Unite-01

विद्युत धारा (Electric current):-

किसी चालक मे आवेश प्रवाह की दर को विद्युत धारा कहते है या किसी चालक मे एकांक समय मे आवेश की जितनी मात्रा प्रवाहित होती उसे विद्युत धारा कहते है। इसे I से प्रदर्शित करते है एवं इसका मात्रक एम्पियर (A) होता है:-

$$\text{विद्युत धारा} = \frac{\text{आवेश}}{\text{समय}}$$

t - समय Q - आवेश

$$I = Q/t$$

$$Q = It$$

$$I = \frac{1 \text{ कुलाम}}{1 \cdot \text{सेकण्ड}} = 1 \text{ एम्पियर}$$

वोल्टता (Voltage):-

ओम के नियम अनुसार वोल्टता धारा I और प्रतिरोध R का गुणनफल के बराबर होती है इसे V से प्रदर्शित करते है तथा इसका मात्रक वोल्ट है

$$\boxed{V = I \times R}$$

एक वोल्टता, दो बिन्दुओ के बीच का वह विभवान्तर होता जिसमे 1 कुलाम आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक पहुंचने के लिए 1 जूल के कार्य की आवश्यता होती है।

विभव (Potential):-

एकांक आवेश जो धनात्मक को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाने मे जितना

Scanned by CamScanner

कार्य करना पड़ता है उसे उस बिन्दु का विभव कहते हैं

$$V = \frac{W}{Q}$$

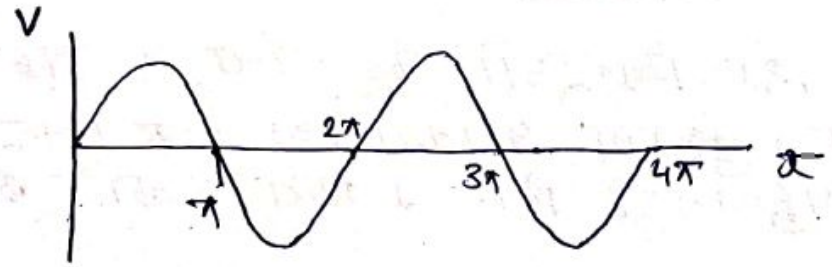
W → work , Q - आवेश (charge)

$$V = \frac{1 \text{ जूल}}{1 \text{ कूलाम}}$$

विद्युत धारा के प्रकार

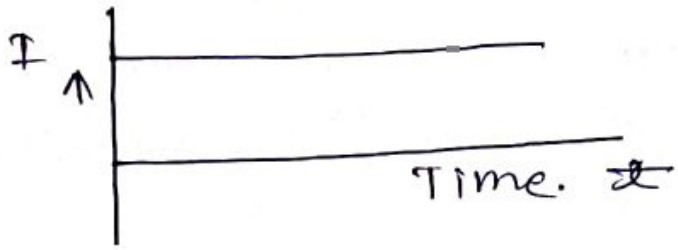
(1) प्रत्यावर्ती धारा (Alternating current)
(2) दिष्ट धारा (Direct current)

प्रत्यावर्ती धारा :- यह वह धारा होता जो परिपथ मे एक निश्चित समय के बाद अपनी दिशा विपरित करती है अर्थात इसका परिमाण एवं दिशा दोनो समय के साथ परिवर्तित होता है एवं एक निश्चित समय पर पुनरावृत्ति होती है।
यह धारा का उपयोग घरेलू उपकरण जैसे पंखे कुलर इत्यादी



दिष्ट धारा (Direct current) :-
दिष्ट धारा के मान एवं परिमाण समय के साथ समान होता है। इसको AC को परिवर्तन किया जाता है। इसे बैटरी से D.C Supply प्राप्त किया जाता है.

Scanned by CamScanner



प्रतिरोध्य (Resistance) :- किसी चालक या विद्युत परिपथ का वह गुण जो उसमे धारा या इलेक्ट्रान प्रवाह मे बाधा (अवरोध) उत्पन्न करता है प्रतिरोध कहलाता है।

$$R = \frac{V}{I}$$

किसी चालक का प्रतिरोध लगाने वाले विभवान्तर V एवं उसमे बहने वाली धारा I के अनुपात के बराबर होता है

प्रतिरोध का नियम :-

किसी भी चालक का प्रतिरोध निम्नलिखित मुख्य तीन कारको से प्रभावित होता है

(i) चालक की लम्बाई

(ii) चालक का परिच्छेद क्षेत्र फल (Cross Section Area) $R \propto l$

(iii) चालक पदार्थ का विशिष्ट प्रतिरोध $R \propto \frac{1}{A}$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Scanned by CamScanner

जहां R - चालक का प्रतिरोध ओम में
ℓ - चालक का लंम्बाई मीटर मे
A - चालक का परिच्छेद क्षेत्रफल m^2
ρ - चालक का विशिष्ट प्रतिरोध

आश्यक्ति :-

(1) चालक का लम्बाई बढ़ाने पर प्रतिरोध बढ़ता है एवं घटाने पर कम होता है।

(2) चालक का cross section Area बढ़ाने पर प्रतिरोध कम एवं कम करने पर बढ़ता है cross section Area (मोटाई) को कहते है

शक्ति (Power) :-

किसी वस्तु के कार्य करने की दर को शक्ति कहते है यदि t से० मे किसी वस्तु या कार्यकर्ता द्वारा W कार्य किया जाता है तो शक्ति कहलाता है।

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = I^2R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

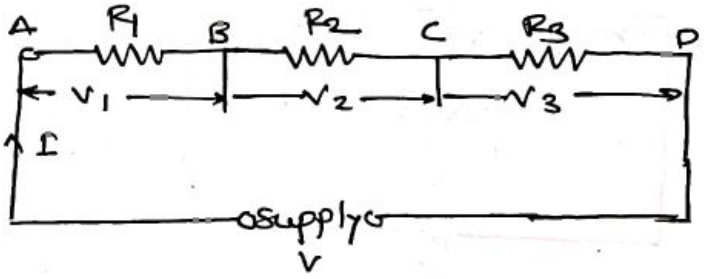
प्रतिरोध का श्रेणी संयोजन (Series Resistances)

प्रतिरोध को श्रेणी क्रम मे जोड़ने के लिए पहले प्रतिरोध R_1 के इसरे सिरे को दूसरे प्रतिरोध R_2 के पहले सिरे से तथा दूसरे प्रतिरोध के दूसरे सिरे को तिसरे प्रतिरोध R_3 के पहले से जोड़ते है। इसी प्रकार अन्य सभी प्रतिरोध जुड़ते है

विशेषता :- (1) धारा का मान सभी प्रतिरोध मे समान होता है.

(2) वोल्टता का मान भिन्न-भिन्न होता है

Scanned by CamScanner



$V = V_1 + V_2 + V_3$

$V_1 = IR_1 \quad V_2 = IR_2 \quad V_3 = IR_3$

$V = I(R_1 + R_2 + R_3)$

$\frac{V}{I} = R_1 + R_2 + R_3$

$\boxed{R = R_1 + R_2 + R_3}$

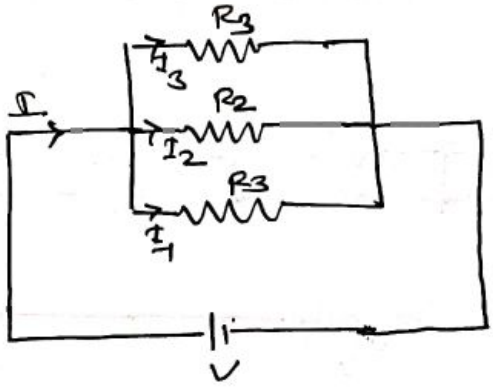
$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Parallel Connection of Resistances.

प्रतिरोधों के समान्तर क्रम मे जोडने के लिए प्रत्येक प्रतिरोध का एक बिन्दु से एवं प्रतिरोध के दूसरे सिरे को दूसरे बिन्दु पर जोड देते है तथा इस बिन्दु के मध्य बैटरी जोड दिया जाता है।

विशेषता :- ① वोल्टता का मान सभी जगह समान होता है
② धारा का मान सभी प्रतिरोध मे अलग अलग होता है।

Scanned by CamScanner



Now

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V}{R_2}, \quad I_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$I = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$$\frac{I}{V} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\boxed{\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

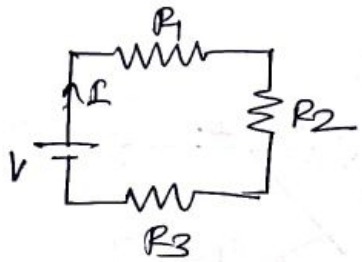
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \cdots + \frac{1}{R_n}.$$

किरचाफ वोल्टेज नियम :-

किसी बंन्द परिपथ के प्रत्येक चालक मे धाराओ एवं प्रतिरोध के गुणनफल का बीचगतिय योग तथा उसी परिपथ के विद्युत वाहक बल का योग शुन्य होता है

$$\boxed{\epsilon V + \epsilon IR = 0}$$

Scanned by CamScanner



$$V - IR_1 - IR_2 - IR_3 = 0$$

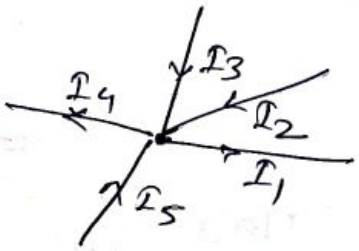
$$V = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

किरचॉफ करेन्ट नियम (Kirchhoffs current law):-
इस नियम के अनुसार किसी विद्युत परिपथ मे एक बिन्दु या संधी पर मिलने वाली धारा का बीजगणितीय योग शून्य होता है अर्थात

$$\boxed{\Sigma I = 0}$$

$$-I_1 + I_3 + I_2 + I_5 - I_4 = 0$$

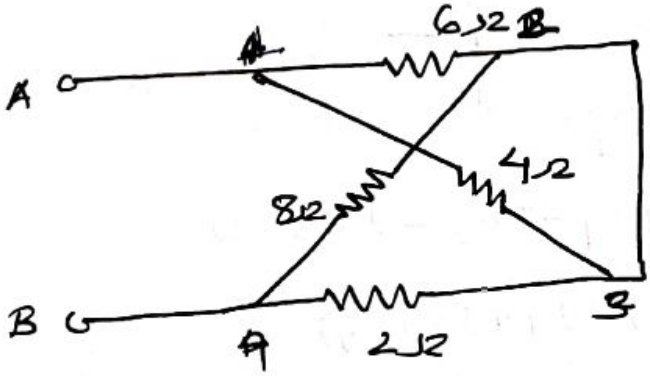
$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5 .$$



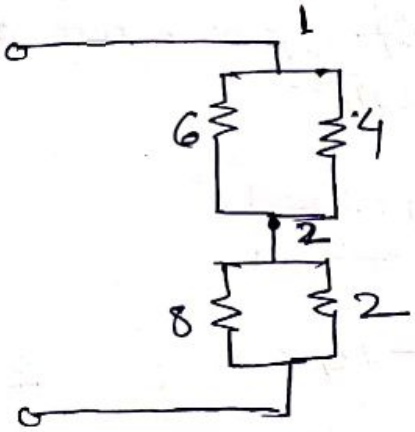
Scanned by CamScanner

Numerical Solution

find R_{AB}.



Solution



Now

$$R_{AB} = 6 \| 4 + 8 \| 2$$

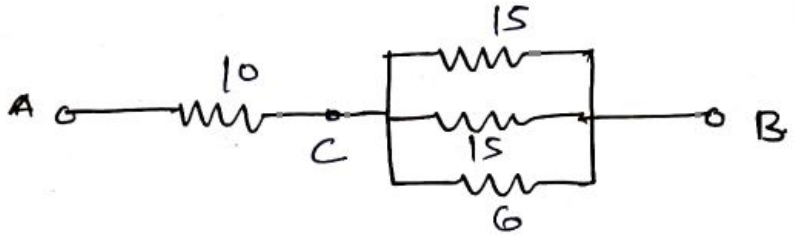
$$= \frac{6 \times 4}{6+4} + \frac{8 \times 2}{8+2}$$

$$= \frac{24}{10} + \frac{16}{10}$$

$$= 2.4 + 1.6$$

$$R_{AB} = 4\Omega$$

Scanned by CamScanner



Now $R_{AB} = 6 + 6 \| 15 \| 15 \| 6$.

$\frac{1}{R_{eB}} = 15 \| 15 \| 15 \| 6$

$= \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{6}$

$\frac{1}{R_{eB}} = \frac{15 \times 15 \times 6}{15 \times 15 + 15 \times 6 + 6 \times 15}$

$R_{eB} = \frac{1350}{225 + 90 + 90} = \frac{1350}{405} = 3.33.$

$R_{AB} = 3.33 + 6$

$R_{AB} = 9.33.$ Ans.

Scanned by CamScanner

एन एम डी सी
NMDC

NMDC DAV POLYTECHNIC DANTEWADA

Education City, Jawanga-Geedam

Semi conductor (9)

अर्धचालक :-

वह युक्तियां जो अर्धचालक पदार्थों से बनती है, अर्धचालक युक्तियां कहलाती है। अर्धचालक युक्तियां एक प्रकार से इलेक्ट्रानिक कम्पोनेंट होते हैं जो सिलिकन (Si) जर्मेनियम (Ge) गैलियम (Ga) के साथ आर्गेनिक सेमीकंडक्टरो की इलेक्ट्रानिक प्रापर्टी का उपयोग करते हैं।

विभिन्न अर्ध्द चालक युक्तियां :-

(1) दो टर्मिनल डिवाइस :-

(अ) रेक्टिफायर डायोड (ब) गन डायोड (स) IMPATT Diode
(द) लेजर डायोड (इ) जीनर डायोड (फ) सोलर सेल

(2) तीन टर्मिनल अर्ध चालक युक्तियां

(अ) बायपोलर ट्रांजिस्टर (ब) डार्लिंगटन ट्रांजिस्टर
(स) फील्ड इफैक्ट ट्रांजिस्टर (FET) (द) इन्सुलेटेड गेट बाय पोलर ट्रांजिस्टर (IGBT)
(इ) सिलिकन कन्ट्रोल रेक्टिफायर (SCR)
(फ) यूनिजंक्शन ट्रांजिस्टर (UJT)
(य) थाइरिस्टर

अर्धचालक पदार्थ (Semi condutor material)

चालक एवं कुचालक पदार्थों के अतिरिक्त कुछ पदार्थ ऐसे भी होते हैं जिनकी प्रतिरोधकता चालक पदार्थों एवं कुचालक पदार्थों के मध्य होती है, इसे पदार्थों को अर्धचालक पदार्थ कहते हैं। अर्ध चालक पदार्थ न तो पूर्ण चालक और नही पूर्ण कुचालक होते है।

Scanned by CamScanner

अर्धचालक पदार्थों के एकांक आयतन मे मुक्त इलेक्ट्रानो की संख्या चालको से कम परन्तु कुचालक से अधिक होती है। साधारण ताप पर किसी भी अर्धचालक के एकांक आयतन मे मुक्त इलेक्ट्रान की संख्या 10^{18} तथा इनकी प्रतिरोधकता 10^{-2} - Ωm के क्रम की हो सकती है। अर्धचालक पदार्थ को इलेक्ट्रानिक पदार्थ भी कहा जाता है क्योकि इसका उपयोग इलेक्ट्रानिक इन्डस्ट्री मे होता है।

अर्धचालक के प्रकार :-

(1) आंतरिक अर्धचालक (Intrinsic Semiconductor)

(2) बाह्य अर्धचालक (Extrinsic Semiconductor)

(1) आंतरिक अर्धचालक :-

वह अर्धचालक जो बिल्कुल शुद्ध अवस्था मे पाये जाते है जैसे सिलिकन एवं जर्मेनियम आंतरिक अर्धचालक कहलाता है।

इसमे इलेक्ट्रानो को वैलेंस बैंड से चालन बैंड मे जाने के लिए पर्याप्त तापीय प्रक्षोभ (Thermal agitation) की आवश्यकता होती है। अधिक ताप पर इन पदार्थो मे चालक का गुण एवं कम ताप पर कुचालक के गुण उत्पन्न होता है।

जब एक इलेक्ट्रान एक आंतरिक अर्धचालक के परमाणु से स्वतंत्र हो जाता है तो वह सह संयोजक बंध तोड़कर अपने पीछे रिक्त स्थान छोड़ देता है जिसे (Hole) विवर कहते है।

आन्तरिक अर्धचालक मे चालन (Conduction) को समझने के लिए आंतरिक अर्धचालक के एकांक एक बैटरी को कनेक्ट किया जाता है। जिसे कि आगे

Scanned by CamScanner

चित्र मे दर्शाया गया है।

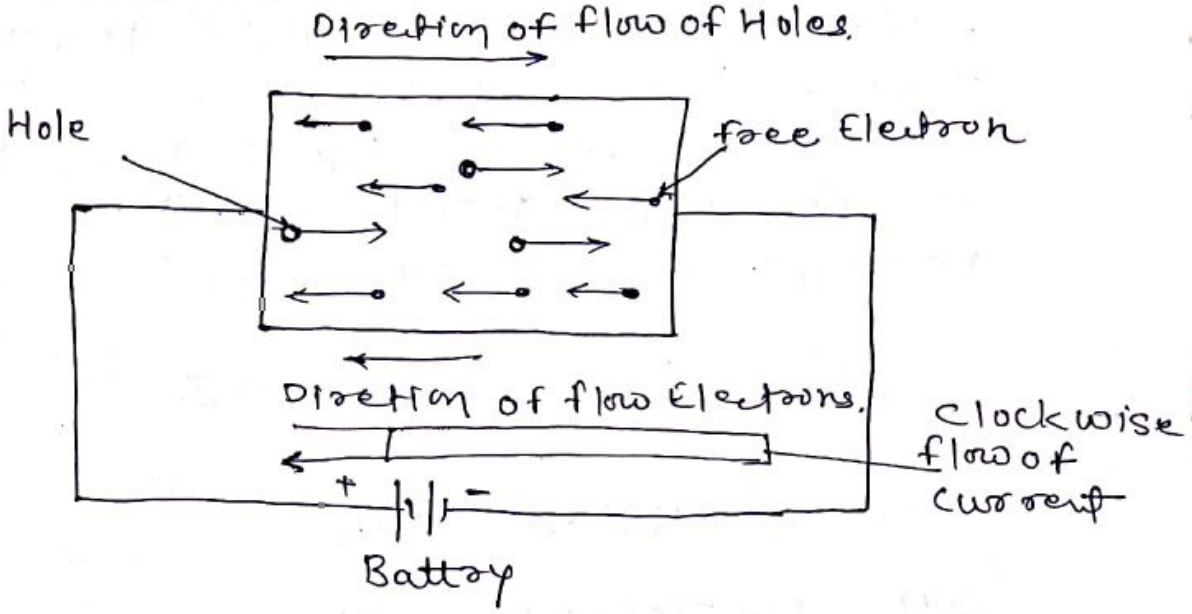


fig.1- Conduction of Intrinsic Semiconductor

इसके परिणामस्वरूप अन्तस्थ अर्धचालक पर वोल्टेज सप्लाई होने से इलेक्ट्रान और होल मुव करने लगते है इसमे होल के प्रवाह की दिशा इलेक्ट्रान के प्रवाह की दिशा के विपरित होती है तथा कन्वेंशनल करेन्ट के प्रवाह की दिशा इलेक्ट्रान के प्रवाह की विपरित दिशा अर्थात होल की दिशा मे होती है।

आंतरिक अर्धचालक मे इलेक्ट्रान और होल दो प्रकार के चार्ज होते है परंतु किसी भी करेन्ट मे इन चार्ज कैरियरो का रैंडम मोशन स्थापित नही होता है आंतरिक अर्धचालको के कि इलेक्ट्रान पर ऋणात्मक आवेश होता है जो बैट्री के धनात्मक सिरे की ओर मुव करता है एवं होल धनात्मक होता है जो बैट्री के ऋणात्मक की ओर मुव करता है।

Scanned by CamScanner

बाह्य अर्धचालक (Extrinsic Semiconductor):-

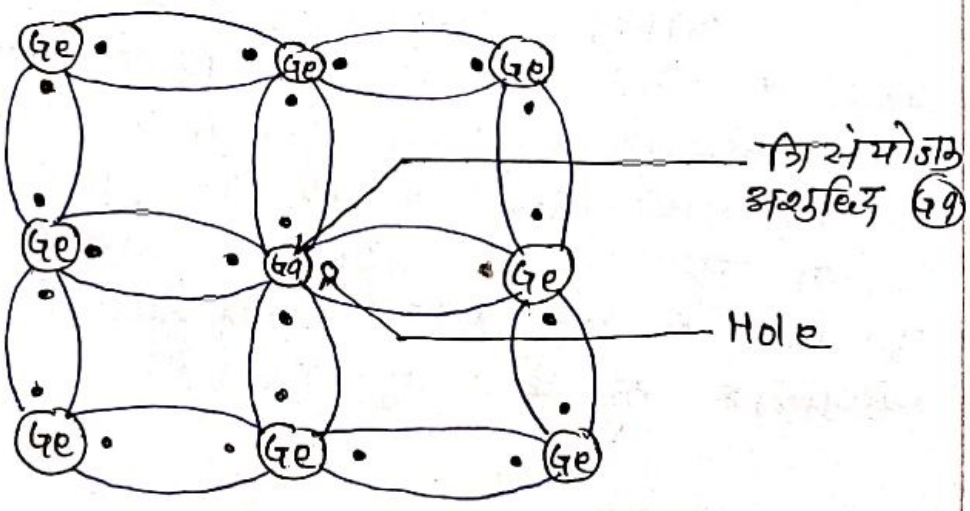
जब आंतरिक अर्धचालक पदार्थ में विशेष उद्देश्य के लिए निश्चित मात्रा में अशुद्धियां मिलाई जाती हैं तो इन्हे बाह्य अर्धचालक (Extrinsic Semiconductor) कहते हैं। इस प्रकार के अशुद्धियां मिलाने के प्रक्रिया को डोपिंग कहते हैं। जिस सिमा तक पदार्थ मिश्रण किया जाता है उसे डोपिंग लेवल कहते हैं।

बाह्य अर्धचालक के प्रमुख प्रकार

(अ) P- टाइप अर्धचालक

(ब) N- टाइप अर्धचालक

अ) P टाइप अर्धचालक :- जब किसी अर्धचालक के साथ त्रिसंयोजक (trivalent) अशुद्धि जैसे ऐल्युमिनियम बोरान या इंडियम बहुत कम मात्रा में मिलाई जाती है तो इनकी चालकता बढ़ जाती है। इस प्रकार के अर्धचालक को P-टाइप अर्धचालक कहते हैं।

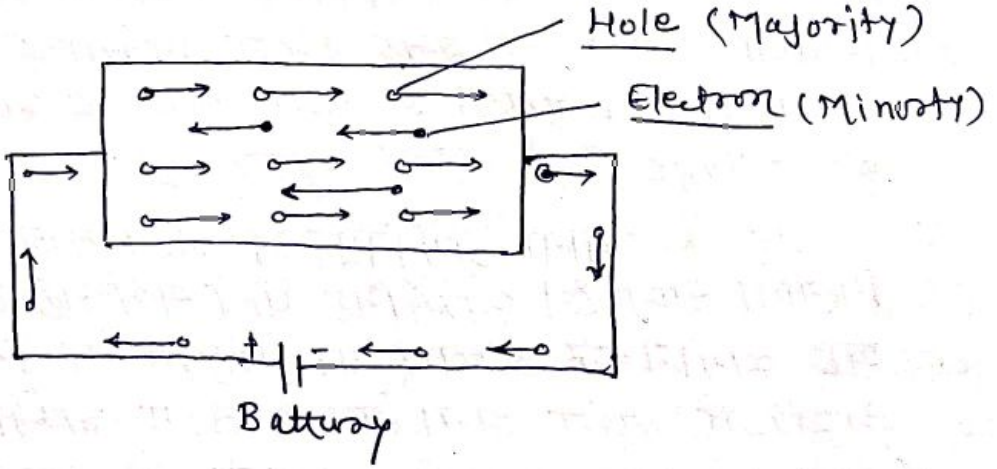


चित्र:- P-Type Semiconductor.

Scanned by CamScanner

जब जर्मेनियम मे अल्प मात्रा मे गैलियम (Ga) मिलाया जाता है तो अशुद्धि की मात्रा बहुत कम होने के कारण प्रत्येक गैलियम परमाणु जर्मेनियम परमाणु घेर लेता है क्योकि गैलियम परमाणु मे त्रिसंयोजक इलेक्ट्रान होते है। अतः यह तीनो इलेक्ट्रान जर्मेनियम के साथ सह संयोजक बंध बना लेता है किन्तु जर्मेनियम का चौथा परमाणु के साथ सह संयोजक बंध नही बन पाता क्योकि गैलियम के बाह्य कक्षा मे चौथा इलेक्ट्रान नही होता है जो कि चित्र मे दिखाया गया है। इस प्रकार गैलियम परमाणु मे एक इलेक्ट्रान कि कमी रहती है इस कमी को पुरा करने के लिए गैलियम जर्मेनियम गैलियम के एक इलेक्ट्रान को ग्रहण कर सह संयोजक बंध बनाता है परंतु गैलियम मे एक रिक्त स्थान शेष रह जाता है जिसे होल (Hole) या विवर कहते है। इस प्रकार Hole P-टाइप सेमीकंडक्टर मे बहुसंख्यक आवेश वाहक एवं इलेक्ट्रान अल्पसंख्यक (minority charge) होते है। इसमे ऋणात्मक अचल आयन एवं धनात्मक चालन होता है।

P टाइप सेमीकंडक्टर मे चालन (Conduction in P-Type semiconductor)



Scanned by CamScanner

P टाइप एक्सट्रिन्सिक सेमीकंडक्टर मे वोल्टेज एप्लाई करने पर जब वह उत्पन्न इलेक्ट्रिक फील्ड के अधीन होता है तो वैलेंस बैंड मे होल के मूव करने के लिए कंडक्शन जिम्मेदार होता है।

इसके परिणामस्वरूप P-टाइप मेटेरियल मे होल के कारण धारा का प्रवाह अधिक प्रभावी हो जाता है। धारा प्रवाह बैंड मे कुछ इलेक्ट्रान उपस्थित होते है परंतु इनकी संख्या बहुत कम होती है। अतः P टाइप मेटेरियल मे होल्स मैजोरिटी कैरियर मे तथा इलेक्ट्रान माइनोरिटी कैरियर मे उपस्थित होते है

P टाइप सेमीकंडक्टर मे चालन को चित्र मे दिखाया गया है। जिसमे P-टाइप मेटेरियल को बैट्री से कनेक्ट किया जाता है जिससे इलेक्ट्रान और होल मूव करने लगते है। इसके परिणामस्वरूप धारा प्रवाह बैटरी के धनात्मक सिरे से ऋणात्मक की ओर होता है

N टाइप अर्धचालक (N-Type semiconductor)

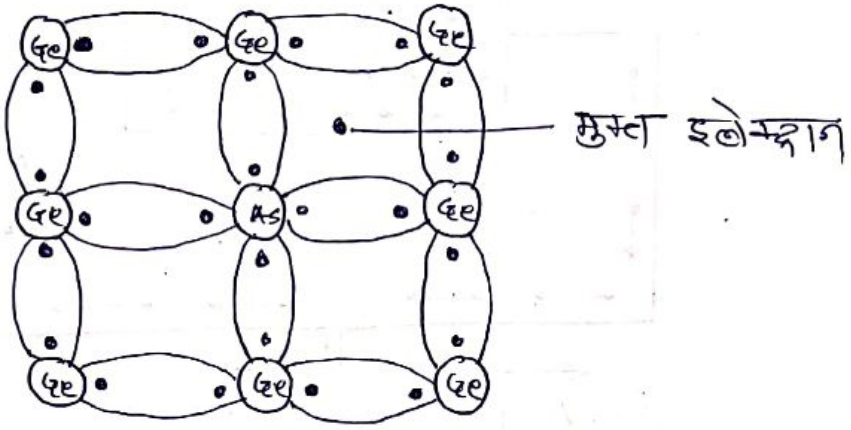
शुद्ध जर्मेनियम या सिलिकन को उपयोगी बनाने के लिए जब इनमे पांचवे ग्रुप का कोई तत्व जैसे आर्सेनिक (33) एन्टीमनी (51) फास्फोरस (15) आदि मिलाया जाता है तो इसके कारण अर्धचालक की विद्युत चालकता बढ जाती है। इस प्रकार के अर्धचालक को N-Type अर्धचालक कहते है।

माना जर्मेनियम मे अल्प मात्रा मे आर्सेनिक मिलाया जाता है। आर्सेनिक पांच संयोजक होने के कारण यह जर्मेनियम के चार परमाणुओ से मिलकर सह संयोजी बंध बना लेते है तथा आर्सेनिक का एक शेष इलेक्ट्रान मुक्त हो जाता है जो बहुत कम ऊर्जा देने पर बाहर निकल जाता है जिसे चित्र 9.4

Scanned by CamScanner

पान्चवे मुक्त इलेक्ट्रान को पूरी तरह मुक्त करने के लिए आवश्यक उर्जा साधारण ताप पर ही प्राप्त हो जाती है। क्योंकि जर्मेनियम में आर्सेनिक की अशुद्धी मिलाने

चित्र :- N-टाइप अर्ध्द चालक

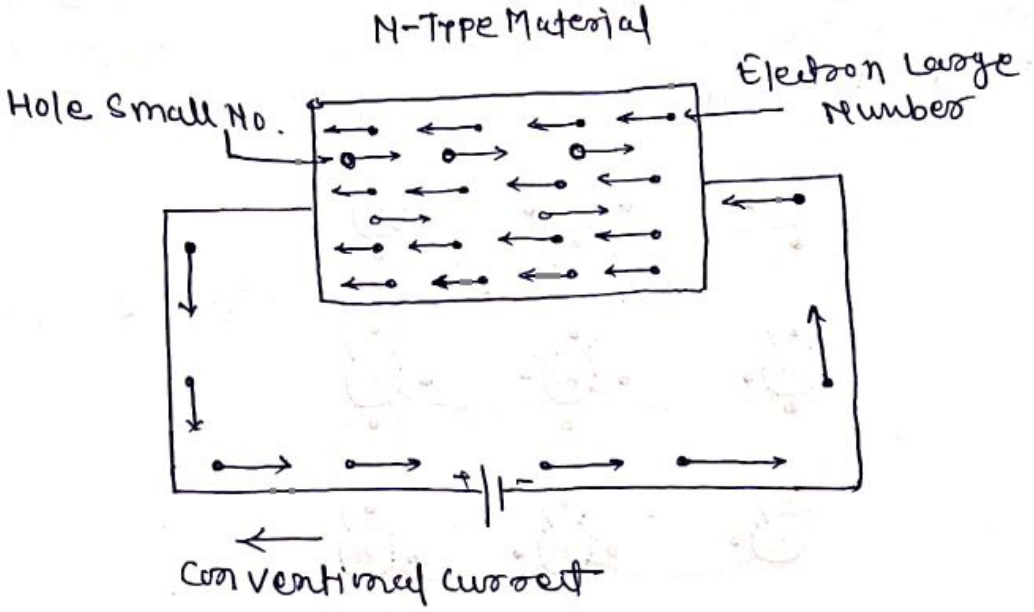


पर इससे मुक्त इलेक्ट्रान प्राप्त होता है, जो धारा प्रवाह मे सहायक होता है और एक इलेक्ट्रान देकर आर्सेनिक का प्रत्येक परमाणु धनात्मक बन जाता है। अतः इस प्रकार की अशुध्दि को दाता अशुध्दि कहते है। इस दाता अशुध्दि युक्त अर्ध्द चालक को N-टाइप अर्ध्द चालक कहते है।

N-टाइप अर्ध्दचालक मे चालन (Conduction In N-Type semiconductor) :-

जब N-टाइप सेमीकंडक्टर मे वोल्टेज एप्लाई किया जाता है तो अशुध्दता के कारण फ्री इलेक्ट्रान प्राप्त होते है जो एप्लाई वोल्टेज के पाजिटिव टर्मिनल के डायरेक्शन मे मुव करते है। इसके परिणाम स्वरूप धारा फ्लो होती है। अतः फ्री इलेक्ट्रान के द्वारा

Scanned by CamScanner



चित्र - Conduction of N-Type

कंडक्शन अधिक प्रभावी होता है। करेन्ट मे होलो की संख्या कम होने से इलेक्ट्रान करेन्ट मे होल करेन्ट की तुलना मे डोमिनेंट होती है। इस प्रकार N-टाइप सेमिकंडक्टर मे उपस्थित फ्री इलेक्ट्रान को मेजोरिटी कैरियर कहते है। N-टाइप एक्सट्रिन्सिक सेमीकंडक्टर के चालन मे होलो की संख्या कम होती है जिसे माइनोरिटी कैरियर कहते है।

N-टाइप सेमीकंडक्टर मे चालन को चित्र मे दिखाया गया है। इसमे N-टाइप मेटेरियल को बैटरी से कनेक्ट किया जाता है जिससे इलेक्ट्रान और होल मुव करने लगते है। इसके परिणाम स्वरूप कनवेशनल करेन्ट की डायरेक्शन बैटरी के धन सिरे से ऋण ~~सिरे~~ सिरे की ओर होती है।

P-N जंक्शन डायोड)

P-टाइप एवं N टाइप अर्धचालको के संयोग से P-N संधी प्राप्त होती है जिसकी कि मोटाई 10^{-3} मिमी० होती है। P-N संधी को ही अर्धचालक डायोड कहते है। P-N जंक्शन डायोड मे P-टाइप के अर्ध चालक के साथ विशेष विधि द्वारा जोडा जाता जिसे डोपिंग कहते है।

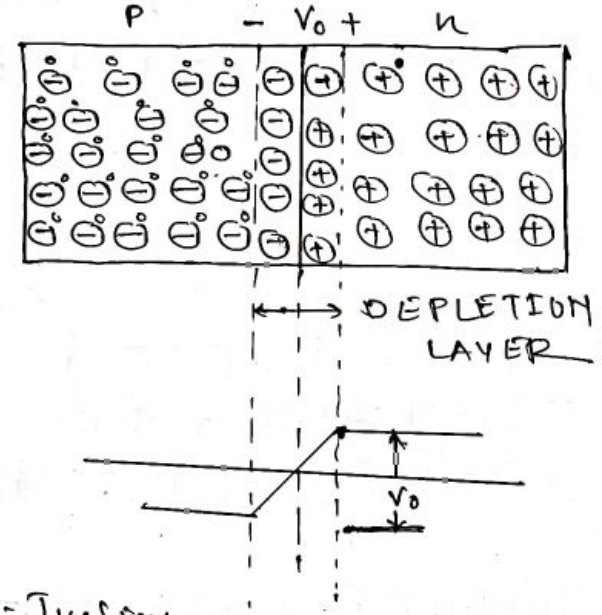


fig:- P-N-Juction V0-Curve of PN DIODE

जब PN संधी बनती है तो मुक्त इलेक्ट्रान संधी के एक ओर तथा होल संधी के दूसरी ओर अचानक विसरण के कारण पहुच जाते है। N-टाइप के अर्धचालक के बन जाने पर इसमे मेजोरिटी कैरियर मुक्त इलेक्ट्रान तथा माइनोरिटी होल होते है।

इलेक्ट्रानो और होल के विसरण के कारण P क्षेत्र ऋणात्मक तथा N क्षेत्र धनात्मक हो जाता है जिसके फलस्वरूप

Scanned by CamScanner

दोनो क्षेत्रो के मध्य एक विद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। यह क्षेत्र इस प्रकार का होता है कि मानो एक काल्पनिक बैटरी का ऋणात्मक सिरा P क्षेत्र से तथा धन सिरा N-क्षेत्र से जुड़ा हो। P क्षेत्र मे मेजोरिटी कैरियर होल होने के कारण इसे ऐनोड कहते है तथा N-क्षेत्र में मेजोरिटी कैरियर इलेक्ट्रान होने के कारण इसे कैथोड कहते है। N-P संधी मे बाह्य विद्युत वाहक स्त्रोत की अनुपस्थिति मे विभव प्राचीर के कारण कोई धारा प्रवाहित नही होती है, परंतु जब इस डायोड के दोनो सिरो को किसी बैट्री के ध्रुवो से जोड़कर वोल्टता एप्लाई की जाती है तो उसमे विद्युत धारा प्रवाहित हो जाती है।

कार्य विधि :- P-N जक्शन डायोड का कार्य सिद्धांत P-N संधी पर एप्लाई वोल्टज पर निर्भर करता है जब P-N संधी के सिरो पर वोल्टता एप्लाई की जाती है तो उसके सिरो पर विभावन्तर उत्पन्न हो जाता है। P-N संधी के सिरो पर एप्लाई की गई वोल्टता निम्नलिखित दो प्रकार की अभिनति मे होती है :-

(1) अग्र अभिनति (Forword Bias.) :-
जब एक बैटरी के धन सिरे को P-N संधी के P-क्षेत्र के बाह्य सिरे से तथा ऋणात्मक सिरे को N-क्षेत्र के सिरे से जोड़ दिया जाता तो अग्र अभिनति कहते है।

P-N संधी पर जब बैटरी के द्वारा लगाया जाता है वोल्टेज विभव से अधिक होता है तो P-क्षेत्र के होल बैटरी के धन सिरे से प्रतिकर्षित होकर संधी की ओर तथा N-क्षेत्र के इलेक्ट्रान बैटरी के ऋण सिरे से प्रतिकर्षित होकर संधी की ओर चलने लगते है। जिससे अवक्षय परत नष्ट हो जाती है। संधी पर

इलेक्ट्रान और होल संयोग करते हैं। अतः संधी मे से विद्युत चालन होने लगता है।

पश्च अभिनति (Reverse Bias):-

जब बैटरी के धन सिरे को N-क्षेत्र के बाह्य सिरे से तथा ऋण सिरे को P-क्षेत्र के बाह्य सिरे से जोडा जाता है तो इसे उत्क्रम या पश्च अभिनति कहते हैं।

जब P-N संधि पर जब बैटरी द्वारा लगाये गये वोल्टेज का मान विभव प्राचीर से कम होता है तो इस स्थिति मे P क्षेत्र के होल बैटरी के ऋण सिरे को आकर्षित होकर संधी से दूर चले जाते हैं। जिससे संधि मे विद्युत का चालन नहीं होता है और धारा का मान लगभग शुन्य होता है।

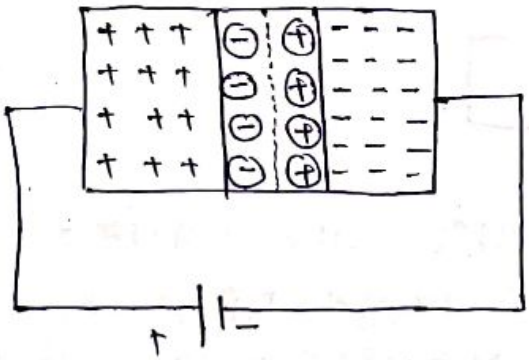


fig:- forward bais.

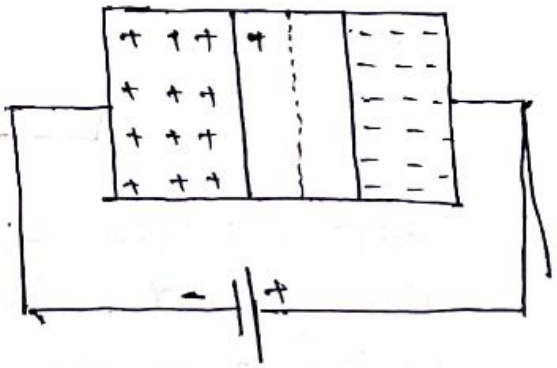
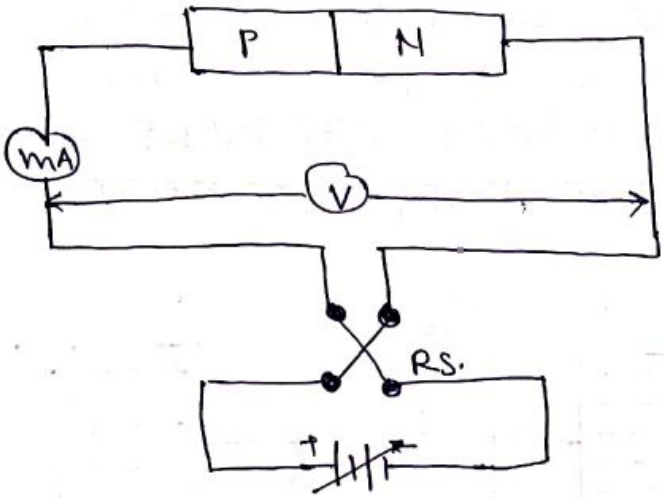


fig- Reverse Bias

Scanned by CamScanner

V-I कैरेक्टरिस्टिक :-

P-N संधि मे अग्र अभिनति की स्थिति मे धारा का चालन होता है तथा अग्र अभिनति की स्थिती मे धारा का चालन नही होता है। P-N संधि के सिरो पर लगाये गये बाहरी विभवान्तर तथा उसमें प्रवाहित धारा के बीच खींचे गये ग्राफ या V-I कैरेक्टरिस्टिक कहते है।



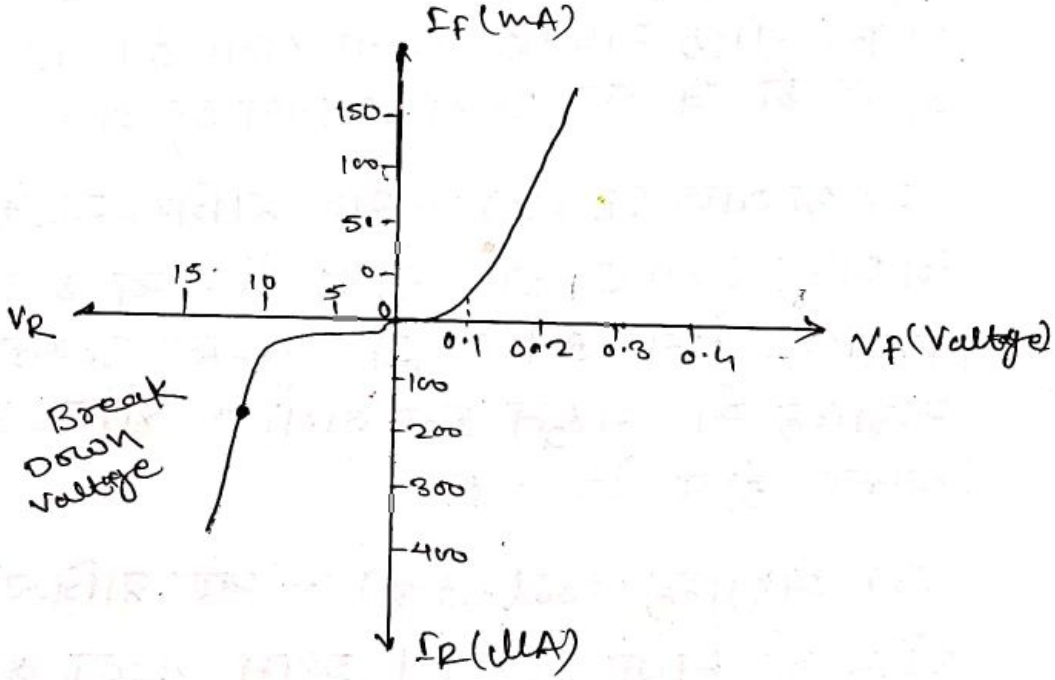
किसी P-N संधी का अभिलाक्षणिक ग्राफ खिचने के लिए अत्र चित्र के अनुसार विद्युत परिपथ का उपयोग किया जाता है। P-N संधि के परिपथ मे कनेक्ट मिली एमीटर (mA) तथा वोल्टमीटर V के द्वारा क्रमशः P-N संधी मे विभान्तर तथा धारा के मान मापे जा सकते है। इसमे धारा के मान को नियन्त्रित करने के लिए एक प्रतियोध भी जोडा जाता है।

विभव मापी द्वारा पहले संधि P भाग को धनात्मक तथा N को ऋणात्मक सिरे से जोडकर आरोपित वोल्टेज को बदलते जाते है तथा प्रत्येक

Scanned by CamScanner

विभवान्तर के लिए संगत धारा का मान मापते हैं तथा धारा I के बीच ग्राफ खिचते हैं तो इसे अग्र अभिनति का अभिलाक्षणिक ग्राफ कहते हैं।

पश्च अभिनित मे संध्यी का ग्राफ खींचने के लिए कुछ परिवर्तन करने पड़ते हैं। इसमे सर्वप्रथम डायोड का टर्मिनल बदलते हैं तथा फिर से Voltage एवं Current का ग्राफ बनाते हैं जिसे पश्च अभिनति कहते हैं।



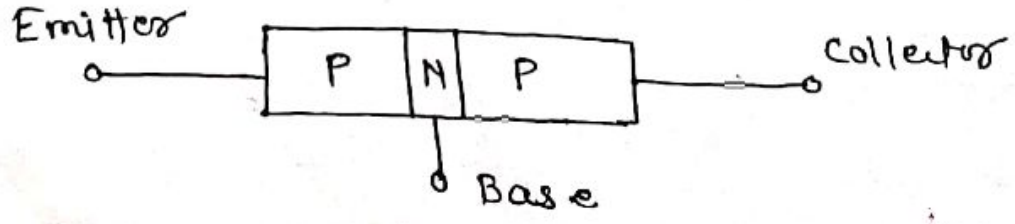
Scanned by CamScanner

ट्रांजिस्टर :- ट्रांजिस्टर मुख्य रूप से सिलिकन अथवा जिर्मेनियम का बना होता है यदि दो अर्धचालक डायोड को एक दूसरे के विपरीतार्थ की भाँति जोड़ दिये जाये तो इस प्रकार प्राप्त संयोजन को ट्रांजिस्टर कहते है। इसमे दो ध्रुव होने के कारण इसे बाइपोलर जंक्शन कहते है।

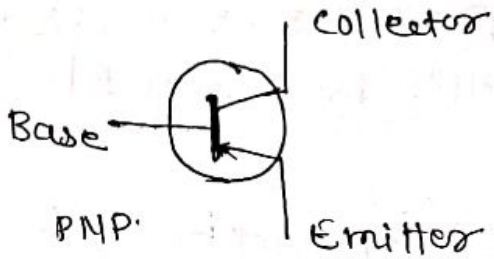
(1) उत्सर्जक (Emitter) :- यह ट्रांजिस्टर के बायीं ओर से भाग होता है तथा यह आवेश के स्रोत कार्य करता है। इसका मुख्य कार्य बेस को मेजोरिटी आवेश वाहक सप्लाई करना होता है। यह अन्य क्षेत्रो की अपेक्षा उच्च डोपिंग का क्षेत्र होता है.

(2) आधार (Base) :- यह ट्रांजिस्टर के बीच का भाग होता है जो दोनो ओर के भाग के विपरित होता है। इसकी चौड़ाई उत्सर्जक एवं संग्राहक से बहुत कम होती है और कम डोपिंग वाला क्षेत्र होता है।

(3) संग्राहक (Collector) :- यह ट्रांजिस्टर के दायीं ओर का भाग होता है। इसका मुख्य कार्य आधार से अधिकांश मेजोरिटी आवेश वाहको को ग्रहण कर एकत्रित करना होता है। संग्राहक भाग उत्सर्जक भाग से बड़ा होता है।



Scanned by CamScanner



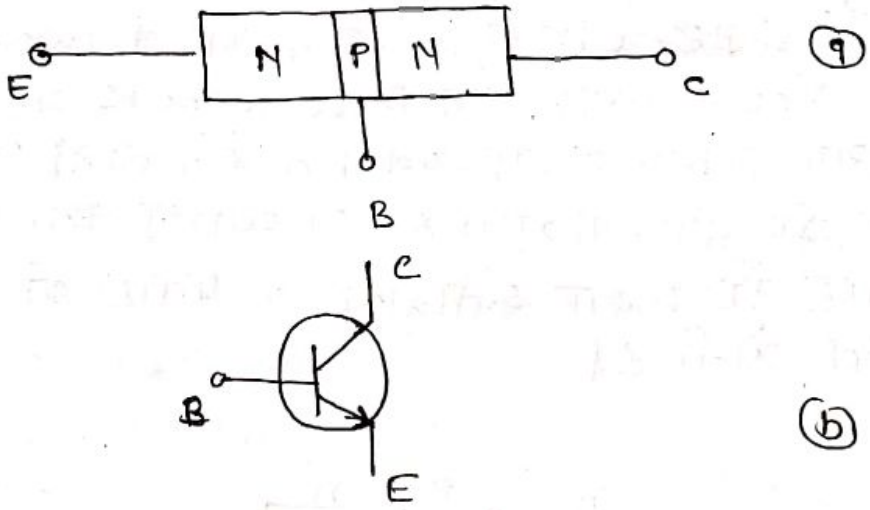


fig:- NPN- Transistor.

ट्रांजिस्टर के प्रकार

(1) PNP - ट्रांजिस्टर
(2) NPN ट्रांजिस्टर

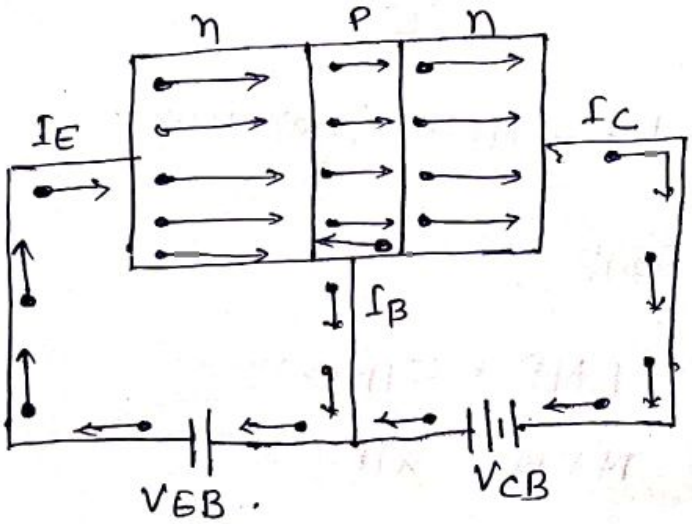
PNP ट्रांजिस्टर :- दो टाइप अर्धचालको के मध्य एक N- टाइप अर्धचालक रखकर P-N-P ट्रांजिस्टर का का निर्माण किया जाता है।

Scanned by CamScanner

NPN ट्रांजिस्टर :- दो N-टाइप अर्धचालकों के मध्य एक P-टाइप अर्धचालक रखकर N-P-N ट्रांजिस्टर का निर्माण किया जाता है।

कार्य सिद्धांत :-

ट्रांजिस्टर के कार्य सिद्धांत या कार्य प्रणाली को समझने के लिए चित्र की भांति एक NPN ट्रांजिस्टर को एक्टिव रीजन मे कार्य करने के लिए जोड़ते हैं जिसमे बैटरी V_{BE} एमिटर जंक्शन को forward bais तथा V_{CB} कलेक्टर को Reverse bais प्रदान करती है। इसमे ट्रांजिस्टर मे प्रवाहित होने वाली धारा की दिशा को दिखाया गया है। साधारण तथा धारा के प्रवाह की दिशा इलेक्ट्रानो के प्रवाह की दिशा के विपरित होती है।



चित्र - NPN - ट्रांजिस्टर

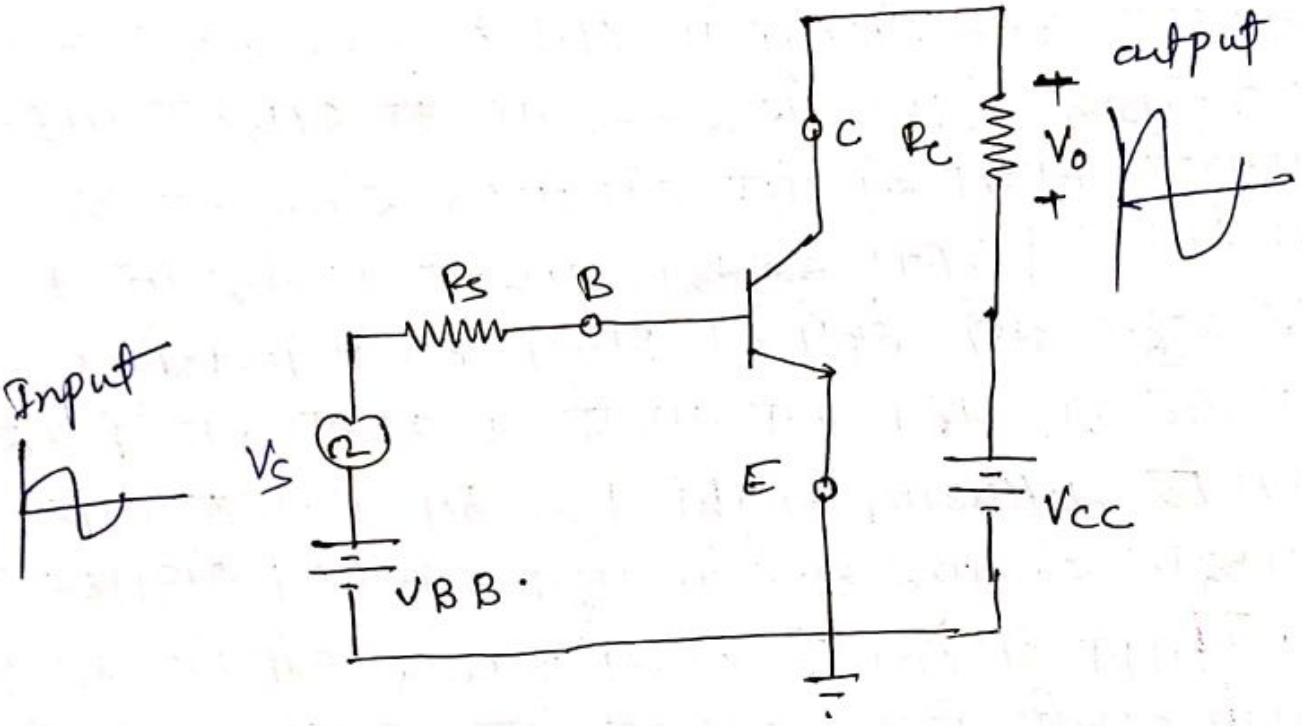
इस कंडिशन में उत्सर्जक forward bais मे होता है जिसके फलस्वरूप मुख्य वाहको के प्रवाह के कारण उत्सर्जक के आर पार अग्र धारा प्रवाहित होती है। अर्थात उत्सर्जक क्षेत्र से इलेक्ट्रान आधार क्षेत्र से होल उत्सर्जक क्षेत्र मे प्रवेश करता है।

अत: उत्सर्जक क्षेत्र से उत्सर्जित इलेक्ट्रान आधार क्षेत्र की चालकता से उच्च होती है। अत: उत्सर्जक क्षेत्र से निकले विविर से अधिक होते है। उत्सर्जक संधि मे अग्र धारा उत्सर्जक क्षेत्र के आधार क्षेत्र की ओर इलेक्ट्रानों के प्रवाह के कारण प्रभावित होती है। अत: उत्सर्जक संधि मे अग्र अभिनति के कारण उत्सर्जक क्षेत्र से इलेक्ट्रान आधार क्षेत्र मे प्रवेश करते है जहाँ इलेक्ट्रान अल्पसंख्या मे होते है। इलेक्ट्रानों के अत:क्षेपण से उत्सर्जक संधि पर इलेक्ट्रानो की सांद्रता बहुत बढ़ जाती है तथा संग्राहक संधी पर इलेक्ट्रानो की सांद्रता बहुत कम होती है। अत: इलेक्ट्रान सांद्रता के अनुपात के आधार पर बहुत बड़ी होती है। अत:क्षिप्त (injected) electron आधार की बहुत कम मोटाई के कारण जो विसरण होते है क्योकि diffusion lenght बहुत कम होता है। अत: अधिकांश इलेक्ट्रान संग्राहक क्षेत्र मे पहुच जाता है। संग्राहक उत्क्रम अभिनति मे होता है तथा आधार एवं संग्राहक के बीच शक्तिशाली स्थिर विद्युत क्षेत्र स्थापित करता है। यह विद्युत क्षेत्र संग्राहक संधि मे प्रवेश करने वाले इलेक्ट्रानो को तुरंत एकत्र कर लेता है। आधार क्षेत्र मे इलेक्ट्रानो के प्रवाह को जब विवरो का सामाना करना पड़ता है तो उनमे बहुत कम (1-10%) होल तथा इलेक्ट्रान संयुक्त होकर उदासिन हो जाता है। शेष इलेक्ट्रान संग्राहक इलेक्ट्रोड द्वारा एकत्रित कर लिए जाते है।

Scanned by CamScanner

ट्रांजिस्टर :-

NPN ट्रांजिस्टर के उपयोग से प्राप्त कामन एमिटर कान्फिग्युरेशन को बेसिक कामन एमिटर एम्प्लीफायर के नाम से भी जाना जाता है। जिसे चित्र 9.23 में दिखाया गया है। इसमें एमिटर बेस जंक्शन VBB. सप्लाई फारवर्ड बायस तथा कलेक्टर बेस जंक्शन को Vcc सप्लाई रिवर्स बायस होती है।



चित्र :- ट्रांजिस्टर

फारवर्ड बायस एवं रिवर्स बायस ट्रांजिस्टर को एक्टिव रीजन में आपरेट करती है। इसमें Vs एक ए.सी. इनपुट सिगनल Rs सोर्स रजिस्टेंस I_B बेस करेन्ट I_C कलेक्टर धारा तथा Rc कलेक्टर लोड है।

कार्य प्रणाली :- जब बेसिक कामन एमिटर एम्प्लीफायर में कोई AC सिगनल सप्लाई नहीं किया जाता है तो, Rc से होकर करेन्ट Ic प्रवाहित होती है जिसे जीरो

अब एमिटर बेस जंक्शन के बीच ए॰सी॰ सिग्नल ऐप्लाई किया जाता है। ए॰सी॰ इनपुट सिग्नल के पाजिटिव हाफ साईकिल के परिणामस्वरूप एमिटर बेस जंक्शन के क्रास फारवर्ड वायस बढ़ जाता है। इस कंडिशन के अंतर्गत बेस मे अधिक इलेक्ट्रान इंजेक्ट होकर कलेक्टर तक पहुचते है जो कि कलेक्टर करेन्ट को बढ़ा देते है। इस प्रकार बढ़ी हुई कलेक्टर करेन्ट रजिस्टेंस R_c के क्रास अधिक वोल्टेज ड्राप उत्पन्न करता है। अधापि ए॰सी॰ इनपुट सिगनल की नेगेटिव हाफ साइकिल मे एमिटर बेस जंक्शन के क्रास फारवर्ड वायस कम हो जाता है। इस कंडिशन मे कलेक्टर करेन्ट कम हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप कम होने वाली कलेक्टर करेन्ट रजिस्टेंस R_c के क्रास कम वोल्टेज ड्राप उत्पन्न होता है।

बेसिक कामन एमिटर ऐम्प्लीफायर की कार्यप्रणाली से स्पष्ट होता है कि इनपुट पर स्माल ए॰सी॰ सिग्नल ऐप्लाई करने पर लोड पर आउटपुट लार्ज होता है। अतः ट्रांजिस्टर ऐम्प्लीफायर के रूप में कार्य करता है,

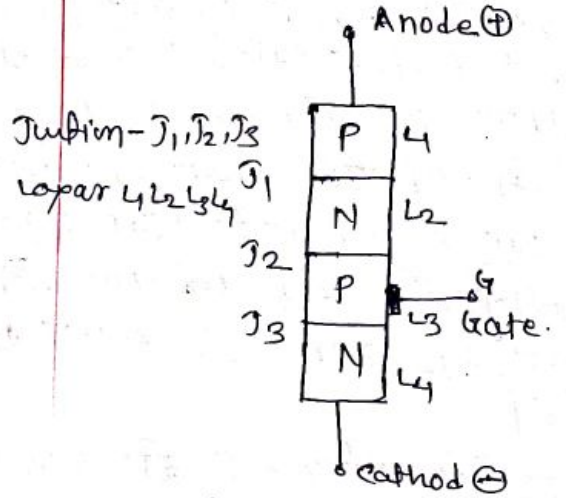
SCR (Silicon Controlled Rectifier):-

SCR थाइरिस्टर परिवार का एक सदस्य है। थाइरिस्टर की संपूर्ण संरचना और कार्य विधि को SCR के द्वारा ही समझा जाता है, इसलिए SCR को थाइरिस्टर भी कहते है। SCR का पुरा नाम सिलिकन नियंत्रित रिक्टिफायर है।

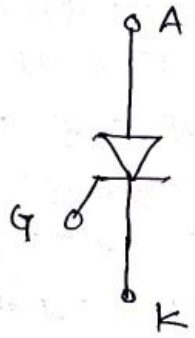
थाइरिस्टर एक प्रकार का स्विच है जो इलैक्ट्रान के द्वारा कन्ट्रोल किया जाता है। यह पूर्ण रूप से सालिड स्टेट मे होता है। जिन सर्किटो मे ए॰सी॰ और डी॰सी॰ पावर को कंट्रोल करना होता है वहां इसका उपयोग किया जाता है।

Scanned by CamScanner

• Construction:- थाइरिस्टर मे चार लेयर P-N-P-N तथा तीन जंक्शन होते है। सामान्यतः PNPN जंक्शन दो ट्रांजिस्टरों का संयोजन माना जाता है। इसमे ऐनोड A कैथोड K तथा गेट G तीन इलेक्ट्रोड होते है। SCR की संरचना को चित्र द्वारा दर्शाया गया है तथा इसके सिम्बल को भी चित्र मे दिखाया गया है।



चित्र (a) SCR   (b) SCR सिम्बल



ट्रांजिस्टर को स्विच की भांति प्रयुक्त किया जा सकता है इस प्रकार की विधि बिना किसी वायरस के स्विच की भांति कार्य करती है। इसको सैकड़ो वोल्ट के वोल्टेज रेटिंग एवं कुछ ऐम्पियर से सैकड़ो ऐम्पियर की धारा रेटिंग के लिए बनाया जाता है इस प्रकार तीनजंक्शन वाली अर्धचालक युक्ति को थाइरिस्टर कहते है।

कार्य सिद्धांत (Working Principle) :-

SCR के कार्य सिद्धांत को निम्न लिखित तीन आपरेटिंग रीजन या मोड के द्वारा समझा जाता है:-

(1) फारवर्ड ब्लॉकिंग मोड:-

इस परिस्थिति मे SCR के एनोड को बैटरी के धनात्मक सिरे से तथा कैथोड को बैटरी के

V-I characteristics. (V-I अभिलक्षण)

SCR के स्टैटिक अभिलक्षण मे जब एनोड को कैथोड की अपेक्षा अधिक धनात्मक बनाया जाता है तो क्रमशः J_1 एवं J_3 reverse baise मे होता है तथा J_2 forward bais मे होता है। इसके विपरित जब एनोड को कैथोड के सापेक्ष धनात्मक किया जाता है तो उचित ही J_1 एवं J_3 forward bais मे होता है एवं J_2 reverse bais मे होता होता है एवं फ्लोटिंग डायोड की तरह कार्य करता है जिसका अभिलक्षण एकदम उल्टा आधारित होता है।

संरचना :—

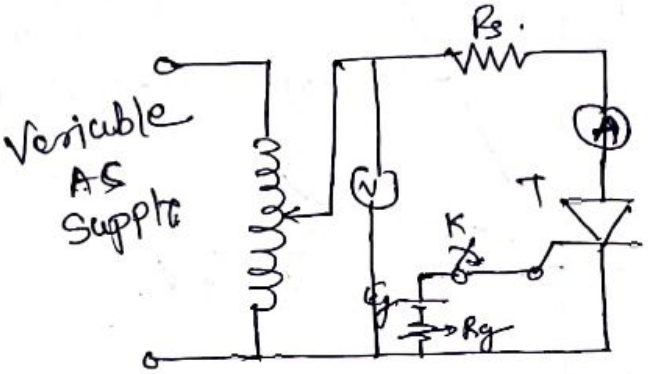


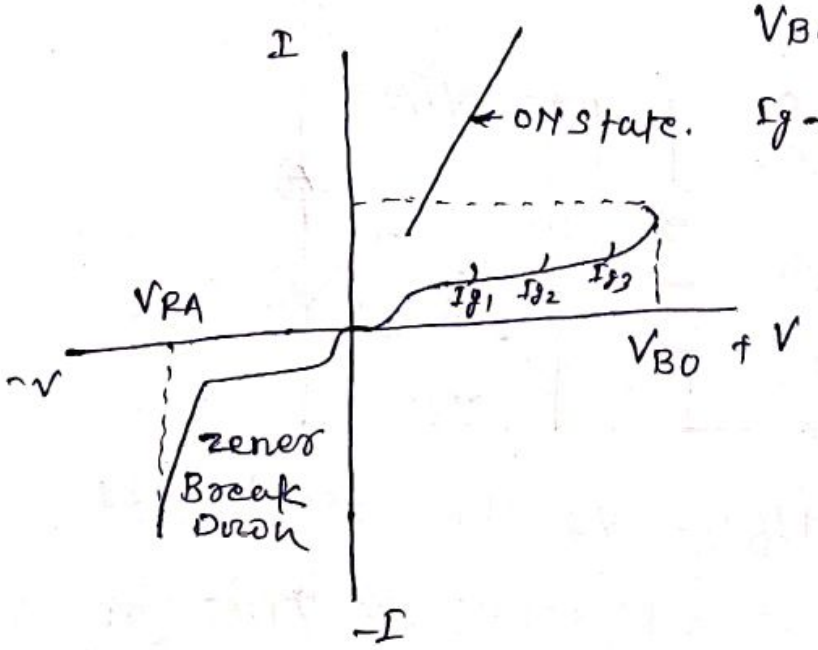
fig:- VI Charecteristic ckt

जब हम एक वेरियेबल ट्रांसफार्मर मे Valtage एवं current का मापन करने के लिए valtgmeter एवं Ameter लगाये गये है। एवं Rs valtage Protection एवं Eg gate valtge की तरह कार्य करता है जिससे gate आन एवं off होता है।

Scanned by CamScanner

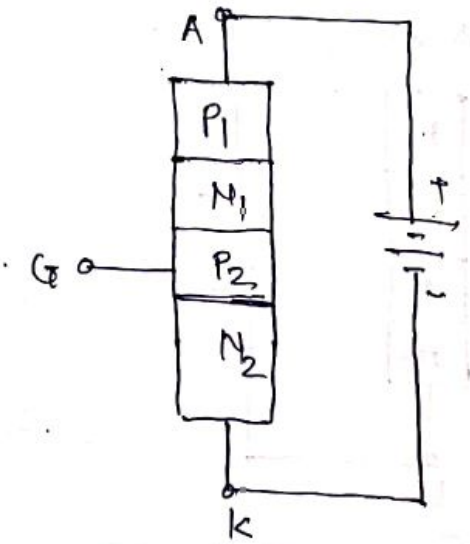
SCR मे जब गेट खुला होता अर्थात गेट सिगनल बंद होता है तो इस समय J_1 एवं J_3 फारवर्ड बायस मे होता है परंतु J_2 Reverse baise मे होता है जिससे लीकेज धारा सूक्ष्म होती है जिसे फारवर्ड ब्लाकिंग धारा कहते है यह धारा तब तक कम रहती है जब तक की ब्रेकडाउन वोल्टेज प्राप्त नही हो जाता। यह अग्र ऐवेलान्श क्षेत्र होता है। यदि ऐनोड वोल्टेज बढ़ाया जाता है तो वोल्टेज का एक ऐसा मान प्राप्त होता है जहां Junction J_2 break हो जाता है और SCR उच्च धारा प्रवाह की अवस्था मे आ जाता है

चित्र - V-I अभिलक्षण SCR



अब हम जब धारा प्रवाह को विपरित कर देते है तो J_2 फार्वर्ड बायस एवं J_1 एवं J_3 Reverse bais मे होता है जिसके कारण वोल्टेज बढाने पर धारा का मान समान रहता है एवं एक VRA Voltage पर धारा प्रवाह बंद हो जाता है। जिसे चित्र मे दिखाया गया है।

महत्वपूर्ण सिरे से जोड़ा जाता है जिसे चित्र में दिखाया गया है। इस समय जंक्शन J_1 व J_3 फारवर्ड बायस तथा J_2 रिवर्स बायस में होता है। इसमें धारा का मान बहुत कम होता है। इस स्थिति में डिवाइस आफ स्टेट में होती है तथा जंक्शन J_2 पर बनने वाला डिप्लीशन रीजन फारवर्ड वोल्टेज को रोकता है।



चित्र :- फारवर्ड ब्लाकिंग मोड

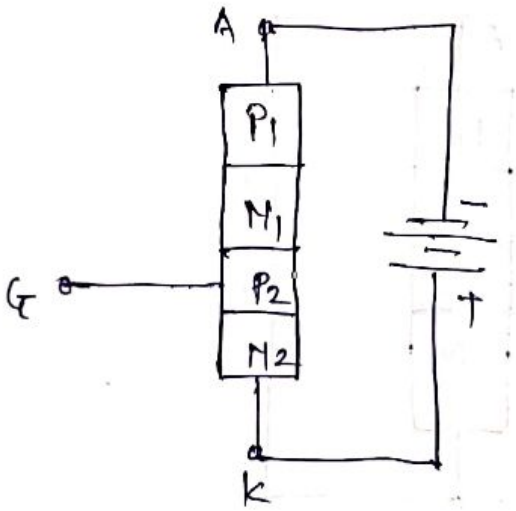
② फारवर्ड कंडक्शन मोड :—

SCR के एनोड एवं कैथोड पर लगाया गया वोल्टेज जब उसके फारवर्ड ब्रेकओवर वोल्टेज से अधिक होता है तो SCR टर्न आन हो जाता है। इस स्थिति में यदि एनोड से कैथोड की ओर वोल्टेज बढ़ाया जाता है तो धारा का मान बढ़ जाता है। इसमें जंक्शन J_2 फारवर्ड बायस होता है परंतु फिर भी धारा का मान नियंत्रित होती है। जब हम gate signal apply करते है।

Scanned by CamScanner

रिवर्स ब्लाकिंग मोड (Reverse blocking Mode):-
इसमे जब एनोड को कैथोड के सापेक्ष ऋणात्मक सप्लाई दी जाती है तो J_1 एवं J_3 रिवर्स बायस तथा जंक्शन J_2 फारवर्ड बायस मोड मे होता है इस परिस्थिति मे यदि गेट टर्मिनल हटा दिया जाय तो SCR का व्यवहार रिवर्स बायस मोड की भाँति कार्य करता है जैसा नीचे चित्र मे दिखाया गया है:-

चित्र :- रिवर्स ब्लाकिंग मोड



कार्य विधि :- SCR मे जब एनोड और कैथोड के बीच लगाया गया लोड RL को जोड़ा जाता है तो एनोड को धनात्मक विभव पर रखा जाता है अतः एनोड पर कैथोड की तुलना मे धनात्मक वोल्टता प्रयुक्त की जाती है। इसमे पहली एवं तृतीय (J_1 एवं J_3) जंक्शन forward bais मे होता है जाती है परंतु J_2 Reverse bais मे होता है इस कारण धारा का प्रवाह नही हो पाता है परंतु जब हम Gate signal प्रवाह करते है तो J_2 मे अचानक उत्पन्न Breakdown से J_1, J_2, J_3 से होकर धारा प्रवाह होने लगता है।

Rectifier (10)

Q.1. रेक्टिफायर क्या है? (What is Rectifier) ..... (2)

रेक्टिफायर (Rectifier) :-
वह युक्ति जो प्रत्यावर्ती धारा या वोल्टता को दिष्ट धारा या वोल्टता मे बदल देती है उसे दिष्टकारी (rectifier) कहते है।

Q.2 फिल्टर क्या है? (What is filter) ...... (2)

फिल्टर (filter) :-
फिल्टर अर्थात एक ऐसी डिवाइस है जो कि रेक्टिफायर से प्राप्त आउटपुट (वोल्टेज/धारा) मे से AC घटक को हटा देती है और लोड पर केवल डी.सी. घटक को जाने देती है। जिससे डी.सी. प्रभावी एवं लाभदायक बन जाता है।

Q.3. कन्ट्रोल्ड रेक्टिफिकेशन क्या है? What is controlled Rectification ...(4)

कन्ट्रोल्ड रेक्टिफिकेशन (controlled Rectification) :-
जब रेक्टिफायर के सभी स्विचिंग इलिमेन्टो के रूप मे SCR's का उपयोग किया जाता है तो वह रेक्टिफायर को कन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर कहते है। इसके रेक्टिफिकेशन को कन्ट्रोल्ड रेक्टिफिकेशन कहते है। जिसमे फारवर्ड बायस्ड मे एनोड साइकिल के क्षण पर SCR स्वतः ही टर्न आन नही होता। इसके बाद गेट टर्मिनल से

गेट पल्स भेजा जाता है। SCR में से एक कन्ट्रोल सर्किट होता है जो गेट पल्स को जनरेट एवं कन्ट्रोल करता है। इस कन्ट्रोल पल्स के द्वारा गेट फायरिंग पल्स जनरेट करते हैं। यह प्रत्येक स्विचिंग साइकिल के दौरान SCR में भेजा जाता और उसे के द्वारा SRC कन्ट्रोल्ड डी॰सी आउट पुट देता है। प्रत्येक SCR के लिए डी॰सी॰ आउटपुट को नियंत्रण करने के लिए गेट पल्स गेट फायरिंग एवं डिले टाइम को एडजस्ट किया जाता है।

Q. अनकन्ट्रोल्ड रेक्टिफिकेशन क्या है। ----- (2)
What is Uncontrolled Rectification)

अनकन्ट्रोल्ड रेक्टिफिकेशन :-

जब रेक्टिफायर के सभी स्विचिंग एलिमेन्ट डायोड होते हैं तो यह अनकन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर कहलाता है। इसके द्वारा रेक्टिफिकेशन को अनकन्ट्रोल्ड रेक्टिफिकेशन कहते हैं।

इस प्रकार के डिवाइसों के इन्सर्टेंट पर स्विचिंग के कन्ट्रोल का कोई मतलब नहीं होता है जब रेक्टिफायर फारवर्ड बायस्ड कंडिशन में होता है तो उस क्षण पर प्रत्येक डायोड आटोमेटिकली टर्न आन होता है। अनकन्ट्रोल्ड रेक्टिफिकेशन में डी॰सी॰ आउटपुट वोल्टेज तथा आर॰ एम॰ एस॰ एसी॰ इनपुट वोल्टेज के बीच फिक्स्ड रेशो में होता है।

Scanned by CamScanner

* रेक्टिफायर :-

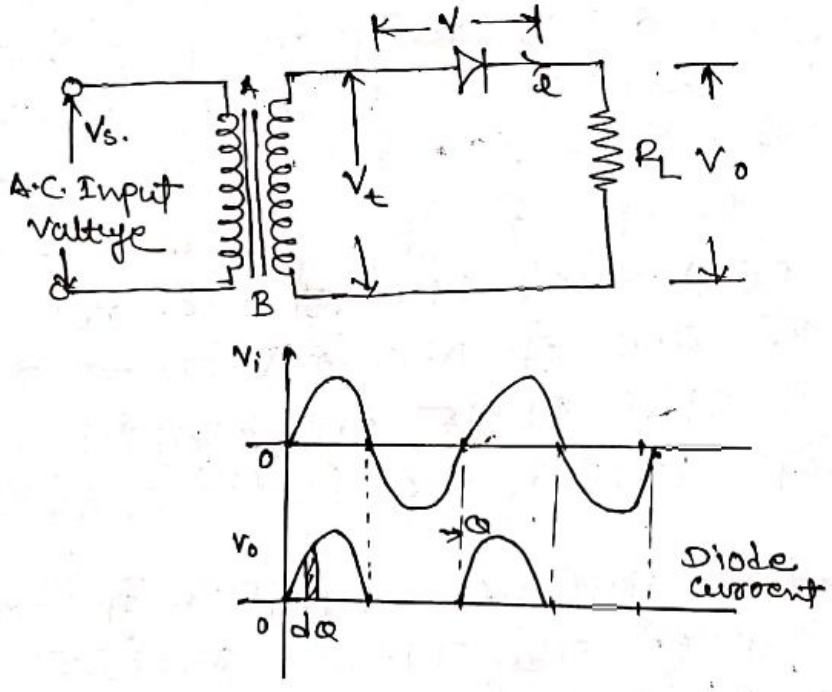
वह युक्ति जो A.C. धारा वोल्टता को D.C. (दिष्ट धारा) वोल्टता मे बदल देती है। उसे रेक्टिफायर कहते है।

रेक्टिफायर के प्रकार :-

(1) हाफ वेव रेक्टिफायर (Half wave Rectifier)
(2) फुल वेव रेक्टिफायर (full wave Rectifier)

हाफ वेव रेक्टिफायर (Half wave Rectifier) :-

हाफ वेव रेक्टिफायर मे केवल एक ही डायोड प्रयोग होता है। इसलिए यह केवल धनात्मक अर्ध्द चक्र मे ही कार्य करता है। इसमे ऋणात्मक चक्र का कोई उपयोग नही होता है।



Scanned by CamScanner

संरचना :- अर्ध्द तरंग दिष्टकारी का परिपथ चित्र 1.1. मे प्रदर्शित किया गया है। अर्ध्द तरंग दिष्टकारी के इनपुट मे ट्रांसफार्मर होता है जिसके दो मुख्य कार्य होता है। सर्वप्रथम यह वोल्टेज को बढ़ने एवं घटाने का कार्य करता है दूसरा कार्य पावर लाइन तथा परिपथ के बीच वियोजन प्रदान करता है। जिससे प्रदान करता है

डायोड :- हाफ वेव रेक्टिफायर मे एक ही डायोड प्रयोग होता है, इसलिए यह केवल धनात्मक अर्ध्दचक्र मे ही कार्य करता है। इसमे ऋणात्मक चक्र का कोई उपयोग नही होता है तथा धनात्मक अर्ध्द चक्र का आधा भाग भी बेकार हो जाता है, इसलिए हाफ वेव की दक्षता बहुत कम (40.6%) होता है।

इसमे डायोड पर लगाये गये प्रत्यावर्ती वोल्टेज के द्वारा लोड के सिरो पर दिष्ट वोल्टेज प्राप्त होता है। परंतु प्राप्त डी॰सी॰ आरोपित वोल्टेज की तरंग समान नही होता है। जब डायोड उत्क्रम बायस स्थिति मे होता है। तब आरोपित वोल्टेज से चक्र के आधे भाग का D.C. नही हो पाता। वह D.C. को A.C. के प्रत्येक चक्र के केवल आधे भाग को हि D.C. करता है। इसलिए इसे Half wave Rectifier कहते है।

कार्य सिध्दान्त :- Half wave Rectifier मे केवल ए॰सी॰ वोल्टेज की हाफ पाजिटिव साइकिल इस्तेमाल होता है। तथा हाफ नेगेटिव साइकिल को उपयोग नही किया जाता है। इसमे एक डायोड

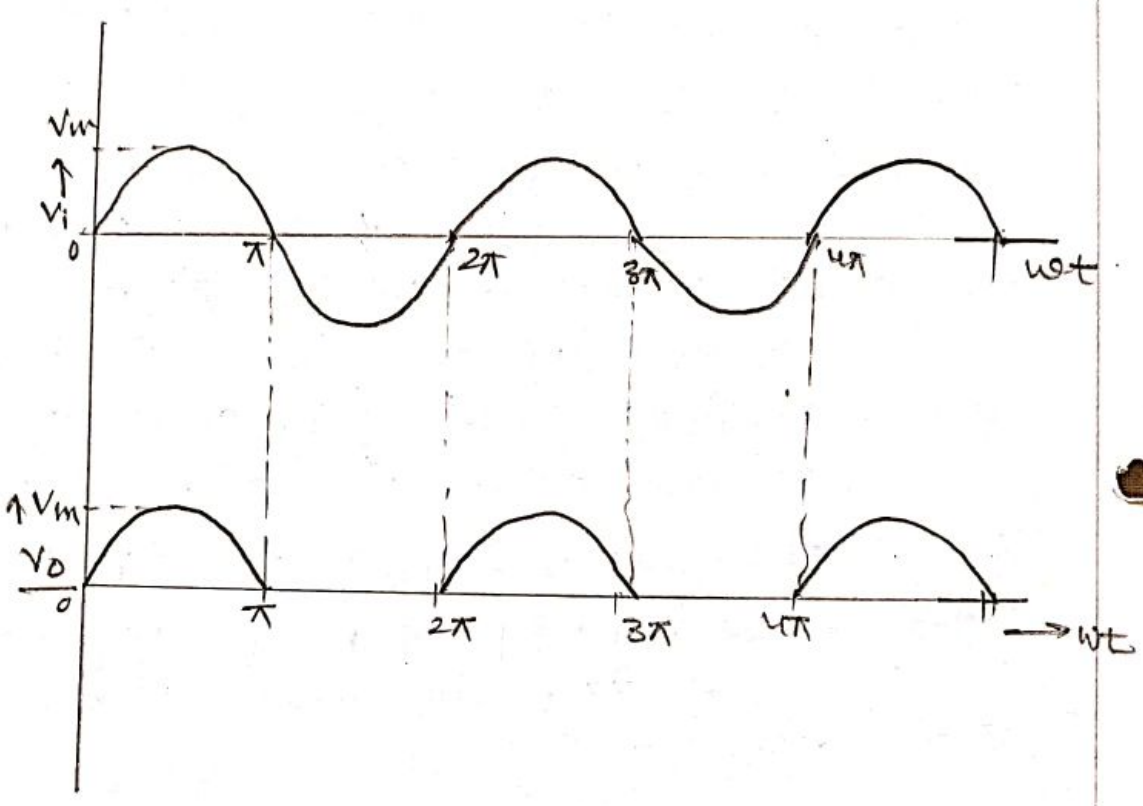
उपयोग से पाजिटिव साइकिल उत्पन्न होती है। जब अर्ध तरंग दिष्टकारी पर इनपुट वोल्टेज की केवल पाजिटिव हाफ साइकिल सप्लाई की जाती है जो डायोड का एनोड, कैथोड की तुलना मे पाजिटिव होता है जब डायोड फारवार्ड बायस होता है तो डायोड से होकर करेन्ट गुजरती है तथा (Load) लोड R_L के ऐक्रास पाजिटिव साइकिल डेवलप होता है। इनपुट वोल्टेज की नेगेटिव साइकिल सप्लाई होने पर डायोड का एनोड कैथोड की तुलना मे नेगेटिव होता है। अत: डायोड रिवर्स बायस होता है। इस स्थिति मे डायोड से होकर कोई भी करेन्ट हो कर नही गुजरती है। अत: आउटपुट वोल्टेज जीरो होता है।

कार्य प्रणाली :- ट्रांसफार्मर की सेकण्डरी के पार्श्व मे एक डायोड तथा श्रेणी मे एक लोड प्रतिरोध R_L लगा होता है, जबकि इसकी प्राइमरी को सप्लाई से जोडते है ट्रांसफारमर की सेकण्डरी के पार्श्व मे A.C. वोल्टेज उत्पन्न होता है। यह ट्रांसफार्मर के कुण्डलन के फेरो की संख्या पर निर्भर करता है। सेकण्डरी के पार्श्व मे उत्पन्न वोल्टेज

$$V_i = V_m \sin \omega t$$

अर्ध तरंग दिष्टकारी मे इनपुट एवं आउटपुट वोल्टेज की वेवफार्म को चित्र 1.2. मे दिखाया गया है। इसके अनुसार अर्ध तरंग दिष्टकारी के परिपथ मे इनपुट वोल्टेज के धनात्मक अर्ध चक्र मे

Scanned by CamScanner



बिन्दु A धनात्मक होता है तथा बिन्दु B ऋणात्मक होता है जिससे डायोड अग्र अभिनति मे हो जाता है और डायोड के कार्य करने पर लोड धारा I_L लोड प्रतिरोध R_L मे से होकर प्रवाहित होती है। अग्र अभिनति की स्थिति मे डायोड का प्रतिरोध R_L में से होकर प्रवाहित होती है। अग्र अभिनति की स्थिती मे डायोड का प्रतिरोध बहुत कम होता है। अतः इसके पार्श्व मे वोल्टेज ड्राप बहुत कम होता है। इस प्रकार R_L के पार्श्व मे उत्पन्न वोल्टेज, इनपुट वोल्टेज v_i के लगभग बराबर होता है।

इनपुट वोल्टेज के ऋणात्मक अर्धचक्र के समय बिन्दु A ऋणात्मक होता है, जिससे डायोड पश्च अभिनति मे हो जाता है और कार्य नहीं करता है। इस प्रकार परिपथ मे कोई धारा प्रवाहित नहीं होता है।

Scanned by CamScanner

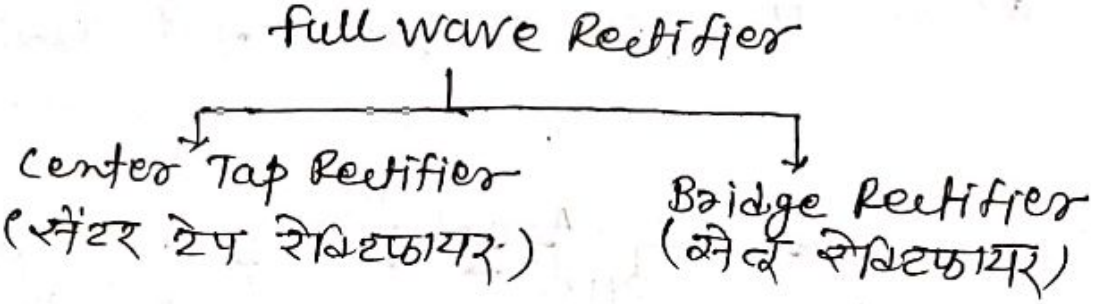
लाभ :- हाफ वेव रेक्टिफायर ए०सी० को डी०सी० मे आसानी से कम कर परिवर्तित कर देता है।
इसको बनाना एवं उपयोग करना बहुत आसान है

हानियां :- आउटपुट वोल्टेज / पावर / करेन्ट आधे समय के लिए मिलता है।

उपयोग :- हाफ वेव रेक्टिफायर का उपयोग केवल उन्ही परिपथो मे किया जाता है, जिसमे कम धारा की आवश्यकता होती है।

फुल वेव रेक्टिफायर (full wave rectifier) :-
यही ए०सी० चक्र के दोनो अर्ध चक्रो का प्रयोग करके लोड (Load) R_L मे सम्पूर्ण तरंग के लिए धारा एक ही दिशा मे प्रवाहित हो तो इस प्रकार के रेक्टिफायर को full wave rectifier कहते है।

प्रकार



Center Tap Rectifier (center tap Rectifier) :-
फुल वेव रेक्टिफायर मे दो डायोड का प्रयोग करके दोनो धनात्मक एवं ऋणात्मक चक्र का Rectification करते है। fullwave Rectifier के लिए एक center Tab ट्रान्सफार्मर उपयोग करते है इसलिए इसे सेंटर टेप Rectifier कहते है.
संरचना :- center tap Rectifier के मुख्य दो ऐलिमेन्ट होते है (i) Transformer (ii) Diode.

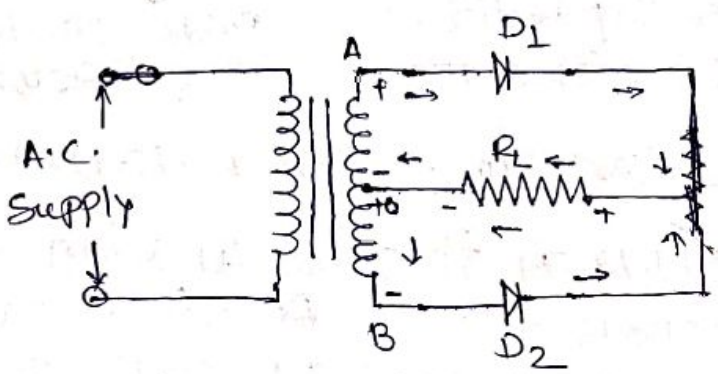
Scanned by CamScanner

Center Tap Transformer (सेंटर टेप ट्रांसफारमर)

यह ट्रांसफारमर मे दो धनात्मक Terminal एवं एक ऋणात्मक Terminal जो कि दोनो धनात्मक Terminal के मध्य मे होता है अतः इसको Center Tap transformer कहते है।

इसका उपयोग वोल्टेज (Voltage) को कम ज्यादा करने के लिए किया जाता है। साथ ही साथ पावर (Power) को बेलेंस (समान्य) रखता है।

डायोड (Diode) :- डायोड एक डी०सी० स्विच है जिसका एनोड धनात्मक एवं कैथोड ऋणात्मक होता है तब यह फारवर्ड बायस में कार्य करता है एवं इसके विपरित एनोड ऋणात्मक एवं कैथोड धनात्मक होने पर रिवर्स बायस मे कार्य करता है। अर्थात फारवर्ड बायस मे धारा का प्रवाह होता है एवं रिवर्स बायस मे धारा का प्रवाह नही होता है।



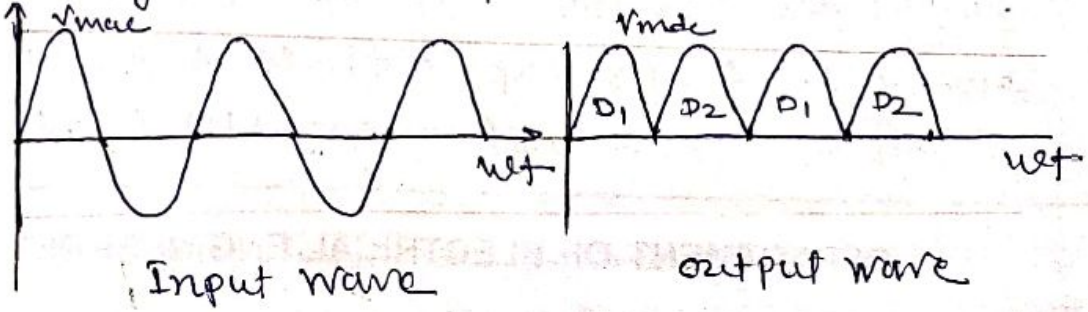


fig:- Center tap rectifier.

कार्य विधि (Working) उक्त चित्र मे इनपुट A.C. चक्र मे धनात्मक अर्द्ध-चक्र मे बिन्दु A धनात्मक एवं बिन्दु B ऋणात्मक विभव मे होता है; जिससे डायोड (Diode) D1 अग्र अभिनति (forward baise) तथा D2 पश्च अभिनति (Reverse baise) मे होता है। अत: इस समय धारा D1, RL ट्रांसफार्मर की सेकण्डरी के ऊपरी आधे भाग से होकर प्रवाहित होता है।

जब इनपुट A.C. चक्र ~~तथा~~ के ऋणात्मक अर्द्ध चक्र मे बिन्दु A ऋणात्मक विभव पर तथा बिन्दु B धनात्मक विभव पर होता है जिससे Diode D1 पश्च अभिनति तथा Diode D2 अग्र अभिनति मे होता है। इस प्रकार इनपुट ए० सी० चक्र के दोनो अर्द्ध चक्रो के समय लोड धारा IL समान दिशा मे प्रवाहित होती है। सेंटर टेप दिष्टकारी की वेवफार्म को उक्त चित्रो मे दर्शाया गया है।

लाभ :- सेंटर टेप रेक्टिफायर मे पूर्ण रूप से A.C. वेवफार्म D.C. वेवफार्म मे बदल जाता है जबकि हाफवेव मे केवल धनात्मक आफ वेव ही बदलता था।

हानियां :- Diodes को ज्यादा Peak inverse Voltage मे उपयोग करना होता है।

Scanned by CamScanner

full wave Bridge Rectifier :-

परिचय :- इस प्रकार के Rectifier मे चार diode एक सेतु की चार भुजाओ मे जुड़े होते है, इसलिए इसे सेतु (Bridge) Rectifier कहते है।

संरचना :- इसमे ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुंडली पूर्ण रूप से Rectifier के साथ जुड़ा होता है। अर्थात ट्रांसफार्मर सेन्टर टेप नहीं होता है जो कि वोल्टेज को कम ज्यादा करने का कार्य करता है। एवं डायोड (diode) सभी भुजा मे जुड़ा रहता है। दोनो आर्म को जोड R_L को जोड़ के रखता है।

कार्यविधि (working) :-

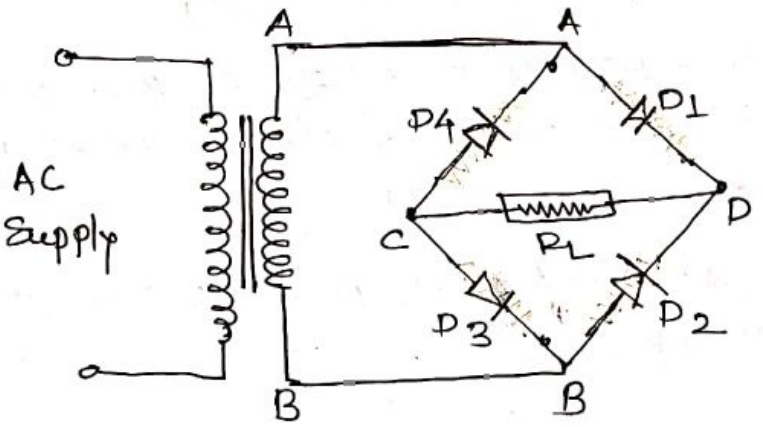


fig :- full wave bridge Rectifier.

पूर्ण तरंग सेतु दिष्टकारी (full wave bridge Rectifier) के पहले आधे धनात्मक चक्र मे ट्रांसफार्मर की द्वितीय कुंडली का ऊपरी सिरा A धनात्मक होता है जिसके कारण धारा डायोड D_1 से होकर बिन्दु D की ओर बहती है तथा D_3 से होकर B तक पहुंचती जाती है, जबकि इस स्थिति मे D_2 व D_4 में कोई

Scanned by CamScanner

क्योंकि यह diode load के उत्क्रम दिशा मे जुडे होते है। full wave Rectifier का वेव फार्म (Wave form) चित्र(a) मे दर्शाया गया है।

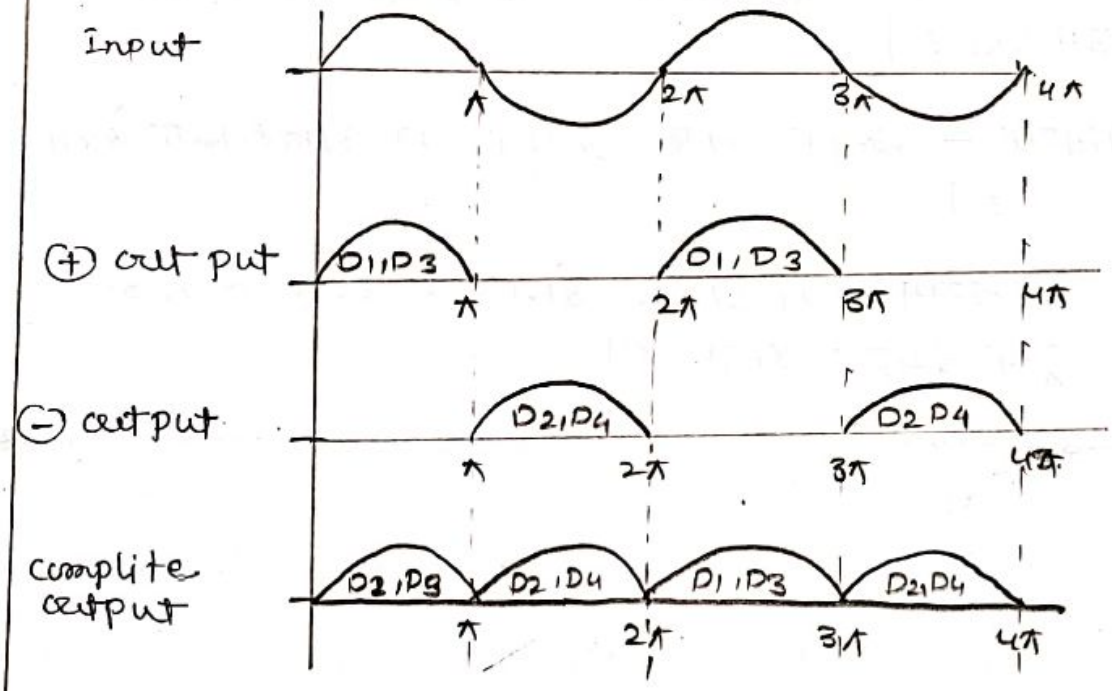


fig (a) :- full wave bridge Rectifier output wave form.

D1, एवं D3 अग्र अभिनति (forward baise) मे होने के कारण धनात्मक साइकिल मे D1, D3 Voltage / current को पास करता है साथ ही D2, D4 Reverse base मे होने के कारण output नहीं मिलता है।

आधे ऋणात्मक चक्र मे A मे ऋणात्मक एवं B मे धनात्मक होता है जिसके कारण D2, D4 फारवर्ड बायस में D1, D3 रिवर्स बायस मे होता है अतः धारा BDCA मे

होकर प्रवाहित होती है अत: इसप्रकार दोनो धनात्मक एवं ऋणात्मक साइकिल D.C. मे बदल जाता है।

लाभ :- इसकी दक्षता फुल वेव सेन्टर रेक्टिफायर से अधिक होता है।

यह हाई वोल्टेज मे अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त है।

हानियां :- इसमे चार डायोड की आवश्यकता होती है।

इसमे चार डायोड होने के कारण वोल्टेज ड्राप ज्यादा होता है।

—o—o—o—o—o—o—o—o—

फिल्टर :-

फिल्टर सर्किट एक ऐसी डिवाइस है, जो कि रेक्टिफायर से प्राप्त आउटपुट मे से ए० सी० घटक को हटा देती है और लोड पर केवल डी० सी० घटक को ही जाने देती है।

फिल्टर के दो मौलिक तत्व होते है

(1) संधारित्र (capacitor) → C
(2) प्रेरकत्व (Inductor) — L

प्रेरकत्व (Inductor) :- फिल्टर मे उपस्थित प्रेरकत्व L केवल ए० सी० घटक जाने देता है

संधारित्र (Capacitor) :- फिल्टर मे उपस्थित capacitor केवल D.C. घटक को अपने अंदर से गुजरने देता है और यह उर्जा को एकत्रित भी करता है लेकिन संधारित्र A.C. का विरोध करता है।

fig:- filter Circuit

Scanned by CamScanner

फिल्टर के प्रकार

(1) चोक इनपुट फिल्टर (Chocke Input filter)

(2) π - फिल्टर (π - filter)

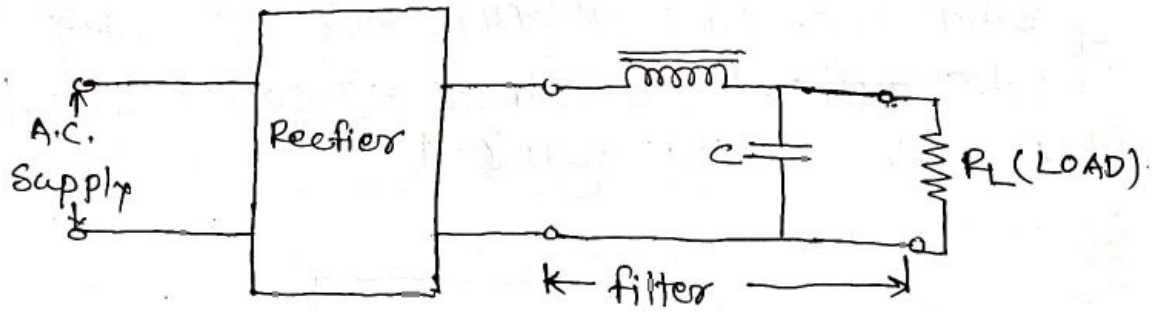
(3) शंट कैपेसिटर फिल्टर (Shunt capacitor filter

(4) सीरीज इंडक्टर फिल्टर (Series Inductor filter)

(1) चोक इनपुट फिल्टर (Chock Input filter) :-

चोक इन पुट फिल्टर को LC फिल्टर भी कहते है इसका चित्र नीचे दिया गया है। जिसमे इंडक्टर Rectifier के आउटपुट के साथ श्रेणी क्रम मे एवं capacitor (संधारित्र) लोड के समान्तर लगा होता है।

Fig:- चोक Input filter (LC filter)



सीरीज इंडक्टर फिल्टर का यह गुण है कि इसमे लोड धारा बढने के साथ साथ रिपल्स कम होते जाते है जबकि शंट कैपेसिटर फिल्टर मे इसके विपरित होता है, अर्थात लोड धारा बढने पर रिपल्स भी बढते जाते है। अतः सीरीज इंडक्टर फिल्टर तथा शंट कैपेसिटर फिल्टर दोनो के गुणों को मिलाकर एक चोक

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

Scanned by CamScanner

इनपुट LC फिल्टर बनाया जाता है। इस प्रकार लोड धारा मे परिवर्तन के कारण रिपल्स न बढ़ते है और न ही घटते है, क्योकि चोक कुंडली का डी॰सी॰ ~~प्रतिरोध~~ प्रतिरोध R बहुत कम होता है।

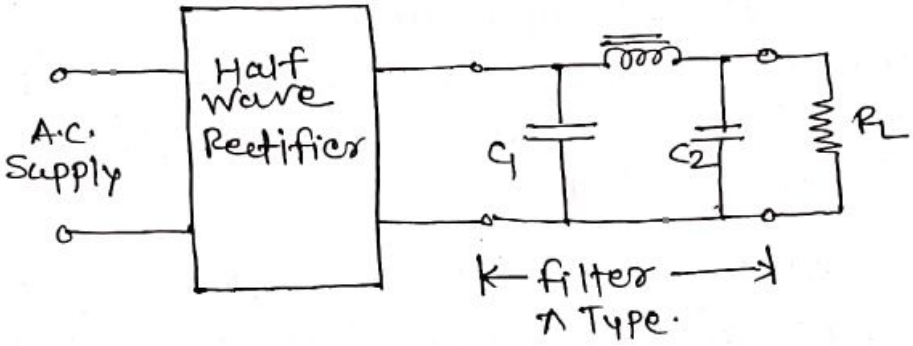
चोक कुंडली मे से होकर डी॰सी॰ तत्व पास हो जाते है, जबकि डी॰सी॰ के लिए capacitor ओपन सर्किट की की भांति व्यवहार करता है। इस प्रकार सम्पूर्ण डी॰सी धारा, लोड R_L में से होकर प्रवाहित होती है। इस अवस्था मे सर्किट डी॰सी॰ वोल्टेज वितरक की तरह कार्य करता है।

रेक्टिफायर के आउटपुट मे ए॰सी॰ तत्वो की फ्रिक्वेंसी 100Hz होती है, जो इनपुट लाइन फ्रिक्वेन्सी की दो गुनी होती है। इसके लिए इंडक्टिव रिएक्टेंस बहुत उच्च हो जाता है। अतः इंडक्टर से होकर ए॰सी॰ धारा पास नही होती है। यदि कुछ ए॰सी॰ धारा प्रवाहित हो जाती है तो यह लोड R_L मे होकर प्रवाहित होने के बजाय कैपेसिटिव रिएक्टेंस मे होकर प्रवाहित होती है। इस अवस्था मे सम्पूर्ण रिपल्स समाप्त हो जाता है। क्योकि $X_L >> X_C$ तथा $X_C << R_L$ होता है। अतः सर्किट वोल्टेज वितरक की भांति कार्य करता है।

(3) π फिल्टर (π-filter):-

जब चोक इनपुट LC फिल्टर मे एक अतिरिक्त संधारित्र प्रयोग करते है तो और अधिक स्थित D.C. वोल्टेज प्राप्त होता है। इसकी संरचना π आकार का होता है, अतः इसको π फिल्टर कहते है। जिसका चित्र आगे नीचे दिखाया गया है

Scanned by CamScanner



चित्र :- π फिल्टर

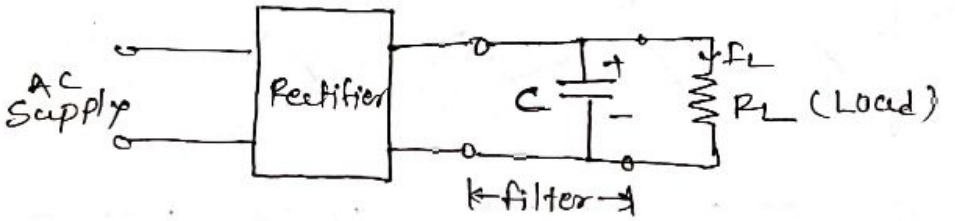
इस प्रकार के फिल्टर को π फिल्टर कहते हैं जिसका आकार π जैसा होता है। इसमें रेक्टिफायर का आउटपुट संधारित्र C_1 में फीड किया जाता है। अतः इसे कैपेसिटर इनपुट फिल्टर भी कहते हैं और इसे हाफ वेव रेक्टिफायर के साथ प्रयोग किया जाता है। हाफ वेव रेक्टिफायर के लिए C_1 तथा C_2 का मान 32 μf होता है तथा L का मान 30 H होता है।

हाफ वेव रेक्टिफायर में रिपल फ्रिक्वेन्सी 50Hz होती है। अतः प्रेरणिक प्रतिघात $X_L = 100\Omega$ तथा कैपेसिटर रिएक्टेंस $X_C = 0.492\Omega$ होता है। L तथा C_2 के रिएक्टेंस एण्ड वोल्टेज विभाजक की भांति कार्य करता है। इससे रिपल वोल्टेज कई गुना कम हो जाता है।

Scanned by CamScanner

शंट कैपेसिटर फिल्टर :-

इस प्रकार के फिल्टर मे एक अधिक मान का संधारित्र C, लोड प्रतिरोध R_L के शंट (Shunt) मे प्रयोग किया जाता है। संधारित्र का फिल्टर के रूप मे उपयोग संधारित्र के इस गुण पर आधारित होता है कि यह अपने सिरो पर होने वाले वोल्टेज परिवर्तन का विरोध करता है। शंट कैपेसिटर फिल्टर का चित्र नीचे दिया गया है।



चित्र :- shunt capacitor filter

जब संधारित्र के सिरो पर वोल्टेज बढने लगता है तब यह अपने विद्युत स्थित क्षेत्र मे ~~ऊर्जा~~ $CV^2/2$ संचयित कर लेता है तथा जब संधारित्र के सिरो का वोल्टेज घटने लगता है तब यह अपने विद्युत स्थिर क्षेत्र मे संचयित ऊर्जा को उत्सर्जित कर देता है। अत: कैपेसिटिव रिएक्टेंस

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

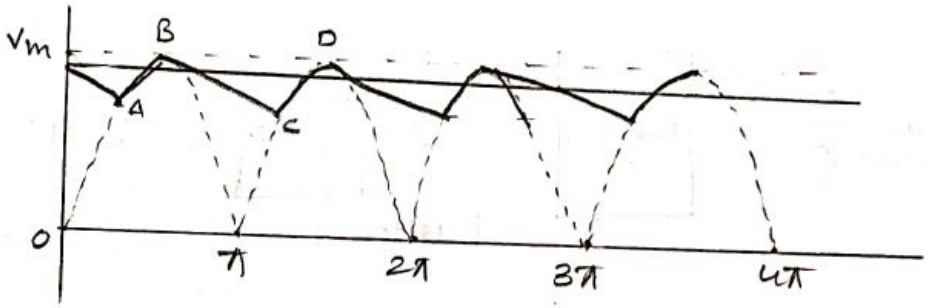
शंट कैपेसिटर फिल्टर मे C का मान ऐसा लेते है जिससे रिपल फ्रिक्वेन्सी पर X_C का मान बहुत कम होता है। और संधारित्र, धारा के ए०सी० तत्वो के लिए शार्ट सर्किट की भांति कार्य करता है।

Scanned by CamScanner

शून्य होता है। अतः Xc का मान अनन्त होता है अर्थात् संधारित्र ओपन सर्किट की भांति व्यवहार करता है।

जब संधारित्र पीक वोल्टेज Vm पर चार्ज हो जाता है तब रेक्टिफायर आउटपुट वोल्टेज घटता है। जिसमे धनात्मक पीक के बाद रेक्टिफायर आउटपुट वोल्टेज कम होने की कोशिश करता है,

चित्र :- चार्ज एवं डिसचार्ज वेव फार्म संधारित्र के लिए

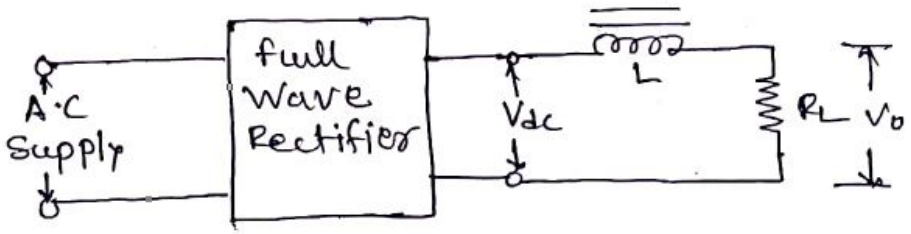


परंतु चित्र के अनुसार किन्तु B पर संधारित्र के पार्श्व मे वोल्टेज Vm होता है। इस वोल्टेज की ध्रुवता इस तरह की होती है कि कंडक्टिंग डायोड रिवर्स बायस हो जाता है और ओपन हो जाता है। इस प्रकार डायोड, स्त्रोत को लोड से अलग कर देता है। अब संधारित्र लोड मे से होकर डिसचार्ज होता है। जिससे लोड घटकर शून्य न होकर उसी अवस्था मे बना रहता है। यह क्रिया लगातार चलता रहता है.

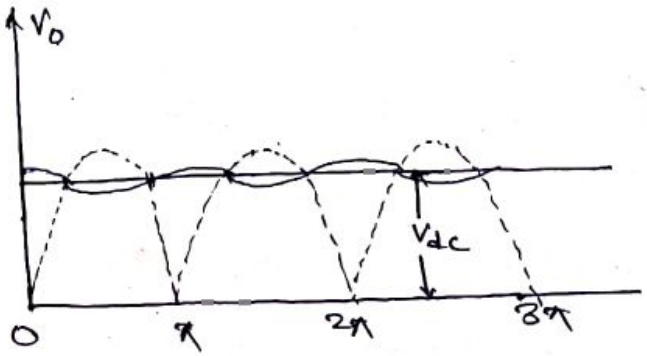
Scanned by CamScanner

सीरीज इंडक्टर फिल्टर (Series Inductor filter):-

इस प्रकार के फिल्टर में इंडक्टर कांइल अथवा चोक कुंडली, लोड प्रतिरोध R_L के श्रेणी क्रम में लगी होती है चोक कुंडली का फिल्टर के रूप में कार्य इंडक्टेन्स के इस गुण पर आधारित होता है। चोक कुंडली अपने अंदर प्रवाहित होने वाली धारा के मान में परिवर्तन का जब चोक कुंडली में घोर प्रवाहित धारा का मान बढ़ता है तो कुंडली अपने विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र में ऊर्जा ($\frac{1}{2}Li^2$) संचित कर लेती है। जब कुंडली में प्रवाहित धारा का मान घटता है तो वह अपने चुम्बकीय क्षेत्र में संचित ऊर्जा को बाहर निकाल देती है।



(अ)



(ब)

Scanned by CamScanner

Unit-08

विद्युत मापक यंत्र :-

विद्युत परिपथ पर नियंत्रण बनाए रखने या उचित मात्रा की विद्युत राशियो का उपयुक्त स्थान पर उपयोग करने हेतु उनके मापो को जानना आवश्यक होता है अतः विभिन्न राशियां जैसे- धारा, वोल्टता शक्ति उर्जा फ्लक्स आवृत्ति आदि राशियां जो दृष्टिगोचर नही होती है उन्हे मापने के लिए जिन यंत्रो का प्रयोग किया जाता है। उन्हे विद्युत मापन यंत्र कहते है।

विद्युत मापी यंत्र की आवश्यकताएं :-

(1) विक्षेपक बल आघूर्ण
(2) नियंत्रक बल आघूर्ण
(3) अवमंदन बल आघूर्ण

विक्षेपक बल आघूर्ण (Deflecting Torque) :-

विक्षेपक बल आघूर्ण को परिचालन बल आघूर्ण भी कहते है। यंत्रो के मुविंग सिस्टम की गति इस बल आघूर्ण पर आधारित होती है जो कि यंत्र के संकेतक द्वारा उसकी शुन्य स्थिति से विक्षेपन द्वारा निर्देशित होती है। यंत्रो मे वास्तविक बल आघुर्ण का उत्पादन इसके प्रकार पर निर्भर करता है। सामान्यतः सूचक यंत्रो मे विक्षेपक पध्दति विद्युत धारा या विद्युत विभव की नियंत्रित मे परिवर्तन करते है जिसके

Scanned by CamScanner

विक्षेपक बल का मान मापित इलेक्ट्रिकल सिग्नल पर निर्भर करता है·

वह बल जो Pointer को उसकी ZERO Position से आवश्यक डिफ्लेक्शन पोजिशन तक मुव कराने मे सहायक होता है। उसे विक्षेपक बल या बल आघूर्ण कहते है।सामान्यतः यह यंत्रों के कार्य सिद्धांत पर आधारित होता है·

प्रकार :-

(1) चुम्बकीय प्रभाव (Magnetic effect)
(2) विद्युत चुम्बकीय प्रभाव (Electromagnetic Effect)
(3) विद्युत गतिकी प्रभाव (Electrodynamic
(4) ऊष्मीय प्रभाव (Heating Effect)
(5) Chemical effect (रासायनिक प्रभाव)

(2) नियंत्रक बल आघूर्ण

नियंत्रक बल आघूर्ण का मुख्य कार्य पाइन्टर को जीरो पोजिशन पर सेट करना होता है, जबकि उस समय पर विक्षेपक बल कार्य नही करता हो। इस बल आघूर्ण की अनुपस्थिति मे संकेतक को विराम अवस्था मे लाना असंभव है और साथ ही इन्स्ट्रूमेंट को सप्लाई से विच्छेदित करने पर संकेतक स्वयं ही ZERO पोजिशन प्राप्त नहीं कर पाता है। यह विक्षेपक बल आघूर्ण के अपोजिट कार्य करता है· सामान्यतः यह स्पाइरल स्प्रिंग या ग्रेविटी द्वारा

Scanned by CamScanner

ही पाइन्टर निश्चित पोजिशन पर स्टाप होता है। पाइन्टर का विक्षेपक बढने के साथ साथ नियंत्रक बल आघूर्ण भी बढता है तथा मापित मान पर पहुचकर यह स्टाप हो जाता है।

अवमंदन बल आघूर्ण (Damping force/torque)

किसी इन्स्ट्रूमेन्टो मे अवमंदन बल आघूर्ण का बहुत ही महत्व पूर्ण है। यह उपकरण के मुविंग सिस्टम का विरोध करता है और साथ ही इसे विराम अवस्था मे लाने का प्रयास करता है। यदि अवमंदन बल आघूर्ण अनुपस्थित होता है तो संकेतक स्वयं ही मध्यमान स्थिति के दोनो ओर गति करता है, इसके कारण विक्षेपण को तबतक ज्ञात नही किया जा सकता जब तक वह स्थिर न हो। संकेतक को दोलनात्मक स्थिति को स्थिर मे लाने का कार्य करता है।

मुविंग आयरन मापन यंत्र :-

मूविंग आयरन इन्स्ट्रूमेन्ट ~~भि~~ विद्युत राशियो को मापने का एक मुख्य उपकरण है। इसका उपयोग वोल्टमीटर तथा ऐमीटर के रूप मे प्रयोगशाला मे किया जाता है वोल्टमीटर से वोल्टेज तथा ऐमीटर से करेन्ट को मापा जाता है। इस प्रकार के इन्स्ट्रूमेन्ट मे पाइन्टर के डिफ्लेक्शन हेतु आयरन पीस बल का अनुभव करता है :-
इनके मुख्यतः दो प्रकार निम्न लिखित है :-

Scanned by CamScanner

आकर्षण प्रारूपी चाल लौह यंत्र :-

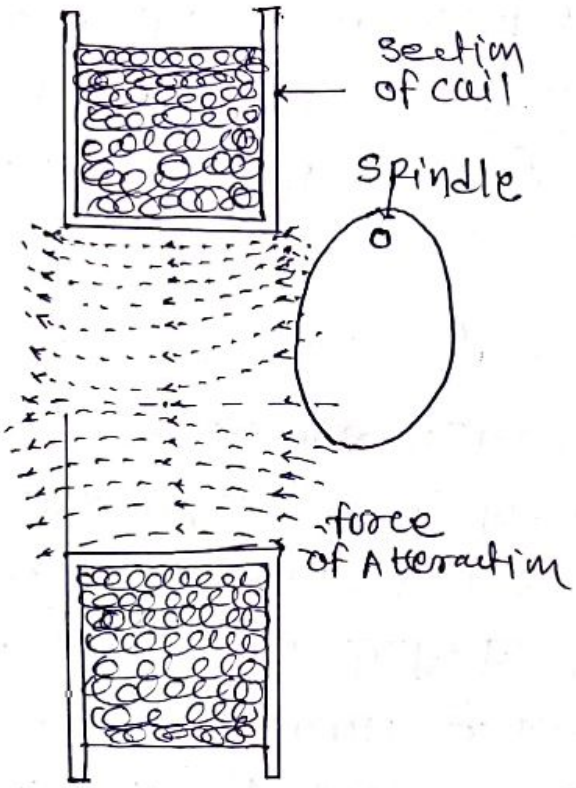


fig (a)

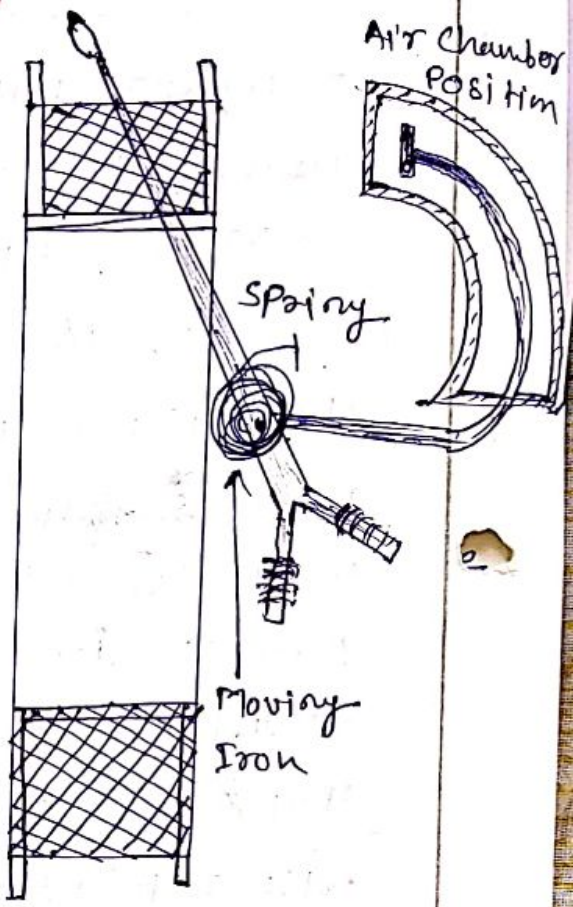


fig (b)

इसका सिद्धान्त मैग्नेटिक मटेरियल के गुणो पर आधारित होता है। इसमें जब आयरन पीस मैग्नेटिक फील्ड के पास होते है तो आकर्षण बल का अनुभव करते है

संरचना :- आकर्षण प्रारूपी चल लौह यंत्र की संरचना को चित्र मे दिखाया गया है। इस इलेक्ट्रोमैग्नेट के बीच मे एक मुविंग साफ्ट आयरन पीस उपस्थित रहता है। इस मुविंग साफ्ट आयरन पीस इलेक्ट्रोमैग्नेट यनिफार्म मैग्नेटिक फील्ड उपलब्ध कराता है। यह साफ्ट आयरन पीस रोटेट होने के लिए फ्री होता है तथा स्पिंडल से जुडा रहता है। इसमे स्पिंडल से जुडा एक पाइन्टर कैलिब्रेटेड स्केल पर फ्री मुव करता है। कन्ट्रोलिंग टार्क उपलब्ध कराने के

लिए स्प्रिंडल के दोनो सिरो से दो स्पाइरल स्प्रिंग कनेक्ट होती है। इसमे डैम्पिंग टर्क के लिए वायु घर्षण का उपयोग किया जाता है।

कार्यविधि (working) जब क्वान्टिटी के सेगत करेन्ट का मापन किया जाता है तो यह फिक्स्ड काइल मे फ्लो होकर मैग्नेटिक फील्ड को डेवलप करती है। इस मैग्नेटिक फील्ड की स्थिती आयरन पीस इसकी दिशा मे आकर्षण बल का अनुभव करते है। यह आयरन पीस स्पिन्डल के अक्ष के चारो ओर शेफ्ट होने के लिए की होते है इसके परिणामस्वरूप स्केल पर पाइन्टर मुव करता है इस पाइन्टर का मुवमेन्ट स्पाइरल स्प्रिंग की सहायता से कन्ट्रोलिंग टर्क द्वारा नियंत्रित होता है।

डिफ्लेक्टिंग टर्क $T_d \propto I^2$

Controlling Torque $T_c \propto \theta$

$\theta \propto I^2$

विकर्षण प्रकारी चल लौह यंत्र (Repulsion Type Moving Iron):- विकर्षण प्रकारी चल लौह यंत्र का कार्य सिद्धांत चुम्बकीय प्रतिकर्षण पर आधारित होता है। यह दो आयरन पेन के चुम्बकीय प्रतिकर्षण के आधार पर कार्य करता है इसमे एक आयरन स्थिर एवं दूसरी मुव करती है। यह आयरन पेन सोलेनाइड के अंदर उपस्थित होती है

संरचना:- इसमे मुविंग काइल का आकार बेलनाकार होता है। यह उपकरण के आधार पर स्थायी रूप से संयोजित होती है कि इसका चुम्बकीय अक्ष आधार के समान्तर होती है। इसमे एक गतिमान लोहा

Scanned by CamScanner

मुलायम लोहे की छड़ होती है जो स्पिंडल के साथ कुछ दूरी पर उनके समान्तर जुड़ी होती है स्पिन्डल पर एक संकेतक तथा अवमंदन पंखी या पिस्टन लगा होता है। जिसमे स्थायी चुम्बक को समायोजित किया जाता है कि जब संकेतक शुन्य पर होता है तो चलायमान स्थायी लोहे के अक्षि चौड़े भाग के समान्तर होता है।

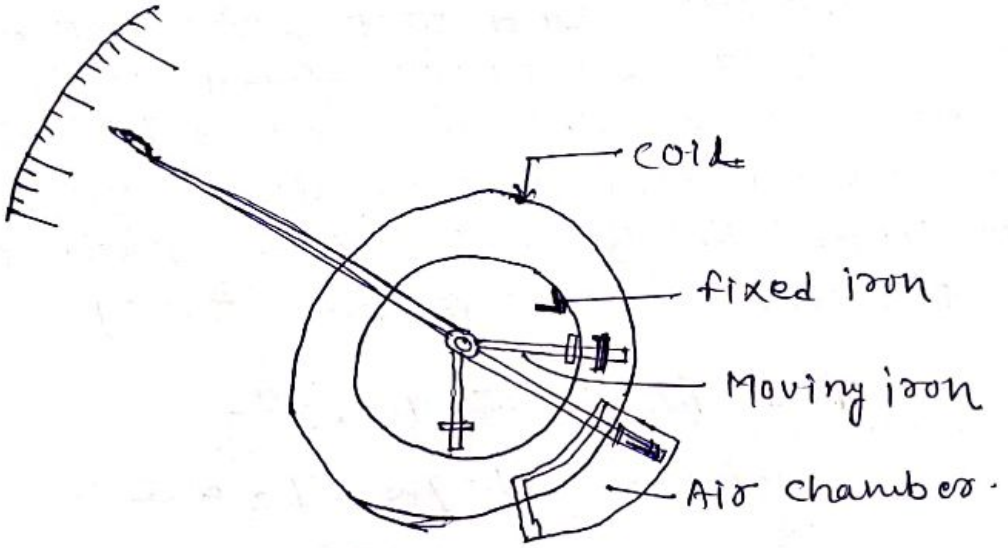


fig:- Repulsion Type Moving Iron.

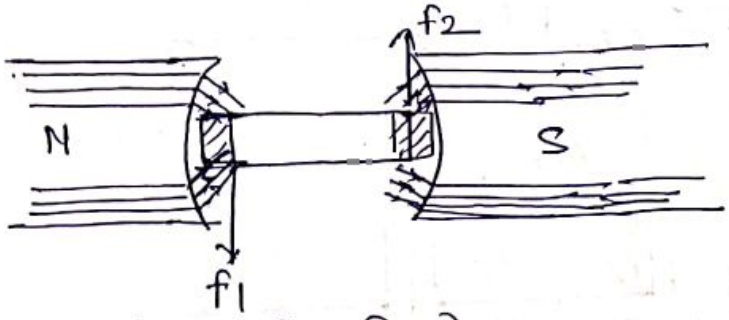
कार्य विधि:- विकर्षण प्रारूपी चल लौह को जब काइल के अन्दर धारा प्रवाह किया जाता है तो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। यह क्षेत्र दो चुम्बकीय बेमो के चुम्बकीत कर देता है। इसमे स्थित आयरन धारा प्रवाह की दिशा मे होता है। जो मुव किंग आयरन को विकर्षण करता तथा उसके सहायता से पाइन्टर को घुमाया जाता है। जिसके फलस्वरूप सिंग रिडिंग को लिया जाता है।

Scanned by CamScanner

PMMC (Permanent Magnet moving coil) :-

Working Principal :- (कार्य सिद्धांत) :-

इस प्रकार के D.C. मीटर के सिद्धांत पर कार्य करता है इसके अनुसार जब एक धारा वहन करते हुए चालक को चुम्बकीय क्षेत्र मे रखा जाता है। तो उस पर कुछ बल कार्य करता है उसे चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के



लम्बवत् होता है जिसके का चुम्बकीय क्षेत्र का फ्लक्स डेन्सिटी B चालक की लम्बाई l तथा चालक मे प्रवाहित धारा I पर निर्भर करता है।

संरचना :- स्थायी चुम्बक चल कुंडली (Permanent magnet moving coil) उपकरण की संरचना चित्र मे दिखाया गया है। इस उपकरण के नाम से स्पष्ट है कि इसमे इस स्थाई चुम्बक होता है। पी एम एम सी मे विशेष आकार के मुलायम लोहे से बने हुए ध्रुव को चुम्बकीय क्षेत्र के समरूप रखा जाता है। इसकी संरचना मे समअक्षीय चुम्बक प्रणाली का प्रयोग किया जाता है जो वर्तमान मे बहुत प्रचलित है। इस प्रणाली मे कम भार का होता है। तथा इसमे लोहे के नाल के आकार का स्थाई चुम्बक लगा होता है जो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है

Scanned by CamScanner

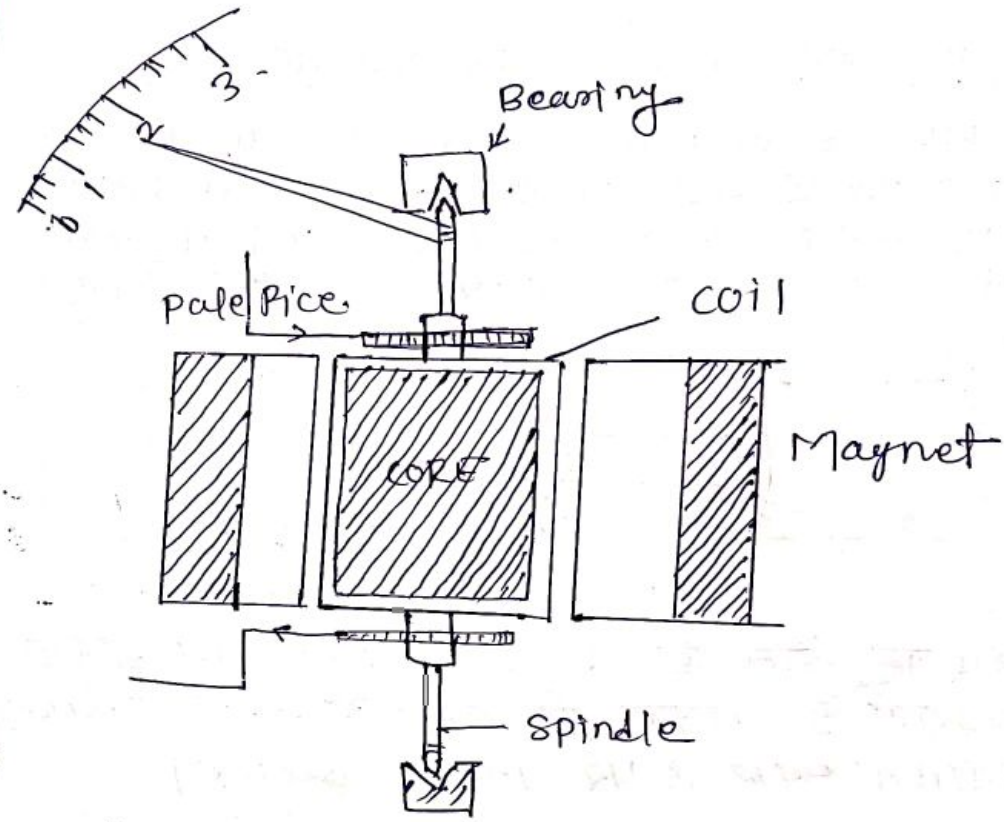


fig:- PMMC.

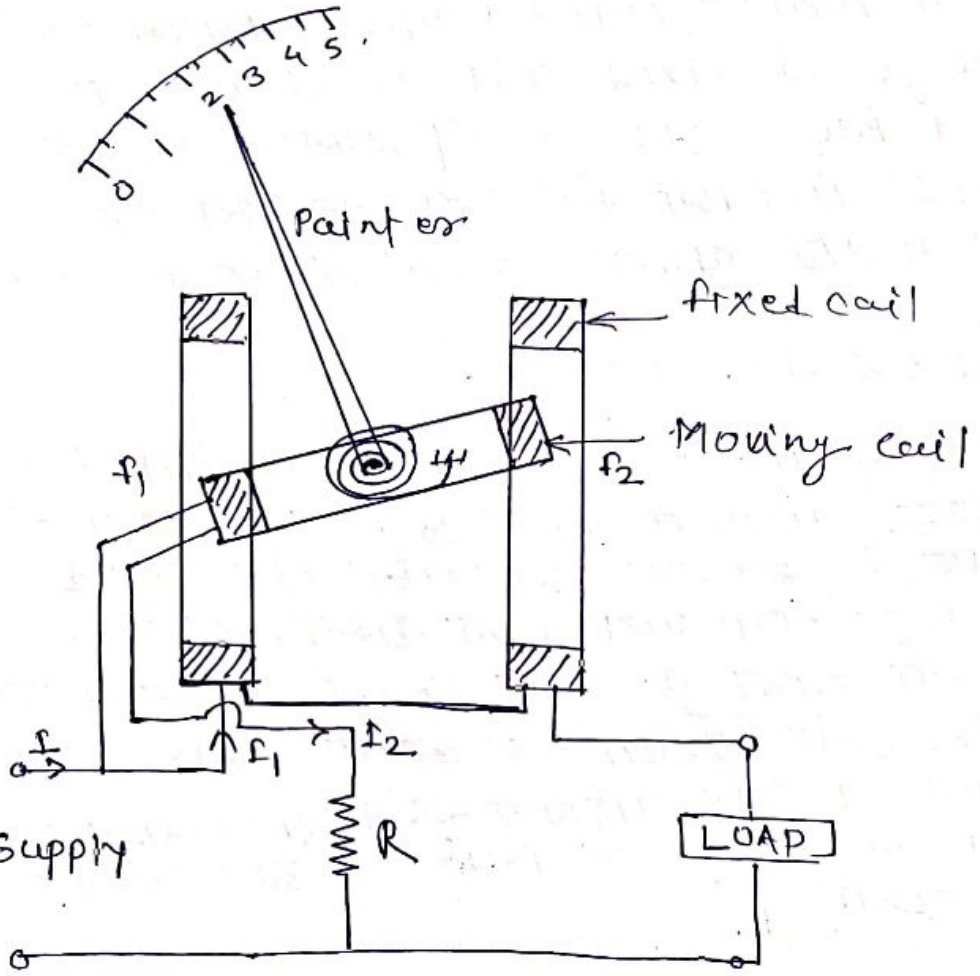
प्रमुख विशेषता :-

(1) इसमे स्थायी चुम्बक का आकार घोडे के नाल की तरह होता है।

(2) इसमे फ्लक्स हरण नहीं होता।

कार्य विधि :- PMMC मे दो ध्रुवो के बीच मे एक आयताकार कुंडली होती है। यह एल्युमिनियम या तांबे की बनी होती है। इस कुंडली के ऊपर तार के वर्तन Turn होते है। जब इस कुंडली के धारा प्रवाहित किया जाता है तो चुम्बकीय क्षेत्र मे होने के कारण विक्षेपक बल आघूर्ण कार्य करता है जो moving coil को घुमाता है और परिणाम स्वरूप Measure होता है।

Dynamometer Type Wattmeter:-



कार्य सिद्धांत :- Dynamometer Type wattmeter Mechanical force के सिद्धांत पर कार्य करता है जिसमे चुम्बकीय क्षेत्र मे की soft iron piece रखने पर घुव करने लगता है जिसे Electromechanical force कहते है।

संरचना :- इसमे दो fixed coil f_1 एव f_2 तथा एक moving coil होती है जिसमे pointer लगा होता है

Scanned by CamScanner

दोनो fixed coil एक दूसरे के समान्तर मे स्थित होती है एवं moving coil दोनो fixed coil के बीच मे पिवोटेड होता है। मुविंग क्वाइल लोड के voltage एवं fixed coil Load current नापने के लिए प्रयुक्त होता है। स्प्रिंग कंट्रोल टॉर्क प्राप्त होता है जो रीडिंग करेक्ट हो सके। इस प्रकार के उपकरण मे वायु घर्षण अवमंदन प्रयुक्त होता है.

कार्य विधि (Working):-

जब सर्किट मे पावर का मापन करना होता है तो डायनेमोमीटर वाटमापी आवश्यक होता है। इसमे जब पावर सप्लाई को स्प्लाई किया जाता तो करेन्ट काइल मे सर्किट करेन्ट तथा पोटेन्शियल काइल (PC) मे वोल्टेज के समानुपाती धारा का वहन होता है जिसके कारण f1 और f2 दोनो काइलो के बीच मेकेनिकल फ़ोर्स उत्पन्न होता है। इसके परिणाम स्वरूप मुविंग काइल घुमने लगती है जिससे पाइन्टर मे डिफ्लेक्शन को स्केल पर देखा जा सकता है।

Energy meter

इंडक्शन टाइप एनर्जी मीटर को सिंगल फेज इलेक्ट्रिक एनर्जी मीटर कहते है। ए० सी० परिपथो मे ऊर्जा मापन के लिए प्रेरण प्रकार के ऊर्जामापियो का उपयोग सामान्य हो गया है।

Working Principle:- यह इंडक्शन के सिद्धांत पर कार्य करता है। इसमे आल्टरनेटिंग फ्लक्स के द्वारा मुविंग सिस्टम मे एडी करेन्ट उत्पन्न होता है। मुविंग सिस्टम मे एडी करेन्ट एनर्जी को रिकार्ड करने के लिए रोटर डिस्क के कारण उत्पन्न ड्राइविंग टार्क के

नहीं ही होता है। इसमे रोटेशन ब्रेकिंग मैग्नेट की कान्सटेंट स्पीड उपलब्ध होती है।

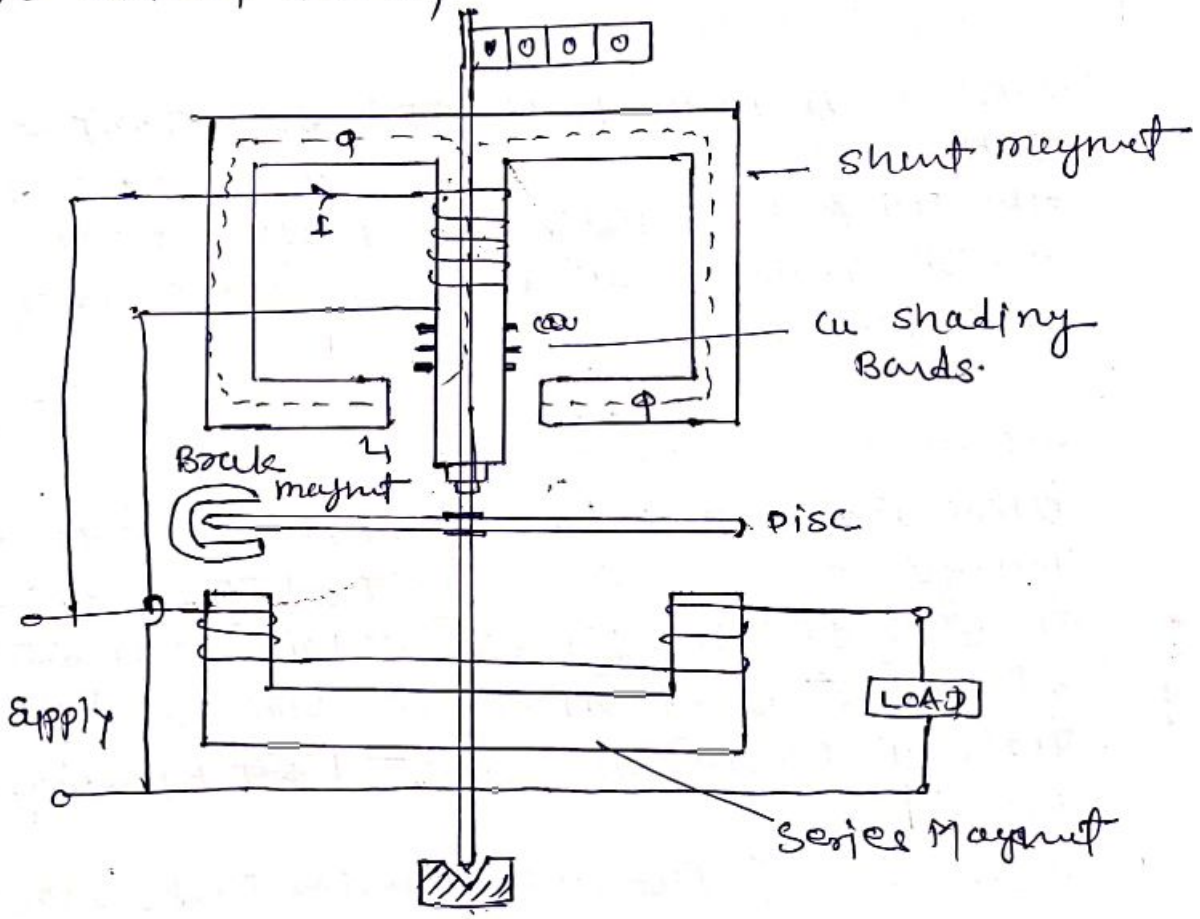


fig. → Energy meter.

संरचना :-

(1) ड्राइविंग सिस्टम (Driving System):-
इसमे दो इलेक्ट्रोमैग्नेट उपस्थित होती है जिसकी कोर सिलिकन स्टील से लेमिनेटेड होती है। इसमे एक इलेक्ट्रोमैग्नेट की क्वाइल को करेन्ट (current) coil कहते है। जो लोड करेन्ट द्वारा एक्साइटेड होती है तथा पुन: फ्लक्स को उत्पन्न करती है दूसरे इलेक्ट्रोड क्रमश: series एवं shunt magnet होता है।

Scanned by CamScanner

series मैग्नेट U आकार का एवं shunt magnet M आकार का होता है।

2 Moving System:-

लाइट ऐल्युमिनियम डिस्क एक लाइट ऐलाय शाफ्ट मे माउन्टेट होता है जो कि मुविंग सिस्टम का मुख्य भाग होता है। यह डिस्क U एवं M आकार या शट एवं सीरीज मैग्नेट के बीच स्थित होती है जिसमे ज्वेल बेयरिंग को सपोर्ट करता है।

3 Breaking System:-

ब्रेकिंग मैकेनिज्म के लिए ऐल्युमिनियम डिस्क के पास परमानेंट मैग्नेट उपस्थित होती है। यह मैग्नेट स्वयं की फील्ड को रिप्रोड्यूस करती है। मैग्नेट की इस फील्ड मुव करती है जिससे ब्रेकिंग टार्क प्राप्त होता है। इसका पोजीशन एडजस्टेबल होती है। इसे Breaking magnet कहते हैं।

(4) रेजिस्टरिंग मैकेनिजम (Registering Mechanism):-
यह लगातार उस संख्या को रिकार्ड करता है जो ऐल्यूमिनियम डिस्क द्वारा प्राप्त रेवोल्यूशन के समानुपाती होता है। इसमे उर्जा व्यय को रजिस्टर किया जाता है।

कार्य प्रणाली:- प्रेरण प्रकार के ऊर्जामापी मे प्रेसर काइल शंट मैग्नेट M_2 पर उपस्थित होती है जो कि सप्लाई के ऐक्रास कनेक्ट होती है। यह वोल्टेज के समानुपाती करेन्ट का वहन करती है। प्रेशर काइल आल्टरनेटिंग फ्लक्स ϕ_1 तथा करेन्ट ϕ_2 को उत्पन्न करती यह करेन्ट के धारा के समानुपाती होती। यह फ्लक्स EMF को उत्पन्न करता है। इस प्रकार emf M_2 एवं M_1 पर Eddy current उत्पन्न करती है जिसके कारण डिस्क की रोटेशन वाला उत्पन्न होता है। जो डिस्क को घुमाता है।

Scanned by CamScanner

D.C. Machine :-

एक ऐसी मशीन है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा मे तथा विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा मे परिवर्तित करता है

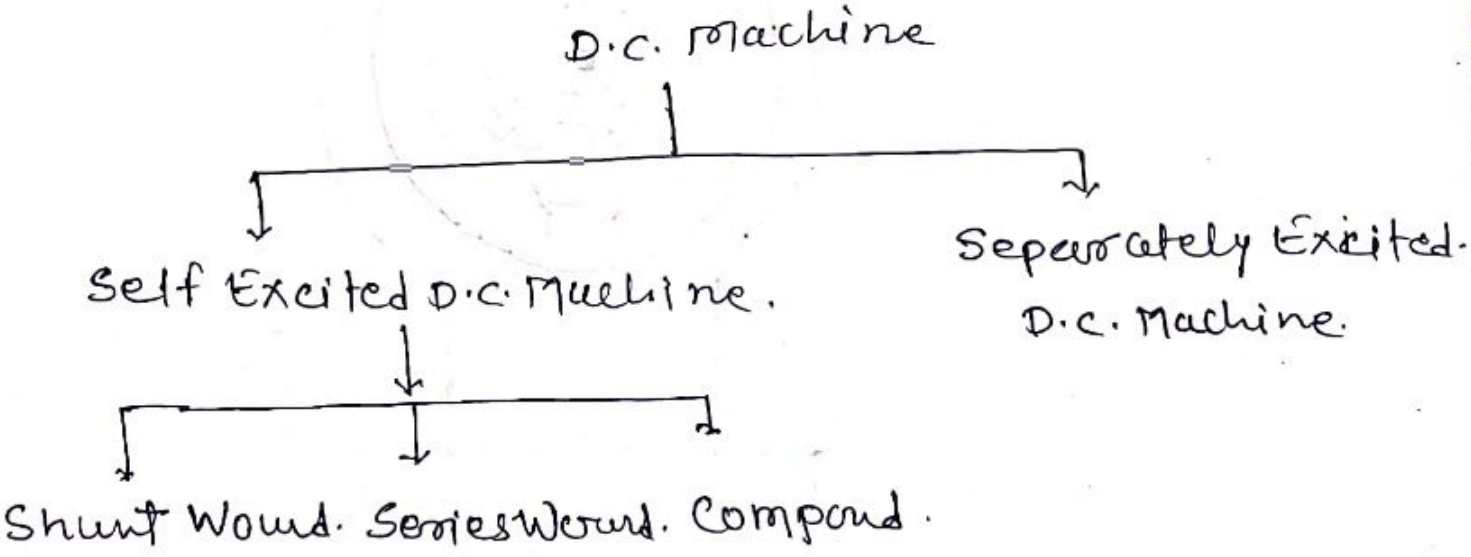
D.C. Generator :-

जब D.C. Machine यांत्रिक (Mechanical) ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा मे परिवर्तित करती है तब उसे डिवाइस द्वारा डायनेमो D.C. Generator कहते है।

D.C. Motor :-

जब D.C. machine विद्युत (electrical) ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा मे परिवर्तित करती है तब उसे D.C. motor कहते है।

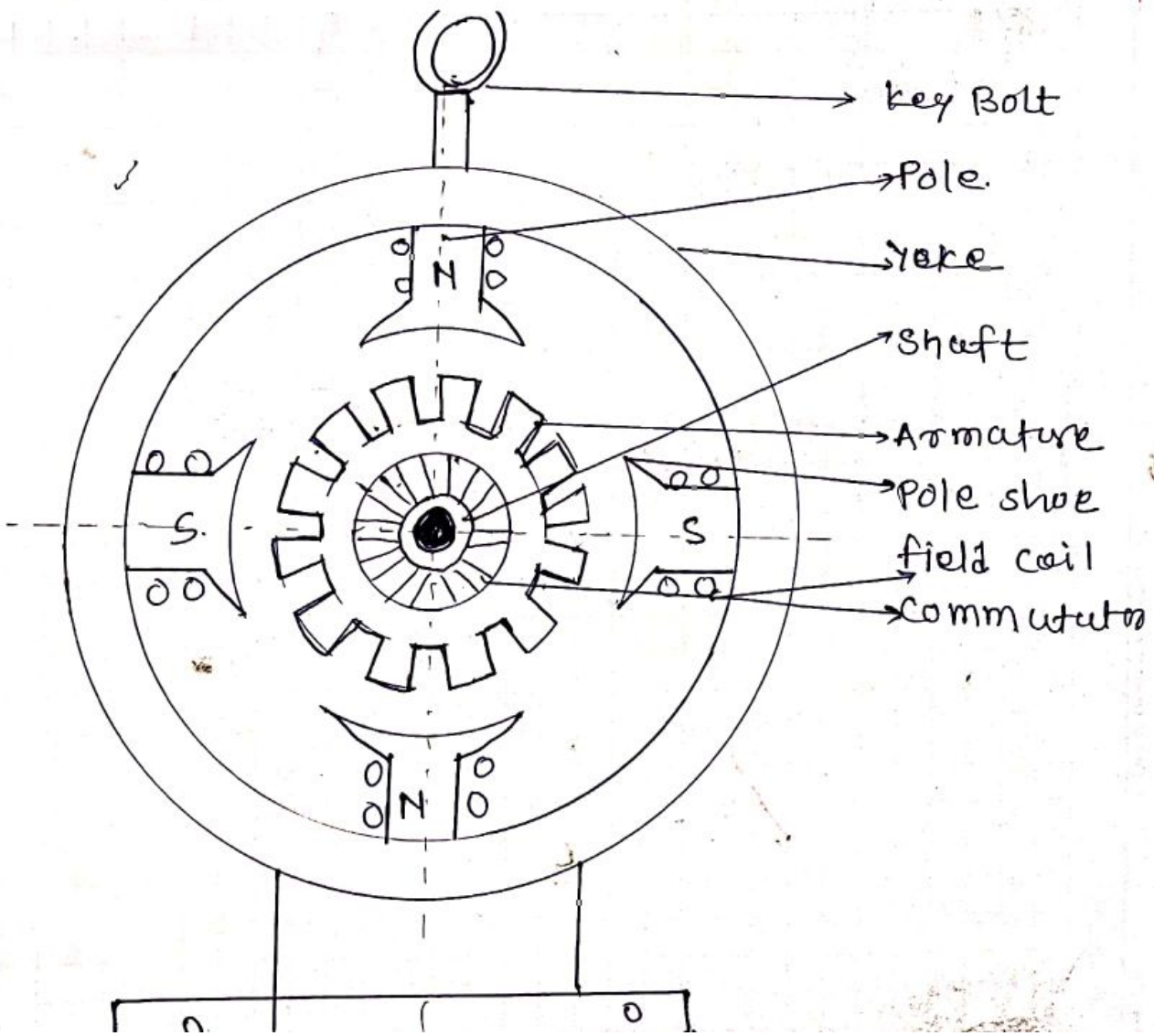
D.C. machine के प्रकार



Scanned by CamScanner

Main Constructional features of D.C. Machine:-

Yoke/Body:- यह सामान्यतः ढलवा लोहे (Cast-iron) या ढलवा स्टील का बना होता है इसे चित्र मे दिखाया गया है। बड़ी मशीन का योक ढलवां लोहा या रोल्ड इस्पात का बनाया जाता है। इसका मुख्य कार्य है चुम्बकीय फ्लक्स को अपने भीतर होके रखना तथा मशीन को यांत्रिक सुरक्षा प्रदान करना।



Pole core and Pole shoes:-

चुम्बकीय ध्रुव इलेक्ट्रिकल मशीन मे चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करते है। इसके प्रमुख तीन कार्य होते है:-

(1) अवशिष्ट चुम्बकत्व धारण करना

(2) क्षेत्र कुंडली को आधार प्रदान करना

(3) चुम्बकीय फ्लक्स के लिए निम्न प्रतिष्टम्भ का पथ प्रदान करना

Pole core तथा Pole shoes. चुम्बकीय ध्रुव के दो भाग होते है जिसे छोटी मशीन मे ध्रुव के कोड को योक के साथ ढालकर उसे ढलवा लोहे की सहायता से बनाया जाता है तथा बड़ी मशीन मे ध्रुव के कोड को पटलित इस्पात से बनाया जाता है। जिसे नट की सहायता से लगाया जाता है

(3) field or Exciting coil:-

क्षेत्र कुण्डली को Pole के ~~साथ~~ ऊपर लगाया जाता है इन्हे कुण्डली उत्तेजना (Exciting coil) यह copper wire का बना होता है। जब Polar field winding मे D.C. current का प्रवाह होता है तो Pole चुम्बकत्व को प्राप्त कर लेता है।

(4) Armature core and Armature winding

यह एक बेलनाकार या ड्रम आकृति का होता है जो गोलाकार स्टील शीट की परतो से बना होता है। इसकी प्रत्येक परत की मोटाई लगभग 0.35 mm होती है।

②

Scanned by CamScanner

प्रत्येक बेलनाकार क्रोड के बाहरी किनारो पर दांते इस प्रकार कटे होते है कि बहुत सी परतो को एक दूसरे पर रखने से यदि दांते इस प्रकार कटे हो एक सीध मे रहे तो बेलनाकार आकृति के उपर वे दिखाई देते है।

आर्मेचर की खाचो मे स्थापित की गयी कुडली को आर्मेचर कुडली कहते है जिसमे कापर वायर या कापर बार (सरिया) लगाया जाता है।

दिक्परिवर्तक (Commutator):-

इसका मुख्य कार्य आर्मेचर कुंडलन से प्रेरित धारा को दिष्ट धारा मे परिवर्तित करना तथा उसे बाह्य परिपथ मे भेजना।

दिक्परिवर्तक आर्मेचर की शाफ्ट पर लगा रहता है यह हार्डड्रान कापर के खण्डो का बना होता है। तांबे के खण्ड एक दूसरे से 0.5 से 1 mm मोटे अभ्रक के टुकडो से विद्युतरोधी होते है। कुछ तांबे के खण्ड जो कि टेपर होते है दिक्परिवर्तक मे V आकार के खांचो मे लगाये जाते है ताकि मशीन के घुमने पर अपकेन्द्री दिक्परिवर्तक खण्डो के पिछे का भाग कुछ उभरा रहता है जिस पर आर्मेचर की कुडलियो के सिरो को टाका लगाकर (Soldering) जोडा जाता है।

ब्रश तथा ब्रश होल्डर (Brush and Brush Holder):-

ब्रश कार्बन के बने होते है क्योकि कार्बन का प्रतिरोध तांबे की अपेक्षा अधिक होता है जिससे स्फुलिंग (Sparking) नही होती है। तथा साथ ही कार्बन ब्रश दिक्परिवर्तक के लिए स्नेहक का कार्य करता है।

ब्रश को ब्रश होल्डर मे रखा जाता है। ब्रश होल्डर मे कनेक्टेड स्प्रिंग, ब्रश को दिक्परिवर्तक पर दाब द्वारा स्थायी रखती है। स्प्रिंग को पेंच द्वारा ढीला किया या कसा जा सकता है। ब्रश का कार्य बाहरी परिपथ से आर्मेचर को जाना या लाना होता है।

शाफ्ट (shaft):- शाफ्ट यांत्रिक ऊर्जा को परिवर्तन करने का कार्य करता है। यह माइल्ड स्टील का बना होता है जो ज्यादा मैकेनिक स्ट्रेन्थ उत्पन्न करता है।

Bearing (बियरिंग):- शाफ्ट को सिरा प्लेट मे बाल बियरिंग एवं रोलर बियरिंग मे फिट किया जाता है।

सिरा प्लेट (End Housing):- मशीन की दोनो साइड पर दो सिरा प्लेट लगी होती है जो योक बाहर की बनी होती है।

EMF Equation:-

यदि डी॰सी॰ मशीन मे पोलो की संख्या P

P - पोलो की संख्या
φ - प्रति पोल फ्लक्स (Wb)
Z - आर्मेचर कंडक्टरो की कुल संख्या
N - आर्मेचर स्पीड RPM
A - आर्मेचर वाइंडिंग मे पैरेलल पाथ की संख्या

होतो विद्युत वाहक बल (EMF) के बराबर होगा

एक चक्र मे आर्मेचर कंडक्टर पोल को कट करेगा

$= P\phi$ Wb.

एक चक्र पूरा करने मे कंडक्टर द्वारा लिए समय

$t = \frac{60}{N}$ sec.

Average induced emf in one conductor.

$$e = \frac{P\phi}{t} = \frac{P\phi}{60/N} = \frac{P\phi N}{60} V.$$

प्रत्येक समान्तर पाथ्य मे चालक की संख्या

$$= \frac{Z}{A}$$

अत: प्रति समान्तर पथ्य मे प्रेरित विद्युत वाहक बल

$$E_a = \frac{P\phi N}{60} \cdot \frac{Z}{A}$$

$$\boxed{E = \frac{PZ\phi N}{60A}}$$

लैप कुण्डलन के लिए A = P. तो $\boxed{E_a = \frac{\phi N Z}{60}}$

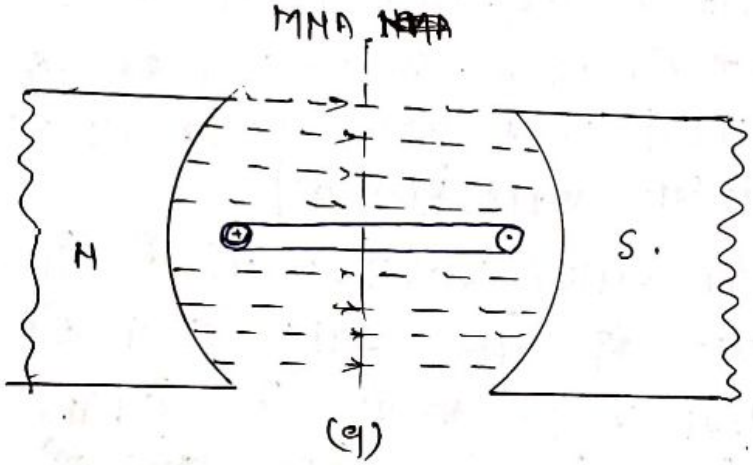
तरंग Wave कुण्डलन के लिए A = 2

$$\boxed{E_a = \frac{N\phi PZ}{120}}$$

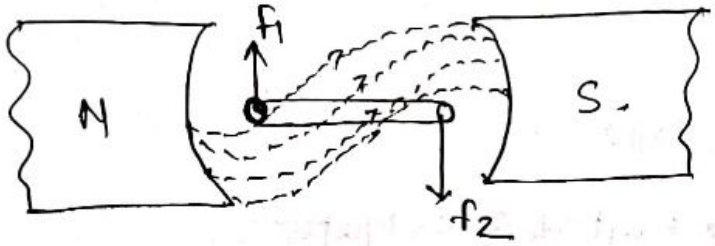
Scanned by CamScanner

D.C. Motor working Principle:-
(मोटर के कार्य सिद्धांत):-

एक इलेक्ट्रिक मोटर इलेक्ट्रिकल एनर्जी को मैकेनिकल एनर्जी में परिवर्तित करती है। अधिकतर इलेक्ट्रिक मोटर इलेक्ट्रो मैकेनिकल एनर्जी उत्सर्जन सिद्धांत पर कार्य करता है।
जब किसी मोटर के मैग्नेटिक फील्ड और करेन्ट कैरिंग कंडक्टर के इन्टरैक्शन द्वारा आपरेट होती है। इसमें करेन्ट कैरिंग कंडक्टर रोटेशन फोर्स को जनरेट करता है



(a)



जब किसी चुम्बकीय क्षेत्र में धारा वाली चालक को रखा जाता है तो उस पर एक यांत्रिक बल कार्य करने लगता

Scanned by CamScanner

जिसकी दिशा फ्लेमिंग के बायें हाथ के नियम से ज्ञात किया जाता है। अतः यांत्रिक बल

$$F = BIl \cdot \text{न्यूटन}$$

B = फ्लक्स घनत्व B/m^2

I – चालक मे धारा एम्पियर

l – चालक की लंबाई मीटर

किसी भी डी०सी० मोटर को जब सप्लाई दिया जाता है तो दिष्ट धारा ब्रशो तथा दिक्परिवर्तक के माध्यम से आर्मेचर कुण्डली मे पहुंचती है। जहां यह प्रत्यावर्ती धारा मे बदल जाती है। इसके फलस्वरूप क्रमबद्ध क्षेत्र मे ध्रुवो (N एवं S) के मध्य चालक समूह मे धारा विपरित दिशा मे प्रवाह होता है।

माना कि S ध्रुव मे धारा अन्दर जाती है तो N ध्रुव से धारा बाहर की ओर प्रवाह होता है। जिसके फलस्वरूप प्रत्येक कण्डक्टर मे यांत्रिक बल ऊपर की ओर एवं दूसरे ओर नीचे की ओर होता है जिससे मोटर घुमने लगता है।

D.C. Motor के प्रकार

(1) Separately Exited D.C. Motor

(2) Self-Exited D.C Motor.

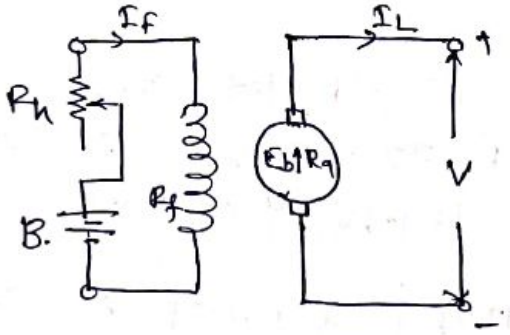
    (1) Shunt Motor

    (2) Series motor

    (3) Compound Motor.

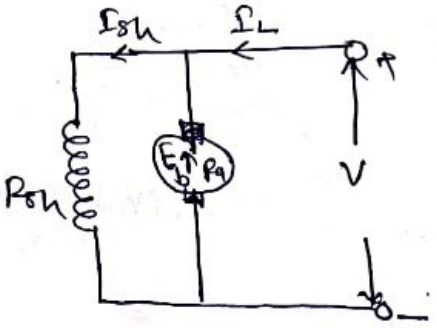
Scanned by CamScanner

Separately Excited D.C. Motor :-



formula :- $E_b = V - I_a R_a - 2V_b$.

Shunt Motor :-

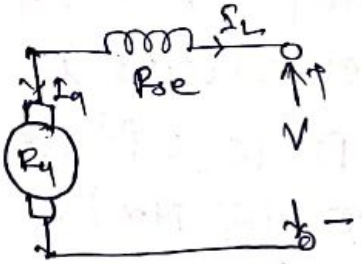


$I_{sh} = \frac{V_{sh}}{R_{sh}}$

$I_a = I_L - I_{sh}$

$E_b = V - I_a R_a - 2V_b$.

Series Motor :-



$I_L = I_a = I_{se}$.

$E_b = V - I_a(R_a + R_{se}) - 2V_b$.

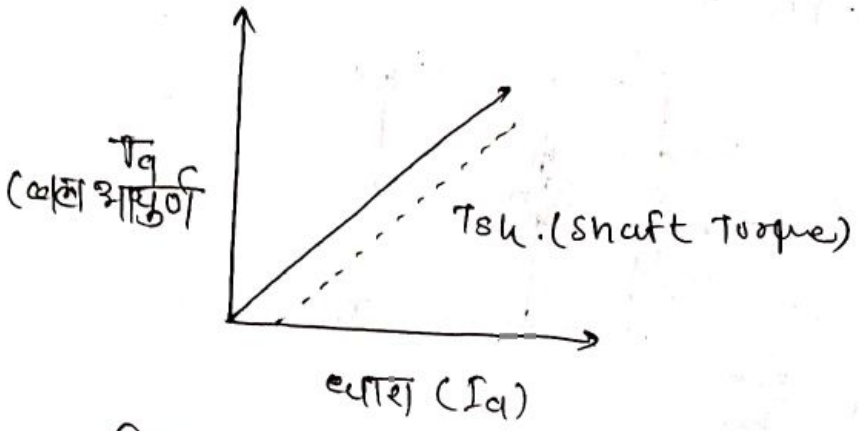
Scanned by CamScanner

डी० सी० शंट मोटर के अभिलक्षण
(Characteristics of D.C. shunt Motor):-

(1) बल आघुर्ण आर्मेचर धारा अभिलक्षण
(T_a / I_a)

शंट मोटर मे स्थिर टर्मिनल वोल्टता के लिए फ्लक्स लगभग स्थिर रहता है। इस प्रकार T_a, I_a के लिए समानुपाती होता है।

अतः बल आघुर्ण के धारा के अनुपात मे बढता है। इस प्रकार बल आघुर्ण T_a तथा आर्मेचर धारा I_a का वक्र सरल रेखा बनाता है।



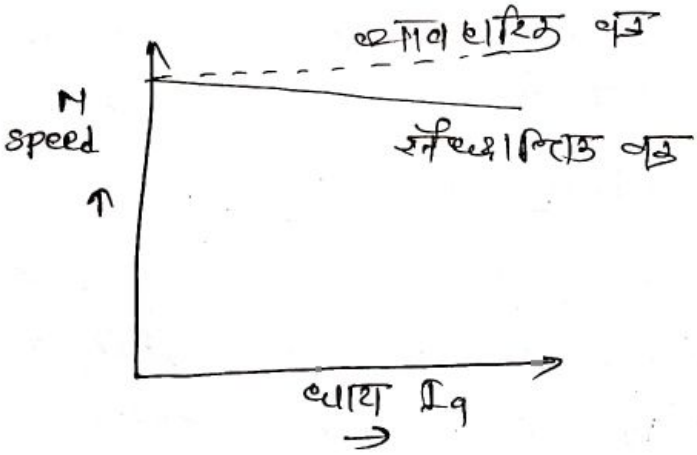
चित्र:- T_a / I_a Characteristics.

(2) गति- आर्मेचर धारा अभिलक्षण (N / I_a)
(Speed current characteristics.)

यदि शंट मोटर मे स्थिर टर्मिनल वोल्टता पर फ्लक्स Φ स्थिर माना जाये तब $N \propto E_b$ का मान स्थिर होना है। इसलिए शंट मोटर की गति स्थिर रहती है लेकिन वास्तव में लोड बढने से E_b तथा Φ

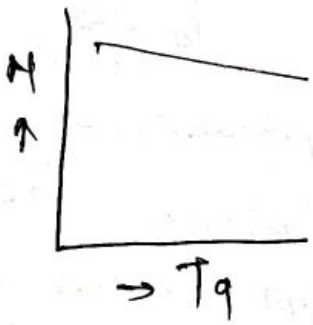
Scanned by CamScanner

दोनों घटते हैं। इस प्रकार पूर्ण लोड पर शंट मोटर की गति 5 से 15% घटती है, इसलिए गति धारा वक्र कुछ झुका होता है।



Speed Torque characteristics (N/Ta)
(गति एवं बल आघूर्ण अभिलक्षण):-

गति N का मान अधिक होने पर आघूर्ण Ta का मान अधिक होता है। घटने पर आघूर्ण का मान घटता है तथा बढ़ने पर बढ़ता है। जिसे निचे चित्र मे दिखाया है।



Scanned by CamScanner

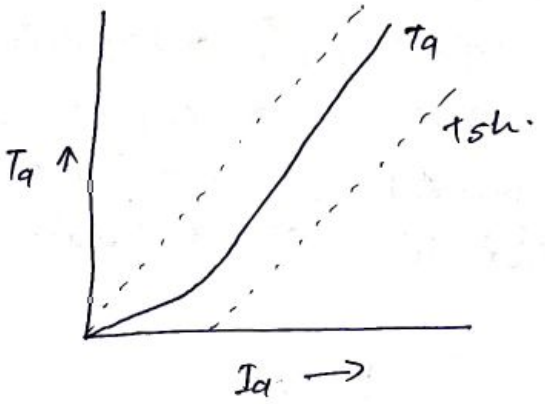
डी०सी० श्रेणी मोटर के अभिलक्षण :-

(1) टर्क-आर्मेचर करेन्ट अभिलक्षण :-

इसमे $T_a \propto I_a$ होता है अर्थात् टर्क आर्मेचर करेन्ट के समानुपाती होता है। चूंकि श्रेणी मोटर की फील्ड कुंडली मे भी आर्मेचर धारा प्रवाहित होती है इसलिए फ्लक्स $\phi \propto I_a$ होता है। चुम्बकीय संतृप्ति से पूर्व बल आघूर्ण

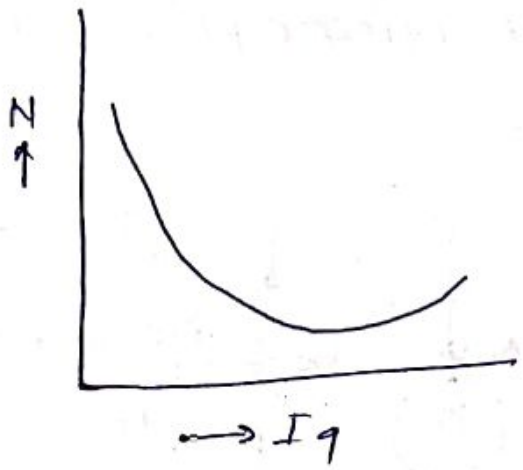
$$T_a \propto \phi I_a \propto I_a^2$$

कम लोड पर आर्मेचर धारा I_a कम होती है इसलिए फ्लक्स भी कम होगा। लेकिन जैसे जैसे I_a बढता है बल आघूर्ण T_a धारा के वर्ग के बराबर होता है।



(2) स्पीड आर्मेचर करेन्ट अभिलक्षण :-

इसमे $N \propto \frac{E_b}{\phi}$ होता है अर्थात स्पीड फ्लक्स के व्युत्क्रम होता है। फ्लक्स ϕ का मान आर्मेचर धारा I_a पर निर्भर करता है, इसलिए आर्मेचर धारा बढने से मोटर की गति कम हो जाती है तथा आर्मेचर धारा या लोड के कम होने से मोटर अत्याधिक गति से चलेगा।



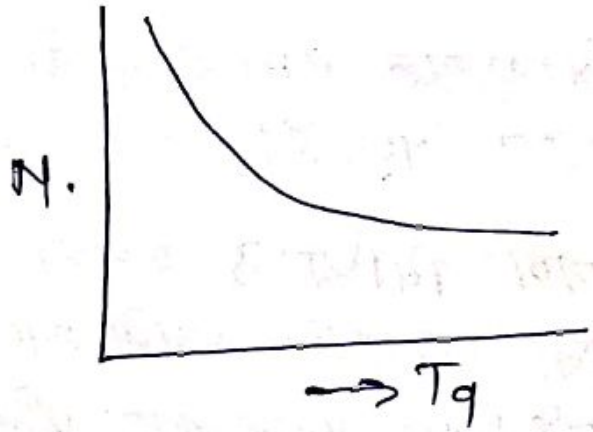
स्पीड टार्क अभिलक्षण :- (N / Ta)

बल आघूर्ण तथा गति धानी मोटर की आर्मेचर धारा पर निर्भर करते है

$$N \propto \frac{E_b}{\phi}$$

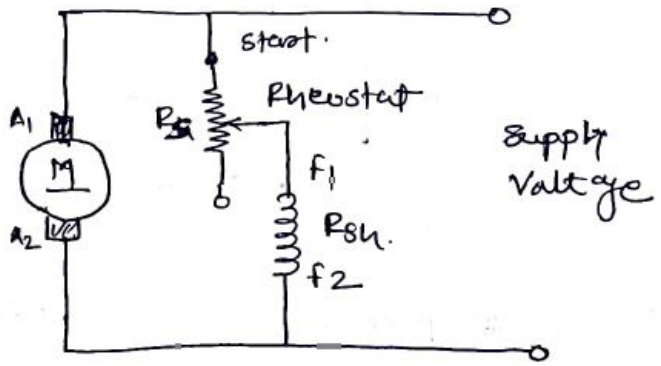
$$T_a \propto I_a \phi$$

यदि मोटर की गति बढ़ेगी तो बल आघूर्ण कम होगा तथा बल आघूर्ण बढ़ेगी तो मोटर स्पीड बढ़ेगा।



डी॰सी॰ शंट मोटर के गति नियंत्रण विधि:—

(1) फ्लक्स नियंत्रण विधि (flux control Method)



यह गति के समीकरण के द्वारा निर्देशित होता है जिसमें स्पीड फ्लक्स के व्युत्क्रमानुपाती होती है। डी॰सी॰ शंट

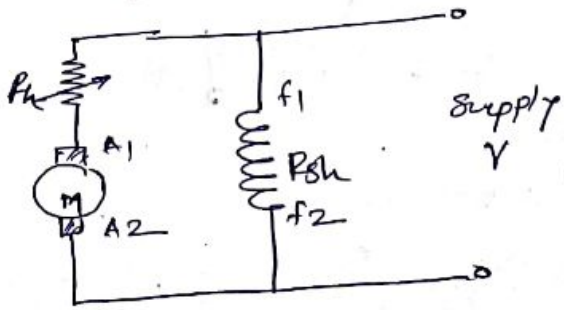
$$N = \frac{V - I_a R_a}{K\phi}$$

मोटर में फ्लक्स शंट फिल्ड वाइंडिंग से होकर गुजरता जिसके करेन्ट पर निर्भर करता है। इस प्रकार फ्लक्स नियंत्रित करने के लिए शंट फील्ड वाइंडिंग के साथ सीरीज में वेरियेबल रजिस्टेंस को जोड़ा जाता है जिसे चित्र में दिखाया गया है।

फ्लक्स नियंत्रण विधि के प्रारंभ में Rheostat R को मिनिमम रखा जाता है इससे सप्लाई Voltage की रेटेड वैल्यू होता है। इस प्रकार शंट फील्ड वाइंडिंग से गुजरने वाली करेन्ट भी रेटेड वैल्यू पर होती है। अतः इससे प्राप्त मोटर की स्पीड भी रेटेड होती है जिसे नॉर्मल स्पीड कहते हैं। जब रजिस्टेंस R को बढ़ाया जाता है तो शंट फील्ड करेन्ट I_{sh} कम होने से उत्पन्न फ्लक्स भी कम हो जाता और स्पीड बढ़ जाता है।

Scanned by CamScanner

(2) आर्मेचर वोल्टेज कन्ट्रोल विधि)

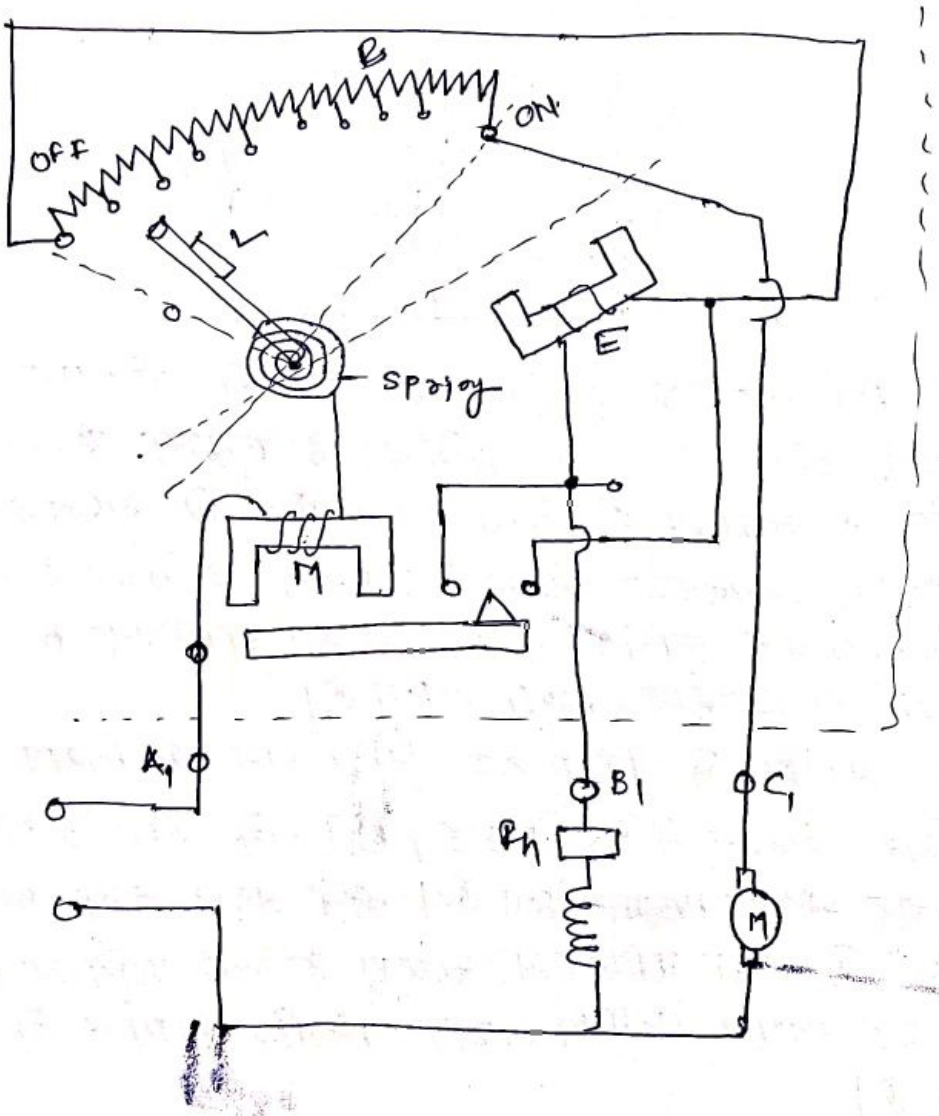


इसे रिहोस्टेटिक कन्ट्रोल के नाम से भी जाना जाता है डी०सी० शंट मोटर मे आर्मेचर के एक्रास ऐप्लाइड वोल्टेज स्पीड के समानुपाती होता है। वैसे तो सप्लाई वोल्टेज समान्तया! कान्स्टेंट होता है, परंतु आर्मेचर के साथ्य सीरीज मे वेरियेबल रजिस्टेंस को जोडकर आर्मेचर के एक्रास वोल्टेज को कन्ट्रोल किया जाता है।

इसमे प्रारंभ मे रिहोस्टेट पोजीशन मिनिमम तथा आर्मेचर वोल्टज रेटेड होता है। दिये गये लोड के लिए आर्मेचर करेन्ट फिक्स होता है। इस प्रकार जब आर्मेचर सर्किट मे ज्यादा रजिस्टेंस जुडता है तो आर्मेचर करेन्ट कम होकर एक समान होता है तथा स्पीड नार्मल से कम हो जाता है।

Scanned by CamScanner

डी०सी० मोटर तीन बिन्दु स्टार्टर :-



Three point starter

डी०सी० शंट मोटर हेतु तीन बिन्दु स्टार्टर दर्शाया गया है जिसमे A_1, B_1 तथा C_1 तीन सिरे हैं। इसमे R_H धारा R_S स्टार्टिंग प्रतिरोध L स्टार्टिंग भुजा, E होल्ड आन M ओवर लोड क्वाइल है।

मोटर को स्टार्ट करने के लिए हत्थे (Handle) को आफ पोजिशन से पहले स्टैंड पर लाते हैं जिससे आर्मेचर की सर्किट में पुरा प्रतिरोध आ जाता है और फिल्ड सर्किट लाइन पर नो वोल्ट क्वाइल से होती हुए जुड़ जाती है। ऐसे जैसे ही मोटर स्पीड पकड़ती है वैसे ही आर्मेचर में बैक emf उत्पन्न होता है। और धारा कम हो जाती है। अत अत में यदि स्टैंड पर आर्मेचर लाइन के समान्तर और पुरा प्रतिरोध, फील्ड के स्टैंड पर ऐसा का एक इलैक्ट्रो मैग्नेट जिसे नो वोल्ट क्वाइल कहते हैं होता है। यह स्प्रिंग हत्थे को पीछे खींचने मे सहायता करती है।

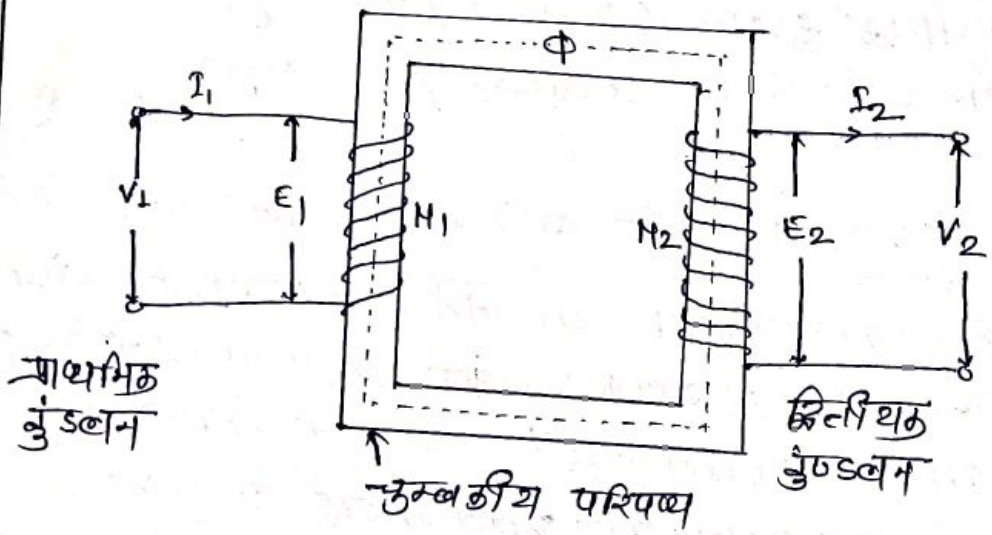
यदि किसी कारणवश सप्लाई बंद हो जाये या फील्ड सर्किट ओपन हो जाये तो नो वोल्ट क्वाइल अपना काम करना बंद कर देती है और हत्था उस स्प्रिंग की खिंचाव से बंद हो जाता है।

=0=

ट्रांसफार्मर :- यह एक बिजली का स्थिर यंत्र (Static apparatus) है जो अधिक प्रत्यावर्ती वोल्टेज को कम और कम प्रत्यावर्ती वोल्टेज को अधिक करने के काम आता है। इसमे इनपुट तथा आउटपुट फ्रिक्वेन्सी एक समान रहती है।

ट्रांसफार्मर का कार्य सिद्धान्त :-

परिणामित्र (Transformer) फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियम पर आधारित अन्योन्य प्रेरण के सिद्धांत पर कार्य करता है। इसके अनुसार जब परस्पर निकट दो कुंडलियो मे से एक कुंडली मे परिवर्तनशील फ्लक्स के प्रभाव क्षेत्र मे स्थित दूसरी कुंडली मे विद्युत वाहक बल प्रेरित हो जाता है तो इस प्रकार का प्रेरण अन्योन्य प्रेरण कहलाता है।



Scanned by CamScanner

दोनो कुंडलियो के मध्य एक उभयनिष्ठ चुम्बकीय परिपथ होता है जो नर्म लोहे के टुकड़े, सिलिकन स्टील या तथा चुम्बकीय पदार्थ का बना होता है तथा यह प्रथम कुंडली मे स्थापित फ्लक्स प्रवाह के लिए चुम्बकीय पथ बनाता है जिसे चित्र मे दिखाया गया है

स्पष्ट है कि जब प्रथम कुंडलन मे धारा प्रवाहित करते है तो ऐम्पियर टर्नो द्वारा चुम्बकत्व वाहक बल उत्पन्न होता है। जो फ्लक्स φ के चुम्बकीय परिपथ मे घूमता है तथा दूसरे कुण्डलन मे फैराडे के नियम

$$E = N\frac{d\phi}{dt}$$

से विद्युत वाहक बल (EMF) उत्पन्न होता है जो विद्युत परिपथ मे धारा को प्रवाहित करता है

संरचना :- (construction)

परिणामित्र के निम्न लिखित तीन भाग होते है :-

(1) क्रोड (core)
(2) प्राथमिक कुंडलन (Primary winding)
(3) द्वितीयक कुंडलन (secondary winding)

(1) क्रोड (core) :- क्रोड को बनाने के लिए नर्म लोहे की कई आयताकार पट्टियां होते है तथा इनके बीच का आयताकार भाग काटकर अलग कर दिया जाता है। इन पट्टियां को विद्युत रोधी पदार्थ से लेपित करके तथा इन्हे जोड़कर आवश्यक मोटाई का बना लेते है कोर को विद्युतरोधी पदार्थ से लेपित करने पर इनमे भंवर धाराओ का मान कम हो जाता है तथा इन पट्टियों को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि इनके बीच

एन एम डी सी
NMDC
NMDC DAV POLYTECHNIC DANTEWADA
Education City, Jawanga Geedam

स्थान शेष न रह जाये ऐसा होने से कोर का रिलक्टेंस बढ़ जाता है और हानि अधिक होती है।

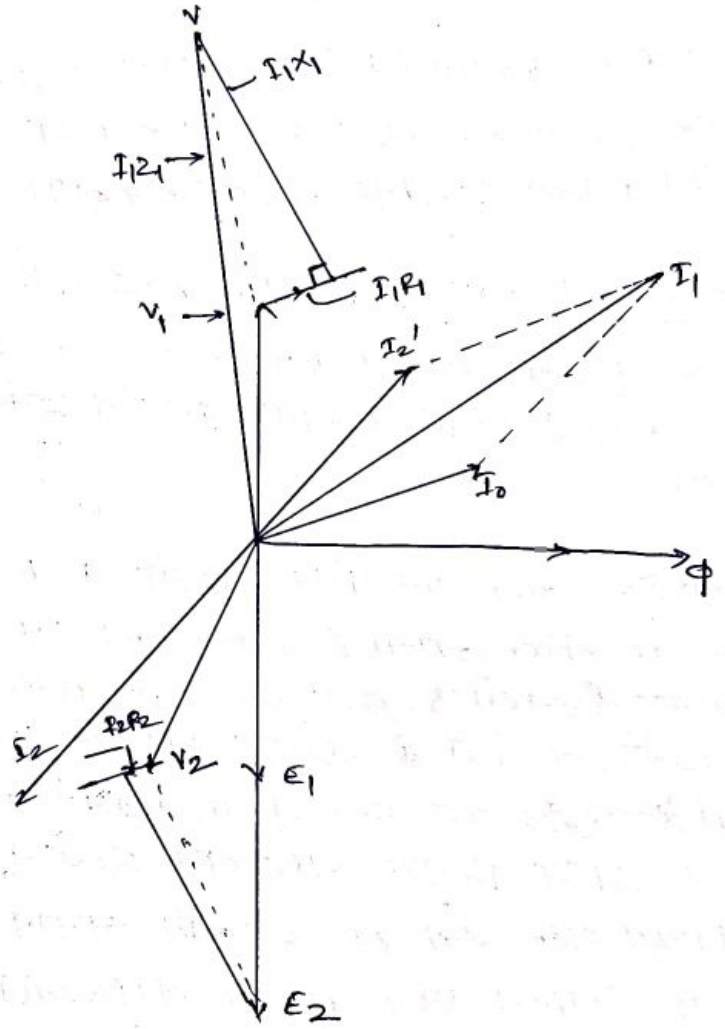
(2) प्राथमिक कुंडलन (Primary winding):-
प्राथमिक कुंडलन वह होता है जो मुख्य प्रदाय से जुड़ा होता है। जिसमें प्राथमिक कुंडली लपेटा होता है।

(3) द्वितीयक कुंडलन (secondary winding):-
द्वितीयक कुंडलन की सहायता से बढ़े या घटे हुए वोल्टेज को प्राप्त करते है। यह कुंडलन कोड के दूसरे ओर लिपटा रहता है।

कार्य विधि:- जब प्राथमिक कुंडली के सिरो को प्रत्यावर्ती वोल्टेज से जोड़ा जाता है तो उसमे धारा प्रवाहित इसलिए होने लगती है क्योंकि कोड से लिंक होती है। अतः इस कुंडली नि प्रत्यावर्ती वोल्टेज के कारण कोड मे फ्लक्स उत्पन्न हो जाता है और यह फ्लक्स प्रत्यावर्ती होने के कारण द्वितीयक कुंडली मे प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न होता है और इस प्रेरित विद्युत वाहक बल की आवृत्ति समान होती है, द्वितीयक कुंडली मे उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल परिणामित्र को विद्युत वोल्टेज स्थानान्तरण हेतु सक्षम बनाता है। इस प्रकार विद्युत चुम्बकीय प्रेरण द्वारा प्राथमिक कुंडली से द्वितीयक कुंडली मे उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल परिणामित्र की विद्युत चुम्बकीय प्रेरण द्वारा प्राथमिक कुंडली से द्वितीयक कुंडली मे ऊर्जा का स्थानान्तरण बिना आवृत्ति परिवर्तन के बिना होता है।

Scanned by CamScanner

=> ट्रांसफार्मर का लैगिंग पावर फैक्टर लोड पर फेजर डायग्राम :-



Scanned by CamScanner

ट्रांसफार्मर के प्रकार :-

(1) बनावट के आधार पर

(1) Core Type Transformer
(2) Shell Type Transformer

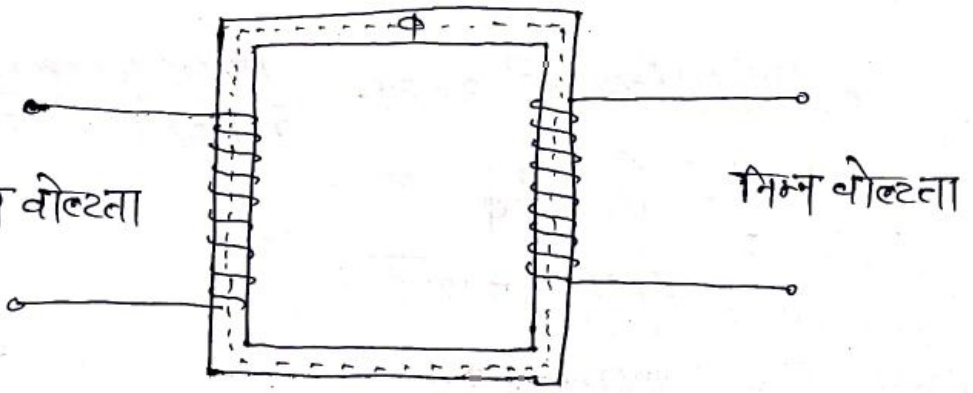
(2) शक्ति के आधार पर

(1) Distribution Transformer
(2) Power Transformer.

Core Type Transformer :-

कोर प्रारूपी ट्रांसफार्मर मे केवल एक ही चुम्बकीय परिपथ होता है। कोर की बाहरी भुजा प्राथमिक और द्वितियक कुंडलन से ढकी होती है। पटलिकाओ को कोर, सिलिकन और स्टील लेमिनेशन की बनी होती है। इसमे सम्पूर्ण फ्लक्स Φ केवल एक ही कोड मे प्रवाहित होता है चित्र

कोड प्रारूपी ट्रांसफार्मर के कोड की बाहरी भुजाओ पर प्राथमिक एवं द्वितियक कुंडलन होता है। अतः कुंडलन आयरन कोड को घेरे रहती है। इसमे प्राथमिक तथा द्वितियक मे होता है।



शैल प्राकृपी ट्रांसफार्मर (Shell Type Transformer)
शैल टाइप परिणामित्र मे तीन भुजाए होती है जिसे E टाइप स्टैंपिंग से बनाया जाता है। इसकी केन्द्रीय भुजा (Centre limbs) होती है जिसमे प्राथमिक एवं द्वितियक कुंडलन होता है। इसके चुम्बकीय परिपथ मे दो मार्ग होते है। शैल टाइप परिणामित्र कम इनपुट और अधिक आउटपुट वोल्टेज के लिए उपयोग किया जाता है। इसमे फ्लक्स लीकेज कम होता है। इसमे कोर प्राकृपी ट्रांसफार्मर की तुलना मे वोल्टेज रेगुलेशन उत्तम होता है।

परिणामित्र (Transformer) की दक्षता :-

किसी निश्चित विधुत लोड तथा शक्ति गुणांक पर परिणामित्र की दक्षता, परिणामित्र की आउटपुट तथा Input (इनपुट) का अनुपात होता है।

$$\text{परिणामित्र की दक्षता} = \frac{\text{निर्गत (output)}}{\text{निविष्ट (Input)}}$$

$$= \frac{VI\cos\phi}{VI\cos\phi + \text{loss}}$$

$$= \frac{KVI\cos\phi}{KVI\cos\phi + P_c + P_i}$$

P_c - Copper loss $= I^2R$
P_i - iron loss.

$$= \frac{xKI\cos\phi}{xKI\cos\phi + x^2 I^2R + P_i}$$

x - loading factor.

Condition for maximum efficiency of x-mer
(परिणामित्र के उच्चतम दक्षता की शर्तें :-

① iron loss = copper loss

$$W_i = I^2R$$

② लोड factor x.

$$W_i = x^2I^2R$$

$$x^2 = \frac{W_i}{I^2R}$$

$$x = \sqrt{\frac{W_i}{I^2R}}$$

$$x = \sqrt{\frac{\text{iron loss}}{\text{copper loss}}}$$

ट्रांसफार्मेशन रेशो (Transformation Ratio)

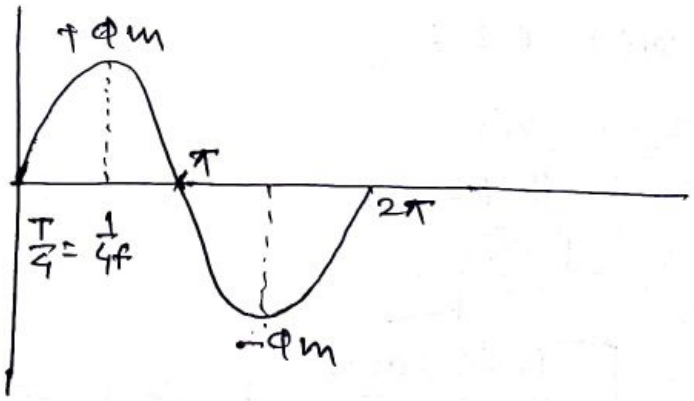
जब प्राथमिक कुंडली मे AC वोल्टेज दिया जाता है तो उसमे प्रत्यावर्ती धारा उत्पन्न होती है जो प्रत्यावर्ती फ्लक्स उत्पन्न करती है। इस फ्लक्स से प्राथमिक कुंडली मे विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है जो पश्च विद्युत वाहक बल कहलाता है।

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = K$$

Scanned by CamScanner

EMF Equation of Transformer:-

किसी परिणामित्र की प्राथमिक कुण्डली पर जब साइनुमा इन (A.C) वोल्टेज एप्लाई करते है तो आयरन कोर मे उत्पन्न A.C. फ्लक्स प्राथमिक तथा द्वितियक कुण्डली से लिंक होता है। इस फ्लक्स को नीचे चित्र मे दर्शाया गया है। प्रेरित विद्युत वाहक बल वर्तनी की संख्या एवं फ्लक्स परिवर्तन के दर का औसत होता है।



औसत फ्लक्स = परिवर्तन मे लगा समय

$$dt = \frac{1}{4f} \text{ sec.}$$

परिवर्तन की दर $= \frac{d\phi}{dt} = \frac{\phi m}{\frac{1}{4f}}$

$$\frac{d\phi}{dt} = 4f\phi m$$

प्रति परिवर्तन EMF = $4f\phi m$ वोल्ट

R.M.S. मान = ~~EMF~~ Avg. × रूप गुणांक

= ~~EMF~~ Avg. × Power factor

$= 4f\phi m \times 1.11$

EMF = ~~$4f\phi m$~~ $4.44\, \phi_m f$

एन एम डी सी
NMDC
NMDC DAV POLYTECHNIC DANTEWADA
Education City, Jawanga Geedam

N_1 (प्राथमिक कुण्डलन मे उत्पन्न EMF)

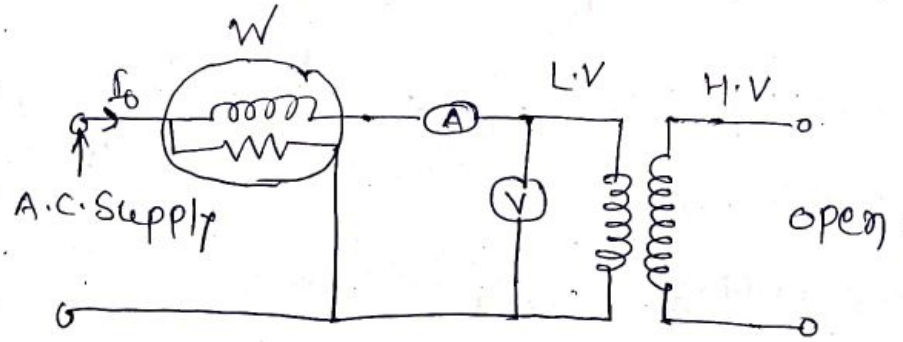
$$E_1 = 4.44 f \phi_m N_1$$

N_2 (द्वितीयक कुण्डलन मे उत्पन्न EMF)

$$E_2 = 4.44 f \phi_m N_2$$

ओपन सर्किट टेस्ट :-

इस परिक्षण का उद्देश्य लौह हानि (P_i) तथा शुन्य लोड धारा I_0 ज्ञात करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण मे द्वितीयक कुंडलन ओपन रखा जाता है तथा प्राथमिक कुंडलन पर समान्य वोल्टेज प्रयुक्त किया जाता है। जैसे कि चित्र मे दर्शाया गया है। ऐमीटर A तथा वोल्टेज V तथा वाटमीटर W क्रमशः शुन्य लोड धारा तथा शुन्य लोड निवेश मापने के लिए संम्बद्ध किये जाते है। वोल्टमीटर V प्रयुक्त वोल्टेज मापने के लिए किया जाता है।

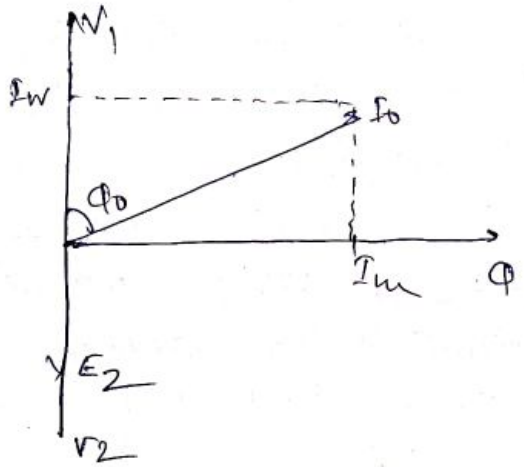


open circuit test

Scanned by CamScanner

इस टेस्ट में द्वितीयक कुंडली में कोई धारा प्रवाह नहीं होती है। अतः प्राथमिक कुंडली धारा केवल वह धारा होगी जो कोर को सामान्य वोल्टेज पर चुम्बकित करने के लिए आवश्यक होगी। यह चुम्बकन धारा बहुत कम होती है (प्राय पूर्ण लोड पर 5-10%) तथा ताम्र हानि इसकी नगण्य माना जाता है।

इस परिपथ परिक्षण में परिणामित्र के परिपथ स्थिरांक R_0 तथा X_0 शून्य लोड शक्ति गुणांक $\cos\phi_0$ शून्य लोड धारा I_0 तथा शून्य लोड के हानि ज्ञात करने के लिए पर्याप्त आंकड़े प्राप्त होते हैं।



P_i - शून्य लोड पर शक्ति निवेश (Input)

$= W_0$ वाट

Input voltage - V_1

$$W_0 = I_0 V_1 \cos\phi_0$$

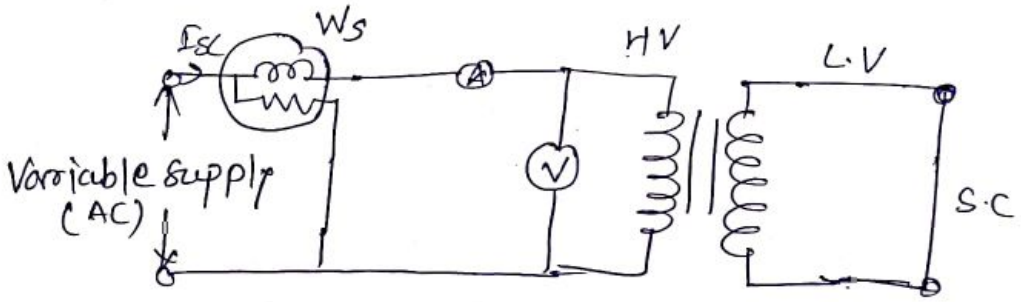
$$I_W = I_0 \cos\phi_0 = \frac{W_1}{V_1}$$

$$I_m = I_0 \sin\phi_0$$

$$I_0 = \sqrt{I_m^2 + I_W^2}$$

शार्ट सर्किट टेस्ट (short circuit test):-

इस टेस्ट मे परिनामित्र को अधिक वोल्टेज वाली कुण्डली की ओर से सप्लाई देते हैं और कम वोल्टेज वाली कुण्डली को शार्ट कर देते हैं। जिसे चित्र मे दर्शाया गया है। जब दिये गये वोल्टेज को धीरे धीरे बढाते हैं तब अधिक वोल्टेज की तरफ फुल लोड धारा फ्लो होती है। इस समय वोल्टमीटर वाट मीटर, अमीटर की रीडिंग लेते हैं। वाट मीटर कापर लॉस दर्शाता है। इसमे कम वोल्टेज देने से कोर मे कम फ्लक्स पलता है जिससे आयरन लॉस बहुत कम होता है।



$$Z_S = \frac{V_S}{I_S}$$

$$\cos\phi = W_S$$

$$R_S = Z_S \cos\phi_S$$

$$X_S = Z_S \sin\phi_S$$

Scanned by CamScanner

एन एम डी सी
NMDC
NMDC DAV POLYTECHNIC DANTEWADA
Education City, Jawanga Geedam

त्रिकला ए० सी० मशीन
(Three-Phase AC Machine)

तीन फेज विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा मे बदलने के लिए प्रेरण सिद्धांत पर तीन फेज प्रेरण मोटर का उपयोग किया जाता है। इस मोटर के स्टेटर भाग मे तीन फेज की समभित बंद परिपथ वाली कुंडली की जाती है जब इस कुंडली को होता है यह रोटर मे लगे चालकों को काटता है तथा रोटर चालक मे विद्युत वाहक बल तथा प्रेरण उत्पन्न करके रोटर मे प्रेरित धारा उत्पन्न करती है। इसलिए इस मोटर को तीन फेज प्रेरण मोटर कहते है।

बनावट (Construction) :— इंडक्शन मोटर का डी०सी मोटर की तुलना मे थ्री फेज इंडक्शन मोटर की संरचना सिम्पल होती है। इसमे वेरी शार्ट एयर गेप के लिए स्टिफ शाफ्ट का उपयोग किया जाता है। थ्री फेज इंडक्शन मोटर मे लेमिनेटेड स्टेटर और एक पाली फेज वाइंडिंग को कैरिंग करती है। इसके साथ ही लेमिनेटेड रोटर को अन्य फेज या पालीफेज वाइंडिंग को भी कैरिंग करती है। इसमे नान सेलिएन्ट पोल संरचना का उपयोग नहीं किया जाता है।

थ्री फेज इंडक्शन मोटर की बनावट मे निम्नलिखित भाग शामिल किया जाता है·

(1) फ्रेम (Frame) :-
(2) स्टेटर (Stator)
(3) रोटर (Rotor)

Scanned by CamScanner

(1) फ्रेम (frame):- यह मोटर की आउटर बॉडी होती है। यह स्टेटर कोर तथा वाइंडिंग को सपोर्ट करता है तथा मोटर के आन्तरिक बॉडी होती है। यह ~~स्टेटर कोर तथा~~ फ्रेम डाइ कास्ट या फेब्रिकेटेड हो सकती 50KW रेटिंग से अधिक की मोटर मे एक स्ट्रांग सिलिकन एल्यूमिनियम एलाय की डाइकास्ट फ्रेम का उपयोग किया जाता है।

(2) स्टेटर (stator):- प्रेरण मोटर का स्टेटर प्रत्या वर्तित तथा तुल्यकाली मोटर के स्टेटर के अनुरूप होती है। यह भाग सिलिकन इस्पात की गोल पट्टियो को संगठित करके बनाया जाता है। प्रत्येक पट्टी की मोटाई 0.35mm से 0.65mm तक हो सकती है भवर धारा हानियो (eddy current loss) को कम करने के लिए प्रत्येक पट्टी पर वार्निश की पतली परत चढाकर उसे विद्युत रोधी कर दिया जाता है।

अब सभी पट्टियो को एक साथ पंच करके संगठित कर दिया जाता है तथा इन्हे मोटर फ्रेम या योक मे बोल्टो द्वारा लगा दिया जाता है

Scanned by CamScanner

रोटर (Rotor):-

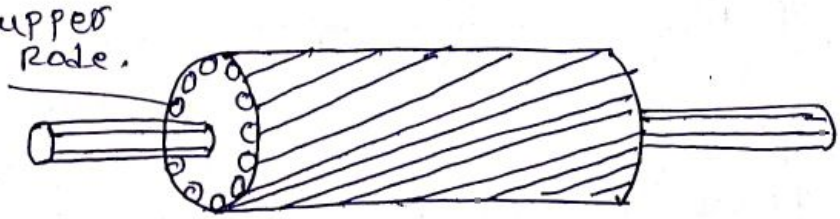
यह Induction motor का घूमने वाला भाग है। रोटर एक सिलेन्ड्रिकल लेमिनेटेड आयरन कोर होती है। यह D.C. मशीन के समान होता है। इसमें कोर चारो ओर स्लाट के साथ-साथ रोटर कंडक्टर भी उपस्थित होती है रोटर कोर के समान ही स्टेटर के लिए भी एक समान शीट स्टील लेमिनेशन नियोजित होती है। परंतु रोटर फ्लक्स के स्वयं की आवृत्ति कम होती है तथा मोटा लेमिनेशन आयरन लॉस को अधिक बढ़ने नहीं देता है।

रोटर के प्रकार (Types of Rotor)

(1) पिंजरा वेष्ठित रोटर (Squirrel Cage Wound Rotor):-

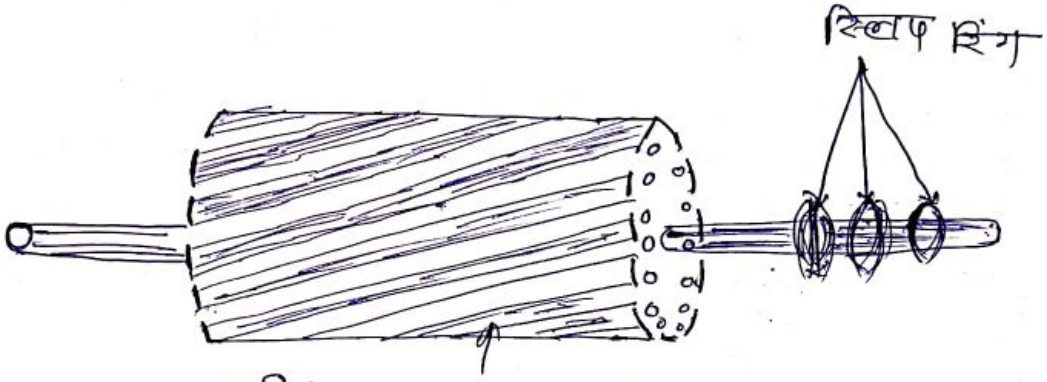
इस प्रकार के रोटर को सिलिकन इस्पात की गोल पट्टियो के साथ आपस संगठित करके शाफ्ट पर उचित विधि से कस दिया जाता है।

इस प्रकार के रोटर पर बंद खांचे होते है जिनमे तांबे तांबे की छड़ो को डाला जाता है तथा ये छड़े रोटर के दोनो तरफ तांबे के छल्ले द्वारा आपस मे व्यवस्थित कर दी जाती है। इस रोटर की आकृति पिंजरे की भांति होता इस लिए इसे पिंजरा वेष्ठित मोटर कहते है



(ख) फेज वेष्ठित रोटर (Phase Wound Rotor)

इस प्रकार के रोटर स्लिप रिंग प्रेरण मोटरो के लिए प्रयोग किये जाते है। रोटर कोर पर डिटर धारा आर्मेचर की तरह खाचे बने होते है जैसा चित्र मे दिखाया गया है।



इस प्रकार के रोटरो मे आल्टरनेटरो की तरह 3ϕ रोधक का वितरित कुण्डलन किया जाता है। रोटर मे उतने ध्रुव की कुंडलन वेष्ठित होता है। रोटर कुंडलन को आन्तरिक रूप से स्टार कनेक्शन मे संयोजित किया है। इन कुण्डलन के सिरो को शाफ्ट पर लगी तीन स्लिप रिंग को जोड दिया जाता है जिससे 3ϕ supply दिया जाता है। जिसमे कार्बन ब्रुश के द्वारा 3ϕ supply लगाया दिया जाता है।

कार्य सिद्धांत (Working Principle):-

जब प्रेरण मोटर मे स्टेटर को A.C supply दिया जाता है तो स्टेटर मे एक नियमित घुमने वाला या घुर्णी चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है जो तुल्य गति (Synchronous speed) मे घुमता है। इस क्षेत्र मे घुमने की दिशा स्टेटर के कुण्डलन की धारा के फेज अनुक्रम के अनुसार होती है। यह घुर्णी फ्लक्स वायु अन्तराल (Air gap) को पार करके रोटर को घुमाता है।

थ्री फेज इंडक्शन मोटर इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इन्टरएक्शन के सिद्धांत पर कार्य करती है थ्रीफेज रोटर वाइंडिंग से उत्पन्न रोटेटिंग मैग्नेटिक फील्ड (RMF) की स्पीड सिन्क्रोनस speed होती है। इस speed को Ns से प्रदर्शित करते हैं तथा rpm को मापन करते हैं।

$$N_S = \frac{120f}{P}$$

f - सप्लाई आवृत्ति
P - पोलों की संख्या

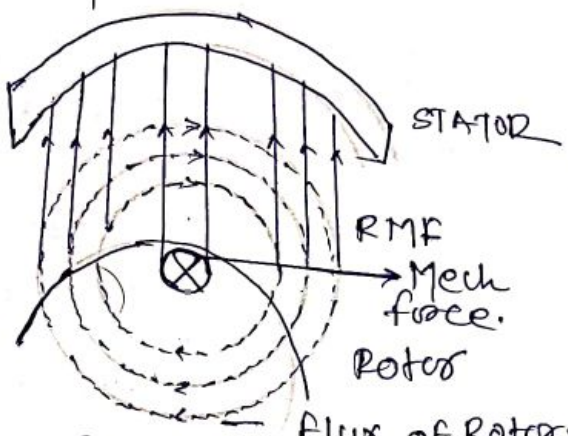
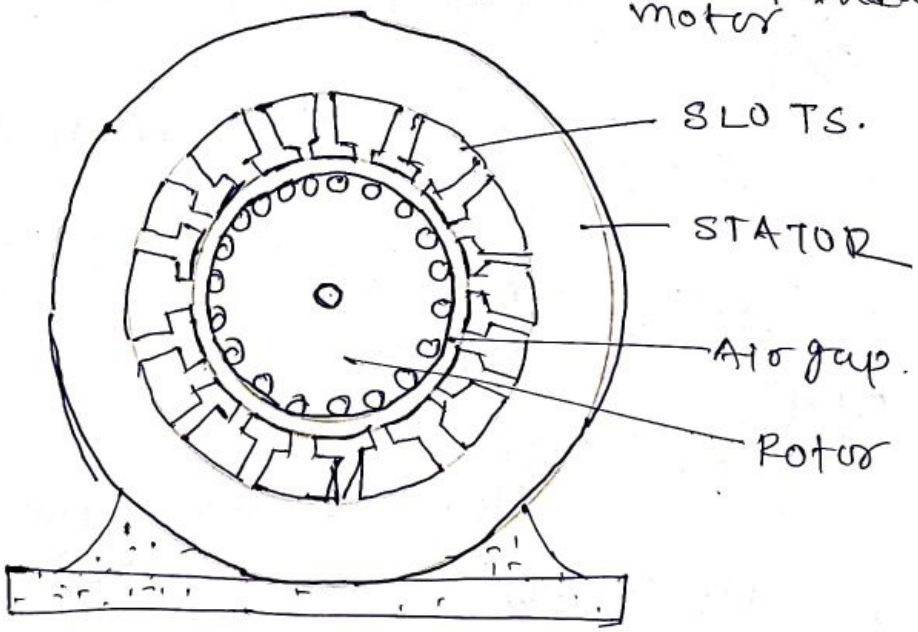


fig. working Principle of Induction motor



Construction.
चित्र - Induction motor.

Scanned by CamScanner

Slip (सरकन) :-

प्रेरण मोटर (Induction motor) की चाल तुल्यकारी चाल सदैव कम होती है तथा जैसे जैसे लोड बढ़ता जाता है वैसे वैसे चाल कम होती जाती है। स्टेटर की घूर्णी चुम्बकीय क्षेत्र की चाल तथा मोटर की वास्तविक चाल के अन्तर को सरकन कहते है

$$S\% = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100.$$

N_s – Synchronous speed of flux
N – Rotor actual speed

सप्लाई आवृत्ति एवं रोटर के मध्य संबंध

यदि रोटर आवृत्ति f' है तो तथा सप्लाई आवृत्ति f होतो

$$f' = \frac{\text{पद प्रति मिनट (RPM) मे आपेक्षित चाल}}{120/P}$$

$$f' = \frac{N_s - N}{120/P} \quad \text{———— (1)}$$

अब

$$\boxed{S = \frac{N_s - N}{N_s}}$$

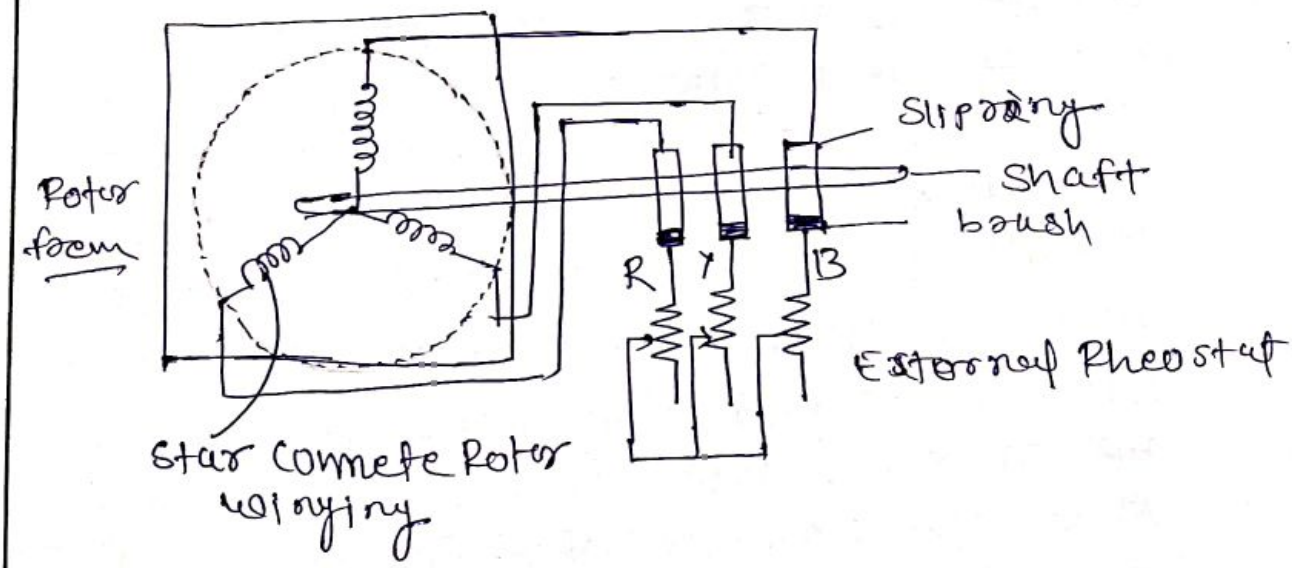
$$N_s S = N_s - N = \left(\frac{120f}{P}\right)S,$$

$$f' = \frac{N_s S}{120/P} = \frac{120 f S}{P} \times \frac{P}{120}$$

$$\boxed{f' = Sf}$$

स्लिप रिंग इंडक्शन मोटर

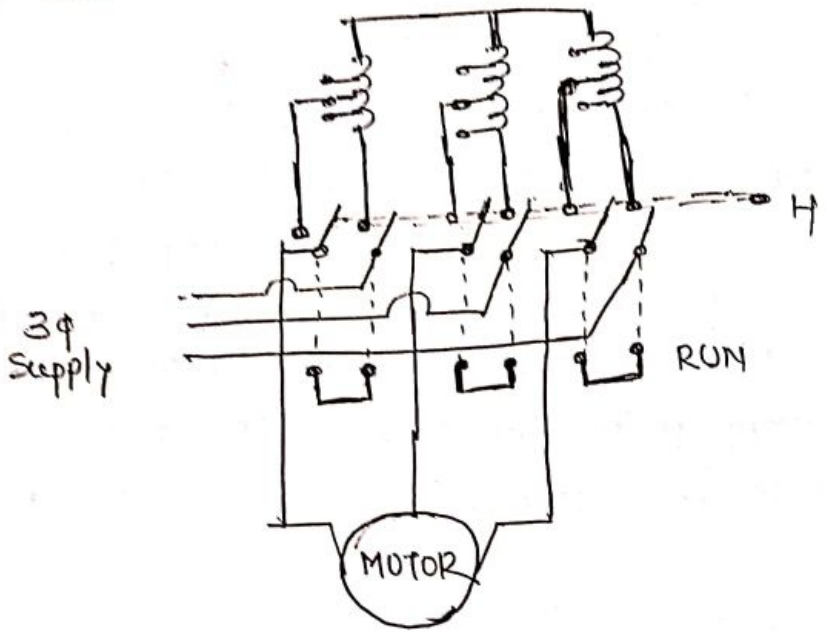
स्लिप रिंग मोटर का रोटर star संयोजित होता है अतः फेजों के बाह्य प्रतिरोध को भी स्टार संयोजित किया जाता है। इन्हें स्लिप रिंग के कार्बन ब्रशों की सहायता से जोड़ा जाता है। विद्युतीय स्विच को बंद करते ही इसके यांत्रिक रूप से बाह्य प्रतिरोध अलग कर तीनों रोटर फेजों के एक साथ पूर्ण रूप से परिपथ में आ जाते हैं। मोटर की गति के साथ साथ प्रतिरोध को भी परिपथ से पृथक किया जाता है और पूर्ण गति पर प्रतिरोध से पूर्णतः पृथक हो जाता है और मोटर स्थायी रूप से गति करती है।



इसे फेज वाउंड स मोटर भी कहते हैं।

Scanned by CamScanner

Auto Transformer Starter:—



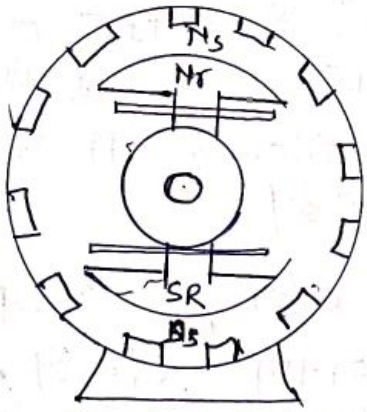
तीन फेज

3φ Auto Transformer.

तीन फेज प्रेरण मोटरो को प्रारंभ करने के लिए कम वोल्टता तथा कम मान की धारा प्रदाय करने के लिए स्टार्टर की आवश्यकता होती है। आटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर एक ऐसी व्यवस्था है जो वोल्टता तथा धारा के मानो को सुव्यवस्थित कर देती है। इस स्टार्टर की कुंडली पर अभिकल्पित मानो के लिए टैपिंग किया जाता है। इस टैपिंग के द्वारा प्रारंभ मे समय सुरक्षित वोल्टता के मान को पहले स्टार्टर मे दिया जाता है और मोटर की लगभग 80% गति प्राप्त होने पर इसे सीधे लाइन से एक द्विमार्गी DOSH स्विच द्वारा जोड़ा जाता है जिसे चित्र मे दिखाया गया है।

सिन्क्रोनस मोटर :-

कार्य सिध्दान्त :- तुल्यकाली मोटर का कार्य सिध्दान्त डी॰सी॰ मोटर के समान होता है। इसके अनुसार 3Φ कुण्डलन स्टेटर को 3Φ प्रदाय से जोड़ने पर स्टेटर मे घुमने वाला चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। कुण्डलन रोटर को डी॰सी॰ धारा से उत्तेजित किया जाता है। इससे घुमने वाले चुम्बकीय क्षेत्र का प्रभाव रोटर पर पडता है। किसी भी क्षण पर जब स्टेटर का उत्तरी ध्रुव रोटर के उत्तरी ध्रुव से प्रतिकर्षित होता है तो रोटर घुमने लगता है। किन्तु आधे चक्र बाद स्टेटर की ध्रुवीयता बदल जाती है तथा स्टेटर एवं रोटर के ध्रुवो के मध्य प्रतिकर्षण के स्थान पर आकर्षण होने लगता है और रोटर विपरित दिशा मे घुमने के लिए प्रवृत्त हो जाता है। इस प्रकार सेज रोटर स्थिर अवस्था मे रह जाता है यदि किसी बाहरी साधन के द्वारा रोटर को गति मे लाने के पश्चात स्टेटर को प्रदाय से जोड़ा जाये तो स्टेटर तथा रोटर ध्रुव आकर्षित होकर चुम्बकीय



चित्र: सिन्क्रोनस मोटर

Scanned by CamScanner

संरचना :- इसके मुख्य तीन भाग होते है

(1) स्टेटर (2) रोटर (3) उत्तेजक (Exiter)

Stator (स्टेटर) :-

सिन्क्रोनस मोटर का स्थिर भाग स्टेटर कहलाता है इसे सिलिकन इस्पात पटलनों (silicon steel lamination) द्वारा निर्मित किया जाता है। इसमे प्रत्येक पटलन एक दूसरे से विद्युत रोधी वार्निश से पृथक होती है। इसके भीतरी भाग मे खांचे कटे होते है। इन खांचो के भीतर चालक रखे जाते है। इन्ही मे प्रत्यावर्ती धारा विद्युत वाहक बल उत्पन्न किया जाता है। सिलिकन इस्पात पटलनो की पतली परतो के बीच वार्निश की पतली विद्युत रोधी परत के कारण भवर धारा कम उत्पन्न होती है। जिससे लोह हानियां कम होती है।

रोटर :- स्टेटर के मध्य घुमने वाला भाग रोटर होता है। रोटर को एक शाफ्ट पर फिट किया जाता है। प्राय: रोटर पर उत्तेजना कुण्डली लगाई जाती है।

उत्तेजक :- उत्तेजक एक डी॰सी॰ शंट जनित्र ही होता होता है जिसका वोल्टता 250 वोल्ट तक होता है। दोनो सिन्क्रोनस मोटर मे उत्तेजक एक ही शाफ्ट पर लगता है। उत्तेजक फील्ड के श्रेणी मे एक परिवर्तनीय प्रतिरोध लगाया जाता है जो डी॰सी॰ उत्तजन को कम या अधिक करता है।

कार्य प्रणाली (Working) तुल्य कारी मोटर एवं ऑल्टरनेटर की संरचना समान होती है। तुल्यकारी मोटर स्वयं स्टार्ट नही होती है। इसको पहले किसी कृत्रिम विधि से चलना पड़ता है जो कि अधिकतर एक अलग कुण्डलन रोटर मे लगा कर करना पड़ता है इस कुण्डलन को डैम्पर कुण्डल कहते है।

यह पिंजरी (squirrel cage) कुंडलन की तरह ही होती है। इस कुंडलन से पहले मोटर, प्रेरण मोटर की तरह चलकर गति पकड़ती है, जो कि लगभग तुल्यकारी गति के बराबर होती है। इसके बाद एक्साइटेशन रोटर मे डी० सी० देते है जिससे कुछ क्रियाएं होकर मोटर सिन्क्रोनस स्पीड पर चलने लगती है। जब मोटर चलने लगती क्योंकि रोटर स्पीड और स्टेटर स्पीड बराबर होती है। यह डैम्पर कुंडलन मे मोटर हंटिंग प्रभाव को भी दूर करती है। हंटिंग का अर्थ अलग - अलग लोड पर स्पीड का बदलना होता है। इस प्रकार मोटर प्रत्येक लोड पर समान स्पीड ~~से~~ मे घुमता है।

Scanned by CamScanner

1ϕ Motor.

1ϕ Induction Motor :-

घरो मे दी जाने वाली विद्युत 1ϕ प्रदाय होती है। अतः घरेलू उत्पाद के उत्पादो मे 1ϕ मोटर का उपयोग किया जाता है।

1ϕ इंडक्शन मोटर कि संरचना तीन फेज मोटर की तरह होता परंतु 3ϕ के स्थान पर 1ϕ वाइंडिंग होती है।

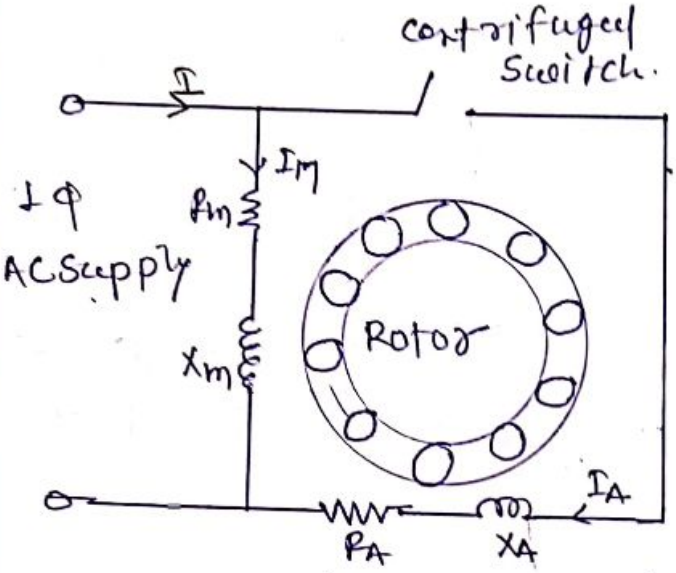
प्रकार :-

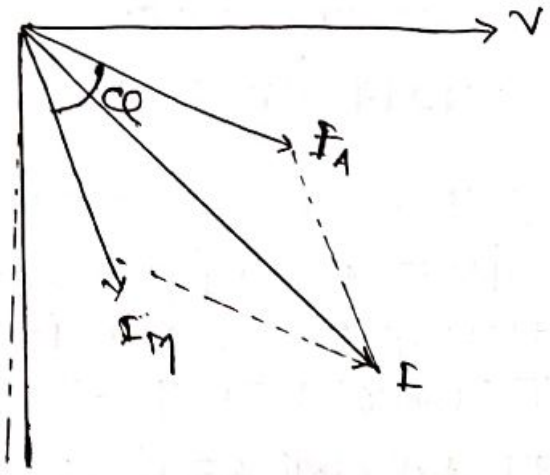
(1) स्पिलिट फेज इंडक्शन मोटर
(2) कैपेसिटर स्टार्ट इंडक्शन मोटर
(3) कैपेसिटर स्टार्ट कैपेसिटर रन इंडक्शन मोटर
(4) शेडेड पोल इंडक्शन मोटर

(1) स्पिलिट फेज प्रेरण मोटर (Split phase Induction motor)

इस प्रकार के मोटर के लेमिनेटेड स्टेटर की आधी खुली स्लाटो मे दो वाइंडिंग की जाती है जिसमे से एक वाइंडिंग को सिधे मुख्य सप्लाई के साथ जोडा जाता है। इस वाइंडिंग का प्रतिरोध को कम तथा इंडक्टेंस को अधिक रखने के लिए मोटे तारो का उपयोग किया जाता है। इस मोटर की स्पीड जब 75-80% तक बढ़ चुकी है तो स्टार्टिंग वाइंडिंग एक स्विच के द्वारा सर्किट से अलग हो जाती है। यदि स्टार्टिंग वाइंडिंग को सर्किट से न हटाया जाय तो मोटर अधिक करेन्ट लेती है।

और आवाज करने लगती है।



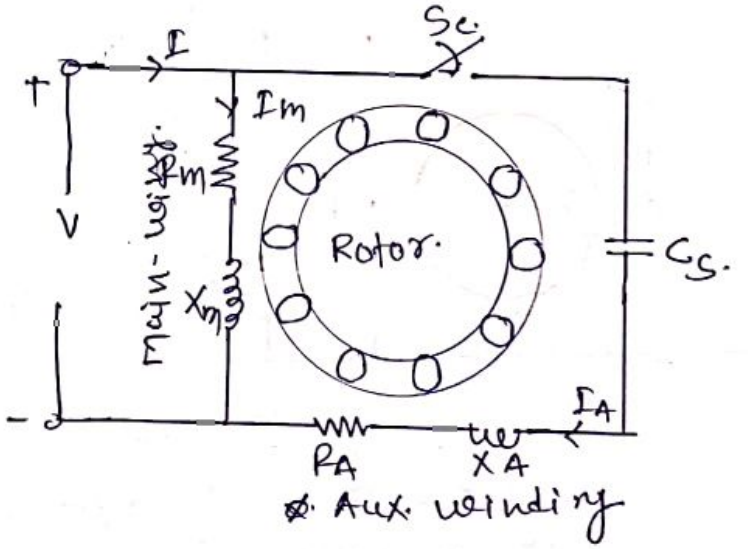


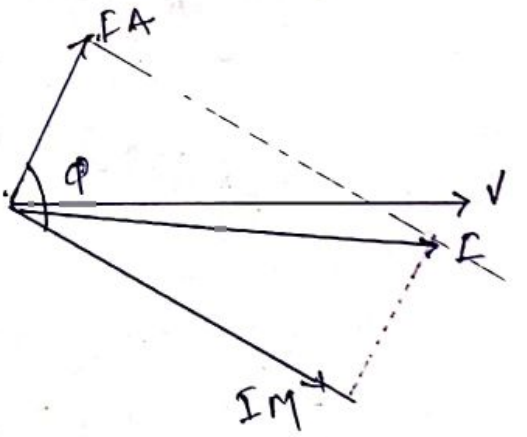
उपयोग :- घरेलू वाशिंग मशीन अपकेन्द्री पंप, ब्लोअर ग्राइंडर मे किया जाता है।

Scanned by CamScanner

कैपेसिटर स्टार्ट मोटर :-

सेधारित प्रारम्भ एकल फेज प्रेरण मोटर मे मुख्य कुण्डली मे तथा प्रारंभ कुण्डलन (starting winding) एक ही प्रकार के ताम्र तार से बनाये जाते है। starting wind. के series मे एक संधारित्र को श्रेणीबद्ध करके मुख्य मुख्य कुण्डलन के साथ सामान्तर क्रम मे लगाया मे श्रेणी क्रम से संयोजित किया जाता है जिसे चित्र मे दिखाया गया है।



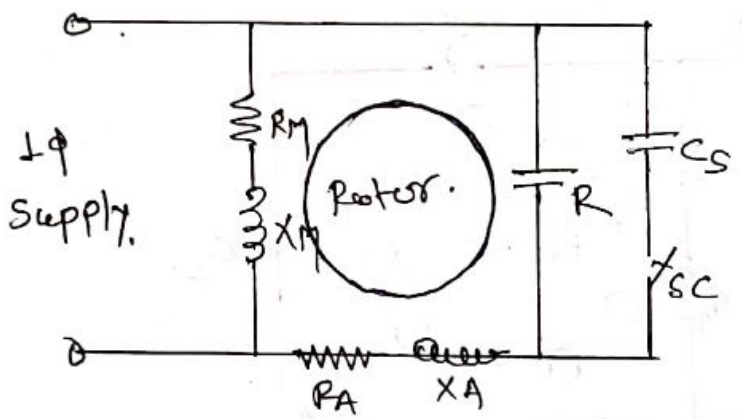


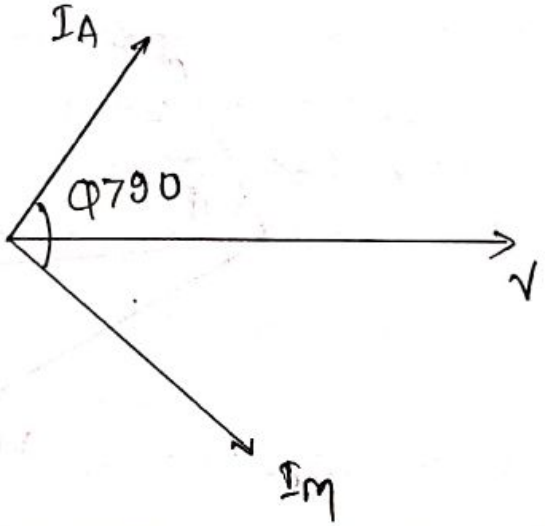
Scanned by CamScanner

कैपेसिटर स्टार्ट इंडक्शन मोटर का घरेलू उपयोग ईवाब फैन तथा सिलिंग फैन मे किया जाता है।

Capacitor start Capacitor run Induction Motor (संधारित्र प्रारम्भ संधारित्र चल मोटर)

इस मोटर मे 2 संधारित्र का उपयोग होता है। एक starting के लिए एवं दूसरा running के लिए जिसे चित्र मे दिखाया गया है।





Scanned by CamScanner

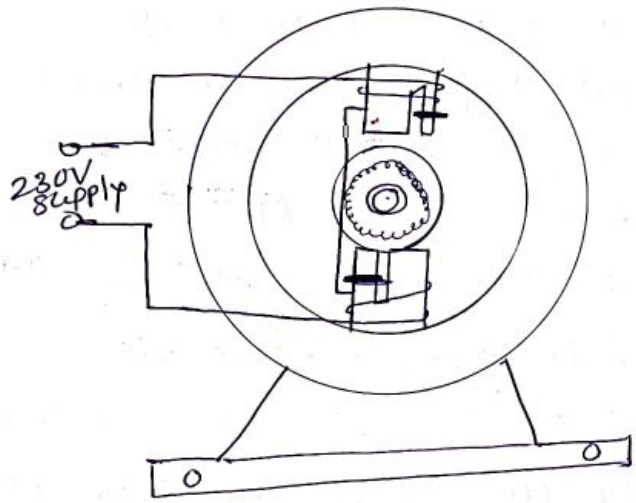
इस कुण्डलन मे प्रारम्भन (starting) capacitor के कारण धारा का मान I_a वोल्टता से अग्रगामी (leading) हो जाता है तथा मुख्य कुण्डलन मे कुंडलन प्रतिघात के कारण धारा का मान I_m वोल्टता से पश्चगामी होता इस प्रकार चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होते है जिसके बीच का कोण व्यवहारिक रुप से 90° होता है। इस कारण मोटर मे एक घुमने वाला क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है तथा रोटर उसी दिशा मे घुमता है और जब मोटर 75% की गति पकड लेती है तो प्रारम्भन capacitor को अपके न्द्रक स्विच द्वारा परिपथ से अलग कर दिया जाता है इसके बाद Run capacitor की कार्य प्रारंभ होता है और मोटर को समान स्पीड मे घुमाता है।

उपयोग :- इस प्रकार का मोटर का उपयोग ड्रिलिंग मशीन मे किया जाता है।

शेडेड पोल इंडक्शन मोटर :-

शेडेड पोल मोटर रोटर, पिंजरा टाइप का एवं स्टेटर सेलिएन्ट पोल टाइप का होता है। इस मोटर मे फेज स्प्लिट संधारित्र के स्थान पर प्रेरण विधि से होता है। इस मोटर मे सेलिन्ट पोल के एक ओर के एक तिहाई भाग मे एक खांचा कट दिया जाता है तथा ध्रुव के पतले भाग को तांबे के छल्ला चढा होता है। इसे ध्रुव छादन (Pole Shading) कहते है। ऐसा करने से ध्रुव के शेडेड तथा अनशेडेड दो भाग हो जाते है। शेडेड भाग प्रतिरोध कम तथा प्रतिघात अधिक होता है।

Scanned by CamScanner



उपयोग - ~~छोटे~~ छोटे पंखे, खिलौने, हेयर ड्रायर

यूनिवर्सल मोटर :-

Scanned by CamScanner

✡ A.C. CIRCUIT CONTAINING RESISTANCE & INDUCTANCE

ऐसी परिपथ जिसमें प्रतिरोध और प्रेरकत्व दोनो हों :-

मान लो चित्र में दर्शाये अनुसार Resistance तथा Inductance प्रत्यावर्ती धारा (A.C. supply) के साथ series में जुड़े हुए हैं।

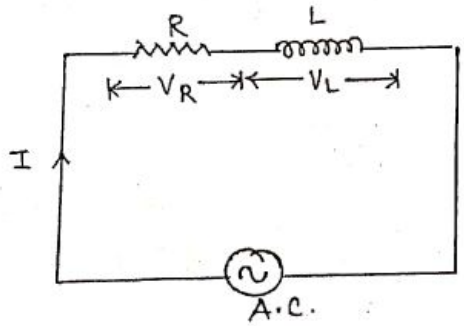
मान लो किसी क्षण A.C. volt. को निम्न समी. से व्यक्त करते हैं।

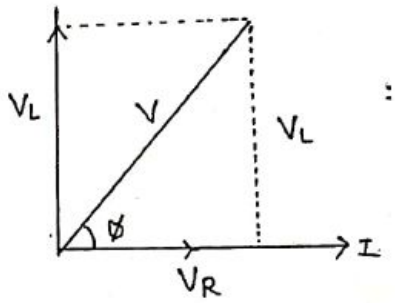
$$V = V_0 \sin\omega t \quad \underline{OR} \quad V = V_m \sin\omega t$$

मान लो किसी क्षण परिपथ में धारा I प्रवाहित हो रही है तो,

प्रतिरोध के सिरों पर विभवांतर $V_R = I \cdot R$

प्रेरकत्व के सिरों पर विभवांतर $V_L = I \cdot X_L$





यदि V_R तथा V_L का परिणामी V हो तो

पायथागोरस प्रमेय से, कर्ण^2 = लंब^2 + आधार^2

$$V^2 = V_R^2 + V_L^2$$

$$V^2 = (I \cdot R)^2 + (I \cdot X_L)^2$$

$$V^2 = I^2 R^2 + I^2 \cdot X_L^2$$

$$V^2 = I^2 (R^2 + X_L)^2$$

$$\frac{V^2}{I^2} = (R^2 + X_L^2)$$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

परंतु $\frac{V}{I}$ = Z (Impedance) प्रतिबाधा

$$Z^2 = R^2 + X_L^2$$

OR $$\boxed{Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

where $\boxed{X_L = 2\pi f L}$

(2) Power factor, $\boxed{\cos\phi = \frac{R}{Z}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$

(3) Power (P) = $VI\cos\phi = I^2R$

☆ A.C. CIRCUT CONTAINING RESISTANCE & CAPACITANCE

मान लो चित्र में दर्शाये अनुसार एक Resistance तथा capacitance एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज source के साथ series में जुड़ा है।
मान लो किसी क्षण A.C. volt. को निम्न समी० से व्यक्त करते हैं

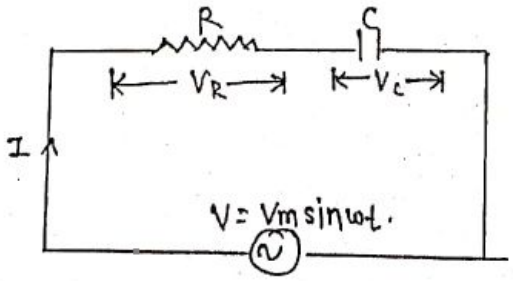
$$V = V_m \sin\omega t$$

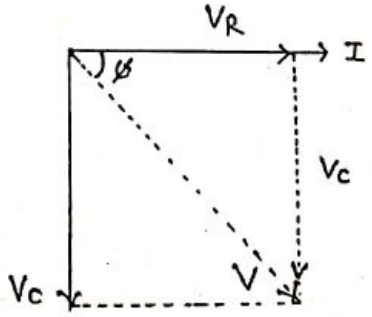
मान लो किसी क्षण परिपथ में धारा I प्रवाहित होती है। तब वोल्टेज ड्राप (विभवांतर) प्रतिरोध में $V_R = I \cdot R$

तथा
Capacitance में volt. drop $V_c = I \cdot X_c$

जहां पर X_c = capacitive reactance.

$$\boxed{X_c = \frac{1}{2\pi f C}}$$





Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

पायथागोरस प्रमेय से $\text{कर्ण}^2 = \text{लंब}^2 + \text{आधार}^2$

$$V^2 = V_R^2 + V_c^2$$

$$V^2 = (I.R)^2 + (I.X_c)^2$$

$$= I^2.R^2 + I^2.X_c^2$$

$$V^2 = I^2 (R^2 + X_c^2)$$

$$\frac{V^2}{I^2} = (R^2 + X_c^2)$$

$$Z^2 = (R^2 + X_c^2)$$

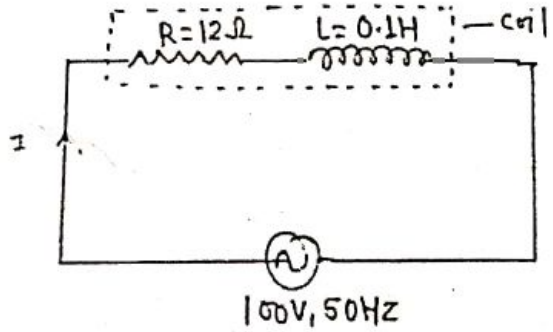
OR $$\boxed{Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

② Power factor, $\cos\phi = \frac{R}{Z}$

③ Power (P) = $VI\cos\phi = I^2R$

Q. A coil having a resistance of 12Ω and inductance of 0.1H is connected across a 100V, 50Hz supply, calculate (1) impedance of circuit (2) current (3) phase diffrence (4) Power factor.

Solution



Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

given data $R = 12\Omega$ $L = 0.1H$

$f = 50Hz$, $V = 100V$

Reactance $X_L = 2\pi fL$

$= 2\pi \times 50 \times 0.1 = 31.416\Omega$

(1) impedance $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(12)^2 + (31.416)^2}$

$= 33.63\Omega$

(2) current $I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{33.63} = 2.97\ A$

(3) $\cos\phi = \frac{R}{Z}$ or $\phi = \cos^{-1}\left(\frac{R}{Z}\right)$

$= \cos^{-1}\left(\frac{12}{33.63}\right)$

$= 69.1^\circ$

(4) Power factor $= \frac{R}{Z}$

$= \frac{12}{33.63}$

$= 0.3568$ Lag

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

UNIT: 3 SINGLE PHASE AC CIRCUIT

✡ R-L-C SERIES CIRCUIT

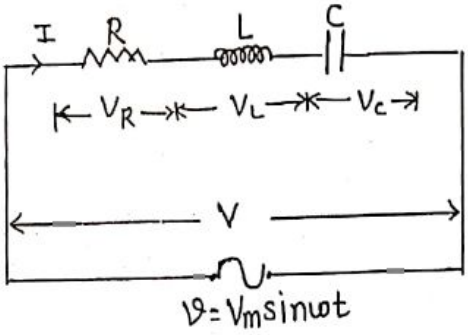


fig: R-L-C series circuit

मान लो चित्र में दिखाये अनुसार एक inductor (L), capacitor (C) तथा Resistance (R) A.C. voltage source के साथ series में जुड़े हैं।

मान लो किसी क्षण आरोपित वोल्टेज

$V = V_m \sin\omega t$ तथा परिपथ में बहने वाली धारा I

हो तो inductor के सिरों पर उत्पन्न विभवांतर $V_L = I.X_L$

capacitor —"— —"— —"— $V_C = I.X_C$

Resistance —"— —"— —"— $V_R = I.R$

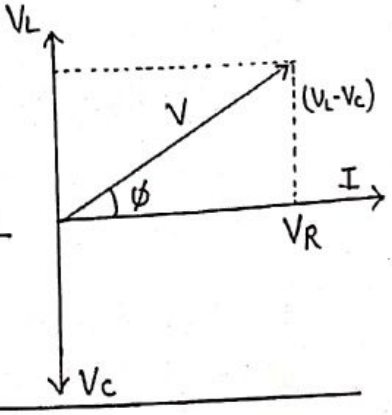
विभवांतर V_R तथा current I same phase में होते हैं। विभवांतर V_L current I से 90° lead करता है तथा V_C current I से 90° Lag करता है।

यदि R-L-C परिपथ में voltage V हो तो

$$V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

$$V^2 = (I.R)^2 + (I.X_L - I.X_C)^2$$

$$\therefore V^2 = I^2R^2 + I^2(X_L - X_C)^2$$



Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

$$\frac{V}{I} = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$\boxed{Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

$X_L = \omega L$ तथा $X_C = \frac{1}{\omega C}$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

PHASE DIFFRENCE:

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{I.X_L - I.X_C}{I.R}$$

$$= \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$$

POWER FACTOR: $\cos\phi = \frac{V_R}{V} = \frac{I.R}{I.Z} = \frac{R}{Z}$

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

POWER: Average power $P = VI\cos\phi = I^2R$

✡ POWER IN AC CIRCUIT

1. Apparent Power: यह RMS voltage और RMS current का गुणनफल होता है। इसे wattless या ideal power भी कहते हैं।

$$(S) = VI = I^2Z \text{ Volt. Ampere.}$$

2. Active Power: - यह power केवल Resistor में ही consume होता है। inductor तथा capacitor में यह power consume नहीं होता है। first half में पावर consume होता है और 2nd ½ cycle में source को return हो जाता है।

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Active Power $P = VI\cos\phi = I^2R$ Watts

3. Reactive Power :- यह power सिर्फ reactance में develop होती है।

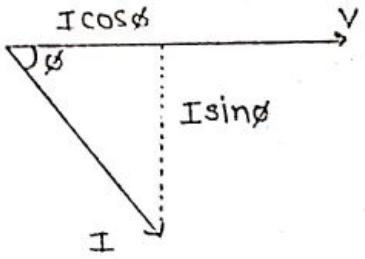
Reactive Power $Q = VI\sin\phi$

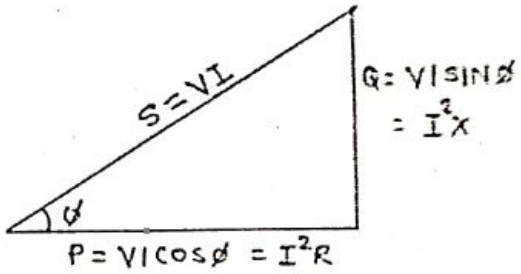
$= I^2X$ Volt Ampere reactive (VAR)

$S = P + jQ$

अथवा

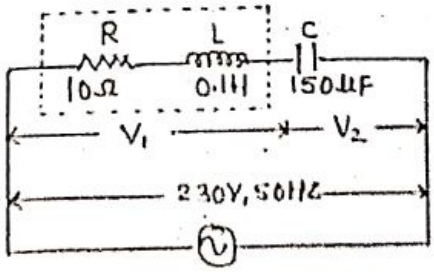
$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$





Power triangle.

Que. A coil having resistance of 10Ω and inductance 0.1H is connected in series with a condenser of capacitance 150µF across 200V, 50Hz supply. Determine impedance, (ii) current (iii) p.f. (iv) volt. across coil (v) volt. across condenser.



Solution. Inductive reactance $X_L = 2\pi f L$

$= 2\pi \times 50 \times 0.1$

$= 31.416\ \Omega$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Capacitive reactance $X_c = \frac{1}{2\pi f C}$

$= \frac{1}{2\pi \times 50 \times 150 \times 10^{-6}}$

$= 21.22\,\Omega$

① impedance of circuit $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$

$= \sqrt{(10)^2 + (31.46 - 21.22)^2}$

$= 14.28\,\Omega$

② current $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{14.28} = 14\,A$

③ power factor, $\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{10}{14.28} = 0.7$ lag

④ impedance of coil $Z_1 = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$= \sqrt{(10)^2 + (31.416)^2}$

$= 32.969\,\Omega$

Volt. across coil $V_1 = I.Z_1 = 14 \times 32.969$

$= 461.57\,V$

⑤ Voltage across capacitor $V_2 = I.X_c$

$= 14 \times 21.22$

$= 297.08\,V$

Que② A resistance of 20Ω and inductance 0.2H and capacitance 100μF are connected in series across 220V, 50Hz mains. Determine the following:
① impedance ② current ③ Volt across R, L and C ④ power in watts ⑤ power factor.

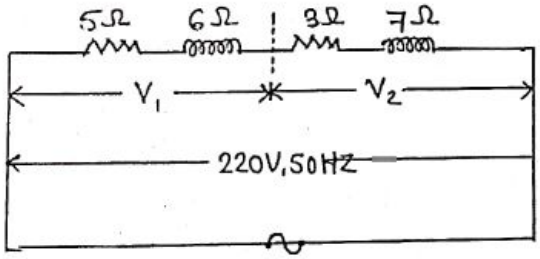
Solution:

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Que: Two coils are connected in series having resistance and inductive reactance 5 and 6 ohm, 3 and 7 ohm respectively. An A.C. voltage of 200V, 50HZ is applied across the combination. Calculate (i) current, power factor & power absorbed. (ii) volt-drop in each coil (iii) P.F & power absorbed in each coil.

Solution:



given data $R_1 = 5\Omega$
$X_{L_1} = 6\Omega$
$R_2 = 3\Omega$
$X_{L_2} = 7\Omega$
$V = 200V$

impedance of first coil $Z_1 = \sqrt{(R_1)^2 + (X_{L_1})^2}$
$= \sqrt{(5)^2 + (6)^2}$
$= 7.81\Omega$

impedance of second coil $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (X_{L_2})^2}$
$= \sqrt{(3)^2 + (7)^2}$
$= 7.606\Omega$

Total Resistance $R = R_1 + R_2 = 5 + 3 = 8\Omega$
Reactance $X_L = X_{L_1} + X_{L_2} = 6 + 7 = 13\Omega$

Total impedance $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$
$= \sqrt{8^2 + 13^2} = 15.264\Omega$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

(i) current in circuit, $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{15.264} = 13.1\,A$

Power factor of circuit $\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{8}{15.264} = 0.524$

Power absorbed in circuit, $P = VI\cos\phi$

$= 200 \times 13.1 \times 0.524$

$= 1373\,W$

(ii) Voltage drop across first coil $V_1 = I.Z_1$

$= 13.1 \times 7.81 = 102.3V$

Voltage drop across II coil $V_2 = I.Z_2$

$= 13.1 \times 7.616 = 99.77V$

(iii) Power absorbed of I^{st} coil, $\cos\phi = \frac{R}{Z_1} = \frac{5}{7.81} = 0.64$ Lagging

Power absorbed in I^{st} coil $P_1 = V_1 I\cos\phi_1$

$= 102.3 \times 13.1 \times 0.64$

$= 858\,W$

Power factor of II^{nd} coil, $\cos\phi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{3}{7.616}$

$= 0.394$ Lagging

Power absorbed in II^{nd} coil, $P_2 = V_2 I\cos\phi_2$

$= 99.77 \times 13.1 \times 0.394$

$= 515\,W$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

UNIT - 4

POLYPHASE CIRCUIT

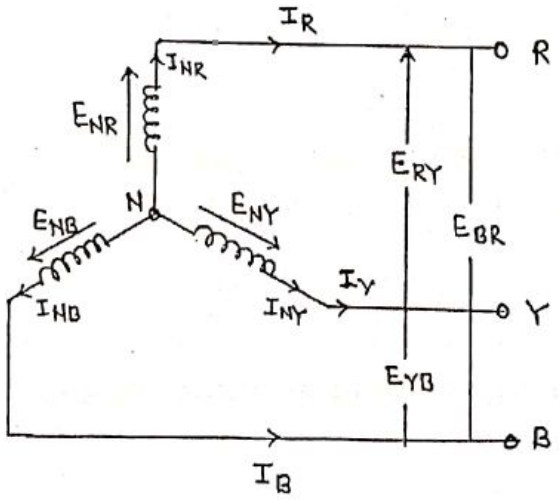
✡ Polyphase System :- यह दो या दो से अधिक वोल्टेज का combination है जो एक समान magnitude तथा frequency के हों किंतु एक दूसरे के साथ समान phase difference में होते हैं। अर्थात यदि 3 voltage हैं तो आपस में 120° electrical agle से displaced रहेंगें।

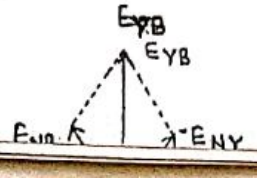
✡ STAR CONNECTION :-

Que: In a three phase balanced star connected system, find the relation between :-
(a) Line volt. & phase voltage
(b) Line current & phase current
(c) Total 3ϕ power

किसी त्रिकलीय समतुल्य स्टार कनेक्शन सिस्टम के लिए निम्न संबंध स्थापित किजिए :-
(a) लाइन वोल्टेज व फेज वोल्टेज में।
(b) लाइन करेंट व फेज करेंट में।
(c) कुल त्रिकलीय शक्ति।

Ans :-





Scanned by CamScanner

प्रत्येक phase में (winding) में वोल्टेज को phase voltage कहते हैं तथा Line conductor के across voltage को Line voltage (V_L) कहते हैं।

Now $E_{NR} = E_{NY} = E_{NB} = E_{ph}$ (phase voltage)

Loop NRYN से $\bar{E}_{NR} + \bar{E}_{RY} - \bar{E}_{NY} = 0$

$\bar{E}_{RY} = \bar{E}_{NY} - \bar{E}_{NR}$ (vector diffrence)

$$E_{RY} = \sqrt{E_{NY}^2 + E_{NR}^2 + 2E_{NY}E_{NR}\cos 60^\circ}$$

$$E_L = \sqrt{E_{ph}^2 + E_{ph}^2 + 2E_{ph}\cdot E_{ph} \times 0.5}$$

$$= \sqrt{3E_{ph}^2}$$

$$\boxed{E_L = \sqrt{3}E_{ph}}$$

where $E_{RY} = E_{YB} = E_{BR} = E_L$ (line voltage)

अतः star connection में

लाइन वोल्टेज = $\sqrt{3}$ × फेज वोल्टेज

② Relation b/w I_L & I_{ph} :-

चित्र से स्पस्ट है कि phase winding तथा line conductor में same current flow होगा क्योंकि आपस में series में जुड़े हैं।

अर्थात $I_R = I_{NR}$

$I_Y = I_{NY}$

$I_B = I_{NB}$

$I_{NR} = I_{NY} = I_{NB} =$ (phase current) I_{ph}

and $I_R = I_Y = I_B =$ (line current) I_L

अतः स्टार कनेक्शन में (I_L) Line current = Phase current (I_{ph})

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

⑤ Power

Power = $3VI\cos\phi$ (जहां पर Volt. & current, phase Volt & phase current है)

Line Power (P_L) = $3V_{ph}I_{ph}\cos\phi$

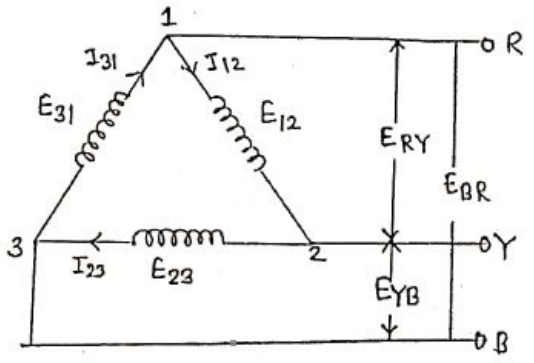
(P_{ph}) = 3 since $V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$ तथा $I_{ph} = I_L$

$$(P_L) = 3 \times \frac{V_L}{\sqrt{3}} \times I_L \cos\phi$$

$$\boxed{P_L = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi}$$

✡ DELTA CONNECTION :-

In 3ϕ balanced delta connected system, find relation between (a) V_L and V_{ph} (b) I_L and I_{ph} (c) Total 3ϕ power



(a) Relation b/w V_{ph} and V_L

चित्र से स्पष्ट है कि Terminal 1 & 2 के across जो voltage होगा वह E_{RY} के बराबर होगा क्योंकि parallel में वोल्टेज same होगा।

$\therefore$ $E_{12} = E_{RY}$

इसी प्रकार $E_{23} = E_{YB}$

तथा $E_{31} = E_{BR}$

जहां पर $E_{12} = E_{23} = E_{31} = E_{ph}$ = (Phase Voltage)

तथा $E_{RY} = E_{YB} = E_{BR} = E_L$ = (Line Voltage)

Hence in delta connection

$$\boxed{V_{ph} = V_L \text{ OR } E_{ph} = E_L}$$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

② Relation b/w I_{ph} and I_L

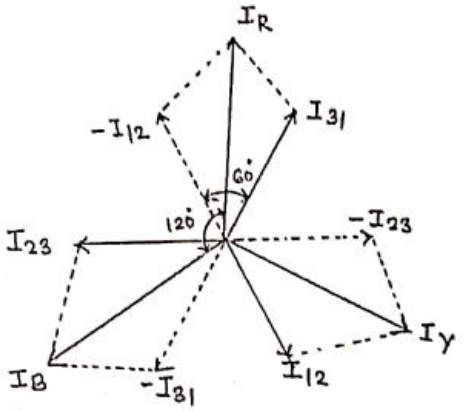


Fig: phasor diagram

$I_{12} = I_{23} = I_{31} = I_{ph}$ = (phase current)

Junction 1 में KCL लगाने पर

$$\bar{I}_{31} = \bar{I}_R + \bar{I}_{12}$$

OR $\bar{I}_R = \bar{I}_{31} - \bar{I}_{12}$ (vector diffrence) —— ①

इसी तरह Junction 2 पर

$$\bar{I}_Y = \bar{I}_{12} - \bar{I}_{23}$$

तथा Junction 3 पर

$$I_B = \bar{I}_{23} - \bar{I}_{31}$$

$$I_R = \sqrt{I_{31}^2 + I_{12}^2 + 2 I_{31} I_{12} \cos 60^\circ}$$

$$I_L = \sqrt{I_{ph}^2 + I_{ph}^2 + 2 I_{ph} \cdot I_{ph} \cos 60^\circ}$$ ($\because I_R = I_L$ = line current)

$$I_L = \sqrt{3 I_{ph}^2}$$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

$$I_L = \sqrt{3}\, I_{ph}$$

Similarly $\bar{I}_Y = \bar{I}_{12} - \bar{I}_{23}$ or $I_L = \sqrt{3}\, I_{ph}$

$\bar{I}_B = \bar{I}_{23} - \bar{I}_{31}$ or $I_L = \sqrt{3}\, I_{ph}$

अतः delta connection में

Line current = $\sqrt{3} \times$ phase current

③ **Power:-**

1ϕ system में power = $VI\cos\phi$

जहां पर V = वोल्टेज of 1ϕ i.e. V_{ph}

I = 1ϕ में current i.e. I_{ph}

अतः 3ϕ system के लिए

$$P = 3 V_{ph} I_{ph} \cos\phi \quad \text{——— (2)}$$

अतः Δ connection के लिए

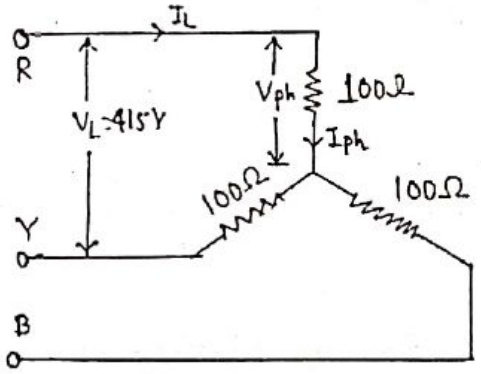
$V_{ph} = V_L$ तथा $I_{ph} = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$

$$P = 3 \times V_L \times \frac{I_L}{\sqrt{3}} \cdot \cos\phi$$

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi$$

Que: Three 100Ω resistors are connected first in star and then in delta across 415V, 3ϕ supply. Calculate the line & phase current in each and also power taken from source.

Solution:-



Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

जब Resistor star Y में जुड़ा है

Phase volt $V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{415}{\sqrt{3}} = 239.6V$

phase current $I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{415}{100} = 2.396A$

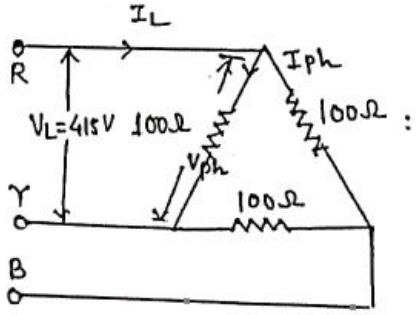
Line current $I_L = I_{ph} = 2.396A$

Power drawn, $P = 3I_{ph}^2 R_{ph}$

$= 3 \times (2.396)^2 \times 100$

$= 1722W$

② जब Resistor Δ में जुड़ा है



$V_{ph} = V_L = 415V$

$I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{415}{100} = 4.15A$

$I_L = \sqrt{3} \cdot I_{ph}$

$= \sqrt{3} \times 4.15 = 7.188A$

Power drawn $P = 3I_{ph}^2 \cdot R_{ph}$

$= 3 \times (4.15)^2 \times 100$

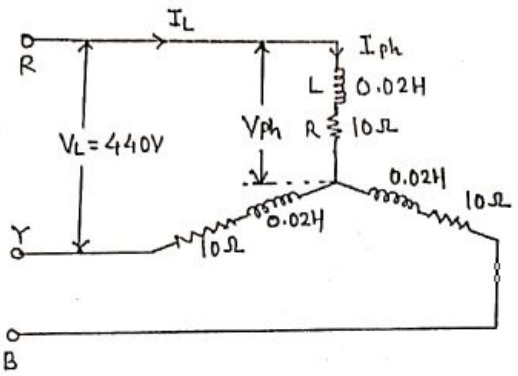
$= 5166W$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Que: Three coils each having resistance of 10Ω and inductance of 0.02H are connected in star across 440V, 50Hz, 3ϕ supply. Calculate line current and total power consumed.

Solution:-



Inductive Reactance $X_L = 2\pi f L$

$= 2\pi \times 50 \times 0.02$

$= 6.283\,\Omega$

Impedance per phase $Z_{ph} = \sqrt{(10)^2 + (6.283)^2}$ $\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$= 11.81\,\Omega$

phase voltage $= V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254.03V$

phase current $I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{254.03}{11.81} = 21.51A$

line current $I_L = I_{ph} = 21.51A$

power factor, $\cos\phi = \frac{R_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{10}{11.81} = 0.8467$ Lag.

Total power $= \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\phi$

$= \sqrt{3} \times 440 \times 21.51 \times 0.8467$

$= 13880\,W$

$= 13.88\,kW$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Que: Three equal impedance each having a resistance of 8Ω and inductive reactance of 6Ω are connected in (a) star (b) delta across 3Ø 440V system. Find:-
(a) phase current (b) line current (c) Total power consumed

Solution: (a) star connection

$$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254\,V$$

$$Z_{ph} = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(8)^2 + (6)^2}$$

$$= 10\,\Omega$$

(1) $I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{254}{10} = 25.4\,A$

(2) $I_{ph} = I_L = 25.4\,A$

(3) Power factor $\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0.8$ Lagging

(4) Power $= \sqrt{3}\,V_L I_L \cos\phi$

$= \sqrt{3} \times 440 \times 25.4 \times 0.8$

$= 15.488\,kW$

(B) Delta connection:-

$V_{ph} = V_L = 440V$

$Z_{ph} = 10\,\Omega$

$I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{440}{10} = 44\,A$

$I_L = \sqrt{3}\,I_{ph} = \sqrt{3} \times 44 = 76.21\,A$

$\cos\phi = R/Z = 0.8$ Lagg.

Power $= \sqrt{3}\,V_L I_L \cos\phi = \sqrt{3} \times 440 \times 76.21 \times 0.8 = 46.464\,kW$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Q. A balanced star-connected load of $(8+j6)\,\Omega$ per phase is connected to a 3ϕ, 230V supply. Find line current, power and power factor.

Solution:-

$$\bar{Z}_{ph} = 8+j6$$

$$= \sqrt{(8)^2+(6)^2} \angle \tan^{-1}(6/8)$$

$$= 10 \angle 36.87^\circ$$

$$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{230}{\sqrt{3}} = 132.79\,V$$

① $$I_L = I_{ph} = \frac{\bar{V}_{ph}}{\bar{Z}_{ph}} = \frac{132.79}{10 \angle 36.87} = 13.279 \angle -36.87^\circ\,A$$

② Power factor, $\cos\phi = \cos 36.87$

$= 0.8$ lag — Ans.

③ Power $= \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\phi$

$= \sqrt{3} \times 230 \times 13.279 \times 0.8$

$= 4232\,W$ — Ans.

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

✡ POWER MEASURMENT IN 3Ø CIRCUITS

A.C. Circuit में Wattmeter के द्वारा Power का measurment किया जाता है। Wattmeter एक ऐसा device है जिसमें दो coil होता है जिसे current coil तथा potential coil कहते हैं। current coil जिसमें low resistance होता है उसे लोड के साथ series में लगाते हैं। तथा Potential coil जिसमें High resistance होता है उसे लोड के across लगाते हैं।

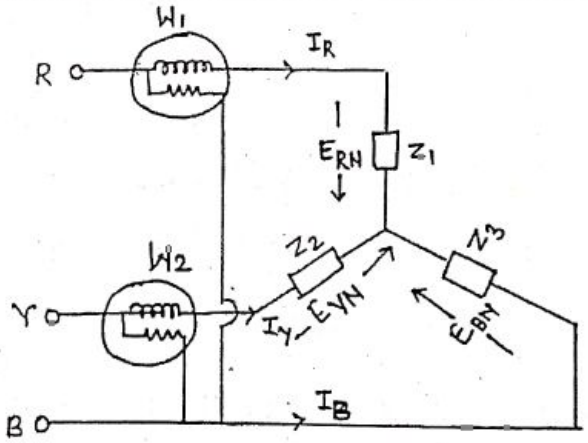
BLONDEL'S THEOREM:-

Blondel's के अनुसार जब K wire में power supply हो रही है तो, इसमें Total Wattmeter की आवश्यकता Total wire से 1 कम के बराबर होगी चाहे लोड ballanced हो या unbalanced.

$$\text{No of wattmeter required} = (K-1)$$
$$\text{—— " —— " —— "} = (\text{No. of wire} - 1)$$

अर्थात 3Ø, 4 wire system में (4-1) अर्थात 3 Wattmeter की आवश्यकता होगी तथा 3Ø, 3 wire system में (3-1) अर्थात 2 Wattmeter की आवश्यकता होगी।

✡ TWO WATTMETER METHOD FOR POWER MEASURMENT :



Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

✲ Consider Star Connection: -

चित्र के अनुसार Two wattmeter method को star connection में जोड़ा गया है।

Instantaneous current through current coil of W_1 = I_R

W_1 के current coil में Instantaneous current = I_R

W_1 के Potential coil में instantaneous voltage = $E_{RN} - E_{BN}$

अतः W_1 में instantaneous power = $I_R(E_{RN} - E_{BN})$

W_2 के current coil में instantaneous current = I_Y

W_2 के Potential coil में instantaneous voltage = $E_{YN} - E_{BN}$

अतः W_2 में Instantaneous power = $I_Y(E_{YN} - E_{BN})$

$$\therefore \quad W_1 + W_2 = I_R(E_{RN} - E_{BN}) + I_Y(E_{YN} - E_{BN})$$

$$= I_R \cdot E_{RN} - I_R \cdot E_{BN} + I_Y \cdot E_{YN} - I_Y \cdot E_{BN}$$

$$= I_R \cdot E_{RN} + I_Y \cdot E_{YN} - E_{BN}(I_R + I_Y)$$

$$\because (I_R + I_Y + I_B = 0)$$

$$= I_R \cdot E_{RN} + I_Y \cdot E_{YN} - E_{BN}(-I_B)$$

$$= I_R \cdot E_{RN} + I_Y \cdot E_{YN} + I_B \cdot E_{BN}$$

= Total power absorbed by three load

$$W_1 + W_2 = P$$

✲ TWO WATTMETER METHOD (BALANCED LOAD)

Wattmeter Reading $W_1 = V_L I_L \cos(30 - \phi)$

Wattmeter Reading $W_2 = V_L I_L \cos(30 + \phi)$

दोनो Wattmeter reading को जोड़ने पर

$$W_1 + W_2 = V_L I_L \cos(30 - \phi) + V_L I_L \cos(30 + \phi)$$

$$= V_L I_L [\cos(30 - \phi) + \cos(30 + \phi)]$$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

$$W_1 + W_2 = V_L I_L [\cos 30 \cos\phi + \sin 30 \sin\phi + \cos 30 \cos\phi - \sin 30 \sin\phi]$$

$$= V_L I_L [2 \cos 30 \cos\phi]$$

$$= V_L I_L \left(2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \cos\phi\right)$$

$$W_1 + W_2 = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi \quad \text{——— (1)}$$

$W_1 + W_2$ = P (Total power absorbed by 3ϕ ballanced Load)

तथा

$$W_1 - W_2 = V_L I_L (\cos(30 - \phi) - V_L I_L \cos(30 + \phi)$$

$$= V_L I_L [\cos(30 - \phi) - \cos(30 + \phi)]$$

$$= V_L I_L [\cos 30 \cos\phi + \sin 30 \sin\phi - (\cos 30 \cos\phi - \sin 30 \sin\phi)]$$

$$= V_L I_L [2 \sin 30 \sin\phi]$$

$$= V_L I_L \left[2 \times \frac{1}{2} \sin\phi\right]$$

$$W_1 - W_2 = V_L I_L \sin\phi \quad \text{——— (2)}$$

समी० (2) को समी० (1) से भाग देने पर

$$\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} = \frac{V_L I_L \sin\phi}{\sqrt{3} V_L I_L \cos\phi}$$

$$\sqrt{3} \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}\right) = \tan\phi$$

$$\boxed{\tan\phi = \sqrt{3} \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}\right)}$$

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Que: A balanced 3ϕ star connected load draws power from a 440V supply. The two wattmeter connected indicate $W_1 = 4.2$ kW and $W_2 = 0.8$ kW. Calculate power, P.f & current drawn from circuit.

Solution:

$W_1 = 4.2$ kW

$W_2 = 0.8$ kW

$\therefore$ Total power $P = W_1 + W_2$

$= 4.2 + 0.8$

$= 5.0$ kW

Now $\tan\phi = \sqrt{3}\left(\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}\right)$

$= \sqrt{3}\left(\frac{4.2 - 0.8}{4.2 + 0.8}\right)$

$\tan\phi = 1.17$

$\phi = \tan^{-1}(1.17)$

$= 49.47^\circ$

(2) Power factor $\cos\phi = \cos(49.47) = 0.6472$

(3) Now $P = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\phi$

$5 \times 1000 = \sqrt{3} \times 440 \times I_L \times 0.6472$

$I_L = 10.137$ A

Que: Two wattmeters are used to measure the power in 3-phase balanced system. What is power factor (1) when both the meter read equal (2) both the meter read equal but one is negative (3) One reads twice the other.

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner

Solution: case I: When both meter read equal, i.e. $W_1 = W_2$

$$\tan\phi = \sqrt{3}\left(\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}\right)$$

$$= \sqrt{3}\left(\frac{W_1 - W_1}{W_1 + W_1}\right)$$

$$\tan\phi = 0$$

$$\phi = \tan^{-1}(0) = 0^\circ$$

Power factor $= \cos\phi = \cos 0 = 1$ — Ans.

Case II: जब दो reading समान है किंतु एक –ve है : अर्थात

$$W_1 = -W_2$$

$$\tan\phi = \sqrt{3}\left(\frac{-W_2 - W_2}{-W_2 + W_2}\right)$$

$$\tan\phi = \infty$$

$$\phi = \tan^{-1}\infty = 90^\circ$$

Power factor $= \cos\phi = \cos 90^\circ = 0$ — Ans.

Case III: जब एक मीटर का reading दूसरे से double है

$$W_1 = 2W_2$$

$$\tan\phi = \sqrt{3}\left(\frac{2W_2 - W_2}{2W_2 + W_2}\right)$$

$$= \sqrt{3} \times \frac{1}{3}$$

$$\tan\phi = \frac{1}{\sqrt{3}} \qquad \phi = \tan^{-1}(1/\sqrt{3}) = 30^\circ$$

Power factor $= \cos\phi = \cos 30 = 0.866$ — Ans.

Scanned by CamScanner

Scanned by CamScanner