

ઇલેક્ટ્રિકલ અને ઇલેક્ટ્રોનિક્સ એન્જિનિયરિંગના તત્વો (1313202) - ઉનાળુ 2024 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

June 13, 2024

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો: 1. નોડ, 2. લૂપ, 3. બ્રાંચ

જવાબ

- નોડ (Node): સર્કિટમાં એવો બિંદુ જ્યાં બે અથવા વધુ સર્કિટ એલિમેન્ટ મળે છે અથવા જોડાય છે.
- લૂપ (Loop): સર્કિટમાં એક બંધ માર્ગ જે એક જ બિંદુથી શરૂ થઈને એ જ બિંદુ પર પરત આવે છે, કોઈપણ નોડને એક વખતથી વધુ ઓળંગીને નહીં.
- બ્રાંચ (Branch): સર્કિટમાં બે નોડને જોડતો માર્ગ અથવા એલિમેન્ટ.

મેમરી ટ્રીક

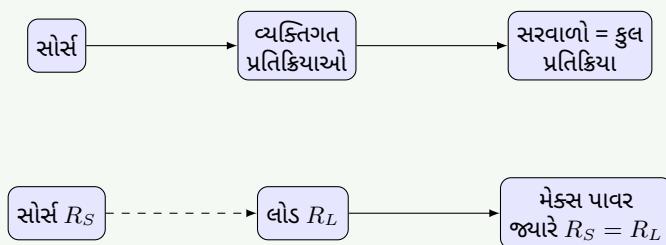
“Never Loop Between: Nodes Link, Loops Bound, Branches Establish connections”

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

Superposition થીયરમ અને Maximum power transfer થીયરમ નું સ્ટેપમેન્ટ લખો.

જવાબ

- Superposition થીયરમ: લીનિયર સર્કિટમાં મલ્ટીપલ સોર્સ હોય ત્યારે, કોઈપણ એલિમેન્ટમાં રિસ્પોન્સ (વોલ્ટેજ અથવા કરંટ) એ દરેક સોર્સના એકલા કાર્ય કરવાથી થતા રિસ્પોન્સના બીજગાણિતીય સરવાળાની બરાબર હોય છે, જ્યારે બીજા બધા સોર્સને તેમના આંતરિક ઇમ્પૈદ-સથી બદલી દેવામાં આવે.
- Maximum Power Transfer થીયરમ: સોર્સથી લોડમાં મહત્તમ પાવર ત્યારે ટ્રાન્સફર થાય છે જ્યારે લોડ રેઝિસ્ટરનું બરાબર હોય ($R_L = R_S$).



આકૃતિ 1. Superposition અને Max Power Transfer ના કોન્સેપ્ટ

મેમરી ટ્રીક

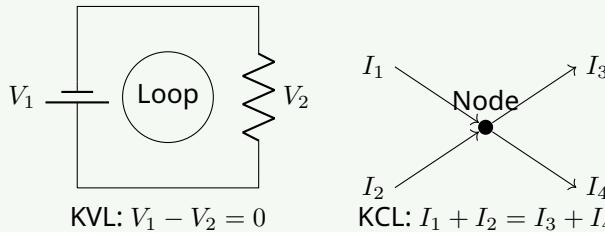
“Sum Powers Matched: Sum individual powers; Match resistance for maximum”

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

કિરચોફનો વોલ્ટેજ નો નિયમ અને કિરચોફનો કરંટનો નિયમ સમજાવો.

જવાબ

નિયમ	સમજૂતી	ગાણિતિક સ્વરૂપ
કિરચોફનો વોલ્ટેજ નો નિયમ (KVL)	સર્કિટમાં કોઈપણ બંધ લૂપમાં બધા વોલ્ટેજનો બીજગાણિતીય સરવાળો શૂન્ય થાય છે.	$\sum V = 0$
કિરચોફનો કરંટનો નિયમ (KCL)	નોડમાં પ્રવેશતા અને નીકળતા બધા કરંટનો બીજગાણિતીય સરવાળો શૂન્ય થાય છે.	$\sum I = 0$



આકૃતિ 2. KVL અને KCL ડાયાગ્રામ

- KVL નું ભૌતિક અર્થધટન: સર્કિટ લૂપમાં ઊર્જા સંરક્ષિત રહે છે.
- KCL નું ભૌતિક અર્થધટન: સર્કિટ નોડમાં ચાર્જ સંરક્ષિત રહે છે.
- KVL નો ઉપયોગ: સર્કિટ લૂપમાં અજાત વોલ્ટેજ શોધવા.
- KCL નો ઉપયોગ: સર્કિટ જંકશનમાં અજાત કરંટ શોધવા.

મેમરી ટ્રીક

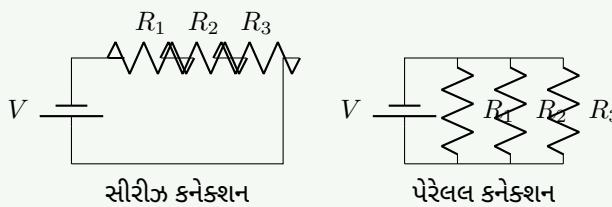
“Volts Loop to Zero, Currents Node to Zero”

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

રેસિસ્ટન્સ ના સીરીઝ અને પેરેલલ કનેક્શન જરૂરી સમીકરણો સાથે સમજાવો.

જવાબ

કનેક્શન	લાક્ષણિકતાઓ	સમતુલ્ય રેસિસ્ટન્સ	કરંટ-વોલ્ટેજ સંબંધ
સીરીઝ	બધા રેસિસ્ટર્સમાંથી એક સરખો કરંટ વહે છે.	$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$I = V/R_{eq}$
પેરેલલ	બધા રેસિસ્ટર્સ પર એક સરખો વોલ્ટેજ આવે છે.	$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$	$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$



આકૃતિ 3. સીરીઝ અને પેરેલલ કનેક્શન

- સીરીઝમાં કરંટ: $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$
- સીરીઝમાં વોલ્ટેજ: $V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$
- પેરેલલમાં કરંટ: $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$

- પેરેલલમાં વોલ્ટેજ: $V = V_1 = V_2 = \dots = V_n$

મેમરી ટ્રીક

“Same Current Series, Same Voltage Parallel”

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

Ohm's law ની મર્યાદાઓ જણાવો.

જવાબ

- નોન-લિનિયર કંપોનન્ટ્સ: ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર જેવા કંપોનન્ટ્સને લાગુ પડતો નથી, જે નોન-લિનિયર V-I લાક્ષણિકતાઓ ધરાવે છે.
- તાપમાન ફેરફાર: જ્યારે તાપમાન નોંધપાત્ર રીતે બદલાય છે ત્યારે માન્ય રહેતો નથી, કારણ કે તાપમાન સાથે રેજિસ્ટર્સ બદલાય છે.
- ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સી: ખૂબ ઊંચી ફ્રીક્વન્સી પર સ્કિન ઇફેક્ટ અને અન્ય અસરોને કારણે નિષ્ફળ જાય છે.

મેમરી ટ્રીક

“Ohm's Not Linear Thermal High: Non-linear, Temperature, High frequency”

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો: 1. ડોપિંગ, 2. ઇન્ટ્રાસીક સેમીકંડક્ટર, 3. એક્સ્ટ્રાસીક સેમીકંડક્ટર, 4. ડોપાંટ

જવાબ

1. ડોપિંગ (Doping): શુદ્ધ સેમીકંડક્ટરમાં અશુદ્ધિના પરમાણુઓ ઉમેરવાની પ્રક્રિયા જેનાથી ઇલેક્ટ્રોન ગુણધર્મો બદલાય છે.
2. ઇન્ટ્રાસીક સેમીકંડક્ટર (Intrinsic Semiconductor): શુદ્ધ સેમીકંડક્ટર (જેમ કે શુદ્ધ Si અથવા Ge) જેમાં ઇલેક્ટ્રોન અને હોલની સંખ્યા સરખી હોય છે.
3. એક્સ્ટ્રાસીક સેમીકંડક્ટર (Extrinsic Semiconductor): ડોપ કરેલા સેમીકંડક્ટર જેમાં ઇલેક્ટ્રોન અને હોલની સંખ્યા અસરખી હોય છે (N-type અથવા P-type).
4. ડોપાંટ (Dopant): ડોપિંગ પ્રક્રિયા દરમિયાન સેમીકંડક્ટરમાં ઉમેરાતા અશુદ્ધિના તત્વો (જેમ કે Boron, Phosphorus).

મેમરી ટ્રીક

“Do In-Ex-Do: Doping Introduces Extrinsic properties through Dopants”

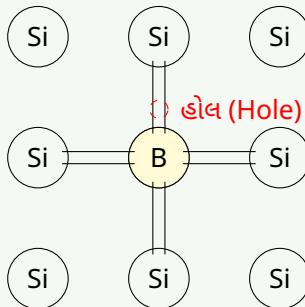
પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

ટ્રાયવેલેટ મટીરીયલ ની વ્યાખ્યા આપો અને તેના ઉદાહરણ આપો. P-type સેમીકંડક્ટરની રૂચના જરૂરી આકૃતિ સાથે સમજાવો.

જવાબ

- ટ્રાયવેલેટ મટીરીયલ: એવા તત્વો જેમના બાહ્યતમ કોશમાં 3 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે.
 - ઉદાહરણો: Boron (B), Aluminum (Al), Gallium (Ga), Indium (In).
- P-type સેમીકંડક્ટરની રૂચના: જ્યારે શુદ્ધ સિલિકોન કિસ્ટલને ટ્રાયવેલેટ ઇમ્પોરિટી (જેમ કે Boron) સાથે ડોપ કરવામાં આવે છે:
1. બોન ફોર્મેશન: Boron ના 3 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન 3 પડોશી Silicon એટમ સાથે કોવેલેન્ટ બોન બનાવે છે.
 2. હોલ કિએશન: ચોથો બોન અપૂર્ણ રહે છે કારણ કે Boron પાસે ચોથો ઇલેક્ટ્રોન નથી. આ ખૂબસૂરી ઇલેક્ટ્રોન એક ખાલી જગ્યા બનાવે છે જેને હોલ (Hole) કહેવાય છે.

3. ચાર્જ કેરિયર્સ: હોલ પોઝિટિવ ચાર્જ કેરિયર્સ છે. હોલ ડોપિંગ દ્વારા ઉત્પત્ત થતા હોવાથી તે મેજોરિટી કેરિયર્સ બને છે, જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન માઇનોરિટી કેરિયર્સ હોય છે.



આકૃતિ 4. સિલિકોન લેટિસમાં બોરોન એટમ હોલ બનાવે છે

મેમરી ટ્રીક

“Three Makes Positive: Three valence electrons make a Positive hole!”

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

રેસિસ્ટન્સને અસર કરતા પરિબળો જણાવો અને તેમાથી કોઈપણ એક સમજાવો.

જવાબ

રેસિસ્ટન્સને અસર કરતા પરિબળો:

- કન્ડક્ટરની લંબાઈ (L)
- કોસ-સેક્શનલ એરિયા (A)
- મટીરિયલ (રેસિસ્ટિવિટી, ρ)
- તાપમાન (T)

તાપમાનની અસરની સમજૂતી: મોટાભાગના મેટાલિક કન્ડક્ટરનો રેસિસ્ટન્સ તાપમાન સાથે વધે છે.

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

જ્યાં:

- R = તાપમાન T પર રેસિસ્ટન્સ
 - R_0 = રેફરન્સ તાપમાન T_0 પર રેસિસ્ટન્સ
 - α = રેસિસ્ટન્સનો તાપમાન કોએફિશિયન્ટ
- તાપમાન વધતી પરમાણુઓ વધુ કંપન કરે છે, જે ઇલેક્ટ્રોન પ્રવાહને અવરોધે છે, જેથી રેસિસ્ટન્સ વધે છે.

મેમરી ટ્રીક

“LAMT: Length, Area, Material, Temperature”

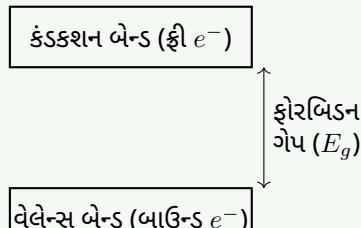
પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો: 1. વેલેન્સ બેન્ડ, 2. કંડક્શન બેન્ડ, 3. ફોર્બિન એનજૂં ગેપ, 4. ફી ઇલેક્ટ્રોન

જવાબ

- વેલેન્સ બેન્ડ: એનજૂં બેન્ડ જેમાં એટમ સાથે બંધાયેલા વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન ભરેલા હોય છે.
- કંડક્શન બેન્ડ: ઉચ્ચ એનજૂં બેન્ડ જ્યાં ઇલેક્ટ્રોન મુક્તપણો ફરી શકે છે અને વીજળી વહન કરી શકે છે.

- ફોર્બિઝન એનજી ગેપ: વેલેન્સ અને કંડકશન બેન્ડ વર્ચયેની એનજી રેન્જ જ્યાં કોઈ ઇલેક્ટ્રોન સ્ટેટ્સ અસ્તિત્વમાં હોતા નથી.
- ફી ઇલેક્ટ્રોન: ઇલેક્ટ્રોન જે એટલી ઊર્જા મેળવે છે કે તે વેલેન્સ બેન્ડમાંથી કંડકશન બેન્ડમાં ફૂદી શકે છે, પાછળ હોલ છોડીને.



આકૃતિ 5. એનજી બેન્ડ ડાયાગ્રામ

મેમરી ટ્રીક

"Very Clearly Freedom Follows: Valence, Conduction, Forbidden gap, Free electrons"

પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

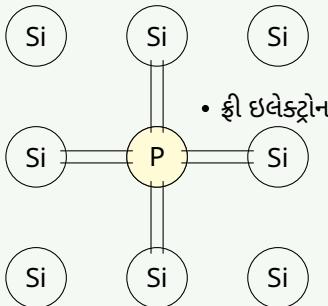
પેન્ટાવેલેટ મટીરીયલ ની વ્યાખ્યા આપો અને તેના ઉદાહરણ આપો. N-type સેમીકંડક્ટરની રૂચના જરૂરી આકૃતિ સાથે સમજાવો.

જવાબ

- પેન્ટાવેલેટ મટીરીયલ: એવા તત્ત્વો જેમના બાહ્યતમ કોશમાં 5 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે.
- ઉદાહરણો: Phosphorus (P), Arsenic (As), Antimony (Sb).

N-type સેમીકંડક્ટરની રૂચના: જ્યારે શુદ્ધ સિલિકોન કિસ્ટલને પેન્ટાવેલેટ ઇમ્પોરિટી (જેમ કે Phosphorus) સાથે ડોપ કરવામાં આવે છે:

- બોન્ડ ફોર્મેશન: Phosphorus ના 4 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન 4 પડોશી Silicon એટમ સાથે કોવેલેન્ટ બોન્ડ બનાવે છે.
- ફી ઇલેક્ટ્રોન: પાંચમો વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન ઢીલી રીતે બંધાયેલ રહે છે અને સરળતાથી મુક્ત થઈ શકે છે.
- ચાર્જ કેરિયર્સ: ઇલેક્ટ્રોન નેગેટિવ ચાર્જ કેરિયર્સ છે. ઇલેક્ટ્રોન મેન્જોરિટી કેરિયર્સ બને છે, જ્યારે હોલ માઇનોરિટી કેરિયર્સ હોય છે.



આકૃતિ 6. સિલિકોન લેટિસમાં ફોર્સફરસ એટમ ફી ઇલેક્ટ્રોન બનાવે છે

મેમરી ટ્રીક

"Five Makes Negative: Five valence electrons make a Negative carrier"

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ડાયોડની સાપેક્ષમાં 1. ડીપ્લીશન રીજુયન, 2. ની વોલ્ટેજ, અને 3. બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજની વ્યાખ્યા આપો

જવાબ

- ડીપલીશન રીજીયન (Depletion Region):** P-N જંકશન પાસેનો વિસ્તાર જે ઇલેક્ટ્રોન અને હોલના ડિફ્યુઝન અને રિકોમ્બિનેશનને કારણે મોબાઇલ ચાર્જ કેરિયરથી ખાલી હોય છે. તેમાં માત્ર સ્થિર આયનો હોય છે.
- ની વોલ્ટેજ (Knee Voltage, V_k):** લધુતમ ફોરવર્ડ વોલ્ટેજ જેના પછી કરંટ જડપથી વધવાનું શરૂ થાય છે. (Si માટે 0.7V, Ge માટે 0.3V). તેને કટ-ઇન વોલ્ટેજ પણ કહે છે.
- બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (Breakdown Voltage, V_{BR}):** રિવર્સ વોલ્ટેજ જેના પર P-N જંકશન બ્રેક થાય છે અને મોટો રિવર્સ કરંટ વહેવા દે છે, જે ડાયોડને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.

મેમરી ટ્રીક

“Depleted Knees Break: Depletion occurs, Knee begins conduction, Breakdown ends blocking”

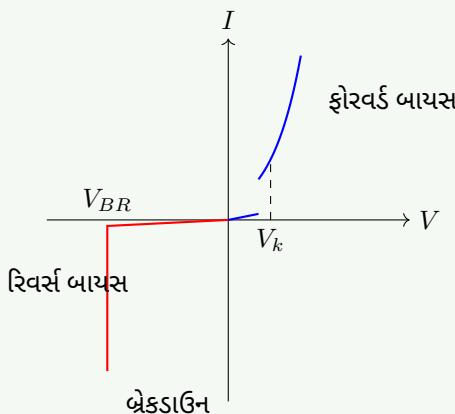
પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

P-N જંકશન ડાયોડ ની V-I લાક્ષણિકતા જરૂરી ગ્રાફ સાથે સમજાવો.

જવાબ

V-I લાક્ષણિકતા ડાયોડ પરના વોલ્ટેજ અને તેમાંથી વહેતા કરંટ વર્ષયેનો સંબંધ દર્શાવે છે.

- ફોરવર્ડ બાયસ ($V > 0$):** શરૂઆતમાં, કરંટ ઓછો હોય છે. એકવાર વોલ્ટેજ ની વોલ્ટેજ ($V_k \approx 0.7V$) કરતા વધી જાય, કરંટ એક્સપોનેન્શિયલી વધે છે.
- રિવર્સ બાયસ ($V < 0$):** માત્ર ખૂબ જ નાનો લિકેજ કરંટ (સેચુરેશન કરંટ I_s) વહે છે.
- બ્રેકડાઉન:** જો રિવર્સ વોલ્ટેજ બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (V_{BR}) કરતા વધી જાય, તો કરંટમાં તીવ્ર વધારો થાય છે.



આકૃતિ 7. PN જંકશન ડાયોડની V-I લાક્ષણિકતાઓ

મેમરી ટ્રીક

“Forward Flows, Reverse Restricts, Breakdown Bursts”

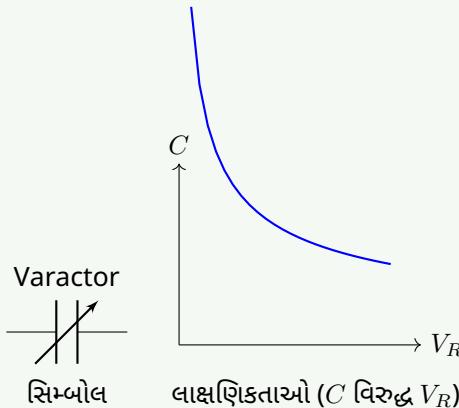
પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

Varactor ડાયોડ ની લાક્ષણિકતા દોરો. Varactor ડાયોડની કાર્યપદ્ધતિ આકૃતિ સાથે સમજાવો અને તેની એપ્લીકેશન લખો.

જવાબ

Varactor ડાયોડની કાર્યપદ્ધતિ: Varactor (Variable Capacitor) ડાયોડ એ સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે કે ડીપલીશન રીજીયન P અને N કન્ડક્ટિવ રીજીયન (પ્લેટ્સ તરીકે વર્તે છે) વચ્ચે ડાઇ-ઇલેક્ટ્રોન તરીકે કામ કરે છે.

- તે વોલટેજ-ડિપેન્દન્ટ કેપેસિટર તરીકે વર્તે છે.
- રિવર્સ બાયસમાં ઓપરેટ થાય છે.
- જેમ રિવર્સ વોલટેજ (V_R) વધે છે, ડિપ્લિશન વિદ્ધિ (W) વધે છે. $C \propto 1/W$ હોવાથી, કેપેસિટન્સ ઘટે છે.
- સંબંધ: $C = \frac{K}{\sqrt{V_R}}$



એપ્લિકેશન્સ:

- વોલટેજ કંટ્રોલ ઓરીલેટર્સ (VCOs)
- ફિક્વન્સી મોડયુલેશન (FM) ટ્રાન્સમિટર્સ
- રેડિયોમાં ઓટોમેટિક ફિક્વન્સી કંટ્રોલ (AFC)
- ટીવી ટ્યુનિંગ સર્કિટ્સ

મેમરી ટ્રીક

“Capacitance Varies Reversely: Capacitance Varies with Reverse voltage”

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

નીચે દર્શાવેલ ડાયોડની એપ્લિકેશન લખો. 1. Varactor ડાયોડ, 2. Photo ડાયોડ, 3. Light Emitting ડાયોડ

જવાબ

ડાયોડનો પ્રકાર	એપ્લિકેશન્સ
Varactor ડાયોડ	ટ્યુનિંગ સર્કિટ્સ, VCOs, ફિક્વન્સી મોડયુલેટર્સ.
Photo ડાયોડ	લાઇટ ડિટેક્ટર્સ, સોલર સેલ, ઓપ્ટિકલ કોમ્પ્યુનિકેશન રિસીવર્સ, સ્મોક ડિટેક્ટર્સ.
LED	ઇન્ડીકેટર્સ, ડિજિટલ ડિસ્પ્લે (7-સેગમેન્ટ), ટ્રાફિક લાઇટ્સ, લાઇટિંગ.

મેમરી ટ્રીક

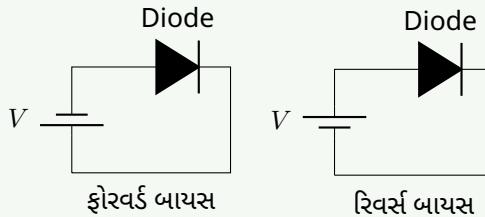
“Vary Photo Emit: Varactor varies frequency, Photo detects light, LED emits light”

પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

P-N junction ડાયોડની કાર્યપદ્ધતિ ફોરવર્ડ બાયસ અને રીવર્સ બાયસ માં સમજાવો.

જવાબ

- ફોરવર્ડ બાયસ:** P-ટર્મિનલ પોઝિટિવ સાથે અને N-ટર્મિનલ નેગેટિવ સાથે જોડાયેલ.
 - P માંથી હોલ અને N માંથી ઇલેક્ટ્રોન જંક્શન તરફ ધકેલાય છે.
 - ડીપ્લીશન વિદ્યુથ ઘટે છે.
 - ઓછો રેજિસ્ટરન્સ પાથ; કરંટ સરળતાથી વહે છે.
- રિવર્સ બાયસ:** P-ટર્મિનલ નેગેટિવ સાથે અને N-ટર્મિનલ પોઝિટિવ સાથે જોડાયેલ.
 - P માંથી હોલ અને N માંથી ઇલેક્ટ્રોન જંક્શનથી દૂર ખેંચાય છે.
 - ડીપ્લીશન વિદ્યુથ વહે છે.
 - ઉચ્ચ રેજિસ્ટરન્સ પાથ; લગભગ કોઈ કરંટ વહેતો નથી (લીકેજ સિવાય).



મેમરી ટ્રીક

“Forward Flows, Reverse Resists”

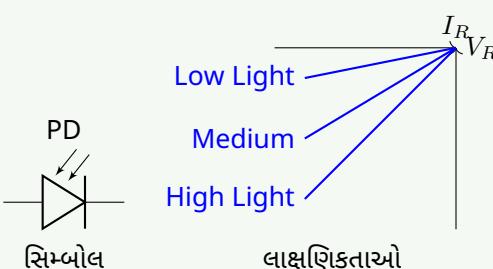
પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

Photo ડાયોડ ની લાક્ષણિકતા દોરો. Photo ડાયોડની કાર્યપદ્ધિત આકૃતિ સાથે સમજાવો અને તેની એપ્લિકેશન લખો.

જવાબ

Photo ડાયોડની કાર્યપદ્ધિત: Photo ડાયોડ એ P-N જંક્શન ડાયોડ છે જે રિવર્સ બાયસમાં ઓપરેટ કરવા માટે ડિજાઇન કરેલ છે. તેમાં પ્રકાશને જંક્શન પર પડવા દેવા માટે પારદર્શક બારી હોય છે.

- જ્યારે પ્રકાશ (ફોટોન્સ) ડીપ્લીશન રીજ્લ્યુન પર પડે છે, ત્યારે તે ઇલેક્ટ્રોન-હોલ પેર ઉત્પન્ન કરે છે.
- રિવર્સ બાયસ ઇલેક્ટ્રોન ફુલ આ કેરિયરને જંક્શન પાર કરાવે છે, જેનાથી કરંટ ઉત્પન્ન થાય છે.
- આ રિવર્સ કરંટ પ્રકાશની તોત્રતાના પ્રમાણમાં હોય છે.



એપ્લિકેશન્સ:

- લાઇટ સેન્સર્સ (સ્ટ્રીટ લાઇટ્સ)
- ઓપ્ટિકલ ફાઇલ્બર રિસીવર્સ
- રિમોટ કંટ્રોલ રિસીવર્સ
- સિક્યુરિટી એલાર્મ્સ

મેમરી ટ્રીક

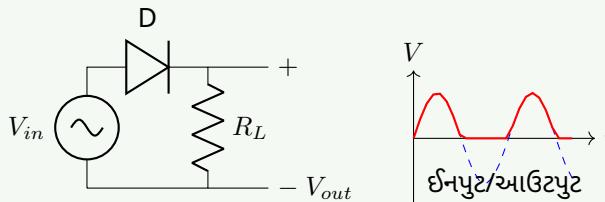
“Light In, Current Out: Light intensity controls current output”

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

ટૂંકનોંધ લખો: હાફ વેવ રેકિટફાયર

જવાબ

હાફ વેવ રેકિટફાયર:



આકૃતિ 8. હાફ વેવ રેકિટફાયર સર્કિટ અને વેવફોર્મ

ઓપરેશન ફેઝ	વર્ણન
પોઝિટિવ હાફ સાયકલ	ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસ થાય છે અને કંડક્ટ કરે છે. લોડમાંથી કરંટ વહે છે. આઉટપુટ ઇનપુટને અનુસરે છે.
નેગટિવ હાફ સાયકલ	ડાયોડ રિવર્સ બાયસ થાય છે અને કરંટ બ્લોક કરે છે. આઉટપુટ વૉલટેજ શૂન્ય હોય છે.

- આઉટપુટ ફ્રિક્વન્સી: $f_{out} = f_{in}$
- કાર્યક્ષમતા (Efficiency): 40.6%
- રિપલ ફેક્ટર: 1.21

મેમરી ટ્રીક

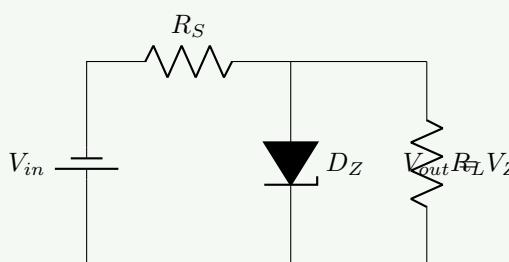
"Half Passes Positive: Only positive half-cycle passes through"

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

વૉલટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે જેનર ડાયોડ સમજાવો.

જવાબ

જેનર ડાયોડ વૉલટેજ રેગ્યુલેટર:



આકૃતિ 9. જેનર વૉલટેજ રેગ્યુલેટર

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- જેનર ડાયોડ લોડની સમાંતરમાં રિવર્સ બાયસમાં જોડાયેલ હોય છે.
- તે લેકડાઉન રીજ્યુલેશનમાં કાર્ય કરે છે જ્યાં તેના પરનો વૉલટેજ (V_Z) કરંટની વિશાળ શ્રેણી માટે અચળ રહે છે.
- લાઇન રેગ્યુલેશન: જો ઇનપુટ વૉલટેજ V_{in} વધે છે, તો જેનર કરંટ વધે છે, પરંતુ R_L પર વૉલટેજ V_Z પર સ્થિર રહે છે. વધારાનો વૉલટેજ R_S પર દ્રોપ થાય છે.
- લોડ રેગ્યુલેશન: જો લોડ કરંટ બદલાય છે, તો જેનર કરંટ એડજસ્ટ થાય છે જેથી કુલ કરંટ અચળ રહે અને $V_{out} = V_Z$ જળવાઈ રહે.

મેમરી ટ્રીક

"Zener Zeros Voltage Variations"

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

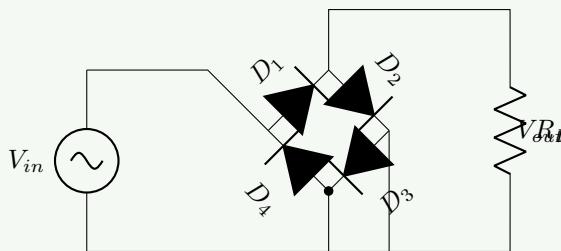
રેકિટફાયરની જરૂરિયાત લખો. બ્રિજ વેવ રેકિટફાયર સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો અને તેના ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ દોરો.

જવાબ

રેકિટફાયરની જરૂરિયાત:

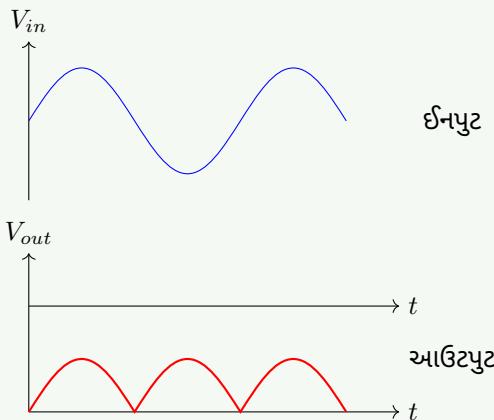
- AC વોલ્ટેજ (મેઈન-સમાંથી) ને DC વોલ્ટેજમાં કન્વર્ટ કરવા માટે.
- મોટાભાગના ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો (ટીવી, કોમ્પ્યુટર, મોબાઇલ) ને કાર્ય કરવા માટે DC પાવરની જરૂર હોય છે.

બ્રિજ વેવ રેકિટફાયર:



આકૃતિ 10. બ્રિજ રેકિટફાયર સર્કિટ

વેવફોર્મ્સ:



આકૃતિ 11. ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ

- પોઝિટિવ હાફ સાયકલ: D_1 અને D_3 કંડક્ટ કરે છે.
- નેગિટિવ હાફ સાયકલ: D_2 અને D_4 કંડક્ટ કરે છે.
- બંને હાફ સાયકલમાં R_L માંથી એક જ દિશામાં કરંટ વહે છે.
- કાર્યક્ષમતા: 81.2%

મેમરી ટ્રીક

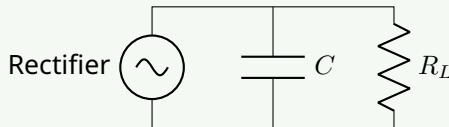
"Bridge Both Better: Bridge rectifier uses both half cycles"

પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

શાંટ કેપેસિટર ફિલ્ટરની કાર્યપદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

શાંટ કેપેસિટર ફિલ્ટર:



- આર્જિંગ: જ્યારે રેકિટફાયર વોલ્ટેજ વધે છે, ત્યારે કેપેસિટર પીક વોલ્ટેજ V_m સુધી ચાર્જ થાય છે.
- ડિસ્ચાર્જિંગ: જ્યારે રેકિટફાયર વોલ્ટેજ ઘટે છે, ત્યારે કેપેસિટર R_L દ્વારા ડિસ્ચાર્જ થાય છે, વોલ્ટેજ જાળવી રાખે છે.
- પરિણામઃ ઓછા રિપલ સાથે સ્મૂધ DC આઉટપુટ.

મેમરી ટ્રીક

“Capacitor Catches Peaks: Capacitor stores peak voltage”

પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

સેન્ટર ટેપ કૂલ વેવ રેકિટફાયર અને બ્રિજ વેવ રેકિટફાયરની સરખામણી કરો.

જવાબ

પેરામીટર	સેન્ટર ટેપ FW રેકિટફાયર	બ્રિજ રેકિટફાયર
ડાયોડની સંખ્યા	2	4
ટ્રાન્સફોર્મર	સેન્ટર-ટેપ જરૂરી (મોટું, ખર્ચાળ)	સાંદું ટ્રાન્સફોર્મર (નાનું, સરસ્તુ)
PIV રેટિંગ	$2V_m$	V_m
કાર્યક્ષમતા (Efficiency)	81.2%	81.2%
ખર્ચ	વધારે (ટ્રાન્સફોર્મરને કારણે)	ઓછો

મેમરી ટ્રીક

“Center Taps Transformer, Bridge Bypasses Tapping”

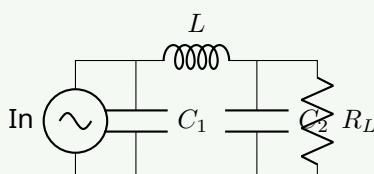
પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

રેકિટફાયરમાં ફિલ્ટર સર્કિટની જરૂરિયાત લખો. π ફિલ્ટર સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો અને તેના ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ દોરો.

જવાબ

ફિલ્ટરની જરૂરિયાત: રેકિટફાયર આઉટપુટમાંથી AC કમ્પોનેન્ટ્સ (રિપલ) દૂર કરવા અને ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ માટે યોગ્ય સ્ટેડી/સ્મૂધ DC વોલ્ટેજ પ્રદાન કરવા.

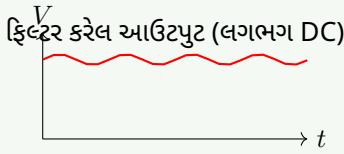
π ફિલ્ટર (CLC ફિલ્ટર):



આકૃતિ 12. π (Pi) ફિલ્ટર સર્કિટ

- C_1 : મોટાભાગના AC રિપલને ગ્રાઉન્ડમાં બાયપાસ કરે છે.
- L : બાકીના AC ને બ્લોક કરે છે (AC માટે ઉચ્ચ ઈમ્પિન્ડન્સ) પરંતુ DC ને પસાર થવા દે છે.
- C_2 : કોર્ટિપણ બાકી રહેલા રિપલને ફિલ્ટર કરે છે.

વેવફોર્મસ:



મેમરી ટ્રીક

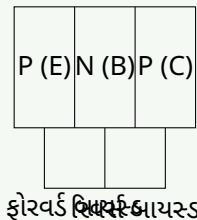
“Capacitor-Inductor-Capacitor Perfectly Irons”

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કાર્યપદ્ધતિ આકૃતિ સાથે સમજાવો.

જવાબ

PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટર: PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં બે P-ટાઇપ વિસ્તારો (એમિટર અને કલેક્ટર) વરસે પાતળું N-ટાઇપ બેઝ સેન્ડવીચ કરેલું હોય છે.



- એમિટર-બેઝ જંક્શન: ફોરવર્ડ બાયસ્ડ. હોલ એમિટરથી બેઝ તરફ જાય છે.
- કલેક્ટર-બેઝ જંક્શન: રિવર્સ બાયસ્ડ. બેઝને પાર કરતા હોલ કલેક્ટર દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે.
- મેઝારિટી કરિયર્સ: હોલ. કરંટ પ્રવાહ એમિટરથી કલેક્ટર તરફ હોય છે.

મેમરી ટ્રીક

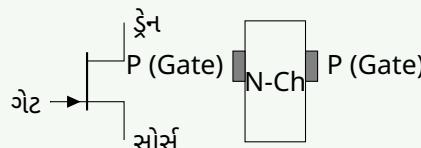
“Positive-Negative-Positive”

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

N-channel JFET ની કાર્યપદ્ધતિ આકૃતિ સાથે સમજાવો.

જવાબ

N-channel JFET:



કાર્યપદ્ધતિ:

- કરંટ N-ચેનલ દ્વારા ફેનથી સોર્સ તરફ વહે છે.
- ગેટ પર રિવર્સ વોલ્ટેજ લાગુ કરવામાં આવે છે ($V_{GS} < 0$).
- નેગેટિવ ગેટ વોલ્ટેજ વધારવાથી ડીપ્લીશન રીજન પહોળી થાય છે, ચેનલ સાંકડી થાય છે.
- આ રેસિસ્ટર-ન્સ વધારે છે અને ફેન કરંટ (I_D) ઘટાડે છે. તેથી, તે Voltage Controlled Device છે.

મેમરી ટ્રીક

``Negative Channel Junction Effect''

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

BJT અને JFET ની સરખામણી કરો.

જવાબ

પેરામીટર	BJT	JFET
પ્રકાર	બાયપોલર (ઇલેક્ટ્રોન અને હોલ)	ચુનિપોલર (માત્ર મેજોરિટી કેરિયર્સ)
કંટ્રોલ	કરંટ-કંટ્રોલ ડિવાઇસ ($I_B I_C$ ને કંટ્રોલ કરે છે)	વોલ્ટેજ-કંટ્રોલ ડિવાઇસ ($V_{GS} I_D$ ને કંટ્રોલ કરે છે)
ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ	ઓછો ($k\Omega$ રેંજ)	ખૂબ વધારે ($M\Omega$ રેંજ)
નોઈજ	વધારે નોઈજ	ઓછો નોઈજ
તાપમાન સ્ટેબિલિટી	ઓછી	વધારે
કદ	મોટું	નાનું (ICs માં બનાવવું સરળ)

મેમરી ટ્રીક

``Current Bipolar Low, Voltage Unipolar High''

પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

E-waste ને નાભૂદ કરવાની પદ્ધતિ જણાવો અને તેમાથી કોઈપણ એક સમજાવો.

જવાબ

પદ્ધતિઓ:

- રિસાયકલિંગ (Recycling)
- રીયુઝ (Reuse)
- ઇન્સિનરેશન (Incineration)
- લેન્ડફિલિંગ (Landfilling)
- ટેક-બેક સિસ્ટમ્સ (Take-back systems)

રિસાયકલિંગ: આમાં ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણોને ડિસમેન્ટલ કરવા અને પ્લાસ્ટિક, ગલાસ અને મેટલ્સ (સોનું, કોપર વગેરે) જેવા મટીરિયલ્સને અલગ પાડવાનો સમાવેશ થાય છે. આ રિકવર કરેલા મટીરિયલ્સને પ્રોસેસ કરીને નવા ઉત્પાદનો બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. તે પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ ઘટાડે છે અને કુદરતી સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

``RRIL-T: Recycling, Reuse, Incineration, Landfill, Take-back''

પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

PNP અને NPN Transistor ની સરખામણી કરો.

જવાબ

પેરામેટર	PNP	NPN
સ્ટ્રક્ચર	P-N-P લેયર્સ	N-P-N લેયર્સ
મેજોરિટી કેરિયર્સ	હોલ	ઇલેક્ટ્રોન
કલેક્ટર કર્ટ	હોલના પ્રવાહને કારણે	ઇલેક્ટ્રોનના પ્રવાહને કારણે
બાયસિંગ	બેઝ એમિટરની સાપેક્ષે નેગેટિવ	બેઝ એમિટરની સાપેક્ષે પોઝિટિવ
સ્પીડ	ધીમી (હોલ મોબિલિટી ઓછી છે)	જડપી (ઇલેક્ટ્રોન મોબિલિટી વધારે છે)
ઉપયોગ	ઓછો સામાન્ય	સૌથી સામાન્ય

મેમરી ટ્રીક

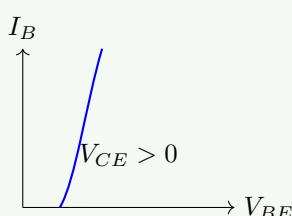
“Positive-Negative-Positive (Holes), Negative-Positive-Negative (Electrons)”

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

CE કોફ્ફિગરેશન ની ઈનપુટ અને આઉટપુટ લાક્ષણિકતા દોરો અને સમજાવો.

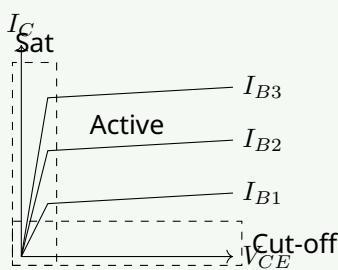
જવાબ

1. ઈનપુટ લાક્ષણિકતા (I_B વિરુદ્ધ V_{BE}): આ સ્થિર V_{CE} પર બેઝ કર્ટ અને બેઝ-એમિટર વોલ્ટેજ વર્ચેનો ગ્રાફ છે. તે ફોરવર્ડ-બાયસડ ડાયોડ કર્વ જેવો દેખાય છે.



2. આઉટપુટ લાક્ષણિકતા (I_C વિરુદ્ધ V_{CE}): સ્થિર I_B પર કલેક્ટર કર્ટ અને કલેક્ટર-એમિટર વોલ્ટેજ વર્ચેનો ગ્રાફ.

- કટ-ઓફ ક્ષેત્ર (Cut-off): બંને જંક્શન રિવર્સ બાયસડ. $I_C \approx 0$.
- એક્ટિવ ક્ષેત્ર (Active): JE ફોરવર્ડ, JC રિવર્સ બાયસડ. $I_C = \beta I_B$. એમલીફ્ફિકેશન માટે વપરાય છે.
- સેચુરેશન ક્ષેત્ર (Saturation): બંને જંક્શન ફોરવર્ડ બાયસડ. V_{CE} ખૂબ ઓછો હોય છે. સ્વિચિંગ (ON) માટે વપરાય છે.



મેમરી ટ્રીક

“Input Shows Voltage Effects, Output Shows Current Control”