SEM-5 MINOR (NEP-2023) P-502,
Unit-2 ELECTRICITY & POWER ELECTRONICS (b)
COURSE CODE: SC23MIDSCPHY502

થાઈરિસ્ટર: (THYRISTOR):

- થાઈરિસ્ટર એ અનેક સ્તર(multilayer)ધરાવતી સેમીકન્ડક્ટર સ્વિચિંગ રચનાઓ છે. તેનો મોટો ફાયદો એ છે કે તેમાં ઓછા ખર્ચે મોટા પાવરનું નિયંત્રણ કરવાની ક્ષમતા છે.
- આ રચનાને ઊંચા દરે (high rate) તેને ON - OFF કરી શકાય છે.
- બધા જ થાઈરિસ્ટર ચાર કે તેથી વધુ P અને N સ્તરો ધરાવે છે. જેમાં બહારના સ્તરો અથવા વિભાગમાંથી જોડાણ માટે એનોડ અને કેથોડ ટર્મિનલ બનાવવામાં આવે છે, તથા વચ્ચેના વિભાગમાંથી એક ટર્મિનલ બહાર કાઢવામાં આવે છે.
- થાઈરિસ્ટર બે પ્રકારના છે. (1) યુનિ ડાયરેક્શનલ અને (2) બાય ડાયરેક્શનલ,
- અહીં આ પ્રકારની કેટલીક રચનાઓ જેવી કે SCR, TRIAC અને DIAC છે.

- **સિલિકોન કંટ્રોલ રેક્ટિફાયર(SCR)** એ ત્રણ ટર્મિનલ ધરાવતી ચાર સ્તર વાળી PNPN રચના છે. તેનો ઉપયોગ કંટ્રોલ સ્વીચ તરીકે કરવામાં આવે છે.
- તે એક જ દિશામાં(Unidirectional) કામ કરતી પાવર સ્વિચ છે.
- તેની શોધ 1957માં થઈ હતી.
- SCR એ ac નું dc માં રૂપાંતર કરવાની સાથે-સાથે લોડને આપવામાં આવતા પાવરનું પણ નિયંત્રણ કરે છે. તેમાં રેક્ટિફાયર તેમજ ટ્રાન્ઝિસ્ટર બંનેના ગુણોનો સમન્વય થયેલો છે.

ટ્રાયેક (Triac):

- SCR નો મુખ્ય ગેરફાયદો એ છે કે તે એક જ દિશામાં પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરી શકે છે. એટલે કે ફક્ત dc પાવરને કંટ્રોલ કરે છે, અથવા લોડમાં આપેલ ac ના અર્ધ આવર્તનને જ કંટ્રોલ કરી શકે છે. ઘણીવાર ac સિસ્ટમમાં ધન અને ઋણ એમ બંને અર્ધ-આવર્તનો ને કંટ્રોલ કરવાની જરૂર પડે છે. આ માટે ટ્રાયેક નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
- ટ્રાયેક એ ત્રણ ટર્મિનલ ધરાવતી સેમિકન્ડક્ટર સ્વીચિંગ રચના છે. કે જે લોડમાંના ac પ્રવાહને કંટ્રોલ કરી શકે છે. **Tri** એટલે ત્રણ અને **ac** એટલે ac પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરનાર. આથી તેને ટ્રાયેક કહે છે.
- ટ્રાયેક ધન અને ઋણ બંને અર્ધ-આવર્તન માં થતા વહનને કંટ્રોલ કરી શકે છે. તેથી તે એક બાય-ડાયરેક્શનલ રચના છે. જેથી તેને બાય ડાયરેક્શન સેમીકંડક્ટર ટ્રોપોડ સ્વીચ પણ કહે છે.
- (SCR ની જેમ તેમાં રેક્ટિફિકેશન ક્રિયા નથી થતી.)

ટ્રાયેકની રચના :

- ટ્રાયેક એ ત્રણ ટર્મિનલ ધરાવતી ચાર PNPN સ્તર વાળી અને લોડમાંના ac પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરનાર બાય ડાયરેક્સ્નલ સેમીકન્ડક્ટર સ્વીચ(Switch) છે.
- નીચેની આકૃતિ-(A) માં તેની રચના દર્શાવેલ છે આકૃતિ-(B) માં બે સમાંતર ઊલટા SCR ના જોડાણથી બનતી રચના તથા આકૃતિ-(C) માં તેનો સિમ્બોલ દર્શાવેલો છે.

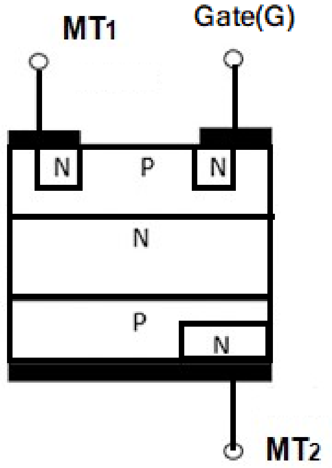
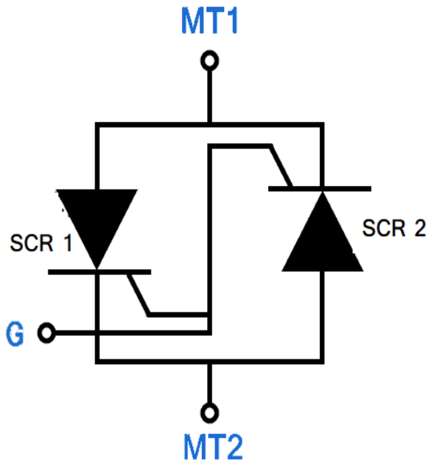
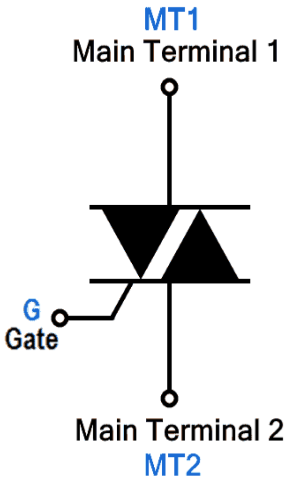


Fig.(A) ટ્રાયેક ની રચના



Fig(B) બે SCR દ્વારા બનતી TRIAC રચના



Fig(C) TRIAC SYMBOL

- SCR ની જેમ ટ્રાયેકમાં પણ કંટ્રોલ કરનાર ટર્મિનલને ગેઇટ (G) કહે છે. બીજા બે મુખ્ય(Main)ટર્મિનલ એ ટર્મિનલ 1 અને 2 (**MT_1** અને **MT_2**)તરીકે ઓળખાય છે.
- યોગ્ય ગેઇટ પ્રવાહ સાથે **MT_1** ની સાપેક્ષે **MT_2** ધન અથવા ઋણ હોય છે. ત્યારે તે કંડક્ટ કરી શકે તે રીતે ટ્રાયેક બનાવવામાં આવે છે.
- વ્યાપારી ધોરણે મળતા ટ્રાયેક 5 mA થી 25 mA સુધીના મહત્તમ r.m.s. પ્રવાહ મૂલ્ય માટે ઉપયોગ કરી શકાય છે. 1000 A પ્રવાહ માટેના વિશિષ્ટ ટ્રાયેક પણ વિકસાવવામાં આવેલ છે.

ટ્રાયેકની કાર્યપદ્ધતિ :

- FIG-(D) માં ટ્રાયેકની સરળ અને સાદી સર્કિટ દર્શાવેલ છે. તેમાં ac સપ્લાયનું નિયંત્રણ કરવાનું હોય તેને લોડ RL મારફત ટ્રાયેકના મુખ્ય ટર્મિનલ સાથે જોડવામાં આવે છે. ગેઈટ પરિપથમાં એક બેટરી તથા પ્રવાહને મર્યાદિત રાખવા અવરોધ (R) તથા સ્વિચ (S) જોડવામાં આવે છે.

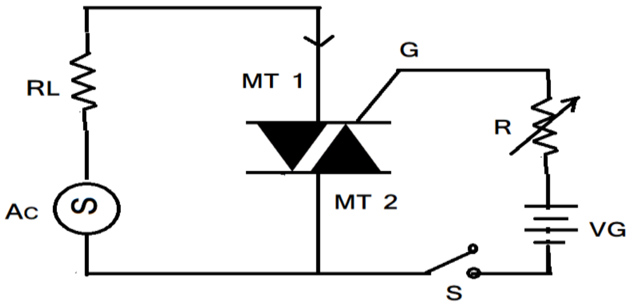
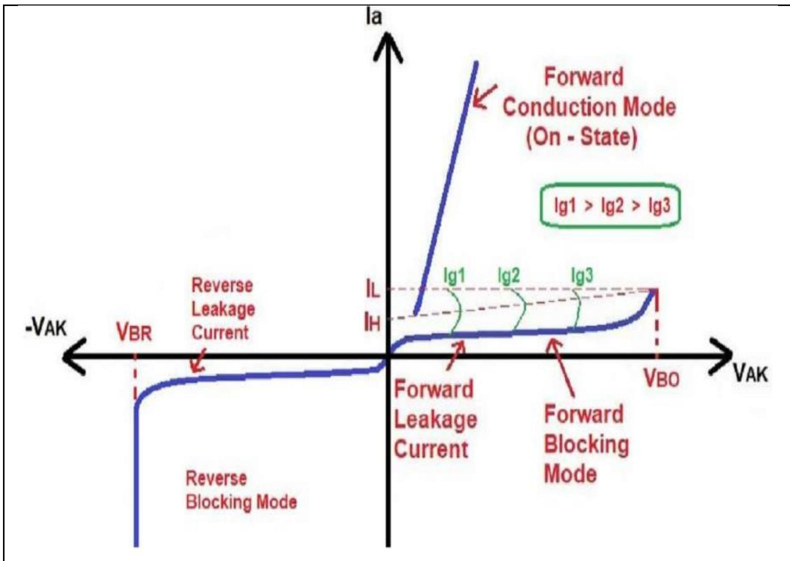


FIG-(D) TRIAC CIRCUIT

- જ્યારે સ્વીચ(S) ખુલી હોય ત્યારે ગેઈટ પ્રવાહ વહેતો નથી, પરિણામે ટ્રાયેક **Cut-off** હોય છે. હવે જો સપ્લાય વૉલ્ટેજનું મૂલ્ય તેના બ્રેક ઓવર વોલ્ટેજ જેટલું વધારવામાં આવે તો, ગેઈટ પ્રવાહ વગર પણ ટ્રાયેકને ON કરી શકાય છે. ટ્રાયેકને Turn-On કરવાની સામાન્ય રીતમાં ગેઈટ પ્રવાહ આપવામાં આવે છે.
- જ્યારે સ્વીચ(S) બંધ હોય ત્યારે ગેઈટ પ્રવાહ વહેવાની શરૂઆત થાય છે, અને SCR ની જેમ યોગ્ય મૂલ્યના ગેઈટ પ્રવાહ દ્વારા ટ્રાયકના બ્રેક ઓવર વોલ્ટેજમાં ફેરફાર કરી શકાય છે. **MT_1** ની સાપેક્ષે **MT_2** ધન અથવા ઋણ હોય તો પણ ગેઈટ પર આપવામાં આવતા mA ના ક્રમના પ્રવાહને લીધે પણ ટ્રાયેક કંડક્ટ કરી શકે છે. **MT_1** સાપેક્ષે **MT_2** ધન હોય ત્યારે ટ્રાયેક ON થાય છે. અને પ્રણાલીગત પ્રવાહ **MT_2** થી **MT_1** તરફ વહે છે. જ્યારે **MT_1** ની સાપેક્ષે **MT_2** ઋણ હોય ત્યારે ટ્રાયક Turn-On થાય છે, અને પ્રવાહ **MT_1** થી **MT_2** તરફ વહે છે
- અહીં ટ્રાયેકનો ફાયદો એ છે કે ગેઈટ પ્રવાહના મૂલ્યને યોગ્ય મૂલ્ય પર Adjust કરી લોડમાંથી ac સપ્લાયના બંને ભાગો ધન અને ઋણ દરમિયાન ટ્રાએકમાંથી પ્રવાહ પસાર કરી શકાય છે.

TRIAC ની લાક્ષણિકતાઓ:



- લાક્ષણિકતા દર્શાવે છે કે બ્રેક ઓવર વોલ્ટેજે ટ્રાયેક Turn-On થાય છે, તેનો આધાર ગેઈટ પ્રવાહ પર છે. જેમ ગેઈટ પ્રવાહ વધારે તેમ બ્રેક ઓવર નું મૂલ્ય ઓછું મળે છે.

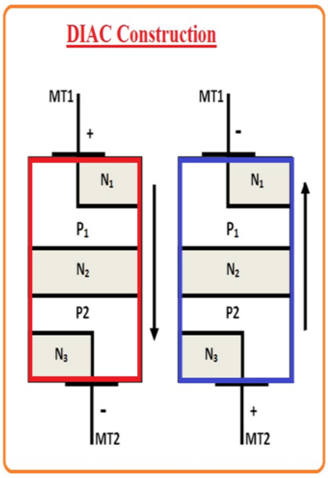
ઉપયોગો:

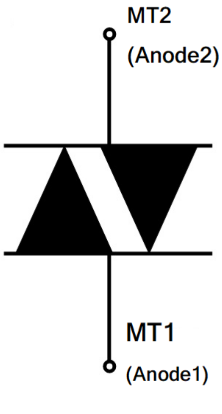
- ટ્રાઇકનો ઉપયોગ ac પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરવા થાય છે.

- વધુ મૂલ્યના લોડપ્રવાહ અને વોલ્ટેજને કંટ્રોલ કરવા ઓછા મૂલ્યના ગેઈટપ્રવાહ તથા સપ્લાય વોલ્ટેજનો ઉપયોગ કરી શકાય છે તેથી ઓછા મૂલ્યના યાંત્રિક સ્વીચ દ્વારા થતા કંટ્રોલમાં તથા ઇલેક્ટ્રોનિક ON-OFF સ્વીચ તરીકે ટ્રાયેકનો ઉપયોગ થાય છે.
- તેના મુખ્ય ઉપયોગ ઉચ્ચ પાવર લેમ્પ સ્વિચ તરીકે તથા ટ્રાન્સફોર્મર ટેપ નું ઇલેક્ટ્રોનિક ચેન્જ ઓવર કરવા થાય છે.

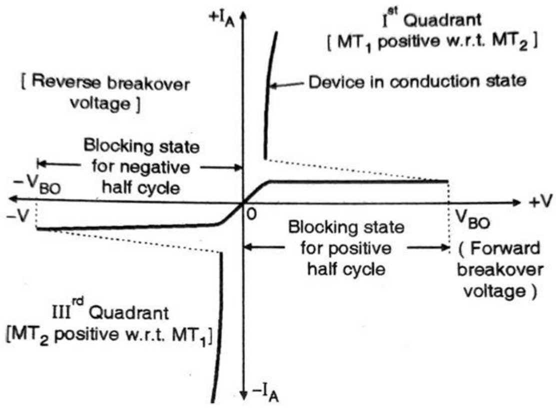
DIAC (ડાયેક):

ડાયેક એ બે ટર્મિનલ તથા ત્રણ સ્તર ધરાવતી બાય-ડાયરેકશનલ સ્વીચિંગ રચના છે. જેને આપણે આપેલ વૉલ્ટેજ બંને પોલારીટી માટે OFF સ્થિતિમાંથી ON સ્થિતિમાં સ્વિચ કરી શકાય છે. તેની રચના, સંજ્ઞા અને લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે.





DIAC Symbol



VI characteristics of DIAC

- ઉપરની આકૃતિમાં દર્શાવેલ રચના ટ્રાન્ઝિસ્ટર જેવીજ છે, તેમાં તફાવત માત્ર એટલોજ છે કે બંને P વિભાગમાં સમાન ગુણધર્મો જેમ કે તેમાં અશુદ્ધિ નું પ્રમાણ સમાન તથા કદ પણ સમાન હોય છે.
- તેમાં એનોડ(A) તથા કેથોડ(K) ને ઉલટાવી પણ શકાય છે. તેમાં ગેટ હોતો નથી.

કાર્ય પદ્ધતિ:

- ડાયેક ને Across આપેલ વોલ્ટેજ દ્વારા નાનો સંતૃપ્ત પ્રવાહ PN જંક્શન આગળ વહે છે. આપેલ વોલ્ટેજ વધીને જ્યારે તે એવલેંચ બ્રેકડાઉનથી વધેતો પ્રવાહમાં એકદમ વધારો થાય છે, અને ડાયેક ON થાય છે. આ સ્થિતિમાં ડાયેક આગળનો વોલ્ટેજ ઘટે છે, અને ઋણ અવરોધની લાક્ષણિકતા મળે છે.
- ડાયેક નો ઉપયોગ ટ્રાયેક પાવર કંટ્રોલ સિસ્ટમમાં ટ્રાયેકને ટ્રિગર કરવામાં થાય છે, તેમજ તેનો ઉપયોગ પ્રકાશ ડીમીંગ, ઉષ્મા કન્ટ્રોલ તથા મોટર સ્પીડ કંટ્રોલમાં થાય છે.

ઓપ્ટોઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો: (Optoelectronic devices)

3.1 પરિચય: (Introduction):

જે ઉપકરણો ઓપ્ટિક્સ અને ઇલેક્ટ્રોનિક્સના સંયોજન પર આધારિત હોય છે, તેને ઓપ્ટોઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ઓપ્ટોઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો ઓપ્ટિકલ ઊર્જાને વિદ્યુત ઊર્જામાં કે વિદ્યુત ઊર્જાને ઓપ્ટિકલ ઊર્જામાં પરિવર્તિત કરે છે. તેથી, આ ઉપકરણો નીચેના બે શ્રેણીઓમાં (કેટેગરી) વિભાજિત થઈ શકે છે:

(i) સેન્સર્સ: (Sensors):-

જે ઉપકરણો ઓપ્ટિકલ કિરણોને (રેડિએશન) વિદ્યુત ઊર્જામાં પરિવર્તિત કરે છે, તેને સેન્સર્સ કહેવાય છે. ઓપ્ટિકલ કિરણોને વિદ્યુત ઊર્જામાં પરિવર્તિત કરવાની પ્રક્રિયા **ફોટોવોલ્ટેઇક અસર** તરીકે ઓળખાય છે. આવા ઉપકરણોને પ્રકાશ સંવેદનશીલ ઉપકરણો (Light-Sensitive device) તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. ફોટોવોલ્ટેઇક અસર આધારિત બે મહત્વપૂર્ણ ઉપકરણો છે: **સોલર સેલ અને ફોટોડાયોડ.** લાઇટ સેન્સિટિવ ઉપકરણોમાં લાઇટ સેન્સિટિવ રેસિસ્ટર્સનો પણ સમાવેશ થાય છે, જે ઓપ્ટોસેન્સિટિવ રેઝિસ્ટિવિટી ધરાવે છે.

(ii) એમિટર્સ: (Emitters):-

જે ઉપકરણો વિદ્યુતઊર્જાને પ્રકાશ ઊર્જામાં પરિવર્તિત કરે છે તેને એમિટર્સ કહેવાય છે. આ ઘટના **ઇલેક્ટ્રોલ્યુમિનેસન્સ** તરીકે ઓળખાય છે (અર્થાત્ વિદ્યુત ઊર્જાને પ્રકાશમાં રૂપાંતરિત કરવી). આવા ઉપકરણોને **લાઈટ જનરેટિંગ ઓપ્ટોઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણો** પણ કહેવામાં આવે છે. એલઈડી(LED) અને લેસર ડાયોડ(Laser diode) એ આવાં ઉપકરણોના ઉદાહરણ છે.

વિશેષ નોંધ:

- પ્રકાશ સ્ત્રોત માત્ર નિશ્ચિત અવૃત્તિ અથવા તરંગલંબાઈએ ઊર્જા ઉત્સર્જન કરે છે. જો એનર્જી આઉટપુટ અને તરંગલંબાઈ વચ્ચેનો ગ્રાફ દોરવામાં આવે, તો તેને **એમિશન સ્પેક્ટ્રમ** કહેવાય છે.
- લાઇટ સેન્સિટિવ ઉપકરણ નિશ્ચિત અવૃત્તિની રેડિએશન પર જ સંવેદનશીલ હોય છે. ડિવાઇસ વર્તમાન અથવા વોલ્ટેજ/રેક્સિસ્ટન્સ અને અવૃત્તિ વચ્ચે દોરાયેલ ગ્રાફને **સ્પેક્ટ્રલ રિસ્પોન્સ** કહેવામાં આવે છે.
- કોઈ ફોટોસેન્સિટિવ પદાર્થ માટે, ઓપ્ટિકલ રેડિએશન માટે મિનિમમ (અથવા મહત્તમ) તરંગલંબાઈ જરૂરી હોય છે જે ફોટોએલેક્ટ્રિક અસર પેદા કરી શકે. તેને **થ્રેશોલ્ડ અવૃત્તિ** કહે છે.

3.2 લાઇટ ડિપેન્ડન્ટ રેસિસ્ટર (LDR) અથવા ફોટોકન્ડક્ટિવ સેલ: (Light Dependent Resistor (LDR) or Photo-conductive cell

ફોટોકન્ડક્ટર એ એક બલ્ક સેમીકંડક્ટર ઉપકરણ છે, જેના પર પ્રકાશ આપાત થાય ત્યારે તેના અવરોધમાં ફેરફાર થાય છે.

સિદ્ધાંત: (Principle):

જ્યારે કોઈ ફોટોન કે જેની ઊર્જા સેમીકંડક્ટરના વેલેન્સ અને કન્ડક્શન બેન્ડ વચ્ચેના એનર્જી ગેપ કરતા વધારે હોય, તે જ્યારે સપાટી પર અથડાય છે, ત્યારે તેની ઊર્જા, ઇલેક્ટ્રોનને કન્ડક્શન બેન્ડમાં લીફ્ટ કરવા માટે આપવામાં આવે છે. આમ વેલેન્સ બેન્ડમાં ખાલી જગ્યા (હોલ) બને છે. ઇલેક્ટ્રોન-હોલ પેર કરંટ વહન માટે જવાબદાર બને છે. તેથી, આ રીતે પદાર્થની વાહકતા વધે છે. આ વાહકતા **પ્રકાશની તીવ્રતા અને ફોટોકન્ડક્ટરની સપાટી પર આધારિત હોય છે.** વાહકતામાં વધારો એટલે કે અવરોધકતા(રેસિસ્ટિવિટી) માં ઘટાડો થાય છે. **ફોટો-કન્ડક્ટર એ resistance (પ્રતિરોધ) માં પરિવર્તન દ્વારા ઓળખવામાં આવે છે અને તેને લાઇટ ડિપેન્ડન્ટ રેસિસ્ટર (LDR) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.**

ફોટોકન્ડક્ટિવ સામગ્રી: (Photo-conductive material):

સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવામાં આવતા ફોટોકન્ડક્ટિવ સંયોજકો કેડમિયમ સલ્ફાઈડ (CdS), કેડમિયમ સિલેનીડ (CeSe), સીસા સલ્ફાઈડ, સીસા સિલેનીડ, કેડમિયમ ટેલ્યુરાઈડ, સીસા ટેલ્યુરાઈડ અને ઈન્ડિયમ એન્ટીમોનાઈડ વગેરે છે. આમાંથી CdS એ સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે, કારણ કે તેની સ્પેક્ટ્રલ પ્રતિસાદ માનવ આંખના પ્રતિસાદ જેવો છે, અર્થાત્ તે વિઝિબલ લાઈટ (દૃશ્યમાન પ્રકાશ) પર સંવેદનશીલ છે.

બંધારણ (Construction):

Fig-1(a) અને (b) ફોટોકન્ડક્ટરનું બંધારણ અને Symbol દર્શાવે છે. Fig-1 (c) ફોટોકન્ડક્ટિવ સેલનો cross section view દર્શાવે છે. વ્યવહારમાં ફોટોકન્ડક્ટિવ સેલને લાઇટ ડિપેન્ડન્ટ રેસિસ્ટર (LDR) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

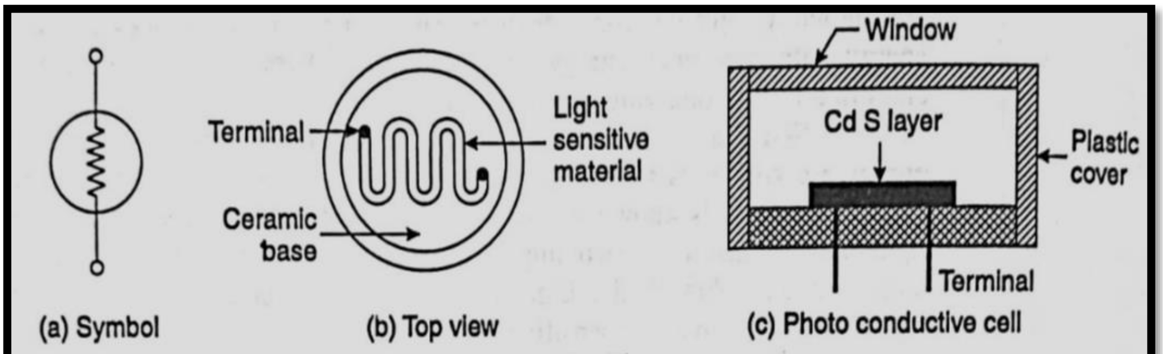


Fig. (1)

Fig-1(b) માં દર્શાવ્યું છે, CdS નામક લાઈટ સેન્સિટિવ સામગ્રીને લાંબી પટ્ટી (zigzag) સ્વરૂપે ગોઠવવામાં આવે છે અને આ પટ્ટી સિરામિક આધાર(base) પર બંને તરફથી સુરક્ષિત રીતે (protective sides) ગોઠવવામાં આવે છે. આ zigzag આકાર એ CdS ની સપાટી વિસ્તારવા માટે હોય છે. તેમાં કેટલીક અશુદ્ધિઓ જેવી કે એલ્યુમિનિયમ, ઇન્ડિયમ નાઈટ્રેટ વગેરે તેની કાર્યક્ષમતા વધારવા માટે ઉમેરવામાં આવે

છે. આ સંયોજનને સુરક્ષિત બનાવવા માટે, સમગ્ર રચનાને પ્લાસ્ટિક કે ગ્લાસના કવરમાં બંધ કરવામાં આવે છે. અને એક વિંડો રાખવામાં આવે છે જેથી પ્રકાશ CdS પર પડી શકે. CdS સ્ટ્રીપના બે છેડામાથી બે ટર્મિનલ બહાર કાઢવામાં આવે છે.

LDR ની પ્રકાશ સંવેદનક્ષમ લાક્ષણિકતાઓ: (Illumination Characteristics of LDR)

આ લાક્ષણિકતાઓ Fig-2 માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ગ્રાફ માં રેઝિસ્ટન્સ (કિલો ઓહમમાં) અને પ્રકાશ તીવ્રતા (illumination: lumen/m²) વચ્ચેના સંબંધને દર્શાવે છે.

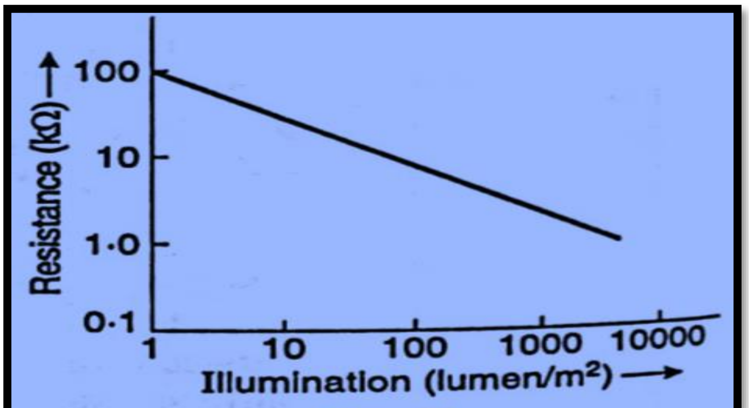


Fig. (2)

- આ લાક્ષણિકતાઓ નો સ્કેલ લોગેરિધમિક છે.
- Fig-2 પરથી સ્પષ્ટ છે કે જ્યારે પ્રકાશ હાજર નથી ત્યારે રેઝિસ્ટન્સ (અવરોધનું મૂલ્ય) લગભગ 100 kΩ હોય છે. તેને LDR નો "ડાર્ક રેઝિસ્ટન્સ" કહે છે.
- જ્યારે પ્રકાશ આપાત થાય છે, ત્યારે તેના રેઝિસ્ટન્સ ઘટે છે. એટલે કે વાહકતા વધે છે.
- પરિણામે મોટા પ્રમાણમાં પ્રવાહ વહેવા લાગે છે.
- સંવેદનશીલતા સામાન્ય રીતે થોડા મિલીએમ્પિયર પ્રતિ લક્સ (mA/lm) ની શ્રેણીમાં હોય છે.

લાભ (Advantages):

LDR ના લાભો નીચે મુજબ છે.

1. તે સંવેદનશીલ, સસ્તા અને સરળતાથી ઉપલબ્ધ છે.
2. તે ખૂબ હળવા વજનનું ઉપકરણ છે.
3. LDRs નો સ્પેક્ટ્રલ પ્રતિસાદ માનવ આંખના સમાન હોય છે.
4. રૂઢિગત અવરોધની જેમ તેની પાવર અને વૉલ્ટેજ હેંડલિંગ કેપેસિટી સારી છે.
5. તે મોટા શોક(આચકા) અને કંપનો સહન કરી શકે છે.

LDR ની વિશેષતાઓ:

1. તાપમાન આધારિત અવરોધ: LDR નો અવરોધ તાપમાન સાથે બદલાય છે.

2. ઊર્જા ઉત્તેજના દ્વારા અસર: ઈલેક્ટ્રોન ફક્ત પ્રકાશ દ્વારા નહીં, પરંતુ થર્મલ ઊર્જા દ્વારા પણ ઉત્તેજિત થાયછે.

સામાન્ય તાપમાને ડાર્ક રેઝિસ્ટન્સ સ્થિર રહેતું નથી.

3. મોટુ કદ: IC (ઈન્ટિગ્રેટેડ સર્કિટ) એપ્લિકેશન્સ માટે યોગ્ય નથી.

4. ધીમો પ્રતિસાદ સમય: પ્રકાશના પથમાં અચાનક ફેરફાર થાય ત્યારે પ્રતિસાદ આપવા માટે અનેક મિલીસેકન્ડો લે છે.

3.3 LDR ના ઉપયોગો:

LDR નો ઉપયોગ નીચેના ક્ષેત્રોમાં થાય છે:

(1) ધૂમ્રપાન ડિટેક્ટર (Smoke detector)

(2) રીલે નિયંત્રણ (Relay control)

(3) ટ્રાંઝિસ્ટર ઓન/ઓફ સ્વીચિંગ

(4) ચોરી અટકાવવાના એલાર્મ્સ (Burglar alarms)

(5) બાહ્ય પ્રકાશ નિયંત્રણ

(6) ફોટોગ્રાફી સાધનો

(i) ધૂમ્રપાન શોધક (Smoke Detector):

જ્યારે પ્રકાશ LDR પર પડે છે, ત્યારે તેનામાં ચોક્કસ અવરોધ હોય છે. ધૂમ્રપાનની હાજરીમાં પ્રકાશ અટકાય છે, અને LDR નો અવરોધ બદલાય છે. આ બદલાવથી સર્કિટમાં એલાર્મ એક્ટિવ થાય છે. આમ, ધૂમ્રપાનની હાજરીની ઓળખ થાય છે.

(ii) રીલે નિયંત્રણ (Relay Control):

પ્રકાશ હોય ત્યારે LDR નો અવરોધ ઓછો હોય છે, તેથી વધુ કરંટ પસાર થાય છે અને રીલે energize થાય છે. અંધારામાં LDR નો અવરોધ વધારે હોય છે, કરંટ ઓછો થવાથી રીલે energize થતું નથી. આ રીતે રીલેની કામગીરી પ્રકાશથી નિયંત્રિત થાય છે.

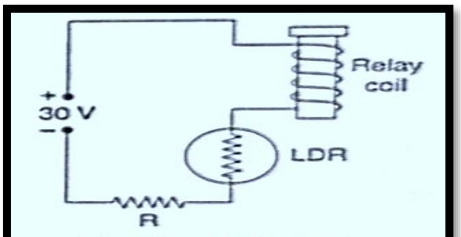


Fig. (3) LDR as relay control.

(iii) ટ્રાંઝિસ્ટર ઓન અને ઓફ સ્વીચિંગ:

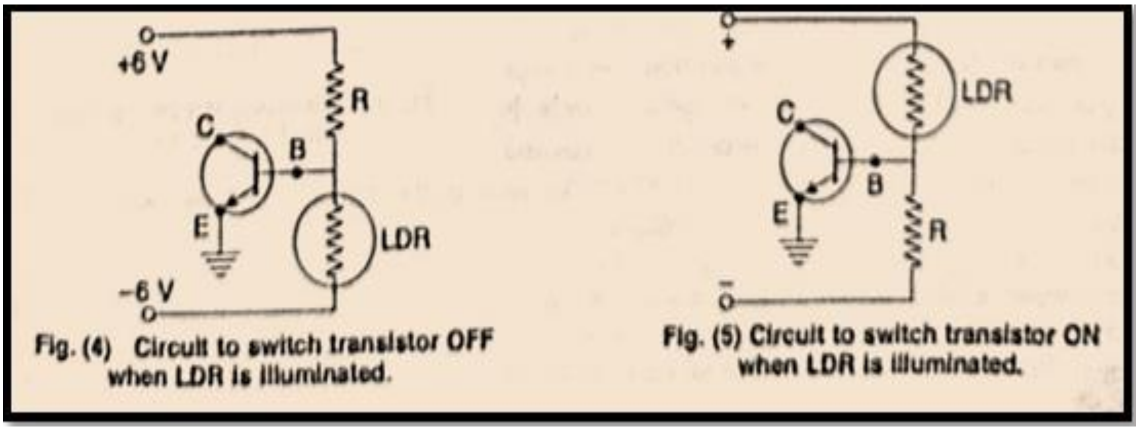


Fig. (4) Circuit to switch transistor OFF when LDR is illuminated.
Fig. (5) Circuit to switch transistor ON when LDR is illuminated.

(Fig. 4): જ્યારે LDR પર પ્રકાશ પડે છે, ત્યારે તેનો અવરોધ ઘટે છે અને ટ્રાંઝિસ્ટર OFF થાય છે.
(Fig. 5): જ્યારે LDR પ્રકાશિત થાય છે, તેનો અવરોધ ઘટે છે અને ટ્રાંઝિસ્ટર ON થાય છે.

3.5 ફોટો- ટ્રાન્ઝિસ્ટર (Photo-Transistor)

રચના (Construction):

ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટર એ સામાન્ય N-P-N ટ્રાન્ઝિસ્ટર જ હોય છે, તેમાં બેઝ (Base) ટર્મિનલ ન હોય. આમ, બેઝ કરંટની જગ્યાએ પ્રકાશ એ ઇનપુટ તરીકે કામ કરે છે.

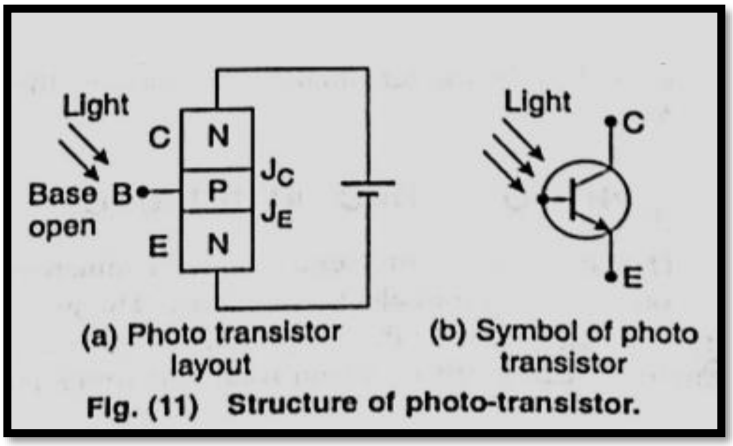


Fig. (11) Structure of photo-transistor.

Fig-(11-a) ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું લેઆઉટ બતાવે છે, જ્યાં પ્રકાશ કલેક્ટર-બેઝ જંકશન પર પડે છે.
Fig-(11-b) ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું પ્રતીક (symbol) બતાવે છે.
આ સમગ્ર ડિવાઇસને એક કેઈસ માં રાખી કલેક્ટર-બેઈઝ જંકશન ના ઉપરના ભાગમાં નાનું છિદ્ર પાડી તેના પર લેન્સ ગોઠવવામાં આવે છે. જેથી પ્રકાશ ફોકસ થઈને જંકશન પર પડે. પ્રકાશ સ્રોત (Light Source) નો ઉપયોગ બેઝ વોલ્ટેજ માટે થાય છે. આધુનિક ડિઝાઇનમાં છિદ્ર કરવાને બદલે highly light effective materials નો ઉપયોગ થાય છે.

કાર્યપદ્ધતિ (Working):

પ્રકાશની ગેરહાજરીમાં બેઇઝ પ્રવાહ મળતો નથી તેથી Ib = 0. હવે કલેક્ટર જંકશનને રિવર્સ બાયસ આપતા ઉષ્મીય રીતે ઉત્સર્જિત થોડાક માયનોરીટી ચાર્જ કેરિયર દ્વારા નેનો એમ્પીયરના ક્રમનો રિવર્સ સેક્યુલેશન પ્રવાહ તેમાંથી વહે છે. જેને ડાર્ક કરંટ કહે છે. જ્યારે કલેક્ટર-બેઈઝ જંકશન પર પ્રકાશ આપાત કરવામાં આવે છે, ત્યારે ઇલેક્ટ્રોન-હોલ ની પેર ઉત્પન્ન થાય છે. જેના લીધે બેઈઝ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. જે પ્રકાશની તીવ્રતાને સમપ્રમાણમાં હોય છે. આમ ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં બેઈઝ પ્રવાહ કરતાં β ગણો કલેક્ટર પ્રવાહ વહે છે. આથી જેવો પ્રકાશ આપાત કરવામાં આવે છે ત્યારે ટ્રાન્ઝિસ્ટર કંડક્ટ કરવાનું ચાલુ કરે છે, અને રિવર્સ બાયસ જંકશન માંથી વિવર્ધિત પ્રવાહ વહેવાનો ચાલુ થાય છે. આમ પ્રકાશ આપાત કરી ટ્રાન્ઝિસ્ટરના રિવર્સ સેચ્યુરેશન પ્રવાહમાં વધારો કરી શકાય છે .

ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટરની લાક્ષણિકતા (Characteristics):

નીચેની Fig-(12)માં ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટરની લાક્ષણિકતા મેળવવાનો પરિપથ દર્શાવેલ છે. Fig-(13)માં ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટરની લાક્ષણિકતા એટલે કે VCE વિરુદ્ધ IC નો પ્રકાશની તીવ્રતા(mV/cm^3) ના વિધેય તરીકેનો આલેખ દર્શાવેલ છે. જ્યારે Fig-(14)માં બેઝ પ્રવાહ વિરુદ્ધ પ્રકાશની તીવ્રતા નો આલેખ દર્શાવેલ છે.

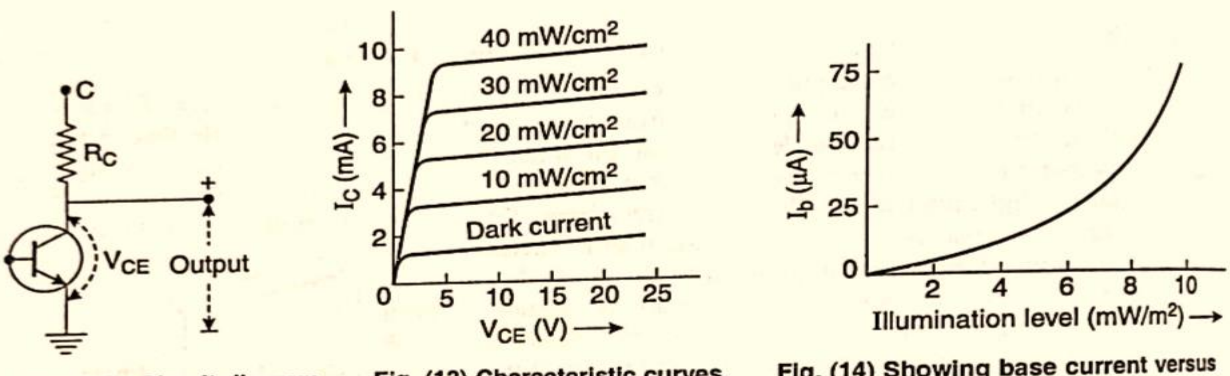
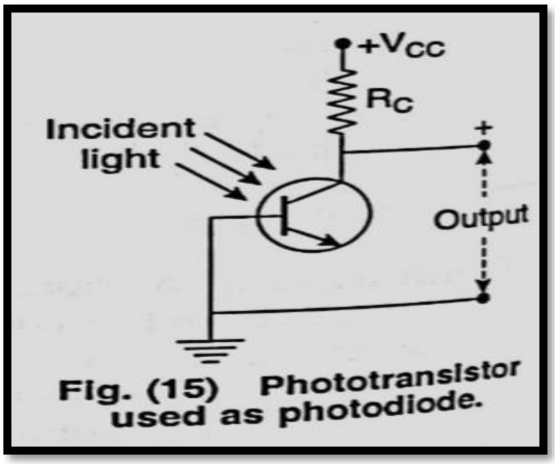


Fig. (12) Circuit diagram. Fig. (13) Characteristic curves. Fig. (14) Showing base current versus illumination level.

Fig-(13) માંથી જોઈ શકાય છે કે જેમ જેમ આપાત પ્રકાશની તીવ્રતા વધતી જાય છે તેમ તેમ કલેક્ટર પ્રવાહ પણ વધતો જાય છે. આપેલ પ્રકાશ ની તીવ્રતા માટે કલેક્ટર પ્રવાહ લગભગ અચળ મળે છે.

ફોટોડાયોડ અને ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર વચ્ચે તફાવત:

મુખ્ય તફાવત પ્રવાહ ગેઇનમાં છે. બંને પર આપાત પ્રકાશની તીવ્રતા સમાન લેવામાં આવે તો ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર ફોટોડાયોડ કરતાં β ગણો પ્રવાહ ઉત્પન કરે છે. બીજી બાજુ જોઈએ તો ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર કરતાં ફોટોડાયોડ વધારે ઝડપી કરંટ આપે છે. ફોટોડાયોડ નેનોસેકન્ડમાં સ્વિચ ON/OFF કરે છે. જ્યારે ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટરમાઇક્રોસેકન્ડમાં સ્વિચ ON/OFF કરે છે.



ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર નું ફોટોડાયોડમાં રૂપાંતર એમીટર ટર્મિનલ અવગણી બેઇઝ અને કલેક્ટર ટર્મિનલ ધ્યાનમાં લઈ કરી શકાય છે. જે Fig-(15) માં દર્શાવેલ છે.

ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટરના ફાયદા:

- બહુજ સેન્સિટીવ અને કાર્યક્ષમ છે.
- ઓછું ખર્ચાળ છે.
- તે high ગેઇન અને કરંટ પૂરો પાડે છે.
- રીલાયેબલ અને ઓછું નોઇઝ ઇન્ટર ફિયરન્સ ધરાવે છે.
- રચના(design) સરળ છે. બહુ જટિલ નથી.

ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટરના ગેરફાયદા:

- ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ટર ફિયરન્સના લીધે કાર્યક્ષમતા ઘટે છે.
- ઊંચી આવૃત્તિ એ પરફોમન્સ નબળું છે.

3.6 ફોટોવોલ્ટેઇક અથવા સોલર સેલ: (Photovoltaic or Solar Cells)

સૌર કોષ: (Solar Cell):

સોલર સેલ એક એવી PN જંકશન સેમીકન્ડક્ટર રચના(device) છે કે જે પ્રકાશઊર્જા(સૂર્યપ્રકાશ) ને વિદ્યુત ઊર્જામાં પરિવર્તિત કરે છે. અહી ઉત્પન્ન થતું વીજચાલક બળ (emf વોલ્ટેજ) એ આપાત પ્રકાશની તીવ્રતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે. આવા સેલને photovoltaic cells કહે છે. ઉદાહરણ: સિલિકોન સોલર સેલ, જે સૂર્યપ્રકાશને વીજળીમાં ફેરવે છે. સિલિકોન અને સેલેનિયમ એ સોલાર સેલમાં સૌથી વધુ વપરાતા દ્રવ્ય(મટિરિયલ્સ) છે. તે ઉપરાંત ગેલિયમ આર્સેનાઇડ (Gallium Arsenide), ઇન્ડિયમ આર્સેનાઇડ (Indium Arsenide) અને કેડમિયમ સલ્ફાઇડ (Cadmium Sulphide) પણ વપરાય છે.

રચના (Construction):

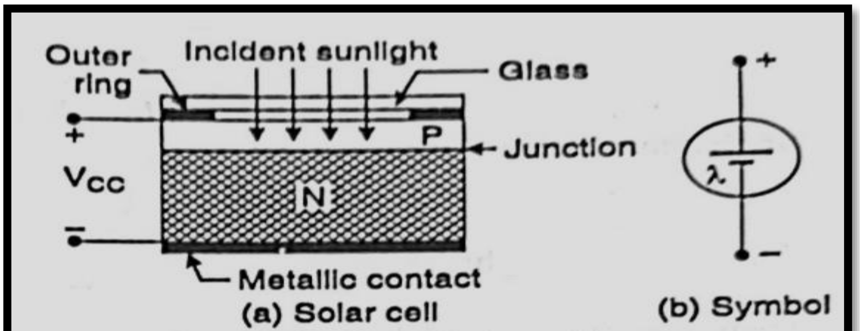


Fig. (16) Solar cell.

Fig-(16a) માં સોલર સેલની રચના દર્શાવી છે. આ સેલ યોગ્ય પ્રમાણમાં અશુદ્ધિ ઉમેરીને બનાવેલ P-N જંકશન ડાયોડ છે. જેને એક કેઈસ(box) માં બંધ કરી ઉપરના ભાગમાં બારી(window) રાખવામા આવે છે. તેમાં ઉપરનું સ્તર P-પ્રકારનું અને નીચેનું સ્તર N-પ્રકારનું હોય છે. P-ની લેયર એટલી પાતળી હોય છે કે પ્રકાશ pn-જંકશન સુધી પહોંચી શકે. N-પ્રકારના સેમિકન્ડક્ટરમાં તેની નીચે ધાતુનો સંપર્ક(મેટાલિક કૉન્ટૅક્ટ)કરાયો હોય છે. જે નેગેટિવ ટર્મિનલ તરીકે વર્તે છે. P-પ્રકારની લેયર નિકલ ધાતુથી પ્લેટિંગ કરેલ હોય છે. જે પોઝિટિવ ટર્મિનલ તરીકે વર્તે છે.

કાર્યપદ્ધતિ (Working):

જ્યારે પ્રકાશ ઊર્જાનો ફોટોન P અથવા N પ્રકારના પદાર્થ સાથે અથડાય છે, ત્યારે ફોટોનમાં રહેલી ઊર્જા ઇલેક્ટ્રોનને તેના પેરેન્ટ ઍટમ છોડવા માટે પૂરતી ઊર્જા આપે છે. પરિણામે, ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડી રચાય છે. આ Pair ડેપલેશન રિજિયનમાં પેદા થાય છે. ઇલેક્ટ્રોન N-વિસ્તાર તરફ જાય છે, હોલ P-વિસ્તાર તરફ જાય છે. આથી વિદ્યુતપ્રવાહ ઊર્જા વિના જંકશનમાંથી પસાર થાય છે. જેને ફોટો કરંટ કહે છે.

ઓપન સર્કિટ આઉટપુટ વોલ્ટેજ લાક્ષણિક્તા (Open-circuit output voltage characteristic):

જ્યારે PN જંકશન પર કોઈપણ પ્રકારનો બાયસ આપ્યા વગર સૂર્ય પ્રકાશ આપાત કરવામાં આવે તો તેના ડેપલેશન સ્તરમાં ઇલેક્ટ્રોન-હૉલ પેર ઉદભવે છે. જે Fig(17) માં દર્શાવેલ છે. આ નવા ઉદભવેલા ઇલેક્ટ્રોન-હૉલ પેર ડેપલેશન સ્તરમાના ઊંચા ઇલેક્ટ્રીક ફિલ્ડ ના લીધે ડેપલેશન સ્તરના બે છેડા આગળભેગા થાય છે. જેના લીધે PN જંકશન ના બે છેડા વચ્ચે ઓપન સર્કિટ વૉલ્ટેજ V_{DC} મળેછે.

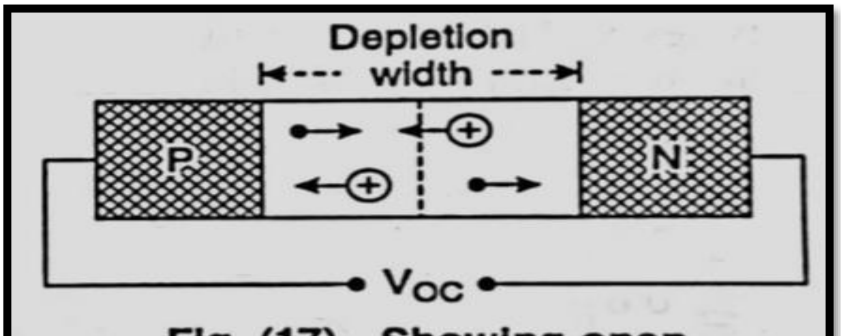


Fig. (17) Showing open circuit voltage.

આ ઓપન સર્કિટ વૉલ્ટેજ બહુજ નબળી પ્રકાશની તીવ્રતા માટે પ્રકાશ દ્વારા ઉદભાવતા પ્રવાહના સમપ્રમાણમાં હોય છે. જે નીચે બતાવેલ છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે પ્રકાશ ઉર્જા દ્વારા મળતો પ્રવાહ(I_{light}) પણ જંકશન ડાયોડના રૂઢિગત પ્રવાહ (I_{diode}) નો વિરોધ કરે છે. તેથી કુલ પ્રવાહ $I_{dtotal} = I_{diode} - I_{light}$

i.e. $I_T = I_d - I_l \quad \ldots\ldots\ldots\ldots eqn(1)$

હવે ડાયોડ માથી પસાર થતો રૂઢિગત પ્રવાહ નીચે મુજબ દર્શાવાય છે.

$$I_d = I_0\left[\exp\left(\frac{q\,V}{K_B T}\right) - 1\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots eqn(2)$$

$$I_T = I_0\left[\exp\left(\frac{q\,V}{K_B T}\right) - 1\right] - I_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots eqn(3)$$

હવે ઓપન સર્કિટ કંડિશનમા V = Voc અને I_T = 0 થાય તેથી,

$$0 = I_0\left[\exp\left(\frac{q\,V_{oc}}{K_B T}\right) - 1\right] - I_1$$

$$\exp\left(\frac{q\,V_{oc}}{K_B T}\right) = 1 + \frac{I_1}{I_0} \qquad \left(where \quad V_T = \frac{K_B\,T}{q}\right)$$

$$V_{OC} = V_T \log_e\left(1 + \frac{I_1}{I_0}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; eqn(4)$$

As $1 \gg (I_l/I_0)$, we can expand $\log_e$ as follows

$$V_{OC} = V_T\left[\frac{I_l}{I_0} - \frac{1}{2}\left(\frac{I_l}{I_0}\right)^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{I_l}{I_0}\right)^3 \cdots\right]$$

Neglecting higher terms, we get

$$V_{OC} = V_T\left(\frac{I_l}{I_0}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{eqn}(5)$$

For very weak light intensity

$$V_{OC} \propto I_l \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{eqn}(6)$$

આમ નબળી પ્રકાશ વિસ્તારમાં ઓપન સર્કિટ વૉલ્ટેજ અને પ્રકાશ દ્વારા ઉદભવતા પ્રવાહ વચ્ચે સારો સુરેખ સંબંધ જળવાઈ રહે છે. ઊંચી પ્રકાશ તીવ્રતા માટે ,

$$V_{OC} = V_T \log_e\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; eqn(7)$$

ઉચ્ચ પ્રકાશ તીવ્રતા Voc માંટે સેમિકન્ડક્ટરની band gap energy સુધી પહોંચી જાય છે. સિલિકોન સોલાર સેલ માટે V_{OC}=0.7 eV થાય છે.

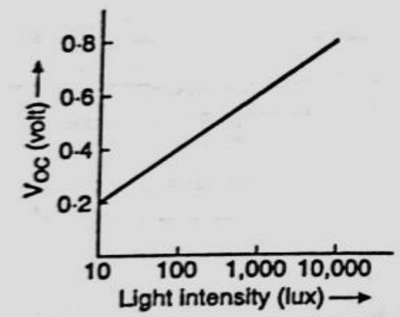


Fig. (18) V_{oc} as a function of light intensity.

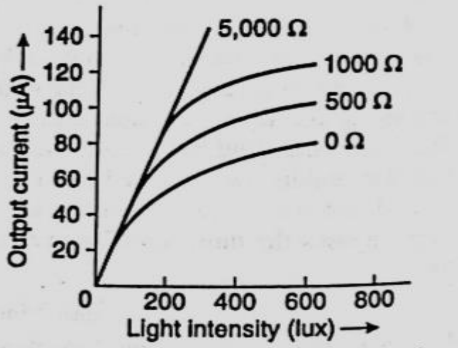


Fig. (19) Output current characteristics.

Fig-(18): V_{OC} વિરુદ્ધ પ્રકાશ તીવ્રતા (lux) ની લાક્ષણિકતા દર્શાવી છે. અહી લોગ સ્કેલ મુજબ દર્શાવ્યું છે કે સોલર સેલ ઓછા પ્રકાશમાં વધુ સંવેદનશીલ હોય છે. 10 થી 100 lux જેટલો નાનો બદલાવ પણ V_{OC}માં મોટો બદલાવ કરે છે.

આઉટપુટ કરંટ(પ્રવાહ) લાક્ષણિકતા: (Output current characteristics):

Fig (19) માં ફોટોવોલ્ટેઇક સેલ માટે વિવિધ લોડ રેઝિસ્ટન્સ માટે આઉટપુટ કરંટ લાક્ષણિકતા દર્શાવી છે. ગ્રાફ દર્શાવે છે કે સોલર સેલનો આઉટપુટ કરંટ પ્રકાશ ની તીવ્રતા વધતાં વધે છે. આ કરંટ ખૂબ જ નાનો(માઇક્રો-ઍમ્પિયરમાં) હોય છે. કરંટનો આધાર સેલની કાર્યક્ષમતા અને તેના કાર્યશીલ ક્ષેત્રફળની સાઇઝ પર છે.

સોલર સેલની V-I લાક્ષણિક્તા અને શોર્ટ સર્કિટ પ્રવાહ (Short-Circuit Current):

સોલર સેલના ત્રણ મુખ્ય પેરામીટર્સ: (1) શોર્ટ સર્કિટ કરંટ I_{SC} (2) ઓપન સર્કિટ વોલ્ટેજ V_{OC} & (3) ફિલ ફેક્ટર (FF) એ ત્રણ ખુબજ મહત્વના પ્રાચલો (Parameters) છે.

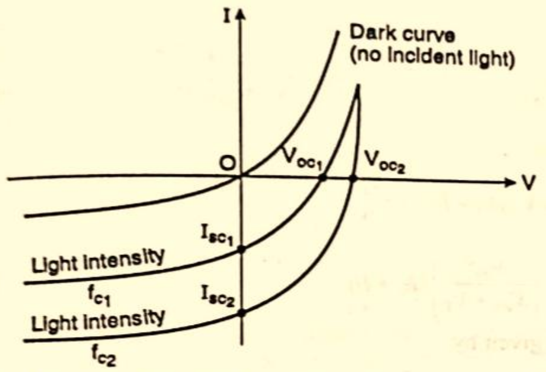


Fig. (20) Showing short circuit current and open circuit voltage versus light intensity for a solar cell.

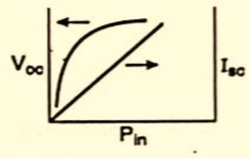


Fig. (21) Schematic illustration of the variation of V_{oc} and I_{sc} with incident light intensity.

Fig-(20) એ V-I લાક્ષણિક્તા દર્શાવે છે. જ્યારે વોલ્ટેજ V = 0 હોય છે (એટલેકે શોર્ટ સર્કિટ હોય), ત્યારે કરંટ I_{SC} વડે દર્શાવાય છે. ત્યારે સોલર સેલ ઓપન સર્કિટ પર હોય છે (વિદ્યુત પ્રવાહ માટે બંધ છે), ત્યારે અંદરનો કરંટ $I_d = 0$ હોય છે અને આ સ્થિતિને open-circuited voltage (V_{OC}) કહે છે. આ સ્થિતિમાં મળતો વોલ્ટેજ V_{OC} હોય છે. ઉપરાંત Fig-(20) દ્વારા શોર્ટ સર્કિટ કરંટ I_{SC} અને ઓપન સર્કિટ વોલ્ટેજ V_{OC} પ્રકાશની તીવ્રતા પ્રમાણે કેવી રીતે બદલાય છે તે દર્શાવેલ છે. અંધકારમાં (Dark curve) માં $V_{OC} \approx 0$ છે. જેમ-જેમ પ્રકાશ વધે એટલે V_{OC} અને I_{SC} બંને વધી જાય છે.

Fig-(21): પ્રકાશની તીવ્રતા $P_{intencity}$ વધે એટલે V_{OC} અને I_{SC} કેવી રીતે બદલાય છે તે સ્કીમેટિક ગ્રાફ માં દર્શાવેલ છે.

સોલર સેલ ની કાર્યક્ષમતા: (Efficiency of Solar Cell):

જ્યારે સોલર સેલના બે ટર્મિનલ આગળ અવરોધ જોડવામાં આવે છે ત્યારે લોડને મળતો પાવર(P) નીચે મુજબ આપી શકાય.

$$P = VI = V\left[I_0\left\{\exp\left(\frac{V}{V_T}\right) - 1\right\} - I_l\right]$$

$$P = VI_0\exp\left(\frac{V}{V_T}\right) - VI_0 - VI_l \quad \text{.............}(8)$$

સમીકરણ(8) નું V ની સાપેક્ષ વિકલન કરી તેના બરાબર શૂન્ય લેતા મહત્તમ પાવર મળે છે.

$$\frac{dP}{dV} = I_0\left[\exp\left(\frac{V}{V_T}\right) + V\exp\left(\frac{V}{V_T}\right)\left(\frac{1}{V_T}\right)\right] - (I_0 + I_l) = 0$$

$$\exp\left(\frac{V}{V_T}\right)\left[1 + \frac{V}{V_T}\right] = \left(\frac{I_0 + I_l}{I_0}\right)$$

મહત્તમ પાવર આગળ V=Vm હોવાથી

$$\exp\left(\frac{V_m}{V_T}\right)\left[1 + \frac{V_m}{V_T}\right] = \left(\frac{I_0 + I_l}{I_0}\right)$$

$$I_0 \exp\left(\frac{V_m}{V_T}\right) = \frac{I_0 + I_l}{\left(1 + \frac{V_m}{V_T}\right)} \qquad \text{........... (9)}$$

હવે મહત્તમ પાવર ને અનુરૂપ પ્રવાહ Im ને નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય

$$I_m = I_0 \exp\left(\frac{V_m}{V_T}\right) - (I_0 + I_l) \qquad \text{.......... (10)}$$

સમીકરણ (9) માથી કિમત મુકતાં ,

$$I_m = \frac{I_0 + I_l}{\left(1 + \frac{V_m}{V_T}\right)} - (I_0 + I_l) = \frac{(I_0 + I_l)\left[1 - \left(1 + \frac{V_m}{V_T}\right)\right]}{\left(1 + \frac{V_m}{V_T}\right)}$$

$$= \frac{(I_0 + I_l)\,(-V_m / V_T)}{(V_T + V_m)/V_T} = (I_0 + I_l)\left[\frac{-V_m}{V_m + V_T}\right]$$

મહત્તમ પાવર ને નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય

$$P_m = V_m\, I_m = V_m(I_0 + I_l)\left(\frac{V_m}{V_m + V_T}\right)$$

$$= \left(\frac{{V_m}^2}{V_m + V_T}\right)(I_0 + I_l) \qquad \text{........... (12)}$$

સોલર સેલ ની આદર્શ કાર્યક્ષમતા નીચે મુજબ આપી શકાય

$$\eta = \frac{V_m I_m}{P_{in}} = (I_0 + I_l)\left(\frac{V_m{}^2}{V_m + V_T}\right) \cdot \frac{1}{P_{in}} \quad \text{......... (13)}$$

જ્યાં Pin સોલર સેલ પર આપાત સૂર્ય પ્રકાશનો પાવર છે. જેની કિમત લગભગ 1.35 kW/m2 છે. (સામાન્ય દિવસે) Si અને GaAs સોલર સેલની કાર્યક્ષમતા 10% થી 15% વચ્ચે છે. Optimum લોડ અવરોધ કે જે મહત્તમ પાવર મેળવે છે. તેને નીચે મુજબ છે.

$$R_{opt} = \frac{V_m}{I_m} = \frac{(V_m + V_T)}{(I_0 + I_l)} \quad \text{......... (14)}$$

ફીલફેક્ટર (Fill Factor FF):

ફીલફેક્ટર એ સોલર સેલ ડિઝાઈન કરવા માટેનો મહત્વનો પ્રાચલ છે. વાસ્તવિક મહત્તમ પાવર અને સૈદ્ધાંતિક મહત્તમ પાવરના ગુણોત્તરને ફીલફેક્ટર કહે છે.

આમ, $\mathbf{FF} = \frac{\text{વાસ્તવિક મહત્તમ પાવર}}{\text{સૈદ્ધાંતિક મહત્તમ પાવર}} = \frac{V_m I_m}{V_{oc}\, I_l}$ **તેનું મૂલ્ય 0.4 થી 0.8 ની રેન્જ માં હોય છે. તેને ટકાવારીમાં પણ દર્શાવાય છે. જેમ ફિલફેકટરનું મૂલ્ય વધારે તેમ સોલર સેલ સારો ગણાય. Si સોલર સેલ માટે FF નું મૂલ્ય 80% જેટલું હોય છે.**

સોલર સેલ નો સવિશેષ ઉપયોગ સ્પેસ એરક્રાફ્ટ માટેના પાવર સોર્સ તરીકે થાય છે. શ્રેણી અને સમાંતર માં જોડેલ બેટરી ચાર્જર તરીકે કામ કરતાં સોલર સેલ નું જુથ નીચે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.

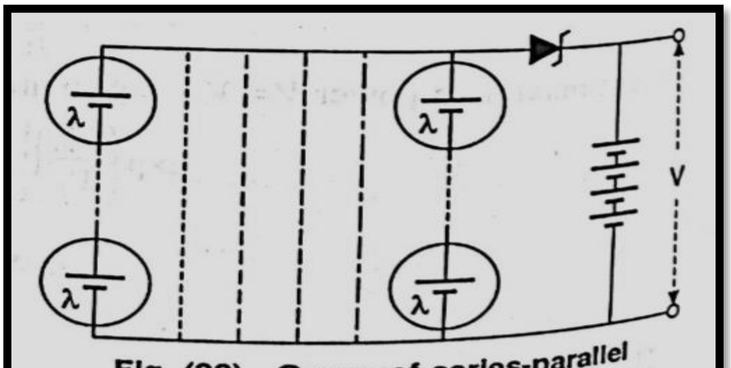


Fig. (22) Group of series-parallel connected solar cells operating as battery charger.

ફોટો વોલ્ટેઈક સેલ એ તાપમાનની વાઈડ રેન્જ (100 થી 125 ^{0}C) માં સંતોષકારક કામ કરી શકે છે. તાપમાનમાં થતાં ફેરફાર ની અસર શોર્ટ સર્કિટ કરંટ પર ઓછી થાય છે. પરંતુ તે ઓપન સર્કિટ વૉલ્ટેજ પર નોંધનીય અસર કરે છે. આ ફેરફાર ની રેન્જ આઉટપુટ વૉલ્ટેજ માં થોડા mV^{0}C

સોલર સેલના ઉપયોગ: (Application of Solar Cell)

સોલર સેલના ઘણાબધા ઉપયોગો છે. જે નીચે દર્શાવેલ છે.

- પોર્ટેબલ એક્ષ્પોઝર મીટર્સમાં
- લો રેજિસ્ટંટ રિલેમાં ON-OFF Operation માટે
- સ્પેસ સેટેલાઈટમાં
- મલ્ટીપલ યુનિટ સિલિકોન સોલર સેલ નો ઉપયોગ ડેટા પ્રોસેસિંગ Industry મા પંચ કાર્ડ વાચવાની એપ્લિકેસનમાં લાઇટ સેન્સ કરવા થાય છે.
- ગોલ્ડ ડોપિંગ જર્મેનિયમ સોલર સેલનો ઉપયોગ ઇન્ફ્રારેડ ડિટેક્ટર તરીકે કરી શકાય છે.

સોલર સેલના ફાયદા:

- સોલર સેલ એ સેલ્ફ જનરેટિંગ ડિવાઇસ છે. તેથી તેમાં બાહ્ય પાવર સોર્સ ની જરૂર પડતી નથી.
- તે પોલ્યુસન ફ્રી એનર્જી કનવરજન્સ સિસ્ટીમ છે.
- સોલર સેલ એ તાપમાન ની વાઈડ રેંન્જમાં સંતોષકારક રીતે કામ કરી શકે છે.
- સોલર સેલનો ઉપયોગ સ્પેસ સેટેલાઇટમાં લાંબા સમય માટે કરી શકાય છે.
- તેમાં ઉદભવતા આંતરિક EMF અને પ્રવાહ પૂરતા હોય છે. જે ગેલવેનોમીટર દ્વારા માપી શકાય છે.

સોલર સેલના ગેરફાયદા: (મર્યાદા):

- તેની કાર્યક્ષમતા ઓછી હોય છે.
- તેની કાર્યક્ષમતા તાપમાન પર આધારિત હોય છે.
- આઉટર સ્પેસ એપ્લિકેસન કરતાં ટેરેસ્ટ્રીયલ એપ્લિકેસનમાં વધુ અસરકારક છે.

3.8 લેસર્સ: (LASERS):

LASER એ Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation નું ટૂંકું રૂપ છે. (પ્રકાશના વિકિરણના ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન દ્વારા વિવર્ધન) લેસર એ હાઈલી ડાયરેક્ષનલ મોનોક્રોમેટિક અને કોહરન્ટ પ્રકાશનો સોર્સ છે. તેનું મહત્વ OPTICS માં તો છે જ પરંતુ Optoelectronics માં પણ તેનું એટલુજ મહત્વ છે. ખાસ કરી ને Fiber Optics કોમ્યુનિકેસનમાં. તેમાં પ્રકાશ ના ઉત્સર્જન નું પાયાનું મિકેનિઝમ LED જેવુ જ છે. ફરક માત્ર એટલોજ છે કે LED નોન છે. કોહરન્ટ પ્રકાશનો સોર્સ છે. જ્યારે લેસર Spatial and temporal coherence ધરાવે છે. Spatial coherence નો અર્થ એ છે કે આપેલ વિકિરણ ના તરંગઅગ્રના બે જુદા જુદા બિંદુઓ આગળના બે ક્ષેત્રો સમાન કળા તફાવત ધરાવે છે. જેના પરિણામે પ્રકાશ નું હાઈલી ડાયરેક્ષનલ બીમ મળે છે. Temporal coherence નો અર્થ એ છે કે અવકાશના કોઈપણ

બિંદુ આગળ તરંગનો કંપવિસ્તાર સમય સાથે SINUSOIDALLY ફેરફાર અનુભવે છે. આ દર્શાવે છે કે ઉત્સર્જિત વિકિરણ મોનોક્રોમેટિક છે.

3.9 લેસર ક્રિયા (LASER ACTION)

લેસરની કાર્યવિધી સમજવા માટે, આપણે સ્વયંસ્કુરિત ઉત્સર્જન (Spontaneous emission), ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન (Stimulated emission) અને પોપ્યુલેશન ઇન્વર્સન(Population inversion) ની પ્રક્રિયાઓ સમજવી જરૂરી છે. હવે ઈલેક્ટ્રોન ધરાવતો એક પરમાણુ ધ્યાનમાં લો. જેમાં બે ઊર્જા સ્તરો E_1 અને E_2 છે, જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન E_1 ઉર્જા ધરાવે છે ત્યારે પરમાણુ ગ્રાઉન્ડ સ્ટેટ(ધરા સ્થિતિ)માં હોય છે, અને જ્યારે E_2 ઉર્જા ધરાવે છે ત્યારે પરમાણુ ઉત્તેજિત અવસ્થામાં(Excited State)માં હોય છે. ધારોકે પરમાણુ ગ્રાઉન્ડ સ્ટેટમાં છે અને તેનીપર $h\nu_{12} = E_2 - E_1$ ઊર્જાનો ફોટોન આપાત કરવામાં છે. જે આકૃતિ-(27-a) માં દર્શાવાયું છે. ફોટોન ની આ ઉર્જા ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા શોષાતા, તે ઉત્તેજિત થઈને ધારા સ્થિતિ E_1 માઠી ઉત્તેજિત અવસ્થા E_2 માં જાય છે. જે સ્થિર અવસ્થા ન હોવાથી ઇલેક્ટ્રોન થોડાજ સમય ($10^{-8}\ second$) મા જ પાછો ધારા સ્થિતિ આવી જાય છે. અને $h\nu_{12}$ ઉર્જા નું અને ν_{12} આવૃત્તિનું વિકિરણ ઉત્સરજીત કરે છે. જે આકૃતિ-(27-b) માં દર્શાવાયું છે. આ ક્રિયા સ્વયંભુ (SPONTANIOUSLLY) ઉદભવે છે તેથી તેને SPONTANIOUS EMMISION કહે છે. હવે એવી પરિસ્થિતી ધારો કે જેમાં પરમાણુ ઉત્તેજિત અવસ્થામાં છે અને $h\nu_{12}$ ઉર્જા નો ફોટોન તેના પર આપાત થાય છે. હવે પરમાણુ ધારા સ્થિતિમાં સંક્રાંતિ કરવા Stimulate(ઉદ્દીપ્ત) થાય છે. અને ν_{12} આવૃત્તિનો ફોટોન ઉત્સર્જિતકરે છે. જે આપાત ફોટોન સાથે સમાન કળામાં હોય છે. આ પ્રક્રિયાને SIMULATED EMISSION કહે છે. જે આકૃતિ-(27-c) માં દર્શાવાયું છે.

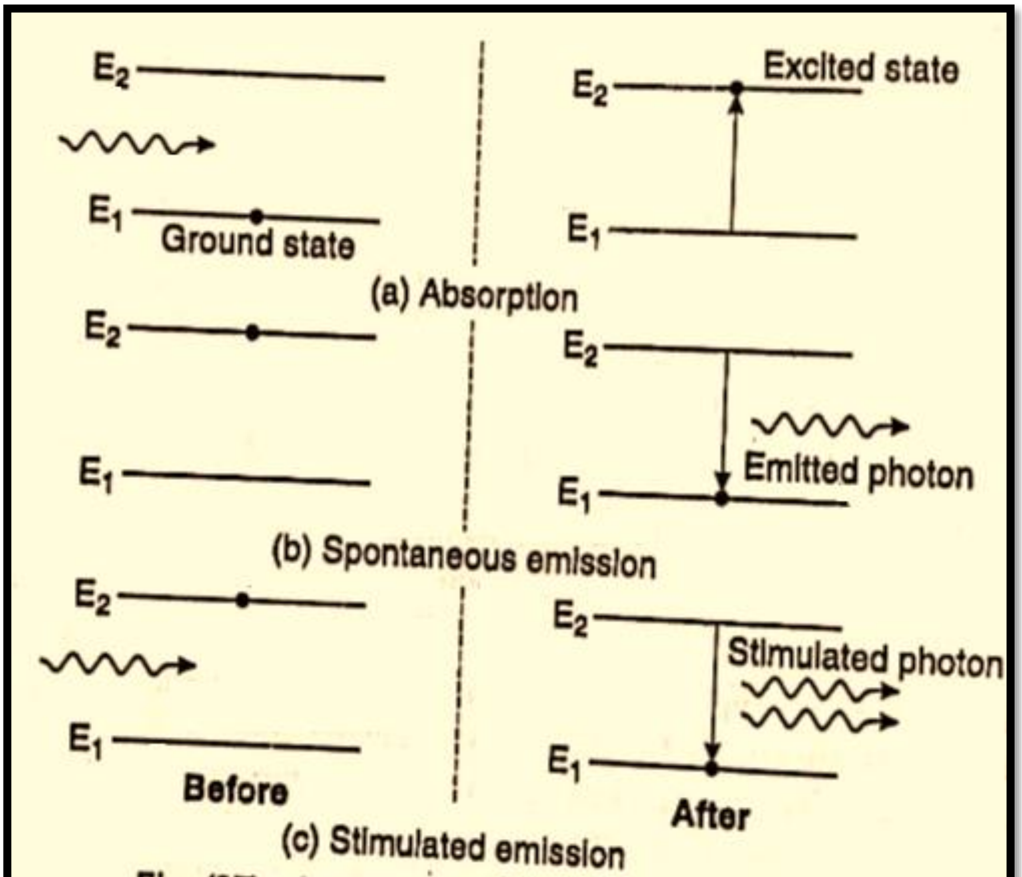


Fig. (27) Spontaneous and stimulated emission.

સામાન્ય રીતે, ઊંચા ઊર્જા સ્તરે રહેલા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા(population) ઓછી હોય છે. પરંતુ લેસર માટે, ઉપરના ઊર્જા સ્તરમાં વધુ ઇલેક્ટ્રોન Population inversion (અથવા વસ્તી/સંખ્યા વ્યુત્ક્રમ) હોવું આવશ્યક છે. જેથી ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન શક્ય બને. લેસર કાર્યવાહી માટે અથવા કાર્ય કરતો થાય તે માટે SPONTANIOUS EMMISION કરતાં STIMULATED EMISSION પ્રબળ હોવું જોઈએ. આવું ત્યારે જ બને કે જ્યારે ઊંચી ઉર્જા અવસ્થા ,નીચી ઉર્જા અવસ્થા કરતાં વધારે સંખ્યા ધરાવતી (POPULATED) હોય. જ્યારે આ શરતનું પાલન થાય ત્યારે તેને Population inversion હાંસલ કર્યું કહેવાય.

3.10 સ્વયં સ્ફુરિત અને ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનની સંભાવનાઓ તથા પોપ્યુલેશન ઇન્વર્ઝન (સંખ્યા વ્યુત્ક્રમ) ની શરત (Spontaneous & Stimulated Emission Probabilities & Condition of Population Inversion)

T તાપમાને ઉસ્મીય સમતુલનમાં રહેલ ν_{12} વિકિરણ આવૃત્તિ અને $\rho(\nu_{12})$ ઉર્જા ઘનતા ધરાવતું એક પરમાણુઓનું જુથ ધારો કે n_1 અને n_2 અનુક્રમે નીચી અને ઊંચી ઉર્જા અવસ્થામાં કોઈ પણ સમયે રહેલ પરમાણુઓની સંખ્યા છે.
બૉલ્ટઝમેન નિયમ અનુસાર

$$\frac{n_2}{n_1} = e^{\frac{E_2 - E_1}{kT}} = e^{-h\nu_{12}/kT} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots eqn(1)$$

અહીં k એ બૉલ્ટઝમેન અચળાંક છે.

ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન એ શોષણ અને સ્વયંસ્ફુરિત પ્રક્રિયાઓ સાથે જ થાય છે E_1 અવસ્થામાં રહેલ ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા થતા ફોટોના શોષણનો દર ઉર્જા ઘનતા $\rho(\nu_{12})$ અને E_1 માં રહેલા ઇલેક્ટ્રોન સંખ્યા n_1 ના સમપ્રમાણમાં હોય છે. તેથી શોષણનો દર $B_{12}n_1\rho(\nu_{12})$ થાય. જ્યાં B_{12} શોષણ માટે સમપ્રમાણતા ફેક્ટર છે. જેને શોષણનો આઈન્સ્ટાઈન કોઈફિશન્ટ કહે છે.

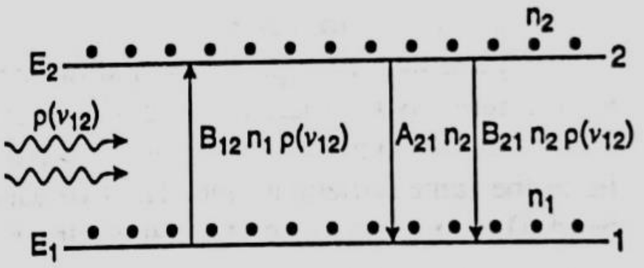


Fig. (28) Balance of absorption and emission in steady state.

$$\underset{\text{Absorption}}{B_{12}\,n_1\,\rho(\nu_{12})} = \underset{\text{Spontaneous emission}}{A_{21}\,n_2} + \underset{\text{Stimulated emission}}{B_{21}\,n_2\,\rho(\nu_{12})} \quad \ldots(2)$$

સ્વયંસ્ફુરિત ઉત્સર્જનના દર પર $\rho(\nu_{12})$ ની અસર થતી નથી એટલે કે તે વિકિરણની ઉર્જા ઘનતા પર આધારિત નથી. આમ સ્વયંસ્ફુરિત ઉત્સર્જનનો દર માત્ર ઉંચી ઉર્જા અવસ્થાની પરમાણુની સંખ્યા n_2 ના સમપ્રમાણમાં છે. $A_{12}n_2$ જેને દર્શાવાય છે. જ્યાં A_{12} સપ્રમાણતા અચળાંક છે. જેને સ્વયંસ્ફુરિત ઉત્સર્જનનો આઈન્સ્ટાઈન કોઈફિશન્ટ કહે છે. અંતે ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનનો દર ઉંચી ઉર્જા અવસ્થામાં રહેલ ઇલેક્ટ્રોન સંખ્યા n_2 અને ઉર્જા ઘનતા $\rho(\nu_{12})$ ના સમપ્રમાણમાં હોય છે. આમ ઉત્સર્જનના દરને $B_{21}n_2\rho(\nu_{12})$ વડે દર્શાવી શકાય. જ્યાં B_{21} સપ્રમાણતા અચળાંક છે. જેને ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનનો આઈન્સ્ટાઈન કોઈફિશન્ટ કહે છે. સ્થિર સ્થિતિમાં(in steady state)માં n_1 અને n_2 અચળ જાળવી રાખવા શોષણનો દર અને બે ઉત્સર્જનના દર સરખા થાય જે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે. આમ

$$B_{12}n_1\rho(\nu_{12}) = A_{12}n_2 + B_{21}n_2\rho(\nu_{12}) \;\; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\, eqn(2)$$

સમીકરણ-(2) પરથી ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનનો દર અને સ્વયંસ્ફુરિત ઉત્સર્જનના દરનો ગુણોત્તર નીચે મુજબ આપી શકાય

$$\frac{\text{ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનનો દર}}{\text{સ્વયંસ્ફુરિત ઉત્સર્જનનો દર}} = \frac{n_{21}}{A_{21}}\,\rho(\nu_{12}) \;\; \ldots\ldots\ldots\ldots \;\; eqn(3)$$

સમીકરણ(3) દર્શાવે છે કે સ્વયંસ્ફુરિત ઉત્સર્જન કરતા ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન વધારવા ફોટોન ફીલ્ડ ઊર્જા ઘનતા $\rho(\nu_{12})$ ઘણી વધારે જોઈએ. લેસર માં તે ઓપ્ટિકલ રેઝોનન્ટ કેવીટી પ્રોવાઇડ કરીને મેળવી શકાય છે. કે જેમાં ચોક્કસ આવૃત્તિઓ એ અનેક આંતરિક પરાવર્તનનો દ્વારા ફોટોન ઘનતાની કિંમત વધારી શકાય છે.

આ જ રીતે ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનનો દર અને શોષણના દરનો ગુણોત્તર નીચે મુજબ આપી શકાય

$$\frac{\text{ઉત્તેજિત ઉત્સર્જનનો દર}}{\text{શોષણનો દર}} = \frac{n_{21}}{n_2}\frac{n_2}{n_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad eqn(4)$$

આ સમીકરણ(4) બતાવે છે કે જ્યારે ઊંચી અવસ્થામાં ધરા સ્થિતિ કરતાં વધુ પરમાણુ હોય ત્યારે ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન,એ શોષણના દર કરતા વધુ પ્રબળ હોય છે. આમ $n_2 > n_1$ આ શરતને પોપ્યુલેશન ઈન્વર્ઝન કહે છે.

સારાંશ રૂપે નીચેની ત્રણ જરૂરિયાત લેસર કાર્યવાહી માટે જરૂરી છે.

- ધરા સ્થિતિમાંથી પરમાણુને ઉત્તેજિત અવસ્થામાં લઈ જવા ઉત્તેજિત કરવાની પદ્ધતિ
- મોટા પ્રમાણમાં પોપ્યુલેશન ઈન્વર્ઝન
- ઓપ્ટિકલ રેઝરમેન્ટ કેવીટી કે જેમાં ફોટોન ફીલ્ડ ઉર્જા ઘનતાની કિંમત વધારી શકાય.

3.11 P-N જંક્શન લેસર ડાયોડ: (The P-N Junction LASER)

આ એક ખાસ રીતે બનાવેલ P-N જંક્શન ડાયોડ છે કે જેને ફોરવર્ડ બાયસ આપતા તેમાંથી લેસર લાઈટ ઉત્સર્જિત થાય છે. તેના બે પ્રકાર છે . (1) હોમો-જંકશન લેસર (p અને n મટીરીયલ સમાન હોય) અને (2) હીટરો-જંકશન લેસર અહીં આપણે હોમો-જંકશન લેસરની ચર્ચા કરીશું

P-N જંકશન લેસર ડાયોડમાં ડાયરેક્ટ બેન્ડ ગેપ મટીરીયલ (કમ્પાઉન્ડ દા.ત. G_aA_s નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

સિદ્ધાંત:

જ્યારે P-N જંકશનને ફોરવર્ડ બાયસ આપવામાં આવે છે, ત્યારે N- વિભાગના ઇલેક્ટ્રોન અને P- વિભાગના હોલ જંકશન ક્રોસ કરીને એકબીજા સાથે રીકમ્બાઇન(recombine) થાય છે. આ રીકોમ્બીનેશન પ્રક્રિયા દરમિયાન પ્રકાશ સ્વરૂપે ઉર્જા (ફોટોન) છૂટી પડે છે. આ ફોટોન બીજા ઇલેક્ટ્રોન અને હોલને રીકમ્બાઇન(recombine) થવા ઉત્તેજિત કરે છે. જેને પરિણામે ઉત્સર્જન પ્રક્રિયા અસ્તિત્વમાં આવે છે અને લેસર લાઈટ ઉદભવે છે.

રચના:

નીચેની આકૃતિ-29 માં G_aA_s P-N જંક્શન લેસર ડાયોડ નું પાયાનું બંધારણ (Basic Structure) દર્શાવેલ છે. જેમાં G_aA_s નું P-N જંકશન બનાવવામાં આવે છે. આ માટે N- પ્રકારના G_aA_s પર વધુ અશુદ્ધિ વાળું P- પ્રકારનું સ્તર G_aA_s માં Z_n નું ડિફ્યુજન કરી બનાવવામાં આવે છે. જંકશન આસપાસ ડેપ્લેશન સ્તર રચાય છે. જેની જાડાઈ બહુ જ ઓછી (0.1 માઇક્રોમીટર) હોય છે. તેમાં લેસર કાર્યવાહી(Laser action)

માટે જંકશન પ્લેન ને લંબ બે સપાટીઓ(બાજુઓ) પોલીસ (polished) કરવામાં આવે છે. જેથી તે રિફ્લેક્ટિંગ મિરર તરીકે વર્તે છે. બાકીની બે બાજુઓ રફ (un polished) રાખવામાં આવે છે. આ રીતે આ બંધારણ રેઝોનન્ટ કેવિટી તરીકે વર્તે છે. જેને ફેબ્રિ-પેરોટ કેવીટી કહે છે.

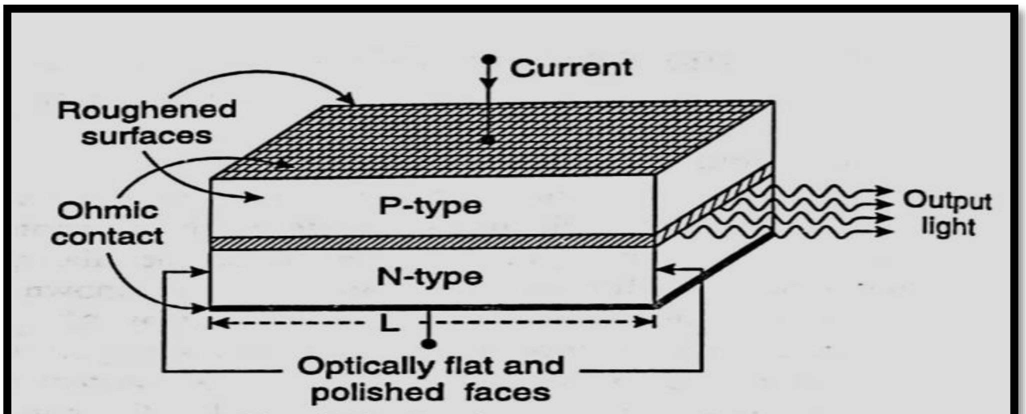


Fig. (29) Basic structure of GaAs *P-N* junction laser diode.

કાર્ય: (Operation):

નીચેની આકૃતિમાં ઉષ્મીય સંતુલનમાં PN જંક્શનનો બેન્ડ ડાયાગ્રામ દર્શાવેલ છે. આકૃતિ(30-a) માં ફોરવર્ડ બાયસ ન લગાડેલ હોય ત્યારનો જેમાં ફર્મી લેવલ એક જ સમક્ષિતિજ લાઈનમાં છે અને આકૃતિ(30-b) માં મોટો ફોરવર્ડ બાયસ લગાડેલ હોય ત્યારનો ડાયાગ્રામ છે. જેમાં ફર્મી લેવલ P અને N વિભાગમાં જુદી જુદી જગ્યાએ આકૃતિમાં બતાવ્યા મુજબ છે. E_g બેન્ડ ગેપ એનર્જી છે, જેને ફોરબિડન ગેપ કહે છે. તેના કારણે N વિભાગ માના હોલ ને કંડકશન ઇલેક્ટ્રોન Occupy કરતા નથી. હવે જ્યારે ફોરવર્ડ બાયસ આપવામાં આવે છે ત્યારે ઇલેક્ટ્રોન P વિભાગ તરફ અને હોલ N વિભાગ તરફ આકર્ષાય છે. અને recombine થતા ફોટોન ઉત્સર્જિત થાય છે.આ ફોટોન બીજા ઇલેક્ટ્રોન અને હૉલ ને recombine થવા ઉત્તેજિત કરે છે. જેના પરિણામે ઉત્તેજિત ઉત્સર્જન પ્રક્રિયા અસ્તિત્વમાં આવે જેને પોપ્યુલેશન ઈન્વર્ઝન પ્રાપ્ત થાય છે.

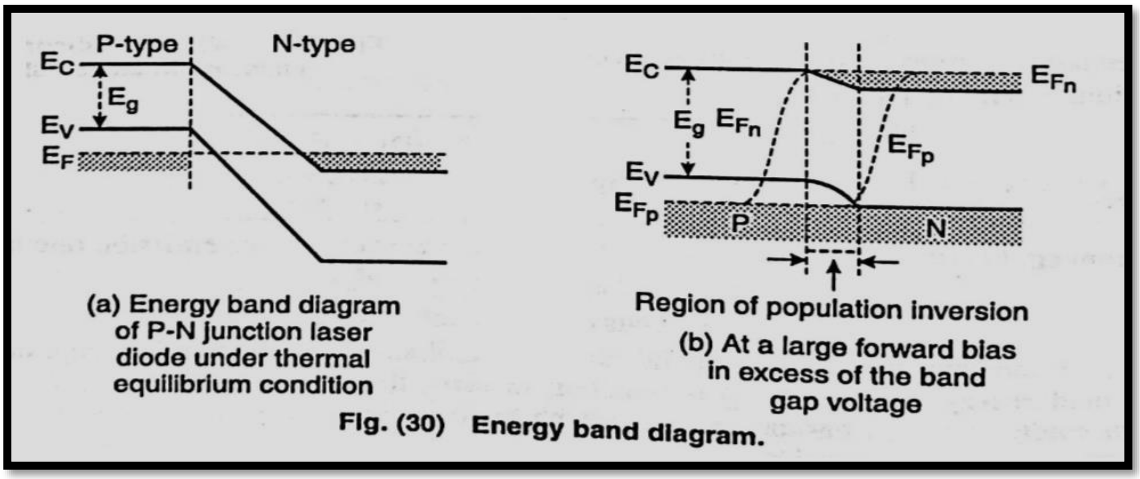


Fig. (30) Energy band diagram.

શરૂઆતમાં નીચા પ્રવાહે બધી દિશામાં સ્વયંસ્કુરિત ઉત્સર્જન ની પ્રક્રિયા અસ્તિત્વમાં આવે છે. ત્યારબાદ પ્રવાહ વધે છે અને જ્યારે થ્રેશોલ્ડ પ્રવાહ જેટલો થતાં ઉત્સર્જિત ઉત્સર્જનની ક્રિયા અસ્તિત્વમાં આવે છે અને જંકશન માંથી હાઈલી ડાયરેક્શનલ બીમ ઉત્સર્જિત થાય છે.
બીજા કેટલાક અર્ધવાહકોનો ઉપયોગ કરી એવા લેસર ડાયોડ બનાવી શકાય છે કે જે visible થી Infrared ની તરંગ લંબાઈ ના લેસર ઉત્સર્જિત કરે છે.

P-N જંકશન લેસર ડાયોડ ના ફાયદા:

- આ પ્રકારના ડાયોડનું ઉત્પાદન સહેલાઈથી થઈ શકે છે.
- તેની કાર્યક્ષમતા ઊંચી છે.
- તેની કિંમત ઓછી છે.
- સાઈઝમાં પોર્ટેબલ છે.
- ઓછા પાવરથી ઓપરેટ થાય છે.

ગેરફાયદા:

- શુદ્ધતા અને મોનોક્રોમેટિવીટી ઓછી નબળી છે.
- સ્થિરતા અને Coherence નબળી છે.
- નીચો આઉટપુટ પાવર ઉત્પન્ન કરે છે.
- તેની થ્રેશોલ્ડ કરંટ ડેન્સિટી ઊંચી છે.
- બીમનું ડાઈવરજન્સ વધારે છે

ઉપયોગ:

- ફાઇબર ઓપ્ટિક કોમ્યુનિકેશન માં ઉપયોગ થાય છે.
- પેઈન કિલર તરીકે ઉપયોગી છે.
- Infrared વિકિરણ દ્વારા ઘા રૂજવવામાં ઉપયોગી છે.
- લેસર પ્રિન્ટમાં અને CD write તથા read માં ઉપયોગી છે.

SEM-5 MINOR (NEP-2023) P-502, COURSE CODE: SC23MIDSCPHY502
Unit-2 ELECTRICITY & POWER ELECTRONICS
(b) Thyristors & Optoelectronics Devices

થાઈરિસ્ટર: (THYRISTOR)

- થાઈરિસ્ટર એ અનેક સ્તર(multilayer)ધરાવતી સેમિકન્ડક્ટર સ્વિચિંગ રચનાઓ છે. તેનો મોટો ફાયદો એ છે કે તેમાં ઓછા ખર્ચે મોટા પાવરનું નિયંત્રણ કરવાની ક્ષમતા છે.
- આ રચનાને ઊંચા દરે (high rate) તેને ON - OFF કરી શકાય છે.
- બધા જ થાઈરિસ્ટર ચાર કે તેથી વધુ P અને N સ્તરો ધરાવે છે. જેમાં બહારના સ્તરો અથવા વિભાગમાંથી જોડાણ માટે એનોડ અને કેથોડ ટર્મિનલ બનાવવામાં આવે છે, તથા વચ્ચેના વિભાગમાંથી એક ટર્મિનલ બહાર કાઢવામાં આવે છે.
- થાઈરિસ્ટર બે પ્રકારના છે. (1) યુનિ ડાયરેક્શનલ અને (2) બાય ડાયરેક્શનલ,
- અહીં આ પ્રકારની કેટલીક રચનાઓ જેવી કે SCR, TRIAC અને DIAC છે.

- **સિલિકોન કંટ્રોલ રેક્ટિફાયર(SCR)** એ ત્રણ ટર્મિનલ ધરાવતી ચાર સ્તર વાળી PNPN રચના છે. તેનો ઉપયોગ કંટ્રોલ સ્વીચ તરીકે કરવામાં આવે છે.
- તે એક જ દિશામાં(Unidirectional) કામ કરતી પાવર સ્વિચ છે.
- તેની શોધ 1957માં થઈ હતી.
- SCR એ ac નું dc માં રૂપાંતર કરવાની સાથે-સાથે લોડને આપવામાં આવતા પાવરનું પણ નિયંત્રણ કરે છે. તેમાં રેક્ટિફાયર તેમજ ટ્રાન્ઝિસ્ટર બંનેના ગુણોનો સમન્વય થયેલો છે.

ટ્રાયેક (Triac):

- SCR નો મુખ્ય ગેરફાયદો એ છે કે તે એક જ દિશામાં પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરી શકે છે. એટલે કે ફક્ત dc પાવરને કંટ્રોલ કરે છે, અથવા લોડમાં આપેલ ac ના અર્ધ આવર્તનને જ કંટ્રોલ કરી શકે છે. ઘણીવાર ac સિસ્ટમમાં ધન અને ઋણ એમ બંને અર્ધ-આવર્તનો ને કંટ્રોલ કરવાની જરૂર પડે છે. આ માટે ટ્રાયેક નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
- ટ્રાયેક એ ત્રણ ટર્મિનલ ધરાવતી સેમિકન્ડક્ટર સ્વીચિંગ રચના છે. કે જે લોડમાંના ac પ્રવાહને કંટ્રોલ કરી શકે છે. **Tri** એટલે ત્રણ અને **ac** એટલે ac પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરનાર. આથી તેને ટ્રાયેક કહે છે.
- ટ્રાયેક ધન અને ઋણ બંને અર્ધ-આવર્તન માં થતા વહનને કંટ્રોલ કરી શકે છે. તેથી તે એક બાય-ડાયરેક્શનલ રચના છે. જેથી તેને બાય ડાયરેક્શન સેમીકંડક્ટર ટ્રોપોડ સ્વીચ પણ કહે છે.
- (SCR ની જેમ તેમાં રેક્ટિફિકેશન ક્રિયા નથી થતી.)

ટ્રાયેકની રચના :

- ટ્રાયેક એ ત્રણ ટર્મિનલ ધરાવતી ચાર PNPN સ્તર વાળી અને લોડમાંના ac પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરનાર બાય ડાયરેક્સ્નલ સેમિકન્ડક્ટર સ્વીચ છે.
- નીચેની આકૃતિ (A)માં તેની રચના દર્શાવેલ છે આકૃતિ (B)માં બે સમાંતર ઊલટા SCR ના જોડાણથી બનતી રચના તથા આકૃતિ (C) માં તેનો સિમ્બોલ દર્શાવેલો છે.

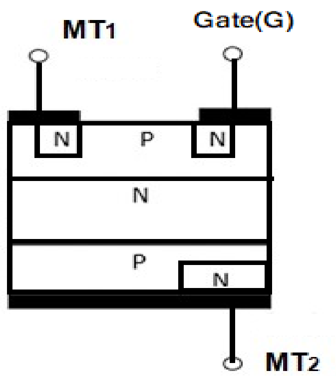
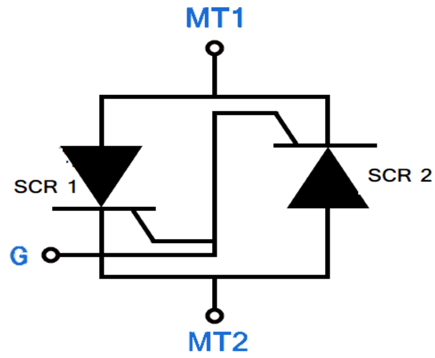
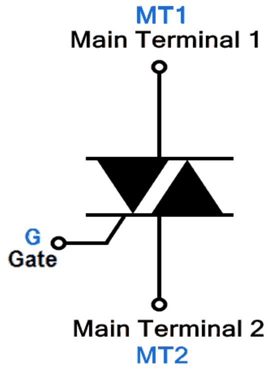


Fig.(A) ટ્રાયેક ની રચના



Fig(B) બે SCR દ્વારા બનતી TRIAC રચના



Fig(C) TRIAC SYMBOL

- SCR ની જેમ ટ્રાયેકમાં પણ કંટ્રોલ કરનાર ટર્મિનલને ગેઇટ (G) કહે છે. બીજા બે મુખ્ય ટર્મિનલ ટર્મિનલ 1 અને 2 (**MT_1** અને **MT_2**)તરીકે ઓળખાય છે.
- યોગ્ય ગેઇટ પ્રવાહ સાથે **MT_1** ની સાપેક્ષે **MT_2** ધન અથવા ઋણ હોય છે. ત્યારે તે કંડક્ટ કરી શકે તે રીતે ટ્રાયેક બનાવવામાં આવે છે.
- વ્યાપારી ધોરણે મળતા ટ્રાયેક 5 mA થી 25 mA સુધીના મહત્તમ r.m.s. પ્રવાહ મૂલ્ય માટે ઉપયોગ કરી શકાય છે. 1000 A પ્રવાહ માટેના વિશિષ્ટ ટ્રાયેક પણ વિકસાવવામાં આવેલ છે.

ટ્રાયેકની કાર્યપદ્ધતિ :

- FIG-(D) માં ટ્રાયેકની સરળ અને સાદી સર્કિટ દર્શાવેલ છે. તેમાં ac સપ્લાયનું નિયંત્રણ કરવાનું હોય તેને લોડ RL મારફત ટ્રાયેકના મુખ્ય ટર્મિનલ સાથે જોડવામાં આવે છે. ગેઈટ પરિપથમાં એક બેટરી તથા પ્રવાહને મર્યાદિત રાખવા અવરોધ (R) તથા સ્વિચ (S) જોડવામાં આવે છે.

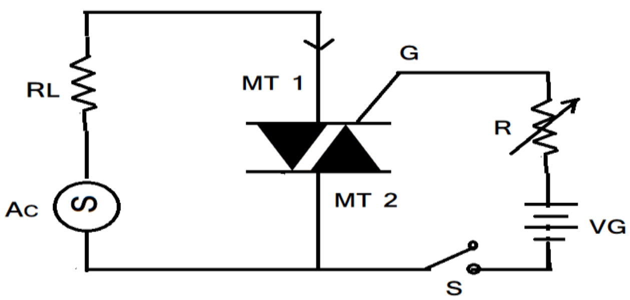
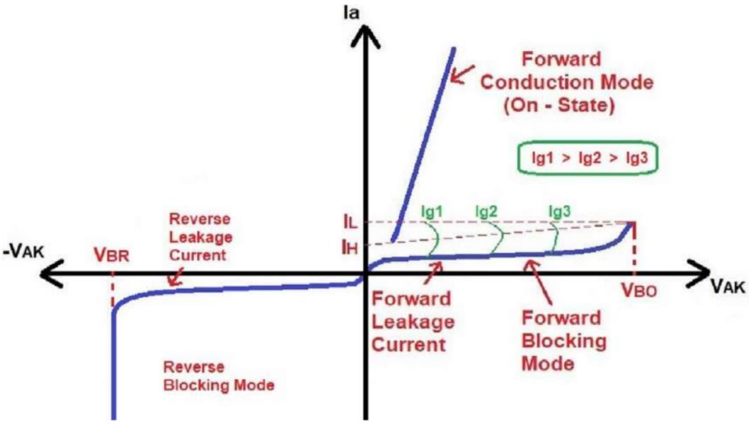


FIG-(D) TRIAC CIRCUIT

- જ્યારે સ્વીચ(S) ખુલી હોય ત્યારે ગેઈટ પ્રવાહ વહેતો નથી પરિણામે ટ્રાયેક **Cut-off** હોય છે. હવે જો સપ્લાય વૉલ્ટેજ નું મૂલ્ય તેના બ્રેક ઓવર વોલ્ટેજ જેટલું વધારવામાં આવે તો, ગેઈટ પ્રવાહ વગર પણ ટ્રાયેકને ON કરી શકાય છે. ટ્રાયેકને Turn-On કરવાની સામાન્ય રીતમાં ગેઈટ પ્રવાહ આપવામાં આવે છે.
- જ્યારે સ્વીચ(S) બંધ હોય ત્યારે ગેઈટ પ્રવાહ વહેવાની શરૂઆત થાય છે, અને SCR ની જેમ યોગ્ય મૂલ્યના ગેઈટ પ્રવાહ દ્વારા ટ્રાયકના બ્રેક ઓવર વોલ્ટેજમાં ફેરફાર કરી શકાય છે.
- **MT_1** ની સાપેક્ષે **MT_2** ધન અથવા ઋણ હોય તો પણ ગેઈટ પર આપવામાં આવતા mA ના ક્રમના પ્રવાહને લીધે પણ ટ્રાયેક કંડક્ટ કરી શકે છે. **MT_1** સાપેક્ષે **MT_2** ધન હોય ત્યારે ટ્રાયેક ON થાય છે. અને પ્રણાલીગત પ્રવાહ **MT_2** થી **MT_1** તરફ વહે છે. જ્યારે **MT_1** ની સાપેક્ષે **MT_2** ઋણ હોય ત્યારે ટ્રાયક Turn-On થાય છે, અને પ્રવાહ **MT_1** થી **MT_2** તરફ વહે છે
- અહીં ટ્રાયેકનો ફાયદો એ છે કે ગેઈટ પ્રવાહના મૂલ્યને યોગ્ય મૂલ્ય પર Adjust કરી લોડમાંથી ac સપ્લાયના બંને ભાગો ધન અને ઋણ દરમિયાન ટ્રાએકમાંથી પ્રવાહ પસાર કરી શકાય છે.

TRIAC ની લાક્ષણિકતાઓ:



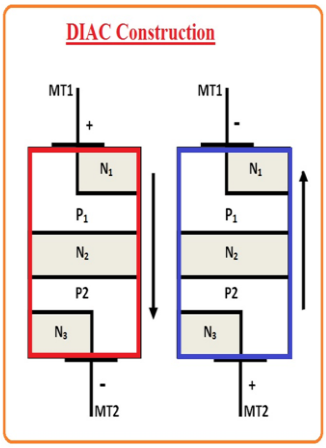
- લાક્ષણિકતા દર્શાવે છે કે બ્રેક ઓવર વોલ્ટેજે ટ્રાયેક Turn-ON થાય છે, તેનો આધાર ગેઈટ પ્રવાહ પર છે. જેમ ગેઈટ પ્રવાહ વધારે તેમ બ્રેક ઓવર નું મૂલ્ય ઓછું મળે છે.

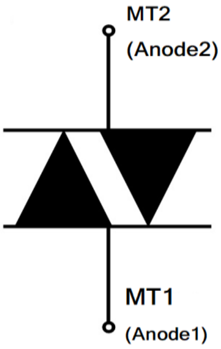
ઉપયોગો:

- ટ્રાઇકનો ઉપયોગ એસી પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરવા થાય છે.
- વધુ મૂલ્યના લોડ પ્રવાહ અને વોલ્ટેજને કંટ્રોલ કરવા ઓછા મૂલ્યના ગેઈટપ્રવાહ તથા સપ્લાય વોલ્ટેજ નો ઉપયોગ કરી શકાય છે તેથી ઓછા મૂલ્યના યાંત્રિક સ્વીચ દ્વારા થતા કંટ્રોલમાં તથા ઇલેક્ટ્રોનિક ON-OFF સ્વીચ તરીકે ટ્રાયેકનો ઉપયોગ થાય છે.
- તેના મુખ્ય ઉપયોગ ઉચ્ચ પાવર લેમ્પ સ્વિચ તરીકે તથા ટ્રાન્સફોર્મર ટેપ નું ઇલેક્ટ્રોનિક ચેન્જ ઓવર કરવા થાય છે.

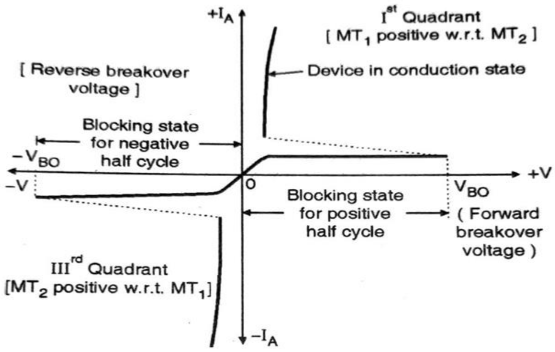
DIAC (ડાયેક):

ડાયેક એ બે ટર્મિનલ તથા ત્રણ સ્તર ધરાવતી બાય-ડાયરેકશનલ સ્વીચિંગ રચના છે. જેને આપણે આપેલ વૉલ્ટેજ બંને પોલારીટી માટે OFF સ્થિતિમાંથી ON સ્થિતિમાં સ્વિચ કરી શકાય છે. તેની રચના, સંજ્ઞા અને લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે.





DIAC Symbol



VI characteristics of DIAC

- ઉપરની આકૃતિમાં દર્શાવેલ રચના ટ્રાન્ઝિસ્ટર જેવીજ છે, તેમાં તફાવત માત્ર એટલોજ છે કે બંને P વિભાગમાં સમાન ગુણધર્મો જેમ કે તેમાં અશુદ્ધિ નું પ્રમાણ સમાન તથા કદ પણ સમાન હોય છે.
- તેમાં એનોડ(A) તથા કેથોડ(K) ને ઉલટાવી પણ શકાય છે. તેમાં ગેટ હોતો નથી.

કાર્ય પદ્ધતિ:

- ડાયેક ને Accross આપેલ વૉલ્ટેજ દ્વારા નાનો સંતૃપ્ત પ્રવાહ PN જંક્શન આગળ વહે છે. આપેલ વૉલ્ટેજ વધીને જ્યારે તે એવલેંચ બ્રેકડાઉનથી વધેતો પ્રવાહમાં એકદમ વધારો થાય છે, અને ડાયેક ON થાય છે. આ સ્થિતિમાં ડાયેક આગળનો વૉલ્ટેજ ઘટે છે, અને ઋણ અવરોધની લાક્ષણિકતા મળે છે.
- ડાયેક નો ઉપયોગ ટ્રાયેક પાવર કંટ્રોલ સિસ્ટમમાં ટ્રાયેકને ટ્રિગર કરવામાં થાય છે, તેમજ તેનો ઉપયોગ પ્રકાશ ડીમીંગ, ઉષ્મા કન્ટ્રોલ તથા મોટર સ્પીડ કંટ્રોલમાં થાય છે.