

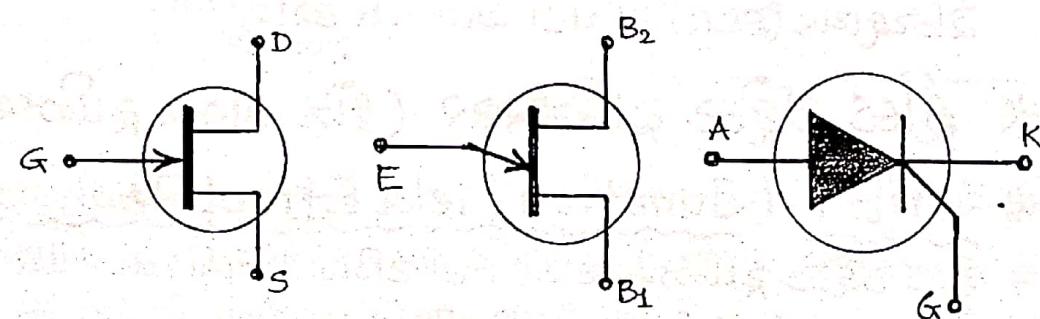
B.Sc. Sem.-4

PHYSICS

CC-PHY-402

UNIT - III (b)

**SOLID STATE DEVICES**



PROF. K.C. Nevada

• Introduction :-

- ⇒ બાયપોલર જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર (BJT) એ ત્રાન્ઝિસ્ટર અને ડાયોડની વિધુતવિધાનમાં ફોલો આપે છે, જેમાં દાલોકરોને અને હોલ એટ્લે કે મેઝોરિટી અને આઇનોરિટી બંને પ્રકારના વાહકો વિધુતવિધાનમાં ફોલો આપે છે તેથી તેને બાયપોલર જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર (BJT) કહે છે.
- ⇒ તેમાં આઉટપુટ પ્રવાહ (I<sub>c</sub>) નું નિયંત્રણ દિનપુર પ્રવાહ કરાય થતું છોઇ તો current controlled device (પ્રવાહ નિયંત્રક રચના) તરીકે ઓળખાય છે આથી તેનો દિનપુર અવરોધ ઓછો હોય છે, જે આ ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો એક ગેરકૂયદો છે.
- ⇒ ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો એમિનિશ્યુયર તરીકે ઉપયોગ કરતા જ્યારે દિનપુર પરિપથમાં સિગનલ આપવામાં આવે છે, ત્યારે દિનપુરમાં પ્રવાહ ઉપયોગ કરવો પડતો હોવાયી સિગનલ પર load વધો છે. તેથી જો સિગનલ નથાયું (weak) હોય તો મુશ્કેલી ઉભી થાય છે.
- ⇒ આજે ટ્રાન્ઝિસ્ટરના બે ગેરકૂયદા છે : (i) તેનો દિનપુર અવરોધ ઓછો છે, અને (ii) તેમાં નોંધનીય દોંઘાડ (Noise) જીવાળી છે.
- ⇒ તેથી એવી રચનાની જરૂરિયાત ઉભી થઈ કે જે વોલ્ટેજ કંટ્રોલ અથવા ટોલ્ટેજ એપરેટર હોય, આવી એક રચના ફીલ્ડ ઇફ્ફ૆ક્ટ ટ્રાન્ઝિસ્ટર (FET) છે જેનો અભ્યાસ અહીં કરીશું ત્યારબાદ યુનિન જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર (PNJ) ઉપરાંત સિલિકન કંટ્રોલ એક્ટિવ્શ્યુયર (SCR) નો પાણ અભ્યાસ કરીશું.

\* ફીલ્ડ ઇફ્ફ૆ક્ટ ટ્રાન્ઝિસ્ટર (ફીલ્ડ એસેર ટ્રાન્ઝિસ્ટર)

\* JFET (Junction Field Effect Transistor) :-

- ⇒ ફીલ્ડ ઇફ્ફ૆ક્ટ ટ્રાન્ઝિસ્ટર એ ત્રાન્ઝિસ્ટર અને ડાયોડ રચના છે :
- ફોર્ડન (D), સોર્સ (S) અને ગોર (G).
- ⇒ તેમાં આઉટપુટ (ફોર્ડ) પ્રવાહ (I<sub>D</sub>) નું નિયંત્રણ દિનપુર વોલ્ટેજ (ગોર અને સોર્સ વિભેનો V<sub>GS</sub>) કરાય થતું છોઇ તો વોલ્ટેજ કંટ્રોલ ડિવાઈસ તરીકે ઓળખાય છે. વાસ્તવિકમાં આઉટપુટ પ્રવાહનું નિયંત્રણ આલ્યોલેજ આપવાયી મળતા વિધુતકીર્તિ કરા થતું છોઇ

તેનો ફીલ્ડ એફેક્ટ (Field Effect) દર્શાવું કર્યો છે.

⇒ તેમાં અગતા પ્રવાહમાં માત્ર મેન્ઝોરિટી વિચ્છૂતવાળી જ આગ અનુભાવ હોવાથી તેને ચુંબન ઘોલા દર્શાવું કર્યો છે.

⇒ FET બે પ્રકારના છે:

(1) JFET (જંકશાન ફીલ્ડ ઇન્ફીલ્ડ દર્શાવું કર્યો) અને

(2) MOSFET (મોસ એન્હાન્સમેન્ટ સેમિન્ડીકન્સ ફીલ્ડ ઇન્ફીલ્ડ દર્શાવું)

⇒ JFET બે પ્રકારના છે: (1A) N-channel JFET અને  
(1B) P-channel JFET

⇒ MOSFET પણ બે પ્રકાર દરાવે છે:

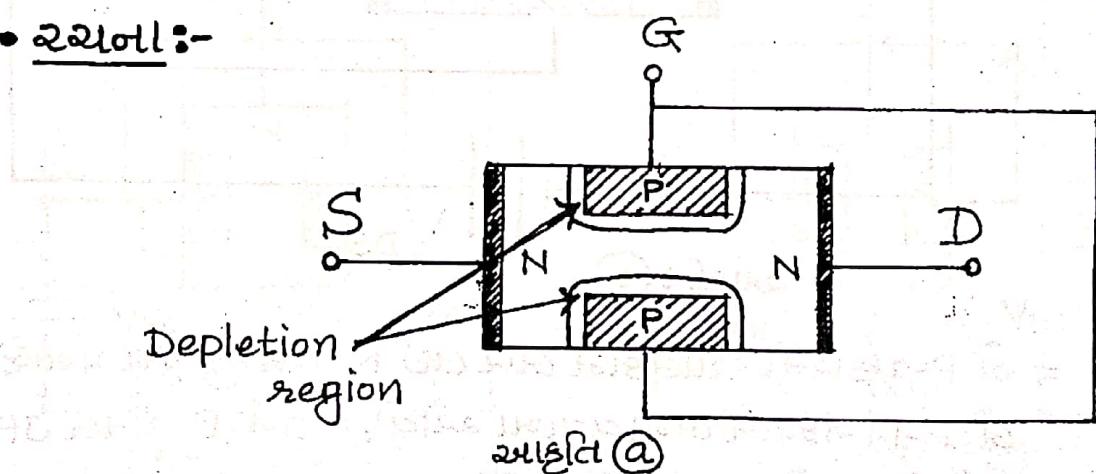
(2A) Depletion MOSFET અને

(2B) Enhancement MOSFET

⇒ આણી આપ્યું જીને જીને નો સાધનારી અન્યાંસ કરીશું.

## \* જંકશાન ફીલ્ડ ઇન્ફીલ્ડ દર્શાવું (JFET):-

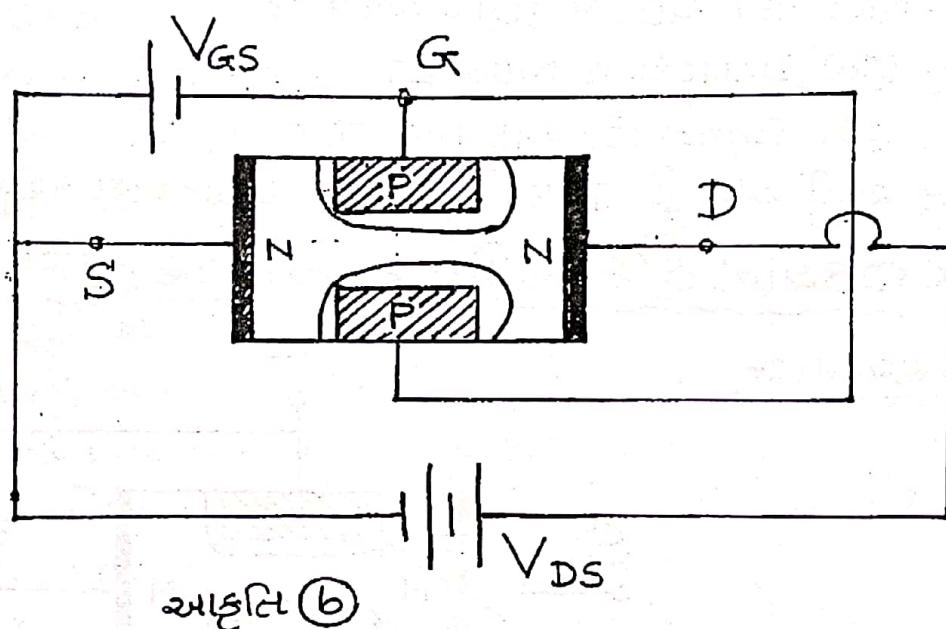
• રચના:-



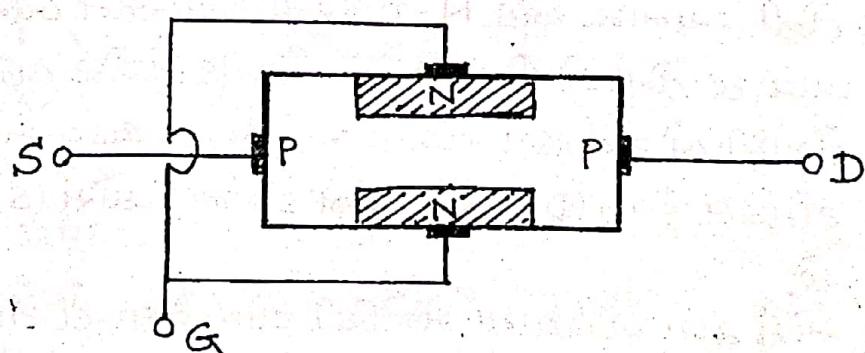
⇒ તેની રચનામાં એક N-પ્રકારનો સિલિન્ડરોન પાર (સાથીયો) લેવામાં આવે છે. તેના બે છોડા પર જો એન્જીનીક કોન્ટ્રેક્ટ અનુભાવમાં આવે છે તેમાંથી બે ટર્મિનલોન જોડાપણ આરો બદલા કાઢવામાં આવે છે. એક ટર્મિનલ ફ્રેન્દિન (D) અને બીજી ટર્મિનલ સોર્સ (S) તરીકે આપ્યાં છે.

⇒ સોર્સ કારા સાલિયામાં મેન્ઝોરિટી વાયકો દાખલ થાય છે અને ફ્રેન્દિન કારા બદલા નીકળો છે. કૃષ્ણાત્ પ્રવાહ ફ્રેન્દિનથી સોર્સ તરફ વાણે છે.

- ⇒ N-પ્રકારના સિલિકોન બાબતની વધું પડ્યું દોષીંગ દરાવતું  
 P-પ્રકારનું સ્ટર ડીફ્રેન્ચનાં રીતથી અનોન્નામાં આવે છે.  
 અને બાજુના આ પ્રકારના સ્ટરોને આંતરિક રીતે જોડી તો માંથી  
 એક સામાન્ય ટર્મિનલ અનોન્નામાં આવે છે જેને ગોડ (G)  
 કહે છે. જેને સોર્સની સાપેક્ષી આજું વાંદેંઝ અનોન્નામાં આવે  
 છે. અણીં જે P-N જંકશાનનું નિર્માણ થાયું છે.  
 ⇒ આ પ્રકારના ફ્રીસ્ટેક ડ્રાઇવરને N-ચૈનલ JFET કહે છે.  
 જે આકૃતિ ① અને ② માં દર્શાવેલ છે.



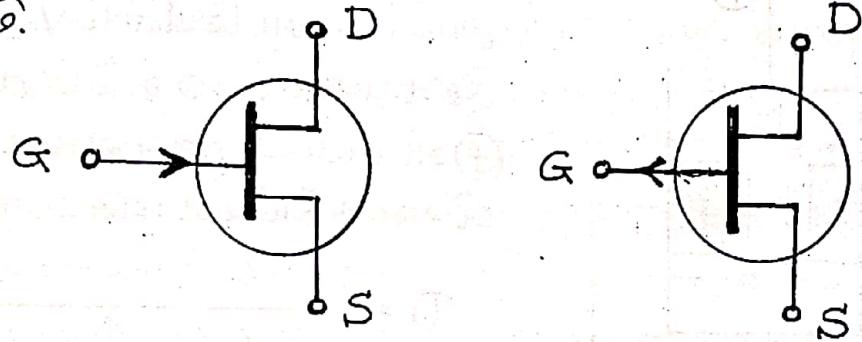
- ⇒ જો P-પ્રકારની સિલિકોન બારદારી N-પ્રકારનું ઝડપ પસાર કરી  
 એ P-N જંકશાન અનોન્નામાં આવે તો તેને P-ચૈનલ JFET  
 કહે છે કુચ્ચો આકૃતિ ③.



આકૃતિ ③ (P-ચૈનલ JFET)

⇒ અહીં ફ્રેઇન અને ગોપની પોલારિટી N-બેનલ કરતાં ઉલ્લેખાયે છે. એ ગોપની વાયા કી જેમાંથી મેળોરિટી વાહકો સેસેચા ફ્રેઇન તરફ વહે છે તેને બેનલ કહે છે.

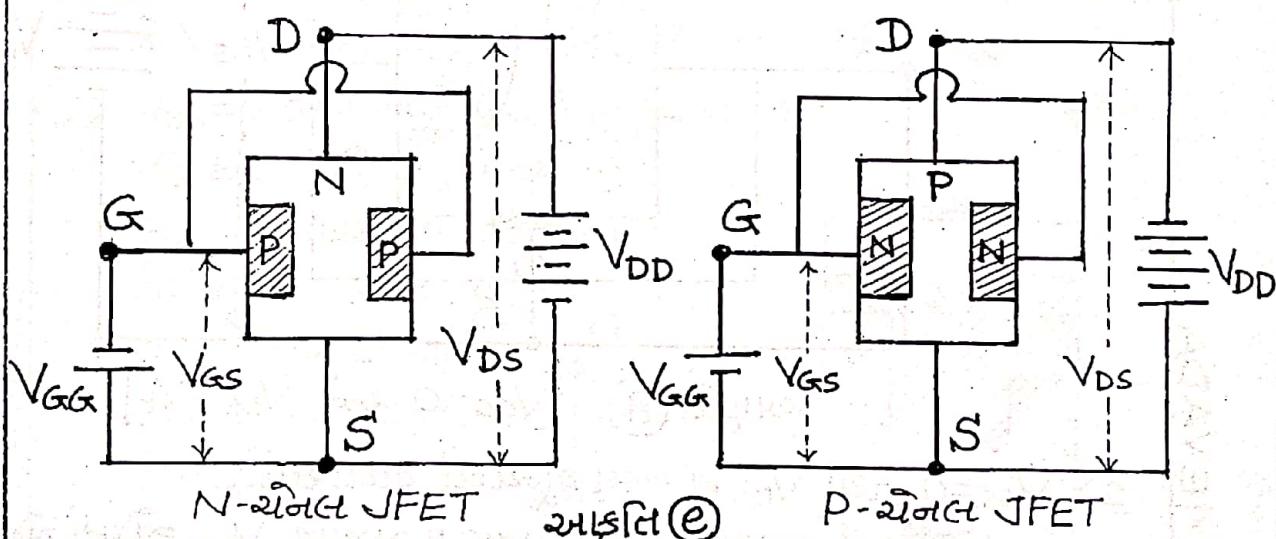
⇒ આને પ્રકારના JFET ની સંરાસ્મો નીચેની આહુતિ (d) આં દર્શાવેલો છે.



N channel JFET  
આહુતિ (d)

P channel JFET

- JFET ની આયસિંગ (પોલારિટી) :-



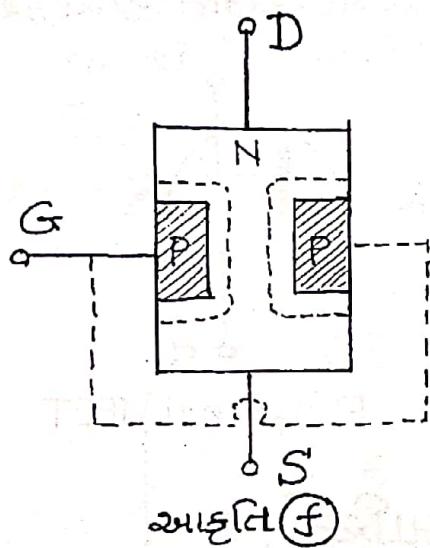
⇒ અહીં ફ્રેઇન અને સોર્સ વાયો ફ્રેન્કાર્ફ બાયસ તથા ગોટાં અને સોર્સ વાયો રિવર્સ બાયસ આપવામાં આવે છે. ફ્રેઇન અને સોર્સ પરસ્પર આંતર ફેરફાર પામી શકે તેમ હોય છે.

- JFET ની કાર્યપદ્ધતિ :-

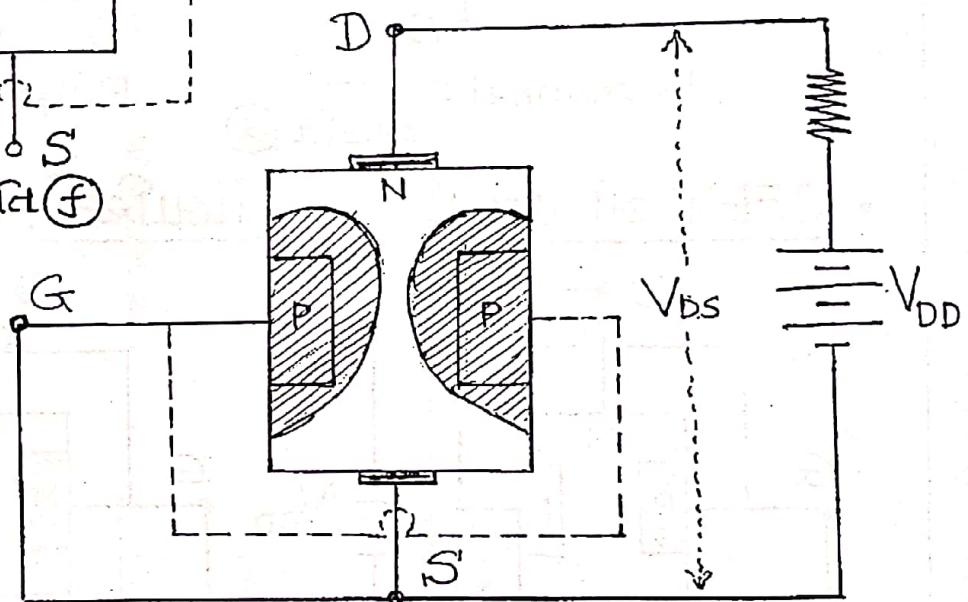
⇒ અહીં N-બેનલ JFET ની કાર્યપદ્ધતિ આપીએન્દું.

⇒ JFET ની કાર્યકૃત કરવા માટે ગોપની હંમેશા રિવર્સ બાયસ આપવામાં આવે છે. તેથી ગોપનીયાળું અન્ય પ્રોફેક્ટરી શરૂઆતી હોય છે.

$\Rightarrow$  N-ઓનલ JFET માં ફ્રેઇનનો સૌસની સપેક્ષે દાન વોલ્ટેજ આપવામાં આવે છે. આમ કરવાથી જુદી જુદી રિશ્યતિમાં JFET ની કામગિયો જોઈશું.



<1> ક્યારે  $V_{GS} = 0$  એન્ડ  $V_{DS} = 0$  હોય  
લ્યારે: એ રિશ્યતિમાં  $V_{DS} = 0$  હોવાથી ફ્રેઇન પ્રવાહ  $I_D = 0$  અને છે ત્યા આણતી  
Ⓐ માં અતાચ્ચા મુજબ સમાન જાડેજવાળા  
બેસમાન કેલેશન વિસ્તાર જોવામણે છે.



આફિટ (B)  $[V_{GS} = 0$  એન્ડ  $V_{DS} = V_P]$

<2>  $V_{GS} = 0$  એન્ડ  $V_{DS}$  નું ખૂલ્યું શુન્યથી વધારતાં...

એ રિશ્યતિમાં આફિટ (B) માં અતાચ્ચા પ્રમાણે  $V_{DD}$  જોડતાં મેળોરીએ  
દાણકો (ઇલેક્ટ્રોનિક્સ) S થી D તરફ વહે છે પરિણામે ઝંકાતી પ્રવાહ  
 $I_D$  એ ફ્રેઇન (D) થી સોર્ટ (S) તરફ વહે છે. હવે ગોડ-સોર્ટ વોલ્ટેજ  
 $V_{GS} = 0$  હોવાથી ઓનલમાં ગોડી ઓનલ રિવર્સ બાયસ મોકલ્યા  
 $V_{DS}$  કરાનો છે. (ઓનલમાં ગોડી ઓનલ રિવર્સ બાયસ =  $|V_{DS}| +$   
 $|V_{GS}|$ ) અહીં ફ્રેઇન છેડા તરફ રિવર્સ બાયસની અસર વધ્યું જોવા  
એને છે તેથી કેલેશન સ્ટર આફિટિમાં અતાચ્ચા પ્રમાણે હુદાર  
આકારણું (Wedge Shaped) હોય છે.

$\Rightarrow$  જ્યારે  $V_{DS}$  નું મુલ્ય દીનો-દીનો શુભ્યથી વધારવામાં આવે છે ત્યારે ફેદીન પ્રવાહ  $I_D$  નું મુલ્ય  $V_{DS}$  માટે સુરેખીય રીતે વધે છે પણી  $I_D$  વધારાના દરમાં દારાડો થાય છે. જ્યારે  $V_{DS} = V_p$  થાય ત્યારે  $I_D$  નું મુલ્ય મહિનમાં બને છે અને તેનું મહિનમાં મુલ્ય  $I_{DSS}$  બને છે અછો. ચૌંલ પિંગસ્ઓફ્ટ થાય છે તેમાં કહેવામાં આવે છે.  $V_{DS}$  નું મુલ્ય  $V_p$  કરતાં લઘુ વધારતાં પિંગ ઓફ્ટ વિસ્તારની લંબાઈ વધતા ચૌંલ અનેદામાં વધારો થાય છે. હવે  $I_D = \frac{V_{DS}}{R_{DS}}$  જેવાં  $R_{DS} = \frac{V}{I}$

$\Rightarrow V_{DS}$  વધતા ચૌંલના આડછેના કોર્ટિકલમાં દારાડો થાય છે.  $V_{DS} = V_p$  આગામી આ કોર્ટિકલ લઘુતમાં બને છે પરિપ્રાબે ચૌંલ પિંગસ્ઓફ્ટ થાય છે અને પ્રવાહ મહિનમાં બને છે.  $V_{DS}$  નું મુલ્ય  $V_p$  કરતાં વધારતાં  $V_{DS}$  માં થાય દરમાં વધારો જે રીતો ક વધારો  $R_{DS}$  માં થાય છે પરિપ્રાબે પ્રવાહ  $I_D$  આચળ બને છે ત્યારાં અનુક વોલ્ટેજે  $I_D$  ના મુલ્યમાં એકદમ વધારો થાય છે એટલેકે આ વોલ્ટેજે બ્લેકડાઉન થાય છે આ વોલ્ટેજે ને  $V_{BO}$  એ દર્શાવવામાં આવે છે.

<3>  $V_{DS} = 0$  હોય અને  $V_{GS}$  નું મુલ્ય દારાડતાં...

$$V_{DS} = 0 \text{ રાખી } V_{GS} \text{ ને લઘુ રજૂના$$

બનાવતાં (દારાડતાં) ચૌંલમાં

ડૈલેશન સ્ટર વિસ્તાર

વધતો જાય છે અને

ચૌંલ વિનદ્ય દારતી

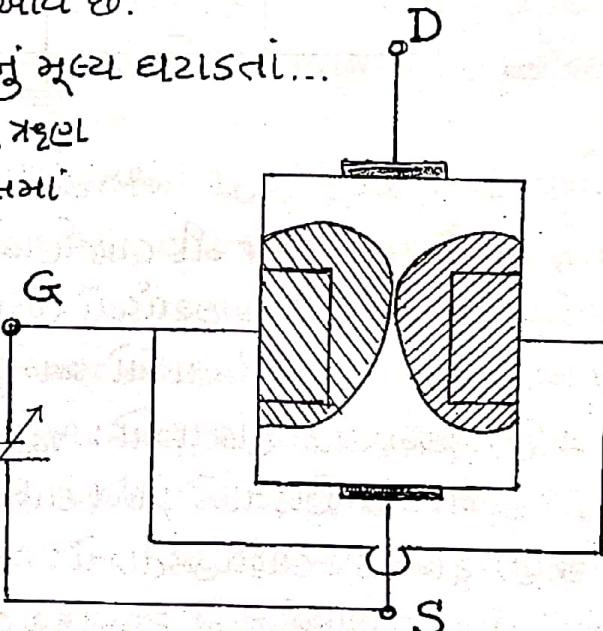
જાય છે જ્યારે

$$V_{GS} = V_{GS(\text{off})}$$

થાય છે ત્યારે બને

ડૈલેશન સ્ટર એકલોજી

ને અડકે છે પરિપ્રાબે



$$\text{આનુભૂતિ (h)} \quad \begin{cases} V_{DS} = 0 \text{ રાખી } V_{GS} = V_{GS(\text{off})} \\ I_D = 0 \end{cases}$$

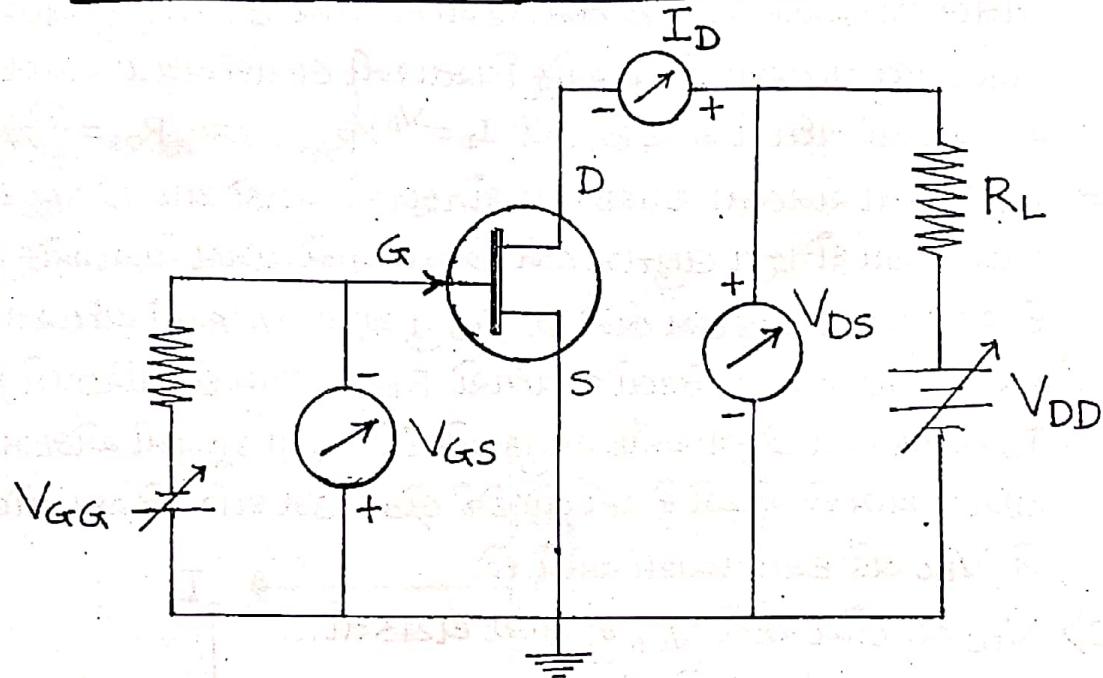
ચૌંલ બંધ થઈ જતાં ફેદીન પ્રવાહ  $I_D$  શુભ્ય બને છે. આ વોલ્ટેજે ને કર ઓફ્ટ વોલ્ટેજ પછી કહે છે.

<4>  $V_{GS}$  નું મુલ્ય રજૂના હોય અને  $V_{DS}$  શુભ્યથી વધારતાં...

$$V_{GS} \text{ નું મુલ્ય લઘુ રજૂના બનાવવામાં આવે અને } V_{DS} \text{ નું મુલ્ય }$$

શુન્યાધી વદારવામાં આવે તો  $I_D \rightarrow V_{DS}$  ની લાક્ષીણીકરાતી મુશ્કે  
(૨) માં દર્શાવ્યા મુજબ જ અને છે પરંતુ પિંડ આંદો વોલ્ટેજ  $V_P$   
અને ભ્રીકારિન વોલ્ટેજ  $V_{BO}$  ના મુખ્યમાં ઘરાડો થાય છે.

### • JFET ની સ્થિતા લાક્ષીણીકરાયો :-



આકૃતિ (i)

⇒ N-બેનલ JFET ની લાક્ષીણીકરાયો એવાવા માટેનો પરિપથ હૈએ.  
ની આકૃતિ (i) માં દર્શાવ્યો છે. લાક્ષીણીકરાયો જે પ્રકારની અને છે:

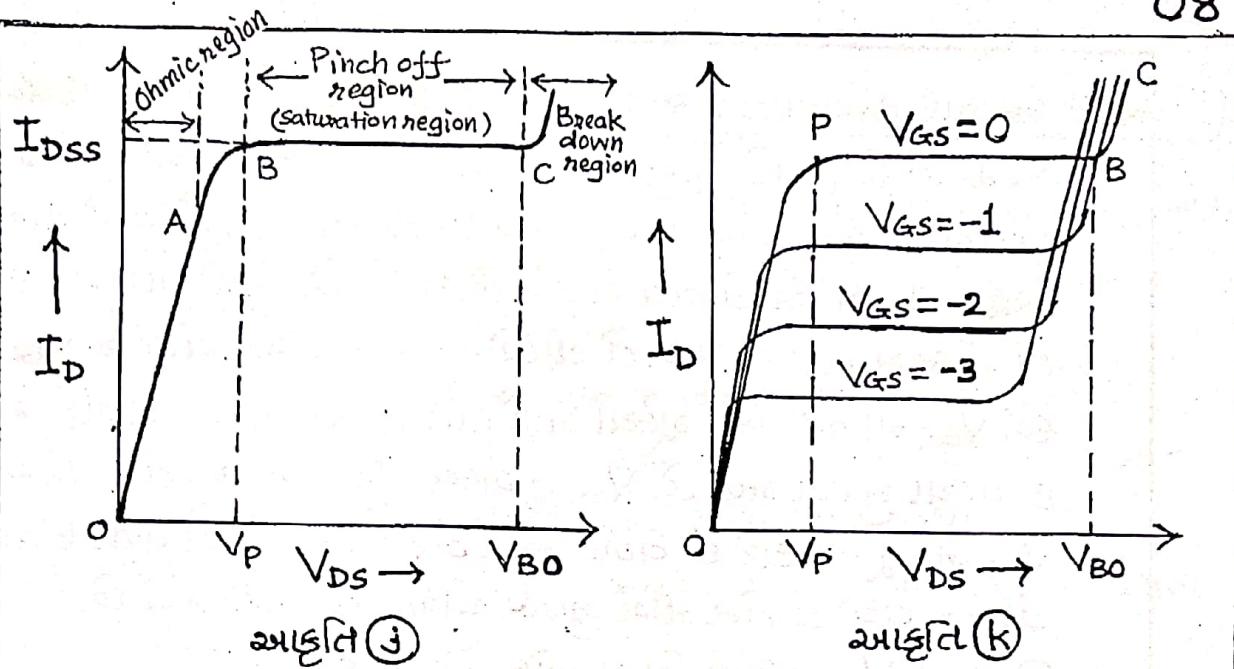
(ા) ફ્રેદિન લાક્ષીણીકરાયો અને (ાં) ડ્રાન્સફર લાક્ષીણીકરાયો.

⇒ (ા) ફ્રેદિન લાક્ષીણીકરાયો:  $V_{GS}$  ના કુદા-કુદા મુખ્યો માટે  $I_D \rightarrow V_{DS}$   
ની લાક્ષીણીકરાને ફ્રેદિન લાક્ષીણીકરાતી કહે છે.

⇒ (ાં) ડ્રાન્સફર લાક્ષીણીકરાયો:  $V_{DS}$  ના કુદા-કુદા મુખ્યો માટે  $I_D \rightarrow V_{GS}$   
ની લાક્ષીણીકરાને ડ્રાન્સફર લાક્ષીણીકરાતી કહે છે.

ફ્રેદિન લાક્ષીણીકરાયો: ( $V_{GS} = 0$  સાથે)

⇒  $V_{GS}$  ના કુદા-કુદા મુખ્યો માટે  $I_D \rightarrow V_{DS}$  ની લાક્ષીણીકરાયો  
આકૃતિ (j) અને (k) માં દર્શાવ્યા મુજબ અને છે. આકૃતિમાં અતાવા  
મુજબ  $V_{GS} = 0$  રાખી  $I_D \rightarrow V_{DS}$  ની લાક્ષીણીકરાતી દોરતાં ટેમાં  
આર દિલાગ જોવાની અને છે.



(i) ઓષ્ઠમીક વિલાગ (OA)      (ii) દફ (Curve AB)

(iii) પિન્ચ ઓષ્ટ વિલાગ (BC)      (iv) બ્રેકડાઉન વિલાગ (C થા ત્રિજ)

(i) ઓષ્ઠમીક વિલાગ (OA):  $V_{GS}$  જાણી નાના મુલ્યો આંદો જેમણે એ  $V_{DS}$  વધે તો એ  $I_D$  રેખીય રીતે વધે છે એટલે કે તો ઓષ્ઠમના નિયમનો અનુસરે છે આં એ વિસ્તારમાં તો એક અવરોધ તરીકે વતો છે આણી પોઇન્ટ A ને knee કહે છે.

(ii) દફ (Curve AB): આ વિલાગમાં  $I_D$  નું મુલ્ય વારસ બર્ગના નિયમ મુજબ વધે છે એટલે કે  $V_{DS}$  વધતાં  $I_D$  આં થતો વધારોદારતો જાય છે અને છીંદી એ વધારો શુન્ય બનતાં  $I_D$  અચાપ બને છે (નિંદુ B આગામી). આ નિંદુ પાસે ઘોનલ ક્રોન્ક્રોલ લઘુતમ બને છે આ નિંદુ આગામના લોફેજને પિન્ચ ઓષ્ટ વોલ્ટેજ ( $V_p$ ) કહે છે.

(iii) પિન્ચ ઓષ્ટ વિલાગ: આ વિલાગમાં  $I_D$  નું મુલ્ય  $V_{DS}$  થી સ્પતાત્ર બને છે એટલે કે  $V_{DS}$  વધતાં  $I_D$  નું મુલ્ય અચાપ રહે છે.  $V_{DS}$  વધતાં ટેના વધારા જેટલો જ વધારો ઘોનલ અવરોધમાં થતાં  $I_D$  અચાપ રહે છે. આ અચાપ મુલ્ય  $I_{DSS}$  એ દર્શાવાય છે.  $I_D$  નું સમીકરણ નીચો મુજબ મળો છે કેને સોટકી સમીકરણ તરીકે ઓળખવાનાં આવે છે:

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right)^2$$

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(\text{off})}} \right)^2 \quad [\because V_p = V_{GS(\text{off})}]$$

(iv) ફ્રીકડાઉન વિભાગ : જ્યારે લિંગુ C થી ઉપર  $V_{DS}$  નું ઝૂલ્ય વધારવા માં આવે છે હ્યારે  $I_D$  નું ઝૂલ્ય એકદમ વધી જાય છે આ વોટેજે એવેટાંત્રય ફ્રીકડાઉન થાય છે આ વિભાગમાં  $V_{DS}$  માં થતો નાનો કેરક્ષાર  $I_D$  માં ઓટો વધારો કરે છે. જે વોટેજે માટે અચાનક પ્રવાહ માં એકદમ વધારો થાય તે વોટેજેને ફ્રીકડાઉન વોટેજ  $V_{BO}$  કહે છે.  $V_{GS}$  ના જુદા-જુદા ઝૂલ્યો માટે લાક્ષણિકતાઓ આણુંટિ (k) માં ઉશરાંચા મુજબ મળે છે.  $V_{GS}$  નું ઝૂલ્ય વધું રહેણું જને તેમ  $V_P$  અને  $V_{BO}$  ના ઝૂલ્યો દરે છે. વળી જુદા ગોર બાયસ (-ve gate bias) વોટેજ વધે છે તેમ નીચે મુજબ પરિણામો જોવા મળે છે.

- ① જુદા  $V_{GS}$  વધતાં પિણ્યાઓનું વોટેજ દરે છે.
- ② ફ્રીકડાઉન માટે ફ્રેઇન-સોર્સ વોટેજ  $V_{DS}$  નું ઝૂલ્ય દરે છે.
- ③  $V_{GS} = 0$  થી આંદોલા ઝૂલ્ય માટે ફ્રેઇન પ્રવાહ  $I_D$  સંતૃપ્ત (saturate) થાય છે.

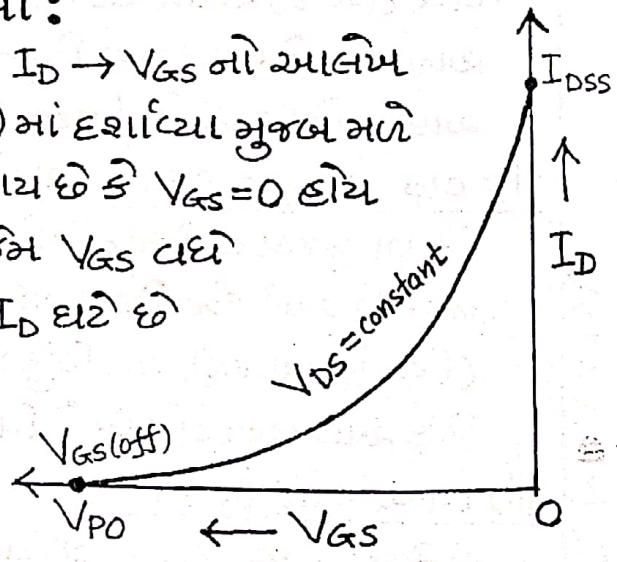
### દ્રાન્સફર લાક્ષણિકતાઓ :

$\Rightarrow V_{DS}$  નું ઝૂલ્ય અચાનક રાખી  $I_D \rightarrow V_{GS}$  ની આલોચના દોરતાં તો બાજુની આણુંટિ (l) માં ઉશરાંચા મુજબ મળે છે. આલોચના પરથી કોઈ શક્યાચ છે કે  $V_{GS} = 0$  હોય હ્યારે  $I_D = I_{DSS}$  થાય છે જેમ કે  $V_{GS}$  વધે (વધું જુદા જને) તેમ તેમ  $I_D$  દરે છે અને કોઈ ચોક્કસ  $V_{GS}$  ના ઝૂલ્ય માટે  $I_D = 0$  મળે છે.

$\Rightarrow V_{GS}$  ના જુદા ઝૂલ્ય માટે  $I_D$  શૂન્ય જને છે, તેને કરાઓનું વોટેજ  $V_{GS(off)}$  અથવા  $V_P$  કહે છે. સામાન્ય રીતે  $|V_{GS(off)}| = |V_P|$  હોય છે હ્યારે પિણ્યા આંદોલેજ લાક્ષણિકતા નીચેના સર્વીકરણને અનુસરે છે.

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2 \quad I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right)^2$$

$$\therefore V_{GS} = V_{GS(off)} \left[ 1 - \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}} \right]$$



આણુંટિ (l)

Scanned with CamScanner

## • JFET ના ફિચર્સ (Advantages / Uses ઉપયોગો):

⇒ JFET ની રચનામાં ઇનપુટ વોલ્ટેજ ક્રારા આઉટપુટ પ્રવાહનું નિયંત્રણ થાય છે, એટલે કે તે વોલ્ટેજ કંટ્રોલ (ઓપરેટેડ) રચના છે જેના ફિચર્સ નીચે પ્રમાણેના છે

- (1) તેનો ઇનપુટ ઇમ્પોદન્સ ખૂબ જ ઊંચો હોય છે ( $10^2 \text{ M}\Omega$ ).
- (2) તેની કામગિયારી મેળોરીટી વાહકો પર આધારિત છે અને તેમાં રાન્ડિઝસ્ટર કોવો વોલ્ફાર્ન (Noise) જોવા અપાતો નથી.
- (3) JFET ની સાઈડ નાની છે, આયુધ્ય વધુ છે તથા તેની કાર્યક્ષમતા ઊંચી છે.
- (4) બલ્યુજ ઊંચો પાવરગોઇન દરાવે છે. (વધુ સ્ટેજની જરૂર પડતી નથી)
- (5) ટ્રાંસમાનનો -ve coefficient દરાવે છે, એટલે કે તેની ઊંચા સ્થિરતા વધુ છે.
- (6) આવૃત્તિ પ્રતિલાલી (frequency response) ઊંચો છે.
- (7) વિકિરણનો સામેની પ્રતિકારક શક્તિ સારી છે.

## • માર્ગદારીઓ :-

- (1) Gain Bandwidth product ઓછી અને છે.
- (2) તેનો ઉપયોગ કરવામાં નુકશાન થવાની સંભાવના રહેલી છે.

## • JFET ના પ્રાચ્યાલો (Parameters of JFET) :-

⇒ તેના મુશ્કેલી પ્રાચ્યાલો છે : (1) એ.સી. ફ્રેન્ન અવરોધ (R<sub>d</sub>)  
(2) ટ્રાન્સકન્ડક્ટન્સ (g<sub>m</sub>) (3) એમિલ્ફ્રીક્શન ફેક્ટર (M)

### (1) એ.સી. ફ્રેન્ન અવરોધ (Drain Resistance) (R<sub>d</sub>):

⇒ એસી ફ્રેન્ન અને સોર્ટ્સ વાનોનો એ.સી. અવરોધ છે જ્યારે તે પિંગ એન્ફ્રિબિલાગમાં કાર્ય કરે છે ત્યારે તે નીચે મુજબ વ્યાખ્યાયિત થાય છે.

⇒ જ્યારે V<sub>GS</sub> અનુભૂતી ત્યારે ફ્રેન્ન અને સોર્ટ્સ વાનોના વોલ્ટેજમાં થતાં ફેર્ફાર અને ફ્રેન્ન પ્રવાહમાં ફેર્ફારના ગુણોનારને એ.સી. ફ્રેન્ન અવરોધ રીડ કહે છે.

$$R_d = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_D}, \quad V_{GS} \text{ constant}$$

$\Rightarrow$  નેત્રનો એકમ ઓછી તૈનાં શુદ્ધ જ ઓફ્સ્ટ લોગ છે. (15 k $\Omega$  to 1 M $\Omega$ )

### (2) ડેઝસકન્ડકરન્સી (g<sub>m</sub>):

$\Rightarrow$  ક્યારે V<sub>DS</sub> અન્યાં હોય ત્યારે ફ્રેન્ચ પ્રવાહમાં થતી ક્રેસ્ટારને ગોર્ટ - સોર્સ વોલ્ટેજમાં થતી ક્રેસ્ટારના ગુણોત્તરને ડેઝસકન્ડકરન્સી g<sub>m</sub> કહી છે.

$$g_m = \frac{\Delta I_d}{\Delta V_{GS}}, \quad V_{DS} \text{ constant}$$

$\Rightarrow$  તેનો એકમ (mA/V or micro mho) (અથવા) માદ્દી (mho) (T) થાંડા

$\Rightarrow$  g<sub>m</sub> નું સમીકરણ નીચો મુજબ મળી છે.

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$\therefore \frac{dI_D}{dV_{GS}} = 2I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right) \left(-\frac{1}{V_P}\right)$$

$$\therefore g_m = \frac{-2I_{DSS}}{V_P} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)$$

$$\text{પરંતુ } V_{GS} = 0 \text{ અનીંત } g_m = g_{m0} \quad \therefore g_{m0} = -\frac{2I_{DSS}}{V_P}$$

$$\therefore g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)$$

### (3) એમિલફ્રોક્ષેન્સ ફુક્ટર (m):

$\Rightarrow$  ક્યારે I<sub>D</sub> અન્યાં હોય ત્યારે ફ્રેન્ચ - સોર્સ વોલ્ટેજના વોલ્ટેજમાં, થતી ક્રેસ્ટાર અને ગોર્ટ - સોર્સ વોલ્ટેજના વોલ્ટેજમાં થતી ક્રેસ્ટારના ગુણોત્તરને એમિલફ્રોક્ષેન્સ ફુક્ટર m કહી છે.

$$m = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta V_{GS}}, \quad I_D \text{ અન્યાં}$$

$$\therefore m = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_D} \times \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}}$$

$$\therefore m = R_d \times g_m$$

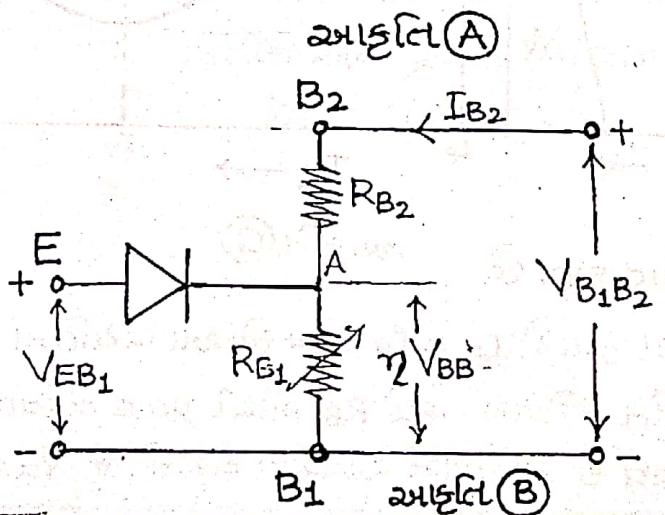
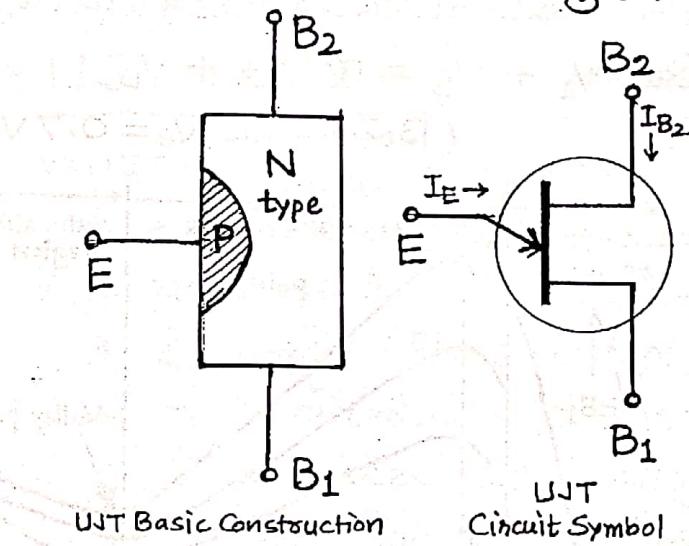
$\Rightarrow$  આમ, એમિલફ્રોક્ષેન્સ ફુક્ટર m ફ્રેન્ચ અવરોધ અને ડેઝસકન્ડકરન્સી ની ગુણાકાર અરાધી થાય છે.

## \* UniJunction Transistor (UJT) ગ્રંથ

(એક જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર)

⇒ UJT પણ ત્રાન્ઝિસ્ટર દરાવતી રૂચના છે. તેમાં એક જ પ-ન જંકશન હોવાથી તેનો એક (Uni) જંકશન ટ્રાન્ઝિસ્ટર કહે છે. તે આજું અવરોધી લાક્ષિત્રિકતા દરાવે છે. જેના લોધી તેનો ઉપયોગ રાદીમાં અને દોલક પરિપથમાં થાય છે.

⇒ નીચેની આહૃત (A) માં તેની રૂચના અને સંસા દર્શાવ્યો છે તેની રૂચનામાં એક ઓછા ડોપિંગબાળો સિલિકોન બાર લઈ તેમાંથી જો ટર્મિનલ્સ બેદ્જ-2 અને બેદ્જ-1 બાદર કાઢવામાં આવે છે. તેમાં બેદ્જ-2 ની નજીકમાં લાયારે પડતું ડોપિંગ દરાવતું P-પ્રકાર નું ફ્રેન્ચ પસાર કરી ગોળો ટર્મિનલ એમિટર બનાવવામાં આવે છે. આ રીતે એક P-N જંકશનનું નિર્માણ થાય છે.



⇒ બાજુની આહૃત (A) માં દર્શાવેલું UJT નો સખતુલ્ય કાયોડ પરિપથ આહૃત (B) માં દર્શાવ્યો છે (જેને ડાયુ બેદ્જ કાયોડ પણ કહે છે)

⇒ સખતુલ્ય પરિપથમાં દર્શાવ્યા મુજબ એમિટર ટર્મિનલ (E) ખૂલ્લો રાખ્યો બેદ્જ બેદ્જ B<sub>2</sub>-B<sub>1</sub> ક્રિયે V<sub>BB</sub> વાલેંટે લગાડતાં આપણે બેદ્જ અવરોધ (R<sub>BB</sub>) જે ફિલાગું R<sub>B2</sub> અને R<sub>B1</sub> માં કલેંચાય છે

$$R_{BB} = R_{B2} + R_{B1}$$

⇒ અહીં A પોંદેં એવી રીતે લોવામાં આવે છે કે જેથી

$R_{B_1} > R_{B_2}$  હ્યારે  $B_2 B_1$  વોલ્ટેજ  $V_{BB}$  નોંધે લગતામાં આવે છે, હ્યારે  $R_{B_1}$  માંગળ અનતો વોલ્ટેજ  $V_1$  હોય તો  $V_1 = I_B R_{B_1}$  થાય

$$\text{પરંતુ } I_B = \frac{V_{BB}}{R_{B_1} + R_{B_2}} \quad \therefore V_1 = \left( \frac{R_{B_1}}{R_{B_1} + R_{B_2}} \right) V_{BB} \quad \boxed{1}$$

$$\therefore V_1 = \eta V_{BB}$$

$$I_{B_2} = \frac{V_{BB}}{R_{BB}} \quad R_{BB} = R_{B_1} + R_{B_2}$$

$$\text{હ્યારે } \eta = \frac{R_{B_1}}{R_{B_1} + R_{B_2}} = \frac{V_1}{V_{BB}} \quad \boxed{2}$$

⇒ સબી. ② માં અનતો ગુણોત્તરનો ( $\eta$ ) ખાતર રૂપે આદ્યુત્ત ગુણોત્તર કહે શકે છે.

⇒ હ્યારે  $V_{BB}$  બેઠરી ચાલુ કરવામાં આવે છે, હ્યારે  $V_1$  જીલો વોલ્ટેજ  $R_{B_1}$  માંગળ અનો છે. જે જંકશાનને રિવર્સ બાયસ પૂરો પાડે છે જો  $V_B$  એ P-N જંકશાનનો બોરિયાર વોલ્ટેજ હોય તો કુટ રિવર્સ બાયસ વોલ્ટેજ  $V_1 + V_B = \eta V_{BB} + V_B$

⇒ હવે હ્યારે એમિટેન્સ (Emissivity)  $V_B = 0.7 V$

દાન વોલ્ટેજ  $V_{EB_1}$  આપવામાં આવે છે)

હ્યારે હ્યારે સુધી  $V_{EB_1}$

નું હુદ્દા  $V_1 + V_B = V_p$

કરતાં આદ્યુત્ત છશો હ્યારે

સુધી દાયોડ રિવર્સ

બાયસ રહે છે, પરંતુ

$V_{EB_1} > V_p$  થાય છે

હ્યારે દાયોડ કોરદ્યાં

બાયસ થતો તોમણી

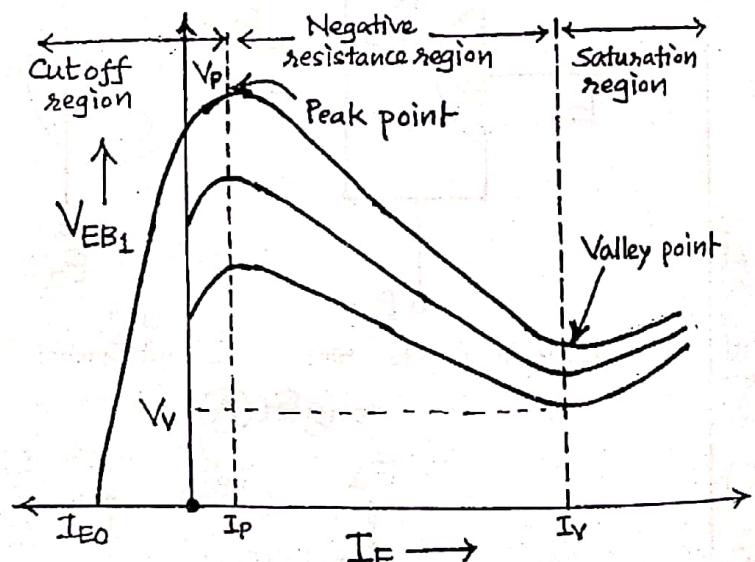
પ્રવાહ વહેલાની રાઝઆત થાય છે.

આનુભૂતિ  $\textcircled{G}$

આમ  $V_{EB_1} > V_p$  થાય હ્યારે  $I_E = I_p$  થાય છે જો સ્થિતિમાં PJT

ચાલુ (ON) થાય છે, તેમ કહેવાયારે. હવે  $R_{B_1}$  માંથી પ્રવાહ વહેલાં

$R_{B_1}$  માં રહેલ વાહકોવધો પરિણામો અવરોધ થાય છે. જે  $V_E$  નાં



મુલ્યમાં દરાડો કરે છે અને લઘુત્તમ વોલ્ટેજ  $V_V$  મળે છે. ત્યારબાદ લાક્ષણીકતા સામાન્ય દાયોડ જેવી મળે છે. આજ લાક્ષણીકતામાં ગુણ અવરોધવાળો પ્રદેશ મળે છે જે આહૃતિ (G) માં દર્શાવેલે છે.

⇒ આહૃતિ (G) માં બતાવ્યા મુજબ  $V_{EB_1} < V_p$  હોય ત્યારે એંગ્ઝ પ્રદાન કર્યાન્ય મળે છે.  $V_{EB_1} > V_p$  થાણે ત્યારે  $R_{B_1}$  દરારાં  $V_{EB_1}$  માં દરાડો થાય છે અને Valley point ( $V_v$ ) મળે છે. પરિણામે ગુણ અવરોધ પ્રદેશ મળે છે.

⇒ UJT નો એક ખાસ ગુણધર્મ એ છે કે તૈના ગુણ ટર્મિનલ્સમાંથી કોઈપણ ટર્મિનલ આગામા માર્ગદર્શિકા ના લાભ ના કરી શકાય છે. UJT ને ટ્રીપાર કરી શકાય છે.

UJT લાક્ષણીકતાઓ (UJT characteristics): આ લાક્ષણીકતા એવી  $V_{EB_1} \rightarrow I_E$  ના ગ્રાફથી મળે છે આહૃતિ (G) માં  $V_{B_1B_2}$  ના કુદાનું મુલ્યો આદે આ લાક્ષણીકતાઓ દર્શાવેલે છે.

### • UJT ના ઉપયોગો (Applications of UJT):-

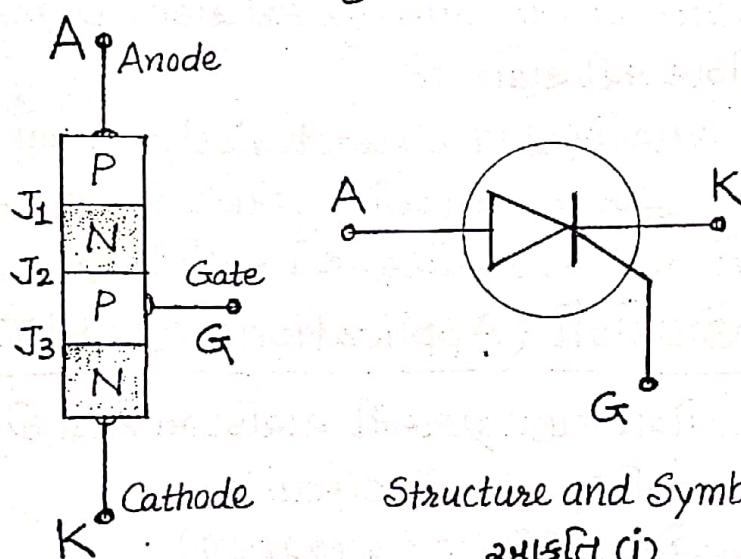
⇒ UJT ના ઉપયોગો દાખા પ્રકારની સરકિટમાં થાય છે જેમકી,

1. ટાઇમિંગ સરકિટ (Timing circuits)
2. પલ્સ જનરેશન (Pulse generation)
3. ફેફ કન્ટ્રોલ (Phase control)
4. સાઇન વેવ જનરેટર (Sine wave generator)
5. સોટ્યુથ જનરેટર (Sawtooth generator)
6. સ્વિચિંગ એક્શન (Switching action)
7. વોલ્ટેજ અને પ્રદાન નિયમન સરકિટ (Voltage and current regulated circuit).

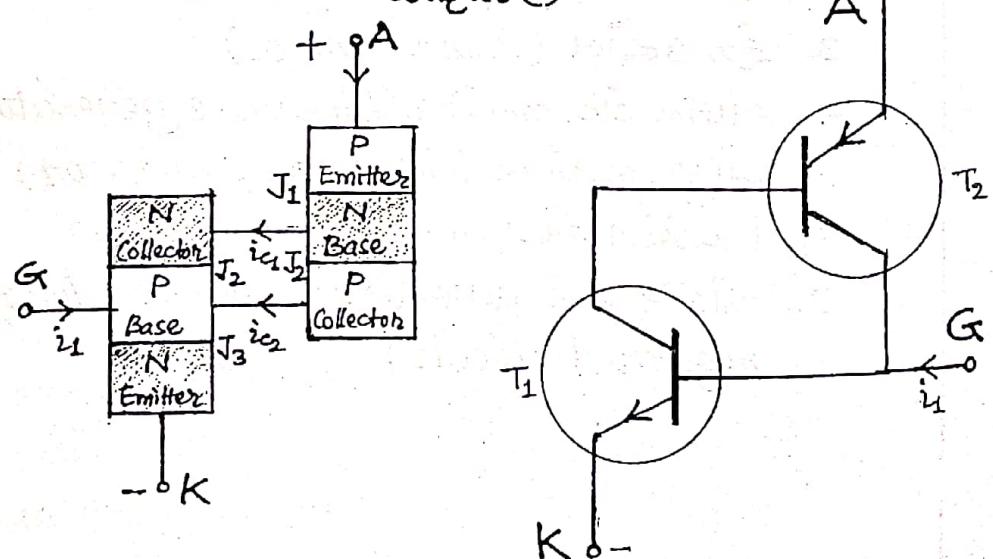
## \* Silicon Controlled Rectifier (SCR) :-

(સિલિકોન કર્બોડિસ રેટિફિયર)

- ⇒ એ દ્વારા એને ડ્ર્યુબને સમતુલ્ય અદિવાલ્ક છે તોંબાં ગળા જંક્શનો  $J_1$ ,  $J_2$  અને  $J_3$  આવેલાં છે. ( $J_1$  અને  $J_3$  દ્વિઘન્દ બાયસમાં કાર્બિન્ટ હોય છે જ્યારે અદિવાલ્ક  $J_2$  જંક્શન દ્વિઘન્દ બાયસમાં કાર્બિન્ટ હોય છે.)
- ⇒ SCRનાં ગળા છીટકાઓ એનોડ A, કિથોડ K અને ગેરી G ટર્નોકી આવાયાં છે જે આકૃતિ (i) માં દર્શાવેલ છે.



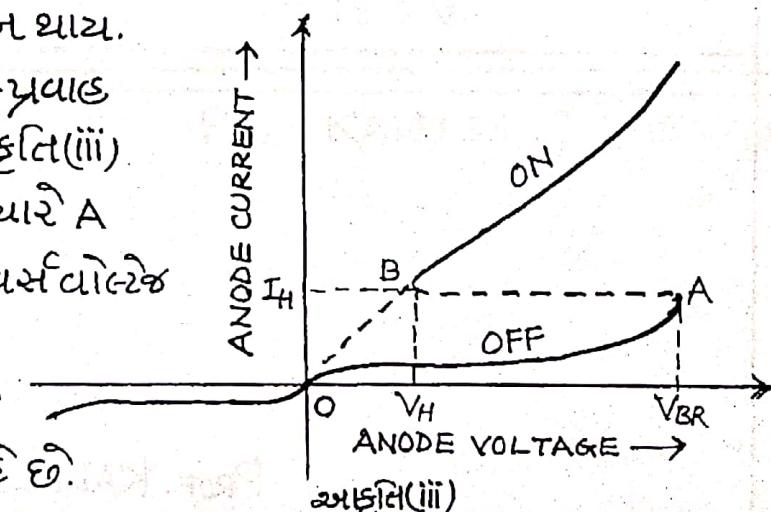
આકૃતિ (i)



આકૃતિ (ii)

- ⇒ SCR ની કાર્યપદ્ધતિને દર્શાનાં લોચા મારે તોંબો એક NPN ડાન્બિક અને એક PNP ડાન્બિક એક પીકા સાથે જોડાયેલાં માની જાતાં છે જે આકૃતિ (ii) માં દર્શાવ્યું છે.

- ⇒ આફુલિ પરથી સ્પેક છોકો જંક્શન જ<sub>2</sub> કલેક્ટર જંક્શન છે જે બંને હોન્ડિન્ગસ્ટરો માટે સામાન્ય છે. જ્યારે જ<sub>1</sub> અને જ<sub>3</sub> આ હોન્ડિન્ગસ્ટરોના એમિટર જંક્શન બનાવે છે.
- ⇒ જ્યાં સુધી જ<sub>2</sub> રિવર્સ ભાવસમાં છે, ત્યાં સુધી પૂરો વિભાગ એનોડ અને કેથોડ વાચો ખૂલ્લા પરિપથના ઝૂપમાં વાતો છે, પરંતુ ગોડ દમાં કરેટ પદ્સ આપતાં, જંક્શન જ<sub>2</sub> ફોર્વાર્ડ ભાવસ સ્થિતિમાં આવે છે અને પૂરો વિભાગ શાર્ટ સાર્કિટ ટરીકી કાર્યકરે છે જેથી એનોડ પ્રવાહ ને લોડ અવરોધ કરા માર્ગાદિત કરી શકાય છે.
- ⇒ જ્યારે કેથોડની સાપેકો A ને +ve વોલ્ટેજ આપવામાં આવે છે ત્યારે પૃથ્વીક એમિટર જંક્શન ફોર્વાર્ડ ભાવસ સ્થિતિમાં જ્યારે જ<sub>2</sub> રિવર્સ ભાવસ સ્થિતિમાં રહે છે તેથી બે પ્રવાહો નોંધું અને નોંધું ખૂલ્લજ નાના ખૂલ્લયના હોય છે એટલો કે તે માત્ર લોકોજ કર્યાયું હોય છે.
- ⇒ જ્યારે ગોટને +ve બનાવીએ, તો ઓરો કલેક્ટર પ્રવાહ નોંધું એ T<sub>1</sub> માંથી પસાર થાય છે આ પ્રવાહ નોંધું એ T<sub>2</sub> માટે લોડ પ્રવાહ છે, તેથી તે T<sub>2</sub> ના કલેક્ટરમાંથી ઓરો પ્રવાહ નોંધું કારણ બને છે. અંતે બંને હોન્ડિન્ગસ્ટરના આંદ્યાંથી વહીન થાય છે જે સંતુષ્ટ સ્થિતિ તરફ લઈ જાય છે.
- ⇒ હવે, બસી ગોટને કાર્ય કરેટ પદ્સ ન આપવામાં આવે તો પણ SCR ત્યાં સુધી સતત કાર્યરત રહેશોકે જ્યાં સુધી એનોડ વોલ્ટેજ ઉત્તાપનામાં ન આવે અથવા એનોડ પ્રવાહ એક વોકસ holding level થી નાનું ન થાય.
- ⇒ SCR ની વોલ્ટેજ-પ્રવાહ લાફ્ટિલિક્ટા આફુલિ(iii).  
આ દર્શાવી છે. જ્યારે A  
અને K વાચો રિવર્સ વોલ્ટેજ  
લાગુ પાડવામાં  
આવે છે તો નાનો  
લોકોજ પ્રવાહ વહે છે.



- ⇒ તેજ રીતે કયારે તે ફોર્સિક નાચસમાં હોય કયારે પણ નાનો લીકેજ પ્રવાહ રહે છે.
- ⇒ જ્યારે ફોર્સિક વોલ્ટેજ વધારવામાં આવે તો ફૂંકડાઉનની સ્થિતિ આવે છે જે SCR ને fire કરે છે. SCR નું firing ગોપનાનું +ve કરું પણ આપીને પણ કરી શકાય છે જેનો ગુરુત્વ એમાં OB એ દર્શાવેલ છે.
- ⇒ SCR કાર્યરત સ્થિતિમાં ત્યાં સુધી રહે છે કે જ્યાં સુધી એનોડ પ્રવાહનું ખૂલ્યું હોલ્ડિંગ પ્રવાહ IH થી વધુ રહે છે, જ્યારે એનોડ પ્રવાહ IH થી ઓછો વધુ જાય છે ત્યારે SCR બંદ (OFF) થઈ જાય છે.

### • SCR ના ઉપયોગો :-

- ⇒ SCR નો ઉપયોગ રિવા તરીકે થાય છે.
- ⇒ વધુ વોલ્ટેજવાળા A.C. અને D.C. પરિયોગમાં પાંચ કંડોડ માટે SCR લાપરાય છે.
- ⇒ D.C. મોટરમાં સ્પીડ કંટ્રોલ તરીકે SCR ઉપયોગી છે.
- ⇒ શાંતિપરંતુ લાદવે, ક્ષલવેવ કે ભૂલ રૈટિફિકાયર માટે પણ SCR નો ઉપયોગ થઈ શકે.

PROF. KALPESH C. MEVADA

Ex.1:- N એન્ટલ JFET આંદો શરીર વિભાગ વિદ્યુત પાત્ર વિસ્તાર અને  $I_{DSS} = 8.7 \text{ mA}$ ,  $V_P = -3 \text{ V}$

દરેક  $V_{GS} = -1 \text{ V}$  હોય તો  $I_D$ ,  $g_{mo}$  અને  $g_m$  કોણો?

Sol<sup>n</sup>:

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2 = (8.7) \left\{ 1 - \frac{(-1)}{(-3)} \right\}^2 = 3.87 \text{ mA}$$

$$g_{mo} = \frac{-2I_{DSS}}{V_P} = \frac{-2 \times 8.7}{-3} = 5.8 \text{ mV}$$

$$g_m = g_{mo} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right) = 5.8 \left( 1 - \frac{(-1)}{(-3)} \right) = 3.87 \text{ mV}$$

Ex.2:- PNPBJT આંદો શરીર વિભાગ અવરોધ 10 kΩ હોય  $R_{B1} = 6 \text{ k}\Omega$  અને

$I_E = 0$  હોય તો  $V_{EB1} < V_P$  હોય ત્યારે  $I_B$  શરીરોધો. ( $V_B = 20 \text{ V}$ ) તથા  $\gamma$  અને  $V_1$  શરીરોધો. ( $V_B = 0.7 \text{ V}$ ).

Sol<sup>n</sup>:  $\Rightarrow$  જો  $V_{EB1} < V_P$  હોય તૂ  $I_E = 0$  થાય

$$\text{હવે } I_B = \frac{V_{BB}}{R_{BB}} = \frac{20}{10 \text{ k}} = 2 \text{ mA}$$

$$\gamma = \frac{R_{B1}}{R_{BB}} = \frac{6 \text{ k}}{10 \text{ k}} = 0.6$$

$$V_1 = \gamma V_{BB} = (0.6)(20) = 12 \text{ V}$$

$$\text{અને કુલ વિવર્સ બાયાસ વોલ્ટેજ} = \gamma V_{BB} + V_B = 12 + 0.7 \\ = 12.7 \text{ V}$$

PROF. KALPESH C. MEVADA