CHAPTER-3
Electric Supply System and Motor

विद्युत सप्लाई सिस्टम (Electric Supply System)

विद्युत पावर को पावर स्टेशन से उपभोक्ता तक पहुँचाने के माध्यम को विद्युत सप्लाई सिस्टम कहते हैं। एक विद्युत सप्लाई सिस्टम तीन मुख्य भागों से मिलकर बना है-पावर स्टेशन, संचरण लाइन तथा वितरण सिस्टम। विद्युत पावर का उत्पादन पावर स्टेशन पर होता है जो कि उपभोक्ता से बहुत दूर होता है। इसके उपरान्त इसे विभिन्न लोड सेन्टरों पर जोकि बहुत दूरी पर होते हैं, कंडक्टर के द्वारा संचरित किया जाता है, जिसे संचरण लाइन कहते हैं। अन्त में इसे छोटे तथा बड़े उपभोक्ताओं को वितरण नेटवर्क के द्वारा को वितरित किया जाता है।

विद्युत सप्लाई को मुख्यतः निम्न दो वितरण सिस्टम द्वारा वितरित किया जाता है-

(1) D.C. व A.C. सिस्टम।

(2) शिरोपरि व भूमिगत सिस्टम।

आजकल 3-फेज, 3-तार A.C सिस्टम को सस्ता होने के कारण उत्पादन व संचरण में उपयोग किया जाता है; जबकि विद्युत पावर का वितरण 3-फेज, 4-तार A.C. सिस्टम के द्वारा किया जाता है। भूमिगत सिस्टम अधिक महँगा होने के कारण उपयोग में नहीं लाया जाता है, इसलिये हमारे देश में विद्युत पावर का संचरण व वितरण शिरोपरि लाइनों के द्वारा किया जाता है।

वितरण प्रणाली

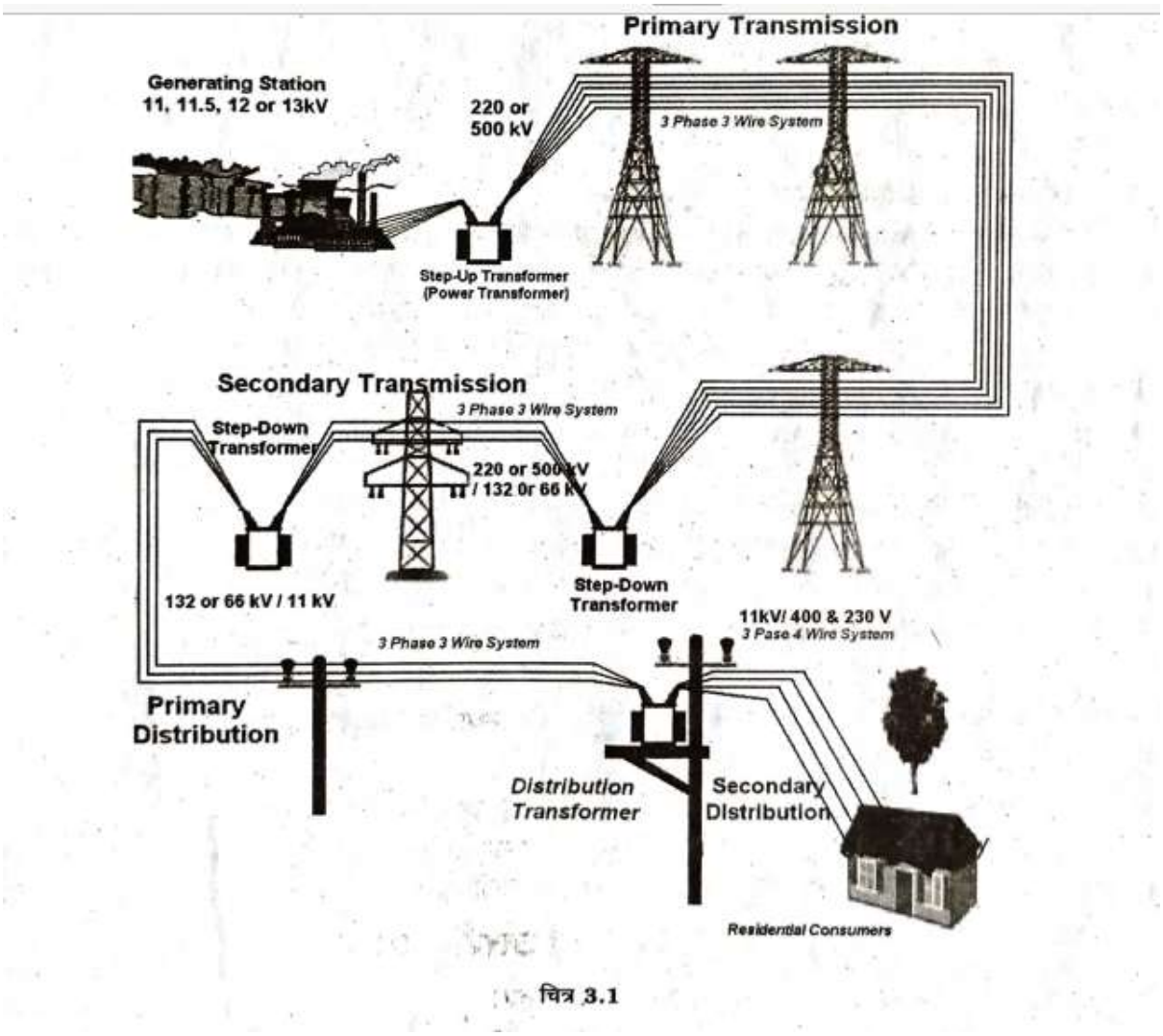
1.प्राथमिक वितरण प्रणाली Primary Distribution System

Generating station (उत्पादन) से वैद्युत शक्ति को प्रायः 33 किलोवोल्ट से 800 किलोवोल्ट तक की वोल्टता पर, संचरण लाइनों द्वारा विभिन्न स्थानों पर स्थापित उपकेन्द्रों तक पहुँचाया जाता है। उपकेन्द्रों पर इन वोल्टताओं को स्टेप-डाउन ट्रॉसफॉर्मर की सहायता से 1.1 किलोवोल्ट से 11 किलोवोल्ट तक की वोल्टता में परिवर्तित किया जाता है और यहाँ से इसी वोल्टता पर वैद्युत शक्ति को वितरण के लिए विभिन्न लघु उपकेन्द्रों तथा विपुल प्रदाय उपभोक्ताओं (bulk supply consumers) तक पहुँचाया जाता है। इस प्रणाली को प्राथमिक वितरण प्रणाली कहते हैं। इस प्रणाली के लिए प्रयुक्त वोल्टता, भेजी जाने वाली वैद्युत शक्ति की मात्रा तथा वैद्युत उपकेन्द्र से वैद्युत शक्ति की आवश्यकता वाले स्थान तक की दूरी पर निर्भर करती है।

द्वितीयक वितरण प्रणाली (Secondary Distribution System Small)

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

substations पर प्राप्त, उच्च वितरण वोल्टता को पुनः स्टेप-डाउन ट्रॉसफॉर्मर द्वारा 415 वोल्ट की वोल्टता में परिवर्तित किया जाता है। इन लघु वैद्युत उपकेन्द्रों से वैद्युत शक्ति को बहुत से निम्न वोल्टता (415 वोल्ट लाइन वोल्टता तथा 240 वोल्ट फेज वोल्टता) वाले वितरकों द्वारा उपभोक्ताओं तक पहुँचाया जाता है। वैद्युत शक्ति के वितरण की इस प्रणाली को द्वितीय प्रणाली वितरण प्रणाली अथवा निम्न वोल्टता वितरण प्रणाली कहते हैं।



चित्र 3.1

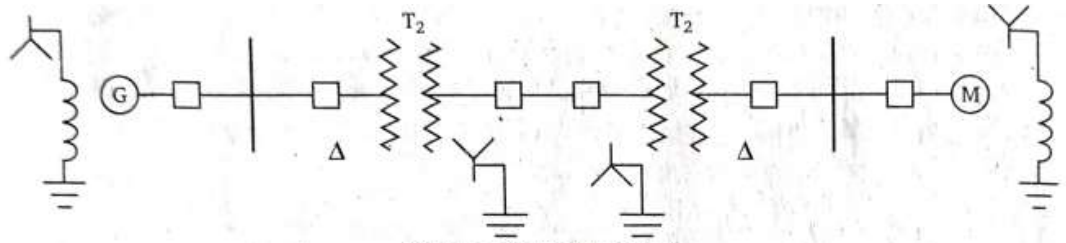
Question 1.-वितरण प्रणाली कितने प्रकार कि होती है ?आरेख बनाईये |(2018 exam)

सिंगल लाइन आरेख

पावर सिस्टम की सिंगल लाइन आरेख वह नेटवर्क है जो सिस्टम घटकों के मुख्य कनेक्शन और व्यवस्था को उनके डेटा (जैसे आउटपुट रेटिंग, वोल्टेज, प्रतिरोध और प्रतिक्रिया, आदि) के साथ दर्शाता है। पावर सिस्टम के सभी घटकों को एक लाइन आरेख पर दिखाना आवश्यक नहीं है, उदाहरण के लिए, सर्किट ब्रेकर को लोड फ्लो अध्ययन में नहीं दिखाया जाना चाहिए, लेकिन एक सुरक्षा अध्ययन

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

के लिए आवश्यक है। सिंगल लाइन आरेख में, सिस्टम घटक आमतौर पर उनके प्रतीकों के रूप में तैयार किया जाता है। जनरेटर और ट्रांसफॉर्मर कनेक्शन, स्टार,डेल्टा और तटस्थ अर्थिंग इन अवयवों के प्रतिनिधित्व के पक्ष द्वारा खींचे गए प्रतीकों द्वारा इंगित किए जाते हैं।



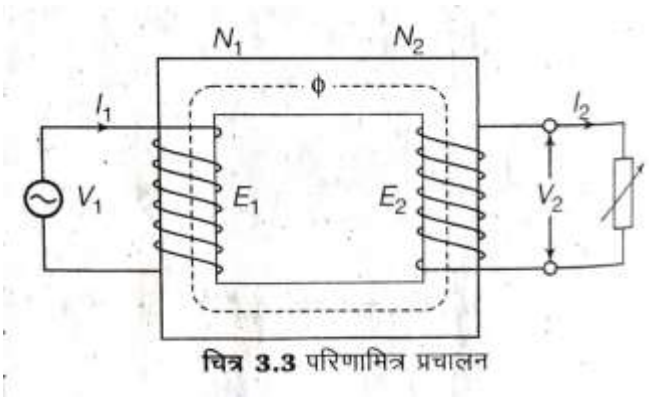
चित्र 3.2 सिंगल लाइन आरेख

सर्किट ब्रेकरों को आयताकार ब्लॉकों द्वारा दर्शाया गया है। चित्र में एक विशिष्ट ब्लॉक प्रणाली की एकल रेखा आरेख को दर्शाया गया है।

Question-2 **सिंगल लाइन आरेख पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए |**

परिणामित्र(Transformer)

परिणामित्र (transformer) एक ऐसी स्थैतिक मशीन है, जो प्रत्यावर्ती धारा विभव को समान आवृत्ति पर परिवर्तित करने के काम आती है, अर्थात् ट्रांसफॉर्मर निम्न वोल्टता वाली प्रबल प्रत्यावर्ती विद्युत धारा को उच्च वोल्टता वाली निर्बल प्रत्यावर्ती विद्युत धारा में अथवा उच्च वोल्टता वाली निर्बल प्रत्यावर्ती विद्युत धारा को निम्न वोल्टता वाली प्रबल प्रत्यावर्ती विद्युत धारा में दी हुई आवृत्ति के समान आवृत्ति पर स्थानान्तरित करता है।



चित्र 3.3 परिणामित्र प्रचालन

परिणामित्र, फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण में, स्थिर प्रेरण के, अन्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित स्थिर इकाई है जिसमें जब प्राथमिक कुण्डलन पर प्रत्यावर्ती वोल्टता प्रयुक्त की जाती है तो उससे प्रत्यावर्ती धारा । प्रवाहित होती है और उसी के समानुपात में क्रोड (core) में चुम्बकीय फ्लक्स (1) उत्पन्न होता है। क्रोड में उत्पन्न यह परिवर्ती फ्लक्स जब उसी क्रोड पर स्थित द्वितीयक कुण्डलन से ग्रंथित होता है तो, अन्योन्य प्रेरण के नियमानुसार द्वितीयक कुण्डलन में विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है, जो अन्योन्य प्रेरित विद्युत वाहक बल E2 है और यही विद्युत वाहक बल वोल्टता V के रूप में

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

द्वितीयक कुण्डलन के टर्मिनलों पर उपलब्ध होता है, जैसाकि चित्र 3.3 में प्रदर्शित है। यही द्वितीयक टर्मिनल, भार टर्मिनल है। अब जब उक्त द्वितीयक टर्मिनलों पर विद्युत भार संयोजित किया जाता है तो यह परिणामित्र भार को विद्युत शक्ति प्रदान करता है, जैसाकि चित्र 3.3 में प्रदर्शित है। अपने भार टर्मिनलों पर संयोजित भार को दी जाने वाली यह शक्ति, परिणामित्र अपने प्राथमिक ओर से वहाँ उपलब्ध विद्युत स्रोत से प्राप्त करता है जिसकी वोल्टता है।इस प्रकार दो कुण्डलनों वाली यह स्थिर विद्युत मशीन, एक परिपथ की विद्युत शक्ति को दूसरे परिपथ की विद्युत शक्ति में रूपान्तरित (transform) करती है और शक्ति रूपान्तरण की इस प्रक्रिया में वोल्टता अधिक या कम होती है; अतः उसी अनुपात में विद्युत धारा कम या अधिक होती है, परन्तु आवृत्ति में कोई परिवर्तन नहीं होता। अतः अन्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर परिणामित्र का प्रचालन समान आवृत्ति पर विद्युत ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में रूपान्तरण है जिसमें वोल्टता कम या अधिक की जाती है।

Question 3-**परिणामित्र को परिभाषित कीजिए।**

Question 4-**परिणामित्र के प्रचालन सिद्धान्त का वर्णन कीजिए।**

परिणामित्र की विभिन्न हानियाँ

परिणामित्र में उसके क्रोड एवं कुण्डलनों की स्वाभाविक क्रियाओं में होने वाला विद्युत शक्ति व्यय, उसकी हानियाँ कहलाती हैं जिनके लिए परिणामित्र निवेश से तो विद्युत शक्ति प्राप्त करता है, परन्तु यह शक्ति उसके निर्गत पर प्राप्त नहीं होती, बल्कि उक्त स्वाभाविक क्रियाओं में व्यय होते हुए सामान्यतः ऊष्मा ऊर्जा में रूपान्तरित हो जाती है। अतः परिणामित्र अपने निवेश (input) पर अधिक शक्ति लेकर निर्गत (output) पर कम शक्ति प्रदान करता है।

परिणामित्र में सम्भव ये हानियाँ निम्न प्रकार हैं-

1. **क्रोड हानियाँ या लौह हानियाँ** Core Losses or Iron Losses

   परिणामित्र में क्रोड की उपस्थिति के कारण जो विद्युत शक्ति व्यय होता है, क्रोड हानियाँ कहलाती हैं। क्रोड लोहे का होता है; अतः इसे लौह हानि भी कहते हैं। वोल्टता पर आधारित यह हानि भार धारा परिवर्तन से अप्रभावी होती है और स्थिर वोल्टता निवेश पर स्थिर मान की होती है; अतः ये स्थिर हानियाँ (constant losses) कहलाती हैं। इसे खुला परिपथ परीक्षण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

   लौह हानियाँ निम्न दो प्रकार की होती हैं-

   (1) **भँवर धारा हानि** Eddy Current Loss

   परिणामित्र क्रोड उसके कुण्डलनों के बीच स्थित होता है। जब कुण्डलनों से परिवर्ती धारा प्रवाहित होती है तो उत्पन्न परिवर्ती फ्लक्स के प्रभाव में स्थित क्रोड में विद्युत चुम्बकीय प्रेरण होता है और क्रोड ही में अनेक धारा परिपथ उत्पन्न हो जाते हैं। इस प्रकार क्रोड में प्रेरित ये धाराएँ, भँवरधाराएँ कहलाती हैं, जो पथ धारा Ie तथा पथ प्रतिरोध Re के अनुसार

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

प्रतिपथ Ie^2Re, शक्ति शोषित करती हैं और भँवरधाराओं के कारण क्रोड में व्यय यही शक्ति, भँवरधारा हानि कहलाती है।

भँवरधारा हानि को कम करने के लिए क्रोड को ठोस न बनाकर विद्युतरोधित पटलों (laminations) के समायोजन से निर्मित किया जाता है और यह पटलित क्रोड (laminated core) कहलाता है।

(ii) **मन्दायन हानि** Hysteresis Loss

प्रत्यावर्ती धारा वहन कर रही कुण्डलियों के बीच स्थित लौह चुम्बकीय पदार्थ के क्रोड में धारा की दिशा के उलटने के साथ, उसके चुम्बकन बल के प्रभाव में वहाँ स्थित चुम्बकीय डोमेन भी उलटते हैं; अतः धारा चक्र में धारा के उलटने के साथ ही चुम्बकीय डोमेनों की दिशा उलट जाने से क्रोड में चुम्बकीयता के उलटने की स्वाभाविक क्रिया होती रहती है और यहाँ चुम्बकीयता के उलटने में डोमेनों में यांत्रिक गति होती है जिसमें शक्ति व्यय होता है। परिणामित्र में कुण्डलन धारा के उलटने के साथ चुम्बकीयता के उलटने की प्रक्रिया में चुम्बकीय डोमेनों की उलटने की स्वाभाविक क्रिया में व्यय विद्युत शक्ति, मन्दायन हानि कहलाती है। इसे कम करने के लिए क्रोड में सिलिका की मात्रा बढ़ाई जाती है और आयरन की मात्रा कम की जाती है; अतः उपयुक्त क्रोड पदार्थ का चयन किया जाता है। इसलिए क्रोड हाई सिलिकॉन स्टील से निर्मित होता है।

2. **ताम्र हानियाँ** Copper Losses

यह हानि परिणामित्र के कुण्डलनों के प्रतिरोध, R से प्रवाहित धारा I के कारण I^2R शक्ति व्यय के रूप में होती हैं और कुण्डलियाँ ताँबे की होने के कारण ताम्र हानि कहलाती हैं। इन्हें I^2R हानि भी कहा जाता है और I में परिवर्तन होने के साथ यह हानि धारा के वर्ग के समानुपात में परिवर्तित होती है। धारा में यह परिवर्तन भार के मान में परिवर्तन पर होता है। इस प्रकार ताम्र हानियाँ भार में परिवर्तन के साथ परिवर्तित होती हैं; अतः ये हानियाँ परिवर्तनकारी हानियाँ (variable losses) हैं। इन्हें लघु परिपथ परीक्षण द्वारा ज्ञात किया जाता है।

Question-5 **परिणामित्र में विभिन्न हानियों की व्याख्या कीजिए।** (2013)

अथवा परिणामित्र हानियों से क्या तात्पर्य है? ये कितने प्रकार की होती हैं? समझाइए।

अथवा ट्रांसफॉर्मर में क्या-क्या हानियाँ होती हैं? व्याख्या कीजिए। इनको ज्ञात करने के लिए प्रयुक्त परीक्षणों के नाम बताइए।(2014)

अथवा परिणामित्र की विभिन्न हानियाँ बताइए।(2016)

अथवा परिणामित्र में होने वाली हानियाँ क्या है? ताम्र हानियों की गणना आप कैसे करते हैं?(2016)

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

विद्युत मोटर (Electric Motor)

विद्युत मोटर (electric motor) एक विद्युत यांत्रिक मशीन है जो विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलती है। कुछ मोटरें अलग-अलग परिस्थितियों में मोटर या जनरेटर (जनित्र) दोनों की तरह भी काम करती हैं।

संभरण के अनुसार परम्परागत रूप से मोटर दो प्रकार की होती है-

1. दिष्ट धारा मोटर (D.C मोटर)
2. प्रत्यावर्ती धारा मोटर (A.C मोटर)

मोटर का कार्य-सिद्धान्त विद्युत मोटरों का मूल उद्देश्य विद्युत चुम्बकीय/बलाघूर्ण उत्पन्न करके स्टेटर और रोटर के बीच आपेक्षित गीत (अर्थात् किसी बाह्य बल, बलाघूर्ण लगाते हुए तथा रैखिक गति/घूर्णी गति करना) पैदा करना है। इस प्रकार विद्युत मोटर विद्युत ऊर्जा लेकर यांत्रिक कार्य करती है। मोटर की वाइंडिंग के धारावाही चालकों पर लगने वाला 'लोरेंज बल' निम्नलिखित समीकरण द्वारा अभिव्यक्त होता है-

$$F=ILB$$

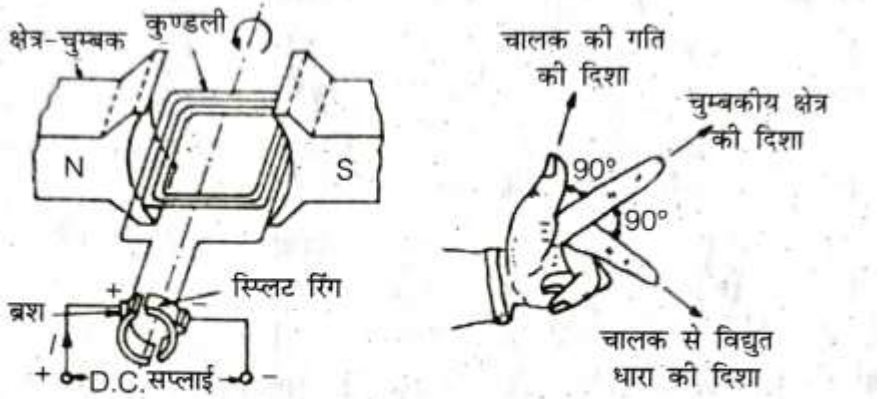
दिष्टधारा मोटर D.C. Motor

वह परिभ्रमणकारी विद्युत मशीन, जो दिष्टधारा विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्ज में परिवर्तित करती है, दिष्टधारा मोटर कहलाती है। इससे प्राप्त यांत्रिक शक्ति सामान्यतः अश्व शक्ति (horse power या H.P.) में व्यक्त की जाती है।

दिष्टधारा मोटर का कार्य सिद्धान्त Working Principle of D.C. Motor

मोटर के मौलिक कार्य सिद्धान्त के अनुसार, "जब कोई विद्युतधारा वाही चालक (current carrying conductor) किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो उस पर एवं यांत्रिक बल कार्य करने लगता है, जैसाकि चित्र 3.4 (a) में दिखाया गया है। यदि चालक को चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा है लम्बवत् रखा जाए तो उस पर कार्य करने वाले उस यांत्रिक बल का परिमाण, F = BI। न्यूटन होता है, जहाँ B चुम्बकीय क्षेत्र का फ्लक्स घनत्व, । चालक की प्रभावी लम्बाई तथा । चालक से प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा है। चालक पर कार्य करने वाले इस बल की दिशा फ्लेमिंग के वाम हस्त नियम (Fleming's left hand rule) से जानी जा सकती है। इस नियम के अनुसार यदि बाएँ हाथ की तर्जनी, माध्यिका व अँगूठे को परस्पर समकोण पर खड़ा किया जाए और यदि माध्यिका चुम्बकीय क्षेत्र के दिशा, तर्जनी चालक से प्रवाहित विद्युतधारा की दिशा प्रदर्शित करे तो अंगूठा चालक की गति की दिशा प्रदर्शित करता है, जैसाकि चित्र 3.4 (b) में प्रदर्शित है।

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com



(a) बल आघूर्ण की उत्पत्ति (b) फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम

चित्र 3.4 बल आघूर्ण से गतिमान कुण्डली व घूमने की दिशा

दिष्टधारा मोटर में, मोटर की विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र प्रणाली के चुम्बकीय क्षेत्र में मोटर का आर्मेचर स्थित होता है जिसमें कई चालक होते हैं। जब क्षेत्र कुण्डलियों को विद्युत दी जाती है तो वे चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती हैं और जब ब्रश तथा दिक्परिवर्तक की सहायता से, आर्मेचर चालकों को दिष्टधारा दी जाती है तो ये चालक चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित धारावाही चालक की भाँति व्यवहार करते हैं। चूँकि आर्मेचर कुण्डलियों के एक ओर के चालकों में विद्युतधारा की दिशा एक ओर तथा दूसरी ओर के चालकों में विद्युतधारा की दिशा उसके विपरीत होती है। अतः आर्मेचर के विभिन्न चालकों पर लगने वाले बलों का सामूहिक प्रभाव एक चालन बल आघूर्ण (driving torque) उत्पन्न करता है और मोटर का आर्मेचर घूमने लगता है, तथा चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित कुण्डली को विद्युतधारा देने पर, वह गतिमान होती दिखायी गयी है।

Question 6 -**दिष्टधारा मोटर क्या होती है? दिष्टधारा मोटर के कार्य सिद्धान्त का वर्णन कीजिए।**(2014)

अथवा दिष्टधारा मोटर का कार्यकारी सिद्धान्त समझाइए।

अथवा दिष्टधारा मोटर के कार्य सिद्धान्त की व्याख्या कीजिए।(2016)

अथवा डी०सी० मोटर का कार्य सिद्धान्त समझाइए।

विरोधी विद्युत वाहक बल

जब दिष्टधारा मोटर का आर्मेचर मोटर-प्रक्रिया में अपने चुम्बकीय क्षेत्र में घूमता है तो दिष्टधारा जनित्र की भाँति ही, उसके आर्मेचर चालक भी फ्लक्स काटते हैं और फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियमों के अनुसार उनमें भी गतितः वि०वा०ब० प्रेरित होता है जिसकी दिशा फ्लेमिंग के दक्षिण हस्त नियम से जानी जा सकती है। चूंकि गतितः प्रेरित इस विश्वा० ब० की दिशा, प्रयुक्त वोल्टता (applied voltage) की दिशा के विपरीत होती है; अतः मोटर द्वारा प्रेरित यह वि०वा०ब०, पश्च वि०वा०ब० (back e.m.f.) या विरोधी वि०वा०ब० (counter e.m.f.) कहलाता है। यदि 2 आर्मेचर चालकों से निर्मित P ध्रुव

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

संख्या तथा A समान्तर परिपथ वाली मोटर, वेबर प्रति ध्रुव वाले अपने चुम्बकीय क्षेत्र में N चक्कर प्रति मिनट की चाल से घूम रही हो तो फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियमानुसार, मोटर द्वारा प्रेरित वि०वा०ब०-

$$\text{मोटर द्वारा प्रेरित वि०वा०ब०} = \frac{d\phi}{dt} \cdot \frac{Z}{A}$$

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

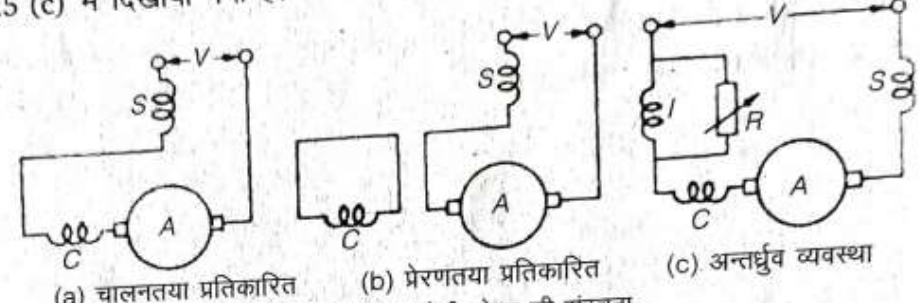
अतः प्रेरित विरोधी वि०वा०ब०, $E_b = \frac{\phi ZNP}{60A}$ वोल्ट

Question-7 **दिष्टधारा मोटर में विरोधी विद्युत वाहक बल को समझाइए तथा सूत्र स्थापित कीजिए। अथवा पश्च (back) अथवा विरोधी (counter) वि०वा०ब० क्या होता है?(2014)**

ए०सी० श्रेणी मोटर

दिष्टधारा श्रेणी मोटर के समान भागों वाली प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर भी एक चुम्बकीय क्षेत्र तथा एक आर्मेचर से निर्मित होती है। पटलित क्रोड पर कम वर्त्त-संख्या वाली इसकी क्षेत्र कुण्डली S, अपेक्षाकृत अधिक आर्मेचर चालकों वाले आर्मेचर A के श्रेणी क्रम में जुड़ी होती है। इसके आर्मेचर की बनावट ठीक दिष्टधारा मोटर के आर्मेचर की भाँति हो जाती है जिसमें आर्मेचर चालकों के सिरे दिक्परिवर्तक के ताम्र खण्डों से जुड़े होते हैं। दिष्टधारा मोटर की भाँति ही इसमें भी ब्रश व्यवस्था होती है जिससे परिभ्रमणकारी आर्मेचर को विद्युत् दी के सके। मोटर के ध्रुव पर एक और कुण्डलन C होता है जिसे प्रतिकारिता कुण्डलन कहते हैं। यह कुण्डलन मोटर के प्रकार के अनुसार या तो आर्मेचर के श्रेणी क्रम में जुड़ा होता है, जैसाकि चित्र 3.5 (a) में दिखाया गया है लघुपरिपथित होता है, जैसाकि चित्र 3.5 (b) में दिखाया गया है। बड़ी मशीनों में अन्तर्भुव (interpole) व्यवस्था होती है, जो आर्मेचर के श्रेणी क्रम में जुड़े होते हैं और अप्रेरणिक प्रतिरोध R द्वारा पार्श्वित (shunted) होते है जैसाकि चित्र 3.5 (c) में दिखाया गया है।

जैसाकि चित्र 3.5 (c) में दिखाया गया है।



(a) चालनतया प्रतिकारित (b) प्रेरणतया प्रतिकारित (c) अन्तर्धुव व्यवस्था

चित्र 3.5 AC श्रेणी मोटर की संरचना

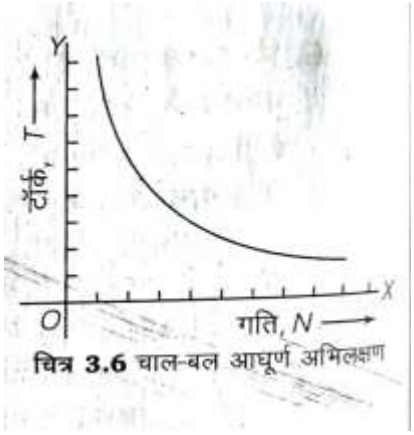
Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

प्रतिकारिता कुण्डलन की सम्बन्धन व्यवस्था के आधार पर प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटरें निम्न दो प्रकार की होती हैं-

1. **चालनतया प्रतिकारित श्रेणी मोटर (**conductively compensated series motor), जिसमें प्रतिकारित कुण्डलन आर्मेचर के श्रेणी क्रम में जुड़ा होता है, जैसाकि चित्र 5.21 (a) में दिखाया गया है।
2. **प्रेरणतया प्रतिकारित श्रेणी मोटर (**inductively compensated series motor), जिसमें प्रतिकारित कुण्डलस लघुपरिपथित होता है और मोटर के विद्युत परिपथ से उसका कोई विद्युत सम्बन्धन नहीं होता, जैसाकि चित्र 5.21 (b) में दिखाया गया है।

प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर कार्यविधि

जब प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर को निर्धारित वोल्टता के एक कलीय प्रत्यावर्ती स्त्रोत से जोड़ा जाता है तो इसके आर्मेचर चालकों पर ठीक उसी प्रकार बल आघूर्ण कार्य करने लगता है, जैसे एक विद्युतधारावाही कुण्डली को चुम्बकीय क्षेत्र में रखने पर उस कुण्डली पर कार्य करता है। इस बलआघूर्ण से प्रभावित मोटर का आर्मेचर अपने अक्ष पर घूमने लगता है। मोटर का चाल-बल आघूर्ण अभिलक्षण चित्र 3.6 में दिखाया गया है।



चित्र 3.6 चाल-बल आघूर्ण अभिलक्षण

उपयोग Applications

प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर के अभिलक्षण भी दिष्टधारा श्रेणी मोटर की भाँति होते हैं; अतः इस मोटर का उपयोग उन स्थानों पर किया जा सकता है, जहाँ दिष्टधारा मोटरें उपयोग में लाई जाती हैं। यह मोटर विद्युत कर्षण प्रणाली (electric traction system) में विशेष रूप से उपयोग में लाई जाती है|

Question-8 **ए०सी० श्रेणी मोटर के प्रचालन सिद्धान्तों की व्याख्या कीजिए।**

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

शक्तिगुणक तथा इसका महत्त्व Power Factor and Its Significance

किसी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ की क्रियात्मक शक्ति तथा आभासी शक्ति के अनुपात को शक्तिगुणक अर्थात् पॉवर फेक्टर कहते हैं। यह एक मात्रकरहित राशि है, जिसे P. F. तथा cosØ प्रतीकों से व्यक्त करते हैं। इसका अधिकतम मान एकांक होता है; परन्तु मानक निर्धारित मान 0.8 रखा जाता है।

$$\text{शक्तिगुणक} = \frac{\text{क्रियात्मक शक्ति (active power)}}{\text{आभासी शक्ति (apparent power)}}$$

$$\text{P. F.} = \frac{kW}{kVA} = \frac{kVA\ A \cos\phi}{kVA} = \cos\phi$$

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

(A) न्यून शक्तिगुणक की हानियाँ Disadvantages of Low Power Factor प्रत्यक्ष तथा अप्रत्यक्ष रूप से न्यून शक्तिगुणक के कारण, निम्नलिखत कमियों का सामना करना पड़ता है—

(i) न्यून शक्तिगुणक के कारण, वैद्युत प्रणाली (तन्त्र) में धारा का मान बढ़ जाता है। चूँकि धारा (I) तथा शक्तिगुणक ($\cos\phi$) परस्पर एक-दूसरे के व्युत्क्रमानुपाती (विलोमानुपाती) होते हैं; इसलिए शक्तिगुणक के घटने से धारा बढ़ जाती है। एकल कला वैद्युत शक्ति (electric power)

$$P = VI\cos\phi \text{ वाट} \quad \text{...सूत्र}$$

चूँकि स्थिर भार की अवस्था में यन्त्र (machine) द्वारा वैद्युत शक्ति P स्थिर ली जाती है और तन्त्र (system) द्वारा वोल्टता V स्थिर रखी जाती है। इस प्रकार P तथा V को स्थिर माना जा सकता है। अब केवल धारा I तथा शक्तिगुणक $\cos\phi$ को परिवर्तनीय मान लिया जाए; तब उपर्युक्त सूत्र द्वारा I तथा $\cos\phi$ में सम्बन्ध

$$I = \frac{P}{V\cos\phi} \text{ अर्थात् } I \propto \frac{1}{\cos\phi}$$

(ii) धारा (I) के बढ़ने से प्रणाली (तन्त्र) में वोल्टतापात (IZ) बढ़ जाता है।

(iii) वोल्टतापात (IZ) के बढ़ने से प्रणाली का वोल्टता-नियम (voltage regulation), निर्बल (poor) हो जाता है। अर्थात् ग्राह्य सिरों (receiving ends) पर वोल्टता (V_R) कम प्राप्त होती है; क्योंकि $V_R = (V_S - IZ)$.

(iv) धारा (I) के बढ़ने से प्रणाली में वैद्युत शक्ति-हानियाँ बढ़ जाती हैं।

(v) वैद्युत प्रणाली में शक्ति-हानियाँ के बढ़ने से प्रणाली की दक्षता घट जाती है।

$$\eta = \frac{P(\text{out})}{P(\text{in})} = \frac{(P_i - I^2R)}{P_i} \quad \text{...सूत्र}$$

(vi) शक्तिगुणक $\cos\phi$ के घटने से वैद्युत प्रणाली पर आभासी भार शक्ति kVA बढ़ जाती है; क्योंकि $\cos\phi$ तथा kVA परस्पर एक-दूसरे के व्युत्क्रमानुपाती (विलोमानुपाती) होते हैं। फलत: वैद्युत प्रणाली अतिभारित (over loaded) हो जाती है। वैद्युत प्रणाली की वास्तविक शक्ति (real power)

$$kW = KVA\cos\phi \quad \text{...सूत्र}$$

इसलिए

$$kVA = \frac{kW}{\cos\phi} \text{ अर्थात् } kVA \propto \frac{1}{\cos\phi}$$

(vii) अतिभारन (over loading) से वैद्युत प्रणाली का तापमान (temperature) बढ़ जाता है।

(viii) तापमान के बढ़ने से वैद्युत प्रणाली का टिकाऊपन (जीवनकाल) घट जाता है।

(ix) शक्तिगुणक के घटने से वैद्युत ऊर्जा (kWh) की खपत (consumption) बढ़ जाती है; क्योंकि—

$$kWh \propto kVa \propto I \propto \frac{1}{\cos\phi} \quad \text{..सम्बन्धता}$$

(x) विद्युत-ऊर्जा की खपत (consumption) के बढ़ने से इलेक्ट्रिसिटी का बिल बढ़ जाता है; क्योंकि—

$$\text{cost of } kWh \propto kWh \propto kVa \propto 1 \propto \frac{1}{\cos\phi} \quad \text{...सम्बन्धता}$$

(xi) शक्तिगुणक के घटने से वैद्युत शक्तिप्रणाली (तन्त्र) में संलग्न यन्त्र, उपयन्त्र, उपस्कर, उपकरण (चालक, कॉइल) आदि प्रयुक्तियों व अनुप्रयुक्तियों की कीमत बढ़ जाती है; क्योंकि उच्च धारा के लिए मोटे चालकों की आवश्यकता होती है।

$$\text{cost of apparatus} \propto kVA \propto I \propto \frac{1}{\cos\phi} \quad \text{...सम्बन्धता}$$

(xii) शक्तिगुणक के घटने से वैद्युत प्रणाली में संलग्न वैद्युत यन्त्र, उपयन्त्र, मापयन्त्र, उपस्कर, उपकरण आदि प्रयुक्तियों की कार्य-कुशलता (performance) घट जाती है।

$$\text{Performance of equipments} \propto \cos\phi.$$

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

(B) उच्च शक्तिगुणक के लाभ Advantages of High Power Factor वैद्युत प्रणाली में उच्च शक्तिगुणक से निम्नलिखित लाभ उपलब्ध होते हैं—

(i) उच्च शक्तिगुणक के कारण, वैद्युत प्रणाली में धारा का मान घट जाता है।

(ii) धारा (I) के घटने से लाइन में वोल्टपात (IZ) घट जाता है।

(iii) वोल्टतापात (IZ) के घटने से लाइन का वोल्टता-नियमन (voltage regulation) सबल (rich) हो जाता है।

(iv) धारा (I) के घटने से लाइन में वैद्युत शक्ति-हानियाँ (I^2R) घट जाती हैं।

(v) शक्ति-हानियों (I^2R) के घटने से लाइन की संचरण दक्षता (transmission efficiency) बढ़ जाती है।

(vi) शक्तिगुणक के बढ़ने से वैद्युत प्रणाली (तन्त्र) की आभासी भार शक्ति (kVA) घट जाती है। फलतः वैद्युत प्रणाली अतिभारित (over loaded) नहीं होती।

(vii) अतिभारित न होने के कारण, वैद्युत प्रणाली का तापमान सीमित (कम) रहता है।

(viii) तापमान के सीमित (कम) रहने से वैद्युत प्रणाली (तन्त्र) का टिकाऊपन (जीवन काल) बढ़ जाता है।

(ix) शक्तिगुणक के बढ़ने से वैद्युत ऊर्जा की खपत (उपभोगिता) कम हो जाती है; क्योंकि यन्त्रों की निविष्ट-धारा घट जाती है।

(x) वैद्युत ऊर्जा की खपत कम होने से इलेक्ट्रिसिटी का बिल, कम धनराशि का आता है।

(xi) शक्तिगुणक के बढ़ने से सम्पूर्ण वैद्युत शक्ति प्रणाली की कीमत घट जाती है क्योंकि वैद्युत यन्त्र, उपयन्त्र, मापयन्त्र, उपस्कर, उपकरण की कीमत उनकी आभासी वैद्युत शक्ति (kVA) पर निर्भर करती है।

$$\text{Cost of equipment} \propto kVA \propto I \propto \frac{1}{\cos\phi}$$ ...सम्बन्धता

(xii) उच्च शक्तिगुणक पर विद्युत के सभी यन्त्र, उपयन्त्र, मापयन्त्र, उपस्कर, उपकरण आदि प्रयुक्तियों का निष्पादन (performance) श्रेष्ठ होता है।

$$\text{Performance of machine} \propto \cos\phi$$ ...सम्बन्धता

(xiii) उच्च शक्तिगुणक पर वैद्युत प्रणाली की दक्षता उच्च होती है।

Question-9 **शक्ति गुणक क्या है इसके महत्त्व पर प्रकाश डालिए |**

टैरिफ Tariff

विभिन्न श्रेणी के उपभोक्ताओं को विद्युत प्रदान करने के लिए विभिन्न प्रकार की वैद्युत शक्तिओं पर निर्धारित शुल्क के नियमों तथा निश्चित की गई वैद्युत ऊर्जा की दर को टैरिफ कहते हैं। टैरिफ का शाब्दिक अर्थ होता है, एक विशेष प्रकार का कर या प्रशुल्क अथवा दर सूची आदि; परन्तु यहाँ पर टैरिफ का तात्पर्य केवल वैद्युत ऊर्जा की दर (rate of electric energy) तथा इससे सम्बन्धित निश्चित किए गए अथवा लागू किए गए नियमों से है।

टैरिफ निर्धारित करने का उद्देश्य Object of Fixing the Tariff

टैरिफ के लागू करने का मुख्य उद्देश्य विद्युत- उत्पादन में व्यय किए गए धन को विद्युत उपभोक्ताओं से वसूल करना है, ताकि संमयोपरान्त आवश्यकतानुसार, नवीन बिजलीघर का निर्माण किया जा सके। सभी प्रकार के विद्युत-टैरिफों से निम्नलिखित प्रभार (charges) प्राप्त होते हैं।

1. **वार्षिक नियत प्रभार** Annual Fixed Charges

   सम्पूर्ण वैद्युत शक्ति प्रणाली की प्रारम्भिक कीमत (initial cost) अर्थात् मूलधन (capital cost); जैसे- विद्युत के उत्पादन, संचरण, वितरण, मापन, रक्षण आदि के लिए प्रयुक्त मशीन, उपस्कर, उपकरण तथा युक्तियों की कीमत, उच्च पदासीन कर्मचारियों के वेतनमान आदि।

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

2. **वार्षिक प्रचालन भार** Annual Operating Charges

सम्पूर्ण वैद्युत शक्ति प्रणाली की प्रचालन कीमत (operating cost); जैसे- विद्युत उत्पादन में प्रयुक्त ईंधन, जल, तेल, शीतलक तथा स्नेहक की कीमत, वैद्युत प्रणाली की मरम्मत, देखभाल तथा अनुरक्षण की कीमत, कर, ब्याज, बीमा आदि का प्रभार, लघु पदासीन कर्मचारी तथा कारीगरों के वेतनमान आदि।

टैरिफ निर्धारित करने के लिए कारक Factors for Fixing the Tariff

टैरिफ निर्धारण के समय, निम्नलिखित महत्वपूर्ण कारकों पर विचार करना आवश्यक है; क्योंकि इन्हीं कारकों पर टैरिफ निर्भर करता है।

1. कुल वार्षिक नियत प्रभार (total annual fixed charges)

2. कुल वार्षिक चल प्रभार (total annual running charges)

3. उपभोक्ता द्वारा की गई उच्चतम माँग (maximum demand)

4. उपभोक्ता द्वारा उपयोग की गई वैद्युत ऊर्जा (kWh)

5. वैद्युत भार की मात्रा (quantity of load in kw or kva.)

6. वैद्युत भार की प्रकृति (nature of load, domestic or power load)

7. वैद्युत भार का समयान्तर (load duration, evening, morning, night)

8. वैद्युत भार का शक्तिगुणक (power factor of load, low, medium, high)

9. वैद्युत भार गुणक (load factor such as, low, medium, high) 10. विभिन्नता-गुणक (diversity factor such as, low, medium, high)

11. उपभोक्ता द्वारा उपभोगित वैद्युत इकाइयों पर छूट (rebate on units)

12. बीजक तैयार करने की विधि (method of preparing the bill)

Question-10 **टैरिफ से आप क्या समझते हैं? टैरिफ निर्धारित करने के उद्देश्य बताइए। प्रशुल्क से आप क्या समझते हैं?**

टैरिफ निर्धारित करने के लिए कौन-कौन से कारक आवश्यक होते हैं?अथवा टैरिफ निर्धारण के मुख्य सिद्धान्तों की व्याख्या कीजिए।

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

सरल दर टैरिफ (Simple rate tariff)

प्रस्तुत टैरिफ उपभोक्ता द्वारा उपयोग की गई वैद्युत इकाइयों पर प्रत्यक्ष निर्भर करता है; इसलिए इस टैरिफ के अन्तर्गत प्रदायक (supplier) प्रत्यक्ष उपभोगित (consumed) वैद्युत ऊर्जा के आधार पर उपभोक्ता से वैद्युत ऊर्जा की कीमत वसूल करता है। वैद्युत ऊर्जा की प्रति इकाई कीमत ज्ञात करने के लिए, निम्नलिखित सूत्र का प्रयोग (use) होता है -

$$\text{प्रति वैद्युत इकाई कीमत} = \frac{\text{वार्षिक नियत प्रभार} + \text{वार्षिक चल प्रभार}}{\text{उपभोक्ता द्वारा उपभोगित कुल वैद्युत इकाइयाँ}}$$

गुण Merits

सरल दर टैरिफ के प्रमुख गुण निम्नलिखित हैं

(i) टैरिफ निर्धारण की यह विधि अति सरल व सुगम है; इसलिए साधारण व्यक्ति भी सरलता से समझ सकता है।

(ii) (ii) इसका बिल बनाने में कम समय लगता है; क्योंकि इसका परिकलन अति सरल है।

दोष Demerits

सरल दर टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं

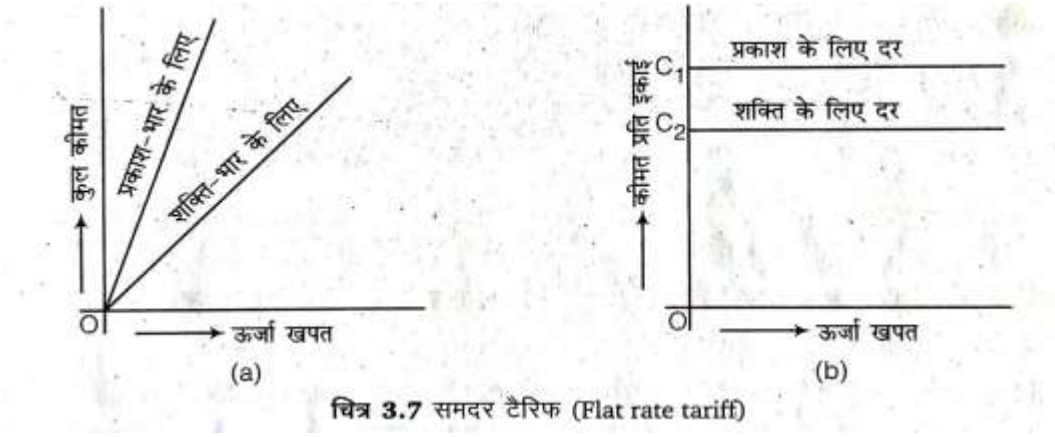
(i) विभिन्न श्रेणी के उपभोक्ताओं के लिए, प्रति वैद्युत इकाई की कीमत एकसमान होने के कारण, विद्युत-उपभोग करने को प्रोत्साहन नहीं मिलता है।

(ii) इस टैरिफ में प्रति वैद्युत इकाई कीमत (per electric unit cost) उच्च होती है। अनुप्रयोग Applications इस टैरिफ का प्रयोग, आवासीय उपभोक्ताओं (domestic consumers) के लिए होता है।

समदर टैरिफ Flat Rate Tariff

प्रस्तुत टैरिफ, उपभोक्ता के वैद्युत भार परिवेषण (load service) की प्रकृति पर निर्भर करता है; इसलिए विभिन्न प्रकार के उपभोक्ताओं से उपभोगिता वैद्युत ऊर्जा की कीमत वैद्युत भार परिवेषण की प्रकृति के आधार पर वसूल की जाती है। इसमें शक्ति-भार परिवेषण के लिए वैद्युत ऊर्जा की दर कुछ कम तथा प्रकाश व पंखों के लिए वैद्युत ऊर्जा की दर कुछ अधिक रखी जाती है, अर्थात् औद्योगिक वैद्युत भार के टैरिफ की अपेक्षा, घरेलू वैद्युत भार का टैरिफ उच्च होता है; क्योकि प्रकाश सम्बन्धी घरेलू वैद्युत भार का भार गुणक तथा भिन्नता गुणक का मान उच्च होता है।

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com



चित्र 3.7 समदर टैरिफ (Flat rate tariff)

गुण Merits

समदर टैरिफ के प्रमुख गुण निम्नलिखित हैं

(i) यह टैरिफ, अति सरल व सुगम है; इसलिए इसे साधारण व्यक्ति भी समझ सकता है।

(ii) दायक को किसी एक प्रकार के वैद्युत भार का बिल तैयार करने में कम समय लगता है; क्योंकि इसका परिकलन करना अति सरल होता है।

(iii) इसमें वैद्युत ऊर्जा की बर्बादी अर्थात् फिजूल खर्ची कम होती है; क्योंकि उपभोक्ता को सम्पूर्ण ऊर्जा की कीमत चुकानी पड़ती है।

दोष Demerits

समदर टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं

(i) विभिन्न प्रकार के लोड (घरेलू तथा औद्योगिक वैद्युत भार) के लिए, अलग-अलग ऊर्जा मापक की आवश्यकता होती है; इसलिए ऊर्जामापकों (energy meters) की कीमतं का व्यय बढ़ता है।

(ii) विभिन्न प्रकार के वैद्युत भारों के लिए, वैद्युत ऊर्जा की दर भिन्न-भिन्न लेने के कारण, बिल तैयार करने में परिकलन कार्य बढ़ जाता है; इसलिए समय अधिक लगता है।

ब्लॉक रेट टैरिफ (खण्ड-दर) इस टैरिफ में अग्रिम खण्ड-क्रमों में वैद्युत ऊर्जा की दर घटती है। उदाहरण के लिए ऊर्जा की 250 वैद्युत इकाइयों का टैरिफ निम्न प्रकार से हैं-

प्रथम खण्ड की 100 इकाइयों की दर 50 पैसे प्रति इकाई व अग्रिम खण्ड की समान इकाइयों की दर 40 पैसे प्रति इकाई तथा इससे अग्रिमं अन्तिम खण्ड की शेष इकाइयों की दर 30 पैसे प्रति इकाई है; तब खण्ड दर टैरिफ के अनुसार, कुल विद्युत-प्रभार (electric charges)

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com

=(100 x 50)+(100 x 40) + (50×30)=(5000+4000+1500) पैसा = 10500 पैसा = ₹ 105

इस टैरिफ में वैद्युत ऊर्जा की दर एकसमान अर्थात् स्थिर नहीं रहती; इसलिए परिकलनात्मक कार्य अधिक बढ़ जाता है और विद्युत-प्रभाव का बिल तैयार करने में अधिक समय लगता है।प्रस्तुत टैरिफ जटिल होने के कारण सामान्य जन समूह (general public) की समझ से बाहर है।

अधिकतम माँग टैरिफ Maximum Demand Tariff प्रस्तुत टैरिफ, उक्त वर्णित द्वि-दर टैरिफ का ही एक सरलतम रूप है, जिसमें उपभोक्ता के परिसर में प्रतिष्ठापित अधिकतम माँगमापी द्वारा उपभोक्ता की अधिकतम माँग का मान ज्ञात कर लिया जाता है। इस प्रकार इसमें द्वि-भाग टैरिफ की तरह, अधिकतम माँग के कारण होने वाली परेशानी का सामना नहीं करना पड़ता है। इसे सूत्र रूप में निम्न प्रकार से व्यक्त किया जाता है

कुल प्रभार (total charges) = (A.kW + B.kWh)

गुण Merits

अधिकतम माँग टैरिफ के प्रमुख गुण निम्नलिखित हैं -

प्रस्तुत टैरिफ, द्वि-भाग टैरिफ का ही एक संशोधित रूप है; इसलिए गुण व दोष तथा अनुप्रयोग द्वि-भाग टैरिफ के समान ही हैं। द्वि-भाग टैरिफ की अपेक्षा, इसमें केवल सबसे बड़ी अच्छाई यह है कि अधिकतम माँग को, एक अधिकतम माँगमापी द्वारा ज्ञात किया जाता है; इसलिए प्रदायक तथा उपभोक्ता में आपसी सम्बन्ध सदैव अच्छे बने रहते हैं।

दोष Demerits

अधिकतम माँग टैरिफ के प्रमुख दोष निम्नलिखित हैं

प्रस्तुत टैरिफ में द्वि-भाग टैरिफ की प्रथम कमी यद्यपि दूर हो जाती है; परन्तु उपभोक्ता को परिसर (premises) में प्रतिष्ठापित अधिकतम माँगमापी की कीमत का व्यय बढ़ जाता है। इसके अलावा अन्य सब कमियाँ द्वि-भाग या द्वि-दर टैरिफ के समान ही बनी रहती हैं।

Shweta Singh
+91-8392878633
Shwetasingh10057@gmail.com