ACMT Group of Colleges

POLYTECHNIC – 2ND YEAR / 4TH SEM

DIPLOMA IN ELECTRICAL ENGG.

ELECTRICAL CIRCUIT ANALYSIS

(ELECRONIC DEVICES AND CIRCUITS)

BY-*ROHIT KUMAR SIR*

(ELECTRICAL CIRCUITS AND ANALYSIS)

ANALOG ELECTRONIC / SOLID STATE DEVICES AND CIRCUITS

- **Basic semiconductor and p-n junction theory**
- **Semiconductor diodes**
- **Bipolar junction transistor**
- **Transistor biasing**
- **Basic transistor circuits**
- **Field effect transistors**

ACMT

UNIT-1
BASIC SEMICONDUCTOR AND PN JUNCTION THEORY

ELECTRONICS

"The branch of engineering that deals with the study of the dynamics and behaviour of the electron"

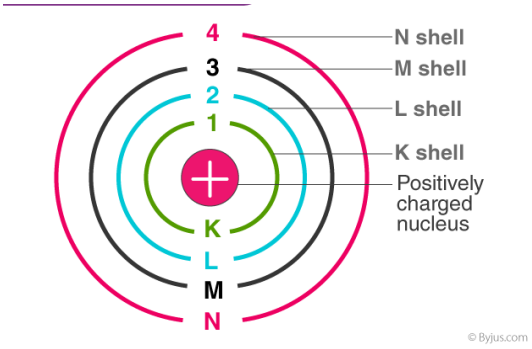
"**इंजीनियरिंग और विज्ञान का क्षेत्र जो इलेक्ट्रॉन की गतिशीलता और व्यवहार के अध्ययन से संबंधित है**"

MODERN TRENDS IN ELECTRONICS

- **1906** में वास्तविक शुरुआत जब वैक्यूम ट्रायोड का आविष्कार किया गया था- **lee De'forest**
- यह **world war 2** तक हावी रहा
- **1948** में, ट्रांजिस्टर का आविष्कार पूरी तरह से बदल गया
- पहली **ic** साठ के दशक में दिखाई दी
- पिछले **20** वर्षों को डिजिटल कंप्यूटरों के आकार और कीमत में कमी के रूप में देखा गया
- इलेक्ट्रॉनिक **voltage ,currents and powers** के **micro** और **mili** रेंज से लेकर, यह किलो और मेगा वोल्ट और एम्पीयर को नियंत्रित करने में सक्षम है

NEIL BOHR'S ATOMIC MODEL

1913 में नील्स बोहर और अर्नेस्ट रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तुत **Bohr model** और **Rutherford–Bohr model**, एक प्रणाली है जिसमें एक छोटा, घना नाभिक होता है जो परिक्रमा करने वाले इलेक्ट्रॉनों से घिरा होता है - सौर मंडल की संरचना के समान, लेकिन इलेक्ट्रोस्टैटिक बलों द्वारा प्रदान किए गए आकर्षण के साथ गुरुत्वाकर्षण के स्थान पर होता है



- एक **shell** में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या=$2n^2$
  - **(n=1,2,3,... : shell** की संख्या**)**
- विशेष **shell** की ऊर्जा;
  - $En=\frac{-13.56}{n^2}$ **eV ;** $e_1<e_2<e_3$
- सबसे बाहरी इलेक्ट्रॉन की संख्या को संयोजकता **valency** कहा जाता है

CONDUCTION IN SOLIDS

- किसी सामग्री की (विद्युत) चालकता दर्शाती है कि सामग्री के माध्यम से कितनी आसानी से आवेश प्रवाहित होंगे। उच्च चालकता वाले पदार्थों को चालक कहा जाता है। ...
- एक इलेक्ट्रॉन केवल एक अनुमत ऊर्जा अवस्था से दूसरे में जाने के द्वारा ही सामग्री के माध्यम से आगे बढ़ सकता है।

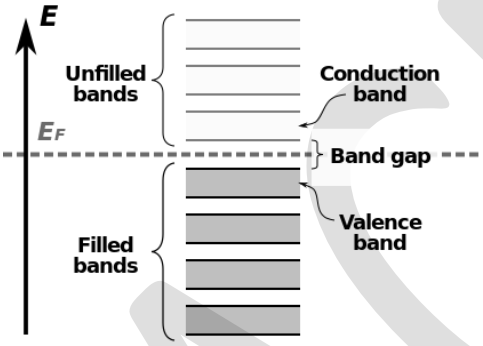
ENERGY BAND IN SOLIDS

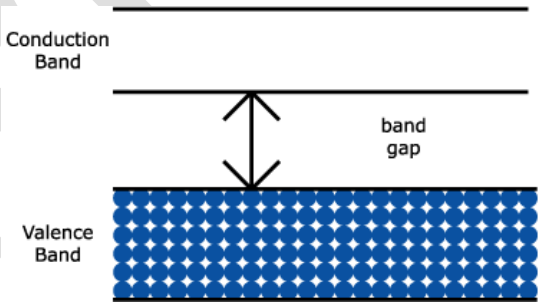
VALENCE BAND

The valence band is the highest range of electron energies in which electrons are normally present at absolute zero temperature, while the conduction band is the lowest range of vacant electronic states.

CONDUCTION BAND

The conduction band is the band of orbitals that are high in energy and are generally empty. In reference to conductivity in semiconductors, it is the band that accepts the electrons from the valence band.





COMPARISON BETWEEN CONDUCTOR, SEMICONDUCTOR AND INSULATOR

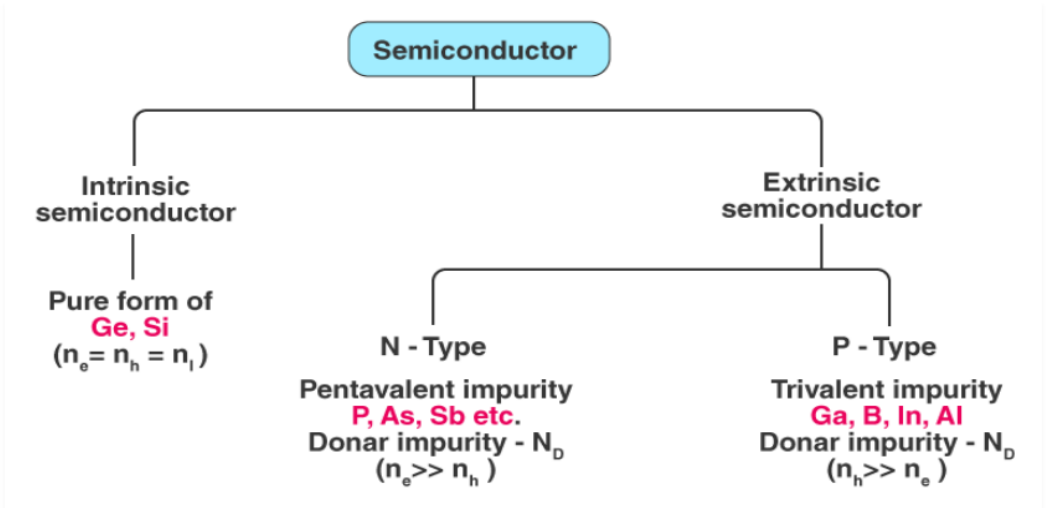
विशेषताएँ Characteristics	चालक, Conductor	अर्धचालक Semiconductor	कुचालक Insulator
1. Conductivity	1. High	1. Moderate	1. Low
2. Resistivity	2. Low	2. Moderate	2. Very high
3. Forbidden gap	3. No forbidden gap	3. Small forbidden gap	3. Large forbidden gap
	4. Positive	4. Negative	

4. Temperature coefficient 5. Conduction 6. Conductivity value 7. Resistivity value 8. Current flow 9. Formation 10. Examples	5. Large number electron for conduction 6. Very high 10^{-7}mho/m 7. Negligible, less than 10^{0-5}hm-m 8. Due to fre electron 9. Metallic bond 10. Copper, aluminium, silver	5. Moderate number of electron for conduction 6. Between conductor and insulator 7. Between conductor and insulator 8. Due to holes and free electron 9. Covalent bond 10. Silicon germanium	4. Negative 5. Very small number of electron for conduction 6. Negligible like 10^{-13} mho/m 7. Very high more than10^{5}ohm – m 8. No current flow 9. Ionic bond 10. Wood, rubber, mica

SEMICONDUCTOR अर्धचालक

सेमीकंडक्टर्स वे **materials** हैं जिनमें कंडक्टर **(**आमतौर पर धातु**)** और गैर-कंडक्टर या इंसुलेटर **(**जैसे सिरेमिक**)** के बीच चालकता होती है।

अर्धचालकों के प्रकार TYPES OF SEMICONDUCTORS

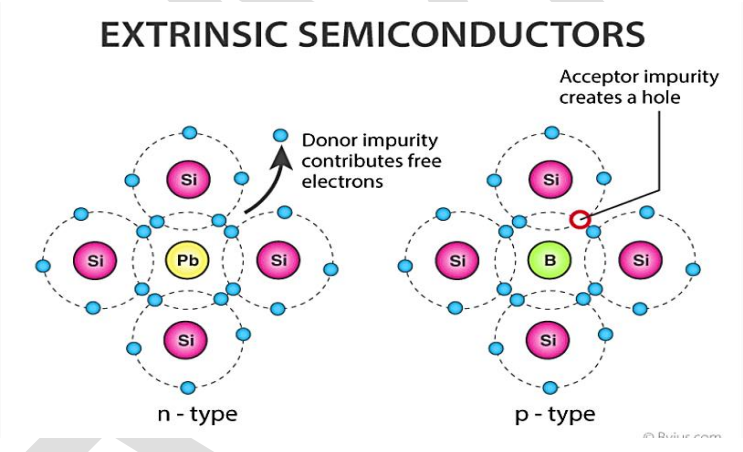


आंतरिक अर्धचालक INTRINSIC SEMICONDUCTOR

- एक आंतरिक (शुद्ध) सेमीकंडक्टर, जिसे अनडॉप्ड सेमीकंडक्टर या आई-टाइप सेमीकंडक्टर भी कहा जाता है,
- एक शुद्ध सेमीकंडक्टर है जिसमें कोई महत्वपूर्ण डोपेंट प्रजाति मौजूद नहीं है। इसलिए आवेश वाहकों की संख्या अशुद्धियों की मात्रा के बजाय सामग्री के गुणों से ही निर्धारित होती है।
- आंतरिक अर्धचालकों में उत्तेजित इलेक्ट्रॉनों की संख्या और छिद्रों की संख्या बराबर होती है: n = p

बाहरी अर्धचालक EXTRINSIC SEMICONDUCTOR

- अर्धचालकों की चालकता में बहुत कम संख्या में उपयुक्त प्रतिस्थापन परमाणुओं को शामिल करके सुधार किया जा सकता है जिन्हें IMPURITIES कहा जाता है।
- शुद्ध अर्धचालक में अशुद्धता परमाणुओं को जोड़ने की प्रक्रिया को डोपिंग कहा जाता है। आमतौर पर, 10^7 में केवल 1 परमाणु को डोप किए गए अर्धचालक में एक डोपेंट परमाणु द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है।



N-TYPE SEMICONDUCTOR

- Mainly due to electrons
- Entirely neutral
- $I = i_h$ and $n_h >> n_e$
- Majority – electrons and minority – holes
- जब एक pure semiconductor (सिलिकॉन या जर्मेनियम) को पेंटावैलेंट अशुद्धता (p, as, sb, bi) द्वारा डोप किया जाता है, तो पांच वैलेंस इलेक्ट्रॉनों में से चार इलेक्ट्रॉन ge या si के चार इलेक्ट्रॉनों के साथ बंध जाते हैं।
- डोपेंट का पाँचवाँ इलेक्ट्रॉन मुक्त हो जाता है। इस प्रकार, अशुद्धता परमाणु जाली में चालन के लिए एक मुक्त इलेक्ट्रॉन दान करता है और इसे "डोनर" कहा जाता है।

- डोपेंट का पाँचवाँ इलेक्ट्रॉन मुक्त हो जाता है। इस प्रकार, अशुद्धता परमाणु चालन के लिए एक मुक्त इलेक्ट्रॉन दान करता है

P-TYPE SEMICONDUCTOR

- Mainly due to holes
- Entirely neutral
- $I = i_h$ and $n_h >> n_e$
- Majority – holes and minority – electrons
- जब एक pure semiconductor (सिलिकॉन या जर्मेनियम) को पेंटावैलेंट अशुद्धता (p, as, sb, bi) द्वारा डोप किया जाता है, तो पांच वैलेंस इलेक्ट्रॉनों में से चार इलेक्ट्रॉन ge या si के चार इलेक्ट्रॉनों के साथ बंध जाते हैं।
- यह अशुद्धता में इलेक्ट्रॉन (छेद) की अनुपस्थिति छोड़ देता है। ये अशुद्धता परमाणु जो बंधित इलेक्ट्रॉनों को स्वीकार करने के लिए तैयार हैं, "acceptor" कहलाते हैं।
- अशुद्धियों की संख्या में वृद्धि के साथ, छिद्र (सकारात्मक आवेश वाहक) बढ़ जाते हैं

MOBILITY

The ability of the charge carrier to move freely and easily.

$N=\mu e$
$M= v/e; m^2/vsec$

आंतरिक अर्धचालक की चालकता CONDUCTIVITY OF INTRINSIC SEMICONDUCTOR

आंतरिक अर्धचालक की चालकता उनके अपने आंतरिक आवेश वाहकों के कारण होती है। दो पड़ोसी परमाणुओं के दो इलेक्ट्रॉनों के बीच संबंध सहसंयोजक है, इसलिए ntp पर, चालन के लिए कोई मुक्त आवेश वाहक नहीं होता है। जब इसे गर्म किया जाता है, तो कुछ सहसंयोजक बंधन गर्मी के कारण टूट जाते हैं और इस प्रकार कुछ इलेक्ट्रॉन चालन के लिए **मुक्त हो जाते हैं।**

$\mathbf{\Sigma_{i=}n_i}$
$\mathbf{N=p=n_i}$
$\mathbf{\Sigma_{i=}n_i q}\ \mu_n + \mathbf{n_i q}\ \mu_n$

बाह्य अर्धचालक की चालकता CONDUCTIVITY OF EXTRINSIC SEMICONDUCTOR

आंतरिक अर्धचालक की चालकता उनके अपने बाहरी आवेश वाहकों के कारण होती है।

For n-type

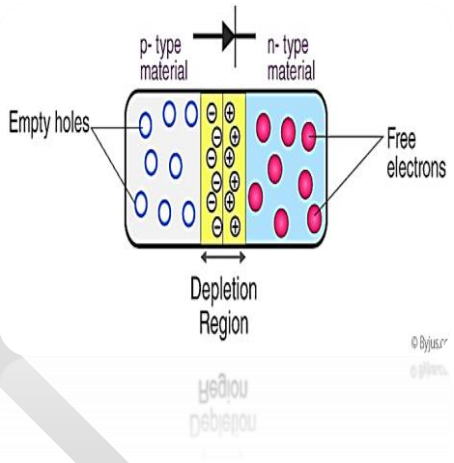
$\mathbf{\Sigma_{n=}nq}\ \mu_n$: $n_d=n$

For p-type

$\mathbf{\Sigma_{p=}pq}\ \mu_p$: $n_a=p$

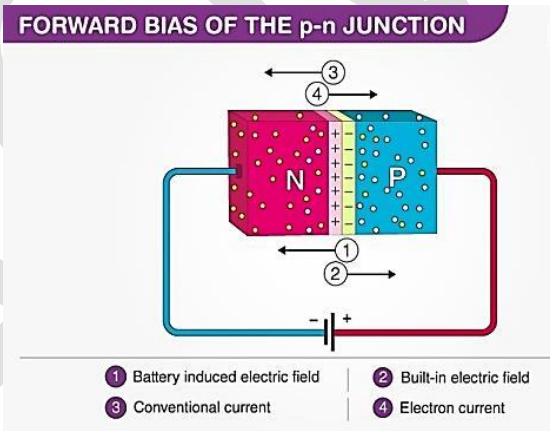
P-N JUNCTION

- एपी-एन जंक्शन अर्धचालक के एक क्रिस्टल के अंदर दो प्रकार की अर्धचालक सामग्री, पी-प्रकार और एन-प्रकार के बीच एक सीमा या इंटरफ़ेस है। "पी" (सकारात्मक) पक्ष में छिद्रों की अधिकता होती है,
- "एन" (नकारात्मक) पक्ष में विद्युत रूप से तटस्थ परमाणुओं के बाहरी गोले में इलेक्ट्रॉनों की अधिकता होती है। यह विद्युत प्रवाह को केवल एक दिशा में जंक्शन से गुजरने की अनुमति देता है।
- पी-एन जंक्शन डोपिंग द्वारा बनाया जाता है, यदि सामग्री के दो अलग-अलग टुकड़ों का उपयोग किया जाता है ।



FORWARD BIASING

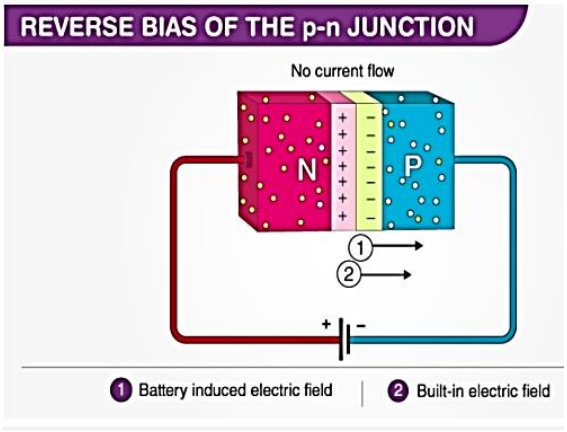
- When the p-type is connected to the positive terminal of the battery and the n-type to the negative terminal then the p-n junction is said to be forward-biased.
- When the p-n junction is forward biased, the built-in electric field at the p-n junction and the applied electric field are in opposite directions
- This results in a less resistive and thinner depletion region.



REVERSE BIASING

- When the p-type is connected to the negative terminal of the battery and the n-type is connected to the positive side then the p-n junction is said to be reverse biased.
- In this case, the built-in electric field and the applied electric field are in the same direction. When the two fields are added, the resultant electric field is in the same direction as the built-in electric field creating a more resistive, thicker depletion region

- The depletion region becomes more resistive and thicker if the applied voltage becomes larger.



CURRENTS IN SEMICONDUCTOR

DIFFUSION CURRENT प्रसार धारा

एक गैर-समान रूप से डोप्ड सेमीकंडक्टर में चार्ज कैरियर उच्च सांद्रता से निम्न सांद्रता क्षेत्र में जाता है और इस वर्तमान को प्रसार धारा कहा जाता है

For n-type

$$Jn = qDn\frac{dn}{dx}$$

Dn=diffusion constant for e⁻

$\frac{dn}{dx}$= concentration gradient

For p-type

$$Jn = -qDp\frac{dp}{dx}$$

Dp=diffusion constant for e^-

$\frac{dp}{dx}$= concentration gradient

DRIFT CURRENT

- जब अर्धचालक पदार्थ पर एक विद्युत क्षेत्र लगाया जाता है, तो आवेश वाहक एक निश्चित बहाव वेग प्राप्त करते हैं।
- आवेश वाहकों की गति का यह संयुक्त प्रभाव एक धारा बनाता है जिसे "बहाव धारा" के रूप में जाना जाता है।

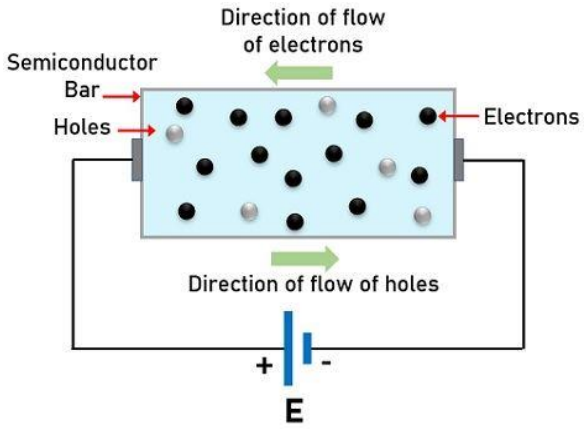
$J = nq\mu$

N-type

$J_n = nq\mu_n$

P-type

$J_p = nq\mu_p$



TOTAL CURRENT

For n-type

$$j_{n=}nq\mu_n + qDn\frac{dn}{dx}$$

For p-type

$$j_{p=}nq\mu_p + (-qDp\frac{dp}{dx})$$

ACMIT

UNIT-2

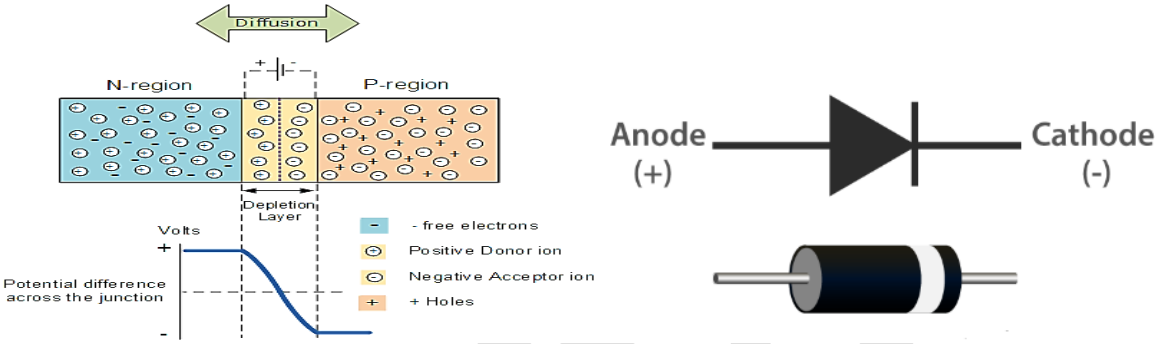
SEMICONDUCTOR DIODE AND ITS APLLICATIONS

DIODE

• डायोड दो टर्मिनल डिवाइस है जिसमें दो इलेक्ट्रोड होते हैं

• सिलिकॉन और जर्मेनियम जैसे अर्धचालकों का उपयोग डायोड का अधिकतम लाभ उठाने के लिए किया जाता है

DIODE SYMBOL



DEPLETION LAYER

• एक अवक्षय क्षेत्र तब बनता है जब इलेक्ट्रॉन और छिद्र कम सांद्रता वाले क्षेत्रों में फैल जाते हैं,

• Charge-less region.

CHARACTERISTICS OF DIODE

The following are the characteristics of the diode:

Forward-biased diode

When the positive terminal of the battery is connected to p-type of material of the diode.

Reverse-biased diode

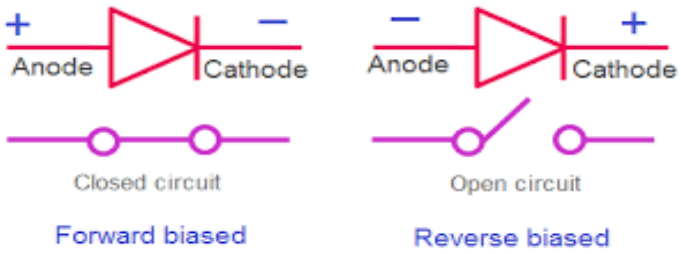
When the negative terminal of the battery is connected to the p-type of material of the diode.

Zero biased diode

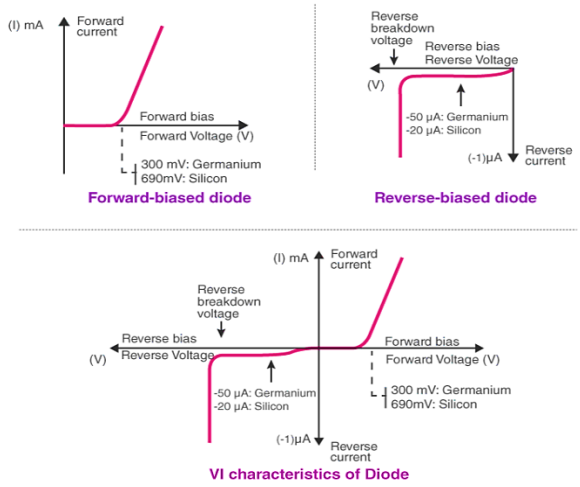
When the diode is zero-biased, the voltage potential across the diode is zero

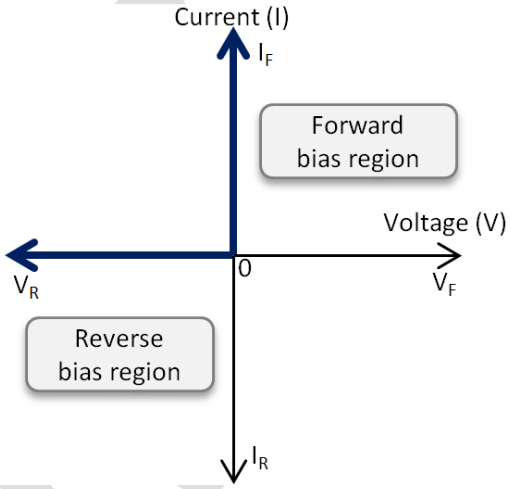
- n प्रकार के अर्धचालक के लिए, आकर्षक बल के कारण इलेक्ट्रॉन p प्रकार के अर्धचालक की ओर गति करता है
- p-type में अर्धचालक छिद्र n-type के इलेक्ट्रॉन की ओर आकर्षित होते हैं, इसलिए पुनर्संयोजन प्रक्रिया होती है और एक परत मुक्त होती है जिसमें केवल acceptor और donor ions मौजूद होते हैं। इस परत को अवक्षय परत (depletion layer) कहते हैं

IDEAL DIODE



CHARACTERISTICS OF IDEA DIODE





THICKNES OF DEPLETION LAYER

$t = \frac{1}{\sqrt{N}}$; N= doping concentration

DIODE CURRENT EQAUATION

$I=I_F+I_R$

$I=I_F+(-I_0)$

$I=I-I_0$

$I=(I_0e^{Vd/nVt} - I0)$

$I=I_0(e^{Vd/nVt} - 1)$

I_0= reverse cureent; minority current
Vd=voltage across diode
n=1 for Ge; n=2 for Si
Vt= volt equivalent to temp

EINSTEIN RELATIONSHIP

$\frac{D}{\mu} = \frac{Dn}{\mu n} = \frac{Dp}{\mu p} = Vt = 26mV \text{ at } 300^0K$

DIODE RESISTANCE

1. Static resistance(DC)

$$Rs=\frac{Vdc}{Idc}$$

2. Dynamic resistance

$$Rd=r=\frac{\partial V}{\partial I}$$

$$g=\frac{\partial I}{\partial V};\quad g=\text{conductance}$$

DIODE CAPACITANCE

1. Transion capacitance (Ct; RB)

$$Ct=\frac{\varepsilon A}{d}$$

$d=\sqrt{Vr}$; alloy type

$d=\sqrt[3]{Vr}$; grown type

2. Diffusion capacitance (Cd; FB)

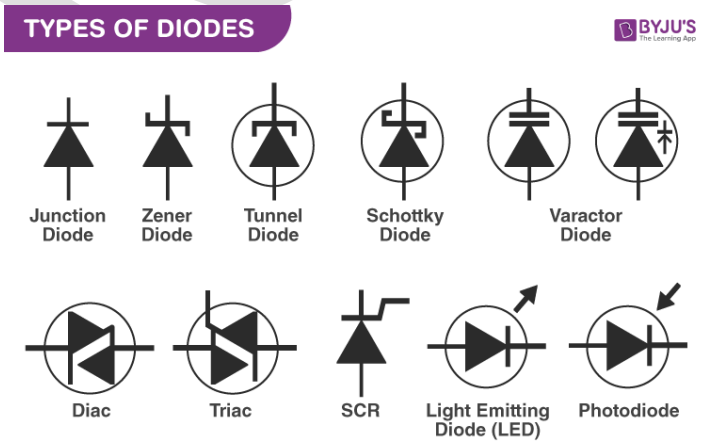
$$Cd=\frac{dQ}{dV}$$

$$Cd=t\frac{dI}{dV}$$

$$Cd=t\frac{I}{nVt}$$

TYPES OF DIODES

1. **Light Emitting Diode**
2. **Laser diode**
3. **Avalanche diode**
4. **Zener diode**
5. **Schottky diode**
6. **Photodiode**
7. **PN junction diode**



LIGHT EMITTING DIODE (LED)

- When an electric current between the electrodes passes through this diode, light is produced.
- light is generated when a sufficient amount of forwarding current passes through it. In many diodes, this light generated is not visible as they are frequency levels that do not allow visibility.
- LEDs are available in different colours. There are tricolour LEDs that can emit three colours at a time. Light colour depends on the energy gap of the semiconductor used.

LASER DIODE

- It is a different type of diode as it produces coherent light. It is highly used in CD drives, DVDs and laser devices.
- These are costly when compared to LEDs and are cheaper when compared to other laser generators. Limited life is the only drawback of these diodes.

AVALANCHE DIODE

- This diode belongs to a reverse bias type and operates using the avalanche effect.
- When voltage drop is constant and is independent of current, the breakdown of avalanche takes place. They exhibit high levels of sensitivity and hence are used for photo detection.

ZENER DIODE

- It is the most useful type of diode as it can provide a stable reference voltage. These are operated in reverse bias and break down on the arrival of a certain voltage.
- If current passing through the resistor is limited, a stable voltage is generated. Zener diodes are widely used in power supplies to provide a reference voltage.

SCHOTTKY DIODE

- It has a lower forward voltage than other silicon PN junction diodes.
- The drop will be seen where there is low current and at that stage, voltage ranges between 0.15 and 0.4 volts.
- These are constructed differently in order to obtain that performance. Schottky diodes are highly used in rectifier applications.

PHOTODIODE

- A photo-diode can identify even a small amount of current flow resulting from the light. These are very helpful in the detection of the light.

- This is a reverse bias diode and used in solar cells and photometers. They are even used to generate electricity.

P-N JUNCTION DIODE

- The P-N junction diode is also known as rectifier diodes. These diodes are used for the rectification process and are made up of semiconductor material.
- P-N junction diode includes two layers of semiconductors. One layer of the semiconductor material is doped with P-type material and the other layer with N-type material.
- The combination of these both P and N-type layers form a junction known as the P-N junction. Hence, the name P-N junction diode.

P-N junction diode allows the current to flow in the forward direction and blocks the flow of current in the reverse direction.

APPLICATION OF DIODES

- **Rectifiers**
- **Clipper Circuits**
- **Clamping Circuits**
- Reverse Current Protection Circuits
- In Logic Gates
- Voltage Multipliers

CLIPPERS

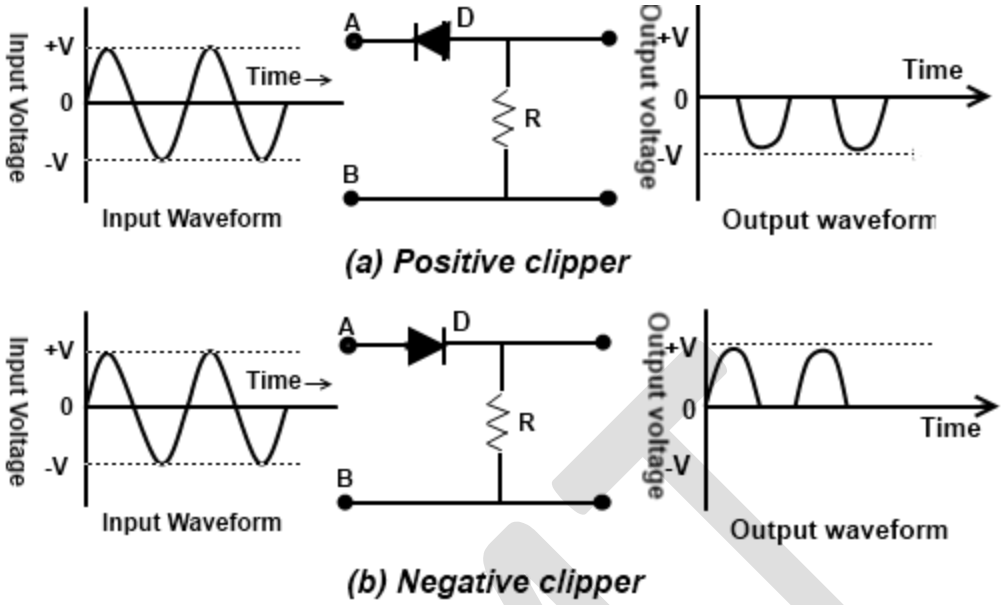
क्लिपर वे सर्किट होते हैं जो इनपुट एसी वेवफॉर्म (वेव शेपिंग) के हिस्से को काटते हैं।

POSITIVE CLIPPER

In a positive clipper, the positive half cycles of the input voltage will be removed.
The circuit arrangements for a positive clipper are illustrated in the figure given below.

NEGATIVE CLIPPER

The negative clipping circuit is almost the same as the positive clipping circuit, with only one difference. If the diode is reconnected with reversed polarity. The circuits will become for a negative clipper.



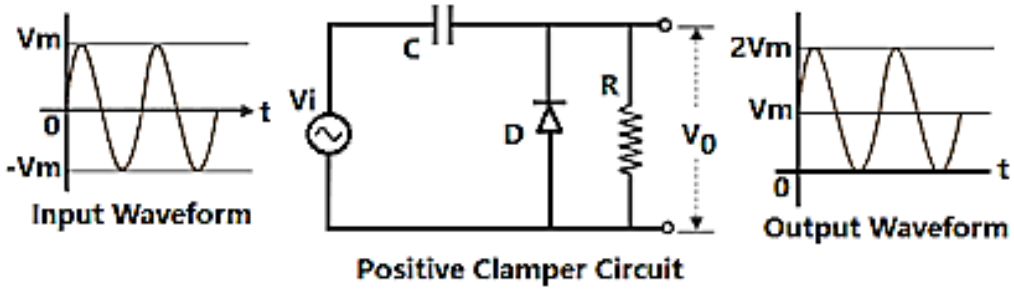
CLAMPERS

क्लैम्पर्स वे सर्किट होते हैं जो इनपुट एसी वेव फॉर्म को एक अलग डीसी स्तर पर स्थानांतरित करते हैं

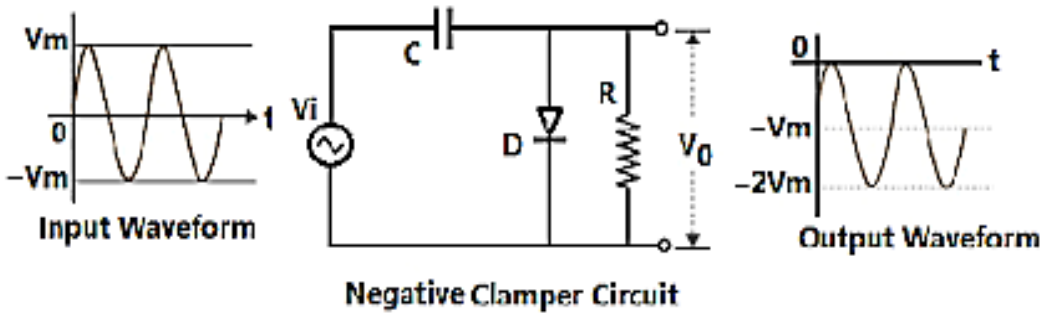
Clampers are those circuits which shift the input ac wave form to a different dc level

Positive clamper

in a positive clamper circuit, the input waveform is shifted upward above the 0v reference line. Here is the circuit diagram of a positive clamper circuit.



1. **Negative clamper**
   - The negative clamper shifts the whole input waveform downward.
   - Here is the circuit diagram of a negative clamper circuit.



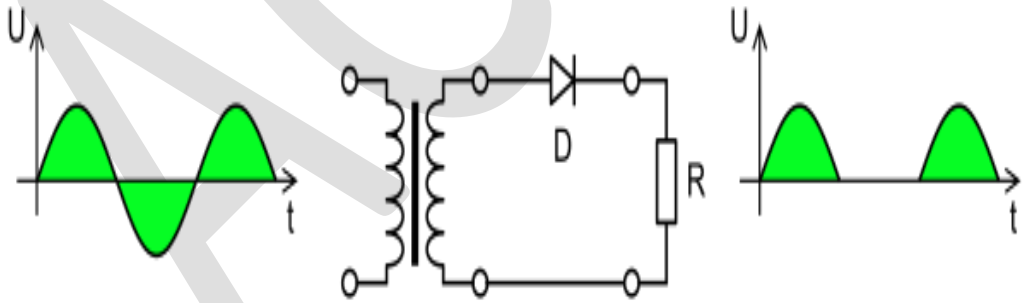
Negative Clamper Circuit

DIODE AS A RECTIFIER

- एक रेक्टिफायर एक विद्युत उपकरण है जो प्रत्यावर्ती धारा (AC) को परिवर्तित करता है, जो समय-समय पर दिशा को उलट देता है, प्रत्यक्ष धारा (DC) में, जो केवल एक दिशा में बहती है।
- रिवर्स ऑपरेशन इन्वर्टर द्वारा किया जाता है। प्रक्रिया को सुधार के रूप में जाना जाता है, क्योंकि यह वर्तमान की दिशा को "सीधा" करता है।

Half wave rectifier

- सिंगल-फेज सप्लाई के हाफ-वेव रेक्टिफिकेशन में या तो एसी वेव का पॉजिटिव या नेगेटिव आधा पास हो जाता है, जबकि दूसरा आधा ब्लॉक हो जाता है।
- क्योंकि इनपुट तरंग का केवल आधा ही आउटपुट तक पहुंचता है, माध्य वोल्टेज कम होता है।
- हाफ-वेव रेक्टिफिकेशन के लिए सिंगल-फेज सप्लाई में सिंगल डायोड, या थ्री-फेज सप्लाई में तीन की जरूरत होती है।



Average or DC value

$$Vo = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} Vind\theta$$

$$\boldsymbol{Vo = \frac{Vm}{\pi} = Vavg}$$

RMS value

$$\boldsymbol{Vrms = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V^2 d\theta}}$$

$$Vrms = \frac{Vm}{2}$$

Efficiency

$$efficiency = \frac{Pdc}{Pac} * 100$$
$$efficiency = 40.6\%$$

Ripple factor

- **Content of AC is present in DC output**

$$Rf = \sqrt{(\frac{Irms}{Idc})^2 - 1}$$
$$Rf = 1.21$$

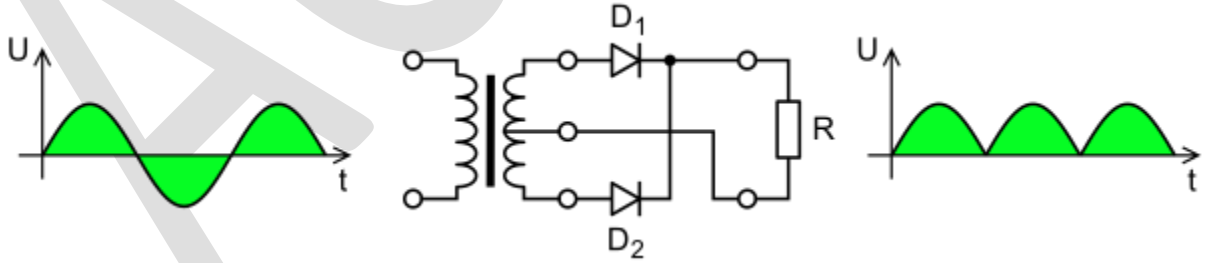
Form factor

$$Kf = \frac{Vrms}{Vdc} = 1.57$$

FULL WAVE RECTIFIER

- एक फुल-वेव रेक्टिफायर अपने आउटपुट पर पूरे इनपुट वेवफॉर्म को एक स्थिर ध्रुवता (सकारात्मक या नकारात्मक) में परिवर्तित करता है।
- फुल-वेव रेक्टिफिकेशन इनपुट वेवफॉर्म के दोनों ध्रुवों को स्पंदित डीसी (डायरेक्ट करंट) में बदल देता है, और एक उच्च औसत आउटपुट वोल्टेज देता है।
- दो डायोड और एक सेंटर टैप्ड ट्रांसफॉर्मर, या ब्रिज कॉन्फिगरेशन में चार डायोड और किसी भी एसी सोर्स (सेंटर टैप के बिना ट्रांसफॉर्मर सहित) की जरूरत होती है।
- सिंगल सेमीकंडक्टर डायोड, कॉमन कैथोड या कॉमन एनोड वाले डबल डायोड, और फोर- या सिक्स-डायोड ब्रिज सिंगल कंपोनेंट्स के रूप में निर्मित होते हैं।

1. **TAPPED FULL WAVE RECTIFIER**

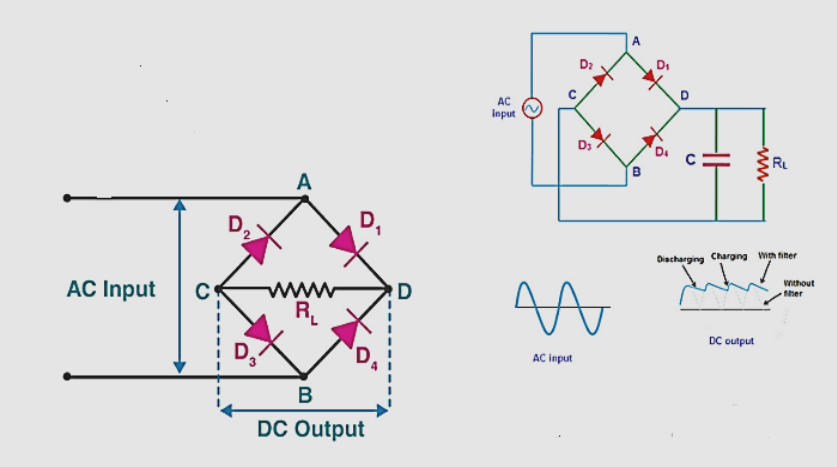


For +ve half cycle
- D1= ON; D2==OFF

For –ve half cycle
- D1=OFF; D2=ON

Vdc=0.636Vm

2. **BRIDGE RECTIFIER**



For +ve half cycle

- D1D4= ON; D2D3==OFF

For –ve half cycle

- D1D4=OFF; D2D3=ON

Vo=Vin

Average or DC value

$$Vo = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} Vind\theta$$

$$Vo = \frac{2Vm}{\pi} = Vavg$$

RMS value

$$Vrms = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V^2 d\theta}$$

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}}$$

Efficiency

$$efficiency = \frac{Pdc}{Pac} * 100$$

$$efficiency = 81.2\%$$

Ripple factor

- **Content of AC is present in DC output**

$$Rf = \sqrt{(\frac{Irms}{Idc})^2 - 1}$$

$$Rf = 0.48$$

SUMMARY OF RECTIFIERS

Particulars	HW RECTIFIER	FW RECTIFIER	BRIDGERECTIFIER
No. Of diodes	1	2	4
Vdc	$\frac{Vm}{\pi}$	$\frac{2Vm}{\pi}$	$\frac{2Vm}{\pi}$
Vrms	$\frac{Vm}{2}$	$\frac{Vm}{\sqrt{2}}$	$\frac{Vm}{\sqrt{2}}$
Rf	1.21	0.48	0.48
Efficiency	40.6%	81.2%	81.2%
Kf	1.57	1.11	1.11

ACMT

UNIT-3
BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR

- एक ट्रांजिस्टर एक प्रकार का अर्धचालक उपकरण है जिसका उपयोग विद्युत प्रवाह या वोल्टेज के संचालन और इन्सुलेट दोनों के लिए किया जा सकता है।
- एक ट्रांजिस्टर मूल रूप से एक स्विच और एक एम्पलीफायर के रूप में कार्य करता है।
- ट्रांजिस्टर एक लघु उपकरण है जिसका उपयोग इलेक्ट्रॉनिक संकेतों के प्रवाह को नियंत्रित या नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।

PARTS OF A TRANSISTOR

Base:

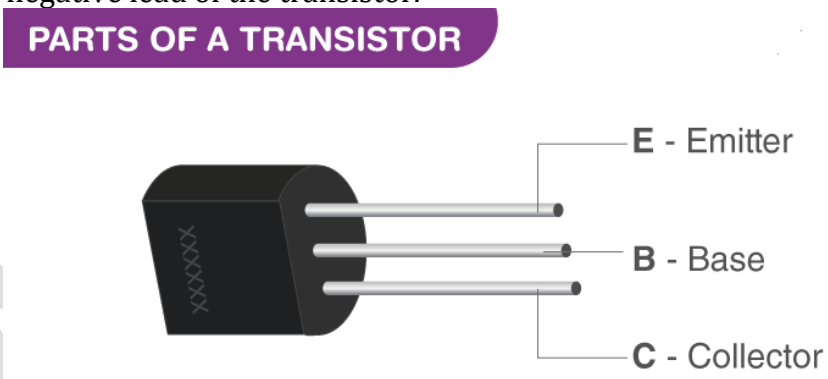
- This is used to activate the transistor.
- Doping is very less, thin region and the resistivity is very high

Collector:

- It is the positive lead of the transistor.
- Collects charge carrier emitted from the base

Emitter:

- Emits charge carrier either electron or holes.
- It's the most heavily doped.
- It is the negative lead of the transistor.



ट्रांजिस्टर के प्रकार types of transistor

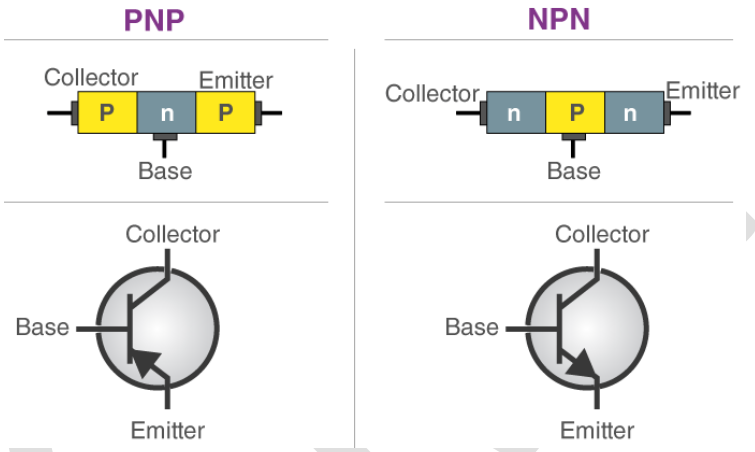
सर्किट में उनका उपयोग कैसे किया जाता है, इसके आधार पर मुख्य रूप से दो प्रकार के ट्रांजिस्टर होते हैं।

पी-एन-पी ट्रांजिस्टर:

- यह बीजेटी का एक प्रकार है जहां एक एन-प्रकार की सामग्री को दो पी-प्रकार की सामग्री के बीच पेश या रखा जाता है।
- ऐसे कॉन्फ़िगरेशन में, डिवाइस करंट के प्रवाह को नियंत्रित करेगा। पीएनपी ट्रांजिस्टर में 2 क्रिस्टल डायोड होते हैं जो श्रृंखला में जुड़े होते हैं।
- डायोड के दायीं ओर और बायीं ओर को क्रमशः कलेक्टर-बेस डायोड और एमिटर-बेस डायोड के रूप में जाना जाता है।

N-P-N Transistor:

- इस ट्रांजिस्टर में, हम एक p-प्रकार की सामग्री पाएंगे जो दो n-प्रकार की सामग्रियों के बीच मौजूद है।
- N-P-N ट्रांजिस्टर मूल रूप से कमजोर संकेतों को मजबूत संकेतों तक बढ़ाने के लिए उपयोग किया जाता है।
- एनपीएन ट्रांजिस्टर में, इलेक्ट्रॉन एमिटर से कलेक्टर क्षेत्र में चले जाते हैं जिसके परिणामस्वरूप ट्रांजिस्टर में करंट का निर्माण होता है। यह ट्रांजिस्टर सर्किट में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।



Current amplification factor (α, β, γ)

For common base mode

$$\alpha = \frac{Ic}{Ie}; \text{for dc}$$

$$\alpha = \frac{\Delta Ic}{\Delta Ie}; for\ ac$$

For common emitter mode

$$\beta = \frac{Ic}{Ib}$$

$$\beta = \frac{\Delta Ic}{\Delta Ib}; for\ ac$$

For common collector mode

$$\gamma = \frac{Ic}{Ib}$$

$$\gamma = \frac{\Delta Ie}{\Delta Ib}; for\ ac$$

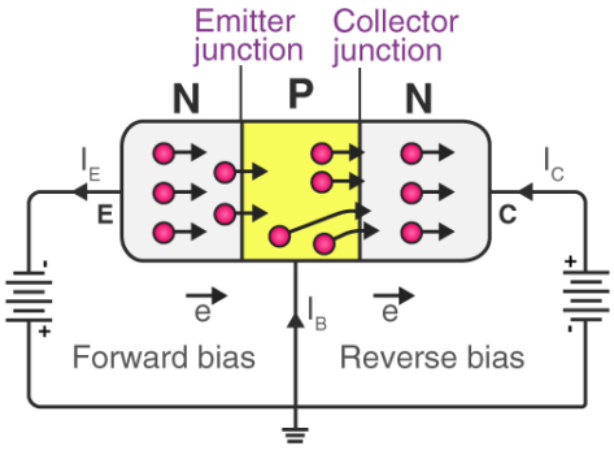
$$Ie = Ib + Ic; \quad devide\ by\ Ib$$
$$\gamma = 1 + \beta$$
$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1+\beta}{\beta}$$
$$(\alpha\,\gamma) = \beta$$

Range of currents

- Ie and Ic are in mA
- Ib is in micro-A
- Alpha is less than 1
- Ie>Ic>Ib
- $\alpha < \beta < \gamma$

OPERATION OF TRANSISTOR

- NPN युक्ति का उत्सर्जक n-प्रकार की सामग्री द्वारा निर्मित होता है, इसलिए बहुसंख्यक वाहक इलेक्ट्रॉन होते हैं।
- जब बेस-एमिटर जंक्शन फॉरवर्ड बायस्ड होता है तो इलेक्ट्रॉन एन-टाइप क्षेत्र से पी-टाइप क्षेत्र की ओर बढ़ेंगे और अल्पसंख्यक वाहक छेद एन-टाइप क्षेत्र की ओर बढ़ेंगे।
- जब वे एक-दूसरे से मिलते हैं तो वे जंक्शन पर प्रवाहित होने वाली धारा को सक्षम करने के लिए गठबंधन करेंगे।
- जब जंक्शन रिवर्स बायस्ड होता है तो छेद और इलेक्ट्रॉन जंक्शन से दूर चले जाते हैं, और अब दो क्षेत्रों के बीच में कमी क्षेत्र बनता है और इससे कोई करंट प्रवाहित नहीं होगा।

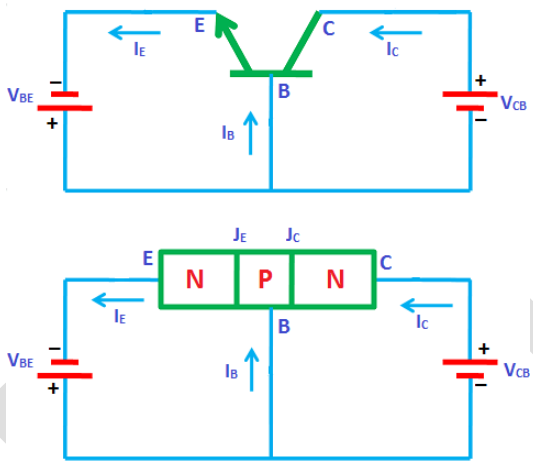


TRANSISTOR CONFIGURATION AND CHARACTERISTICS

सामान्य आधार (CB), सामान्य संग्राहक (CC) और सामान्य उत्सर्जक (CE) के रूप में तीन प्रकार के विन्यास हैं।

COMMON BASE CONFIGURAION (CB)

- In Common Base (CB) configuration the base terminal of the transistor is common between input and output terminals



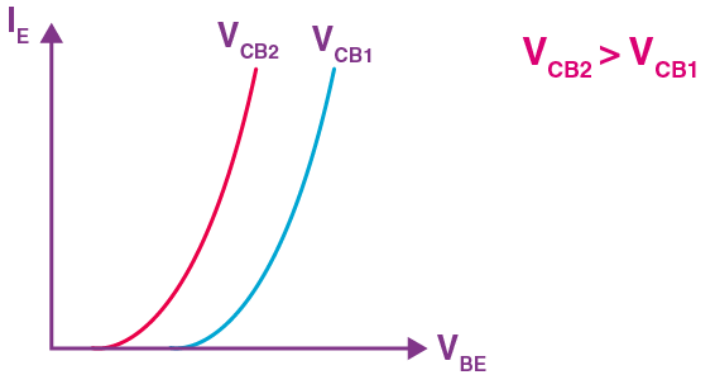
Common base configuration

COMMON BASE CHARACTERISTICS

Input characteristics

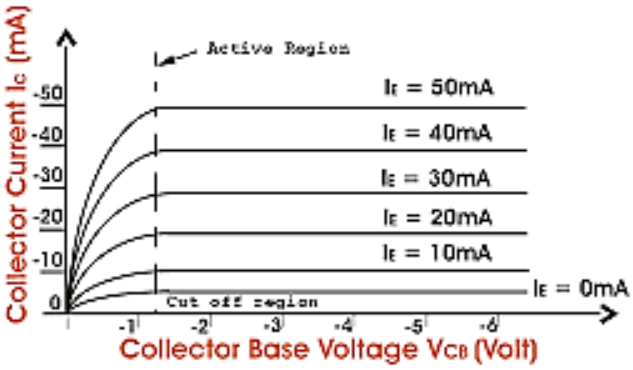
It is the graph between $\mathbf{V_{BE}}$ **and** $\mathbf{I_E}$

$$Rin = \frac{\partial Vbe}{\partial Ie}; very\ very\ small$$



Output characteristics

It's the graph between $\mathbf{V_{CB}}$ **and** $\mathbf{I_c}$



Vcb>Vce>Vbe

$$Ro = \frac{\partial Vcb}{\partial Ic}; very\ large\ in\ mega\ ohms$$

Voltage gain

$$Av = \frac{Vcb}{Vbe}; Av\ is\ very\ very\ large$$

Current gain

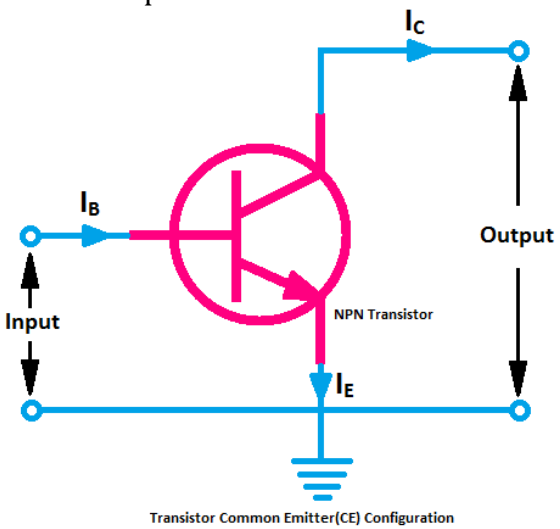
$$Ai = \frac{Ic}{Ie}; Ai\ approx.equal\ to\ 1$$

Applications

- **Voltage amplification**
- **Current buffer**

COMMON EMITTER CONFIGURATION

- In Common emitter (CE) configuration the emitter terminal of the transistor is common between input and output terminals

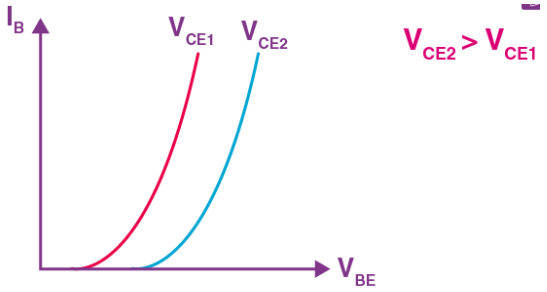


Transistor Common Emitter(CE) Configuration

Input characteristics

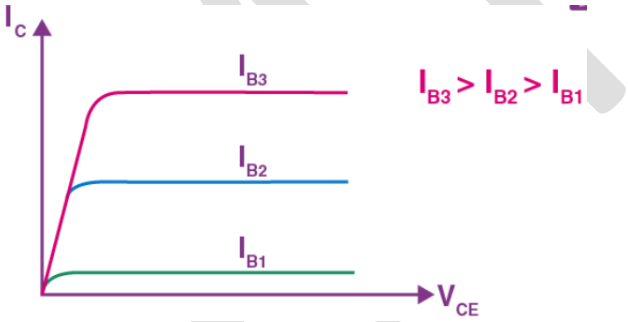
It is the graph between **V_{BE} and I_B**

$Rin = \frac{\partial Vbe}{\partial Ib}$; $very$ very small



Output characteristics

It's the graph between $\mathbf{V_{CB}}$ **and** $\mathbf{I_c}$



Vbc>Vce>Vbe

$$Ro = \frac{\partial Vec}{\partial Ic}; very\ large\ in\ mega\ ohms$$

Voltage gain

$$Av = \frac{Vce}{Vbe}; Av > 1$$

Current gain

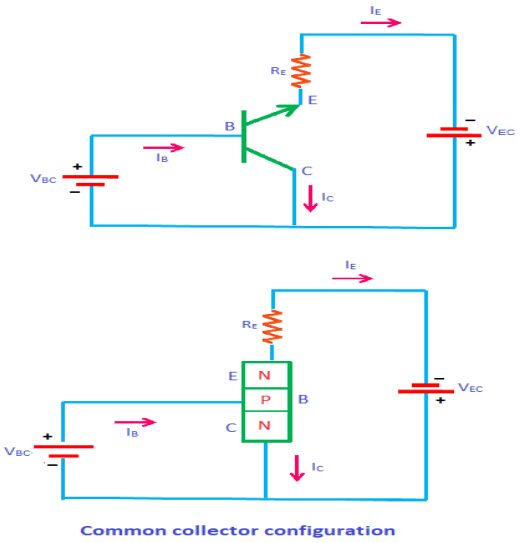
$$Ai == \frac{Ic}{Ib}; Ai\ approx. equal\ to\ 1$$

APPLICATIONS

- **Used as power amplifier**

COMMON COLLECTOR CONFIGURATION

- In Common collector (CC) configuration the collector terminal of the transistor is common between input and output terminals

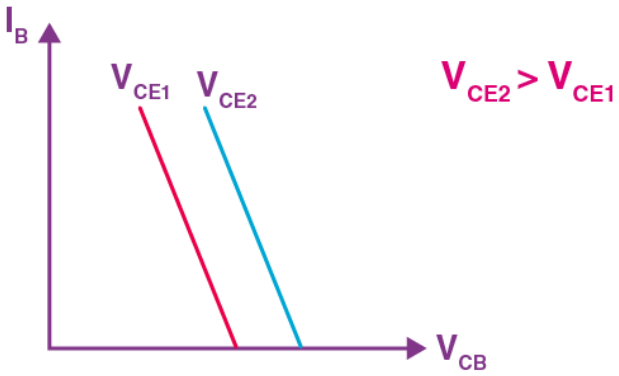


Common collector configuration

Input characteristics

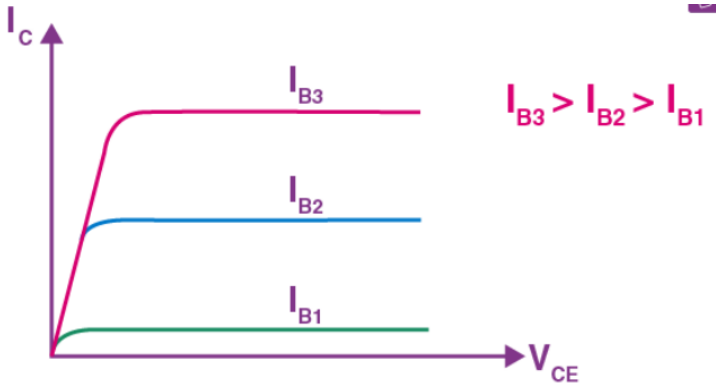
It is the graph between $\mathbf{V_{BC}}$ **and** $\mathbf{I_B}$

$$Rin = \frac{\partial Vbc}{\partial Ib}; high$$



Output characteristics

It's the graph between $\mathbf{V_{CE}}$ **and** $\mathbf{I_c}$



Vbc>Vce>Vbe

$$Ro = \frac{\partial Vce}{\partial Ie}; low$$

Voltage gain

$$Av = \frac{Vce}{Vbc}; Av\ approx. 1$$

Current gain

$$Ai == \frac{Ie}{Ib}; Ai \gg 1$$

Applications

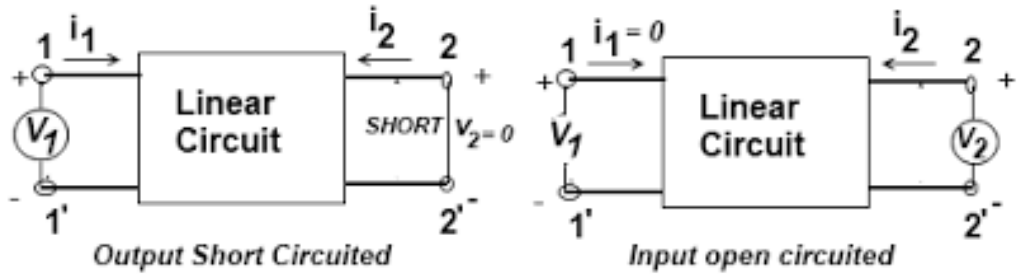
- **Voltage buffer**
- **Current amplifier**
- **Impedance matching**

COMPARISON OF TRANSISTOR CIRCUITS

CHARACTERISTICS	CE	CB	CC
Zi	$\frac{\partial Vbe}{\partial Ib}$	$\frac{\partial Vbe}{\partial Ie}$	$\frac{\partial Vbc}{\partial Ib}$
Zo	$\frac{\partial Vce}{\partial Ic}$	$\frac{\partial Vbc}{\partial Ic}$	$\frac{\partial Vce}{\partial Ie}$
Av	$\frac{Vce}{Vbe}$	$\frac{Vbc}{Vbe}$	$\frac{Vce}{Vbc}$
Ai	$\frac{Ic}{Ib}$	$\frac{Ic}{Ie}$	$\frac{Ie}{Ib}$

TRANSISTOR LOW FREQUENCY ANALYSIS

H-PARAMETER



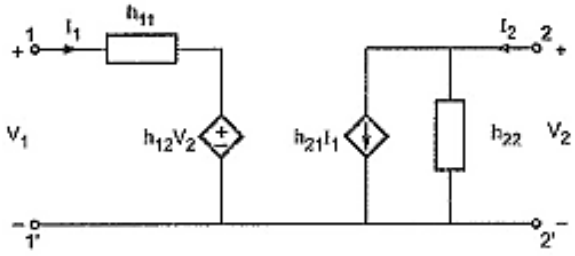
$V_1=h_{11}I_1+h_{12}V_2$
$I_2=h_{21}I_1+h_{22}V_2$

$$h11 = \frac{V1}{I1}: V2 = 0: hi = input\ impedance$$

$$h12 = \frac{V1}{V2}: I1 = 0: hr = reverse\ voltage\ \text{gain}$$

$$h21 = \frac{I2}{I1}: V2 = 0: hi = forward\ current\ gain$$

$$h22 = \frac{V1}{I1}: V2 = 0: hi = output\ admittance$$



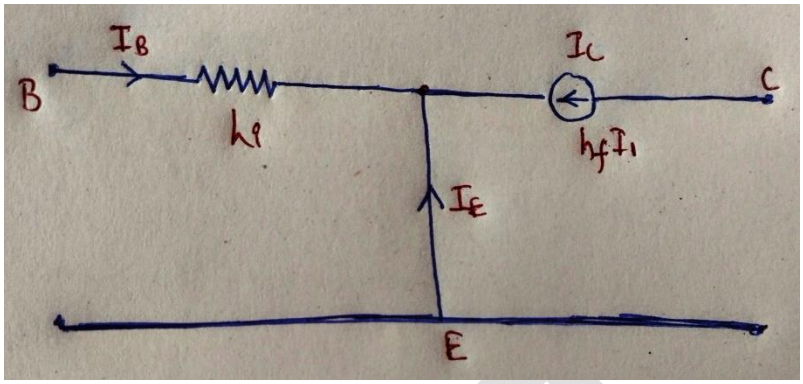
Equivalent network of a two port network interms of h-parameters

- एच-पैरामीटर मॉडल का उपयोग ट्रांजिस्टर के कम आवृत्ति विश्लेषण के लिए किया जाता है, एच-पैरामीटर समीकरण की सहायता से हम voltage gain, current gain, input impedance and output admittance पता करते हैं
- ट्रांजिस्टर के कम आवृत्ति विश्लेषण में, हमने एम्पलीफायर (ट्रांजिस्टर) को एच-पैरामीटर समीकरण के साथ बदल दिया जाता है

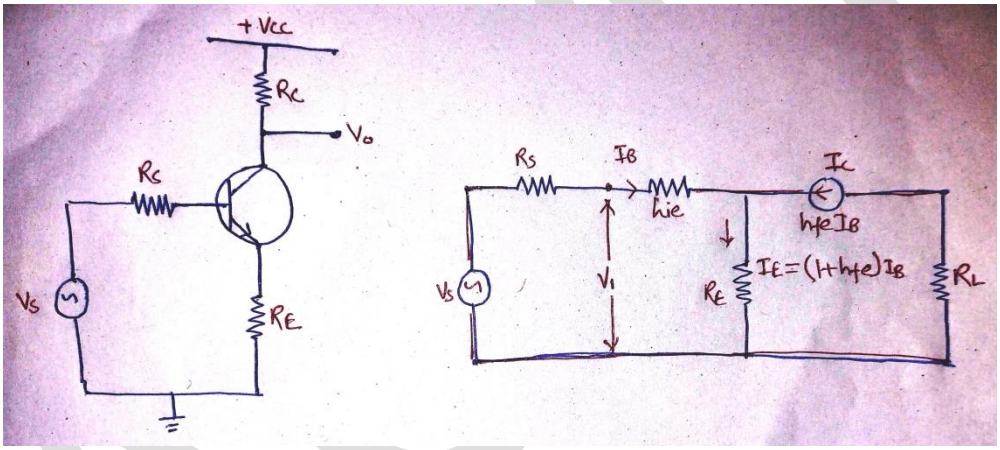
LOW FREQUENCY (SMALL SIGNAL) ANALYSIS (approximate analysis)

- **hr can be neglected**
- **hoRL can be neglected**

Equivalent T- network



LOW FREQUENCY ANALYSIS OF COMMON EMITTER TRANSISTOR



Current gain

$$Ai = \frac{Il}{Ib} = -\frac{Ic}{Ib} = -\frac{hfe.Ib}{Ib} = -hfe$$

Input impedance

$$Zi = \frac{V1}{Ib} = \frac{[hie.Ib + (1 + hfe)IbRe]}{Ib}$$

$$Zi = hie + (1 + hfe)Re$$

Voltage gain

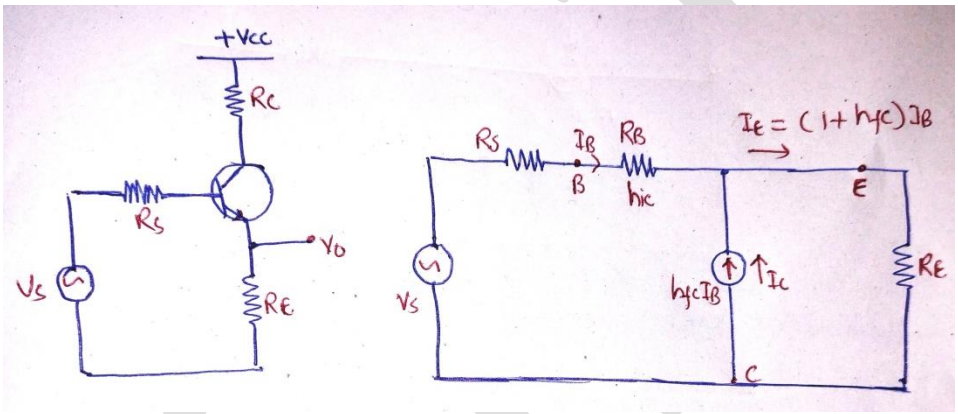
$$Av = \frac{Vo}{V1} = \frac{IlRl}{V1} = \frac{(-Ic)Rl}{V1}$$

$$Av = \frac{\left[\frac{-IcRl}{Ib}\right]}{\left(\frac{V1}{Ib}\right)} = \frac{AiRl}{Zi}$$

Output impedance

$$Zo = \frac{Vo}{Il} = Rl$$

LOW FREQUENCY ANALYSIS OF COMMON COLLECTOR



Current gain

$$Ai = \frac{Ie}{Ib} = \frac{(1 + hfc)Ib}{Ib} = 1 + hfc$$

Input impedance

$$Zi = \frac{V1}{Ib} = \frac{[hic.Ib + (1 + hfe).IbRe]}{Ib}$$

$$Zi = hic + (1 + hfc)Re$$

Voltage gain

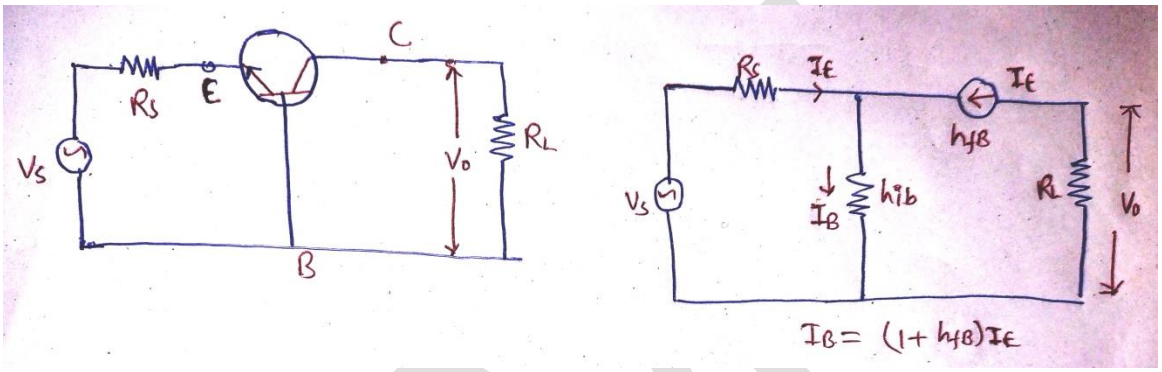
$$Av = \frac{Vo}{V1} = \frac{AiRe}{Zi}$$

Output impedance

$$Zo = \frac{Vo}{Il} = Re$$

- input resistance is very high
- CC is also called emitter follower
- Impedance matching
- Voltage buffer
- Current amplifier

LOW FREQUENCY ANALYSIS OF COMMON BASE



Current gain

$$Ai = \frac{Il}{Ie} = -\frac{Ic}{Ie} = \frac{(-hfb)Ie}{Ie} = -hfb$$

Input impedance

$$Zi = \frac{V1}{Ie} = \frac{[hib.Ib]}{Ie}$$

$$Zi = \frac{[\text{hib} + (1 + \text{hfb})\text{Ie}]}{Ie} = hib(1 + hfb)$$

Voltage gain

$$Av = \frac{Vo}{V1} = \frac{IeRl}{V1} = -\frac{IlRl}{V1} = \frac{AiRl}{Zi}$$

Output impedance

$$Zo = \frac{Vo}{Il} = Rl$$

- **Voltage amplifier**
- **Current buffer**

- **Wide band amplifier**

H-PARAMETER RESULTS

h-parameter	CE	CB	CC
Hi	1100ohms	22ohms	1100ohms
Hr	$2.4*10^{-4}$	$2.9*10^{-4}$	1
Hf	50	0.98	51
ho	$24*10^{-6}$ ohms^{-1}	$0.29*10^{-6}$ ohms^{-1}	$25*10^{-6}$ ohms^{-1}

ACMT

UNIT-4
TRANSISTOR BIASING

TRANSISTOR LOAD LINE ANALYSIS
OPERATING POINTS

जब अधिकतम संभव कलेक्टर करंट के लिए एक मान पर विचार किया जाता है, तो वह बिंदु Y-अक्ष पर मौजूद होगा, जो कि संतृप्ति बिंदु (saturation points) के अलावा और कुछ नहीं है। साथ ही, जब अधिकतम संभव कलेक्टर एमिटर वोल्टेज के लिए एक मान माना जाता है, तो वह बिंदु एक्स-अक्ष पर मौजूद होगा, जो कि (cut-off points) है।

- जब इन दोनों बिंदुओं को मिलाने वाली रेखा खींची जाती है, तो ऐसी रेखा को भार रेखा load line कहा जा सकता है। इसे इसलिए कहा जाता है क्योंकि यह लोड पर आउटपुट का प्रतीक है। यह रेखा, जब output characteristics curve पर खींची जाती है, तो एक बिंदु पर संपर्क बनाती है जिसे operating points कहा जाता है।
- इस ऑपरेटिंग पॉइंट को **quiescent point** or simply **Q-point** भी कहा जाता है। ऐसे कई प्रतिच्छेद बिंदु हो सकते हैं, लेकिन Q-points का चयन इस तरह से किया जाता है कि एसी सिग्नल स्विंग के बावजूद, ट्रांजिस्टर सक्रिय क्षेत्र में रहता है। इसे नीचे दिए गए चित्र के माध्यम से बेहतर ढंग से समझा जा सकता है।
- एक ट्रांजिस्टर एक अच्छे एम्पलीफायर के रूप में कार्य करता है जब यह सक्रिय क्षेत्र में होता है और जब इसे क्यू-पॉइंट पर संचालित करने के लिए बनाया जाता है, तो वफादार प्रवर्धन प्राप्त होता है।
- फेथफुल एम्प्लीफिकेशन सिग्नल की ताकत बढ़ाकर इनपुट सिग्नल के पूरे हिस्से को प्राप्त करने की प्रक्रिया है। यह तब किया जाता है जब इसके इनपुट पर एसी सिग्नल लगाया जाता है

DC LOAD LINE

The value of collector emitter voltage at any given time will be

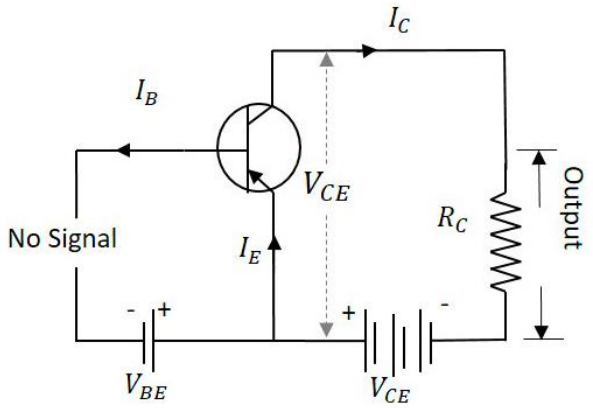
$VCE=VCC-ICRC$

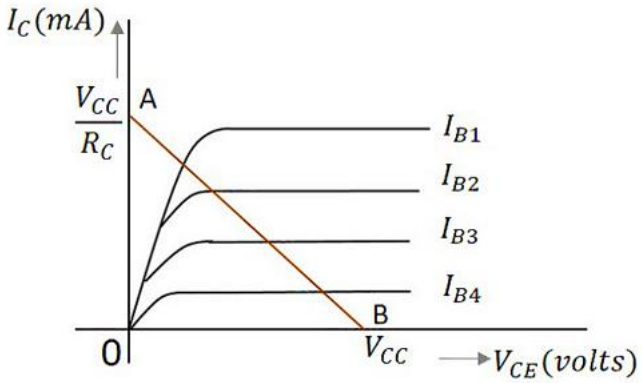
As V_{CC} and R_C are fixed values, the above one is a first degree equation and hence will be a straight line on the output characteristics. This line is called as **D.C. Load line**.

To obtain A

When collector emitter voltage $V_{CE} = 0$, the collector current is maximum and is equal to V_{CC}/R_C.

$$Vce = Vcc - IcRc$$
$$0 = Vcc - IcRc$$
$$IcRc = Vcc$$
$$Ic = \frac{Vcc}{Rc}$$





To obtain B

When the collector current I_c = 0, then collector emitter voltage is maximum and will be equal to the VCC. This gives the maximum value of IC.

VCE=VCC–ICRC

VCC=VCC

BIASING OF TRANSISTOR

- बायसिंग वह तकनीक है जिसमें एमिटर जंक्शन फॉरवर्ड बायस होता है और कलेक्टर रिवर्स बायस होता है
- यह ट्रांजिस्टर को सक्रिय क्षेत्र में रखता है
- परिपथ में वह तकनीक जो तापमान परिवर्तन के संबंध में Q-बिंदु को स्थिर बनाती है

Stability factor(s)

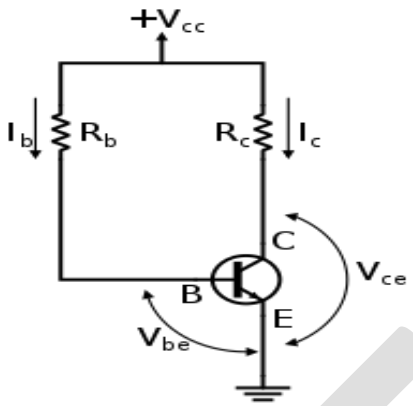
- **It indicates the variation in Q-point with respect to variation temperature**

The various types of biasing methods are:

- Fixed Bias
- Collector to base bias
- Voltage divider bias

FIXED BIAS OR BASE BIAS

- बायसिंग के इस रूप को बेस बायस या फिक्स्ड रेजिस्टेंस बायसिंग भी कहा जाता है।
- एकल शक्ति स्रोत (उदाहरण के लिए, एक बैटरी) का उपयोग ट्रांजिस्टर के कलेक्टर और बेस दोनों के लिए किया जाता है, हालांकि अलग बैटरी का भी उपयोग किया जा सकता है।



Apply KVL at input loop

$$Vcc - IbRb - Vbe = 0$$

$$Ib = \frac{Vcc - Vbe}{Rb}$$

$$(\boldsymbol{Ic})\boldsymbol{Q} = \boldsymbol{\beta Ib}$$

And KVL at output loop

$$Vcc - IcRc - Vce = 0$$

$$(\boldsymbol{Vce})\boldsymbol{Q} = \boldsymbol{Vcc - IcRc}$$

ADVANTAGES

- ऑपरेटिंग बिंदु एक एकल प्रतिरोधी आरबी द्वारा निर्धारित किया गया है और गणना बहुत सरल है।
- The stability factor(s) for fixed bias is greater than one

DISADVANTAGES

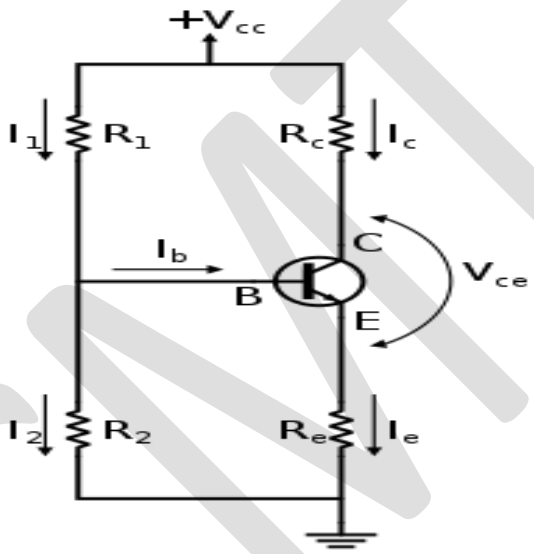
- चूंकि बायस बेस करंट द्वारा सेट किया जाता है, इसलिए कलेक्टर करंट सीधे β के समानुपाती होता है।
- β (यानी, 100 और 200 के बीच) के अपेक्षाकृत उच्च मूल्यों वाले छोटे-सिग्नल ट्रांजिस्टर (जैसे, पावर ट्रांजिस्टर नहीं) के लिए, यह कॉन्फ़िगरेशन thermal runaway होने का खतरा होगा।

USES

- उपरोक्त अंतर्निहित कमियों के कारण, रैखिक सर्किट में निश्चित पूर्वाग्रह का उपयोग शायद ही कभी किया जाता है
- इसका उपयोग अक्सर सर्किट में किया जाता है जहां ट्रांजिस्टर का उपयोग स्विच के रूप में किया जाता है।

VOLTAGE DIVIDER BIAS or EMITTER BIAS

- वोल्टेज विभक्त बाहरी प्रतिरोधों R1 और R2 का उपयोग करके बनाया गया है। R2 के आगे वोल्टेज एमिटर जंक्शन को बायस करता है।
- प्रतिरोधों R1 और R2 के उचित चयन द्वारा, ट्रांजिस्टर के संचालन बिंदु को β . से स्वतंत्र बनाया जा सकता है
- प्रतिरोधों को कुछ तरीकों से जोड़कर आप β मान के बिना अधिक स्थिर वर्तमान स्तर प्राप्त कर सकते हैं



In this circuit the base voltage is given by:

$$Vb = voltage\ across\ R2 = \frac{Vcc(R2)}{R1+R2} - \frac{Ib(R1R2)}{R1+R2}$$

$$Vb = \frac{Vcc(R2)}{R1+R2} : provided\ Ib \ll I1 = \frac{Vb}{R1}$$

$$Vb = Vbe + IeRe$$

For the given circuit

$$\boldsymbol{Ib} = \frac{\left[\left\{\frac{(Vcc)}{1+\frac{R1}{R2}}\right\} - Vbe\right]}{((\beta+1)Re + R1\|R2\,)}$$

$$(Ic)Q = \beta Ib$$

Apply KVL at output loop

$$Vcc - Vce - IcRc - IeRe = 0$$

$$VceQ = Vcc - IcRc - IeRe$$

$$\boldsymbol{VceQ = Vcc - IcRc - (1+\beta)IbRe}$$

- **The stability factor in this biasing is nearly equal to one=1**

ADVANTAGES:

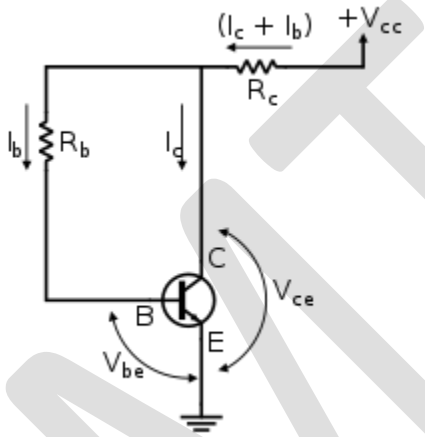
• ऑपरेटिंग बिंदु β भिन्नता से लगभग स्वतंत्र है।

• तापमान में बदलाव के खिलाफ ऑपरेटिंग बिंदु स्थिर।

USES:

• ऊपर के रूप में सर्किट की स्थिरता और गुण इसे रैखिक सर्किट के लिए व्यापक रूप से उपयोग करते हैं।

Collector to base bias



Apply KVL at input loop

$$Vcc - (Ib + Ic)Rc - IbRb - Vbe = 0$$

$$Ib = \frac{Vcc - Vbe}{Rc + \beta Rc + Rb}$$

$$\boldsymbol{IcQ = \beta Ib}$$

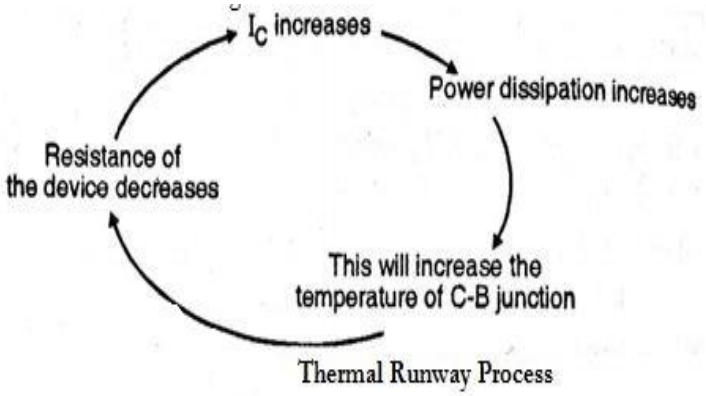
And KVL output loop

$$Vcc - (Ib + Ic)Rc - Vce = 0$$

$$\boldsymbol{Vceq = Vcc - (Ib + Ic)Rc}$$

THERMAL RUN AWAY

- एक ट्रांजिस्टर में विलुप्त होने वाली शक्ति मुख्य रूप से इसके कलेक्टर बेस जंक्शन पर विलुप्त होने वाली शक्ति है।
- कलेक्टर बेस जंक्शन पर उत्पन्न अतिरिक्त गर्मी ट्रांजिस्टर को जला और नष्ट भी कर सकती है। इस स्थिति को ट्रांजिस्टर का "थर्मल रनवे" कहा जाता है।
- $\boldsymbol{temp} \uparrow \rightarrow \boldsymbol{Ico} \uparrow \rightarrow \boldsymbol{Ic} \uparrow$
- $\boldsymbol{Pd} \uparrow = (\boldsymbol{VceQ})(\boldsymbol{IcQ}) \uparrow$



Thermal resistance

- The steady state temperature rise at the collector junction is proportional to the power dissipated at the junction.
- The unit of thermal resistance is ˚C / W for a low power.

$$Tj - Ta \propto Pd$$
$$Tj - Ta = \theta Pd$$
$$\theta = \frac{Tj - Ta}{Pd}$$

Tj=Junction temperature in ˚C
T_A= Ambient temperature in ˚C
P_D= Power dissipated at Collector base junction
θ =Constant of proportionality referred as Thermal Resistance

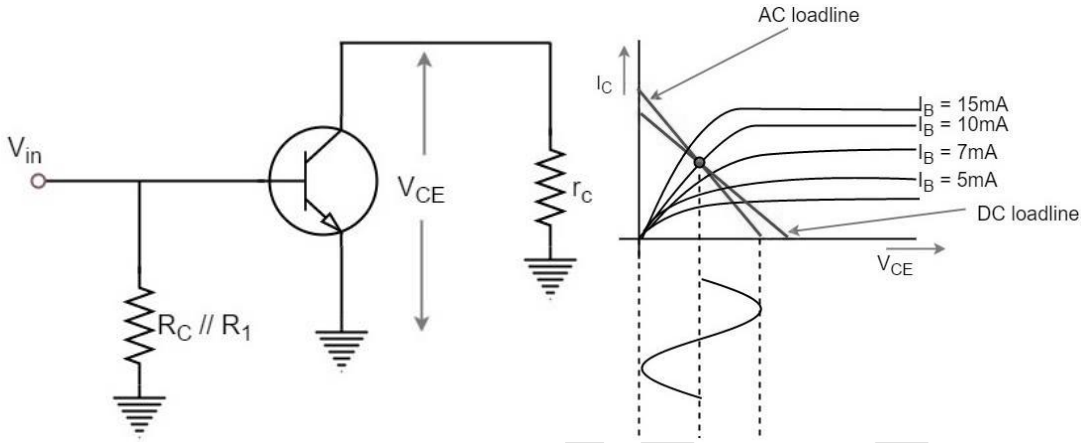
Condition for thermal stability

- **When the rate of heat generated at collector junction is less than the rate of heat dissipation at collector junction i.e.**
- $\frac{\partial Pg}{\partial Tj} < \frac{\partial Pd}{\partial Tj}$
- $\frac{\partial Pg}{\partial Tj} < \frac{1}{\theta}$
- $Vce \leq \frac{Vcc}{2}$; $thermal\ stability$
- $Vce \geq \frac{Vcc}{2}$; $thermal\ run\ away$

AC LOAD LINE

- यदि यह लोड लाइन केवल तभी खींची जाती है जब ट्रांजिस्टर को डीसी बायसिंग दिया जाता है, लेकिन कोई इनपुट सिग्नल नहीं लगाया जाता है, तो ऐसी लोड लाइन को डीसी लोड लाइन कहा जाता है।

- जबकि डीसी वोल्टेज के साथ एक इनपुट सिग्नल लागू होने पर शर्तों के तहत खींची गई लोड लाइन, ऐसी लाइन को एसी लोड लाइन कहा जाता है।
- जब एसी और डीसी लोड लाइनों को एक ग्राफ में दर्शाया जाता है, तो यह समझा जा सकता है कि वे समान नहीं हैं।



- ये दोनों रेखाएँ Q-बिंदु या अर्ध-बिंदु पर प्रतिच्छेद करती हैं। एसी लोड लाइन के समापन बिंदु संतृप्ति और कट ऑफ पॉइंट हैं

From the above figure,

$$Vce = (Rc \| \boldsymbol{R1})\boldsymbol{Ic}$$

$$rc = (Rc \| \boldsymbol{R1})$$

The current Ic at saturation point

$$Ic(sat) = IcQ + \frac{VceQ}{rc}$$

The voltage at cut-off point

$$Vce(off) = VceQ + Icq.rc$$

Maximum current

$$IcQ = IcQ(Rc \| \boldsymbol{R1})$$

by adding quiescent currents the end points of AC load line are

$$Ic(sat) = IcQ + \frac{VceQ}{rc}$$

$$Vce(off) = VceQ + IcQ(Rc \| \boldsymbol{R1})$$

UNIT-5
FIELD EFFECT TRANSISTOR

- FET is a semiconductor device whose operation is based on the effect of the field
- Output current is controlled by induced electric field
- For normal functioning FET is reversed bias in input circuit

Application

- Voltage variable resistor
- RF and FM amplifier
- In automatic gain control
- In digital circuit low frequency amplifier
- In oscilloscope as amplifier
- IC fabrication

Comparison between BJT and FET

Particular	BJT	FET
Charge carrier	Electrons and holes	Either electron or holes
Device type	Io∝ Ii; cccs	Id∝ Vgs; $vcis$
I/P circuit biasing	Forward bias	Reverse bias
Ri	Very low	Very high
Noise	Very noisy	Less noisy
Type	NPN or PNP	N-channel or P-channel
Current gain Ai	Defined	Not defined
Voltage gain Av	High	Low
Cost	High	low

TYPES OF FETS

There are two types of Field Effect Transistors:

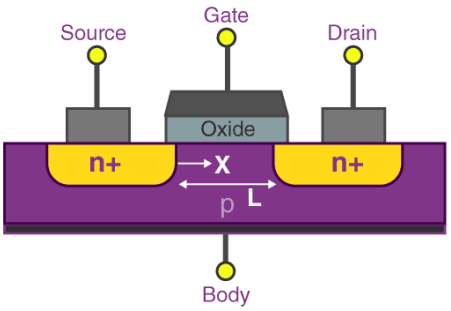
- Junction Field Effect Transistor (JFET)
- Metal oxide semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET

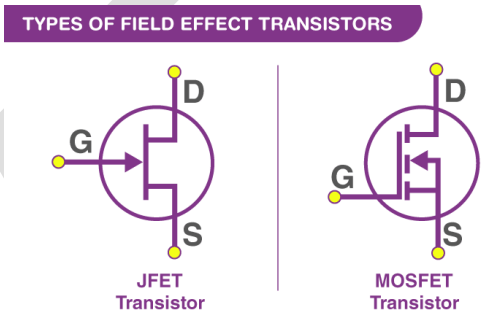
Essential Information concerning FETs

- FET दो प्रकार के होते हैं जिनमें से एक होगा जिसमें करंट मुख्य रूप से बहुसंख्यक वाहक द्वारा लिया जाता है और इस प्रकार बहुसंख्यक चार्ज वाहक उपकरण होते हैं।
- दूसरा वह होगा जहां वर्तमान प्रवाह मुख्य रूप से अल्पसंख्यक वाहकों के कारण होता है और इस प्रकार इसे अल्पसंख्यक चार्ज वाहक उपकरण कहा जाता है।
- डिवाइस में सक्रिय चैनलों के माध्यम से इलेक्ट्रॉन स्रोत से नाली में प्रवाहित होते हैं। ओमिक संपर्क दोनों टर्मिनल कंडक्टरों को अर्धचालकों से जोड़ते हैं। स्रोत टर्मिनल और गेट के बीच एक क्षमता है और चैनल की चालकता इसका एक कार्य है।

There are three terminals when it comes to FET:

- I_S is the term used for the current that enters through our first terminal that is the source.
- I_D is the term used for the current that leaves the channel through the drain (D). The voltage between drain to source is V_{DS} .
- The channels conductivity is modulated by the gate (G). I_D can be controlled by applying a voltage at G.



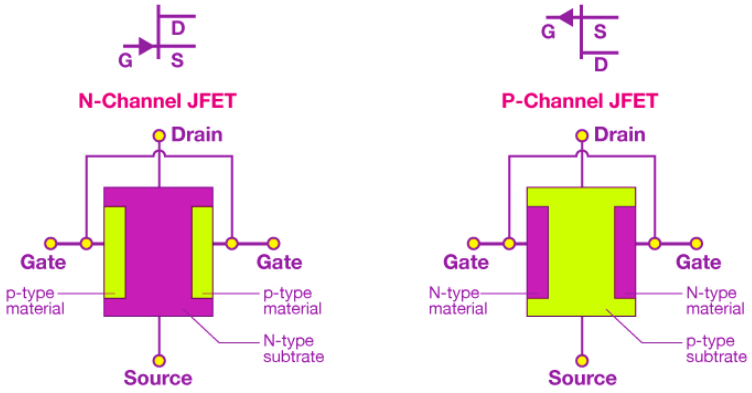


JUNCTION FIELD EFFECT TRANSISTOR

- JFET या जंक्शन फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर सबसे सरल प्रकार के फील्ड-इफेक्ट ट्रांजिस्टर में से एक है। बाइपोलर जंक्शन ट्रांजिस्टर के विपरीत, JFETs वोल्टेज नियंत्रित डिवाइस हैं।
- JFET में, वर्तमान प्रवाह अधिकांश आवेश वाहकों के कारण होता है। हालांकि, बीजेटी में, वर्तमान प्रवाह अल्पसंख्यक और बहुसंख्यक चार्ज वाहक दोनों के कारण होता है। चूंकि वर्तमान प्रवाह के लिए केवल अधिकांश चार्ज वाहक जिम्मेदार हैं, जेएफईटी यूनिडायरेक्शनल हैं।
- जंक्शन क्षेत्र-प्रभाव ट्रांजिस्टर का पहला कार्यशील मॉडल 1953 में बनाया गया था।

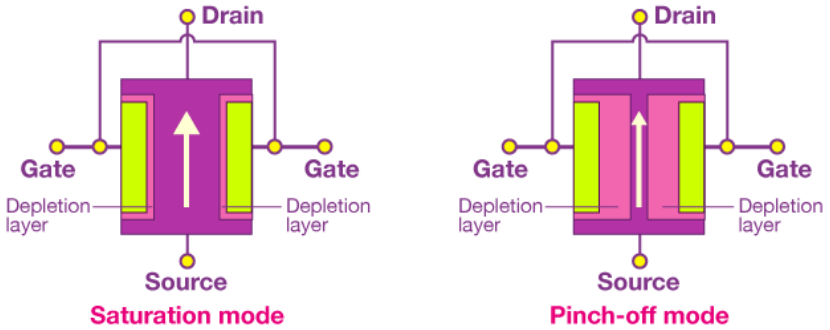
JFET CONSTRUCTION

- एन-चैनल जेएफईटी में, सामग्री पी-टाइप की होती है, और सब्सट्रेट एन-टाइप होता है, जबकि पी चैनल जेएफईटी में सामग्री एन-टाइप की होती है, और इस्तेमाल किया जाने वाला सब्सट्रेट पी-टाइप होता है।
- JFET सेमीकंडक्टर सामग्री के एक लंबे चैनल से बना है। स्रोत और नाली कनेक्शन बनाने के लिए अर्धचालक चैनलों के प्रत्येक छोर पर ओमिक संपर्क प्रदान किए जाते हैं।
- एक पी-टाइप जेएफईटी में कई सकारात्मक चार्ज होते हैं, और यदि जेएफईटी में बड़ी संख्या में इलेक्ट्रॉन होते हैं, तो इसे एन-टाइप जेएफईटी कहा जाता है।



JFET OPERATION

- आइए हम JFET की कार्यप्रणाली को गार्डन होज़ पाइप से तुलना करके समझते हैं। यदि कोई रुकावट न हो तो बगीचे की नली के पाइप के माध्यम से पानी सुचारू रूप से बहता है, लेकिन अगर हम पाइप को थोड़ा निचोड़ते हैं, तो पानी का प्रवाह धीमा हो जाता है।
- ठीक इसी तरह से JFET काम करता है। यहां नली JFET के अनुरूप है, और जल प्रवाह एक धारा के बराबर है। अपनी जरूरत के अनुसार करंट कैरिंग-चैनल का निर्माण करके हम करंट फ्लो को नियंत्रित कर सकते थे।
- जब स्रोत और गेट पर कोई वोल्टेज नहीं लगाया जाता है, तो चैनल इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह के लिए एक आसान मार्ग है। जब पी-एन जंक्शन को रिवर्स बायस्ड बनाने वाली ध्रुवीयता लागू होती है, तो चैनल घटती परत को बढ़ाकर संकरा हो जाता है और जेएफईटी को कट-ऑफ या पिंच-ऑफ क्षेत्र में डाल सकता है।



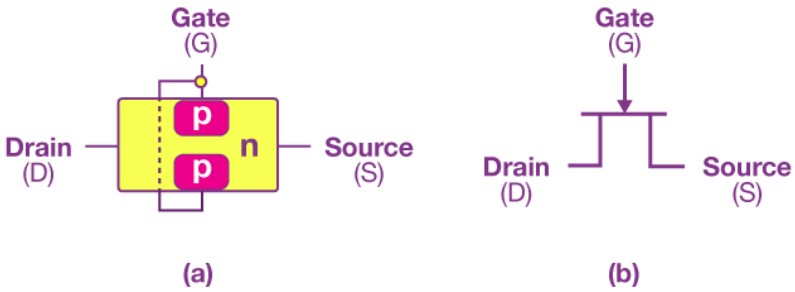
JFET Types

Depending on the source of current flow, JFETs are classified into two types as follows:
The classification is based on whether the current flow is due to electrons or holes.

N-CHANNEL JFET

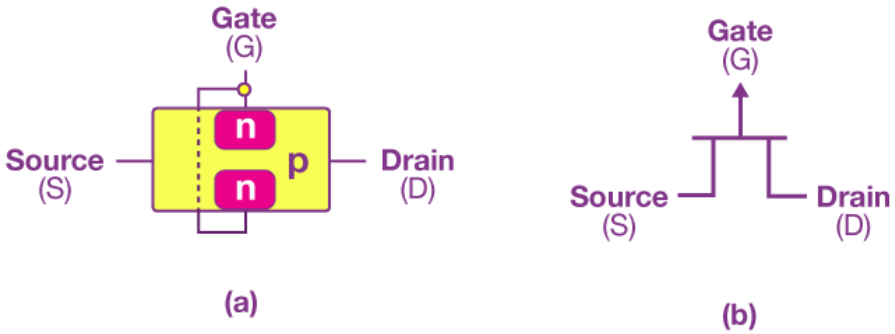
- in n-channel JFET source consist of lightly doped n-type silicon bar
- Gate is heavily doped

The schematic of an n-channel JFET, along with its circuit symbol, is shown below.



P-CHANNEL JFET

The schematic of a p-channel JFET, along with its circuit symbol, is shown below.



Junction Field Effect Transistor Applications

Some applications of JFET are listed below:

- JFET is used as a switch
- JFET is used as a chopper
- JFET is used as a buffer
- JFETs are used in oscillatory circuits
- JFETs are used in cascade amplifiers

JFET Advantages

Some advantages of JFET are listed below:

- JFET has a high impedance
- JFETs are low power consumption devices
- JFET can be fabricated in a smaller size, and as a result, they occupy less space in circuits due to their smaller size.

JFET Disadvantages

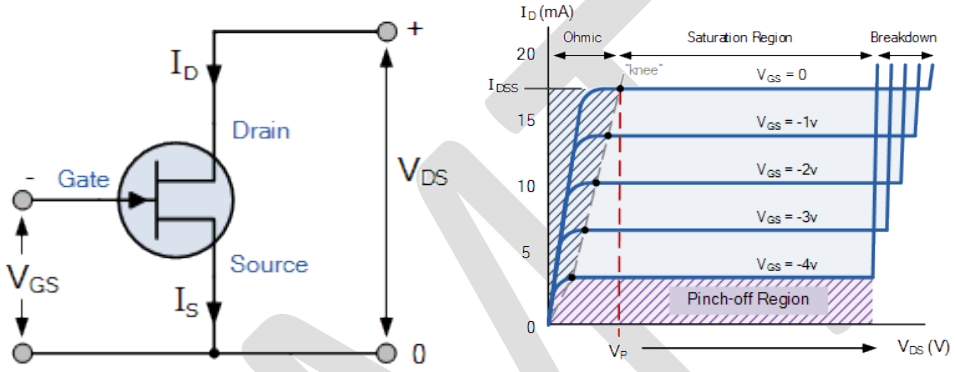
Some disadvantages of JFETs are as follows:

- It has a low gain-bandwidth product
- The performance of JFET is affected as frequency increases due to feedback by internal capacitance.

CHARACTERISTICS OF JFET

N- CHANNEL JFET

Drain characteristics/ output characteristics



CASE-1 Vgs=0; Vds=+ve

जब हम Vds बढ़ाते हैं; इलेक्ट्रान की सांद्रता में वृद्धि के कारण वृद्धि के कारण Id वृद्धि। पिंच-ऑफ वोल्टेज के बाद आईडी संतृप्त हो जाती है।

CASE-2 Vgs=+ve; Vds=+ve

जब वीजीएस बढ़ता है, गेट में घटती परत घट जाती है, चार्ज कैरियर की संख्या बढ़ जाती है, इसलिए इसके परिणामस्वरूप आईडी में वृद्धि होती है.

CASE-3 Vgs=-ve; Vds=+ve

-ve Vgs के कारण रिक्तीकरण परत बढ़ जाती है; चार्ज कैरियर की संख्या कम हो जाती है, इसके परिणामस्वरूप आईडी में कमी आती है।

CASE-4 Vgs=-Vp; Vds=+ve

इस मामले में कमी की परत अधिकतम है और चैनल की चौड़ाई शून्य (या गायब) हो जाती है।

Vp- pinch-off voltage

Volatge at which Id saturates, is called **pinch-off voltage(Vp).**

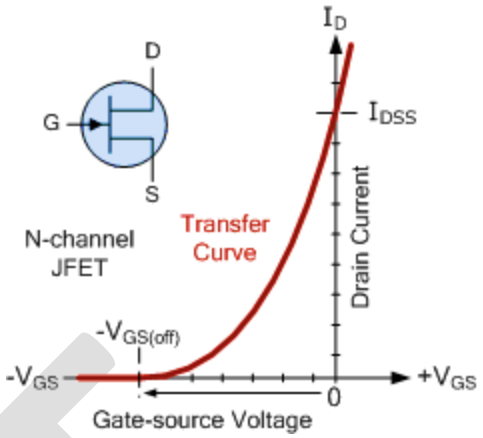
Idss- drain to source saturation current

current obtained at Vp is called **Idss**

Transfer characteristics

पिंच-ऑफ वोल्टेज पर ड्रेन टू सोर्स वोल्टेज रखकर गेट वोल्टेज और ड्रेन करंट के बीच ट्रांसफर विशेषता खींची जाती है। जब गेट शून्य विभव में होता है तो ट्रांजिस्टर के माध्यम से बहने वाली अधिकतम ड्रेन धारा शॉर्ट गेट ड्रेन करंट (IDSS) होती है।

Vgs(+ve); Id increases
Vgs(-ve); Id decreases



P-CHANNEL JFET

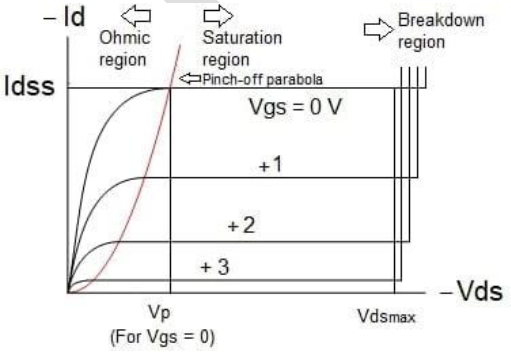
Drain characteristics

It is the graph between Vds and Id

CASE-1; Vgs=0; Vds=-ve

Vgs=-ve बढ़ने पर, इसका मतलब है कि स्रोत के कारण आईडी बढ़ जाती है क्योंकि यह आगे पूर्वाग्रह है।

When Vds=-Vp, Id saturates



CASE-2; Vgs=+ve; Vds=-ve

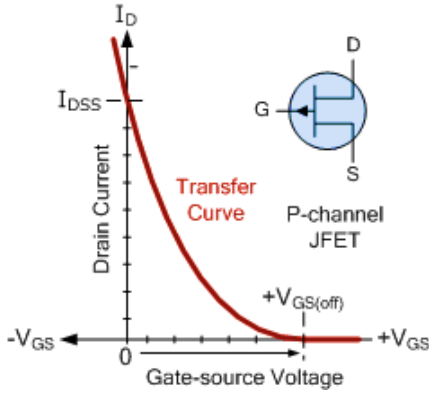
due to reversed bias gate terminal depletion layer increases in Id

CASE-3; Vgs=-ve; Vds=-ve

due to forward bias across gate, the depletion layer reduces and Id decreases.

transfer characteristics

यह पॉजिटिव गेट वोल्टेज और ड्रेन करंट के बीच खींचा जाता है। पैटर्न n चैनल JFET के मामले में समान होगा लेकिन लागू वोल्टेज की ध्रुवीयता और नाली की धारा की दिशा भिन्न होती है।



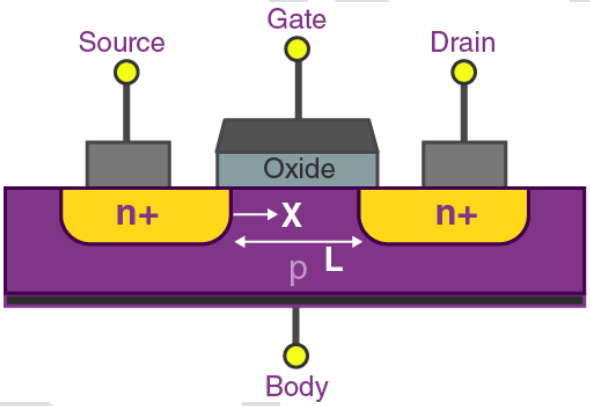
MOSFET - Metal Oxide Silicon Field Effect Transistors

मेटल ऑक्साइड सिलिकॉन फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर जिसे आमतौर पर MOSFETs के रूप में जाना जाता है, इलेक्ट्रॉनिक उपकरण होते हैं जिनका उपयोग सर्किट में वोल्टेज को स्विच या बढ़ाने के लिए किया जाता है। यह एक वर्तमान नियंत्रित उपकरण है और तीन टर्मिनलों द्वारा निर्मित है। MOSFET के टर्मिनलों के नाम इस प्रकार हैं:

- स्रोत
- द्वार
- नाली
- शरीर

MOSFET CONSTRUCTION

MOSFET के सर्किट को आमतौर पर निम्नानुसार दर्शाया जाता है:



- पी-टाइप सेमीकंडक्टर MOSFET का आधार बनाता है।
- आधार के दो प्रकार एक n-प्रकार की अशुद्धता के साथ अत्यधिक डोप किए जाते हैं जिसे आरेख में n+ के रूप में चिह्नित किया जाता है।
- आधार के भारी डोप वाले क्षेत्रों से, टर्मिनल स्रोत और नाली की उत्पत्ति होती है।
- सब्सट्रेट की परत इन्सुलेशन के लिए सिलिकॉन डाइऑक्साइड की एक परत के साथ लेपित है।
- सिलिकॉन डाइऑक्साइड के ऊपर एक पतली इन्सुलेटेड धातु की प्लेट रखी जाती है और यह संधारित्र के रूप में कार्य करती है।
- गेट टर्मिनल को पतली धातु की प्लेट से बाहर लाया जाता है।
- इन दो एन-टाइप क्षेत्रों के बीच वोल्टेज स्रोत को जोड़कर एक डीसी सर्किट बनाया जाता है।

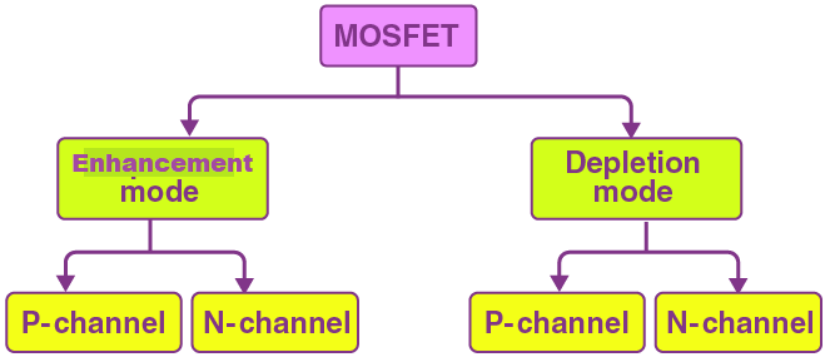
WORKING PRINCIPLE OF MOSFET

- जब गेट पर वोल्टेज लगाया जाता है, तो एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होता है जो चैनल क्षेत्र की चौड़ाई को बदलता है, जहां इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह होता है।
- चैनल क्षेत्र जितना चौड़ा होगा, डिवाइस की चालकता उतनी ही बेहतर होगी.

MOSFET Types

- MOSFETs are of two classes: ***Enhancement mode*** and ***depletion mode***. Each class is available as n-channel or p-channel; hence overall they tally up to four types of MOSFETs.

The classification of MOSFET based on the construction and the material used is given below in the flowchart.

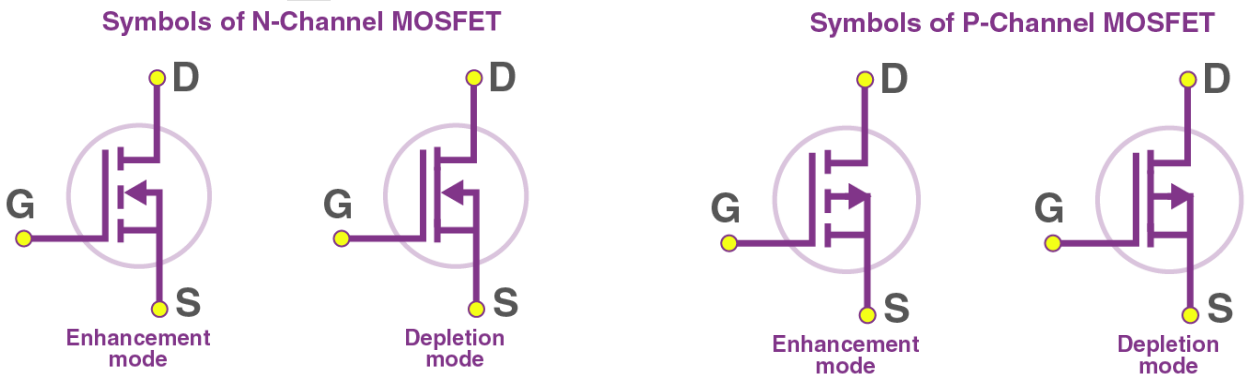


Depletion Mode

जब गेट टर्मिनल पर कोई वोल्टेज नहीं होता है, तो चैनल अधिकतम चालकता दिखाता है। जब गेट टर्मिनल पर वोल्टेज या तो सकारात्मक या नकारात्मक होता है, तो चैनल चालकता कम हो जाती है।

Enhancement Mode

जब गेट टर्मिनल पर कोई वोल्टेज नहीं होता है, तो डिवाइस संचालित नहीं होता है। जब गेट टर्मिनल पर अधिकतम वोल्टेज होता है, तो डिवाइस बढ़ी हुई चालकता दिखाता है



D-MOSFET	E-MOSFET
At Vgs=0 channel is present As Vgs increases, channel decreses At Vgs=Vp, channel vanished and Id becomes zero	At Vgs=0; chsnnel is absent As Vgs increases ; channel increases At Vgs=Vp; Id is maximum

OPERATING REGIONS OF MOSFET

A MOSFET is seen to exhibit three operating regions. Here, we will discuss those regions.

Cut-Off Region

- कट-ऑफ क्षेत्र एक ऐसा क्षेत्र है जिसमें कोई चालन नहीं होगा और इसके परिणामस्वरूप, MOSFET बंद हो जाएगा। इस स्थिति में, MOSFET एक खुले स्विच की तरह व्यवहार करता है।
- **$V_{GS} < V_{TH} \Rightarrow I_{DS} = 0$**

Ohmic Region

- ओमिक क्षेत्र एक ऐसा क्षेत्र है जहां वीडीएस के मूल्य में वृद्धि के साथ वर्तमान (आईडीएस) बढ़ता है। जब MOSFETs को इस क्षेत्र में संचालित करने के लिए बनाया जाता है, तो उनका उपयोग एम्पलीफायरों के रूप में किया जाता है।
- **$V_{GS} > V_{TH}$ and $V_{TH} < V_{DS} < (V_{GS}VGS - V_{TH}) \Rightarrow$ MOSFET acts as a variable Resistor**

Saturation Region

- संतृप्ति क्षेत्र में, वीडीएस में वृद्धि के बावजूद MOSFET का Ids स्थिर होता है और एक बार Vds पिंच-ऑफ वोल्टेज Vp के मूल्य से अधिक हो जाता है।
- इस स्थिति के तहत, डिवाइस एक बंद स्विच की तरह काम करेगा जिसके माध्यम से आईडीएस का एक संतृप्त मूल्य प्रवाहित होता है।
- नतीजतन, जब भी एमओएसएफईटी को स्विचिंग ऑपरेशन करने की आवश्यकता होती है तो यह ऑपरेटिंग क्षेत्र चुना जाता है।
- $V_{GS} >> V_{TH}$ and $(V_{GS} - V_{TH}) < V_{DS} < 2(V_{GS} - V_{TH}) \Rightarrow I_{DS}$ = Maximum

ENHANCEMENT MODE

- एन्हांसमेंट मोड MOSFET आमतौर पर ट्रांजिस्टर के प्रकार का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार का MOSFET सामान्य रूप से खुले स्विच के बराबर है क्योंकि गेट वोल्टेज शून्य होने पर यह संचालित नहीं होता है।
- यदि एन-चैनल गेट टर्मिनल पर सकारात्मक वोल्टेज (+ वीजीएस) लागू किया जाता है, तो चैनल संचालित होता है और चैनल के माध्यम से नाली का प्रवाह होता है।
- यदि यह बायस वोल्टेज अधिक सकारात्मक हो जाता है तो चैनल की चौड़ाई और चैनल के माध्यम से ड्रेन करंट कुछ और बढ़ जाता है।

- लेकिन अगर बायस वोल्टेज शून्य या नकारात्मक (-वीजीएस) है तो ट्रांजिस्टर बंद हो सकता है और चैनल गैर-प्रवाहकीय स्थिति में है। तो अब हम कह सकते हैं कि एन्हांसमेंट मोड MOSFET का गेट वोल्टेज चैनल को बढ़ाता है
-

P-CHANNEL E-MOSFET	N- CHANNEL E-MOSFET
• Initially channel is absent • Vgs=-ve; Vds=-ve, to increase the size of the channel	• Channel is present • Vgs=Vgs; Vds=+ve to increase the channel

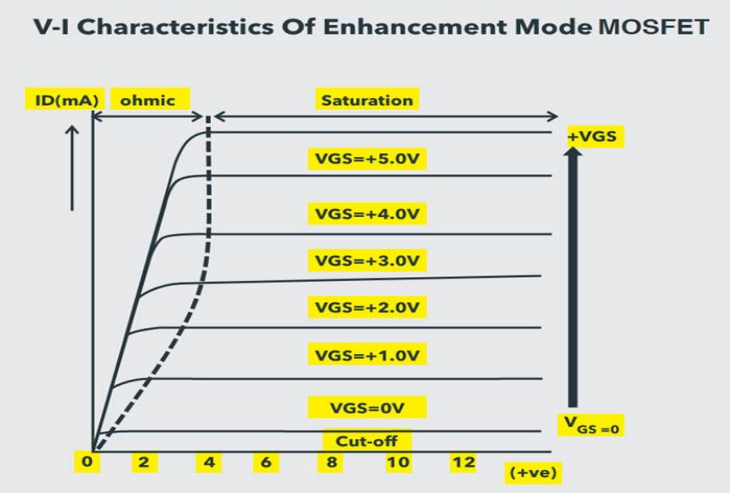
Current equation

$$Id = k(Vgs - Vt)^2; k = constant$$

Vt=threshold voltage

V-I CHARACTERISTICS

- एन्हांसमेंट मोड MOSFET की V-I characteristics को दिखाया गया है जो ड्रेन करंट (ID) और ड्रेन-सोर्स वोल्टेज (VDS) के बीच संबंध देता है।
- उपरोक्त आंकड़े से हमने ओमिक, संतृप्ति और कट-ऑफ क्षेत्रों जैसे विभिन्न क्षेत्रों में एमओएसएफईटी में वृद्धि के व्यवहार को देखा।

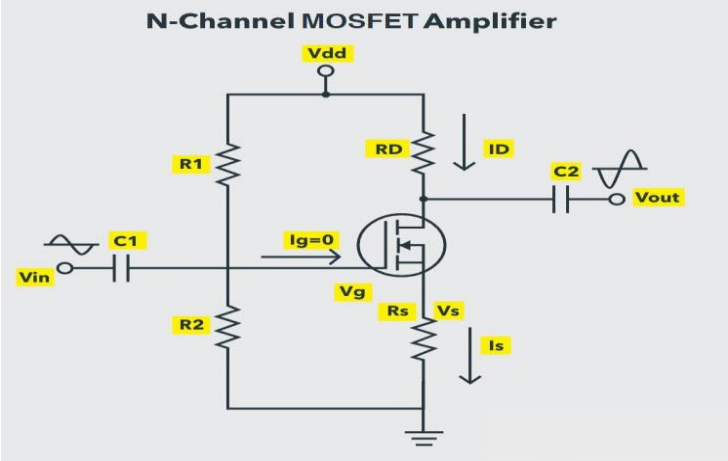


N-CHANNEL MOSFET AMPLIFIER

- BJTs की तुलना में, MOSFETs में बहुत कम ट्रांसकंडक्टेंस होता है, जिसका अर्थ है कि वोल्टेज का लाभ बड़ा नहीं होगा। इसलिए, MOSFETs (सभी FETs) आमतौर पर एम्पलीफायर सर्किट में उपयोग नहीं किए जाते हैं।
- एन-चैनल एन्हांसमेंट एमओएसएफईटी का उपयोग करते हुए सिंगल-स्टेज 'क्लास ए' एम्पलीफायर सर्किट देखें। आम स्रोत विन्यास के साथ एन-चैनल एन्हांसमेंट मोड

MOSFET अन्य की तुलना में मुख्य रूप से इस्तेमाल किया जाने वाला एम्पलीफायर सर्किट है। depletion मोड MOSFET एम्पलीफायरों JFET एम्पलीफायरों के समान हैं।

- MOSFET के इनपुट प्रतिरोध को गेट बायस प्रतिरोध द्वारा नियंत्रित किया जाता है जो इनपुट प्रतिरोधों द्वारा उत्पन्न होता है। इस एम्पलीफायर सर्किट का आउटपुट सिग्नल उलटा होता है क्योंकि जब गेट वोल्टेज (वीजी) अधिक होता है तो ट्रांजिस्टर चालू हो जाता है और जब वोल्टेज (वीजी) कम होता है तो ट्रांजिस्टर बंद हो जाता है।



- The general MOSFET amplifier with common source configuration is shown above. This is an amplifier of class A mode.
- Here the voltage divider network is formed by the input resistors R1 and R2 and the input resistance for the AC signal is given as Rin = RG = 1MΩ.

The equations to calculate the gate voltage and drain current for the above amplifier circuit are given below.

$$Vg = \left(\frac{R2}{R1 + R2}\right) * Vdd$$

$$ID = \frac{VS}{RS}$$

Where,
V_G = gate voltage
V_S = input source voltage
V_{DD} = supply voltage at drain
R_S = source resistance
R_1 & R_2 = input resistors

CURRENT EQUATION FOR JFET AND D-MOSFET

$$\boldsymbol{Id = Idss(1 - \frac{Vgs}{Vp})^2 \ldots\ldots\ldots eq.1}$$

$$\boldsymbol{gm = \frac{\partial Id}{\partial Vgs} = -\frac{2Idss}{Vp}\left(1 - \frac{Vgs}{Vp}\right) \ldots\ldots\ldots eq.2}$$

From eq.1

$$1 - \frac{Vgs}{Vp} = \sqrt{\frac{Id}{Idss}}$$

Putting in equ.2

$$gm = -\frac{2Idss}{Vp}\sqrt{\frac{Id}{Idss}}$$

$$gm = gmo\sqrt{\frac{Id}{Idss}}; gmo = -\frac{2Idss}{Vp}$$

$$gm = -\frac{2}{Vp}\sqrt{Id.Idss}; gmo = max\ transconductance$$

FET PARAMETER

AC drain resistance

$$rd = \frac{\partial Vds}{\partial Id}; Vgs = constant$$

Trans-conductance

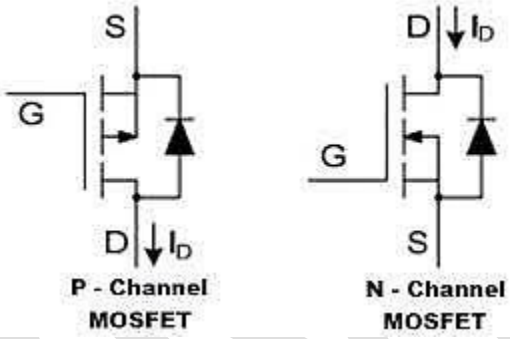
$$gm = \frac{\partial Id}{\partial Vgs}; Vds = constant$$

Amplification factor

$$\mu = \frac{\partial Vds}{\partial Vgs} = gm.rd$$

POWER MOSFET

- एक प्रकार का MOSFET जो उच्च स्तर की शक्ति को संभालता है, उसे Power MOSFET के रूप में जाना जाता है। कम वोल्टेज रेंज में सामान्य MOSFETs की तुलना में, ये MOSFETS स्विचिंग की उच्च गति का प्रदर्शन करके बहुत बेहतर काम करते हैं। इसका संचालन सिद्धांत सामान्य MOSFETs के समान है।
- सबसे व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली शक्ति MOSFETs पी-चैनल एन्हांसमेंट-मोड, एन-चैनल एन्हांसमेंट-मोड या एन-चैनल डिप्लेशन मोड और पी-चैनल डिप्लेशन मोड हैं। शक्ति MOSFET आवृत्ति 100 किलोहर्ट्ज़ तक की तरह अधिक है। शक्ति MOSFET प्रतीक नीचे दिखाया गया है।



- ये तीन-टर्मिनल सिलिकॉन डिवाइस हैं जो गेट टर्मिनल की ओर एक सिग्नल लगाने के माध्यम से काम करते हैं ताकि यह स्रोत और नाली टर्मिनलों के बीच वर्तमान चालन को नियंत्रित कर सके। वर्तमान चालन क्षमता 10Volts-1000Volts से ब्रेकडाउन वोल्टेज रेटिंग सहित हजारों एम्पीयर के बराबर है।

Operating Principle

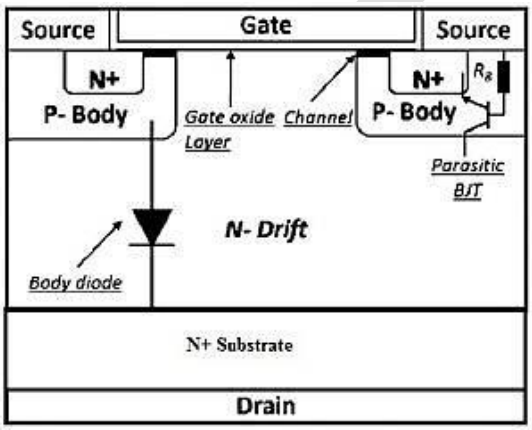
- सामान्य MOSFETs के समान, इस प्रकार के MOSFETs गेट टर्मिनल पर वोल्टेज को बदलकर स्रोत और नाली जैसे दो टर्मिनलों के बीच करंट के प्रवाह को स्विच और नियंत्रित करेंगे।
- एक बार जब वोल्टेज गेट टर्मिनल पर लागू हो जाता है, तो स्रोत और गेट टर्मिनलों के बीच एक चैनल बनाया जा सकता है जो करंट के प्रवाह की अनुमति देता है।
- वीजीएस वोल्टेज (गेट-सोर्स) को बढ़ाकर, चैनल बेहतर हो जाएगा और आईडी (ड्रेन करंट) बढ़ जाएगा। यहां, गेट और ड्रेन जैसे दो वोल्टेज के बीच मुख्य संबंध नीचे के समीकरण पर निर्भर करेगा।
- **Current equation**

$$\boldsymbol{Id = k(Vgs - Vt)^2; k = constant}$$

Vt=threshold voltage

POWER MOSFET CONSTRUCTION

- आम तौर पर, पावर MOSFETs एन्हांसमेंट प्रकार होते हैं। MOSFET को बढ़ाने के लिए वोल्टेज रेटिंग को बढ़ाने के लिए एक बहाव परत का उपयोग किया जाता है। शक्ति MOSFET की संरचना ऊर्ध्वाधर आकार की होती है और इसमें चार परतें शामिल होती हैं। इस प्रकार की संरचना का उपयोग मुख्य रूप से धारा के प्रवाह के क्षेत्र को कम करने के लिए किया जाता है। तो यह संरचना ऑन-स्टेट रेजिस्टेंस और ऑन-स्टेट लॉस को कम करेगी।

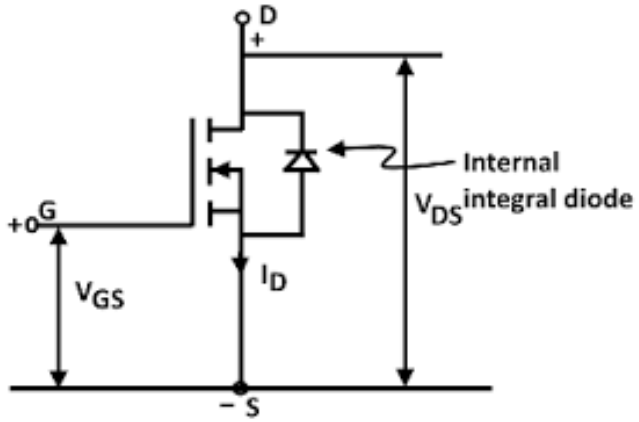


- MOSFET संरचना में, p-प्रकार जैसी मध्य परत को शरीर कहा जाता है जबकि n- परत को बहाव क्षेत्र कहा जाता है। स्रोत और नाली जैसी अन्य परतों के मूल्यांकन के अनुसार इस परत को हल्के ढंग से डोप किया जाता है। यह बहाव क्षेत्र इस MOSFET के लिए ब्रेकडाउन वोल्टेज तय करेगा। पावर MOSFET निर्माण में, पहली और आखिरी दोनों परतें n+ परतें हैं। यहां स्रोत परत प्राथमिक परत है जबकि नाली परत अंतिम परत है।
- n+ p n- n+ की संरचना एन्हांसमेंट मोड में n चैनल MOSFET है। लेकिन पी-चैनल एमओएसएफईटी की संरचना में काफी विपरीत डोपिंग आकार शामिल है। इस निर्माण में, गेट टर्मिनल सीधे पी-टाइप से जुड़ा नहीं है क्योंकि धातु और अर्धचालक के बीच एक ऑक्साइड परत होती है जो एक ढांकता हुआ परत के रूप में काम करती है।
- यह MOSFET के इनपुट पर एक मेटल ऑक्साइड सेमीकंडक्टर कैपेसिटेंस बनाता है जो 1000 pF से ऊपर की तरह उच्च होता है। ऑक्साइड परत शरीर से गेट तक टर्मिनल को अलग करने के लिए सिलिकॉन डाइऑक्साइड परत की पेशकश करके उत्कृष्ट इन्सुलेट गुण प्रदान करती है।

Power MOSFET Circuit

- पावर MOSFET सर्किट नीचे दिखाया गया है। इस सर्किट में, इस सर्किट के मुख्य टर्मिनल स्रोत और नाली हैं। करंट डायरेक्शन का फ्लो ड्रेन टर्मिनल से सोर्स तक होगा और इसे

जीरो वोल्टेज के जरिए गेट टर्मिनल से सोर्स तक कंट्रोल किया जाता है। नाली में, एक सकारात्मक वोल्टेज स्रोत के सापेक्ष होता है। तो इसका परिणाम होगा कि कुछ 100 वोल्ट तक का करंट ब्लॉक हो जाएगा।

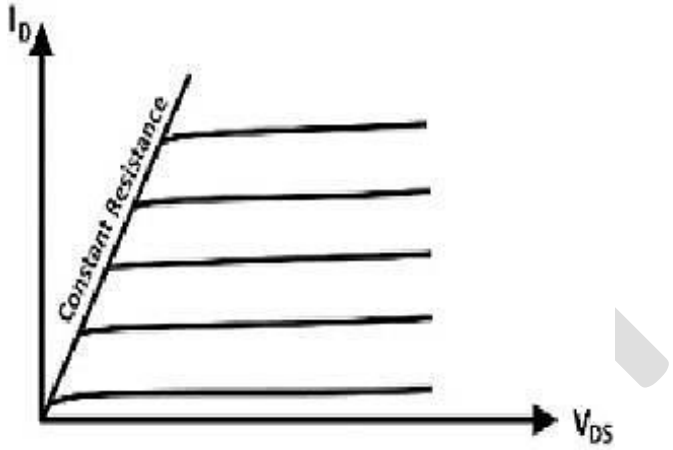


- यदि गेट टर्मिनल पर 3V जैसा धनात्मक वोल्टेज लगाया जाता है तो गेट टर्मिनल के नीचे सिलिकॉन की सतह पर एक ऋणात्मक आवेश प्रेरित किया जा सकता है। तो पी-परत एक प्रेरित एन परत बन जाएगी और इलेक्ट्रॉनों जैसे चार्ज वाहकों को इसके माध्यम से बहने की अनुमति देगी। इस प्रकार, एक सकारात्मक गेट वोल्टेज नाली टर्मिनल से स्रोत तक प्रवाह के प्रवाह के लिए एक सतह चैनल स्थापित करता है। यहां, गेट टर्मिनल पर वोल्टेज प्रेरित चैनल की गहराई तय करेगा और इस तरह से करंट का प्रवाह निर्धारित किया जा सकता है।

Power MOSFET Characteristics

- ड्रेन टू सोर्स वोल्टेज और ड्रेन करंट के बीच विशेषता वक्र खींचा जाता है जिसे VDS और Id से दर्शाया जाता है। इस वक्र में तीन क्षेत्र शामिल हैं, अर्थात् कट-ऑफ, ओमिक क्षेत्र और संतृप्ति।
  - जब MOSFET को किसी भी एप्लिकेशन में स्विच के रूप में उपयोग किया जाता है तो डिवाइस ओमिक के क्षेत्रों के भीतर काम करेगा और एक बार चालू/बंद होने पर कट ऑफ हो जाएगा। संतृप्ति क्षेत्र में, सक्रिय अवस्था के भीतर शक्ति के अपव्यय को कम करने की प्रक्रिया से बचा जा सकता है।
  - एक बार जब गेट-सोर्स का वोल्टेज थ्रेशोल्ड वोल्टेज की तुलना में कम हो जाता है, तो पावर MOSFET कट-ऑफ क्षेत्र में होगा। ब्रेकडाउन से दूर रहने के लिए, ड्रेन से सोर्स तक ब्रेकडाउन वोल्टेज लागू वोल्टेज की तुलना में बड़ा होना चाहिए। तो हिमस्खलन टूटना होगा।

- बिजली MOSFET ओमिक अवस्था में चली जाती है तो इस क्षेत्र में बिजली अपव्यय कम होता है। संतृप्ति अवस्था में, ड्रेन करंट ड्रेन टू सोर्स के वोल्टेज से लगभग स्वतंत्र होता है।
- यह केवल गेट से सोर्स टर्मिनलों के वोल्टेज पर निर्भर करता है। गेट टर्मिनल का वोल्टेज थ्रेशोल्ड वोल्टेज की तुलना में अधिक होता है। गेट से स्रोत तक वोल्टेज बढ़ने पर ड्रेन करंट बढ़ेगा।



ADVANTAGES

- The next breakdown does not occur.
- Very simple Gate driving circuit
- Very simple to switch ON & OFF
- It uses a high switching frequency to operate
- Thermal stability is good due to the positive temperature coefficient of power MOSFET
- Less on-state resistance
- Less expensive
- Small size
- It is a voltage-controlled device
- Needs small power to hold it within the activated condition.
- Switching speed is fast
- For commutation, an extra circuit is not necessary

DISADVANTAGES

- The on-state voltage is extremely high beyond the MOSFET. Thus, the dissipation of on-state power is high.
- The blocking capacity of this MOSFET is not symmetric so they can block high forward voltage instead of high reverse voltage. So, we need to fix a diode for guarding the MOSFET.

- They require special care while using or else they can be damaged because of the fixed electricity.

APPLICATIONS

- UPS (Uninterrupted Power Supplies)
- Relay driver
- SMPS (Switch Mode Power Supplies)
- Industries
- High-frequency based inverters
- Used within power amplifiers
- In motor controlling
- Display driver

ACMI