Lecture -01

By Lukesh Shahu NMDC DAV Polytechnic Geedam Dantewada

संस्थापन

सभी प्रकार के संस्थानों एवं उद्योगों में मशीनों के सुरक्षात्मक ढंग से लम्बे समय तक स्थिर रहते हुए प्रचलित होने, कम्पन एवं शोर को टालने आदि के लिए मशीनों का पित संस्थापन करना आवश्यक है। वैसे तो संस्थापन का सामान्य अर्थ मशीन को सिर्फ किसी कार्यस्थल विशेष पर रखना या स्थापित करना होता है, परन्तु विद्युत अभियान्त्रिकी में मशीनों के संस्थापन का अर्थ वह सम्पूर्ण कार्य जिससे मशीन को कार्यस्थल में लाने से लेकर उसके अंतिम परीक्षण के पश्चात् सफल प्रचालन तक किया जाता है,

से हम परिभाषित कर सकते हैं | इन कार्यों का अनुक्रम कुछ इस तरह होता है | मशीनों को ट्रान्सपोर्ट कम्पनी से प्राप्त करना, उनको मुख्य भण्डार तक लाना, वहाँ उनका सामान्य निरीक्षण कर कार्यस्थल के छोटे भण्डार को एक निश्चित अनुक्रम में परिवहित (transport) करना। कार्यस्थल में संस्थापन की आवश्यकता के अनुसार उचित अनुक्रम में भण्डार में रखना अर्थात् पहले संस्थापित होने वाले भाग को सबसे आगे फिर आयोजन के अनुसार बीच-बीच में संस्थापन हेत आवश्यक भागों को उसी क्रम म तथा अन्तिम में संस्थापित होने वाले भाग को अन्त में रखा जाता है।

संस्थापन सामग्री एवं उचित भण्डारण के पश्चात् संस्थापन के नियोजन (plaining) के अनुसार सभी उपकरणों को कार्यस्थल पर उपलब्ध कराना तथा नींव आरेखन के अनुसार उचित आकार का गड्ढा खोदकर कंक्रीट के नींव का निर्माण करना मशीनों को नींव पर स्थापित करने तथा हैण्डलिंग के लिए विभिन्न चढ़ाने-उतारने के यन्त्र एवं उपकरण का उपयोग कर मशीनों को नींव पर स्थापित करके संपूर्ण निरीक्षण एवं परीक्षण किया जाता है। तत्पश्चात् मशीन को सुरक्षित प्रचालन हेतु छोड़ा जाता है।

किसी प्रयोजन (project) या विद्युत संस्थान में संस्थापन उसके सही आयोजन या नियोजन (planning) पर ही निर्भर करता है। संस्थापन के समय निम्नलिखित बातों को अवश्य ध्यान में रखना चाहिए

(i) सुरक्षा (safety)

(ii) प्रारम्भिक लागत (initial cost)

(iii) टिकाऊपन (durability)

(iv) प्रकटता (रूप) (appearance)

(v) सुगमता (accessibility) आदि।

आधुनिक युग में बढ़ते हुए विद्युत खर्च को देखते हुए संस्थापन के समय उपस्थित अभियन्ताओं, परिवीक्षकों आदि को पहले किसी ड्राइंग पेपर पर स्थापन की ड्राइंग आदि बनाकर उसमें लगने वाले उपकरणों की स्थिति नोट कर लेनी चाहिए। विद्युत मशीनों के सभी आरेखन चिन्ह (graphical symbol) IS : 2032-1969 के अनुसार ही बनाने चाहिए। संस्थापन में प्रयोग होने वाले सभी सामान, फिटिंग, उपकरण आदि IS भारतीय मानक विशिष्ट के अनुसार ही होने चाहिए | यदि प्रयुक्त उपरोक्त सामग्री भारतीय मानक (IS) के अनुसार नहीं है तो स्थानीय अधिकारी से प्रमाणित होने चाहिए। संस्थापन में लगे सभी धारावाही उपकरण सप्लाई वोल्टेज तथा आवृत्ति के अनुसार होने चाहिए।

इस तरह विद्युत संस्थान में मशीनों के संस्थापन के पश्चात् उनका सम्पूर्ण परीक्षण किया जाना है जिसे कमीशनिंग कहते हैं। इस परीक्षण के पश्चात् ही संस्थापन का कार्य पूर्ण होता

इस तरह विद्युत संस्थान में मशीनों के संस्थापन के पश्चात् उनका सम्पूर्ण परीक्षण किया जाना है जिसे कमीशनिंग कहते हैं। इस परीक्षण के पश्चात् ही संस्थापन का कार्य पूर्ण होता

1.11 विद्युत मशीनों एवं उपकरणों का वर्गीकरण (Classification of Electrical Machines and Equipments)

संस्थापन, अनुरक्षण एवं मरम्मत कार्यों के लिए विद्युत उपकरणों को उनकी निर्गत शक्ति (power output), उपकरणों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने की प्रक्रिया (method of shipment) तथा विद्युत मशीनों की अभिकल्पन (design form of electrical machines) के अनुसार वर्गीकृत किया जाता है।

1:11.1 शक्ति निर्गत के आधार पर विद्यत मशीनों का वर्गीकरण (Classification of Electrical Machines on the Basis of its Power Output) –

विद्युत मशीनों को शक्ति निर्गत के आधार पर निम्नलिखित भागों में वर्गीकृत करते हैं -

(i) निम्न शक्ति (low power)-100kW तक,

(ii) मध्यम शक्ति (medium power)- 100 kW से 1000kw:

(iii) भारी शक्ति (large or heavy power)- 1000 kW से ऊपर या (low-speed machines) के लिए 500 kW से ऊपर।

(i) निम्न शक्ति मशीन - 100 kW तक निर्गत शक्ति वाली मशीन हैं। विद्युत मशीनें अपने आकार तथा उद्देश्य के आधार पर सिरा शील्ड बिग हो सकती है। निम्न तथा मध्यम शक्ति वाली अधिकांश मशीनें बाल तथा रोल हो सकती हैं, जबकि मध्यम शक्ति की निम्न-गति वाली तथा ऊच्च शक्ति की बैठा स्लीव बियरिंग पर घूर्णन करती हैं।

(ii) मध्यम शक्ति की मशीनें - 100kW निर्गत शक्ति से ऊपर एवं 100 की मशीनें ऐसे वर्ग में आती हैं | वैद्युत मशीनों का आकार उनकी निर्गत शक्ति (तथा घूर्णन की गति (r.p.m.) पर निर्भर करता है । मशीनों की गति उनके आ के विलोमानुपाती होती है | अर्थात् ज्यों-ज्यों मशीनों की गति बढ़ती जाती है उनका: भार कम होता जाता है।

निम्न तथा मध्यम शक्ति की विद्युत मशीनों को निर्माणकारी फर्म से संयोजित (अवस्था में ही भेजा जाता है | कभी-कभी उन्हें एक उभयनिष्ठ बेड प्लेट पर लगाकर तथा करके भेजा जाता है | जैसे मोटर-जनित्र सैट, मोटर पम्प सैट आदि 1000 kVA तक के निक तथा शक्ति ट्रांसफार्मर को भी संस्थापन स्थल तक एसेम्बल अवस्था में ही भेजा जाता है।

(iii) भारी शक्ति मशीनें - 1000 kW से ऊपर की उच्च गति की मशीनें तथा

ऊपर एवं 1000 kW से नीचे

शक्ति (output power) उनके आकार तथा भार दी है उनका आकार एवं

kW से ऊपर की निम्न गति मशीनें इस वर्ग में आती हैं। 1000 kVA से बड़ी मशीनें निर्माण स्थल को प्रायः विघटित अवस्था में भेजी जाती हैं। प्रत्यावर्ती धारा की बड़ी मशीनों में स्टेटर खण्डों में बँटा होता है । इसे स्प्लिट स्टेटर (split stator) कहते हैं। 500 kW भारी निर्गत शक्ति की दिष्टधारा मशीनों को स्प्लिट प्रारूपी स्टेटर (split type stator) में ही बनाया जाता

Lecture -02

By Lukesh Shahu NMDC DAV Polytechnic Geedam Dantewada

1.11.2 परिवहन प्रक्रिया के आधार पर मशीनों का वर्गीकरण (Classification of Electrical Machines on the Basis of Method of Shipment)-

मशीनों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने की प्रक्रिया भी इनकी निर्गत शक्ति तथा आकार पर निर्भर करती है। इस प्रक्रिया में दो तरह से मशीनों का परिवहन होता है -

(1) पूर्ण संयोजित अवस्था (fully assembled condition)

(ii) विघटित अवस्था (disassembled condition)|

निम्न एवं मध्यम शक्ति मशीनों को आकार एवं भार में कम होने के कारण सदैव पूण संयोजित अवस्था में भेजना सुविधाजनक होता है। परन्तु भारी शक्ति मशीनों को पूर्ण संयोजित अवस्था में भेजना सम्भव नहीं होता अतः इसे निर्माणकारी फर्म से कार्यस्थल तक खण्ड-खण्ड अलग-अलग भागों में भेजना उचित होता है। प्रायः बड़ी निम्न-गति की मशीनें, जिनका आका बहुत ही बड़ा होता है, के स्टेटर का निर्माण ही अलग-अलग खण्डों में स्लिट स्टेटर (Spi stator) होता है जिससे उनको संस्थापन स्थल पर आसानी से उठाया जा सके। पेडस्टल बियरिंग वाली विद्युत मशीनों को खोलकर ही संस्थापन स्थल पर भेजा जाता है।

प्रायः मोटर जनित्र सैटों को एक उभयनिष्ठ (common) बेड प्लेट पर असेम्बल में ही भेजा जाता है, क्योंकि संस्थापन स्थल पर संरेखन (alignment) की समस्या हो सका है, 1000 kVA से बड़े ट्रान्सफार्मर के साथ लगे रेडिएटर तथा सरक्षक (conservator) का अलग करके भेजा जाता है तथा संस्थापन स्थल पर पुनः एसेम्बल कर लिया जाता है, रेडिएटर तथा संरक्षक लगाने पर उनका आकार काफी बड़ा हो जाता है, जिससे उन्हें ट्रक द्वारा क्योंकि भेजना कठिन हो जाता है।

1.11.3 अभिकल्पन के आधार पर विद्युत मशीनों का वर्गीकरण (ClassificationofElectrical Machines on the Rasis of Design)- डिजाइन के आधार पर मशीनों को मुख्य रूप से तीन श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है

() प्रथम श्रेणी- इस श्रेणी में आने वाली मशीनें निम्न एवं मध्यम शक्ति की मशीनें हैं. जिनमें शक्ति-चालित औजार, कटिंग मशीनें इत्यादि आती हैं।

(ii) द्वितीय श्रेणी- इस श्रेणी में पेडस्टल बियरिंग वाली बड़ी मशीनें आती हैं, जिनमें बिना बेड प्लेट की मशीनें, बेड प्लेट की मशीनें तथा अलग बेड प्लेट (separate helplatey, वाली मशीनें आती हैं।

(ii) ततीय श्रेणी-इस श्रेणी में उच्च शक्ति की ऊर्ध्वाधर शॉफ्ट (heavypower vertical Shan) वाली मशीनें आती हैं तथा बड़े शक्ति वाले ट्रान्सफार्मर इसी श्रेणी में आते हैं। 1.12 विद्युत मशीनों का कार्यस्थल पर हैण्डलिंग तथा परिवहन (Handling and Transportation of Electrical Machines to the Site)

विद्युत यन्त्रों को कार्यस्थल तक संस्थापन के समय उठाने तथा ले जाने में काफी सावधानी रखी जाती है। अतः इन मशीनों को सावधानीपूर्वक हैण्डलिंग के लिए उपकरणों (handling equipments) की आवश्यकता फैक्ट्री तथा निर्माण-स्थल में पड़ती है। जहाँ तक हो सके श्रमिकों द्वारा भारी विद्युत मशीनों को उठाने या उतारने का काम नहीं लेना चाहिए इससे भारी दुर्घटना की सम्भावना रहती है तथा अधिक समय एवं धन व्यय होता है।

इस कार्य के लिए शिरोपरि एवं जिब क्रेन मोनो रेल ट्रोली हायस्ट सहित एक पटरी की लाइन या टैकल ब्लाक, रेल ट्रान्सपोर्ट, ऑटोमोबाइल ट्रेक्टर या रेलवे क्रेन ऑटो ट्रेलर, विद्युत हायस्ट, टेकल कम्पाउण्ड ब्लॉक, जैक, हस्त विच लोडिंग बूम तथा अन्य हायस्टिंग तथा स्लिंगिंग युक्तियाँ एवं औजार प्रयोग किये जाते हैं।

मोटर के बाहरी धातु के आवरण के ऊपर हुक लगा होता है । इस हुक के द्वारा क्रेन मशीन से मोटर को नींव के स्थान तक लाते हैं । यदि किसी मशीन में हुक न लगाया गया हो तो मशीन को रस्सी, चैन आदि साधनों से बाँधकर सावधानी से उठाया जाता है।

ट्रान्सफार्मर एक भारी उपकरण है जिसको उठाने तथा संस्थान में साइट पर ले जाने में काफी सावधानी की आवश्यकता होती है। भारी ट्रान्सफार्मरों को कार्यस्थल तक ले जाने के लिए उनके विभिन्न हिस्सों जैसे - बुशिंग, संरक्षक टंकी आदि के टूटने का खतरा बना रहता है। कम क्षमता वाले एवं हल्के ट्रान्सफार्मरों को पूरी असेम्बली के साथ बन्द लकड़ी की पेटी में ले जाया जाता है।

उपकरणों का कार्यस्थल तक परिवहन एक कठिन समस्या होती है। परिवहन के पूर्व मार्ग का सर्वेक्षण करना आवश्यक होता है। सर्वेक्षण में सड़क की स्थिति विशेष तौर पर जब खम्भों को मोड़ पर ले जाना हो, तथा चालक के ड्रमों एवं मोटर ट्रान्सफार्मर के बड़े और नाजुक भागों का परिवहन करना हो, देखना जरूरी हो जाता है।

1.12.3 भारी विद्युत मशीनों को उठाने तथा उतारने में ली जाने वाली (Precautions to be Taken During Loading and Unloading of Heavy El Machines)- भारी विद्युत मशीनों के हैण्डलिंग का काम श्रमिकों या मशीनों द्वारा किया है। छोटी मशीनों के लिए हैण्डलिंग उपकरण की आवश्यकता नहीं पड़ती। हाथ से ही एवं रख सकते हैं। लेकिन भारी मशीन के लिए उठाने और रखने के लिए मशीनों की आवा पड़ती है। इन मशीनों को भी श्रमिक ही चलाते हैं । यद्यपि मशीनों को उठाने उतारने की उपकरणों का उपयोग हो रहा है फिर भी उनके हैण्डलिंग में निम्नलिखित सावधानी बरतें-

(i) हायस्ट या लिफ्टिंग मशीनों को दृढ़ एवं शक्तिशाली होना चाहिए तथा इन नियतकालिक अनुरक्षण भी होते रहना चाहिए।

(ii) एक निश्चित समयावधि के पश्चात् हायस्ट का परीक्षण होता रहना चाहिए।

(iii) क्रेनों पर उनकी अधिकतम एवं न्यूनतम क्षमता अंकित होनी चाहिए। जिब क्रेन स्वचालित भारसूचक होना चाहिए जो सुरक्षित भार का संकेत दे।

(iv) क्रेन तथा लिफ्टिंग मशीनों को निर्धारित (rated) भार से अधिक भार पर न चलाना चाहिए।

(v) क्रेन एवं लिफ्टिंग मशीनों का संचालन केवल कुशल श्रमिकों को ही करना चाहिए।

(vi) भार के लटके हुए स्थिति में किसी भी व्यक्ति को उसके आसपास खड़ा होना या जाना नहीं चाहिए अन्यथा खतरा उत्पन्न हो सकता है।

(vii) भार उठाने के लिए क्रेन का चयन भार की स्थिति, गतिशीलता तथा मशीन के भार की मात्रा के आधार पर करना चाहिए, अन्यथा अधिक भार से क्रेन के टूटने से दुर्घटना हो सकती हैं।

(viii) लिफ्टिंग मशीनों का नियतकालिक अनुरक्षण, रख-रखाव एवं मरम्मत करते रहना चाहिए अन्यथा गम्भीर दुर्घटना हो सकती है।

(ix) निर्धारित (rated) भार से अधिक भार उठाने से चेन की कड़ियाँ खिंच सकती हैं. जंग लगने से चेन कमजोर हो सकती है और दुर्घटना हो सकती है।

(x) हुकों को सावधानीपूर्वक लगाना चाहिये ताकि वह खिसक न जायें। (xi) हुक, भार या स्लिंग के बीच में अंगुलियों तथा हाथों को फँसने से बचाना चाहिये।

(xii) हायस्ट में गिरने से बचने के लिये एक सुनिश्चित मार्ग होना चाहिये जो कि उतरने की स्थिति को छोड़कर अन्य प्रचालन परिस्थितियों में बन्द रहना चाहिये ताकि हायस्ट सिर्फ इन्हीं मार्गों पर आवागमन करे और दुर्घटना से सुरक्षित रहे।

(xiii) शिरोपरि ट्रेवलिंग क्रेन से दबने या टकराने से भयंकर दुर्घटना हो सकती है अतः

सावधानी बरतें। तथा कार्यों आदि कार्यो

(xiv) हैण्डलिंग उपकरणों जैसे हस्तचालित ट्रक, द्रवचालित पैलेट ट्रक, फोर्क लिफ्ट आदि से सामान उठाते समय सुनिश्चित करें कि मार्ग अवरुद्ध नहीं है, भार निर्धारित भार से अधिक नहीं है तथा उनकी गति सुरक्षित सीमा में है।

(XY) भार उठाने वाले सभी उपकरण उचित अभिकल्पन के हों, उन्हें प्रशिक्षित एवं कुशल श्रमिक ही प्रचालित कर रहा हो तथा समय-समय पर इनका अनुरक्षण एवं मरम्मत काया जा रहा हो इसका निरीक्षण करते रहें।

1.13 निम्न एवं उच्च धारिता मशीनों का संस्थापन (Installation of Low and Large Capacity Machines)

निम्न धारिता वाली मशीनों के संस्थापन में कोई विशेष परेशानी नहीं होती क्योंकि इनम संस्थापन कार्य की मात्रा बहत कम होती है तथा निम्न धारिता मशीनें पूर्णरूपेण संयोजित अवस्था (Fully assembled condition) में आती हैं साथ ही संरेखित भी होती हैं अतः निम्न धारिता की मशीनों के संस्थापन में सर्वप्रथम संस्थापन हेतु नींव का निर्माण सीमेण्ट कंक्रीट या स्टील के फ्रेम बेड आदि से करते हैं। यदि बेल्टचालित मशीनों का संस्थापन करना हो तो सरकवा पाँत (sliderails) की स्थापना कंक्रीट के नींव पर करके उस पर मशीनें संस्थापित की जाती हैं । संस्थापन के पूर्व मशीनों के शाफ्ट पर घिरनी, गियर या हाफ-कपलिंग (half-coupling) लगाया जाता है। संस्थापित मशीन के धरातल की क्षैतिजता (horizontalness) का स्प्रिट लेवल से चेक किया जाता है तथा बेल्टचालित मशीनों का आरेखन आवश्यक रूप से किया जाता है।

उच्च धारिता की या भारी विद्युत मशीनों के संस्थापन कार्य की मात्रा अधिक होती है तथा कई कार्यों को एक-दूसरे के बाद अनुक्रम से करना या साथ-साथ करना होता है अतः कार्यों की क्लिष्टता के कारण संस्थापन कार्यों का नियोजन. नींव एवं संयोजन परिपथ का आरेखन आदि करना आवश्यक हो जाता है। उच्च धारिता की मशीनों के संस्थापन के निम्नलिखित कार्यों को इसी अनुक्रम में करना चाहिए –

1.13.1 मशीनों को संस्थापन स्थल तक लाना - उच्च धारिता में बड़ी मशीनों को अलग-अलग भागों में मजदूरों से या यान्त्रिक युक्तियों के द्वारा संस्थापन स्थल तक लाया जाता है।

1.13.2 संस्थापन के पूर्व परीक्षण - मशीन को संस्थापन स्थल पर लाकर संस्थापित करने के पूर्व विद्युतरोधन प्रतिरोध का परीक्षण एवं बियरिंग के स्नेहन का निरीक्षण करना आवश्यक है। कम विद्युतरोधन प्रतिरोध होने पर उसे सुखा लेना चाहिए और बियरिंग स्नेहन को भी ठीक कर लेना चाहिए।

1.13.3 संस्थापन की प्लानिंग - मशीन के आकार, भार, माप एवं डिजाइन के अनुसार मशीन का संस्थापन कार्य कहाँ व कैसे करना है, इसका नियोजन (planning) कर लेते हैं |

1.13.4 संस्थापन सामग्री की व्यवस्था - संस्थापन की प्लानिंग के आधार पर संस्थापन कार्य के लिए उपयोगी सभी आवश्यक सामग्रियों एवं उपकरणों को संस्थापन स्थल पर शीघ्र ही उपलब्ध कराया जाता है। इससे किसी भी सामग्री के अभाव में कार्य अवरुद्ध नहीं होता।

1.13.5 नींव का निर्माण - विभिन्न प्रकार की मशीनों के नींव का आकार, मशीन की माप, कार्य की स्थिति. गति आदि पर निर्भर करता है जिसका निर्धारण करके सीमेण्ट कंक्रीट आदि से नींव का निर्माण किया जाता है तथा मशीन को नींव बोल्ट की सहायता से नींव में फिट करके कम्पनरोधक पदार्थ आदि का उपयोग किया जाता है। नींव सुदृढ़ व क्षैतिज

तलयुक्त बनाई जाती है जिसमें मशीन या उसके आधार प्लेट को नींव बोल्ट पर स्थापित किया जाता है।

1.1.3.6 मशीनों का संस्थापन- नींव तैयार हो जाने के पश्चात् उस पर आधार प्लेट के ऊपर मशीन को रखकर नट-बोल्ट की सहायता से कस दिया जाता है। नीव पर मशीन को उठाकर रखने हेतु सभी हैण्डलिंग उपकरणों को आवश्यकतानुसार उपयोग में लाते हैं।

1.13.7 उच्च धारिता की मशीनों की असेम्बली- निम्न धारिता की मशीनों का संस्थापन कार्यक्रम (1,13.6) तक समाप्त हो जाता है इसके पश्चात् विद्युत संयोजन व्यवस्था तथा अन्तिम निरीक्षण एवं परीक्षण ही बच जाता है, जिसे बाद में कर लेते हैं क्योंकि निम्न निर्माणकारी फर्म से ही पूर्ण असेम्बल स्थिति में प्राप्त होती हैं।

परन्तु उच्च धारिता की मशीनें फर्म से अर्द्धअसेम्बल या विघटित अवस्था में अतः संस्थापन के समय क्रमवार अवयवों को संस्थापित करते हुए असेम्बल भी किया अतः उच्च धारिता की मशीनों के संस्थापन में असेम्बली का कार्य अतिरिक्त होता है।

1.13.8 सरेखन विद्युत संयोजन व्यवस्था - अन्तिम रूप से संस्थापित मशीनों के पूर्व गतिज या घूर्णित (rotating) मशीनों के शाफ्ट का सरेखन करना अति आवश्यक पूरे मशीन और नींव की सुरक्षा के लिए सरेखन आवश्यक होता है।

1.13.9 विद्युत संयोजन व्यवस्था - मशीनों के संस्थापन के नियोजन के समय, मकर नियन्त्रण उपकरणों एवं टर्मिनल संयोजनों का भी आयोजन किया जाता है। उस प्रक्रिया से प्राप्त परिपथ आरेखन (circuit diagram) के आधार पर विभिन्न टर्मिनल का उचित एवं विभिन्न नियन्त्रण उपकरणों को लचीली वाहक नली द्वारा विद्युतरोधित तारों को संयोन स्विच बोर्डों तक ले जाया जाता है।

1.13.10 अन्तिम निरीक्षण एवं परीक्षण - संस्थापन के पश्चात् अन्तिम चरण में मशीन विभिन्न भागों का निरीक्षण, व्यवस्थापन,नट-बोल्ट के कसे होने की जाँच, सरेखन की स्नेहन, कम्पन-रहित प्रचालन व गति की दिशा का अन्तिम रूप से निरीक्षण किया जाता प्रचालन-पूर्व परीक्षण के अन्तर्गत मेगरिंग करके विद्युत एवं चुम्बकीय परिपथ की स्वस्थता जाँच की जाती है।

Lecture -03

By Lukesh Shahu NMDC DAV Polytechnic Geedam Dantewada

1.16.4 खम्भे पर संस्थापित करना (Pole-mounted Transformer)-

इस विधि में ट्रान्सफार्मरों को एच-खम्भे (H-poles) की संरचना वाले खम्भे में दृढ़ता से कस दिया जाता है। यह विधि 250 kVA क्षमता वाले ट्रान्सफार्मरों के लिए उपयुक्त होती है। इनके संस्थापन कार्यों को निम्नलिखित चरणों में पूरा किया जाता है -

(1) ट्रान्सफार्मर और उसके अन्य सहायक उपकरण तथा संस्थापन में प्रयुक्त सामग्री को संस्थापन स्थल तक लाया जाता है । इसके पूर्व भण्डारगृह में ही ट्रान्सफार्मर और उसके सहायक उपकरण का ठीक ढंग से परीक्षण संस्थापन से पूर्व कर लिया जाता है।

(ii) खम्भा-स्थापित ट्रान्सफार्मर का संस्थापन नियोजन करते समय यह ध्यान रखा जाता है कि यह एक आउटडोर प्रकार का संस्थापन है तथा इसमें लगने वाली सभी सामग्री, उपकरण एवं मजदूरों की सम्भावित आवश्यकता का नियोजन पहले से कर लिया जाता है और नियोजन के पश्चात् प्रत्येक चरण की प्रक्रिया को नियोजन के आधार पर ही क्रमवार क्रियान्वित किया जाता है।

(iii) उपरोक्त नियोजन के आधार पर प्रयोग में आने वाली सामग्री को संस्थापन स्थल तक पहुँचाया जाता है | इन सामग्रियों में मुख्यत: खम्भे, विभिन्न क्लैम्पस, नट, बोल्ट, सीमेण्ट, कंक्रीट, पत्थर, रेत, भू-तार, कुचालक, स्विचेज, कनेक्टिंग लीड, ग्रिप्स आदि आवश्यक चीजें क्रमवार एवं जरूरत के अनुसार पहुँचाये जाते हैं।

(iv) नींव का निर्माण - कंक्रीट नींव के लिए सीमेण्ट : रेत : पत्थर का अनुपात 1: 3 : 6 या 1 : 4 : 8 रखा जाता है ।

गड्ढा खोदने के बाद सीमेण्ट-कंक्रीट की 6 इंच की एक सतह को गड्ढे के नीचे भाग में बिछाकर कुछ दिनों के लिए छोड़ दिया जाता है ताकि सीमेण्ट सूख (Set) जाये। फिर खम्भे का संस्थापन (errection) करते हैं, खम्मे की जमीन के नीचे गहराई, खम्म की पूरी लम्बाई का 1/6 वाँ हिस्सा होनी चाहिए।

रेल पाँत या आई-सेक्शन (I-section) आकार के अनुप्रस्थ काट वाले खम्भे का करते समय उन्हें इस तरह रखा जाय कि उनकी मजबूती हवा के दबाव को झेलते समय ता सरेखन के लम्बवत् अधिकतम हो।

कंक्रीट की जमने के पहले सुरक्षा के लिए एक लकड़ी के ढाँचे का उपयोग करते हैं और कंक्रीट जम जाये (set) तो लकड़ी के ढाँचे को हटा दिया जाता है। इसे कंक्रीट डालने के दूसरे दिन ही निकाल लेते हैं।

(v) चित्र 1.35 में दिये अनुसार सम्पूर्ण एच-खम्भा संरचना (H-pole structure) को एक साथ खड़ा करते हैं और फिर इसे ऊर्ध्वाधर किया जाता है तथा सीमेण्ट-कंक्रीट को 18 से 20 दिनों तक जमने के लिए छोड़ दिया जाता है।

फिर इसके बाद ट्रान्सफार्मर, इसके सहायक उपकरण, स्विच गियर्स आदि को नट-वोल्ट एवं क्लैम्प की सहायता से कस दिया जाता है। साथ ही खम्भे पर तारों के परिणामी तनाव के विपरीत स्टे तार या गे (guy) आदि लगाया जाता है।

(vi) अन्त में उच्च दाब (H.T.) का निविष्ट (input) लाइन और निम्न दाब (L.T.) के निर्गत (output) लाइन को खम्भे के ट्रान्सफार्मर से संयोजित किया जाता है।

1.17 स्विच गियर का संस्थापन (Installation of Switch Gear)

अन्य मशीनों की तरह स्विच गियर का भी संस्थापन विभिन्न चरणों में क्रमवार के जो निम्नानुसार हैं

1.17.1 परिवहन एवं हैण्डलिंग (Transportation and Handling)- उपकरण कार्यस्थल तक रेलवे या मोटर ट्रक के द्वारा लाया जाता है और रस्सी, हायस्ट या क्रेन सहायता से उतारा जाता है फिर सावधानीपूर्वक देखकर (visually) इसका निरीक्षण किया जा है और यदि कोई क्षति हो तो निर्माणकारी फर्म और बीमा कम्पनी को सूचित करते हैं क्षतिग्रस्त उपकरण को वापस कर दिया जाता है।

1.17.2 संस्थापन-पूर्व नियोजन (Planning Before Installation)- आरेखन (drawinos के रूप में एक प्लान जिसमें विद्युत परिपथ डायग्राम, सिविल अभियान्त्रिकी प्लान, नींव की प्लानिंग आदि स्पष्ट रूप से दर्शाया हो, तैयार किया जाता है। साथ ही संस्थापन चरणों की सूची (schedule) और अनुक्रम कार्ड (sequence cards) प्रमुख सामग्रियों के स्थापन हेतु बनाया जाता है।

1.17.3 सामग्री की पूर्ति (Supply of Materials)- सिविल अभियान्त्रिकी कार्य, मशीनों के हैण्डलिंग कार्य आदि के लिए टूल्स, उपकरण एवं उत्थापक मशीन तथा नींव के लिए सामग्री सीमेंट, रेत, पत्थर, नट-बोल्ट, बेस-प्लेट, रेलपांत आदि संस्थापन स्थल पर उपलब्ध कराया जाता है।

1.17.4 नींव (Foundation)- नींव के नियोजन के आधार पर सामान्यतया सीमेंट कंक्रीट नींव का निर्माण किया जाता है। नींव-बोल्ट के लिए स्थान छोड़े जाते हैं। केबल और दूसरी पाइपों के लिए नाली और निकासी रास्तों का प्रावधान होता है और फर्श (floor) को सही ढंग से समतल किया जाता है । 'नींव' अध्याय में और अधिक जानकारी को पाया जा सकता है।

1.17.5 उपकरण खड़ा करना (Errection)- उपकरण को खड़ा करने के लिए निर्देशिका के आधार पर कुछ विशेष प्रकार के भार उठाने वाले उपकरण (litting machine) और औजारा की आवश्यकता पड़ती है। सारी असेम्बली (संयुक्त इकाई) को ऊर्ध्वाधर खड़ा किया जाता है और स्प्रिट लेवल से इसे चेक करते हैं। नींव में आधार प्लेट दिया जाता है और नट-बोल्ट के लिए छोड़े गए छिद्रों (pocket) में कंक्रीट मिश्रण भरकर नट-बोल्ट को कस दिया जाता है।

1.17.6 विद्युत कनेक्शन (Electrical Connection)-

(i) बस-बार कनेक्शन-बस-बार के सम्पर्क रॉड और संयोजकों के परिपथ बनाने वाली सतह (making surface) को रेगमाल (embry paper) से अच्छी तरह से साफ करके संयोजित करना चाहिए विशेष प्रकार के ग्रीस भी लगाए जाते हैं।

(ii) मुख्य केबल कनेक्शन - तारों के टर्मिनल बॉक्स को साफ करके उसे ब्लो लेख की सहायता से नमी रहित करना चाहिए। तारों में भरने वाले यौगिक (cable filling compound) को 160°C से 170°C तक गर्म करके फिर ढालने योग्य ताप लगभग 130°C से 1400 तक ठण्डा किया जाता है। फिलिंग कार्य के लिए प्रयुक्त बाल्टियों को पहले से ही 80° C तक गर्म कर लिया जाता है फिर यौगिक को धीरे से केबल बॉक्स में ढाला जाता है, धीरे ढालने से कीचड़ के छींटे और वायु बबल बनने को रोका जा सकता है और समय-समय से छेदना एवं हिलाना (topping) चाहिए, यह सुनिश्चित करने के लिए कि सतह (body) और यौगिक तथा टॉपिंग सतह के मध्य अच्छा बन्ध (bond) बन गया है। यौगिक की सतह पर केवल बॉक्स के ढक्कन को बन्द कर दिया जाता है। यौगिकों के भरते समय नमी, धूल और गन्दगी प्रविष्ट न हो। केबल संयोजकों को पी.वी.सी. होज के अन्दर रखना चाहिए जो कि वार्निश एवं केम्बिक टेप (cambric tape) द्वारा सुरक्षित हो। टर्मिनल की टाँगों को केबल चालकों के साथ सोल्डर (solder) कर देना चाहिए।

1.17.7 भू-सम्पर्कन (Earth-connection)- स्विच गियर के भू-सम्पर्कन छड़ों तथा धात्विक धारा न लेने वाले भाग (non-current carrying parts) को भू-सम्पर्कन स्टेशन प्रणाली से जोड़ दिया जाता है।

1.18 मोटरों एवं अन्य घर्णित मशीनों का संस्थापन (Installation of Motors and Other Rotating Machines)

मोटरों के संस्थापन हेतु पूर्व-नियोजित अभिकल्पन के आधार पर परिवहन के समय कार्य, संस्थापन सामग्रियों की व्यवस्था, नींव का निर्माण संस्थापन हेत हैण्डलिंग उपकरणों का प्रयोग तथा अन्त में विद्युत संयोजित करके मोटर का संरेखन एवं प्रारम्भन करना आदि कार्य आवश्यक रूप से किया जाता है।

कम एवं मध्यम धारिता तथा भारी गतिज मशीनों का अलग-अलग अवस्था में संस्थापन कार्य निम्नानुसार दो खण्डों में किया जाता है

(I)कम/ अत्यधिक मध्यम शक्ति के पूर्ण संघटित अवस्था में प्राप्त मशीनों का संस्थापन installation of low/quite medium capacity and fully assembled machines)

(II) भारी शक्ति की विघटित या असंघटित असरया में प्रासमीना का संस्थापन installation of heavy and semi-swembled or diwasembled machines)

उपरोक्त मशीनों के संस्थापन का विस्तारपूर्वक अध्ययन

Lecture -04

By Lukesh Shahu NMDC DAV Polytechnic Geedam Dantewada

1.10 मोटरों का संस्थापन (Installation of Motors)

मोटरों के संस्थापन की प्रक्रिया को हम आगे संस्थापन कार्य विस्तार से पापा हम मोटरों के संस्थापन पूर्व निरीक्षण एवं सावधानियों के विषय में निम्नानुसार यर्या की1.10.1 मोटरों का संस्थापन पूर्व निरीक्षण (Inspection Motor Before Installation)- मोटर एक भारी उपकरण होने के कारण संस्थापन से पहले काफी सावधानिया रखी जाती है तथा मोटर प्रास होने पर संस्थापन से पहले इसका निरीक्षण करना आवश्यक र है। मोटर के परिवहन द्वारा कार्यस्थल तक ले जाते समय क्रेन का उपयोग करते मोटा की बन्द लकड़ी की पेटी को सीधा रखते हैं तथा पेटी खोलते समय उचित उपकरणों का प्रयोग करते है जिससे मोटर के किसी भाग को हानि न पहुंचे। मोटर को निकालने के बाद उसके भागों का निरीक्षण करते हैं, यदि कोई भाग टूटा है तो उसकी सूचना प्रदायक निर्माणकर्ता को भेजनी चाहिए।

1.19.2 मोटरों के संस्थापन में सावधानियाँ (Precautions in Installation of Motorsमोटरों के संस्थापन में निम्नलिखित सावधानियाँ रखी जाती हैं -

(1) सभी घूमने वाले भागों को धातुयी चादर से ढक देते हैं जिससे कोई दुर्घटना न हो सके।

(ii) मोटर का संस्थापन खुली हवादार जगह में करते हैं जिससे मोटर का शीतलन होता रहे।

(iii) तापमान बढ़ने वाले स्थान, नमी, धूल एवं तेलयुक्त गैसों की उपस्थिति वाले स्थान कार्बन (काला धुआँ) एवं ज्वलनशील पदार्थ वाले स्थान पर कभी भी नहीं करना चाहिए । परन्तु यदि ऐसे स्थानों पर संस्थापन आवश्यक हो तो मोटर को बन्द धातुयी चादर आदि से ढक देते हैं जिससे उस पर कोई दोष उत्पन्न न हो सके।

(iv) भवन निर्माण एवं नींव खुदाई आदि कार्यों के समय मोटर तथा नियन्त्रण पेनल बोर्ड को पॉलीथीन से ढक दें।

(V) मोटर के संस्थापन में उसके चारों तरफ इतना स्थान रखना आवश्यक है कि दोष उत्पन्न होने पर आसानी से कार्य किया जा सके एवं मोटर को खोलकर अन्य स्थान पर दोष-निवारण हेतु ले जाया जा सके।

(vi) भवन निर्माण के समय मोटर के संस्थापन स्थान तथा लिफ्ट आदि का प्रबन्ध रखते है जिससे मोटर को सफलतापूर्वक एक स्थान से दूसरे स्थान तक सुरक्षित ले जाया जा सके।

(vii) मोटरों के स्टार्टर आदि की ऊँचाई सामान्य ऊँचाई के मनुष्य की पहुँच के अन्दर हो।

1.20 मोटरों का संस्थापन-कार्य (Installation-work of Motor)

मोटरों का संस्थापन कार्य निम्नलिखित चरणों में किया जाता है –

1.20.1 परिवहन एवं हैण्डलिंग (Transportation and Handling)- मोटरों का परिवहन अन्य मशीनों की तरह परिवहन के सभी साधनों से जो भारी लोग उठाने में सक्षम हों, किया जा सकता है। रेलवे. मोटर ट्रकों या ट्राली से मोटरों को संस्थापन स्थल तक पहुँचाया जाता है तथा क्रेन. उत्थापक मशीनों (lifting machines) की सहायता से इन्हें हैण्डल किया जाता है। मोटरों के सहायक उपकरण या छोटे भागों को द्रवचालित टक, जैक्स, जिब क्रेन आदि से स्थानान्तरण या उठाने-उतारने का काम कर सकते हैं।

संस्थापन नियोजन या अभिकल्पन (Installation Design or Planning)-

इसे

1) मोटरों, उनके नियन्त्रकों तथा चालकों की संरचना इस प्रकार की होनी चाहिए कि अवयवों का परिचालन तापमान सुरक्षित सीमा से अधिक न हो अतः उपकरणों का उचित पचालन एवं अनुरक्षण कार्य होते रहना चाहिए ताकि तापमान न बढ़े।
2) मोटरों के सहायक उपकरण जो स्विचिंग के लिए लगाये जाते हैं उनका स्थल चयन कि खतरा उत्पन्न होने पर सुविधापूर्वक तथा शीघ्रता से सप्लाई बन्द करने हेतु प्रचालित जा सके। यदि चालित मशीन (driven machine) खतरनाक चरित्र की है, जैसे पत्थर की मशीन (stone grinding machines), लकड़ी की आरी मशीन आदि तो इनके नियन्त्रक को ऐसे स्थान पर लगायें कि सप्लाई खतरे की स्थिति में तुरन्त काटी जा सके।

1.20.3 मोटरों तथा नियन्त्रण उपकरणों का संस्थापन स्थल (Location of Motor and Apparatus)-

(i) सभी उपकरणों को ऐसे स्थान पर संस्थापित करें कि सभी धारावहन करने वाले भाग पर्याप्त हवादारी (ventilation) में हों, ताकि शीतलन होता रहे |

ii) मोटरों एवं अन्य उपकरणों को ऐसे स्थल जहाँ पानी, जंग लगने वाला तरल, तेल, भाप कार्बन, धातु धूल या अन्य प्रतिकूल परिस्थितियों में या यान्त्रिक क्षति से खतरा उत्पन्न

करने वाले स्थल में संस्थापित नहीं करना चाहिए। यदि ऐसी जगहों में मोटरों का संस्थापन आवश्यक हो तो इन जगहों को अच्छी तरह से बन्द कर दें और अनुकूल परिस्थिति पैदा करें।

(iii) समय-समय पर अनुरक्षण एवं मरम्मत हेतु मोटरों तक पर्याप्त पहुँच (access) मार्ग होना चाहिए।

(iv) जिन स्थानों पर ज्वलनशील पदार्थ उपस्थित होते हैं वहाँ पर आग लगने के खतरे को ध्यान में रखकर ही उपकरणों को लगाना चाहिए | यदि फिर भी संस्थापन आवश्यक हो तो ज्वाला-सह (flame-proof) ईंटों से निर्माण कार्य करना चाहिए।

1.20.4 नींव का निर्माण (Construction of Foundation)- मोटरों की नींव का निर्माण भारतीय मानक के अनुसार करना चाहिए, वैसे सीमेण्ट कंक्रीट के नींव पर बेड प्लेट या बिना बेड प्लेट के मोटरों को नींव-बोल्टों की सहायता से कसकर सुदृढ़ता से संस्थापित किया जाता है।

1.20.5 समतलन एवं संरेखन (Levelling and Allignment)- विद्युत मोटरों के सुरक्षित प्रचालन एवं शॉफ्ट पर तनाव को टालने के लिए नींव का समतलन एवं शाफ्टों का संरेखन करना आवश्यक है। नींव का समतलन तथा शाफ्टों के संरेखन को हम 'कमीशनिंग अध्याय' में विस्तृत रूप से पढ़ सकते हैं।

1.20.6 मोटरों का विद्यत प्रतिरोधन प्रतिरोध (Insulation Resistance of Motors)-**माटरों** का विद्यत रोधन प्रतिरोध मशीन की कुण्डलन तथा इसके फ्रेम के मध्य मेगर द्वारा मापा जाना चाहिए। प्राय: स्टोर में कछ समय तक रखने पर या परिवहन के दौरान नम स्थिति में मोटर का विद्युतरोधन कम हो जाता है। ऐसी स्थिति में उसे चलाना हानिकारक होता है। इसके लिए मोटर कण्डलन को भट्टी में सुखाना चाहिए।

1.20.7 भू-सम्पर्कन (Earthing)- प्रत्येक मोटर के फ्रेम तथा सहायक उपकरणों को अलग-अलग भू-सम्पर्कित करना चाहिए। भू-सम्पर्कन के समय भारतीय मानक IS : 732-1963 तथा IS : 3043-1966 का पालन होना चाहिए। विस्तृत वर्णन हेतु भू-सम्पर्कन का अध्याय देखें

1.20.8 मोटरों का प्रारम्भन (Starting of Motors)- मोटरों को चलाने से पूर्व बियरिंग स्नेहन, ब्रुश की स्थिति, स्लिपरिंग मोटरों के ब्रुश संपर्क रिंगों तथा स्टार्टर के सही प्रचालन की जाँच करनी चाहिए, साथ ही यह भी देख लें कि मोटर के अन्दर कोई अनावश्यक पदार्थ छूट तो नहीं गया, रोटर हाथ से घुमाने पर आसानी से चलता है तथा चलायमान एवं स्थिर भागों में कोई रगड़ नहीं है आदि।

स्लीव बियरिंग युक्त मशीनों के प्रारम्भन के पश्चात् स्नेहक रिंगों पर दृष्टि रखें तथा देखें कि यह निर्बाध रूप से घूमता एवं शाफ्ट जर्नल को तेल पहुँचाता है | बाल एवं रोलर बियरिंग शोर रहित चलें।

अब प्रारम्भन करते समय यह देखें कि मोटर की रक्षण युक्तियाँ सही हैं और न्यूनतम में सेट हैं | मोटर को पहले बिना भार के 30 मिनट तक चलाकर रोक दें फिर कुण्डलन बियरिंग तथा अन्य भागों का ध्यान से निरीक्षण करें तथा छूकर देखें कि गरम तो नहीं हो रहा है | अन्त में मोटर की पूरी कमीशनिंग कर लेते हैं।

Lecture -05

By Lukesh Shahu NMDC DAV Polytechnic Geedam Dantewada

1.24 वितरण लाइन का संस्थापन (Installation of Distribution Line)

वितरण लाइनों के संस्थापन में विशेषत: उसके कार्य को निम्नलिखित भागों में विभाजित करते हैं

i) मार्ग का चुनाव (selection of route)

ii) सामग्री का परिवहन (transport of materials)

iii) संस्थापन कार्य (installation work)

iv) परीक्षण (testing)

1.24.1 मार्ग का चुनाव (Selection of Route)-

विद्युत वितरण लाइनों के संस्थापन में यह आवश्यक है कि उसके मार्ग का चयन उचित रूप से किया गया हो, कार्य की दृष्टि से जहाँ तक सम्भव हो लाइन का मार्ग छोटा होना चाहिए | मार्ग निश्चित करते समय सभी बाधाओं का समाधान करना आवश्यक होता है | साधारणत: सड़क के पास एवं उसके समानान्तर लाइनों को रखना चाहिए ताकि लाइनों का अनुरक्षण एवं संस्थापन में भारी वाहनों के आवागमन में सुविधा हो तथा संस्थापन सामग्री के परिवहन में भी सुगमता हो । विद्युत लाइन के मार्ग को पेड़ आदि से अलग रखना चाहिए इससे लाइन का संस्थापन व्यय कम होता है तथा पेड़ की टहनियों से लघुपरिपथन की सम्भावना भी नहीं होती।

मार्ग का सर्वेक्षण एवं खम्भों की स्थिति निश्चित करने के बाद वितरण लाइन का आरेखन (drawing) तैयार कर उसमें सभी उच्च वोल्टता एवं निम्न वोल्टता की प्रस्तावित लाइनों को दर्शाया जाता है। इससे आरेखन पर खम्भों के प्रकार एवं संख्या, लाइन की लम्बाई, चालक आकार एवं उदासीन सहित भू-तार आदि स्पष्ट रूप से दिखाये जाने चाहिए।

1.24.2 सामग्री का परिवहन (Transport of Material) - मार्ग सर्वे के साथ सड़क की स्थिति, मोड़ आदि का विशेष ध्यान रखना चाहिए जिससे चालकों के खींचने, चालकों के भारी ड्रमों एवं खम्भों को कार्य क्षेत्र तक लाने आदि के समय उक्त स्थिति का ध्यान रखना चाहिए।

लकड़ी के खम्भों के परिवहन में कोई खास परेशानी नहीं होती परन्तु R.C.C. एवं नालीदार लोहे के खम्भे को उनके भण्डार गृह से कार्य स्थल तक एक विशेष प्रकार की गाड़ी जिसे खम्भावाहक ट्रेक्टर कहते हैं, का प्रयोग लाने ले-जाने में होता है। खम्भों को उसके संस्थापन स्थान पर रखने के लिए फिसलवाँ बोर्ड (skid board) का प्रयोग किया जाता है।

इसी प्रकार केबलों के ड्रम एवं एल्युमिनियम (A.C.S.R.) चालक ड्रम को उसके विशेष प्रकार के दो पहियों वाले रोलर के बीच में रखकर वितरण लाइन के साथ-साथ सावधानीपूर्वक ड्रम से चालकों को उतारते हैं।

1.24.3 संस्थापन कार्य (Installation Work)- अभियन्ताओं द्वारा कार्य को पारित करने की अनुमति दिये जाने के बाद लाइनों के संस्थापन का कार्य निम्नलिखित चरणों में किया जाता

(i) खम्भों को खड़ा करना (erection of support)

(ii) खम्भों को टेकना (staying of support)

(iii) क्रॉस आर्स, पिन एवं पृथक्कारी को लगाना (mounting crossarms, pins and insulators)

(iv) लाइन चालकों का संस्थापन (stringing of line conductor)

(v) लाइन चालकों में जोड़ लगाना (jointing of line conductor)

(vi) लाइन चालकों में झोल उत्पन्न करना (sagging of line conductor) (vii) खम्भों का भू-सम्पर्कन (earthing of supports)

1.24.3.7 वितरण लाइनों का परीक्षण- वितरण लाइनों को उपभोक्ता की सप्लाई से जोड़ने से पहले सम्पूर्ण संस्थापित लाइन का परीक्षण करना चाहिए । परीक्षण पेट्रोलिंग द्वारा करना चाहिए | पेट्रोलिंग के समय लाइन में प्रयोग की गई सभी निम्नलिखित सामग्री का आँखों द्वारा परीक्षण (eye observation) करना आवश्यक होता है -

(i) खम्भे - अपने वास्तविक स्थान पर हैं कि नहीं या उनके नींव को और मजबूत करना है।

(ii) चालक - चालकों में डाली गई झोल पर्याप्त है या नहीं, कोई पेड़ या भवन का हिस्सा चालकों से छू तो नहीं रहा है।

(iii) बन्धक तार – पृथक्कारी एवं चालकों को बाँधने वाले तार टूटे अथवा ढीले तो नहीं हैं।

(iv) पृथक्कारी- लाइन में लगाया गया कोई पृथक्कारी टूटा या चटका तो नहीं है।

(v) टेक - खम्भों से लगाया टेक ढीला तो नहीं हो गया है।

परीक्षण के समय यदि विद्युतरोधन दोष (insulation fault), लघु परिपथ दोष या भू-दोष मिलते हैं तो उनका परीक्षण मेगर द्वारा करना चाहिए | यदि परीक्षण में कोई दोष नहीं मिलता है तो उचित सावधानियों के साथ उपभोक्ता लाइन को जम्पर एवं पी. जी. क्लैम्प (parallel groove clamp) से सप्लाई वितरण लाइन से जोड़ना चाहिए।

1.25 विद्युत मशीनों के संस्थापन में सामान्य सावधानियाँ (GeneralPrecaution in Installation of Electrical Machines)

विद्युत मशीनों के संस्थापन में सामान्य सावधानियाँ निम्नलिखित हैं –

1.25.1 घरेलू संस्थापन –

(i) वायरिंग में तारों को तानकर लगाना चाहिए ताकि तारों का सम्पर्क दीवार से न हो।

(11) नये स्थानों पर वायरिंग करते समय विशेष सावधानियाँ रखनी चाहिए।

(iii) बेटन की चौड़ाई पर्याप्त होनी चाहिए ताकि तार बेटन के किनारे पर न लटकें।

(iv) कन्ड्यूट का उचित प्रकार से भू-सम्पर्कन होना चाहिए।

(v) कन्ड्यूट का सम्पर्क किसी अन्य धातु कार्य (metal work) से नहीं होना चाहिए तथा कन्ड्यूट को गैस तथा पानी के पाइप से भी दूर रखना चाहिए।

1.25.2 ट्रांसफार्मर संस्थापन - (i) किसी ट्रान्सफार्मर के संस्थापन से पहले उसे एक साफ बगैर नमी वाले भण्डारगृह में रखना चाहिए। संस्थापन की सभी आवश्यकतायें पूरी होने के बाद सावधानी से उसे संस्थापन हेतु प्रयोग करें।

(ii) यदि ट्रान्सफार्मर काफी लम्बी अवधि से भण्डार गृह में रखा हुआ है तो उसके अन्दर भरी शुष्क नाइट्रोजन (nitrogen) गैस को निकालकर विद्युत रोधित तेल भरकर प्रयोग में लाना चाहिए।

(iii) ट्रान्सफार्मर में विद्युतरोधित तेल भरने से पहले उसके (तेल) के सभी परीक्षण कर लेने चाहिए।

(iv) ट्रान्सफार्मर को जलने से बचाने के सभी उपाय संस्थापन से पहले या संस्थापन के समय कर लेने चाहिए।

1.25.3 मोटर संस्थापन - (i) मोटर के संस्थापन के लिए तैयार नींव काफी सुदृढ़ होनी चाहिए जिससे भार चलने की स्थिति में नींव बोल्ट अपने स्थान से न हिलें।

ii) मोटर संस्थापन के उपरान्त उसकी बियरिंग का स्नेहन (greasing) की जाँच कर लेनी चाहिए।

1.25.4 शिरोपरि लाइनों का संस्थापन - (i) खम्भों को खड़ा करने में विशेष सावधानी रखनी चाहिए।

(ii) खम्भों की ऊँचाई एवं पृथ्वी के अन्दर उसकी गहराई नियमानुसार ही होनी चाहिए। (iii) विद्युत लाइन के सभी खम्भों को एक सीध में होना आवश्यक होता है।

(iv) खम्भों पर पृथक्कारी एवं क्रॉस आर्स लगाते समय सभी सुरक्षात्मक उपाय प्रयोग करने चाहिए।

(v) खम्भों पर चालकों के स्थापित करते समय उचित विधियों का ही उपयोग करना चाहिए।

कमिशनिंग (COMMISSIONING)

2.1 परिचय (Introduction)

संस्थापन के पश्चात् विद्युत उपकरण जिनका कमिशनिंग टेस्ट किया जा रहा है. को कार्य स्थल पर उसके उचित असेम्बली एवं प्रचालन तत्परता (operational readyness जाँच हेत चलाया जाता है, इसे ही कमिशनिंग टेस्ट कहते हैं। विद्युत मशीनों का प्रचालन निरीक्षणों को ही कमिशनिंग कहते हैं तथा यह मशीनों के पूर्ण संस्थापन के पश्चात् एवं प्रचालन में लेने के पर्व किया जाता है या मशीनों को कार्य में लेने से पूर्व किया जाता है।

2.1.1 कमिशनिंग के पूर्व ट्रान्सफार्मर का परीक्षण (Test Prior to Commissioning Transformer)- ट्रान्सफार्मर में कमिशनिंग के पूर्व निम्नलिखित विद्युत परीक्षण (electrical tests) किया जाता है

(i) अविच्छिन्नता परीक्षण (Continuity Test)- मेगर या लेम्प की सहायता से प्रत्येक कुण्डलन की अविच्छिन्नता देखकर यह निश्चित कर लेना चाहिए कि टर्मिनल बॉक्स पर संयोजन सही है।

(ii) ध्रुवता परीक्षण (Polarity Test)- प्राथमिक तथा द्वितीयक कुण्डलनों की ध्रुवता की जाँच की जाये, ताकि सही संयोजन को किया जा सके।

(iii) प्रतिरोध परीक्षण - वोल्टमीटर अमीटर विधि या अन्य किसी द्वारा कुण्डलन के प्रतिरोध की जाँच की जानी चाहिए | परीक्षण के समय तेल तथा कुण्डलन का तापमान समान होना चाहिए।

(iv) विद्युतरोधन प्रतिरोध परीक्षण - कुण्डलन का परस्पर तथा भू से विद्युतरोधन प्रतिरोध को मेगर से जाँच करना चाहिए।

(v) कला अनुक्रम (Phase Sequence)- फेज कला अनुक्रम निर्देशक द्वारा (phase sequence indicator) कला अनुक्रम की जाँच की जानी चाहिए।

(vi) प्रतिबाधा वोल्टता परीक्षण (Voltage Withstanding Power Test)- यह वोल्टता लघु परिपथ सारणी से ज्ञात की जाती है। लघु परिपथ परीक्षण पर प्राथमिक वोल्टता का मान धीरे-धीरे बढ़ाया जाता है। जब तक कि ट्रान्सफार्मर के द्वितीयक में पूर्ण भार धारा प्राप्त न हो जाये, प्राथमिक में यह वोल्टता "प्रतिबाधा वोल्टता" कहलाती है।

(vii) ताम्र एवं लौह हानियों का परीक्षण-लौह हानियाँ खला परिपथ की सहायता से तथा ताम्र हानियाँ लघु परिपथ की सहायता से ज्ञात की जाती हैं।

(viii) तापमान वृद्धि परीक्षण- तापमान वृद्धि के लिए ट्रान्सफार्मर को कई घण्टों तक पूर्ण भार पर परिचालित करना चाहिए। ट्रान्सफार्मर का ताप, निर्देशिका में दिये गये तापमान से अधिक नहीं बढ़ाना चाहिये।

(ix) निर्भार धारा (No Load Test)- ट्रान्सफार्मर की निर्भार धारा का मान निर्देशिका में दी गई धारा के मान से अधिक नहीं होना चाहिए।

(x) दक्षता- ट्रान्सफार्मर की दक्षता का भी परीक्षण करना चाहिए।

(xi) वर्त अनुपात परीक्षण (Turn Ratio Test)- प्राथमिक एवं द्वितीयक में वोल्टमीटर जोड़कर V_2/V_1 सूत्र से ट्रान्सफार्मर का वर्त अनुपात ज्ञात करके देख लेना चाहिए।

2.1.2 ट्रान्सफार्मरों का परीक्षण (Testing of Transformers)- ये परीक्षण चार कार के विद्युत परीक्षण (electrical tests) होते हैं

(i) प्रारूप परीक्षण (type tests)

(ii) नियमित परीक्षण (routine tests)

(iii) विशेष परीक्षण (special tests)

(iv) कमिशनिंग परीक्षण (commissioning tests)|

2.1.2.1 प्रारूप परीक्षण (Type Test)- वर्ग परीक्षण किसी एक वर्ग के सिर्फ एक (single) ट्रान्सफार्मर पर किया जाता है यह परीक्षण उत्पादन के अभिकल्पन गुणों (design characteristics) को चेक करने के लिए किया जाता है। प्रारूप परीक्षण सामान्यतया किसी फर्म (factory) के द्वारा दिए गए निर्देशों (specifications) के अनुसार बनाए गए उत्पाद के प्रथम इकाई (first unit) से सम्बन्धित होता है | इसलिए इसे फेक्ट्री टेस्ट या मेन्युफेक्चर्स टेस्ट कहते हैं | ये निम्नलिखित तीन प्रकार के होते हैं -

(i) तापक्रम वृद्धि परीक्षण (temperature rise test)

(ii) आवेग वोल्टता परीक्षण (impulse voltage test)

(iii) शोर स्तर परीक्षण (noise level test)|

(i) तापक्रम वृद्धि परीक्षण - यह परीक्षण लगातार अनुमत भार (rated load) पर प्रचालन की स्थिति को पुनः उत्पन्न करता है तथा भार के समय तापक्रम वृद्धि को भी पुनः उत्पन्न करता है। ये परीक्षण हमेशा ऐसे ट्रान्सफार्मर के लिए करते हैं जिनका शीतलन टेंक मानक स्तर (standard level) का नहीं होता | यह लघु परिपथन परीक्षण से प्राप्त होता है।

सबसे पहले ताम्र तथा लौह हानियों का निर्धारण किया जाता है। फिर एक कुण्डली को लघु परिपथ करके दूसरी कुण्डली में इतना वोल्ट देते हैं कि ट्रान्सफार्मर के लगातार पूर्ण भार के समतुल्य ताप पर कुल सामान्य पूर्णभार हानियों के बराबर हों। पुनः लगातार पूर्णभार के समतुल्य ताप पर ताम्र हानि की गणना यह मानकर कि ताम्र हानि 30° C पर मापा गया है करते हैं तथा हम जानते हैं कि, ताम्रहानि कुण्डलन प्रतिरोध के समानुपाती होता है। तथा (ताम्र हानि/ लौह हानि 2 यदि ताम्रहानि का लौह हानि से अनुपात का मान 2 से कम है तो खुला परिपथ परीक्षण को प्राथमिकता देते हैं।

जब ताप का स्तर सामान्य हो जाए तब ताम्रहानि मापना चाहिए और कोई आवश्यक धारा समंजित करना चाहिए ताकि शुद्ध हानियों के समतुल्य निविष्ट-शक्ति को सामान्य स्थिति में पूर्ण भार पर सही किया जा सके।

(ii) आवेग वोल्टता परीक्षण- यह परीक्षण सभी इनडोर एवं आउटडोर ट्रान्सफार्मरों के लिए आवश्यक होता है, यह टेस्ट निम्नानुसार किया जाता है -

मानक आवेग तरंग (standard impulse wave) के एक पूर्व निश्चित मान को बारी-बारी (succession) से दो बार लगाया जाता है।

यदि कुचालकों (विद्युतरोधक) में कोई छिद्र या उत्स्फुरण (puncture and flash over) पैदा नहीं होता तो ट्रान्सफार्मर को परीक्षण के लिए पास (pass) माना जाता है। यदि छिद्र उत्पन्न हो या अधिक बार परीक्षण वोल्टता लगाने से कुचालक में उत्स्फुरण के साथ खराबी हो जाए तो ट्रान्सफार्मर को परीक्षण में फेल (fail)

माना जाता है। परीक्षण के दौरान एक तरंग, ध्रुवता बदलकर लगाना चाहिए और प्रत्येक कुण्डलन में लगाना चाहिए। आवेग वोल्टता तरंग को आवेग वोल्टता जनित्र (impulse voltage generator) में उत्पन्न करते हैं।

(iii) शोर स्तर परीक्षण (Noise Level Test)- निर्भार स्थिति में ट्रान्सफार्मर हमिंग (humming) आवाज पैदा करता है, यह शोर ट्रान्सफार्मर के क्रोड (core) में चुम्बकीय बलों के कारण कोर की पत्तियों (laminations) में कम्पन के कारण होता है इनके निम्नलिखित कारण हैं -

(अ) चुम्बकीय अवरोध (megnetostrictions)

(ब) कोर की पट्टियों से उत्पन्न यान्त्रिक कम्पन जोकि चेम्पिंग के कसाव आकार मोटाई (gauge) और सहयोगी संरचना से सम्बन्धित भागों पर निर्भर करता है।

(स) टेंक या यांत्रिक कम्पन

(द) शोर के साथ शक्तिक्षरण ।

ये शोर का स्तर, शोर स्तर सूचक (noise level indicator), शोर सवेदक (noice sensors) आदि से डेसिबल dB में परीक्षण किया जाता है। शोर को हम निम्नलिखित उपायों से दूर कर सकते हैं -

(क) निम्न फ्लक्स घनत्व (flux density) के पदार्थ कोड में लगाकर हम कोड प्लेट के कम्पन को दूर कर सकते हैं और संरचनीय लक्षण की ओर ध्यान देकर कि कसने के बोल्टक आकार और प्लेट की चौड़ाई में स्टेप्स का माप तथा क्लेम्पिंग का कसाव और प्लेटों की समरूपता आदि से भी शोर कम कर सकते हैं।

(ख) गद्दों, पेडिंग या तेल बेरियर्स के द्वारा टंकी को ट्रान्सफार्मर से ध्वनि रोधित (Sound insulated) करके शोर स्तर कम कर सकते हैं।

(ग) कड़ा करने वाले पदार्थ (stiffhess) का उपयोग और टेकी के उचित अभिकल्यन के द्वारा टंकी की दीवारों का कम्पन दूर करके।

(घ) टंकी को भूमि और आसपास के वायु से ध्वनि रोधित करके। फिर भी शोर के समस्या का कोई पूर्ण समाधान नहीं है।

2.1.2.2 नियमित परीक्षण (Routine Test)- नियमित परीक्षण के अन्तर्गत प्रत्येक ट्रान्सफार्मर पर, इनके फैक्ट्री से निकलने के पूर्व परीक्षण किया जाता है ताकि यह सुनिश्चित कर सकें कि यह उचित निर्देशों के आधार पर है, यह मानकर चलते हैं कि प्रत्येक इस तरह से ट्रान्सफार्मर को प्रारूप परीक्षण के साथ तुलना किया गया है क्योकि इनके अभिकल्पन एक समान होता है । इस परीक्षण में निम्नलिखित कार्य करते है

(1) अनुपात एवं ध्रुवण परीक्षण (ratio and polarity test)

(ii) लघु परिपथन परीक्षण (भार हानि परीक्षण) (short circuit test or load test)

(iii) विद्युतरोधन प्रतिरोध परीक्षण (insulation resistance test)

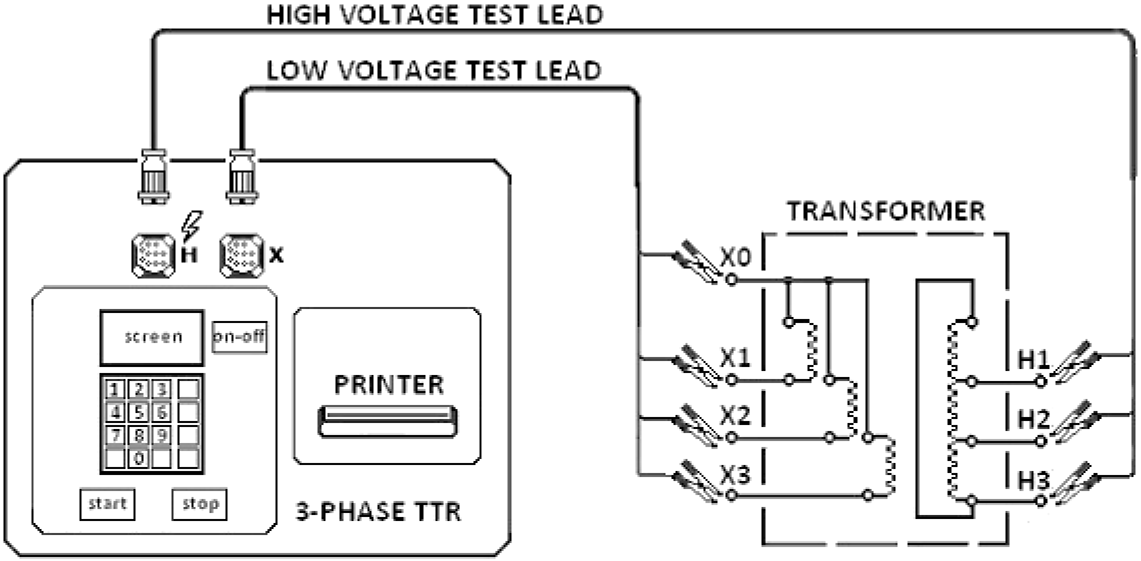
(iv) कुण्डलन प्रतिरोध परीक्षण (winding resistance test)

(v) निर्भार (खुला परिपथ) परीक्षण (no load or open circuit test)

(vi) उच्च वोल्टता परीक्षण (high voltage test)

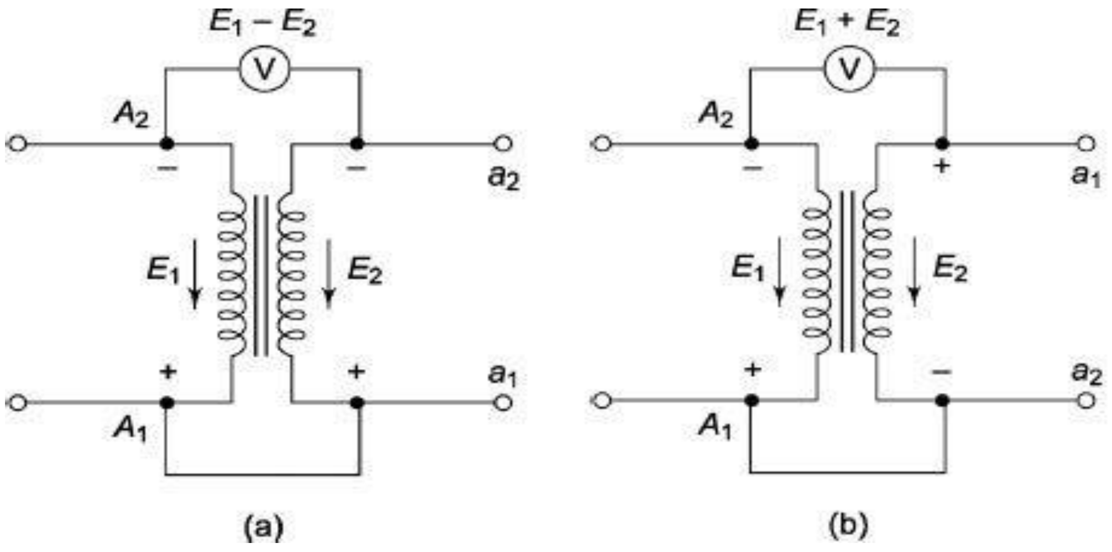
(vii) बैक टू बैक परीक्षण (back to back test)|

(i) अनुपात एवं ध्रुवण परीक्षण - अनुपात परीक्षण, अनुपात मापक के द्वारा करते हैं। जिस ट्रान्सफार्मर का परीक्षण करना है। उसकी उच्च वोल्टता (H. V.) कुण्डली को निम्न वोल्टता (L,V.) की सप्लाई से जोड़ा (SUPPLY) HV. जाता है और द्वितीय कुण्डली में प्रेरित वोल्टता की तुलना अनुपातमापी के निर्गत वोल्टता से करते हैं। यह निश्चित सप्लाई करने के बाद कि दोनों वोल्ट विपरीत में हैं अनुपातमापी का पाठ्यांक लेते हैं यदि संपरिवहित धारा को मापना है तो एक आमीटर प्राथमिक एवं द्वितीयक के मध्य लगाते हैं और वोल्टता के अन्तर को पढ़ा जा सकता है।

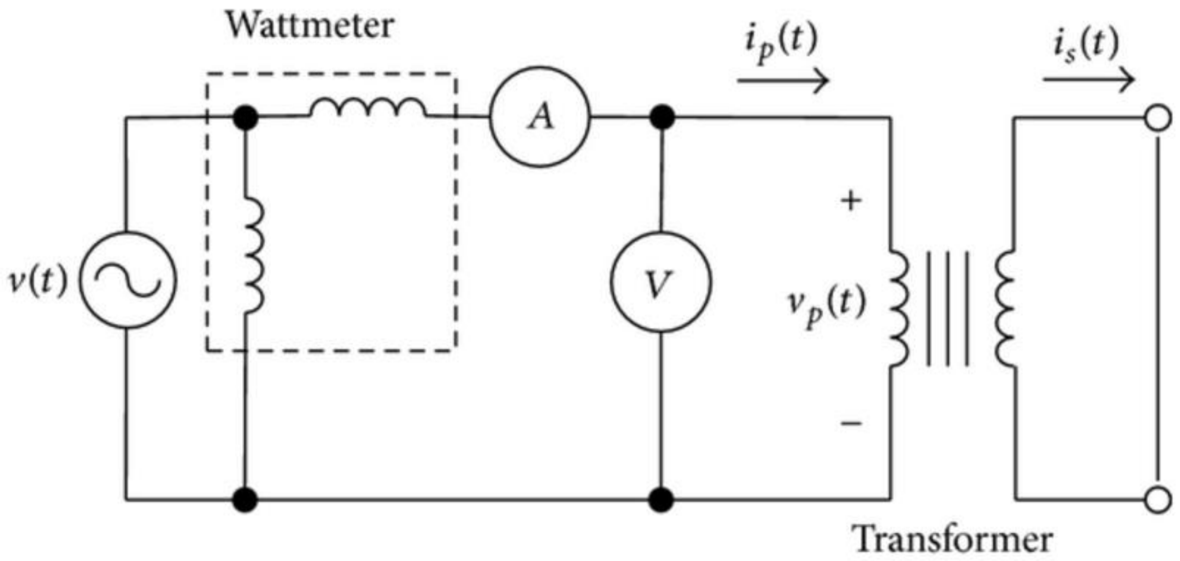


(अ) श्रेणी संयोजन- यदि X और Y, असमान ध्रुवों को आपस में संयोजित करें तो X, और Y के बीच वोल्टता पहले से अधिक होगी इस स्थिति में ध्रुवता योगात्मक (additive) होती है।

(ब) समानान्तर संयोजन- यदि समान ध्रुवों X और Y को साथ में संयोजित करें तो x, और Y के बीच वोल्टता शून्य होगा क्योंकि दोनों वोल्ट एक-दूसरे के विपरीत कार्य करते हैं यहाँ ध्रुवता घटात्मक (subtractive) होती है। समानान्तर संयोजन में प्रथामिक एवं द्वितीयक कुण्डली के वता (turn) को समान दिशा में और श्रेणी संयोजन में विपरीत दिशा में लपेटते हैं।



(ii) लघु परिपथन परीक्षण - यह परीक्षण भार हानि और ट्रान्सफार्मर को प्रतिबाधा देता है। इस परीक्षण में निम्न वोल्टता तरफ के टर्मिनल को ताम्र जम्पर से लघु परिपथन कर दिया जाता है। तीन फेजी समरूप समंजन योग्य निम्न वोल्टता के उच्च वोल्टता कुण्डली में लगाते हैं। सप्लाई वोल्टता को क्रमशः तब तक बढ़ाते जाते हैं जब तक द्वितीयक कुण्डली में अनुमत धारा (rated current) न बहने लगे। लघु परिपथन से हम प्राथमिक वोल्ट, धारा और निविष्ट शक्ति तथा द्वितीयक धारा आदि माप सकते हैं, द्वितीयक कुण्डली में अनुमत दर की धारा के साथ निविष्ट शक्ति (input power) को कुल भार हानि (ताम्र हानि + लौह हानि) कहते हैं।



यदि V_{sc} क्षरित प्रतिबाधा वोल्टता Isz उसके समतुल्य धारा हो तो क्षरित प्रतिबाधा (leakage impedance) V.I =Z, होता है | लघु परिपथन परीक्षण से हमें निम्नलिखित सूचना मिलती है -

(अ) कुण्डलन में चालकों का गलत क्रमांतरण (wrong transposition)

(ब) समानान्तर कुण्डलन के चालकों का टूटना या पड़ना

(स) गलत अनुप्रस्थ काट का कुचालक उपयोग में लाना

(द) अनुचित सम्पर्क (चालकों का)।

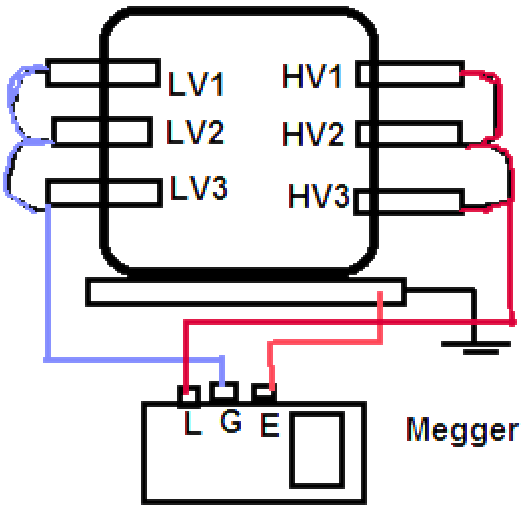
(iii) विद्युतरोधन प्रतिरोध - किसी विद्युत उपकरण का विद्युतरोधन प्रतिरोध उस उपकरण के चालक भाग और भू के मध्य मेगा ओह्म (M2) में व्यक्त प्रतिरोध होता है। इसे कुचालक से अलग किये गये दो परिपथ के मध्य प्रतिरोध से भी व्यक्त कर सकते हैं। इसे सीधे ही मेगर से मापा जा सकता है।

किसी ट्रान्सफार्मर के विद्युतरोधन प्रतिरोध को निम्नानुसार मापा जा सकता है –

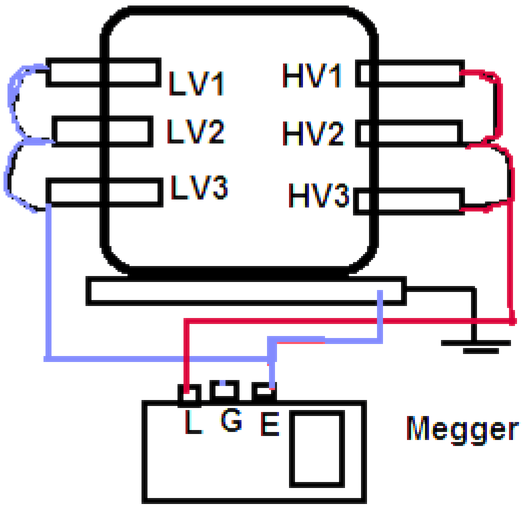
(अ) सभी कुण्डलियों को एक साथ और भू या भू-सम्पर्कित टेंक के मध्य

(ब) प्रत्येक कुण्डलियों अलग-अलग और भू-सम्पर्कित टेंक के मध्य उपरोक्त दोनों की स्थितियों में शेष अन्य कुण्डलियों को भू-सम्पर्कित करके।

IR Testing (HV-Earth)



IR Testing (HV- LV)



(क) दो फेजी ट्रान्सफार्मर के लिए- दो कुण्डलन (two winding) ट्रान्सफार्मर में तीन माप लिया जाता है तथा टेक भू-सम्पर्कित रखा जाता है।

-निम्न वोल्टता (L.V.) कुण्डली और टेंक के मध्य तथा उच्च वोल्टता (H. V.) कुण्डली भू-सम्पर्कित

- उच्च वोल्टता (H.V.) कुण्डली और टेंक के मध्य तथा निम्न वोल्टता (L.V.) कुण्डली भू-सम्पर्कित

- उच्च वोल्टता (H.V.) कुण्डली और (L.V.) कुण्डली एक साथ और टेंक भू-सम्पर्कित

(ख) तीन फेजी ट्रान्सफार्मर के लिए-तीन कुण्डलन (three winding) ट्रान्सफार्मर के लिए चार माप लिया जाता है - निम्न वोल्टता (L.V.) कुण्डली और टेंक के मध्य तथा उच्च / मध्यम (H. V./M. V.) कुण्डली भू-सम्पर्कित

- उच्च वोल्टता (H. V.) कुण्डली और टेंक के मध्य तथा निम्न / मध्यम (L. V./M. V.) कुण्डली भू-सम्पर्कित

- मध्यम वोल्टता (M. V.) कुण्डली और मध्य तथा निम्न / उच्च (L. V. / H.V.) कुण्डली भू-सम्पर्कित

- मध्यम वोल्टता (M. V.) एवं उच्च वोल्टता (H. V.) कुण्डली एक साथ तथा टेंक भू-सम्पर्कित

(iv) कुण्डलन प्रतिरोध परीक्षण- कुण्डलन का प्रतिरोध, व्हीटस्टोन या केल्विन ब्रिज की सहायता से मापते हैं, निम्न प्रतिरोध के मापन हेतु वोल्टमीटर अमीटर विधि प्रयोग में ला सकते हैं | उच्च मान की धारा (लगभग 100 एम्पियर) के संवेदनशील मीटर की सहायता से शुद्ध परिमाण मिल सकता है | परीक्षण ट्रान्सफार्मर के ठण्डा या गर्म दोनों स्थिति में ले सकते हैं तथा साथ ही कुण्डली एवं तेल का तापक्रम भी ले लेना चाहिए ।

(v) निर्भार या खुला परिपथ परीक्षण- ट्रान्सफार्मर में निर्भार परीक्षण सामान्य वोल्टता एवं आवृत्ति (frequency) में उच्च वोल्टता कुण्डलन को खुला छोड़कर करते हैं। निविष्ट शनि का मापन दो वाट मीटर या तीन वाट मीटर विधि से करते हैं | निविष्ट शक्ति से हमें निर्माण हानि मिलता है तथा निविष्ट धारा हमें निर्भार धारा देता है जिसे चुम्बकीयकरण धारा (magnetization current) कहते हैं। निर्भार हानि या निर्भार धारा के मान से हमें ट्रान्सफार्मर की कार्यविधि (performance) का पता चलता है | ट्रान्सफार्मर के चुम्बकीय परिपथ में उत्पन्न वटि से निर्भार धारा और साथ ही निर्भार (no load) हानि का मान (losses) बढ़ता है और इसलिए दक्षता कम हो जाती है। निर्भार हानि के बढ़ने से क्रोड अत्यधिक गर्म हो जाता है और ट्रान्सफार्मर का जीवनलकाल कम हो जाता है उपरोक्त परीक्षण से प्राप्त आंकड़ों की तुलना कम्पनी द्वारा दिए गए आँकड़ों (datas) से करते हैं।

(vi) उच्च वोल्टता परीक्षण - इसे परावैद्युत परीक्षण (dielectric test) भी कहते हैं या शक्ति आवृत्ति वोल्टता सहन परीक्षण (power frequency voltage withstand test) भी कहते हैं। इस परीक्षण से हमें विद्युतरोधन की क्षमता का पता चलता है इससे शक्ति ट्रान्सफार्मर के विद्युतरोधन का निर्धारित स्तर का पता चलता है।

यह परीक्षण निर्माणकारी कम्पनी में होता है इसमें निर्धारित शक्ति आवृत्ति के वोल्टता को ट्रान्सफार्मर कुण्डलन में 1 मिनट तक सप्लाई किया जाता है। परीक्षण वोल्टता, उच्च वोल्टता के परीक्षण ट्रान्सफार्मर से प्राप्त किया जाता है, निर्धारित परीक्षण वोल्ट (specified test voltage) निम्नलिखित बातों पर निर्भर करता है

(अ) ट्रान्सफार्मर शुष्क है कि तेल में डूबा (oil immersed) है।

(ब) ट्रान्सफार्मर प्रभावी या अप्रभावी भू-सम्पर्कन प्रणाली के साथ उपयोग में लाया जा रहा है।

(vii) बेक टू बेक परीक्षण - ट्रान्सफार्मर की अधिकतम ताप वृद्धि को निर्धारित करने के लिए बेट टू बेक परीक्षण किया जाता है। छोटे ट्रान्सफार्मर को किसी उचित प्रतिबाधा के माध्यम से पूर्ण भार अवस्था में रखते हैं परन्तु भारी ट्रान्सफार्मर को आसानी से उपरोक्त अवस्था में उपयोग नहीं किया जा सकता क्योंकि यह बहुत अधिक मात्रा में शक्ति क्षय (power loss) करता है।

एक फेजी ट्रान्सफार्मर में बेक टू बेक टेस्ट के लिए दो एक समान (identical unit) इकाइयों की आवश्यकता होती है, दोनों प्राथमिक कण्डलियों को निर्धारित वोल्टता और आवृत्ति पर ऊर्जा देते हैं। इस समय द्वितीयक कुण्डली खुला परिपथ होता है, वाट मीटर w, दोनों ट्रान्सफार्मर के क्रोड हानि (core loss) को अभिलेखित करता है, दोनों द्वितीयक कुण्डली को श्रेणी क्रम में एक-दूसरे के विरुद्ध फेज पर संयोजित किया जाता है। इस समय वोल्टमीटर का पाठ्यांक शून्य होता है । यदि 'ab' टर्मिनल को लघु परिपथ किया जाए तो द्वितीयक कुण्डली में धारा का मान शून्य होगा क्योंकि Vah = 0 और वाटमीटर W, का पाठ्यांक नहीं बदलेगा।

अब एक वोल्टता द्वितीयक कुण्डली परिपथ में वोल्टता नियामक (voltage regulator) की सहायता से सप्लाई प्रदाय से दिया जाता है। इस वोल्टता को तब तक समंजित करते हैं जब तक दो श्रेणी संयोजित द्वितीयक में अनुमत धारा बहने लगे। ट्रान्सफार्मर की क्रिया से प्राथमिक कुण्डली में भी अनुमत धारा बहने लगती है। प्राथमिक कुण्डली में पूर्ण भार की धारा मुख्य बस बार के रास्ते अपना परिपथ पूरा करती है (विखण्डित रेखा से पथ दर्शाया गया है) और इसलिए बाटमीटर W, का पाठ्यांक अप्रभावित रहता है।

यदि दोनों ट्रान्सफार्मर में तापक्रम वृद्धि मापना हो तो दोनों ट्रान्सफार्मर को पूर्ण भार अवस्था में कई घण्टों तक रखा जाता है जब तक कि तापक्रम स्थिर अवस्था में न पहुँच जाए, फिर तापमापी (thermometer) से ताप मापा जाता है। 2.1.2.3 विशेष परीक्षण (Special Test)- विशेष प्रकार का परीक्षण ट्रान्सफार्मरों में तीन प्रकार से होता है -

(i) रेडियो बाधा परीक्षण (radio interference test)

(ii) कम्पन परीक्षण (vibration test)

(iii) लघु परिपथन सहन परीक्षण (short circuit withstand test)।

(i) रेडियो बाधा परीक्षण- बहुत ही उच्च आवृत्ति जैसे kHz या मेगाहर्ट्स MHz के परास की बाधाएँ ट्रान्सफार्मर के शक्ति आवृत्ति को प्रभावित कर सकती हैं। जिससे हिस्टर्सिस और भँवर धारा हानि (hysteresis and eddy current losses) बढ़ सकते हैं। ऐसी आवृत्ति की उपस्थिति का परीक्षण, आवृत्तिमापी, सी. आर. ओ. (C.R.O.) आदि से करते हैं। और इनको कम करने के लिए आवश्यक उपाय करते हैं।

(ii) कम्पन परीक्षण- यह परीक्षण प्रधानतः ऐसे ट्रान्सफार्मर में किया जाता है जिसका कोर दोलित प्रकृति (fluctuating nature) के चुम्बकीय बलों के कारण बहुत उच्च आवृत्ति से कम्पन करता है | इसका एक ऐसे उपकरण या संवेदक (sensor) से परीक्षण किया जाता है जिसे कम्पनमापी कहते हैं तथा कम्पन को कम करने के उपाय करते हैं |

(iii) लघु परिपथन सहन परीक्षण - यह परीक्षण एक लघु परिपथन स्टेशन में किया जाता है। अचानक लघु परिपथन परीक्षणों (Sudden short circuit tests) से हम किसी ट्रान्सफार्मर के बाह्य लघु परिपथन को सहने की क्षमता को सिद्ध करते हैं। ट्रान्सफार्मर में लय परिपथन से उत्पन्न यान्त्रिकीय ऊष्मीय प्रभाव को सहने की क्षमता होनी चाहिए। शक्ति टान्सफाड में विशेष परीक्षण, उपयोग एवं निर्माण के संविदा के साथ किया जाता है। इस टेस्ट में ट्रान्सफार्मर की द्वितीयक कुण्डली को लघु परिपथन करते हैं और प्राथमिक कुण्डली में बहुत ही कम निर्धारित समय लगभग 2 सेकण्ड के लिए निम्न वोल्टता सप्लाई किया जाता है। लघु परिपथन परीक्षण में उच्च वोल्टता टर्मिनल को लघु परिपथ मापने वाले शन्ट के माध्यम से करते हैं। पति प्रेरकत्व को परीक्षण संयन्त्र (test plant) की सप्लाई से जोड़ा जाता है और निम्न बोला टर्मिनल और लगाए गए वोल्ट को इस तरह चुना जाता है कि निर्धारित दर की ल धारा प्राप्त हो सके | सप्लाई परिपथ को चालू करते हैं और मुख्य परिपथ नियोजन (circuit breaker) को 1 या 2 सेकण्ड बाद खोल देना चाहिए। इस तरह धारा तरंग आदमि (current waveform) अल्ट्रा वाइलेट रिकार्डर पर प्राप्त होगा।

2.1.2.4 कमिशनिंग परीक्षण (Commissioning Tests)

परीक्षण-पूर्व सावधानी

(1) ट्रान्सफार्मर को सप्लाई से अलग करके कुण्डलियों को भू-सम्पर्कित करें।

(ii) द्वितीयक कुण्डली को भी असंयोजित करना पड़ता है ताकि प्रणाली को वापस फीडबैक होने से बचाया जा सके।

(iii) असंयोजक स्विच (disconnecting switch) को खुली स्थिति में ताला लगाना। (iv) फ्यूज और कट-आउट को दूरी पर रख दें ताकि पुनः उपयोग से बचाव हो सके। (v) स्थाई रूप से संस्थापित ट्रान्सफार्मर भू-सम्पर्कन का परीक्षण | (vi) टेंक के ढक्कन को खोलकर आन्तरिक टेंक दबाव को ढीला करना।

(vii) जब ट्रान्सफार्मर में कार्य हो रहा हो तो एस्केरल (askarel) को विद्युतरोधन द्रव के रूप में उपयोग करना चाहिए।

(viii) एस्केरल (askarel) से भरे ट्रान्सफार्मर को गर्म अवस्था में नहीं खोलना चाहिए क्योंकि इसकी गंध (fumes) जहरीली (toxic) होती है। यदि खोलना आवश्यक हो तो ऐसा हवादार जगह में करना चाहिए।

(ix) जब एक व्यक्ति ट्रान्सफार्मर टेंक के अन्दर जाता है तो दूसरा व्यक्ति आवश्यक रूप से पहरा दे।

(x) यह कभी भी निश्चित नहीं होना चाहिए कि ट्रान्सफार्मर अनावेशित (de-energised) है और कार्य समाप्ति के पश्चात् आवेशित करने के पूर्व हमेशा यह सुनिश्चित करें कि "सब ठीक है" (all is clear)।

कमिशनिंग परीक्षण - ट्रान्सफार्मरों में निम्नलिखित परीक्षण किया जाता है -

(i) सामान्य निरीक्षण (General Observation)- सम्पूर्ण ट्रान्सफार्मर, नियन्त्रण रिले पेनल, संयोजन पेटी (junction box) और क्रमबद्ध विन्यास का सामान्य निरीक्षण कर लें।

(ii) द्वितीयक अंतक्षेपण परीक्षण (Secondary.Injection Test)- यह परीक्षण सभी सुरक्षा रिले में किया जाता है।

(iii) प्राथमिक अंतक्षेपण परीक्षण -- (अ) भू-दोष रिले के प्रचालन और स्थिरता पर उच्च एवं निम्न दाब की ओर (HV/LV sides) परीक्षण करना।

(ब) लाइन निर्देशकीय अवयव (line directional element) जो उच्च वोल्टता रिले में है, का परीक्षण।

(स) उच्च गति के उदासीन परिपथ वियोजकों का परीक्षण।

(द) निम्न वोल्टता साइड पर असीम धारा (over current) रिले पर परीक्षण |

(इ) उच्च वोल्टता साइड पर असीम धारा रिले का परीक्षण (जब ट्रान्सफार्मर में धारा उपकरण ट्रान्सफार्मर C.T. न हो तो)।

(फ) वोल्टता क्षतिपूर्ति।

(iv) अनुपात परीक्षण (Ratio Tests) - नियमित परीक्षणों की तरह सही कला (phasing) चेक करने के लिए निम्नलिखित वोल्टता मापें

A से a, b&c के मध्य वोल्टता

B सेa.b&c के मध्य वोल्टता

Cसे a, b&c के मध्य वोल्टता

जहाँ A, B और C- उच्च वोल्टता टर्मिनल हैं तथा a.b और :-निम्न वोल्टता टर्मिनल हैं।

(v) ट्रिपिंग परीक्षण - उच्च एवं निम्न वोल्टता टर्मिनल से सम्बद्ध परिपथ वियोजक, कुण्डलन तापमान ट्रिप एवं अंतरट्रिपिंग (intertriping) आदि का परीक्षण किया जाता है।

(vi) अंशांकित भू-प्रतिरोध - मेगर या भू-परीक्षक से इसका परीक्षण करते हैं।

(vii) बुकल्ज रिले (Buchholtz Relay) - कोणीय वायु अंतक्षेपण का परीक्षण करें, इसे चेक करें कि संरक्षक (protector) में वायु नहीं है, जब रिले को ऊर्जा देते हैं तो ट्रिप को बन्द कर दें, रिले की स्थिरता का परीक्षण करें जब तेल पम्प को वातावरण के ताप पर या 80°C कुण्डलन के ताप पर या इससे अधिक ताप पर प्रारम्भ किया जाता है।

(viii) अलार्म परिपथ- बुकल्ज रिले, तेल और कुण्डलन का ताप तथा तापमापी जो 80°C और 100° C पर क्रमशः सेट किया गया है, का परीक्षण, शीतलन गियर की असफलता का परीक्षण करना चाहिए।

(ix) पंखा एवं पंप परिपथ -(अ) परीक्षण करें कि शीतलन परिपथ में वाल्व खुले हैं या नहीं।

(ब) पंप के घूर्णन और अधिभार युक्ति के स्वचालित प्रारम्भन का परीक्षण | (स) बकल्ज रिले के स्थिरता का परीक्षण।

(x) टेप चेन्जिंग परीक्षण - यन्त्र प्रणाली, संकेत लेम्प, बजर घण्टी, लेम्प आदि का परीक्षण |

(xi) कलाक्रम परीक्षण (Phasing Test) - (अ) 415 वोल्ट पर परीक्षण (ब) समूह (bank) में ट्रान्सफार्मर के मध्य परीक्षण (स) आन्तरिक और बाह्य फेजिंग को सिद्ध करना (द) समानान्तर प्रचालन हेतु संयोजन परीक्षण (इ) सहायक सप्लाई पर तथा वोल्टता ट्रान्सफार्मर पर परीक्षण।

(xii) विद्युतरोधन परीक्षण (घटे हुए वोल्टता पर) - (अ) उच्च एवं निम्न वोल्टता कुण्डलन का परीक्षण।

(ब) धारा और वोल्टता ट्रान्सफार्मर (C.T. and P.T.) परिपथ का परीक्षण।

(xiii) तेल लेवल का परीक्षण-तेल तलमापी से या देखकर परीक्षण |

(xiv) वोल्टता क्षतिपूर्ति परीक्षण - यदि क्षतिपूर्ति ट्रान्सफार्मर लगे हों तो, के हों तो यह परीक्षण

जन प्रतिरोध परीक्षण,

(XV) विद्युत रोधन प्रतिरोध - (अ) मुख्य परिपथ का विद्युतरोधन प्रतिरोध

(ब) सहायक परिपथ का विद्युतरोधन प्रतिरोध परीक्षण

। 2.2 मोटरों का कमिशनिंग (Commissioning of Motors)

संस्थापन के पश्चात् तथा मोटरों को काम में लेने के पूर्व उन पर सामान्य पर विभिन्न शर्तों को परीक्षण करके परखा जाता है। इस परख या परीक्षण को ही कमिशा जाता है जिससे संस्थापन के पश्चात मशीनों के दोषरहित सामान्य प्रचालन का आश्वा होता है। निम्नलिखित मोटरों में यह विद्युत परीक्षण किया जाता है -

(i) तीन फेजी प्रेरण मोटर (three phase induction motor)

(ii) दिष्टकारी मशीनों (मोटरों) पर परीक्षण (D.C. machines)

(iii) तुल्यकाली मशीनें (मोटरें) (synchronous machines) |

2.2.1 तीन फेजी प्रेरण मोटर पर परीक्षण (Tests on Three Phase Induction Motor) - (i) प्रारूप परीक्षण – मोटरों के समूह से एक मोटर को जो नए उत्पादित अभिकल्पन (design) सुनिश्चित करने के लिए परीक्षण

किया जाता है। प्रारूप परीक्षण पर होते हैं। मोटर पर नहीं किया जाता है । ये परीक्षण, भारतीय मानक, ब्रिटिश मानक आदि से अनशकि

(ii) नियमित परीक्षण (Routine Tests)- नियमित परीक्षण प्रत्येक मोटर में यह सुनिश्चित करने के लिए कि उसका निर्माण कार्य उचित ढंग से हुआ है (proper manufacturing) तथा स्थल पर दोषमुक्त कार्यशैली (performance) है या नहीं, किया जाता है | ये परीक्षण निर्माणकारी फर्म (manufacturer) की ही कार्यशाला में किया जाता है तथा भारतीय मानक (IS). ब्रिटिश मानक (BS) आदि से अनुशंसित होता है। निम्नलिखित सारणी 2.1 में * का अर्थ है कि सम्बन्धित परीक्षण की स्वीकृति (allow) है और किया जाता है -

सारणी 2.1

दोनों प्रकार के प्रेरण मोटर में प्रारूप परीक्षण एवं नियमित परीक्षण

क्रस	परीक्षण	स्लिप रिंग मोटर	पिंजरा प्रारूप मोटर	प्रारूप परीक्षण	नियमित परीक्षण	विवरण
1	दिष्टकारी प्रतिरोध का स्टेटर मापन	स्टेटर और रोटर कुण्डली	स्टेटर कुण्डली	√	√	(अ) निम्न प्रतिरोध का मापन माइक्रो ओह्म मीटर द्वारा। (ब) तापमान नोट करना।
2	विद्युतरोधन प्रतिरोध का मापन	स्टेटर और रोटर कुण्डली	*	√	√	(अ) मेगर के द्वारा (ब) 15 सेकण्ड और 60 सेकण्ड बाद पाठ्यांक
3	खुला परिपथ वोल्टता परीक्षण	*	X	√		तीनों फेज का बेलेन्स और वर्त | अनुपात (turn ratio) परीक्षण |
	निर्भार परीक्षण धीमी	*	*			निर्धारित दर का वोल्टता स्टेटर में देते हैं, रोटर बिना भार चलता है। इस स्थिति में हानि देता है।
	प्रारम्भन परीक्षण	*	*			प्रारम्मन क्रिया क्षमता (performance) परीक्षण।
	लघु परिपथ परीक्षण(locked rotor test)	*	*			रोटर का लघु परिपथन कर इसे कसा (locked) छोड़ देते हैं तथा स्टेटर वोल्टता को क्रमशः बढ़ाने से ताम हानि मिलता है।

	भार परीक्षण तापक्रम वृद्धि परीक्षण स्लिप का मापन विद्युत रोधन परीक्षण	* * * * स्टेटर और रोटर	* * * * स्टेटर कुण्डली			इस परीक्षण में प्रयुक्त वोल्टता करेन्ट और पावर को विभिन्न भारों पर मापा जाता है। मशीन पर सीधे भार बढ़ाया जाता है और तापक्रम को अलग-अलग भाग में रिकार्ड किया जाता है भार सीमा से अधिक न हो। निर्माण परीक्षण और क्रिया संपादन के दौरान यह परीक्षण किया जाता इस परीक्षण में परीक्षण वोल्टता कुण्डलन में लगाया जाता है।

(iii) कमिशनिंग परीक्षण (Commissioning Tests)- कमिशनिंग परीक्षण कार्य स्थल . पर किया जाता है संस्थापन के पश्चात् एवं अन्तिम कमिशनिंग के पूर्व यह सुनिश्चित करने को कि मशीन दोषों (defects) से मुक्त हैं। निम्नलिखित परीक्षण किए जाते हैं

(अ) कमिशनिंग पूर्व परीक्षण-सारणी 2.2 में कमिशनिंग पूर्व परीक्षण को दिखाया गया है

सारणी 2.2

कमिशनिंग पूर्व परीक्षण

(i) विद्युतरोधन प्रतिरोध मापन

परीक्षण विवरण

(अ) विद्युतरोधन की शुष्कता और गुणवत्ता का परीक्षण।

(ब) मेगर के द्वारा पि. रो. प्रतिरोध का परीक्षण ||

(स) फेज टू अर्थ और फेज टू फेज परीक्षण

(ii) डी.सी. प्रतिरोध का मापन

परीक्षण विवरण

(अ) कुण्डलन और परिपथ का डी.सी.प्रतिरोध

(iii) उच्च वोल्टता एवं विद्युत रोधन परीवाण

परीक्षण विवरण

(अ) विद्युतरोधन की गुणवत्ता परीक्षण |

(ब) उच्च वोल्टता परीक्षण ट्रान्सफार्मर से परीक्षण

(iv) कला अनुक्रम परीक्षण

परीक्षण विवरण

(अ) कला अनुक्रममापी द्वारा परीक्षण |

(ब) RYB फेज का कलर कोड या 123 माकिन मोटर पर दिया होता है।

(v) समन्जन और सुरक्षा प्रणाली का परीक्षण

परीक्षण विवरण

(अ) प्रत्येक मशीन एवं सहायक उपकरण परीक्षण |

(ब) सम्पूर्ण प्रणाली पर परीक्षण ।

(vi) उपसाधन एवं शीतलन प्रणाली पर परीक्षण

परीक्षण विवरण

(अ) प्रत्येक का अलग-अलग परीक्षण |

(ब) निर्भार और पूर्ण भार के दौरान परीक्षण ।

(vii) निर्भार परीक्षण

परीक्षण विवरण

(अ) व्यक्तिगत मशीनों पर अलग-अलग परीक्षण

(ब) चालक के साथ-साथ परीक्षण |

(vii) भार निरीक्षण

परीक्षण विवरण

(अ) कड़ी निरीक्षण के साथ जाँच हेतु गति देना।

(ix) | क्रिया शैली गुणधर्म परीक्षण (performance)

परीक्षण विवरण

(अ) प्रत्येक स्थिति से प्रचालन कर इस characteristic test)

कार्य-शैली का परीक्षण किया जाता है।

(x) कम्पन परीक्षण

परीक्षण विवरण

(अ) निर्भार परीक्षण के दौरान ।

(ब) पूर्ण भार परीक्षण के दौरान तथा जाँच हेत चलाकर

(ब) मोटर की कमिशनिंग - एक नई मोटर को काम लेने से पहले मोटर पर निम्नलिखित परीक्षण कर लेना चाहिए -

(क) उचित संयोजन (Proper Connection) - स्टेटर कुण्डलन की ध्रुवता की जाँच करके यह देखना चाहिए कि टर्मिनल बक्स पर किए गए संयोजन सही हैं अथवा नहीं।

(ख) अविच्छिन्नता परीक्षण (Continuity Test)- मैगर या टेस्ट लैम्प की सहायता से मोटर की प्रत्येक कुण्डलन की अविच्छिन्नता जाँच लेनी चाहिए।

(ग) विद्युतरोधन परीक्षण - मैगर की सहायता से कुण्डलनों का परस्पर तथा भू के विद्युतरोधन की जाँच कर लेनी चाहिए।

(घ) कम्पन - मोटर को चलाकर यह देख लेना चाहिए कि मोटर के चलने पर बहुत अधिक कम्पन तो नहीं उत्पन्न होते हैं।

(ङ) मोटर द्वारा ली गई धारा-निर्भार तथा भार पर मोटर द्वारा ली गई धारा को देख लेना चाहिए कि मोटर आवश्यकता से अधिक धारा तो नहीं ले रही है।

(च) ताप वृद्धि परीक्षण- मोटर को भार पर कई घण्टों तक चलाकर यह देख लेना चाहिए कि मोटर कुण्डलन का तापक्रम वाँछित सीमा से अधिक तो नहीं बढ़ता है।

(छ) ताम एवं लौह हानियाँ- खुला परिपथ तथा कसे रोटर (locked rotor) परीक्षण की सहायता से मोटर में होने वाली लौह तथा ताम्र हानियों की जाँच कर लेनी चाहिए।

(ज) दक्षता- मोटर की दक्षता भी ज्ञात कर लेनी चाहिए तथा यह दक्षता 80% से कम नहीं होनी चाहिए।

(झ) शोर-चलते समय मोटर की आवाज जरूरत से ज्यादा नहीं होनी चाहिए।

(ञ) मोटर के साथ स्टार्टर की भी पूर्व जाँच कर लेनी चाहिए क्योंकि मोटर में बहुत से दोष उसके स्टार्टर के उचित कार्य न करने के कारण विकसित होते हैं।

iv) विशेष परीक्षण - यह परीक्षण या दो निर्माणकारी कम्पनी में या कार्य स्थल पर मशीनों की कार्य शैली या विशेष शोध कार्य के विश्लेषण के लिए किया जाता है। कुछ विशेष परीक्षण संविदात्मक सहमति के आधार पर किया जाता है और कुछ शोध एवं विकास कार्य हेतु किया जाता है।

(v) विकास सम्बन्धित परीक्षण - यह परीक्षण विभिन्न अभिकल्पन के आँकड़ों और पनिबलों के प्रभाव के विश्लेषण हेतु किया जाता है। यह परीक्षण नए मशीन के विकास एवं पराने अभिकल्प में सुधार के लिए उपयोग है। ये मानकों से बँधे नहीं हैं।

(vi) विश्वसनीयता परीक्षण - इस तरह का परीक्षण मोटरों की प्रचालन स्थिति में विश्वसनीयता को परखने के लिए किया जाता है। इसके अन्तर्गत मोटरों का विभिन्न परिस्थितियों में प्रचालन आता है।

2.2.2. दिष्टकारी मशीनों पर परीक्षण (Test on D.C. Machines)- दिष्टकारी मशीनों में निम्नलिखित तीन विद्युत परीक्षण (electrical tests) किये जाते हैं -

(i) प्रारूप परीक्षण (type test)

(ii) नियमित परीक्षण (routine test)

(iii) कमिशनिंग परीक्षण (commissioning test)|

2.2.2.1 प्रारूप परीक्षण -दिष्टकारी मशीनों का प्रारूप परीक्षण तीन प्रकार का होता है

(i) ताप वृद्धि परीक्षण (temperature rise test)

(ii) छड़ से छड़ परीक्षण (bar to bar test)

(iii) बियरिंग परीक्षण (bearing test)|

(i) ताप वृद्धि परीक्षण - यह परीक्षण यह सिद्ध करने के लिए किया जाता है कि पूर्ण भार पर मशीन के विभिन्न भागों का तापमान स्वीकार्य सीमा के अन्तर्गत है या नहीं। मशीन को पूर्ण भार पर 6 से 8 घण्टे तक स्थिर तापमान पहुँचने तक चलाते रहते हैं।

(ii) छड़ से छड परीक्षण - इसे वोल्टता गिरावट परीक्षण (voltage drop test) भी कहते हैं। इस महत्वपूर्ण परीक्षण से आर्मेचर कुण्डली के खुला परिपथ प्रतिरोध या उच्च प्रतिरोध व्यक्त होता है। लगभग 10 एम्पियर की एक धारा स्टोरेज बेटरी 4 से 6 V से बुश और आर्मेचर परिपथ में प्रवाहित किया जाता है और दिक-परिवर्तक (commutator) में व्यास पर के विरुद्ध ध्रुवों पर सप्लाई करते हैं। दो आस-पास के दिक-परिवर्तक छड़ों के बीच वोल्टता में गिरावट को मिली वोल्टमापी से मापते हैं। ये पाठ्यांक, औसत पाठ्यांक से +5% के मध्य होनी चाहिए। यदि पाठयांक अधिक हो तो छोर (end) के टॉके (soldering) ढीले हैं या कुण्डली खराब है ऐसा संकेत मिलता है।

(ii) बियरिंग परीक्षण - मशीन को निर्भार स्थिति में आधा घण्टा चलाते हैं और फिर तापमान नोट करते हैं। इस स्थिति में वियरिंग का ताप छूने योग्य (touchable) होना चाहिए, इस तापमान को 80°C से अधिक नहीं होना चाहिए।

2.2.2.2 **नियमित परीक्षण-** नियमित परीक्षण के अन्तर्गत निम्नलिखित पाँच परीक्षण करते हैं

(i) शंट क्षेत्र कुण्डलन परीक्षण (test on shunt field coil) ।

(ii) आर्मेचर कुण्डलन परीक्षण (test on armature coil)

(ii) संरेखन (Alignment) - मशीन के संस्थापन और नींव पर उसका सीमेन्ट कंक्रीट से ग्राउटिंग के पश्चात्, सारे कपलिंग खोल देना चाहिए और सभी शाफ्ट का संरेखन परीक्षण करना चाहिए, रोटर और ध्रुवों (poles) के मध्य वायु अन्तराल समान होना चाहिए और वाय अन्तराल में परिवर्तन यदि 0.25 मिमी से कम है तो चल सकता है मशीन के ब्रश, दिकपरिवर्तक के सतह पर ठीक ढंग से चढ़े हों।

शाफ्ट संरेखन यदि शाफ्ट को 0°, 90°, 180°,270° और 360° घुमाकर किया जाता है तो इसके लिए स्वीकार्य टालरेन्स 300 मिमी व्यास के कपलिंग के लिए 0.03 मिमी और 500 मिमी व्यास के कपलिंग के लिए 0.05 मिमी होना चाहिए ।

शाफ्ट का संरेखन निम्नलिखित पैमानों से किया जाता है –

(अ) फिलर गेज (filler gauge)

(ब) स्टील पट्ट (steel strip)

(स) स्प्रिट लेवल (sprit level)।

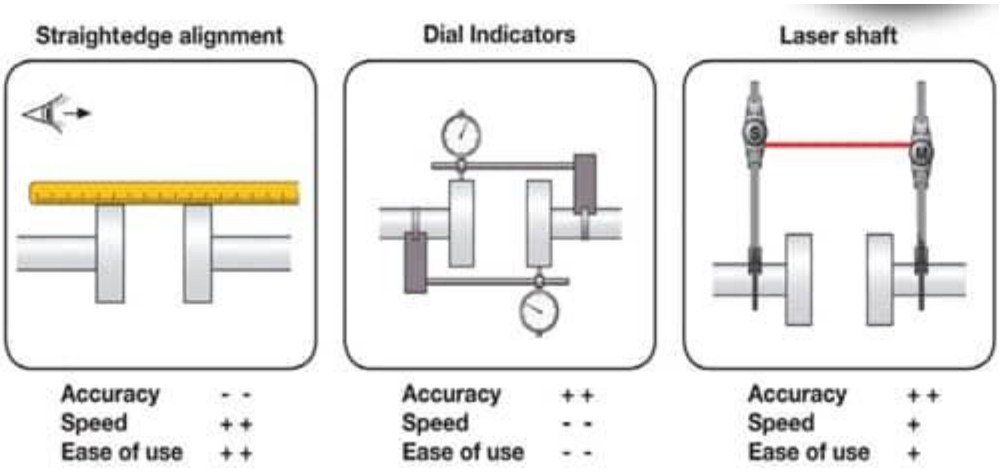
भार के शाफ्ट (load shaft) को मोटर शाफ्ट (motor shaft) के साथ एक सरल रेखा (straight line) में करना ही संरेखन कहलाता है और इसे निम्नलिखित चरणों में किया जाता

(क) शाफ्ट (धुरी) की अक्षीय स्थिति (axial position of the shaft)

(ख) ऊर्ध्वाधर एवं क्षैतिज अवस्था में शाफ्ट का समानान्तरण (paralleling of shaft in vertical and horizontal plane)

(ग) शाफ्ट के अक्ष का केन्द्रण (centering of shaft axis)|

(क) शाफ्ट (धुरी) की अक्षीय स्थिति- IS मानक के अनुसार दोनों शाफ्ट को जोड़ने वाली कपलिंग के बीच मानक रिक्त स्थान (specified gap) का होना आवश्यक होता है जो कि फिलर गेज से मापा जाता है। ऐसा न करने से मोटर के घूमने की अवस्था में बियरिंग आदि टूट सकती है देखिए चित्र |



(ख) ऊर्ध्वाधर एवं क्षेतिज अवस्था में शाफ्ट का समानान्तरण- फिलर गेज विधि - शाफ्ट का समानान्तरण फिलर गेज अथवा दर्शक गेज (filler gauge or dial gauge) के द्वारा करते हैं। फिलर गेज द्वारा दोनों शाफ्टों की जोड़ कपलिंग के बीच अन्तराल (gap) का मापन किया जाता है। इसमें फिलर गेज को अग्र चित्र में उसके एक मोड़ पर रखते हैं तथा गेज को घड़ी की 12 एवं 6 बजे की सुइयों के अनुसार रखकर गेज का मान ज्ञात करते हैं। पुनः कपलिंग को 180° घुमाकर गेज का उसी अवस्था में मान ज्ञात करते हैं दोनों अवस्था में सही संरेखन के लिए उनके मानों का बीजीय अन्तर समान होना चाहिए। यदि मानों का अन्तर समान तो शाफ्ट ऊर्ध्वाधर प्लेन में झुकी हो सकती है। उसको सुधारने के लिए मोटर के आधार के नीचे लगी पत्तियों (shims) की संख्या को तब तक घटाते या बढ़ाते हैं जब तक उनके अन्तर का मान समान नहीं आता है। (ग) शाफ्ट के अक्ष का केन्द्रण- इस्पात पटरी विधि- यद्यपि दोनों शाफ्टों की केन्द्रीय रेखा समानान्तर हो सकती है परन्तु वह ऊर्ध्वाधर या क्षैतिज प्लान अथवा दोनों से विस्थापित हो सकती हैं। हमारा उद्देश्य दोनों शाफ्टों की अक्ष (axis) एक सीधी रेखा में एक-दूसरे से मिली इस्पात पटरी (STEEL RULE) होनी चाहिए। साधारणतः यह परीक्षण डायल गेज या साधारण इस्पात की सीधी पटरी (steel straight rule) द्वारा करते हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।

कपलिग परोक्त विधि के अनुसार यदि दोनों शाफ्ट (COUPLING) कपलिंग के व्यास बराबर हैं तो इस्पात पटरी को कपलिंग पर सटाकर शाफ्ट के समानान्तर रखते हैं केन्द्र" (CENTERING) तथा कपलिंग के अन्तराल को फिलर गेज द्वारा मापते

स्प्रिट समतलन विधि-उपरोक्त विधि में इस्पात पटरी पर स्प्रिट लेवल को रखकर संरेखन करते हैं। इसमें काँच की ट्यूब के अन्दर पदार्थ में हवा का बुलबुला होता है जो सही संरेखन के समय ट्यूब के मध्य में होना चाहिए

अनुचित संरेखन से हानियाँ (Disadvantage of Improper Alignment किसी मोटर की कपलिंग का संरेखन उचित विधि द्वारा सावधानीपूर्वक न किया निम्नलिखित खराबियाँ उत्पन्न हो सकती हैं -

(अ) कपलिंग पर लगे बोल्ट और स्टड पर अधिक खिचाव उत्पन्न होगा एवं दस में उनमें ढीलापन होगा जिससे मोटर की वायरिंग आदि के टूटने का खतरा उत्पन्न हो।

(ब) कपलिंग के घूमते समय उसके साथ लगी अन्य मशीनों में खराबी उत्पन्न हो सर

(स) मशीन में कम्पन अधिक होगा।' (द) घूमने वाले भाग पर अधिक तनाव के कारण भार का विकेन्द्रीकरण होगा।

(iii) चालू करने के पूर्व परीक्षण - ब्रुश की स्थिति, मुख्य ध्रुव और अन्तः ध्रुव की ध्रुवता वायु अन्तराल, बियरिंग का तेल प्रणाली आदि का परीक्षण करना चाहिए। क्षेत्र संयोजनों को कस दें।

(iv) चालू स्थिति में परीक्षण - जब मशीन को पूर्ण चाल पर लाया जाता है तो उस समय यदि कोई असामान्य शोर (unusual noise) हो तो उसका परीक्षण करना चाहिए। बियरिंग ताप का परीक्षण करें। निर्भार स्थिति में वोल्टता को 110% बढ़ाएँ, पुनश्च घटा दें | पूर्ण भार पर दिकपरिवर्तक का निरीक्षण करें।

(v) स्टार्टर परीक्षण - मोटरों में अधिकांश दोष उसके स्टार्टर के अनुचित कार्य करने से होता है इसलिए स्टार्टर का पूर्णतया परीक्षण करना आवश्यक है।

सभी परीक्षणों के उपरान्त मशीन शाफ्ट को एक बार पुनः हाथ से घुमाकर देखिए यह स्वतन्त्र रूप से हल्की और आवाज रहित घूमनी चाहिए। अब इसके पार्श्व में सप्लाई संयोजित करके स्टार्टर द्वारा मोटर को पहले कम गति पर बिना भार के चलाएँ। संतोषजनक प्रचालन के बाद मशीन को निर्धारित चाल पर लगभग आधे घण्टे तक चलाएँ। इसके बाद ही मोटर को भार के साथ जोड़ा जाना चाहिए।

(vi) उचित संयोजन - स्टेटर कुण्डली की ध्रुवता नापी जानी चाहिए और यह जाँच की जानी चाहिए कि टर्मिनल बॉक्स में संयोजन सही है या नहीं।

(vii) अविच्छिन्नता परीक्षण - प्रत्येक कुण्डलन की अविच्छिन्नता 1000 V मेगर या परीक्षण लेम्प द्वारा जाँचना चाहिए।

(viii) मोटर के द्वारा ली गयी धारा- निर्भार एवं भार अवस्था में मोटर द्वारा ली गयी धारा का मान देखते हैं और सप्लायर की निर्देशिका से इसकी तुलना करते हैं।

2.2.3 तुल्यकाली मशीनों का परीक्षण (Testing of Synchronous Machines)-

तुल्यकाली मशीनों में निम्नलिखित चार प्रकार के परीक्षण करते हैं

(i) प्रारूप परीक्षण (type test)

(ii) नियमित परीक्षण (routine test)

(iii) मानक परीक्षण (standard test)

(iv) कमिशनिंग परीक्षण (commissioning test)।

3.1 प्रारूप परीक्षण- इसे फेक्ट्री टेस्ट भी कहते हैं और यह निम्नानुसार किया जाता

(i) कसा रोटर धारा और बलयुग्म (Locked Rotor Current and Torque) - अधिकतम उत्पन्न टार्क और निर्धारित स्टेटर वोल्टता एवं धारा के समतुल्य उत्पन्न टार्क का परीक्षण रोटर के चालन द्वारा करते हैं।

(ii) तापक्रम वृद्धि परीक्षण-

(अ) पूर्ण भार, शून्य पावर फेक्टर अधि-उत्तेजिक (over)

(ब) समतुल्य ऊष्मा चाल द्वारा परीक्षण।

(iii) अधिवेग परीक्षण (Over Speed Test)-टर्बो जनरेटर के लिए 0-25 प्रति यूनिट और जलविद्युत जनरेटर के लिए 10 प्रति यूनिट पर अधिवेग परीक्षण।

(iv) हारमोनिक विश्लेषण (Harmonic Analysis)- सम और विषम हारमोनिक का परीक्षण कर उसे कम करने का प्रयास उसके अभिकल्पन (design) के अनुसार करना चाहिए।

(v) टेलीफोन बाधा फेक्टर-निर्धारित मानों से अधिक नहीं होना चाहिए।

(vi) घटित (reduced) वोल्टता पर लघु परिपथन परीक्षण |

(vii) रिएक्टेन्स एवं समय नियतांक का मापन।

(viii) क्षेत्र कुण्डलन का प्रतिबाधा मापन।

(ix) गति-बलयुग्म (speed-torque) वक्र का परीक्षण।

(x) हानियों को अलग करना एवं दक्षता की गणना करना।

(vi) विधुतरोधन प्रतिरोध का मापन।

2.2.3.2 नियमित परीक्षण- यह एक कार्य स्थल में होने वाला परीक्षण है तथा निम्नानसार किया जाता है

(i) विधुतरोधन प्रतिरोध परीक्षण- यह परीक्षण 1000 V से 25000 तक के मोटर चालित मेगर द्वारा निम्नलिखित मशीन भागों के मध्य किया जाता है -

(अ) स्टेटर कुण्डलन और भू-सम्पर्कित फ्रेम के मध्य।

(ब) रोटर कुण्डलन और भू-सम्पर्कित शाफ्ट के मध्य।

(स) फेज से फेज के मध्य।

(द) पेडस्टल और बियरिंग विद्युत रोधन के मध्य।

(ii) दिष्टधारा प्रतिरोध का मापन- इनका मापन वोल्टमीटर विधि, सिंगल ब्रिज (सेतु) विधि या द्विसेतु (double bridge) विधि द्वारा निम्नलिखित, भागों का मापन किया जाता है -

(अ) आर्मेचर कुण्डलन का।

(ब) क्षेत्र कुण्डलन का

(स) क्षेत्र अनाविष्ट प्रतिरोध का।

(iii) स्टेटर कुण्डलन में परावैद्युत परीक्षण –

(अ) प्रत्यावर्ती वोल्टता के साथ- यह परीक्षण विद्युतरोधन का वोल्टता सहने की क्षमता की सूचना देता है, निर्धारित वोल्टता को कम समय के लिए प्रत्येक फेज और फ्रेम के मध्य अन्य फेजों को भू-सम्पर्कित करके लगाया जाता है।

(ब) दिष्टकारी वोल्टता के साथ- प्रत्यावर्ती वोल्टता के 1.7 गुना परीक्षण वोल्टता 1 मिनट तक लगाते हैं।

(iv) खुला परिपथ एवं लघु परिपथ चरित्र- यह परीक्षण तुल्यकाली प्रतिघात निर्धारित करने के लिए करते हैं, तुल्यकाली प्रतिघात खुला परिपथ वोल्टता एवं लघु परिपथ धारा का अनुपात होता है -

Xs= खुला परिपथ वोल्टता / खला परिपथ धारा

(v) तीन फेज यकायक लघु परिपथ परीक्षण - एक तीन फेज लघु परिण अचानक लगाते हैं और उत्तेजन धारा, आर्मेचर और लाइन धारा गति आदि को एक व्ही. रिकार्डर (U. V.recorder) में रिकार्ड करते हैं। इससे समय नियतांक ट्रान्जिएन्ट ट्रान्जिएन्ट प्रतिघात का निर्धारण होता है।

(vi) कम्पन एवं शोर का मापन।

(vii) स्टेटर और रोटर के मध्य वायु अन्तराल का मापन।

(viii) तुल्याकाली परिपथ का परीक्षण |

(ix) वोल्टता नियामक एवं उत्तेजन प्रणाली का परीक्षण |

2.2.3.3 मानक परीक्षण (Standard Test)- (i) घूर्णन की गति-(अ) स्ट्रोबोस्कोपिक निक

(ब) टेकोमिट्रिक विधि

(स) फ्रिक्वेन्सी मीटर विधि से मापते हैं।

(ii) मशीन का कुण्डलन संयोजन - सामान्य क्रियाकलाप के अनुसार होनी चाहिए।

(iii) मशीन क्वान्टिटी का निर्धारण - स्टार कुण्डलन का स्टार संयोजन में।

(iv) धनात्मक अनुक्रम आर्मेचर प्रतिरोध को उपेक्षणीय (negligible) मानते हैं।

(v) निर्धारित आर्मेचर धारा- आर्मेचर धारा के मौलिक प्रत्यावर्ती अवयव के समतुल्य।

2.2.3.4 कमीशनिंग परीक्षण - (i) आर्मेचर एवं फील्ड कुण्डलन विद्युतरोधन प्रतिरोध परीक्षण

(ii) आर्मेचर एवं क्षेत्र कुण्डलन पर परावैद्युत परीक्षण आदि)

(iii) यान्त्रिक संतुलन (शाफ्ट का सरेखन, कम्पन का निवारण, फ्लाई व्हील का उपयोग

(iv) बियरिंग का विद्युतरोधन प्रतिरोध

(v) घूर्णन की दिशा

(vi) निर्भार स्थिति में धारा संतुलन

(vii) चालन-पूर्व परीक्षण (pre-running checks)

(viii) चालन अवस्था में परीक्षण (running checks)

(ix) प्रारम्भन परीक्षण।।

2.2.4 विद्युत मशीनों के प्रारंभन में प्रारम्भिक सावधानियाँ (Initial Precautions for Starting)- विद्युत मशीनों के प्रारंभन में निम्नलिखित सावधानियाँ रखी जानी चाहिए

(i) मशीनों के प्रारंभक (startor) का उचित प्रकार से चयन करना चाहिए।

(ii) चयन के पश्चात् विद्युत संयोजन करके संयोजन की जाँच करनी चाहिए कि फेज अनुक्रम (phase sequence) आदि उचित हैं या नहीं।

(iii) प्रारम्भ में विद्युत मशीनों पर भार (load) निम्न रखा जाना चाहिए, तत्पश्चात् पूर्णभार (full load) एवं 25% अधिभार (over load) पर प्रारंभन किया जाना चाहिए।

(iv) गतिज मशीनों के सभी गतिमान (moving) भाग अच्छी तरह से कसे होना चाहिए।

(v) सीधे युग्मित या बेल्ट / गियर युग्मित भार की स्थिति में श्रेणी मोटरों के प्रारंभन में विशेष ध्यान रखा जाना चाहिए ताकि अचानक वियोजन (sudden disconnection) न हा

(vi) मशीन की पूरी असेम्बली. नींव (foundation) से अच्छी प्रकार से नींव बोल्ट द्वारा कसी होनी चाहिए।

(vii) मशीन का विद्युतरोधन एवं भू-सम्पर्कन प्रतिरोधों का अच्छी तरह से परीक्षण कर्रन लेना चाहिए कि वे अपने निर्धारित मान से अधिक भिन्न न हों।

(viii) विद्युत पेनल बोर्ड पर उचित वोल्टता एवं धारा की जाँच कर लें ताकि वे मशीन की विशिष्टता से भिन्न न हों।

(ix) सभी संयोजक तारों (connecting wires) का चयन उनकी धारा वहन क्षमता (current carrying capacity) के आधार पर करना चाहिए।

UNIT-3 LECTURE NOTS
By LUKESH KUMAR SAHU
NMDC DAV POLYTECHNIC DANTEWADA

भू-सम्पर्कन (EARTHING)

31 प्रस्तावना (Introduction)

विद्युत उपकरणों के सभी धात्विक भागो (metallic parts) को, जो विद्युत प्रदाय (sumit) से सम्बन्धित नही है, एक मोटे चालक द्वारा जिसका प्रतिरोध नगण्य resistance) हो, भूमि से जोड़ने की विधि को भू-सम्पर्कन कहते हैं, ताकि किसी संस्थापन में दोष होने पर विद्युत ऊर्जा का विसर्जन बिना खतरे के तुरन्त हो जाए। सुनिश्चित हो जाता है कि किसी धारा वहन करने वाले चालक का भूमि के प्रति विभव डिजाइन विद्युतरोधन की अपेक्षा अधिक नहीं होता तथा काम करने वालों को बिजली के से सुरक्षा रहती है।

भ-सम्पर्कन एक ऐसी सुरक्षा व्यवस्था है जो किसी विद्युत जाल या संस्थापन की सम विधुत ऊर्जा की बचत आदि के लिए पूर्ण जिम्मेदार होती है। बड़े-बड़े विद्युत संस्थानों भू-सम्पर्कन का अलग से विभाग होता है जो संस्थानों के भू-सम्पर्कन प्रणाली का सदैव रखएवं मरम्मत कार्य तत्परता से करता है। भू-सम्पर्कन प्रणाली की क्षति बड़े विद्युत संस्थानों की बडी गम्भीरता से ली जाती है। क्योंकि इस प्रणाली की असफलता के प्रभाव से मशीनें - मनुष्य दोनों ही क्षतिग्रस्त हो सकते हैं। कुछ पैसों की भू-सम्पर्कन प्रणाली की असफलता या अनुपस्थिति करोड़ों का नुकसान कर सकती है।

अतः भू-सम्पर्कन को तकनीकी शिक्षण संस्थाओं में नियमित पाठ्य का विषय बनाना एवं उस पर गहन अध्ययन आवश्यक है।

3.2 भु-सम्पर्कन के तात्पर्य एवं आवश्यकता (Reason and Necessity of Earthing)

उपरोक्त प्रस्तावना से ही भू-सम्पर्कन का महत्व एवं आवश्यकता के विषय में कुछ सामान्य जानकारी मिलती है। अब यहाँ विशेष रूप से विद्युत संस्थापनों में चाहे वे घरेलू हों या औद्योगिक भू-सम्पर्कन की आवश्यकता एवं तात्पर्य पर प्रकाश डालेंगे।

भारतीय मानक संस्थापन की विशिष्ट संख्या IS:3043-1966 तथा भारतीय विद्युत नियम, 1956 के अनुसार वैद्युत संस्थापन में धातु आवरण (metal sheathing) वायरिंग में सारे कन्ड्यूट, विद्युत के साधनों, उपसाधनों व मशीनों के धातुओं के हिस्से तथा अन्य बिजली के ऐसे उपकरण जिनके बाहरी हिस्से धातु के हों, अच्छे भू (effective earth) से जुड़े होने चाहिए, जिससे कभी विद्युतरोधन के खराब होने पर मशीनों के धातुओं के भागों पर खतरनाक आवेश (वोल्टता) न। आ सके । इससे बिजली का भारी झटका तो लग ही सकता है, साथ ही साथ इस तरह के अपूर्ण भू-सम्पर्कन से वायरिंग या मशीनों में आग भी लग सकती है, क्योंकि इस समय भू-क्षरण।

धारा (earth leakage current) अनचाहे पथ से गुजरती है। यदि उपकरणों के धातु हिस्से अच्छ। भू-सम्पर्कित हैं तो आवेश तुरन्त भू को स्थानान्तरित हो जाएगा क्योंकि धातु भाग सीधे हा नगि

जीवित तार के सम्पर्क में आ जाएगा तथा इस प्रकार परिपथ टूट जाएगा।

भू-सम्पर्कन निम्नलिखित तात्पर्य या उददेश्य

विद्‌युत झटके से बचाव (Safety from Electric Shock)-

भू-सम्पर्कन तारे (earthing lead) भू-इलेक्ट्रोड के दारा नकारक विद्‌युत राशियों को तुरन्त पृथ्वी के पिंड में भेजदेती हैं और यह दोषी धारा और यह दोषी धारा परिपथ में लगे फ्यूज तार को गला देती है जिससे परिपथ के उपकरणों के मुख्य स्विच में बहने वाली सप्लाई कट हो जाती है। जिससे धातु के बने हिस्सा अनि के बीच बहुत कम विद्‌युतरोधन वाला परिपथ बन जाता है इससे पार्श्व परिपथ में जुड़े

के शरीर में से गुजरने वाली धारा का परिमाण इतना कम हो जाता है कि जीवन को खतरा नहीं रहता है।

आग से बचाव (Safety from Fire Hazard)-

यदि लघु परिपथन के समय विद्‌युत में उचित मान का फ्यूज नहीं लगा है या परिपथ के विच्छेदन के लिए स्व-विच्छेदन ही है तो दोषी धारा के कारण विद्‌युत अवरोधन (insulation) में आग लग सकता है, इसके कारण पूरे संस्थान में आग लगने का भय उत्पन्न हो सकता है। परन्तु उचित भू-सम्पर्कन

से सम्पूर्ण लघु परिपथ धारा पृथ्वी में चली जाती है जिससे आग की सम्भावना बिलकुल नही रहती है।

न्यदल तार के रूप में भू-तार का उपयोग (Earth Wire can be Used in Place of tral Wire)-

यद्यपि भारतीय विद्‌युत नियमानुसार ऐसा करना अनुचित है क्योंकि ऐसा करने पर सम्पूर्ण भू-सम्पकित उपकरण संजीवित (energies) हो जाएँगे और छूने से विद्‌युत झटका देगें । परन्तु आकस्मिक समय (emergency) में भू-तार का उपयोग उस समय किया जा सकता है जब सप्लाई से प्राप्त न्यूट्रल का सम्बन्ध विच्छेद हो गया है। 3.3 भू-सम्पकन प्रणाली (Earthing System)

जब किसी विशेष विषय पर बहुत-सी युक्तियाँ एवं विचार (idea) एक साथ काम करें तो इसे प्रणाली कहते हैं। भू-सम्पर्कन के बढ़े हुए महत्व और इसकी व्यवस्था हेतु विभिन्न युक्तियों का एक साथ एकत्र होना ही भू-सम्पर्कन प्रणाली के रूप में जाना जाता है । ये प्रणाली अग्र दो तरह से वर्गीकृत किए गए हैं -

(i) प्रणाली भू-सम्पर्कन (system earthing)

(ii) उपकरण भू-सम्पर्कन (equipment earthing) |

3.3.1 प्रणाली भू-सम्पर्कन (System Earthing)-

किसी जनित्र विद्युत केन्द्र (power station) या उपकेन्द्र (substation) में न्यूट्रल पॉइन्ट को भू-सम्पर्कित करना प्रणाली भू-सम्पर्कन कहलाता है । यदि न्यूट्रल पॉइन्ट को भू-सम्पर्कित करें तो भू-दोष की स्थिति में फेज से भूमि के मध्य वोल्टता उच्च मान नहीं बढ़ता है । इसलिए यह सार्वभौमिक परम्परा है कि प्रत्येक पाल्टता स्तर पर के लिए न्यूट्रल भू-सम्पर्कन आवश्यक है । न्यूट्रल भू-सम्पर्कन को हम निम्नलिखित प्रकार से कर सकते हैं -

(i) न्यूट्रल भ-सम्पर्कन - IS:3043-1966 के अनुसार, जनित्रों तथा ट्रान्सफार्मरों के न्यूट्रल को भू-सम्पर्कित करने की मुख्य प्रचलित विधियाँ निम्नलिखित हैं

(अ) ठोस भू-सम्पर्कन (solid earthing)

(ब) प्रतिरोध भू-सम्पर्कन (resistance earthing)

(स) प्रतिघात भू-सम्पर्कन (reactance earthing)

न्यूट्रल भू-सम्पर्कन की विधियों का चयन उसकी वोल्टता, प्रणाली, आकार तथा सरक्षा योजना (protection scheme) पर निर्भर करता है।

(अ) ठोस भू-सम्पर्कन (Solid Earthing)- ठोस भू-सम्पर्कन विधि तब प्रयोग में लाई जाती है, जब अधिकतम भू-दोष धारा से संयन्त्र (plant), केबिलों, लाइनों तथा प्रणाली के स्थायित्व (system stability) को हानि होने का डर न हो | इस विधि से प्रणाली के न्यूटल को मुख्य भू-सम्पर्कन रिंग से एक सीधा धात्विक संयोजन (connection) कर दिया जाता है चित्र 3.1।

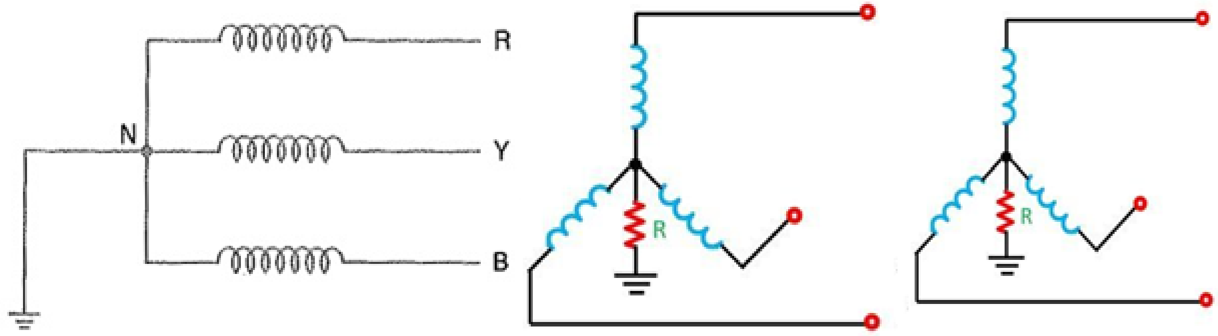
(ब) प्रतिरोध भू-सम्पर्कन (Resistance Earthing)- यह विधि उस समय प्रयोग में लाई जाती है जब दोषी धारा का मान इतना ज्यादा हो जाए कि जनित्र तथा ट्रान्सफार्मर को क्षति पहुँचे। इस विधि का प्रतिरोध एक धातु फ्रेम पर पृथक्कारी (insulators) पर लगा होता है जो कई धात्विक इकाइयों से मिलकर बनता है। अथवा यह तरल प्रतिरोधक भी हो सकता है जो कि जिंक क्लोराइड या सोडियम कार्बोनेट का कमजोर जलीय घोल होता है तथा यह समय के परिवर्तन पर निर्भर करता है जबकि धात्विक प्रतिरोध एक स्थिर मान का होता है। दोष के समाप्त होने पर तरल प्रतिरोधकों को प्रत्येक बार उपचारित करना होता है चित्र 3.21

धात्विक प्रतिरोध प्रेरणिक (inductive) होते हैं तथा शिरोपरि लाइनों के लिए हानिकारक हैं | इससे उपकरणों के विद्युतरोधन पर अधिक प्रतिबल (strain) पड़ता है जिससे ब्रेकडाउन होता

रहेगा जबकि तरल प्रतिरोधकों को 6.6 कि. वोल्ट से अधिक वोल्टता वाली विद्‌युत प्रणालियों में प्रयोग कर सकते हैं।

उपरोक्त दोनों प्रकार के प्रतिरोधों का मान इस प्रकार रखा जाता है कि 30 सेकण्ड तक निर्धारित वोल्टता वहन करने के बाद तुरन्त परिपथ काट दें।

(स) प्रतिघात भू-सम्पर्कन(Reactance Earthing) - यह विधि अत्यधिक दोषी धारा के भू-सम्पर्कन के लिए प्रयोग की जाती है जिनका जनित्र, ट्रान्सफार्मरों का शून्य अनुक्रम प्रतिघात (zero sequence reactance) ज्यादा कम होता है । दोषी धारा को सीमित करने के लिए एक फेज प्रतिघातक (reactor) को न्यूट्रल तथा भू के बीच लगा दिया जाता है । इसमें इस बात की सावधानी रखनी चाहिए कि प्रणाली में दोष के समय या स्विच परिचालन के समय, भू-सम्पर्कन प्रतिघातक के उच्च प्रतिघात मान के कारण, भयानक रूप में उच्च ट्रान्जिएन्ट (transient) **वोल्टता उत्पन्न न होने पाये चित्र 3.31**



चित्र 3.1 ठोस भू-सम्पर्क   चित्र 3.2 प्रतिरोध सम्पर्कन वित्र   3.3 प्रतिघात भू-सम्पर्कन

चित्र : न्यूटल भू-सम्पर्कन

3.3.2 उपकरण भू-सम्पर्कन (Equipment Earthing)- किसी विद्‌युत उपकरण के धारा न लेने वाले धातु के चालक भागों का भू-सम्पर्कन करना, उपकरण भू-सम्पर्कन कहलाता है। भू- दोष धारा इस अवस्था में भू-सम्पर्कन के माध्यम से बहती है और तत्परता से फ्यूज गला देती है या भू-रिले को प्रचालित कर देती है। इसे दो भागों में समझा जा सकता है -

(i) घरेलू उपकरण का भू-सम्पर्कन (earthing of domestic appliance)

(ii) औद्योगिक संस्थापन में भू-सम्पर्कन (earthing in industrial premises) |

3.3.3 घरेलू उपकरणों का भू-सम्पर्कन (Earthing of Domestic **Appliance**) **IS** 3043-1966 के अनुसार निम्नलिखित घरेलू उपकरणों को भू-सम्पर्कित करना आ

(i) प्रकाशीय संस्थापन - संस्थापन में लगे लेम्प आदि के सभी धात्विक भाग धातु संरचना जैसे पैडस्टल धातु लेम्प फिटिंग को भू-सम्पर्कित किया जाना चाहिए ।

(ii) प्लग एवं सॉकेट - घरेल वायरिंग में थी पिन प्लग एवं सॉकेट का उपयाग १ ज्यादा सुरक्षित है क्योंकि इनके एक पिन को भू-सम्पर्कित किया जाता है।

(iii) सभी प्रकार के पंखे और उनका रेगुलेटर - सभी प्रकार के घरेलू उपयोग के पंखे जैसे टेबल फेन, पैडस्टल फेन, सीलिंग फेन आदि को तीन पिन प्लग द्वारा प्रयोग करके भू-सम्पर्कित किया जाता है । यदि धात्विक कवर का नियामक (regulator) हो तो कव्हर को भू-सम्पर्कित करना चाहिए।

(iv) घरेलू विद्युत उपकरण (Domestic Appliances) - घरों में उपयोग में लाने वाले विद्युत उपकरणों जैसे केतली, टोस्टर, हीटर, ओव्हन, पानी उबालने वाला बायलर तथा हॉट प्लेट आदि को तीन पिन प्लग का प्रयोग कर भू-सम्पर्कित किया जाता है।

(v) ट्रान्जिस्टर रेडियो सेट - यह उपकरण यदि भू-सम्पर्कित न हो तो ठीक ढंग से सूचना का अभिग्रहण (receiption) नहीं हो पाता है, आवाज में शोर उत्पन्न होता है अतः ट्रान्जिस्टर सेट को भू-प्रणाली तीन पिन प्लग द्वारा भू-सम्पर्कित करना आवश्यक है।

(vi) स्नानग्रह (Bath Room) - स्नानघ-के सभी यन्त्र या सामग्री जो भू-संयोजन के योग्य हैं जैसे धातु के पाइप, सिन्क, स्नान टब, टेंक तथा स्वचालित पानी गर्म करने के उपकरण आदि को आवश्यक रूप से भू-सम्पर्कित कर दें क्योंकि गीली अवस्था में विद्युत झटका अत्यधिक घातक है।

(vii) शक्ति परिपथ के उपकरण (Domestic Equipment Supplied by Power Circuit) - उपरोक्त उपकरणों के अतिरिक्त ऐसे घरेलू उपकरण जिनको पावर परिपथ पर चलाना ज्यादा सुविधाजनक है जैसे वाशिंग मशीन, रेफ्रीजरेटर, कूलर, वातानुकूलित संयन्त्र, विद्युत प्रेस, वैद्युत रेडिएटर आदि को भी तीन पिन प्लग से भू-सम्पर्कित किया जाना चाहिए ।\

3.3.4 औद्योगिक संस्थापन का भू-सम्पर्कन (Earthing in Industrial Premises)- सभी फैक्ट्रियों, वर्कशाप में सभी धातु की कन्ड्यूट पाइप, ट्रेकिंग, केबिलों के आवरण, स्विचगियर,

डिस्ट्रीब्यूशन, फ्यूज बोर्ड, लाइट फिटिंग धातु के बने सभी हिस्से आपस में भू-तार से जोड़ देने चाहिए तथा दो दुहरी भू-सम्पर्कन होना चाहिए।

बड़े वैधुत संस्थानों में जहाँ एक से अधिक उपकेन्द्र होते हैं वहाँ सभी भू-सतत प्रणाली को समानान्तर क्रम में जोड़ा जाना चाहिए । औद्योगिक संस्थापनों के अन्तर्गत मुख्यतः तीन भारी उपकरण प्रणाली को भू-सम्पर्कित करना चाहिए -

(i) उपकेन्द्रों एवं जनित्रों का भू-सम्पर्कन (substation and power station earthing)

(ii) ट्रान्सफार्मरों का भू-सम्पर्कन (earthing of transformers)

(iii) शिरोपरि लाइन का भू-सम्पर्कन (earthing of overhead lines) |

3.4 भ-सम्पर्कन से लाभ व हानियाँ (Advantage and Disadvantage of Earthing)

भू-सम्पर्कन किसी विद्युत संस्थापन के प्रचालन, रक्षण, ऊर्जा संरक्षण आदि के लिए कितना लाभदायक है यह हम उपरोक्त अनुच्छेद में देख आए हैं । मानव जीवन एवं मशीनों के जीवन की रक्षा का उत्तरदायित्व भू-सम्पर्कन प्रणाली के ऊपर होता है । भू-सम्पर्कन से सदैव लाभ ही नहीं होते बल्कि हानियाँ भी होती हैं । इन लाभ एवं हानियों की विस्तार से चर्चा इस स्थान पर करेंगे

3.4.1 भू-सम्पर्कन से लाभ (Advantages of Earthing)-

(i) विद्युत उपकरणों से लम्बे समय तक अधिभार (overload) या उच्च तापमान कार्य लेने से उनका विद्युत रोधन खराब हो जाता है और अपना परावैद्युत गुणधर्म खो देता है और प्रायः अनुमत वोल्टता को भी सहने के लायक नहीं रहते तथा दोषी धारा क्षरण धारा के रूप में उपकरणों के धात्विक भागों से प्रवाहित होने लगते हैं।

यदि भू-सम्पर्कन तार निम्न प्रतिरोध का होगा तो दोषी धारा धात्विक भागों से विद्युत उपकरण पर कार्य करने वाले या इसके सम्पर्क में आने वाले व्यक्ति से होकर प्रवाहित नहीं होगी और दोषी धारा भू-सम्पर्कित हो जाएगी । अतः निम्न प्रतिरोध के भू-सम्पर्कित चालक से मानव जीवन और उपकरण की रक्षा होती है।

(ii) जब वायुमण्डल में आवेशित बादलों से बिजली गिरती है तो भयंकरतम स्थिति का वायुमण्डलीय अधिवोल्टता को तड़ित चालक के माध्यम से, भूमि पर प्रेषित किया जाता है जिससे विद्युत उपकरण के खराब होने और जीवन की क्षति की सम्भावना नहीं रहती।

(iii) भू-सम्पर्कन तारों का डिजाइन इस प्रकार किया जाता है कि किसी भी कारणवश विद्युतरोधन के खराब होने पर बहने वाली दोषी धारा तुरन्त भू-सम्पर्कित हो जाती है। इस क्षरण धारा का मान इतना अधिक होता है कि परिपथ में लगा फ्यूज गल जाता है और उपकरण से सप्लाई बन्द हो जाती है।

सारणी 3.1

IS : 732-1963 तथा IS : 3043-1966 के अनुसार प्लेट भू-सम्पर्कन विधि में चालक व इलेक्ट्रोड का माप (Size of Earth Wires and Earth Plates for Different Capacities of Electrical

क्र.सं.	उपकरण धारिता	भू-सम्पर्कन इलेक्ट्रोड का मान			भू-सम्पर्कन चालक का माप को		
		ताँबा	जस्तीकत लोहा/ ढलवा लोहा	एल्यूमिनियम	ताँबा	जस्तीकत लोहा(G.I.)	एल्यूमिनियम
1	10 अश्व शक्ति तक	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	तार 10 SWG	तार 8SWG	तार 12.5 मिमी^{2}
2	10-15 अश्व शक्ति तक	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	तार 8 SWG	तार 6SWG	तार 20 मिमी^{2}
3	15-30 अश्व शक्ति तक	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	90 सेमी x 90 सेमी x 6.30 मिमी	90 सेमी x 90 सेमी x 6.30 मिमी	तार 6 SWG	तार 2SWG	तार 30 मिमी^{2}
4	30-50अश्व शक्ति तक	90 सेमी x 90 सेमी x 3.15 मिमी	90 सेमी x 90 सेमी x 6.30 मिमी	90 सेमी x 90 सेमी x 6.30 मिमी	तार 4SWG	तार 2 SWG	तार 37.5 मिमी^{2}
5	50-100 अश्व शक्ति तक	90 सेमी x 90 सेमी x 6.30 मिमी	90 सेमी x 90 सेमी x 6.30 मिमी	90 सेमी x 90 सेमी x 10 मिमी	पत्ती12.5 मिमी x3.15 मिमी	तार 2 SWG	तार 50 मिमी^{2}
1	100 अश्व शक्ति	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	60 सेमी x 60 सेमी x 6.30 मिमी	पत्ती25 मिमी x3.15 मिमी	तार 2 SWG	तार 100 मिमी^{2}

भू-सम्पर्कन प्रतिरोध (Earthing Resistance)

भू-सम्पर्कन के प्रतिरोध से तात्पर्य भू-इलेक्ट्रोड और आसपास के 2 मीटर व्यास के वृत्त में आने वाली मृदा के मध्य प्रतिरोध होता है । लगभग 90 प्रतिशत भू-प्रतिरोध 2 मीटर व्यास के अन्तर्गत रहता है | हम पूर्व में यह पढ़ ही चुके हैं कि भू-प्रतिरोध का मान न्यूनतम होने से भू-सम्पर्कन के प्रभावी होने की सम्भावना अधिकतम होती है। भू-सम्पर्कन के प्रतिरोध पर ही उसके द्वारा भूमि में प्रेषित धारा का मान निर्भर करता है। उपरोक्त कथन को सार्थक बनाने के लिए प्रतिरोध को कम करने हेत विभिन्न उपाय किए जाते हैं। जितना महत्वपूर्ण किस. प्रणाली का भू-सम्पर्कित करना है। उतना ही महत्वपूर्ण भू-प्रतिरोध का सुधार (improve) करना होता है।

भूमि का प्रतिरोध प्रत्येक परिस्थितियों में कम होना चाहिए जिससे उपकरण में दोषी धारा बहने के समय धारा पृथ्वी में तुरन्त चली जाये तथा परिपथ में लगे फ्यूज संरक्षण रिले (protective relay) भू-दोष के समय दोषी धारा को पृथ्वी में पहुँचाने के लिए सहायता करें । दोष के समय अधिकतम भू-प्रतिरोध के मान विभिन्न बातों पर निर्भर करते हैं । भू-प्रतिरोध का कोई निश्चित एक मान नहीं होता है बल्कि मौसम के अनुसार बदलता रहता है, गर्मी के समय पृथ्वी सूखने से इसका मान बढ़ जाता है और वर्षा के दिनों में कम हो जाता है | हरियाली वाली जगह पर पौधों की जड़ों में नमी होती है अतः भू-प्रतिरोध कम हो जाता है वैसे मान सामान्य नियम से न्यूनतम 0 (शून्य) होना चाहिए |

IS:732-1963 के विशेष नियम के अन्तर्गत उस भू-सम्पर्कन प्रणाली जिसका इलेक्ट्रोड गड्ढे में ठोका या दबा दिया गया है | भू-प्रतिरोध निम्न नियम से ज्यादा नहीं होना चाहिए -

भू-प्रतिरोध $= {}^{1}/_{2} x$ भू के लिए वोल्टता का मान भू-प्रतिरोध / 2.5 x सबसे बड़े फ्यूज या सबसे बड़े अधिधारा परिपथ वियोजक की धारा का मान

3.7.1 अधिकतम अनुमत भू-प्रतिरोध (Maximum Permissible Values of Earth Resistance)- विभिन्न स्थलों में उनके सुरक्षा महत्व के अनुसार भू-प्रतिरोध का मान भिन्न-भिन्न होता है, अधिकतम अनुमत भू-प्रतिरोध का मान निम्नानुसार होता है -

(i) बड़े पावर स्टेशन पर - 0.5 ओह्म
(ii) मध्यम सब स्टेशन पर - 1.0 ओह्म
(iii) छोटे सब स्टेशन पर - 2.0 ओह्म
(iv) घरेलू संस्थापन में - 8.0 ओह्म

(v) संस्थापन के आन्तरिक भाग में भू-सातत्य (earth continuity) - 1.0 ओह्म

3.7.2 भू-सम्पर्कन प्रणाली के प्रतिरोध कम करने की विधियाँ (Improving the Earth Resistance)-

भू-प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारकों की अगर समय-समय पर जाँच करते रहें तो प्रत्येक परिस्थिति में प्रतिरोध का मान निम्न विधियों से कम रखा जा सकता

1. भूमि में इलेक्ट्रोड के चारों तरफ 1.5 से 2 मीटर कहराई का गड्ढा खोदना चाहिए तथा इलेक्ट्रोड की जंग आदि को दूर करने हेतु अच्छी तरह सफाई करके भू-इलेक्ट्रोड के चारो ओर 15 सेमी मोटी कोयला या चाक (choke) तथा नमक की पत लगाकर एक-दूसरे के ऊपर बिछाकर फिर गड्ढे को बन्द कर देते हैं तथा गर्मी के मौसम में भू-सम्पर्कन प्रणाली के फलन (funnel) के द्वारा नमक का ताजा घोल अथवा ताँबे के प्लेट भू-सम्पर्कन की स्थिति में ताम्र सल्फेट का घोल गड्ढे के निचले कोयले के सतह तक डालते हैं। ऐसा करने से भू-प्रतिरोध का मान कम हो जाता है।

2. इस विधि के अनुसार, प्लेट भू-सम्पर्कन प्रणाली की प्लेट काका क्षेत्रफल बढ़ाकर गड्ढे की कहराई अधिक करके, तथा भू इलेक्ट्रोड्स की संख्या में वृद्धि करके कम किया जा सकता है। अतः दोहरी भू-सम्पर्कन भी लाभदायक है।

3. उपरोक्त दोनों विधियों की भी एक सीमा है जिससे अधिक गडदे की , प्लेट का क्षेत्रफल नहीं बढ़ाया जा सकता अतः भू-इलेक्ट्रोडों की संख्या समानान्तर क्रम भू-प्रतिरोध कम कर सकते हैं, परन्तु ध्यान रहे कि

(अ) यह विधि वहीं अपनाई जा सकती है, जहाँ भूमि में गैस तथा ज्वलनशील, आदि की पाइप लाइन न बिछी हो तथा भूमि का क्षेत्रफल ज्यादा हो।

(ब) कोई भी भू-इलेक्ट्रोड एक-दूसरे के ऊपर (overlap) से नहीं निकलना चाहता

4. दोहरी भू-सम्पर्कन ऐसी जगह करें जहाँ अच्छी तरह से हँसी मिट्टी, बारीक और ढेलों के रूप मे हो तो कम प्रतिरोध देता है।

3.7.3 दोहरा भू-सम्पर्कन (Double Earthing), मध्यम वोल्टता की मशीनों के फ्रेम तथा अन्य उपकरणों की दोहरी भू-सम्पर्कन भारतीय विद्युत नियम 61-2 के अनुसार की जाती है जिसके निम्नलिखित कारण होते हैं -

(i) दो भू-तार समानान्तर क्रम में होने के कारण उनका परिणामी प्रतिरोध एक की अपेक्षा आधा रह जाता है और वे क्षरण धारा को भूमि में जाने के लिए सरल मार्ग प्रदान करते हैं

(ii) एक भू-सम्पर्कन के असफल हो जाने पर दूसरा कार्य करता रहता है जिससे सुरक्षा की सम्भावना बनी रहती है।

3.8 भू-प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारक (Factors Affecting the Earth Resistance)

भू-प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले निम्नलिखित कारक हैं -

(1) मृदा की प्रकृति (nature of soil),

(ii) नमी की प्रभाव (effect of moisture),

(iii) नमी में घुले हुए उपयुक्त लवणों की उपस्थिति (presence of suitable salt dissolve in moisture),

(iv) भू-इलेक्ट्रोड के मध्य परास (spacing of electrodes)

(v) भू-इलेक्ट्रोड का पदार्थ और उसकी गहराई (materials of electrodes and its depth)।

3.8.1 मृदा की प्रकृति (Nature of Soil) - भू-सम्पर्कन के लिए मृदा का चयन निम्नानुसार होना चाहिए

(1) गीली दलदली जगह जहाँ कचड़े, राख और खारा पानी (समुद्री पानी) आदि हा।

(ii) सानी हुई मिट्टी जैसे मृदा या दुमट मिट्टी जिसमें कुछ मात्रा रेत मिलती हो।

(iii) नम और गीले रेत का गड्ढा ।

(iv) हरियाली की उपस्थिति से अच्छे और नमीयुक्त मृदा का संकेत मिलता है।

3.82 नमी का प्रभाव (Effect of Moisture)- (1) संलग्न वक्र से. 20 प्रतिशत से ऊपर नमी पर प्रतिरोधकता कम और 20 प्रतिशत कम नमी पर प्रतिरोधकता अधिक है।

(ii) शुष्क दिनों में जब प्रतिरोधकता 20 प्रतिशत 20 प्रतिशत नमी से नीचे हो, पानी के निश्चित समय अन्तराल में डालन की अनुशता का जाता हताकि नमी का स्तर अधिक बनी रहती है।

(iii) शुष्क मिट्टी का वजन लगभग 1440 किग्रा/मी^{3} और 200 प्रतिशत नमी का अर्थ 288 किग्रा पानी प्रति मी^{3} शुष्क मृदा के होता है।

3.8.3 नमी में घुले उपयुक्त लवणों की उपस्थिति (Presence of Suitable Salt Dissolved in Moisture)- सिर्फ पानी जिसमें प्राकृतिक लवण अनुपस्थित हों, उचित चालकता प्रदान नहीं कर सकता । ऐसे भू-इलेक्ट्रोड जो पानी के कुएँ में और शुद्ध पानी के बहाव (stream) में गड़ा हो उच्च प्रतिरोध व्यक्त करता है।

(i) मृदा का कृत्रिम उपचार (Artifical Treatment of Soil) - जहाँ सिर्फ पानी का उपयोग उचित परिणाम देने में असफल हो जाते हैं, वहाँ सोडियम क्लोराइड (सामान्य नमक), केल्सियम क्लोराइड, सोडियम कार्बोनेट या ताम्र सल्फेट आदि का घोल के रूप में देने का निर्देश है । इसी उद्देश्य के लिए लवण और कोयला मिलाया जाता है।

3.8.4 भू-इलेक्ट्रोड्स के मध्य दूरी (Spacing of Electrodes)- जब दोष धारा बहती है तो.) इलेक्ट्रोड का विभव बहुत अधिक हो जाता है। यह विभव इलेक्ट्रोड के आस-पास एक बहुत बड़े क्षेत्र में कार्य करता है विभव प्रवणता जो कि दो बिन्दुओं के मध्य वोल्टता गिरावट (mage drop) है माना कि दोनों बिन्दुओं के मध्य दूरी। फुट है, को इलेक्ट्रोड के नजदीक जाते हैं तो प्रवणता अधिक होती जाती है और यदि दूर ले जाते हैं तो प्रवणता कम हो जाती है। इस तरह एक स्थिति पर प्रवणता शून्य हो जाती है। इस तरह प्रत्येक इलेक्ट्रोड का एक प्रतिरोध क्षेत्र होता है जिसमें हम प्रवणता नाप सकते हैं, दो अगल-बगल के इलेक्ट्रोड्स का प्रतिरोध क्षेत्र एक-दूसरे को ढंकना नहीं चाहिए।

संलग्नों वक्र में द्वितीय भू-इलेक्ट्रोड का पहले के सापेक्ष क्षेत्र में प्रभावपन को प्रतिशत में व्यक्त किया जा सकता है। 3.8.5 भू-इलेक्ट्रोड का पदार्थ एवं भूमि में इसकी गहराई - विभिन्न पदार्थों के अनुसार इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध भिन्न-भिन्न होता है । अतः भू-इलेक्ट्रोड प्रभावी होने के कारण कम प्रतिरोध का पदार्थ चुना जाता है साथ ही इलेक्ट्रोड का नमी धारण करना उसकी गहराई के अनुसार बदलता है अतः भू-इलेक्ट्रोड के प्रभावी कार्य हेतु पर्याप्त गहराई चुनी जाना चाहिए।

3.9 भू-इलेक्ट्रोड (Earth Electrodes)

भू-इलेक्ट्रोड, भू-सम्पर्कन प्रणाली का वह भाग है जो कि पृथ्वी के अन्दर लगभग 15 मीटर की गहराई पर रहता है और भू-सम्पर्कन प्रणाली का सबसे मुख्य अंग है । भू-सम्पर्कन के उद्देश्य एवं कार्य इसी भाग से जिसे इलेक्ट्रोड कहते हैं, पूरा होता है | IS : 3043-1966 के अनुसार इलेक्ट्रोड के आकार एवं पदार्थ निम्नानुसार होते है -

(i) छड़ या पाइप इलेक्ट्रोड (rod or pipe earthing)

(ii) पत्ती या चालक इलेक्ट्रोड (strip or conductor electrode)

(iii) प्लेट (पटिट्का) इलेक्ट्रोड (plate electrode)|

3.9.1 छड़ या पाइप इलेक्ट्रोड (Rod or Pipe Electrode)-

चालक धातु का छड़ या पाइप के आकार में यह इलेक्ट्रोड बनाया जाता है इसके विभिन्न आकार को हम टेबल (सारिणी) 32 में देख सकते हैं | धातु के इस इलेक्ट्रोड पर जंग, एनेमल या पेन्ट नहीं होना चाहिए, पाइप इलेक्ट्रोड के भीतरी व्यास निम्नतम 38 मिमी इस्पात धातु का होना चाहिए तथा जस्तीकृत लौह का भीतरी व्यास न्यूनतम 38 मिमी और ढलवाँ लोहे का 100 मिमी निम्नतम होना चाहिए। इन पाइप या छड़ों में कोई जोड़ न हो तो ज्यादा अच्छा है। छड़ इलेक्ट्रोड का निम्नतम व्यास 16 मिमी इस्पात धातु के लिए तथा 12.5 मिमी निम्नतम व्यास ताम्र धातु के छड़ के लिए होना चाहिए।

3.9.2 पत्ती या चालक इलेक्ट्रोड (Strip or Conductor Electrode)-

यह ताम्र की पत्ती 25 मिमी x 1-6 मिमी क्षेत्रफल से कम नहीं होना चाहिए या जस्तीकृत लौह का 25 मिमी x4 मिमी से कम नहीं होना चाहिए । यदि गोल चालक इलेक्ट्रोड के रूप में ताम्र धातु का प्रयोग हो तो उसका अनुप्रस्थ काट का 3 वर्ग मिमी (14S.W.G.) से कम नहीं होना चाहिए और यदि जस्तीकृत लौह का गोल चालक हो तो उसका अनुप्रस्थ काट 6 वर्ग मिमी से कम नहीं होना चाहिए । जमीन के भीतर चालक की लम्बाई कम से कम 15 मीटर होनी चाहिए।

3.9.3 प्लेट इलेक्ट्रोड (Plate Electrode)- इनका निर्माण लोहा, जस्तीकृत लोहा या अलौह धातु (non-ferrous) की हो सकती है । जस्तीकृत लोहे (G.I.) या लोहे की प्लेट का माप 60 सेमी x 60 सेमी x 6.3 मिमी तथा ताम्र (अलौह धात) की प्लेट का माप 60 सेमी x 60 सेमी x3.15 मिमी होना चाहिए। संक्षेप में उपरोक्त इलेक्ट्रोड के विभिन्न आकार क्रमशः निम्नलिखित

(i) तार आकार (wire size)

(ii) पट्टी आकार में (strip size)

(iii) छड़ आकार में (rod size)

(iv) प्लेट आकार (plate size)

(v) पाइप आकार (pipe size) l

3.10 भू-सम्पर्कन के प्रकार (Type of Earthing)

IS : 732-1963 के अनुसार भू-सम्पर्कन निम्न दो विधियों द्वारा किया जाता है तथा भू-सम्पर्कन भारतीय विद्युत नियम 33 और 61 के नियमानुसार ही किया जाना चाहिए

(i) पाइप इलेक्ट्रोड द्वारा भू-सम्पर्कन (pipe electrode earthing)

(ii) प्लेट इलेक्ट्रोड द्वारा भू-सम्पर्कन (plate electrode earthing)|

3.10.1 पाइप इलेक्ट्रोड द्वारा भू-सम्पर्कन (Pipe Electrode Earthing)-

यह सस्ती और सबसे अच्छी विधि है । इसमें किसी नमी वाले जगह पर एक गड्ढा खोदकर यदि नमी कम हो तो पाइप की लम्बाई बढ़ाकर गड्ढे में गाढ़ देते हैं, अतः मृदा की नमी और क्षरण धारा के मान के आधार पर पाइप की लम्बाई बढ़ा देते हैं | जस्तीकृत लोहे का पाइप छिद्रयुक्त होता है, सामान्य मृदा के लिए इस पाइप की लम्बाई 2.5 मीटर तथा व्यास 38 मिमी होता है। पाइप में छिद्रों की दूरी एक-दूसरे से पूरे व्यास 7.5 सेमी होती है तथा पाइप का निचला सिरा नुकीला रखा जाता है । इसके ऊपर एक अपघटित छेद (reducing socket) 38 मिमी x 19 मिमी का लगाया जाता है | इस अपघटित छेद के ऊपर 19 मिमी व्यास का दूसरा पाइप 1-25 मीटर का लगा होता है।

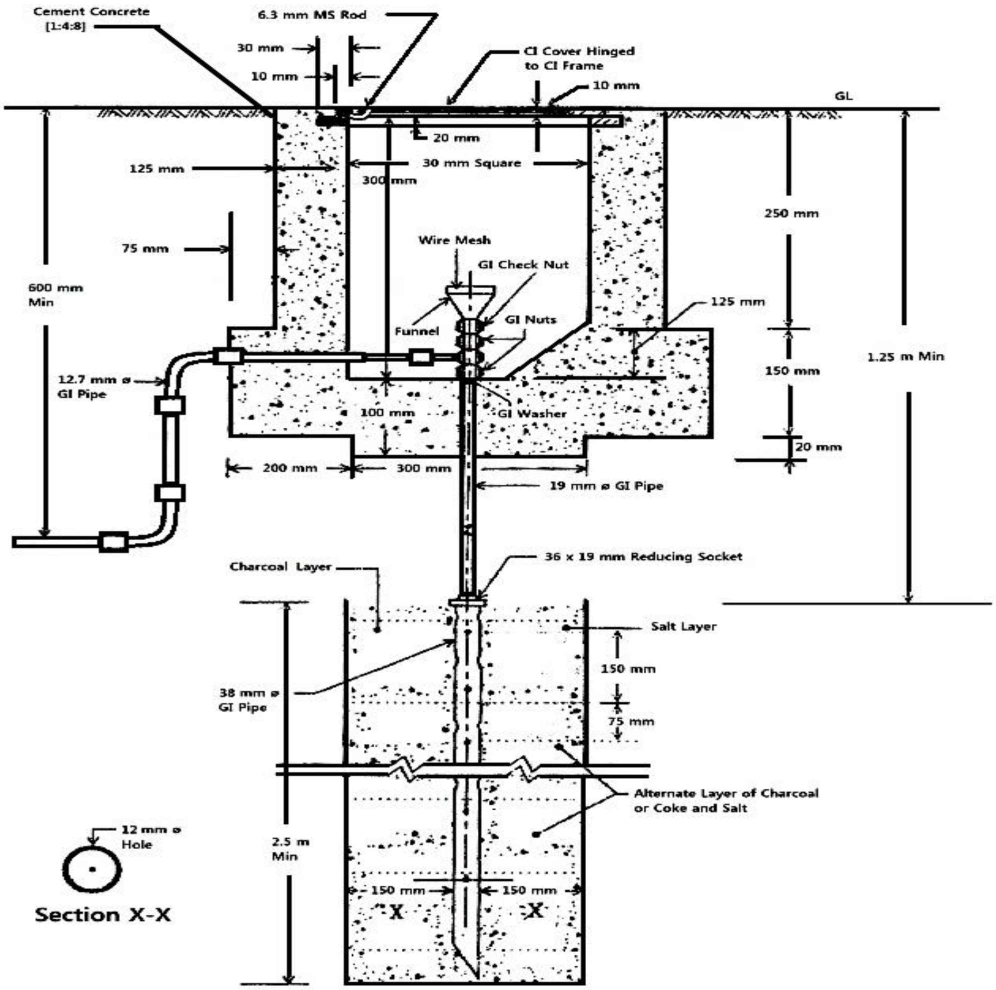
भू-सम्पर्कन की विधि - चित्र 3.10 के अनुसार लगभग 3.75 मीटर गहरा 30 सेमी व्यास का एक गड्ढा खोदकर पाइप के नुकीले हिस्से को गड्ढे के बीच खड़ा करते है। इस के अन्दर क्रमशः कोयला या चोक (choke) तथा नमक की 15 सेमी मोटी परत पाइप चारो ओर बिछा देते हैं । गड्ढे की सबसे ऊपरी परत में कोयले की परत रखते हैं जिसस गड्ढे की नमी बराबर बनी रहती है । इसके बाद इस पाइप के ऊपरी हिस्से पर 19 मिमी व्यास का पाइप लगा देते हैं वहाँ से एक मीटर की लम्बाई तक पाइप के ऊपरी सिरे तक सीमेंट कंक्रीट से गड्ढे को भर देते हैं | एक-दूसरा पाइप 12.7 मिमी व्यास का पृथ्वी सतह से 6 सिरे तक पृथ्वी सतह से 60 सेमी नीचे **रखते हैं। फिर 19 मिमी व्यास वाले पाइप के ऊपर एक तार की जाली का कीप (funnel) लगा देते हैं जिससे महीने में दो बार लगभग 20 लीटर पानी डालते हैं ताकि नमी बनी रहे।**

इस पाइप के अन्दर से भु-चालक ताँबे के तार या जरतीकत इस्पात का तार उपकरण के धातुयी हिस्से पर लगा देते हैं। पाइप को यान्त्रिक क्षति से बचाने के लिए पृथ्वी तल से नीचे सीमेंट कंक्रीट के गड्ढे में रखते हैं।

सावधानियाँ- (1) पाइप के ऊपरी हिस्से के भू-चालक का यान्त्रिक कसाव बहुत मजबूत होना चाहिए।

(ii) पृथ्वी के अन्दर से जाने वाले वाले चालक टूट न जायें इसका ध्यान रखना चाहिए।

(iii) एक मशीन से दूसरी मशीन तक जाने वाले तार को यांत्रिक क्षति से बचाना चाहिए।



3.10.2 प्लेट इलेक्ट्रोड द्वारा भू-सम्पर्कन (Plate Electrode Earthing)- पाइप इलेक्ट्रोड की विधि छोटे संस्थानों के लिए उपयुक्त होती है परन्तु बड़े संस्थान में जहाँ दोषी धारा की मात्रा ज्यादा हो सकती है। प्लेट इलेक्ट्रोड विधि द्वारा ही भू-सम्पर्कन करते हैं।जब ताँबे की प्लेट का उपयोग होता है तो इसका माप कम से कम 60 सेमी x 60 सेमी -X3.15 मिमी होना चाहिए और जब जस्तीकृत लौह का उपयोग हो तो इसका माप कम से कम 60 x सेमी x 60 सेमी x 6-30 मिमी होना चाहिए। भू-सम्पर्कन की विधि-चित्र के अनुसार लगभग 2 मीटर गहरा, तथा 31 सी चाड़ा गड्ढा खोदकर उसकी तली में 15 सेमी मोटी कोयले की परत बिछा देते हैं। 12.7 व्यास के जस्तीकत लोहे के पाइप के अन्दर से ताँबे या जी.आई. (G.I.) तार को यान्त्रिक से बचाते हुए प्लेट के बीच नट-बोल्ट से कस देते हैं । प्लेट को गड्ढे की तली में सावधानी रखते हैं | चालक को पृथ्वी तल से 60 सेमी नीचे से 12.7 मिमी व्यास के पाइप द्वारा उपकरण के भू-सम्पर्कन

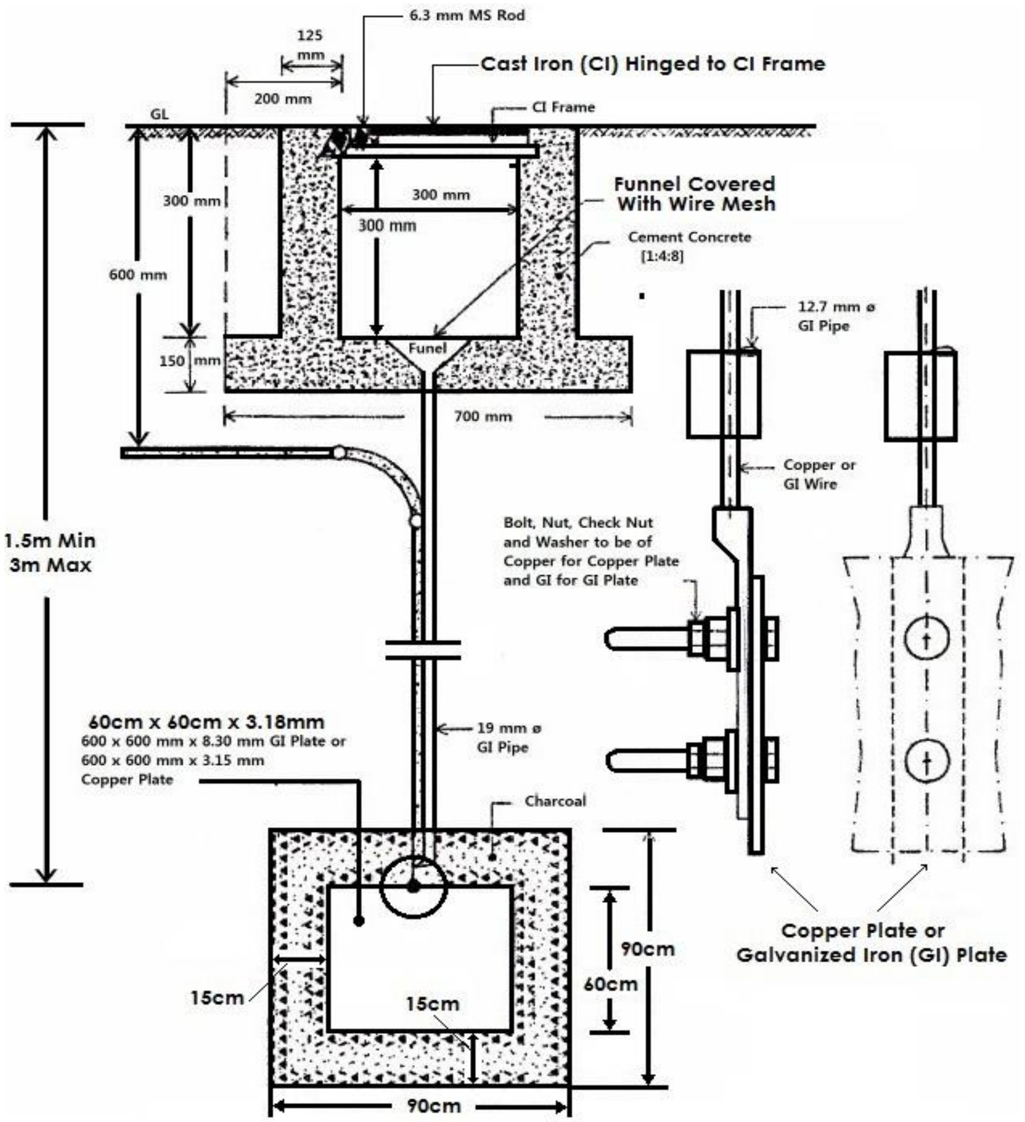
बिन्दु तक लाते हैं | 19 मिमी व्यास के दूसरे पाइप को पहले पाइप (12.7 मिमी व्यास) के साथ-साथ प्लेट जुड़े चालक तक ले जाते हैं | 19 मिमी व्यास के पाइप के ऊपर सिरे पर कीप (funnel) लगा देते हैं । अब कोयला और नमक की बारी-बारी से 15 सेमी की परतें गड्ढे की सतह तक लाते हैं | पृथ्वी की ऊपरी सतह को कंक्रीट का बनाकर लोहे के ढक्कन से ढक देते हैं । इस ढक्कन को खोलकर समय-समय पर फनल से पानी डालते हैं जिससे भू-प्रतिरोध निम्न बना रहता है -

सावधानियाँ- (i) प्लेट में लगे तार का जोड़ मजबूत होना चाहिए ।

(ii) नमक एवं कोयले की परत बराबर मोटाई की होनी चाहिए।

iii) प्लेट को गड्ढे के बीच में ही रखना चाहिए ।

क) प्रणाली में महीने में दो बार पानी अवश्य डालना चाहिए। 1



भू-प्रतिरोध का मापन (Measurement of Earth Resistance)

भू-प्रतिरोध का मान एक निर्धारित मान से अधिक नहीं होना चाहिए अन्यथा इससे बहुत ही हानिकारक धारा बढ़कर उपकरण और मशीन को क्षतिग्रस्त कर देती है। चूंकि अनुच्छेद 271 में दशाएँ भू-प्रतिरोध के मान के तुलनात्मक मानों का निर्धारण करना आवश्यक होता है अतः भू-सम्पर्कन का प्रतिरोध निकालना अति आवश्यक है। इसके मापन हेतु निम्नलिखित विधियाँ प्रचलित हैं -

(i) वोल्टमीटर-अमीटर द्वारा (voltmeter-ammeter method)

(ii) पोर्टेबल मेगर या भू-परीक्षक द्वारा (portable megger or earth tester method)

(iii) ओह्म मीटर के द्वारा (Ohm meter method)

(iv) भू-लूप परीक्षण के द्वारा (earth-loop tester method) |

3.11.1 वोल्टमीटर-अमीटर द्वारा (Voltmeter-ammeter Method) - चित्र 3.12 के अनुसार भू-प्रतिरोध का मान एक वोल्टमीटर और एक अमीटर को दिए हुए परिपथ के अनुसार विभिन्न इलेक्ट्रोड्स से संयोजित करते हैं। चित्र 3.12 वोल्टमीटर-अमीटर द्वारा भू-परीक्षण भारतीय विद्युत नियम के द्वारा अनुसंशित प्रक्रिया से एक इलेक्ट्रोड E और एक अन्य अस्थायी भू-इलेक्ट्रोड C जो कि 5 से 30 से 40 फीट की दूरी पर चित्र में दर्शाया है। एक अन्य अस्थाई इलेक्ट्रोड P को E और C के मध्य गाड़ देते हैं और वोल्टमीटर E और P के मध्य जोड़ देते हैं । E इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध -V/I सूत्र से प्राप्त होगा जो कि इलेक्ट्रोड E का प्रतिरोध होगा | अब वोल्टमीटर और आमीटर के पाठयांक क्रमशः V और I को P इलेक्ट्रोड