Semiconductor

Semiconductor :- Semiconductor एक ऐसा substance है जिसका resistivity (10^{-4} too 0.5 Ωm) के बीच होती है resistivity, Conductors और Insulators के बीच होती है इसलिए इसे Semiconductor कहते है।

ex. Germanium, Silicon

Properties of Semiconductors :-

(i) Semiconductor की Resistivity Insulator से ज्यादा होती है और Conductor से कम होती है।

(ii) Semiconductor एक Resistance का negative temperature co-efficient of resistance होता है

i.e. Temperature increase करने के साथ-साथ Semiconductor का Resistivity decrease होती है और Temperature decrease करने के साथ-साथ Semiconductor का Resistivity increase होती है।

ex. Germanium actually में एक Insulator है जो low temperature में Insulator की तरह काम करता है और high temperature में Conductor की तरह काम करता है।

Page No.
Date : / /

(iii) जब Semiconductor में हम Suitable metallic impurity (e.g. Arsenic, gallium etc) add करते है तो इसके हिसाब से ये अपनी Conducting property को appreciably change करता है।

Intrinsic Semiconductor

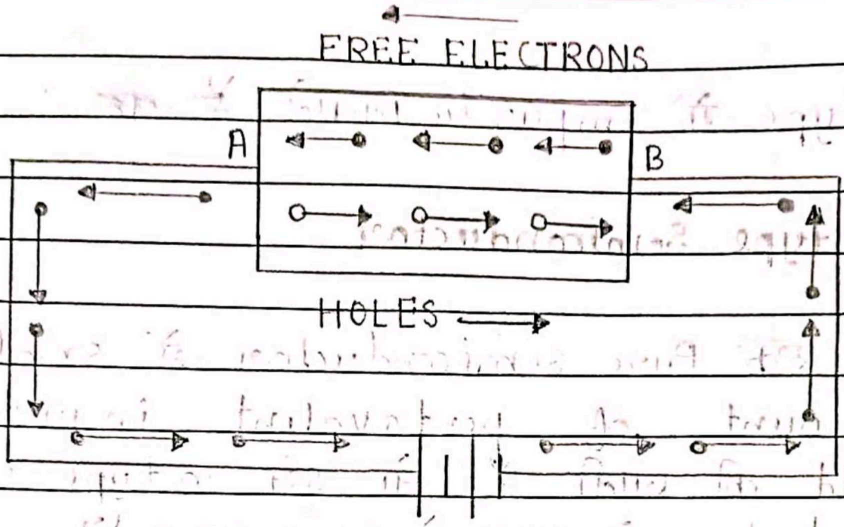
Semiconductor के Pure form को Intrinsic Semiconductor कहते है।

Room temperature में जब Intrinsic semi-Conductor को रखा जाता है तो यह hole और electron के Pair बनाते है जब Intrinsic Semiconductor में electric field apply किया जाता है तो Current का conduction दो Process से होता है free electrons and holes.

free electrons का पैदा होना Thermal energy दिये जाने पर कुछ covalent bond के टूटने से होता है same time में Covalent Bond के कारण hole भी create होते है। इसलिए हम कह सकते है कि electric field के influence में Semiconductor में conduction free electron or holes के दोनो के कारण होता है।

Teacher's Signature.....................

Page No.
Date : / /



Extrinsic Semiconductor –

एक ऐसा semiconductor जो Pure form of semiconductor नहीं होता है जिसमे Impurity मिलाई जाती है ऐसे Semiconductor को Extrinsic Semiconductor कहते है।

इस Process में semicondutor में जो Impurity मिलाई जाती है उसे हम Dopping कहते हैं। इस Impurity को add करने की जरूरत यह होती है कि free ~~hot~~ electrons और holes की संख्या को बड़ा सके।

Impurity के type के depending Extrisic Semiconductor को दो type में classify किया जाता है।

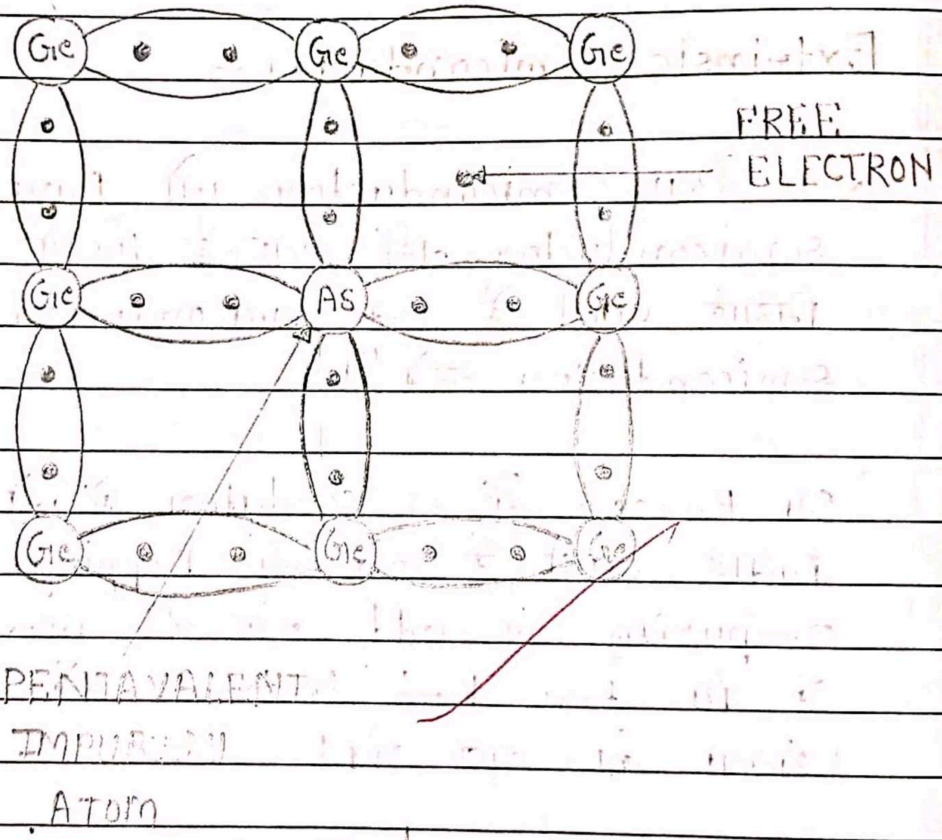
① n type ② P type

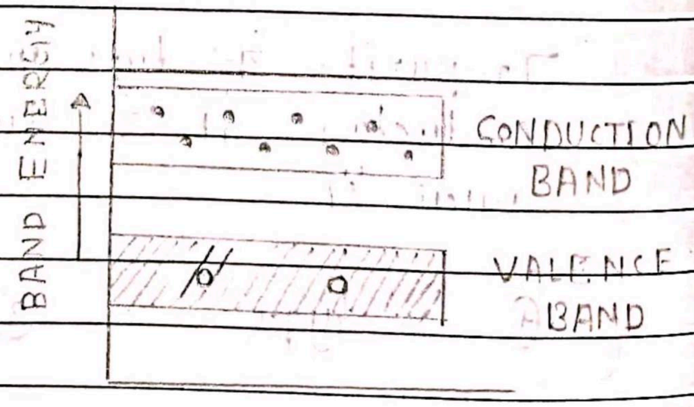
Teacher's Signature....................

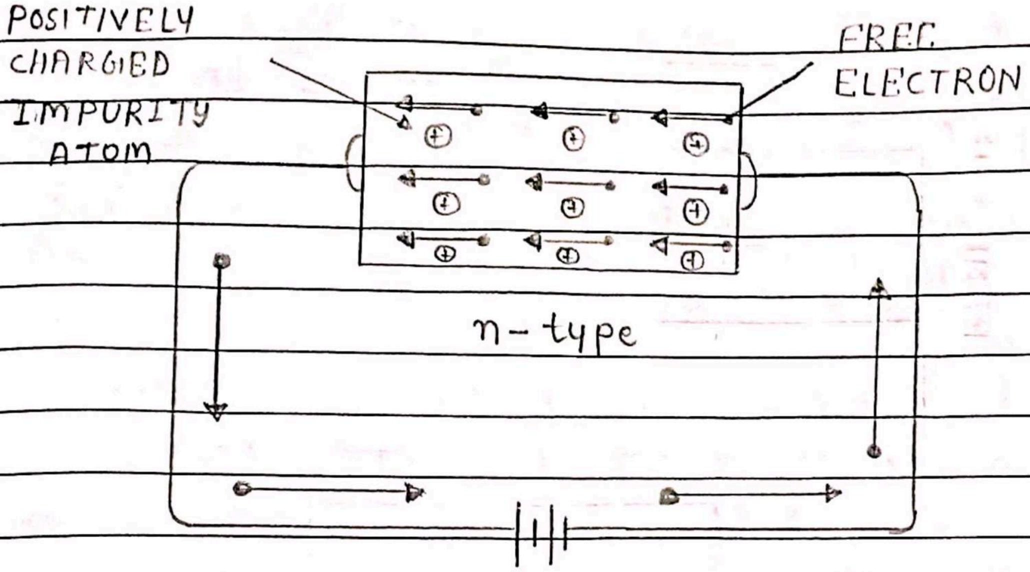
~~n-type में Impurity मिलाते है वह~~

n-type Semiconductor

जब एक Pure semiconductor में small amount of pentavalent impurity add की जाती है तो इसे n-type semi conductor के रूप में जाना जाता है।

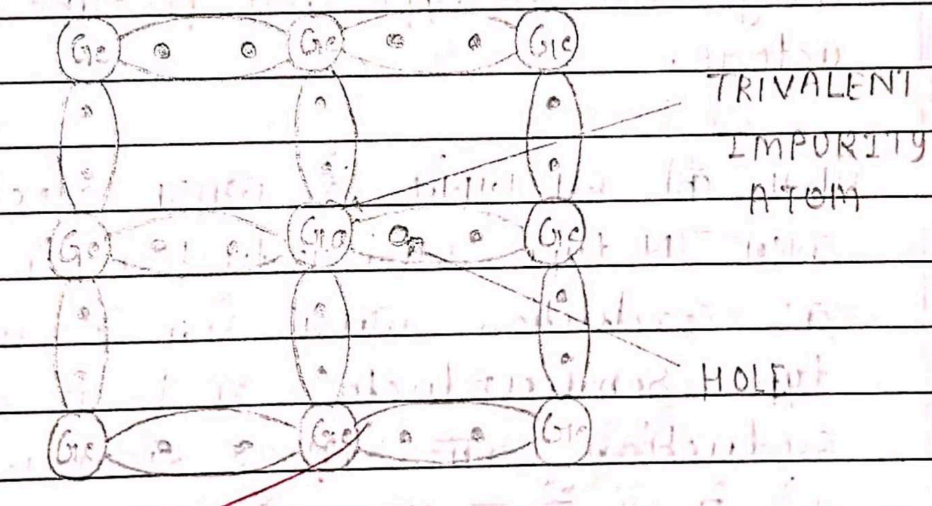


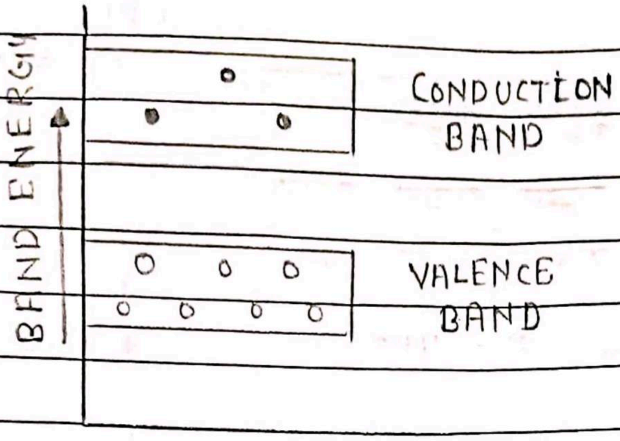


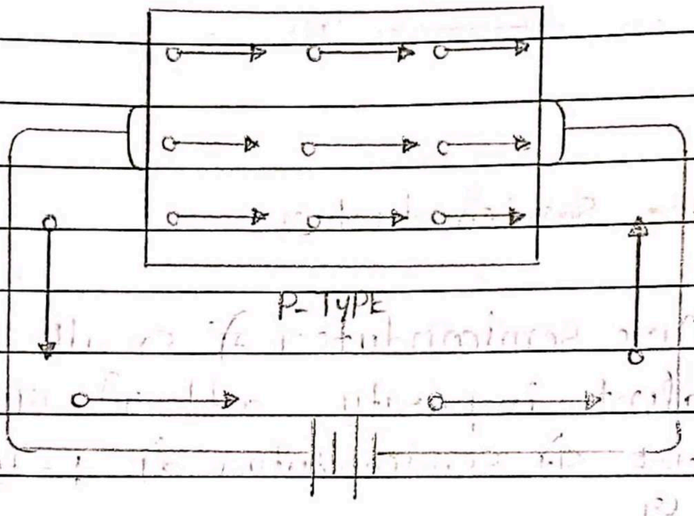


P- type Semiconductor

जब Pure semicondutor में small amount of trivalent impurity add की जाती है तो इस तरह बने semicondutor को P-type semiconductor कहते है।







Charge on n-type and p-type Semiconductors.

जैसा की हम जानते है ज्यादा electrons के कारण N-type semicunductor में current का conduction ज्यादा होता है जबकि p-type semicunductor में holes की ~~कारण cuduction कम होता~~ है संख्या ज्यादा होती है पढ़ने में हमें ऐसा लगता है जब n-type में negative charge होता है और P-type में Positive charge होता है पर यह conclusion गलत है।

Page No.
Date : / /

ये सत्य है कि n-type semicunductor में electron ज्यादा होते है लेकिन ये extra electron atoms के द्वारा supply किये जाते है। जो कि donar - Impurity of atom electrically nutral होता है। जब excess electrons Impurity atom add की जाती है। तो semicunductor crystal के co-valent bonds को number of electron के द्वारा feel किया जाता है। ये जो extra electron होते है ये free electron होते है जो की semicunductor की cunductivity को बढ़ाते है। ये situation p-type semicunductor के लिए भी लागु होती है। यह n-type semicunductor को ~~flow~~ follow करता है इसलिए p-type semicunductor electrically neutral होता है।

Majority and Minority carriers

हम जानते है कि effect of impurity, n-type semicunductor में a large number of free electrons release होते है।
और p-type semicunductor में a large number of holes होते है।
लेकिन हमे यह याद है कि thermal effect के कारण semicunductor में electron - hole pairs - release होते है तब n-type semicunductor electron और holes दोनो ही present होते है।
पर सवाल यह है कि n-type में electron और holes मे से कौन charge को कौन ज्यादा carry करेगा और कौन कम तो इसका जवाब यह है कि n-type

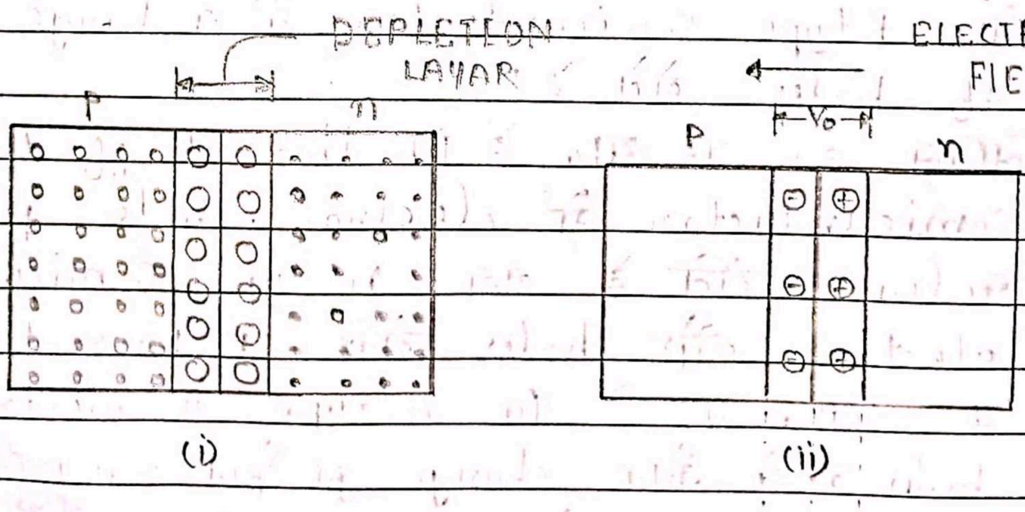
Teacher's Signature.....................

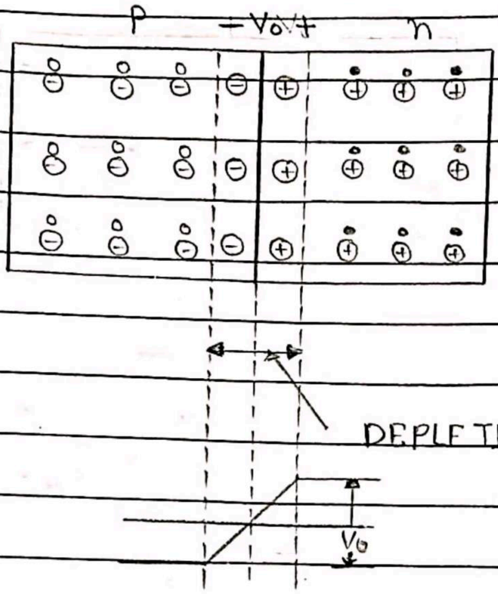
Semicunductor में Number of electron ज्यादा होता है इसलिए electron, Majority charge carriers होगा और इसी semicunductor में Number of holes कम होते है इसलिए holes, Minority charge carriers होगा।

इसी प्रकार P-type semicunductor मे Number of holes ज्यादा होता है इसलिए P-type semicunductor मे mejority charge carriers holes होता है और P type semiconductor मे number of electron कम होता है इसलिए P type semicunductor मे minority charge carriers electron होता है।

PN - Junction

जब P-Type व N-Type Semiconductor को Join किया जाता है तब जो contect surface बनता है तब उसे PN - Junction कहते है।





1. Forward biasing -

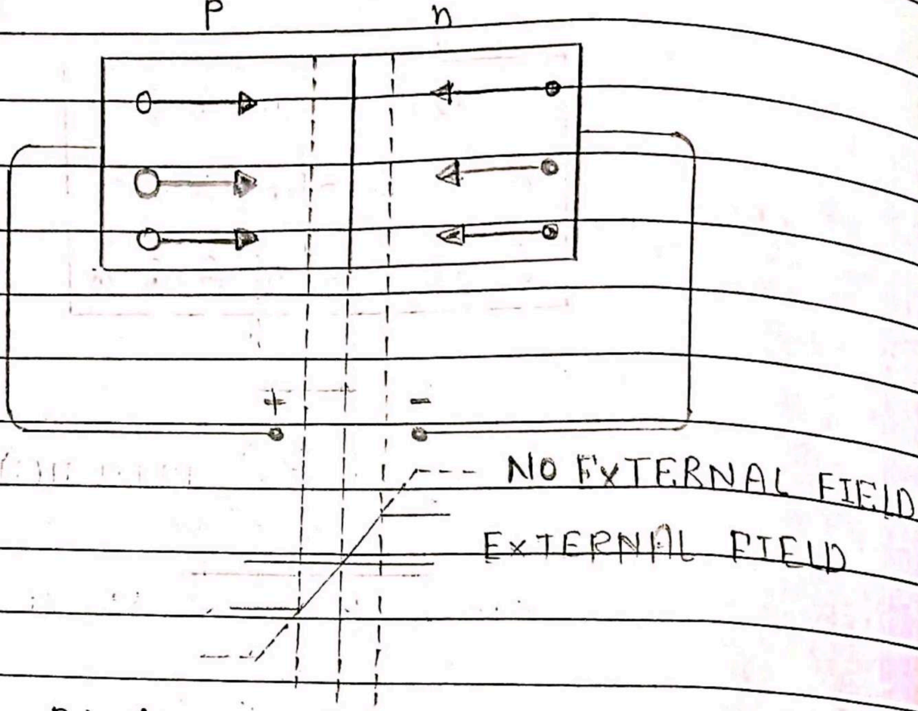
जब हम Junction में External DC Voltage apply करते हैं तो वो इस Direction में होता हैं कि वो Potential Barrier को cancel कर सके और current को flow होने की permission देता हैं। इसे हम forward Biasing कहते हैं।

(a) यहाँ Potential Barrier reduce हो जाता है और forward voltage इसे eliminate कर देता हैं

(b) यहाँ Junction, current flow को low resitance offer करता हैं

(c) low resistance Path होने के कारण ही circuits में current का flow होता हैं। इस current का magnitude applied forward voltage पर depend करता हैं।

Page No.
Date : / /



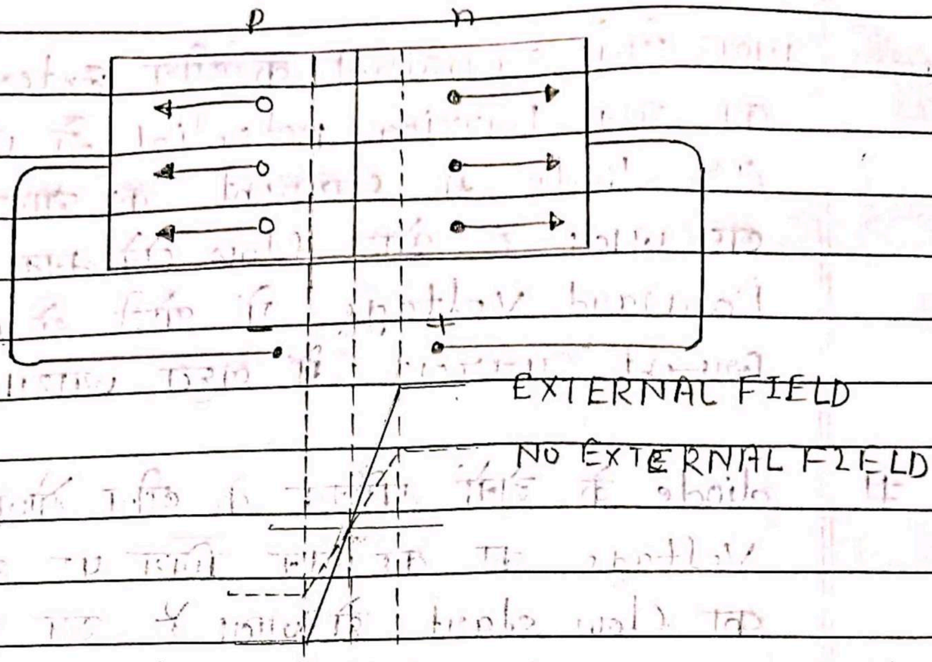
Reverse Biasing :-

जब Junction में external DC Voltage apply किया जाता है तो वो कुछ इस direction में होता है कि वो potential Barrier को increase कर देता है और current flow करने की Permission नहीं देता इसे हम Reverse Biasing कहते हैं।

(a) Potential Barrier increase

(b) current flow Junction बहुत high resistance (Reverse Resistance R_r) offer करेगा।

(c) high resistance path होने के कारण circuit में कोई भी current flow नहीं होगा।



Volt-Ampere characteristics of pn Junction

Forward या Reverse bias में external Voltage के कारण diode से flow होने वाली current और वोल्टेज के बीच के Relation को एक ग्राफ द्वारा दिखाया जाता है। इस प्रकार ग्राफ द्वारा Voltage और current को दिखाना diode का या P-n Junction का VI characteristics कहलाता है।

Forward Bias -

जब diode को Forward Bias mode में जोड़ा जाता है तब अचानक से diode से current flow नहीं होने लगता है। diode के दोनों terminal के बीच - external Voltage का मान जब तक Barrier potential से ज्यादा नहीं हो जाता है तब तक diode से current का flow नहीं होता है। Barrier potential को ~~ऊपर के~~ ग्राफ में बिंदु A द्वारा दिखाया गया है।

जब दोनो Terminal के बीच External Voltage का मान Barrier potential से ज्यादा होता है तब diode से current का मान अचानक से बढ़ जाता है और flow होने लगता है। इसके बाद Forward Voltage में थोड़ी से बढ़ोतरी होने पर ~~Current~~ current में बहुत ज्यादा बढ़ोतरी होती है।

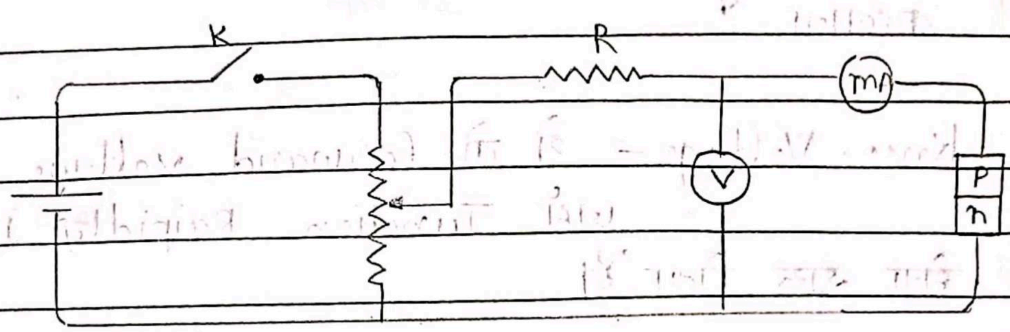
diode के दोनों टर्मिनल के बीच मौजूद Forward Voltage का वह मान जिस पर डायोड से current का flow start हो जाता है उस Voltage के मान को Knee Voltage कहा जाता है।

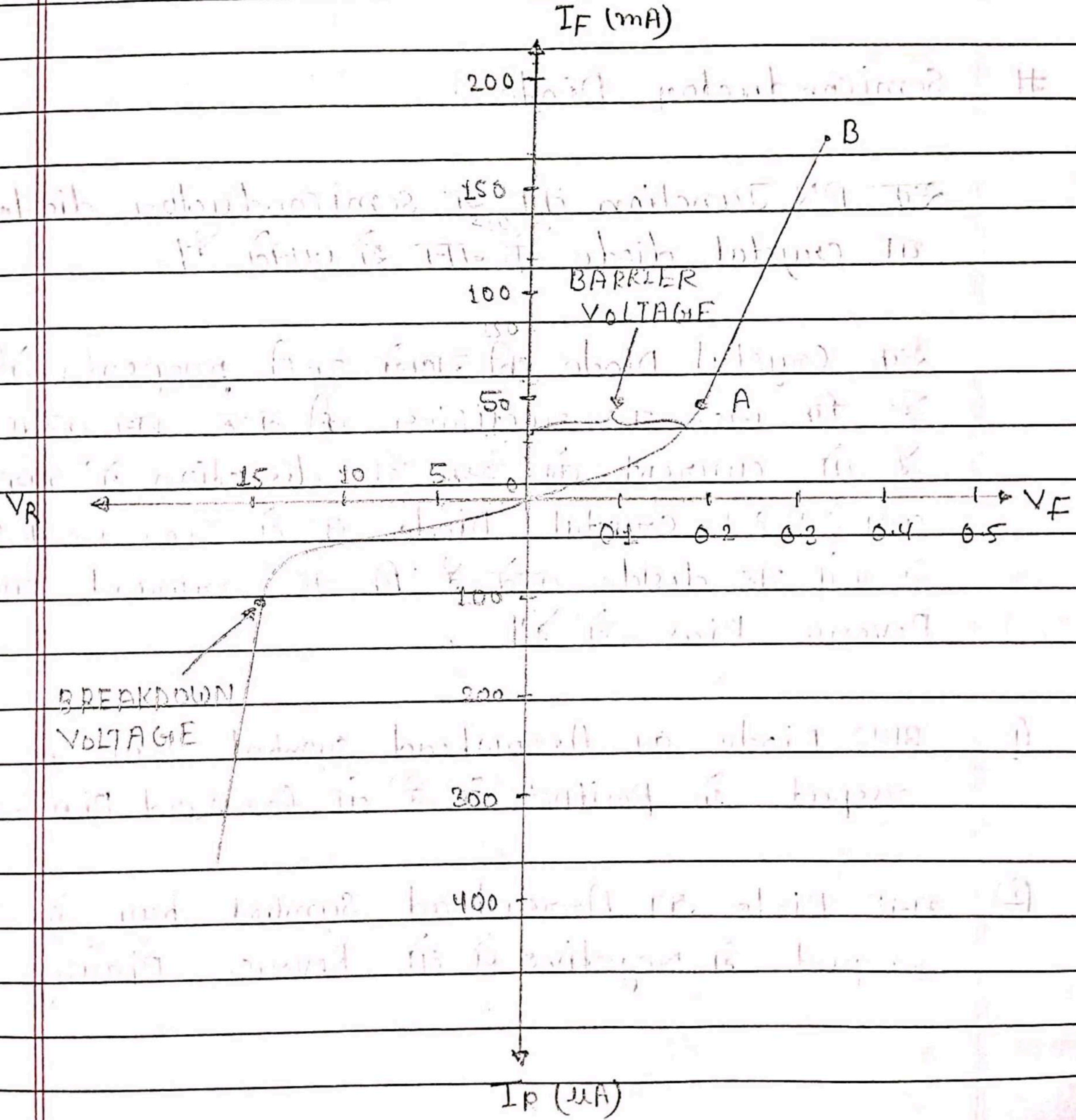
Reverse Bias -

जब diode को Reverse Bias mode में जोड़ा जाता है तब PN Junction पर मौजूद Depletion layer की चौड़ाई बढ़ने लगती है जिससे Depletion layer के दोनो तरफ मौजूद charge carrier PN Junction से दूर भागने लगते है इसी कारण Reverse Bias में diode से current flow नहीं होती है।

लेकिन यदि diode के दोनो terminal के बीच मौजूद Reverse Voltage को लगातार बढ़ाते रहे तब एक समय बाद diode से current का ~~flow~~ flow होने लगता है। इस Reverse Voltage को Breakdown Voltage कहते है।

Voltage का वह मान जिस पर Reverse bias mode में diode से current flow होने लगता है। Voltage का यह मान Breakdown Voltage कहलाता है।





Breakdown Voltage- वो ~~Reversh~~ Reverse Voltage जहाँ PN Junction Breakdown हो जाता है Breakdown Voltage कहलाता है

Knee Voltage- ये वो forward voltage है जहाँ Junction Raipidly increse होना शुरु होता है।

Semiconductor Diode

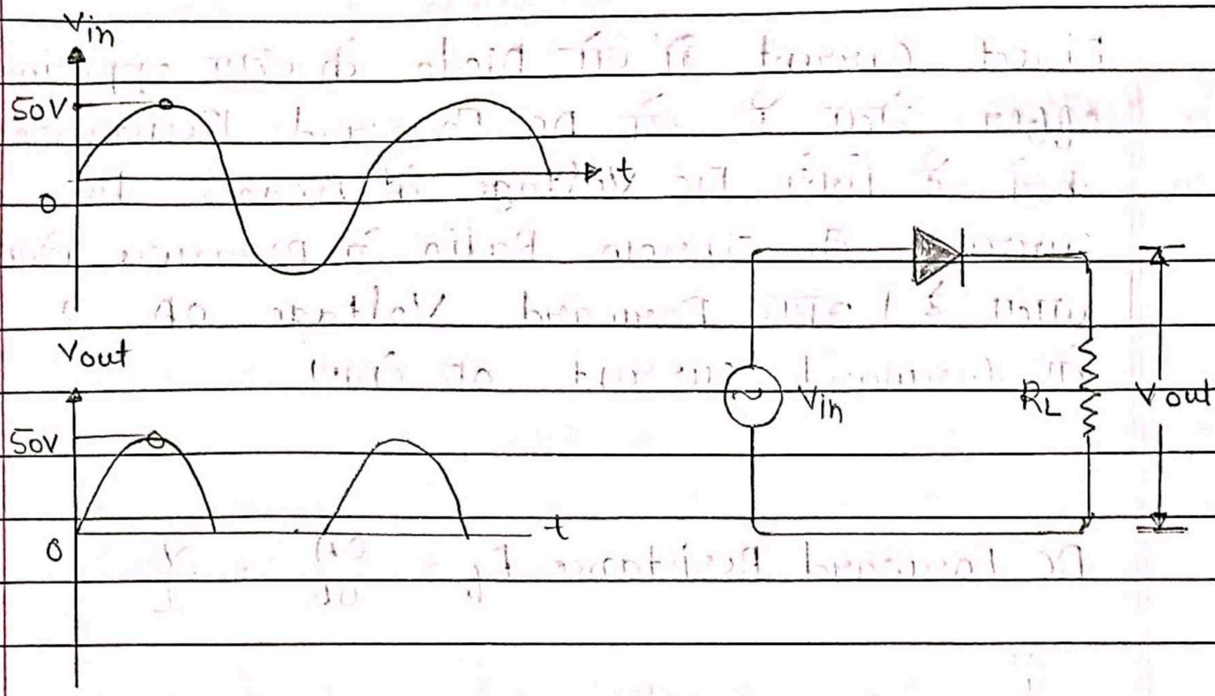
एक PN Junction को हम semiconductor diode या crystal diode के नाम से जानते हैं।

एक Crystal Diode की सबसे अच्छी property होती है कि जब यह rectifier की तरह काम करता है है तो current को एक ही direction में काम करने देता है। crystal Diode के दो Terminal होते हैं जो यह deside करते है कि वह forward या Reverse Bias में है।

① अगर Diode का Arrowhead symbol bar के respect में Positive में हैं तो forward Biasing

② अगर Diode का Arrowhead Symbol bar के respect मे Negative हो तो Reverse Biasing

Crystal Diode as a Rectifier



Forward Resistance :-

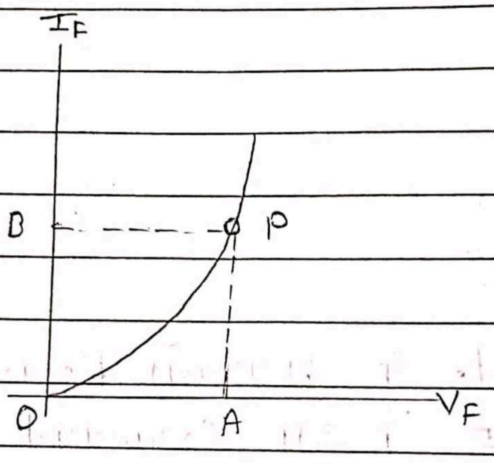
Forward Bias में diode के द्वारा जो Resistance offer किया जाता है उसे हम forward Resistance कहते हैं। ये Resistance Direct current flow या changing current के लिए Same नहीं होती ये Resistance दो Type के होते हैं :-

1. DC Forward Resistance
2. AC Forward Resistance

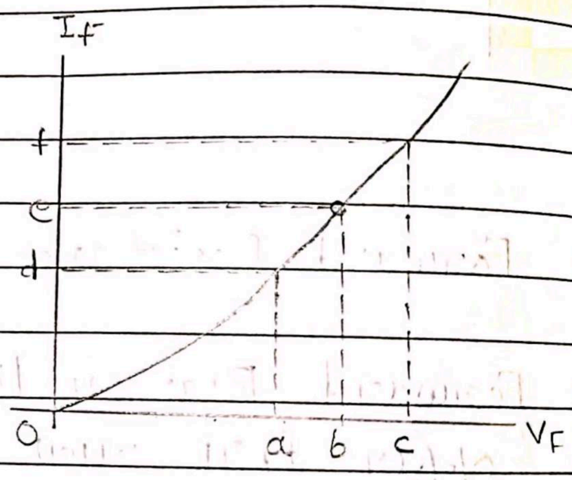
DC Forward Resistance :-

Direct current में जो Diode के द्वारा opposition offer होता है उसे DC Forward Resistance कहते है जिसे DC Voltage के Across DC current के Throw Ratio से Measure किया जाता है। अगर Forward Voltage OA है तो forward current OB होगा।

DC Forward Resistance $R_f = \frac{OA}{OB} = \frac{V}{I}$



DC Forward Resistance



AC Forward Resistance

AC Forward Resistance :-

Changing forward current के कारण Diode के द्वारा जो opposition offer किया जाता है उसे AC Forward Resistance कहते है।

AC Forward Resistance $= r_f = \frac{oa - oc}{of - od} = \frac{ac}{df}$

Page No.
Date : / /

अगर Diode AC Voltage के साथ deal कर रहा हो तो AC Forward Resistance ज्यादा significant होगी।

अगर Phase किसी भी instance पर operating point में हो तो forward Voltage ob होगा व forward current oc होगा।

Forward Resistance प्राप्त करने के लिए Forward Voltage को operating point के दोनो तरफ Vary करा सकते है Forward voltage oa is circuit Current, is od forward Voltage.

जबकि AC Forward Resistance is $r_f = \frac{oa - oc}{of - od} = \frac{ac}{df}$

Reverse Resistance :-

Reverse Resistance Reverse Bias के condition में diode को जो Resistance offer होता है उसे Reverse Resistance कहते है ये DC Reverse Resistance भी हो सकता है व AC Reverse Resistance भी हो सकता है जो कि Reverse Bias के direct व changing पर depend होगा।

Idealy अगर हम देखे तो Diode का Resistance infinity होता है।

Teacher's Signature..........

Page No.
Date : / /

Important Terms -

(i) Forward current :-

वह maximum current जो forward bias में diode से flow हो सकती है बिना diode को नुकसान पहुँचाये Forward current कहलाता है। अगर Forward current को इस maximum current से बढ़ा दे तो diode destroy हो जायेगा।

(ii) Peak inverse Voltage :-

यह वह maximum Reverse voltage है जिसको एक diode Junction को distroy किये बिना सहन कर सकता है।

(iii) Reverse current or leakage current :-

जब diode Reverse bias में होता है तो डायोड से एक minimum value of current flow होती है जिसे diode का Reverse current कहा जाता है Reverse bias मे diode में current बढ़ाने से Voltage भी बढ़ता है। यदि Voltage Reverse brackdown Voltage से ऊपर बढ़ा दिया जाता है तो Reverse current भी अचानक से बढ़ जायगा और diode damage हो जाएगा।

Teacher's Signature........................

Crystal Diode Rectifiers-

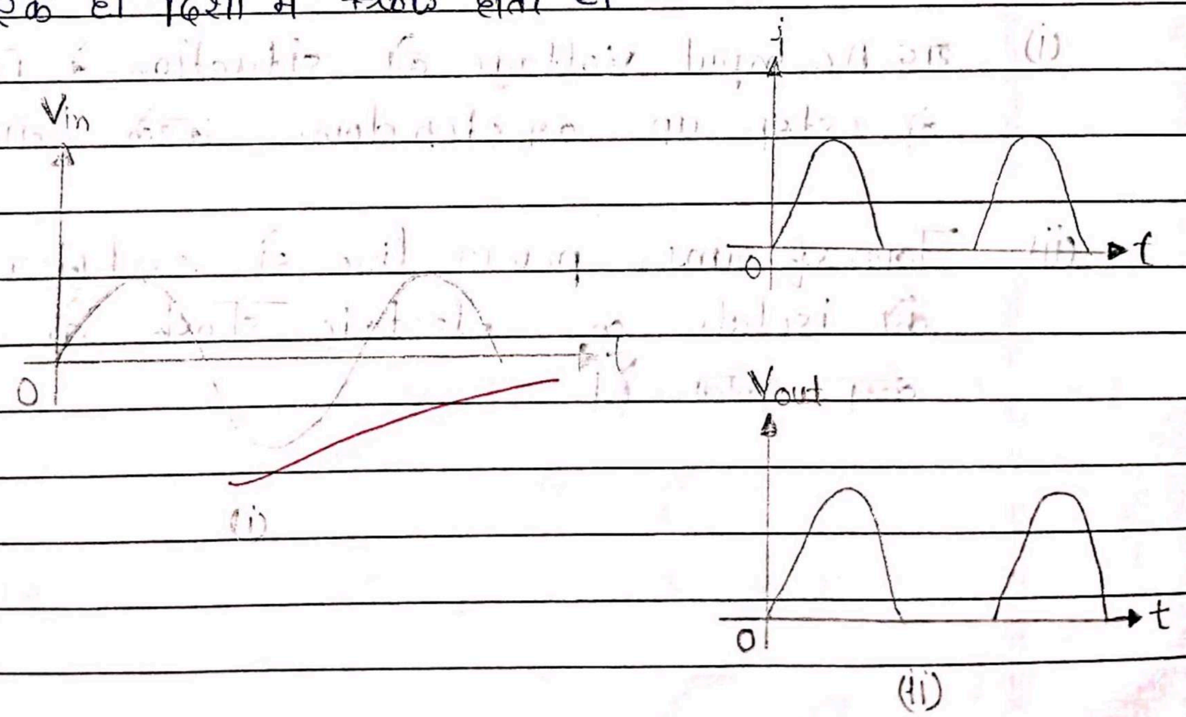
Crystal Diode का use करके AC को DC में बदला जाता है। इसे हि Crystal Diode Rectifiers कहते हैं।

ये दो प्रकार के होते है-

(i) Half-wave Rectifier
(ii) Full-wave Rectifier

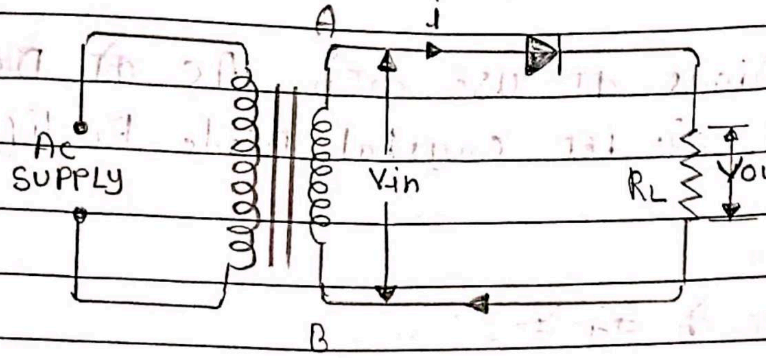
(i) Half-wave Rectifier:-

Half wave Rectification में Rectifier केवल Input AC Supply के Positive half cycle के दौरान ही Current flow करता है। AC Supply के Negative half cycle के दौरान current flow नहीं करता है इसलिए हर half cycle मे load से होते हुए current एक ही दिशा मे flow होती है।



Page No.
Date : / /

Circuit diagram :-



Circuit details :-

Circuit में single crystal diode एक half wave rectifier के रूप मे काम करता है ~~जिसे~~ Ac supply को diode और load Resistance के series combination के में apply किया गया है।

Generally a.c supply transformer के माध्यम से दिया जाता है। transformer use करने के two advantages है :-

(i) यह A.c. input Voltage को situation के हिसाब से step-up or step down करके देता है।

(ii) Transformer power line से rectifier circuit को isolate कर electric shock के risk को कम करता है।

Teacher's Signature.........................

Operation:-

Positive half cycle के दौरान secondary voltage के कारण secondary widing का end A positive charge होगा इस स्थिति मे diode Forward bias में होगा और conduct करेगा। और ~~वो~~ conventional current load तक पहुचती है। ~~वह~~

तथा Negative half cycle के दौरान Secondary widing का end B positive तथा end A negative charge होगा इस स्थिति में diode Reverse bias में होगा और current को conduct नहीं होने देगा।

इससे यह पता चलता है कि First half cycle में current flow होगा और second half cycle में current flow नहीं होगा तथा load Resistance R_L तक पहुँचने वाला current same direction में होगी। तब यह ~~Pal~~ Pulsating d.c होगी। इस Pulsating d.c को d.c में बदलने के लिए filter circuits का use कर सकते है।

Disadvantages :-

(i) यह Rectifier Ac को पुरी तरीके से dc में नहीं बदल पाता है यह सिर्फ आधा dc output देता है।

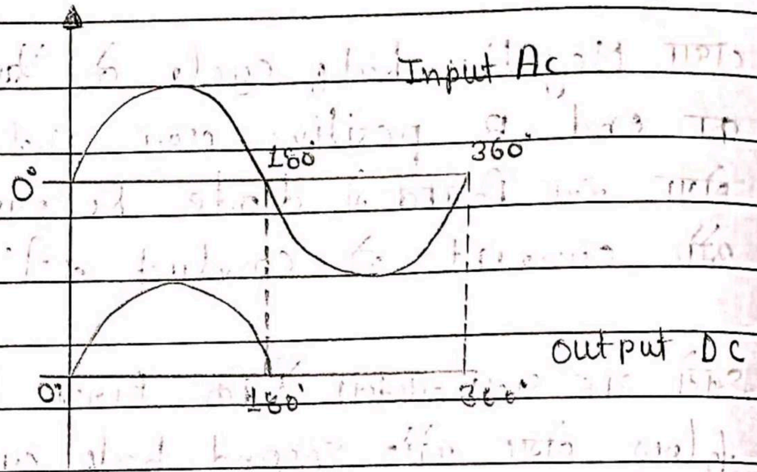
(ii) इसका इस्तेमाल न के बराबर ही किया जाता है।

Page No.
Date : / /

Output Frequency of Half-wave Rectifier:

Half wave rectifier में output frequency and ~~out~~ input frequency दोनो बराबर होती हैं।

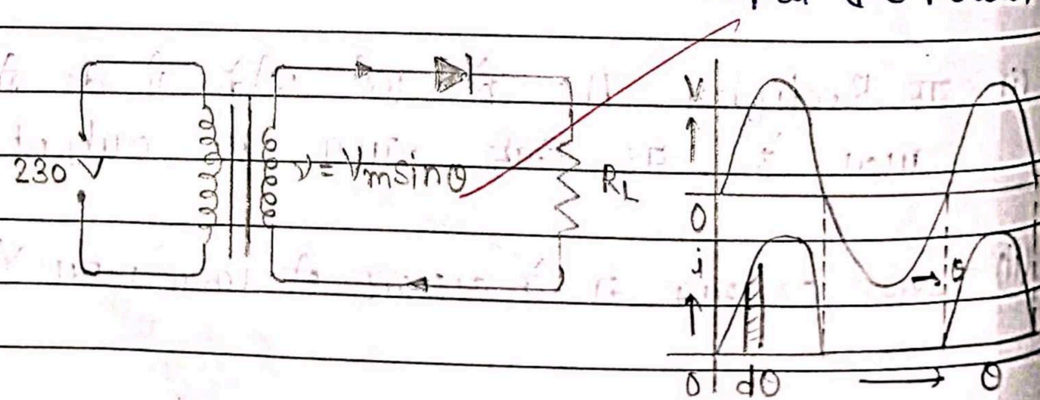
$$f_{out} = f_{in}$$



Efficiency of Half-wave Rectifier:

The ratio of d.c. power output to the applied input a.c. power is known as rectifier efficiency.

$$\text{Rectifier efficiency}, \eta = \frac{\text{d.c. power output}}{\text{Input a.c. power}}$$



Teacher's Signature.....................

Page No.
Date: / /

Consider a half-wave rectifier shown. Let $v = V_m \sin\theta$ be the alternating voltage appears across the secondary winding. Let r_f and R_L be the diode resistance and load resistance respectively. The diode conducts during positive half-cycles of a.c. supply while no current conduction takes place during negative half cycles.

d.c. power The output current is pulsating direct current. Therefore, in order to find d.c power average current has to be found out.

$$I_{av} = I_{dc} = \frac{\text{Area under the curve over a cycle}}{\text{Base}}$$

$$= \frac{\int_0^{\pi} i \, d\theta}{2\pi}$$

$$= \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} \frac{V_m \sin\theta}{r_f + R_L} \, d\theta \quad \text{(ohms low)}$$

$$= \frac{V_m}{2\pi(r_f + R_L)} \int_0^{\pi} \sin\theta \, d\theta$$

$$= \frac{V_m}{2\pi(r_f+R_L)} [-\cos\theta]_0^{\pi}$$

$$= \frac{V_m}{2\pi(r_f+R_L)} \times (-(-1) + 2)$$

$$= \frac{V_m}{\cancel{2}\pi(r_f+R_L)} \times \cancel{2}$$

Teacher's Signature.......................

$$= \frac{V_m}{(r_f+R_L)} \times \frac{1}{\pi} \quad \left[\because I_m = \frac{V_m}{(r_f+R_L)}\right]$$

$$\boxed{I_{dc} = \frac{I_m}{\pi}}$$

$\therefore$ d.c power. $P_{dc} = I_{dc}^2 \times R_L$

$$= \left(\frac{I_m}{\pi}\right)^2 \times R_L \quad \text{——— (i)}$$

a.c. Power input : The ac power input is given by.

$$P_{ac} = I_{rms}^2 (r_f+R_L)$$

For a half-wave rectified wave $I_{rms} = I_m/2$

$$P_{ac} = \left(\frac{I_m}{2}\right)^2 \times (r_f+R_L) \quad \text{——— (ii)}$$

$\therefore$ Rectifier effeciency = $\frac{\text{d.c output power}}{\text{a.c input power}}$

$$= \frac{(I_m/\pi)^2 \times R_L}{(I_m/2)^2 (r_f+R_L)}$$

$$= \frac{0.406 R_L}{r_f+R_L}$$

$$= \frac{0.406}{1+\frac{r_f}{R_L}}$$

The efficiency will be maximum if r_f is negligible as compared to R_L

$\therefore$ Max rectifier efficiency = 40.6%

This shows that in half-wave rectification, a maximum of 40.6% of a.c. power is converted into d.c. power.

25/10/21

Numerical

1. The applied input a.c. power to a half-wave rectifier is 100 watts. The d.c output power obtained is 40 watts.

(i) what is the rectification efficiency?
(ii) what happens to remaining 60 watts?

Solution :-

(i) Rectification efficiency = $\dfrac{\text{d.c. output power}}{\text{a.c. input power}}$

$= \dfrac{40}{100}$

$= 0.4$

$= 40\%$

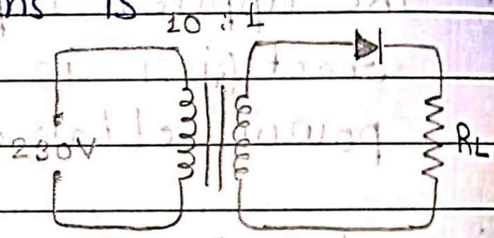
(ii) 60% of power is lost in the rectifier circuit.

2. An a.c. supply of 230 V is applied to a half-wave rectifier circuit through a tranfarmer of turn ratio 10 : 1 Find

(i) the output d.c. voltage and
(ii) the peak inverse voltage Assume the diode to be ideal.

Solution :-

Primary to secondary turns is



$$\frac{N_1}{N_2} = 10$$

R.m.s. primary voltage = 230 V

∴ Max primary voltage is

$$V_{pm} = (\sqrt{2}) \times \text{r.m.s. primary voltage}$$

$$= (\sqrt{2}) \times 230$$
$$= 325.3 \text{ V}$$

Max. secondary voltage is

$$V_{sm} = V_{pm} \times \frac{N_2}{N_1}$$

Page No.
Date: / /

$= 325.3 \times \frac{1}{10}$

$= 32.53\ V$

(i) $I_{dc} = \frac{I_m}{\pi}$

$\therefore V_{dc} = \frac{I_m}{\pi} \times R_L$

$= \frac{V_{sm}}{\pi}$

$= \frac{32.53}{\pi}$

$= 10.36\ V$

(ii) During the negative half-cycle of a.c supply the diode is reverse biased and hence conducts no current. Therefore, the maximum secondary voltage appears across the diode.

$\therefore$ Peak inverse Voltage $= 32.53\ V$

Teacher's Signature....................

Page No.
Date: / /

Full-Wave Rectifier :-

Full wave rectification में Input A.C. Voltage के दोनों half cycle के दौरान current को same direction में load की तरफ flow करती है यह तभी संभव हो पाता है जब दो डायोड अलटरनेट Alternate काम करते हैं। Positive half cycle के Input Voltage में load को एक diod current supply d देता है और Negetive half cycle में दुसरा diod current supply देता है। load के through current हमेशा same direction में होगी। इसलिए full wave Rectifier Input Ac Voltage के दोनो cycle को utilise करता है ताकि Ac Voltage Dc output produce कर सके।

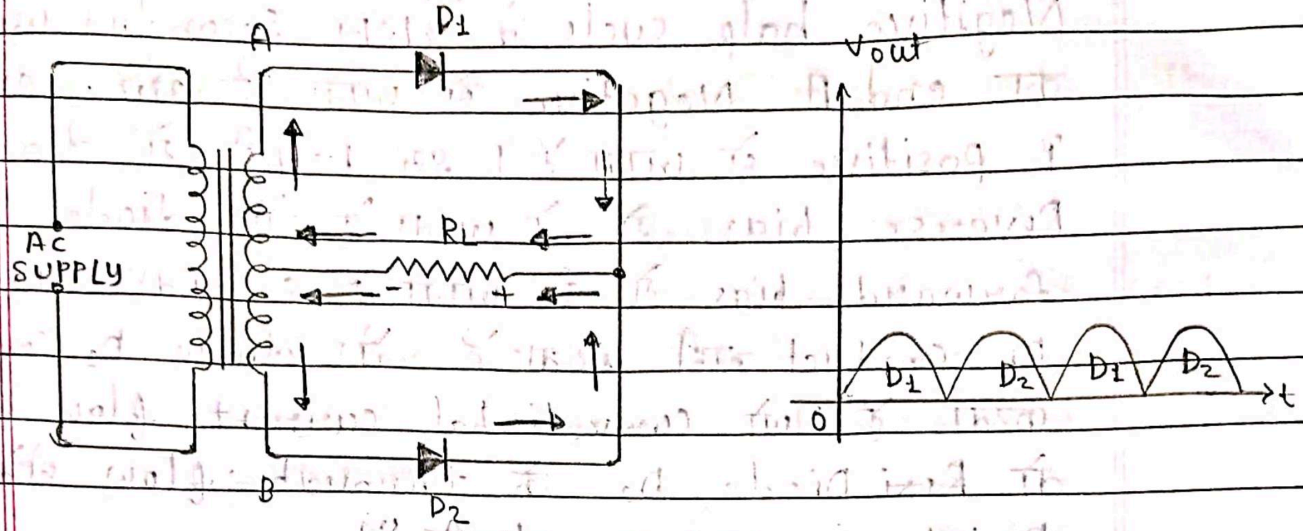
The following two circuits are commonly used for full-wave rectification:

(i) Centre-Tap Full-wave Rectifier
(ii) Full-wave bridge rectifier.

(i) centre-Tap Full wave Rectifier :-

Circuit diagram:-

Teacher's Signature.......................



Circuit details :- Circuit में दो diode D_1 और D_2 employe किये गये है center tap का Secondry winding AB दो diode से बना होता है जो की AC input Half cycle से connected है D_1 AC Voltage को OA upper Half के across utilize करता है और जब D_2 Rectification करता है तब OB lower half winding work करता है।

Operation :- Possitive half cycle के दौरान Secondry Voltage के कारण secondry winding का end A Positive होता है और end B negetive हो जाता है और diode D_2 Reverse bias में हो जाता है इसलिए diode D_1 Conduct करता है और diode D_2 Conducts नहीं करता है। जो conventional - current flow होती है वो Diode D_1 के through flow होते हुए load Resistance (R_L) तक पहुँचती है।

Negitive half cycle के दौरान Secondry winding का end A Negative हो जाता है और end B positive हो जाता है। इस स्थिती में diode D_1 Reverse bias में हो जाता है और diode D_2 forward bias में हो जाता है इस लिए diode D_1 conduct नहीं करता है और diode D_2 conduct करता है। जो convetiahal current flow होती है वो ~~Resi~~ Diode D_2 के through flow होते हुए Resistance (R_L) तक पहुँचती है।

इसलिए ये देखा जा सकता है कि AC Volt के दोनो Half cycle में R_L तक पहुँचने वाली current same direction में होती है।

Advantages :-

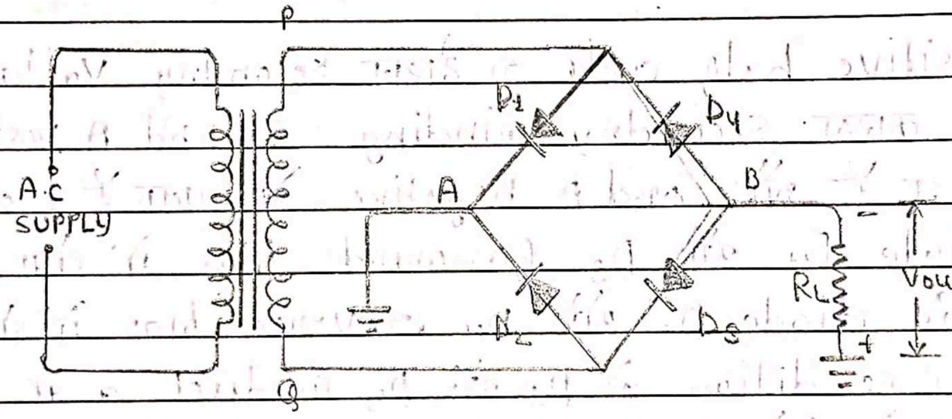
1. Ripple factor Half wave rectifier की तुलना में बहुत कम होता है।
2. DC output Voltage और DC load current Value half wave rectifier के दुगने होते हैं।
3. full wave rectifire की rectification efficiency Half wave rectifire से ज्यादा होती है।
4. यह input के दोनो half cycle को utilize करता है।

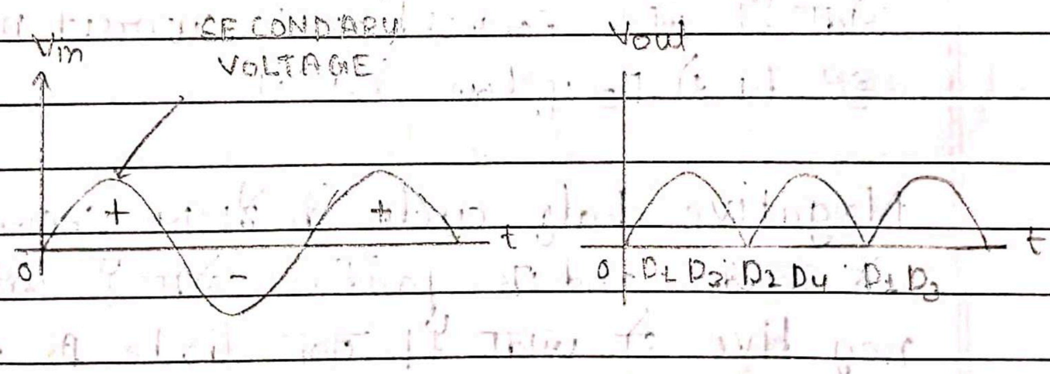
Disadvantages :-

1. इसका manufacturing costly होता है।
2. Tapping के लिए secondry winding के center का पता लगाना मुश्किल होता है।
3. इसमें high peak inverse voltage वाले diodes का use करना जरूरी है।

(ii) Full wave bridge rectifier :-

Circuit diagram :-





Page No.
Date : / /

Circuit details :-

Full wave Bride Rectifier में चार diodes होते हैं D_1, D_2, D_3 और D_4 यह diodes bridge के रूप में connect होते हैं तथा ac supply Transformer के secondry - winding के दोनो ends को bridge के एक विकर्ण के दोनों ends पर connect किया जाता है तथा bridge के दुसरे विकर्ण के दोनो ends से load को connect किया जाता है।

Operation :-

Positive half cycle के दौरान secondry voltage के कारण secondry winding का end A positive होता है और end B negative हो जाता है। तब diode D_1 और D_3 forward bias में होता है और diode D_2 और D_4 reverse bias में होता है। इस condition में D_1 और D_3 conduct करता है। तथा ये दोनो diode R_L के साथ series में connect होता है और conventional current D_1 से होते हुए R_L से D_3 flow होता है।

Negative half cycle के दौरान secondry voltage के कारण end B positive होता है और end A negative हो जाता है। तब diode D_2 और D_4 forward bias में होता है। और D_1 और D_3 reverse bias में होता है।

Teacher's Signature.....................

इस condition में D_2 और D_4 conduct करता है तथा ये दोनो diode R_L के साथ series में connect होता है और conventional current D_2 से R_L से D_4 flow होती है।

Advantages :-

i) इसमे centre tapped transformer की जरूरत नहीं होती है।
ii) इसकी efficiency half wave rectifier से ज्यादा होती है।
iii) इसका PIV centre tapped full wave rectifier के PIV से कम होता है।

Disadvantages :-

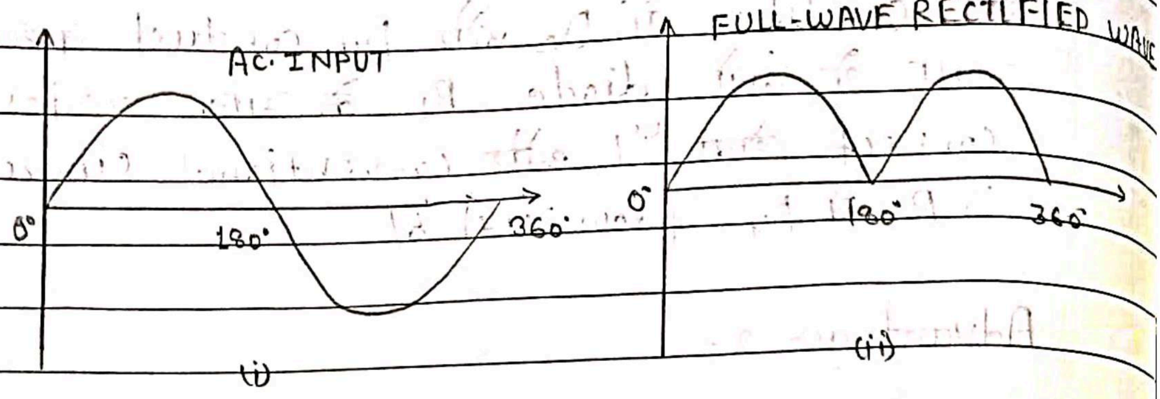
i) इसमे four diodes की जरूरत होती है।
ii) ये half wave rectifier से महंगा होता है।
iii) इसमे output voltage input voltage से कम होता है।

Output Frequency of full-wave Rectifier

full wave rectifier में output frequency input frequency की दोगुनी होती है।

$$f_{out} = 2 f_{in}$$

$f_{out} = 2f_{in}$



Efficiency of full-wave Rectifier

Let $v = V_m \sin\theta$ be the a.c. voltage to be rectified. Let r_f and R_L be the diode resistance and load resistance respectively, obviously the rectifier will conduct current through the load in the same direction for both half cycles of input a.c. voltage. The instantaneous current i is given by.

$$i = \frac{v}{r_f + R_L}$$

$$= \frac{V_m \sin\theta}{r_f + R_L}$$

Page No.
Date : / /

d.c. output power :- The output current is pulsating direct current. Therefore, in order to find the d.c. Power, average current has to be found out, from the elementary knowledge of electrical engineering.

$$I_{dc} = \frac{2I_m}{\pi}$$

∴ d.c. Power output

$$P_{dc} = I_{dc}^2 \times R_L$$

$$= \left(\frac{2I_m}{\pi}\right)^2 \times R_L$$

a.c. input power. The ac input power is given by.

$$P_{ac} = I_{rms}^2 (r_f + R_L)$$

For a full-wave rectified wave, we have

$$I_{rms} = I_m/\sqrt{2}$$

$$\therefore \quad P_{ac} = \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}}\right)^2 (r_f + R_L)$$

Teacher's Signature.....................

∴ Full-wave rectification efficiency is

$$\eta = \frac{P_{dc}}{P_{ac}}$$

$$= \frac{\left(\frac{2I_m}{\pi}\right)^2 R_L}{\left(\frac{I_m}{\sqrt{2}}\right)^2 (r_f + R_L)}$$

$$= \frac{8}{\pi^2} \times \frac{R_L}{r_f + R_L}$$

$$= \frac{0.812 R_L}{r_f + R_L}$$

$$= \frac{0.812}{1 + \frac{r_f}{R_L}}$$

The efficiency will be maximum if r_f is negligible as compared to R_L

∴ maximum efficiency = 81.2%.

This is double the efficiency due to half wave rectifier, Therefore, a full wave rectifier is twice as effective as a half wave rectifier.

Ripple Factor :-

The ratio of r.m.s value of ~~a~~ a.c component to the d.c. component in the rectifier output is known as ripple factor.

$$\text{Ripple factor} = \frac{\text{r.m.s. Value of a.c component}}{\text{Value of d.c. component}}$$

By definition, the effective rms value of total load current is given by.

$$I_{rms} = \sqrt{I_{dc}^2 + I_{dc}^2}$$

or $$I_{ac} = \sqrt{I_{rms}^2 - I_{dc}^2}$$

Dividing through out by I_{dc}, we get

$$\frac{I_{ac}}{I_{dc}} = \frac{1}{I_{dc}} \sqrt{I_{rms}^2 - I_{dc}^2}$$

But I_{ac}/I_{dc} is the ripple factor

$$\text{Ripple factor} = \frac{1}{I_{dc}} \sqrt{I_{rms}^2 - I_{dc}^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{I_{rms}}{I_{dc}}\right)^2 - 1}$$

Page No.
Date: / /

(i) For half wave rectification :-

In half wave rectification

$I_{rms} = I_m/2$ $I_{dc} = I_m/\pi$

$\therefore$ Ripple factor $= \sqrt{\left(\frac{I_m/2}{I_m/\pi}\right)^2 - 1}$

$= 1.21$

It is clear that a.c component exceeds the d.c. component in the output of a half wave rectifier This results in greater pulsations in the output, Therefore half wave rectifier is ineffective for conversion of a.c. into d.c.

(ii) For full-wave rectification

In full-wave rectification

$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ $I_{dc} = \frac{2I_m}{\pi}$

$\therefore$ Ripple factor $= \sqrt{\left(\frac{I_m/\sqrt{2}}{2I_m/\pi}\right)^2 - 1}$

$= 0.48$

Teacher's Signature.....................

This shows that in the output of a full wave rectifier the d.c. component is more than the a.c. component. consequently, the pulsations in the output will be less than in half wave rectifier for this reason full wave rectification is invariably used for conversion of ac into d.c.

Difference of Rectifier :-

S.No	Particulars	Half-wave	Centre-tap	Bridge tap
1.	No. of diodes	1	2	4
2.	Transformer necessary	no	Yes	no
3.	Max efficiency	40.6%	81.2%	81.2%
4.	Ripple factor	1.21	0.48	0.48
5.	output frequency	fin	2fin	2fin
6	Peak inverse Voltage	Vm	2Vm	Vm

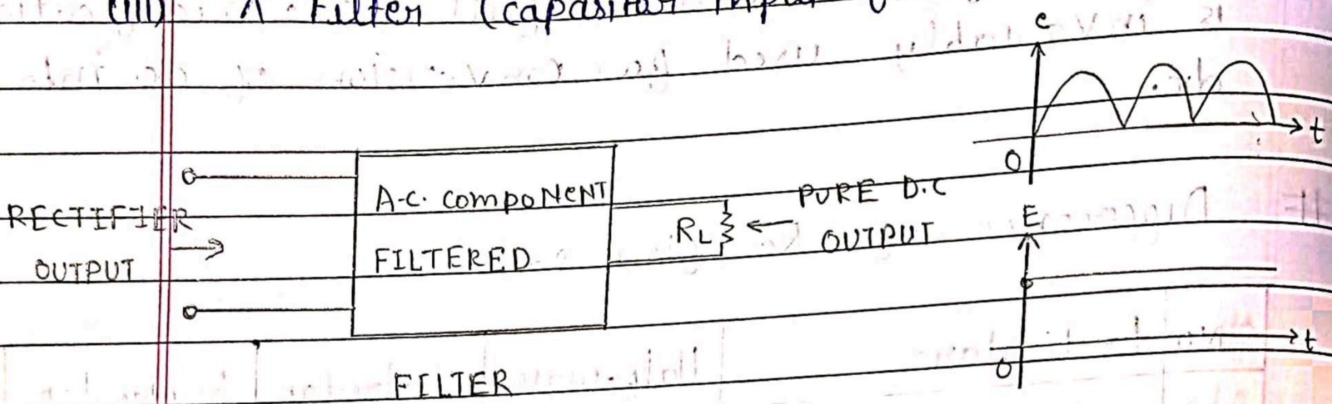
Filter circuits :-

Filter circuit एक ऐसा Device होता है जो Rectifier output से Ac componant को Remove करता है और Dc componant को load तक पहुँचाता है।

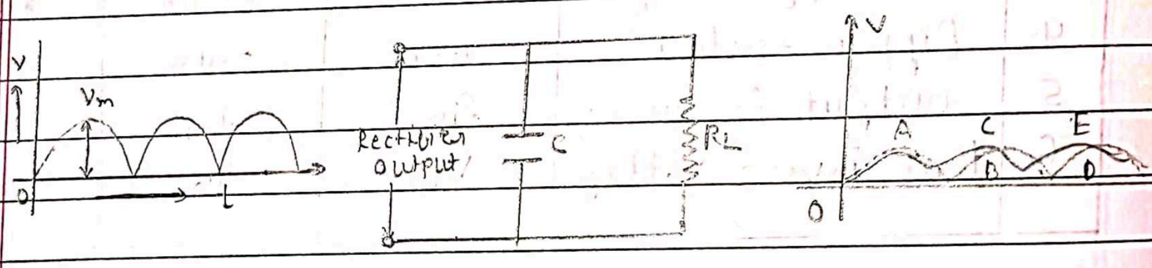
Teacher's Signature.....................

Types of Filter :-

(i) Capasitor filter
(ii) choke input filter
(iii) π Filter (capasitor input filter)

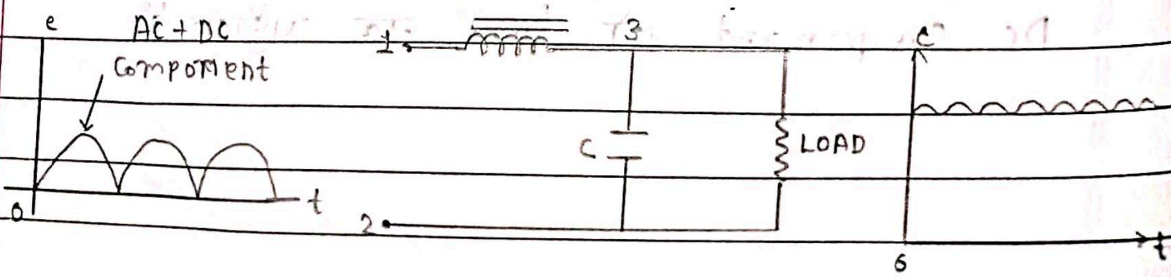


(i) Capasitor Filter :- इस Filter मे Capasitor को समानांतर क्रम में संयोजित किया जाता है। इसे shunt Capasitor filter भी कहते है।



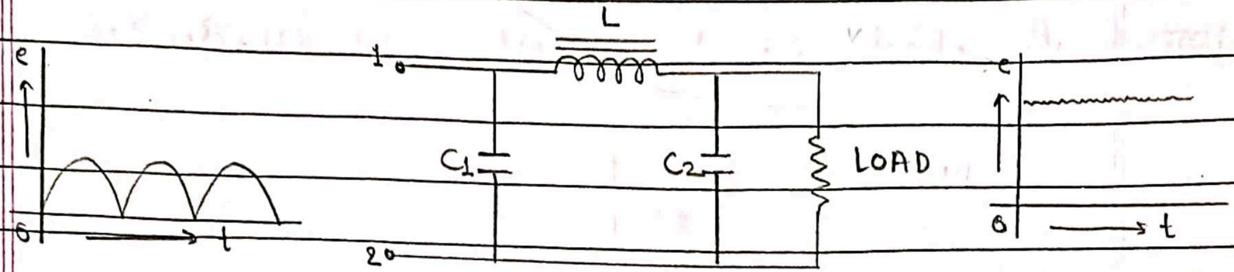
(i) (ii) (iii)

(ii) choke input Filter :- इस Filter मे Inductance (choke) एवं capasitor को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि उल्टा L बन जाये।



Page No.
Date : / /

π Filter :- जब two capasitor और एक choke को circuit में (π) के रूप में बनाया जाता है तो उस circuit को π Filter कहते हैं।

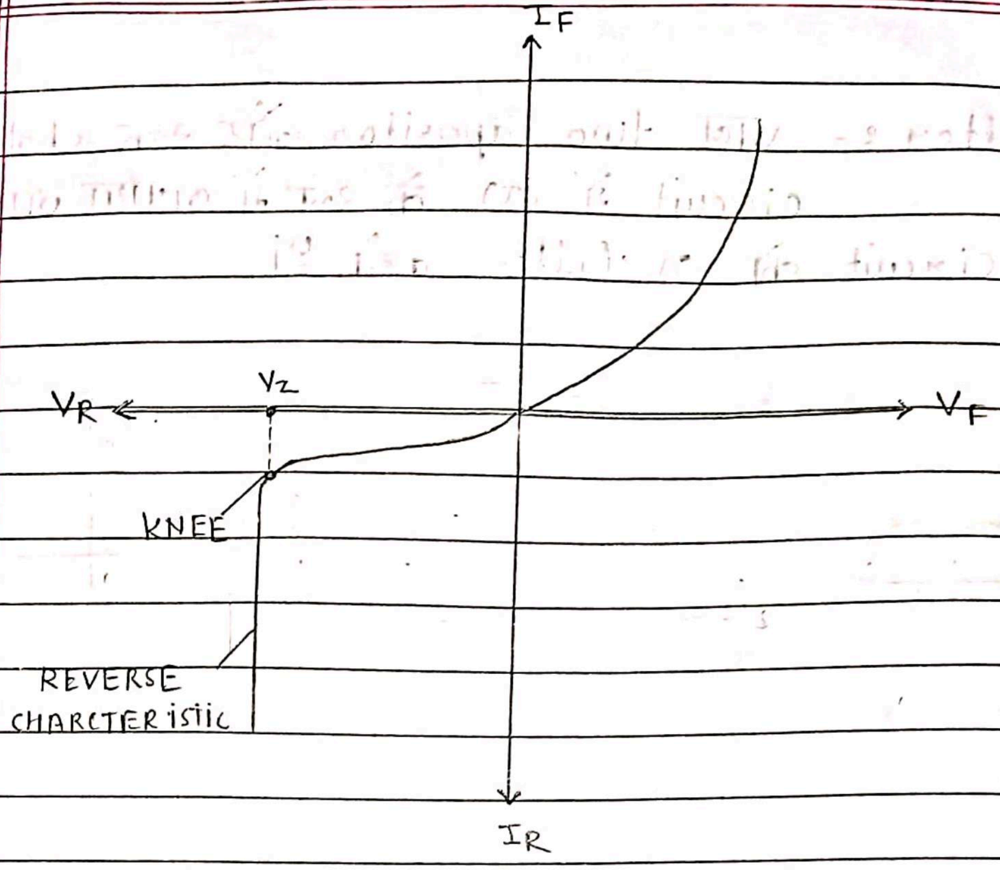


Zener Diode :- हम जानते हैं कि critical Voltage के दौरान अगर critical diode Reverse bias में Increase होता है उसे हम Breakdown Voltage कहते हैं। जहाँ Reverse current sharply Increase होने लगती है ये जो Breakdown Voltage होता है वो Amount of doping में निर्भर होता है।

अगर diode बहुत heavily doped हो तो depletion layer thin होगा और lower breakdown voltage प्राप्त होगा दूसरी तरफ अगर diode lightly doped है तो higher brackdown Voltage प्राप्त होगा।

जब किसी ordinary cristal diode को properly dopid करते हैं तो हमें sharp breakdown voltage प्राप्त होता है। इसी को हम Zener diode कहते हैं।

Teacher's Signature....................



Points about Zener diode

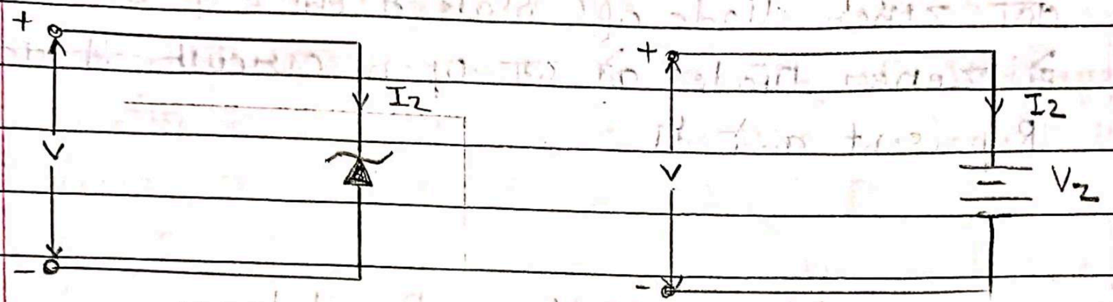
① Zener Diode भी एक ordinary diode की तरह Behave करेगा जब तक उसे Properly doped न किया जाये।

② Zener Diode हमेशा Reverse में ही Connected होता है और हमेशा Reverse Bias में ही कार्य करता है।

③ Zener Diode का जो sharp Breakdown Voltage होता है उसे ही हम Zener Voltage कहते हैं।

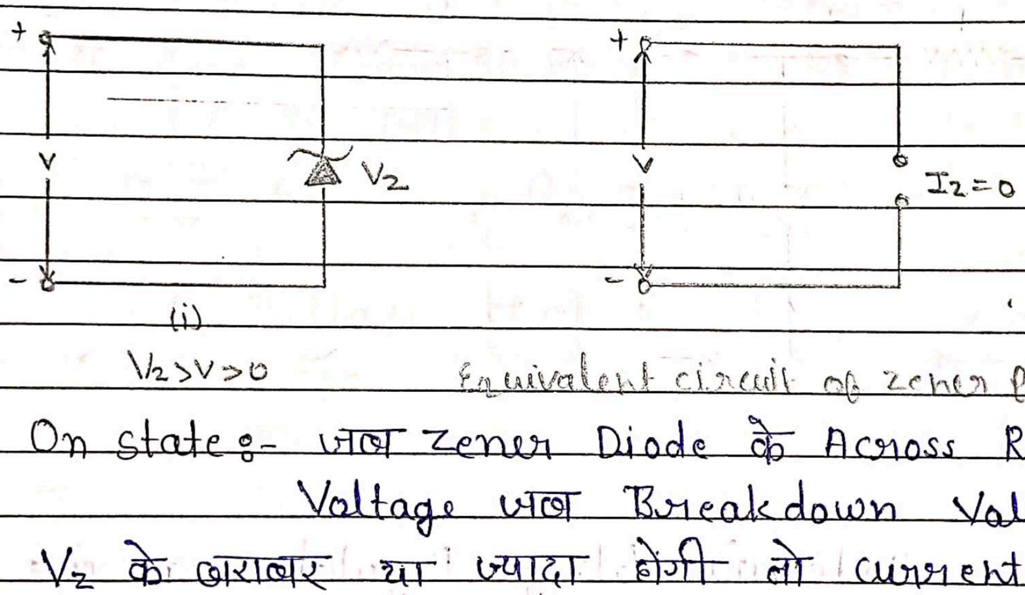
④ अगर Zener Diode Forward Bias में है तभी ordinary Diode consider किया जायेगा।

(5) Zener diode कभी भी तुरंत नहीं जलेगा क्योंकि ये Breakdown reason में inter कर चुका होता है। अगर external circuit diode से लंबे समय तक connected है तो वो current को limit कर देती है उस Brun of value से जिससे diode नहीं जलता।



(i) (ii)

$V > V_Z$ Equivalent circuit of zener for "on" state



(i)

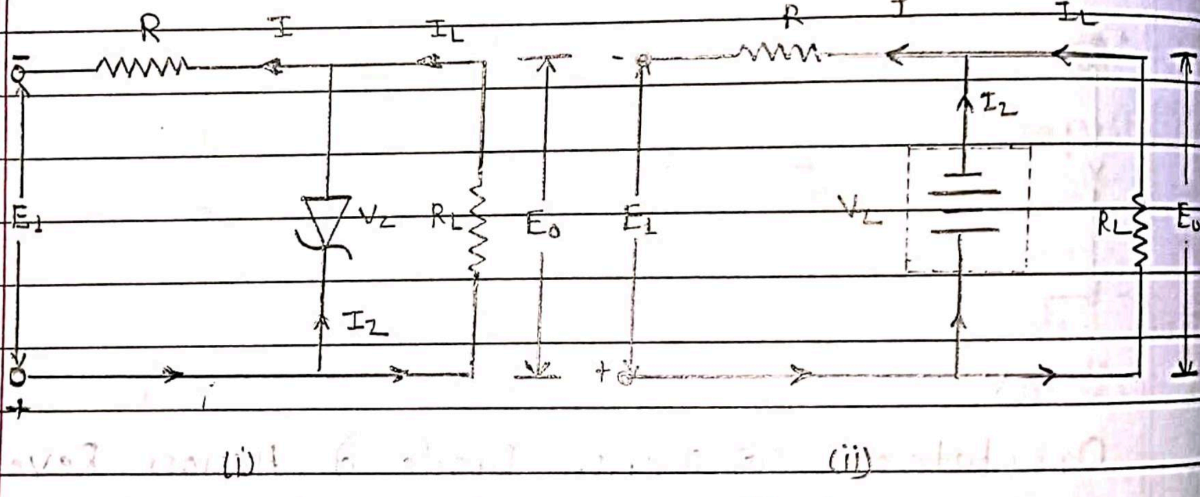
$V_Z > V > 0$ Equivalent circuit of zener for "off" state

On state :- जब Zener Diode के Across Reverse Voltage जब Breakdown Voltage के V_Z के बराबर या ज्यादा होगी तो current बहुत sharply Increase करेगा। इस Reasion में जो curve बनेगा वह almost Vertical रहेगा। जिसका मतलब ये होता है कि Zener Diode के across voltage V_Z पर Constant रहेगी इसी को दिखाने के लिए circuit में zener diode को Battery की तरह Represent किया गया है।

जो एक Ideal Zener Diode के Breakdown Reason को दर्शाता है इस condition के दौरान हम कह सकते हैं कि Zener diode "ON" state में है।

(ii) Off State :- जब Zener Diode के across Reverse Voltage V_z से कम But V से ज्यादा होता है तब zener diode off state में होता है। इस condition में Zener Diode को हम open circuit की तरह Represent करते है।

Zener Diode as Voltage Regulator



Zener diode को Voltage Regulator की तरह उपयोग किया जाता है ताकि हमे constant Voltage मिल सके जो कि source से आने वाली Voltage के द्वारा कई बार Vary होने लगता है जैसा की circuit मे दिखाया गया है।

Page No.
Date : / /

Zener diode का Zener Voltage (V_Z) R या Load के across reverse में connected है जिससे हमें Desired output प्राप्त होती है। Series Resistance R Output Voltage fluctuation को absorbe करता है ताकि Load के across constant Voltage maintain रहे। ये note किया जाये कि Zener Diode हमेशा constant voltage $V_Z = E_0$ Load के across हमेशा maintain रहेगा जब तक कि Input Voltage V_Z से नीचे न गिर जाये। अगर हम circuit को properly design करते हैं तब Load voltage E_0 हमेशा constant या Equal होगा V_Z के चाहे Input voltage V_I या load Resistance R_L कितना भी vary कर लें।

1. मान लिजिए कि Input Voltage Increase हो गई फिर भी Zener Diode Breakdown Reason में रहेगा और Zener Diode Battery (V_Z) के equivalent रहेगा जैसा की circuit में दिखाया गया है। जिससे ये clear हो जाता है कि Voltage $V_Z = E_0$ हमेशा constant रहेंगे। जो Axis Voltage हो तो Series Resistance R के across droped हो जायेगा जो कि आपके Total Current I के value के Increase Zener current I की value की Increase किया हुआ use करेगा। और load current हमेशा constant रहेगा इसलिए output Voltage E_0 हमेशा contant रहेगा चाहे जितना भी E_i input voltage change हो जाये।

Teacher's Signature..................

② अगर हम मान लें कि Input Voltage को constant है लेकिन Load Resistance RL decrease हो गया तब ये load current को Increase कर देगा ये याद रहे कि extra current source से नहीं आ रही है क्योंकि ये Resistor R के पास droped हो जा रही है जिसके कारण ये Zener को Regulatating ~~Rage~~ Range पर change नहीं कर रही है ये additional load current decrease होकर load current से आ रही है जिसके कारण हम output Voltage की Value को constant रख पायेंगे।

Voltage Drop across $R = E_i - E_o$

Current throw R $I = I_Z + I_L$

Apply ohm's Low $R = \frac{E_i - E_o}{I_Z + I_L}$

Transistor

Transistor :- दो Junction से मिलकर बना होता है जिसमें sandwitch की तरह या तो P Type use किया जाता है या N type use किया जाता है। इस आधार पर Transistor two type के होते हैं।

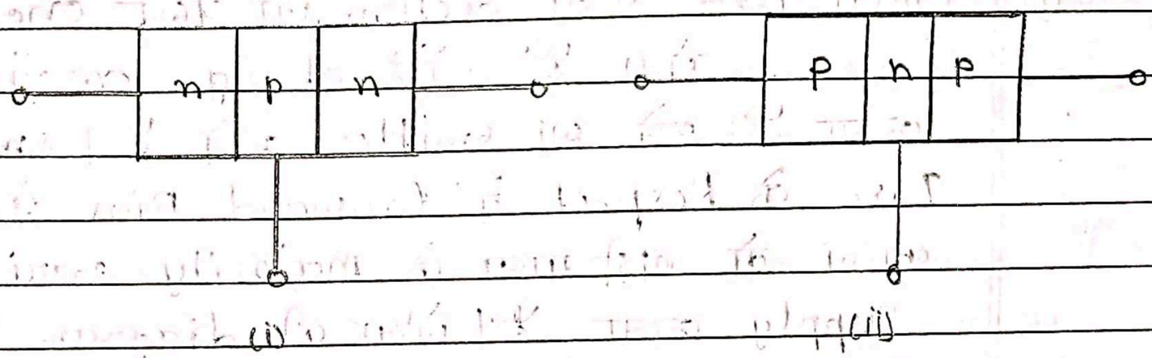
① NPN Transistor

② PNP Transistor

Page No.
Date : / /

NPN Transistor :- दो N Type Semiconductor व एक P Type Semiconductor से मिलकर बना होता है।

PNP Transistor :- दो P type semiconductor व एक N Type semiconductor से मिलकर बना होता है।



Note :-

(1) यहाँ दो PN Junction होते है इसलिए Transistor को दो diode का combination माना जाता है जो एक दूसरे से Back to Back connected रहते हैं।

(2) इसमे तीन Terminals होते है।

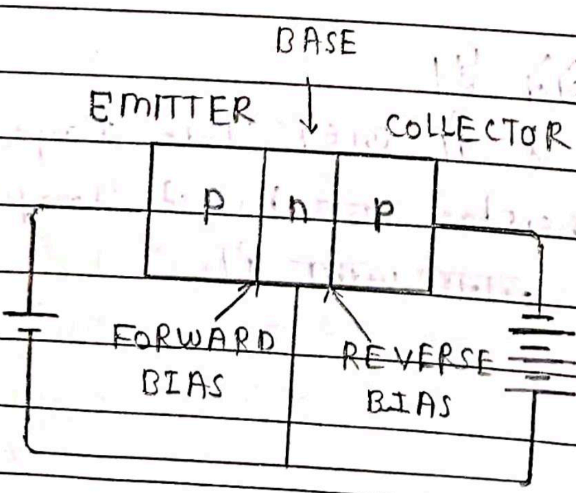
(3) बीच का section होता है वो बहुत Thin layer का होता है जिसको कि Transistor का most Important functioning factor माना जाता है।

Teacher's Signature.....................

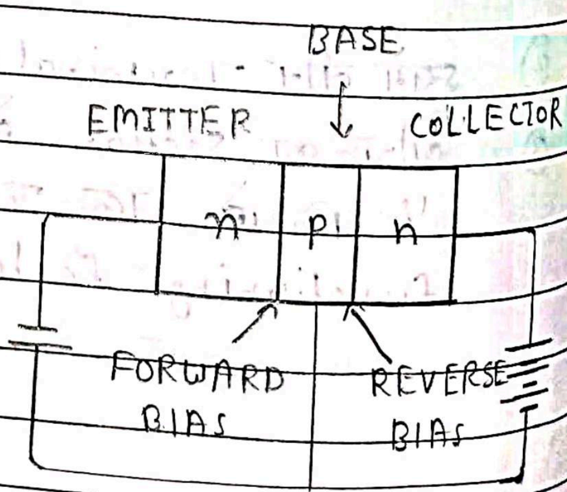
Naming the transistor terminals

Transistor में तीन section के doped semiconductor होते हैं जिसमें पहला sem-section Emitter होता है जिसके oposite side Terminal collector होता है इसके बीच का section Base होता है जो दोनों Junction को बनाता है (emitter and collector)

(1) Emitter :- ऐसा section जो पहले one side में होता है और charge carrier supply करता है उसे हम emitter कहते हैं। emitter हमेशा Base के Respect में forward Bias होता है जिसके कारण वो बड़ी मात्रा के majority carrier को supply करता है। जैसा की diagram PNP में दिखाया गया है। कि ये हमेशा Forward Bias होता है तो hole charges को Base के Junction तक पहुँचाने का काम करता है ठीक इसी तरह NPN Transistor में वो free electrons को Base-Junction तक पहुँचाता है।



(i)



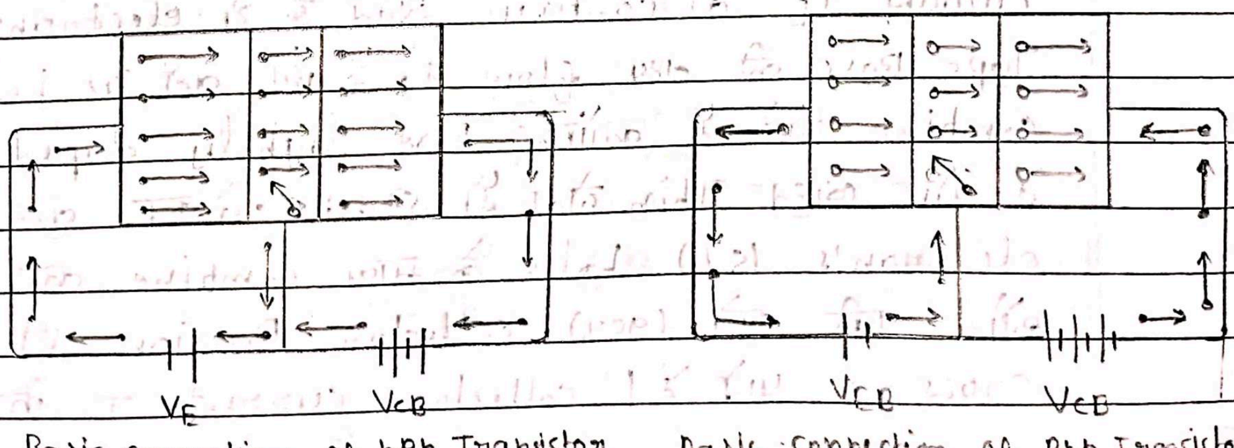
(ii)

Page No.
Date : / /

2. Collector :- दूसरी तरफ का जो section होता है जो Ameter के oposite होता है वो charges को collect करने का काम करता है और इसे हम Collector कहते हैं collector हमेशा ही Reverse Bias में होता है जिसका काम अपने Junction से Base के Respect मे charges को Remove करना होता है जैसा कि diagram मे दिखाया गया है PNP Transistor का P Type collector Reverse Bias होता है जो hole charges को Recieve करते है output circuit के throw ठीक इसी तरह NPN Transistor का N type collector electron को Recieve करता है।

3. Base :- Middel section जो दो PN Junction के बीच में forward होता है यानी emitter व collector के बीच मे उसे हम Base कहते है। Base emitter Base emitter Junction हमेशा forward Bias होता है। जो emitter circuit को low Resistance allow करता है। Base - collector a Base collector Junction हमेशा reverse Bias होता है जो collector circuit को high Resistance Provide करता है।

Working of Transistor :-



Basic connection of npn Transistor   Basic connection of pnp Transistor

Teacher's Signature......................

Transistor Action :- Transistor का Emitter Base Junction हमेशा forward Bias में होता है वहीं collector Base Junction हमेशा Reverse Bias में होता है अगर थोड़ी देर के लिए हम Emitter Base Junction के Presens को ignore कर दे तो collector circuit में कोई भी current flow नहीं होगी. क्योंकि ये Reverse Bias में होगा। उसी तरह Emitter Base Junction अगर Present है तो वो forward Bias में होगा और Emitter current flow होगा। ये देखा गया है कि collector current circuit में पूरी तरह से Emitter current flow करती है। इसलिए collector circuit का current emitter current पर depend करता है अगर Emitter current zero हो तो collector current भी nearly zero हो जायेगी यानी अगर Emitter current 1mA है तो collector current भी 1mA होगी यही वह तथ्य है जो Transistor में होता है

(1) Working of NPN Transistor :- जैसा की diagram में दिखाया गया है npn Transistor का Emitter Base Junction forward Bias में होता है और collector Base Junction Reverse Bias में होता है। Forward Bias होने के कारण electrons n Type emitter से Base की तरफ flow होते है। ये Emitter current I_E को continue रखते है ये electrons p Type Base की तरफ flow होते है जो वहाँ पर holes से combine होते है क्योंकि Base lightly doped होता है और बहुत Thin होता है। इसलिए केवल कुछ ही electron's (5%) holes के साथ combine कर पाते है और बाकी बचे (95%) collector Reasion की तरफ cross कर पाते है। collector current I_C के पास

Page No.
Date : / /

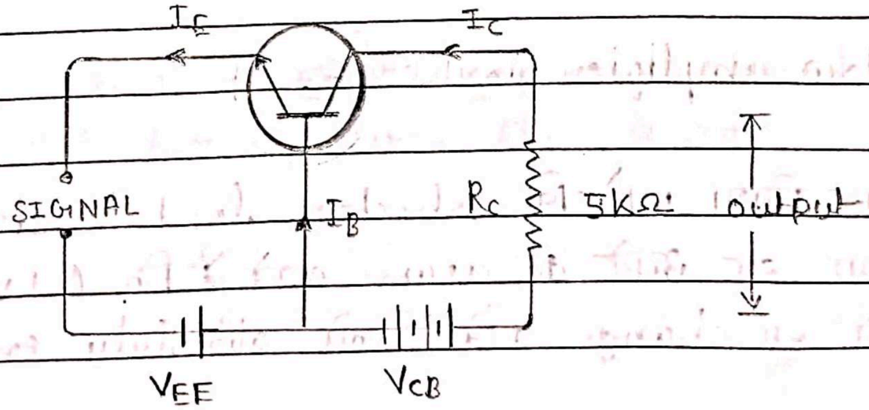
इसी तरह पूरा Emitter current collector circuit की तरफ flow होते जाता है जिससे यह clear हो जाता है कि Emitter current Base और collector current का योग है।

$$I_E = I_B + I_C$$

(ii) Working of PNP Transistor :- PNP Transistor में P Type Emitter forward bias होने के कारण holes को Base की तरफ flow कराता है। जब ये holes n Type Base को cross करते है। जब ये holes n Type Base को cros करते है तब ये electron के साथ combine होते है चूंकि base lightly doped होता है व बहुत Thin होता है इसलिए कुछ ही holes (less than 5%) electron के साथ combine करते है और बाकी बचे 95% collector Reasion की तरफ cross कर जाते है व collector current I_C से Continuety हो जाते हैं इस तरह से पूर्ण emitter current collector circuit के तरफ flow होता है।

Note :- PNP Transistor में current का conduction पूरी तरह से holes का होता है और NPN Transistor में electrons के द्वारा।

Transistor as an amplifier :-



Teacher's Signature.....................

Page No.
Date : / /

Transistor एक ऐसा Device है जो weak signal की strength है या weak signal को strong signal में change करता है इसलिए कहते है कि ये Amplifier का basic circuit diagram बनाया हुआ है यहाँ input weak signal के रूप मे Emitter Base Junction में apply किया जाता है और output collector circuit के across load R_C के द्वारा प्राप्त किया जाता है। faithfull amplification पाने के लिए input circuit को हमेशा ही forward Bias में रखते है ताकि DC Voltage को Input circuit में Provide किया जा सके। इस DC Voltage को हम Bias Voltage के नाम से जानते है और इसका magnitude कुछ इस तरह से होता है कि वो Input circuit को forward Bias में रखे Reagard less उसकी polarity or signal कुछ भी हो सकता है।

चूँकि Input circuit हमेशा low resistance होता है इसलिए signal Voltage में थोड़ा भी change करके हम Emitter current को appreaciable change कर सकते है। इस तरह से Transitor Action के द्वारा collector current में भी कुछ change नजर आते है high load Resistance R_C के across जो collector current flow होता है वो large Voltage produced करती है इसी तरह से Transistor Amplifier की तरह कार्य करती है।

How amplifier works :-

मान लिया जाये कि collector load Resistance $R_L = 5k\Omega$ है अगर हम आगे को asume करते है कि 0.1V signal Voltage को हम change करते है तो obbisialy emitter current

Teacher's Signature......................

1mA change हो जायेगा और Collector current भी 1mA change हो जायेगा ये collector current जो collector load Rc में जो Voltage Produce करेगा वो होगा 5kΩ×1mA = 5V इसलिए 0.1V signal में change करने पर output circuit में 5V तक के changes आ जायेगी दूसरे शब्दो में यह कह सकते है कि Transistor में capability होती है कि वो signal voltage level को 5V तक change कर सके।

Transistor Connections :-

Transitor के तीन terminal होते है emiter, base and collector, पर हमे Input के लिए दो और output के लिए दो Terminal चाहिये मतलब Total 4 terminal चाहिए इसके लिए हम किसी एक Terminal को बाकी दोनो terminal के लिए common करते है। इस तरह से हमे तीन connection प्राप्त होते है।

(i) Common base connection
(ii) Common emitter connection
(iii) Common collector connection

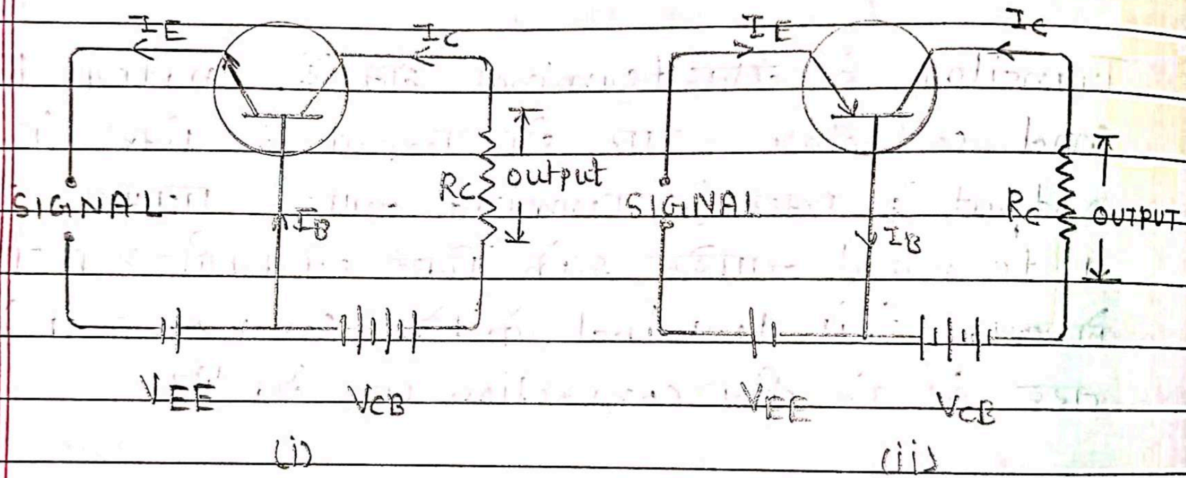
हर Circuit connection के specific advantages and disadvantages होते है।

Note :- emitter हमेशा forward biased होगा तथा collector reverse bias में होगा।

Teacher's Signature.....................

① Common Base Connection :-

इस तरह के connection में Input emitter and base पर apply किया जाता है। और output collector and base से लिया जाता है। यहाँ Transistor का Base input circuit और output circuit के लिए common होता है। इसलिए इसे common Base connection कहते हैं।



(i) Current amplification factor (α) :-

Collector base Voltage V_{CB} को constant रखके change in collector current और change in emitter current के Ratio को current amplification factor कहते हैं।

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \text{ at constant } V_{CB}$$

Page No.
Date. / /

note:- commercial transistors की practical values of α 0.9 से 0.99 तक होती है।

2. Expression for collector current :-

हम जानते हैं कि emitter current पूरी तरह से collector तक नहीं पहुँच पाता है क्योंकि small percentages of electron base area में hole के साथ combine हो जाते हैं। और large percentages of electrons collector base junction में flow होते हैं। और collector base junction reverse bias होने के कारण उसमे कुछ leakage current कुछ minority carriers के कारण flow होती है। तब हम कह सकते हैं कि

(i) emitter current का वह भाग जो collector terminal तक पहुँचता है $= \alpha I_E$

(ii) leakage current $I_{leakage} = I_{CBO}$

$\therefore$ Total collector current $I_C = \alpha I_E + I_{leakage}$

$\Rightarrow I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$ (I_{CBO} = collector base current with emitter open)

Now $\Rightarrow I_E = I_C + I_B$

तब $I_C = \alpha(I_C + I_B) + I_{CBO}$

Teacher's Signature.....................

$$I_C = (\alpha I_E + \alpha I_B) + I_{CBO}$$

$$I_C - \alpha I_C = \alpha I_B + I_{CBO}$$

$$I_C(1-\alpha) = \alpha I_B + I_{CBO}$$

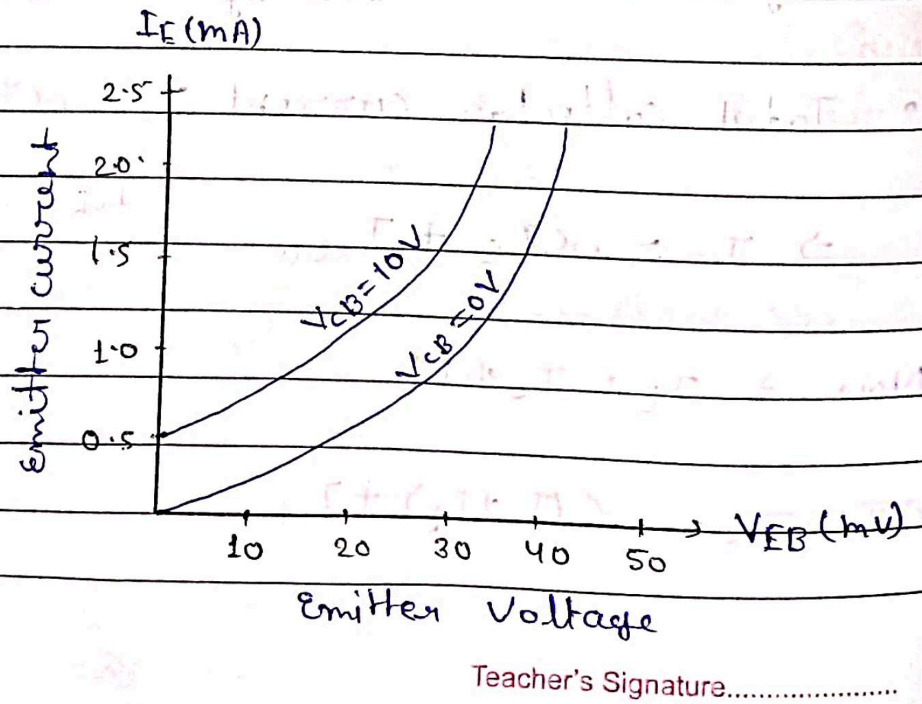
$$\boxed{I_C = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_B + \frac{I_{CBO}}{1-\alpha}}$$

यह Total collector current का formula है।

Characteristics of Common Base Connection:-

Input characteristic:-

यह characteristic emitter current I_E और emitter base voltage V_{EB} के बीच curve है जो collector base voltage को constant रखने पर बनता है।



यहाँ x axis पर I_E को दर्शाया गया है और y axis में V_{EB} को दर्शाया गया है यहाँ इस characteristic से हमें 2 points का पता चलता है।

(i) emitter base Voltage V_{EB} को थोड़ा बढ़ाने पर emitter current बहुत बढ़ जाता है मतलब input circuit का resistance very small है।

(ii) emitter current almost independent होता है collector base Voltage V_{CB} से।

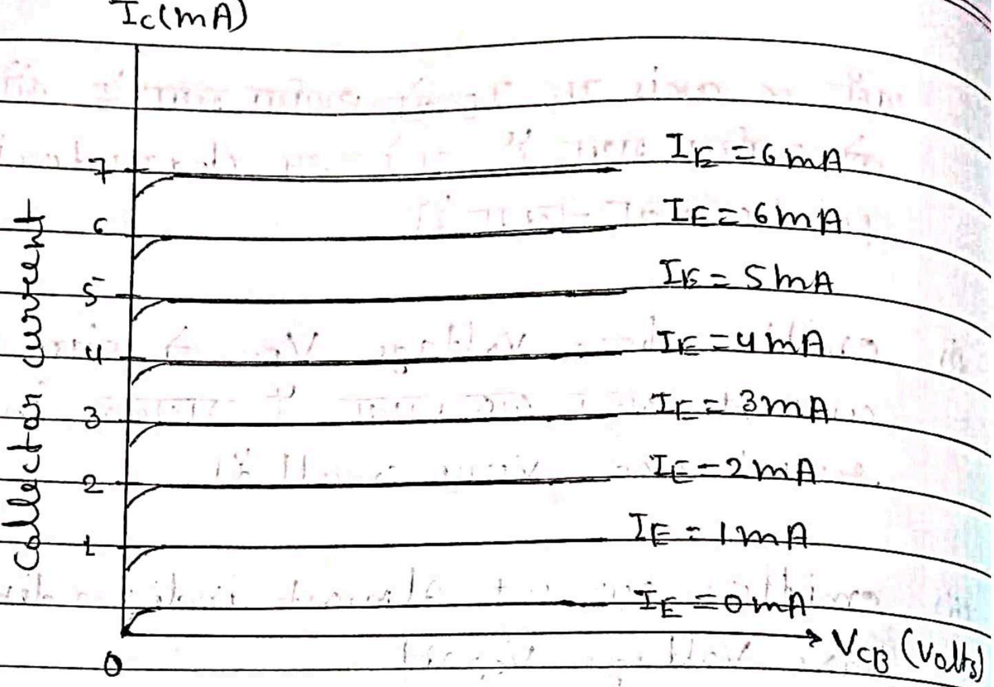
Input resistance :-

Constant collector base Voltage V_{CB} पर change in emitter base voltage (ΔV_{EB}) और change in emitter current (ΔI_E) के ratio को circuit का input resistance कहते है।

$$\text{Input resistance } r_i = \frac{\Delta V_{EB}}{\Delta I_E} \text{ at constant } V_{CB}$$

Output characteristics :-

Constant emitter current I_E पर collector current I_C और collector base Voltage V_{CB} के बीच बने ग्राफ को CB Connection circuit का output characteristics कहते है।



collector Base Voltage

इस characteristics से निम्न बाते पता चलती है।

(1) यदि collector current I_C को बढ़ाते है और V_{CB} बहुत कम Voltage है (<1V) तब transistor cutoff region में होगा और इस region में transistor operate नहीं करेगा।

(2) जब V_{CB} का Value 1-2 V बढ़ाया जाता है तो collector current constant हो जाती है। इसका मतलब है कि अब I_C, V_{CB} से स्वतंत्र है। और I_E पर निर्भर है। इस region में Transistor हमेशा operate करेगा।

(3) Collector base voltage को बढ़ाने पर भी collector current बहुत कम बढ़ती है। इसका मतलब है कि output circuit का Resistance very high है।

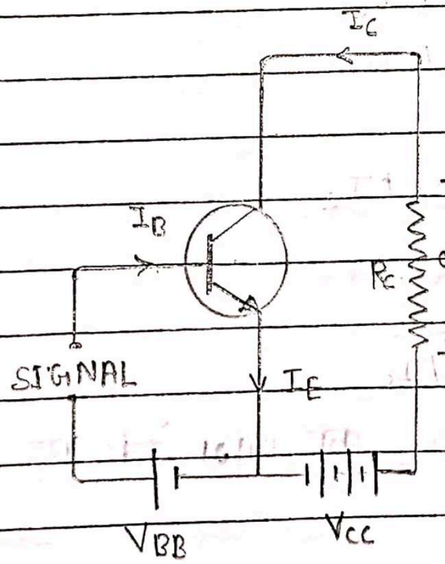
output resistance :-

Constant emitter current पर change of collector base Voltage (ΔV_{CB}) और change of collector current (ΔI_C) के ratio को circuit का output resistance कहते है।

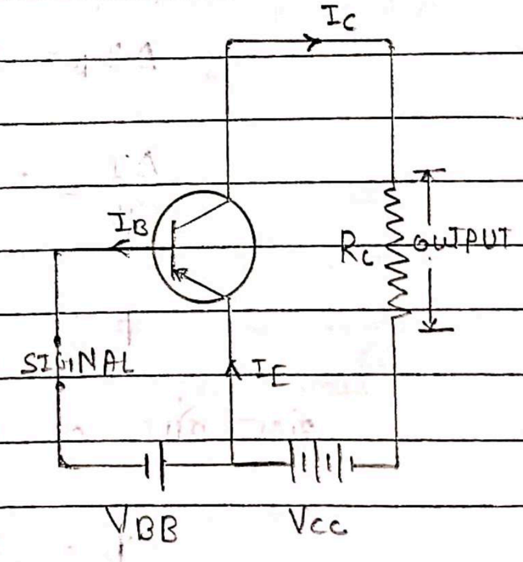
$$\text{output resistance } r_o = \frac{\Delta V_{CB}}{\Delta I_C} \text{ at constant } I_E$$

Common Emitter Connection :-

Common emitter Connection में input Base and emitter terminal के बीच apply किया जाता है। and output Collector and emitter के बीच apply किया जाता है। इस connection में Emitter, input और output दोनो के लिए common होता है इसलिए इसे Common base Connection कहते है।



(i)



(ii)

Page No.
Date : / /

Base current Amplification factor (β)

change in collector current (ΔI_C) और base current ΔI_B के ratio को Base current Amplification factor कहते हैं। इसे β से प्रदर्शित करते हैं।

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

Relation between β and α

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

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

अब $I_E = I_B + I_C$

$$\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$$

$$\Delta I_B = \Delta I_E - \Delta I_C$$

$$\frac{\Delta I_C}{\beta} = \Delta I_E - \Delta I_C$$

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E - \Delta I_C}$$

अंश और हर में ΔI_E का भाग देते पर

$$\beta = \frac{\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}}{\frac{\Delta I_E}{\Delta I_E} - \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}}$$

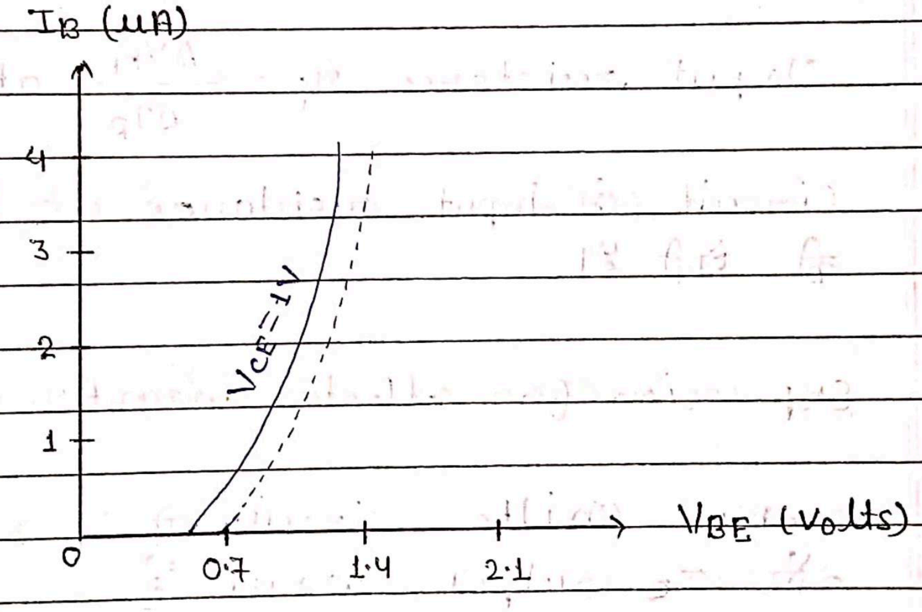
Teacher's Signature..........................

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

यही α and β के बीच Relation है।

characteristics of common emitter connection:-

यह Collector emitter Voltage V_{CE} constant रखने पर base current I_B और base emitter Voltage V_{BE} के बीच बना ग्राफ होता है।



इसमे X axis में Base Current I_B तथा Y axis में Base emitter Voltage V_{BE} को दिखाया गया है।

इस characteristics से निम्न बाते पता चलती है।

1. यह characteristics forward bias diod जैसा होता है।

2. CE Connection में I_B less rapidly increase होती है मतलब इसमें conection के input में CB Connection से ज्यादा Resistance होता है।

Input resistance :-

Constant V_{CE} पर change in base emitter Voltage (ΔV_{BE}) और change in base current (ΔI_B) के ratio को CE conection का input resistance कहते हैं।

$$\text{Input resistance } r_i = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B} \text{ at constant } V_{CE}$$

Circuit में input resistance कुछ hundred ohms की होती है।

Expression for collector current :-

Common emitter circuit में I_B Input current और I_C output current है

तब हम जानते है $I_E = I_B + I_C$

$$I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$$

$$I_C = \alpha (I_B + I_C) + I_{CBO}$$

$$I_C(1-\alpha) = \alpha I_B + I_{CBO}$$

$$I_C = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_B + \frac{1}{1-\alpha} I_{CBO} \quad \text{—— (1)}$$

Teacher's Signature......................

Page No.
Date : / /

अब $I_B = 0$ तो $I_C = I_{CEO}$

$$I_{CEO} = \frac{1}{1-\alpha} I_{CBO}$$ (I_{CEO} = Collector emitter current with base open)

समी॰ ① में $\frac{1}{1-\alpha} I_{CBO} = I_{CEO}$ रखने पर

$$I_C = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_B + I_{CEO} \quad \left(\because \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$$

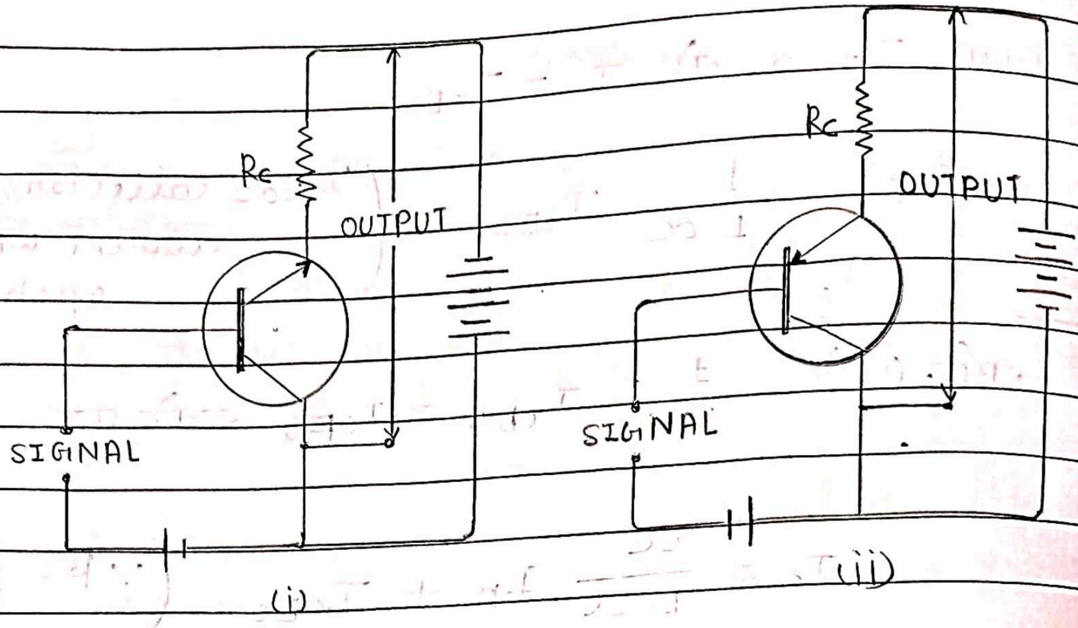
$$\boxed{I_C = \beta I_B + I_{CEO}}$$

यही collector current का formula है।

Common collector Connection :-

इस प्रकार के connection में input base and collector के बीच apply किया जाता है तथा output emitter and collector के बीच apply किया जाता है। इस connection में input circuit और output circuit में collector common होता है इसलिए इसे common collector connection कहते है।

Teacher's Signature.....................



(i) current amplification factor γ

change in emitter current (ΔI_E) और change in base current (ΔI_B) के ratio को common collector connection के लिए current amplification factor कहा जाता है। इसे γ से प्रदर्शित करते हैं।

$$\gamma = \frac{\Delta I_E}{\Delta I_B}$$

Relation between γ and α

$$\gamma = \frac{\Delta I_E}{\Delta I_B} \Rightarrow \Delta I_B = \frac{\Delta I_E}{\gamma}$$

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

Now $I_E = I_B + I_C$

$\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$

$\Delta I_B = \Delta I_E - \Delta I_C$

$$\frac{\Delta I_E}{\gamma} = \Delta I_E - \Delta I_C$$

$$\gamma = \frac{\Delta I_E}{\Delta I_E - \Delta I_C}$$

Dividing the numerator and denominator of R.H.S by ΔI_E we get

$$\gamma = \frac{\frac{\Delta I_E}{\Delta I_E}}{\frac{\Delta I_E}{\Delta I_E} - \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}}$$

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

यह CC conection के लिए current amplification factor का formula है।

(ii) Expression for collector current

हम जानते है $I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$

$I_E = I_B + I_C$

$I_E = I_B + \alpha I_E + I_{CBO}$

$$I_E - \alpha I_E = I_B + I_{CBO}$$

$$I_E(1-\alpha) = I_B + I_{CBO}$$

$$I_E = \frac{I_B}{1-\alpha} + \frac{I_{CBO}}{1-\alpha}$$

$$I_C \simeq I_E = (\beta+1) I_B + (\beta+1) I_{CBO}$$

Comparison of Transistor Connections

S.No.	Characteristic	Common base	Common emitter	Common collector
1.	Input resistance	Low (about 100 Ω)	Low (about 750 Ω)	Very high (about 750 kΩ)
2.	Output resistance	Very high (about 450 kΩ)	High (about 45 kΩ)	Low (about 50 Ω)
3.	Voltage gain	about 150	about 500	less than 1
4.	Applications	for high frequency applications	For audio frequency applications	For impedance matching
5.	current gain	No (less than 1)	High (β)	Appreciable

Page No.
Date : / /

FET
(Field Effect Transistors)

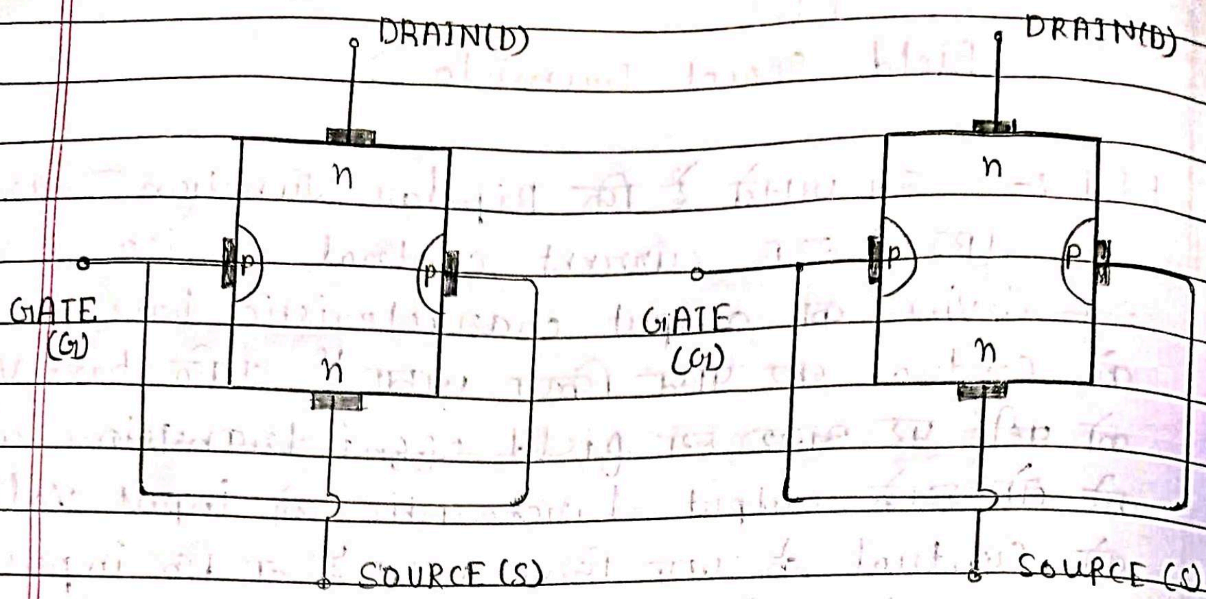
FET :- हम जानते है कि Bipolar Junction Transistor (BJT) एक current control device है और इस device का output characteristic base current को control कर प्राप्त किया जाता है ताकि base Voltage को वहीं पर अगर हम field effect transistor की बात करे तो इसके output charcteristic को input voltage को control के प्राप्त किया जाता है न कि input current को यहीं सबसे बड़ा difference होता है BJT व FET में।

दो प्रकार के Field effect Transistor होते है :-

(i) Junction field effect Transistor (JFET)
(ii) Metal oxide semiconductor field effect Transistor (MOSFET)

JFET :-
Junction field effect transistor एक तीन Terminal semiconductor device है जिसका Conduction एक ही तरह के carrier द्वारा होता है Electrons या holes के द्वारा।

Teacher's Signature.....................



n-channel JFET (i)   p-channel JFET (ii)

Construction Detail :-

Junction field effect transistor p type या N-Type के silicon bar से बना होता है दोनो सिरे PN Junction form करती है। ये Bar conduting channel बनाता है charge carrier के अगर ये Bar N Type का होता है तो ये n-channel JFET कहलाता है diagram में बनाया गया है और जो बार p-Type का होता है वो p-channel Junction field effect Transistor कहलाता है। यहाँ दो PN Junction ~~field effect~~ एक Diode बनाते है जो जो internally एक Common ~~two~~ terminal से Connect रहते है जो Gate कहलाता है और जो बाकी Terminals है वो Drain और Source Bar से लिये जाता है वो Connected रहते है इस तरह से Junction field effect transistor में तीन Terminal होते है :- Gate, Drain, and Source.

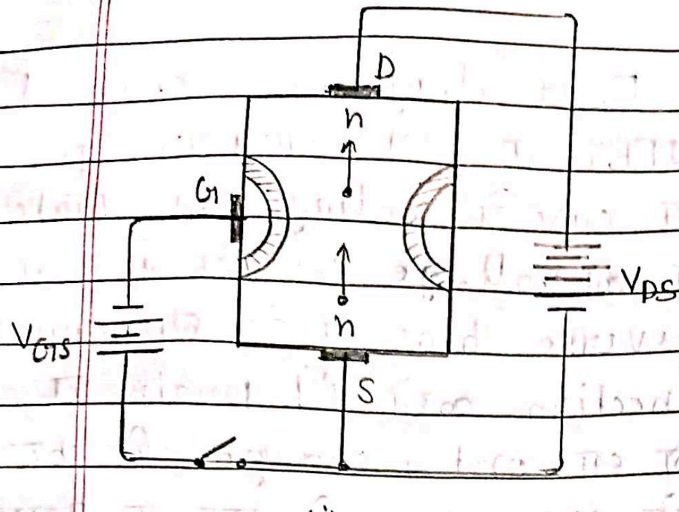
JFET Polarities :- First diagram n-channel JFET व दुसरा diagram p-channel JFET है इस case मे Voltage को Gate और source के बीच का Voltage इस तरह से रखा जाता है कि Gate reverse bias हो इसे हम normal type का JFET connection कहते हैं। Drain व Source Terminal को हम enter change भी कर सकते हैं। एक सिरे को हम source की तरह व दुसरा सिरे को हम Drain की तरह use कर सकते है।

Points may be noted :-

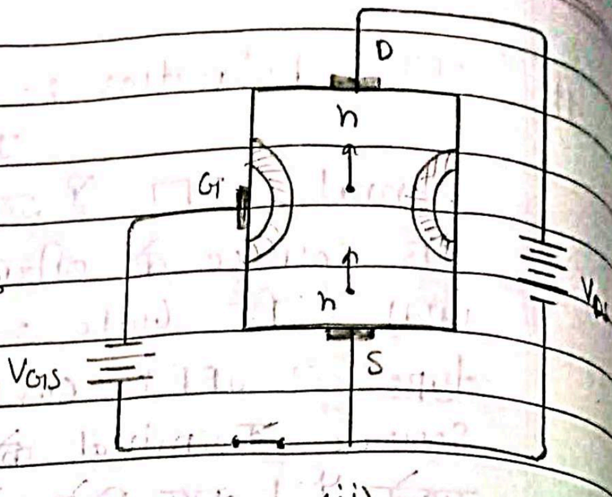
1. Junction field effect Transistor के input circuit Reverse Bias होगा जिसका मतलब यह होगा कि इसका input impedance high है जिसके कारण noise reduction होगा।
2. Drain हमेशा source के respect मे biased होगा क्योकि Drain current I_D source से Drain की तरफ flow होता है।
3. सभी प्रकार के JFET मे source current (I_f) Drain current (I_D) के equal होता है।

$$I_f = I_D$$

Principle of JFET :-



(i)



(ii)

Principle :- दोनो तरफ दो PN Junction दो depletion layer बनाते हैं। charge carriers (free electron in this case) के द्वारा जो current conduction होता है वो channal के Through होता है ये channal दो deplation layer के बीच होता है। जो Drain से output होता है। channel का Resistance या width input voltage V_{GS} के change होने के कारण ही control होता है। Reverse Voltage V_{GS} जितना बढ़ेगा उतना ही deplation layer wider होगा और channel के narrow होने का मतलब है Resistance का बढ़ जाना और Source से Drain current कम हो जाता है। इसी प्रकार से अगर V_{GS} decrease होगी तो depletion layer narrow हो जायेगा व conducting channel wider हो जायेगा इसी principal पर Junction field effect transistor work करता है। दूसरे शब्दों में कह सकते है कि Drain current के Magnitude का change होना V_{GS} के change होने का कारण होता है।

Page No.
Date : / /

Working :-

(1) जब Voltage V_{DS} Drain व Source के बीच Apply किया जाता है और Voltage Gate terminal zero हो दोनो side के दो PN Junction deplation layer बनाते है। इन deplation layer के बीच जो channal है वहाँ Source से Drain की तरफ electron flow करते है इसी deplation की size से channal का wirth determine किया जाता है और Bar के Through current का conduction होता है। It's refing the first diagram.

(2) जब reverse voltage V_{GS} Gate व Source के बीच apply किया जाता है तो depletion layer का wirth increase हो जाता है। ये conducting channel के wirth को reduce करता है जो कि n-Type Bar के Resistance को Increase कर देगा। इसी तरह Source से Drain की तरफ current decrease हो जायेगा।

दूसरी तरफ अगर हम देखे अगर Gate का reverse voltage decrease हो जाये तो depletion layer का wirth भी decrease हो जायेगा जो की conducting channel की wirth को increase कर देगा और Source से Drain current प्राप्त होगी।

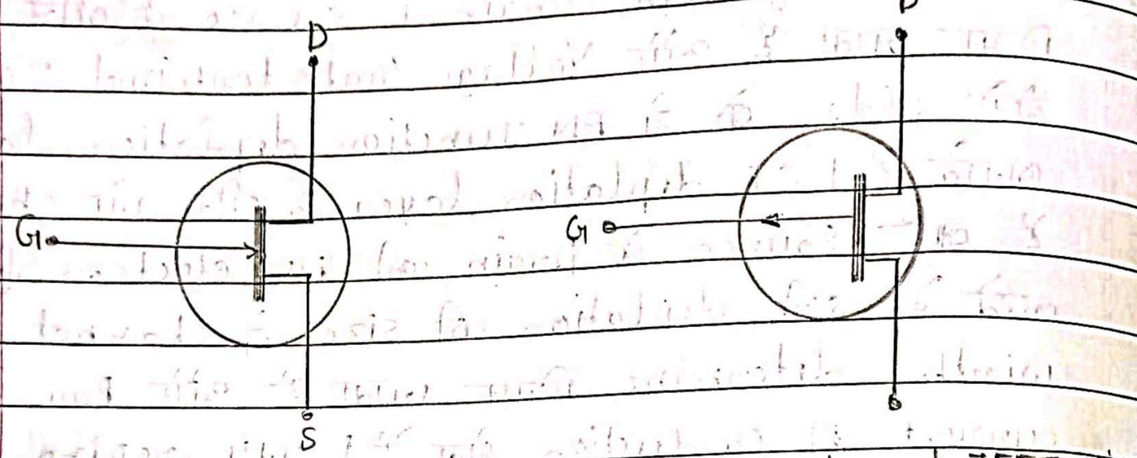
ऊपर के discusion से यह clear है कि Source से Drain की जो current है वो Gate के Potential के application पर depend है (electric field) इसी कारण

Teacher's Signature.....................

Page No.
Date : / /

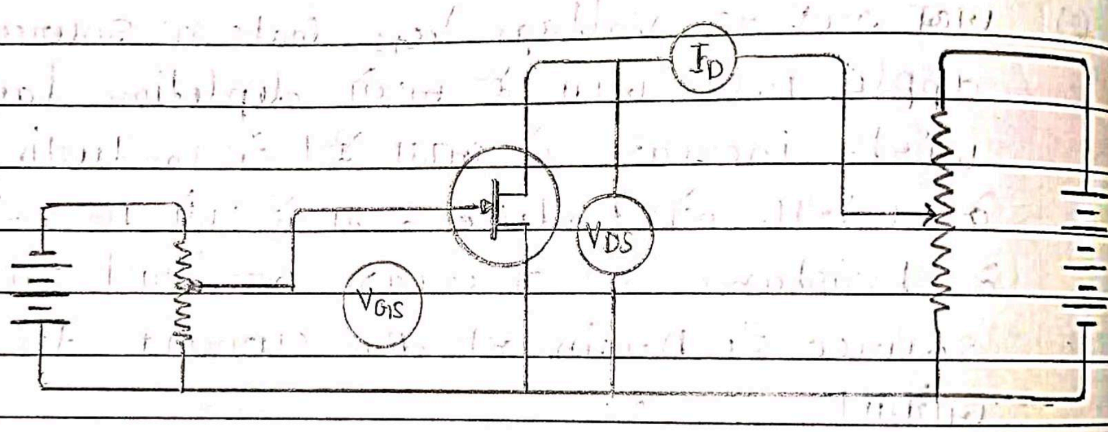
से इसे field effect transistor कहते है।

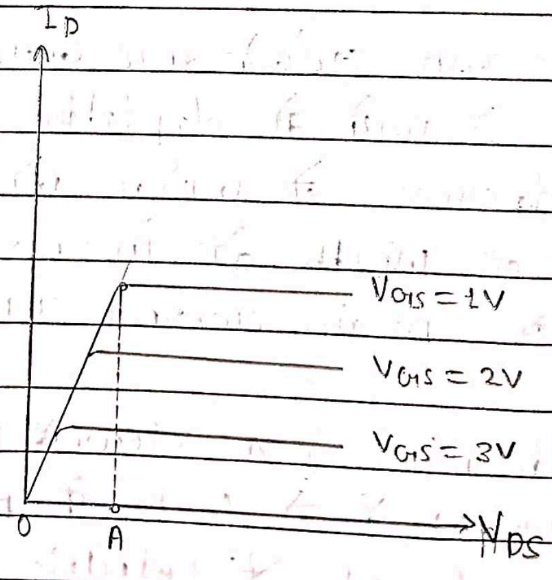
Schematic symbol of JFET



n-channel JFET (i) p-channel JFET (ii)

Output characteristic of JFET :-





Teacher's Signature....................

Page No.
Date : / /

Drain current (I_D) और Drain source Voltage (V_{DS}) के बीच से curve बनता है, constant Gate source Voltage पर इसे हम JFET का output characteristic कहते हैं।

दिये गये circuit के हिसाब से अगर हम V_{DS} को किसी Value पर fix कर दे मान ले कि 1V पर तो Drain source voltage हर step पर change होता जायेगा।

Points :-

(i) पहले तो ये देखा जायेगा कि Drain current I_D Drain source Voltage V_{DS} के साथ rappidly raise करेगी या बढ़ेगी, फिर एक level पर constant हो जायेगी। Drain source voltage के ऊपर जब I_D constant हो जाये तो इसे हम pinch off Voltage कहते है जो figure में OA से दर्शाया गया है व V_P से denote करते हैं।

(2) Pinch off Voltage के बाद channel की जो width है वो बिल्कुल narrow हो जायेगी व deplation layer almost एक दूसरे को छूने लगेगी व इन layers के बीच एक small passage बनेगा जिससे drain - current pass होगी। इस लिए Drain current का बढ़ना बहुत कम हो जायेगा और Drain current constant हो जायेगी।

③ ये जो characteristic है ये बहुत कुछ Pentode Value के समान होती है।

Teacher's Signature.....................

Page No.
Date : / /

Important Terms :-

1. Shorted - Gate Drain current (I_{DSS}) :-

ये short circuit Gate का वो Drain current है जहाँ V_{GS} और V_{DS} equal to pinch of Voltage होते है। इसे हम कई बार zero bias current भी कहते है।

2. Pinch off Voltage (V_P) :-

ये वो minimum Drain source voltage होते है जहाँ Drain current essentially constant होती है।

3. Gate Source cut off Voltage (V_{GS}) :-

ये वो Gate source voltage है जहाँ channel completely cut off हो जाती है व Drain current zero हो जाती है।

Amplifier with Negative Feedback

Feedback :- The Process of injecting a fraction of output energy of some divice back to the input is know as feedback.

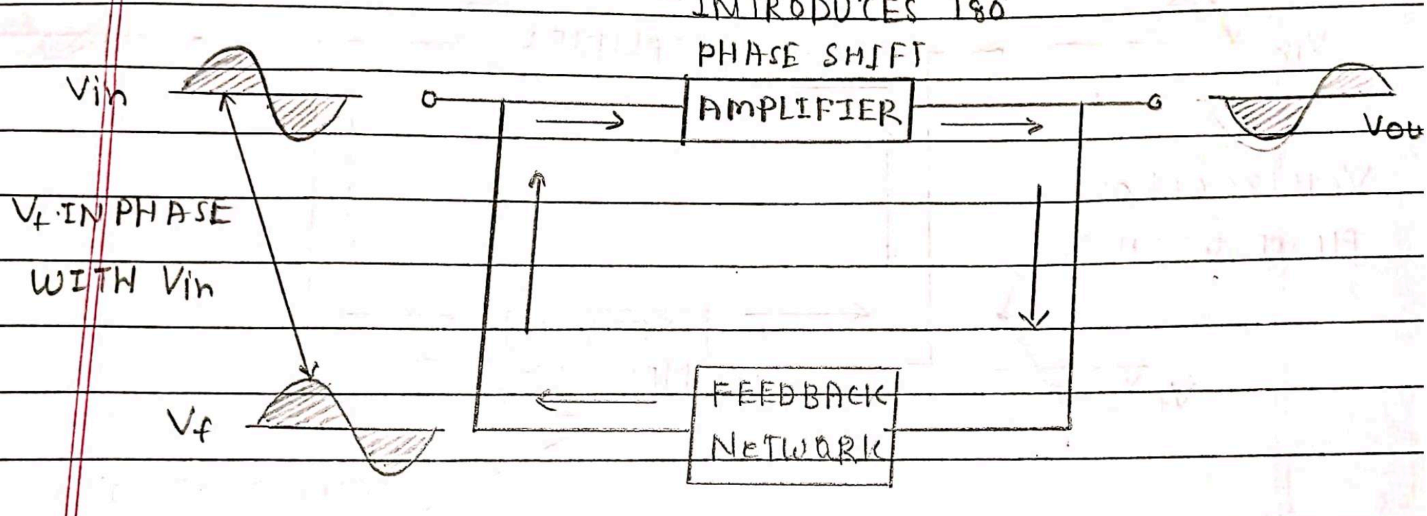
Teacher's Signature.........................

Page No.
Date : / /

There are two basic type of feedback in Amplifier.

① Possitive feedback :-

जब feedback energy को inphase किया जाता है input signal से तो उसे हम positive feedback कहते हैं जैसे की circuit diagram में दिखाया गया है। Amplifier और feedback network दोनो मिलकर 180' का Phase shift बनाते हैं। इस तरह loop में हमें 360' का Phase shift प्राप्त होता है। यहाँ feedback Voltage V_f input signal Vin के inphase होता है।

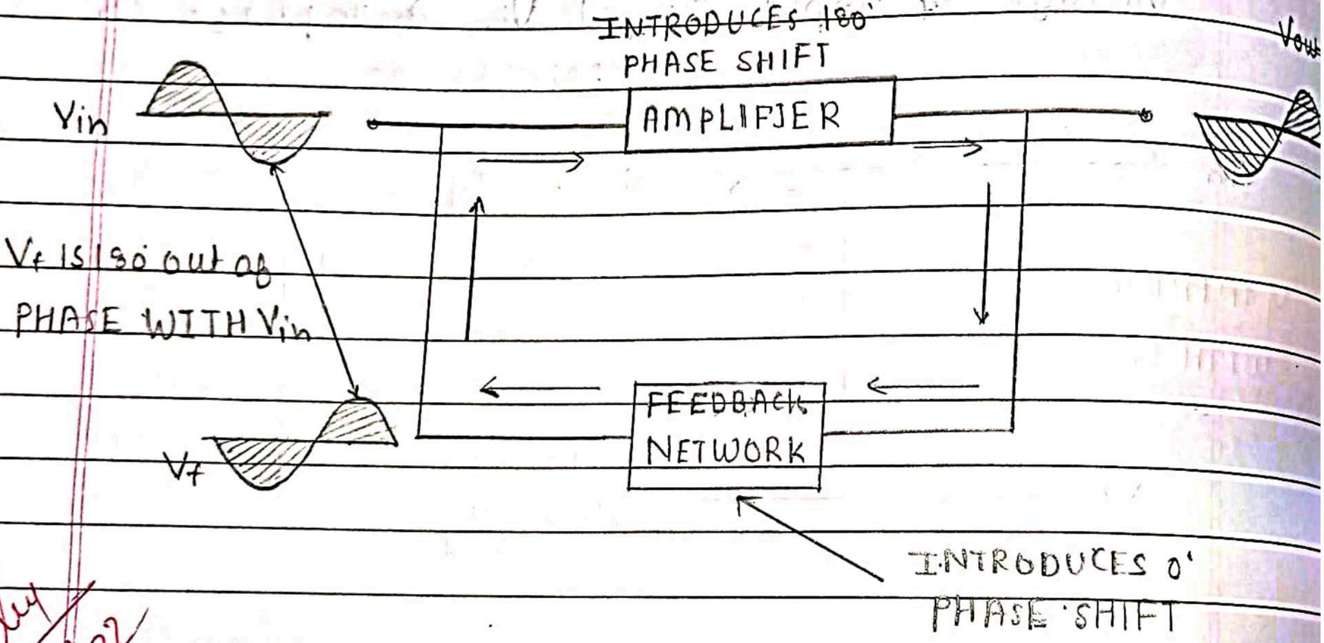


Positive feedback से Amplifier का Gain काफी increase होता है। जिसका सबसे बड़ा disadvantage होता है distortion and instability.

Teacher's Signature.....................

② Negative feedback :-

जब feedback energy को input signal में दिया जाता है तो वो out of phase हो जाती है इसे हम Negative feedback कहते हैं जैसा कि diagram में दिखाया गया है Amplifier 180° का phase shift introduces करता है वहीं feedback circuit इस तरह से design होता है कि वो कोई भी phase shift increase न करे [0° phase shift] जिससे ये result मिलता है कि feedback Voltage V_f, input signal V_{in} के out of phase हो जाये।



03/01/22

Negative feedback amplifier के Gain को Reduce करता है इसका सबसे बड़ा advantage होता है - distortion को Reduce करता है increased band width and stability in Gain.