલ્ટેજ છે જેના પર ડાયોડ જંકશન બ્રેકડાઉન થાય છે અને રિવર્સ દિશામાં મોટો કરંટ વહે છે.
4. પીક ઇન્વર્સ વોલ્ટેજ (PIV): મહત્તમ રિવર્સ વોલ્ટેજ જે ડાયોડ રેક્ટિફાયર સર્કિટમાં બ્રેકડાઉન વિના સહન કરી શકે છે.

### મેમરી ટ્રીક

“KRSBBP: ની રાઇઝિસ, સેચ્યુરેશન ટ્રિકલ્સ, બ્રેકડાઉન બર્સ્ટ્સ, PIV પ્રોટેક્ટ્સ”

## પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

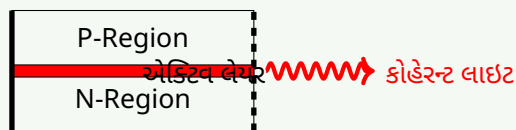
LASER ડાયોડનું બંધારણ, કાર્ય અને લાક્ષણિકતા સમજાવો અને તેના ઉપયોગો લખો.

### જવાબ

**LASER:** Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

**બંધારણ:** આ એક P-N જંકશન ડાયોડ છે જે ડાયરેક્ટ બેન્ડગેપ સેમિકન્ડક્ટર્સ (જેમ કે GaAs) થી બનેલો છે. એક્ટિવ રીજીયન P અને N લેયરની વચ્ચે હોય છે. છેડાઓ પોલિશ કરેલા હોય છે જેથી મિરર સપાટીઓ બને.

**આકૃતિ:**



લેસર ડાયોડ સ્ટ્રક્ચર

આકૃતિ 9. લેસર ડાયોડ

**કાર્ય પદ્ધતિ:**

1. પોમ્પેશન ઇન્વર્ઝન: સ્ટ્રોન્ગ ફોરવર્ડ બાયસ હેઠળ, એક્ટિવ રીજીયનમાં કેરિયર્સ ઇન્જેક્ટ થાય છે.
2. સ્ટિમ્યુલેટેડ એમિશન: એક ઇન્સિડન્ટ ફોટોન એક્સાઇટેડ ઇલેક્ટ્રોનને રિકોમ્બાઇન કરવા માટે ટ્રિગર કરે છે, જેથી બીજો સમાન ફોટોન ઉત્સર્જિત થાય છે.
3. એમ્પ્લિફિકેશન: ફોટોન મિરર વચ્ચે પરાવર્તિત થઈને પ્રકાશને એમ્પ્લિફાય કરે છે.
4. લેસિંગ: જ્યારે ગેઇન લોસ કરતા વધી જાય ત્યારે કોહેરન્ટ બીમ બહાર આવે છે.

**ઉપયોગો:**

- ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કમ્યુનિકેશન.
- બારકોડ સ્કેનર.
- લેસર પ્રિન્ટર.



મેમરી ટ્રીક

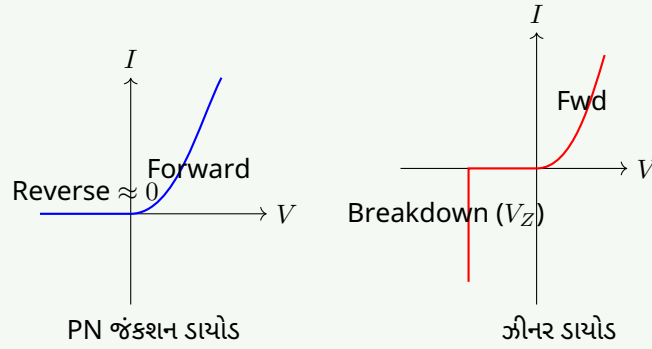
“PICL: પોપ્યુલેશન ઇન્વર્ઝન ક્રિએટ્સ કોહેરન્ટ લાઇટ”

### પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

P-N જંકશન ડાયોડ અને ઝીનર ડાયોડની V-I લાક્ષણિકતાઓ દોરો.

જવાબ

V-I લાક્ષણિકતાઓ:



આકૃતિ 10. V-I લાક્ષણિકતાઓ

મેમરી ટ્રીક

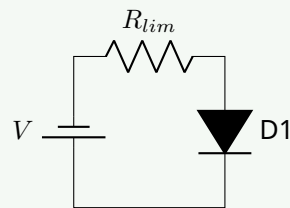
“FSRD: ફોરવર્ડ સેમ, રિવર્સ ડિફરન્ટ”

### પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે ફોરવર્ડ બાયસમાં P-N જંકશન ડાયોડનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 11. ફોરવર્ડ બાયસ ડાયોડ

કાર્ય:

- **ફોરવર્ડ બાયસ:** P-ટર્મિનલ પોઝિટિવ સાથે, N-ટર્મિનલ નેગેટિવ સાથે જોડેલ છે.
- **ફોરવર્ડ બાયસ:** એક્સટર્નલ વોલ્ટેજ બેરિયરનો વિરોધ કરે છે, જેથી ડિપ્લેશન રીજીયનની પહોળાઈ ઘટે છે.
- **ફોરવર્ડ બાયસ:** જ્યારે વોલ્ટેજ  $V > 0.7V$  (Si) થાય, ત્યારે કેરિયર્સ જંકશન પાર કરે છે અને કરંટ વહે છે.

## મેમરી ટ્રીક

“PPRBCF: પોઝિટિવ ટુ P, રિઝ્યુસિસ બેરિયર, કરંટ ફ્લોઝ”

## પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

લાઈટ એમીટીંગ ડાયોડ (LED) અને ફોટોડાયોડ નું કાર્ય આકૃતિ દોરી સમજાવો.

## જવાબ

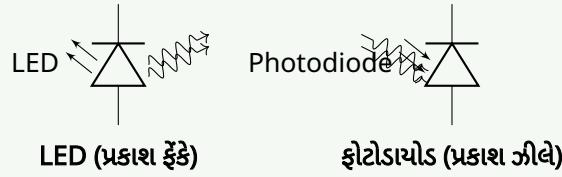
## 1. લાઈટ એમીટીંગ ડાયોડ (LED):

- સિદ્ધાંત: ઇલેક્ટ્રોલ્યુમિનેસન્સ. વિદ્યુત ઊર્જાને પ્રકાશમાં ફેરવે છે.
- કાર્ય: ફોરવર્ડ બાયસ માં ચાલે છે. જ્યારે કેરિયર્સ રિકોમ્બાઇન થાય, ત્યારે ફોટોન્સ મુક્ત થાય છે.

## 2. ફોટોડાયોડ:

- સિદ્ધાંત: ફોટોઇલેક્ટ્રિક ઇફેક્ટ. પ્રકાશને વિદ્યુત ઊર્જામાં ફેરવે છે.
- કાર્ય: રિવર્સ બાયસ માં ચાલે છે. પ્રકાશ પડવાથી હોલ-ઇલેક્ટ્રોન પેર બને છે જે રિવર્સ કરંટ ઉત્પન્ન કરે છે.

આકૃતિઓ:



## મેમરી ટ્રીક

“LEPD: LEDs એમિટ, ફોટોડાયોડ્સ ડિટેક્ટ”

## પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

નીચેના શબ્દોને વ્યાખ્યાયિત કરો: (i) રેક્ટિફાયર એફીસીયન્સી ( $\eta$ ) (ii) રીપલ ફેક્ટર ( $\gamma$ ) (iii) વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન

## જવાબ

1. રેક્ટિફાયર એફીસીયન્સી ( $\eta$ ): તે DC આઉટપુટ પાવર અને AC ઇનપુટ પાવરનો ગુણોત્તર છે.

$$\eta = \frac{P_{DC}}{P_{AC}} \times 100\%$$

(મહત્તમ: હાફ વેવ = 40.6%, ફુલ વેવ = 81.2%)

2. રીપલ ફેક્ટર ( $\gamma$ ): રેક્ટિફાયર આઉટપુટમાં AC કમ્પોનન્ટના RMS મૂલ્ય અને DC કમ્પોનન્ટનો ગુણોત્તર છે. તે DC આઉટપુટની ગુણવત્તા દર્શાવે છે.

$$\gamma = \frac{V_{ac(rms)}}{V_{dc}} = \sqrt{\left(\frac{I_{rms}}{I_{dc}}\right)^2 - 1}$$

3. વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન: નો-લોડ થી ફુલ-લોડ સ્થિતિમાં આઉટપુટ વોલ્ટેજમાં થતો ફેરફાર, જે ફુલ-લોડ વોલ્ટેજની ટકાવારી તરીકે દર્શાવાય છે.

$$\%VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\%$$

(આદર્શ રીતે 0% હોવું જોઈએ).

## મેમરી ટ્રીક

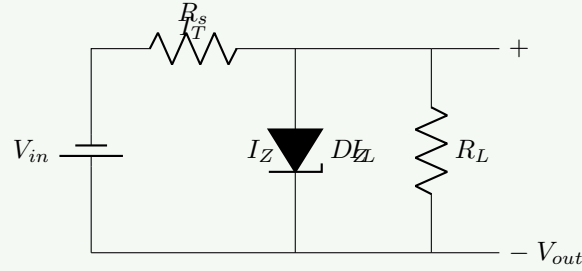
“EPRVS: એફિસિયન્સી પાવર્સ, રિપલ વેરીઝ, રેગ્યુલેશન સ્ટેબિલાઇઝિસ”

## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

ઝીનર ડાયોડને વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે સમજાવો.

## જવાબ

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 12. ઝીનર વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર

કાર્ય પદ્ધતિ:

- ઝીનર ડાયોડ લોડની સમાંતરમાં રિવર્સ બાયસ માં જોડાયેલ છે.
- તે બ્રેકડાઉન રીજીયન માં કામ કરે છે જ્યાં વોલ્ટેજ ( $V_Z$ ) અચળ રહે છે.
- કેસ 1: ઇનપુટ વોલ્ટેજ વધે: ઇનપુટ કરંટ ( $I_T$ ) વધે છે. ઝીનર ડાયોડ વધારાનો કરંટ ( $I_Z$ ) શોષી લે છે, જેથી લોડ કરંટ ( $I_L$ ) અને વોલ્ટેજ ( $V_{out} = V_Z$ ) અચળ રહે છે.
- કેસ 2: લોડ કરંટ વધે: જો લોડ રેઝિસ્ટન્સ ઘટે, તો  $I_L$  વધે છે. ઝીનર કરંટ  $I_Z$  તેટલો જ ઘટે છે, જેથી કુલ કરંટ  $I_T$  અચળ રહે છે. આમ,  $V_{out}$  સ્થિર રહે છે.

## મેમરી ટ્રીક

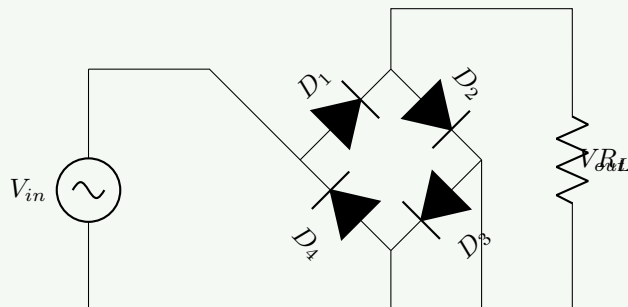
“ZSEC: ઝીનર શન્ટ્સ એક્સેસ કરંટ”

## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ અને ઇનપુટ-આઉટપુટ વેવફોર્મ સાથે કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયર સમજાવો.

## જવાબ

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:

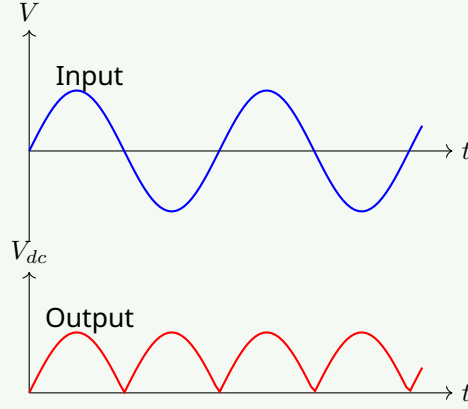


આકૃતિ 13. કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયર

કાર્ય:

- પોઝિટિવ હાફ સાયકલ:  $D_1$  અને  $D_3$  (ડાયાગ્રામ મુજબ) કન્ડક્ટ કરે છે.
- નેગેટિવ હાફ સાયકલ:  $D_2$  અને  $D_4$  કન્ડક્ટ કરે છે.
- લોડ  $R_L$  માંથી કરંટ હંમેશા એક જ દિશામાં વહે છે.

વેવફોર્મ્સ:



આકૃતિ 14. ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ

મેમરી ટ્રીક

“BBBH: બ્રિજ બ્રિગ્સ બોથ હાલ્વ્સ”

## પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

રેક્ટિફાયર ના ઉપયોગો લખો.

જવાબ

ઉપયોગો:

- DC પાવર સપ્લાય: ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો (ટીવી, મોબાઈલ) માટે.
- બેટરી ચાર્જિંગ: ઇન્વર્ટર અને વાહનોમાં.
- ઇલેક્ટ્રોપ્લેટિંગ: સતત DC કરંટ માટે.
- ઇલેક્ટ્રિક ટ્રેક્શન: ટ્રેન અને મેટ્રોમાં DC મોટર્સ માટે.
- ડિટેક્ટર્સ: રેડિયોમાં સિગ્નલ ડિટેક્શન (ડિમોડ્યુલેશન) માટે.

મેમરી ટ્રીક

“PPTICD: પાવર પરફેક્ટલી ટ્રાન્સફોર્મ્ડ ઇન કન્ઝ્યુમર ડિવાઇસિસ”

## પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

હાફ વેવ, ફુલ વેવ સેન્ટર ટેપ અને ફુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયરને ચાર પેરામીટર્સ સાથે સરખાવો.

## જવાબ

પેરામીટર	હાફ વેવ	FW સેન્ટર ટેપ્ડ	FW બ્રિજ
ડાયોડની સંખ્યા	1	2	4
કાર્યક્ષમતા ( $\eta$ )	40.6%	81.2%	81.2%
રીપલ ફેક્ટર	1.21	0.48	0.48
PIV રેટિંગ	$V_m$	$2V_m$	$V_m$
ટ્રાન્સફોર્મર	સામાન્ય	સેન્ટર-ટેપ્ડ જરૂરી	સામાન્ય

## મેમરી ટ્રીક

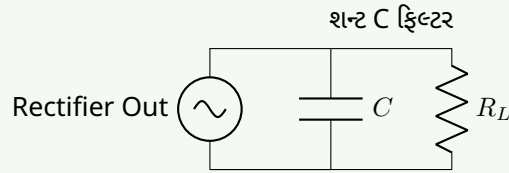
“HWCTIBO: હાફ વેસ્ટ્સ, સેન્ટર ટેપ્ડ ઇમ્પૂલ્સ, બ્રિજ ઓપ્ટિમાઇઝિસ”

## પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે શન્ટ કેપેસિટર ફિલ્ટર અને  $\pi$ -ફિલ્ટર સમજાવો.

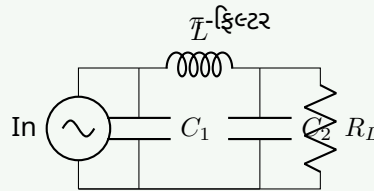
## જવાબ

1. શન્ટ કેપેસિટર ફિલ્ટર: કેપેસિટર રેક્ટિફાયર આઉટપુટની સમાંતરમાં જોડાયેલ છે. તે વોલ્ટેજ વધે ત્યારે ચાર્જ થાય છે અને વોલ્ટેજ ઘટે ત્યારે ડિસ્ચાર્જ થાય છે, આમ આઉટપુટ સ્મૂથ કરે છે.



2.  $\pi$ -ફિલ્ટર (C-L-C ફિલ્ટર): તેમાં એક શન્ટ કેપેસિટર ( $C_1$ ), સિરીઝ ઇન્ડક્ટર ( $L$ ), અને બીજું શન્ટ કેપેસિટર ( $C_2$ ) હોય છે ( $\pi$  આકાર).

- $C_1$ : મોટાભાગના AC રીપલ બાયપાસ કરે છે.
- $L$ : AC ને બ્લોક કરે છે, DC ને પસાર કરે છે (Choke).
- $C_2$ : બાકી રહેલ Rippler દૂર કરે છે.



## મેમરી ટ્રીક

“CSPFP: કેપેસિટર સ્મૂથ્સ, પી-ફિલ્ટર પરફેક્ટ્સ”

## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

નીચેના components ની સંજ્ઞા દોરો: (i) PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટર (ii) N ચેનલ JFET (iii) N ચેનલ એન્હાન્સમેન્ટ મોડ MOSFET

## જવાબ



## મેમરી ટ્રીક

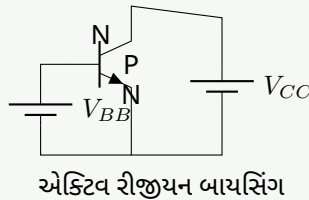
“PPIJGMMG: PNP પોઇન્ટ્સ ઇન, JFET જોઇન્ટ્સ ગેટ્સ, MOSFET મેક્સ ગેપ્સ”

## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડાયાગ્રામ સાથે NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

ડાયાગ્રામ: એક્ટિવ મોડ બાયસિંગ.



## કાર્ય:

- **બાયસિંગ:** એમિટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસ ( $V_{BE}$ ) છે. કલેક્ટર-બેઝ જંકશન રિવર્સ બાયસ ( $V_{CB}$ ) છે.
- **એમિશન:** N-ટાઇપ એમિટરમાંથી ઇલેક્ટ્રોન્સ P-ટાઇપ બેઝમાં દાખલ થાય છે.
- **ટ્રાન્સપોર્ટ:** બેઝ ખૂબ પાતળો હોય છે. મોટાભાગના ઇલેક્ટ્રોન્સ ( $\approx 98\%$ ) બેઝ પાર કરીને કલેક્ટર સુધી પહોંચે છે. ખૂબ થોડા રિકોમ્બાઇન થાય છે ( $I_B$ ).
- **કલેક્શન:** કલેક્ટર જંકશન પરનું ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ ઇલેક્ટ્રોન્સને ખેંચી લે છે, જેનાથી કલેક્ટર કરંટ ( $I_C$ ) બને છે.
- **સંબંધ:**  $I_E = I_B + I_C$ , જ્યાં  $I_C \approx \beta I_B$ .

## મેમરી ટ્રીક

“EEBPCA: ઇલેક્ટ્રોન્સ એન્ટર, બેરલી પોઝ, કલેક્ટ એબવ”

## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

કોમન એમીટર(CE) ટ્રાન્ઝિસ્ટરને તેના ઇનપુટ આઉટપુટ લાક્ષણિકતા સાથે દોરો અને સમજાવો.

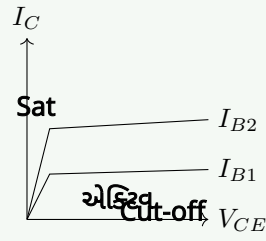
## જવાબ

**CE કન્ફિગરેશન:** એમિટર ઇનપુટ અને આઉટપુટ બંને માટે કોમન છે.

**ઇનપુટ લાક્ષણિકતા ( $I_B$  vs  $V_{BE}$ ):** ફોરવર્ડ બાયસડ ડાયોડ જેવી જ છે.  $0.7V$  (Si) પછી  $I_B$  ઝડપથી વધે છે.

**આઉટપુટ લાક્ષણિકતા ( $I_C$  vs  $V_{CE}$ ):**

- **કટ-ઓફ:**  $I_B = 0$ . ટ્રાન્ઝિસ્ટર OFF છે.
- **એક્ટિવ:** ફ્લેટ ભાગ જ્યાં  $I_C = \beta I_B$ . એમ્પ્લિફિકેશન માટે વપરાય છે.
- **સેચુરેશન:**  $V_{CE} < 0.2V$ . ટ્રાન્ઝિસ્ટર ON સ્વિચ તરીકે વર્તે છે.



આકૃતિ 15. CE આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓ

મેમરી ટ્રીક

“CASOAO: કટ-એક્ટિવ-સેચુરેટ: ઓફ-એમ્પ્લિફાય-ઓન”

## પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

કરંટ ગેઇન આલ્ફા ( $\alpha$ ) અને બીટા ( $\beta$ ) વચ્ચેનો સંબંધ મેળવો.

જવાબ

વ્યાખ્યાઓ:

- $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$  (CB ગેઇન)
- $\beta = \frac{I_C}{I_B}$  (CE ગેઇન)

તારવણી: આપણે જાણીએ છીએ:  $I_E = I_C + I_B$  વડે ભાગતા:

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

ગેઇન મુકતા:

$$\frac{1}{\alpha} = 1 + \frac{1}{\beta}$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\beta + 1}{\beta} \Rightarrow \alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

તેમજ:

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

મેમરી ટ્રીક

“AAOBBI: આલ્ફા એપ્રોચિસ વન, બીટા બિકમ્સ ઇન્ફિનિટ”

## પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

ટ્રાન્ઝીસ્ટર માટે વિવિધ ઓપરેટીંગ રીજીયન સમજાવો.

જવાબ

રીજીયન	બાયસ (JE, JC)	લક્ષણો	ઉપયોગ
કટ-ઓફ	રિવર્સ, રિવર્સ	નહિવત કરંટ ( $I_C \approx 0$ ). ઓપન સ્વિચ.	ડિજિટલ '0' (OFF)
એક્ટિવ	ફોરવર્ડ, રિવર્સ	$I_C = \beta I_B$ . આઉટપુટ ઇનપુટના પ્રમાણમાં.	એમ્પ્લિફાયર
સેચુરેશન	ફોરવર્ડ, ફોરવર્ડ	મહત્તમ કરંટ. ઓછો વોલ્ટેજ ડ્રોપ ( $0.2V$ ). ક્લોઝ સ્વિચ.	ડિજિટલ '1' (ON)

મેમરી ટ્રીક

“CASOAS: કટ એક્ટિવ સેચુરેટ: ઓફ એમ્પ્લિફાય સ્વિચ”

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

MOSFET પર ટૂંકનોંધ લખો.

જવાબ

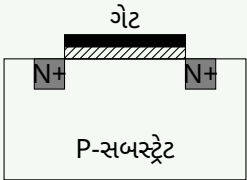
વ્યાખ્યા: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. આ વોલ્ટેજ-કંટ્રોલ્ડ ડિવાઇસ છે જે હાઇ ઇનપુટ ઇમ્પેડન્સ ધરાવે છે. રચના (N-ચેનલ એન્હાન્સમેન્ટ):

- સબસ્ટ્રેટ: હળવું ડોપ્ડ P-ટાઇપ સિલિકોન.
- સોર્સ/ડ્રેન: ભારે ડોપ્ડ N+ રીજીયન.
- ગેટ: મેટલ ઇલેક્ટ્રોડ જે ચેનલથી પાતળા  $\text{SiO}_2$  લેયર દ્વારા અલગ પડે છે.

કાર્ય:

- જ્યારે ગેટ વોલ્ટેજ ( $V_{GS}$ ) પોઝિટિવ હોય, ત્યારે તે ઓક્સાઇડ નીચે ઇલેક્ટ્રોન્સને આકર્ષે છે.
- થ્રેશોલ્ડ વોલ્ટેજ ( $V_{th}$ ) ઉપર, સોર્સ અને ડ્રેન વચ્ચે N-ચેનલ બને છે.
- $V_{DS}$  વોલ્ટેજ આપતા ડ્રેન થી સોર્સ કરંટ ( $I_D$ ) વહે છે.

ફાયદા: હાઇ ઇનપુટ ઇમ્પેડન્સ, ઓછો પાવર વપરાશ, BJT કરતા ઝડપી સ્વિચિંગ. ઉપયોગો: ICs, માઈક્રોપ્રોસેસર્સ (CMOS), પાવર સ્વિચિંગ.



આકૃતિ 16. MOSFET રચના

મેમરી ટ્રીક

“MOSGFC: મેટલ ઓક્સાઇડ સેપરેટ ગેટ એનેબલ્ડ ફિલ્ડ કંટ્રોલ”