

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

Milav Dabgar

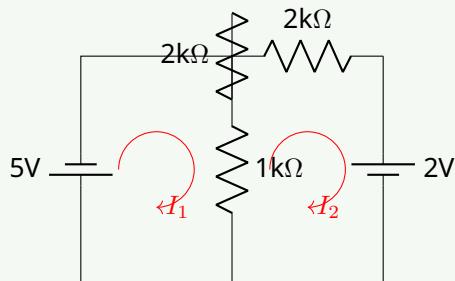
August 5, 2023

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

નીચેની સર્કિટમાં મેશ કરત શોધો.

જવાબ

આપેલ સર્કિટ:



આફ્ટિ 1. મેશ એનાલિસિસ સર્કિટ

મેશ એનાલિસિસ લાગુ કરતાં:

- બે મેશમાં કલોકવાઈ કરત 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]

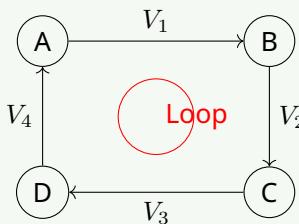
કીર્યોકુનો વોલ્ટેજ (KVL) નો નિયમ લખો અને ડાયાગ્રામ દોરી સમજાવો.

જવાબ

કીર્યોકુનો વોલ્ટેજ નિયમ (KVL): KVL કહે છે કે કોઈપણ બંધ લૂપમાં બધા વોલ્ટેજનો અલજેભ્રાઇક 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 ફ્લોપ (+ થી -) નેગેટિવ લેવામાં આવે છે.
- તેનો ઉપયોગ મદ્દીપલ વોલ્ટેજ સોર્સ વાળા જટિલ સર્કિટ્સને ઉકેલવા માટે થાય છે.

મેમરી ટ્રીક

“VALSZ: લૂપમાં વોલ્ટેજનો સરવાળો શૂન્ય”

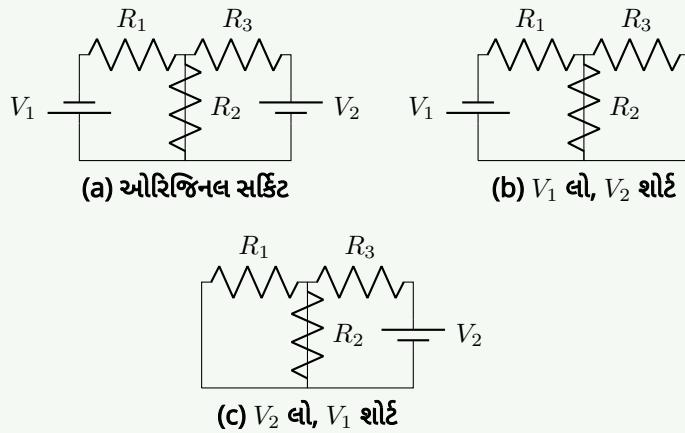
પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

સુપર પોઝિશનનો થિયરમ લખો અને સમજાવો.

જવાબ

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

આકૃતિ:



આકૃતિ 3. સુપરપોર્ઝિશન થિયરમ

લાગુ કરવાના સ્ટેપ્સ:

1. એક સમયે એક સોર્સ પસંદ કરો અને અન્ય તમામ સ્વતંત્ર સોર્સને નિષ્કિય કરો (વોલટેજ સોર્સ → શૉર્ટ સર્કિટ, કરંટ સોર્સ → ઓપન સર્કિટ).
 2. માત્ર એકિટિવ સોર્સને કારણે કરેટ/વોલ્ટેજ રિસ્પોન્સ ગણો.
 3. સર્કિટાંના દરેક સોર્સ માટે આ પ્રક્રિયા પુનરાવર્તિત કરો.
 4. કુલ રિસ્પોન્સ એ વ્યક્તિગત રિસ્પોન્સનો અલગેખાદિક સરવાળો છે.

ଓপ্যোগি:

- મધ્યીપદ સોર્સ વાળા સર્કિટ્સનું વિશ્વેષણ સરળ બનાવે છે.
 - માત્ર લિનિયર સર્કિટ્સને લાગુ પડે છે.

ਮੇਮਰੀ ਟ੍ਰੀਕ

“SSSS: સોર્સ અલગ અલગ, સરવાળો સફળતાપુર્વક”

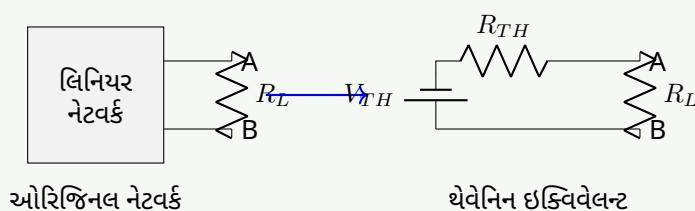
પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણા]

થેવેનિનનો થિયરમ લખો અને સમજાવો.

ଜୟାମ୍

સ્ટેમેન્ટ: થેવેનિનાનો ધ્યાયમ કહે છે કે વોલટેજ સોર્સ, કરંટ સોર્સ અને રેજિસ્ટર્સ ધરાવતા કોઈપણ લિનિયર, બાયલેટરલ નેટવર્કને એક વોલટેજ સોર્સ (V_{TH}) અને સિરીજમાં એક રેજિસ્ટર (R_{TH}) વાળા સરળ ઇક્વિવેલન્ટ સંકિંત દ્વારા બદલી શકાય છે.

(११)



આકૃતિ 4. થેવેનિનનું ઇક્સિવેલન્ટ સર્કિટ

થેવેનિન ઇક્સિવેલન્ટ શોધવાના સ્ટેપ્સ:

1. V_{TH} (थेवेनिन वोल्टेज) શોधાયાં:
 - લોડ રેજિસ્ટર R_L દૂર કરો.
 - ટર્મિનલ્સ A અને B વચ્ચેનો ઓપન સર્કિટ વોલ્ટેજ (V_{OC}) ગણો. આ V_{TH} છે.
 2. R_{TH} (થેવેનિન રેજિસ્ટર-ન્સ) શોધાયાં:
 - બધા સ્વતંત્ર સોર્સને નિષ્કય કરો (વોલ્ટેજ સોર્સ \rightarrow શોર્ટ, કરંટ સોર્સ \rightarrow ઓપન).

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

ઉપયોગો:

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

મેમરી ટ્રીક

"THEVR: બે હાથના તત્વો: વોલ્ટેજ અને રેજિસ્ટરન્સ"

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણા]

ટ્રાયવેલન્ટ, ટેટ્રાવેલન્ટ અને પેન્ટાવેલન્ટ મટીરીયલની સરખામણી કરો.

જવાબ

ગુણધર્મ	ટ્રાયવેલન્ટ	ટેટ્રાવેલન્ટ	પેન્ટાવેલન્ટ
વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન	3	4	5
ઉદાહરણો	બોરોન (B), અલ્યુમિનિયમ (Al), ગેલિયમ (Ga)	સિલિકોન (Si), જર્મનિયમ (Ge), કાર્બન (C)	ફોસ્ફરસ (P), આર્સનિક (As), એન્ટ્રોમોની (Sb)
બોન્ડિંગ	3 કોવેલન્ટ બોન્ડ બનાવે. હોલ (વેકેન્સી) સર્જે છે.	4 સ્થિર કોવેલન્ટ બોન્ડ બનાવે.	4 કોવેલન્ટ બોન્ડ બનાવે. 5મો ઇલેક્ટ્રોન ફી રહે છે.
ડોપિંગ પ્રકાર	એક્સોપ્ટર અશુદ્ધ (P-ટાઇપ)	ઇન્ટ્રાનિસિક સેમિકન્ડક્ટર	ડોનર અશુદ્ધ (N-ટાઇપ)
ચાર્જ ફેરિસ્ટર	મેજોરિટી: હોલ્સ	બેલેન્સડ (ઇન્ટ્રાનિસિક)	મેજોરિટી: ઇલેક્ટ્રોનસ

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણા]

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

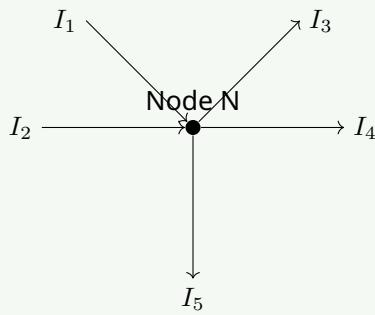
જવાબ

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

સમીક્ષણ:

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

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 કન્જર્વેશન (Conservation of Charge) પર આધારિત છે.

મેમરી ટ્રીક

"CIECO: કરંટ ઇન ઈકવલ્સ કરંટ આઉટ"

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

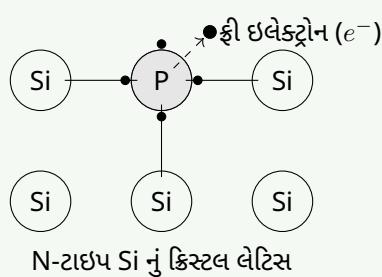
વ્યાખ્યા આપો: એક્સટ્રિન્સિક સેમિકન્ડક્ટર. N-પ્રકારના સેમિકન્ડક્ટર ની રચના ડાયાગ્રામ ની મદદથી સમજાવો.

જવાબ

વ્યાખ્યા (એક્સટ્રિન્સિક સેમિકન્ડક્ટર): એક્સટ્રિન્સિક સેમિકન્ડક્ટર એવો સેમિકન્ડક્ટર છે જેમાં તેની વાહકતા (conductivity) વધારવા માટે અશુદ્ધિઓ (ટ્રાયર્વેલેન્ટ 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), આર્સોનિક (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.
- ફી ઇલેક્ટ્રોન: ફોસ્ફરસનો 5મો વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન ઢીલો જોડાયેલો હોય છે અને રૂમ ટેમ્પરેચર પર મુક્ત (free) થાય છે.
- વાહકતા: ફી ઇલેક્ટ્રોન્સ વાહકતામાં નોંધપાત્ર વધારો કરે છે. ઇલેક્ટ્રોન્સ મેજોરિટી કેરિયર્સ છે, અને હોલ્સ માઇનોરિટી કેરિયર્સ છે.
- ન્યૂટ્રાલિટી: બલ્ક મટીરીયલ ઇલેક્ટ્રોનની ન્યૂક્લિન રહે છે કારણ કે પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા સમાન હોય છે.

મેમરી ટ્રીક

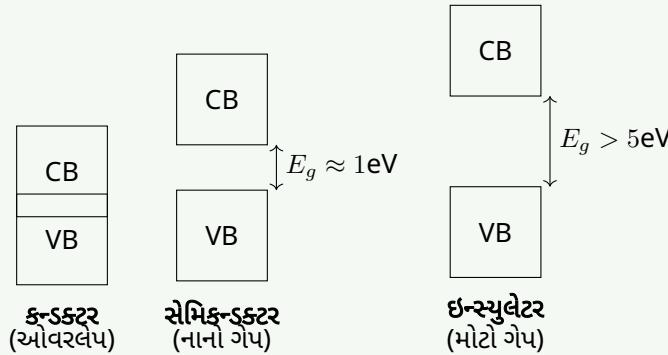
“PPP: ફોસ્ફરસ પ્રોવાઇડ્સ પ્લસ-વન ઇલેક્ટ્રોન”

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

કન્ડકટર, સેમિકન્ડકટર અને ઇન્સ્યુલેટર માટે એનર્જી બેન્ડ ડાયાગ્રામ દોરો.

જવાબ

એનર્જી બેન્ડ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 7. બેન્ડ ડાયાગ્રામ સરખામણી

મુખ્ય તક્ષાવતો:

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

મેમરી ટ્રીક

“GDF: NSH - ગેઝ ડિટરમાઇન ફ્લોન્સ: નન, સ્મોલ, હ્યુજ”

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

EMF અને Potential difference વચ્ચેનો તક્ષાવત 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 ϵ	V
માપન	જ્યારે સર્કિટ ઓપન હોય ત્યારે માપવામાં આવે છે (કરંટ નથી).	જ્યારે સર્કિટ કલોજ હોય ત્યારે માપવામાં આવે છે (કરંટ વહે છે).
સોર્સ/લોડ	સોર્સ (બેટરી, જનરેટર) સાથે સંકળાયેલ છે.	લોડ (રેજિસ્ટર, બલ્બ) સાથે સંકળાયેલ છે.
મેચ્યોટ્યૂડ	હંમેશા PD કરતાં વધારે (અંતરિક રેજિસ્ટરનાને કારણે).	કલોજ સર્કિટમાં હંમેશા EMF કરતાં ઓછું.
કારણ/અસર	તે કારણ છે (કરંટ ચલાવે છે).	તે અસર છે (કરંટ ફ્લોન્સ: પરિણામ).

મેમરી ટ્રીક

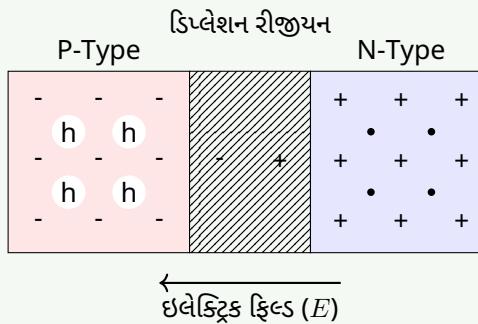
"ECPC: EMF ફિલેક્ટ્સ, PD કન્યુમ્સ"

પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

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

જવાબ

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



આકૃતિ 8. ડિપ્લેશન રીજીયન રૂચના

રૂચના પ્રક્રિયા:

- ડિફ્યુઝન:** P-સાઇડથી હોલ્સ N-સાઇડ તરફ અને N-સાઇડથી ઇલેક્ટ્રોન્સ P-સાઇડ તરફ કન્સન્ટ્રેશન ગ્રેડિયન્ટને કારણે ડિફ્યુઝ થાય છે.
- રિકોમ્પનેશન:** જંકશનની નજીક, ફીન્ડિક્ટ્રોન્સ હોલ્સ સાથે જોડાય છે.
- સ્પેસ ચાર્જ:** જેમ કેરિયર્સ અદૃશ્ય થાય છે, તેઓ ઇમોબાઇલ આયનો છોડી દે છે:
 - P-સાઇડ પર નેગેટિવ એક્સોપ્ટર આયનો.
 - N-સાઇડ પર પોઝિટિવ ડોનર આયનો.
- ડિપ્લેશન રીજીયન:** આ રીજીયન મુખ્યત્વે ઇમોબાઇલ આયનો ધરાવે છે અને ચાર્જ કેરિયર્સથી ખાલી (depleted) હોય છે.
- બેરિયર પોટેન્શિયલ:** આ આયનો દ્વારા બનાવેલ ઇલેક્ટ્રિક ફિલ 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 ફિલ, ફિલ બેલન્સિસ"

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ફોરબિન એનજી ગેપની વ્યાખ્યા આપો. તે કેવી રીતે થાય છે? Ge અને Si માટે તેનું મેગ્નીટિયુડ કેટલું છે?

જવાબ

ફોરબિન એનજી ગેપ (E_g): વેલેન્સ બેન્ડની ટોય અને કન્ડક્ષન બેન્ડના તળિયા વચ્ચેના ઉર્જા તફાવતને, જ્યાં ઇલેક્ટ્રોન માટે કોઈ માન્ય એનજી સ્ટેટ્સ હોતા નથી, તેને ફોરબિન એનજી ગેપ કહેવાય છે.

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

300K પર મેગ્નીટિયુડ:

- જરૂરનિયમ (Ge): $E_g \approx 0.67$ eV
- સિલિકોન (Si): $E_g \approx 1.1$ eV

મેમરી ટ્રીક

“GSLG: ગ્રેટર સિલિકોન, લોઅર જરૂરનિયમ”

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

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

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

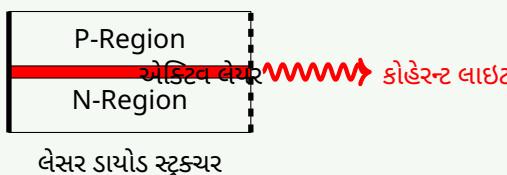
LASER ડાયોડનું બંધારણ, કાર્ય અને લાક્ષણિકતા સમજાવો અને તેના ઉપયોગો લખો.

જવાબ

LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

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

આકૃતિ:



આકૃતિ 9. લેસર ડાયોડ

કાર્ય પદ્ધતિ:

- પોયલેશન ઇન્વર્જન: સ્ટ્રોન્ગ ફોરવર્ડ બાયસ હેઠળ, એક્ટિવ રીજ્યુનમાં કેરિયર્સ ઇન્જેક્શન થાય છે.
- સ્ટિમ્પુલેટેડ એમિશન: એક ઇન્સિડન્ટ ફોટોન એક્સાઇટેડ ઇલેક્ટ્રોનને રિકોમ્બાઇન કરવા માટે ટ્રિગર કરે છે, જેથી બીજો સમાન ફોટોન ઉત્સર્જિત થાય છે.
- ઓપ્ટિક્સિન્ફર્સન: ફોટોન મિરર વચ્ચે પરાવર્તિત થઈને પ્રકાશને ઓપ્ટિક્સિન્ફર કરે છે.
- લેસિંગ: જ્યારે ગેઇન લોસ કરતા વધી જાય ત્યારે કોહેરન્ટ બીમ બહાર આવે છે.

ઉપયોગો:

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

મેમરી ટ્રીક

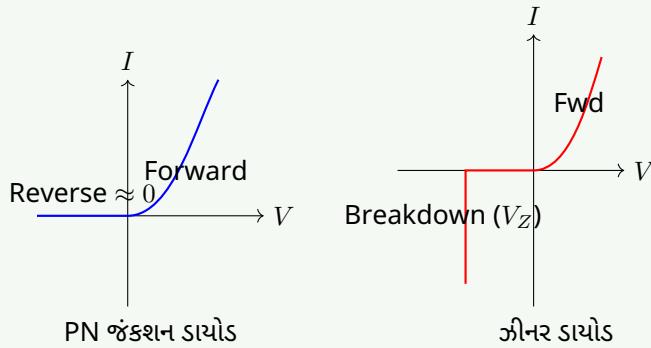
“PCL: પોષ્યુલેશન ઇન્વર્જન કિએટ્સ કોહેરન્ટ લાઇટ”

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

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

જવાબ

V-I લાક્ષણિકતાઓ:



આકૃતિ 10. V-I લાક્ષણિકતાઓ

મેમરી ટ્રીક

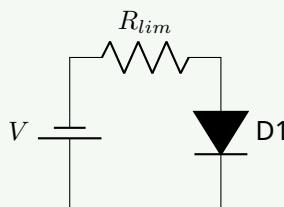
“FSRD: ફોરવર્ડ સેમ, રિવર્સ ડિફરન્ટ”

પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

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

જવાબ

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 11. ફોરવર્ડ બાયસડ ડાયોડ

કાર્ય:

- કનેક્શન: P-ટર્મિનલ પોઝિટિવ સાથે, N-ટર્મિનલ નેગાટિવ સાથે જોડેલ છે.
- ડિપ્લેશન રીજીયન: એક્સટરનલ વોલ્ટેજ બેરિયરનો વિરોધ કરે છે, જીથી ડિપ્લેશન રીજીયનની પહોળાઈ ઘટે છે.
- કન્ડક્શન: જ્યારે વોલ્ટેજ $V > 0.7V$ (Si) થાય, ત્યારે કેરિયર્સ જંકશન પાર કરે છે અને કરેટ વહે છે.

મેમરી ટ્રીક

“PPRBCF: પોઝિટિવ ટુ P, રિઝ્યુસિસ બેરિયર, કરંગ ફ્લોડ”

પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

લાઈટ એમીટિંગ ડાયોડ (LED) અને ફોટોડાયોડ નું કાર્ય આફ્ટિ દોરી સમજાવો.

જવાબ

1. લાઈટ એમીટિંગ ડાયોડ (LED):

- સિદ્ધાંત: ઇલેક્ટ્રોલ્યુમિનેસેન્સ. વિદ્યુત ઉજાને પ્રકાશમાં ફેરવે છે.
- કાર્ય: ફોરવક્ડ બાયસ માં ચાલે છે. જ્યારે કરિર્યર રિકોમ્બાઇન થાય, ત્યારે ફોટોન્સ મુક્ત થાય છે.

2. ફોટોડાયોડ:

- સિદ્ધાંત: ફોટોઇલેક્ટ્રોડ ઇફેક્ટ. પ્રકાશને વિદ્યુત ઉજામાં ફેરવે છે.
- કાર્ય: રિવર્સ બાયસ માં ચાલે છે. પ્રકાશ પડવાથી હોલ-ઇલેક્ટ્રોન પેર બને છે જે રિવર્સ કરંગ ઉત્પન્ન કરે છે.

આફ્ટિઓ:



મેમરી ટ્રીક

“LEPD: LEDs એમિટ, ફોટોડાયોડ્સ ડિટેક્ટ”

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

નીચેના શબ્દોને વ્યાખ્યાયિત કરો: (i) રેક્ટિફિકાયર એફીસીયન્સી (η) (ii) રીપલ ફેક્ટર (γ) (iii) વોલ્ટેજ રેષ્યુલેશન

જવાબ

1. રેક્ટિફિકાયર એફીસીયન્સી (η): તે DC આઉટપુટ પાવર અને AC ઇનપુટ પાવરનો ગુણોત્તર છે.

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

(મહત્વમાં: હાફ વેવ = 40.6%, કુલ વેવ = 81.2%)

2. રીપલ ફેક્ટર (γ): રેક્ટિફિકાયર આઉટપુટમાં AC કમ્પોનેન્ટના RMS મૂલ્ય અને DC કમ્પોનેન્ટનો ગુણોત્તર છે. તે DC આઉટપુટની ગુણવત્તા દર્શાવે છે.

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

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

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

(આદર્શ રીતે 0% હોવું જોઈએ).

મેમરી ટ્રીક

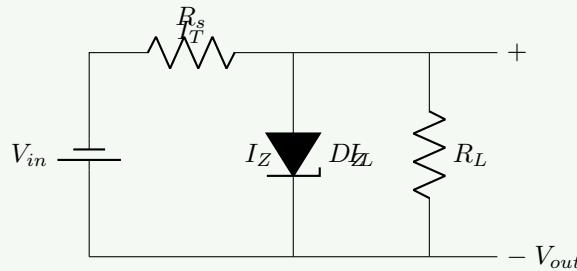
“EPRVS: એફિસિયન્સી પાવર્સ, રિપલ વેરીજ, રેગ્યુલેશન સ્ટેબિલાઇઝિસ”

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

જીનર ડાયોડને વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે સમજાવો.

જવાબ

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 12. જીનર વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર

કાર્ય પદ્ધતિ:

- જીનર ડાયોડ લોડની સમાંતરમાં રિવર્સ બધસ માં જોડાયેલ છે.
- તે બ્લેકાઉન રીજીયન માં કામ કરે છે જ્યાં વોલ્ટેજ (V_Z) અચળ રહે છે.
- કેસ 1: ઇનપુટ વોલ્ટેજ વધે: ઇનપુટ કરંટ (I_T) વધે છે. જીનર 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 રેઝિસ્ટરની ઘટે, તો I_L વધે છે. જીનર કરંટ I_Z તેટલો જ ઘટે છે, જેથી કુલ કરંટ I_T અચળ રહે છે. આમ, V_{out} રિચર રહે છે.

મેમરી ટ્રીક

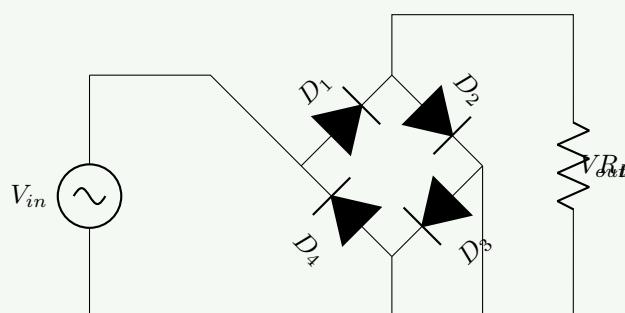
“ZSEC: જીનર શન્ટ્સ એક્સેસ કરંટ”

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ અને ઇનપુટ-આઉટપુટ વેવફોર્મ સાથે કુલ વેવ બિજ રેકિટફાયર સમજાવો.

જવાબ

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:

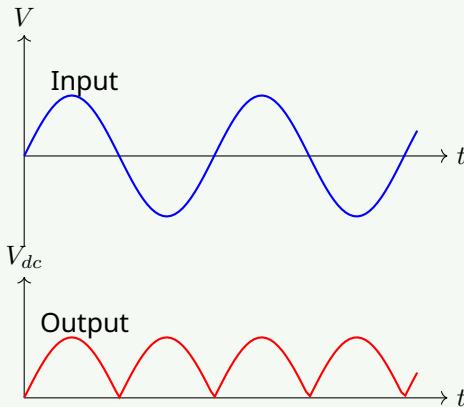


આકૃતિ 13. કુલ વેવ બિજ રેકિટફાયર

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 કર્ણ હંમેશા એક જ દિશામાં વહું છે.

વેવફોર્મ્સ:



આકૃતિ 14. ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ

મેમરી ટ્રીક

“BBBH: બિજ બિંગ્સ બોથ હાલ્ફ્સ”

પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

રેક્ટિફાયર ના ઉપયોગો લખો.

જવાબ

ઉપયોગો:

- DC પાવર સપ્લાય: ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો (ટીવી, મોબાઇલ) માટે.
- બેટરી ચાર્જિંગ: ઇન્વર્ટર અને વાહનોમાં.
- ઇલેક્ટ્રોપ્લેટિંગ: સતત DC કર્ણ માટે.
- ઇલોક્ટ્રોક ટ્રેક્શન: ટ્રેન અને મેટ્રોમાં DC મોટર્સ માટે.
- ડિટેક્ટર્સ: રેડિયોમાં સિગ્નલ ડિટેક્શન (ડિમેડ્યુલેશન) માટે.

મેમરી ટ્રીક

“PPTICD: પાવર પરફેક્ટલી ટ્રાન્સફોર્મર ઇન કન્યુમર ડિવાઇસિસ”

પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

હાફ વેવ, કુલ વેવ સેન્ટર ટેપ અને કુલ વેવ બિજ રેક્ટિફાયરને ચાર પેરામીટર્સ સાથે સરખાવો.

જવાબ

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

મેમરી ટ્રીક

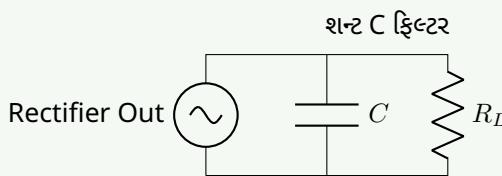
“HWCTIBO: હાફ વેસ્ટ્રસ, સેન્ટર ટેડ ઇમ્પ્રુઝ, બ્રિજ ઓપ્ટિમાઇઝિસ”

પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે શન્ટ કેપેસિટર ફિલ્ટર અને π -ફિલ્ટર સમજાવો.

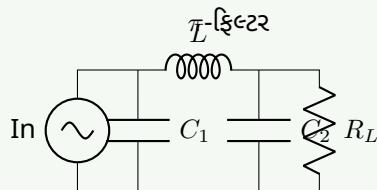
જવાબ

1. શન્ટ કેપેસિટર ફિલ્ટર: કેપેસિટર રેકિટફાયર આઉટપુટની સમાંતરમાં જોડાયેલ છે. તે વોલટેજ વધે ત્યારે ચાર્જ થાય છે અને વોલટેજ ઘટે ત્યારે ડિસ્ચાર્જ થાય છે, આમ આઉટપુટ સ્મૂધ કરે છે.



2. π -ફિલ્ટર (C-L-C ફિલ્ટર): તેમાં એક શન્ટ કેપેસિટર (C_1), સિરીઝ ઇન્ડક્ટર (L), અને બીજું શન્ટ કેપેસિટર (C_2) હોય છે (π 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 Ripper દૂર કરે છે.

**મેમરી ટ્રીક**

“CSPFP: કેપેસિટર સ્મૂધસ, પી-ફિલ્ટર પરફેક્ટસ”

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

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

જવાબ**મેમરી ટ્રીક**

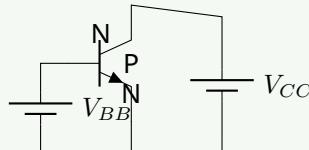
"PPIJJGMMG: PNP પોઇન્ટ્સ ઇન, JFET જોઇન્સ ગેટ્સ, MOSFET મેક્સ ગેટ્સ"

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડાયાગ્રામ સાથે NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

ડાયાગ્રામ: એક્ટિવ મોડ બાયસિંગ.



એક્ટિવ રીજીયન બાયસિંગ

કાર્ય:

- બાયસિંગ:** એમિટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસ (V_{BE}) છે. કલેક્ટર-બેઝ જંકશન રિવર્સ બાયસ (V_{CB}) છે.
- ઓમિશન:** N-ટાઇપ એમિટરમાંથી ઇલેક્ટ્રોન્સ P-ટાઇપ બેઝમાં દાખલ થાય છે.
- ટ્રાન્સપોર્ટ:** બેઝ ખૂબ પાતળો હોય છે. મૌટાભાગના ઇલેક્ટ્રોન્સ ($\approx 98\%$) બેઝ પાર કરીને કલેક્ટર સુધી પહોંચે છે. ખૂબ થોડા રિકોમ્બાઇન થાય છે (I_B).
- કલેક્શન:** કલેક્ટર જંકશન પરનું ઇલેક્ટ્રોક્રિક 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.

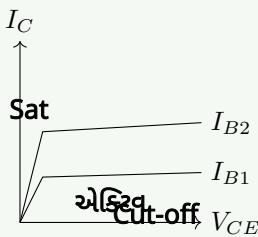
જવાબ

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:** ફલટ ભાગ જ્યાં $I_C = \beta I_B$. એમિલફિક્સેશન 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-એમિલફાય-ઓન”

પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

કરંટ ગેઇન આલફા (α) અને બીટા (β) 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: $I_E = I_C + I_B$ I_C વડે ભાગતા:

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

ગેઇન મુક્તા:

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

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

તેમજ:

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

મેમરી ટ્રીક

“AAOBBI: આલફા એપ્રોથિસ વન, બીટા બિકમ્સ ઇન્ફિનિટ”

પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

ટ્રાન્ઝિસ્ટર 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.	એમ્પલિક્ષન
સેચુરેશન	ફોરવર્ડ, ફોરવર્ડ	મહત્તમ કરંટ. ઓછો વોલ્ટેજ ડ્રોપ (0.2V). કલોઝ સ્વિચ.	ડિજિટલ '1' (ON)

મેમરી ટ્રીક

“CASOAS: કટ એક્ટિવ સેચુરેટ: ઓફ એમ્પલિક્ષન સ્વિચ”

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

MOSFET પર ટૂંકનોંધ લખો.

જવાબ

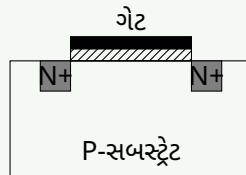
વ્યાખ્યા: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. આ વોલ્ટેજ-કંટ્રોલ ડિવાઇસ છે જે હાઇ ઇનપુટ ઇમ્પેડન્સ ધરાવે છે. રચના (N-ચેનલ એન્ડાન્સમેન્ટ):

- સબસ્ટ્રેટ: હળવું ડોઝ P-ટાઇપ સિલિકોન.
- સોર્સ/ડ્રીન: ભારે ડોઝ N+ રીજીયન.
- ગેટ: મેટલ ઇલેક્ટ્રોડ જે ચેનલથી પાતળા SiO_2 લેયર દ્વારા અલગ પડે છે.

કાર્ય:

- જ્યારે ગેટ વોલ્ટેજ (V_{GS}) પોઝિટિવ હોય, ત્યારે તે ઓક્સાઇડ નીચે ઇલેક્ટ્રોન્સને આકર્ષે છે.
- થ્રોલ્ડ વોલ્ટેજ (V_{th}) ઉપર, સોર્સ ર્યાને ફ્રેન વર્ચ્યુ N-ચેનલ બને છે.
- V_{DS} વોલ્ટેજ આપત્તા ફ્રેન થી સોર્સ કરંટ (I_D) વહે છે.

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



આકૃતિ 16. MOSFET રચના

મેમરી ટ્રીક

“MOSGFC: મેટલ ઓક્સાઇડ સેપરેટ ગેટ એનેબલ્સ ફિલ્ડ કંટ્રોલ”