विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव

2
अध्याय

सूची

- चुम्बकत्व
- चुम्बकों के प्रकार
- चुम्बक के दो ध्रुव
- चुम्बकीय क्षेत्र
- पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र
- ओरेस्टेड का प्रयोग
- धारावाही तार के कारण चुम्बकीय क्षेत्र
- चुम्बकीय बल
- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (E.M.I)
- विद्युत मोटर (D.C. मोटर)
- प्रत्यावर्ती धारा (AC)
- जनरेटर
- घरेलू विद्युत परिपथ
- भूसम्पर्कित करना, लोड़ आधिक्य और लघुपतित करना

➤ चुम्बकत्व

◆ **चुम्बकत्व :** पदार्थ का वह गुण जिसके कारण एक पदार्थ लोहे के टुकड़ों को अपनी तरफ आकर्षित करता है, चुम्बकत्व कहलाता है।

◆ पदार्थ जिसमें चुम्बकत्व का गुण है, चुम्बक कहलाता है।

➤ चुम्बक के प्रकार

चुम्बक के प्रकार

(A) स्थायी (प्राकृतिक एवं क्रत्रिम चुम्बकें)

(B) अस्थायी (विद्युत चुम्बकें)

(A) स्थायी (प्राकृतिक एवं कृत्रिम चुम्बकें)

◈ प्राकृतिक चुम्बके

◆ **परिभाषा :** प्राकृतिक रूप से मिलने वाले लोहे के अयस्क, या लोहे स्टोन या चुम्बकीय या काला लोहे का ऑक्साइड (Fe_2O_3) इत्यादि प्राकृतिक चुम्बकें कहलाती हैं।

◆ **गुण :** ये निम्न दो गुण रखते है।

(i) आकर्षण का गुण : ये छोटे लोहे के टुकड़ों को अपनी ओर आकर्षित करते हैं।

(ii) दिशा का गुण : जब स्वतंत्र रूप से लटकाये जाते है, उनके सिरे भौगालिक उत्तर-दक्षिण दिशा की ओर इंगित करते हैं। इस कारण से लटकाया हुआ भाग लोह स्टोन या लीडींग स्टोन कहलाता है।

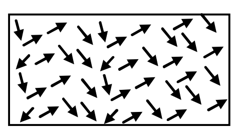
◆ **हानियां :** ये निम्न दो दुर्गुण रखते है :

(i) इनका आकार अनियमित होता है।

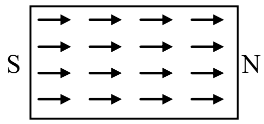
(ii) ये कमजोर होते हैं।

◈ कृत्रिम चुम्बक

◆ **विवरण :** ये चुम्बके कठोर स्टील या विशिष्ट मिश्रधातु से बनाई जाती है। इन चुम्बकों का पदार्थ कई 'परमाणु चुम्बक' रखता है। सामान्यत: वे सभी यादृच्छ दिशा में होते हैं। तब पदार्थ अचुम्बकित होता है।



(a) अचुम्बकित



(b) चुम्बकित

जब ऐसे किसी टुकड़े को उत्तर दक्षिण दिशा में रखा जाता है और एक हथौड़ा जड़ा जाता है, परमाणुक चुम्बकें स्वयं को पृथ्वी के क्षेत्र की दिशा में व्यवस्थित कर लेती हैं। (जैसा कि चित्र में दिखाया गया है) वे इस व्यवस्था को बनाए रखते है और टुकड़ा एक चुम्बक बन जाता है, जिसके पास वाले सिरे उत्तर (N) और दक्षिण (S) ध्रुव होते हैं। दो ध्रुवों के साथ इस तरह की चुम्बक, चुम्बकीय विद्युत कहलाती हैं।

- **लाभ :** इनके निम्न दो लाभ है -

(a) इन्हें मनचाही नियमित आकृति दी जा सकती है।

(b) वे मजबूत होते हैं।

(B) विद्युत चुम्बक

विद्युत चुम्बक विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव पर आधारित होती है। एक विद्युत चुम्बक को प्रायः एक परिनालिका में मुलायम लोहे की धातु रख कर के बनाया जाता है या एक बेलनाकार मुलायम लोहे की कोर पर बड़ी संख्या में कुचालक तार (सामान्यतः विद्युतरूद्ध ताबें के तार) के फेरों को वाइन्डिंग करके चुम्बक बनाया जाता है। एक विद्युत चुम्बक केवल तब तक चुम्बकीय गुण दर्शाती है, जब तक कि परिनालिका में विद्युत धारा प्रवाहित होती है। इस तरह से, विद्युत चुम्बक अस्थायी चुम्बक होती है।

- **विद्युत चुम्बक एवं स्थायी चुम्बक के मध्य अंतर**

विद्युत चुम्बक

चुम्बकत्व की प्रकृति : अस्थायी होती है। एवं विद्युत चुम्बक चुम्बकीय गुण दर्शाता है जब तब तक कि उसमें से धारा प्रवाहित हाती रहती है।

ध्रुवता : एक विद्युत चुम्बक की ध्रुवता धारा की दिशा बदलकर बदली जा सकती है।

चुम्बकीय क्षेत्र का सामर्थ्य : एक विद्युत चुम्बक का सामर्थ्य धारा को बढ़ाकर या घटाकर, घटाया या बढ़ाया जा सकता है।

स्थायी चुम्बक (या छड़ चुम्बक) :

चुम्बकत्व की प्रकृति : स्थायी (या छड़ चुम्बक) चुम्बक स्थायी चुम्बकत्व दर्शाते हैं।

ध्रुवता : स्थायी चुम्बक की ध्रुवता बदली नहीं जा सकती।

चुम्बकीय सामर्थ्य : स्थायी चुम्बक का सामर्थ्य परिवर्तित नहीं किया जा सकता।

➢ चुम्बक के दो ध्रुव

- **एक चुम्बक के ध्रुव :** जब एक चुम्बक के सिरों को लोहे के बुरादे में डुबोया जाता है, बुरादा इसके सिरो पर चिपकता है, किन्तु इसक भुजाओं पर नहीं। इससे यह अर्थ निकलाता है कि चुम्बक में आकर्षण का केन्द्र केवल उसके सिरों के पास होता है, ये आकर्षण के केन्द्र जो चुम्बक के सिरों के समीप होते हैं, ध्रुव कहलाते हैं। जब यह चुम्बक स्वतंत्रता पूर्वक लटकायी जाती है, दोनों सिरे उत्तर-दक्षिण दिशा में इंगित करते हैं। सिरों के समीप ध्रुव जो उत्तर की ओर इंगित करता है (उत्तर के पास वाला सिरा) उत्तरी ध्रुव कहलाता है तथा सिरे के समीप स्थित ध्रुव जो दक्षिण की ओर इंगित करता है। (दक्षिण के पास वाला सिरा) दक्षिण ध्रुव कहलाता हैं।

- **ध्रुवों के मध्य अतःक्रिया :** चुम्बकीय ध्रुव एक दूसरे पर बल लगाते हैं। समान ध्रुव एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं, जैसे कि एक उत्तरी ध्रुव दूसरे उत्तरी ध्रुव को प्रतिकर्षित करता है या विपरीत ध्रुव एक दूसरे को आकर्षित करते हैं, जैसे कि उत्तरी ध्रुव एक दूसरे को आकर्षित करते हैं, जैसे कि उत्तरी ध्रुव दक्षिणी ध्रुव को आकर्षित करता हैं।

➢ चुम्बकीय क्षेत्र

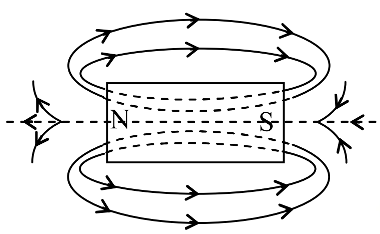
◈ चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएं (चुम्बकीय बल रेखाएँ)

◆ **परिभाषा :** एक चुम्बकीय द्विध्रुव के एक चुम्बकीय ध्रुव के चुम्बकीय क्षेत्र में एक चुम्बकीय बल रेखा सीधी या वक्रीय रेखा है, जो इस तरह से है कि रेखा के किसी भी बिन्दु पर स्पर्शज्या उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा बताती है।

◈ चुम्बकीय बल रेखाओं के गुण

ये निम्न गुण रखती है :

◆ ये हमेशा चुम्बक की सतह के प्रत्येक बिन्दु पर लगभग लम्बवत् होती है।



◆ ये उत्तरी ध्रुव (धनात्मक) से शुरू होती हैं और दक्षिणी (ऋणात्मक) ध्रुव पर अतं होती हैं।

◆ दो चुम्बकीय बल रेखाएँ आपस में प्रतिच्छेद नहीं करती हैं।

◆ ये अनुदैर्ध्य रूप से सिकुड़ने की प्रवृत्ति रखती है। **(अनुदैर्ध्य संकुचन)**

◆ ये पार्श्विक रूप से विस्तारित होने की प्रवृत्ति रखती है। **(पार्श्विक प्रतिकर्षण)** ताकि पड़ौसी रेखाओं पर पार्श्विक दाब लगा सके।
(उपरोक्त दो गुण एक खींचे हुए रबर बैन्ड के समान हैं)

◆ एक बिन्दु के सापेक्ष प्रति इकाई क्षेत्रफल से लम्बवत् निकलने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं की संख्या, उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता देती है।

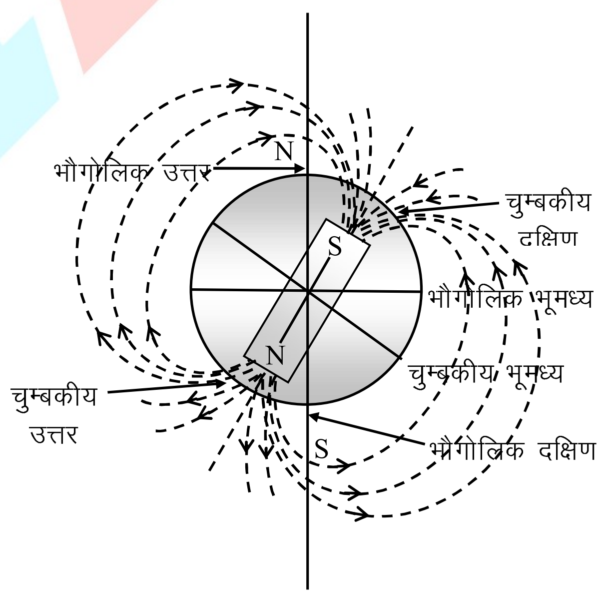
➢ पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र

◆ **पृथ्वी का चुम्बकत्व :** पृथ्वी एक बड़ी चुम्बक (या एक बड़ी परिनालिका) की भाँति व्यवहार करती है। इस विशाल चुम्बकत्व का स्त्रोत पिघली हुई आवेशित द्रव धातु है जो पृथ्वी की कोर के अंदर धारा प्रवाह को उत्पन्न करती है। इस कोर की त्रिज्या लगभग **3500 km** है। (पृथ्वी की त्रिज्या **6400 km** है)

◆ **कुछ सम्बद्ध पद**

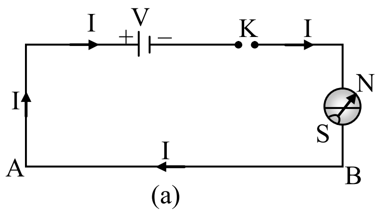
1. दक्षिण चुम्बकीय ध्रुव (S) : यह उत्तरी भौगोलिक ध्रुव N के समीप हैं।

2. उत्तरी चुम्बकीय ध्रुव (N) : यह दक्षिण भौगोलिक ध्रुव S के समीप हैं।

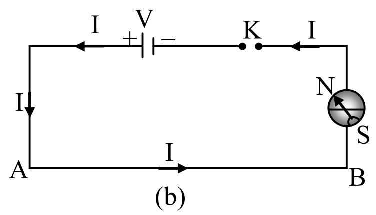


ओरेस्टेड का प्रयोग

- **संयोजन व्यवस्था :** एक सीधातार AB बैटरी V तथा कुंजी K से जुड़ा हुआ है। तार एक चुम्बकीय सुई के ऊपर क्षैतिज में रखा गया है।



(a)



(b)

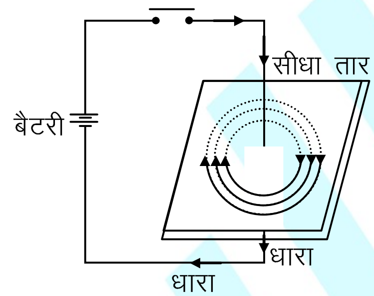
- **क्रिया विधि :** जब कुंजी बंद की जाती है, धारा चित्र में दिखाये अनुसार प्रवाहित होती है। सुई एक तरफ विक्षेपित होती है। जब कुंजी को बाहर निकाला जाता है ओर तार में धारा शून्य हो जाती है, सुई वापस अपनी प्रारम्भिक स्थिति (S – N) पर आ जाती है। यह दर्शाता है कि विद्युत धारा से सम्बद्ध चुम्बकीय क्षेत्र है।

  जब तार में धारा की दिशा वापस उलट जाती है। सुई के विक्षेपण की दिशा भी उलट जाती है। यदि धारा की दिशा समान रखी जाती है और तार सुई के नीचे रखी जाती है, सुई के विक्षेपण की दिशा फिर उलटी हो जाती है।

धारावाही तार के कारण चुम्बकीय क्षेत्र

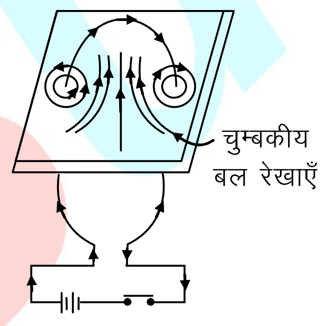
(A) सीधा तार :

इसका मतलब है कि जब एक सीधे तार में धारा प्रवाहित होती है, उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र तार को घेरे हुए वृत्ताकार बल रेखाएँ रखता है जिनका केन्द्र तार पर होता है, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। वृत्ताकार रेखाओं का तल तार की लम्बाई के लम्बवत् है। इनकी दिशाएं तीरों द्वारा दर्शायी गयी है।



चित्र (a) धारा सीधी है, चुम्बकीय क्षेत्र वृत्ताकार है।

(B) वृत्ताकार कुण्डली :



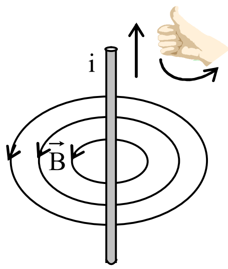
चित्र, (b) धारा वृत्ताकार है, चुम्बकीय क्षेत्र सीधा है।

- इसका मतलब है कि जब एक वृत्ताकार तार (कुण्डली) में धारा प्रवाहित होती है, उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र कुण्डली के केन्द्र की तरफ चित्रानुसार सरल रेखा में बल रेखाएँ रखता है। समान्तर रेखाएँ कुण्डली के तल के लम्बवत् तल में है। उनकी दिशा तीर द्वारा निर्देशित की गई हैं।
- **नियम :** चुम्बकीय बल रेखाओं की दिशा धारा की दिशा से दायें हाथ के अँगुठे के नियम द्वारा सम्बन्धित है।

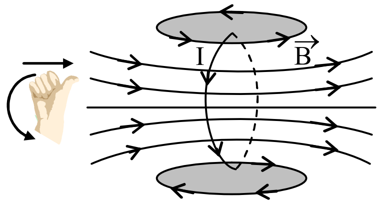
  नियम कहता है कि :

  दायें हाथ की चारों अंगुलियों को हथेली पर मोड़ो तथा अंगूठे को उनके लम्बवत् बाहर खींचा हुआ रखो। अंगूठा सीधा है और अंगुलिया वृत्ताकार है।

  प्रथम स्थिति में 1. अंगुठा सीधे तार में धारा की दिशा को दर्शाता है और अंगुलियों का घूमना वृत्ताकार चुम्बकीय बल रेखाओं की दिशा दर्शाता है। (चित्रानुसार)।



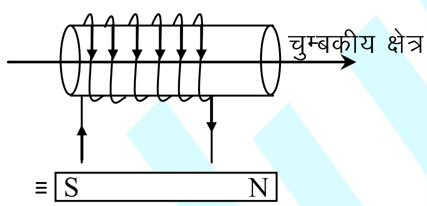
द्वितीय स्थिति में 2, घूमी हुई अगुलियां वृत्ताकार तार में धारा की दिशा को दर्शाती है और अँगूठा सीधी चुम्बकीय बल रेखाओं को दर्शाता है। (चित्रानुसार)।



चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के लिए दायें हाथ के अँगूठे का नियम

(C) परिनालिका :

- **परिभाषा :** एक परिनालिका एक सीधी बेलनाकार कोर है जिस पर विद्युत रूद्ध तार के असंख्य घेरे लपेटे गये हैं। इसे चित्र में दिखाया गया है -

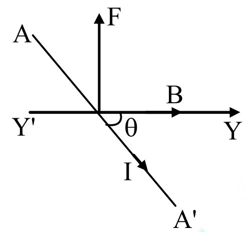


एक धारावाही परिनालिका और उसके फलक की ध्रुवता

➤ चुम्बकीय बल

◈ चुम्बकीय क्षेत्र के कारण एक धारावाही तार पर लगने वाला बल :

- **परिचय :** एक धारावाही चालक उसके चारों ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। जब इसे एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो दोनों चुम्बकीय क्षेत्र के बीच अंतक्रिया होती है। चालक पर एक बल कार्य करता है।

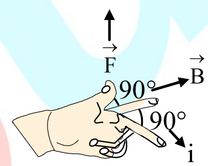


एक चालक पर बल

- **व्यंजक :** गणना के द्वारा यह पाया जाता है कि यदि ℓ लम्बाई का एक चालक जो धारा I ले जाता है, तीव्रता B के एक चुम्बकीय क्षेत्र में, उससे θ कोण बनाते हुए रखा जाता है, तो उस पर लगने वाला बल दिया जाता है -

$$F = I\ell B \sin\theta$$

◈ फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम :



फ्लैमिंग के बाये हाथ के नियम का प्रयोग एक धारावाही चालक को एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखने पर उसके गति की दिशा को ज्ञात करनें में किया जाता है। यह नियम इस प्रकार से है बायें हाथ के अंगूठे, तर्जनी एवं मध्यमा को इस प्रकार बाहर फैलाइये ताकि ये एक दूसरे के लम्बवत् हो।

यदि तर्जनी चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा (N से S), देती है, मध्यमा धारा की दिशा (+ से –), देती है, तब अगूँठा चालक पर कार्यरत बल की दिशा देता है। क्योंकि चालक उस पर लग रहे बल की दिशा में गति करेगा। इस प्रकार अंगूठा चालक के गति को दिशा देता है।

◈ एक गतिशील आवेश पर बल

- एक धारावाही चालक (एक तार) एक बल अनुभव करता है जब इसे एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है। धारा आवेशित कणों का समूह है जो कि गति में है। इस प्रकार, प्रत्येक गतिमान आवेशित

कण एक चुम्बकीय क्षेत्र में एक बल अनुभव करता है, जो लारेन्ज बल कहलाता है।

- एक धनात्मक आवेश द्वारा अनुभव किये गये बल को दिशा वही होगी जो कि धारा के लिए होती है और फ्लैनिंग के बाँये हाथ के नियम से दी जाती है।

  एक धारावाही चालक पर एक चुम्बकीय क्षेत्र में लगने वाला बल दिया जाता है -

$$F = B\,I\,\ell$$

- यदि Q, समय t में चालक में से गुजरा हुआ आवेश है, तो हम लिख सकते हैं -

$$I = \frac{Q}{t}$$

- उपरोक्त सम्बन्ध, जब एक साथ रखते हैं तो यह देता हैं,

$$F = \frac{BQ\ell}{t} = BQv$$

जहाँ v क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् आवेशित कण का वेग है

➤ विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (EMI)

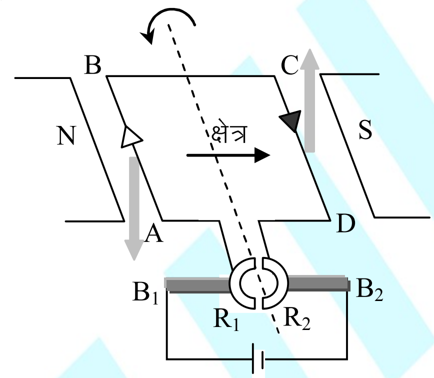
- **परिचय :** जब कभी एक बंद लूप से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तित होता है, विद्युतधारा लूप में उत्पन्न होती है। (बंद लूप से जुड़ा एक गेल्वेनोमीटर, विचलन दर्शाता है) धारा तब तक प्रवाहित होती है जब तक कि फ्लक्स परिवर्तित होता रहता है।

  यह घटना विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहलाती है। उत्पन्न विद्युत धारा, प्रेरित धारा कहलाती है। विद्युत वाहक बल जो इस धारा को उत्पन्न करता है, प्रेरित विद्युत वाहक बल कहलाता है।

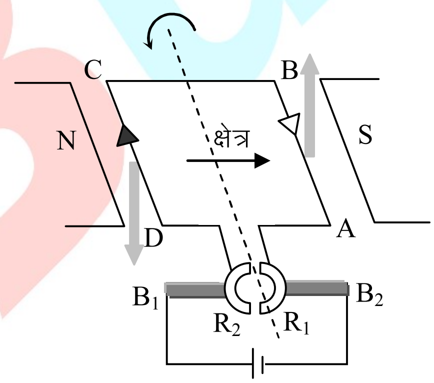
➤ विद्युत मोटर (D.C. मोटर)

(A) सिद्धान्त : यह एक चुम्बकीय क्षेत्र में फ्लैमिंग के बाये हाथ के नियम के अनुसार, एक धारावाही चालक के गति के सिद्धांत पर कार्य करता है। यह एक यंत्र है जो विद्युत ऊर्जा को घूर्णन की यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करता है।

(B) चित्र :



(a)



(b)

चित्र : DC मोटर

(C) बनावट : इसके **4** मुख्य भाग है, जो निम्न हैं।

- एक क्षेत्र चुम्बक, जो अवतल चुम्बकीय ध्रुव N–S रखती है, जो एक मजबूत चुम्बकीय क्षेत्र प्रदान करती है।
- एक आर्मेचर, जो मोटर का गतिशील भाग है। इसके दो भाग है :

  (i) पटलित शाफ्ट X–Y.

  (ii) कॉपर की कुण्डली ABCD जो क्षेत्र के अंदर शाफ्ट के सिरे X पर लपेटी गई है।
- अलग-अलग धात्विक वलय R_1 और R_2 का एक युग्म (कम्यूटेटर)।
- धात्विक कार्बन ब्रशों B_1 व B_2 का एक युग्म।

(D) क्रियाविधि : एक दिष्ट धारा (D.C.) स्त्रोत धात्विक ब्रशों B_1 व B_2 के मध्य जोड़ा जाता है। जब कुण्डली से धारा गुजरती है, यह भुजा CB और AD में प्रवाहित होती है जिसकी दिशा चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत होती है। समान तथा विपरीत बल (फ्लैमिंग के बायें हाथ के नियम की दिशा में) इन भुजाओं पर लगता है और वे एक बल आघूर्ण युग्म का निर्माण करते हैं। कुण्डली दक्षिणावर्त दिशा में घूमती है। आधे घूर्णन के बाद, वलय के अलग-अलग भाग ब्रशों को बदलते हैं। भुजा में धारा विपरीत हो जाती है, किन्तु बलाघूर्ण उसी दिशा में लगता है जिसमें पहले था। कुण्डली लगातार उस शाफ्ट को घूमाती रहती है, जिस पर वह लिपटी है। इस प्रकार, घूर्णन गति (मोटर की क्रियाविधि) पूर्ण होती है।

घूर्णन एक एकल कुण्डली से ही करना आसान नहीं है। कुण्डली की संख्या को बढ़ाकर के (या बहुकला मोटर) या एक लगातार बाइन्डिंग का प्रयोग करके भी घूर्णन आसान किया जा सकता है।

➤ प्रत्यावर्ती धारा (AC)

विद्युत धारा जो एक निश्चित समय अवधि के बाद अपनी दिशा (या ध्रुवता) बदलती है, प्रत्यावर्ती धारा या AC. कहलाती है। इस प्रकार, AC में, ध्रुवता (+ या –) निश्चित नहीं होती है। हमारे देश में हमारे घर में या ओद्योगिक परिसरों में प्रदान की जाने वाली विद्युत धारा प्रत्यावर्ती धारा (AC) है।

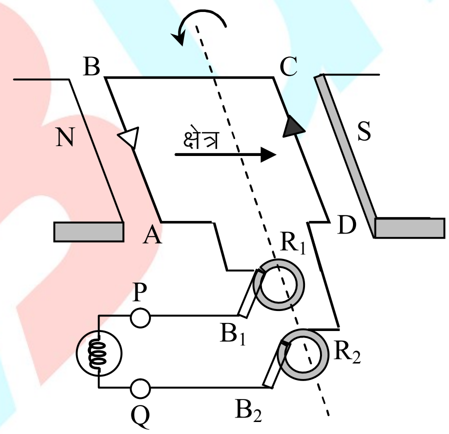
❖ **प्रत्यावर्ती धारा (AC) के लाभ-**प्रत्यावर्ती धारा (AC) निम्न लाभ रखती है :

- एक प्रत्यावर्ती धारा (AC) बिना किसी अधिक ऊर्जा हानि के तथा संचरण की निम्न दर से लम्बी दूरियों पर संचरित की जा सकती है।
- प्रत्यावर्ती धारा से चलाये जाने वाली मशीनें जैसे कि विद्युत पंखा, विद्युत मोटर, आदि (DC) दिष्ट धारा चलायी गयी मशीनों की तुलना में अधिक टिकाऊ और सुविधाजनक होती है।
- प्रत्यावर्ती धारा (AC) एक बहुत कम ऊर्जा हानि पर एक चोक कुण्डली के द्वारा नियंत्रित की जा सकती है। दूसरी ओर, दिष्ट धारा (DC) सापेक्ष रूप से अधिक ऊर्जा हानि पर केवल ओम के प्रतिरोध से नियंत्रित की जा सकती है।

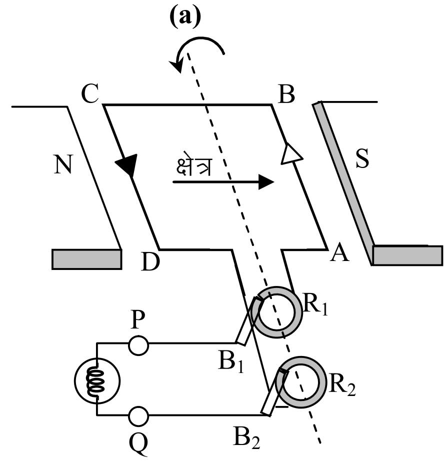
➤ जनरेटर

❖ **AC जनरेटर**

- **एक ac जनरेटर की बनावट :** यह एक दूसरे से विद्युत रूद्ध तांबे के तार की आयताकार कुण्डली रखता है। यह कुण्डली एक मजबूत स्थायी घोड़े के नाल की चुम्बक के ध्रुवों के मध्य उपस्थित चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाती है। यह चुम्बक क्षेत्र चुम्बक (field magnet) के नाम से जानी जाती है। वास्तविकता में, विद्युत रूद्ध तांबे के तार के बहुत सारे घेरे एक लोहे की कोर पर लपेटे जाते हैं, जिसे आरमेचर कहते हैं।



(a)



(b)

कुण्डली के दो स्वतंत्र सिरे दो फिसलने वाले वलयों R_1 व R_2 पर जोड़े जाते हैं। कुण्डली में

उत्पन्न होने वाली धारा से कार्बन ब्रुशों B_1 व B_2 से बाहर ली जाती है जो हल्के रूप से फिसलने वाली वलयों पर दबे होते हैं।

- **एक AC जनरेटर की क्रियाविधि :** माना कि कुण्डली ABCD प्रारम्भ में क्षैतिज स्थिति में है, और वामावर्त दिशा में घूर्णन कर रही है। जब कुण्डली वामावर्त दिशा में घूमती है भुजा AB नीचे की ओर गति करती है तथा भुजा CD ऊपर की ओर गति करती है। इस गति के दौरान कुण्डली चुम्बकीय बल रेखाओं को काटती है, और कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न करती है।

  फ्लेंमिग के बायें हाथ के नियम के अनुसार भुजा AB के नीचे की ओर गति के दौरान प्रेरित धारा भुजा AB में B से A की ओर बहती है और भुजा CD में D से C की ओर बहती है। इस तरह से उत्पन्न धारा दो फिसलने वाले वलयों और कार्बन ब्रुशों में से बाहर ली जाती है।

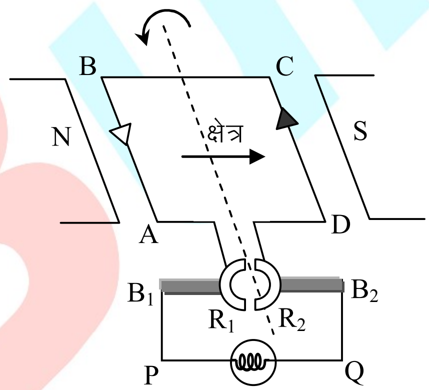
  आधे घूर्णन के बाद (180º से घूमने के पश्चात्) कुण्डली की भुजाएँ उनकी स्थिति बदल लेती है, भुजा AB दायी भुजा बन जाती है और भुजा CD नीचे की ओर गति करना शुरू करती है तथा भुजा AB ऊपर की ओर गति करना शुरू करती है। इस आधे घूर्णन के दौरान, प्रेरित धारा भुजा CD में C से D की ओर प्रवाहित होती है, और भुजा AB में A से B की ओर प्रवाहित होती है। दोनों फिसलनें वाली वलय की कुण्डली के साथ घूर्णन करते हैं। इसके परिणाम स्वरूप, उनकी धवता (+ और – ध्रुव) प्रत्येक आधे घूर्णन में बदलती है।

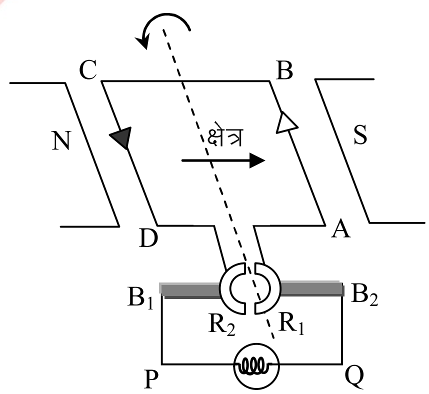
  वह धारा जो उसकी ध्रुवता एक निश्चित समय अंतराल के बाद बदलती है, प्रत्यावर्ती धारा (AC) कहलाती है। इसलिए, यह विद्युत जनरेटर प्रत्यावर्ती धारा (AC) उत्पन्न करता है।

- **प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति :** प्रत्यावर्ती धारा (AC) जो इस तरह से उत्पन्न होती है, निश्चित आवृत्ति रखती है। यह आवृत्ति एक सेकण्ड में होने वाले ध्रुवता परिवर्तन के आधी संख्या के बराबर होती है। हमारे देश में, विद्युत शक्ति उत्पादक इकाइयों द्वारा प्रदान की गई प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति 50 चक्कर प्रति सेकण्ड (या Hz) है। इसका मतलब है कि हमारे देश में उत्पन्न प्रत्यावर्ती धारा (AC) एक सेकण्ड में 100 बार ध्रुवता बदलती है।

DC जनरेटर

एक DC जनरेटर का अर्थ है, दिष्ट धारा विद्युत जनरेटर 1 एक DC जनरेटर दिष्ट धारा उत्पन्न करता है। एक DC जनरेटर DC डायनेमो भी कहलाता है। एक सरल DC जनरेटर चित्र में दिखाया गया है।





- **DC जनरेटर की बनावट :** एक सरल DC जनरेटर विद्युत रूद्ध तांबे के तार की एक कुण्डली रखता है। कुण्डली एक मजबूत घोडे के नाल की आकार के चुम्बक के दो ध्रुवों के मध्य रखी जाती है। वास्तविकता में, एक मुलायम लोहे की कोर पर

विद्युत रूद्ध तांबे के तार के बहुत सारे घेरे लपेटे जाते हैं।

कुण्डली के दो सिरे अलग-अलग वलयों (R_1, R_2 जिन्हे कम्युटेटर कहते हैं) के दो आधे भागों से जोड़े जाते हैं। दो कार्बन ब्रुश दो अर्द्ध वलयों पर हल्के से दबे होते है। धारा ब्रुश B_1 व B_2 से बाहर की ओर ली जाती है।

◆ **एक DC जनरेटर की क्रियाविधि :** माना कि कुण्डली ABCD प्रारम्भ में क्षैतिज स्थिति में है, और वामावर्त दिशा में घूमायी जाती है, भुजा AB नीचे की ओर जाती है और भुजा CD ऊपर की ओर जाती है। इस गति के दौरान चुम्बकीय बल रेखाओं को काटती है और एक प्रेरित धारा कुण्डली में उत्पन्न होती है। फ्लैमिंग के बाये हाथ के नियम के अनुसार, भुजा AB के नीचे की ओर गति के दौरान, प्रेरित धारा भुजा AB में B से A की तरफ बहती है और भुजा CD में D से C की ओर बहती है। इस तरह से उत्पन्न धारा दो आधे अलग-अलग वलयों ओर कार्बन ब्रुशों के बाहर ली जाती है।

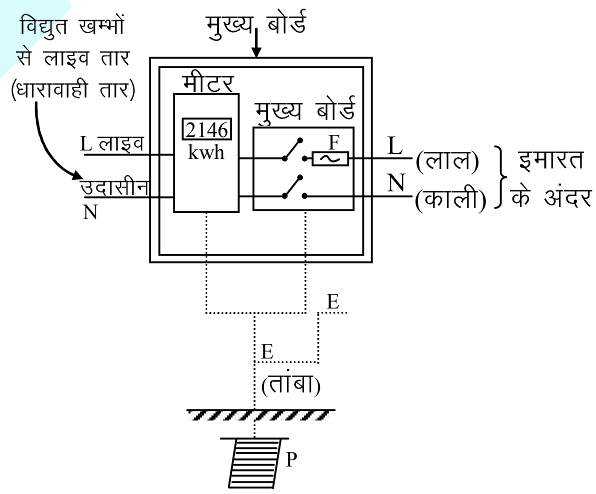
आधे घूर्णन के पश्चात् (180^o से घूर्णन के बाद) कुण्डली की भुजाएँ उनकी स्थितियों को आपस में बदल लेती हैं। भुजा AB दायी ओर आ जाती है और भुजा CD बायीं ओर आ जाती है। तब भुजा CD नीचे की ओर गति करना शुरू करती है, और भुजा AB ऊपर की ओर गति करना शुरू करती है। इस आधे घूर्णन के बाद प्रेरित धारा भुजा CD में C से D की ओर प्रवाहित होती है और भुजा AB में A से B की ओर प्रवाहित होती है।

दो आधी अलग-अलग फिसलने वाले वलय (R_1 व R_2) कुण्डली के साथ घूर्णन करते है और दो कार्बन ब्रुशों को एक के बाद एक छूते है। जिसके परिणाम स्वरूप प्रत्येक कार्बन ब्रुश लगातार समान ध्रुवता, (+ या –) रखते हैं। ब्रुश B_2 हमेशा धनात्मक टरमिनल रखता है और ब्रुश B_1 ऋणात्मक टरमिनल रखता है। इस तरह से उत्पन्न धारा दिष्ट धारा (DC) कहलाती है।

◆ **DC जनरेटर AC जनरेटर से भिन्न है :** AC व DC जनरेटरों की मूल संरचना (बनावट) समान है। दो जनरेटर केवल कुण्डली के तार के सिरों पर फिसलने वाले वलय की बनावट में भिन्न है। एक AC जनरेटर दो पूर्ण वलय प्रयोग में लेता है, जिन्हें फिसलने वाली वलय (स्लिप रिंगस) कहा जाता है, जो कुण्डली के तार के प्रत्येक सिरे पर होती है। जबकि एक DC जनरेटर कम्यूटेटर के दो अर्द्ध वलय (जिन्हें स्पलिट रिंग कहा जाता है) रखता है।

➤ घरेलू विद्युत परिपथ

(A) मुख्य बोर्ड : यह इमारत के बाहर एक ढ़के हुए स्थान के नीचे (बरामदा या पोर्च) लगाया जाता है। यह मीटर (ऊर्जा-मीटर) और मुख्य स्विच रखता है। गली के विद्युत खम्भों से एक मोटी रबर से विद्युत रूद्ध रस्सी (cord) मुख्य बोर्ड तक पहुँचती है। यह दो मोटे कॉपर या एलुमिनियम के तार रखती है, एक लाल प्लास्टिक कवर से तथा दूसरा काले (या भूरे) प्लास्टिक कवर से ढ़का हुआ होता है।



ये क्रमशः लाइव लाइन तार (L) और उदासीन लाइन तार (N) रखते हैं। लाइव लाइन 220V का विभव रखती है जबकि उदासीन लाइन शून्य विभव

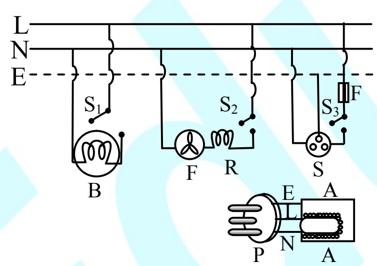
(पृथ्वी के सापेक्ष) रखती है। वे मुख्य बोर्ड में प्रवेश करते हैं तथा मीटर से जोड़े जाते हैं।

इससे आगे की वाइरिंग मकान मालिक द्वारा खुद लगायी जाती है। ये तार भी लाल व काले प्लास्टिक कवर के होते हैं। मीटर स्विच में, लाइव तार में एक फ्यूज भी लगाया जाता है।

एक तीसरा तार, ताँबे का नंगा मोटा तार होता है, जो अर्थ तार E कहलाता है। यह एक अर्थ कनेक्शन से जुड़ा होता है। जो एक मोटी ताँबे की प्लेट P, जिसे कम पृथ्वी के अंदर गहराई से दबाया जाता है, रखती है।

(B) इमारत के अंदर :

यह अच्छी तरह से जाना गया तथ्य है कि मकान के अंदर सभी उपकरणों का कनेक्शन समान्तर क्रम में होता है, प्रत्येक का स्वतंत्र स्विच और फ्यूज (यदि आवश्यक हो) होता है। इस प्रकार एक कमरे के अंदर एक विशेष उपकरण में कोई गडबड़ी (फाल्ट) होता है, दूसरे कमरे के उपकरणों पर कोई फर्क नहीं पड़ता हैं।



चित्र में दिखाये अनुसार, बल्ब B और पंखे F जैसे कम शक्ति के उपकरणों का कनेक्शन केवल लाइन N और L से, लाइन L में स्विच रखकर किया जाता है।

अधिक शक्ति के उपकरण और जिनसे हमारा शरीर सम्पर्क में रहता है। (जैसे विद्युत ईस्त्री, या रेफ्रिजरेटर आदि), हम 3 पिन प्लग-सोकेट (चित्र b में दिखाया गया है) सिस्टम से कनेक्शन प्रयोग में लेते हैं।

एक तीन पिन प्लग P और तीन पिन सोकेट S चित्र में दिखाये गये हैं। सोकेट के तीन बिन्दु चित्रानुसार (चित्र b) तीन लाइनों से जोड़े जाते हैं। उपकरण को किसी क्षति से बचाने के लिए फ्यूज F भी लगाया जाता है। एक तीन पिन प्लग एक तीन तार वाली कोर्ड (रस्सी) का प्रयोग करता है जो एक रबर वाले विद्युत से निरूद्ध कवर में तीन प्लास्टिक के तारों को रखता है। तार लाल, काला और हरा रंग रखते है जो उपकरण के लिए लाइव, उदासीन, और अर्थ तार का विस्तार उपलब्ध कराते हैं। तीनों तार सोकेट में चित्रानुसार तीन छिद्रों से जोड़े जाते हैं। जब सोकेट में प्लग लगाया जाता है, उपकरण के लिए उचित लाइन जुड़ जाती है।

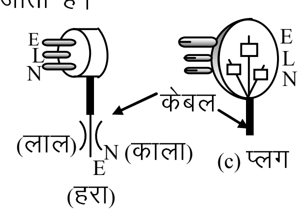
(C) अर्थ (भूसम्पर्कित) तार का कार्य :

बहुत समय तक प्रयोग में लाने के कारण उपकरण के भीतर कुछ ढके हुए तार आवरणहीन हो जाते है और उपकरण की धात्विक ढाँचे से छू जाते हैं। इस तरह की स्थिति में उपकरण एक विद्युत का झटका लगाता है यदि उसे भूसम्पर्कित नहीं किया गया हो अर्थ (भूसम्पर्कित) तार उपकरण का विभव शून्य रखता है, जिससे विद्युत का झटका नहीं लगता।

➤ भूसम्पर्कित करना, लोड आधिक्य और लघुपतित करना

❖ अर्थ करना (भूसम्पर्कित)

- **परिभाषा :** एक उच्च शक्ति वाले विद्युत उपकरण (जैसे विद्युत इस्त्री, रेफ्रिजरेटर, ओवन इत्यादि) को धात्विक सतह को घरेलु परिपथ के अर्थ तार से जोड़ने को, अर्थिंग (भू सम्पर्कित करना) कहा जाता है।



(c) प्लग के अंदर

तीन पिन प्लग में, तीन पिन होती है जो एक त्रिभुज का निर्माण करती है। ऊपर की पिन दो

नीचे की पिनों से अधिक मोटी होती है। प्लग के अंदर पिनें तीन विभिन्न रंग के तारों से तीन तार वाली केबल से जुड़ी होती हैं। तार के रंग का कोड हरा (अर्थ E), लाल (लाइव–L), काला या भूरा (उदासीन–N) होता है।

लाभ : लम्बे समय तक प्रयोग करने से कट-फट जाने के कारण, उपकरण के अंदर लाइव तार आवरणहीन हो जाता है और उपकरण के ढाँचे को छू लेता है। यह सम्पर्क उपकरण विभव को लाइव तार के उच्च विभव तक उठा देता है। यदि हम इस तरह के उपकरण को नंगे पावों से प्रयोग करते है तो हमे एक खतरनाक विद्युत का झटका लगेगा।

यदि उपकरण भूसम्पर्कित है, तो उसके ढांचे का विभव, पृथ्वी से सम्पर्कित होने के कारण शून्य हो जाता है। यदि अब इस उपकरण को प्रयोग में लेंगे तो कुछ भी महसूस नहीं होगा। हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि हम स्वयं को खतरनाक विद्युत झटकों से बचा सकते हैं यदि हम हमारे विद्युत उपकरणों को भूसम्पर्कित (अर्थ) रखते हैं।

◈ ओवर लोडिंग और शोर्ट सर्किटिंग

धारा उसके सीमांत मान से अधिक मान दो परिस्थितियों में रखती है -

(i) ओवर लोडिंग (ii) शॉर्ट सर्किटिंग

इन्हें आगे समझाया गया हैं -

- **ओवरलोडिंग :** जब उच्च शक्ति के विद्युत उपकरण जैसे रेफ्रिजरेटर, एअरकंडीशनर और विद्युत इस्त्री एक साथ स्विच आन कर दिये जाते है, तो मुख्य तार से आने वाली कुल धारा इसके (टोलरेन्स सीमा) सहन करने की सीमा से अधिक हो जाती है, जिससे उपकरण क्षतिग्रस्त हो सकते हैं या आग लग सकती है। इस परिस्थिति के कारण ओवर लोडिंग होती है।
- **शोर्ट सर्किटिंग (लघु पतित होना) :** लम्बे समय तक प्रयोग में लेने, कट-फट जाने के कारण, विद्युत रूद्ध पदार्थ में कमी होने से, लाइव एवं उदासीन तार एक ही बिन्दु पर आवरणहीन हो जाते हैं, और सीधे सम्पर्क में आ जाते हैं। शून्य प्रतिरोध होने के कारण, एक विशाल धारा उत्पन्न होती है। जो कि खराबी एवं आग लगने की दुर्घटना का कारण होती है। इस तरह की स्थिति को शोर्ट सर्किटिंग या लघुतित होना कहते हैं।

◈ विद्युत फ्यूज

- **परिचय :** यह एक छोटा, साधारण और सस्ता लेकिन बहुत उपयोग विद्युत उपकरण है, जिसे घरेलु विद्युत परिपथ में प्रयोग किया जाता है।
- **क्रियाविधि :** घरेलु विद्युत परिपथ में जब कमी मुख्य परिपथ में अचानक वोल्टता की वृद्धि होती है या ओवरलोडिंग होती है या शॉर्ट सर्किटिंग होती है। तो धारा बहुत उच्च हो जाती है और विद्युत उपकरण की अधिकतम धारा सहन करने की सीमा से अधिक हो जाती है, फ्यूज गर्म हो जाता है, और परिपथ तोड़ने के लिए पिघल जाता है। परिपथ उच्च धारा के कारण होने वाली क्षति से बच जाता है।

➤ याद रखने योग्य बिन्दु

- एक मुक्त रूप से लटकायी गयी चुम्बक हमेशा उत्तर दक्षिण में रहती हैं।
- एक चुम्बक के चारों ओर का क्षेत्र जिसमें उसके चुम्बकीय बल का पता लगाया जा सके चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।
- चुम्बकीय क्षेत्र को चुम्बकीय बल रेखाओं द्वारा दर्शाया जाता है।
- चुम्बकीय क्षेत्र के किसी भी बिन्दु पर स्पर्शज्या उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को बताती है।
- एकांक क्षेत्रफल से गुजरने वाली विद्युत बल रेखाओं की संख्या क्षेत्र की तीव्रता को व्यक्त करती है। यदि बल रेखाओं की संख्या अधिक पास-पास है तो चुम्बकीय क्षेत्र अधिक प्रबल होगा।

- एक सीधे धारावाही चालक के चारों ओर चुम्बकीय बल रेखाएँ चालक के चारों ओर संकेन्द्रीय वृत्त होती हैं।
- एक सीधे धारावाही चालक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा फ्लैमिंग के दायें हाथ के नियम से दी जाती हैं।
- एक धारावाही परिनालिका के कारण चुम्बकीय क्षेत्र एक छड़ चुम्बक के कारण क्षेत्र के समान होता है। एक परिनालिका के अंदर चुम्बकीय क्षेत्र लगभग नियत होता है और यह परिनालिका के अक्ष के समान्तर होता हैं।
- धारा के चुम्बकीय क्षेत्र के कारण बनायी जाने वाली चुम्बक एक विद्युत चुम्बक कहलाती है। एक विद्युत चुम्बक निश्चित रूप से एक मुलायम लोहे की कोर रखती है जिसके चारों ओर विद्युत रूद्ध ताँबे के तार के घेरे लपेटे जाते हैं।
- एक विद्युत मोटर वह उपकरण है जो विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करती हैं। यह इस सिद्धांत पर आधारित है कि जब एक धारावाही कुण्डली एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाती है, इस पर एक बल आघूर्ण लगता हैं।
- जब एक चालक एक चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् गति करता है, तो इसके सिरो पर एक विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है। प्रेरित विद्युत वाहक बल या प्रेरित धारा की दिशा का फ्लैमिंग के सीधे हाथ के नियम से पता लगाया जाता है।
- जनरेटर विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र के सिद्धान्त पर आधारित होता है, जिसमें लगातार फ्लक्स में परिवर्तन हो रहा है, जिसके कारण एक विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है।
- शक्ति ग्रह से नगरों तक शक्ति को उच्च विभव व निम्न धारा पर भेजा जाता है ताकि शक्ति हानि न्यूनतम हो।
- एक फ्यूज एक तार होता है जिसका प्रतिरोध उच्च होता है तथा निम्न गलन बिन्दु वाले पदार्थ का बना होता है।