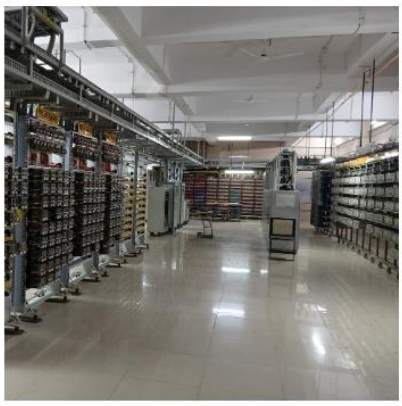
सिगनलिंग इंस्टॉलेशन में अर्थिंग

(Earthing in Signalling Installation)

(नवीनतम TAN, RDSO, CAMTECH और IRSEM पर आधारित)



सिगनल एवं दूरसंचार प्रशिक्षण केन्द्र साबरमती, प. रे.

** प्रेरणा एवं मार्गदर्शन **

- प्रेरणास्रोत -

श्री रजनीश कुमार

प्रधान मुख्य सिगनल एवं दूरसंचार इंजीनियर, पश्चिम रेलवे

- मार्गदर्शक -

श्री उमेश कुमार

मुख्य सिगनल इंजीनियर, पश्चिम रेलवे

- विशेष सहयोग -

श्रीमती अनुकृति वर्मा

उप मुख्य सिगनल एवं दूरसंचार इंजीनियर /समन्वय, पश्चिम रेलवे

संकलन / लेखन / अनुवाद:

श्री पारस नाथ प्रजापति प्राचार्य, STTC-SBI

एवं

श्री गौरव प्रियदर्शी मुख्य अनुदेशक (सिगनल), STTC-SBI

तथा

STTC-SBI टीम

(April 2026)

विषय सूची (Table of Contents)

क्रम संख्या	विषय-वस्तु	पृष्ठ संख्या
अध्याय-1	अर्थिंग की अवधारणा (Concept of Earthing)	1 – 7
अध्याय-2	पारंपरिक अर्थिंग व्यवस्था (Conventional Earthing Arrangement)	8 – 11
अध्याय-3	मेंटेनेंस फ्री अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम (Maintenance Free Earthing and Bonding System)	12 – 22
अध्याय-4	अर्थ रेजिस्टेंस का मापन (Measurement of Earth Resistance)	23 – 26
अध्याय-5	बाहरी सिगनलिंग उपकरणों के लिए अर्थिंग (Earthing for Outer Door Signalling)	27 – 32
अध्याय-6	अर्थिंग का अनुरक्षण कार्यक्रम (Maintenance Schedule)	33

अध्याय-1
अर्थिंग की अवधारणा (Concept of Earthing)

1.1 परिचय (Introduction)

पृथ्वी की संरचना में ऐसे कई पदार्थ शामिल हैं जो विद्युत के सुचालक (conductive) होते हैं। इसमें मुख्य रूप से वे खनिज भंडार (mineral bodies) आते हैं जिनमें धात्विक तत्व (Metallic Contents) मौजूद होते हैं।

जब किसी भवन या संरचना (Building or Structure) के पास आकाशीय बिजली (Lightning) गिरती है या इनके पास में उच्च वोल्टेज की विद्युत लाइनें (High Voltage Power Lines) होती हैं, तो इसकी वजह से विद्युतचुंबकीय/ वैद्युतस्थैतिक प्रेरण (Electromagnetic/ Electrostatic Induction) उत्पन्न होता है जिसके कारण फॉल्ट करंट (Fault Currents) पैदा होता है।

ये फॉल्ट करंट आसपास की संरचनाओं (Nearby Structures) के धात्विक भागों (Metallic Bodies) के माध्यम से प्रवाहित होती हैं और केबलों (Cables) या विद्युत उपकरणों (Electrical Equipment) के खुले धात्विक भागों (Exposed Metallic Bodies) में खतरनाक पोटेन्शियल/ वोल्टेज (Dangerous Potential/Voltages) उत्पन्न करती हैं।

इससे इन धात्विक भागों (metallic bodies) के संपर्क (Contact) में आने वाले व्यक्ति को विद्युत आघात (Electric Shock) लग सकता है तथा उपकरणों (Equipment) को गंभीर क्षति (Damage) हो सकती है।

यदि इन उपकरणों को किसी धात्विक चालक (Metallic Conductor) के माध्यम से पृथ्वी (Earth) से जोड़ा जाए, तो फॉल्ट करंट (Fault Current) पृथ्वी (Earth) में प्रवाहित हो जाएगा, जिससे उपयोगकर्ता (User) को झटका (Shock) लगने से और उपकरणों को क्षति (damage) से सुरक्षा मिलती है।

इसलिए विद्युत स्थापना (electrical installation) अथवा विद्युत उपकरणों (electrical appliances) के सभी खुले धातु के भागों (exposed metal parts) को अनिवार्य रूप से अर्थ (earthed) किया जाना चाहिए।

1.2 अर्थिंग का महत्व (Importance of Earthing)

अर्थिंग निम्नलिखित कारणों से अनिवार्य है:

- अर्थिंग व्यक्तियों/ कर्मचारियों (personnel) को शॉर्ट-सर्किट करंट (short-circuit current) से बचाती है।
- अर्थिंग इंसुलेशन (insulation) फेल होने के बाद भी शॉर्ट-सर्किट करंट के प्रवाह के लिए सबसे आसान रास्ता प्रदान करती है।
- अर्थिंग उपकरणों (apparatus) और कर्मचारियों (personnel) को हाई वोल्टेज सर्ज (high voltage surges) तथा आकाशीय बिजली (lightning discharge) से सुरक्षा प्रदान करती है।

  विद्युत स्थापना (Electrical Installation) के संबंधित भागों को, जमीन (Soil) के निकट या अंदर स्थापित इलेक्ट्रिकल कन्डक्टरों (Electrical Conductors) या इलेक्ट्रोडों (Electrodes) के तंत्र (System) से विद्युतीय रूप से जोड़कर अर्थिंग (Earthing) की जाती है।

  जमीन के भीतर लगे हुए अर्थिंग मैट (earthing mat) या इलेक्ट्रोड (electrode) से लोहे की एक चौड़ी पट्टी ऊपर की ओर निकलती है जिसे फ्लैट आयरन राइज़र (Flat iron Riser) कहते हैं, इसके माध्यम से उपकरणों (Equipment) के उन सभी बाहरी धात्विक के हिस्सों (Metallic) को जोड़ा जाता है जिनमें सामान्य तौर पर करंट नहीं बहता है (Non-current-carrying parts)।

1.3 इलेक्ट्रिकल अर्थिंग (Electrical Earthing)

कम प्रतिरोध वाले तार (Low Resistance Wire) की सहायता से विद्युत ऊर्जा (Electrical Energy) के तात्कालिक डिस्चार्ज (Immediate Discharge) को सीधे पृथ्वी (Earth) में भेजने की प्रक्रिया को इलेक्ट्रिकल अर्थिंग (Electrical Earthing) के रूप में जाना जाता है। उपकरण के उस हिस्से को जिसमें करंट नहीं बहता (non-current carrying part) है उसको या सप्लाई सिस्टम के न्यूट्रल (Neutral) को ग्राउन्ड (Ground) से जोड़कर इलेक्ट्रिकल अर्थिंग (Electrical Earthing) की जाती है।

अर्थिंग के लिए ज्यादातर गैल्वेनाइज्ड आयरन (GI – जस्तीकृत लोहा) का उपयोग किया जाता है। अर्थिंग, लीकेज करंट (leakage current) को आसान रास्ता प्रदान करता है। उपकरण का शॉर्ट-सर्किट करंट (short-circuit current) सीधे अर्थ (Earth) में चला जाता है, जिसका पोटेंशियल शून्य (zero potential) माना जाता है। इस प्रकार, यह सिस्टम और उपकरणों को क्षति से बचाता है।

1.4 अर्थ रेजिस्टेंस क्या है? (What is Earth Resistance?)

जब भी हम प्रतिरोध (Resistance) की बात करते हैं, तो यह एक दो-टर्मिनल (Two Terminal) वाला डिवाइस होता है और इसका मान दो टर्मिनलों के बीच मापा जाता है।

लेकिन अर्थ (Earth) के मामले में केवल एक ही टर्मिनल होता है और अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) वास्तव में इलेक्ट्रोड (Electrode) और अनंत दूरी पर स्थित रिफरेंस अर्थ (Reference Earth at Infinity) के बीच का प्रतिरोध (resistance) होता है।

अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth electrode) द्वारा जमीन (ground) के अंदर करंट के बहाव (Flow of current) के दौरान पैदा की गई रुकावट (Resistance) के रूप में परिभाषित किया गया है। इसे रेजिस्टेंस टू अर्थ (Resistance to earth) या ग्राउंड रेजिस्टेंस (Ground resistance) के नाम से भी जाना जाता है।

आदर्श अर्थ रेजिस्टेंस (ideal earth resistance) को शून्य माना जाता है, ताकि फॉल्ट करंट (fault current) तेजी से जमीन में प्रवाहित हो सके, लेकिन व्यावहारिक रूप से यह असंभव है।

अर्थ रेजिस्टेंस का मान अलग-अलग स्थानों (Locations) पर अलग-अलग होता है।

भारतीय मानक (Indian Standard) विभिन्न संरचनाओं (Structures) के लिए अर्थ रेसिस्टेंस (Earth Resistance) के मान का एक स्वीकार्य सीमा (Tolerable Limit) निर्धारित करता है, जो मुख्य रूप से मिट्टी की प्रतिरोधकता (soil resistivity) पर निर्भर करता है।

अर्थिंग सिस्टम (Earthing System) के डिजाइन (Design) और रखरखाव (Maintenance) के लिए अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है, क्योंकि यह विद्युत स्थापनाओं (Electrical Installations) की सुरक्षा (Safety) और कार्यक्षमता (Performance) को प्रभावित करता है। यह अर्थ इलेक्ट्रोड और आसपास की मिट्टी के बीच के रेजिस्टेंस का माप (measure) है, जो अंततः ग्राउंडिंग सिस्टम (grounding system) की प्रभावशीलता (effectiveness) को प्रभावित करता है।

अंतर्राष्ट्रीय मानक (International standards) जैसे कि IEC 62305 और BS 7430 विभिन्न विद्युत स्थापनाओं (electrical installations) के लिए अर्थिंग डिजाइन प्रैक्टिस (earthing design practices) को परिभाषित करके सुरक्षा सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

अर्थिंग सिस्टम में अर्थ इलेक्ट्रोड (earth electrodes), क्लैंप (clamps), कंडक्टर (conductors) और इक्विपोटेंशियल बॉन्डिंग बार (equipotential bonding bars) शामिल होते हैं जो पूरे सबस्टेशन (substation) में एक समान पोटेंशियल ग्रेडिएंट (potential gradient) बनाए रखते हैं।

ब्रिटिश मानक (British Standard) BS 7430 विभिन्न विद्युत प्रतिष्ठानों (electrical installations) के लिए अर्थिंग डिजाइन (earthing design) पर मार्गदर्शन प्रदान करता है।

1.5 अर्थ इलेक्ट्रोड क्या है? (What is an Earth Electrode?)

एक अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth electrode) धातु की वह छड़ (Metal Rod) या प्लेट (Plate) होती है, जिसे मिट्टी में दबाया जाता है और इलेक्ट्रिकल सिस्टम के अर्थ टर्मिनल (Earth terminal) से जोड़ा जाता है। यह फॉल्ट करंट (Fault current) और आकाशीय बिजली के सर्ज (Lightning surges) को जमीन (Ground) में विसर्जित (Dissipate) करने के लिए एक कम प्रतिरोध वाला मार्ग (Low-resistance path) प्रदान करता है।

साथ ही, यह सिस्टम के वोल्टेज (Voltage) को स्थिर (Stabilize) रखने एवं इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इंटरफेरेंस (Electromagnetic Interference) को कम करने में भी मदद करता है।

1.6 अर्थ प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारक क्या हैं? (What are the Factors that affect Earth Resistance?)

IS 3043 के अनुसार, अर्थिंग प्रतिरोध (earthing resistance) का मान तीन कारकों (Factors) पर निर्भर करता है:

(i) अर्थ इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध (The resistance of the earth electrode)
(ii) मिट्टी की प्रतिरोधकता (The soil resistivity)
(iii) इलेक्ट्रोड की सतह और मिट्टी के बीच का संपर्क प्रतिरोध (The contact resistance between the electrode surface and the soil)

उपरोक्त कारक (i) और (iii) को कारक (ii) अर्थात मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil resistivity) की तुलना में नगण्य (negligible) माना जाता है, इसलिए व्यावहारिक रूप से कारक (i) और (iii) को नजरअंदाज (avoid) किया जा सकता है। अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) का मान मुख्य रूप से इलेक्ट्रोड (Electrode) और शून्य विभव वाले बिन्दु (Point of Zero Potential) अर्थात अनंत पृथ्वी (Infinite Earth) के बीच स्थित मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil Resistivity) पर निर्भर करता है। यही कारण है कि जब हम भारतीय मानक (Indian Standard) के अनुसार अर्थिंग मान (Earthing Value) का निर्धारण करते हैं, तो हम मुख्य रूप से मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil Resistivity) के मापन (Measurement) पर ध्यान देते हैं। मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil Resistivity) कई कारकों (Factors) से प्रभावित होती है, जैसे:

- मिट्टी की विद्युत चालकता (electrical conductivity) मुख्य रूप से विद्युत अपघटन (electrolysis) के कारण होती है। मिट्टी में पानी, नमक और अन्य रासायनिक घटकों (chemical components) की सांद्रता (concentration) इसकी चालकता (conductivity) निर्धारित करती है। कम नमक वाली सूखी मिट्टी की तुलना में उच्च नमक वाली नम मिट्टी (Moist soil with high salt content) की प्रतिरोधकता कम (lower resistivity) होती है।

- मिट्टी की रासायनिक संरचना (Chemical composition), इसकी pH वैल्यू और जंगकारक गुणों (Corrosion properties) को प्रभावित करती है। अम्लीय (Acidic) या क्षारीय (Alkaline) मिट्टी के कारण अर्थ इलेक्ट्रोड में जंग (Corrode) लग सकता है और इसका प्रतिरोध (Resistance) भी बढ़ सकता है।

- मिट्टी के कणों का आकार (Grain size), उनकी एकरूपता (Uniformity) और पैकिंग (Packing) मिट्टी की सरंध्रता (Porosity - छिद्र होने का गुण) और नमी बनाए रखने की क्षमता (Moisture retention capacity) को प्रभावित करते हैं। एक समान वितरण (Uniform distribution) और सघन पैकिंग (Compact packing) वाली बारीक मिट्टी (Fine-grained soil) की प्रतिरोधकता (Resistivity), अनियमित फैलाव (irregular distribution) और ढीली पैकिंग वाली मोटी मिट्टी (Coarse-grained soil) की तुलना में कम होती है।

- मिट्टी का तापमान (Temperature), इसके तापीय विस्तार (Thermal expansion) और हिमांक (Freezing point) को प्रभावित करता है। उच्च तापमान (High temperature) आयनों की गतिशीलता (Ion mobility) को बढ़ाकर मिट्टी की चालकता (Conductivity) बढ़ा सकता है। वहीं, कम तापमान (Low temperature) पानी को जमाकर (Freezing) मिट्टी की चालकता को कम कर सकता है।

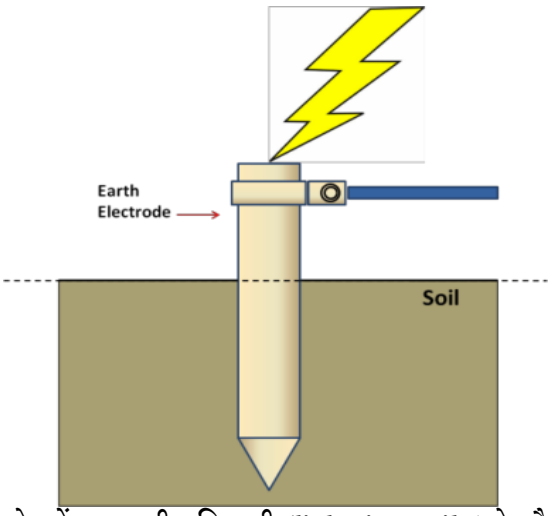
1.7 अर्थ रेजिस्टेंस का महत्व (Significance of Earth Resistance)

मान लीजिए यदि किसी अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode) में भारी करंट (जैसे कि सर्ज या ट्रैक्शन सब-स्टेशन के कारण) प्रवाहित की जाती है, तो इलेक्ट्रोड के पोटेंशियल (वोल्टेज स्तर) में वृद्धि होगी, जो की अर्थ रेजिस्टेंस पर निर्भर करेगी।

अर्थ रेजिस्टेंस का कम मान (Low value) होना वांछनीय (Desirable) है, क्योंकि यह टच वोल्टेज (Touch Voltage) और स्टेप वोल्टेज (Step Voltage) को कम करने में सहायता करता है, विद्युत आघात (Electrical Shock) के जोखिम को घटाता है तथा अर्थिंग सिस्टम (Earthing System) के समग्र कार्यक्षमता (Overall Performance) को बेहतर बनाता है।

अतः, जितना अधिक अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) होगा, उसी करंट (Current) को विसर्जित (Dissipate) करने के लिए अर्थिंग सिस्टम (Earthing system) में उतना ही अधिक वोल्टेज (Voltage) उत्पन्न होगा।

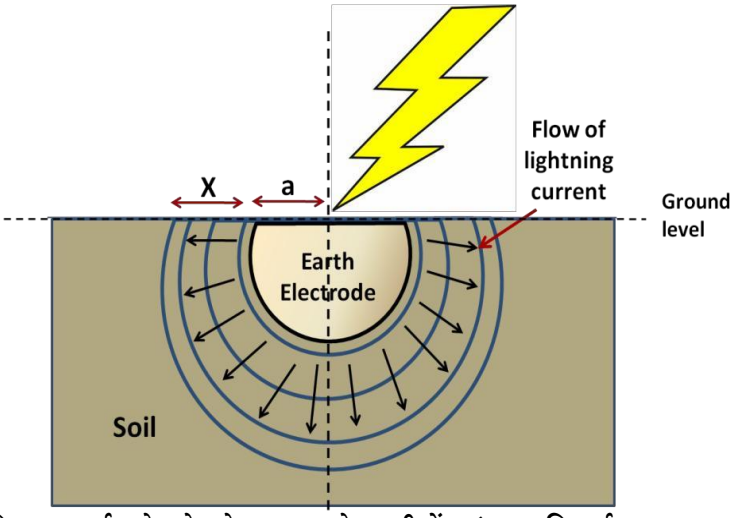
अब प्रश्न उठता है कि: यदि पृथ्वी एक खराब चालक (Bad conductor) है, तो यह कम प्रतिरोध (Low resistance) जैसे कि 1 ओम से कम कैसे प्रदान करती है? इसका स्पष्टीकरण (Explanation) आगे दिए गए अनुच्छेदों (Paragraphs) में दिया गया है।



चित्र 1 : अर्थ इलेक्ट्रोड में आकाशीय बिजली (lightning strike) के दौरान करंट का प्रवाह

1.8 अर्थ रेजिस्टेंस की गणना का सिद्धांत (Principle of earth resistance calculation)-

- मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil Resistivity - ρ) बहुत बड़े स्तर पर परिवर्तित (Varies widely) होती है (कुछ Ω-m से 1000 Ω-m तक) तथा यह धातुओं (Metals) की तुलना में बहुत अधिक होती है, लेकिन अपने विशाल द्रव्यमान (Huge mass) के कारण पृथ्वी एक बड़े सिंक (Sink - सोखने वाले स्थान) की तरह व्यवहार करती है।



चित्र 2: अर्थ इलेक्ट्रोड के माध्यम से पृथ्वी में करंट का विसर्जन

- जब किसी अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode) में करंट (Current) प्रवाहित किया जाता है, तो यह आसपास की मिट्टी (Soil) में सभी दिशाओं में फैल जाता है। जैसे-जैसे फैलाव का क्षेत्र (Area of Spread) बढ़ता है, करंट घनत्व (Current Density) कम होता जाता है, जिससे विद्युत क्षेत्र (Electric Field) और वोल्टेज (Voltage) में कमी आती है।
- अधिकांश वोल्टेज ड्रॉप (Voltage drop) इलेक्ट्रोड से बहुत कम दूरी (Short distance) के भीतर ही हो जाता है।
- सैद्धांतिक विश्लेषण (Theoretical analysis) के लिए, अर्थ इलेक्ट्रोड को एक अर्धगोले (Hemisphere) के रूप में माना गया है। अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) को इस सूत्र द्वारा दर्शाया जाता है:-

$$R = \rho / 2\pi a$$

जहाँ ρ (Rho) = मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil resistivity),
a = अर्धगोले की त्रिज्या (Radius of hemisphere)

- उपरोक्त सूत्र (Formula) के अनुसार
  # सतह के क्षेत्रफल में जितनी वृद्धि (Increase in surface area) होगी अर्थात इलेक्ट्रोड जितना बड़ा होगा या उसकी प्रभावी त्रिज्या (Effective radius) जितनी अधिक होगी अर्थ रेजिस्टेंस उतना ही कम होगा।

  # मिट्टी की प्रतिरोधकता (Lower soil resistivity) जितनी कम होगी अर्थ रेजिस्टेंस उतना ही कम होगा।

- **अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) मुख्य रूप से मिट्टी के गुणों (Soil properties) पर निर्भर करता है। इलेक्ट्रोड की सामग्री (तांबा/जीआई) का इस पर बहुत ही कम प्रभाव पड़ता है।**

- उदाहरण (एकल इलेक्ट्रोड - Single Electrode):
  माना कि निम्नलिखित आयामों (Dimensions) वाले अर्थ इलेक्ट्रोड का उपयोग किया जाता है:
  लंबाई (Length) L = 3 मीटर, त्रिज्या (Radius) a = 17 मिमी = 0.017 मीटर

  तो अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) का मान निम्न सूत्र से निकाला जा सकता है:

$$R = \rho / 2\pi L (\ln 4L/a - 1)$$

  इस प्रकार

  यदि $\rho = 40\ \Omega$-m है तो $\longrightarrow R \approx 11.78\ \Omega$

  यदि $\rho = 20\ \Omega$-m है तो $\longrightarrow R \approx 6\ \Omega$

  यदि $\rho = 4\ \Omega$-m है तो $\longrightarrow R \approx 1.2\ \Omega$

- पथरीली (Rocky) या ढीली (Poorly compacted) मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil Resistivity) अधिक होती है, जिससे अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) भी बढ़ जाता है।
- इसलिए इच्छित अर्थ रेजिस्टेंस (Desired Earth Resistance) प्राप्त करने के लिए आवश्यक इलेक्ट्रोडों की संख्या (Number of electrodes) तय करने हेतु 'मिट्टी की प्रतिरोधकता का सर्वेक्षण' (Soil Resistivity Survey) करना अत्यंत आवश्यक है।

1.9 इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी का प्रभाव (Effect of inter-electrode spacing)

कभी-कभी यदि एक ही अर्थ इलेक्ट्रोड (Single Earth Electrode) से वांछित अर्थ प्रतिरोध (Required Earth Resistance) प्राप्त नहीं होता है, तो एक से अधिक इलेक्ट्रोड (Multiple Electrodes) लगाए जाते हैं।

ऊपर की गई गणना के अनुसार एक सिंगल अर्थ इलेक्ट्रोड (Single Earth Electrode) का अर्थ रेजिस्टेंस R = 11.78 Ohm है।
निम्नलिखित तालिका (Table) दो अर्थ इलेक्ट्रोडों के अर्थ रेजिस्टेंस (earth resistance) की गणना को दर्शाती है, जिन्हें 'S' दूरी पर स्थापित किया गया है और जिन्हें आपस में GI तार (GI wire) या धातु की पट्टी (metal strip) के माध्यम से जोड़ा गया-

इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी 'S'	कुल अर्थ रेजिस्टेंस R_E	एकल इलेक्ट्रोड अर्थ रेजिस्टेंस R (=11.78 Ohm) का % % of Single Electrode Earth Resistance R (=11.78 Ohm)
0.5 M	8.29 Ohm	70.3%
2 M	7.06 Ohm	60%
3 M	6.8 Ohm	57.7%
4 M	6.64 Ohm	56.4%
6 M	6.39 Ohm	54.2%
15 M	6.11 Ohm	51.8%
30 M	6.0 Ohm	50.9%
1 Km	5.91 Ohm	50.1%

ऊपर दी गई सारणी (Table) से यह देखा जा सकता है कि जब दो अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrodes) के बीच की दूरी 6 मीटर होती है, तो अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) का मान सिंगल इलेक्ट्रोड के मुकाबले लगभग 54.2% तक कम हो जाता है।

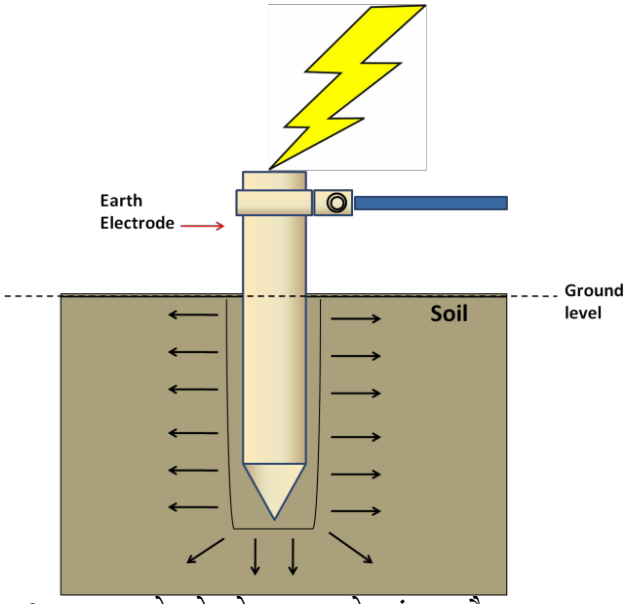
इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी (Inter-Electrode Distance) को और बढ़ाने पर अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) में कोई विशेष (Significant) सुधार नहीं होता है।

भारतीय रेल (Indian Railways) में सामान्यतः 3 मीटर लंबाई (Length) के अर्थ इलेक्ट्रोड का उपयोग किया जाता है, इसलिए सर्वोत्तम परिणाम (Best Results) के लिए इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी उसकी लंबाई की लगभग दोगुनी, अर्थात 6 मीटर रखनी चाहिए।

स्थान की कमी (Space Constraint) के कारण यदि अर्थ इलेक्ट्रोडों को 3–4 मीटर की दूरी पर लगाना पड़े तो यह आदर्श (optimal) स्थिति नहीं है, लेकिन मजबूरी (Unavoidable Condition) में ऐसा किया जा सकता है, क्योंकि इस सीमा तक अर्थ सिस्टम के कार्य क्षमता (Performance) पर बहुत अधिक प्रतिकूल प्रभाव (Adverse Effect) नहीं पड़ता।

1.10 इलेक्ट्रोडों को आपस में जोड़ने का प्रभाव (Effect of interconnecting electrodes)-

केस 1 : एकल इलेक्ट्रोड (Single Electrode)

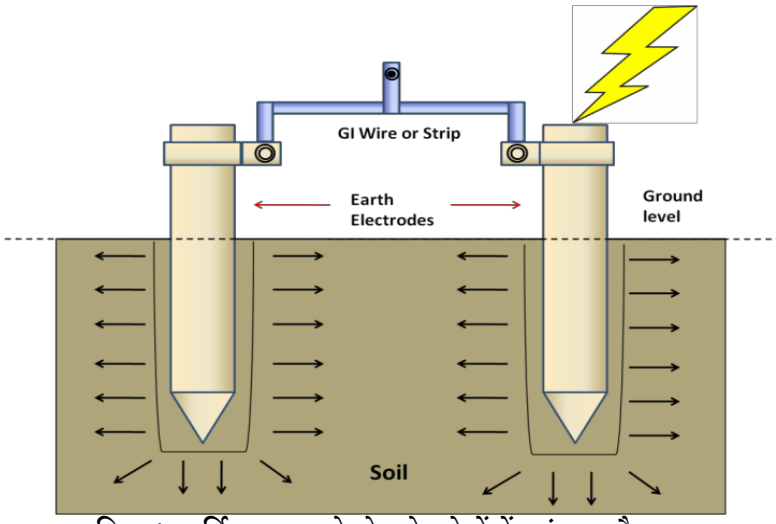


चित्र 3 : एकल इलेक्ट्रोड के माध्यम से करंट का फैलाव

इस स्थिति में, जब भी इलेक्ट्रोड में कोई करंट आता है, तो वह सभी दिशाओं में विसर्जित (Dissipates) हो जाता है। इसे ऊपर चित्र 3 में दिखाया गया है।

केस 2: एक टर्मिनल पर जुड़े दो इलेक्ट्रोड (Two Electrodes joined at a terminal)

यदि दो इलेक्ट्रोड उपयोग किए जाते हैं और उन्हें एक कॉमन टर्मिनल (Common terminal) पर, जैसे कि किसी लोकेशन बॉक्स (Location box) पर, जीआई वायर (GI wire) या पट्टी (Strip) द्वारा जोड़ा जाता है, तो उनका प्रभावी प्रतिरोध (Effective resistance) एकल अर्थ इलेक्ट्रोड (Single Earth Electrode) के प्रतिरोध की तुलना में कम हो जाता है, क्योंकि उनके विसर्जन का मार्ग (Path of dissipation) साझा (Common) हो जाता है। (चित्र 4)



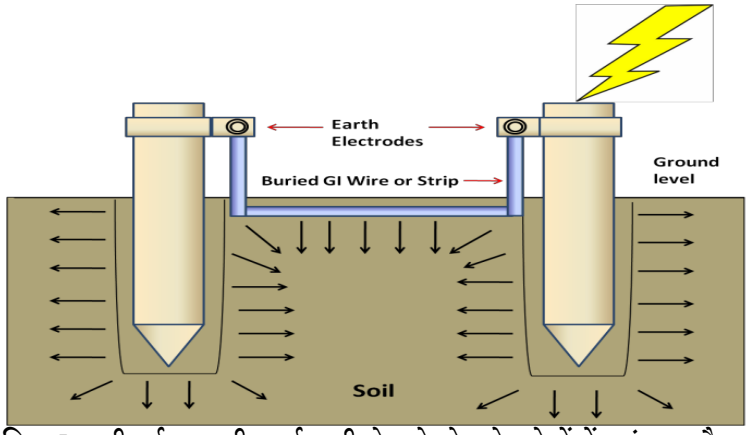
चित्र 4 : टर्मिनल पर जुड़े दो इलेक्ट्रोडों में करंट का फैलाव

केस 3: दबी हुई नग्न जी.आई. पट्टी से जुड़े दो इलेक्ट्रोड (Two Electrodes joined with naked buried GI strip)

यदि दो अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrodes) लगाए जाएँ और उन्हें जमीन के अंदर दबाई गई GI वायर या स्ट्रिप (GI Wire or Strip) से आपस में जोड़ा जाए, तो अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) और बेहतर (Improve) हो जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि केस 2 की तुलना में करंट के विसर्जन का मार्ग (Path for dissipation) और अधिक बढ़ (Enhanced) जाता है। (चित्र 5)

नोट: जीआई पट्टी (GI strip) नग्न (Naked) अर्थात अनइंसुलटेड होनी चाहिए और जमीन में कम से कम 6 इंच गहराई पर दबी होनी चाहिए, तभी करंट का विसर्जन (Dissipation) ठीक से हो पाता है।

इस तरह से अर्थ प्रतिरोध (Earth Resistance) के मान को बहुत कम किया जा सकता है, जो कि कुछ सिगनलिंग अनुप्रयोगों (Signalling applications) के लिए आवश्यक है। इसी सिद्धांत के आधार पर रिंग अर्थ (Ring Earth) की व्यवस्था बनाई जाती है।



चित्र 5: दबी हुई नग्न जी.आई. पट्टी से जुड़े दो इलेक्ट्रोडों में करंट का फैलाव

*

अध्याय-2
पारंपरिक अर्थिंग व्यवस्था
(CONVENTIONAL EARTHING ARRANGEMENT)

2.1 परिचय (Introduction)

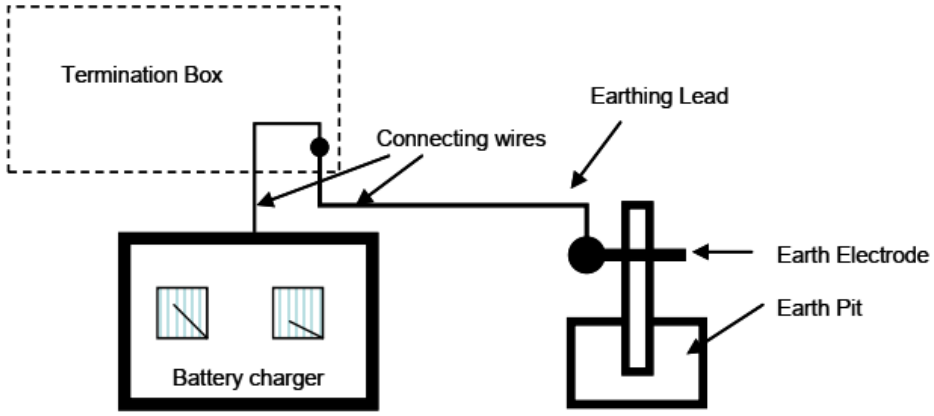
पारंपरिक अर्थिंग व्यवस्था (कन्वेन्शनल अर्थिंग अरेंजमेन्ट) मुख्य रूप से मैकेनिकल और इलेक्ट्रिकल सिगनलिंग उपकरणों की अर्थिंग के लिए लगाया जाता है। इसमें निम्नलिखित उपकरण शामिल हैं:-

- केबिनों में लगे लीवर फ्रेम (Lever frames)।
- केबलों के सिरों (ends) को जोड़ने वाले केबल टर्मिनल बॉक्स (cable terminal boxes connecting the ends of the cables)
- केबलों की धातु की शीथिंग (Metallic sheathing) और आर्मरिंग (Armouring)।
- लाइटनिंग और स्पार्क अरेस्टर (lightning and spark arrestors)
- सिगनल लोकेशन बॉक्स (Signal Location Boxes)
- सिगनल स्क्रीन (signal screens)
- ब्लॉक इंस्ट्रूमेंट्स (block instruments)

इस प्रणाली के मुख्य घटक (Components of this System):

इस सिस्टम के अर्थिंग अरेंजमेन्ट में निम्नलिखित चार मुख्य भाग होते हैं:

1. मिट्टी (Soil)
2. अर्थ लीड वायर (Earth lead wire)
3. अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth electrode)
4. उपकरणों तक अर्थ पहुँचाने के लिए कनेक्टिंग वायर (Connecting wire to extend earth to equipments)



चित्र 2.1: पावर उपकरण (बैटरी चार्जर) के लिए पारंपरिक अर्थिंग व्यवस्था

2.1.1 मिट्टी (Soil)

अर्थिंग के लिए स्थान (Site) का चुनाव निम्नलिखित वरीयता क्रम (Order of preference) में किया जाना चाहिए:

1. गीली दलदली जमीन (Wet marshy ground) और ऐसी जमीन जिसमें राख (Ashes) और कोयले के अवशेष (Cinders) जैसा कचरा (Refuse) शामिल हो।
2. चिकनी मिट्टी या दोमट मिट्टी (Clay soil or loam) जिसमें कम मात्रा में रेत (Sand) मिश्रित हो।
3. चिकनी मिट्टी (Clay) जिसमें अलग-अलग मात्रा में रेत (Sand), कंकड़ (Gravel) और पत्थर (Stone) मिश्रित हों।

2.1.2 मिट्टी का उपचार (Treatment of Soil)

- मिट्टी को इष्टतम प्रतिरोधकता (optimum resistivity) प्राप्त करने के लिए तैयार किया जाना चाहिए।
- मिट्टी की प्रतिरोधकता (resistivity) को कम करने के लिए, मिट्टी में सामान्य रूप से मौजूद नमी (moisture) में कुछ अत्यधिक सुचालक पदार्थ (highly conductive substance) घोलने की आवश्यकता होती है।
- इसके लिए उपयुक्त अनुपात (suitable proportions) में सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले पदार्थ सोडियम क्लोराइड (साधारण नमक), कैल्शियम क्लोराइड, सोडियम कार्बोनेट, कॉपर सल्फेट, नमक और सॉफ्ट कोक (Salt & Soft coke) तथा नमक और लकड़ी का कोयला (Salt & charcoal) हैं।

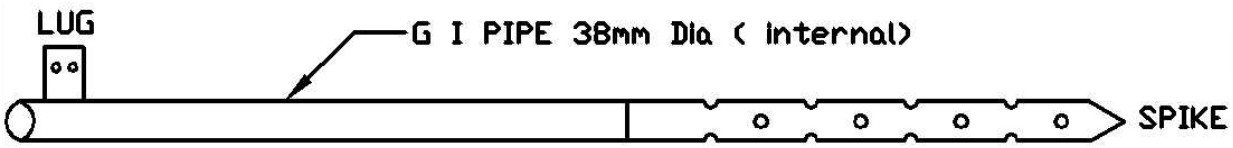
2.1.3 अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode)

यह एक धातु की प्लेट (metal plate) अथवा पाइप (pipe) या अन्य कंडक्टर (conductor) या कंडक्टरों का एक समूह (array of conductors) हो सकता है जो पृथ्वी के समग्र भूभाग (general mass of earth) से विद्युतिय रूप से जुड़ा होता है।

अर्थ इलेक्ट्रोड का आकार (Size of Earth Electrode)-

प्रकार (Type)	लंबाई - मीटर में (Length in Mtrs)	व्यास / क्रॉस सेक्शन (Dia / Cross section)
G.I. पाइप	2.5 से 3.5	38 मिमी से अधिक (आंतरिक / internal)
G.I. एंगल	2.5 से 3.5	50 मिमी x 50 मिमी x 5 मिमी
कॉपर रॉड	2.5 से 3.5	17 मिमी

नोट- जी.आई. (GI) पाइप के एक सिरे पर स्पाइक (spike - नुकीला सिरा) और दूसरे सिरे पर अर्थ लीड वायर (earth lead wire) को जोड़ने के लिए एक लग (lug) होना चाहिए।



चित्र 2.2: अर्थ इलेक्ट्रोड (जी.आई. पाइप)

2.1.4 लाइटनिंग कंडक्टर या अर्थ लीड वायर (Lightning conductor or earth lead wire)

यह वह धात्विक तार (metallic wire) है जो अर्थ इलेक्ट्रोड (earth electrode) को उपकरण या इंस्टॉलेशन (equipment/installation) से जोड़ता है। कंडक्टर की धातु और उसका आकार नीचे दिया गया है:

सामग्री (Material)	आकार (Size)
जी.आई. वायर (G.I. Wire)	8 मिमी व्यास (Dia)
जी.आई. स्ट्रिप (G.I Strip)	20 मिमी x 3 मिमी
कॉपर वायर (Copper wire)	29 वर्ग मिमी (1.4 मिमी व्यास के 19 स्ट्रैंड वाले तार) 29 Sq.mm (19 strand wire of 1.4 mm dia)
ACSR वायर (ACSR wire)	6 / 1 / 2.11 मिमी

2.2 स्थापना की प्रक्रिया (Procedure of Installation)

- हाथ से खुदाई (manual trenching) करके या "अर्थ ऑगर" (Earth auger) का उपयोग करके गड्ढा (hole) बनाया जा सकता है।
- इलेक्ट्रोड का ऊपरी हिस्सा जमीन से 30 सेमी ऊपर होना चाहिए।
- जी.आई. पाइप (GI Pipe) इलेक्ट्रोड को जमीन में सीधा खड़ा करके स्थापित (Embedded vertically) किया जाता है तथा रॉड/एंगल इलेक्ट्रोड को सीधा खड़ा करके बैठाया (driven vertically) जाता है।

- जब 2.0 मीटर से कम गहराई पर या इलेक्ट्रोड की लंबाई के भीतर पथरीली मिट्टी (rocky soil) मिलती है, तो इलेक्ट्रोड को सीधा (Vertical) के बजाय तिरछा गाड़ा जा सकता है, जिसका झुकाव लंबवत से 30° तक सीमित होना चाहिए।
- इलेक्ट्रोड को स्थापित करने के बाद, गड्ढे (Hole) को अच्छी तरह से मिट्टी (Earth) से भर देना चाहिए तथा इलेक्ट्रोड और भरी हुई मिट्टी के बीच अच्छा संपर्क (Good Contact) सुनिश्चित करने के लिए पानी (Water) डालना चाहिए।
- उच्च प्रतिरोधकता (High Resistivity) वाली मिट्टी (Soil) में, उपयुक्त अनुपात (Appropriate Proportion) में नमक (Salt) और चारकोल (Charcoal) मिलाकर उपचार (Treatment) किया जा सकता है।
- खुदाई करके 600 मिमी व्यास और 2.5 मीटर गहराई का अर्थ पिट (Earth pit) बनाया जाएगा और इलेक्ट्रोड को केंद्र में रखा जाएगा।
- गड्ढे को साधारण नमक और कोयले (charcoal) की परतों से बारी-बारी (alternately) से भरा जाएगा। हर परत लगभग 2.5 सेमी मोटी होगी तथा इसे जमीन के स्तर से 200 सेमी (2 मीटर) की गहराई तक भरा जाना चाहिए।
- अर्थ पिट को बार-बार पानी से भरें, फिर उसे खोदी गई मिट्टी (excavated earth) से वापस भरकर पानी डालें ताकि अच्छा इलेक्ट्रिकल कान्टैक्ट (Electrical Contact) सुनिश्चित हो सके।

2.3 निरीक्षण और रखरखाव (Inspection and Maintenance)

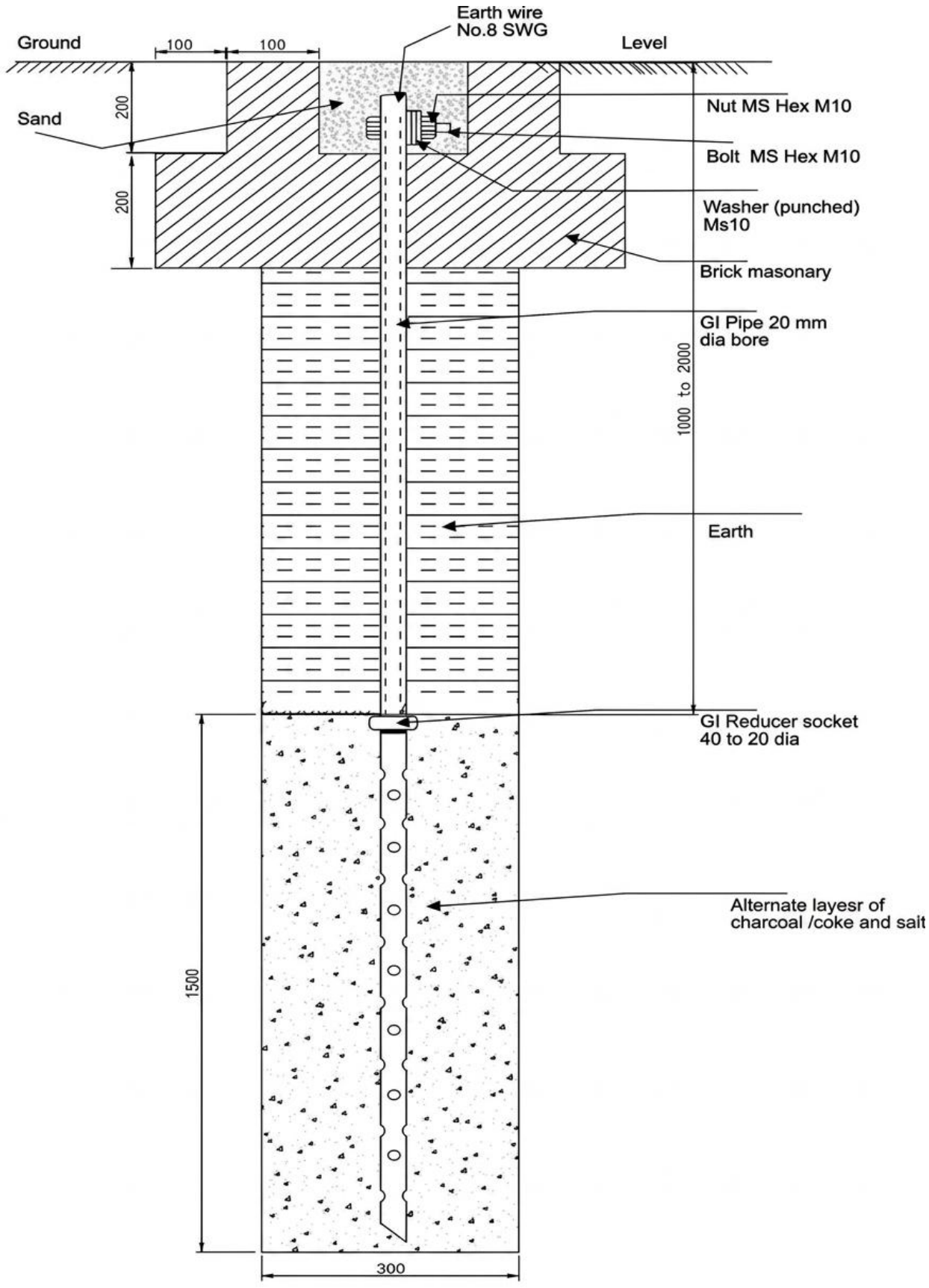
- अर्थ और इसके कनेक्शनों की समय-समय पर जाँच करें, जिसका अंतराल एक महीने से अधिक नहीं होना चाहिए, ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि सभी कनेक्शन सही (intact) हैं और 'सोल्डर किए गए जोड़' (soldered joints) उचित स्थिति में हैं।
- वर्ष में एक बार अर्थ रेजिस्टेंस (earth resistance) मापें। रेजिस्टेंस का मान, पिछले परीक्षण की तारीख (date of last test) और अर्थ के स्थान (location of earth) को एक रजिस्टर में दर्ज किया जाना चाहिए।
- अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) और पिछले परीक्षण की तारीख (Date of last testing) को पास की किसी संरचना (Structure) की दीवार पर या सुविधाजनक स्थान पर लगाए गए साइन बोर्ड (Sign board) पर उपयुक्त रूप से प्रिंट (अंकित) किया जाना चाहिए।
- गर्मी के दिनों में अर्थ इलेक्ट्रोड में हर रोज पानी डाला जाना चाहिए और अन्य मौसमों में दो दिनों में एक बार पानी डालना चाहिए।
- यदि अर्थ रेजिस्टेंस निर्धारित (nominal) मान से अधिक है, तो या तो पुराने अर्थ का नवीनीकरण करें या नया अर्थ लगाएं।

2.4 सावधानियां (Precautions)

- अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode) को ऐसे स्थान पर नहीं गाड़ना चाहिए जहाँ उसके लिए बाधा (Obstruction) उत्पन्न होने या क्षतिग्रस्त (Damaged) होने की संभावना हो।
- अर्थ लीड वायर को यांत्रिक क्षति (mechanical damage) से सुरक्षित रखें।
- जमीन में दबे हुए तार के हिस्से पर एंटी-करोसिव पेंट (anti-corrosive paint) / बिटुमेन कंपाउंड (bitumen compound) लगाएं।
- अलग-अलग अर्थ (Earth) की लीड-इन वायर (Lead-in wire-प्रवेश तार) एक-दूसरे से और अन्य धात्विक संरचनाओं (Metallic structures) आदि से विद्युतीय रूप से इंसुलेटेड (Electrically Insulated) होनी चाहिए।
- यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि कोई भी व्यक्ति एक ही समय में (simultaneously) ऐसी दो अलग-अलग धात्विक वस्तुओं (metallic bodies) के संपर्क में न आ सके, जो अलग-अलग अर्थिंग सिस्टम से जुड़ी हों।
- जब भी विभिन्न धात्विक भागों (Metallic bodies) के बीच उपयुक्त दूरी (Suitable Spacing) या विभाजन (Partition) देना संभव न हो, तो उन्हें अनिवार्य रूप से एक कॉमन अर्थिंग (Common earthing) से जोड़ा जाना चाहिए।

2.5 पारंपरिक अर्थिंग की कमियां (Drawbacks of Conventional Earthing)

- अर्थ पिट (Pit) में डाला गया नमक, जी.आई. पाइप (G.I. pipe) में गंभीर क्षरण (severe corrosion) उत्पन्न करता है, जो अर्थिंग को समय के साथ अप्रभावी (Ineffective) बना देता है।
- अर्थ रेजिस्टेंस का मान "मिट्टी की प्रतिरोधकता" (Soil resistivity) पर निर्भर करता है, जो कि मिट्टी की परतों (strata) पर आधारित होती है; इसलिए अर्थिंग का प्रभाव पूरी तरह से मिट्टी के गुणों पर निर्भर होता है।
- इसके अर्थ रेजिस्टेंस का मान बहुत अधिक और उतार-चढ़ाव वाला (fluctuating) होता है तथा समय के साथ इसका मान काफी बढ़ जाता है।



चित्र 2.3: कन्वेशनल अर्थिंग एरेंजमेंट {RDSO ड्राइंग नंबर TCA 565(ADV)}

**

अध्याय-3

मेन्टेनेन्स फ्री अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम
(MAINTENANCE-FREE EARTHING AND BONDING SYSTEM)

3.1 परिचय (Introduction)

- इस प्रकार का अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम उन S&T (सिगनलिंग और टेलीकॉम) उपकरणों के लिए अपनाया जाता है जिनमें सॉलिड स्टेट कंपोनेंट्स (Solid state components) लगे होते हैं। ये उपकरण बिजली गिरने (Lightning) या सब-स्टेशन स्विचिंग (Sub-station switching) आदि के कारण सिस्टम में होने वाले सर्ज (Surges), ट्रांजिएंट्स (Transients) और ओवर-वोल्टेज (Over-voltages) से होने वाली क्षति के प्रति अधिक संवेदनशील (Highly Susceptible) होते हैं। इन उपकरणों में इलेक्ट्रॉनिक इंटरलॉकिंग (Electronic Interlocking), इंटीग्रेटेड पावर सप्लाई (Integrated Power Supply - IPS) उपकरण, डिजिटल एक्सल काउंटर (Digital Axle Counter), डेटा लॉगर (Data Logger) आदि शामिल हैं। सिगनलिंग उपकरणों के लिए यह अर्थिंग व बान्डिंग सिस्टम RDSO द्वारा जारी Specification No. RDSO/SPN/197 Version 1.0 dated 04.07.2016 के मानकों के अनुसार होता है।
- इस प्रकार की अर्थिंग व्यवस्था में किसी रखरखाव (Maintenance) की आवश्यकता नहीं होती है, इसलिए इसे "रखरखाव-मुक्त अर्थिंग" (Maintenance-free earthing) कहा जाता है।
- इसे "प्रभावी अर्थिंग" (Effective Earthing) भी कहा जाता है।
- प्रभावी अर्थिंग इलेक्ट्रोड (Effective earthing electrode) पारंपरिक अर्थिंग (Conventional earthing) की समस्याओं को निम्नलिखित प्रकार से दूर करता है:
  1. अत्यधिक जंग-रोधी (Highly Corrosion-Resistant) अर्थिंग इलेक्ट्रोड का प्रयोग करके।
  2. नमक (Salt) जैसे जंग पैदा करने वाले तत्वों (Corrosion Causing Elements) का उपयोग समाप्त करके।
  3. इलेक्ट्रोड के चारों ओर एक समान (uniform) गैर-जंगकारी (Non-Corrosive) और कम मिट्टी प्रतिरोधकता (Low soil resistivity) वाला पदार्थ उपलब्ध कराकर।

3.1.1 कम रेजिस्टेंस (Low resistance) वाले अर्थिंग सिस्टम की आवश्यकता

एक प्रभावी (Effective) कम रेजिस्टेंस अर्थिंग सिस्टम (Low Resistance Earthing System) का इंस्टॉलेशन (Installation) और मेंटेनेंस (Maintenance) निम्न कारणों से बहुत आवश्यक है—

(a) भारी फॉल्ट करंट (Heavy fault currents) और विद्युत सर्ज (Electrical surges) को, उनके परिमाण (Magnitude) और अवधि (Duration) दोनों के संदर्भ में, कुशलतापूर्वक विसर्जित (Efficiently dissipate) करना, ताकि उपकरणों को क्षतिग्रस्त (Damaged) होने से बचाया जा सके। जिससे डाउन टाइम (Down time), सर्विस में व्यवधान (Service interruption) और उपकरणों को बदलने की लागत (Replacement cost) को कम से कम किया जा सके।

(b) S&T इंस्टॉलेशन (installation) में इलेक्ट्रिकल (Electrical) और आरएफ सर्किट (RF Circuits) के लिए एक स्थिर रिफ़रेन्स (Stable Reference) उपलब्ध कराना, जिससे नॉर्मल ऑपरेशन (Normal Operation) के दौरान नॉइज़ (Noise) कम से कम हो।

(c) उस क्षेत्र में कार्य करने वाले कर्मियों (Personnel) को “स्टेप पोटेंशियल (Step Potential)” या “टच पोटेंशियल (Touch Potential)” के कारण लगने वाले खतरनाक विद्युत झटके (Dangerous Electric Shock) से सुरक्षा प्रदान करना।

3.1.2 एक अच्छे अर्थिंग सिस्टम की विशेषताएँ (Characteristics)

(a) उत्कृष्ट विद्युत चालकता (Excellent electrical conductivity):

(i) कम रेजिस्टेंस (Resistance) और कम इलेक्ट्रिकल इम्पीडेंस (Electrical impedance) ।

(ii) कंडक्टर (Conductors) पर्याप्त आकार (Sufficient Dimensions) के होने चाहिए, जो उच्च फॉल्ट करंट (High Fault Currents) को बिना पिघले (Fusing) या किसी यांत्रिक खराबी (Mechanical Deterioration) के सहन कर सकें।

(iii) कम अर्थ रेजिस्टेंस (Lower Earth Resistance) यह सुनिश्चित करता है कि ऊर्जा (Energy) सबसे सुरक्षित तरीके से जमीन में प्रवाहित (Dissipate) हो जाए।

(iv) अर्थ सर्किट का इम्पीडेंस (Impedance) जितना कम होगा, उच्च आवृत्ति (High frequency) वाली आकाशीय बिजली की तरंगों (Lightning impulses) के किसी अन्य मार्ग की तुलना में सीधे ग्राउंड इलेक्ट्रोड पथ (Ground electrode path) के माध्यम से जमीन में प्रवाहित होने की संभावना उतनी ही अधिक होगी।

(b) उच्च जंग-रोधक प्रतिरोध (High corrosion resistance):

ग्राउंडिंग कंडक्टरों (Grounding conductors), इलेक्ट्रोडों (Electrodes) और उनके कनेक्शनों (Connections) के लिए सामग्री (Material) का चुनाव बहुत महत्वपूर्ण (Vital) है, क्योंकि ग्राउंडिंग सिस्टम (Grounding System) का अधिकांश हिस्सा कई वर्षों तक जमीन (Earth mass) के अंदर दबा रहता है। तांबा (Copper) अब तक उपयोग की जाने वाली सबसे आम सामग्री है। अपनी स्वाभाविक उच्च चालकता (High conductivity) के अलावा, तांबा आमतौर पर ग्राउंडिंग साइटों से जुड़ी अन्य धातुओं की तुलना में कैथोडिक (Cathodic) होता है, जिसका अर्थ है कि अधिकांश वातावरणों (Environments) में इसमें जंग लगने (Corrode) की संभावना कम होती है।

(c) यांत्रिक रूप से मजबूत और विश्वसनीय (Mechanically robust and reliable)

3.1.3 अर्थिंग के लिए स्थान (Location for Earthing)

(a) बिल्डिंग या उपकरणों के करीब स्थित निचले इलाके (Low lying areas) अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrodes) लगाने के लिए अच्छे होते हैं।

(b) स्थान (Location) किसी भी मौजूदा जल स्रोत (Existing Water Bodies) या जल बिंदुओं (Water Points) के पास हो सकता है, लेकिन प्राकृतिक रूप से अच्छी जल निकासी (Naturally Well-Drained) वाला नहीं होना चाहिए।

(c) सूखी रेत (Dry sand), चूना पत्थर (Lime stone), ग्रेनाइट और किसी भी पथरीली जमीन (Stony ground) से बचना चाहिए।

(d) अर्थिंग इलेक्ट्रोड को ऊंचे तट (High bank) या बनावटी मिट्टी (Made-up soil) पर स्थापित (Installed) नहीं किया जाना चाहिए।

3.1.4 स्वीकार्य अर्थ रेजिस्टेंस मान (Acceptable Earth Resistance value)

अर्थ MEEB बसबार (earth MEEB busbar) पर स्वीकार्य अर्थ रेजिस्टेंस (acceptable Earth Resistance) का मान 1 ओम (1 ohm) से अधिक नहीं होना चाहिए। इस मान को प्राप्त करने के लिए, यदि आवश्यक हो, तो मिट्टी की प्रतिरोधकता (Soil resistivity) के आधार पर एक से अधिक अर्थ पिट्स (Earth pits) लगाए जा सकते हैं।

3.2 अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम के घटक (Components)

अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम के मुख्य घटक निम्नलिखित हैं:

- अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode): वह धातु की छड़ या पाइप जो जमीन के अंदर डाली जाती है।
- अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल (Earth enhancement material): मिट्टी की चालकता बढ़ाने और नमी बनाए रखने के लिए इस्तेमाल होने वाला विशेष पाउडर या केमिकल।
- अर्थ पिट (Earth pit): वह गड्ढा या सुरक्षित घेरा जहाँ इलेक्ट्रोड लगाया जाता है।
- इक्वि-पोटेंशियल अर्थ-बसबार (Equi-potential earth-busbar): तांबे की वह पट्टी जहाँ सभी उपकरणों के अर्थिंग तार आकर जुड़ते हैं ताकि सबका वोल्टेज समान रहे।
- कनेक्टिंग केबल (Connecting cable): उपकरणों को अर्थिंग सिस्टम से जोड़ने वाले तार।
- टेप/स्ट्रिप और संबंधित एक्सेसरीज (Tape/strip and associated accessories): कनेक्शन के लिए इस्तेमाल होने वाली धातु की पट्टियाँ और अन्य सहायक सामान (जैसे नट, बोल्ट और क्लैंप)।

3.2.1 अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode)

(a) अर्थ इलेक्ट्रोड, हाई टेन्साइल लो कार्बन स्टील (High tensile low carbon steel) की गोल छड़ों (Circular Rods) से बना होना चाहिए, जिसकी बाहरी सतह पर तांबे (Copper) की मॉलिक्यूलर बॉन्डिंग (Molecularly bonded) की गई हो। जिसे अंडरराइटर्स लेबोरेट्रीज (UL) UL 467-2007 या नवीनतम और IEC 62561 के मानकों (Standards) को पूरा करना चाहिए। ऐसा कॉपर बॉन्डेड स्टील कोर रॉड (Copper Bonded Steel Cored Rod) इसलिए अधिक उपयुक्त माना जाता है क्योंकि इसमें मजबूती (Strength), जंग-रोधक क्षमता (Corrosion Resistance), कम रेजिस्टेंस (Low Resistance) वाला अर्थ पथ (Path to Earth) और लागत प्रभावशीलता (Cost Effectiveness) का अच्छा संयोजन प्राप्त होता है।

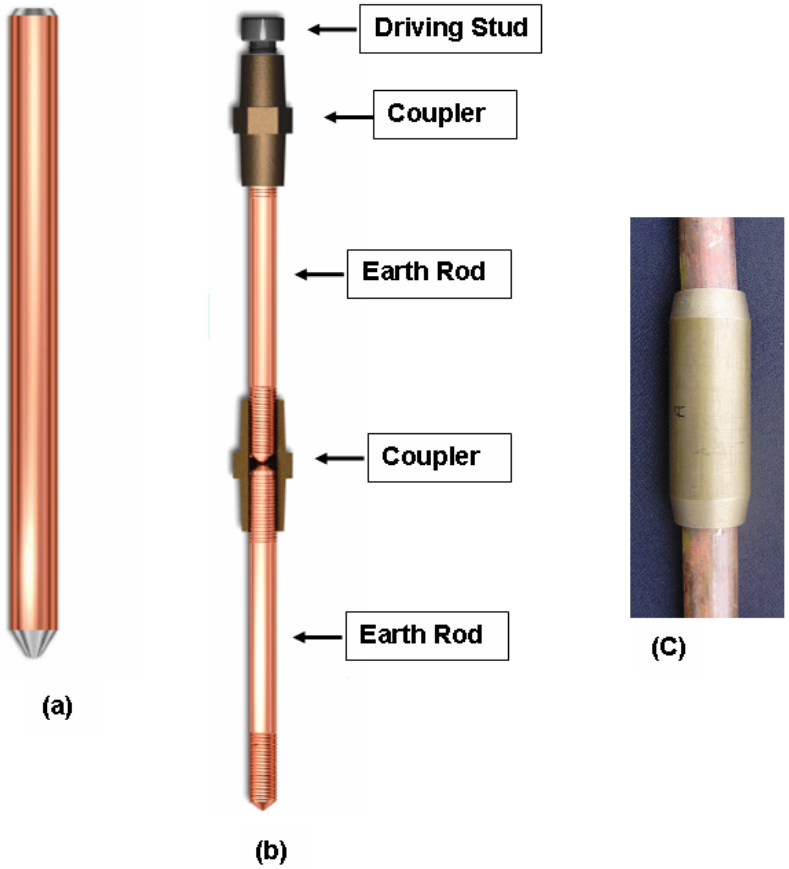
(b) अर्थ इलेक्ट्रोड UL लिस्टेड (UL listed) होना चाहिए और इसका व्यास (Diameter) कम से कम 17.0mm और लंबाई कम से कम 3 मीटर होनी चाहिए।

(c) पथरीले इलाकों (Rocky area) में, 17.0mm व्यास वाले 1-1 मीटर के 3 इलेक्ट्रोडों का एक सेट ग्रिड (Grid) के रूप में स्थापित किया जाना चाहिए।

(d) तांबे की बॉन्डिंग की न्यूनतम मोटाई 250 माइक्रोन (Microns) होनी चाहिए, जिसमें 99.9% इलेक्ट्रोलाइट ग्रेड कॉपर का उपयोग किया गया हो।

(e) मार्किंग (Marking): प्रत्येक अर्थ इलेक्ट्रोड पर UL मार्किंग (UL 467 स्कीम के अनुसार), निर्माता का नाम या ट्रेड नेम, लंबाई, व्यास (Diameter) और कैटलॉग नंबर पंच (Punched) होना चाहिए।

(f) अर्थ इलेक्ट्रोड का विजुअल इंस्पेक्शन (Visual inspection) किया जा सकता है। इसके आयाम (Dimensions) और तांबे की परत की मोटाई को माइक्रोन गेज (Micron gauge) का उपयोग करके जांचा जा सकता है। आपूर्ति (Supply) के समय, यदि आवश्यक हो, तो सप्लायर को ऐसे निरीक्षण की व्यवस्था करनी होगी।



चित्र 3.1 : (a). कॉपर बॉन्डेड स्टील अर्थ इलेक्ट्रोड (Copper bonded steel earth electrode)
(b). कपलर (Coupler) के साथ इलेक्ट्रोड
(c). कपलर का विस्तृत दृश्य (Enlarged view of coupler)

3.2.2 अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल (Earth enhancement material)

अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल (Earth Enhancement Material) एक उच्च गुणवत्ता वाला चालक (Superior Conductive) पदार्थ है, जो अर्थिंग (Earthing) की प्रभावशीलता (Effectiveness) को बढ़ाता है, विशेषकर उन क्षेत्रों में जहाँ मिट्टी की चालकता (Conductivity) कम होती है, जैसे—पत्थरीली जमीन (Rocky Ground), नमी में बदलाव वाले क्षेत्र (Areas of Moisture Variation), रेतीली मिट्टी (Sandy Soils) आदि।

यह अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode) और जमीन के संपर्क क्षेत्र (Ground Contact Area) की चालकता (Conductivity) को बढ़ाता है।

इसे परीक्षण (Test) किया जाना चाहिए और यह आईईसी (IEC) 62561-7 की आवश्यकताओं (Requirements) के अनुरूप (Confirm) होना चाहिए, जिसमें निम्नलिखित विशेषताएँ (Characteristics) हों:

(a) यह कार्बन-आधारित (Carbon based) होना चाहिए जिसमें न्यूनतम 95% फिक्स्ड कार्बन हो। इसे जंग प्रतिरोधी सीमेंट (Corrosion resistant cement) के साथ पहले से मिला हुआ होना चाहिए ताकि यह जमने (Set) का गुण रख सके। सीमेंट को अलग से नहीं मिलाया जाना चाहिए और इसमें बेंटोनाइट (Bentonite) नहीं होना चाहिए।

(b) इसकी चालकता उच्च होनी चाहिए तथा यह जमीन की अवशोषण शक्ति (Absorbing power) और नमी बनाए रखने की क्षमता (Humidity retention capability) में सुधार करने वाला होना चाहिए।

(c) यह स्वभाव (nature) में गैर-जंगकारी (non-corrosive) होना चाहिए, इसकी जल में घुलनशीलता (Water Solubility) कम हो, लेकिन यह अत्यधिक नमी सोखने वाला (Highly Hygroscopic) हो।

(d) इसकी प्रतिरोधकता (Resistivity) 0.2 ओम-मीटर (Ohm-meter) से कम होनी चाहिए।

(e) यह सूखे (Dry) रूप में या घोल (Slurry) के रूप में डालने के लिए उपयुक्त होना चाहिए।

(f) अपनी चालकता (conductivity) बनाए रखने के लिए इसे लगातार पानी की मौजूदगी पर निर्भर नहीं रहना चाहिए।

(g) यह स्थायी और रखरखाव-मुक्त (Permanent & Maintenance free) होना चाहिए और अपने "जमे हुए रूप" (Set form) में समय के साथ स्थिर अर्थ रेजिस्टेंस (constant earth resistance) बनाए रखना चाहिए।

(h) यह -10°C से +60°C के तापमान के बीच थर्मली स्टेबल (Thermally stable) होना चाहिए।

(i) यह समय के साथ न तो घुले (Dissolve), न ही विघटित (Decompose) हो और न ही बहकर निकल जाए (Leach Out)।

(j) इसमें समय-समय पर चार्जिंग ट्रीटमेंट (Periodic Charging Treatment), बदलाव (Replacement) या रखरखाव (Maintenance) की आवश्यकता नहीं होनी चाहिए।

(k) यह अलग-अलग प्रतिरोधकता (Resistivity) वाली मिट्टियों के लिए उपयुक्त होना चाहिए।

(l) यह मिट्टी (Soil) या स्थानीय जल स्तर (Local Water table) को प्रदूषित नहीं करेगा और लैंडफिल (Landfill) के लिए पर्यावरण के अनुकूल (Environmentally Friendly) होना चाहिए। यह विस्फोटक नहीं होना चाहिए। इससे त्वचा या आँखों में जलन/ झुलस (Irritation/ Burns) नहीं होनी चाहिए। इस संबंध में निर्माताओं द्वारा "सेफ्टी डेटा शीट्स" (Safety Data Sheets) जमा की जानी चाहिए।

(m) मार्किंग (Marking): इसकी आपूर्ति सीलबंद, नमी-प्रूफ बैग में की जानी चाहिए। इन बैगों पर निर्माता का नाम, ब्रांड, मात्रा आदि अंकित होनी चाहिए।

चित्र 3.2 : सेट होने से पहले और बाद का अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल

(Earth Enhancement Material Before & After Setting)

3.2.3 भराई सामग्री (Backfill material)

- गड्ढे से खोदी गई मिट्टी (Excavated soil) भराई के लिए उपयुक्त होती है, लेकिन बड़े पत्थरों को हटाने के लिए इसे छाना (Sieved/screened) जाना चाहिए। इसे इलेक्ट्रोड के चारों ओर रखते समय यह सुनिश्चित करना चाहिए कि मिट्टी गीली और अच्छी तरह से जमी हुई (Wet and compact) हो।
- रेत (Sand), नमक (Salt), कोक ब्रीज़ (Coke breeze), सिंडर (Cinders) और राख (Ash) जैसी सामग्रियों का उपयोग नहीं किया जाना चाहिए, क्योंकि इनकी प्रकृति अम्लीय (Acidic) और जंगकारक (Corrosive) होती है।

3.2.4 अर्थ पिट (Earth Pit)

यूनिट अर्थ पिट का निर्माण (Construction of unit earth pit): इसके लिए चित्र 3.3 (प्रारूपिक इंस्टॉलेशन ड्राइंग नंबर SDO/RDSO/E&B/001) का संदर्भ लें।

(a) 100mm से 125mm व्यास (Diameter) का एक गड्ढा (hole) लगभग 3.0 मीटर की गहराई तक ऑगर (Auger - एक तरह की ड्रिल मशीन) से या खोदकर (Dug) बनाया जाना चाहिए।

(b) अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth electrode) को इस गड्ढे (Hole) में डाला जाएगा।

(c) रॉड के ऊपरी हिस्से पर धीरे-धीरे चोट मारकर या दबाव डालकर (Gently driving) इसे जमीन के अंदर घुसाया (Penetrate) जाएगा। यहाँ यह माना गया है कि इलेक्ट्रोड के निचले हिस्से में प्राकृतिक मिट्टी (Natural soil) मौजूद है, ताकि इलेक्ट्रोड का कम से कम 150 mm हिस्सा सीधे उस प्राकृतिक मिट्टी में धँस (Inserted) जाए।

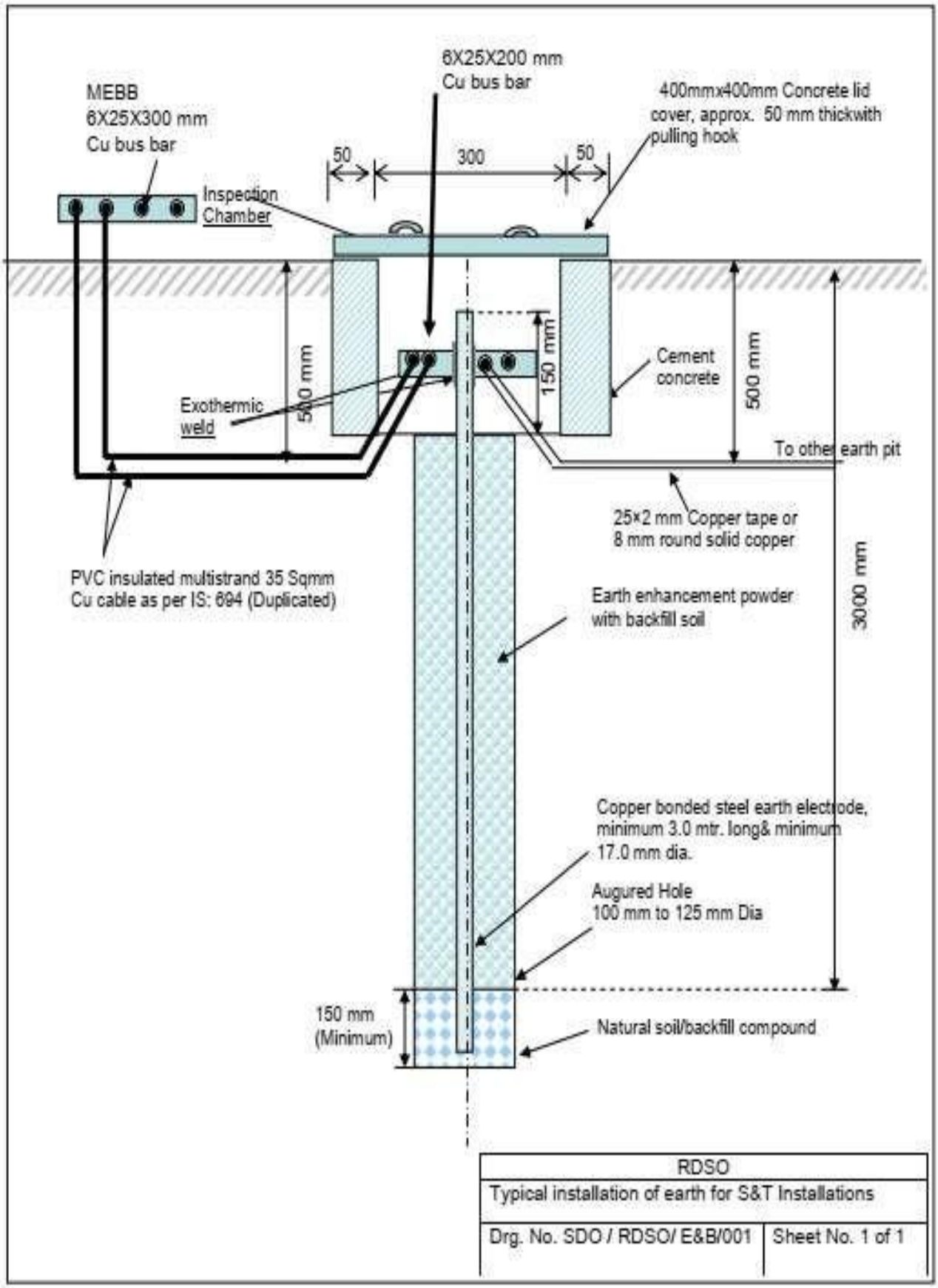
(d) अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल (कम से कम लगभग 30-35 किलोग्राम) को ऑगर (Auger) से किए गए या खोदे गए गड्ढे में घोल (Slurry form) के रूप में भरा जाना चाहिए और उसे जमने (Set होने) के लिए छोड़ देना चाहिए। मटेरियल के जम जाने के बाद, पूरी संयुक्त संरचना (Composite structure) यानी 'अर्थ इलेक्ट्रोड + अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल' का व्यास (Diameter) कम से कम 100mm होना चाहिए, जो गड्ढे/ छेद की पूरी लंबाई को कवर करे।

(e) गड्ढे/ छेद का बाकी हिस्सा खुदाई के समय निकली हुई मिट्टी (Backfill Soil) से भर दिया जाएगा।

(f) मुख्य अर्थ इलेक्ट्रोड (Main Earth electrode) के साथ 200mm X 25mm X 6mm की एक तांबे की पट्टी (Copper strip) को 'एक्सोथर्मिक वेल्डिंग' (Exothermic welding) के जरिए जोड़ा जाना चाहिए। इसका उपयोग इक्वि-पोटेंशियल अर्थ-बसबार (Equi-potential earth busbar) और अन्य अर्थ पिट्स (यदि हों तो) तक कनेक्शन ले जाने के लिए किया जाएगा।

(g) एक्सोथर्मिक वेल्डिंग सामग्री (Exothermic weld material) का परीक्षण IEEE 837 के प्रावधानों के अनुसार NABL/ILAC सदस्य प्रयोगशालाओं (Member Labs) द्वारा किया जाना चाहिए।

(h) मुख्य अर्थ पिट (Main earth pit) को उपकरण कक्ष (Equipment room) में स्थित मेन इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार (MEEB) के जितना संभव हो उतना निकट (As near as possible) स्थापित किया जाना चाहिए।


6X25X200 mm
Cu bus bar
MEBB
6X25X300 mm
Cu bus bar
400mmx400mm Concrete lid
cover, approx. 50 mm thickwith
pulling hook
50
300
50
Inspection
Chamber
500 mm
150 mm
Cement
concrete
500 mm
Exothermic
weld
To other earth pit
25×2 mm Copper tape or
8 mm round solid copper
PVC insulated multistrand 35 Sqmm
Cu cable as per IS: 694 (Duplicated)
Earth enhancement powder
with backfill soil
3000 mm
Copper bonded steel earth electrode,
minimum 3.0 mtr. long& minimum
17.0 mm dia.
Augured Hole
100 mm to 125 mm Dia
150 mm
(Minimum)
Natural soil/backfill compound
RDSO
Typical installation of earth for S&T Installations
Drg. No. SDO / RDSO/ E&B/001
Sheet No. 1 of 1

चित्र 3.3

3.2.5 मल्टीपल अर्थ पिट्स द्वारा लूप अर्थ (Loop Earth) का निर्माण

(a) कुछ स्थानों पर, मिट्टी की उच्च प्रतिरोधकता (High soil resistivity) के कारण एक अर्थ इलेक्ट्रोड/पिट से $\leq$1 ओम का अर्थ रेजिस्टेंस प्राप्त करना संभव नहीं हो पाता है। ऐसे मामलों में, एक से अधिक अर्थ पिट वाले लूप अर्थ (Loop earth) का प्रावधान किया जाएगा। आवश्यक पिट्स की संख्या पहले से स्थापित अर्थ पिट्स के प्राप्त रेजिस्टेंस के आधार पर तय की जाएगी। एक अर्थ पिट के लिए ऊपर बताई गई प्रक्रिया को अन्य अर्थ पिट्स के लिए दोहराया जाएगा।

(b) दो क्रमिक (Successive) अर्थ इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी कम से कम 3 मीटर और अधिकतम इलेक्ट्रोड की लंबाई से दोगुनी यानी लगभग 6 मीटर होनी चाहिए।

(c) इन अर्थ पिट्स को आपस में 25X2mm की कॉपर टेप या 8mm के गोल ठोस कॉपर कंडक्टर का उपयोग करके एक्सोथर्मिक वेल्डिंग (Exothermic welding) तकनीक से जोड़कर एक लूप बनाया जाएगा।

(d) आपस में जोड़ने वाले इस कंडक्टर (Interconnecting conductor) को जमीन के स्तर से कम से कम 500mm की गहराई पर दबाया जाना चाहिए। इस कंडक्टर को भी प्रत्येक 3 मीटर की लंबाई के लिए लगभग 30 किलोग्राम अर्थ एन्हांसमेंट कंपाउंड (Earth enhancing compound) से कवर किया जाना चाहिए।

चित्र 3.4 : कॉपर टेप का उपयोग करके अर्थ पिट्स का इंटरलिंकिंग
(Interlinking of earth pits using copper tapes)

3.2.6 इन्स्पेक्शन चैम्बर (Inspection Chamber)

(a) इन्स्पेक्शन चैम्बर (Inspection chamber) का निर्माण IEC 62561-5 या उसके नवीनतम मानकों के अनुसार होना चाहिए।

(b) इस चैम्बर (Chamber) का आंतरिक आयाम (Inside dimension) 300 x 300 x 300 mm होना चाहिए। यह RCC (रिनफोर्स्ड सीमेंट कंक्रीट) से बना होना चाहिए, जिसकी मोटाई 50mm हो और फिनिशिंग अच्छी (Fine finish) हो।

(c) RCC कवर (ढक्कन) पर मार्किंग (Marking) के लिए जगह होनी चाहिए।

(d) कवर पर टेस्टिंग की तारीख (Date of testing) और अर्थ रेजिस्टेंस का मान (Earth resistance value) काले बेस (Black base) पर पीले पेंट (Yellow paint) से लिखा जाना चाहिए।

चित्र 3.5 : इन्स्पेक्शन चैम्बर (Inspection Chamber)

3.3 इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार तथा इससे उपकरण कक्ष में स्थित उपकरणों का सर्ज प्रोटेक्शन डिवाइस (SPDs) से कनेक्शन (Equi-potential Earth Busbar and its connection to equipments & Surge protection devices in the Equipment room):

(संदर्भ: सिगनलिंग उपकरणों के लिए बॉन्डिंग और अर्थिंग कनेक्शन, IRSEM की ड्राइंग संख्या 21-D8) चित्र 3.6

3.3.1 इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार (Equi-potential earth busbars)

(a) प्रत्येक उपकरण कक्ष (Equipment room) जैसे IPS/ बैटरी चार्जर रूम और EI/ रिले रूम के लिए एक इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार होना चाहिए। अलग-अलग कमरों में स्थित इन अर्थ बसबारों को सब इक्वि-पोटेंशियल बसबार (SEEB), बॉन्डिंग रिंग कंडक्टर (BRC), या कॉमन बॉन्डिंग नेटवर्क (CBN) कहा जाएगा (TAN3006 Ver.3.1 के अनुसार)।

(b) वह इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार जो IPS/ बैटरी चार्जर रूम में स्थित होता है और सीधे Class 'B' SPDs (सर्ज प्रोटेक्शन डिवाइस) तथा मुख्य अर्थ पिट (**Main** earth pit) से जुड़ा होता है, उसे मेन इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार (MEEB) कहा जाएगा।

(c) बॉन्डिंग कंडक्टरों (Bonding conductors) को जोड़ने (Termination) के लिए EEBs (इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार) में उचित आकार के पहले से ड्रिल किए गए छेद (Pre-drilled holes) होने चाहिए।

(d) EEBs को इमारत की दीवारों से इंसुलेट (Insulated) रखा जाना चाहिए। प्रत्येक EEB को दीवार पर 60mm मोटाई के कम वोल्टेज वाले इंसुलेटर स्पेसर्स (low voltage Insulator spacers) की मदद से स्थापित किया जाएगा।

(e) इसमें उपयोग किए जाने वाले इंसुलेटरों में इस कार्य के लिए उपयुक्त इंसुलेटिंग और अग्नि-रोधी (Fire-resistant) गुण होने चाहिए।

(f) स्थापना और रखरखाव (Installation & Maintenance) में आसानी के लिए EEBs को कमरे के फर्श की सतह से 0.5 मीटर की ऊँचाई पर स्थापित किया जाना चाहिए।

(g) EEBs पर सभी कनेक्शन (Terminations) टिन्ड कॉपर लग (Tinned copper lugs) और स्प्रिंग वाशर (Spring washers) का उपयोग करके किए जाने चाहिए।

3.3.2 बॉन्डिंग कनेक्शन (Bonding Connections)

- सर्कुलेटिंग अर्थ लूप (Circulating earth loops) के प्रभाव को कम करने और इक्वि-पोटेंशियल बॉन्डिंग प्रदान करने के लिए, "स्टार टाइप" (Star type) बॉन्डिंग कनेक्शन अनिवार्य है।
- इसके अनुसार, कमरों में स्थापित प्रत्येक SEEB (या TAN 3006 Ver 3.1 के अनुसार BRC/CBN) को बॉन्डिंग कंडक्टर्स का उपयोग करके सीधे MEEB से जोड़ा जाना चाहिए। साथ ही, कमरे में मौजूद उपकरणों/ रैक (Equipment/racks) को सीधे उनके संबंधित SEEB/ BRC/ CBN से जोड़ा जाना चाहिए।
- बॉन्डिंग कंडक्टर्स को उनके संबंधित लग (Lugs) के साथ एक्सोथर्मिक वेल्डिंग (Exothermic welding) द्वारा जोड़ा जाएगा।
- सभी कनेक्शन—जैसे उपकरणों से SEEB/BRC/CBN तक और SEEB/BRC/CBN से MEEB तक बॉन्डिंग कंडक्टर्स की रूटिंग—जितनी संभव हो उतनी छोटी और सीधी (Short and direct) होनी चाहिए, जिसमें कम से कम मोड़ (Bends) हों और वे अन्य वायरिंग से अलग हों।
- हालांकि, SPD से MEEB तक का कनेक्शन जितना संभव हो उतना छोटा होना चाहिए (TAN 3006 Ver.3.1 के अनुसार 0.5 मीटर से अधिक नहीं) और यथासंभव (Preferably) बिना किसी मोड़ (Bend) के होना चाहिए।

3.3.3 सामग्री और आयाम (Materials and dimensions)

अगल-अलग उपकरणों (Individual equipments) को इक्विपोटेंशियल बस बार और अर्थ इलेक्ट्रोड के साथ जोड़ने के लिए उपयोग होने वाली बॉन्डिंग सामग्री और उनके आयाम (Dimensions) (TAN 3006 Ver. 3.1 के अनुसार) नीचे दी गई तालिका में दिए गए हैं:

क्र.सं.	आइटम / घटक (Item/ Component)	आकार (Size)	मात्रा (Quantity)
1	अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode)	व्यास- 17 mm, लंबाई- 3 mtr	साइट की आवश्यकता के अनुसार (As per site requirement)
2	अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल (Earth Enhancement Material)	30- 35 Kg	
3	मेन इक्विपोटेंशियल अर्थ बसबार (MEEB)	300 x 25 x 6 mm (न्यूनतम)	
4	बॉन्डिंग रिंग कंडक्टर (BRC)	25 x 2 mm	
5	PVC इंसुलेटेड कॉपर केबल (IS:694) - उपकरण को BRC से जोड़ने हेतु	10 Sq mm	
6	PVC इंसुलेटेड कॉपर केबल (IS:694) - SPD को MEEB से या BRC को CTR से जोड़ने हेतु	16 Sq mm	
7	PVC इंसुलेटेड कॉपर केबल (IS:694) - MEEB को मुख्य अर्थ इलेक्ट्रोड से जोड़ने हेतु (4 संख्या)	35 Sq mm	
8	कॉपर टेप या ठोस कॉपर राउंड कंडक्टर - अर्थ पिट्स को आपस में जोड़ने और MEEB को इलेक्ट्रोड से जोड़ने हेतु	25 x 2 mm या 8 mm व्यास (2 संख्या)	
9	GI टेप - लूप अर्थ के लिए (चोरी की संभावना वाले क्षेत्रों में)	50 x 6 mm	
10	कॉपर स्ट्रिप - इलेक्ट्रोड पर एक्सोथर्मिक वेल्डिंग के लिए	200 x 25 x 6 mm (न्यूनतम)	
11	एक्सोथर्मिक वेल्ड मटेरियल और मोल्ड	-	

3.4 वारंटी (Warranty)

- अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम की पूरी आपूर्ति (Supply), स्थापना (Installation) और कमीशनिंग (Commissioning) के लिए OEM (Original Equipment Manufacturer) जिम्मेदार होगा।
- इस सिस्टम की वारंटी कमीशनिंग की तारीख से 60 महीने (5 वर्ष) की होगी।
- इस अवधि के दौरान, अनुचित सामग्री (Improper materials) या खराब कारीगरी (Bad workmanship) के कारण अर्थिंग सिस्टम में होने वाली किसी भी खराबी को OEM द्वारा नि:शुल्क (Free of cost) ठीक किया जाएगा।
-

3.5 अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम की ड्राइंग (Drawing)

- कमीशनिंग के बाद, आपूर्तिकर्ता (Supplier) द्वारा अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम के आयामों (Dimensions) के साथ पूरा लेआउट (Complete layout) जमा किया जाना चाहिए।

3.6 अर्थिंग और बॉन्डिंग सिस्टम का रखरखाव (Maintenance)

अनुरक्षण कार्यक्रम (Maintenance schedule) में निम्नलिखित बिंदुओं को शामिल किया जाना चाहिए:

- अर्थिंग सिस्टम के कंडक्टरों और घटकों (Components) का सत्यापन (Verification)।
- इलेक्ट्रिकल निरंतरता (Electrical continuity) की जांच।
- अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) का मापन।
- ढीले हुए घटकों और कंडक्टरों को फिर से कसना (Re-fastening) आदि।

3.7 अर्थिंग कार्य के निष्पादन (Execution) के लिए सावधानियां

3.7.1 अर्थिंग कार्य के लिए आपूर्ति (Supply) की गई सभी सामग्रियों का निरीक्षण (Inspection) RDSO द्वारा किया जाना चाहिए।

3.7.2 अर्थिंग के लिए स्थान का चयन (Site Location):

3.7.2.1 भवन के करीब स्थित निचले इलाके (Low line areas) अर्थ इलेक्ट्रोड लगाने के लिए अच्छे होते हैं क्योंकि वहां नमी बनी रहती है।

3.7.2.2 सूखी रेत (Dry Sand), चूना पत्थर (Lime stone), ग्रेनाइट और किसी भी पथरीली जमीन से बचना चाहिए।

3.7.2.3 अर्थ इलेक्ट्रोड को ऊंचे तट (High bank) या नई भरी गई मिट्टी (Made-up soil) पर स्थापित नहीं किया जाना चाहिए।

3.7.3 अर्थ इलेक्ट्रोड पर चढ़ी हुई कॉपर कोटिंग (Copper coating) स्टोरेज या ट्रांसपोर्ट के दौरान क्षतिग्रस्त या फटी हुई (cracked) नहीं होनी चाहिए और यह जंग (Corrosion) से मुक्त होनी चाहिए।

3.7.4 अर्थ एन्हांसमेंट कंपाउंड के पैकिंग बैग सीलबंद स्थिति में होने चाहिए।

3.7.5 अर्थ पिट के लिए, औगर (Augur) द्वारा 100 मिमी से 125 मिमी व्यास का लगभग 3 मीटर की गहराई तक एक छेद/ गड्ढा (hole) किया जाना चाहिए और इलेक्ट्रोड का निचला 150mm हिस्सा प्राकृतिक मिट्टी (Natural soil) में धँसा होना चाहिए।

3.7.6 अर्थ एन्हांसमेंट मटेरियल (न्यूनतम 30-35 किलोग्राम) को औगर द्वारा बनाया गया गड्ढे (Augured Hole) में घोल (Slurry) के रूप में भरा जाना चाहिए ताकि यह इलेक्ट्रोड की पूरी लंबाई के चारों ओर समान रूप से फैल जाए।

3.7.7 01 ओम (1 Ohm) या उससे कम अर्थ रेजिस्टेंस प्राप्त करने के लिए, यदि आवश्यक हो तो मिट्टी की प्रतिरोधकता (Resistivity) के आधार पर एक से अधिक अर्थ पिट लगाए जा सकते हैं।

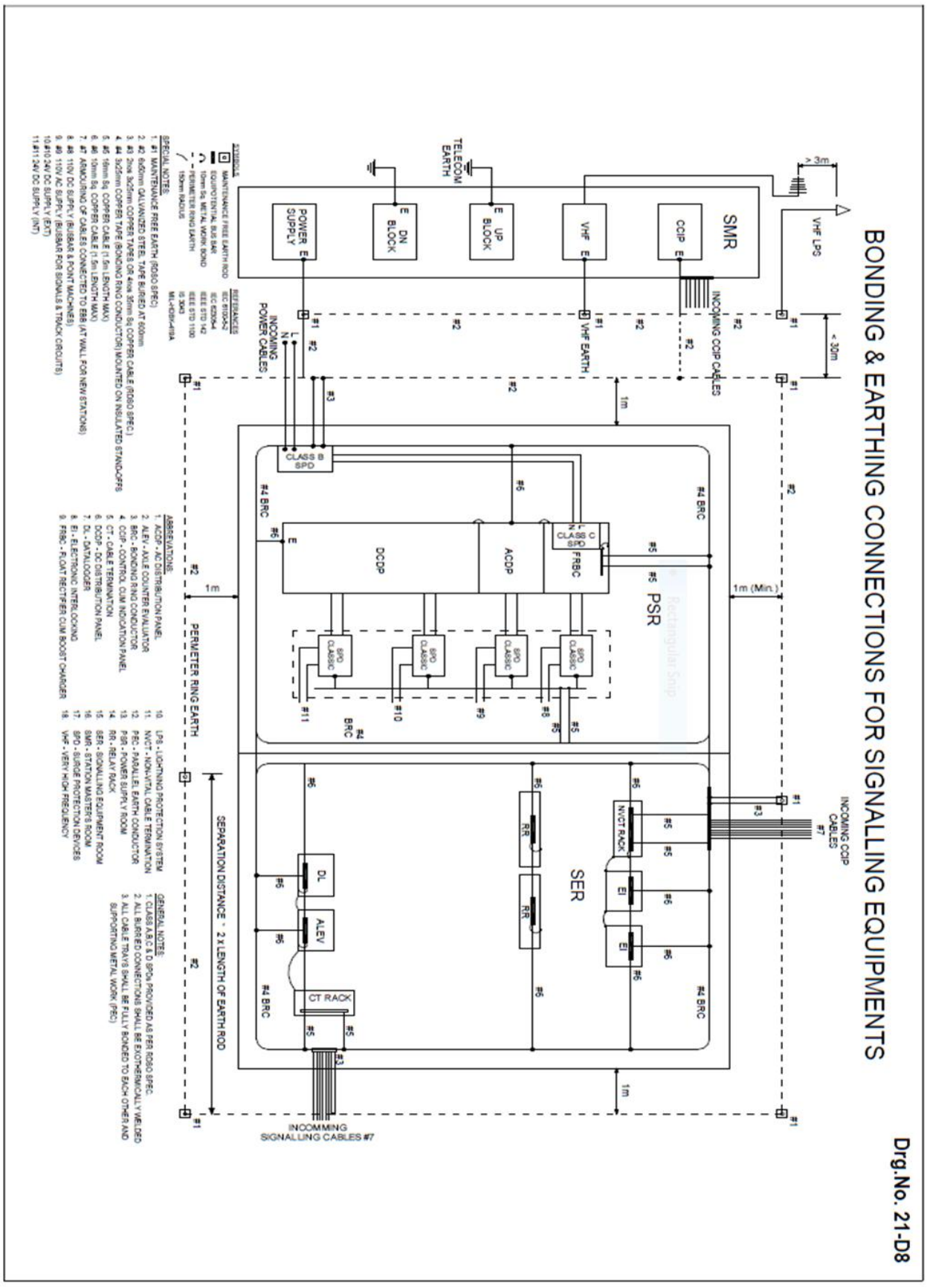
3.7.8 दो अर्थ इलेक्ट्रोडों के बीच की दूरी कम से कम 3 मीटर और अधिकतम लगभग 6 मीटर होनी चाहिए।

3.7.9 अर्थ इलेक्ट्रोड को जोड़ने वाली 25x2mm कॉपर स्ट्रिप या 8mm गोल ठोस कॉपर को जमीन के स्तर से कम से कम 500mm नीचे दबाया जाना चाहिए और इसे भी अर्थ एन्हांसमेंट कंपाउंड से कवर किया जाना चाहिए।

3.7.10 उपकरणों को इक्वी-पोटेंशियल बसबार से जोड़ने के लिए, एसपीडी (SPD) को इक्वी-पोटेंशियल बसबार से जोड़ने के लिए तथा इक्वी-पोटेंशियल बसबार को अर्थ इलेक्ट्रोड से जोड़ने के लिए विनिर्देश (Specification) के अनुसार सही साइज़ की केबल का उपयोग किया जाना चाहिए।

3.7.11 SPD और इक्वि-पोटेंशियल बसबार के बीच तथा उपकरण (Equipment) और इक्वि-पोटेंशियल बसबार के बीच केबल कनेक्शन की लंबाई जितनी संभव हो उतनी छोटी (Short) और सीधी (Direct) होनी चाहिए और विशेषतः (Preferably) बिना किसी मोड़ (Bend) के या न्यूनतम मोड़ के होनी चाहिए।

3.7.12 RDSO द्वारा अनुमोदित OEM (Original Equipment Manufacturer) के अधिकृत प्रतिनिधि को प्रत्येक स्थापना (Installation) का पर्यवेक्षण (Supervise) करना चाहिए और यह प्रमाणित (Certify) करना चाहिए कि अर्थिंग इंस्टालेशन स्पेसिफिकेशन की आवश्यकताओं का पूरी तरह पालन कर रही है।



Ref: IRSEM Drg No 21-D8

Figure 3.6

अध्याय-4

अर्थ रेजिस्टेंस का मापन (Measurement of Earth resistance)

4.1 अर्थ रेजिस्टेंस का मापन

अर्थ रेजिस्टेंस का मापन आपस में जुड़े हुए सभी अर्थ पिट्स (Interconnected Earth pits) को, 'फॉल ऑफ पोटेंशियल' (Fall of Potential) विधि का उपयोग करते हुए मेन एक्वी-पोटेंशियल अर्थ बसबार (Main Equi-potential Earth Busbar - MEEB) पर किया जाएगा। अर्थ रेजिस्टेंस के मापन के लिए उपयोग किया जाने वाला विशिष्ट कनेक्शन आरेख (Typical connection diagram) चित्र 4.1 (RDSO ड्राइंग संख्या SDO/ RDSO/E&B/ 003) के अनुसार है। इसमें एक अर्थ टेस्टर (Earth tester) होता है जिसमें चार टर्मिनल C1, C2, P1 और P2 होते हैं। टर्मिनल C1 और C2 को करंट टर्मिनल (Current terminals) कहा जाता है, जबकि टर्मिनल P1 और P2 पोटेंशियल टर्मिनल (Potential terminals) कहलाते हैं।

इस चार टर्मिनल वाले उपकरण (Four Terminal Equipment) का उपयोग करते हुए फॉल ऑफ पोटेंशियल विधि (Fall of Potential Method) की मूल प्रक्रिया (Basic procedure) निम्नानुसार है: -

(a) परीक्षण के अधीन इलेक्ट्रोड (Electrode under test) अर्थात अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode) 'E' को अर्थ टेस्टर के टर्मिनल C1 और P1 को आपस में जोड़कर (Shortening) उनसे कनेक्ट किया जाता है। चित्र 4.1 (RDSO ड्राइंग संख्या SDO/RDSO/ E&B/ 003) के अनुसार इस टेस्ट सेट के C1 और P1 को अर्थ इलेक्ट्रोड से कनेक्ट करें।

(b) इलेक्ट्रोड के केंद्र (Centre) से 30 से 60 मीटर की दूरी पर जमीन में एक प्रोब (Probe) गाड़ें और उसे टर्मिनल C2 से जोड़ें। इस प्रोब को 15 से 30 सेंटीमीटर की गहराई (Depth) तक गाड़ा (drive) जाना चाहिए।

(c) इलेक्ट्रोड (Electrodes) और प्रोब C2 के बीच के मध्य मार्ग (Midway) में जमीन के भीतर एक अन्य प्रोब (Probe) गाड़ें और उसे टर्मिनल P2 से जोड़ें। इस प्रोब को भी 6 से 12 इंच (15 से 30 सेंटीमीटर) की गहराई (Depth) तक गाड़ा जाना चाहिए।

(d) अर्थ टेस्टर, करंट इलेक्ट्रोड (Current electrode) के माध्यम से एक ज्ञात करंट (Known current) प्रवाहित (Injects) करता है और पोटेंशियल इलेक्ट्रोड (Potential electrode) तथा परीक्षण के अधीन अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth electrode under test) के बीच वोल्टेज (Voltage) को मापता है। अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) की गणना ओम के नियम (Ohm's law) का उपयोग करके की जाती है:

$$R = V / I$$

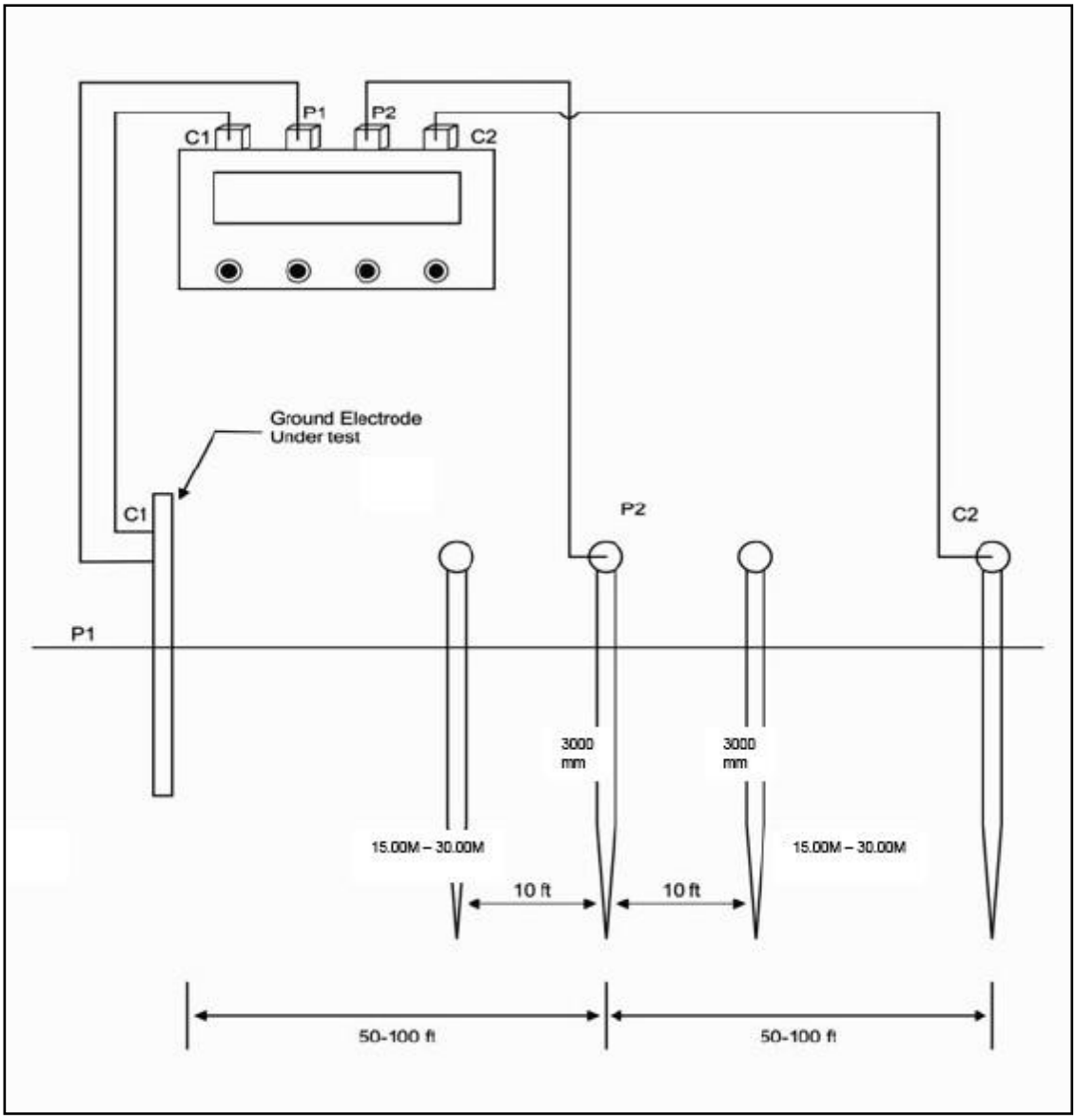
जहाँ R अर्थ रेजिस्टेंस है, V मापा गया वोल्टेज (Measured voltage) है, और I प्रवाहित किया गया करंट (Injected current) है।

(e) रेजिस्टेंस का मापन करें।

(f) पोटेंशियल प्रोब (Potential probe) को इलेक्ट्रोड (Electrode) से 3 मीटर और दूर (Farther away) ले जाएँ और दूसरा मापन (Measurement) करें।

(g) पोटेंशियल प्रोब (Potential probe) को इलेक्ट्रोड के 3 मीटर और पास (Closer) लाएँ और तीसरा मापन करें।

(h) ये तीनों माप उनके औसत (Average) के कुछ प्रतिशत (Few percent) के भीतर होने चाहिए। इन तीनों मापन (Measurements) के औसत को ही इलेक्ट्रोड का अर्थ रेजिस्टेंस (Electrode's earth resistance) माना जा सकता है।



चित्र 4.1: अर्थ प्रतिरोध मापन की विशिष्ट व्यवस्था

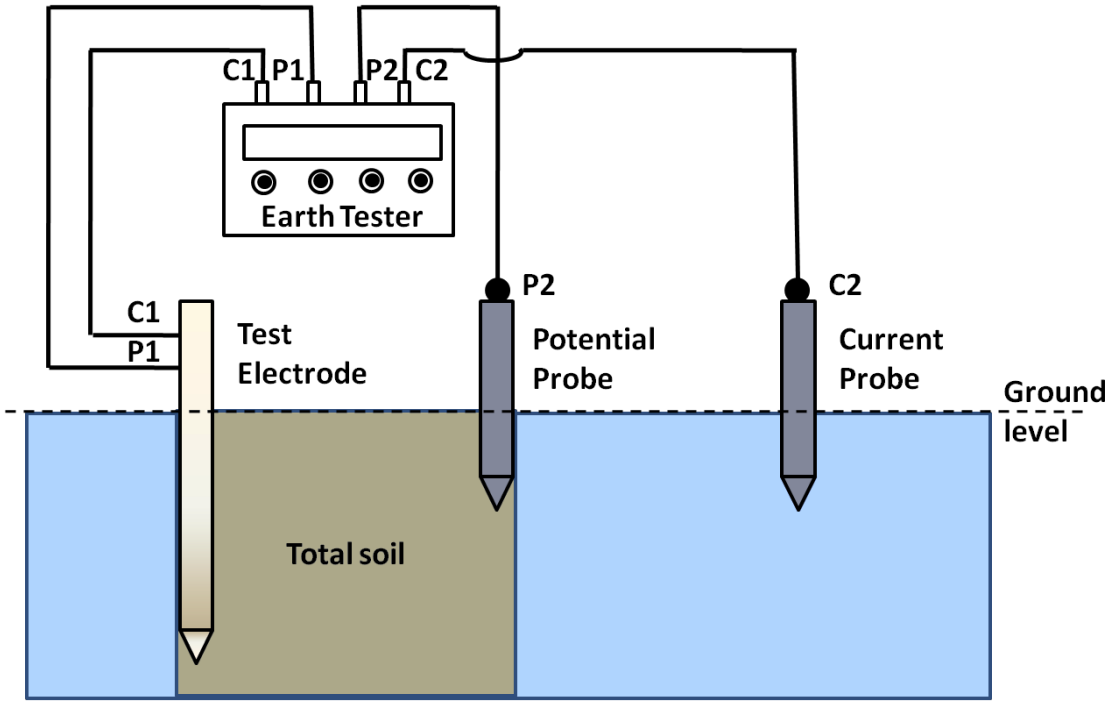
(RDSO Drawing No. SDO/RDSO/E&B/003)

4.2 अर्थ रेजिस्टेंस (Earth resistance) के मापन के दौरान सावधानियां (Precautions): -

अर्थ रेजिस्टेंस का मापन आमतौर पर (Normally) 'फॉल ऑफ पोटेंशियल' (Fall of Potential) विधि का उपयोग करके किया जाता है। अर्थ रेजिस्टेंस मापते समय, कभी-कभी मापन के स्थान (Location of measurement) का चयन ठीक से नहीं किया जाता है। परिणामस्वरूप, अर्थ रेजिस्टेंस के मान गलत (Wrong) हो जाते हैं। इसे समझने के लिए नीचे दो स्थितियों (Cases) की व्याख्या की गई है:

केस I: सिंगल अर्थ इलेक्ट्रोड पर मापन (Measurement at Single Earth Electrode)

जब 'फॉल ऑफ पोटेंशियल' विधि से मापन किया जाता है, तो टेस्ट इलेक्ट्रोड (Test electrode) पर एक मेगर (Megger) के माध्यम से करंट प्रवाहित (Injected) किया जाता है। यह करंट, करंट प्रोब (Current probe) तक पहुँचता है और नीचे चित्र 4.2 में दिखाए गए अनुसार क्षय (Decay) होने के बाद शून्य (Zero) हो जाता है।



चित्र 4.2: सिंगल अर्थ इलेक्ट्रोड पर अर्थ रेजिस्टेंस का मापन

टेस्ट इलेक्ट्रोड (Test electrode) के प्रत्येक रेजिस्टेंस (Resistance) का मान पोटेंशियल प्रोब (Potential probe) पर उत्पन्न वोल्टेज (Voltage) पर निर्भर करता है। इसलिए, टेस्ट इलेक्ट्रोड और पोटेंशियल प्रोब के बीच के क्षेत्र (Area) में केवल मिट्टी (Total soil) होनी चाहिए। इस क्षेत्र में कोई भी बाहरी धातु (Extraneous metalwork) जैसे कि दबे हुए रॉड्स (Buried rods), पाइप (Pipes) आदि नहीं होने चाहिए। अन्यथा, मापन (Measurements) सही नहीं होंगे।

BS 7430:2011 मानक (Standard) के अनुसार: सटीक परिणामों (Accurate results) के लिए, प्रोब और मापे जा रहे अर्थिंग सिस्टम (Earth system) के बीच बहने वाला करंट, मिट्टी (Soil) के माध्यम से वापस आना चाहिए, न कि किसी बाहरी धातु (Extraneous metalwork) के माध्यम से।

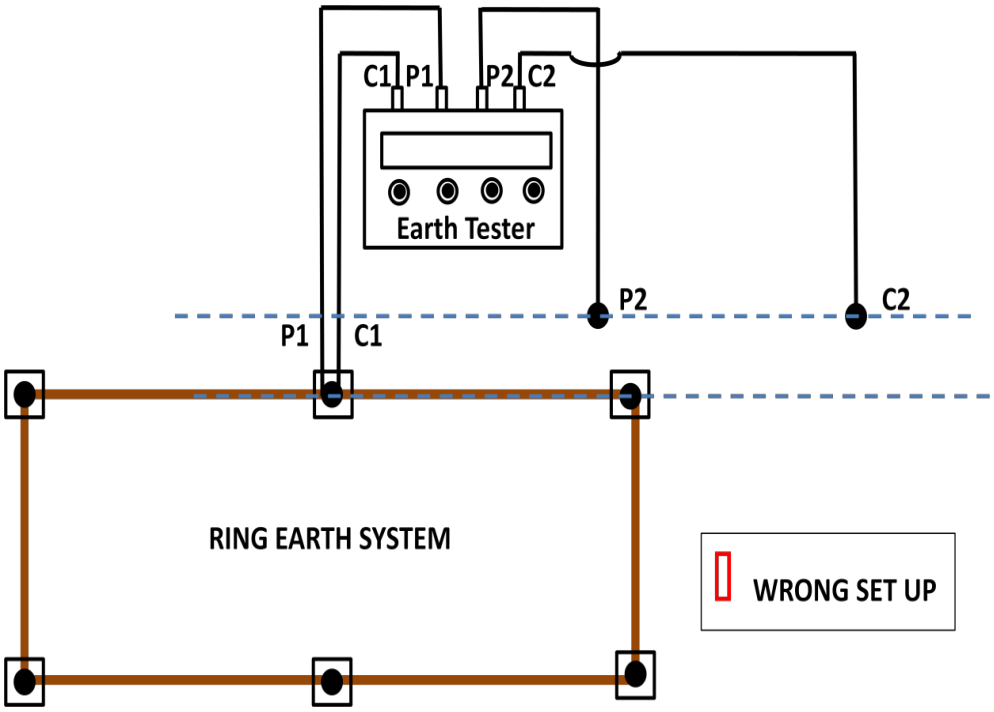
केस II: रिंग अर्थ सिस्टम (Ring Earth System) में मापन

सामान्यतः रिंग अर्थ सिस्टम (Ring Earth System) में अर्थ रेजिस्टेंस के मापन के लिए, टेस्ट प्रोब (Test probe) को अर्थिंग के प्रवेश बिंदु (Entry point-जैसे कि रिले रूम) से जोड़ा जाता है।

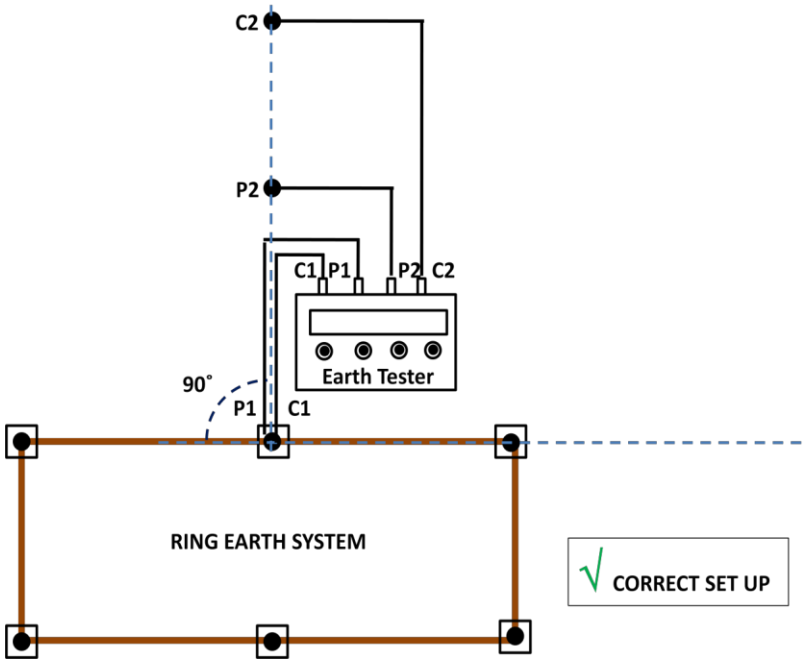
यदि पोटेंशियल प्रोब (Potential Probe) को रिंग अर्थ सिस्टम की धातु (Metal) यानी कॉपर स्ट्रिप (Copper Strip) के समानांतर (Parallel) रखा जाता है, जैसा कि चित्र 4.3 में दिखाया गया है, तो टेस्ट प्रोब द्वारा भेजी गई धारा (Injected Current) मिट्टी (Soil) में फैलने के बजाय कॉपर स्ट्रिप के माध्यम से उसके अंत तक बहती है।

परिणामस्वरूप, कॉपर स्ट्रिप के अंतिम छोर तक (जो पोटेंशियल प्रोब के समानांतर है) कोई उल्लेखनीय वोल्टेज ड्रॉप (Significant voltage drop) नहीं होगा। वोल्टेज में गिरावट मुख्य रूप से कॉपर स्ट्रिप के अंत होने के बाद ही शुरू होगी। हालांकि, इस स्थिति में वोल्टेज का मापा गया मान (Measured value) उस वास्तविक मान से काफी कम होगा, जो तब प्राप्त होता जब कोई समानांतर धातु पथ (Parallel metal path-Copper Strip) मौजूद न होता। इसके कारण, अर्थ टेस्टर पर वास्तविक रेजिस्टेंस (Actual resistance) की तुलना में बहुत कम मान प्रदर्शित करेगा।

इसलिए, यह सलाह दी जाती है कि रिंग अर्थ रेजिस्टेंस का मापन हमेशा प्रोब्स (Probes) को 90 डिग्री के कोण पर रखकर किया जाना चाहिए, जैसा कि चित्र 4.4 में दिखाया गया है। यदि इन्हें समानांतर (Parallel) रखा जाता है, तो टेस्ट प्रोब को उस बिंदु से जोड़ा जाना चाहिए जो रिंग अर्थ सिस्टम के अंत (End) पर स्थित हो।



चित्र 4.3: रिंग अर्थ सिस्टम में अर्थ रेजिस्टेंस का मापन - गलत व्यवस्था



चित्र 4.4: रिंग अर्थ सिस्टम में अर्थ रेजिस्टेंस का मापन - सही व्यवस्था

अध्याय 5

आउटडोर सिगनलिंग उपकरणों के लिए अर्थिंग

(Earthing for Outdoor Signalling Equipment)

(संदर्भ: IRSEM, चैप्टर-19, सेक्शन-11)

5.1 अर्थिंग के प्रकार

(a) अर्थिंग दो प्रकार की होती है:

(i) फंक्शनल अर्थ (Functional Earth): ब्लॉक उपकरणों के लिए उपयोग किया जाने वाला 'अर्थ रिटर्न' एक फंक्शनल अर्थ है, जिसका उपयोग उपकरण के सामान्य संचालन या कार्य (Normal Operation/ Function) के दौरान करंट को पृथ्वी के माध्यम से प्रवाहित करने के लिए किया जाता है।

(ii) प्रोटेक्टिव अर्थ (Protective Earth): यह अर्थ; सर्ज (Surges) को पृथ्वी में विसर्जित (Dissipate) करने के लिए है। आकाशीय बिजली गिरने (Lightning) या सर्ज के दौरान SPDs के माध्यम से यह अर्थ, उपकरणों के कनेक्शन के संपर्क में आता है ताकि उपकरणों को खराब होने से बचाया जा सके।

(b) सिगनलिंग उपकरण (Signalling equipment) वाले भवन के चारों ओर पेरिमिटर रिंग अर्थ (PRE) लगाया जाएगा। सभी S&T उपकरणों के चेसिस (Chassis) को पावर इक्विपमेंट रूम या सिगनल इक्विपमेंट रूम के भीतर दिए गए BRC (बॉन्डिंग रिंग कंडक्टर) से जोड़ा (Bonded) जाएगा। वर्तमान दिशा-निर्देशों के अनुसार, BRC को पावर रूम में MEEB से जोड़ा जाना है और वहां से PRE से जोड़ा जाना है। यदि कोई BRC मौजूद नहीं है, तो उपकरण के चेसिस को सीधे MEEB (मेन इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार) से जोड़ा जाएगा।

(c) अर्थिंग (Earthing) RDSO द्वारा जारी अनुमोदित विशिष्टताओं (approved Specifications), रेखाचित्रों (drawings) और कोड ऑफ प्रैक्टिस (code of practice) के अनुसार लगाई जाएगी।

(d) अधिकतम अर्थ रेजिस्टेंस (Earth Resistance) को OEM (उपकरण निर्माता) और RDSO की सिफारिशों के अनुसार तय किया जाएगा।

5.2 अर्थिंग का उद्देश्य

केबलों, उपकरणों, भवनों और संरचनाओं (structures) की अर्थिंग निम्नलिखित में से एक या अधिक उद्देश्यों के लिए की जाती है:

(a) उपकरणों की आकाशीय बिजली (Lightning) और सर्ज से सुरक्षा।
(b) इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इंटरफेरेंस (EMI) को कम करने के लिए दूरसंचार केबलों के मेटल स्क्रीन और उपकरणों की अर्थिंग।
(c) मानव सुरक्षा।

5.3 अर्थिंग का प्रावधान

(i) केबिन के लीवर फ्रेम और अन्य धात्विक फ्रेमों को अर्थ किया जाएगा।
(j) प्रत्येक लोकेशन बॉक्स पर अर्थिंग की जाएगी जहाँ केबल टर्मिनेट (terminate) होते हैं।
(k) प्रत्येक सिगनल पर अर्थिंग लगाई जाएगी।
(l) जहाँ भी संभव हो, पास-पास स्थित लोकेशन बॉक्स (location boxes), सिगनल पोस्ट आदि के लिए एक ही (common) अर्थिंग सिस्टम बनाया जाना चाहिए। अलग-अलग अर्थिंग केवल उन्हीं उपकरणों के लिए आवश्यक है जिन्हें 'फंक्शनल अर्थ' (functional earth) की आवश्यकता होती है।

(m) मुख्य केबल के शीथ (Sheath) और आर्मर (Armour) की अर्थिंग की जानी चाहिए। ओएफसी (OFC) के आर्मर को दोनों सिरों पर अर्थ किया जाएगा। अनस्क्रीन्ड (unscreened) केबलों के आर्मर को अर्थ करना तब आवश्यक नहीं है जब उन्हें 'टेल केबल' (tail cable) के रूप में उपयोग किया जा रहा हो, सिवाय उन विशेष मामलों के जहाँ टेल केबल की लंबाई सामान्य निर्धारित सीमा से अधिक हो जाती है।

(n) विद्युतीकृत ट्रैक (Electrified Track) से 2 मीटर के भीतर आने वाले सिगनलों के मामले में, प्रोटेक्शन स्क्रीन (Protection Screen) को अर्थ (Earth) से जोड़ा जाना चाहिए।

(o) यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि कोई व्यक्ति एक ही समय में अलग-अलग अर्थ से जुड़ी दो धात्विक बॉडी (Metallic bodies) को न छू सके। यदि अलग-अलग धातु की वस्तुओं (various metallic objects) के बीच पर्याप्त दूरी या दीवार (Partition) बनाना संभव न हो, तो उन्हें एक ही कॉमन अर्थ (Common Earth) से जोड़ देना चाहिए।

(p) रिले रूम में आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण जैसे EI, DAC, Datalogger आदि के लिए कॉमन/इक्वि-पोटेंशियल अर्थ (Common/Equi-potential Earth) का उपयोग किया जाएगा। अर्थ का मान (Earth Resistance) 1 ओम (1 ohm) से अधिक नहीं होना चाहिए और इसे हर साल सूखे मौसम के दौरान मापा जाना चाहिए।

(q) सब-सिस्टम (sub-systems) से अर्थ टर्मिनल तक जाने वाले तारों (wires) का रंग अलग-अलग (Distinctive color) होना चाहिए। ढीले या अलग हुए (डिस्कनेक्टेड) अर्थ वायर की तुरंत पहचान के लिए हरे (Green) या हरे-पीले (GNYE) रंग के तार के उपयोग की सिफारिश की जाती है।

(r) सभी अर्थ वायर यथासंभव सीधे होने चाहिए और उन्हें कभी भी कुंडली बनाकर (Coiled) नहीं रखना चाहिए। अर्थ वायर में पर्याप्त विद्युत धारा (current) ले जाने की क्षमता होनी चाहिए और यह वायर कॉपर का होना चाहिए तथा इनका क्रॉस-सेक्शन 4 वर्ग मिमी (4 sq mm) के बराबर या इससे कम नहीं होना चाहिए।

(s) प्रोटेक्टिव अर्थ (Protective Earth) के लिए सामान्यतः 10 ओम (10 ohm) तक का अर्थ रेजिस्टेंस मान्य है, जब तक कि विशेष रूप से कुछ और न निर्देशित किया गया हो। इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए, अर्थ रेजिस्टेंस 1 ओम (1 ohm) से अधिक नहीं होना चाहिए।

(t) स्टेशन पर प्रत्येक ब्लॉक इंस्ट्रूमेंट और अन्य सिगनलिंग उपकरणों के लिए स्वीकृत प्रकार (approved type) की अर्थिंग लगानी चाहिए। यदि कोई 'अर्थ रिटर्न सर्किट' (Earth return circuit) है, तो प्रत्येक के लिए अलग से अर्थिंग व्यवस्था (dedicated earthing arrangement) की जाएगी।

(u) सिगनलिंग सर्किट के लिए अर्थ रेजिस्टेंस 10 ओम या OEM/ RDSO द्वारा निर्धारित सीमा से अधिक नहीं होना चाहिए। यदि रेजिस्टेंस अधिक है, तो उसे कम करने के उपाय किए जाने चाहिए। यदि फिर भी अर्थ रेसिस्टेंस का मान कम नहीं होता है, तो समानांतर (Parallel) में अतिरिक्त अर्थ इलेक्ट्रोड लगाए जा सकते हैं।

(v) जहाँ एक से अधिक अर्थ इलेक्ट्रोड का उपयोग किया जाता है, वहाँ दो इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी स्वीकृत डिज़ाइन (Approved Design) के अनुसार होनी चाहिए।

5.4 अर्थिंग लीड्स (Earthing Leads)

(a) अर्थ वायर (earth wires) को यांत्रिक क्षति (mechanical damage) और जंग (corrosion) की संभावना से बचाकर रखा जाना चाहिए, विशेष रूप से उस बिंदु पर जहाँ इसे 'अर्थ इलेक्ट्रोड' (earth electrode) से जोड़ा जाता है।

(b) अर्थिंग लीड (Earthing Lead) के रूप में 40 मिमी x 6 मिमी आकार की माइल्ड स्टील पट्टी (Mild Steel Flat) का उपयोग किया जाना चाहिए, या फिर स्वीकृत अर्थिंग प्रैक्टिस/ ड्राइंग के अनुसार होना चाहिए।

(c) अर्थिंग लीड (earthing lead) को एक लग (lug) पर सोल्डर (soldered) या क्रिम्प (crimped) किया जाना चाहिए, जिसे अर्थ इलेक्ट्रोड में बोल्ट किया जाएगा या विशेषतः (preferably) एक्सोथर्मिक रूप से वेल्ड (exothermically welded) किया जाना चाहिए। कनेक्शन में उपयोग किए गए नट और बोल्ट पर जंग-रोधी पेंट (anti-corrosive paint) लगाया जाना चाहिए।

5.5 अर्थिंग के लिए स्थल का चयन (Selecting Site for Earthing)

(a) अर्थिंग के लिए स्थल का चयन वरीयता (order of preference) के निम्नलिखित क्रम में किया जाएगा:

(i) गीली दलदली (Marshy) जमीन और ऐसी जमीन जिसमें अपशिष्ट (Refuse) हो, जैसे कि राख (Ashes), कोयले की राख (Cinders) और खारा कचरा (Brine waste) ।

(ii) चिकनी मिट्टी (Clay soil) या दोमट मिट्टी (Loam) जिसमें रेत की थोड़ी मात्रा मिली हो।

(iii) चिकनी और दोमट मिट्टी जिसमें रेत, बजरी (Gravel) और पत्थर अलग-अलग अनुपात (Proportions) में मिले हों; और

(iv) नम (Damp) और गीली रेत तथा पीट (Peat)।

(b) अर्थिंग के लिए ऐसा स्थल चुना जाना चाहिए जो प्राकृतिक रूप से अच्छी जल निकासी (Well drained) वाला हो। हालाँकि, जल-भराव (Water-logged) तब तक आवश्यक नहीं है जब तक कि मिट्टी, रेत (sand) या बजरी (gravel) वाली न हो। जहाँ जमीन का निचला हिस्सा पथरीला (Rocky) हो, वहाँ बारहमासी कुओं (Perennial wells) का उपयोग भी अर्थ इलेक्ट्रोड के स्थल के रूप में करना फायदेमंद (Advantageous) होता है।

(c) अर्थ इलेक्ट्रोड को ऐसे मिट्टी में लगाना बेहतर होता है जिसकी बनावट बारीक (fine texture) हो। इस मिट्टी को पानी डालकर और दबाकर (ramming) जितना हो सके उतना सघन (tight) बना देना चाहिए। जहाँ संभव हो, मिट्टी को छानकर उसके ढेले (Lumps) तोड़ दिए जाएँ और इलेक्ट्रोड के आसपास के क्षेत्र से पत्थर हटा दिए जाएँ।

(d) जहाँ मिट्टी की चालकता (soil conductivity) कम होती है, वहाँ इसे सुधारने के लिए रासायनिक उपचार (chemical treatment) किया जा सकता है।

इस उद्देश्य के लिए सामान्यतः साधारण नमक (common salt) और कोयला (charcoal) को बारी-बारी से परतों (alternate layers) में उपयोग किया जाता है।

मिट्टी के कुल भार (soil weight) के 200 भाग में वजन के अनुसार (by weight) 1 भाग से कम नमक (salt) मिलाने से प्रतिरोधकता (resistivity) लगभग 80% तक कम हो सकती है, लेकिन नमक की मात्रा (salt content) को 3% से अधिक बढ़ाने पर ज्यादा लाभ (advantage) नहीं होता है। कैल्शियम क्लोराइड (calcium chloride) और सोडियम कार्बोनेट (sodium carbonate) भी लाभदायक (beneficial) होते हैं।

(e) जहाँ संभव हो, मिट्टी में प्राकृतिक लवण (natural salts) का उपयोग किया जाना चाहिए, जो सड़ते हुए पौधों (decaying plants) पर जीवाणु क्रिया (bacteriological action) से बनते हैं। जिस मिट्टी में पौधे उग रहे होते हैं, उसकी प्रतिरोधकता (resistivity) समान प्रकार की उस मिट्टी की तुलना में कम होती है जहाँ पौधे नहीं होते।

(f) जहाँ तक संभव हो, अर्थिंग व्यवस्था (earthing arrangement) को प्राकृतिक मिट्टी (natural soil) में ही स्थापित किया जाना चाहिए। जो भरी हुई मिट्टी (made-up soil) अभी सघन (consolidated) नहीं हुई है या जिसके मौसम (weather) के प्रभाव से कटने/बहने (eroded) की संभावना रहती है, उससे बचना चाहिए।

(g) उपकरण अर्थ (Equipment earths) और रेलवे या अन्य प्रशासन के विद्युत विभाग द्वारा लगाए गए सिस्टम अर्थ (जैसे कि AT/Transformer की अर्थिंग आदि) के बीच की न्यूनतम दूरी (Minimum clearance) 20 मीटर होनी चाहिए।

(h) मिट्टी की नमी (Soil moisture) को बनाए रखने के लिए, अर्थ के चारों ओर 1 मीटर के दायरे (Radius) में लगभग 50 मिमी मोटाई (Thickness) का डामर (Asphalt) या कंक्रीट (Concrete) का आवरण (Cover) रखना वांछनीय (Desirable) है।

5.6 अर्थ रेजिस्टेंस (Earth Resistance)

किसी 'अर्थ' का अर्थ रेजिस्टेंस (Earth Resistance) तीन अलग-अलग रेजिस्टेंस का योग (Sum) होता है, अर्थात् (Viz.):

(a) अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth electrode) को इंस्टालेशन (Installation) से जोड़ने वाले कंडक्टर (Conductor) का रेजिस्टेंस।

(b) अर्थ इलेक्ट्रोड की सतह (Surface) और मिट्टी के बीच का कान्टैक्ट रेजिस्टेंस (Contact resistance) तथा अर्थ इलेक्ट्रोड के चारों ओर की मिट्टी का (Body of soil) का रेजिस्टेंस।

(c) सामान्यतः (Normally) पहले दो रेजिस्टेंस तीसरे की तुलना में नगण्य (Negligibly small) होते हैं; इसलिए, किसी 'अर्थ' का रेजिस्टेंस मुख्य रूप से (Primarily) मिट्टी की प्रकृति (Nature of the soil) द्वारा निर्धारित (Determined) होता है, न कि स्वयं इलेक्ट्रोड द्वारा।

(d) एक मानक (Standard) इलेक्ट्रोड सिस्टम के लिए उपयोग की जाने वाली सामग्री (material) जंग-रोधी (corrosion resistant) होनी चाहिए। मिट्टी की सामान्य स्थितियों के तहत, गैल्वेनाइज्ड आयरन (Galvanized iron) या माइल्ड स्टील इलेक्ट्रोड के उपयोग की सिफारिश (Recommended) की जाती है। उन मामलों में जहाँ मिट्टी में अधिक जंग लगने की संभावना (soil corrosion) हो, वहाँ तांबे (Copper) या कॉपर क्लैड (Copper clad) इलेक्ट्रोड का उपयोग करना बेहतर (Preferable) है। इलेक्ट्रोड; पेंट (paint), इनेमल (Enamel) या ग्रीस (Grease) से मुक्त होने चाहिए।

(e) अर्थ टेस्टर (earth tester), जो अर्थ प्रतिरोध (earth resistance) मापने के लिए उपयोग किया जाता है, उसमें करंट स्रोत (current source) और मीटर (meters) एक ही उपकरण (single instrument) में शामिल होते हैं और यह सीधे (directly) प्रतिरोध (resistance) का मान (value) दिखाता है।

5.7 बाहरी अर्थ (Outdoor earths) का अनुरक्षण

(a) पानी डालना (Watering):

पारंपरिक (Conventional) अर्थों में नियमित रूप से पानी डाला जाना चाहिए। मेंटेनेंस-फ्री अर्थ (Maintenance free earth) के अर्थ रेजिस्टेंस में सुधार के लिए समय-समय पर (Periodically) अर्थ एनहाँसमेंट मैटेरियल (Earth enhancement material) डाली जानी चाहिए। अर्थ पिट (Earth pit) की नियमित रूप से सफाई की जानी चाहिए।

(b) अर्थ कनेक्शन (Earth Connections):

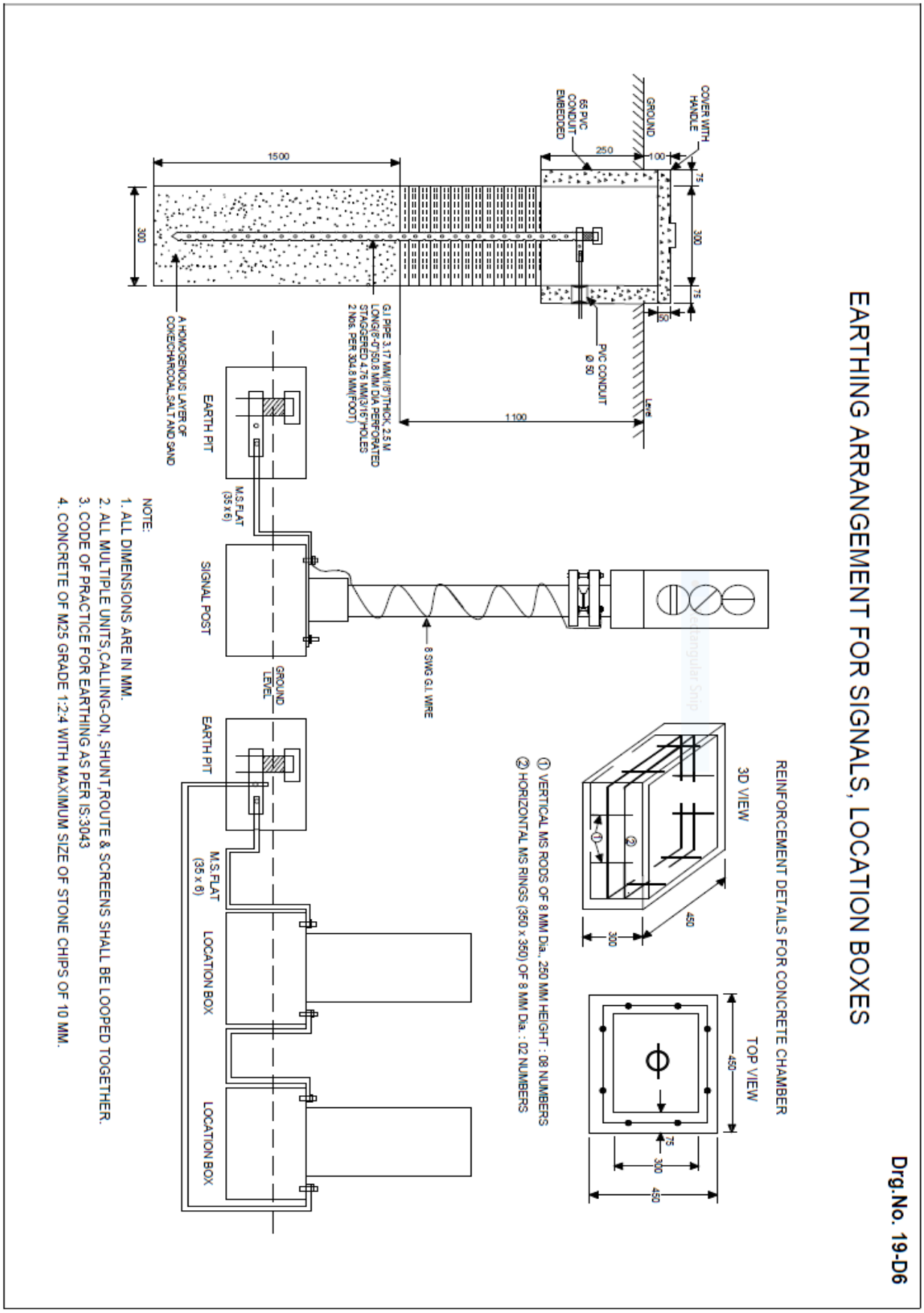
सभी अर्थ कनेक्शनों की सावधानीपूर्वक जांच की जानी चाहिए और उन्हें सही एवं सुरक्षित (Intact) रखा जाना चाहिए। अर्थ कनेक्शन के जोड़ों को सोल्डर (Soldered) किया जाना चाहिए। प्रत्येक अर्थ और उससे जुड़े उपकरण के बीच के तार (Wires) विद्युत रूप से अलग (Electrically isolated) होने चाहिए। मेंटेनेंस-फ्री अर्थ रॉड पर एक्सोथर्मिक वेल्डिंग टर्मिनेशन (Exothermic welding termination) की जाँच और सफाई की जानी चाहिए।

5.8 अर्थ का नियमित निरीक्षण और रखरखाव (Regular Checks/Upkeep of Earths)

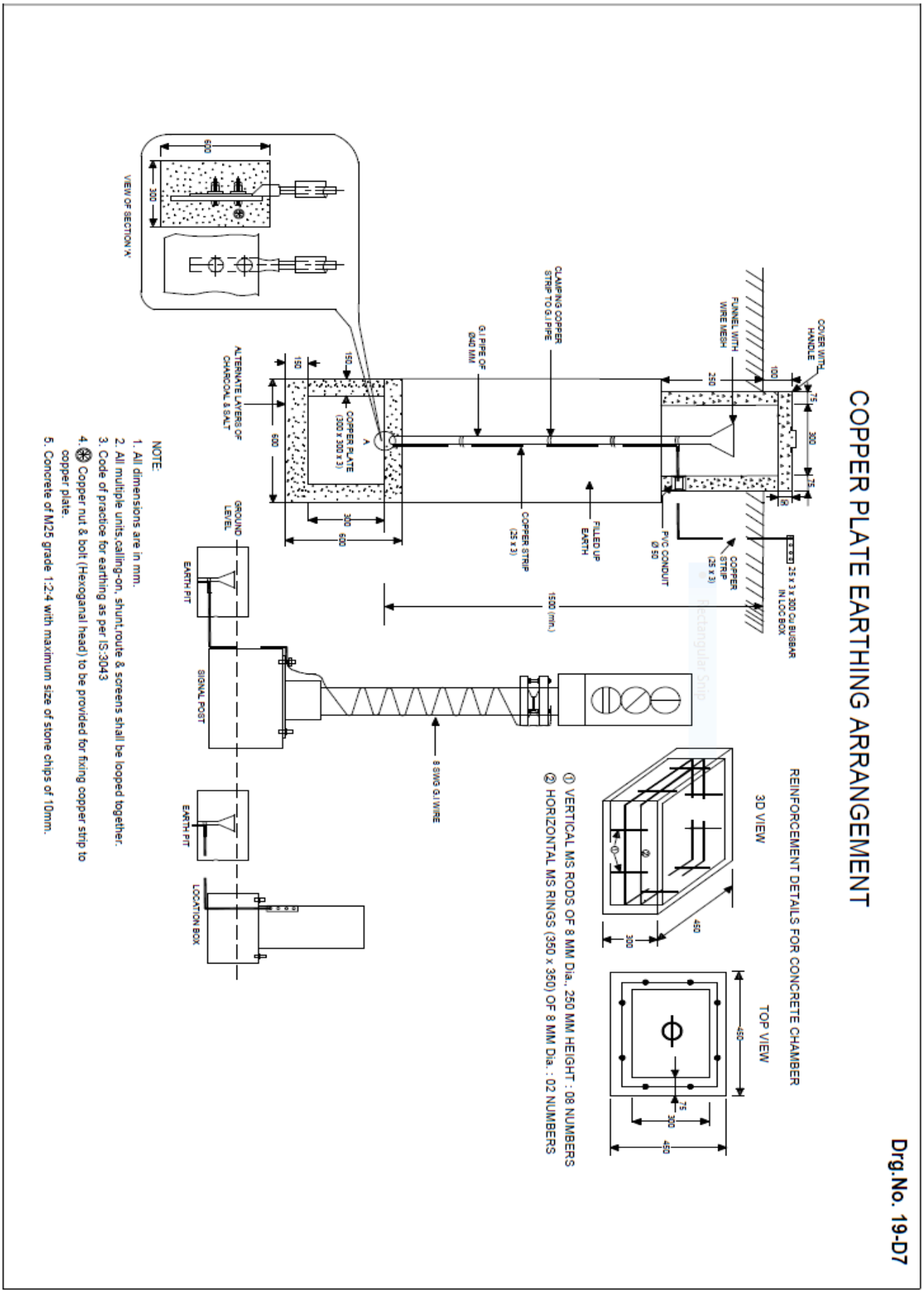
(a) ब्लॉक अर्थ (Block earths) और उनके कनेक्शनों की जाँच जेई/सिगनल (JE/Signals) द्वारा एक महीने से अधिक नहीं के अंतराल पर की जानी चाहिए और सेक्शनल (Sectional) एसएसई/(सिगनल) / इनचार्ज द्वारा तीन महीने से अधिक नहीं के अंतराल (Intervals) पर की जानी चाहिए।

(b) ब्लॉक अर्थ के रेजिस्टेंस की जाँच सेक्शनल जेई/एसएसई (Signal) द्वारा 12 महीने से अधिक नहीं के अंतराल (Intervals) पर की जानी चाहिए। जहाँ रेजिस्टेंस 10 ओम (10 ohms) से अधिक हो जाता है, वहाँ समानांतर (Parallel) में अतिरिक्त (Additional) अर्थ लगा करके रेजिस्टेंस को कम करने की कार्रवाई की जाएगी।

(c) यदि नियमित परीक्षण (Routine testing) यह संकेत (Indicates) देता है कि मौजूदा (Existing) अर्थ इलेक्ट्रोड सिस्टम संतोषजनक (Satisfactory) नहीं है, तो उसकी जगह एक नया अर्थ इलेक्ट्रोड सिस्टम लगाया जाएगा (या मौजूदा अर्थ इलेक्ट्रोड सिस्टम की ताकत बढ़ाने के लिए, उसके साथ एक अतिरिक्त हिस्सा (Supplement) जोड़ दिया जाएगा ।)



चित्र 5.1 (Ref: IRSEM Drg No 19-D6)



चित्र 5.2 (Ref: IRSEM Drg No 19-D7)

अध्याय–6

अर्थिंग (परंपरागत एवं मेंटेनेंस-फ्री) तथा लाइटनिंग प्रोटेक्शन का अनुरक्षण कार्यक्रम

[Maintenance Schedule of Earthing (Conventional & Maintenance Free) and Lightning Protection]

आवृत्ति	शेड्यूल कोड
मासिक	E1
त्रैमासिक	E1
अर्धवार्षिक	E1, E2
वार्षिक	E2, E3

	शेड्यूल कोड: E1 आवृत्ति (*Periodicity*): *तकनीशियन (सिगनल): मासिक* *सेक्शनल SSE/JE (सिगनल): त्रैमासिक* *SSE (सिगनल) / इनचार्ज: अर्धवार्षिक*
क्रम	निम्नलिखित की जाँच करें :
1.	ब्लॉक अर्थ, एक्सल काउंटर, MUX तथा अन्य उपकरणों के सभी अर्थ कनेक्शन सही होने चाहिए।
2.	अर्थ वायर लीड (Earth wire lead) जंग-रहित और अच्छी तरह संरक्षित (protected) होना चाहिए।
3.	अर्थिंग तारों को इलेक्ट्रोड से जोड़ने वाले नट जंगग्रस्त (corroded) नहीं हैं।
4.	SPD (B & C टाइप, 230V एंट्री स्टेज) के इन्डिकेशन सही होने चाहिए।
5.	SPD के कनेक्शन सही और सुरक्षित (intact) होने चाहिए।
	शेड्यूल कोड: E2 आवृत्ति: सेक्शनल SSE/JE (सिगनल): अर्धवार्षिक SSE (सिगनल)/ इनचार्ज: वार्षिक
क्रम	निम्नलिखित की जाँच करें :
1.	SPD (C टाइप- DC सप्लाई के आउट्पुट साइड) के इन्डिकेशन सही होने चाहिए। मानसून शुरू होने से पहले और हर आकाशीय बिजली गिरने के बाद इसकी जाँच करें।
2.	SPD के कनेक्शन सही होने चाहिए।
	शेड्यूल कोड: E3 आवृत्ति: सेक्शनल SSE/JE (सिगनल): वार्षिक *SSE (सिगनल)/ इनचार्ज* : वार्षिक (नोट: इन्हें हर छह महीने में बारी-बारी से किया जाएगा)
क्रम	निम्नलिखित की जाँच करें :
1.	सही रेटिंग एवं सही प्रकार के SPD का उपयोग होना चाहिए।
2.	उपलब्ध पोटेंशियल-फ्री कॉन्टैक्ट्स का वायरिंग किया गया है।
3.	प्रत्येक ब्लॉक के लिए अलग अर्थिंग उपलब्ध है।
4.	अलग-अलग अर्थिंग कंडक्टर एक-दूसरे से इंसुलेटेड हैं।
5.	सिगनलिंग सर्किट हेतु लगाई गई अर्थिंग का 'अर्थ रेज़िस्टेंस' मापा जाए। यदि यह स्थापित उपकरणों की निर्धारित सीमा से अधिक पाया जाए तो उसे सुधारने के लिए आवश्यक कार्यवाही की जाए तथा इसे और कम करने के उपाय किए जाएं।
6.	अर्थ रेज़िस्टेंस मापन का रिकार्ड रखा जाए तथा उसका मान अर्थ एनक्लोज़र/निकटतम दीवार पर अंकित (पेंट) किया जाए।

नोट: उपकरण अर्थ (Equipment Earth) से 20 मीटर से कम दूरी पर विद्युत विभाग का कोई अन्य अर्थ या सिस्टम अर्थ नहीं होनी चाहिए।

******