

Electronics Devices & Circuits

DI01009011

Previous Year Question Papers Solutions

Complete Bilingual Solutions (English & Gujarati)

Generated by Gemini

June 18, 2026

Contents

Winter 2024

પ્રશ્ન 1(a) રેક્ટિફાયર સાથે ઉપયોગમાં લેવાતા વિવિધ પ્રકારના ફિલ્ટર સર્કિટની યાદી બનાવો.	2
પ્રશ્ન 1(b) P-N જંકશન ડાયોડની વિવિધ એપ્લિકેશનો લખો.	2
પ્રશ્ન 1(c) NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કામગીરી સમજાવો.	2
પ્રશ્ન 1(c) OR PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કામગીરી સમજાવો.	3
Q.2 (a) યોગ્ય નામકરણ સાથે પ્રતીક દોરો 1) ડાયોડ 2) ટ્રાન્ઝિસ્ટર 3) ઝેનર ડાયોડ.	4
Q.2 (b) ફોર્વર્ડ બાયસ્ડ વહન મોડમાં P-N જંકશન ડાયોડની સ્વચ્છ સર્કિટ દોરો.	5
Q.2 (c) યોગ્ય વેવફોર્મ્સ સાથે હાફ વેવ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય સમજાવો.	5
Q.2 (a) OR ઓછામાં ઓછા 02 ઉદાહરણોનો ઉપયોગ કરીને આંતરિક અર્ધ-વાહક સમજાવો.	6
Q.2 (b) OR રિવર્સ બાયસ્ડ મોડમાં P-N જંકશન ડાયોડની સ્વચ્છ સર્કિટ દોરો.	6
Q.2 (c) OR ફુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય યોગ્ય વેવફોર્મ્સ સાથે સમજાવો.	7
Q.3 (a) બાહ્ય અધિ-વાહક તેના પ્રકારો સાથે સમજાવો.	8
Q.3 (b) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના વિવિધ ઓપરેટિંગ મોડ્સની તેમની ગોઠવણી સાથે યાદી બનાવો.	8
Q.3 (c) યોગ્ય વેવફોર્મ્સ સાથે સેન્ટર ટેપ ફુલ વેવ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય સમજાવો.	9
Q.3 (a) OR ઓછામાં ઓછા 03 ઉદાહરણોનો ઉપયોગ કરીને P ટાઇપ સેમી-કન્ડક્ટરને સમજાવો.	10
Q.3 (b) OR ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કેબલની કામગીરી સમજાવો.	11
Q.3 (c) OR P-N જંકશન ડાયોડની V-I લાક્ષણિકતાઓ સમજાવો.	11
પ્રશ્ન 4(a) ઓછામાં ઓછા 03 ઉદાહરણોનો ઉપયોગ કરીને N-Type અર્ધ-વાહક સમજાવો.	12
પ્રશ્ન 4(b) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના CB, CE અને CC રૂપરેખાંકનોની સરખામણી કરો (ઓછામાં ઓછા 6 પોઈન્ટ).	13
પ્રશ્ન 4(c) યોગ્ય નામકરણ સાથે ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું CB(કોમન બેઝ) અને CE(કોમન એમીટર) રૂપરેખાંકન દોરો.	14
પ્રશ્ન 4(a) OR યોગ્ય નામકરણ સાથે પ્રતીક દોરો 1) UJT 2) SCR 3) LDR	15
પ્રશ્ન 4(b) OR વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે ઝેનર ડાયોડનું કાર્ય સમજાવો.	15
પ્રશ્ન 4(c) OR ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે $\beta = \alpha / (1 - \alpha)$ સંબંધ મેળવો.	16
Q.5 (a) રિ ાક્ટિસર્િ મિ વપરાતી ક્વકવધ બાયકસાંગ પદ્ધતઓની યાદી આપો .	16
Q.5 (b) એમ્બલીફાયર તરીકે રિ ાક્ટિસર્િન ાં કાયિ સમજાવો .	17
Q.5 (c) યોગ્ય નામકરણ સાથે ઓક્લિકલ ફાઇબર કેબલના બાંધકામન ાં સ ઘડ ક્વગતવાર સ્કેચ દોરો .	19
Q.5 (a) OR યોગ્ય નામકરણ સાથે પ્રતીક દોરો 1) LED ડાયોડ 2) ફીો ડાયોડ 3) ફીો રિ ાક્ટિસર્િ .	20
Q.5 (b) OR રિ ાક્ટિસર્િન ાં કસ્વચ તરીકે કામ કરવાન ાં સમજાવો .	20
Q.5 (c) OR રિ ાક્ટિસર્િ મિ $\alpha = \beta / 1 + \beta$ સાંબાંધ મેળવો .	22

Winter 2024

પ્રશ્ન 1(a) રેક્ટિફાયર સાથે ઉપયોગમાં લેવાતા વિવિધ પ્રકારના ફિલ્ટર સર્કિટની યાદી બનાવો.

રેક્ટિફાયર સર્કિટ ઓલ્ટરનેટિંગ કરંટ (AC) ને ડાયરેક્ટ કરંટ (DC) માં રૂપાંતરિત કરે છે. જોકે, રેક્ટિફાયરનું આઉટપુટ શુદ્ધ DC હોતું નથી પરંતુ તેમાં પલ્સેટિંગ AC ઘટકો હોય છે જેને રિપલ્સ (ripples) કહેવામાં આવે છે. આ રિપલ્સને દૂર કરવા અને શુદ્ધ DC વોલ્ટેજ મેળવવા માટે, રેક્ટિફાયરના આઉટપુટ પર ફિલ્ટર સર્કિટનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

રેક્ટિફાયર સાથે સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા વિવિધ પ્રકારના ફિલ્ટર સર્કિટ નીચે મુજબ છે:

- **કેપેસિટર ફિલ્ટર (C Filter):** લોડ અવરોધ સાથે સમાંતર જોડાયેલ કેપેસિટરનો ઉપયોગ કરે છે જે AC રિપલ્સને ગ્રાઉન્ડ તરફ બાયપાસ કરે છે.
- **ઇન્ડક્ટર ફિલ્ટર (L Filter):** લોડ સાથે શ્રેણીમાં જોડાયેલ ઇન્ડક્ટરનો ઉપયોગ કરે છે જે DC ને પસાર થવા દે છે અને AC રિપલ્સને બ્લોક કરે છે.
- **ચોક ઇનપુટ ફિલ્ટર (LC Filter):** શ્રેણીમાં જોડાયેલ ઇન્ડક્ટર (ચોક) અને સમાંતર જોડાયેલ કેપેસિટરનું સંયોજન છે, જે સિંગલ કમ્પોનન્ટ કરતા વધુ સારું ફિલ્ટરિંગ આપે છે.
- **કેપેસિટર ઇનપુટ ફિલ્ટર (π Filter):** સમાંતર કેપેસિટર, ત્યારબાદ શ્રેણીમાં ઇન્ડક્ટર અને બીજું સમાંતર કેપેસિટર ધરાવે છે. તે રિપલ ઘટાડવા માટે શ્રેષ્ઠ પરિણામ અને ઊંચો DC આઉટપુટ વોલ્ટેજ આપે છે.

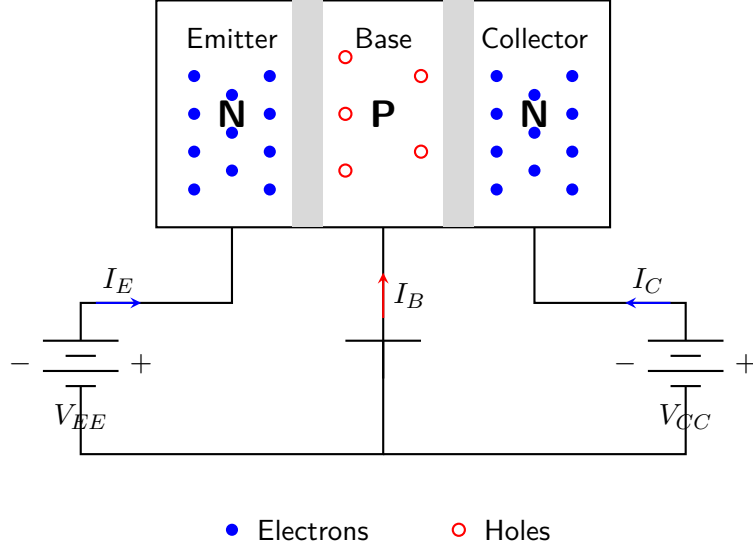
પ્રશ્ન 1(b) P-N જંકશન ડાયોડની વિવિધ એપ્લિકેશનો લખો.

P-N જંકશન ડાયોડ એ એક મૂળભૂત સેમિકન્ડક્ટર ડિવાઇસ છે જે કરંટને માત્ર એક જ દિશામાં વહેવા દે છે. તેના યુનિડાયરેક્શનલ કન્ડક્શન (એક દિશામાં વહન) ગુણધર્મને કારણે, તેનો વિવિધ ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ્સમાં વ્યાપકપણે ઉપયોગ થાય છે.

- **રેક્ટિફાયર્સ (Rectifiers):** પાવર સપ્લાયમાં ઓલ્ટરનેટિંગ કરંટ (AC) ને ડાયરેક્ટ કરંટ (DC) માં કન્વર્ટ કરવા માટે ડાયોડનો હાફ-વેવ, ફુલ-વેવ અને બ્રિજ રેક્ટિફાયરમાં બહોળા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે.
- **ક્લિપિંગ સર્કિટ્સ (Clipping Circuits):** બાકીના વેવફોર્મને વિકૃત કર્યા વિના ઇનપુટ સિગ્નલના ચોક્કસ ભાગ (પોઝિટિવ અથવા નેગેટિવ હાફ) ને ક્લિપ કરવા અથવા દૂર કરવા માટે વપરાય છે.
- **ક્લેમ્પિંગ સર્કિટ્સ (Clamping Circuits):** સિગ્નલનો આકાર બદલ્યા વિના આખા AC વેવફોર્મને અલગ DC લેવલ (પોઝિટિવ અથવા નેગેટિવ) પર શિફ્ટ કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.
- **વોલ્ટેજ મલ્ટિપ્લાયર્સ (Voltage Multipliers):** ડાયોડ્સ અને કેપેસિટર્સનો ઉપયોગ કરીને ઇનપુટ AC વોલ્ટેજને બમણો (doubler), ત્રણ ગણો (tripler) અથવા વધુ કરવા માટે થાય છે.
- **લોજિક ગેટ્સ (Logic Gates):** P-N જંકશન ડાયોડનો ઉપયોગ AND અને OR જેવા મૂળભૂત ડિજિટલ લોજિક ગેટ્સ બનાવવા માટે થઈ શકે છે (Diode Logic).
- **પ્રોટેક્શન સર્કિટ્સ (Protection Circuits):** ઇન્ડક્ટિવ લોડ દ્વારા ઉત્પન્ન થતા ઉચ્ચ વોલ્ટેજ સ્પાઇક્સથી સંવેદનશીલ કમ્પોનન્ટ્સને બચાવવા માટે ફ્રીવ્હીલિંગ ડાયોડ તરીકે અને રિવર્સ પોલારિટી પ્રોટેક્શન માટે વપરાય છે.

પ્રશ્ન 1(c) NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કામગીરી સમજાવો.

NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં બે ખૂબ ડોપ કરેલા N-પ્રકારના સેમિકન્ડક્ટર લેયર્સ વચ્ચે ખૂબ પાતળું અને ઓછું ડોપ કરેલું P-પ્રકારનું સેમિકન્ડક્ટર લેયર સેન્ડવીચ કરેલું હોય છે. તેના ત્રણ ટર્મિનલ્સ એમીટર (Emitter), બેઝ (Base), અને કલેક્ટર (Collector) છે.



આકૃતિ 1: NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કામગીરી

એક્ટિવ રીજીયનમાં સામાન્ય કામગીરી માટે, એમીટર-બેઝ (EB) જંક્શન ફોરવર્ડ-બાયસડ અને કલેક્ટર-બેઝ (CB) જંક્શન રિવર્સ-બાયસડ હોય છે. EB જંક્શન પર ફોરવર્ડ બાયસ વોલ્ટેજ સોર્સ V_{EE} દ્વારા અને CB જંક્શન પર રિવર્સ બાયસ V_{CC} દ્વારા આપવામાં આવે છે.

કાર્યપદ્ધતિ (Working Mechanism):

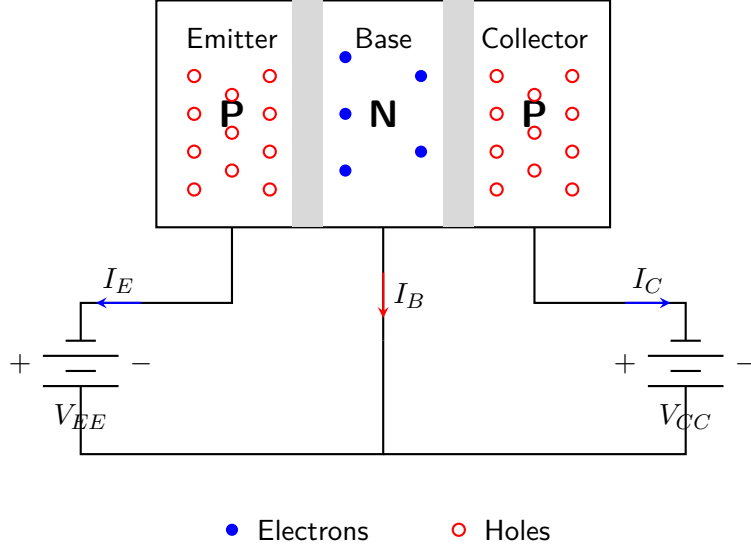
- એમીટર ઇન્જેક્શન (Emitter Injection):** EB જંક્શન પરના ફોરવર્ડ બાયસને કારણે, એમીટરમાં રહેલા મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ (ઇલેક્ટ્રોન્સ) V_{EE} ના નેગેટિવ ટર્મિનલ દ્વારા અપાકર્ષણ પામે છે અને બેઝ રીજીયન તરફ ઘસેલાય છે. ઇલેક્ટ્રોન્સની આ ગતિવિધિ **એમીટર કરંટ (I_E)** બનાવે છે.
- બેઝ રિકોમ્બિનેશન (Base Recombination):** બેઝ P-પ્રકારનો પદાર્થ છે જેમાં મેજોરિટી કેરિયર્સ તરીકે હોલ્સ (holes) હોય છે. બેઝ ખૂબ પાતળો અને ઓછો ડોપ કરેલો હોવાથી, ઇન્જેક્શન થયેલા ઇલેક્ટ્રોન્સમાંથી માત્ર થોડો જ ભાગ (લગભગ 5%) બેઝમાં રહેલા હોલ્સ સાથે રિકોમ્બાઈન થાય છે. આ નાનો રિકોમ્બિનેશન કરંટ બેઝ ટર્મિનલમાંથી બહાર નીકળે છે, જે **બેઝ કરંટ (I_B)** બનાવે છે.
- કલેક્ટર કલેક્શન (Collector Collection):** બાકીના 95% ઇલેક્ટ્રોન્સ બેઝમાંથી પસાર થઈને CB જંક્શનના ડિપ્લેશન રીજીયનમાં પહોંચે છે. CB જંક્શન રિવર્સ-બાયસડ હોવાથી, તેનું ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ આ ઇલેક્ટ્રોન્સને કલેક્ટર રીજીયનમાં ખેંચે છે, જ્યાં તેઓ V_{CC} ના પોઝિટિવ ટર્મિનલ દ્વારા આકર્ષાય છે. ઇલેક્ટ્રોન્સનો આ પ્રવાહ **કલેક્ટર કરંટ (I_C)** બનાવે છે.

કિર્યોફના કરંટ લો (KCL) અનુસાર, ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં કુલ એમીટર કરંટ એ બેઝ કરંટ અને કલેક્ટર કરંટના સરવાળા બરાબર હોય છે:

$$I_E = I_B + I_C$$

પ્રશ્ન 1(c) OR PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કામગીરી સમજાવો.

PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં બે ખૂબ ડોપ કરેલા P-પ્રકારના સેમિકન્ડક્ટર લેયર્સ વચ્ચે ખૂબ પાતળું અને ઓછું ડોપ કરેલું N-પ્રકારનું સેમિકન્ડક્ટર લેયર સેન્ડવીચ કરેલું હોય છે. તેના ત્રણ ટર્મિનલ્સ એમીટર (Emitter), બેઝ (Base), અને કલેક્ટર (Collector) છે.



આકૃતિ 2: PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કામગીરી

એક્ટિવ રીજીયનમાં કામગીરી માટે, એમીટર-બેઝ (EB) જંક્શન ફોરવર્ડ-બાયસ્ડ અને કલેક્ટર-બેઝ (CB) જંક્શન રિવર્સ-બાયસ્ડ હોય છે. V_{EE} વોલ્ટેજ સોર્સ EB જંક્શન પર ફોરવર્ડ બાયસ પ્રદાન કરે છે, અને V_{CC} CB જંક્શન પર રિવર્સ બાયસ જાળવી રાખે છે.

કાર્યપદ્ધતિ (Working Mechanism):

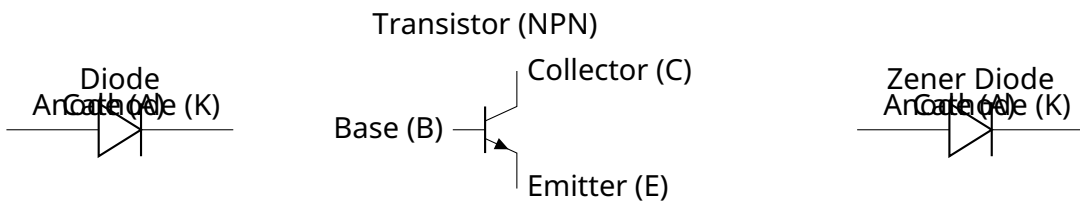
- એમીટર ઇન્જેક્શન (Emitter Injection):** EB જંક્શન પરના ફોરવર્ડ બાયસને કારણે, એમીટરમાં રહેલા મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ (હોલ્સ) V_{EE} ના પોઝિટિવ ટર્મિનલ દ્વારા અપાકર્ષણ પામે છે અને બેઝ રીજીયનમાં ઇન્જેક્ટ થાય છે. હોલ્સની આ ગતિ **એમીટર કરંટ (I_E)** બનાવે છે.
- બેઝ રિકોમ્બિનેશન (Base Recombination):** બેઝ N-પ્રકારનો પદાર્થ છે જેમાં મેજોરિટી કેરિયર્સ તરીકે ઇલેક્ટ્રોન્સ હોય છે. બેઝ ખૂબ સાંકડો અને ઓછો ડોપ કરેલો હોવાથી, ઇન્જેક્ટ થયેલા હોલ્સમાંથી માત્ર થોડી ટકાવારી (આશરે 5%) ઇલેક્ટ્રોન્સ સાથે રિકોમ્બાઈન થાય છે. ચાર્જનો આ નાનો પ્રવાહ **બેઝ કરંટ (I_B)** બનાવે છે.
- કલેક્ટર કલેક્શન (Collector Collection):** મોટાભાગના હોલ્સ (લગભગ 95%) બેઝમાંથી પસાર થઈને CB જંક્શનના ડિપ્લેશન રીજીયનમાં પહોંચે છે. CB જંક્શન રિવર્સ-બાયસ્ડ હોવાથી, ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ આ હોલ્સને કલેક્ટર રીજીયનમાં ખેંચે છે, જ્યાં તેઓ V_{CC} ના નેગેટિવ ટર્મિનલ દ્વારા આકર્ષાય છે. આ ગતિ **કલેક્ટર કરંટ (I_C)** બનાવે છે.

કિર્યોફના કરંટ લો (KCL) લાગુ કરીને, ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં કરંટ વચ્ચેનો સંબંધ નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય:

$$I_E = I_B + I_C$$

PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં વહન મુખ્યત્વે હોલ્સને કારણે થાય છે, જ્યારે NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં તે ઇલેક્ટ્રોન્સને કારણે થાય છે.

Q.2 (a) યોગ્ય નામકરણ સાથે પ્રતીક દોરો 1) ડાયોડ 2) ટ્રાન્ઝિસ્ટર 3) ઝેનર ડાયોડ.

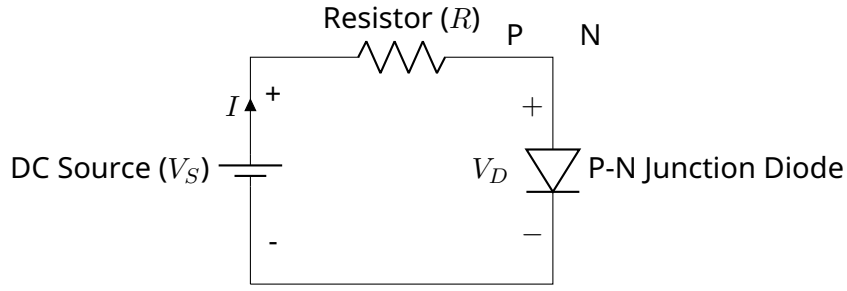


આકૃતિ 3: ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર અને ઝેનર ડાયોડના પ્રતીકો

- **ડાયોડ (Diode):** દ્વિ-ટર્મિનલ ઉપકરણ (એનોડ અને કેથોડ) જે મુખ્યત્વે એક જ દિશામાં કરંટ વહેવા દે છે.
- **ટ્રાન્ઝિસ્ટર (NPN Transistor):** એમ્પ્લિફિકેશન અથવા સ્વિચિંગ માટે વપરાતું ત્રી-ટર્મિનલ ઉપકરણ (બેઝ, કલેક્ટર, એમિટર).
- **ઝેનર ડાયોડ (Zener Diode):** એક વિશિષ્ટ ડાયોડ જે ચોક્કસ રિવર્સ વોલ્ટેજ પર પહોંચે ત્યારે વિશ્વસનીય રીતે પાછળની દિશામાં (રિવર્સ બાયસમાં) કરંટ વહેવા દેવા માટે રચાયેલ છે.

Q.2 (b) ફોરવર્ડ બાયસ વહન મોડમાં P-N જંકશન ડાયોડની સ્વચ્છ સર્કિટ દોરો.

જ્યારે બેટરીનો પોઝિટિવ ટર્મિનલ P-પ્રદેશ સાથે અને નેગેટિવ ટર્મિનલ N-પ્રદેશ સાથે જોડાયેલ હોય, ત્યારે P-N જંકશન ફોરવર્ડ બાયસમાં છે તેમ કહેવાય છે.



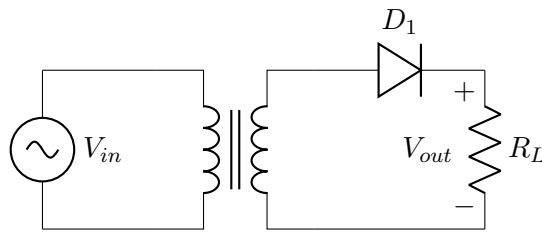
Forward Biased Conduction Mode

આકૃતિ 4: ફોરવર્ડ બાયસ વહન મોડમાં P-N જંકશન ડાયોડ

- ફોરવર્ડ બાયસમાં, લાગુ કરેલ વોલ્ટેજ બિલ્ટ-ઇન પોટેન્શિયલ બેરિયરનો વિરોધ કરે છે.
- ડિપ્લેશન પ્રદેશની પહોળાઈ ઘટે છે, જેનાથી મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ માટે જંકશન પાર કરવું સરળ બને છે.
- એકવાર લાગુ કરેલ વોલ્ટેજ કટ-ઇન વોલ્ટેજ (સિલિકોન માટે 0.7 V) કરતાં વધી જાય, ત્યારે ડાયોડમાંથી નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ફોરવર્ડ કરંટ વહે છે.

Q.2 (c) યોગ્ય વેવફોર્મ્સ સાથે હાફ વેવ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય સમજાવો.

હાફ વેવ રેક્ટિફાયર એ એક સર્કિટ છે જે ઇનપુટ AC સાઇકલના માત્ર એક અડધા ભાગને પસાર કરીને અને બીજાને અવરોધિત કરીને અલ્ટરનેટિંગ કરંટ (AC) ને પલ્સેટિંગ ડાયરેક્ટ કરંટ (DC) માં રૂપાંતરિત કરે છે.

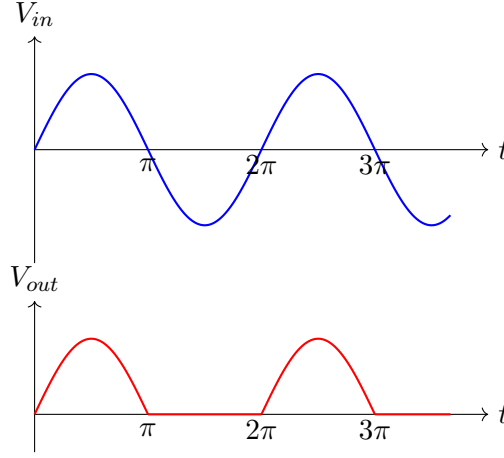


આકૃતિ 5: હાફ વેવ રેક્ટિફાયરનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ

કાર્યકારી સિદ્ધાંત (Working Principle):

- **પોઝિટિવ હાફ સાઇકલ:** AC ઇનપુટના પોઝિટિવ હાફ સાઇકલ દરમિયાન, ડાયોડ D_1 નો એનોડ કેથોડની સાપેક્ષમાં પોઝિટિવ બને છે. ડાયોડ ફોરવર્ડ-બાયસ થાય છે અને લોડ રજિસ્ટર R_L દ્વારા કરંટનું વહન કરે છે, જેનાથી આઉટપુટ વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન થાય છે.

- **નેગેટિવ હાફ સાઇકલ:** નેગેટિવ હાફ સાઇકલ દરમિયાન, એનોડ કેથોડની સાપેક્ષમાં નેગેટિવ બને છે. ડાયોડ રિવર્સ-બાયસ થાય છે અને ઓપન સ્વિચ તરીકે કાર્ય કરે છે. R_L માંથી કોઈ કરંટ વહેતો નથી, અને આઉટપુટ વોલ્ટેજ શૂન્ય હોય છે.



આકૃતિ 6: હાફ વેવ રેક્ટિફાયરના ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ્સ

- **કાર્યક્ષમતા (Efficiency):** મહત્તમ રેક્ટિફિકેશન કાર્યક્ષમતા 40.6% છે.
- **રિપલ ફેક્ટર (Ripple Factor):** તેનું રિપલ ફેક્ટર ઉચ્ચ 1.21 હોય છે, એટલે કે આઉટપુટમાં AC ઘટકો નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં હોય છે.

Q.2 (a) OR ઓછામાં ઓછા 02 ઉદાહરણોનો ઉપયોગ કરીને આંતરિક અર્ધ-વાહક સમજાવો.

આંતરિક અર્ધવાહક (Intrinsic Semiconductor) એ શુદ્ધ અર્ધવાહક છે જેમાં કોઈ નોંધપાત્ર અશુદ્ધિઓ (dopants) હોતી નથી.

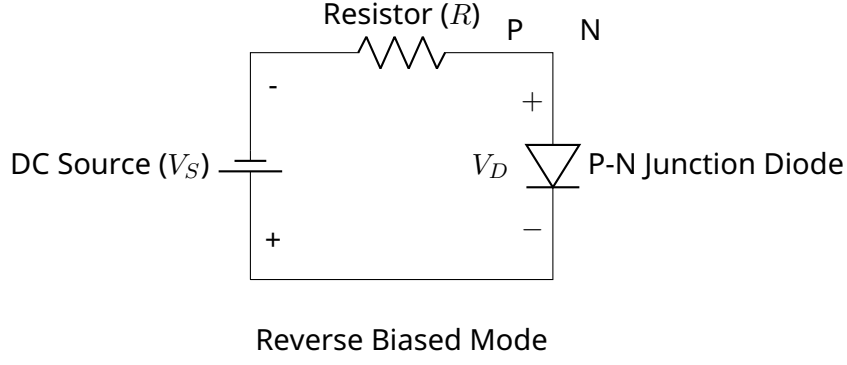
- આંતરિક અર્ધવાહકમાં, કન્ડક્શન બેન્ડમાં ઉત્તેજિત ઇલેક્ટ્રોન (n) ની સંખ્યા વેલેન્સ બેન્ડમાં રહેલા હોલ્સ (p) ની સંખ્યા જેટલી જ હોય છે.
- ગાણિતિક રીતે તેને $n = p = n_i$ તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે, જ્યાં n_i એ ઇન્ટ્રિન્સિક કેરિયર કોન્સન્ટ્રેશન છે.
- સંપૂર્ણ શૂન્ય તાપમાને (0 K), આંતરિક અર્ધવાહક સંપૂર્ણ ઇન્સ્યુલેટર તરીકે વર્તે છે. જેમ જેમ તાપમાન વધે છે, થર્મલ ઊર્જા કેટલાક ઇલેક્ટ્રોનને બેન્ડગેપની પાર ઉત્તેજિત કરે છે, જે ઇલેક્ટ્રોન-હોલની જોડી બનાવે છે અને નબળું વહન (conduction) શક્ય બનાવે છે.

ઉદાહરણો (Examples):

1. **સિલિકોન (Si):** તેની વિપુલતા અને સ્થિર થર્મલ ગુણધર્મોને કારણે સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવાતી સેમિકન્ડક્ટર સામગ્રી છે. ઓરડાના તાપમાને તેનો બેન્ડગેપ આશરે 1.1 eV હોય છે.
2. **જર્મેનિયમ (Ge):** પ્રારંભિક ઇલેક્ટ્રોનિક્સમાં વ્યાપકપણે ઉપયોગમાં લેવાતું, જર્મેનિયમ આશરે 0.67 eV નો નાનો બેન્ડગેપ ધરાવે છે, જે તેને સિલિકોનની સરખામણીમાં ઓરડાના તાપમાને વધુ વાહક બનાવે છે, પરંતુ તે તાપમાનના ફેરફારો પ્રત્યે વધુ સંવેદનશીલ પણ હોય છે.

Q.2 (b) OR રિવર્સ બાયસ મોડમાં P-N જંકશન ડાયોડની સ્વચ્છ સર્કિટ દોરો.

જ્યારે બેટરીનો નેગેટિવ ટર્મિનલ P-પ્રદેશ સાથે અને પોઝિટિવ ટર્મિનલ N-પ્રદેશ સાથે જોડાયેલ હોય, ત્યારે P-N જંકશન રિવર્સ બાયસમાં છે તેમ કહેવાય છે.

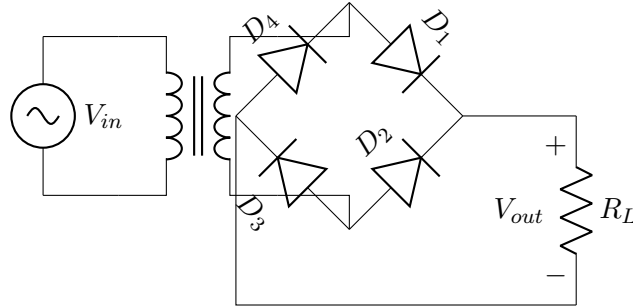


આકૃતિ 7: રિવર્સ બાયસ્ડ મોડમાં P-N જંક્શન ડાયોડ

- રિવર્સ બાયસમાં, લાગુ કરેલ વોલ્ટેજ બિલ્ટ-ઇન પોટેન્શિયલ બેરિયરને વધારે છે, જેનાથી મેજોરિટી કેરિયર્સ માટે જંક્શન પાર કરવું વધુ મુશ્કેલ બને છે.
- બેટરીના ટર્મિનલ્સ દ્વારા ઇલેક્ટ્રોન અને હોલ્સને જંક્શનથી દૂર ખેંચવામાં આવતા હોવાથી ડિપ્લેશન પ્રદેશ વધુ પહોળો થાય છે.
- જ્યાં સુધી બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ ન પહોંચે ત્યાં સુધી ડાયોડમાંથી માત્ર ખૂબ જ નાનો લીકેજ કરંટ (માઇનોરિટી કેરિયર્સને કારણે) વહે છે.

Q.2 (c) OR કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય યોગ્ય વેવફોર્મ્સ સાથે સમજાવો.

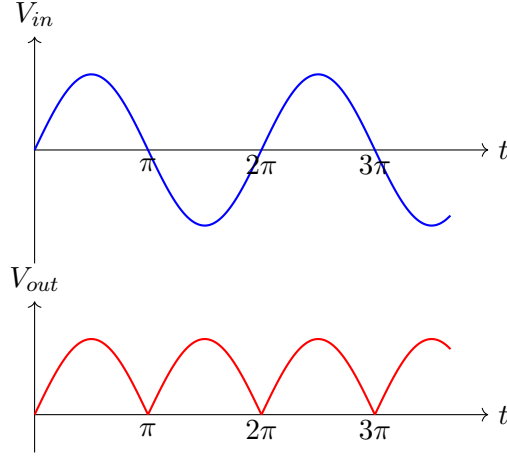
કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયર બ્રિજ કન્ફિગરેશનમાં ગોઠવાયેલા ચાર ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને AC ઇનપુટ સાઇકલના બંને અડધા ભાગને પલ્સેટિંગ DC માં રૂપાંતરિત કરે છે, જેનાથી મોટા સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મરની જરૂરિયાત દૂર થાય છે.



આકૃતિ 8: કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયરનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ

કાર્યકારી સિદ્ધાંત (Working Principle):

- **પોઝિટિવ હાફ સાઇકલ:** સેકન્ડરી વાઇન્ડિંગનો ઉપરનો ટર્મિનલ પોઝિટિવ અને નીચેનો ટર્મિનલ નેગેટિવ હોય છે. ડાયોડ D_1 અને D_3 ફોરવર્ડ-બાયસ્ડ થાય છે અને વહન કરે છે, જ્યારે D_2 અને D_4 રિવર્સ-બાયસ્ડ હોય છે. કરંટ ઉપરના ટર્મિનલથી શરૂ થઈ, D_1 દ્વારા, લોડ રેઝિસ્ટર R_L માં નીચે તરફ, D_3 દ્વારા અને પાછો નીચેના ટર્મિનલ સુધી વહે છે.
- **નેગેટિવ હાફ સાઇકલ:** નીચેનો ટર્મિનલ પોઝિટિવ અને ઉપરનો ટર્મિનલ નેગેટિવ હોય છે. ડાયોડ D_2 અને D_4 ફોરવર્ડ-બાયસ્ડ થાય છે, જ્યારે D_1 અને D_3 રિવર્સ-બાયસ્ડ હોય છે. કરંટ નીચેના ટર્મિનલથી શરૂ થઈ, D_2 દ્વારા, R_L માં નીચે તરફ (અગાઉની જ દિશામાં), D_4 દ્વારા અને પાછો ઉપરના ટર્મિનલ સુધી વહે છે.



આકૃતિ 9: કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયરના ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ્સ

- **કાર્યક્ષમતા (Efficiency):** મહત્તમ રેક્ટિફિકેશન કાર્યક્ષમતા 81.2% છે, જે હાફ-વેવ રેક્ટિફાયર કરતાં બમણી છે.
- **રિપલ ફેક્ટર (Ripple Factor):** તેનું રિપલ ફેક્ટર ઘણું ઓછું એટલે કે 0.48 છે, જે વધુ સ્મૂથ DC આઉટપુટ આપે છે.

Q.3 (a) બાહ્ય અર્ધવાહક તેના પ્રકારો સાથે સમજાવો.

બાહ્ય અર્ધવાહક (Extrinsic Semiconductor)

બાહ્ય અર્ધવાહક એ શુદ્ધ (intrinsic) અર્ધવાહક છે જેમાં તેની વિદ્યુત વાહકતા વધારવા માટે જાણીજોઈને ચોક્કસ અશુદ્ધિઓ થોડા પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે છે.

- શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં અશુદ્ધિઓ ઉમેરવાની આ પ્રક્રિયાને **ડોપિંગ (Doping)** કહેવામાં આવે છે.
- તે ઓરડાના તાપમાને ચાર્જ કેરિયર્સ (ઇલેક્ટ્રોન અથવા હોલ્સ) ની સંખ્યામાં નોંધપાત્ર વધારો કરે છે.
- ઉમેરવામાં આવેલી અશુદ્ધિના આધારે બાહ્ય અર્ધવાહકના બે મુખ્ય પ્રકાર છે:
 1. **N-પ્રકારનો અર્ધવાહક (N-Type Semiconductor):** શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં (જેમ કે સિલિકોન અથવા જર્મેનિયમ) **પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિ** (5 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતા તત્વો, દા.ત., ફોસ્ફરસ, આર્સેનિક, એન્ટિમોની) ઉમેરીને બનાવવામાં આવે છે. અહીં, **ઇલેક્ટ્રોન** એ મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ છે, અને હોલ્સ માઈનોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ છે.
 2. **P-પ્રકારનો અર્ધવાહક (P-Type Semiconductor):** શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં **ટ્રાઇવેલેન્ટ અશુદ્ધિ** (3 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતા તત્વો, દા.ત., બોરોન, ગેલિયમ, ઇન્ડિયમ) ઉમેરીને બનાવવામાં આવે છે. અહીં, **હોલ્સ** એ મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ છે, અને ઇલેક્ટ્રોન માઈનોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ છે.

Q.3 (b) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના વિવિધ ઓપરેટિંગ મોડ્સની તેમની ગોઠવણી સાથે યાદી બનાવો.

બાયપોલર જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર (BJT) બે PN જંકશન ધરાવે છે: એમીટર-બેઝ (EB) જંકશન અને કલેક્ટર-બેઝ (CB) જંકશન. આ બંને જંકશનના બાયસિંગ (ફોરવર્ડ અથવા રિવર્સ) ના આધારે, ટ્રાન્ઝિસ્ટર ચાર અલગ-અલગ મોડમાં કાર્ય કરે છે.

ટ્રાન્ઝિસ્ટરના ઓપરેટિંગ મોડ્સ:

- **એક્ટિવ મોડ (Active Mode):** EB જંકશન ફોરવર્ડ-બાયસ્ડ હોય છે અને CB જંકશન રિવર્સ-બાયસ્ડ હોય છે. આ એમ્પ્લીફિકેશન હેતુઓ માટે વપરાતો મુખ્ય મોડ છે.

- **સેચ્યુરેશન મોડ (Saturation Mode):** EB અને CB બંને જંકશન ફોરવર્ડ-બાયસડ હોય છે. ટ્રાન્ઝિસ્ટર ક્લોઝ્ડ સ્વિચ (સંપૂર્ણપણે ON) તરીકે કાર્ય કરે છે, જે મહત્તમ કરંટ પસાર થવા દે છે.
- **કટ-ઓફ મોડ (Cut-off Mode):** EB અને CB બંને જંકશન રિવર્સ-બાયસડ હોય છે. ટ્રાન્ઝિસ્ટર ઓપન સ્વિચ (સંપૂર્ણપણે OFF) તરીકે કાર્ય કરે છે, જે કરંટના પ્રવાહને અટકાવે છે.
- **રિવર્સ એક્ટિવ મોડ (Reverse Active Mode):** EB જંકશન રિવર્સ-બાયસડ હોય છે અને CB જંકશન ફોરવર્ડ-બાયસડ હોય છે. તે ખૂબ જ નબળું એમ્પ્લીફિકેશન પ્રદાન કરે છે અને વ્યવહારમાં ભાગ્યે જ વપરાય છે.

કોષ્ટક 1: ઓપરેટિંગ મોડ્સ અને બાયસિંગ ગોઠવણીનો સારાંશ

ઓપરેટિંગ મોડ	એમીટર-બેઝ જંકશન	કલેક્ટર-બેઝ જંકશન	ઉપયોગ (Application)
એક્ટિવ (Active)	ફોરવર્ડ બાયસડ	રિવર્સ બાયસડ	એમ્પ્લીફાયર (Amplifier)
સેચ્યુરેશન (Saturation)	ફોરવર્ડ બાયસડ	ફોરવર્ડ બાયસડ	ક્લોઝ્ડ સ્વિચ (ON)
કટ-ઓફ (Cut-off)	રિવર્સ બાયસડ	રિવર્સ બાયસડ	ઓપન સ્વિચ (OFF)
રિવર્સ એક્ટિવ	રિવર્સ બાયસડ	ફોરવર્ડ બાયસડ	એટેન્યુએટર (Attenuator)

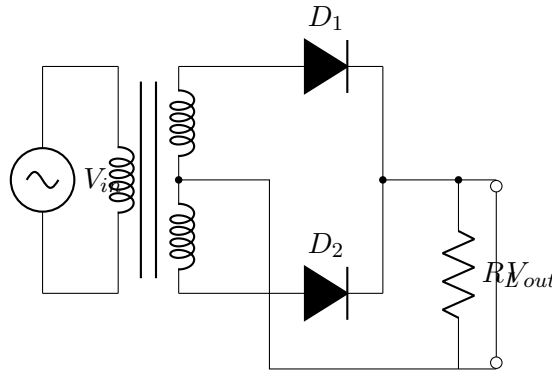
નોંધ: ટ્રાન્ઝિસ્ટરને કોમન ટર્મિનલના આધારે ત્રણ મૂળભૂત રીતે ગોઠવવામાં આવે છે: કોમન બેઝ (CB), કોમન એમીટર (CE), અને કોમન કલેક્ટર (CC).

Q.3 (c) યોગ્ય વેવફોર્મ્સ સાથે સેન્ટર ટેપ કુલ વેવ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય સમજાવો.

સેન્ટર-ટેપ કુલ-વેવ રેક્ટિફાયર સંપૂર્ણ AC ઇનપુટ સાયકલને (પોઝિટિવ અને નેગેટિવ બંને હાફ-સાયકલને) પલ્સેટિંગ DC આઉટપુટમાં કન્વર્ટ કરવા માટે સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મર અને બે ડાયોડનો ઉપયોગ કરે છે.

સર્કિટની રચના (Circuit Construction):

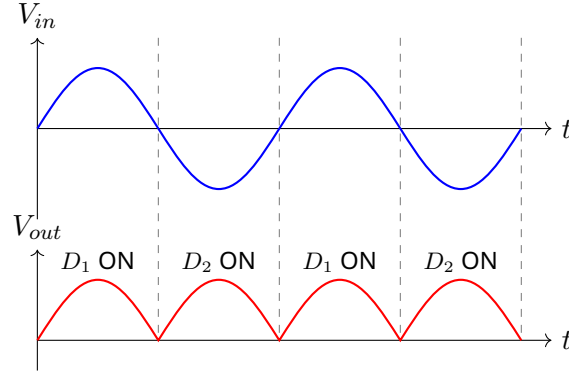
- તેમાં AC સ્ત્રોત, સેન્ટર-ટેપ સ્ટેપ-ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મર, બે ડાયોડ (D_1 અને D_2), અને લોડ રજિસ્ટર (R_L) હોય છે.
- ટ્રાન્સફોર્મરનું સેકન્ડરી વાઇન્ડિંગ સેન્ટર ટેપ દ્વારા બે સમાન ભાગોમાં વહેંચાયેલું હોય છે, જે સામાન્ય રીટર્ન પાથ (ગ્રાઉન્ડ) તરીકે કાર્ય કરે છે.



આકૃતિ 10: સેન્ટર ટેપ કુલ વેવ રેક્ટિફાયરનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ

કાર્યપદ્ધતિ (Working Principle):

- **પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન:** સેકન્ડરી વાઇન્ડિંગનો ઉપરનો છેડો પોઝિટિવ બને છે અને નીચેનો છેડો સેન્ટર ટેપની સાપેક્ષમાં નેગેટિવ બને છે. ડાયોડ D_1 ફોરવર્ડ-બાયસ થાય છે (વહન કરે છે) અને D_2 રિવર્સ-બાયસ થાય છે (વહન કરતો નથી). કરંટ D_1 , લોડ રજિસ્ટર R_L અને સેન્ટર ટેપ દ્વારા વહે છે.
- **નેગેટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન:** નીચેનો છેડો પોઝિટિવ બને છે અને ઉપરનો છેડો નેગેટિવ બને છે. ડાયોડ D_2 ફોરવર્ડ-બાયસ થાય છે અને D_1 રિવર્સ-બાયસ થાય છે. કરંટ D_2 , લોડ રજિસ્ટર R_L અને સેન્ટર ટેપ દ્વારા વહે છે.
- બંને હાફ-સાયકલમાં, લોડ રજિસ્ટર R_L દ્વારા કરંટ એક જ દિશામાં વહે છે, જેથી યુનિડિરેક્શનલ (DC) આઉટપુટ વોલ્ટેજ મળે છે.



આકૃતિ 11: ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ્સ

Q.3 (a) OR ઓછામાં ઓછા 03 ઉદાહરણોનો ઉપયોગ કરીને P ટાઇપ સેમી-કન્ડક્ટરને સમજાવો.

P-પ્રકારનો અર્ધવાહક (P-Type Semiconductor)

P-પ્રકારનો અર્ધવાહક એ એક બાહ્ય અર્ધવાહક છે જે શુદ્ધ (intrinsic) અર્ધવાહક ક્રિસ્ટલમાં ટ્રાઇવેલેન્ટ અશુદ્ધિના અણુઓ ઉમેરીને બનાવવામાં આવે છે.

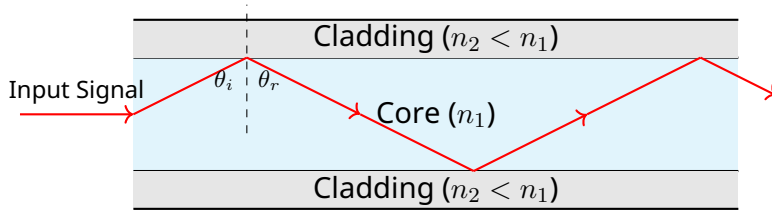
- **મિકેનિઝમ (Mechanism):** ટ્રાઇવેલેન્ટ અશુદ્ધિના અણુમાં 3 વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે. જ્યારે તે ક્રિસ્ટલ લેટિસમાં સિલિકોન (અથવા જર્મેનિયમ) અણુનું સ્થાન લે છે, ત્યારે તે પડોશી અણુઓ સાથે ત્રણ સહસંયોજક (covalent) બોન્ડ બનાવે છે. ચોથો બોન્ડ અધૂરો રહે છે, જે એક ખાલી જગ્યા બનાવે છે જેને **હોલ (hole)** કહેવામાં આવે છે.
- **ચાર્જ કેરિયર્સ (Charge Carriers):** P-પ્રકારના અર્ધવાહકમાં, **હોલ્સ** એ મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ છે, જ્યારે **ઇલેક્ટ્રોન્સ** (જે થર્મલી ઉત્પન્ન થાય છે) એ માઇનોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સ છે.
- **એક્સેપ્ટર અશુદ્ધિઓ (Acceptor Impurities):** ટ્રાઇવેલેન્ટ અશુદ્ધિઓને "એક્સેપ્ટર અશુદ્ધિઓ" તરીકે ઓળખવામાં આવે છે કારણ કે તેઓ બનાવેલા હોલ્સ પડોશી અણુઓ પાસેથી ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારી શકે છે.
- **ટ્રાઇવેલેન્ટ અશુદ્ધિઓના ઉદાહરણો:**
 1. **બોરોન (Boron - B):** સિલિકોનના ડોપિંગ માટે વ્યાપકપણે ઉપયોગમાં લેવાય છે.
 2. **ગેલિયમ (Gallium - Ga):** વિશિષ્ટ હાઇ-ફ્રિક્વન્સી અર્ધવાહક ઉપકરણોમાં વપરાય છે.
 3. **ઇન્ડિયમ (Indium - In):** અમુક ચોક્કસ પ્રકારના ડાયોડ અને ટ્રાન્ઝિસ્ટરના ઉત્પાદનમાં વપરાય છે.

Q.3 (b) OR ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કેબલની કામગીરી સમજાવો.

ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કેબલ પ્રકાશના પલ્સના રૂપમાં ડેટાનું પ્રસારણ કરે છે. તે ટોટલ ઇન્ટરનલ રિફ્લેક્શન (Total Internal Reflection - TIR) એટલે કે પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન ના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.

મૂળભૂત રચના (Basic Construction):

- **કોર (Core):** મધ્યમાં આવેલું પાતળું કાચ અથવા પ્લાસ્ટિકનું માધ્યમ જેના દ્વારા પ્રકાશ મુસાફરી કરે છે.
- **ક્લેડિંગ (Cladding):** કોરની આસપાસ આવેલું બાહ્ય ઓપ્ટિકલ મટિરિયલ. તેનો વક્રીભવનાંક (refractive index) કોર કરતા ઓછો હોય છે.
- **કોટિંગ/જેકેટ (Coating/Jacket):** સૌથી બહારનું પ્લાસ્ટિક લેયર જે ફાઇબરને ભૌતિક નુકસાન અને ભેજથી રક્ષણ આપે છે.



આકૃતિ 12: ઓપ્ટિકલ ફાઇબરમાં ટોટલ ઇન્ટરનલ રિફ્લેક્શન

કાર્યપદ્ધતિ (Working Principle):

- જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ કોરમાં **ક્રિટિકલ એન્ગલ (critical angle)** કરતાં મોટા ખૂણે પ્રવેશે છે, ત્યારે તે કોર-ક્લેડિંગ બાઉન્ડરી પર અથડાય છે.
- કારણ કે કોરનો વક્રીભવનાંક (n_1) ક્લેડિંગના વક્રીભવનાંક (n_2) કરતા મોટો હોય છે, તેથી પ્રકાશનું કિરણ બહાર વક્રીભવન થવાને બદલે સંપૂર્ણપણે કોરમાં પાછું પરાવર્તિત થાય છે.
- આ સતત પરાવર્તન (પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન) ને લીધે પ્રકાશનો સિગ્નલ ન્યૂનતમ ઉર્જાના નુકસાન સાથે ફાઇબર સાથે લાંબા અંતર સુધી મુસાફરી કરી શકે છે.
- ઓપ્ટિકલ સિગ્નલ્સ ટ્રાન્સમીટર પર પ્રકાશ સ્ત્રોતો (LEDs અથવા Lasers) દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે અને રીસીવર પર ફોટોડાયોડ્સ દ્વારા પાછા ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલ્સમાં કન્વર્ટ થાય છે.

Q.3 (c) OR P-N જંકશન ડાયોડની V-I લાક્ષણિકતાઓ સમજાવો.

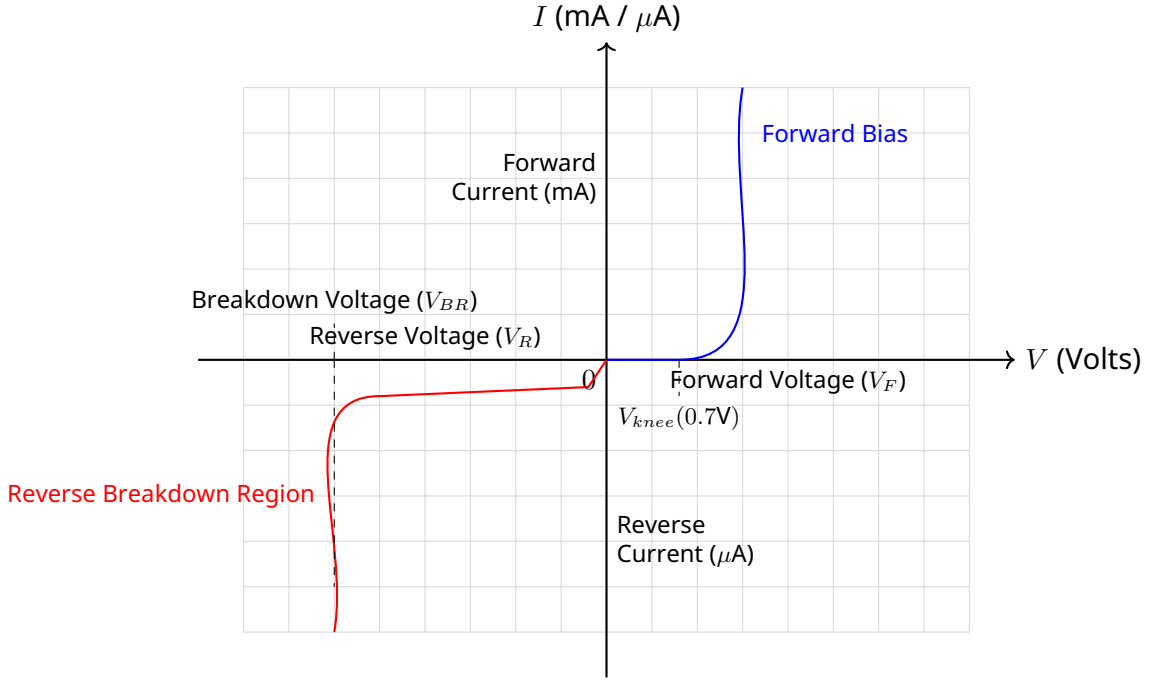
P-N જંકશન ડાયોડની વોલ્ટેજ-કરંટ (V-I) લાક્ષણિકતાઓ ડાયોડ પર લાગુ કરેલ વોલ્ટેજ અને તેમાંથી વહેતા કરંટ વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.

1. ફોરવર્ડ બાયસ લાક્ષણિકતાઓ (Forward Bias Characteristics):

- જ્યારે બેટરીનો પોઝિટિવ ટર્મિનલ P-વિસ્તાર સાથે અને નેગેટિવ ટર્મિનલ N-વિસ્તાર સાથે જોડાયેલ હોય, ત્યારે ડાયોડ ફોરવર્ડ-બાયસ થાય છે.
- શરૂઆતમાં, નીચા વોલ્ટેજ માટે, ફોરવર્ડ કરંટ લગભગ શૂન્ય હોય છે કારણ કે લાગુ વોલ્ટેજ બેરિયર પોટેન્શિયલ કરતા ઓછો હોય છે.
- **ની વોલ્ટેજ (Knee Voltage):** એકવાર લાગુ ફોરવર્ડ વોલ્ટેજ બેરિયર પોટેન્શિયલ (સિલિકોન માટે આશરે 0.7 V અને જર્મેનિયમ માટે 0.3 V) કરતા વધી જાય, ત્યારે ડેપ્લેશન લેયર નાશ પામે છે.
- ની વોલ્ટેજ પછી, વોલ્ટેજમાં થોડા વધારા સાથે ફોરવર્ડ કરંટ ઘાતાંકીય (exponentially) રીતે ઝડપથી વધે છે.

2. રિવર્સ બાયસ લાક્ષણિકતાઓ (Reverse Bias Characteristics):

- જ્યારે બેટરીનો પોઝિટિવ ટર્મિનલ N-વિસ્તાર સાથે અને નેગેટિવ ટર્મિનલ P-વિસ્તાર સાથે જોડાયેલ હોય, ત્યારે ડાયોડ રિવર્સ-બાયસ થાય છે.
- ડેપ્લેશન લેયર પહોળું થાય છે અને આદર્શ રીતે કોઈ કરંટ વહેવો જોઈએ નહીં. જોકે, માઈનોરિટી ચાર્જ કેરિયર્સના કારણે ખૂબ જ ઓછો **રિવર્સ સેચ્યુરેશન કરંટ** (માઈક્રોએમ્પીયરમાં) વહે છે.
- બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (Breakdown Voltage):** જો રિવર્સ વોલ્ટેજ વધુ પડતો વધારવામાં આવે, તો તે બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (V_{BR}) નામના બિંદુએ પહોંચે છે. આ બિંદુ પર, સહસંયોજક બોન્ડ્સ તૂટે છે, જેના કારણે રિવર્સ કરંટમાં તીવ્ર વધારો થાય છે, જે ડાયોડને કાયમી નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.



આકૃતિ 13: P-N જંકશન ડાયોડની V-I લાક્ષણિકતાઓ

પ્રશ્ન 4(a) ઓછામાં ઓછા 03 ઉદાહરણોનો ઉપયોગ કરીને N-Type અર્ધ-વાહક સમજાવો.

N-પ્રકારનું અર્ધવાહક (N-Type Semiconductor)

સિલિકોન (Si) અથવા જર્મેનિયમ (Ge) જેવા શુદ્ધ (આંતરિક) અર્ધવાહકમાં પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિઓ (ડોપિંગ) ઉમેરીને N-પ્રકારનું અર્ધવાહક બનાવવામાં આવે છે.

- ડોપિંગ પ્રક્રિયા (Doping Process):** પેન્ટાવેલેન્ટ પરમાણુઓમાં પાંચ વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે. જ્યારે તેને ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે ચાર ઇલેક્ટ્રોન પડોશી અર્ધવાહક પરમાણુઓ સાથે સહસંયોજક બોન્ડ્સ (covalent bonds) બનાવે છે, જ્યારે પાંચમો ઇલેક્ટ્રોન મુક્ત રહે છે અને ફ્રી ઇલેક્ટ્રોન બને છે.
- વીજભાર વાહકો (Charge Carriers):** વધારાના મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની હાજરીને કારણે, બહુમતી (majority) વીજભાર વાહકો ઇલેક્ટ્રોન હોય છે, અને લઘુમતી (minority) વીજભાર વાહકો હોલ (holes) હોય છે.
- નામકરણ (Nomenclature):** 'N-type' શબ્દમાં 'N' નો અર્થ 'Negative' (નકારાત્મક) થાય છે, જે નકારાત્મક વીજભાર ધરાવતા મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની વિપુલતાને દર્શાવે છે.

પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિઓના ઉદાહરણો:

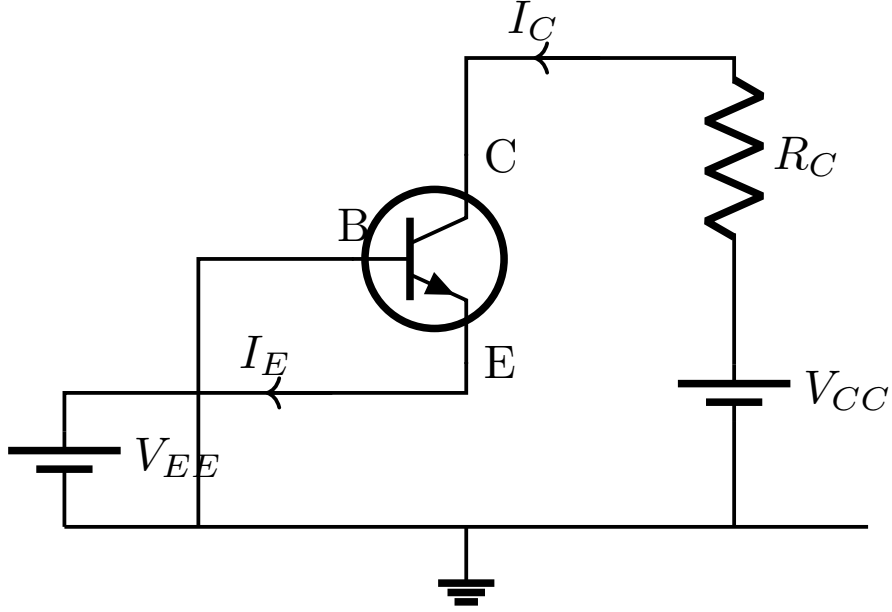
1. ફોસ્ફરસ (P)
2. આર્સેનિક (As)
3. એન્ટિમોની (Sb)
4. બિસ્મથ (Bi)

પ્રશ્ન 4(b) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના CB, CE અને CC રૂપરેખાંકનોની સરખામણી કરો (ઓછામાં ઓછા 6 પોઈન્ટ).

કોષ્ટક: CB, CE, અને CC ટ્રાન્ઝિસ્ટર રૂપરેખાંકનોની સરખામણી

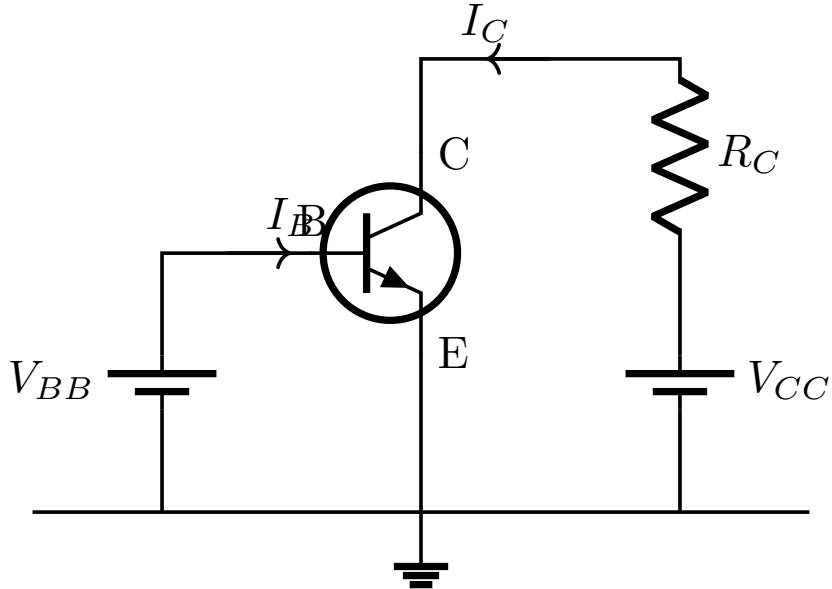
ક્રમ	પરિમાણ (Parameter)	કોમન બેઝ (CB)	કોમન એમીટર (CE)	કોમન કલેક્ટર (CC)
1	ઇનપુટ ટર્મિનલ	એમીટર (Emitter)	બેઝ (Base)	બેઝ (Base)
2	આઉટપુટ ટર્મિનલ	કલેક્ટર (Collector)	કલેક્ટર (Collector)	એમીટર (Emitter)
3	કોમન ટર્મિનલ	બેઝ (Base)	એમીટર (Emitter)	કલેક્ટર (Collector)
4	કરંટ ગેઇન	એકમ કરતા ઓછો ($\alpha < 1$)	વધારે (β)	ખૂબ વધારે (γ)
5	વોલ્ટેજ ગેઇન	વધારે (High)	વધારે (High)	એકમ કરતા ઓછો (≈ 1)
6	ઇનપુટ અવરોધ	ખૂબ ઓછો ($\approx 100 \Omega$)	ઓછો/મધ્યમ ($\approx 1 k\Omega$)	ખૂબ વધારે ($\approx 100 k\Omega$)
7	આઉટપુટ અવરોધ	ખૂબ વધારે ($\approx 1 M\Omega$)	વધારે/મધ્યમ ($\approx 40 k\Omega$)	ખૂબ ઓછો ($\approx 50 \Omega$)
8	ફેઝ શિફ્ટ	0° (ઇન-ફેઝ)	180° (આઉટ-ઓફ-ફેઝ)	0° (ઇન-ફેઝ)
9	ઉપયોગો	હાઈ-ફ્રીક્વન્સી સર્કિટ્સ	ઓડિયો/સામાન્ય એમ્પ્લીફાયર	ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ

પ્રશ્ન 4(c) યોગ્ય નામકરણ સાથે ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું CB(કોમન બેઝ) અને CE(કોમન એમીટર) રૂપરેખાંકન દોરો.



Common Base (CB) Configuration

આકૃતિ 14: કોમન બેઝ (CB) રૂપરેખાંકન



Common Emitter (CE) Configuration

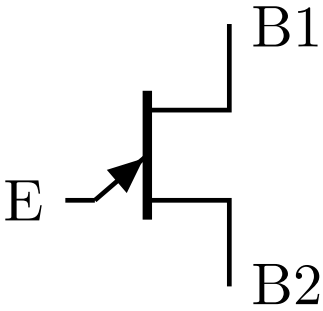
આકૃતિ 15: કોમન એમીટર (CE) રૂપરેખાંકન

- **કોમન બેઝ (CB):** આ રૂપરેખાંકનમાં, બેઝ ટર્મિનલ ઇનપુટ અને આઉટપુટ બંને સર્કિટ માટે સામાન્ય હોય છે. ઇનપુટ એમીટર પર આપવામાં આવે છે, અને આઉટપુટ કલેક્ટરમાંથી લેવામાં આવે છે.
- **કોમન એમીટર (CE):** આ રૂપરેખાંકનમાં, એમીટર ટર્મિનલ ઇનપુટ અને આઉટપુટ બંને સર્કિટ માટે સામાન્ય હોય છે. ઇનપુટ બેઝ પર આપવામાં

આવે છે, અને આઉટપુટ કલેક્ટરમાંથી લેવામાં આવે છે.

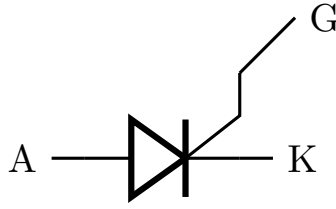
--- OR ---

પ્રશ્ન 4(a) OR યોગ્ય નામકરણ સાથે પ્રતીક દોરો 1) UJT 2) SCR 3) LDR



UJT

આકૃતિ 16: UJT પ્રતીક



SCR

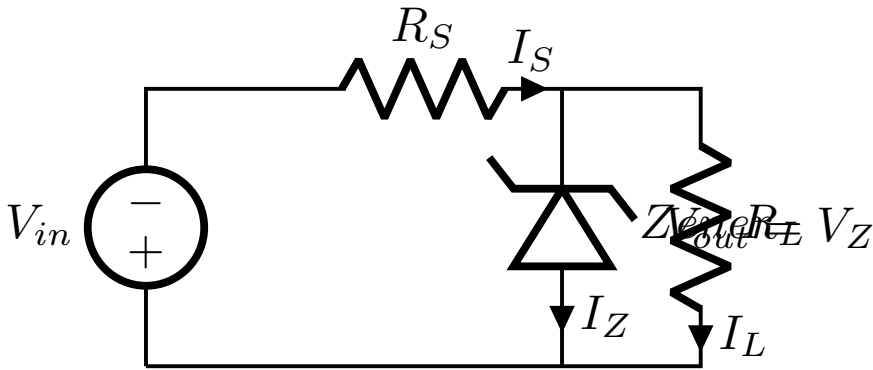
આકૃતિ 17: SCR પ્રતીક



LDR

આકૃતિ 18: LDR પ્રતીક

પ્રશ્ન 4(b) OR વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે ઝેનર ડાયોડનું કાર્ય સમજાવો.



આકૃતિ 19: વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે ઝેનર ડાયોડ

- ઝેનર ડાયોડ વોલ્ટેજને નિયંત્રિત કરવા માટે રિવર્સ બ્રેકડાઉન રીજનમાં (reverse breakdown region) કાર્ય કરે છે.
- જ્યારે ડાયોડ પરનો રિવર્સ-બાયસડ વોલ્ટેજ ઝેનર બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (V_Z) કરતા વધી જાય છે, ત્યારે તેમાંથી પસાર થતા પ્રવાહમાં નોંધપાત્ર ફેરફાર થવા છતાં તેના પરનો વોલ્ટેજ અચળ રહે છે.
- સર્કિટમાં દર્શાવ્યા મુજબ, ઝેનર ડાયોડને લોડ અવરોધ (R_L) સાથે સમાંતર જોડવામાં આવે છે, અને પ્રવાહને નિયંત્રિત કરવા માટે શ્રેણી અવરોધ (R_S) નો ઉપયોગ થાય છે.

- **બદલાતો ઇનપુટ વોલ્ટેજ (Varying Input Voltage):** જો ઇનપુટ વોલ્ટેજ (V_{in}) વધે છે, તો કુલ પ્રવાહ વધે છે. ઝેનર ડાયોડ વધારાનો પ્રવાહ શોષી લે છે, જેનાથી લોડ પરનો વોલ્ટેજ ($V_L = V_Z$) અચળ રહે છે. વધારાનો વોલ્ટેજ ડ્રોપ R_S પર થાય છે.
- **બદલાતો લોડ પ્રવાહ (Varying Load Current):** જો લોડ અવરોધ ઘટે છે, તો લોડ પ્રવાહ (I_L) વધે છે. ઝેનર ડાયોડ ઓછો પ્રવાહ (I_Z) ખેંચીને તેનું વળતર આપે છે, જેનાથી કુલ પ્રવાહ (I_S) અને આઉટપુટ વોલ્ટેજ અચળ રહે છે.

પ્રશ્ન 4(c) OR ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે $\beta = \alpha / (1 - \alpha)$ સંબંધ મેળવો.

- બાયપોલર જંક્શન ટ્રાન્ઝિસ્ટર (BJT) માટે, કુલ એમીટર પ્રવાહ (I_E) એ બેઝ પ્રવાહ (I_B) અને કલેક્ટર પ્રવાહ (I_C) નો સરવાળો છે:

$$I_E = I_B + I_C$$

- કોમન બેઝ કરંટ ગેઇન (α) એ કલેક્ટર પ્રવાહ અને એમીટર પ્રવાહનો ગુણોત્તર છે:

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \Rightarrow I_E = \frac{I_C}{\alpha}$$

- કોમન એમીટર કરંટ ગેઇન (β) એ કલેક્ટર પ્રવાહ અને બેઝ પ્રવાહનો ગુણોત્તર છે:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

- મૂળભૂત પ્રવાહ સમીકરણમાં I_E અને I_B ની કિંમતો મૂકતા:

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

- સમગ્ર સમીકરણને I_C વડે ભાગતા:

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

- β માટે સમીકરણને ફરીથી ગોઠવતા:

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

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

- બંને બાજુઓને ઉલટાવવાથી અંતિમ સંબંધ મળે છે:

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

Q.5 (a) ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે વપરાતી ક્વકવધ બાયક્સાંગ પદ્ધતિઓની યાદી આપો .

ટ્રાન્ઝિસ્ટર બાયસિંગ (Transistor Biasing)

ટ્રાન્ઝિસ્ટર બાયસિંગ એ ટ્રાન્ઝિસ્ટરની DC ઓપરેટિંગ વોલ્ટેજ અથવા કરંટ સ્થિતિને યોગ્ય સ્તર પર સેટ કરવાની પ્રક્રિયા છે જેથી કોઈપણ AC ઇનપુટ સિગ્નલને ટ્રાન્ઝિસ્ટર દ્વારા યોગ્ય રીતે એમ્પ્લીફાય કરી શકાય.

BJT (Bipolar Junction Transistor) માટે વપરાતી વિવિધ બાયસિંગ પદ્ધતિઓ નીચે મુજબ છે:

1. બેઝ રેઝિસ્ટર બાયસ (ફિક્સ્ડ બાયસ):

- આ પદ્ધતિમાં, એક જ અવરોધ (resistor) બેઝ અને સપ્લાય વોલ્ટેજ વચ્ચે જોડાયેલ હોય છે.
- આ સૌથી સરળ પદ્ધતિ છે પરંતુ તે નબળી થર્મલ સ્થિરતા (thermal stability) ધરાવે છે.

2. કલેક્ટર-ટુ-બેઝ બાયસ (કલેક્ટર ફીડબેક બાયસ):

- કલેક્ટર અને બેઝ વચ્ચે અવરોધ (resistor) જોડવામાં આવે છે.
- તે નેગેટિવ ફીડબેક પૂરો પાડે છે, જે ફિક્સ્ડ બાયસની તુલનામાં થર્મલ સ્થિરતામાં સુધારો કરે છે.

3. વોલ્ટેજ ડિવાઈડર બાયસ (સેલ્ફ બાયસ):

- બે અવરોધો સપ્લાય વોલ્ટેજમાં વોલ્ટેજ ડિવાઈડર બનાવે છે જે બેઝ વોલ્ટેજ સેટ કરે છે.
- આ સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવાતી બાયસિંગ પદ્ધતિ છે કારણ કે તે β થી સ્વતંત્ર, ઓપરેટિંગ પોઈન્ટની ઉત્તમ સ્થિરતા પ્રદાન કરે છે.

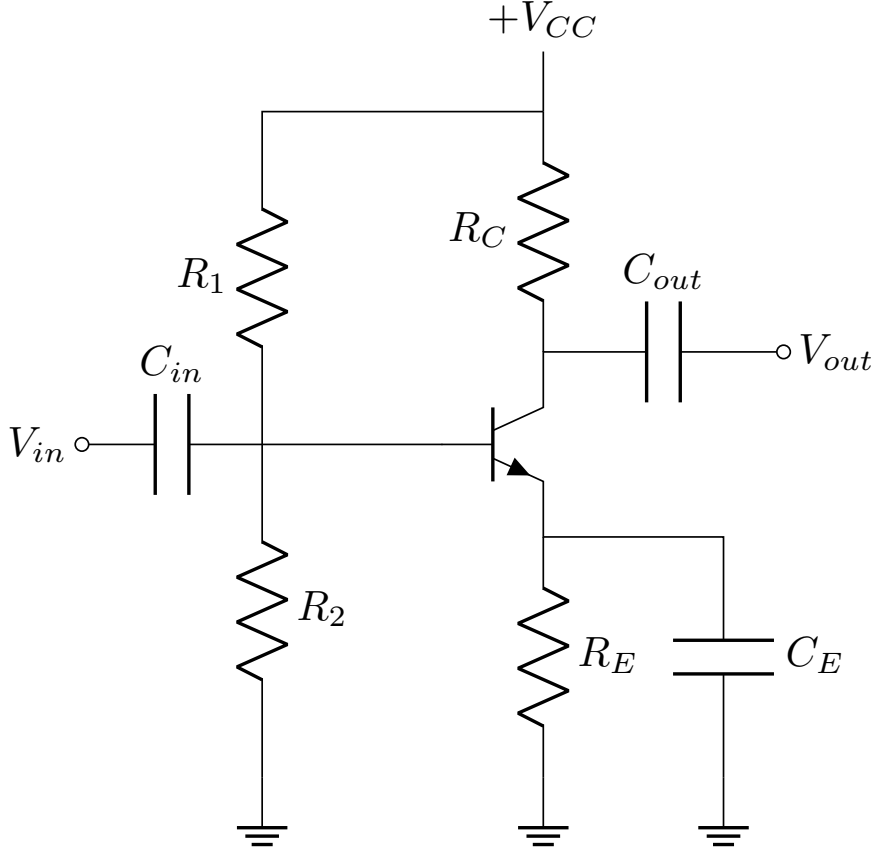
4. એમીટર બાયસ:

- પોઝિટિવ અને નેગેટિવ એમ બંને સપ્લાય વોલ્ટેજનો ઉપયોગ કરે છે.
- તે ખૂબ જ સારી સ્થિરતા પ્રદાન કરે છે પરંતુ તેને ડ્યુઅલ-પોલેરિટી પાવર સપ્લાયની જરૂર પડે છે.

Q.5 (b) એમ્પ્લીફાયર તરીકે ટ્રાન્ઝિસ્ટર્સનું કાર્ય સમજાવો .

એમ્પ્લીફાયર તરીકે ટ્રાન્ઝિસ્ટર

એમ્પ્લીફાયર એ એક ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ છે જે નબળા ઇનપુટ સિગ્નલ (વોલ્ટેજ, કરન્ટ અથવા પાવર) ના કંપવિસ્તાર (amplitude) ને તેના આકાર અથવા આવર્તન (frequency) માં ફેરફાર કર્યા વિના વધારે છે. ટ્રાન્ઝિસ્ટર જ્યારે તેના સક્રિય ક્ષેત્ર (active region) માં કાર્ય કરે છે ત્યારે તે એમ્પ્લીફાયર તરીકે કાર્ય કરી શકે છે.



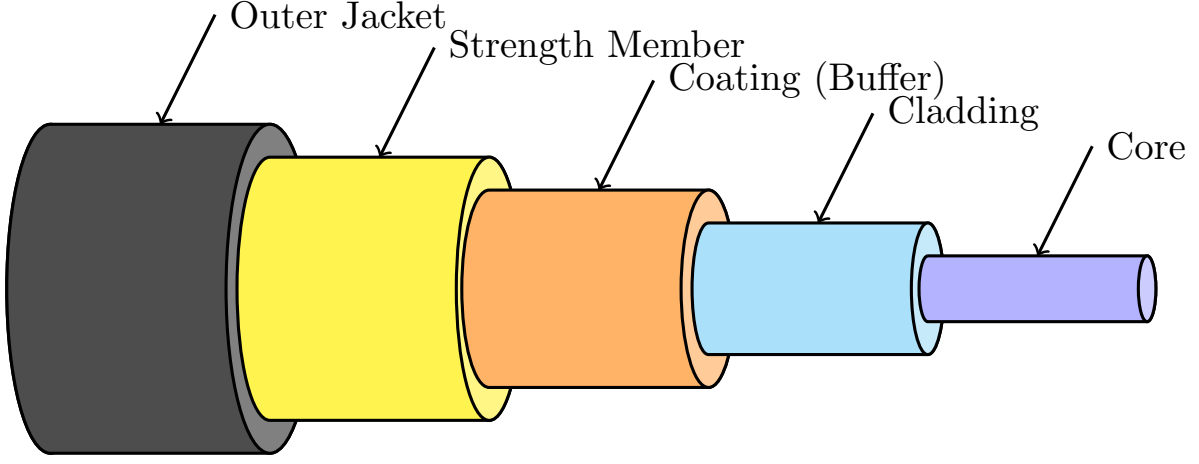
આકૃતિ 20: એમ્પ્લીફાયર તરીકે ટ્રાન્ઝિસ્ટર (CE Configuration)

કોમન એમીટર (CE) રૂપરેખાંકનમાં એમ્પ્લીફાયર તરીકે ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કાર્યપદ્ધતિ નીચે મુજબ સમજાવી શકાય:

- **બાયસિંગની સ્થિતિ:** એમ્પ્લીફાયર તરીકે કાર્ય કરવા માટે, ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું એમીટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ-બાયસ્ડ અને કલેક્ટર-બેઝ જંકશન રિવર્સ-બાયસ્ડ (સક્રિય ક્ષેત્ર) હોવું જરૂરી છે.
- **ઇનપુટ સિગ્નલ:** કપલિંગ કેપેસિટર C_{in} નો ઉપયોગ કરીને બેઝ-એમીટર ટર્મિનલ્સમાં નબળું AC ઇનપુટ સિગ્નલ V_{in} આપવામાં આવે છે.
- **પોઝિટિવ હાફ સાયકલ (Positive Half Cycle):**
 - ઇનપુટ AC સિગ્નલની પોઝિટિવ હાફ સાયકલ દરમિયાન, બેઝ-એમીટર જંકશનમાં ફોરવર્ડ બાયસ વધે છે.
 - આના પરિણામે બેઝ કરન્ટ I_B માં વધારો થાય છે.
 - કારણ કે કલેક્ટર કરન્ટ $I_C = \beta I_B$, I_B માં નાનો વધારો I_C માં મોટો વધારો કરે છે.
 - વધેલો I_C કલેક્ટર અવરોધ R_C માં મોટો વોલ્ટેજ ડ્રોપ સર્જે છે, જેનાથી આઉટપુટ વોલ્ટેજ V_{out} ઘટે છે (180° નો ફેઝ રિવર્સલ).
- **નેગેટિવ હાફ સાયકલ (Negative Half Cycle):**
 - નેગેટિવ હાફ સાયકલ દરમિયાન, ફોરવર્ડ બાયસ ઘટે છે, જેથી I_B અને પરિણામે I_C ઘટે છે.
 - R_C માં વોલ્ટેજ ડ્રોપ ઘટે છે, જેના કારણે આઉટપુટ વોલ્ટેજ V_{out} વધે છે.
- **એમ્પ્લીફિકેશન:** ઇનપુટ બેઝ કરન્ટમાં નાનો ફેરફાર કલેક્ટર કરન્ટમાં પ્રમાણસર મોટો ફેરફાર ઉત્પન્ન કરે છે, જેનાથી આઉટપુટ પર મોટું વોલ્ટેજ સિગ્નલ મળે છે.

Q.5 (c) યોગ્ય નામકરણ સાથે ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કેબલના બાંધકામનું સ ઘડ કવગતવાર સ્કેચ દોરો .

ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કેબલ એ એક નળાકાર ડાઇલેક્ટ્રિક વેવગાઇડ છે જે કુલ આંતરિક પરાવર્તન (total internal reflection) ની પ્રક્રિયા દ્વારા તેની ઘરી પર પ્રકાશનું પ્રસારણ કરે છે.



આકૃતિ 21: ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કેબલનું બાંધકામ

ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કેબલના મૂળભૂત માળખાકીય ઘટકોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે:

1. કોર (Core):

- ઓપ્ટિકલ ફાઇબરનો સૌથી અંદરનો ભાગ જ્યાં પ્રકાશનું પ્રસારણ થાય છે.
- ઉચ્ચ શુદ્ધતા ધરાવતા ગ્લાસ (સિલિકા) અથવા પ્લાસ્ટિકથી બનેલ છે.
- કુલ આંતરિક પરાવર્તનને શક્ય બનાવવા માટે તેનો રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ (n_1) ઊંચો હોય છે.

2. ક્લેડિંગ (Cladding):

- કોરની આસપાસ આવેલું સ્તર.
- ગ્લાસ અથવા પ્લાસ્ટિકનું બનેલું હોય છે પરંતુ તેનો રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ થોડો ઓછો ($n_2 < n_1$) હોય છે.
- તે પ્રકાશને મધ્ય તરફ પાછો પરાવર્તિત કરીને કોરની અંદર જાળવી રાખે છે.

3. બફર કોટિંગ (Buffer Coating):

- ક્લેડિંગ પર લગાવવામાં આવતું રક્ષણાત્મક પ્લાસ્ટિકનું પડ.
- તે ફાઇબરને શારીરિક નુકસાન, ભેજ અને માઇક્રો-બેન્ડિંગ લોસથી રક્ષણ આપે છે.

4. સ્ટ્રેન્થ મેમ્બર (Strength Member):

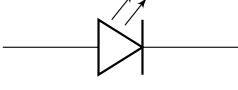
- બફર કોટિંગની આસપાસ અરામિડ યાર્ન (કેવલર) અથવા સ્ટીલના વાયર જેવા મજબૂત પદાર્થો હોય છે.
- ઇન્સ્ટોલેશન અને ખેંચાણ દરમિયાન કેબલને તૂટતા અટકાવવા માટે તે ઉચ્ચ તાણ શક્તિ (tensile strength) પૂરી પાડે છે.

5. આઉટર જેકેટ (Outer Jacket):

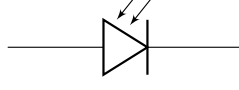
- સૌથી બહારનું રક્ષણાત્મક પડ જે સામાન્ય રીતે PVC અથવા પોલીયુરેથેનનું બનેલું હોય છે.
- તે આંતરિક ઘટકોને ભેજ, ઘર્ષણ અને રાસાયણિક નુકસાન જેવા પર્યાવરણીય પરિબલોથી રક્ષણ આપે છે.

Q.5 (a) OR યોગ્ય નામકરણ સાથે પ્રતીક દોરો 1) LED 2) ફોટો ડાયોડ 3) ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટર .

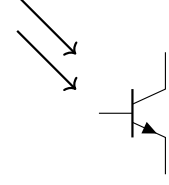
આપેલા ઓપ્ટોઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો માટેના પ્રમાણિત ઇલેક્ટ્રોનિક પ્રતીકો નીચે દર્શાવ્યા છે:



(1) LED



(2) Photo Diode



(3) Photo Transistor

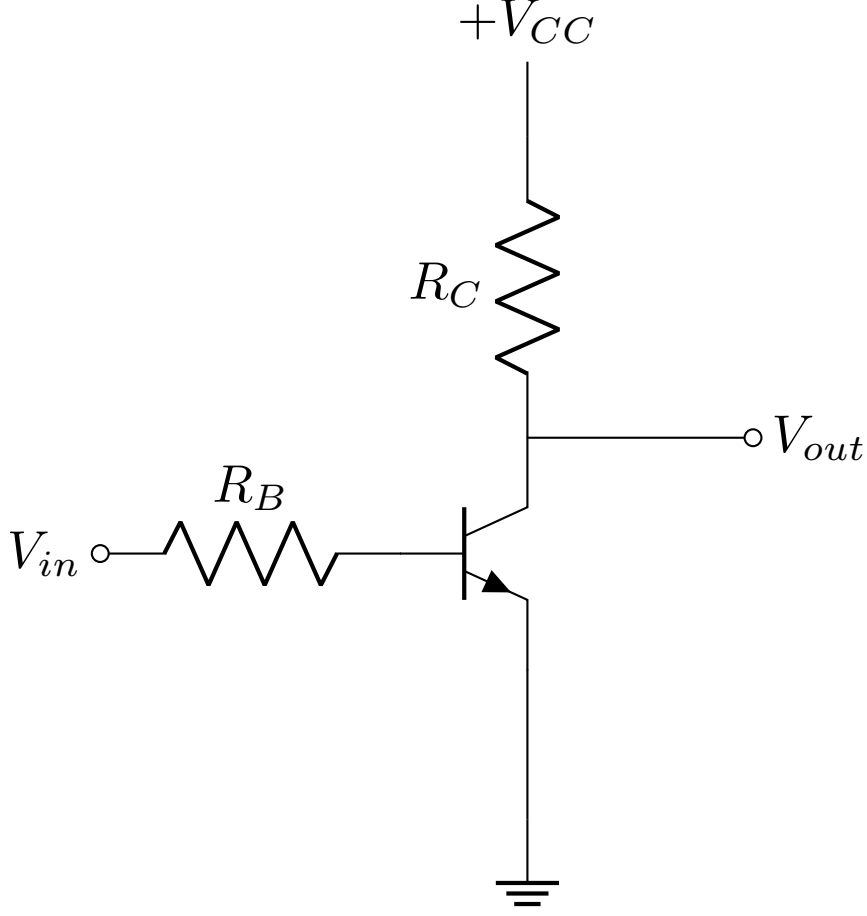
આકૃતિ 22: LED, ફોટો ડાયોડ અને ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટરના પ્રતીકો

- **LED (લાઇટ એમિટિંગ ડાયોડ):** એવો PN જંકશન ડાયોડ જે ફોરવર્ડ બાયસ હોય ત્યારે પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે. પ્રતીકમાં તીર બહારની તરફ દર્શાવેલા છે જે પ્રકાશનું ઉત્સર્જન દર્શાવે છે.
- **ફોટો ડાયોડ (Photo Diode):** એક સેમિકન્ડક્ટર ડાયોડ જે પ્રકાશમાં રાખતા કરન્ટ ઉત્પન્ન કરે છે. તે રિવર્સ બાયસમાં કામ કરે છે. તીર અંદરની તરફ દર્શાવેલ છે જે પ્રકાશનું ગ્રહણ દર્શાવે છે.
- **ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટર (Photo Transistor):** એક બાયપોલર જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર જેનો બેઝ વિસ્તાર પ્રકાશમાં ખુલ્લો રાખવામાં આવે છે. પ્રકાશ બેઝ કરન્ટનું નિયંત્રણ કરે છે, જે કલેક્ટર કરન્ટને નિયંત્રિત કરે છે. પ્રતીકમાં તીર બેઝ વિસ્તાર તરફ દર્શાવેલા છે.

Q.5 (b) OR ટ્રાન્ઝિસ્ટરના સ્વિચ તરીકે કામ કરવાના સમજાવો .

સ્વિચ તરીકે ટ્રાન્ઝિસ્ટર

ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ લોડને ચાલુ (ON) અથવા બંધ (OFF) કરવા માટે સોલિડ-સ્ટેટ સ્વિચ તરીકે થઈ શકે છે. જ્યારે સ્વિચ તરીકે ઉપયોગ થાય છે, ત્યારે ટ્રાન્ઝિસ્ટર સક્રિય ક્ષેત્ર (active region) ને ટાળીને સંપૂર્ણપણે કટ-ઓફ ક્ષેત્ર (OFF સ્થિતિ) અથવા સેચ્યુરેશન ક્ષેત્ર (ON સ્થિતિ) માં કાર્ય કરે છે.



આકૃતિ 23: સ્વિચ તરીકે ટ્રાન્ઝિસ્ટર

સ્વિચ તરીકે ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કામગીરીને બે સ્થિતિઓમાં સમજી શકાય છે:

1. OFF સ્થિતિ (કટ-ઓફ ક્ષેત્ર - Cut-off Region):

- જ્યારે ઇનપુટ વોલ્ટેજ V_{in} શૂન્ય હોય અથવા કટ-ઇન વોલ્ટેજ કરતા ઓછો હોય (દા.ત., સિલિકોન માટે 0.7 V), ત્યારે બેઝ-એમીટર જંક્શન ફોરવર્ડ-બાયસ્ડ હોતું નથી.
- બેઝ કરન્ટ $I_B = 0$ હોય છે, જેના પરિણામે કલેક્ટર કરન્ટ શૂન્ય ($I_C = 0$) બને છે.
- કલેક્ટર અવરોધ R_C માંથી કોઈ કરન્ટ વહેતો ન હોવાથી, તેમાં કોઈ વોલ્ટેજ ડ્રોપ થતો નથી.
- તેથી, આઉટપુટ વોલ્ટેજ $V_{out} \approx V_{CC}$ મળે છે. ટ્રાન્ઝિસ્ટર ઓપન સ્વિચ તરીકે વર્તે છે.

2. ON સ્થિતિ (સેચ્યુરેશન ક્ષેત્ર - Saturation Region):

- જ્યારે પૂરતો પોઝિટિવ ઇનપુટ વોલ્ટેજ V_{in} લાગુ કરવામાં આવે છે, ત્યારે મોટો બેઝ કરન્ટ I_B વહે છે.
- આ ટ્રાન્ઝિસ્ટરને સેચ્યુરેશન ક્ષેત્રમાં લઈ જાય છે, અને તે મોટા પ્રમાણમાં કન્ડક્ટ કરે છે.
- કલેક્ટર કરન્ટ I_C તેની મહત્તમ મર્યાદા સુધી પહોંચે છે, જે માત્ર R_C દ્વારા મર્યાદિત હોય છે.
- ટ્રાન્ઝિસ્ટર એકોસ વોલ્ટેજ ડ્રોપ ($V_{CE(sat)}$) લગભગ શૂન્ય (સામાન્ય રીતે 0.2 V) થઈ જાય છે.
- પરિણામે, આઉટપુટ વોલ્ટેજ લગભગ શૂન્ય સુધી ઘટી જાય છે ($V_{out} \approx 0$ V). ટ્રાન્ઝિસ્ટર ક્લોઝડ સ્વિચ (બંધ સ્વિચ) તરીકે કાર્ય કરે છે.

Q.5 (c) OR િર ાકિઝસ્રિ મિ $\alpha = \beta/1 + \beta$ સાંબાંધ મેળવો .

વિવિધ રૂપરેખાંકનોમાં ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે કરન્ટ ગેઇન (Current Gain) ને કોમન બેઝ માટે α અને કોમન એમીટર માટે β તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

કરન્ટ ગેઇનની વ્યાખ્યા

- **આલ્ફા (α):** તે કલેક્ટર કરન્ટ (I_C) અને એમીટર કરન્ટ (I_E) નો ગુણોત્તર છે.

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

- **બીટા (β):** તે કલેક્ટર કરન્ટ (I_C) અને બેઝ કરન્ટ (I_B) નો ગુણોત્તર છે.

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

કોઈપણ બાયપોલર જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર (BJT) માટે મૂળભૂત કરન્ટ સમીકરણ નીચે મુજબ આપવામાં આવે છે:

$$I_E = I_B + I_C \quad \text{--- (સમીકરણ 1)}$$

જ્યાં:

- I_E = એમીટર કરન્ટ (Emitter Current)
- I_B = બેઝ કરન્ટ (Base Current)
- I_C = કલેક્ટર કરન્ટ (Collector Current)

સમીકરણ 1 ની બંને બાજુઓને કલેક્ટર કરન્ટ I_C વડે ભાગતા:

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

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

α અને β ની વ્યાખ્યાઓ પરથી, આપણે જાણીએ છીએ કે:

$$\frac{I_E}{I_C} = \frac{1}{\alpha} \quad \text{અને} \quad \frac{I_B}{I_C} = \frac{1}{\beta}$$

ઉપરોક્ત સમીકરણમાં આ મૂલ્યો મૂકતાં:

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

જમણી બાજુએ લઘુત્તમ સામાન્ય અવયવી (LCM) લેતાં:

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

બંને બાજુઓનો વ્યસ્ત (reciprocal) લઈને α માટે ઉકેલતા:

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

આ કરન્ટ એપ્પ્લીકેશન ફેક્ટર્સ α અને β વચ્ચેનો જરૂરી સંબંધ છે.