विद्युत आपूर्ति प्रणाली - ट्रान्समिशन - लाईन इन्सुलेटर (Power supply system - transmission - line insulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युत आपूर्ति प्रणाली और पावर सिस्टम स्किम के लेआउट का स्पष्ट करना**
- **विभिन्न विद्युत पारेषण की सूची तैयार करना**
- **AC एवं DC संचरण की तुलना करना**
- **उच्च वोल्टेज संचरण का लाभ बताना**
- **पारेषण में सिंगल फेस एवं 3 फेस वायर प्रणाली स्पष्ट करना ।**

विद्युत आपूर्ति प्रणाली (Power supply system)

पावर प्लांट से उत्पादित होनेवाली विद्युत ऊर्जा उपभोक्ताओं को वितरित की जाती है, इसका बड़ा नेटवर्क होता है जो मोटे तौर पर दो चरणों में बंट हुआ है, संचरण एवं वितरण।

पावर स्टेशन से उपभोक्ता परिसर तक विद्युत शक्ति को ले जाना, विद्युत आपूर्ति प्रणाली कहलाता है।

इलेक्ट्रिकल पावर सप्लाई सिस्टम में 3 मुख्य घटक होते है (i) पावर स्टेशन/ प्लांट (ii) ट्रांसमिशन लाइन (iii) डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम या वितरण प्रणाली। पावर प्लांट में उत्पादित होनेवाली विद्युत ऊर्जा, उपभोक्ता से दूर होती है, इस विद्युत ऊर्जा को संचरण के द्वारा दूर स्थित लोड सेंटर तक पहुँचाया जाता है और वितरण नेटवर्क (distribution network) के द्वारा उपभोक्ता तक।

आपूर्ति प्रणाली को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है :

- DC या AC सिस्टम
- सिरोपरि लाइन या भूमिगत प्रणाली

अब 3 फेस, 3 -वायर AC सिस्टम को वैश्विक रूप एक आर्थिक प्रस्ताव के रूप में अपनाया जा रहा है, कुछ स्थानों में 3 फेस - 4 वायर AC सिस्टम अपनाया गया है।

ओवर हेड सिस्टम की तुलना में भूमिगत प्रणाली अधिक महंगी है इसलिए हमारे देश में ओवर हेड सिस्टम को लगभग अपनाया गया है।

विद्युत पारेषण प्रणाली के प्रकार (Types of power transmission system)

3 - फेस - 3 वायर AC सिस्टम को लगभग हर स्थान पर अपनाया गया है । कुछ विशेष परिस्थितियों में ट्रांसमिशन के लिए दूसरी प्रणाली का भी उपयोग किया जा सकता है ।

संभावित प्रणालियाँ हैं :-

1 DC सिस्टम (DC system)

i DC 2 वायर

ii DC 2 वायर, मध्य भारा अर्थ किया हुआ

iii DC 3 वायर

2 AC एकल लाइन सिस्टम (AC single phase system)

i 1 फेस - 2 वायर

ii 1 फेस - 2 वायर, मध्य भाग अर्थ किया हुआ

iii 1 फेस, 3 वायर

3 AC 2 फेस सिस्टम (AC Two - phase system)

i 2 - फेस, 3 वायर

ii 2 - फेस, 4 वायर

4 AC 3 फेस सिस्टम (AC three phase system)

i 3 - फेस, 3 वायर

ii 3 - फेस, 4 वायर

जनरेटिंग स्टेशन और उपभोक्ता द्वारा इस्तेमाल की जानेवाली विद्युत शक्ति के मध्य लाईन नेटवर्क को 2 भागों मद्धें विभाजित किया गया है,

- **संचरण या पारेषण प्रणाली (Transmission system)**
- **वितरण प्रणाली (Distribution system)**

इस सिस्टम को प्रयामली संचरण (transmission) और सकेंडरी संचरण के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है, इसी तरह प्रायमरी विवरण और सेकंडरी वितरण है। यह Fig 1 में दिखाया गया है।

यह आवश्यक नहीं है कि डायग्राम में दिखाए गए समस्त स्टेप को दूसरी विद्युत योजनाओं (power schemes) में शामिल किया जाए। इसमें अंतर हो सकता है, कई पावर स्किम में सेकंडरी संचरण नहीं होता है तो कई छोटी पावर स्किम में संचरण होता ही नहीं है, सिर्फ विवरण होता है।

विशिष्ट विद्युत आपूर्तिप्रणाली के विभिन्न चरणों के निम्न प्रकार है :

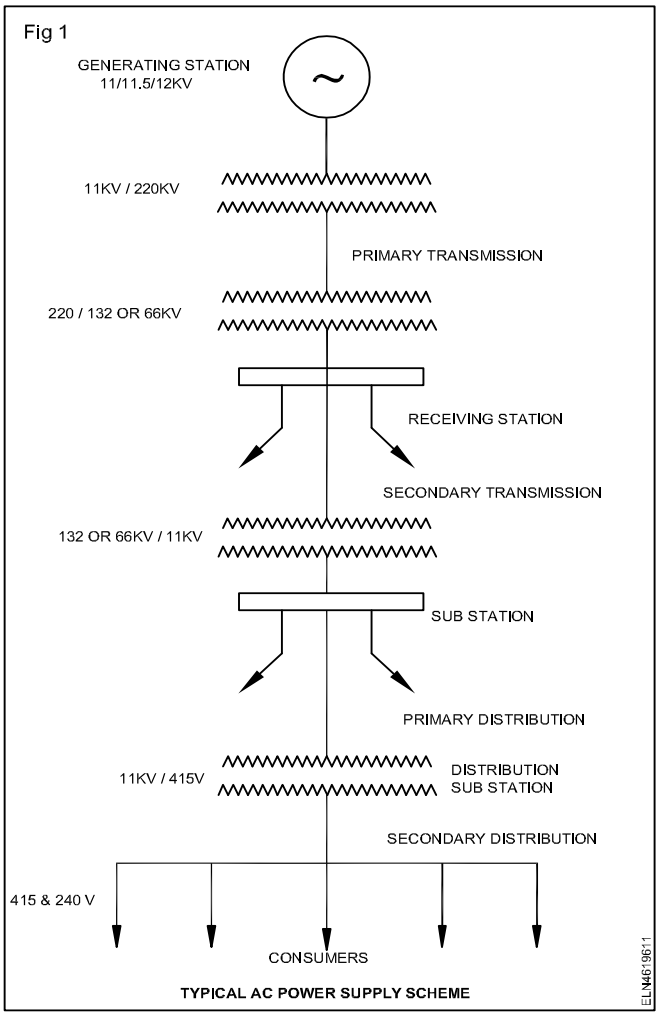
1 जनरेटिंग स्टेशन (Generating station)

2 प्रायमरी ट्रांसमिशन (Primary transmission)

3 सेंकडरी ट्रांसमिशन (Secondary transmission)

4 प्रायमरी डिस्ट्रीब्यूशन (Primary distribution)

5 सेकंडरी डिस्ट्रीब्यूशन (Secondary distribution)



जनरेटिंग स्टेशन (Generating station)

वह स्थान जहाँ पर समानांतर में जुड़े हुए 3 - फेस अल्टरनेटर्स/जनरेटर्स के द्वारा विद्युक शक्ति का उत्पादन किया जाता है। जनरेटिंग स्टेशन (पावर प्लांट) कहलाता है।

साधारण पावर प्लांट की क्षमता और उत्पन्न वोल्टेज 11KV, 11.5 KV, 12KV या 13KV तक होती है, किंतु आर्थिक रूप से, स्टेप अप ट्रांसफार्मर के द्वारा उत्पन्न वोल्टेज (11KV, 11.5KV या 12KV) को 132KV, 220KV, 400KV या 500KV इससके भी ज्यादा बढ़ाना अच्छा है।

प्रायमरी ट्रांसमिशन (Primary transmission)

3 - फेस वायर ओवरहेड ट्रांसमिशन प्रणाली द्वारा इलेक्ट्रिक सप्लाई को (132KV, 220 KV, 500KV या उससे भी ज्यादा) लोड सेंटर तक पहुँचाया जाता है।

सेंकडरी ट्रांसमिशन (Secondary transmission)

शहर से दूर स्थित क्षेत्र, रिमीविंग स्टेशन से लाइन के द्वारा जुड़ा हुआ होता है, सेंकडरी ट्रांसमिशन कहलाता है। रिसिविंग स्टेशन पर वोल्टेज के स्तर को स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर के द्वारा घटाया जाता है, (132KV, 66, 33KV) और विभिन्न सब स्टेशन पर (3 फेस - 3 वायर) ओवर हेट सिस्टम के द्वारा विद्युत शक्ति को भेजा जाता है, यही सेंकडरी ट्रांसमिशन है।

प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन (Primary distribution)

सब स्टेशन पर, सेकंडरी ट्रांसमिशन वोल्टेज (132KV, 66KV, 33KV) के स्तर को स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर के द्वारा 11KV तक घटाया जाता है।

सामान्यतः इन लाइन के द्वारा भारी उपभोक्ता जिनकी मांग 11KV, हो, को विद्युत सप्लाई की जाती है, इन लाइन का वोल्टेज 11KV होता है, पावर को नियंत्रित और उपयोग करने के लिए एक अलग सब स्टेशन बनाया जाता है।

अन्य मामलों में, भारी उपभोक्ता (बड़े पैमाने पर) जिनकी मांग 132 KV या 33KV होती है, वे इलेक्ट्रिक सप्लाय सेंकडरी ट्रांसमिशन या प्रायमारी डिस्ट्रीब्युशन से लेते हैं, और स्वयं के सबस्टेशन से स्टेप डाउन ट्रांसफ्रार्मर के द्वारा वोल्टेज के स्तर को स्टेप डाउन कर, उपयोग में लिया जाता है। (विद्युत कर्षण आदि के लिए)

सेंकडरी डिस्ट्रीब्युशन (Secondary distribution)

प्रयमरी डिस्ट्रीब्युशन लाईन (11KV) के द्वारा इलेक्ट्रिक पावर, डिस्ट्रीब्यूशन सब स्टेशन को दिया जाता है, यह सब स्टेशन उपभोक्ताओं के क्षेत्र के निकट स्थित होते हैं, जहाँ स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर का उपयोग कर वोल्टेज को 415V तक घटाया जाता है।

यह ट्रांसफार्मर डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफार्मर, (3 फेस - 4 वायर) कहलाते हैं, 3 फेस सप्लाय वायर में 2 फेज के मध्य 415 v और (1 - फेस) सप्लाय वायर में फेज वायर और न्यूट्रल के मध्य 240 v सप्लाय होती है।

घरेलु भार या लोड (पंखा, लाईट, टीवी इत्यादि) एक फेज़ वायर और न्यूट्रल वायर से जोड़ा जाता है, जबकि 3 - फेज़ भार या लोड़ जबकि 3-लाईन से जुड़े हुए होते है।

डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के तत्व (Elements of distribution system)

डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के तीन भाग है :

1 फीड़र (Feeders)

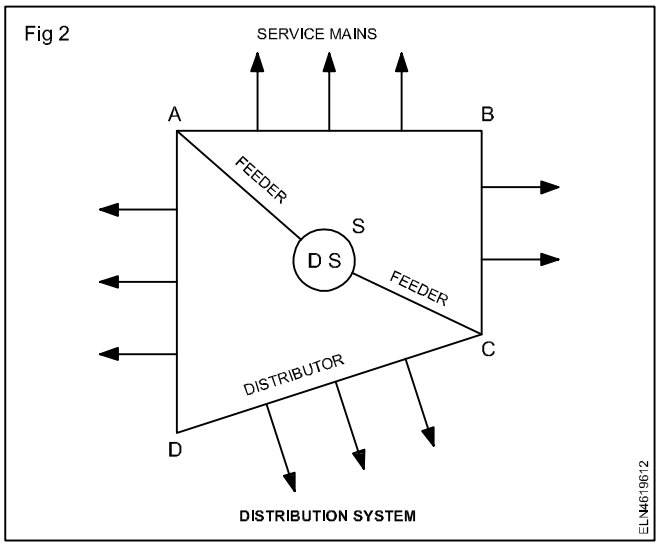
2 ड्रिस्ट्रीब्युटर्स (Distributors)

3 सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स

फीडर वे इलेक्ट्रिक लाइन जो जनरेटिंग स्टेशन (पावर स्टेशन) या सब स्टेशन को डिस्ट्रीब्युटर्स से जोड़ती है फीडर्स कहलाती है। याद रखिए फीड़र में करंट (प्रत्येक पाइंट पर) एक जैसी या समान रहती है जबकि वोल्टेज स्तर भिन्न हो सकता है, फीडर में बहने वाली करंट कंडक्टर के साइज पर निर्भर करती है।

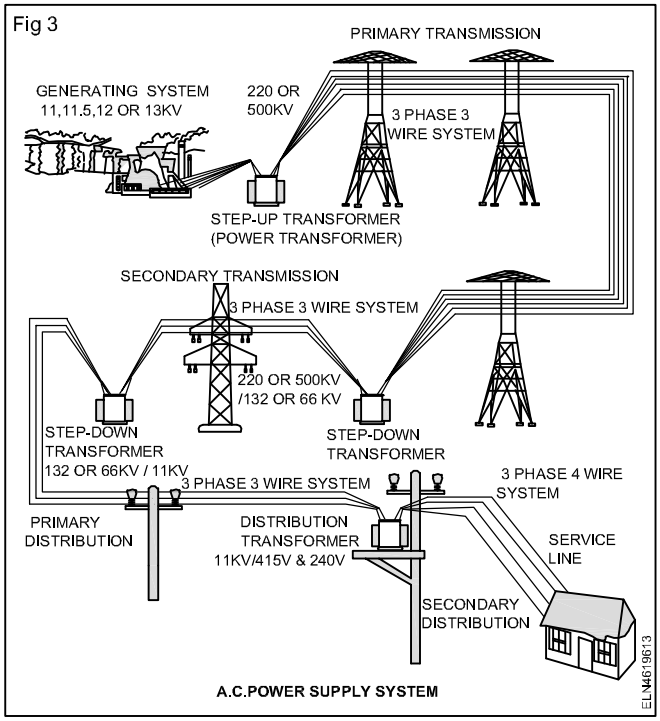
डिस्ट्रीब्युटर्स (Distributors)

वह टेपिंग जो उपभोक्ता इलेक्ट्रिक पावर की सप्लाय देने के लिए निकाली जाती है, या जहाँ से उपभोक्ता को इलेक्ट्रिक सप्लाय मिलती है, डिस्ट्रीब्युटर्स कहलाता है, जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। डिस्ट्रीब्युटर्स के हर सेक्शन या अनुभाग में करंट भिन्न होती है जबकि वोल्टेज समान हो सकता है। डिस्ट्रीब्युटर्स का सेक्शन वोल्टेज ड्राप पर निर्भर करता है और वोल्टेज ड्राप के अनुसार डिजाइन किया जा सकता है। इसके कारण उपभोक्ता नियम के अनुसार रेटेड वोल्टेज ले सकता है।



सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स (Service lines or service mains)

सामान्य केबल जो डिस्ट्रीब्युटर्स और उपभोक्ता लोड टर्मिनल के बीच जुड़ा होता है सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स कहलाता है। एक पूर्ण सामान्य एसी पावर सप्लाय सिस्टम स्किम Fig 3 में दिखाया गया है।



DC और AC ट्रांसमिशन की तुलना (Comparison of DC and AC transmission)

इलेक्ट्रिक पावर या तो DC (या) AC के द्वारा प्रेषित (ट्रांसमिट) की जा सकती है। हर एक सिस्टम के अपने लाभ और हानि होते है। AC ट्रांसमिशन और DC ट्रांसमिशन सिस्टम के निम्नलिखित लाभ एवं हानियाँ बनाई गई है।

AC ट्रांसमिशन (AC transmission)

कुछ साल पहले, इंजीनियर्स द्वारा DC ट्रांसमिशन के प्रशंसनीय लाभों के कारण, इलेक्ट्रिक पावर को DC सिस्टम द्वारा ट्रांसमिट करने का विचार किया गया था।

DC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of DC electric power transmission)

1 केवल दो कंडक्टर की आवश्यकता होती है।

2 इंडक्टेंस, केपेसिटेन्स और फेस डिसप्लेसमेंट की कोई समस्या नहीं है यह AC ट्रांसमिशन में भी समान है।

3 AC ट्रांसमिशन की तुलना में DC ट्रांसमिशन लाइन में समान लोड़ और सेंडिंग एंड वोल्टेज का वोल्टेज ड्राप कम होता है।

4 कंडक्टर पर स्कीन इफैक्ट नहीं होता है जिससे संपूर्ण कंडक्टर को उपयोगी रूप से इस्तेमाल किया जाता है, जिससे पदार्थ में बचत होती है।

5 समान वोल्टेज पर, AC ट्रांसमिशन लाइन की तुलना में DC ट्रांसमिशन के इंसुलेटिंग मटेरियल पर कम तनाव आता है।

6 DC लाईन में को रोना लॉस कम होता है औलर कम्युनिकेशन सर्किट में होने वाले हस्तक्षेप कम होते हैं।

7 सिस्टम अस्थिरता की परेशानी भी नहीं होती है जो AC ट्रांसमिशन में सामान्य है।

DC ट्रांसमिशन की हानियाँ (Disadvantages of DC transmission)

1 कम्युटेशन की कनिाई (समस्या) के कारण हाई या उच्च DC वोल्टेज पर पावर जनरेशन कनि होता है और उपयोगी रूप से उपभोक्ता सिरे पर उपयोग नहीं किया जा सकता।

2 स्टेप अप और स्टेपडाउन ट्रांसफोरमेशन, ट्रांसफार्मर द्वारा मुमकिन नहीं है।

AC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of AC electric power transmission)

1 हाई वोल्टेज पर भी पावर जनरेट की जा सकती है, कम्युटेशन की कोई कनिाई (समस्या) नहीं होती है।

2 ट्रांसफार्मर के द्वारा AC वोल्टेज को स्टेप अप एवं स्टेप डाउन किया जा सकता है।

3 AC पावर को हाई वोल्टेज ट्रांसमिशन करने पर हानियाँ कम होती है।

AC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन की हानियाँ (Disadvantages of AC electric power transmission)

1 इंडक्टेंटश की और केपेसिटेन्स की समस्या, ट्रांसमिशन लाइन में रहती है।

2 स्कीन इफेक्ट के कारण, ज्यादा कॉपर की आवश्यकता होती है।

3 AC ट्रांसमिशन लाईन का निर्माण ज्यादा जटिल और महंगा होता है।

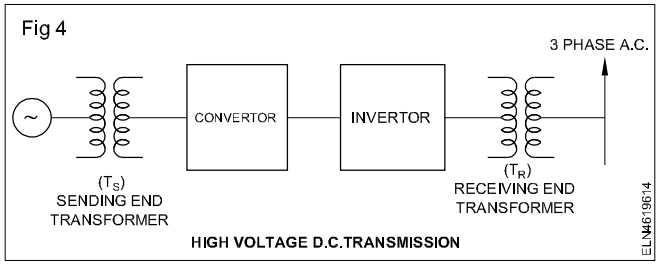
4 AC ट्रांसमिशन लाइन प्रभावी प्रतिरोध, स्कीन इफेक्ट के कारण बढ़ जाता है।

ऊपर की गई तुलना से यह स्पष्ट होता है कि, हाई वोल्टेज AC ट्रांसमिशन की तुलना में हार्ड वोल्टेज DC ट्रांसमिशन बेहतर है वर्तमान में AC ट्रांसमिशन के द्वारा इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिट किया जाता है, और DC

ट्रांसमिशन की ओर भी दिलचस्पी ली जा रही है । मर्करी आर्क रेक्टिफायर और थायरेट्रान के द्वारा AC से DC को और DC से AC को आसानी से परिवर्तित करना संभव हुआ है, कुछ उपकरण सिंगल युनिट में 400KV पर 30MW तक संचालित हो सकते है, वर्तमान में AC द्वारा जनरेशन एवं डिस्ट्रीब्युशन और DC द्वारा ट्रांसमिशिन का चलन चल रहा है ।

हाई वोल्टेज DC ट्रांसमिशन का सिंगल लाईन डायग्राम Fig 4 में दर्शाया गया है ।AC पावर जनरेट होने के बाद स्टेप अप ट्रांसफार्मर द्वारा वोल्टेज को हाई वोल्टेज में सेन्डिग एडेवर (T_s) परिवर्तित किया जाता है ।

हाई वोल्टेज पर AC पावर को मर्करी आर्क रेक्टिफायर द्वारा AC से DC में परिवर्तित किया जाता है । हाई DC वोल्टेज पर इलेक्ट्रिक पावर का ट्रांसमिशन होता है । रिसिविंग एंड पर थायरेट्रान के द्वारा DC को AC में परिवर्तित किया जाता है । डिस्ट्रीब्युशन के लिए रिसिविंग एंड पर स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर (T_R) के द्वारा वोल्टेज को स्टेप डाउन किया जाता है ।



हाई वोल्टेज ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of high voltage transmission)

ट्रांसमिशन सिस्टम के बहुत होई वोल्टेज का उपयोग किया जाता है, इसका सामान्य सिद्धांत है कि जितना ज्यादा वोल्टेज होगा, उतनी ही सस्ती सप्लाई होगी।

मतलब AC सिस्टम में पावर को व्यक्त किया जाता है **P=VI cosϕ,** इसका मतलब यह हुआ कि दिए हुए पावर में वोल्टेज को बढ़ाने पर करंट का मान कम होता है। करंट का मान कम होने से केबल, स्विच गियर साइज और लाईन पावर लॉस घट जाते है, लाइन पावर लॉस $P = I^2R$ कम हो जाता है।

132KV ग्रिड और 400KV **सुपर ग्रिड ट्रांसमिशन लाईन** में अधिकांश भाग स्टील-क्रोर एल्युमिनियम कंडक्टर का होता है जिसे स्टील लेटीस टावर पर लटकाया जाता है यह अंडरग्राउंड केबिल के तुलना में 16 गुना ज्यादा सस्ता होता है।

पोर्सलिन इन्सुलेटर स्ट्रिग्स में कंडक्टर जुड़े होते है, जो टॉवर के क्रास मेम्बर पर लगे हुए होते हैं, जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है। 3 ∅ सिस्टम के सिंगल सर्किट में तीन कंडक्टर शामिल होते है ताकि टावर के 6 आर्म्स पर दो भिन्न सर्किट को रखा जाए।

उपभोक्ता का प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन 11KV सबस्टेशन से होता है, जिसका अधिकांश भाग 33 KV सबस्टेशन से लिया जाता है। 11KV पर जिन शहरीय क्षेत्र में 100 MW से ज्यादा डिस्ट्रीब्युज होता है। वहाँ सीधे 132KV से 11KV तक ट्रांसफारमेशन किया जाता है।

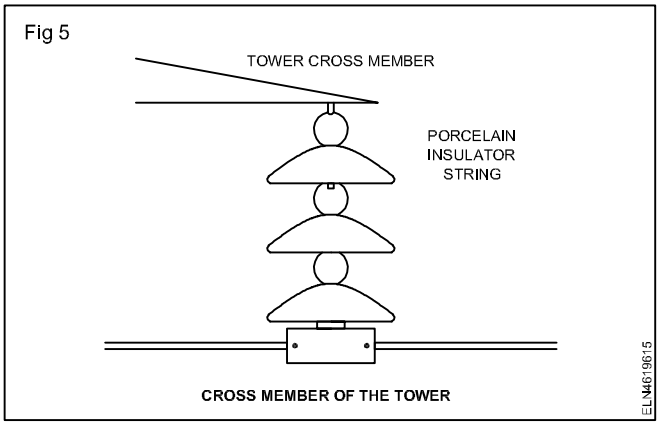
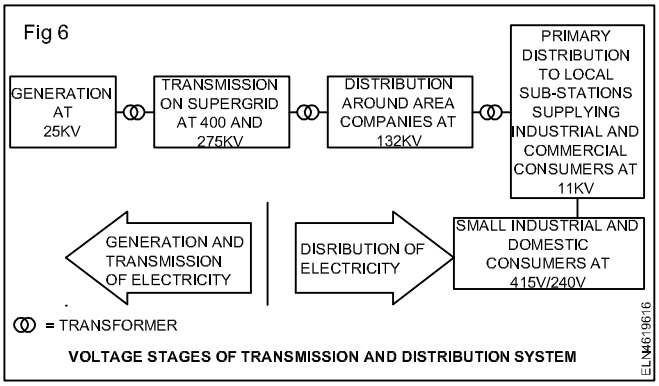


Fig 6 में ब्लॉक डायग्राम द्वारा ट्रांसमिशन एवं डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के विभिन्न स्तर पर वोल्टेज को दर्शाया गया है ।



निरंतर सप्लाय प्रदान करने 11KV डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम को रेडियल सिस्टम की तरह उपयोग किया जाता है अर्थात् रेडियल सिस्टम की तरह इस्तेमाल किया जाता है।

किसी भी इलेक्ट्रिकल इंजीनियर या सप्लाय आथोरिटी के लिए यह विचार करना आवश्यक है कि सुरक्षित सप्लाय का मेन्टनेन्स (मरम्मत) किया जाए। क्योंकि औद्योगिक क्षेत्र में सप्लाय का रूकना या उसकी हानि होतो असुविधाजनक हो सकता है जिससे वित्तीय नुकसान के साथ-साथ उपभोक्ता या जनता को भी खतरा हो सकता है।

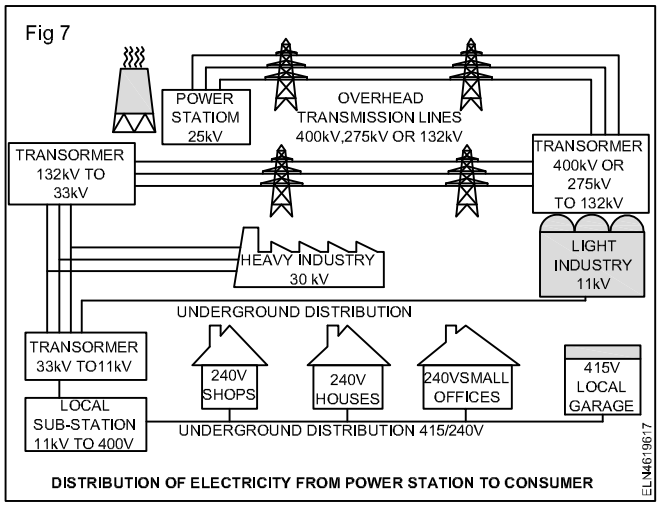
रिंग सिस्टम का यह सिद्धांत होता है कि वह दो दिशाओं से उपभोक्ता सब स्टेशन को सप्लाय देता है और ओवरलोडिंग होने पर या फाल्ट होने पर केवल प्रोटेक्शन उपकरण द्वारा सर्किट से फाल्ट का बिना ऊर्जा हानि या सप्लाय हानि के अलग कर देता है।

Fig 7 में पावर स्टेशन से उपभोक्ता तक इलेक्ट्रिसिटी डिस्ट्रीब्युशन डायग्राम दर्शाया गया है।

हाई वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन (High voltage distribution)

प्रायमरी सबस्टेशन के हाई वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन को उपयोग कर बिजली विभाग के द्वारा छोटे औद्योगिक, व्यापारिक एवं घरेलु उपभोक्ताओं को सप्लाय दी जाती है।

यह डिस्ट्रीब्युशन बड़े औद्योगिक उपभोक्ताओं के लिए भी है, जहाँ 11KV सबस्टेशन होता है जैसा कि Fig 8 में बताया गया है, यह सब स्टेशन लोड सेन्टर पर फैक्ट्री साइड के आस पास होता है।



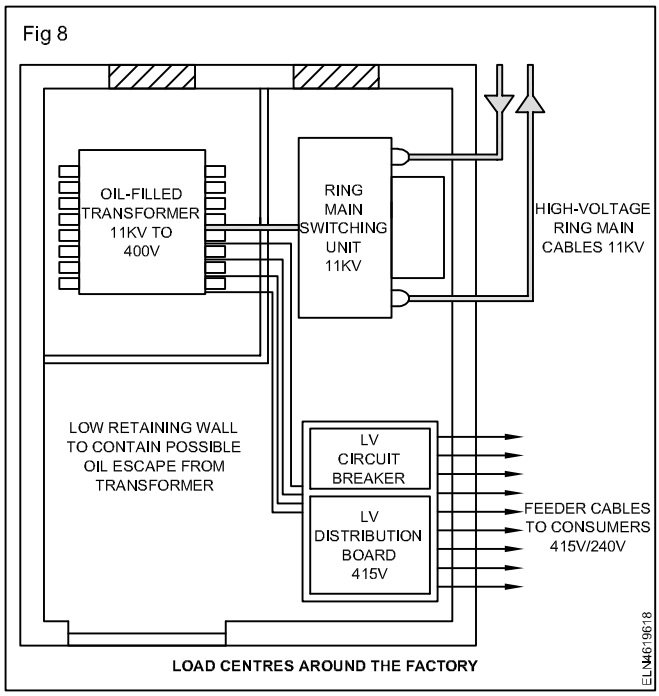


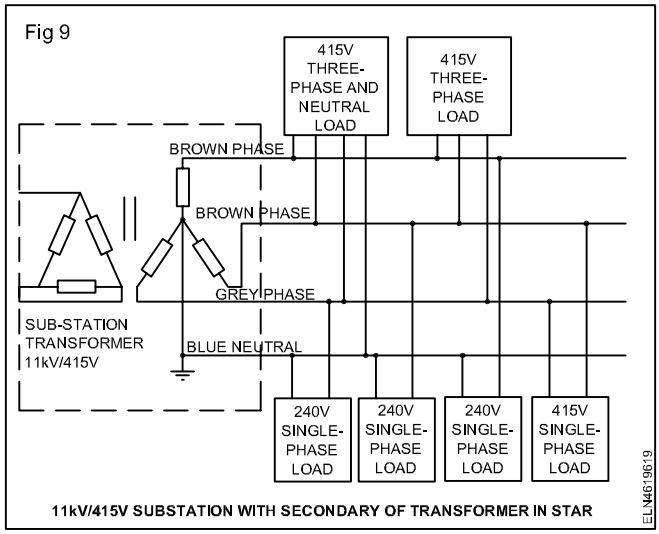
Fig 7

DISTRIBUTION OF ELECTRICITY FROM POWER STATION TO CONSUMER

Fig 8

LOAD CENTRES AROUND THE FACTORY

साधारण अंडग्राउंड रेडियल फिडर (415V/240V) के द्वारा प्लांट, डिस्ट्रीब्युशन बोर्ड, व्यापारिक और घरेलू लोड को जोड़ा जाता है डिस्ट्रीब्युशन बोर्ड में आउटगोइंग सर्किट को सर्किट ब्रेकर द्वारा सुरक्षा प्रदान की जाती है।



Δ – Y ट्रांसफार्मर के द्वारा 11KV को 415V अर्थात् 11KV/415V एवं 11KV/415V से 415 V/240V में प्राप्त किया जाता है। इस तरह का सबस्टेशन Fig 9 में दर्शाया गया है।

Fig 9

11kV/415V SUBSTATION WITH SECONDARY OF TRANSFORMER IN STAR

ट्रांसफार्मर की सेकंडरी वाइडिंग स्टार (Y) में कनेक्ट रहती है इसके स्टार पाइंट को अर्थ इलेक्ट्रोड के द्वारा जमीन में अर्थ किया जाता है और इस पाइंट के द्वारा चौथा कंडकटर लिया जाता है जिसे न्यूट्रल कहते है जो लोड 2 फेज से कनेक्ट रहते है उन्हें 415V, सप्लाय मिलती है, एवं सिंगल फेज और न्यूट्रल के बीच 240V होता है।

3∅, 415V, सप्लाय छोटे उद्योग, व्यापारिक लोड जैसे गैरेज, स्कूल, फ्लेट्स के ब्लॉक इत्यादि में दि जाती है। सिंगल फेस 240V सप्लाय संतत्र रूप से घरेलु उपभोक्ताओं को दिया जाता है।

लाइन विद्युतरोधी (Line insulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युतरोधी के प्रकार तथा उनके उपयोगों का वर्णन करना**
- **विद्युतरोधी की बंधक (binding) विधी का वर्णन करना ।**

लाइन इंसुलेटर (Line insulators)

शिरोपरि लाइन में लाइन इंसुलेटर या लाइन विद्युतरोधी को उपयोग करने का उद्देश्य लाइव या सजीव कंडेक्टर को पकड़ना तथा चालक से खंभे को करंट के लीकेज को रोकना है। यह पोर्सलीन क्ले के बने होते है तथा वातावरण से पोर्सलीन में नमी को अवशोषण रोकने के लिए पूर्णतः चमकदार होते है।

इंसुलेटर के गुण (Properties of insulators)

i कंडक्टर लोड, वंड लोड इत्यादि के सामने उच्च मेकेनिकल स्ट्रेंथ होती है।

ii अर्थ लिकेज करंट से बचने के लिए इंसुलेटर का रजिस्टेंस या प्रतिरोध उच्च होता है।

iii हाइ इलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ को उच्च बनाने के लिए इंसुलेटर का उच्च रिलेटिव परमिटीवी होता है।

iv इंसुलेटर में छिड नहीं होता है, अशुब्धता से मुक्त और दरार नहीं होते है अन्यथा परमिटीविटी कम हो जाती है।

v पंक्चर स्ट्रेंथ और प्लेश ओवर के बीच उच्च अनुपात होता है।

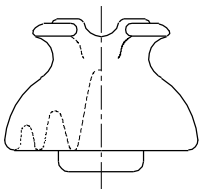
इंसुलेटर को बनाने के लिए सबसे ज्यादा पोर्सलीन का उपयोग किया जाता है किंतु कुछ सीमित स्थानों पर ग्लास, स्टेटाइट और विशेष मिक्षण वाली सामग्री से बने इंसुलेटर भी उपयोग में लाए जाते हैं।

उपयोग होनेवाले सामान्य प्रकार के विद्युतरोधी (insulators) निम्नलिखित हैं :

- पिन इंसुलेटर (Pin type insulator)
- शेकल इंसुलेटर (Shackle insulator)
- सस्पेन्शन इंसुलेटर (Suspension insulator)
- स्ट्रेन इंसुलेटर (Strain insulator)
- पोस्ट इंसुलेटर (Post insulator)
- स्टे इंसुलेटर (Stay insulator)
- डिस्क इंसुलेटर (Disc insulator)

पिन इंसुलेटर (Pin Insulators) : पिन इंसुलेटर का उपयोग खंभों की सीधी दौड़ पर लाइन चालकों को होल्ड या पकड़कर रखने के लिए किया जाता है। पिन इंसुलेटर तीन प्रकार के दोते है अर्थात् सिंगल शेड (Fig 1) डबल शेड (Fig 2) और ट्रिपलशेड पिन इंसुलेटर (Fig 3)। सिंगल शेड पिन, इंसुलेटर का प्रयोग लो और मिडियम वोल्टेज लाइन के लिए किया जाता है, 3000V से अधिक वोल्टेज के लिए डबल शेड, ट्रिबल शेड पिन इन्सुलेटर का उपयोग किया जाता है ये शेड वर्षा के जल को नीचे गिराने के लिए उपयोग होते है।

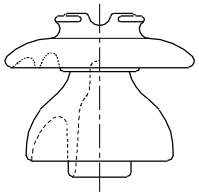
Fig 1



SINGLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

ELN4619621

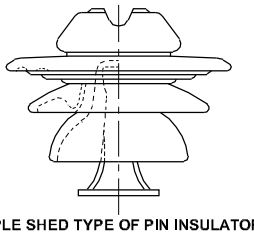
Fig 2



DOUBLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

ELN4619622

Fig 3

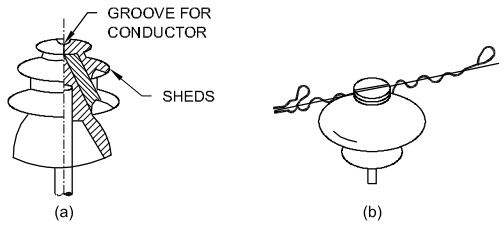


TRIPLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

ELN4619623

पिन टाइप इंसुलेटर के भाग Fig 4a और 4b में दिखाया गया है पोल पर लगे क्रांस आर्म को पिन टाइप इंसुलेटर सुरक्षित रखता है, इंसुलेटर के ऊपर एक नाली होती है इसमें कंडक्टर रखा जाता है या इसमें से होकर गुजरता है, कंडक्टर की तरह ही समान मटेरियल एनील्ड वायर से इसकी बाधा जाता है।

Fig 4

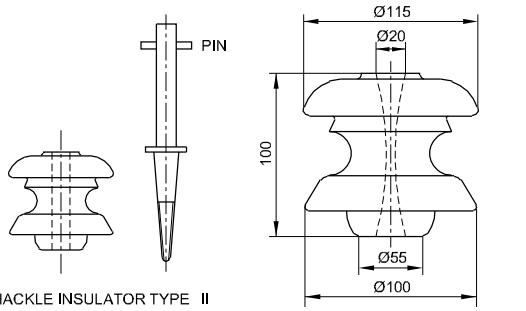


SECTION VIEW OF A PIN INSULATOR

ELN4619624

शैकल इंसुलेटर (Shackle insulators) : शैकल इंसुलेटर को कोनो के खंभों पर टर्मिनेटिंग या समापन के लिए सामान्यतः उपयोग किया जाता है। यह इंसुलेटर केवल मध्यम वोल्टेज लाइन के लिए इस्तेमाल किए जाते है। (Fig 5a & 5b)

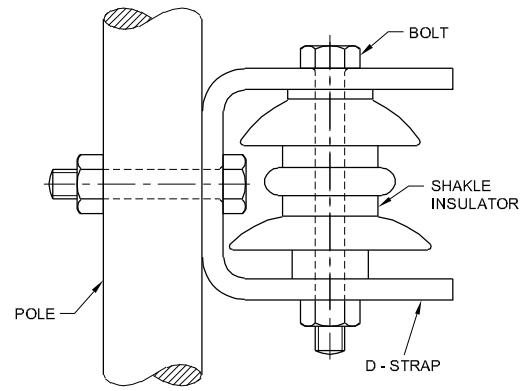
Fig 5



ELN4619625

वर्तमान में इनका उपयोग लो वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन लाइन में हो रहा है। यह इन्सुलेटर ऊर्ध्वाधर या क्षौतिज की स्थिति में लगाते है जैसा कि Fig 6 में दर्शाया गया है यह इंसुलेटर पोल के क्रास आर्म में या पोल में सीधे बोल्ट द्वारा कसा जाता है। कंडक्टर को नाली में कसने के लिए नरम बाइडिंग वायर का इस्तेमाल किया जाता है।

Fig 6



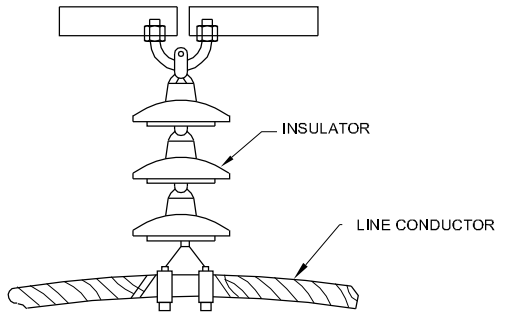
SHACKLE TYPE INSULATOR

ELN4619626

सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर (Suspension type insulators)

जैसे-जैसे वोल्टेज का मान बढ़ रहा है पिन इन्सुलेटर की कीमत भी बढ़ रही है, इसलिए यह इन्सुलेटर 33 KV के ऊपर इस्तेमाल करना आर्थिक रूप से उचित नहीं है, 33KV से ज्यादा वोल्टेज के लिए सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर का प्रयोग किया जाता है, Fig 7 में सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर दिखाया गया है । लड़ी के रूप में मेटल से कुछ निश्चित संख्या में पोर्सलीन

Fig 7



SUSPENSION INSULATOR

डिस्क सिरिज में जुड़ी हुई रहती है । इस इन्सुलेटर की एक लड़ी बनती है जिसके आखिरी में नीचे की तरफ कंडक्टर लटकाया जाता है और ऊपर की तरफ इसे टावर के क्रासआर्म पर टावर को सुरक्षित रखने के लिए लटकाया जाता है । इन्सुलेटर की हर डिस्क निम्न वोल्टेज 11KV के लिए डिजाइन होती है और वोल्टेज के ऊपर निर्भर करती है कि कितनी डिस्क को सिरिज में लगाई जाए । यदि लाईन का वोल्टेज 66KV है तो 6 डिस्क सिरिज में लगाई जाती है । यह 6 डिस्क लड़ी (string) के रूप में होती है ।

सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर के लाभ (Advantages)

1 33 KV से ज्यादा वोल्टेज के लिए सस्पेन्सन टाइप इन्सुलेटर, पिन टाइप इन्सुलेटर की तुलना में सस्ता होता है।

2 प्रत्येक डिस्क 11KV की होती है, कितनी डिस्क का इस्तेमाल होगा यह वर्किंग वोल्टेज पर निर्भर करता है।

3 यदि एक डिस्क खराब हो जाती है तो पूरे स्ट्रींग या लड़ी को बदलने की जरूरत नहीं होती है सिर्फ खराब डिस्क को बदला जा सकता है।

4 सस्पेंशन व्यवस्था, लाइन के लिए लचीली होती है। टावर के क्रास आर्म पर यह इन्सुलेटर स्वतंत्र रूप से लटका रहता है और जहाँ मेकेनिकल स्ट्रेस कम होता है यह वहाँ अपनी स्थिति ले लेता है।

5 यदि ट्रांसमिशन लाइन पर डिमांड को बढ़ाया जाए तो यह देखा गया है कि कंडक्टर के एक ओर सेट का इस्तेमाल कर लाइन वोल्टेज को बढ़ाकर डिमांड को बटाया जाता है। और इन्सुलेशन की आवश्यकता होती है। वोल्टेज को बढ़ाने पर किन्तु सस्पेन्शन व्यवस्था में आवश्यकतानुसार और डिस्क को बढ़ाया जा सकता है।

6 इन इन्सुलेटर का प्रयोग सामान्यतः स्टील टावर में होता है यदि कंडक्टर या चालक टावर के अर्थ क्रास आर्म के नीचे दौड़ रहे है तो इस इन्सुलेटर को आंशिक रूप से लाइटिंग से बचाने के लिए भी किया जाता है।

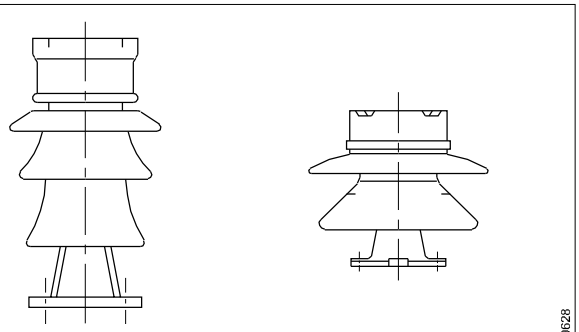
स्ट्रेन इन्सुलेटर (Strain insulators)

जब लाइन का अंतिम सिरा होता है या कोना होता है या शार्प कव्र होता है तो लाइन में बहुत ज्यादा रिवचाव (तनाव) या टेन्शन होता है। लाइन के बहुत ज्यादा तनाव (खिचाव) को कम करने के स्ट्रेन इन्सुलेटर का इस्तेमाल किया जाता है। लो वोल्टेज लाईन (<11KV) में शैकल इन्सुलेटर, इट्रेन इन्सुलेटर की तरह फार्य करती है। हाई वोल्टेज के लिए स्ट्रेन इन्सुलेटर सस्पेन्शन इंसुलेटर के समूह को लेता है। स्ट्रेन इन्सुलेटर की डिस्क ऊर्ध्वाधर कक्ष में कार्य करती है। जब लाईन का खिचाव या तनाव बहुत ज्यादा होता है तो दो या दो से अधिक लड़ीयों को समानांतर उपयोग किया जाता है।

पोस्ट इंसुलेटर (Post insulators)

कैप या पिन टाइप (Cap and pin type) (Fig 8a & 8b) : इस तरह के इन्सुलेटर को बसो पर लगाया जाता है। ड्रापआउट फ्यूज, लाइन कंडक्टर, G.O.A.B (Gang Operated Air Break) स्विच के लिए इन इन्सुलेटर का उपयोग किया जाता है। यह आउटडोर टाइप या बाहरली प्रकार के होते है और 11KV, 22KV औप 33KV की रेंज में मिलते हैं।

Fig 8

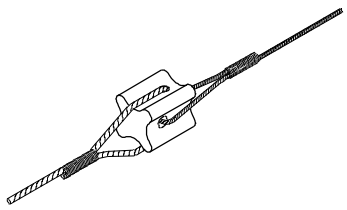


a) CAP AND PIN INSULATOR FOR GOAB SWITCH

b) ANOTHER DESIGN OF CAP AND PIN INSULATOR FOR GOAB SWITCH

स्टे इन्सुलेटर (Stay insulators) (Fig 9) : स्टे इन्सुलेटर को स्ट्रेन इन्सुलेटर भी कहते हैं और सामान्यत : 33 KV तक के लिए उपयोग किए जाते हैं यह इन्सुलेटर जमीन से 3 मीटर से कम की दूरी पर स्थापित नहीं करना चाहिए। जहाँ लाईन विकृत या स्ट्रेन हो वहाँ भी इन इंसुलेटर को उपयोग में लाया जाता है।

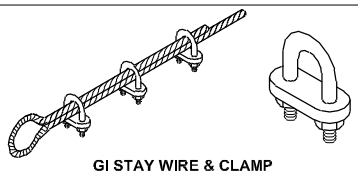
Fig 9



STAY INSULATOR

सपोर्टिंग वायर जो ओवरहेड कंडक्टर के कारण खंभे पर तनाव की विपरीत दिशा में उपयोग होता है को स्टे वायर कहते हैं। यह कंडक्टर के तनाव के कारण खंभे को मोड़ने से रोकता है। स्टे वायर में GI वायर के 4 से 7 स्ट्रेंडस होते है जैसा कि Fig 10 में दिखाया है। पोल के तनाव पर इस वायर की सही साइज निर्भर करती है।

Fig 10

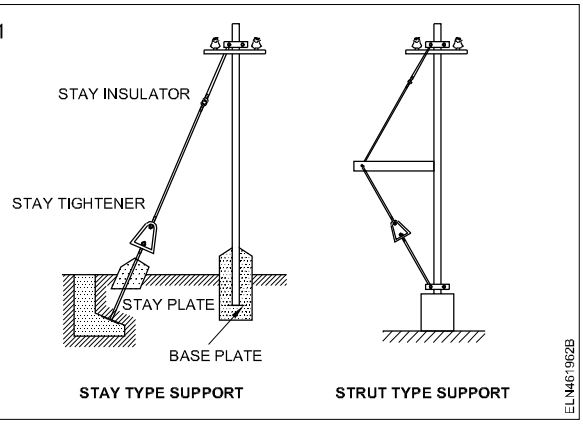


GI STAY WIRE & CLAMP

स्टे और स्ट्रटस या आलम्बन स्तंभ (Stays and struts) : स्टे और आलम्बन स्तंभ खंभों के लिए विभिन्न प्रकार के सपोर्ट देने वाले वायर होते है। स्टे का उपयोग एंगल एवं टर्मिनेटिंग खंभों को मोड़ने से रोकने के लिए और struts या आल्मबन स्तंभ का वहाँ इस्तेमाल होता है जहाँ स्टे के लिए स्थान बहुत कम होता है। Fig 11 में stay और strut दिखाए गए है।

स्टे का एक भाग पोल के ऊपर कसा होता है और क्रांकीट फाउण्डेशन में ग्राउण्ड किया होता है।

Fig 11

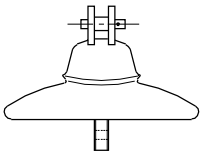


डिस्क इंसुलेटर (Disc insulators) : डिस्क इंसुलेटर चमकदार पोर्सलीन या दृढ़ ग्लास का बना हुआ होता है तथा अंतिम सिरे पर विद्युत रोधी की तरह या सीधी लाइनों पर 3.3 kV तथा अधिक वोल्टेज के लिए सस्पेन्शन टाइप की तरह उपयोग किये जाते है। (Figs 12, 13 और 14)

यह चार डिजाइन में मिलते हैं :

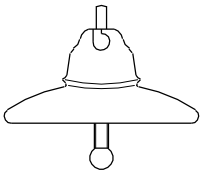
टंग और क्लैविस प्रकार (Tongue and clevis type) (Fig12) : एक यूनिट के जीवा में दूसरी के क्लैविस को धारणा करने के लिए काटर पिन के साथ एक गोल गोल पिन का उपयोग किया जाता है।

Fig 12



बॉल और सॉकेट टाइप (Ball and socket type) (Fig 13) : इस स्थिति में एक इंसूलेटर के बॉल को साइड से स्लाइड करके विद्युतरोधी को जोड़ा जाता है जिससे कि बॉल बाहर स्लाइड न हो। यह अंतिम सिरों पर उपयोग होते है।

Fig 13

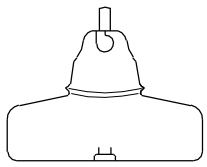


ठंडे मौसम के लिए इंसुलेटर (Insulators for cold climate) (Fig 14):ंडे मौसम के लिए क्रिपेज दूरी को प्राप्त करने के लिए, जो ंडे मौसम में आवश्यक होता है, निचले कैप की गहराई को बढ़ा दिया जाता है, इसमें 2 डिजाइन है फोग टाइप और एंटीफोग टाइप ।

गार्ड वायर (Guard wires)

समान सपोर्ट पर चालकों के बीच आवश्यक न्यूनतम अंतराल (Minimum clearance required between conductors on the same support) :- ये गिरने वाले चालकों को रोकने वाले गार्ड की

Fig 14



तरह खड़े किये जाने वाले वायर के सेट है, जिससे की लाख कंडक्टर टूटन के पश्चात् चलनेवाले वाहन और जनता के साथ संपर्क में न आये। यह उन स्थानों पर खड़े किये जाते है जहाँ लाइन सड़क, रोड़, रेल्वे लाइन OH शक्ति, कम्युनिकेशन या संचार लाइन तथा अन्य को क्रास करती है।

a L.T. लाइनें (L.T. lines)

i चालकों का ऊर्ध्वाधर विन्यास :-

भूमि और लाइव कंडक्टर के बीच 30 cms. का अंतराल होना चाहिए ।

लाइव कंडक्टर के बीच 20 cms. का अंतराल होना चाहिए।

ii चालकों का क्षैतिज विन्यास :-

सपोर्ट के किसी भी साइड पर सजीव तारे के बीच न्यूनतम अंतराल 45 cms. होना चाहिए।

सपोर्ट के समान साइड पर लाइव वायर के बीच न्यूनतम अंतराल के 30 cms. होना चाहिए।

क्रास आर्म के सिरे तथा इंसुलेटर पिन छिद्र के केन्द्र के बीच की न्यूनतम दूरी को 8cms. होना चाहिए।

b लाइनें (H.T. lines)

त्रिभुजाकार विन्यास :-

क्रास आर्म के सिरे तथा इंसुलेटर के पिन छिद्र के केन्द्र के बीच को न्यूनतम दूरी को 10 cms. होना चाहिए।

चालकों को इस तरह से स्थापित करना चाहिए जिससे कि वे कम से कम 1 metre भुजा की समबाहु स्वरूप बनाये।

बाईंडिंग की आवश्यकता (Necessity of binding) : ओवरहेड ट्रांस मिशन लाइन में आवस्यकतानुसारप सेगय झोल के साथ वायर स्ट्रेचर से तारों को खींचरने के बाद किसी भी तरह का दूसरा परिवर्तन किए बिना, कंडक्टर को सही स्थिती में बनाये रखने के लिए लाइन कंडक्टर को पोस्ट टाइप एंव शैकल टाइप इंसुलेटर से बांधना होता है।

ओवर हेड लाइन में इंसुलेटर को बांधन की विधि (Method of binding insulator in overhead lines) : इंसुलेटर को लाइन कंडक्टर के साथ कॉपर को कंडक्टर की स्थिति में कॉपर बाइडिंग वायर की सहायता से, गैलीकृत आयरन कंडक्टर के लिए गैल्वीकृत आयरन बाइडिंग वायर तता एल्युमिनियम स्टील रेनफोर्स कंडक्टर और एल्युमिनियम के लिए एल्युमिनियम बाइडिंग वायर से बाँधना चाहिए। बाइडिंग वायर के साइज को 2 sq mm. से कम नहीं होना चाहिए।

एल्युमिनियम क्रोड कंडक्टर को बांधन के बाद, बन्धन जोड़ पर रक्षम ग्रीस लगाया जाता है। बाइडिंग टर्नस को बहुत नजदीक या बिना किसी

अंतराल के तथा पर्याप्त कसे होना चाहिए जिससे चिंगारी को रोका जा सके।

बांधते समय चालक को सीधा करने के लइ केवल मैलेट का उपयोग करना चाहिए तथा हथौड़े का प्रयोग करना चाहिए।

चालक की धारा वहन क्षमता (Current carrying capacity of a conductor)

प्रस्तावना (Introduction)

एक आवरण युक्त चालक या केबल की धारा वहन क्षमता वह अधिकतम मान है,जो चालक अपनें अधिकतम निर्धारित तापमान में परिवर्तन किए बिना ले जा सकता है। उसे अम्पैसिटी (capacity) के नाम से भी जाना जाना जाता है।

केबल के उपयोग के दौरान वैद्युतिक हानियाँ होती है जो कि चालक की उष्मा, इंसुलेशन और अन्य धात्विक अवयवों पर पड़ने वाले प्रभाव से व्यक्त होता है।

केबल धारा वहन क्षमता उसके सतह पर होनें उष्मा अपव्यय एवं आसपास के बातावरण पर निर्भर करता है। केबल की तापवहन क्षमता निर्धारित करता है। केबल की अधिकतम तापमान वहन क्षमता उसके अचालक पदार्थ पर निर्भर करता है।

वातावरण के आधार पर तापमान का चयन करके (दिए गए तापमान वृद्धि सूची से) एक विशेष वातावरण के लिए केबल के अधिकतम रेटिंग की गणना की जा सकती है। केवल आवरण में प्रयुक्त पदार्थ की परत की यदि उष्मीय प्रतिरोधक के रूप में जाना जाता है, तब धरा वहन क्षमता की गणना भलिभाँति की जा सकती है।

धारा वहन क्षमता के लिये सूत्र

$$I = \left(\frac{\Delta\theta - W_d \left[\frac{1}{2} T_1 + \eta (T_2 + T_3 + T_4) \right]}{R T_1 + \eta R (1 + \lambda_1) + T_2 + \eta R (1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)} + \right)^{\frac{1}{2}}$$

जहाँ

I = निर्धारित धारा

$\Delta\theta$ = चालक तापमान में वृद्धि (K)

R = AC प्रतिरोध, चालक के प्रति ईकाई लंबाई पर (अधिकतम प्रचालन तापमान पर Ω/m) में)

T_1 = डाइइलेक्ट्रिक हानि प्रति इकाई लंबाई पर (चालक व आवरण के मध्य K_m/W)

T_2 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (आवरण व ऑर्मर के मध्य K_m/W)

T_3 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (केबल के बाह्य आवरण की K_m/W)

T_4 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (केबल के आसपास के वातावरण के मध्य K_m/W)

W_d = डाइलेक्ट्रिक हानि प्रति इकाई लंबाई पर (चालक के अचालक आवरण की W/m)

η=केबल में लोडवाहक चालकों की संख्या (समान साइज के चालक व एक समान भार) (load)

λ_1 = धात्विक आवरण पर हुई कुल हॉनियाँ तथा केबल के चालकों पर हुई हानियों का अनुपात

λ_2 = ऑर्मर पर हुई कुल हॉनियॉ तथा केबल के चालकों पर हुई हानियों कर अनुपात

राष्ट्रीय बैद्युतिक कोड NEC (National Power Code)

एक केवल का चयन करते समय इसकी वायर एम्पैसिटी रेटिंग पता होनी चाहिए। यह रेटिंग (National Power Code) (NEC)

ऑवरहैड लाइनों/पोलों की स्थापना-इन्स्यूलेटर को बांधना (Overhead lines /poles erection-fastening of insulator)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पावर ट्रान्समिशन एवं O.H लाइनों द्वारा वितरण स्पष्ट करना**
- **प्रमुख भागों की सूची बनाना और प्रत्येक को स्पष्ट करना**
- **ट्रान्समिशन लाइनों में प्रयुक्त लाइन सम्बलों को स्पष्ट करना**
- **वोल्टेज वर्गीकरण के संदर्भ में पावर लाइनों को स्पष्ट करना**
- **O.H लाइनों में कोरोना प्रभाव, झोल एवं स्किन प्रभाव स्पष्ट करना।**

ओवर हेड लाइन (Overhead lines)

इलेक्ट्रिक पावर, जो जनरेटिंग प्लांट या स्टेशन से जनरेट की जाती है और उपभोक्ता को ट्रांसमिट की जाती है, इसे डिस्ट्रीब्युट करने के लिए ओवर हेड लाइन या अंडरग्राउण्ड के बल का प्रयोग किया जाता है।

इलेक्ट्रिक ऊर्जा की बहुत ज्यादा मात्रा को जनरेटिंग स्टेशन से इलेक्ट्रिक सबस्टेशन तक इलेक्ट्रिकल पावर ट्रांसमिशन द्वारा पहुँचाया जाता है इस इंटर कनेक्शन लाइन को **ट्रांसमिशन नेटवर्क** भी कहते हैं। सब स्टेशन से उपभोक्ता तक इलेक्ट्रिकल लिंक को पावर **डिस्ट्रीब्युशन** कहते है। ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्युशन नेटवर्क मिलकर **'पावर ग्रिड'** बनता है।

लम्बी दूरी के ट्रांसमिशन में होने वाली हानियों को कम करने के लिए इलेक्ट्रिसिटी को हाई वोल्टेज पर ट्रांसमिट किया जाता है (11, 33, 66, 230, 400, और 500 Kv) पावर, ओवर हेड लाइन या अंडर ग्राउण्ड केबल के द्वारा ट्रांसमिट किया जाता है।

ओवर हेड लाइन हाई वोल्टेज 3 अल्टरनेटिंग करंट होती है और कई बार इलेक्ट्रिक ट्रेकशन सिस्टम में सिंगल फेज A.C सप्लाय का प्रयोग होता है। बहुत ज्यादा दूरी के लिए भी ज्यादा क्षमता के लिए हाई वोल्टेज डायरेक्ट करंट (HVDC) का उपयोग किया जाता है जो सब मशीन पावर केबल में उपयोग होता है और बहुत ज्यादा पावर डिस्ट्रीब्युशन नेटवर्क का स्थिर रखता है।

ओवर हेड लाइन में उपयोग होने वाले मुख्य घटक (Main components used in O.H lines)

ओवर हेड लाइन या तो इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिट करने में या डिस्ट्रीब्युट करने में इस्तेमाल होती है। ओवर हेडलाइन का सफलता पूर्वक प्रचालन काफी हद तक उसकी मेकेनिकल डिज़ाइन पर निर्भर करता है। ओवरहेड लाइन को बनाते समय इस बात का ध्यान रखा जाता है कि उस लाइन कि मेकेनिकल शक्ति इतनी हो कि सबसे संभावित मौसम अवस्था में भी लाइन को मेकेनिकल स्ट्रेंथ मिले। सामान्यतः ओवर हेड लाइन के नि. लि. मुख्य घटक है,

i कंडक्टर जो इलेक्ट्रिक पावर को सेन्डिंग एंड स्टेशन से रिर्सिविंग एंड स्टेशन तक लेकर जाए।

ii सपोर्ट जो पोल या टॉवर हो सकते है और कंडक्टर को ग्राउण्ड से निश्चित सीमा के ऊपर रखते है।

iii इंसुलेटर जो सपोर्ट से जुड़े होते है और कंडक्टर को ग्राउण्ड से इंसुलेट करते है।

iv क्रास आर्म जो इंसुलेटर को सपोर्ट प्रदान करते है।

v विविध वस्तु जैसे फेज़ प्लेट्स, डेन्जर प्लेट, लाइनिंग अरेस्टर एन्टी क्लाइम्बिंग वायर इत्यादि।

कंडक्टर सामग्री (Conductor materials)

कंडक्टर सबसे महत्वपूर्ण आइटम है जिस पर सबसे पूंजी निवेश की जाती है इससे सही पसंद और नाप के कंडक्टर को महत्वपूर्ण महत्व दिया जाता है। इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिशन या डिस्ट्रीब्युशन के लिए उपयोग में आने वाले कंडक्टर में नि. लि. गुण होना चाहिए।

i उच्च इलेक्ट्रिकल चालकता।

ii उच्च तन्यता शक्ति जो यांत्रिक तनाव का सामना करें।

iii कम कीमत जिससे लम्बी दूरी के लिए इस्तेमाल किया जा सके।

iv कम विशिष्ट गुरुत्व जिससे weight/volume कम हो सकें।

साधारणतः प्रयुक्त होने वाली कंडक्टर सामग्री (Commonly used conductor materials)

ओवर हेड लाइन में सबसे ज्यादा इस्तेमाल किए जाने वाले कंडक्टर है कॉपर,एल्युमिनियम, स्टील रेनफोर्स्ड एल्युमिनियम, गेल्वेनाइज्ड स्टील और केडमियम कॉपर। विशेष सामग्री का चयन आवश्यक इलेक्ट्रिकल और मेकेनिकल गुण, किमत और स्थानीय स्थितियों को ध्यान में रखकर किया जाता है।

ओवर हेड लाइन में सभी कंडक्टर, लड़ के रूप में लची लापन बनाए रखने के लिए होते है। स्ट्रेंड कंडक्टर में एक कंडक्टर मध्य में और इसके गोलाई में 6, 12, 18, 24... वायर होते है।

तांबा (Copper)

तांबा, ओलर हेड लाइन में आदर्श कंडक्टर माना जाता है क्योंकि इसमें उच्च इलेक्ट्रिकल चालकता एवं बहुत ज्यादा तल्यता शक्ति होती है। स्ट्रेंड कंडक्टर में इसका उपयोग हार्ड ड्रान (hard drawn) के रूप में होता है। हार्ड ड्राइंग इलेक्ट्रिकल चालकता को धीरे धीरे कम घटाती है किन्तु तन्यता शक्ति को बढ़ाती है।

एल्युमिनियम (Aluminium)

एल्युमिनियम सस्ता एवं हल्का होता है कॉपर की तुलना में किंतु इसकी चालकता एवं तन्यता शक्ति कम होती है। दोनों पदार्थों के बीच तुलना इस प्रकार है।

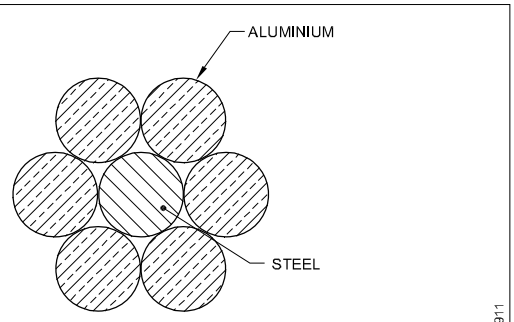
कॉपर की तुलना में एल्युमिनियम की चालकता 60% है चालकता कम होने से एल्युमिनियम की दक्षता भी कम होती है। x- सेक्शनल क्षेत्र समान प्रतिरोध पर एल्युमिनियम कंडक्टर का कॉपर की तुलना में ज्यादा होता है। कॉपर कंडक्टर के व्यास की तुलना में एल्युमिनियम कंडक्टर का व्यास 1.26 गुणा होता है।

स्टील कोर्ड एल्युमिनियम (Steel cored aluminium)

तन्यता शक्ति को बढ़ाने के लिए एल्युमिनियम के क्रोड में गोल्वेनाइज्ड स्टील वायर होता है इस कंडक्टर के मिश्रण को स्टील क्रोड एल्युमिनियम Aluminium Conductor Steel Reinforced (ACSR) कहते हैं ।

स्टील क्रोर्ड एल्युमिनियम कंडक्टर के सेन्टर में गल्वेनाइज्ड स्टील वायर व इसके चारों तरफ एल्युमिनियम वायर होते है (Fig 1), स्ट्रील और एल्युमीनियम वायर का व्यास समान होता है।

Fig 1



STEEL CORED ALUMINIUM CONDUCTOR

गाल्वनाइज्ड स्टील (Galvanised steel)

स्टील की तव्यता शक्ति बहुच उच्च होती है इसलिए गल्वेनाइज्ड स्टील कंडक्टर का उपयोग बहुत लंबी अवधी के लिए किया जा सकता है या छोटी लाइन खंडों में जहाँ वातावरण स्थिति के कारण असमान्य रूप से उच्च तनाव रहता है में उपयोग किया जाता है। यह कंडक्टर ग्रामीण क्षेत्रों में सस्ता होने के कारण आसानी से पाया जाता है। कम चालकता और उच्च प्रतिरोध के कारण स्टील और इस तरह के कंडक्टर को लम्बी दूरी के लिए अत्यधिक पावर को ट्रांसमिट करने में उपयोग में नहीं लिया जाता है।

लाईन सपोर्ट्स (Line Supports)

ओवर हेड लाइन कंडक्टर के लिए सपोर्टिंग ढांचा विभिन्न प्रकार के पोल और टॉवर होते है जिन्हें लाइन सपोर्ट कहते है। सामान्यतः सपोर्ट के निम्नलिखित गुण होना चाहिए :

i उच्च यांत्रिक शक्ति होनी चाहिए, कंडक्टर का वजन और विन्ड लोड को सहन करने के लिए

ii यांत्रिक शक्ति खोए बिना वजन में हल्का होना चाहिए

iii कीमत और मरम्मत अर्थव्यवस्था में सस्ता

iv लम्बा जीवनकाल

v मरम्मत के लिए कंडक्टर तक आसानी से पहुँचा जा सके।

विभिन्न प्रकार के लाइन सपोर्ट का उपयोग इलेक्ट्रिक पावर के ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्यूशन में किया जाता है जैसे लकड़ी के पोल, स्टील पोल, R.C.C पोल और लेटीस स्टील पावर। विशेष मामलों में सपोर्टिंग ढांचे की विकल्प लाइन अवधी, क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र, लाइन वोल्टेज, किमत और स्थानीय स्थितियों पर निर्भर करता है।

लकड़ी का पोल (Wooden poles)

यह अनुभवी लकड़ी (साल) से बनाया जाता है और मध्यम क्रास सेक्शनल लाइन और 50 मीटर तक की छोटी स्थान के लिए उपयुक्त है। इस तरह के इंसुलेटर सस्ते और आसानी से प्राप्त हो जाते है । इनमें इंसुलेशन के गुण होते है आर्थिक कारणों के कारण यह ग्रामीण क्षेत्रों में डिस्ट्रीब्युशन हेतु प्रयोग किए जाते है। 'A' और 'H' टाइप के डबल पोल जो ट्रांसर्व शक्ति (transverse strength) के कारण आर्थिक रूप से प्रयोग किये जाते है, एक पोल की तुलना में । (Fig 2)

लकड़ी के सपोर्ट में मुख्य आपत्ति यह है कि : (i) जमीन स्तर के नीचे सड़ने की प्रवृत्ति रहती है (ii) कम आयु होती है (20 – 25 वर्ष) (iii) 20 kV से ज्यादा वोल्टेज के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता है (iv) यांत्रिक शक्ति कम होती है (v) समय समय पर निरीक्षण की आवश्यकता होती है।

स्टील पोल (Steel poles)

वुडन या लकड़ी के पोल की जगह पर स्टील पोल का उपयोग किया जाता है, उनमें यांत्रिक शक्ति बहुत ज्यादा होती है, जीवन काल ज्यादा और ज्यादा लम्बे स्थान के लिए अनुमति होती है। दिखने में अच्छे होते है, मरम्मत की आवश्यकता कम होती है और इंसुलेशन गुण अच्छे होते है । इस तरह के पोल को शहरों में डिस्ट्रीब्युशन के लिए इस्तेमाल किया जाता है। इस तरह के सपोर्ट को गेल्वाइज्ड की परत या पेन्ट करने की जरूरत होती है जिससे इसकी उम्र बढ़ती है। स्टील पोल 3 प्रकार के है (i) रेल पोल (ii) टेब्युलर पोल और (iii) रोल्ड स्टील जोइंट पोल।

RCC पोल (RCC Poles)

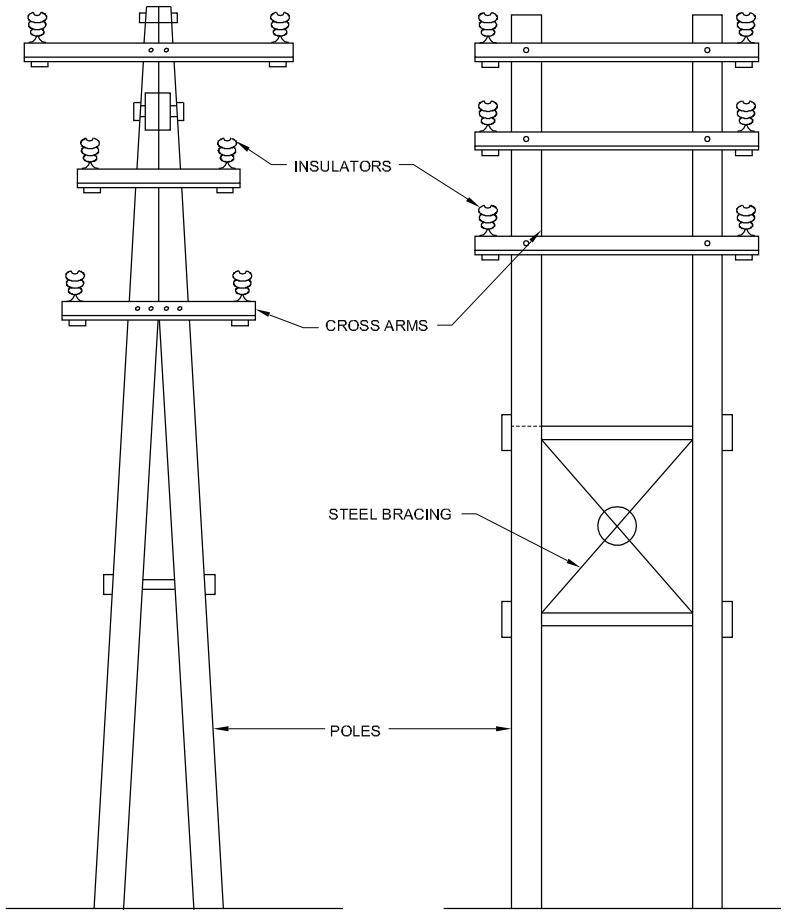
कुछ समय में सेर्फोर्स सिमेंट क्रांकीट (RCC) पोल लाईन सपोर्ट के लिए बहुत प्रचलित हुए है, इनमें बहुत ज्यादा यांत्रिक शक्ति, उम्र ज्यादा लम्बी और स्टील पोल की तुलना में ज्यादा स्थान की अनुमति होती है। दिखने में अच्छा, कम मरम्मत और अच्छा इन्सुलेशन गुण होता है। Fig 3 में सिंगल और डबल RCC पोल सर्किट दर्शाया है। इन पोल में छिद्र होते है ताकि इस पर आसानी से चढ़ा जा सके। और इस ही समय लाइन सपोर्ट के भार को कम किया जाता है।

स्टील टॉवर (Steel towers)

कम वोल्टेज के लिए 11 KV पर डिस्ट्रीब्युशन के लिए वुडन स्टील और रेनफोर्स कांकीट पोल का उपयोग किया जाता है। उच्च वोल्टेज पर लम्बी दूरी के ट्रांसमिशन के लिए स्टील टावर लगाये जाते है। स्टील टॉवर की

यांत्रिक शक्ति बहुत ज्यादा होती है, लाइफ लम्बी वातावरम की स्थिती को सहन करने और लम्बे स्थान के लिए अनुमति होती है। इंसुलेशन के टूटने या पंक्चर होने के कारण सर्विस में बाधा ना आए इसलिए लम्बे स्थान को घटाया जाता है। टावर के नीचले हिस्से को ड्रायविंग रोड के द्वारा जमीन में ग्राउण्ड किया जाता है। लाइटनिंग (बिजली चमकना या गिरना) की कठिनाई को टावर लाइनिंग कंडक्टर की तरह कार्य कर कम करता है।

Fig 2



WOODEN POLES

Fig 4 (a) में सिंगल सर्किट टावर दर्शाया है, आधुनिकता के कारण ज्यादा कीमत वाले डबल सर्किट टावर भी उपलब्ध है जैसा कि Fig 4(b) में दिखाया है ।

डबल सर्किट का यह लाभ है कि सप्लाय निरंतर रहती है, यदि एक सर्किट पर ब्रेकडाउन है तो दूसरा सर्किट सप्लाय को व्यवस्थित रख सकता है ।

पावर लाइन के प्रकार (Types of power line)

आर्थिक स्थिति के कारण इलेक्ट्रिक एनर्जी को अल्टरनेटिंग करंट के रूप में जनरेट, ट्रांसमिटेड और डिस्ट्रिब्युट किया जाता है 3-फेस, 3-वायर सिस्टम का उपयोग करके पावर स्टेशन से बननेवाली इलेक्ट्रिक एनर्जी बहुत उच्च वोल्टेज पर ट्रांसमिट किया जाता है यह ट्रांसमिशन डिस्ट्रिब्युशन के लिए स्टेप डाउन सबस्टेशन को होता है । डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के 2 पार्ट है प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन और सेंकडरी डिस्ट्रीब्युशन । प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन सर्किट 3-फेस, 3-वायर से संचालित होता है जिस पर वोल्टेज 3.3 या 6.6. या 11 KV होता है । उपयोग में आने वाले वोल्टेज से थोड़ा ज्यादा वोल्टेज होता है । यह डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफोर्मर के द्वारा पावर को सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन सर्किट में पहुँचाता है । जो उपभोक्ता क्षेत्रों के पास स्थित होता है । हर एक डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफार्मर वोल्टेज को स्टेप डाउन कर 415 V करता है और उपभोक्ता तक 415/240 V, 3-फेस, 4-वायर के द्वारा वितरित होता है ।

ओवर हेड लाइन के द्वारा इलेक्ट्रिक सप्लाय विभिन्न वोल्टेज पर ट्रांसमिट होती है और इस प्रकार निम्न लिखित पावर लाइन्स है :

a लो वोल्टेज लाईन (250V से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

b मध्यम वोल्टेज लाईन (650V से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

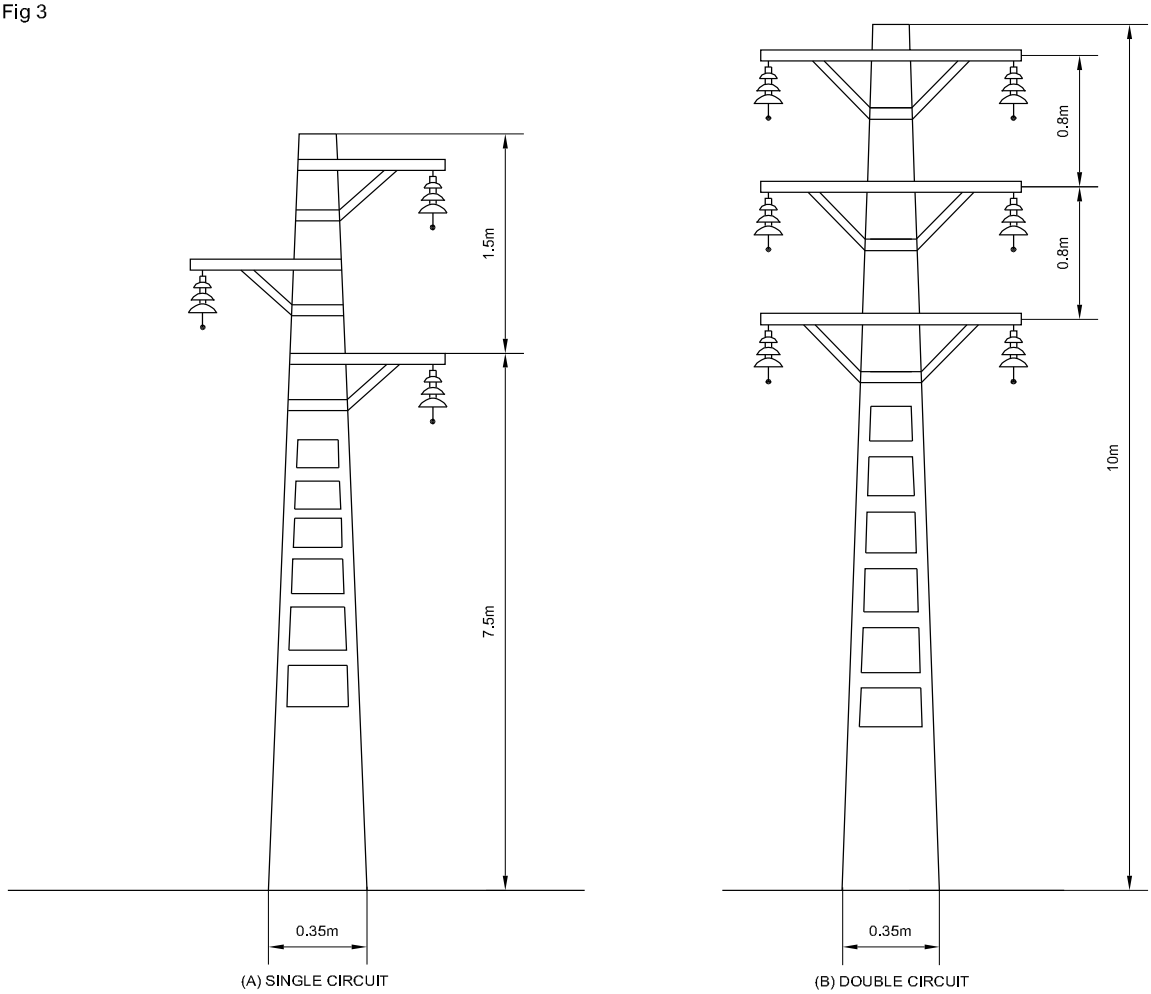
c उच्च वोल्टेज लाईन (33 KV से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

d अतिरिक्त उच्च वोल्टेज लाईन (33KV से ज्यादा)

वोल्टेज स्टेण्डर्ड (Voltage standard)

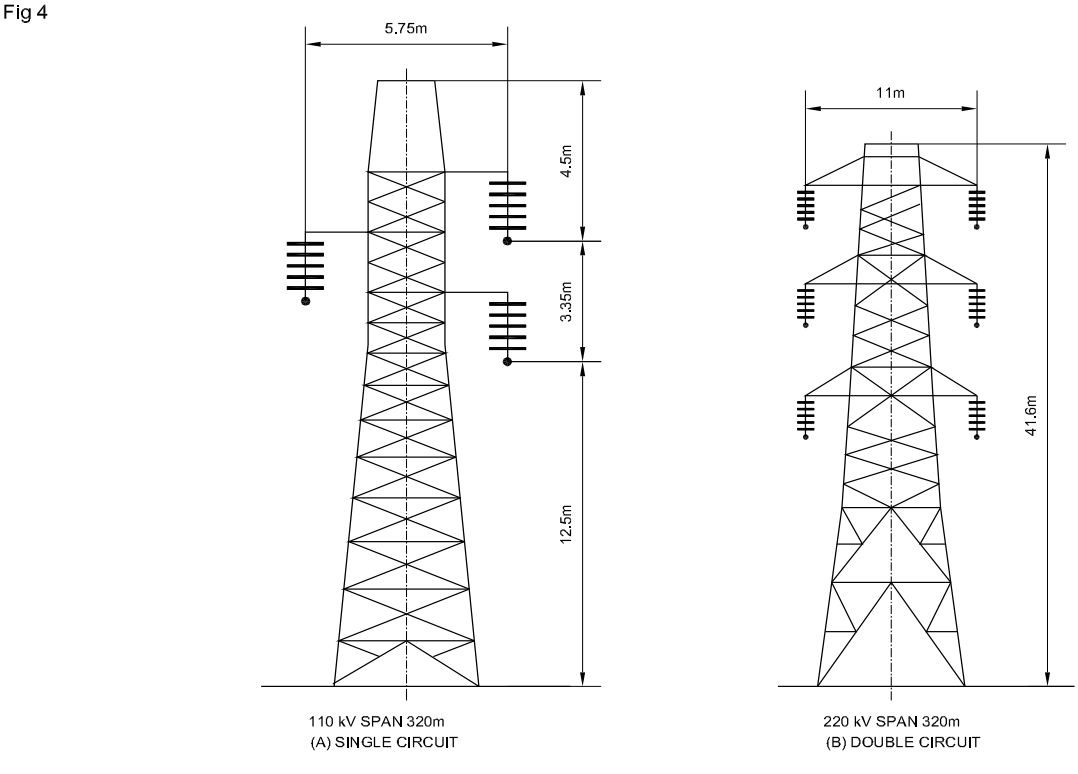
ऊपरद्वह दिए गए प्रकार के वोल्टेज स्टेण्डर्ड IE Rules 2 में परिभावित है "वोल्टेज" में दो भिन्न इलेक्ट्रिक पोटेंशियल का मान जो दो कंडक्टर या कंडक्टर और अर्थ के बीच में मापा जाता है वोल्टेज कहलाता है जिसे वोल्टमीटर द्वारा मापा जाता है;

Fig 3



RCC POLES

Fig 4



STEEL TOWERS

कम वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 250 v से ज्यादा नहीं बढ़ता।

मध्यम वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 650 v से ज्यादा नहीं बढ़ता।

उच्च वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 33,000 v से ज्यादा बढ़ता है।

"अतिरिक्त उच्च वोल्टेज" जो 33,000 v से ज्यादा बढ़ता है।

सामान्यतः निम्नलिखित नोमिनल सिस्टम वोल्टेज उपयोग लिए जाते हैं :

a 240 V
b 415 V
c 650 V
d 11 kV
e 33 kV
f 66 kV
g 110 kV
h 132 kV
i 220 kV
j 400 kV
k 800 kV

कोरोना (Corona)

वह घटना जिसमें ओवरहेड ट्रांसमिशन लाईन के आस पास बैंगनी प्रकाश सिस की आवाज और ओजोन गैस उत्पन्न हो, **कोरोना** कहलाता है।

जब दो कंडक्टर के बीच अल्टरनेटिंग पोटेंशियल डिफरेन्स स्थापित किया जाता है और उन दोनों कंडक्टर बीच उनके व्यास से ज्यादा खाली स्थान होता है, यदि लागु वोल्टेज कम हो तो वायर के आस पास की वातावरणीय हवा की अवस्था में कोई बदलाव नहीं होता है। जब भी कभी वोल्टेज निर्धारित वेल्यु से ज्यादा होती है तो उस वोल्टेज को महत्वपूर्ण विघटनकारी वोल्टेज (critical disruptive voltage) कहते हैं और कंडक्टर के आस-पास बैंगनी प्रकाश चमकता है **कोरोना** कहलाता है।

कोरोना को प्रभावित करने वाले कारण (Factors affecting Corona)

वातावरण की भौतिक स्थिति के साथ-साथ लाइन की अवस्था भी कोरोना घटना को प्रभावित करती है वह कारण जिस पर कोरोना निर्भर करती है निम्न लिखित है :

1 वातावरण (Atmosphere)

2 कंडक्टर साइज (Conductor size)

3 कंडक्टर के बीच खाली स्थान (Spacing between conductors)

4 लाइन वोल्टेज (Line voltage)

कोरोना की लाभ एवं हानियाँ (Advantages and Disadvantages of Corona)

कोरोना के बहुत से लाभ एवं हानियाँ है।

लाभ (Advantages)

i कंडक्टर के आस पास की हवा, कोरोना के बनने से कंडक्ट करने लगती है जिससे कंडक्टर का वास्तविक व्यास बढ़ जाता है। व्यास बढ़ने से इलेक्ट्रो स्टेटिक तनाव जो कंडक्टर के बीच बनता है, कम हो जाता है।

ii कोरोना, सर्ज द्वारा उत्पन्न होने वाले ट्रा-सीएन्ट (transients) के प्रभाव को कम करती है।

हानियाँ (Disadvantages)

i कोरोना से ऊर्जा की हानि होती है जिससे लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता पर प्रभाव पड़ता है।

ii कोरोना से ऊर्जा की हानि होती है जिससे लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता पर प्रभाव पड़ता है।

iii कोरोना के कारण लाइन में करंट नॉन साइनो सोइडल होती है जिसके कारम पड़ोसी कम्युनिकेशन लाइन के साथ इंडक्टीव दंखल अंदाजी होती है।

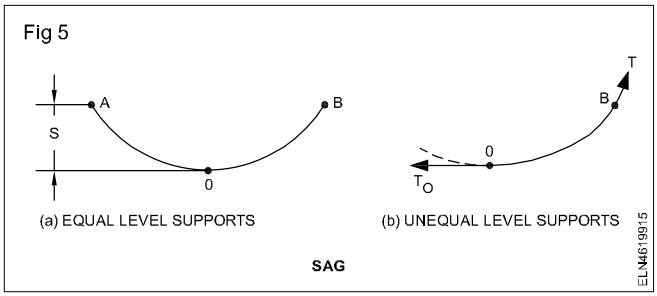
(e.g. बड़े क्रास आर्म और सपोर्ट) महत्वपूर्म सीमा को बढ़ा सकते है।

ओवर हेड लाइन में झोल (Sag in Overhead Lines)

सपोर्ट के ऊपरी बिन्दु और कंडक्टर के नीचले बिन्दु के मध्य स्तर का अंतर कंडक्टर का **'झोल (Sag)'** कहलाता है।

Fig 5 (a) में दर्शाया गया है कि दो समान सपोर्ट A और B पर कंडक्टर लटकाया गया है कंडक्टर को पूरी तरह से खींचा नहीं जाता है थोड़ा सा ढीला रखा जाता है कंडक्टर का सबसे नीचली हिस्सा O और ढोल S है। Fig 5 (b) असमान सपोर्ट को दर्शा रहा है।

Fig 5



कंडक्टर झोल एवं तनाव (Conductor sag and tension)

ओवरहेड लाइन में सबसे महत्वपूर्ण उसकी यांत्रिक बनावट पर विचार किया जाता है। आवश्यक कंडक्टर पदार्थ को घटाने के लिए कंडक्टर झोल को कम रखना चाहिए। जमीनी सतह से पर्याप्त क्लीयरेन्स होने पर पोल की अतिरिक्त ऊँचाई से बचना चाहिए।

ओवरहेड ट्रांसमिशन लाईन का वर्गीकरण (Classification of Overhead Transmission Lines)

केपेसिटेन्स प्रभाव ट्रांसमिशन लाइन के केल्वुलेशन की जटिलताओं को बताता है, तरीके के आधार पर केपेसिटेन्स को लिया जाता है। ओवर हेड ट्रांसमिशन का वर्गीकरण :

i **छोटी ट्रांसमिशन लाईन (Short transmission lines) :** जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की लम्बाई 50 km तक हो एवं लाईन वोल्टेज तुलना में कम हो (<20 KV), इसे शॉर्ट या छोटी ट्रांसमिशन लाइन कहते है। छोटी लम्बाई और कम वोल्टेज के कारण, केपेसिटेन्स प्रभाव कम या नगण्य होता है।

ii मध्यम ट्रांसमिशन लाईन (Medium transmission lines) : जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की दूरी 50 – 150 km तक होती है और वोल्टेज का मान मध्यम उच्च (20 KV - 100 KV), होता है। इसे मध्यम ट्रांसमिशन लाईन कहते है। पर्याप्त लम्बाई और वोल्टेज के कारण केपेसिटेन्स प्रभाव ही उतना ही होता है।

iii लम्बी ट्रांसमिशन लाईन (Long transmission lines) : जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की लम्बाई 150 km से ज्यादा होती है और लाईन वोल्टेज उच्च होता है (>100 KV), लम्बी ट्रांसमिशन लाईन कहलाती है। इस तरह की लाईन के लिए, लाईन कान्सटेंट (स्थिरांक) को लाईन की पूरी लम्बाई में एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है।

ट्रांसमिशन लाइन का कार्य महत्वपूर्ण दो शर्तों पर निर्भर है।

i वोल्टेज रेग्युलेशन (Voltage Regulation)

ट्रांसमिशन लाईन के रिसिविंग एंड वोल्टेज और सेन्डिंग एंड वोल्टेज के अंतर को वोल्टेज रेग्युलेशन कहते है और रिसिविंग एंड के वोल्टेज के प्रतिशत मं प्रदर्शित किया जाता है।

% वोल्टेज रेग्युलेशन =

V_s = सेल्डिंग एंड वोल्टेज

V_R = रिसिविंग एंड वोल्टेज

यह जरूरी है कि ट्रांसमिशन लाईन का वोल्टेज रेग्युलेशन कम होना चाहिए। लोड करंट को बढाने पर रिसिविंग एंड वोल्टेज में बहुत कम अंतर आना चाहिए।

ii ट्रांसमिशन दक्षता (Transmission efficiency) : लाईन प्रतिरोध में होनेवाले हानियों के कारण रिसिविंग एंड पर पावर, सेन्डिंग एंड की तुलना में कम होती है।

ट्रांसमिशन लाईन में रिसिविंग एंड पावर और सेंडिग एंड पावर के अनुपात को लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता कहते हैं।

$$\text{ट्रांसमिशन दक्षता का प्रतिशत} = \frac{\text{प्राप्त सिरे पर पावर}}{\text{भेजे जाने वाले सिरे पर पावर}} = 100$$

$$= \frac{V_R I_R \cos\phi_R}{V_S I_S \cos\phi_S} \times 100$$

जहाँ, $V_R I_R$ और $\cos\phi_R$ रिसिविंग एंड पावर है $V_S I_S$ रिसिविंग एंड वोल्टेट करंट और $\cos\phi_S$ पावर फेक्टर है इस ही तरह सेंडिग एंड पर मान है।

Constants of a Transmission Line

ट्रांसमिशन लाईन के स्थिरांक (Constants of a Transmission Line)

ट्रांसमिशन लाईन की पूरी लम्बाई में प्रतिरोध, इंडक्टेन्स और केपेसिटेन्स को एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है।

i प्रतिरोध (Resistance) : प्रतिरोध, कंडक्टर में करंट प्रवाह का विरोध करता है, प्रतिरोध को लाईन की पूरी लम्बाई में एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है जैसा कि Fig 6 में दर्शाया है।

ii इंडक्टेन्स (Inductance) : जब कंडक्टर से अल्टरनेटिंग करंट बहती है तो परिवर्तित फ्लक्स स्थापित हो जाता है जो कंडक्टर से जुड़ जाथता है, फ्लक्स लिंकेज के कारण कंडक्टर में इंडक्टेन्स दखल देता है। इंडक्टेन्स को फ्लक्स लिकेज/एम्पियर में बताया जाता है जो इस प्रकार है ।

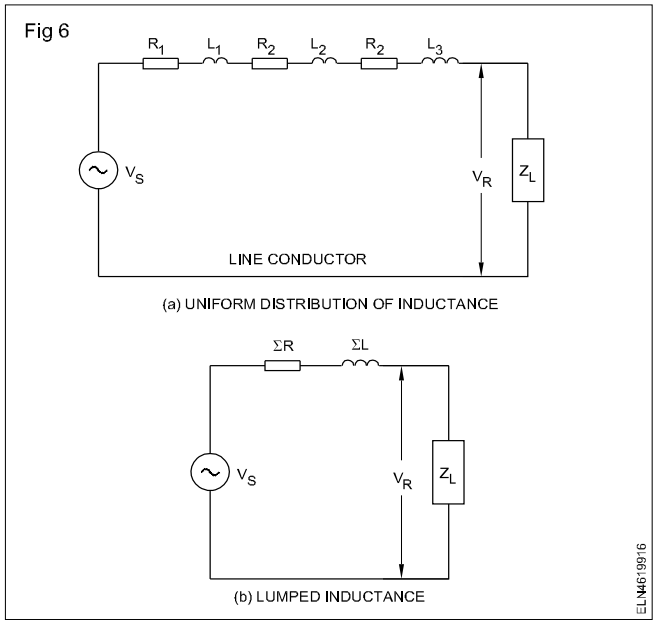
इंडक्टेन्स, L =

जहाँ ϕ = फ्लक्स लिंकेज (वेबर - टर्न)

I = करंट (एम्पीयर)

इंडक्टेन्स को भी पूरी लाईन में एक समान रूप से डिस्ट्रीब्युट किया जाता है। जैसा कि Fig 6 (a) में दिखाया है। एक बार फिर विश्लेषण की सुविधा के लिए, इसे एक साथ (इकट्ठा) लिया जाता है जैसा कि Fig 6 (b) में दर्शाया है।

Fig 6

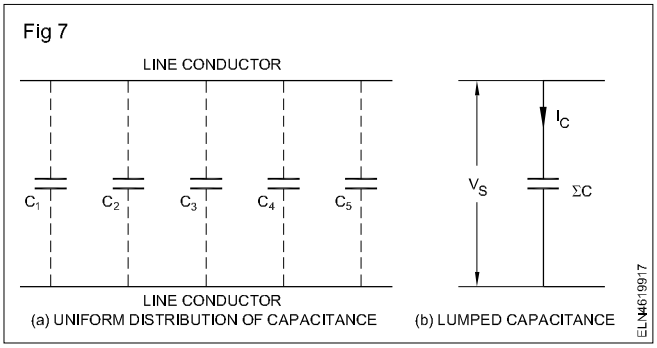


iii केपेसिटेन्स (Capacitance) : यदि ओवर हेड लाइन के कोई भी दो कंडक्टर हवा द्वारा अलग किए जाते है तो यह इंसुलेशन की तरह कार्य करता है। केपेसिटेन्स किन्ही दो कंडक्टर के मध्य होता है । कंडक्टर के मध्य केपेसिटेन्स चार्ज/यूनिट विभवान्तर होता है। जो इस प्रकार है।

जहाँ q = लाईन में चार्ज कूलाम्ब

v = कंडक्टर के मध्य विभवान्तर वोल्ट्स में

केपेसिटेन्स को लाईन की पूरी लम्बाई में समान रूप से डिस्ट्रीब्युट किया जाता है जैसा कि Fig 7 (a) में दर्शाया है कि केपेसिटर को कंडक्टर के बीच जोड़ा जाता है। जब ट्रांसमिशन लाइन को अल्टरनेटिंग वोल्टेज प्रभावित करता है तो चार्ज कंडक्टर के किसी भी बिन्दु पर चार्ज, कंडक्टर के उसी बिन्दु के बीच के वोल्टेज के क्षणिक मान के बढ़ने या घटने के साथ बढ़ता या घटता है करंट का परिणाम (चार्जिंग करंट) करंट के बीच प्रवाह होने लगती है Fig 7 (b)। यह चार्जिंग करंट बाईन में प्रवाहित होती है चाहे सर्किट खुला हुआ क्यों न हो मतलब ना लोड पर सप्लाय। लाईन में यह वोल्टेज ड्राप को प्रभावित करती है और साथ में दक्षता और लाइन के पावर फेक्टर को भी प्रभावित करती है।



रजिस्टिव लाइन (Resistive Line)

ट्रांसमिशन लाइन में पावर हानि का सबसे महत्वपूर्ण कारण ट्रांसमिशन लाईन कंडक्टर का प्रतिरोध होता है। लाईन कंडक्टर का प्रतिरोध R जिसकी प्रतिरोधकता ρ लम्बाई *l*, और क्रास सेक्शनल क्षेत्र a इस प्रकार ज्ञात होता है।

R =

i सिंगल फेज या 2-वायर d.c. लाइन में कंडक्टर का कुल रजिस्टेंस या प्रतिरोध (दोहरा प्रतिरोध लूप प्रतिरोध के बराबर होता है)।

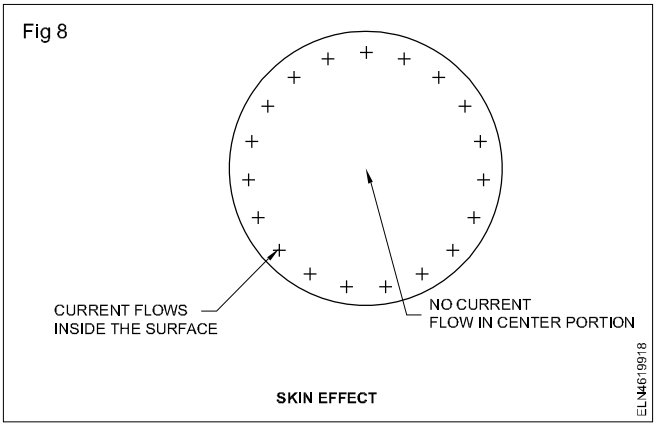
ii 3-फेस ट्रांसमिशन लाईन की दशा में प्रत्येक फेज में प्रतिरोध, एक कंडक्टर का प्रतिरोध होता है।

स्कीन प्रभाव (Skin Effect)

अल्टरनेटिंग करंट की यह प्रवृत्ति होती है कि वह कंडक्टर की सतह के आसपास ही केन्द्रित होती है, **स्कीन प्रभाव** कहलाता है।

स्कीन प्रभाव के कारण कंडक्टर की प्रभावित क्रांस सेक्शनल क्षेत्र जिससे करंट प्रवाहित होती है, घट जाती है। जब कंडक्टर AC को ले जाता है तो प्रतिरोध धीरो से बढ़ जाता है।

स्कीन प्रभाव निर्भर करता है। (Fig 8)



i मेटेरियल की प्रकृति

ii वायर का व्यास – वायर के व्यास के साथ बढ़ता है।

iii फ्रिक्वेंसी – फ्रिक्वेंसी के बढ़ने के साथ बढ़ता है।

iv वायर का आकार – स्ट्रेंडेड कंडक्टर में कम, ठेस कंडक्टर की तुलना में।

यदि सप्लाय फ्रिक्वेसी कम हो (< 50 Hz) और कंडक्टर का व्यास छोटा (<1 cm) हो तो यह देख गया है कि स्कीन प्रभाव नगव्य होता है।

ओवरहेड लाइन पोल का स्थापन (Erection of overhead line poles)

विस्तार की लम्बाई (Length of span)

लाईन सपोर्ट की विस्तृति लम्बाई, विभिन्न घटकों पर निर्भर करेगी। जैसे खम्बे का प्रकार तथा प्रयुक्त चालक, संचार की वोल्टता, वातावरण, सुरक्षा के लिए भूतंतराल आदि।

फिर भी, टेबल 1 में दिये गये निम्नलिखित आकड़े को रूक्ष मार्गदर्शन के लिए लिया जा सकता है।

टेबल 1

खम्बे के प्रकार तथा विस्तृति के बीच संबंध

क्रमांक	खम्बे का प्रकार	विस्तृती की लम्बाई m. में
1	लकड़ी के खम्बे	40 - 50
2	स्टील के नलिलाकार खम्बे	50 - 80
3	RCC के खम्बे	60 - 100
4	स्टील के स्तम्भ	100 - 300
5	G.I पाइप (मध्यम)	30 - 50

जब वितरण लाइने तथा सड़क प्रकाश व्यवस्था फिक्सचरों को एक ही सपोर्ट में स्थापित होना हो तो स्थान को 45 मीटर से अधिक नहीं होना चाहिए।

11KV से अधिक की शक्ति लाइनों के लिए अनुशंसित स्पान, सारणी 2 में दी गई है।

टेबल 2

वोल्टता, परिपथों तथा विस्तृति के बीच संबंध

नामिनल सिस्टम वोल्टेज KV (rms)	परिपथों की संख्या	वोल्टता विस्तृति का परास मीटर m
33 (वोवर पोल्स)	1	90 - 135
	2	180 - 305
66	1	240 - 305
	2	240 - 320
110	1	305 - 335
	2	305 - 365
132	1	305 - 365
	2	305 - 380
220	1	320 - 380
	2	320 - 380

विस्तृतियों का चयन (Choice of spans) : निम्नलिखित घटक, विस्तृति के चयन को प्रभावित करते है ।

i रचना की सुविधा तथा लाइन का मूल्य

ii अनुरक्षण की सुविधा तथा लाइन अनुरक्षण का मूल्य

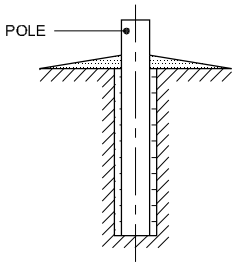
iii भू-भाग की स्थितियाँ

गर्त की गहराई, खंभे के ऊँचाई तथा मिट्टी पर निर्भर करती है (The depth of the pit depends upon the soil and height of the pole) : भूतल के नीचे गर्त की गहराई को, खंभी की लम्बाई के लगभग 1/6 होता होना चाहिए (अर्थात्) एक 9 मीटर लंबे खंभे को सतह के ऊपर 7.5 मीटर छोड़ते हुए भू के नीचे लगभग 1.5 मीटर जाना चाहिए।

फाउन्डेशन सेटिंग की गहराई, मिट्टी के घनत्व तथा कुहरा भेदन की गहराई से परतंत्र होता है। उपरोक्त के अतिरिक्त हमें भू की रचना में विक्षोम को परिकलन में लेना चाहिए क्योंकि भरी गई मिट्टी, प्राकृतिक भू से सदैव कम मजबूत होती है।

लकड़ी तथा रेनफोर्सड कंक्रीट (Wooden and reinforced concrete) : पिन विद्युतरोधी के साथ 33 Kv ओवर हेड लाइनों के लिए सपोर्ट को बिना किसी विशेष आधार के साथ भू में सीधे स्थित किया जाता है। इन सपोर्ट के लिए छिद्र को स्थापित किये जाने वाले खंभे का व्यास 5 -10 cm अधिक होता है। Fig 9 में दर्शाया है।

Fig 9

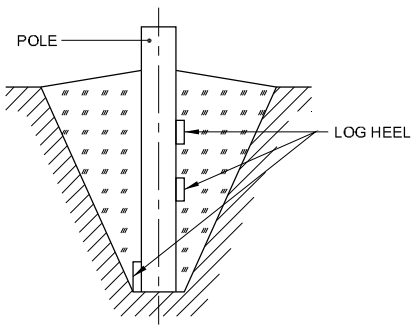


FOUNDATION ON ROCKY TERRAIN

ELN461991B

खंभों को Fig 10 में दर्शाये गये अनुसार उत्खनन के निचले भाग के क्षेत्रफल के अंदर खंभों पर स्थित लट्ठे को ऐंडी से भी प्रचलित किया जा सकता है।

Fig 10



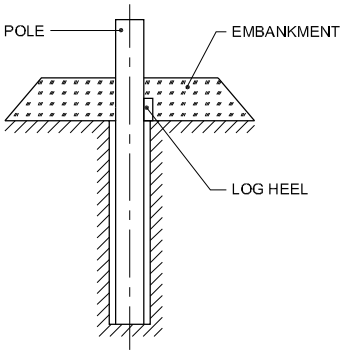
FOUNDATION ON SOLID GROUND

ELN461991A

यदि 1.5 से 2 मीटर की गहराई पर जल प्राप्त होता है तो, खंभों को भूमिगत जल के तल के ऊपर सामान्यतः स्थिर किया जाता है तथा विशेष उपाय लिये जाते है तथा या तटबंध से रेन फोर्स किये जाते है जैसा कि Fig 11 में दर्शाया गया है।

ऐसी स्थितियों में काली कपास मिट्टी में आधार के ढह जाने को रोकने के लिए द्रव्यमान क्रांकीट आधार को अपनाया जाता है।

Fig 11

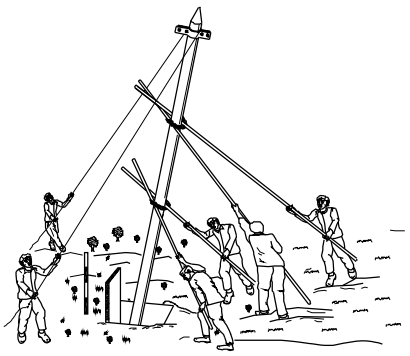


FOUNDATION ON CLAY SOIL

ELN461991B

खंभा को स्थापित करने की विधी (Method of erection of poles): स्थापित किये जाने वाले खंभों को गर्त की स्थिति के निकट पर हस्त श्रामिक से या तत्काल तैयार की गई बैल गाड़ी से लाया जा सकता है। फिर खंभों को गर्त में स्थापित किया जा सकता है। लकड़ी के सपोर्ट खंभों को भी, खंभों की गर्त की स्थिति की स्थिती पर उाकर लाने की सुविधा के लिए उपयोग किया जा सकता है, जिस की Fig 12 में दर्शाया गया है।

Fig 12



ERECTION OF POLES

ELN461991C

खंभों को गर्त में स्थित करने के पूर्व, मिट्टी तथा खंभों के बीच सतह संपर्क को बढ़ाने के लिए खंभे के नीचे RCC पेडिंग या विकल्पतः उचित आधार पट्टी दी जा सकती है। पैडिंग, मिट्टी पर खंभे के भार के कारण दाब के घनत्व को वितरित करेगी।

खम्बे को खड़ा करने के बाद, उसे रस्से को अस्थायी लंगर की तरह, उपयोग करते हुए 20/25 mm व्यास की मनीला/सीशल रेशा रससे की सहायता से, उर्ध्वाधर स्थिती में रखना चाहिए, जैसे कि खंभे को खड़ा किया जा रहा है माना, लंगर की बिंदु से अगले कोण बिंदु तक खंभों के संरेखण की जाँच करना चाहिए। दृष्टि जाँच से सेट करना चाहिए। खंभों की उर्ध्वारता को दोनों अनुप्रस्थ तथा अनुदैर्ध्य दिशाओं पर स्प्रिट लेबल से जाँच करना चाहिए।

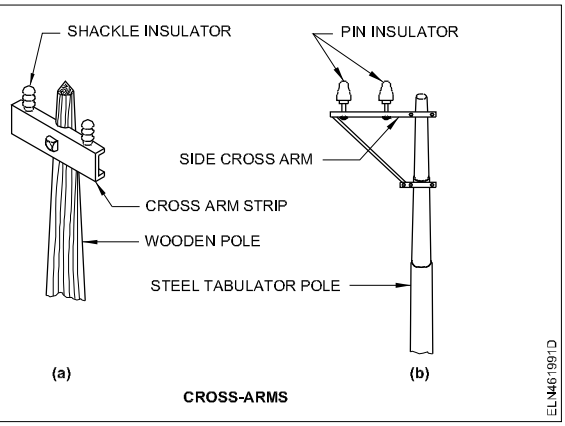
उर्ध्वाधर तथा अनुदैर्ध्य संरेखण का संतोषप्रद होने के बाद भू को भरना चाहिए। कुछ मिट्टियों में खंभों को गर्त के भडूतल तक कांकीट से भरा जाता है। खंभे को सेट होने के पश्चात्, अस्थायी लंगरो को हटा देना चाहिए।

क्रास-भुजा का उपयोग (Use of cross - arms) : इन्हें विद्युतरोधी टैंक भी कहा जाता है तथा या तो लकड़ी या एंगल लौह के बने होते है। क्रास भुजा को विद्युतरोधी, जिस पर चालक रोधित होते है, को पकड़ने के लिए खंभे के ऊपरी भाग पर स्थापित होते है। इन्हें खंभों पर उनकी आपेक्षित

स्थिति के अनुसार भी कहा जाता है । यदि क्रास-भुजा, खम्बे के केन्द्र पर स्थित हो तो उसे क्रास भुजा (Fig 13 a) कहा जाता है तथा यदि खंभे के एक साइड पर स्थित हो तो उसे साइड-क्रास भुजा कहते है (Fig 13b) U-आकार की क्रास भुजा, विशेषतः 3 फेस लाइन के लिए उपयोग होती है।

100mm x 50 mm x 7.9 kg/m मीटर साइज या 75 mm x 40 mm x 5.7 kg/m साइज की चेनल से संविरचित चैनल लोह क्रास भुजा H.T. लाइनों के लिए उपयोग होती है, तथा 50 mm x 50 mm x 6 mm साइज के एंगल लोह से बनी हुई को L.T लाइनों के लिए उपयोग किया जाता है।

Fig 13



एल्यूमिनियम चालकों का जोड़ (Joining of aluminium conductors)

उद्देश्य :इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे:

- **जोड़ों के प्रकार का वर्णन करना**
- **चालकों को जोड़ते समय उपयोग में आने वाले कनेक्टर्स के प्रकार की व्यावस्था करना**
- **ओवर हेड लाइन को जाँच करनें की क्रम/ विधि की व्यावस्था करना**
- **ओवर हेड लाइन की स्थापना के समय प्रांरभिक सुरक्षा सावधानियाँ को जानना।**

O.H लाइनों में जोड़ने के उपसाधन : O.H. एल्युमीनियम चालकों को जोड़ने के लिए सामान्यतः कनेक्टर्स प्रयुक्त किये जाते है। कनेक्टर्स विभिन्न प्रकार के हो सकते हैं, जिनमें से कुछ का वर्णन नीचे किया गया है।

1 स्लीवयुक्त जोड़

2 कनेक्टर्स/टेप के द्वारा सीधा

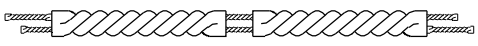
3 समान्तर खांचे (grooves) के साथ वाइस-क्लैम्प कनेक्टर्स/टैप

4 नट तथा वोल्ट कनेक्टर्स

स्लीव युक्त जोड़ (Sleeved joints)

ट्वीस्टेड जाइंट (Twisted joints) : जोड़े जानेवाले चाल को पर ओवल आकार की एल्युमिनियम स्लीव को डाला जाता है तथा फिर Fig 1 में दर्शाये गये अनुसार ऐणन हो जाता है। सभी एल्युमिनियम चालकों के लिए केवल एक ही स्लीव पर्याप्त होती है जबकि ACSR चालकों के लिए दो संकेन्द्रीय स्लीव उपयोगी होती है। पुत्येक एक एल्युमिनियम तथा स्टील के भाग के लिए 15 mm व्यास तक के चालकों के लिये ऐन या मोड़ (twisted) हुए जोड़ की अनुशंसा की जाती है। स्लीव को खीस्ट के लिए केवल विशेष रिंचों का उपयोग करना चाहिए।

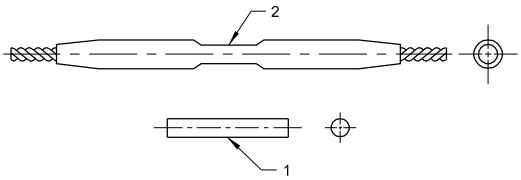
Fig 1



संपीडन जोड़ (Compression joints) : ACSR चालकों को Fig 2 दर्शाये गये अनुसार दो स्लीवों के संपीड़न जोड़ों से जोड़ा जाता है। बड़ी स्लीव एल्युमिनियम की होती है, जो पूर्ण चालक पर फिट रहती है, तथा छोटी वाली स्टील की होती है, जो तार के स्टील के भाग पर उत्केन्द्रीय फिट होती है। जोड़े जाने वाले चालकों को एक के बाद एक, स्लीव में डाला जाता है, तथा या तो हाथ से या द्रव चालित (hydraulic) दाब से संपीडित किया जाता है। एल्युमीनियम चालकों के लिए संपीडन जोड़ में एल्युमिनियम स्लीव की होती है।

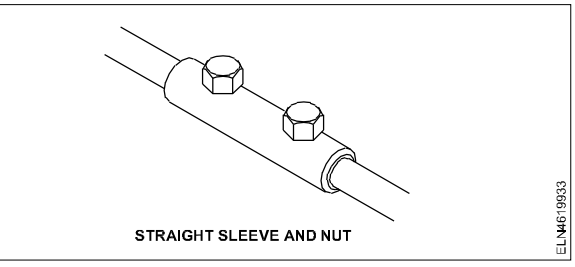
कान्टेक्टर्स/टेपों के द्वारा सीधा (Straight through connectors / taps) : तार के दो सिरे आरपार दौड़ को जोड़ने के लिए दो प्रकार के कान्टेक्टर्स प्रयुक्त होते हैं। (Fig 2)

Fig 2



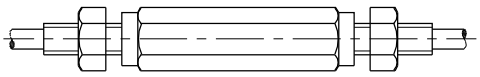
सीधा स्लीव तथा नट कनेक्टर (Straight sleeve and nut connector) : इसे Fig 3 में दर्शाया गया है यह कैडामियम लेपित पीतल या एल्युमिनियम की बनी हुई स्लीव (अनुप्रस्थ काट में गोल या अंडाकार) होती है। चालकों को स्लीव में डाला जाता है तथा नट से कसा जाता है।

Fig 3



संपीड़न कनेक्टर (Compression connector) : इसमें, चालकों को दोनों सिरों पर लपेटा जाता है फिर नट के साथ संपीडित किया जाता है जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है।

Fig 4



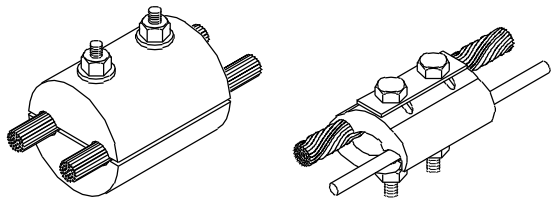
COMPRESSION CONNECTOR

ELN4619934

वाइस-क्लैम्प कान्टेक्टर्स/टैप, समान्तर खांचों के साथ (Vice-clamp connectors/taps with parallel grooves (PG)) : ये अनेक प्रकार के होते है जैसे कि नीचे वर्णन किया गया है।

मानक P.G. क्लैम्प (Standard P.G. clamps) : Fig 5 में दर्शाया गये इस क्लैम्प में दो एल्युमिनियम अर्ध्द होते है, जिनमें प्रत्येक अर्ध्द भाग में दो अर्ध्द वृत्ताराप समान्तर खांचे कटे रहते है। जोड़े जाने वाले चालकों को इसमें डालने के बाद, गैलवनीकृत स्टील के नटों को कसा जाता है। जैसे कि खांचे समान साइज के होते है, इसलिये ये केवल तभी उपयोग होते हैं जब जोड़े जाने वाले चालक भी समान साइज़ के हो।

Fig 5

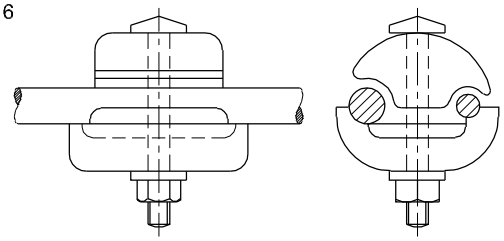


P.G. VICE CONNECTOR

ELN4619935

सार्वत्रिक P.G. क्लैम्प (Universal P.G. clamp) : इसे Fig 6 में दर्शाया गया है। इसमें भिन्न साइज के चालकों को व्यवस्थित करने के लिए कुछ भिन्न आकार के खांचे, तथा केवल एक वोल्ट होता है। ये क्लैंप अधिक भार सेवा के लिए नहीं होते है। लेकिन एल्युमिनियम चालकों के द्वारा वितरण लाइन से व्यक्तिगत उपभोक्ता का कान्टेक्टर्स टैपिंग करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

Fig 6

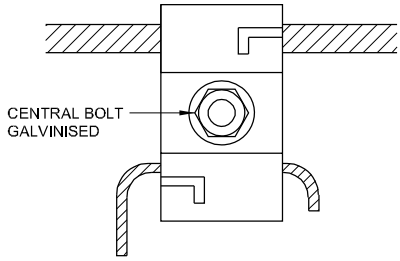


U.P.G. CLAMP

ELN4619936

द्विधात्विक सार्वत्रिक समान्तर खाँचे, का क्लैंप (BMPG क्लैम्प) : यह क्लैंप Fig 7 में दर्शाया गया है। इसमें कैडमियम लेपन के साथ पीतल की कार्य होती है। दो अर्ध्द को एक गैल्वीकृत वोल्ट से कसर जाता है, यह उपभोक्ता सेवा कान्टेक्टर्स की स्थिति में तांबे वायर को एल्युमिनियम कंडक्टर से जोड़ने के लिया उपयोग किया जाता है।

Fig 7

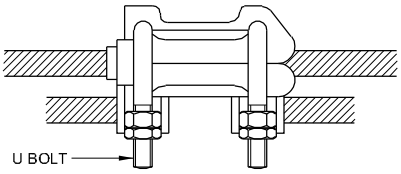


CENTRAL BOLT IS OF GALVANISED IRON

ELN4619937

U वोल्ट क्लैम्प (U bolt clamps) : इसे Fig 8 में दर्शाया गया है। इसमें 'U' वोल्ट उपयोग होता है, क्योंकि ये वोल्ट, रीतिगत सीधे वोल्टों की अपेक्षा 4 गुना अधिक दाब लगाते है। ऐसे क्लैम्प अधिक भार चालकों (heavy duty) के लिए उपयुक्त है।

Fig 8



U BOLT CLAMP

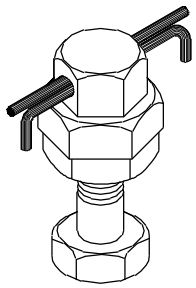
ELN4619938

नट तथा वोल्ट कनेक्टर 2 प्रकार के होते हैं (Nut and bolt connectors are of two types)

नट कन्टेक्टर (Nut connector)

इसे Fig 9 में दर्शाया गया है। इसमें अनुदैर्ध्य छिद्र होता है। जिसमें से 1 जोड़े जाने वाले चालक को डाला जाता है और फिर वोल्ट से कसा जाता है।

Fig 9

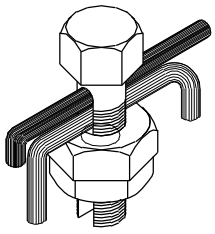


NUT CONNECTOR

ELN4619939

विभक्त वोल्ट कनेक्टर (Split bolt connector) : Fig 10 में दर्शाया गया है यह तने पर विभक्त होता है। जोड़े जानेवाले चालकों को विभक्त में डाला जाता है तथा फिर भारी नट से कसा जाता है।

Fig 10



SPLIT BOLT CONNECTOR

ELN4619939A

एल्युमिनियम कंडक्टर का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियाँ (Precautions to be followed while using aluminium conductors) : एल्युमिनियम वायर के लिए कनेक्टर में इलेक्ट्रिक कनेक्शन में सम्मिलित तकनीकी समस्या कॉपर के चालकों के लिए पायी जानेवाली समस्याओं से पर्याप्त भिन्न है। इन समस्याओं को हल करने के लिए अनेक भिन्न विधियाँ है लेकिन यह आवश्यक है कि एल्युमिनियम के लिए कनेक्टर को एल्युमिनियम के लिए विशेष रूप से डिजाईन होना चाहिए।

अनेक समस्याएँ ऊची है जिन्हें, एल्युमिनियम को कॉपर के साथ जोड़ते समय परिकलन में लेना चाहिए। ये सभी तकनीकी समस्याएँ, एल्युमिनियम की सतह पर ऑक्साइड फिल्म कनेक्टर से लगा संपर्क दाब तथा विभिन्न धातुओं के बीच गैल्विन संरक्षण की संभावना से संबंधित है।

मूलतः किसी भी विद्युतीय संपर्क की दक्षता, संपर्क सतह की सफाई पर, सम्पर्किय सतह के क्षेत्रफल पर, तथा लगाये गये दाब पर निर्भर करती है। अपघर्षण के तुरंत बाद लगाया गया जोड़ने का यौगिक, सतह को और आगे आक्सीकरण होने से रोकेगा, तथा अधिकांश कनेक्टर के साथ गंभीर रूप से हस्ताक्षेप करने के लिए पर्याप्त मोटी आक्साइड फिल्म के बनने को रोकता है।

अत्यंत चरम सीमा की स्थिति में आक्साइड के पूर्ण विलोपन को सुनिश्चित करने के लिए, उनपघर्षण के पूर्व जोड़ने वाले यौगिक को लगाये, जिससे कि यौगिक के नीचे की आक्साइड फिल्म निकल जाएगी। जोड़ने वाला योगिक, आक्साइड फिल्म को पुनः बनने को रोकता या मन्द करता है तथा इसलिए कनेक्शन के बनने के पूर्व इसे हटाना नहीं चाहिए।

एल्युमिनियम के लिए संतोषप्रद कनेक्टर कॉपर के लिए जैसे ही संतोष प्रद लगभग कुल समान दाव लगायेगा, लेकिन विचारणीय रूप से अधिक संपर्क क्षेत्रफल उपलब्ध करेगा तथा एल्युमिनियम के लिए रोक सकने योग्य मान तक इकाई प्रतिबल को धारक करेगा।

यदि कनेक्टर को कंडक्टर से भिन्न धातु का बनाया जाये तो ताप परिवर्तन के कारण दो धातुओं के प्रसार तथा सिकुडन की दर में भिन्नता, ताप परिवर्तन के कारण संपर्क दाब परिवर्तित होगा।

अधिकांशतः एल्युमिनियम चालकों को कापर चालकों के साथ जोड़ना होता है तथा गैल्वनीव्हत संचारण की संभावना को अनुमान बगाना चाहिए। जब दो विभिन्न धातु, नम्य की उपस्थिति में परस्पर संपर्क में होते है, इसके बाद उसे विद्युत अपघटय कहते हैं तो उनके बीच में कम वोल्टेज उत्पन्न होता है जिसके कारण विद्युत धारा का प्रवाह होता है।

यह विद्युत धारा अंत में कंडक्टर को संक्षारण करने का प्रयास करती है गैल्वनीकृत संक्षारण की संभावना पूर्णतः विलोपित होती है। यदि एल्युमिनियम चालक को अन्य एल्युमिनियम चालक या तांबे के चालक से जोड़ने के लिए उपयोग हुए कनेक्टर एल्युमिनियम के बने हो।

तो यह अनुशंसा की जाती है कि सम्मिलित धातु को ध्यान हीन करते एल्युमिनियम से विद्युतीय कनेक्शन पर सदैव अच्छे जोड़ने वाले यौगिक का उपयोग करना चाहिए। जोड़ने वाले यौगिक को जब उदारता से लगाया जाये तो, संपर्कीय सतहों के समीपता में सभी रिक्तियों को भर देगा । ऐसा करने से वह वायु तथा नमी के प्रवेश को वर्जित करेगा तथा आक्सीकरण या संक्षरण को संभव नहीं होने देगा।

बाजार में अनेक अच्छे जोड़ने वाले यौगिक मिलते है, जो किसी भी ग्रीस प्रकार के पदार्थ होते हैं। फिर भी समय की अवधि जिसमें जोड़ने वाले यौगिक, रक्षण प्रदान करेगा, को अनुभव के अतिरिक्त स्थापित नहीं किया जा सकता है। लेकिन जब उदारता से लगाया जाये तो किसी भी सेवा की स्थिति में वे अनेक वर्षों तक रहते हैं।

ओवरहेड लाईन का परीक्षण (Testing of overhead line) : ट्रांसफार्मर, उपकरण इत्यादि की सर्विस को कनेक्ट करने से पहले जैसा प्रभारी इंजीनियर द्वारा आवश्यक है, उपयुक्त मानक का दबाव वोल्टेज परीक्षण, लाईन पर किया जाता है।

चार्जिंग के पहले उच्च वोल्टेज समान लाइन को इंसुलेशन परीक्षण के लिए 500V मेगर का उपयोग किया जाता है।

जहाँ पर H.V. लाइन पर दबाव परीक्षण नहीं होता है वहाँ इंसुलेशन के परीक्षण के लिए 2500V/5000V मैगर का उपयोग करना चाहिए (चार्जिंग से पहले)।

जब दबाव/मैगर परीक्षण संतोषजनक हो तब ही वितरण लाइन चार्ज करना चाहिए।

चार्ज इंजीनियर की उपस्थिति में ही लाइन चालू करना चाहिए।

प्रारंभिक सुरक्षा प्रक्रिया (Preliminary safety procedures) : पोल पर किसी भी बड़े कार्य को करने से पूर्व निम्नलिखित ड्रिल करें।

- अवरहेड लाईन पर कार्य करने से पहले जो भी वहाँ पहले से मौजूद हो उसे सक्षम प्राधिकृत अधिकारियों से शट डाऊन की अनुमति लेना चाहिए ।
- ओवरहेड लाईन पर कार्य करने से पहले, जिसमें पहले से सप्लाय पावर हो को संबंधित स्वीच को खोलकर लाइन को डेड करना चाहिए और लाइन को अर्थ रॉड के द्वारा अर्थ करना चाहिए।
- पोल पर कार्य करते समय सुरक्षा बेल्ट का प्रयोग करना चाहिए।
- संरचना का निरीक्षण करना चाहिए।
- कार्य तक पहुँचने के लिए सबसे अच्छा रास्ता इस्तेमाल करना चाहिए ।
- सर्वश्रेष्ठ सीढ़ी स्थान चयनित करना चाहिए।
- सीढ़ी को खड़ा करना, सीढ़ी में फुट बने हुए हो और यह फीट या पैर फिसलते न हो और सीढ़ी पर कार्य चलता है अन्य कर्मचारी सीढ़ी को पकड़ने रखना चाहिए ।

घरेलू सर्विस लाइन - IE नियम (Domestic service line - IE rules)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **खुले एवं इंसुलेटेड चालकों के साथ घरेलू सर्विस कनेक्शन को जानना**
- **खंभे से उपभोक्ता परिसार तक केबल को विछानें/ कनेक्शन की विधि का वर्णन करना**
- **घरेलू सर्विस कनेक्शन करते समय सुरक्षा सावधानियों को जानना**
- **घरेलू सर्विस कनेक्शन से संबंधित IE नियम को सूची बद्ध करना**
- **टेपिंग सर्विस कनेक्शन की विधियों को जानान।**

सर्विस कनेक्शन (Service connections)

उपभोक्ता परिसार में वितरण सिंगल या 3 फेस में संपन्न होता है। सिंगल फेज या 3 फेज की आवश्यकता उपभोक्ता के द्वारा माँग किये गये अधिकतम लोड और घर या परिसर की वायरिंग पर निर्भर करता है। विद्युत विभाग के द्वारा माँग किये लोड का निरीक्षण करने के पश्चात आवश्यक शक्ति (power) हेतू अनुमोदन का निणर्य लिया जाता है। इस प्रकार आवश्यक /चाही गयी शाक्ति (power) हेतू कनेक्शन उपभोक्ता बिन्दु सर्विस लाइन से जोड़कर अंतिम रूप दिया जाता है।

खंभे के क्रॉस आर्म से उपभोक्ता के मुख्य बोर्ड (main panel) तक की कनेक्शन ओवर हेड या अडंर ग्राउंड होगी, यह लाइन आरेख पर भी निर्भर करता है। यदि उपभोक्ता मुख्य बोर्ड (main panel) की दूरी सर्विस खंभे से 50 मीटर से अधिक हो तत्व क्रॉस आर्य सहित अतिरिक्त खंभे pole स्थापित करना चाहिए और उस खंभे के लिए OH लाइन मेन पोल के क्रॉस आर्य से संयोजित होना चाहिए।

अनावृत कंडक्टर के साथ सर्विस कनेक्शन (Service connection with bare conductor) : निम्नलिखित विधियों में से कोई यथा विनिर्दिष्ट अपनाया जाएगा। अनावृत चालकों को दोनों सिरों पर क्रास भुजा पर लगे शैकल विद्युतरोधकों के साथ गुथा जाएगा।

प्रदाय सिरा क्रास भुजा सपोर्ट से लगाया जाए तथा एक अभिग्राही सिरे पर 5cm के अधिकतम व्यास के G.I. पाइप पर आरोपित किया जाएगा । भारतीय विद्युत नियमों के नियम 79 के अनुसार संरचना के शीर्ष से कम से कम 2.5 cm की ऊंचाई पर अनावृत कंडक्टर रखे जाऐंगे।

शीर्ष पर दोहरे मोड़ों वाला G.I. पाइप लगाया जाए। 50 mm X 6 mm के कम से कम दो क्लैम्पों से सुरक्षित किया जाए तथा उर्ध्वाधर स्थिति में दीवार पर M.S. पट्टी से लगाए जाए। इसके अतिरिक्त 7/3.15 mm G.I. तार भवन के साथ एक eye वोल्ट के स्थिरीकृत की जाएगी। सेवा कनेकशन इस GI पाइप के माध्यम से ऋतुसह//PVC विद्युत रोधी केबल के साथ दिए जाऐंगे। इस G.I. पाइप के दोनों सिरों पर लकड़ी/पीवीसी केबलें बाड़ाई जाऐंगे।

अनावृत कउंटर उपयुक्त अनुसारह शैकल विद्युत रोधकों के साथ गुथे जाऐंगे। अभिग्राही सिरे के अतिरिक्त जहाँ विद्युत रोधकों एंगल लौह की बनी प्रेकेट के साथ लगाए जाएंगे। इसका साइज 50 mm x 50 mm x 6 mm से कम नहीं होगा । प्रेकिट के सिरों को काटा तथा विघटित किया जाएगा तथा सीमेंट मसाले के साथ दीवार गाढा जाएगा। भारतीय विद्युत नियमों के नियम 79 के अनुसार अनावृत चालक (बेअट कंडक्टर) को संरचना के किनारे से कम से कम 1.2 m दूर रखा जाएगा।

सर्विस कनेक्शन न्यूनतम 4cm व्यास के GI पाइप में से प्रूफ/PVC विद्युतरोधी केबलों की दीवार से लगा दिए जाऐंगे। सेवा पूवेर्शक पास GI पाइप को नीचे की ओर मोड़ा जाए/GI पाइप के दोनों सिरों पर दीवार कटिंग लकड़ी/PVC बुश लगाये जाऐंगे।

इंसुलेटेड कंडक्टर के साथ सर्विस कनेक्शन (Service connection with insulated conductors) : सर्विस कनेक्शन 30cm प्रथक अंतरलित उपयुक्त लिंक क्लिपों या 50cm प्रथक लकड़ी/पोर्सलेन प्लीटों द्वारा दिए जाऐंगे/GI तार पर ऋतुसह/PVC विद्युतरोधित केबल द्वारा दिए जाऐंगे/GI तार न्यूनतम 10 SWG साइज की होगी । GI पाइप का एक सिरा क्लैम्प के साथ बांधा जाएगा, जो वितरण लाइने वाहन करनेवाली निकटतम खम्बे से कनेक्ट है, जहाँ सर्विस कनेक्शन दिया जाया अभीष्ट है।

GI तार का दूसरा सिर 4.5 m की विस्तृति के 5 cm. व्यास GI पाइप तार के साथ दीवार पर स्थापित है।

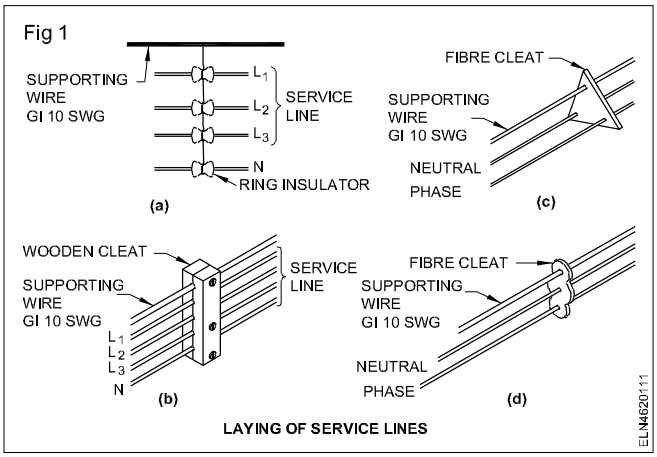
GI पाइप 40 mm x 40 mm x 6 mm के एंगल लौह के 4.5 m से अधिक स्थान के लिए उच्च सपोर्ट के लिए उपयुक्त रस्सी के साथृसाथ जगाया जाएगा। विकल्पतः जब संरचना की ऊँचाई भू मुक्तांतर की अनुमति देती है तो GI पाइप का दूसरा सिरा एक हुक, एक नेत्र वोल्ट या ब्रेकेट दीवार में सीमेंट मसाला के साथ गाढ़ा जाएगा।

ऋतु सह/PVC विद्युतरोधित केबल न्यूनतम 5 cm व्यास GI पाइप में से गुजरेगी जो अधोमुखी मुड़ा है। GI पाइप के दोनों सिरों पर दीवार फिटिंग लकड़ी/PVC बुश लगाए जायेंगे।

खम्भे से उपभोक्ता के मेइन तक सेवा केबल बिछाने की विधी (Method of laying the service cable from the pole to the consumer main) : खम्भों से उपभोक्ता मुख्य तक ऊपरी सेवा लाईन बिछाने के लिए काँच या पोर्सलीन/रिंग विद्युतरोधक या लकड़ी फाइबर क्लीटों का वस्तुतः प्रयोग किया जाता है। जैसा Fig 1 में दिखाया गया है।

उपभोक्ता परिसर को खंभे से संयोजित करते समय बरती जानेवाली सुरक्षा सावधनियाँ (Safety Precautions to follow while connecting pole to consumer premises)

1 सिंगल फेज या 3 फेज के चालकों की साइज IE नियम के अनुसार अवश्य होनी चाहिए।



2 यदि सर्विस लाइन किसी सड़क से आर-पार (cross) हो रही है तो सड़क (जमीन) से तार की ऊचाँई IE नियम के अनुसार अवश्य होना चाहिए।

3 चालकों का झोल (slag) IE नियम के अनुसार अवश्य होनी चाहिए।

4 केबल अंडर ग्राउंडिंग के समय गहराई IE नियम के अनुसार होनी चाहिए।

5 केबल के अनुपयोगी/अतिरिक्त भाग को, तथा क्वॉयल/मुड़ी हुई अवस्था में जमीन के अंदर नहीं रखनी चाहिए।

6 अतिरिक्त केबल को क्वॉयल बनाकर और खंभे के क्रॉस आर्म पर नहीं रखना चाहिए। कनेक्शन हेतु आवश्यक केबल की मात्रा का उपयोग करें।

7 यदि केबल किसी उष्मीय क्षेत्र और-चिमनी, कीचन इत्यादि से गुजरता हो तब इस हेतु केबल को पर्याप्त सुरक्षा प्रदान की जाये।

8 सर्विस केबल तनाव मुक्त हो, इस हेतु स्टे तार से कसकर बंधा होना चाहिए।

9 वर्षा का पानी केबल के साथ उपभोक्ता के मुख्य बोर्ड तक न पहुँचे इसके लिए केबल का लूपिंग दोनों ओर आवश्यक रूप से होना चाहिए।

10 मेन लाइन के साथ कनेक्शन साफ सतह पर और अच्छी तरह कसी हुई होनी चाहिए, ताकि ढ़ीला कनेक्शन, स्पार्किंग और परत जमनें से बचाया जा सके।

I.E. घरेलु सेवा कनेक्शन से सम्बन्धित नियम (I.E. Rules pertaining to domestic service connection)

नियम 10 विद्युत आपूर्ति लाइनों तथा उपसाधन की रचना स्थापित रक्षण, प्रचालन तथा अनुरक्षण (Rule 10. Construction, installation, protection, operation and maintenance of electric supply lines and apparatus)

सब विद्युत आपूर्ति लाइनें तथा उपसाधन शक्ति, आकार में पर्याप्त तथा कार्य जो उनमें आपेक्षित है, के लिए पर्याप्त यांत्रिक सामर्थ्य की होगी तथा व्यवहार्य भारतीय मानक संस्थान के मानकों के अनुसार, रचित, स्थापित, रक्षित तथा अनुरक्षित की जायेगी, जिससे कि खतरे को रोका जाए।

नियम 30 उपभोक्ता परिसर पर सेवा लाइने तथा उपकरण (Rule 30. Service lines and apparatus on consumer's premises)

1 आपूर्तक, यह सुनिश्चित करेगा कि सब विद्युत आपूर्ति लाइने, तारे फिटिंग्स तथा उपकरण जो उसके है, या उसके नियंत्रणधीन, उपभोक्ता के परिसर में सुरक्षित स्थिति में तथा ऊर्जा आपूर्ति के लिए सभी तरह उपयुक्त है तथा आपूर्तिक ऐसी आपूर्ति लाइनों, तारों, फिटिंग तथा उपकरणों पर प्रोद्रभूत खतरे से बचने के लिए उचित पूर्वोपाए करेगा ।

2 उपभोक्त भी यह सुनिश्चित करेगा कि उसके नियंत्रणाधीन स्थापना को सुरक्षित स्थिति में रखा जाता है।

नियम 31 उपभोक्ता परिसर पर कट-आऊट (Rule 31. Cut-out on consumer's premises)

केबल एक भूंसपर्कित या भूसंपर्कित न्यूट्रल कंडक्टर या उपभोक्ता के परिसर में सकेन्द्रीय केबलों के भूसंपर्कित बाह्य कंडक्टर के अतिरिक्त, आपूर्तक प्रत्येक लाईन के प्रत्येक चालक में उपयुक्त कट आऊट लगाएगा, जो सुगम स्थिति में होंगे। ऐसा कट-आउट पर्याप्त परिबद्ध अग्नि सह पात्र में अन्तर्विष्ट होगा।

जहाँ एक कॉमन सेवा लाइन के माध्यम से एक अधिक उपभोक्ता को शक्ति प्रदत्त की जाती है, ऐसे प्रत्येक उपभोक्ता के लिए साझी सेवा के बिन्दु पर एक स्वतंत्र कट-आउट की व्यवस्था की जायेगी।

नियम 33 उपभोक्ता के परिसर पर भू संपर्कित टर्मिनल (Rule 33. Earthed terminal on consumer's premises)

आपूर्तिक उपभोक्ता के परिसर पर उपभोक्ता के लिए आपूर्ति के प्रारम्भ बिन्दु पर या एक सुगम स्थिति में एक उपयुक्त भू संपर्कित टर्मिनल लगाएगा, तथा अनुरक्षित करेगा जैसा कि नियम 58 में निर्धारित है।

ऐसी स्थिति में कि मध्यम, उच्च या अति उच्च वोल्टता स्थापना की स्थिति में, उपभोक्ता ऊपर लिखित व्यवस्थाओं के अतिरिक्त, एक संवत्तर इलेक्ट्रोड के साथ अपने भूसम्पर्कन इलेक्ट्रोड के साथ अपनी भू-सम्पर्कित प्रणाली लगायेगा।

नियम 48 कनेक्टर के पूर्व क्षरण के सापेक्ष पूर्वोपाय (Rule 48. Precautions against leakage before connecting)

1 आपूर्तक अपने संकर्म के साथ आपूर्ति के लिए किसी आवेदनकर्ता के परिसर पर स्थापना या उपकरण नहीं जोड़ेंगा। जब तक कि वह उचित रूप से संतुष्ट न हो, कि उस समय कनेक्टर स्थापना से या उपकरण से धारा के पाँच हजारवें भाग से अधिक का क्षरम नहीं होगा।

2 यदि उपनियम (1) के उपलब्धों के अंतर्गत आपूर्तक कनेक्टूस बनाने से अस्वीकार करता है तो वह आवेदनकर्ता को एक लिखित सूचना जारी करेगा।

नियम 54 उपभोक्ता को आपूर्ति की घोषित वोल्टता (Rule 54. Declared voltage of supply to consumer)

उपभोक्ता की लिखित सहमति या राज्य सरकार की पूर्व स्वीकृति के अतिरिक्त, आपूर्तक, आपूर्ति के प्रारंभ बिन्दु पर वोल्टता की जैसा नियम 58 मद्धें पत्ररिभाषित है, घोषित वोल्टता से निम्न या मध्यम वोल्टता की स्थिति में 5% से अधिक या उच्च या अति वोल्टता की स्थिति में 12½ % से अधिक भिन्न होने की अनुमति नहीं देगा।

नियम 77 निम्नतम चालक का भूमि से ऊपर मुक्तांतर (Rule 77. Clearances above ground of the lowest conductor)

1 गति के आरपार स्थापित सेवा लाईन सहित ऊपरी लाइन के किसी

चालक की ऊँचाई उसके किसी भाग पर निम्नलिखित वे कम नहीं होगी :-

a निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाईन के लिए 5.791 m

b उच्च वोल्टता लाइनों के लिए 6.096 m.

2 गली के साथ-साथ स्थापित सेवा लाइनों सहित ऊपरी लाइन के किसी चालक की ऊँचाई उसके किसी भाग पर निम्नलिखित से कम नहीं होगी:

a निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाइनों के लिए 5.486 m

b उच्च वोल्टता लाइनों के लिए 5.791 m.

3 सेवा लाइनों सहित ऊपरी लाइन को कोई कंडक्टर गली के साथ या आर-पार के अतिरिक्त अन्य स्थान पर स्थापित नहीं किया जाएगा, तथा ऊँचाई पर होगा जो निम्न की तुलना में कम होगी :

a 11,000 V तक तथा सहित यदि अनावृत हो, निम्न मध्यम तथा उच्च वोल्टता लाइनों के लिए - 4.572 m

b 11,000 V तक तथा सहित यदि विद्युत रोधित हो। निम्न मध्यम तथा उच्च वोल्टता लाइनों के लिए - 3.963 m.

नियम 79 निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाइनों तथा सर्विस लाइनों का भवनों से मुक्तांतर (Rule 79. Clearances from building of low and medium voltage lines and service lines)

1 जब कोई निम्न या मध्यम वोल्टता ऊपरी लाइन किसी भवन के ऊपर या पास से गुजरती है या समाप्त होती है तो अधिकतम ढोल के आधार पर, किसी समय सुग्मय बिंदु से निम्नलिखित न्यूनतम मुक्तांतर रखा जाएगा।

a किसी स्पॉट छत, खुली बालकनी, बरामदा छत तथा छत छज्जे के लिए।

i जब लाइन भवन के ऊपर से गुजरती है तो उच्चतम बिन्दु से 2.439 m का ऊर्ध्वाधर मुक्तांतर तथा

ii लाइन जब भवन के सन्निकट जाता है तो 1.219 m का क्षैतिज मुक्तांतर।

b ढालू छत के लिए।

i जब लाइन भवस के ऊपर से गुजरती है तो टी लाइनों के नीचे 1.219 m का ऊर्ध्वाधर मुक्तांतर तथा

ii लाइन जब भवन के सन्निकट जाती है तो 1.219 m. का क्षैतिज मुक्तांतर

2 कोई चालक स्थित हो कि उपनियम (i) में विर्निर्दिष्ट की तुलना में कम मुक्तांतर है तो उसे पर्याप्त विद्युत रोधित किया जाएगा तथा उचित अन्तरालों पर धातु क्लिपों द्वारा एक अनावृत भू-तार में जोड़ा जाएगा जिसका वियोजन सामर्थ्य 517.51 kg. से कम महीं होगा ।

3 तब वायु दाब के कारण, ऊर्ध्वाधर से लाइन अधिकतम विक्षेप पर हो तो क्षैतिज मुक्तातर मापा जाएगा।

टैपिंग सर्विस कनेक्शन (Tapping service connections) : मध्य विस्तृति (span) के किसी बिन्दु से पुरानी लाइन से किसी सर्विस लाइन को केबल सहारा बिन्दु के अतिरिक्त टैप नहीं किया जाएगा। जब एक अनावृत चालक के साथ ऊपरी सेवा कनेक्शन लिया जाता है इस पर गार्ड तारे लगाई जाती है चाहिए।

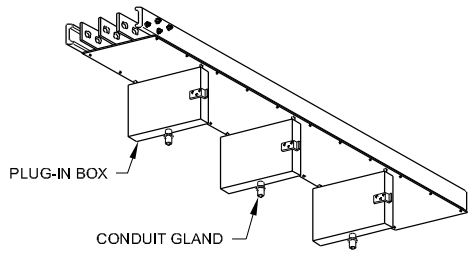
बस बार-पद्धति-शक्ति दर की शर्तें एवं परिभाषाएँ (Bus-bar system-power tariff terms and definitions)

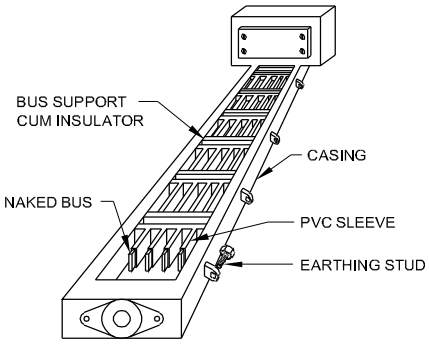
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **बस बार पद्धति और स्थापना (installation) की विधि का वर्णन करना**
- **बस बार पद्धति के लाभ को जानना**
- **बस बार की रेटिंग निर्धारित करना**
- **प्लग-इन बॉक्स, को उपयोग और उनके संरचना को वर्णन करना**
- **केबल या पाइप सिरों को प्लग-इन-बॉक्स में व्यवस्थित करना।**

औद्योगिक कार्यशालओं एंव कारखानों में सभी मशीनें सतह पर पास-पास में स्थापित (installed) होती है, परंतु वे एक दूसरे से बिल्कुल अलग-अलग होते है। इन मशीनों को ओवर हेड वायर या अंडर-ग्रांउड केबल के माध्यम से विद्युत आपूर्ति से संयोजित करना एक कठिन कार्य हो सकता है, जो दुर्घटना का कारण हो सकता है। इस प्रकार के स्थानों के लिए ओवर हेड बंद प्रकार का बस बार पद्धति को अपनानें की सलाह दी गयी है। (Fig 1a एंव 1b देखें)

Fig 1





b) OVERHEAD BUSBAR SYSTEM

इस प्रकार के बस - बार पद्धति को बस वे या बस डक्ट के नाम से जाना जात है।

बस बार व्यवस्था को जमीन/फर्श से 2.75 मीटर की ऊचाँई पर स्थापित करना चाहिए। जिसे M.S. एंगल या फ्लैट के द्वारा छत (ceiling) से लटकाकर फ्रेमयुक्त संरचना की सहायता से छत के सामानांतर जमीन से निश्चित ऊचाँई पर स्थापित करना चाहिए। (देखें Fig क्रमांक 2)

बुस कपलर (Bus coupler)

बस बार या लो उच्च चालकता शुद्ध तांबे या अयस्क के आयताकार खण्ड होते है, जो अचालक परत की सहायता से मानक लंबाई के धातु खोल (metal box) पर व्यवस्थित होते है। बस बार खण्ड मानक लम्बाई में उपलब्ध होते है (200 एम्पियर के लिए 3.65 मीटर तथा 400 एम्पियर के लिए 2.44 मीटर) जिसे आगे आने वाले अन्य बस बार के शिरे से जोड़ा जाता है। इस प्रकार लगातार बस बार को जोड़कर कार्यशाला के अनुरूप बस बार तैयार किया जाता है। 02 बस बार को जोड़ने की विधि Fig क्रमांस 3 में दर्शायी गई है।

Fig 2

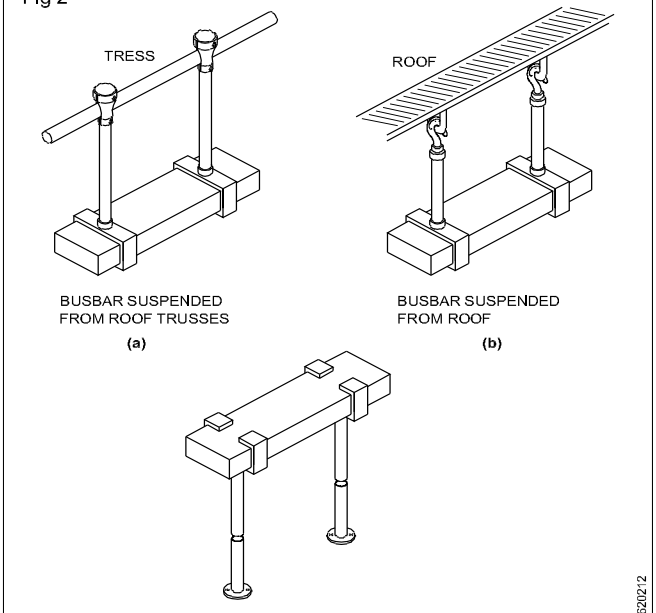
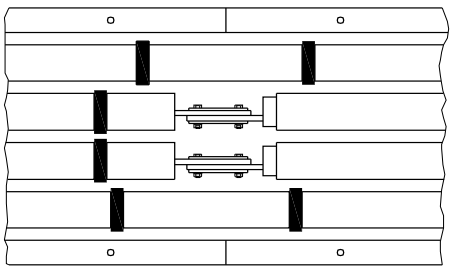


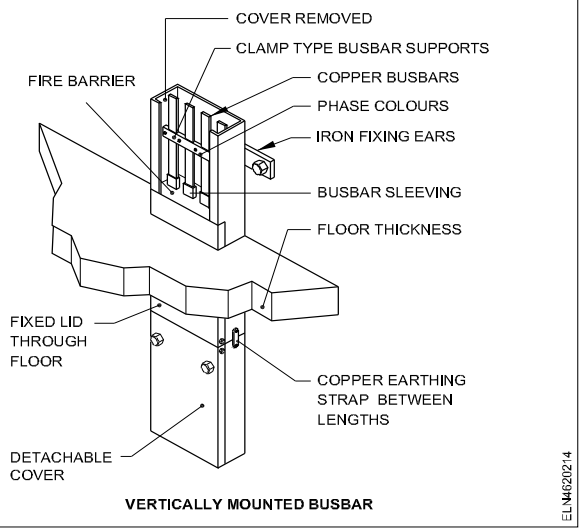
Fig 3



500 वोल्ट के रेटिंग में बस बार की मानक रेटिंग है- 100, 200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2000, 2400 और 3600 एम्पियर। ये बस बार इनडोर या आउटडोर के लिए उपलब्ध होता है जो कि फीडर से फीडर

को जोड़ने या बस बार से पावर बिन्दु तक आपूर्ति (Supply) ले जानें के उपयोग में आता है, जिनका उपयोग उत्पादन केन्द्रों, उपकेन्द्रों, धातु उद्योगों एवं कपड़ा उद्योगों में होता है। बहुमंजिलो इमारतों में सुविधा की दृष्टि से कनेक्शन हेतु बस बार को लम्बवत् (vertical) स्थापित किया जाता है- (Fig 4 देखें) प्रत्येक तल से लम्बवत् गुजरनें वाले बस बार खण्ड के ऊपर भाग में उच्च अग्निरोधी प्रदार्थ से बेरियर बना होता है यह गंदगी, नमी व धूल को एकत्रित करता है जिसे बीच-बीच में साफ किया जा सकता है। कॉपर बस बार के लिए धारा धनत्व का मान पूर्व निर्धारित 165 एम्पियर /sqcm और एल्युमिनीयम हेतू 118 एम्पियर/ वर्ग सेमी. से अधिक नही होना चाहिए।

Fig 4



VERTICALLY MOUNTED BUSBAR

एल्यूमिनियम और कॉपर (cu) के बस बार हेतू निर्धारित धारा का मान सारणी में दिया गया है।

बस बार व्यवस्था में अर्थ की निंरतरता बनाए रखनें हेतू कॉपर (cu) एवं एल्युमिनीयम (AL) की दो पट्टी (strips) होती है। जब बस बार की लम्बाई बढ़ाते है तो साथ-साथ अर्थ बिन्दु भी बढ़ाया जाता है।

नोट (Note) :

1 **उपरोक्त रेटिंग IS : 5082-1969 के अनुसार E-91 E-WP ग्रेड के आयताकार लंबे खंड के लिए है जो अब तक बिना हवा के बंद कव्हर खेल के लिए अपरिभाषित है।**

2 **0.88 के डेटिंग फैक्टर को वातावरण के लिए 30°C और 35°C के तापमान वृध्दि के लिए लागू किया जा सकता है, इसी तरह से आउटडोर एप्लीकेशन में 0.85 से 0.9 तक डेटिंग की जा सकती है। इनडोर अच्छी तरह से हवादार 0.6 से 0.8 और आंशिक रूप से हवादार क्षेत्रों में 0.5 से 0.6 तक होती है।**

mm में बुस बार का नाप	50Hz AC करंट की 35°C के औसत वातावरण में और 40°C अधिकतम तथा 50°C के तापमान वृध्दि तक की दरें				
	एल्युमिनियम				तांबा
	एकल बार	दो बार	तीन बार	चार बार	एकल बार
12.5 x 3	—	—	—	—	160
25 x 3	—	—	—	—	290
50 x 3	335	650	850	950	525
75 x 3	475	875	1150	1300	750
100 x 3	600	1075	1400	1600	970
12.5 x 4.5	125	260	315	370	205
25 x 4.5	225	525	635	750	365
32 x 4.5	320	660	800	940	510
50 x 4.5	500	970	1270	1425	650
25 x 6	350	700	950	1000	430
50 x 6	675	1300	1700	1925	760
75 x 6	950	1750	2300	2600	1080
100 x 6	1225	2150	2800	3200	1380
125 x 6	1500	2500	3200	3700	1680
25 x 10	----	----	----	----	540
50 x 10	85	1500	1950	2250	960
75 x 10	1180	2050	2650	3000	1350

mm में बुस बार का नाप	50Hz AC करंट की 35°C के औसत वातावरण में और 40°C अधिकतम तथा 50°C के तापमान वृद्धि तक की दरें				
	एल्युमिनियम				तांबा
	एकल बार	दो बार	तीन बार	चार बार	एकल बार
100 x 10	1500	2475	3150	3550	1710
125 x 10	1850	2925	3600	4200	2070
150 x 10	2100	3325	4000	4606	2430
250 x 10	2750	4100	4900	5700	—
25 x 12.5	—	—	—	—	650
50 x 12.5	—	—	—	—	1120
75 x 12.5	1350	2250	800	3200	1570
100 x 12.5	1750	2700	3350	3900	2050
125 x 12.5	2100	3100	390	4500	2420
150 x 12.5	2400	3500	4450	5100	2820
200 x 12.5	3050	4500	5300	6100	—

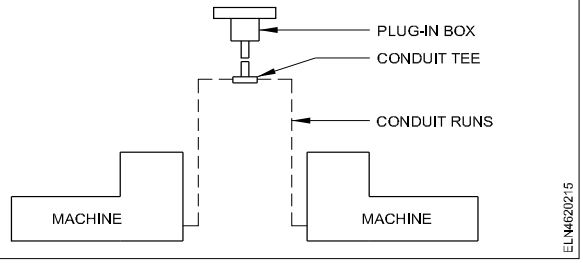
बस बार पद्धति के लाभ (Advantages of Bus-bar system)

बास बार पद्धित के लाभ निम्नलिखित है

1 **कम लागत (Reduced cost) :** बस बार की स्थापना सरल तरीके से भवन के ज्यादा कटाई-छिनाई बिनाए शीघ्रता से सम्पन्न हो जाता है और इसके नियमित उपयोग के समय मरम्मत की अधिक आवश्यकता नहीं होती और तत्कालिक खर्च कम पड़ता है।

2 **अधिकतम लचीलापन (Maximum Flexibility) :** चूँकि प्लग इन प्वांइट 60.96 सेमी. (2 फीट) अन्तराल पर प्रदान किये जाते है, बस बार की प्रत्येक लम्बाई के साथ दोनों तरफ स्थापित मशीनों के लिए कनेक्शन लिया जा सकता है। (Fig 5 देखें)

Fig 5



3 **संपूर्ण सुरक्षा (Complete Safety) :** चूँकि प्लग-इन- प्वाइंट पूरी तरह से आवरण युक्त (इन्सुलेटेड) रहता है, इसलिए व्यक्तिगत रखरखाव तथा प्रचानल की दृष्टि से सुरक्षित होती है।

4 **लाइव कनेक्शन ('Live' connection) :** चूँकि प्लग-इन-बॉक्स की लाइव बस बार को सुरक्षित एवं शीघ्रता से शट-डाउन किए बिना संयोजित किया जा सकता है जिससे समय की बचत होती है तथा उधोग के सामान्य कार्य को प्रभावित किए बिना संपन्न किया जा सकता है।

5 **सुरक्षा की गारंटी (Guaranteed Safety)** चूँकि प्लग-इन-बॉक्स की फ्यूज H.R.C प्रकार की होती है जो कि शॉर्ट सर्किट की स्थिति में सकारात्मक एवं विश्वस्नीय सुरक्ष प्रदान करता है।

6 **उद्योग में ले-आउट संसोधन के लिए आसानी से बढ़ाया जाना (Easily Extended for layout modification in the factory) :** बस बार को सहायक सामाग्रियों की सहायता से ले आउट के अनुसार सीधे लम्बाई या एक कोण पर बढ़ाया जा सकता है, कुछ ही समश में इसे व्यवस्थित (Arrange) और पुनः व्यवस्थित (Rearrange) किया जा सकता है।

7 **प्रारंभिक स्थापना में समय की बचत (Saving of time while initial erection) :** इस प्रणाली के फायदे यह है कि बस बार बॉक्स एवं बस बार को मशीनों की स्थापना (Installation) से पहले स्थापित किया जा सकता है। स्थापित करने के तुरंत पश्चात सप्लाई से सयोजित कर कार्य लिया जा सकता है।

8 **फीडर वोल्टेज ड्राप में कमी (Reduction of voltage drop in feeders) :** भारी (heavy) मुख्य फीडर को वास्तविक लोड से बस बार द्वारा संयोजित करने पर सामान्य वायर की अपेक्षा वोल्टेज ड़ाप में कमी आती है।

9 **परिवर्धन और परिवर्तन (Additional and alterations) :** उद्योग के ले आउट परिवर्तन के समय बस बार आसानी से बढ़ाया और परिवर्तन किया जा सकता है। बस बार को सेक्शन से आसानी से अलग कर किसी भी स्थिति/दिशा में उपयोग कर सकते हैं।

10 **वेल्डर के लिए आंतरिक ग्रिड (Internal grid for welders) :** जहाँ अधिक संख्या में इलेक्ट्रिक वेल्डर स्टेप -डाउन ट्रांसफार्मर से अत्यधिक धारा का उपयोग कर हो वहाँ ओवर हेड बस बार पद्धति विशेष रूप से लाभदायक है।

11 प्लग-इन -बॉक्स से अल्प भार हेतू शाखाएँ (Branching From plug-in-boxes for small loads) : यदि अधिक संख्या में छोटी मशीनों को उपयोग में लाना हो तो इसके लिए बस बार बॉक्स (ट्रकिंग-सिस्टम) के पास वितरण बॉक्स लगे होते है तथा सुरक्षा के लिए उचित (Suitable) क्षमता का H.R.C फ्यूज परिपछ में संयोजित होता है।

12 टिकाऊ और समस्या मुक्त सेवा (Durable and trouble free service) :सामान्य बस बार अडंर ग्राऊंड (UG) केबल की अपेक्षा अधिक टिकाऊ होता है और वर्षों तक समस्या मुक्त सेवा देता है।

बार के रेटिंग निर्धारण की विधि (Method of determining the ratings of the bus-bars)

एक छोटे कारखाने में 5 HP रेटिंग की कुल 10 मोटर्स स्थापित की जानी है। कुल भार लगभग 10 x 5 अर्थात् 50 HP की मोटर द्वारा ली गई फुल लोड करंट 7.5A. है। इस प्रकार कारखाने में कुल धारा 75A हो जाएगी तथा आपूर्ति सिंगल बस बार के द्वारा दिया जाना है, जिसकी रेटिंग 200A या 400A है, ताकि उसी बस-बार का प्रयोग भविष्य में लोड वद्धि होने पर भी किया जा सके। ओवर लोड की वृद्धि से बस बार की मानक लंबाई में निर्मित होते हैं- 3.65m (200A) और 2.44m (400A). मशीन ले-आउट की आंतरिक लंबाई के अनुसार बस बार की संख्या का अनुमान लगा सकते हैं।

तकनीकी डाटा

रेटिंग	ओवरऑल डायमेशेन mm में	प्लगों की संख्या
200A	3658 x 248 x 76	6
400A	2440 x 248 x 108	4

यांत्रिक संयोजन की प्रक्रिया द्वारा बस बार की लंबाई में वृद्धि की जा सकती है और मानक लंबाई के बस बार को उपयोग में लाकर किसी भी लंबाई को प्राप्त किया जाता है।

प्लग-इन बॉक्सेस (Plug-in-Boxes)

प्लग-इन बॉक्स (Fig 6) HRC फ्यूज होल्डर लिये हुए इस्पात की चादर से बनी दरवाजे युक्त एक छोटी बॉक्स होती है, जो कि स्टील की स्प्रिंग स्ट्रिप के द्वारा उच्च चालकता वाले कॉपर से क्लिप ऑन कांटेक्ट पर अच्छी तरह कसे होते है। ये क्लिप ऑन कॉटेक्ट सीधे बस बार के प्लग इन प्वांइट से जुड़े होते हैं। इन बॉक्सों पर दो अर्ध प्वाइंट स्थापित होते है, जो बस बार को प्लग इन बाक्स पर बैठाने का कार्य करता है।

Fig 6

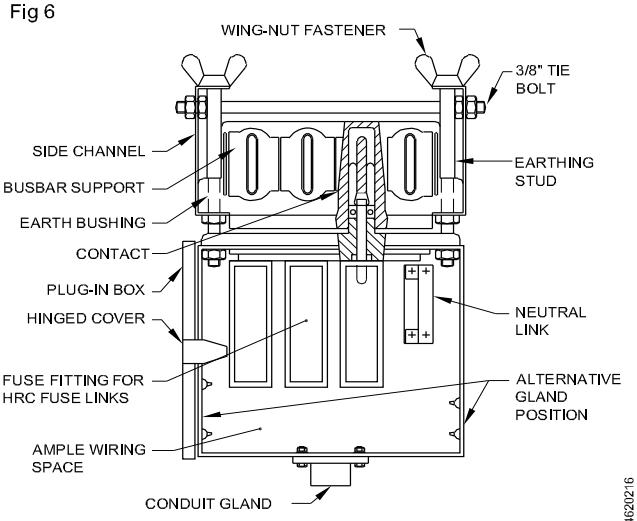


DIAGRAM SHOWING MAIN FEATURES OF PLUG-IN BOXES FITTED TO BUSBARS

प्लग-इन बॉक्स की रेटिंग (Rating of plug in boxes)

बॉक्स में लगे प्लग बस बार की धारा वहन क्षमता के अनुरूप दोषों का सामान करने में सक्षम में होना चाहिए। ये प्लग 16, 32, 63 एवं 100Amp 415/ 500 Volt पर उपलब्ध है।

आउट-गोइंग सप्लाई प्लग इन बॉक्स से केबल या चालकों के पूर्ण कनेक्शन के लिये कंड्यूट पाइप की सहायता से कंड्यूट ग्लैण्ड से होते हुए प्लग-चरण बॉक्स से या तो लम्बवत् नीचे या दोनों साइड को आउटगोइंग सप्लाई दी जाती है।

इस बात का ध्यान रखें कि -एल्यूमीनियम के जोड़ पर चलकता बनाये रखने हेतू आक्साइड अवरोधक ग्रीस का उपयोग करना चाहिए।

पावर टेरिफ शर्ते एवं परिभाषाएँ (Power tariff - terms and definitions)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **अधिकतम माँग की शर्तों का वर्णन करना**
- **औसत माँग की अवधारणा को व्यक्त करना**
- **लोड फैक्टर का वर्णन करना**
- **विभिन्न प्रकार के घटक तथा इसके अनुप्रयोगों के शतों का व्याख्या करना**
- **प्लांग यूटिलिटी फैक्टर के महत्व का वर्णन करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

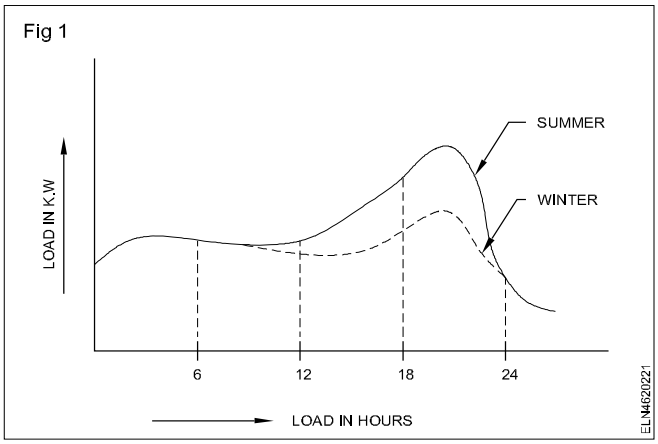
पावर स्टेशन के आल्टरनेटर की अधिक दक्षता के लिये उसकी नियत क्षमता पर चलना चाहिए और दूसरी और समय-समय पर उपभोक्ताओं की अनिश्चित भागों के कारण भार में व्यापक बदलाव होता है रहता है। यह शक्ति केंद्रों की डिजाइन में व्यवधान उत्पन्न करता है। यहाँ शक्ति केंद्रों में अनिश्चित भार से होने वाली परेशानियों पर हम अपना ध्यान केंद्रित करेंगे।

अधिकतम माँग (Maximum Demand)

यह एक महीने या विशेष अवधि में निरीक्षण की गई अधिकतम विद्युत माँग है।

गर्मियों के दौरान और सदियों के मौसम में रात समय मांग अधिकतम माँग 18 **घण्टे से** 24 घण्टे के बीच होती है। Fig 1 देखें। शेष समय में अधिकतम मांग कम होती है। इस प्रकार अधिकतम लोड डिमांड कनेक्टेड लोड की अपेक्षा कम रहता है, क्योंकि सभी उपभोक्ता एक ही समया में संयोजित लोड को ऑन नहीं करते।

Fig 1



अधिकतम माँग का ज्ञान होना अतिआवश्यक है, क्योकि यह शक्ति केंद्रों की क्षमता निर्धारण में मदद करता है और शक्ति केंद्र अधिकतम माँग को पूरा करने में सक्षम होना चाहिए।

किसी शक्ति केंद्र के अधिक्तम माँग तथा उससे जुड़ी भार के अनुपात को डिमांड फैक्टर के नाम से जाना जाता है

$$\text{Demand factor} = \frac{\text{Max. Demand}}{\text{Connected load}}$$

अधिकांशतः इसका मान एक से कम रहता है। प्लांट में लगे उपकरणों कही क्षमता निर्धारित करने हेतु डिमांड फौक्टर की जानकारी हेतू आवश्यक है।

औसत माँग (Average demand)

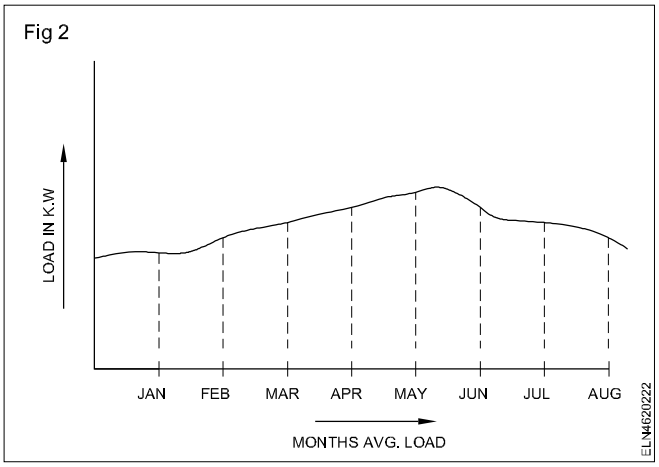
औसम माँग एक माह की कुल मांग को दिनों की संख्या में विभाजित वह मांग है जो उस समय में उपयोग की गई है।

एक निश्चित अवधि के लिये आवश्यक भार निकालने के लिये एक माह की औसत माँग Fig 2 में दर्शाई गई है। स्पष्ट है कि आवश्यक लोड प्रत्येक माह में एक समान नहीं है, क्योंकि यह वातावरण जैसे-सर्दी, गर्मी व मानसून पर निर्भर करता है।

लोड फैक्टर (Load factor)

विद्युत अभियांत्रिकी में एक विशेष समय में लोड फैक्टर और उच्चतम लोड को विभाजित करके परिभाषित किया जाता है। यह विद्युत ऊर्जा के उपयोग दर और दक्षता के द्वारा मापी जाती है। निम्न लोड यह सूचित करता है कि विद्युत प्रणाली के लोड में किसी प्रकार की असंतुलन नहीं है। यदि उपभोक्ता या उत्पादक अधिक असंतुलन उत्पन्न करते हैं, तो इलेक्ट्रक डिस्ट्रीब्यूशन में लोड फैक्टर का मान बढ़ जाएगा।

Fig 2



$$f_{Load} = \frac{\text{Total load}}{\text{Maximum load in given time period}} \text{ or } \frac{\text{Total load}}{\text{Peak load.}}$$

उदाहारण के लिये - बड़ी व्यवसायिक बिजली बिल का प्रयोग दिया गया है :

- उच्चतम माँग = 436 KW
- उपयोग = 57 200 kWh
- बिल अवधि में दिनों की संख्या = 30

इस तरह :

- लोड फैक्टर = { 57 200 kWh/ (30 d x 24 hours per day x 436 kW) } x 100% = 18.22%

यह विशेष युक्ति या प्रणाली के लोड प्रोफाइल से ज्ञात किया जा सकता है। इसका मान हमेशा एक से कम रहता है, क्योंकि अधिकतम माँग,हमेशा औसत माँग से अधिक होता है। चूँकि उपकरण 24 घण्टे पूर्ण दक्षता के साथ प्रचालित नहीं किये जाते है। उच्च लोड फैक्टर यह दर्शाता है कि पावर का उपयोग लगभग स्थिर है। निम्न लोड फैक्टर कभी-कभी उच्च माँग निर्धारण को प्रदर्शित करता है। लम्बे समय तक निष्क्रिय रहने के पश्चात्, क्षमता बढ़ाने,उच्चतम सेवा बनाये रखने के लिये सिस्टम पर लगात बढ जाती है। इलेक्ट्रीकल दर प्रकार डिजाइन किया जाता है कि- अधिक लोड फैक्टर वाले ग्राहकों को प्रति kWh कम चार्ज किया जा सकता है।

लोड फैक्टर का डिमांड फैक्टर से पारस्परिक संबंध प्रायः भ्रम उत्पन्न करता है।

$$f_{Demand} = \frac{\text{Maximum load in given time period}}{\text{Maximum possibe load}}$$

ध्यान देने योग्य मुख्य अंतर यह है कि- डिमांड फाक्टर के हर का मान पूर्ण रूप से सिस्टम पर निर्भर करता है। क्योंकि यह डिमांड लोड फैक्टर, लोड फैक्टर से प्राप्त नहीं किया जा सकता, परन्तु सिस्टम के पूर्ण भार को जोड़ने की आवश्यकता संदेह में है।

विविधता कारक (Diversity factor)

डायवर्सिटी फैक्टर वह संभवित मान है जो, कि-उपकरण के प्राप्त होमा है। पूरे सिस्टम के लिये इसे सिस्टम के विभिन्न सब डिवीजन के व्यक्तिगत

असंयोजित भार के अनुपात के रूप में परिभाषित किया गया है। जो पूरे सिस्टम की अधिकतम माँग है

$$\text{Diversity factor} = \frac{\text{Sum of individual max Demands}}{\text{Maximum Demand}}$$

विविधता कारक (diversity factor) का मान हमेशा 1 से बड़ा होता है। क्योंकि सभी घटक (components) पर्ण भार पर (full load) एक साथ होते है ताकि इसका मान 1 हो सके। कुल भार उपकरण के विशेषताओं के जैसे समय पर भी निर्भर करता है। विविधाता कारक (diversity factor) एक अनुपात है जो यह दर्शाता है कि पूर्ण भार (full load) उनके अलग-अलग भागों को योग के बराबर नहीं होता है। उदाहरण के लिए हम 10 एयर कंडीसनर्स यूनिट ले सकते है प्रत्येक 20 टन। हम आमतौर पर इन इकाइयों के लिए औसत पूर्ण भार (full load) उपकरण प्रचालन को प्रत्येक वर्ष हेतू 2000 घंटे मान लेते है। चूँकि प्रत्येक इकाईयॉ थर्मोस्टेट द्वारा नियंत्रित होती है। सुविधा हेतु दिये गये उच्च प्रत्यावर्ती A/C भार (load) से यदि 10 इकाई बड़ी है तो एक बार में सभी दस इकाइयों की तुलना में कम लोड होगा।

इस प्रकार यद्यिप प्रत्येक यूनिट जो प्रत्येक वर्ष 2000 घंटे प्रचालित वे ण्क साथ पिक लोड प्रभावित नहीं करते है। विविधता कारक (Diver Factor)हमे उपयोगिता हेतू सविधा प्रदान करता है जिसके परिणामस्वरूप दस A/C इकाइयों के लिए कुल लोड (kw)कम होगा यदि हम इस सुविधा के लिए ऊर्जा संतुलन करते है इनके कुछ कारण होते है। प्ररंतु अधिकतम लोड के लिए डिमांड बैंलेस कई kw तक दिखाता है। इस प्रकार विविधाता कारक (Diversity Factor)का उपयोग उचित अधिकतम भार (Load) के लिए कर सकते है। विविधता कारक (kwh) को प्रभावित नहीं करता है, यह सिर्फ (kw) कों प्रभावित करता है।

प्लांट यूटिलिटी फैक्टर/ उद्योग उपयोगिता कारक (Plant utility factor)

यूटिलीटी फैक्टर या उपयोगी कारक उस समय का अनुपात है, जब उपकरण कसे टुकड़ा का उपयोग कुल समय के लिए होता है जिसे उपयोग किया जाता है कि अनुपात ऊर्जा का मात्र बन जाता है। इसका उपयोग अधिकतम संभव विभाजन द्वारा किया जाता है ये परिभाषाएँ बराबर हैं।

उपयोगिता कारक K_u अधिकतम भार (load) अनुपात है, जो सिस्टम की क्षमता (capacity) का मूल्यांकन करने के लिए तैयार किया जा सकता है। यह लोड कारक factor से नजदीकी संबंधित है। यह फैक्टर उपकरण द्वारा खपत वास्तविक (पावर समय औसत में) एवं कुल पावर प्लांट की क्षमता का अनुपात है।

$$\text{Utility Factor} = \frac{\text{Ratio of maximum power}}{\text{Plant capacity}} \times 100$$

उदाहरण के लिये- एक ओवर साइड मोटर (15 kW) जब ऑन हो तब 12 kW मोटर को चलाता है तब मोटर का लोड फैक्टर 12/15 = 80%. मोटर प्रतिदिन 8 घण्टे हेतू उपयोग में लाया जा जाता है, एक वर्ष में लाया जाता है, एक वर्ष में 50 सप्ताह उपयोग के घंटे आधार मोटर की उपयोगिता कारक 2800/8760 = 31.96% होगा। प्रतिवर्ष 2800 घंटे के आधार मोटर की उपयोगिता कारक 100% होगा।

पावर प्लांट की उपयोगिता कारक विभिन्न विद्युत मार्केट से संयंत्र पर मांग के अनुसार होता है।