

# इरिसेट



# IRISET

## टी.सी.5

संचार संस्थापनों के लिए अर्थिंग  
तथा सर्ज संरक्षण



भारतीय रेल सिग्नल इंजीनियरी और दूरसंचार संस्थान  
सिकंदराबाद-500017

टी.सी.5

# संचार संस्थापनों के लिए अर्थिंग तथा सर्ज संरक्षण

**दर्शन:** इरिसेट को अंतर्राष्ट्रीय प्रसिद्धि का संस्थान बनाना, जो कि अपने मानक व निर्देशचिह्न स्वयं तय करे.

**लक्ष्य:** प्रशिक्षण के माध्यम से सिगनल एवं दूरसंचार कर्मियों की गुणवत्ता में सुधार तथा उनकी उत्पादक क्षमता में वृद्धि लाना

इस इरिसेट नोट्स में उपलब्ध की गई सामग्री, केवल मार्गदर्शन के लिए प्रस्तुत की गयी है। इस नियमावली या रेलवे बोर्ड के अनुदेशों में निहित प्रावधानों को निकालना या परिवर्तन करना मना है.



**भारतीय रेल सिगनल इंजिनियरी एवं दूरसंचार संस्थान**  
**सिकंदराबाद - 500 017**

**अगस्त 2015 में जारी**

# टी.सी.5

## संचार संस्थापनों के लिए अर्थिंग तथा सर्ज संरक्षण

### विषय सूची

<u>क्र.सं.</u>	<u>अध्याय</u>	<u>पृष्ठ सं.</u>
1	सर्ज तथा संचार संस्थापनों पर उसका प्रभाव	1
2	अर्थिंग के मूल सिद्धांत	8
3	सर्ज संरक्षण उपकरणों (एसपीडी)	12
4	दूरसंचार संस्थापनों के लिए अर्थिंग प्रणाली का आरडीएसओ विनिर्देश	23
5	सि व दूस् उपकरणों के अर्थिंग एवं बॉन्डिंग प्रणाली के लिए अभ्यासार्थ कूट	36
6	दूरसंचार उपकरणों के लिए सर्ज सुरक्षा उपकरण	45
7	अनुबंध 1	50

1. पृष्ठों की संख्या - 28
2. जारी करने की तारीख - अगस्त, 2015
3. हिंदी और अंग्रेजी संस्करण में कोई विसंगति या विरोधाभास होने पर इस विषय का अंग्रेजी संस्करण ही मान्य होगा।

### © इरिसेट

“यह केवल भारतीय रेलों के प्रयोगार्थ बौद्धिक संपत्ति है। इस प्रकाशन के किसी भी भाग को इरिसेट, सिकंदराबाद, भारत के पूर्व करार और लिखित अनुमति के बिना न केवल फोटो कॉपी, फोटोग्राफ, मेग्नेटिक, ऑप्टिकल या अन्य रिकार्ड तक सीमित नहीं, बल्कि पुनः प्राप्त की जाने वाली प्रणाली में संग्रहित, प्रसारित या प्रतिकृति तैयार नहीं किया जाए।”



# अध्याय 1

## सर्ज और उसके संकेत एवं दूरसंचार संस्थापनों पर प्रभाव



### 1.1 परिचय:

संकेत एवं दूरसंचार प्रणाली, जैसे इलेक्ट्रॉनिक इंटरलॉकिंग, डिजीटल एक्सिसल काउंटर, ट्रैक सर्किट्स, ISDN एक्सचेंज, ओएफसी संचार, डाटा नेटवर्क, नियंत्रण संचार, आदि भारतीय रेल में सुरक्षित और सुचारू रूप से ट्रेन संचालन के लिए लगातार चौबीसों घंटे कार्य करते हैं। इन प्रणालियों में बहुत ही अत्याधुनिक उपकरणों, जैसे ICs, माइक्रोप्रोसेसर और माइक्रोकंट्रोलर का इस्तेमाल किया गया है, जिन पर सर्ज वोल्टेज और धारा का प्रभाव पड़ता है। इसलिए इन उपकरणों को सर्ज से सुरक्षित करना बहुत आवश्यक है, जिससे उपकरण का निरंतर संचालन सुनिश्चित किया जा सके और इनके नुकसान से होने वाला प्रतिस्थापन कीमत भी बचा सकें।

### 1.2 सर्ज के कारण हैं:

- लाइटनिंग डिस्चार्ज
- इंडक्टिव लोड का ऑन/ऑफ करने (जैसे ट्रांसफार्मर, कॉइल्स, मोटर)
- इग्निशन और इलेक्ट्रिक आर्किंग का अवरोध (जैसे वेल्डिंग प्रोसेस)
- फ्यूज तथा सर्किट ब्रेकर की ट्रिपिंग
- एक ही पावर लाइन में अन्य बड़े उपकरणों में पावर संक्रमण
- पावर सप्लाई कंपनी द्वारा होने वाली खराबी के कारण
- शार्ट सर्किट

### 1.2.1 सर्ज के परिणाम:

- उपकरण द्वारा देने वाले सेवा में अवरोध।
- सर्किट या उपकरण के प्रतिस्थापन कीमत।

IEC (इन्टरनेशनल इलेक्ट्रोटेकनीक कमीशन) द्वारा कई देशों में किए गए एक अध्ययन में पता चला है कि लाइटनिंग के कारण जो नुकसान (नुकसान की कीमत) होता है वह उपकरणों को संभालने में लापरवाही से होने वाले नुकसान के बाद में आता है। (तालिका 1.1. को देखें)

कारण	नुकसान (कल नुकसान की % में)
लापरवाही	36.1%
सर्ज	27.4%
चोरी	12.9%
बाढ़ / आंधी	6.9%
अन्य	16.7%

तालिका 1.1. विभिन्न कारणों से होने वाला नुकसान (नुकसान की कीमत)

### 1.3 लाइटनिंग कैसे होते हैं?

लाइटनिंग, मेघ गर्जन और बिजली वाला तूफान के मौसम में बादल समूह में उपस्थित विद्युत भार के संचयन के कारण होते हैं। उष्णकटिबंधित और शीतोष्ण क्षेत्रों में मेघ गर्जन और बिजली वाला तूफान और परिणामस्वरूप लाइटनिंग की अलग-अलग प्रक्रिया होती है।

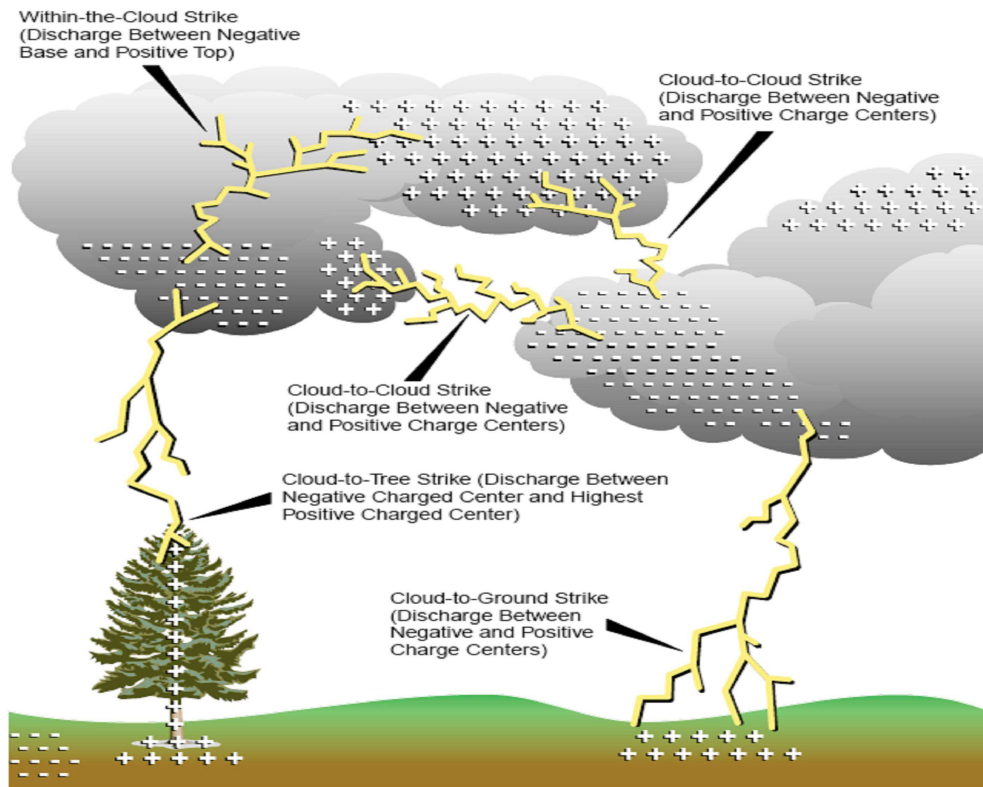
उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में मेघ गर्जन और बिजली वाला तूफान, गरम तूफान (heat storms) के रूप में जाना जाता है। यह ऊपर की ओर उठती हुई गरम हवाओं द्वारा ठंडी हवा को नीचे धक्का देने के कारण होता है। इससे कई किलोमीटर में फैले एक या कई बादल कोशिकाओं का गठन होते हैं।

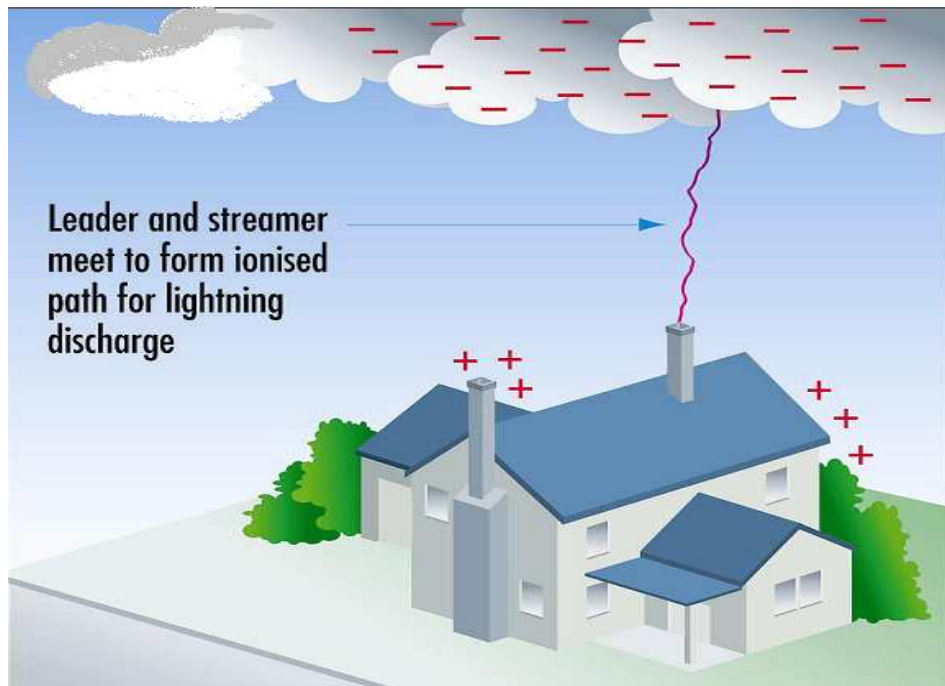
समशीतोष्ण क्षेत्रों में, मेघ गर्जन और बिजली वाला तूफान, ललाट तूफान (frontal storms) के रूप में जाना जाता है। इसमें ठंडी ललाट तूफान (frontal storm) गर्म हवा को ऊपर की ओर धक्का देती है। इससे बादल कोशिकाओं का गठन होता है, जो कई किलोमीटर में क्रमिक रूप से फैले होते हैं।

बादल कोशिका (cloud cell) के केंद्र की तरफ का यह प्रबल वायुप्रवाह के निम्नलिखित प्रभाव हैं।

- क) बर्फ क्रिस्टल धनात्मक रूप से (Positively) उर्जित होता है।
- ख) पानी की बूंदें ऋणात्मक रूप से (negatively) उर्जित होता है।
- ग) उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में गर्म तूफानों के मामले में धनात्मक भार का केन्द्र वातावरण के ऊपरी भाग (लगभग 10,000 मीटर) और ऋणात्मक भार का केन्द्र निचले भाग (लगभग 5,000 मीटर) में स्थित रहता है।
- घ) समशीतोष्ण क्षेत्रों में ललाट तूफानों के मामले में धनात्मक भार का केन्द्र वातावरण के ऊपरी भाग (लगभग 6,000 मीटर) और ऋणात्मक भार का केन्द्र निचले भाग (लगभग 2,500 मी.) में स्थित है।

बादल के निचले ऋणात्मक उर्जित भाग विद्युत-स्थिर रूप से (electro-statically) उसके सीधे नीचे का ज़मीन पर धनात्मक भार लाता है। इमारतों और पेड़ों जैसे उठाए हुए संरचनाओं में ये धनात्मक भार अधिक मात्रा में केन्द्रीकृत हो जाते हैं। इससे एक खिंचाव के निर्माण होने पर, ऋणात्मक भार ज़मीन की ओर त्वरित होगा, जिसे “स्टेप लीडर” कहा जाता है। जब लाइटनिंग शुरू होती है, यह स्टेप लीडर बादल से ज़मीन की ओर आती है। यह स्टेप लीडर बहुत चमकदार नहीं होती है लेकिन एक छोटी दूरी के लिए प्रसारित होती है और थोड़ी देर के लिए बंद हो जाता है, फिर अलग दिशा में बढ़ती है और फिर से बंद हो जाती है। यह प्रक्रिया कई बार दोहराता है, जो ऋणात्मक भार से भरा एक घुमावदार पथ बनाता है। ये उच्च गति के इलेक्ट्रॉन वायु की अणुओं को अयनित करते हैं इस प्रकार स्ट्रोक के लिए एक संवहन पथ प्रदान करता है। जब स्टेप लीडर ज़मीन के करीब आते हैं एक मजबूत विद्युतीय क्षेत्र उत्पन्न होता है जो पथ के ऋणात्मक भार को तटस्थ करने के लिए ज़मीन पर से धनात्मक भार को संचालित करता है। इसे लौटने वाला स्ट्रोक या “स्ट्रीमर” कहा जाता है। यह लौटने वाला स्ट्रोक स्टेप लीडर से बहुत अधिक चमकदार होता है। इसलिए लाइटनिंग धनात्मक आयन का प्रवाह है, जो अधिकतर पृथ्वी पर का उठाए हुए संरचनाओं से उपरी बादल की तरफ होता है। लाइटनिंग के रूप में हम जो देखता हैं, वह वास्तव में ज़मीन से बादलों के तरफ जाने वाला एक प्रवाह है। लौटने वाला स्ट्रोक ही लाइटनिंग में तीव्र प्रकाश, गर्मी और आवाज़ का स्रोत है। लाइटनिंग एक ही बादल के भीतर या विविध बादलों के बीच भी होते हैं। लेकिन हमारी चिंता का विषय बादल और ज़मीन के बीच का लाइटनिंग है, जो आंशिक या पूर्ण रूप से S&T उपकरणों को खराब कर सकता है।





लाइटनिंग प्रक्रिया का सारांश निकालने पर निम्नलिखित बातें विचार में लाने योग्य हैं।

- बादलों के अंदर ऋणात्मक विद्युतीय भार बनता है।
- विद्युतीय क्षेत्र का आधिक्य।
- धनात्मक भार का ज़मीन पर इकट्ठा होना।
- वायु का भंग के फलस्वरूप स्टेप लीडर का बनना।
- विद्युतीय क्षेत्र का और आधिक्य।
- तीव्र उर्ध्वगामी धनात्मक स्ट्रीमर का उत्पन्न।
- धनात्मक उर्ध्वगामी स्ट्रीमर और नीचे की ओर का स्टेप लीडर का एकत्र होना।
- चालकीय पथ का तैयार होना।
- दृश्य लाइटनिंग फ्लैश।

#### 1.4 लाइटनिंग के भौतिक प्रभाव

लाइटनिंग के भौतिक प्रभाव निम्नलिखित हैं :

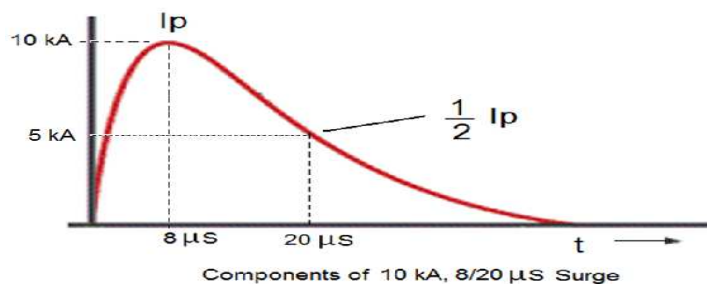
- हवा का तापमान  $30,000^{\circ}\text{K}$  तक
- प्रेशर शॉक वेव (pressure shock wave) का सृजन
- 10 KA से 200 KA परिमाण तक धारा की प्रवाह
- 1 से 10 मिलियन वोल्टस का भारी विभवांतर (potential difference)

संयोग से, ऊपर दिए गए प्रभाव क्षणिक (थोड़ी देर के लिए) हैं और इलेक्ट्रिकल तथा इलेक्ट्रॉनिक संस्थापनों को सुरक्षित रखने के लिए इसको उचित सुरक्षा प्रक्रियाओं द्वारा विसर्जन किया जाना है।

लाइटनिंग के कारण उत्पन्न सर्ज धारा 3 मानदंडों से बताया जाता है:

- सर्ज आयाम (amplitude)
- सर्ज द्वारा उसके अधिकतम मान तक पहुँचने के लिए लिया गया समय
- सर्ज द्वारा उसके अधिकतम परिमाण के आधे भाग तक घटने के लिए लिया गया समय

**उदाहरण:** 10 kA, 8/20 $\mu$ s अर्थात् 10kA आयाम का सर्ज उसके अधिकतम मान तक पहुँचने के लिए 8 माइक्रो सेकंड और अधिकतम परिमाण के आधे भाग तक घटने के लिए 20 माइक्रो सेकंड लेते हैं।



चित्र 1.1 सर्ज धारा के मानदंड

सामान्य रूप से, लाइटनिंग की गंभीरता के अनुसार हम 200 kA 10/350 $\mu$ s, 50 kA 10/350  $\mu$ s, 15 kA 8/20  $\mu$ s परिमाण वाले सर्ज से जूझते हैं।

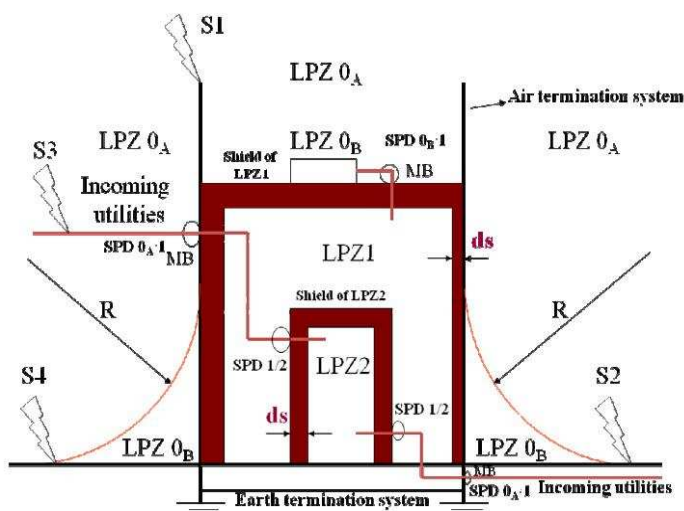
वक्र के भीतर का क्षेत्र, लाइटनिंग सर्ज के हानिकारक ऊर्जा को दर्शाता है।

### 1.5 लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्रों के सिद्धांत:

लाइटनिंग प्रहार निम्न प्रकार के हो सकते हैं:

1. उपकरण कक्ष पर सीधे प्रहार
2. अप्रत्यक्ष प्रहार (निम्नगामी चालक के माध्यम से पृथ्वी से जुड़े बिजलरोधक के उपयोग के बावजूद)
  - गैल्वेनिक कप्लिंग, सर्ज के साथ संपर्क में आने वाले धातु चालक द्वारा
  - समानांतर सतह के कारण कपैसिटिव कप्लिंग के प्रभाव से कैपासिटेंस कप्लिंग
  - सर्ज गतिविधि या डिस्चार्ज पाथ के समानांतर चालक के कारण इन्डक्टिव कप्लिंग,

अतः किसी भी इलेक्ट्रिकल संस्थापनों के लिए सुरक्षा क्षेत्रों की अवधारणा समझना चाहिए। संरक्षण क्षेत्रों का अंकन और तालिका में विवरण के साथ सहसंबंध के लिए कृपया चित्र 1.2 देखें।



चित्र. 1.2 लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र



क्षेत्र	विवरण
LPZ0A	डायरेक्ट स्ट्राइक ; पूर्ण लाइटनिंग धारा; पूर्ण चुंबकीय क्षेत्र
LPZ0B	नो डायरेक्ट स्ट्राइक ; आंशिक लाइटनिंग या इन्ड्यूस्ड धारा; पूर्ण चुंबकीय क्षेत्र
LPZ1	नो डायरेक्ट स्ट्राइक ; आंशिक लाइटनिंग या इन्ड्यूस्ड धारा; डैम्पड चुंबकीय क्षेत्र
LPZ2	नो डायरेक्ट स्ट्राइक ; इन्ड्यूस्ड धारा; और अधिक डैम्पड चुंबकीय क्षेत्र

### तालिका 1.2 लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्रों की व्याख्या

लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्रों की पहचान होने पर, ये करने की आवश्यकता है:

1. इक्वी-पोटेन्शियल बॉन्डिंग सिस्टम प्रदान करना, जिसमें बाहरी अर्थिंग सिस्टम को भीतरी इक्वी-पोटेन्शियल बसबार से जोड़ा होता है।
2. विनिर्देशों के अनुसार सर्ज अरेस्टर का प्रावधान, जो अर्थिंग प्रणाली से जुड़े हो।
  - पावर एंट्री पॉइंट पर ट्रान्सायन्ट को क्लैप और फ़िल्टर करने के लिए
  - सर्ज वोल्टेज में चरणबद्ध तरीके से हानिरहित स्तर तक कमी सुनिश्चित करने के लिए

अर्थिंग प्रणाली को अध्याय-2 में, सर्ज अरेस्टर को अध्याय-3 में चर्चा की गयी है और अर्थिंग के बारे में RDSO विनिर्देशों को अध्याय -4 में प्रस्तुत किया गया है।

### वस्तुनिष्ठ:

1. सर्ज में जो वोल्टेज और धारा है, वह संचालन वोल्टेज और धारा से \_\_\_\_\_ है।
2. बर्फ क्रिस्टल्स \_\_\_\_\_ उर्जित है, जबकि पानी की बुँदे \_\_\_\_\_ उर्जित है।
3. लाइटनिंग के दौरान हवा \_\_\_\_\_ डिग्री केलविन तक गर्म होता है।
4. बिजली चमकने से उत्पन्न वीद्युतीय धारा की परिमाण \_\_\_\_\_ के बीच होता है।
5. लाइटनिंग के परिणामस्वरूप उत्पन्न विभवांतर \_\_\_\_\_ होते हैं।
6. 200KA, 10/350 $\mu$ s सर्ज का मतलब \_\_\_\_\_ है।
7. लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र LPZA का मतलब \_\_\_\_\_ है।
8. लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र LPZ1 का मतलब \_\_\_\_\_ है।
9. कौन सा लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र सीधे प्रहार के अंतर्गत आता है \_\_\_\_\_?
10. वायुमंडल के भाग में, धनात्मक भार मध्य \_\_\_\_\_ में तथा ऋणात्मक भार मध्य \_\_\_\_\_ में होता है।

### विषयनिष्ठ:

1. सर्ज क्या है, और इसके कारण क्या-क्या हैं?
2. लाइटनिंग कैसे होते हैं?
3. लाइटनिंग के भौतिक प्रभाव क्या-क्या हैं?
4. लाइटनिंग का प्रहार कितने प्रकारके होते हैं?
5. लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र के बारे उल्लेख करें। लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र पहचानने के बाद क्या करना होता है?
6. सर्ज के मानदंड क्या-क्या हैं, और उसे कैसे प्रतिनिधित्व करते हैं?

## अध्याय 2

### अर्थिंग के मूल सिद्धांत

#### 2.1 अर्थिंग का रहस्य हटाना (Earthing de-mystified):

अर्थिंग के बारे में जो सबसे पहला सवाल दिमाग में आता है, 'क्या पृथ्वी एक अच्छा चालक है? पृथ्वी, पदार्थ तथ्य के अनुसार एक खराब चालक है। तालिका 2.1 इसकी पुष्टि करती है:

पदार्थ	प्रतिरोधकता
कोपर	$1.7 \times 10^{-6}$ ओह्म मीटर
जीआई (GI)	$10^{-7}$ ओह्म मीटर
भीगी मिट्टी (Wet soil)	10 ओह्म मीटर
नम मिट्टी (Moist soil)	100 ओह्म मीटर
सूखी मिट्टी (Dry Soil)	1000 ओह्म मीटर
बेड रॉक (Bed rock)	10000 ओह्म मीटर

फिर अर्थिंग क्यों किया जाता है?

हम अर्थिंग का सहारा इसलिए नहीं लेते हैं कि यह एक अच्छा चालक है, लेकिन अर्थ एक आदर्श इक्वी-पोटेन्शियल सतह है। हर जगह पृथ्वी का विभव को बढ़ाने के लिए बहुत अधिक भार की आवश्यकता होती है। दूसरे शब्दों में, लगाए गए त्रुटि, धारा का प्रभाव केवल स्थानीय स्तर पर ही महसूस होता है। जनरेशन / ट्रांसमिशन प्रणाली के मामले में त्रुटि धारा स्रोत की तरफ लौट जाता है तथा अन्य मामलों में सर्ज, उपकरणों को बाइ-पास कर देता है।

पदार्थ गुण और अर्थ की इक्वी-पोटेन्शियल सतह संबंधी तथ्य को समझने के बाद, अब हमें अर्थ इलेक्ट्रोड के तरफ ध्यान देने की आवश्यकता है, अर्थात्, अर्थिंग के लिए प्रयुक्त चालक, उसका रचना, आकार इत्यादि।

#### 2.2 अर्थ प्रतिरोध:

##### 2.2.1 अर्थ प्रतिरोध क्या निर्धारित करता है?

जब हम अर्थ प्रतिरोध की बात करते हैं, तो दो घटकों पर विचार किया जाना है: इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध और इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध।

इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध उपयोग किए गए पदार्थ का प्रतिरोध होता है (अर्थात्, इलेक्ट्रोड के रचना और आकार के अनुसार)। स्पष्ट रूप से, हमें धात्विक वस्तुएं जैसे जी.आई / कॉपर इलेक्ट्रोड का इस्तेमाल करना पड़ता है, जिससे इलेक्ट्रोड प्रतिरोध 1 ओह्म से कम रहे ( $<1 \text{ ohm}$ ).

विद्युतीय क्षेत्र के प्रसार के लिए पृथ्वी का प्रतिरोध ही 'इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध' है। यह महत्वपूर्ण है क्योंकि इलेक्ट्रोड द्वारा पृथ्वी में धारा का प्रवेश विद्युतीय क्षेत्र स्थापित करता है जिससे विभवांतर उत्पन्न होता है। 'इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध', जो मिट्टी का प्रतिरोधकता के साथ-साथ इलेक्ट्रोड के ज्यामिद्वि और आकार पर निर्भर करता है, भी कम होना आवश्यक है, जिससे अर्थ प्रतिरोध (इलेक्ट्रोड प्रतिरोध और इलेक्ट्रोड से अर्थ के प्रतिरोध को मिला कर) 1 ओह्म से कम हो।

इलेक्ट्रोड से अर्थ प्रतिरोध निम्न पर निर्भर करते हैं:

- इलेक्ट्रोड के ज्यामिद्वि और आकार पर
- मिट्टी का प्रतिरोधकता

## 2.2.2 पाइप इलेक्ट्रोड

पाइप इलेक्ट्रोड के मामले में, इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध:

$$R = (\rho/2\pi L) [\ln\{8L/2.7183 D\}]$$

जहाँ, L इलेक्ट्रोड की लंबाई, D व्यास तथा  $\rho$  मिट्टी का प्रतिरोधकता है।

उपरोक्त सूत्र से, आसानी से निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि इलेक्ट्रोड पदार्थ का इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध के मान तय करने में कोई भूमिका नहीं है। यदि इलेक्ट्रोड की लंबाई अधिक हो तो इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध कम होता है। हालांकि, इलेक्ट्रोड प्रतिरोध को कम से कम रखने के लिए इलेक्ट्रोड धात्विक (जीआई/कोपर) होना चाहिए, जिसकी चर्चा 2.2.1 में पहले ही हो चुकी है।

एक बहुत महत्वपूर्ण बात की ओर ध्यान देना चाहिए की यह जरूरी नहीं है कि दो समानांतर इलेक्ट्रोड, इलेक्ट्रोड से अर्थ प्रतिरोध को अवश्य आधा कर देता है। यदि इलेक्ट्रोड की लंबाई L है, इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध के लिए, मिट्टी के निर्णायक हिस्से के रूप में हमको त्रिज्या L का गोलाध में मिट्टी को मानना होगा। इसका मतलब है कि प्रत्येक इलेक्ट्रोड को त्रिज्या L गोलाध में मिट्टी की आवश्यकता होती है। इस प्रकार, एक इलेक्ट्रोड के साथ, इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध R हो तो, अगर दो इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी 2L हो तब, दो इलेक्ट्रोड के साथ यह R/2 हो सकता है।

## 2.2.3 स्ट्रिप या प्लेट इलेक्ट्रोड

स्ट्रिप इलेक्ट्रोड/प्लेट इलेक्ट्रोड के मामले में, इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध निम्न प्रकार से दिया जाता है:

$$R = \rho/2\pi L [\ln (8L/T) + \ln (L/h) - 2 + (2h/L) - (h/L)^2]$$

जहाँ L लंबाई, h गाड़ने की गहराई, T मोटाई है।

देखा जा सकता है कि L का मुख्य प्रभाव होता है, वही T का अल्प प्रभाव होता है।

अनेक वर्षों तक, इलेक्ट्रिकल सब स्टेशनों में बड़े क्षेत्रफल के अर्थिंग प्लेटों से अर्थिंग प्रदान किया जा रहा था, जो उच्च 'इलेक्ट्रोड से अर्थ प्रतिरोध' की समस्याओं का समाधान नहीं कर सका। अंत में, उपरोक्त सूत्र का निहितार्थ समझने पर विद्युत इंजीनियरों ने सब-स्टेशनों के लिए इलेक्ट्रोड ग्रिड का प्रावधान करना शुरू कर दिया।

## 2.2.4 अर्थ प्रतिरोध को कम करने के पद्धतियाँ:

जैसे कि इलेक्ट्रोड से अर्थ का प्रतिरोध मिट्टी की प्रतिरोधकता पर निर्भर है, इसे घटाना पड़ता है। ऐसा करने के लिए सबसे आसान तरीका है



### अर्थिंग के मूल सिद्धांत

- गड़ढा में नमक, लकड़ी का कोयला और रेत का मिश्रण मिलाकर
- अर्थ एन्हांसमेन्ट पदार्थ मिलाकर
- बड़े अर्थिंग इलेक्ट्रोड का उपयोग करके
- अर्थ इलेक्ट्रोड को जितना हो सके उतना गहराई में गाड़कर
- समानांतर अर्थ इलेक्ट्रोड लगाकर, जिसके बीच की दूरी 10 मीटर हो

### विविध मिट्टियों के प्रतिरोधकता:

मिट्टी	प्रतिरोधकता ओह्म-से.मी. में
सतही मिट्टी, दूम्मटी, आदि	100 - 5,000
चिकनी मिट्टी	200 - 10,000
रेत तथा कंकड़	15,000 - 100,000
चूना पत्थर	10,000 - 1,000,000
शेल	500 - 10,000
रेतीला पत्थर	2,000 - 200,000
ग्रेनाइट, बसॉल्ट, आदि	100,000
गला हुआ नाइस्	5,000 - 50,000
स्लेट आदि	1,000 - 10,000

तालिका 2.2.

जब अधिक संख्या में अर्थ प्रणालियों पर ध्यान रखना होता है, इसके उपचार पर ध्यान रखना भी मुश्किल होता है। इसलिए अनुरक्षण मुक्त अर्थ प्रदान करने का सिफारिश किया गया है। इसमें आवश्यक रूप से बोरिंग की हुई अर्थ पिट में बेन्टोनेट क्ले जैसे अर्थ एन्हांसमेन्ट पदार्थों से भरा जाता है। प्रत्येक पाइप इलेक्ट्रोड से संबंधित एक पिट में कम से कम 20Kg बेन्टोनेट क्ले के उपयोग की सिफारिश किया जाता है। यदि कम मात्रा में बेन्टोनेट क्ले का उपयोग करते हैं तो शुरुआत में हमको कम प्रतिरोधकता मिलेगी लेकिन समय बीतने के साथ प्रतिरोधकता बढ़ेगी।

### 2.2.5 रिंग अर्थ प्रणाली:

रिंग अर्थ प्रणाली में निम्नलिखित शामिल हैं:

- 1) बाहर (बिल्डिंग के बाहर) लगाए गए अर्थ इलेक्ट्रोडों का इक्वि-पोटेन्शियल बॉन्डिंग रिंग के रूप में किया जाता है।
- 2) उपकरण कक्ष के अंदर इक्वि-पोटेन्शियल बसबार या रिंग का प्रावधान।
- 3) बाहरी और भीतरी रिंगों को आपस में जोड़ना।

### वस्तुनिष्ठ:

1. अर्थ खराब चालक होने के बावजूद, अर्थ को सुरक्षित साधन की तरह चुनने का कारण \_\_\_\_\_ है।
2. सूखी मिट्टी की प्रतिरोधकता \_\_\_\_\_ है।
3. गीली मिट्टी की प्रतिरोधकता \_\_\_\_\_ है।
4. \_\_\_\_\_ प्रणाली में फॉल्ट धारा अपने स्रोत की ओर वापस आते हैं।
5. इलेक्ट्रोड से अर्थ प्रतिरोध काफी \_\_\_\_\_ चाहिए।
6. इलेक्ट्रोड के आकार और विस्तार पर निर्भर मानदंड \_\_\_\_\_ है।
7. इलेक्ट्रोड से अर्थ प्रतिरोध को कम करने के लिए, इलेक्ट्रोड की लंबाई \_\_\_\_\_ रखना होगा।
8. दो इलेक्ट्रोडों का उपयोग करने से प्रतिरोध आधा हो जाता है, जब दोनों इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी \_\_\_\_\_ हो।
9. जब स्ट्रिप या प्लेट इलेक्ट्रोड का उपयोग किया जाता है, उसका कौनसा मानदंड, अर्थ प्रतिरोध के ऊपर अत्याधिक प्रभावी होगी। \_\_\_\_\_.
10. मिट्टी की प्रतिरोधकता को कम रखने में \_\_\_\_\_ कारक मदद करती है।

### विषयनिष्ठ:

1. अर्थ खराब चालक होने के बावजूद हम अर्थिंग क्यों करते हैं?
2. अर्थ प्रतिरोध को कौन-कौन से कारक निर्धारित करते हैं?
3. विभिन्न प्रकार के मिट्टियों की प्रतिरोधकता परिमाण बतायें?
4. मिट्टी की प्रतिरोधकता को कैसे कम किया जा सकता है? इसकी अवधि क्या है और कैसे किया जाता है?
5. रखरखाव मुक्त अर्थ की जरूरत कब होता है और इसे कैसे बनाया जाता है?
6. रिंग अर्थ के बारे में विवरण करें।

## अध्याय 3

### सर्ज संरक्षण उपकरण (एसपीडी)

#### 3.1 एसपीडी के प्रकार तथा मापदंड:

एसपीडी के प्रकार संरक्षण वर्ग पर निर्भर करते हैं, जो परिणामस्वरूप विचाराधीन LPZ (लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र) पर भी निर्भर है। एसपीडी के वर्ग हैं:

क्लास-A, क्लास-B, क्लास-C और क्लास-D

एस.पी.डी का वर्ग चाहे कोई भी हो, हर एक के लिए तालिका 3.1. में दिए गए तकनीकी मापदंड महत्वपूर्ण हैं।

मापदंड	चिह्न	आशय
नोमिनल वोल्टेज	$U_0$	पावर सप्लाय सिस्टम जिसके लिए एसपीडी लगा रहे हो
निर्धारित वोल्टेज	$U_c$	अधिकतम लगातार ऑपरेटिंग वोल्टेज जिसे एसपीडी से जोड़ा जा सकता है
अस्थायी ओवर वोल्टेज	$U_T$	वोल्टेज, जिसको एसपीडी सहन कर सकें (या सुरक्षित रूप से विच्छेदित कर सकें) जब एक विशिष्ट अवधि के लिए लागू किया जाता है (5 मिल्लि सेकन्ड या 200 मिल्लि सेकन्ड)
वोल्टेज संरक्षण स्तर	$U_p$	सर्ज अवस्था के तहत एसपीडी के टर्मिनलों पर प्रतिबंधक वोल्टेज (विभिन्न सर्ज धारा/नॉमिनल धारा के लिए उल्लिखित)
सहनीय वोल्टेज	$U_w$	इन्सुलेशन सहनीय स्तर (4 स्तरें, 1.5/2/4/6 KV)
इम्पल्स धारा	$I_{imp}$	10/350 $\mu$ s धारा का अधिकतम मान जिसको संभाला जा सकें (क्लास-A परीक्षण मूल्यांकन के लिए उपयोग किया जाता है)
नोमिनल डिस्चार्ज धारा	$I_n$	8/20 $\mu$ s का $I_n$ के 15 इम्पल्स जिसका सहन कर सकें (क्लास-B परीक्षण मूल्यांकन के लिए उपयोग किया जाता है)
फालो-अप धारा	$I_f$	वितरण प्रणाली द्वारा वितरित धारा जो एस.पी.डी द्वारा सुरक्षित रूप से बुझा जा सकें।
रेस्पॉस समय	$T_r$	सक्रियण (क्लोजर) समय

तालिका 3.1 एसपीडी के मापदंड

#### 3.2.1 क्लास-A संरक्षण (लाइटनिंग संरक्षण):

क्लास-A संरक्षण अवश्य रूप से किसी इमारत के ऊपर लगा हुआ एक बाहरी लाइटनिंग चालक है, जो डाउन चालक के माध्यम से ग्राउंड से जुड़ा रहता है।

जैसे चित्र 1.3 में दर्शाया है, इमारत के बाहर का परिवेश LPZ0 (लाइटनिंग संरक्षण क्षेत्र-0) के अंतर्गत आता है। इस क्षेत्र में लाइटनिंग ऊर्जा का 50% भूमि में अंतरित हो जाता है। बचे हुए 50% पावर केबल, टेलीकॉम केबल, आदि के माध्यम से इमारत में प्रवेश करता है।

क्लास-A संरक्षण के विषय में यह ध्यान रखा जाता है कि:

- क) लाइटनिंग चालक सिंगल स्पाइक/मल्टीपल स्पाइक/डोम प्रकार के हो सकते हैं।
- ख) लाइटनिंग चालक संरचना को स्पर्श नहीं करेगा
- ग) 80 मीटर या अधिक ऊंचाई के संरचना के लिए डाउन चालक उच्च वोल्टेज (HV) में निर्धारित होगा (स्ट्रैंडेड कोपर चालक का 50 वर्ग मि.मी.क्रॉस सेक्शन)। अन्य जगहों के लिए 40मि.मी. x 6 मि.मी. MS स्ट्रिप इमारत से अलग करते हुए।
- घ) समकक्ष विद्युत काउंटर पार्ट से तालमेल करके इमारतों के लिए क्लास-A संरक्षण की उपलब्धता सुनिश्चित करना चाहिए। यह उपलब्ध है, ऐसी कल्पना नहीं करनी चाहिए।
- ङ) माइक्रोवेव या सेल्युलर टावर के लिए क्लास-A संरक्षण प्रदान करने की जवाबदारी S&T विभाग की होती है। इन टावरों के लिए डाउन चालक प्रदान करने की आवश्यकता नहीं है। टावर के कोण इसका काम करते हैं। हालांकि, इलेक्ट्रोड को टावर के पाया से जोड़ा जाएगा और रिंग अर्थ प्रदान किया जाएगा। इस रिंग को उपकरण कक्ष के बाहरी रिंग और भीतरी रिंग के साथ जोड़ा जाएगा।
- च) यदि रेक्टैंगुलर वेवगाईड का उपयोग किया जाता है तो, वेवगाईड को आवरण (शीथ) नहीं होता है; इसलिए इसका टावर के ढांचा के साथ प्रेरक जोड़ होता है और उपकरण की ओर सर्ज का प्रवाह नहीं होता है। यदि अण्डाकार वेवगाईड का उपयोग किया जाता है तो आवरण वेवगाईड और टावर के ढांचा के बीच इन्सुलेशन प्रदान करते हैं। इसलिए एन्टिना स्तर पर वेवगाईड द्वारा आकर्षित सर्ज उपकरण की ओर जा सकते हैं। इस खतरे से बचने के लिए, वेवगाईड अर्थिंग किट के द्वारा अण्डाकार वेवगाईड को टावर के ढांचा के साथ जोड़ा जाता है। प्रत्येक किट में दोनों छोर पर लग के साथ एक मीटर लंबी कोपर की रस्सी होती है। रस्सी के एक छोर वेवगाईड के बाह्य भाग से धीरे से सिर्फ आवरण को छीलके सोल्डर से जोड़ा होता है। दूसरी छोर को टावर के ढांचा के साथ बोल्ट द्वारा लगाया जाता है। वेवगाईड अर्थिंग हर 10 मीटर के अंतराल पर किया जाता है।



चित्र 3.1. क्लास - A संरक्षण



### 3.2.2 क्लास-B संरक्षण:

कृपया चित्र 1.2 देखें, जो LPZ दर्शाता है। क्लास-B संरक्षण पहले चरण का संरक्षण होता है, यानि इक्विपमेंट से पहले, मुख्य वितरण पैनल पर। ये एसपीडी आर्क चॉपिंग सिद्धांत पर कार्य करते हैं।

लाइटनिंग धारा, जो संभालते हैं:

10/350 $\mu$ s के पल्स

100kA का आयाम, N तथा E के बीच

50kA का आयाम, R/Y/B तथा N के बीच

क्लास-B SPD प्रत्येक फेज़ और न्यूट्रल तथा न्यूट्रल और अर्थ के बीच लगाए जाते हैं।

RDSO विनिर्देशों के अनुसार क्लास-B SPD के मानदंड तालिका 3.2 में दिए गए हैं।

मानदंड	मान / सीमा
नोमिनल वोल्टेज ( $U_0$ )	230 V
अधिकतम लगातार ऑपरेटिंग वोल्टेज ( $U_c$ )	>253 V
अस्थायी ओवर वोल्टेज ( $U_l$ )	300 V
R/Y/B तथा N के बीच लाइटनिंग इम्पल्स धारा	>50kA, 10/350 $\mu$ s प्रत्येक फेज़ के लिए
N तथा E के बीच लाइटनिंग इम्पल्स धारा	>100kA, 10/350 $\mu$ s
रेस्पॉन्स समय ( $T_r$ )	<200ns
वोल्टेज संरक्षण स्तर ( $U_p$ )	<1.5kV
शार्ट सर्किट सहनीय तथा बैक अप फ्यूज़ के बिना फालो-अप धारा शमन क्षमता ( $I_{sc}$ )	>10kA
ऑपरेटिंग तापमान / RH	70°C / 95% RH

तालिका 3.2 क्लास-B अरेस्टर के मानदंड

उपरोक्त तालिका को देखने के बाद पाठकों के मन में निम्न प्रश्न आते हैं।

1. न्यूट्रल और अर्थ के बीच संरक्षण का रेटिंग फेज़ और न्यूट्रल के बीच का संरक्षण रेटिंग से उच्चतर क्यों होता है?
2. फालो-अप धारा का क्या मतलब है? फॉलो अप धारा का शमन क्यों करना है?

इसके जवाब हैं:-

1. यदि आसपास में कहीं लाइटनिंग का सीधे प्रहार होता है तो, उस स्थान का विभव सब स्टेशन या ट्रांसफार्मर अर्थ की तुलना में बहुत ज्यादा हो जाता है। इसलिए न्यूट्रल और अर्थ के बीच संरक्षण का रेटिंग फेज़ और न्यूट्रल के बीच का संरक्षण से उच्चतर रेटिंग का होता है।
2. सर्ज इम्पल्स का विसर्जन के लिए एसपीडी मार्ग बनाता है। ये बनाए गए मार्ग पर पावर सप्लाई प्रणाली भी धारा भेजती है, जिसे “फालो-अप धारा” कहते हैं। फालो-अप धारा का परिमाण जो शार्ट सर्किट धारा के समान है, वह फ्यूज़ या CB को ट्रिप और चालकों में तनाव पैदा कर सकते हैं। लेकिन, फालो-अप धारा लाइटनिंग प्रेरित धारा की तुलना में धीरे से बढ़ती है, इसलिए शमन किया जा सकता है।

### 3.2.3 क्लास-C संरक्षण

क्लास-C संरक्षण पद्धति में कम लेट थ्रू वोल्टेज के साथ कार्यक्षम सर्ज संरक्षण प्रदान करने के लिए तेजी से कार्य करने वाला MOV लगे होते हैं। यह फेज़ और न्यूट्रल के बीच लगाया जाता है। यह 50 KA, 8/20 $\mu$ s पल्स सर्ज रेटिंग तक का ध्यान रखता है।

क्लास-C SPD एक एकल सुगठित साधन होगा। अधिक मात्रा में MOV समानांतर रूप में कभी प्रदान नहीं किए जाएंगे।

क्लास-C SPD के निम्नलिखित अतिरिक्त विशेषताएं होंगी:

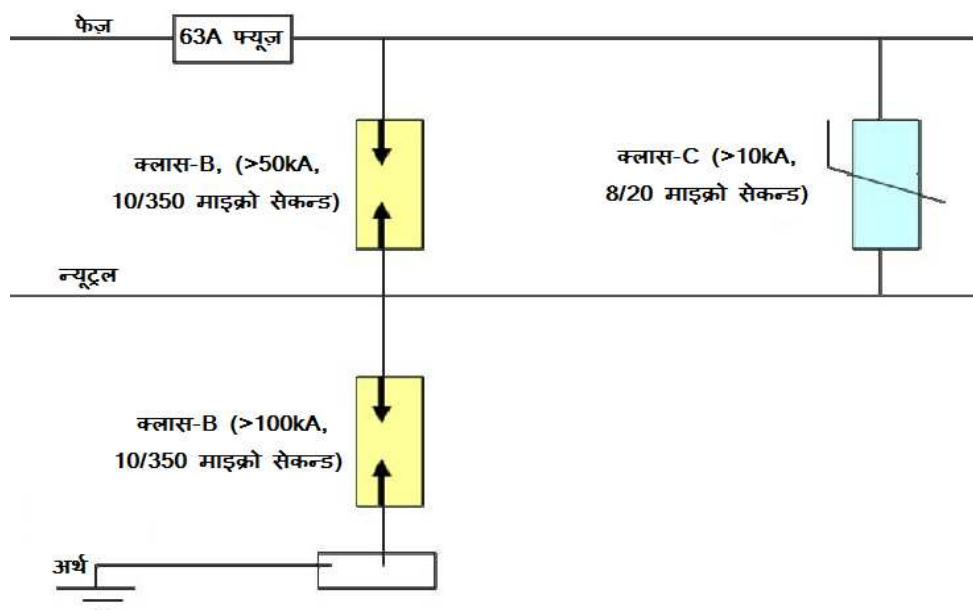
- जब साधन विफल हो जाता है, इन्डिकेशन लाल दर्शाता है।
- जब एजिंग या अनेक सर्ज को संभालने के कारण बहुत अधिक मात्रा में लीकेज धारा प्रवाहित होना शुरू होता है तब, साधन का थर्मल वियोजन।
- रिमोट मॉनिटरिंग के लिए विभव मुक्त कांटेक्ट।

RDSO विनिर्देशों के अनुसार क्लास-C SPD के मानदंड तालिका 3.3 में दिए गए हैं।

मानदंड	मान/सीमा
नोमिनल वोल्टेज ( $U_0$ )	230 V
अधिकतम ऑपरेटिंग वोल्टेज ( $U_C$ )	300 V
R/Y/B तथा N के बीच लाइटनिंग इम्पल्स धारा	>10kA, 8/20 $\mu$ s प्रत्येक फेज़ के लिए
रेस्पॉन्स समय ( $T_r$ )	<25ns
वोल्टेज संरक्षण स्तर ( $U_p$ )	<1.6kV
ऑपरेटिंग तापमान / RH	70°C / 95%RH

तालिका 3.3 क्लास-C SPD के मानदंड

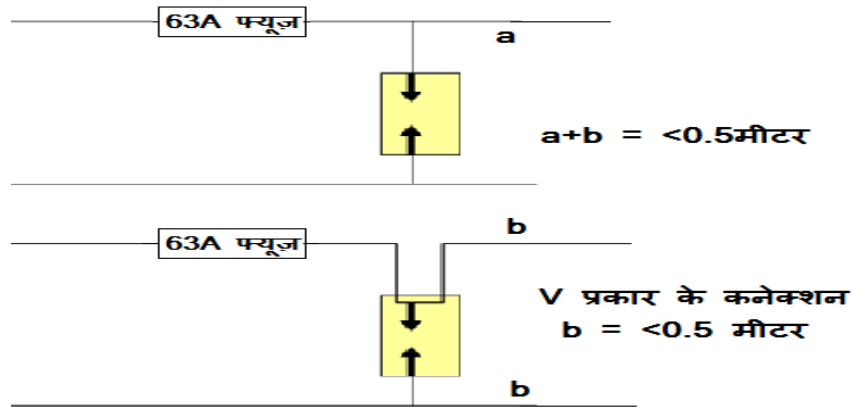
क्लास-B तथा क्लास-C SPD के प्रावधान चित्र 3.2 में दर्शाए गए हैं।



चित्र 3.2. क्लास-B और क्लास-C सर्ज अरेस्टर का प्रावधान

### कृपया इसका ध्यान रखा जाए की:

1. यदि सप्लाई/ डाटा / टेलीकॉम लाइन (AC/DC) ओवरहेड लाइन या किसी इमारत के नज़दीक लगे केबल (भूमि के ऊपर) या उपकरण कक्ष के बाहर किसी स्थान के माध्यम से पहुँचाया जाता है, तो ऐसे स्थान पर अतिरिक्त क्लास C एरेस्टर का इस्तेमाल किया जायेगा।
2. क्लास B या क्लास C SPD के दोनों तरफ लगे चालक की कुल लंबाई 50 से. मी. से कम रहनी चाहिए। अन्यथा, चित्र 3.2 में दर्शाए गए अनुसार V प्रकार का कनेक्शन का उपयोग करें।



चित्र सं 3.3 क्लास-B तथा क्लास-C SPD को कनेक्ट करने वाले चालक की लंबाई से संबंधित प्रतिबंध

इन SPD को जोड़ने के लिए उपयोग किए गए चालक का इंडक्टन्स  $1\mu\text{H}$  प्रति मीटर होता है। इसका मतलब है कि  $1\mu\text{s}$  में  $1\text{kA}$  वृद्धि से  $1\text{kV}$  वोल्टेज बनता है। इसलिए उनकी लंबाई में ऐसे प्रतिबंधों को देखा जाना चाहिए।

3. क्लास-B SPD को जोड़ने वाले चालक का आकृति  $16$  वर्ग मि.मी. और क्लास-C SPD का  $6$  वर्ग मि.मी. होगा।

### 3.2.4 क्लास-D संरक्षण

इलेक्ट्रॉनिक उपकरण से जुड़े सभी बाह्य डाटा/पावर सप्लाई (AC/DC) लाइनों में चालक के दोनों छोरों पर क्लास-D SPD लगाये जाते हैं।

क्लास-D SPD में MOV और GD तथा इनके संयोजन होते हैं। इनके रेटिंग वाल्टेज (सप्लाई) के आधार पर दिए जाते हैं। इन SPD के निम्नलिखित अतिरिक्त विशेषतायें होंगी।

1. उपकरण विफल होने पर इन्डिकेशन (लाल दर्शाते हैं)।
2. कालिक क्षय या बहुत सारे सर्ज को संभालने से जब यह अधिक लीकेज धारा प्रवाह होने लगता है तब थर्मल वियोजन।
3. रिमोट मॉनिटरिंग के लिए विभव मुक्त कांटेक्ट।

RDSO विनिर्देशों के अनुसार क्लास D SPD के मानदंड तालिका 3.4 में दिए गए हैं।

**पावर लाइन संरक्षण:**

पावर लाइन संरक्षण के लिए उपकरण, क्लास-D प्रकार की होगी। इसमें उसकी प्रत्याशित आयु तथा खराबी मोड संबंधी सूचना प्रदर्शित करने की व्यवस्था रहेगी, जो खराब हुए एसपीडी प्रतिस्थापित किए जाने हेतु सुविधा उपलब्ध कराएगा। यह थर्मल डिसकनेक्टिंग प्रकार का होगा तथा रिमोट मॉनिटरिंग के लिए पोटेंशियल फ्री कांटेक्ट से सज्जित रहेगा। निम्नलिखित विशिष्टताओं सहित IEC 61643-1 तथा VDE -0675 पॉइंट 6 के अनुसरण में संरक्षण किया जाएगा।

मानदंड	विभिन्न सर्किटों के लिए				
	24V	48V	60V	110V	230V
नोमिनल वोल्टेज ( $U_0$ )	24V	48V	60V	110V	230V
अधिकतम लगातार ऑपरेटिंग वोल्टेज ( $U_c$ )	30V	60V	75V	150V	253V
निर्धारित भार धारा ( $I_L$ )	16A	16A	16A	16A	16A
नोमिनल डिस्चार्ज धारा ( $I_n$ ) 8/20 माइक्रो सेकंड	$\geq 700A$	$\geq 700A$	$\geq 700A$	$\geq 2KA$	$\geq 2KA$
अधिकतम डिस्चार्ज धारा ( $I_{max}$ ) 8/20 माइक्रो सेकंड	$\geq 2 KA$	$\geq 2 KA$	$\geq 2 KA$	$\geq 5 KA$	$\geq 5 KA$
वोल्टेज संरक्षण स्तर ( $U_p$ )	$\leq 200 V$	$\leq 350 V$	$\leq 500V$	$\leq 700V$	$\leq 1100V$
रेस्पॉस समय ( $T_r$ )	$\leq 25 ns$	$\leq 25 ns$	$\leq 25 ns$	$\leq 25 ns$	$\leq 25 ns$

तालिका 3.4 क्लास D SPD के मानदंड

**सिगनलिंग / डाटा लाइन सुरक्षा**

प्रत्याशित कार्यकाल और विफल SPD के प्रतिस्थापन के लिए विफलता मोड को दर्शाने के लिए इन उपकरणों में प्राथमिकता के तौर पर इन्डिकेशन दर्शाने का कार्य होगा। यदि इस उपकरण में कोई ऐसा साधन हो, जो डाटा/सिगनलिंग लाइन के सीरीज़ में आता है, मॉड्यूल में “मेक बिफोर ब्रेक” सुविधा होगी, जिससे प्लगबल मॉड्यूल बाहर निकालने से लाइन नहीं कटता है। यह संरक्षण निम्न विशेषताओं के साथ IEC 61643-21 तथा VDE 0845 Pt. 3 का पालन करना चाहिए।

मानदंड	विभिन्न सर्किटों के लिए			
नोमिनल वोल्टेज ( $U_0$ )	5	12V	24V	48V
अरेस्टर निर्धारित वोल्टेज ( $U_c$ )	6V	13V	28V	50V
निर्धारित भार धारा ( $I_L$ )	$\geq 250mA$	$\geq 250mA$	$\geq 250mA$	$\geq 250mA$
कुल डिस्चार्ज धारा ( $I_N$ ) 8/20 माइक्रो सेकंड	$\geq 20KA$	$\geq 20KA$	$\geq 20KA$	$\geq 20KA$
लाइटनिंग परीक्षण धारा 10/350 माइक्रो सेकंड	$\geq 2.5 A$	$\geq 2.5KA$	$\geq 2.5KA$	$\geq 2.5KA$
वोल्टेज संरक्षण स्तर ( $U_p$ )	$\leq 10V$	$\leq 18V$	$\leq 30V$	$\leq 70V$

तालिका 3.5

**टिप्पणी:** उपरोक्त मानदंडों में कम भिन्नता स्वीकारयोग्य होगा।

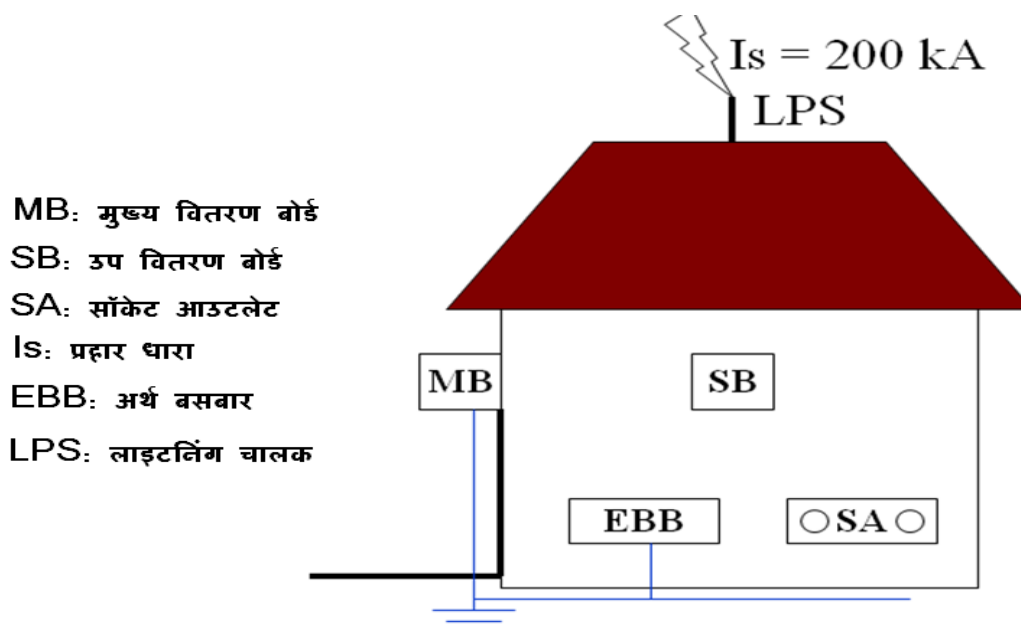


### 3.3 SPD के चयन के लिए गणना:

**उदाहरण-1: एकल अनावृत संरचना (कृपया चित्र 3.4 देखें):**

क्लास -A संरक्षण की उपलब्धता को ध्यान में रखते हुए, (लाइटनिंग संरक्षण सिस्टम में लाइटनिंग अरेस्टर, डाउन चालक और अर्थिंग को सम्मिलित किया जाता है) 50% सर्ज भूमि में चला जाएगा ऐसा माना जा सकता है। वास्तव में, लाइटनिंग सर्ज का ज्यादातर मात्रा तो अच्छी तरह से लगे हुए क्लास - A सिस्टम द्वारा भूमि में भेज दिया जाता है। शेष बचा सर्ज लगभग 50% होगा। अतः बचे हुए 50% सर्ज पर उच्च सुरक्षा सीमा के साथ विचार किया जाता है।

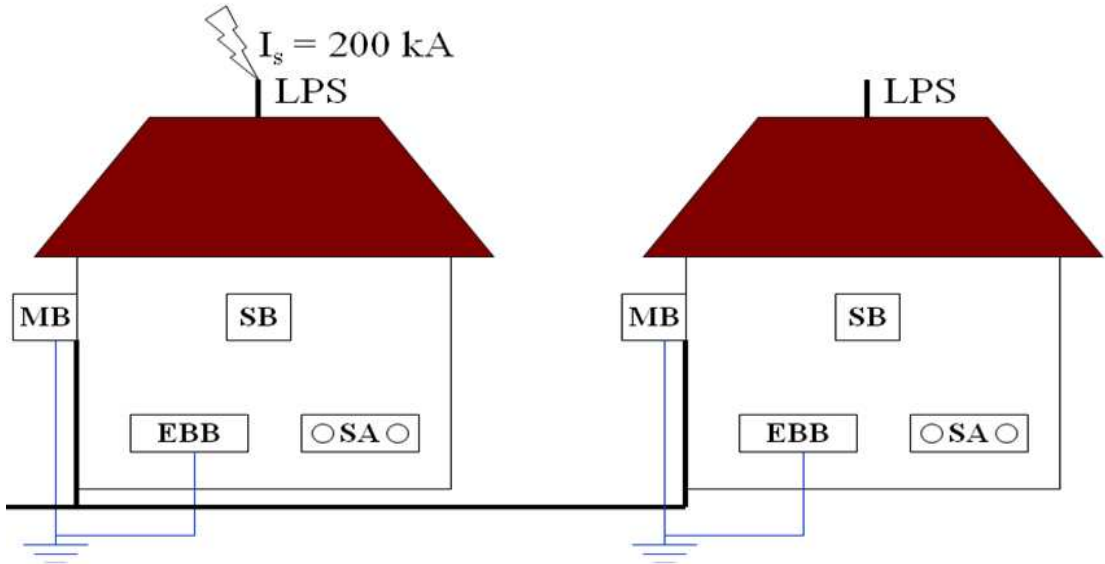
इसका मतलब,  $I_s/2$  शेष है, जहाँ  $I_s$  लाइटनिंग के द्वारा उत्पन्न सर्ज धारा है। इसलिए पावर सप्लाई का प्रत्येक लाइन (3 फेज, 4 लाइन)  $I_s/2$  का 25% लेता है। अर्थात् 200 kA, 10/350 माइक्रो सेकंड सर्ज के लिए प्रत्येक पावर सप्लाई लाइन को 25 kA, 10/350 माइक्रो सेकंड सर्ज से संरक्षण की जरूरत होती है। जैसा कि पहले ही चर्चा की जा चुकी है, फेज से न्यूट्रल के बीच का SPD की रेटिंग 25 kA, 10/350 माइक्रो सेकंड, तथा न्यूट्रल से अर्थ SPD की रेटिंग 50 kA, 10/350 माइक्रो सेकंड होती है।



चित्र 3.4. एकल अनावृत संरचना के लिए एसपीडी का निर्धारण

**उदाहरण-2: समान अर्थ प्रतिरोध के साथ दो निकटवर्ती संरचना (कृपया चित्र 3.5 देखें):**

इस मामले में, प्रत्येक इमारतों में उपयोगिताओं पर आने वाली सर्ज धारा  $I_s/2$  के 50% होगी, यानि  $I_s/4$  (क्योंकि क्लास-A संरक्षण द्वारा  $I_s/2$  पहले से ही अर्थ पर पारित हो जाती है)। इसलिए 200kA, 10/350 माइक्रो सेकंड के सर्ज के मामले में प्रत्येक पावर लाइन में  $I_s/4$  के एक चौथाई धारा होगी, यानि 12.5kA, 10/350 माइक्रो सेकंड।



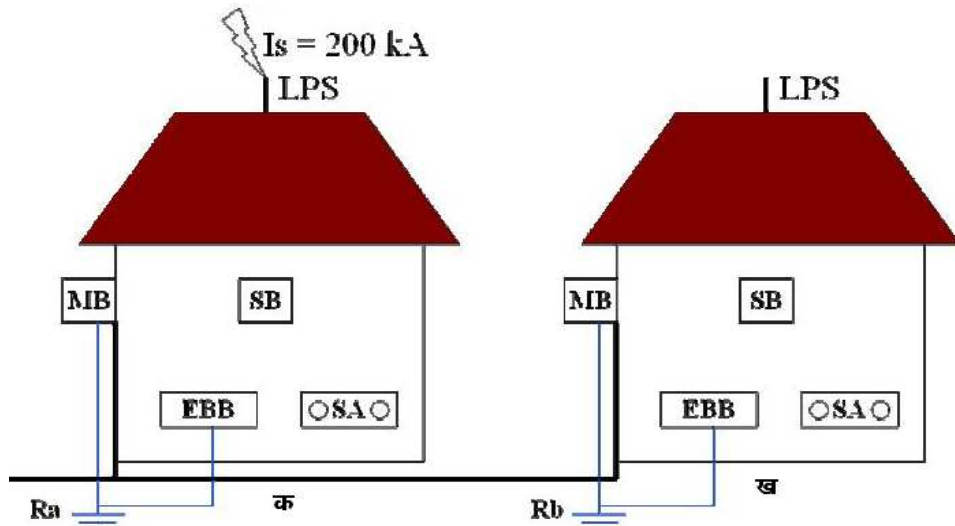
चित्र 3.5. समान अर्थ प्रतिरोध के साथ दो निकटवर्ती संरचनाओं के लिए एसपीडी रेटिंग का निर्धारण

उदाहरण-3: भिन्न अर्थ प्रतिरोध के साथ दो निकटवर्ती संरचना (कृपया चित्र 3.6 देखें):

मानो की  $R_a$  तथा  $R_b$  क्रमशः संरचना 'क' और 'ख' के अर्थ प्रतिरोध हैं। सर्ज धारा  $I_s$  का 50% क्लास-A संरक्षण द्वारा ध्यान रखता है मानते हुए, संरचना 'क' और 'ख' में उपयोगिताओं पर आने वाली सर्ज धारा निम्न सूत्र देता है।

$$I_a = (I_s/2) / [1+R_a/R_b] \quad I_b = (I_s/2) / [1+R_b/R_a]$$

इस प्रकार, यदि संरचना 'ख' के अर्थ प्रतिरोध ज्यादा हो तो उसको कोई हानी नहीं होता है बल्कि 'क' संरचना को हानी होता है।



चित्र सं 3.6 भिन्न अर्थ प्रतिरोध के साथ दो निकटवर्ती संरचनाएं

इसलिए, हमेशा हम निकटवर्ती संरचनाओं में अर्थिंग के लिए इक्विपोटेन्शियल बॉन्डिंग की व्यवस्था करते हैं। यहाँ निकटवर्ती का मतलब है, दो संरचनाओं के बीच की दूरी 20 मीटर से कम हो।

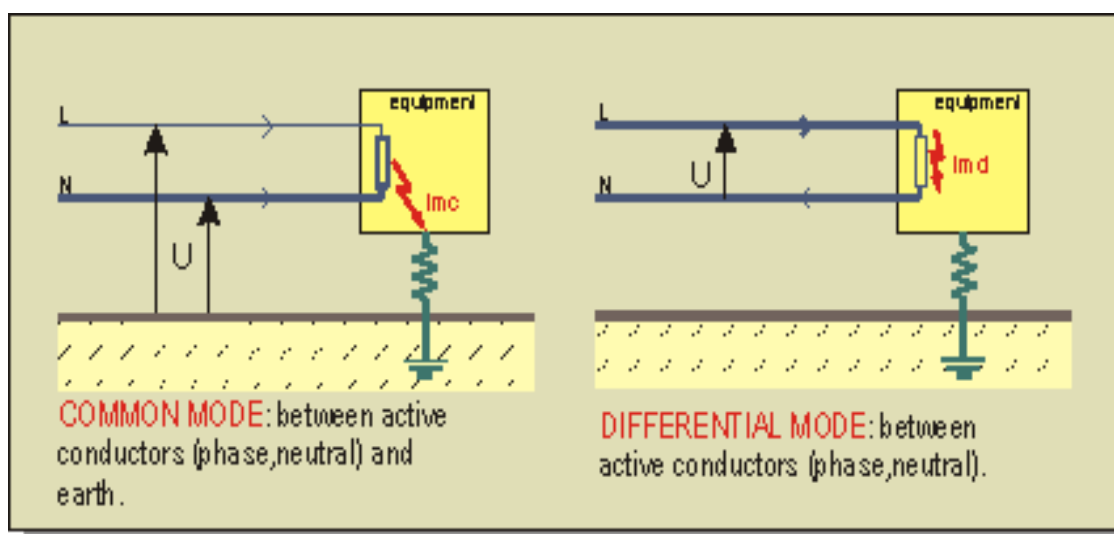
### 3.4 एसपीडी के विद्युतचुंबकीय (इलेक्ट्रोमैग्नेटिक) प्रतिरक्षा दर्जा

अभी तक चर्चा किए गए एसपीडी के क्लास के आलावा, IEC (इंटरनेशनल इलेक्ट्रो टेक्निकल कमीशन) ने एसपीडी के विद्युतचुंबकीय प्रतिरक्षा क्लास को परिभाषित किया है। इसे तालिका 3.6 में तालिकाबद्ध किया है।

आने वाले उपयोगिता लाइनों की संख्या पर आधारित अनुमानित सर्ज के अनुसार क्लास B या C या D की रेटिंग के साथ-साथ इसके प्रतिरक्षा क्लास को भी चुनना पड़ता है।

IEC 61000-4-5 के अनुसार क्लास	Ucc (1.2/50 माइक्रो सेकंड वेव शेप का ओपन सर्किट सहनीय वोल्टेज स्तर)	Isc (8/20 माइक्रो सेकंड वेव शेप का शार्ट सर्किट सहनीय धारा स्तर)
1	4 kV	2 kV
2	2 kV	1 kV
3	1 kV	0.5 kV
4	0.5 kV	0.25 kV

तालिका सं 3.6 एसपीडी के विद्युतचुंबकीय प्रतिरक्षा क्लास



चित्र 3.7 सामान्य मोड और अंतरीय (differential) मोड

**सामान्य या असिमेट्रिक मोड:** डाइइलेक्ट्रिक नुकसान के खतरा के साथ सक्रिय चालक तथा अर्थ के बीच अस्त-व्यस्तता (फेज़-अर्थ या न्यूट्रल-अर्थ)।

**अंतरीय अथवा सिमेट्रिक मोड:** सक्रिय चालकों के बीच अस्त-व्यस्तता (फेज-फेज या फेज-न्यूट्रल), खास करके इलेक्ट्रॉनिक उपकरण के लिए खतरा होता है।

### 3.5 सर्ज संरक्षण साधनों में से कुछ निम्न प्रकार हैं:

1. स्पार्क गैप्स (एयर गैप)
2. गैस डिस्चार्ज ट्यूब (GDT)

### सर्ज संरक्षण उपकरण (एसपीडी)

3. ज़ेनर डायोड (अवलांची डायोड)
4. मेटल ऑक्साइड वेरिस्टर (MOVs)
5. ट्रांसोबेर्स
6. रिले
7. फ्यूज़
8. पीटीसीआर (पोज़िटिव टेम्परेचर को-एफिशिएंट रोसिस्टर)
9. टीबीयु (ड्रानसायंट ब्लॉकिंग यूनिट)



सिलिकान अवलांची डायोड



गैस डिस्चार्ज ट्यूब



मेटल ऑक्साइड वेरिस्टर



क्लास - B एसपीडी



क्लास - C एसपीडी



क्लास - (B+C) एसपीडी



क्लास - D एसपीडी

चित्र 3.8 क्लास B, C, (B+C) और D एसपीडी

### वस्तुनिष्ठ:

1. सर्ज संरक्षण उपकरणों को \_\_\_\_\_ क्लॉसेस में बांटा गया है।
2. एसपीडी का रेस्पॉस समय का मतलब \_\_\_\_\_ समय है।
3. क्लास A संरक्षण \_\_\_\_\_ के द्वारा दिया जाता है।
4. ऐंटिना और संचार उपकरण के बीच अगर अण्डाकार वेवगाइड का उपयोग किया गया हो तो उसको \_\_\_\_\_ के अंतराल अर्थ करना चाहिए।
5. क्लास B संरक्षण \_\_\_\_\_ स्तर है, यह संरक्षण \_\_\_\_\_ में प्रदान किया जाता है।
6. क्लास B एसपीडी \_\_\_\_\_ सिद्धांतों पर कार्य करती है।
7. क्लास B एसपीडी को न्यूट्रल और \_\_\_\_\_ के बीच प्रदान करना चाहिए।
8. न्यूट्रल से अर्थ और न्यूट्रल से फेज़ दोनों संरक्षणों में किसका रेटिंग अधिक होना चाहिए?  
\_\_\_\_\_.
9. क्लास C संरक्षण द्वारा देखभाल करने वाला सर्ज रेटिंग \_\_\_\_\_ है।
10. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के डाटा और पावर सप्लाइ लाइनों में \_\_\_\_\_ क्लास संरक्षण लगाना चाहिए।
11. क्लास B या क्लास C एसपीडी संरक्षण के दोनों तरफ उपयोग किये गए चालकों की कुल लंबाई \_\_\_\_\_ से कम होना चाहिए।
12. जोड़ने के लिए चालक के आकार:  
क) क्लास B एसपीडी \_\_\_\_\_ वर्ग मि.मी. होना चाहिए।  
ख) क्लास C एसपीडी \_\_\_\_\_ वर्ग मि.मी. होना चाहिए।

### विषयनिष्ठ:

1. विभिन्न एसपीडी के तकनीकी मानदंडों की सूची बनाएं।
2. एसपीडी के विभिन्न क्लास क्या-क्या है? क्लास-A संरक्षण के बारे में वर्णन करें।
3. क्लास-B संरक्षण और उसका मानदंडों के बारे में वर्णन करें।
4. क्लास-C संरक्षण और उसका मानदंडों के बारे में वर्णन करें।
5. क्लास-D संरक्षण और उसका मानदंडों के बारे में वर्णन करें।
6. न्यूट्रल से अर्थ संरक्षण का रेटिंग फेज़ से न्यूट्रल संरक्षण से ज्यादा क्यों है?
7. फोलो-अप धारा का क्या मतलब है? इसको क्यों बुझाना चाहिए?
8. पहला स्तर और दूसरा स्तर के संरक्षणों से आप क्या समझते हैं?

## अध्याय 4

### दूरसंचार संस्थापनों के लिए अर्थिंग प्रणाली के आरडीएसओ विनिर्देश

#### 4.1 परिचय

आरडीएसओ विनिर्देश सं.RDSO/SPN/TC/197/2008 में संकेत एवं दूरसंचार संस्थापनों के लिए अर्थिंग प्रणाली की विनिर्देश को शामिल किया गया है। यही इस अध्याय में प्रस्तुत है।

ये विनिर्देश दूरसंचार संस्थापनों के लिए अर्थिंग प्रणाली की सामान्य, परिचालन, तकनीकी, निष्पादन, टाइप टेस्ट और स्वीकरण परिक्षण संबंधी आवश्यकताओं के लिए उल्लिखित हैं।

ये विशिष्टतायें अर्थिंग के लिए भारतीय स्टैंडर्ड कोड IS 3043-1987 पर आधारित हैं।

#### 4.2 अर्थिंग प्रणाली के उद्देश्य:

एक अर्थिंग प्रणाली का उद्देश्य एक स्टेशन के नीचे का सतह और उसके आस पास के क्षेत्र जितना नज़दीक संभव हो उतना एक समान पोटेंशियल और लगभग शून्य या पूर्ण अर्थ पोटेंशियल प्रदान करना है। इस का उद्देश्य आम तौर पर यह सुनिश्चित करना है कि सजीव भागों के आलावा उपकरण के सभी भाग अर्थ पोटेंशियल पर होंगे, साथ-साथ यह भी सुनिश्चित करना है कि ऑपरेटर और संबंधित हर समय अर्थ पोटेंशियल पर होंगे। स्टेशन के नीचे और आसपास इस तरह के समान पोटेंशियल वाले जमीनी सतह प्रदान करने से, इतनी कम दूरी में पोटेंशियल में कोई बड़ी अंतर नहीं हो सकते हैं जिससे शॉर्ट सर्किट या अन्य असामान्य घटनाओं होने से एक संबंधित को शॉक लगे या घायल हो जाए। कभी-कभी अर्थ का उपयोग एक स्थान से दूसरे स्थान तक सर्किट में धारा प्रवाहित करने के लिए भी किया जाता है, जैसे टेलीग्राफ, आदि में। इस प्रकार अर्थ का उद्देश्य निम्नलिखित में से एक या एक से अधिक हो सकते हैं।

1. आवरण या अन्य अनावृत भागों को अर्थिंग करके शॉक से कर्मियों को सुरक्षा देने के लिए।
2. ब्लॉक उपकरणों, असंतुलित HF सीरियल सर्किट, असंतुलित तीन फेज पावर सप्लाई प्रणाली, आदि में वापसी पथ प्रदान करने के लिए।
3. सर्ज अरेस्टर और लाइटनिंग विसर्जक जैसे सुरक्षा उपकरणों का अर्थिंग करके अनुचित उच्च वोल्टेज के निर्माण से रक्षा करने के लिए।
4. केबलों के मेटालिक शीथिंग और आर्मरिंग की अर्थिंग द्वारा विद्युतचुंबकीय व्यवधान (EMI) तथा रेडियो आवृत्ति व्यवधान (RFI) के कारण उत्पन्न होने वाला वोल्टेज तथा धारा का रोक/कम करके उपकरणों के सुरक्षा और विश्वसनीयता सुनिश्चित करने के लिए।
5. पावर सप्लाई प्रेरित प्रणालियों जैसे सुरक्षा उपकरणों के कार्यक्षम और तुरंत संचालन सुनिश्चित करने हेतु भारी त्रुटि धाराओं के लिए पथ प्रदान करने के लिए।

##### 4.2.1 सिस्टम अर्थिंग तथा इन्विपमेंट अर्थिंग:

प्रणाली की सुरक्षा के लिए धारा वहन करने वाला चालक का अर्थिंग सामान्यतया जरूरी होता है, और आम तौर पर इसे **सिस्टम अर्थिंग** कहलाता है। जबकि मानव जीवन, जानवरों और सम्पत्ति की सुरक्षा के लिए आवश्यक, धारा वहन न करने वाला चालक का अर्थिंग सामान्यतः **इन्विपमेंट अर्थिंग** के रूप में जाना जाता है।



#### 4.3 शब्दावली: इस दस्तावेज़ के प्रयोजन के लिए निम्नलिखित परिभाषायें लागू होगी।

1. **बॉन्डिंग चालक** - इन्क्विपोटेन्शियल बॉन्डिंग प्रदान करने वाला एक सुरक्षात्मक चालक।
2. **अर्थ** - पृथ्वि का सुचालक विस्तार, जिसका कोई भी बिंदु पर विद्युतीय विभव परंपरागत रूप में शून्य माना जाता है।
3. **अर्थ इलेक्ट्रोड** - एक चालक या चालक का एक समूह जो अर्थ के साथ घनिष्ठ संपर्क में होते हैं और अर्थ तक विद्युतीय कनेक्शन प्रदान करता है।
4. **अर्थिंग चालक** - मुख्य अर्थिंग टर्मिनल से अर्थ इलेक्ट्रोड को (या जब अर्थ बस नहीं होता है तब एक संस्थापना का इन्क्विपोटेन्शियल बॉन्डिंग चालक) या अर्थिंग के अन्य साधनों से जोड़ने वाला एक सुरक्षात्मक चालक।
5. **अर्थ ग्रिड** - बिजली के उपकरणों और धातु संरचनाओं के लिए एक आम ग्राउंड प्रदान करने के लिए पृथ्वी में गाड़ा हुआ और आपस में जुड़े गए चालकों के प्रणाली।
6. **अर्थ मैट** - एक ग्राउंडिंग प्रणाली, जो क्षितीज के समांतर दिशा में गाड़ा हुआ चालकों से बना हुआ ग्रिड और त्रुटि धारा को पृथ्वी में भेजने का प्रयोग में आता है तथा एक इन्क्विपोटेन्शियल बॉन्डिंग चालक के रूप में भी कार्य करते हैं।
7. **विद्युत से स्वतंत्र अर्थ इलेक्ट्रोड** - एक दूसरे से इतनी दूरी पर स्थापित अर्थ इलेक्ट्रोड ताकि उनमें से एक में प्रवाहित होने वाला अधिकतम धारा दूसरों के विभव में उल्लेखनीय असर नहीं करता है।
8. **इन्क्विपोटेन्शियल बॉन्डिंग** - विभिन्न अनावृत तथा बाहरी चालकीय भागों को वास्तव में एक समान विभव पर रखने वाला विद्युतीय कनेक्शन।
9. **इन्क्विपोटेन्शियल लाइन या रेखा** - एक निश्चित समय पर समान विभव वाले बिन्दुओं का बिंदुपथ (locus)।
10. **अनावृत चालकीय भाग** - उपकरण के एक चालकीय भाग जिसे छुआ जा सकता है और एक लाइव हिस्सा नहीं है लेकिन त्रुटियों की स्थिति में लाइव बन सकते हैं।
11. **कार्यात्मक अर्थिंग** - विद्युत उपकरणों के समुचित कार्य के लिए आवश्यक अर्थ कनेक्शन।
12. **मुख्य अर्थिंग टर्मिनल** अर्थिंग कार्य के लिए, सुरक्षात्मक चालक और कार्यात्मक अर्थिंग के चालकों को जोड़ने के लिए प्रदान किए गए टर्मिनल या बार (जो एक इन्क्विपोटेन्शियल चालक है)।
13. **ग्राउंडिंग इलेक्ट्रोड के आपसी प्रतिरोध** - यह एक इलेक्ट्रोड पर धारा में 1 एम्पियर परिवर्तन करने से दूसरे इलेक्ट्रोड पर होने वाला वोल्टेज का परिवर्तन के समान है और इसे ओहम्स में दर्शाया जाता है।
14. **विभव ढलान (gradient)** - जिस दिशा में अधिकतम है उस दिशा में मापा गया यूनिट लंबाई पर विभवांतर।
15. **सुरक्षात्मक चालक** - एक चालक जो बिजली के झटके से सुरक्षा के उपाय की तरह उपयोग में लेते हैं और निम्न किसी भी भोगों को जोड़ने के लिए नियत हैं:
  - क) अनावृत चालकीय भागों
  - ख) बाह्य चालकीय भागों
  - ग) मुख्य अर्थिंग टर्मिनल
  - घ) स्रोत का अर्थ किया गया बिंदु या एक कृत्रिम न्यूट्रल

16. **प्रतिरोध क्षेत्र** (केवल अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए) - जमीन का सतही क्षेत्र (एक अर्थ इलेक्ट्रोड के आसपास) जिस पर एक महत्वपूर्ण वोल्टेज ढाल मौजूद हो सकता है।
17. **स्टेप वोल्टेज** - पृथ्वी की सतह पर दो बिन्दुओं के बीच का संभावित विभवांतर, जो एक कदम से अलग किया हो और जो अधिकतम विभव ढलान की दिशा में एक मीटर कल्पित किया गया है।
18. **टच वोल्टेज** - अर्थ की हुई धात्विक संरचना और पृथ्वी की सतह पर एक बिंदु के बीच जो सामान्य अधिकतम क्षितीज पहुँच के बराबर है और लगभग 1 मीटर की दूरी पर विभवांतर।

#### 4.4 मिट्टी की प्रतिरोधकता:

##### 4.4.1 मिट्टी की प्रतिरोधकता पर मिट्टी की प्रकृति का प्रभाव:

मिट्टी की प्रतिरोधकता नमी, मिट्टी की रासायनिक मिलावट और नमी में विलीन नमक की सांद्रता पर निर्भर करती है। कण के आकार, वितरण का प्रकार और पैकिंग की समीपता भी प्रतिरोधकता को प्रभावित करती है, क्योंकि इस कारकों द्वारा मिट्टी में नमी को बनाए रखने की तरीके को नियंत्रित करते हैं। इनमें से बहुत कारकों स्थानीय रूप से या मौसम के अनुसार बदलते रहते हैं, इसलिए प्रतिरोधकता एक स्थान से दूसरे स्थान तक ही नहीं बल्कि मौसम के साथ भी बदलती हैं। इसके अलावा, क्षेत्रों जहाँ मिट्टी स्तरीकृत होते हैं, प्रभावी प्रतिरोधकता अन्तर्निहित भूवैज्ञानिक गठन पर भी निर्भर करती है।

##### 4.4.2 मिट्टी की प्रतिरोधकता पर नमी का प्रभाव:

नमी की मात्रा मिट्टी की प्रतिरोधकता को नियंत्रित करने वाले कारकों में से एक है। लगभग 20 प्रतिशत नमी के ऊपर प्रतिरोधकता बहुत कम प्रभावित होती है; जबकि, नमी 20 प्रतिशत से कम होने से प्रतिरोधकता आकस्मिक रूप से बढ़ती है। इसलिए नमी में कुछ प्रतिशत के अंतर से भी, अर्थ कनेक्शन की प्रभावशीलता में बहुत फर्क पड़ेगा अगर नमी की मात्रा 20 प्रतिशत से नीचे हो जाये। मिट्टी में नमी की सामान्य मात्रा सूखा मौसम में 10 प्रतिशत तथा गीली मौसम में 35 प्रतिशत के बीच होती है, और एक अनुमानित औसत शायद 16 से 18 प्रतिशत हो सकती है।

##### 4.4.3 मिट्टी की प्रतिरोधकता पर तापमान का प्रभाव:

तापमान भी मिट्टी की प्रतिरोधकता को प्रभावित करता है। हालांकि, यह केवल तापमान का फ्रीजिंग पॉइंट के आसपास और निचे रहने का परिणाम है, मतलब अर्थ इलेक्ट्रोड ऐसे गहराई में स्थापित किया जाना चाहिए जहाँ फ्रास्ट प्रवेश ना कर सके।

मिट्टी के लिए प्रतिरोधकता का तापमान गुणांक नेगेटीव है, लेकिन फ्रीजिंग पॉइंट से ऊपर के तापमान के लिए यह नगण्य है। लगभग 20°C पर, प्रतिरोधकता में परिवर्तन लगभग 9 प्रतिशत प्रति डिग्री सेल्सियस है। 0°C के नीचे, मिट्टी में जो पानी है वह फ्रीज होना शुरू कर देता है और तापमान गुणांक में भयंकर वृद्धि लाता है, इसलिए जैसे जैसे तापमान कम होते जाता है प्रतिरोधकता बहुत अधिक बढ़ने लगता है। इसलिए, यह सिफारिश की जाती है कि ऐसे क्षेत्रों में जहाँ तापमान काफी कम होने की उम्मीद हो, अर्थ इलेक्ट्रोडों को फ्रास्ट (ठंड) लाइन से नीचे अच्छी तरह से स्थापित किया जाना चाहिए। जहाँ भारी सर्दियों के मौसम होते हैं, यह सतह से 2 मीटर नीचे हो सकता है, जबकि हल्के ठंड के मौसम में केवल कुछ सेंटीमीटर तक ही ठंड घुस सकता है

या शायद जमीन फ्रीज नहीं भी हो सकता है। अर्थ इलेक्ट्रोड जो ठंड की गहराई से नीचे संचालित नहीं होते वर्ष के मौसम के दौरान उनके प्रतिरोध में बहुत बड़ा बदलाव आ सकता है। यहाँ तक की फ्रॉस्ट लाइन से नीचे गाड़ने से भी कुछ बदलाव होता है, क्योंकि ऊपरी मिट्टी जब जम जाती है, यह मिट्टी प्रतिरोधकता में एक निर्णायक वृद्धि प्रस्तुत करती है और सामान्य प्रतिरोधकता वाली मिट्टी से जुड़े इलेक्ट्रोड के सक्रीय लंबाई को छोटा करने पर इसका प्रभाव पड़ता है।

#### 4.5 अर्थ पिट का स्थान:

जहाँ विकल्प हो, जगह का चुनाव मिट्टी के निम्नलिखित प्रकारों में से वरीयता के क्रम में एक का किया जाना चाहिए:

- क) गीली कीचड़ वाली ज़मीन
- ख) चिकनी मिट्टी, दुम्मी मिट्टी, कृषि योग्य भूमि, रेत की कम मात्रा के साथ मिश्रित दुम्मी मिट्टी
- ग) चिकनी मिट्टी और दुम्मी को अलग-अलग अनुपात में रेत, कंकड़ और पत्थर के साथ मिलाके
- घ) नम और गीली रेत, पीट

सूखी रेत, चूने की कंकड़, चूने की पत्थर, ग्राइट और ज्यादा पत्थर वाली ज़मीन टालना चाहिए, और सभी जगह जहाँ ज़मीन के सतह के निकट ही प्राकृतिक पत्थर होता है, टालना चाहिए।

प्राकृतिक रूप से बहुत सूखी नहीं है ऐसी जगह चुनना चाहिए। पानी भरा हुआ अवस्था, हालांकि, आवश्यक नहीं है, जहाँ तक मिट्टी रेत या कंकड़ वाला नहीं हो, क्योंकि साधारणतया नमी की मात्रा 15 से 20 प्रतिशत से ऊपर होने से कोई लाभ नहीं होते है। पानी की बहाव वाला जगह (जैसे नदीतल) टालना चाहिए क्योंकि इन अवस्थाओं में लाभदायी नमक की मात्रा पूरी तरह से निकल जा सकता है।

#### 4.6 अर्थ इलेक्ट्रोड:

##### 4.6.1 इलेक्ट्रोड के प्रतिरोध में आकार का प्रभाव:

फैला हुआ प्रणाली के अलावा अन्य सभी इलेक्ट्रोड के साथ, विभव में गिरावट का बड़ा हिस्सा मिट्टी में इलेक्ट्रोड सतह के कुछ फीट के अंदर पाया जाता है, क्योंकि यहाँ घारा की घनता अधिकतम होती है। एक कम समय प्रतिरोध प्राप्त करने के लिए इलेक्ट्रोड के निकट उपस्थित माध्यम में घारा की घनता जितना संभव हो कम होना चाहिए। इसके लिए ऐसे डिज़ाइन करना चाहिए जो घारा की घनता को इलेक्ट्रोड से दूरी के साथ अत्यंत तेजी से कम करें। एक दिशा की आयाम को अन्य दो दिशाओं की तुलना में बड़ा रख के इस आवश्यकता को प्राप्त किया जाता है, इस तरह से एक पाइप, डंडा या पट्टी की प्रतिरोध समान सतही क्षेत्रफल का प्लेट से बहुत कम होती है। प्रतिरोध, हालांकि इलेक्ट्रोड के सतह क्षेत्रफल के आनुपातिक नहीं है।

#### 4.6.2 सामान्य प्रकार के अर्थ इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध:

##### प्लेट इलेक्ट्रोड:

एक प्लेट की अर्थ के साथ लगभग प्रतिरोध की गणना इस प्रकार की जा सकती है:

$$R = \rho L/A, \text{ यानी प्रतिरोध} = (\text{प्रतिरोधकता} \times \text{लंबाई}) / \text{क्षेत्रफल}$$

जहाँ,  $\rho$  = मिट्टी की प्रतिरोधकता  $\Omega$ .मीटर में, तथा

$A$  = प्लेट के दोनों बाजुओं का क्षेत्रफल (वर्ग मीटर में)

जहाँ एक प्लेट का प्रतिरोध अपेक्षित मान से अधिक होता है, दो या अधिक प्लेटों को समानांतर क्रम में उपयोग किया जा सकता है और उस समय कुल प्रतिरोध प्रयुक्त प्लेटों की संख्या विपरीत अनुपात में होता है, बशर्ते कि प्रत्येक प्लेट एक दूसरे के प्रतिरोध क्षेत्र के बाहर स्थापित किया गया हो। इसमें सामान्य रूप से 10 मीटर का भिन्नता जरूरी होती है लेकिन आम तौर पर उपयोग करने वाले प्लेटों के लिए कुल प्रतिरोध उपरोक्त सूत्र से प्राप्त मान से 20 प्रतिशत से अधिक नहीं है यह सुनिश्चित करने के लिए कि 2 मीटर की भिन्नता काफी है। दूसरी भिन्नता में भी, आम तौर पर दो प्लेट समांतर में उपयोग करना ज्यादा किफायती है, प्रत्येक एक समान आकार का हो न कि दो अलग-अलग आकार के। इसलिए प्रयुक्त आकार साधारणतया 1.2 मीटर x 1.2 मीटर से अधिक नहीं होते हैं।

##### स्ट्रिप या चालक इलेक्ट्रोड:

जहाँ उच्च प्रतिरोधकता वाला मिट्टी कम प्रतिरोधकता वाले से गहरी सतह पर होते हैं, वहाँ इनके विशेष लाभ होते हैं। निम्न सूत्र प्रतिरोध  $R$  के मान देता है।

$$R = [(100\rho/2 \pi l) \log (2l^2 /wt)] \text{ ohms}$$

जहाँ,  $\rho$  = मिट्टी की प्रतिरोधकता  $\Omega$ .मीटर में

$l$  = स्ट्रिप की लंबाई सेन्टी मीटर में

$w$  = इलेक्ट्रोड की गाड़ने की गहराई सेन्टी मीटर में, तथा

$t$  = चौड़ाई (स्ट्रिप के संदर्भ में) या व्यास का दुगुना (चालक के लिए) सेन्टी मीटर में

कृषि कार्यों से इनके नुकसान होने से बचाने के लिए इन इलेक्ट्रोडों की स्थापना में ध्यान दिया जाना चाहिए।

इलेक्ट्रोड के लंबाई में वृद्धि के साथ अर्थ प्रतिरोध पहले तेजी से और बाद में धीरे से घटती है। आमतौर पर इस्तेमाल किये जाने वाले चालक के आकार और गहराई क्षेत्र का प्रभाव बहुत छोटा होता है।

प्रतिरोध कम करने के लिए यदि कई स्ट्रिप इलेक्ट्रोड समानांतर क्रम में जोड़ने की आवश्यकता होती है तो ये समांतर लाइनों में स्थापित किया जाना चाहिए या वे एक बिंदु से प्रसारित कर सकते हैं। पूर्व मामले में 2.4 मीटर की दूरी में लगे दो स्ट्रिप्स के प्रतिरोध उनमें से किसी एक की व्यक्तिगत प्रतिरोध से 65 प्रतिशत कम होते हैं।

#### 4.6.3 अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए धातु का चयन:

इलेक्ट्रोड सामग्री प्रारंभिक अर्थ प्रतिरोध को यद्यपि प्रभावित नहीं करता है, सामग्री का चयन करने में यह ध्यान रखना चाहिए कि जिस प्रकार के मिट्टी में प्रयोग किया जायेगा वहाँ जंग के लिए अवरोध होना चाहिए। बहुत से प्रकार के मिट्टियों में किए गए परीक्षणों से यह देखा गया है कि कोपर, चाहे टिन से मढ़ा हुआ या नहीं, पूरी तरह से संतोषजनक है (इस उप खण्ड में दी गई सावधानियों के अधीन), 12 साल के लिए गाड़ दिए गए 150 मि.मी. x 25 मि.मी. x 3 मि.मी. आकार की नमूनों के वजन में औसत नुकसान किसी भी हाल में 0.2 प्रतिशत प्रति वर्ष से अधिक नहीं पाया गया। तदनुसार परीक्षण में प्रयुक्त असुरक्षित लोहे के नमूनों में औसत नुकसान (उदाहरण के लिए कच्चा लोहा, ताइय लोहा, नरम इस्पात) 2.2 प्रतिशत प्रति वर्ष जैसे अधिक होते हैं। नरम इस्पात के लिए गाल्वनाइज़िंग द्वारा विशेष तथा स्पष्ट रूप से स्थायी सुरक्षा देना होता है। परीक्षण दिखाता है कि, गाल्वनाइज़्ड नरम इस्पात, कोपर की तुलना में थोड़ा सा घटिया है जो 0.5 प्रतिशत प्रति वर्ष से अधिक औसतन नुकसान नहीं देता है। केवल कुछ मामलों में इन सभी परीक्षणों में ऐसा संकेत था कि जंग त्वरित गति से होता है और इन मामलों में ये संकेत बहुत महत्वपूर्ण नहीं थे।

#### 4.6.4 अर्थ इलेक्ट्रोड की सतह पर धारा की घनता:

किसी अर्थ इलेक्ट्रोड को ऐसे डिज़ाइन किया जाना चाहिए जिसमें सिस्टम के लिए पर्याप्त लोडिंग क्षमता हो, जिसका यह एक हिस्सा है। अर्थात् यह अर्थ पथ के उस बिंदु पर, जहाँ इसको सिस्टम का किसी भी अवस्था में संचालन के लिए स्थापित किया गया है, बिना विफल हुए उर्जा को अपव्यय करने में सक्षम होना चाहिए। विफलता मूलतः इलेक्ट्रोड के सतह पर अत्यधिक तापमान वृद्धि के कारण होता है और इस तरह यह धारा की घनता और अवधि के साथ मिट्टी की विद्युत और थर्मल गुण का फलन होता है।

सामान्यतया मिट्टी में प्रतिरोध का नेगटीव तापमान गुणांक होता है, जिससे लगातार धारा लोडिंग इलेक्ट्रोड प्रतिरोध में प्रारंभिक कमी लाता है और फलस्वरूप प्रयुक्त वोल्टेज के लिए अर्थ विफलता धारा में वृद्धि होती है। जैसे मिट्टी-इलेक्ट्रोड इंटरफेस से मिट्टी की नमी दूर हो जाती है, हालांकि, प्रतिरोध बढ़ जाता है और अंततः अनंत हो जाएगा यदि तापमान में वृद्धि पर्याप्त हो।

संचालन के तीन स्थितियों पर विचार करने की आवश्यकता है, यानि सामान्य प्रणाली संचालन की तरह लंबी अवधि की लोडिंग, सीधी अर्थ की गई प्रणाली में विफलता स्थिति की तरह अल्पावधि ओवरलोडिंग और चिनगारी शमन कॉइल्स द्वारा सुरक्षित प्रणालियों में विफलता स्थिति की तरह लंबे अवधि का ओवर लोडिंग।

अंतरराष्ट्रीय स्तर पर विशेषज्ञों द्वारा इस विषय पर कुछ प्रायोगिक कार्य किए गए, जिसमें कम प्रतिरोधकता वाला दुम्मट या चिकनी मिट्टी में गोलाकार इलेक्ट्रोड का सीमित प्रयोग करके आदर्श परीक्षण किए और निम्नलिखित निष्कर्ष उभर कर आयी:

क) प्रणाली के सामान्य असंतुलन के कारण लंबी अवधि के लोडिंग अर्थ इलेक्ट्रोड की विफलता का कारण नहीं होगा, बशर्ते कि इलेक्ट्रोड सतह पर धारा की घनता  $40\text{A/m}^2$  से अधिक न हो। आमतौर पर कम प्रतिरोध अर्थ को सुरक्षित करने की आवश्यकता के अनुसार इसके कम सीमा को लागू किया जाएगा।

ख) कम अवधि के ओवरलोड पर विफल होने का समय विशिष्ट लोडिंग के विपरीत अनुपात में होता है, जिसे  $i^2$  द्वारा बताते हैं, जहाँ  $i$  इलेक्ट्रोड के सतह पर धारा की घनत्व है। जाँची गई मिट्टी के लिए, अधिकतम उचित धारा की घनत्व निम्न सूत्र देता है।

$$I = 7.5 \times 103/\sqrt{\rho} \text{ (pt) A/m}^2$$

जहाँ  $t$  = अर्थ विफलता की अवधि (सेकंड में), तथा

$\rho$  = मिट्टी की प्रतिरोधकता ( $\Omega.m$  में)

अनुभव इंगित करता है कि यह सूत्र प्लेट इलेक्ट्रोड के लिए उपयुक्त है।

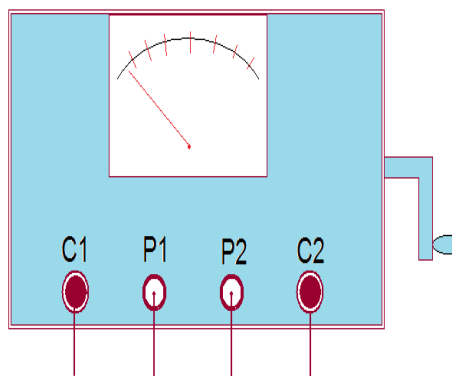
#### 4.6.5 सुरक्षात्मक चालक का क्रॉस सेक्शनल एरिया:

प्रत्येक सुरक्षात्मक चालक का क्रॉस सेक्शनल क्षेत्रफल, जो सप्लाइ केबल या केबल आवरण का हिस्सा नहीं बनता है, किसी भी मामले में निम्न से कम नहीं होगा:

- क) 2.5 वर्ग मि.मी., यदि मैकेनिकल संरक्षण प्रदान किया गया हो और
- ख) 4 वर्ग मि.मी., यदि मैकेनिकल संरक्षण प्रदान नहीं किया गया हो

#### 4.6.6 अर्थ प्रतिरोध की मापन:

- अर्थ प्रतिरोध, अर्थ टेस्टर के उपयोग से मापा जाता है।
- अर्थ टेस्टर एक वोल्टेज स्रोत और प्रतिरोध की परिमाण ओहम्स में दर्शाने के लिए एक मीटर के साथ एक चार टर्मिनल साधन हैं
- अर्थ टेस्टर मिट्टी की प्रतिरोध तथा इलेक्ट्रोड की प्रतिरोध बताता है, लेकिन अर्थ इलेक्ट्रोड प्रतिरोध बहुत ही कम होने की वजह से उपेक्षा कर सकता है।
- अर्थ टेस्टर में खूंटियाँ (spikes), डंडे, वायर, आदि सहायक सामग्रियाँ भी होते हैं।



चित्र 4.1. अर्थ टेस्टर

#### 4.6.7 अर्थ प्रतिरोध मापने की प्रायोगिक पद्धतियाँ:

अर्थ प्रतिरोध की मापन में प्रयुक्त पद्धतियाँ निम्न प्रकार हैं।

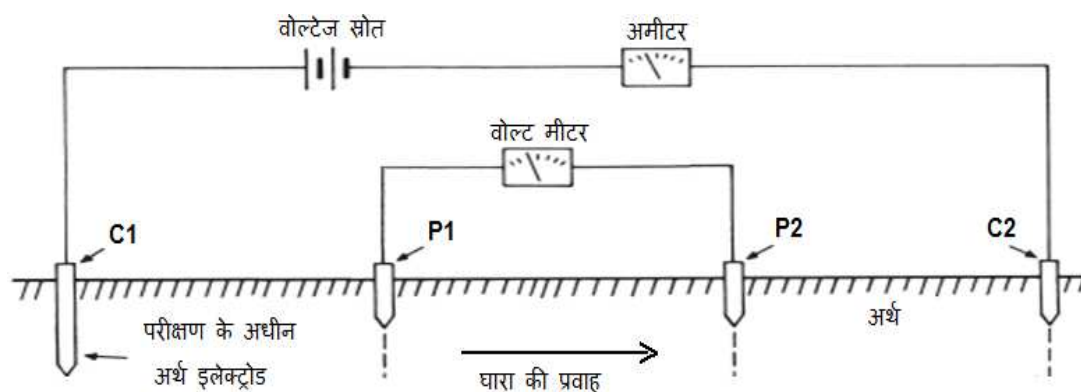
- फाल ऑफ पोटेन्शियल पद्धति
- डेड अर्थ पद्धति जो एक दो टर्मिनल पद्धति है
- क्लैप ऑन टेस्ट पद्धति



#### 4.6.8 अर्थ परीक्षण के सिद्धांत:

अर्थ की प्रतिरोधकता को चार टर्मिनल उपकरण से मापा जाता है। चित्र 4.2 में दर्शाए अनुसार चार छोटे आकार के इलेक्ट्रोडों को सीधी लाइन में समान अंतर पर एक जैसे गहराई में गाड़ दिया जाता है। टर्मिनल C1 & C2 को धारा रेफरेन्स इलेक्ट्रोड तथा P1 & P2 को पोटेंशियल या विभव रेफरेन्स इलेक्ट्रोड कहते हैं। चार अलग-अलग लीड वायर इलेक्ट्रोड को उपकरण के चार टर्मिनलों से जोड़ते हैं, इसी वजह से इसे चार टर्मिनल पद्धति कहते हैं।

नीचे चित्र में C1 और C2 को धारा रेफरेन्स रोड्स तथा P1 और P2 को पोटेंशियल (वोल्टेज) रेफरेन्स रोड्स कहते हैं।



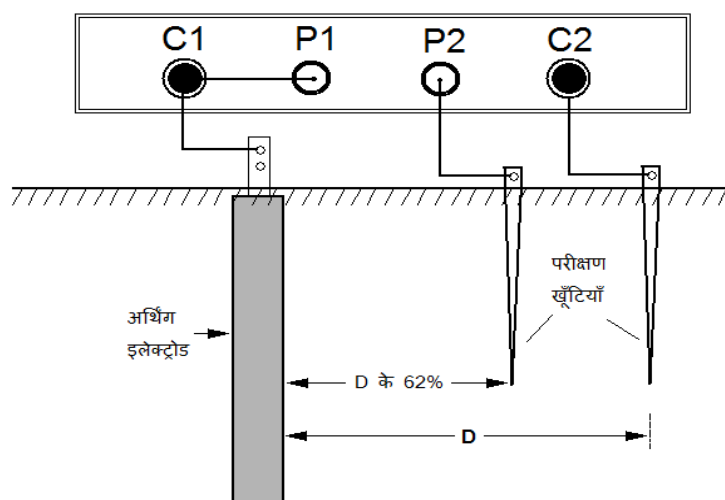
चित्र 4.2. अर्थ परीक्षण की सिद्धांत

#### 4.6.9 अर्थ प्रतिरोध मापन का फाल ऑफ पोटेंशियल (3 टर्मिनल) पद्धति:

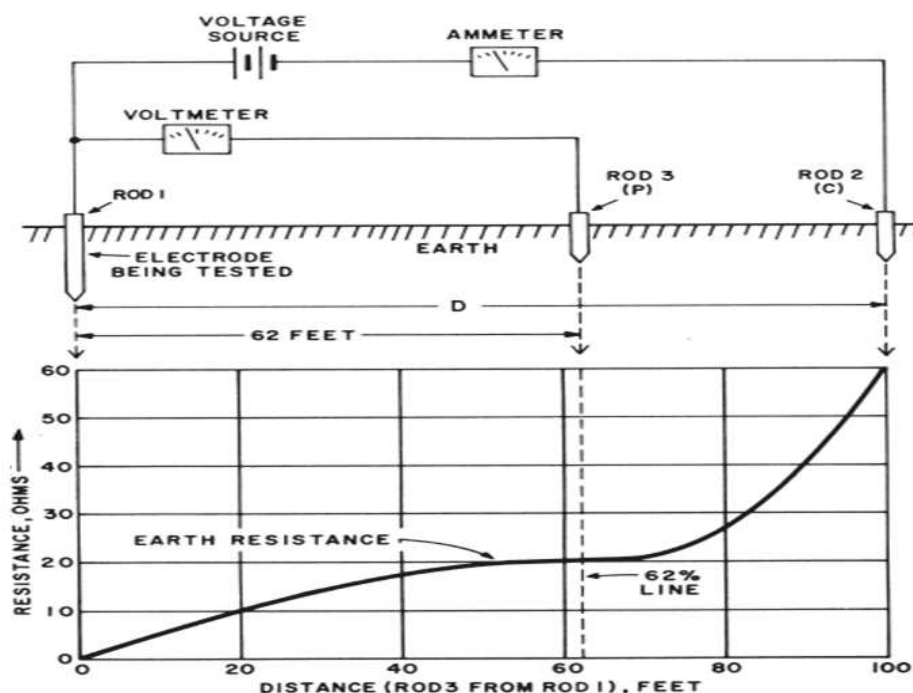
तीन टर्मिनल पद्धति में C1 और P1 को शार्ट किया जाता है। यदि वास्तविक अर्थ इलेक्ट्रोड (C1) और धारा रेफरन्स इलेक्ट्रोड C2 के बीच की दूरी 100 फीट हो तो C1 और P2 के बीच की दूरी 62 फीट होनी चाहिए।

प्रतिरोध R इस तरह दिया जाता है

$R = V/I$ , V वोल्ट मीटर की रीडिंग (वोल्ट में) है और I अमीटर की रीडिंग (एम्पियर में) है।



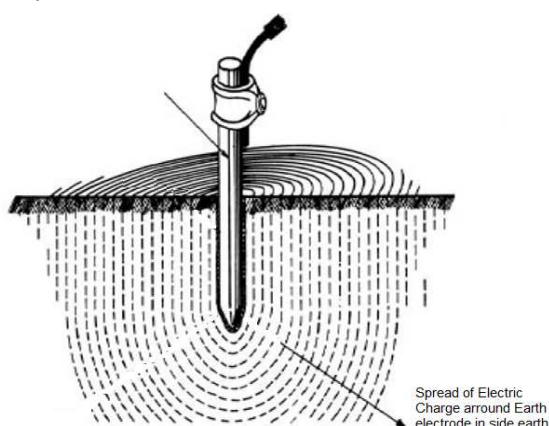
चित्र 4.3. फाल ऑफ पोटेंशियल पद्धति - 3 टर्मिनल पद्धति



चित्र 4.4. अर्थ प्रतिरोध मापन का 3 टर्मिनल पद्धति

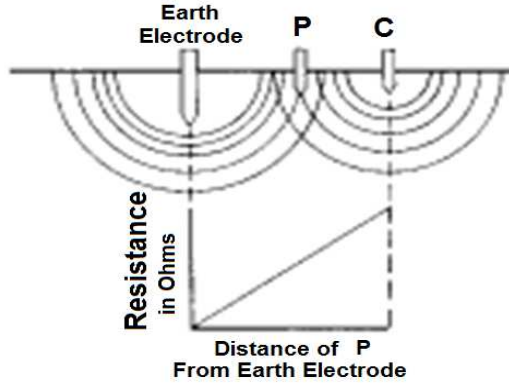
#### 4.7 अर्थ इलेक्ट्रोड का प्रभाव का क्षेत्र:

अर्थ इलेक्ट्रोड के चारों ओर के भूमि पिंड, जहाँ विद्युत चार्ज का फैलाव होता है, को प्रभाव का क्षेत्र कहा जाता है और इलेक्ट्रोड के चारों दिशाओं में धारा की प्रसारण होती है। इलेक्ट्रोड के चारे ओर स्थित पृथ्वी की पिंड को समान मोटाई के अलग-अलग कवचों से बना हुआ मान लिया जा सकता है। इलेक्ट्रोड के सबसे नज़दीकी कवच का क्षेत्रफल सबसे कम होगा, इसलिए इसका अर्थ प्रतिरोध अधिक होगा और जैसे-जैसे कवचों की दूरी बढ़ती जाएगी तल क्षेत्रफल बढ़ता जाएगा और अर्थ प्रतिरोध कम होता जाएगा।

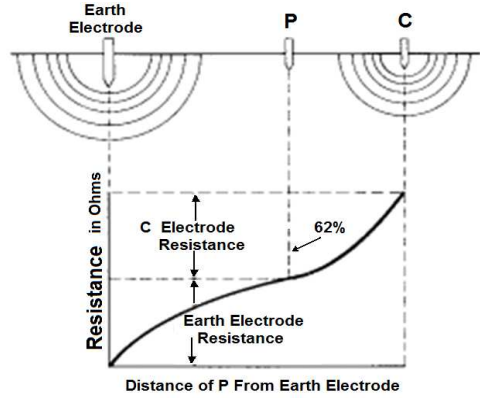


चित्र 4.5. अर्थ इलेक्ट्रोड के प्रभाव का क्षेत्र

इसी कारणवश इलेक्ट्रोड लगाते वक्त यह ध्यान देना जरूरी है कि अर्थ रोड के बीच की दूरी इतनी हो कि एक दूसरे के प्रभाव में न आए। अर्थ प्रतिरोध को कम करने के लिए यदि मल्टीपल इलेक्ट्रोड का प्रयोग करते हैं तब भी यही नियम का पालन करना चाहिए।



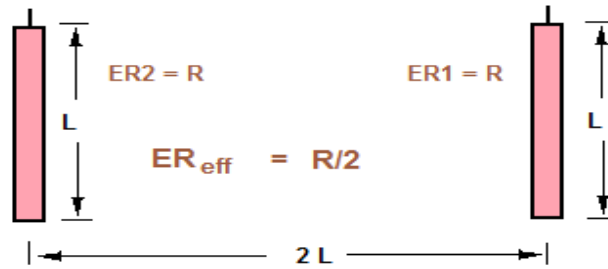
चित्र 4.6. C का गलत स्थापना



चित्र 4.7. C का सही स्थापना

#### 4.7.1 दो इलेक्ट्रोडों के साथ अर्थ प्रतिरोध:

जब दो अर्थ लगाया जाना है, तब दोनों इलेक्ट्रोडों के बीच की दूरी कम से कम इलेक्ट्रोड की लंबाई के दोगुना या उससे अधिक होनी चाहिए।



चित्र 4.8. अर्थ इलेक्ट्रोडों की सही स्थापना

#### 4.7.2 अर्थ प्रतिरोध मापने की डेड अर्थ पद्धति (दो टर्मिनल पद्धति):

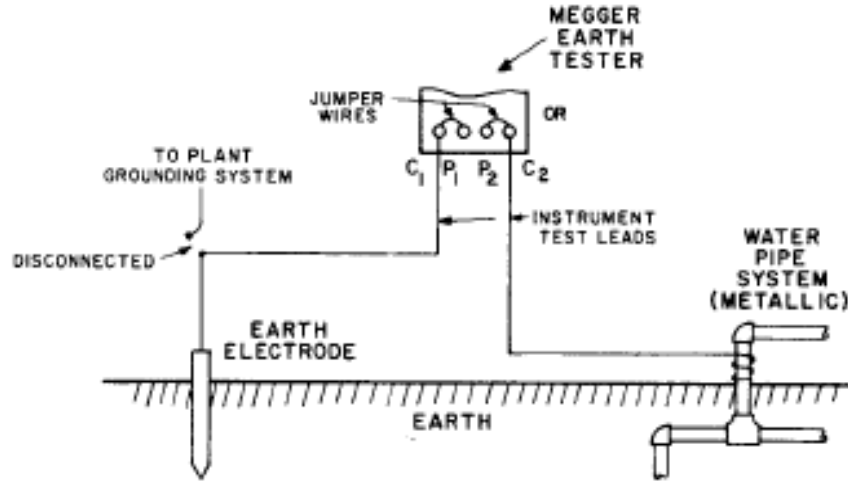
यह अर्थ प्रतिरोध मापने की सबसे आसान पद्धति है, जिसमें पानी की पाइप को दूसरे टर्मिनल की तरह उपयोग किया जाता है।

इस पद्धति में C1 को P1 के साथ और P2 को C2 के साथ शार्ट किया जाता है। अर्थ इलेक्ट्रोड को C1-P1 के साथ और पानी के पाइप को C2-P2 के साथ जोड़ा जाता है।

इस प्रणाली से सीरीज़ में लगे दो इलेक्ट्रोडों के प्रतिरोध मापा जाता है - गाड़े गए डंडे का और पानी की पाइप प्रणाली का।

#### 4.7.3 डेड अर्थ पद्धति में लिए जाने वाले सावधानियाँ:

1. पानी की पाइप प्रणाली इतना विस्तृत होना चाहिए कि प्रतिरोध नगण्य हो।
2. पानी की पाइप प्रणाली पूर्णतया धात्विक होना चाहिए, जिसमें कोई इन्सुलेशन कप्लिंग या फ्लेज न हो।
3. परीक्षणाधीन अर्थ इलेक्ट्रोड को पानी पाइप प्रणाली से काफी दूर रखना चाहिए जो प्रभाव का क्षेत्र से बाहर हो।



चित्र 4.9. डेड अर्थ पद्धति से अर्थ प्रतिरोध का मापन

**नोट:-** अधिकांश घटनाओं में मिट्टी में बहते हुए कुछ स्ट्रे धारा होंगे और जब तक इसके प्रभाव को समाप्त करने के लिए कुछ कदम नहीं उठाये जाते, यह मापी गई परिमाण में गंभीर त्रुटियाँ पैदा कर सकती है। यदि परीक्षण धारा की आवृत्ति स्ट्रे धारा की आवृत्ति के सामान हो तो इसका उन्मूलन बहुत कठिन हो जाता है और एक हाथ से संचालित जनरेटर वाला अर्थ टेस्टर का उपयोग करना योग्य होगा। ये अर्थ टेस्टर साधारणतया डायरेक्ट धारा (DC) उत्पन्न करते हैं और इसके जनरेटर शाफ्ट पर रोटरी धारा रिवर्सर तथा सिंक्रोनस रेक्टिफायर लगा होता है जिससे टेस्ट सर्किट में प्रत्यावर्ती धारा (AC) भेजता है तथा मापन के लिए परिणामी विभव को संशोधित करके एक सीधा पढ़ने वाला मूविंग कॉइल ओह्म मीटर द्वारा दर्शाया जाता है। मिट्टी में स्ट्रे धाराओं का उपस्थिति उपकरण में पॉइंटर की अस्थिर चाल से बताते हैं, लेकिन जनरेटर हैंडल की गति को बढ़ाने या घटाने से यह निकल जाते हैं।

धारा के स्रोत को एक डबल वाउंड (wound) ट्रांसफार्मर द्वारा सप्लाई से अलग किया जायेगा। टेस्ट करने के समय, जहाँ संभव हो टेस्ट इलेक्ट्रोड को अर्थिंग प्रणाली से अलग रखा जायेगा।

आम तौर पर सहायक इलेक्ट्रोड हल्के स्टील का 12.5 मि.मी. व्यास वाला डंडे को जमीन में 1 मीटर गहराई में गाड़ा जाता है।

सभी परीक्षण इलेक्ट्रोड और धारा इलेक्ट्रोड ऐसे लगाये जाएंगे ताकि वे एक दूसरे के प्रतिरोध क्षेत्र से स्वतंत्र हो। अगर टेस्ट इलेक्ट्रोड रोड, पाइप या प्लेट के रूप में हो तो इसे सहायक धारा इलेक्ट्रोड C से कम से कम 30 मीटर की दूरी पर लगाया जायेगा और सहायक पोटेन्शियल इलेक्ट्रोड B को उन दोनों के मध्य में रखा जायेगा।

#### 4.7.4 क्लैप ऑन पद्धति द्वारा अर्थ प्रतिरोध का मापन:

अभी तक चर्चा किये गए फॉल ऑफ पोटेन्शियल पद्धति बहुत ही विश्वसनीय और सबसे सही पद्धति है। लेकिन इसका कुछ कमियाँ भी हैं, जैसे:

- इसमें बहुत समय और गहन श्रम लगते हैं।
- प्रत्येक ग्राउंड इलेक्ट्रोड को मापे जाने वाले प्रणाली से अलग करना पड़ेगा।
- कुछ परिस्थितियों में अलग करना संभाव नहीं होता है।

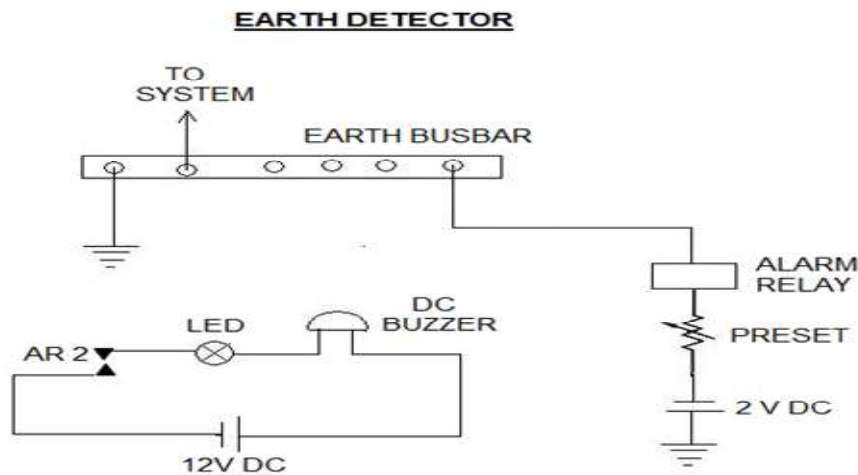
क्लैंप ऑन टेस्ट पद्धति बिना खूंटी का किया जाता है, अर्थात इसमें अर्थ खूंटियों का उपयोग नहीं होता है। यह अर्थ चालक को उपकरण से निकाले बिना किया जाता है। इस पद्धति में एक लूप सर्किट में ज्ञात वोल्टेज प्रेरित किया जाता है और परिणामी धारा की बहाव को मापा जाता है तथा लूप प्रतिरोध की गणना की जाती है। इस पद्धति को ज्यादातर बड़े इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक्स संस्थापनों में उपयोग किया जाता है, जहाँ पर बहुत सारे अर्थ स्थानों को कम समय और श्रम के साथ करने की जरूरत होती है।



चित्र 4.10. क्लैंप ऑन अर्थ टेस्टर

#### 4.8 अर्थ डिटेक्टर सर्किट:

अर्थ प्रतिरोध का मॉनिटरिंग करने के लिए एक सरल अर्थ डिटेक्टर सर्किट का आरेख नीचे चित्र 4.11 में दर्शाया है। जब अर्थ प्रतिरोध का मान बढ़ता है उदाहरण के लिए  $>1\Omega$ , रिले रिलीज हो जाता है और बज़र तथा LED इन्डिकेशन को सक्रिय करते हैं। रिले का गिरना प्रीसेट के जरिए संयोजन किया जा सकता है। AR एक वोल्टेज संचालित रिले है।



चित्र 4.11. अर्थ डिटेक्टर सर्किट

### वस्तुनिष्ठ:

1. S & T संस्थापनों के लिए उचित आरडीएसओ. विनिर्देश \_\_\_\_\_ है।
2. अर्थिंग प्रदान करने का मुख्य उद्देश्य \_\_\_\_\_ है।
3. सर्ज अरेस्टर और लाइटनिंग डिस्चार्जर \_\_\_\_\_ के बनने से संरक्षण प्रदान करता है।
4. सिस्टम अर्थ \_\_\_\_\_ के साथ जुड़ा हुआ है।
5. उपकरण अर्थ \_\_\_\_\_ के साथ जुड़ा हुआ है।
6. स्टेप वोल्टेज का मतलब है, अर्थ में दो केंद्र के बीच का विभवांतर जिसे \_\_\_\_\_ दूरी के अंतराल में रखा जाता है।
7. ग्राउंडेड मेटालिक संरचना और पृथ्वी की सतह के बीच के विभवांतर को \_\_\_\_\_ वोल्टेज कहा जाता है।
8. मिटटी की प्रतिरोधकता को प्रभावित करता एक कारक का नाम बताएं। \_\_\_\_\_
9. अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए किसी एक सिंगल मिट्टी का नाम का उल्लेख करें। \_\_\_\_\_
10. अर्थ इलेक्ट्रोड की प्रतिरोध को मापने की एक पद्धति \_\_\_\_\_ है।

### विषयनिष्ठ:

1. अर्थिंग प्रणाली का उद्देश्य क्या है?
2. सिस्टम अर्थिंग और उपकरण अर्थिंग में क्या अंतर है?
3. निम्न पदों को परभाषित करें:  
(क) बॉन्डिंग चालक (ख) अर्थ ग्रिड (ग) अर्थ मैट
4. निम्न पदों को समझाएं:  
क) इलेक्ट्रिकली स्वतंत्र अर्थ इलेक्ट्रोड  
ख) इक्वी-पोटेन्शियल बॉन्डिंग  
ग) इक्वी-पोटेन्शियल लाइन
5. निम्न पदों को समझाएं:  
क) पोटेन्शियल ग्रेडिएंट ख) सुरक्षात्मक चालक
6. नीचे दिए गए पदों के बीच क्या अंतर है?  
क) स्टेम वोल्टेज ख) टच वोल्टेज.
7. मिटटी की प्रतिरोधकता क्या है? इसको प्रभावित करने वाला कारक क्या-क्या है?
8. अर्थ इलेक्ट्रोड की स्थान का चयन करते समय आप किन कारकों पर विचार करेंगे?
9. प्रयुक्त अर्थ इलेक्ट्रोड का प्रकार क्या-क्या है? प्रत्येक का लाभों के बारे में उल्लेख करें।
10. फॉल ऑफ पोटेन्शियल पद्धति के द्वारा अर्थ प्रतिरोध कैसे मापा जाता है? आरेख के साथ समझाएं।

## अध्याय 5

### सं एवं दूसं उपकरणों के लिए अर्थिंग एवं बॉन्डिंग प्रणाली के लिए कार्य संहिता (आरडीएसओ विनिर्देश सं.RDSO/SPN/197/2008)

#### 5.1 उद्देश्य:

इस दस्तावेज में सॉलिड स्टेट घटकों के साथ सिगनलिंग उपकरणों के लिए अपनाए जाने वाले अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली को शामिल किया गया है, जो सर्ज, लाइटनिंग द्वारा सिस्टम में आये ट्रांसयन्ट तथा ओवर वोल्टेज, सब-स्टेशन स्विचिंग, आदि के कारण होने वाला नुकसान के प्रति अतिसंवेदनशील होते हैं। इन सिगनलिंग उपकरणों में इलेक्ट्रॉनिक इंटरलॉकिंग, समाकलित पावर सप्लाय उपकरण, डिजिटल एक्सल काउंटर, डेटा लॉगर आदि शामिल हैं।

#### 5.2 संदर्भ

IS 3043	अर्थिंग के लिए कार्य संहिता
ANSI/UL/ 467	ग्राउंडिंग तथा बॉन्डिंग उपकरण
IEEE 80	AC सब-स्टेशन ग्राउंडिंग में सुरक्षा के लिए IEEE मार्गदर्शन
IEEE 837	सब-स्टेशन ग्राउंडिंग में इस्तेमाल स्थायी कनेक्शन के योग्यता के लिए स्टैंडर्ड
IEC 62305	लाइटनिंग के खिलाफ संरक्षण

#### 5.3 अच्छे अर्थिंग प्रणाली की विशेषतायें

##### (क) उत्कृष्ट इलेक्ट्रिकल कनेक्टिविटी

- कम प्रतिरोध और इलेक्ट्रिकल प्रतिबाधा
- पर्याप्त आयाम के चालक, जो बिना किसी फ्यूजिंग या यांत्रिक खराबी के उच्च विफलता धारा को सहने में सक्षम।
- निम्नतर अर्थ प्रतिरोध सुनिश्चित करता है कि ऊर्जा सबसे सुरक्षित संभाव्य तरीके से जमीन में फैलाए जाते हैं।
- अर्थ सर्किट प्रतिबाधा जितना कम हो, उतना उच्च आवृत्ति लाइटनिंग असर दूसरे पथ की तुलना में ग्राउंड इलेक्ट्रोड पथ से प्रवाहित होंगे।

##### ख) उच्च संक्षारण प्रतिरोध

- ग्राउंडिंग चालक, इलेक्ट्रोड और कनेक्शन के पदार्थ का चुनाव महत्वपूर्ण है, क्योंकि अर्थिंग प्रणाली के अधिकतर हिस्से वर्षों तक जमीन में गड़े रहेंगे। कॉपर सामान्यतया उपयोग किये जाना वाला पदार्थ है। अपने स्वाभाविक उच्च चालकता के अतिरिक्त कोपर ग्राउंडिंग स्थानों के संदर्भ में अन्य धातुओं की तुलना में अक्सर कैथोडिक होता है, जिसका मतलब है कि सभी वातावरणों में संक्षारण की संभावना कम होती है।

##### ग) मेकानिकली मज़बूत और विश्वसनीय

## 5.4 स्वीकार्य अर्थ प्रतिरोध मूल्य

अर्थ बस बार में स्वीकार्य अर्थ प्रतिरोध का मूल्य 1 ओह्म से ज्यादा नहीं होगा।

## 5.5 अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली के घटकों

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| क) अर्थ इलेक्ट्रोड         | घ) इक्वि-पोटेन्शियल अर्थ बसबार          |
| ख) अर्थ एनहान्समेंट पदार्थ | ड) कन्नेक्टिंग केबल तथा टेप/स्ट्रिप, और |
| ग) अर्थ पिट                | च) अन्य सभी संबंधित सामग्रियाँ          |

## 5.6 अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली का डिज़ाइन

### 5.6.1 अर्थ इलेक्ट्रोड



चित्र 5.1. अर्थ इलेक्ट्रोड

- क) अर्थ इलेक्ट्रोड, लचीले, कम कार्बन स्टील के वृत्ताकार डंडों से बनाया जाएगा, जो अंडरराइटर्स लैबोरेटरीस (UL) के 467-2007 या नवीनतम आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए बाहरी सतह पर कोपर के साथ आणविक रूप से अनुबद्ध (bonded) होते हैं। ऐसे कॉपर बॉन्डेड स्टील कॉर्ड राँड को इसके समग्र शक्ति, संक्षारण प्रतिरोध, भूमि तक कम प्रतिरोध पथ और किफायती के कारण पसंद किया जाता है।
- ख) अर्थ इलेक्ट्रोड UL लिस्टेड होगा और न्यूनतम 17.0 मि.मी. व्यास तथा न्यूनतम 3.0 मीटर लंबी होगी।
- ग) कॉपर बॉन्डिंग की न्यूनतम मोटाई 250 माइक्रोन की होगी।
- घ) मार्किंग: UL मार्किंग, प्रत्येक इलेक्ट्रोड पर निर्माणकर्ता का नाम या व्यापारिक नाम, लंबाई, व्यास, कैटेलाॅग संख्या आदि छपा होना चाहिए।
- ड) अर्थ इलेक्ट्रोड को दृष्टिगत रूप से, माइक्रोन गेज का उपयोग करके कोपर का लेप की मोटाई और आयाम का जाँच किया जा सकता है। अगर वांछित हो तो आपूर्ति के समय में सप्लायर इस तरह के निरीक्षण के लिए व्यवस्था करेगा।

### 5.6.2 अर्थ एनहान्समेंट पदार्थ



चित्र 5.2. अर्थ एनहान्समेंट पदार्थ



अर्थ एनहान्समेंट पदार्थ एक उच्चतर चालकीय पदार्थ है, जो अर्थिंग प्रभावकारिता में सुधार करता है, विशेष रूप से अपर्याप्त चालकता वाले क्षेत्रों में (पथरीली भूमि, नमी में भिन्नता वाले क्षेत्रों में, रेतीली मिट्टी आदि)। यह अर्थ इलेक्ट्रोड और ज़मीन के संपर्क क्षेत्र की चालकता को बेहतर बनाता है। इसकी निम्नलिखित विशेषताएं होगी:

- क) मुख्य रूप से ग्राफाइट और पोर्टलैंड सीमेंट से मिलकर बनेगी। बेंटोनाइट तत्व नगण्य होगी।
- ख) उच्च चालकता होगी, पृथ्वि की अवशोषण क्षमता और नमी को रोक रखने का क्षमता बढ़ाता है।
- ग) गैर-संक्षारक प्रकृति के होंगे, पानी में कम विलेयता (solubility) लेकिन अत्यधिक आर्द्रताग्राही होगा।
- घ) 0.2 ओम-मीटर से कम प्रतिरोधकता होगी। उस पदार्थ के 20 से.मी. क्यूब बनाकर उसके दोनों छोर पर प्रतिरोध माप के प्रतिरोधकता की परीक्षण कर सकते हैं। अगर वांछित हो तो आपूर्ति के समय में सप्लायर इस तरह के निरीक्षण के लिए व्यवस्था करेगा। प्रतिरोधकता के लिए राष्ट्रीय/अंतरराष्ट्रीय प्रयोगशाला से प्राप्त आवश्यक प्रमाण पत्र भी प्रस्तुत करना होगा।
- ङ) सूखा या गारा रूप में उपयोग के लिए उपयुक्त होगा।
- च) चालकता को बनाए रखने के लिए पानी की निरंतर उपस्थिति पर निर्भर नहीं करेगा।
- छ) स्थायी एवं रखरखाव मुक्त होगा और अपने जमी हुई अवस्था में, समय के साथ लगातार अर्थ प्रतिरोध को स्थिर रखेगा।
- ज)  $-10^{\circ}\text{C}$  से  $+60^{\circ}\text{C}$  परिवेश तापमान के बीच थर्मली स्थिर रहेगी।
- झ) समय के साथ विघटित, गल कर और घूलकर नहीं बहेगा।
- ञ) आवधिक चार्जिंग उपचार की आवश्यकता नहीं होगा और न ही प्रतिस्थापन और रखरखाव।
- ट) किसी भी प्रकार के इलेक्ट्रोड और विभिन्न प्रतिरोधकता वाली सभी प्रकार के मिट्टियों के लिए उपयुक्त होगा।
- ठ) मिट्टी को या स्थानीय जलस्तर को प्रदूषित नहीं करेगा और भराव क्षेत्र के लिए पर्यावरण के अनुकूल आवश्यकताओं को पूरा करेगा।
- ड) विस्फोटक नहीं होगा।
- ढ) जलना, आँखों या चर्म में जलन नहीं करेगा।
- ण) मार्किंग: अर्थ एन्हांसमेंट पदार्थ सीलबंद, नमीरोधक थैली में आपूर्ति की जाएगी। ये थैली पर निर्माणकर्ता के नाम या व्यापारिक नाम, मात्रा आदि के मार्किंग किया जाएगा।

### 5.6.3 बैकफिल सामग्री

खुदाई में निकली मिट्टी बैकफिल के लिए उपयुक्त होता है, लेकिन किसी भी बड़े पत्थरों को छान कर हटा लेना चाहिए और यह सुनिश्चित किया जाता है कि इलेक्ट्रोड के आसपास यह अच्छी तरह से जमा हुआ रहे। अपनी अम्लीय और संक्षारक प्रकृति की वजह से रेत, नमक, कोक, राख और भस्म जैसे सामग्री का उपयोग नहीं किया जायेगा।

### 5.7 इकाई अर्थ पिट की निर्माण: टिपिकल संस्थापना आरेख संख्या SDO/RDSO/E&B/001 देखें।

- क) 100 मि.मी. से 125 मि.मी. व्यास वाला एक गड्ढा लगभग 2.8 मीटर की गहराई तक ऑगर/खोदा जायेगा।
- ख) अर्थ इलेक्ट्रोड को इस गड्ढे में स्थापित करेंगे।

- ग) इलेक्ट्रोड के शीर्ष पर धीरे से मार के इसे मिट्टी में घुसा दिया जायेगा। यहाँ इलेक्ट्रोड के निचले तल पर प्राकृतिक मिट्टी है ऐसा माना जाता है ताकि न्यूनतम 150 मि.मी. इलेक्ट्रोड प्राकृतिक मिट्टी के भीतर घुसा रहे।
- घ) अर्थ एन्हांसमेन्ट पदार्थ (कम से कम लगभग 30-35 कि.ग्राम) गारा के रूप में ऑगर्ड/खोदे हुए गड्ढे में भरा जायेगा और सेट होने दिया जायेगा। पदार्थ के सेट होने के बाद, मिश्रण की संरचना (अर्थ इलेक्ट्रोड+अर्थ एन्हांसमेन्ट पदार्थ) का व्यास गड्ढे की पूरी लंबाई को कवर करते हुए कम से कम 100 मि.मी. व्यास की होगी।
- ङ) गड्ढे के शेष भाग बैकफिल मिट्टी द्वारा भरा जायेगा, जो ऑगरिंग/खुदाई के दौरान बाहर निकाल लिया जाता है।
- च) 150 मि.मी. x 25 मि.मी. x 6 मि.मी. के एक कोपर की पट्टी को उपकरण कक्ष में और अन्य अर्थ पिट (यदि कोई हो तो) से मुख्य इक्वी-पोटेन्शियल अर्थ बसबार से कनेक्शन के लिए मुख्य अर्थ इलेक्ट्रोड के साथ एक्सोथर्मिकलि वेल्ड किया जाएगा।
- छ) एक्सोथर्मिक वेल्ड सामग्री UL सूचीबद्ध होगा और IEEE 837 के प्रावधानों के अनुसार एनएबीएल/आईएलएसी सदस्य प्रयोगशालाओं द्वारा परीक्षण किया जाएगा।
- ज) मुख्य अर्थ पिट उपकरण कक्ष में स्थित मुख्य इक्वी-पोटेन्शियल अर्थ बसबार के यथासंभव निकट लगाएंगे।

## 5.8 मल्टिपल अर्थ पिट प्रदान करके लूप अर्थ का निर्माण

- क) कुछ स्थानों पर, उच्च मिट्टी प्रतिरोधकता के कारण एक अर्थ इलेक्ट्रोड/पिट के लिए अर्थ प्रतिरोध  $\leq 1$  ओह्म संभव नहीं भी हो सकता है। ऐसे परिस्थितियों में, लूप अर्थ प्रदान किया जाएगा जिसमें एक से अधिक अर्थ पिट शामिल किये जाएंगे। आवश्यक अर्थ पिट की संख्या पहले से ही संस्थापित अर्थ पिट के प्रतिरोध के आधार पर निर्धारित की जाएगी। एक अर्थ पिट के लिए ऊपर उल्लिखित पद्धति अन्य अर्थ पीटों के लिए भी दोहराया जाएगा।
- ख) दो लगातार अर्थ इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी न्यूनतम 3 मीटर और अधिकतम अर्थ इलेक्ट्रोड के दुगुनी लंबाई तक होंगे, यानि लगभग 6 मीटर।
- ग) एक लूप बनाने के लिए ये अर्थ पीटों को एक्सोथर्मिक वेल्डिंग तकनीक का उपयोग करके 25 मि.मी. x 2 मि.मी. कॉपर टेप से इंटरलिंक किया जाएगा।
- घ) इंटरकनेक्टिंग टेप ग्राउंड लेवल के नीचे 500 मि.मी. से ज्यादा गहराई में गाड़े रहेंगे। यह इंटरकनेक्टेड टेप भी अर्थ एन्हांसिंग मिश्रण से कवर किया हुआ रहेगा।



चित्र 5.3. एक्सोथर्मिक वेल्डेड अर्थ टर्मिनल

**5.9 अर्थ प्रतिरोध का मापन:** IS: 3043 के पैरा 37 के अनुसार फॉल ऑफ पोटेंशियल पद्धति से सभी अर्थ पिट को इन्टरकनेक्ट करके मुख्य इक्वि-पोटेंशियल बसबार (MEEB) में अर्थ प्रतिरोध मापा जाएगा।

#### 5.10 निरीक्षण चेंबर

- क) पिट के ऊपर समतल सिमन्ट पलस्टर के साथ एक 300 x 300 x 300 मि.मी. (भीतरी आयाम) के कांक्रीट चेंबर प्रदान किया जाएगा। अर्थ पिट को ढकने के लिए एक कांक्रीट ढक्कन, काला रंग से रंगा हुआ, खींचने के लिए हुक के साथ लगभग 50 मि.मी. मोटा प्रदान किया जाएगा।
- ख) अर्थ पिट के आसपास फर्श का स्तर का ध्यान रखना होगा की कनेक्टर कांक्रीट की दीवार के बहुत भीतर या बाहर की ओर निकला न हुआ हो।
- ग) कवर के पिछले हिस्से पर, काले परिप्रेक्ष्य पर पीले रंग से परीक्षण की तारीख और औसत प्रतिरोध का मूल्य लिखा होगा।

**5.11 इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार तथा उपकरणों से इसका कनेक्शन और उपकरण कक्ष में सर्ज संरक्षण साधनों:** विशिष्ट बॉन्डिंग कनेक्शन के आरेख सं. SDO/RDSO/E&B/002 देखें।

**5.11.1 इक्वि पोटेंशियल अर्थ बसबार:** प्रत्येक उपकरण कक्ष के लिए एक इक्वी-पोटेंशियल अर्थ बसबार होगा यानि आईपीएस/बैटरी चार्जर कक्ष तथा E1 रिले कक्ष। हर एक कमरे में लगे इक्वी-पोटेंशियल अर्थ बसबार को सब-इक्वी-पोटेंशियल अर्थ बसबार (SEEB) कहा जाता है। आईपीएस/बैटरी चार्जर कक्ष में स्थित इक्वि-पोटेंशियल अर्थ बसबार जो क्लास B SPD तथा मुख्य अर्थ पिट से सीधे जुड़े रहते हैं, मेन इक्वी-पोटेंशियल अर्थ बसबार (MEEB) कहा जाता है।

EEB में बॉन्डिंग चालक को लगाने के लिए उचित आकार का छिद्र पहले से ही किए रहेंगे। ये EEB इमारत की दीवारों से अलग (insulated) रखेंगे। प्रत्येक EEB को 60 मि.मी. ऊंचाई की कम वोल्टेज के इंसुलेटर के साथ दीवार पर स्थापित किया जायेगा। इस अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त इंसुलेटर इन्सुलेटिंग और आग प्रतिरोधक गुण वाला रहेंगे। EEB की स्थापना और रखरखाव में आसानी के लिए कमरे के फर्श की सतह से 0.5 मीटर की ऊंचाई पर स्थापित किया जायेगा। EEB पर सभी टर्मिनेशन स्प्रिंग वाशर के साथ कोपर के लग्स द्वारा किए जाएंगे।

**5.12 बॉन्डिंग कनेक्शन:** परिवाही अर्थ लूप के प्रभाव को कम करने और इक्वी-पोटेंशियल बॉन्डिंग प्रदान करने के लिए, "स्टार प्रकार" के बॉन्डिंग कनेक्शन की जरूरत होती है। ऐसे ही, कमरों में लगे प्रत्येक SEEB बॉन्डिंग चालक के माध्यम से सीधे MEEB से जुड़े होते हैं। इसके आलावा कमरों में स्थित उपकरण/रैक अपने SEEB से सीधे जुड़े रहेंगे। बॉन्डिंग चालक अपने संबंधित लग्स से एक्सोथर्मिक वेल्डिंग द्वारा लगाए जाएंगे।

**5.13 सभी कनेक्शन,** यानि उपकरणों से SEEB और SEEB से MEEB तक बॉन्डिंग चालक का रूटिंग जितना संभव हो उतना छोटा और सीधा होगा और कम मोड के साथ अन्य बिजली के तारों से अलग रहेगा। हालांकि, SPD से MEEB का कनेक्शन जितना संभव हो उतना छोटा बिना मोड का होगा।

**5.14 इक्वी-पोटेंशियल बसबार और अर्थ इलेक्ट्रोड से अलग-अलग उपकरणों का कनेक्शन के लिए घटकों के आयाम और सामग्रियाँ नीचे दिए गए अनुसार होंगे।**

घटक / बॉन्डिंग	मेटिरियल	आकार
मुख्य इक्वि-पोटेन्शियल अर्थ बसबार (MEEB)	कोपर	300X25X6mm (न्यूनतम)
सब इक्वि-पोटेन्शियल अर्थ बसबार (SEEB)	कोपर	150X25X6mm (न्यूनतम)
स्टेनलेस स्टील नट और बोल्ट्स के साथ कोपर लग्स द्वारा प्रत्येक उपकरणों से SEEB	मल्टी स्ट्रैंड सिंगल कोर PVC इंसुलेटेड कोपर केबल IS:694 के अनुसार	10 वर्ग मि.मी.
स्टेनलेस स्टील नट और बोल्ट्स के साथ कोपर लग्स द्वारा SEEB से MEEB	मल्टी स्ट्रैंड सिंगल कोर PVC इंसुलेटेड कॉपर केबल IS:694 के अनुसार	16 वर्ग मि.मी.
स्टेनलेस स्टील नट और बोल्ट्स के साथ कोपर लग्स द्वारा सर्ज संरक्षण डिवाइज़ (SPD) से MEEB	मल्टी स्ट्रैंड सिंगल कोर PVC इंसुलेटेड कॉपर केबल IS:694 के अनुसार	16 वर्ग मि.मी.
MEEB से मुख्य अर्थ इलेक्ट्रोड	मल्टी स्ट्रैंड सिंगल कोर PVC इंसुलेटेड कॉपर केबल IS:694 के अनुसार (डुप्लिकेटेड)	35 वर्ग मि.मी.
लूप अर्थ के मामले में मुख्य अर्थ पिट से अन्य अर्थ पिट	कोपर टेप	26X2 मि.मी.

### अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली के आरेख

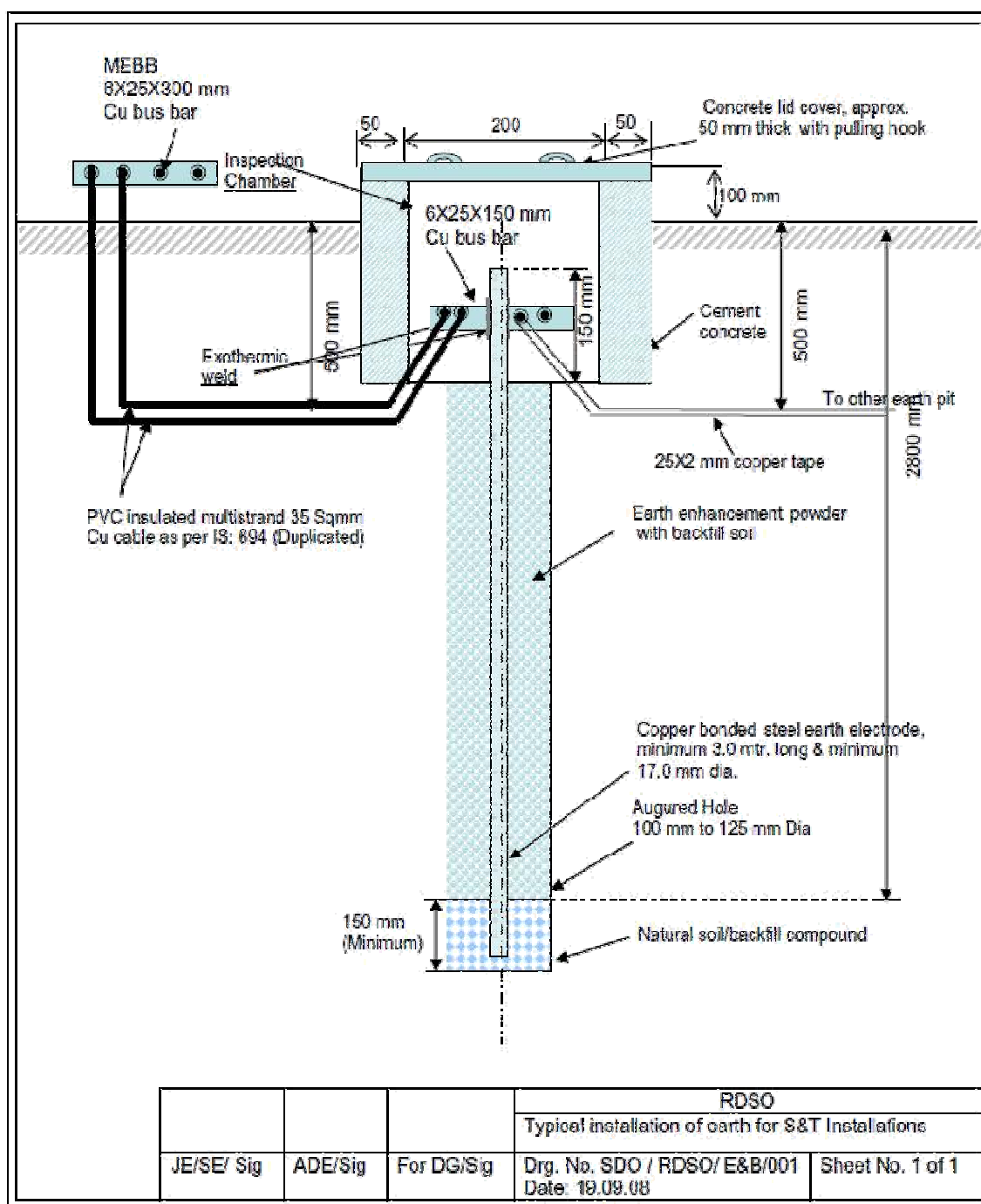
अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली के आयामों के साथ पूरा ले-आउट प्रणाली चालू होने के बाद आपूर्तिकर्ता द्वारा प्रस्तुत किया जायेगा।

### वारंटी

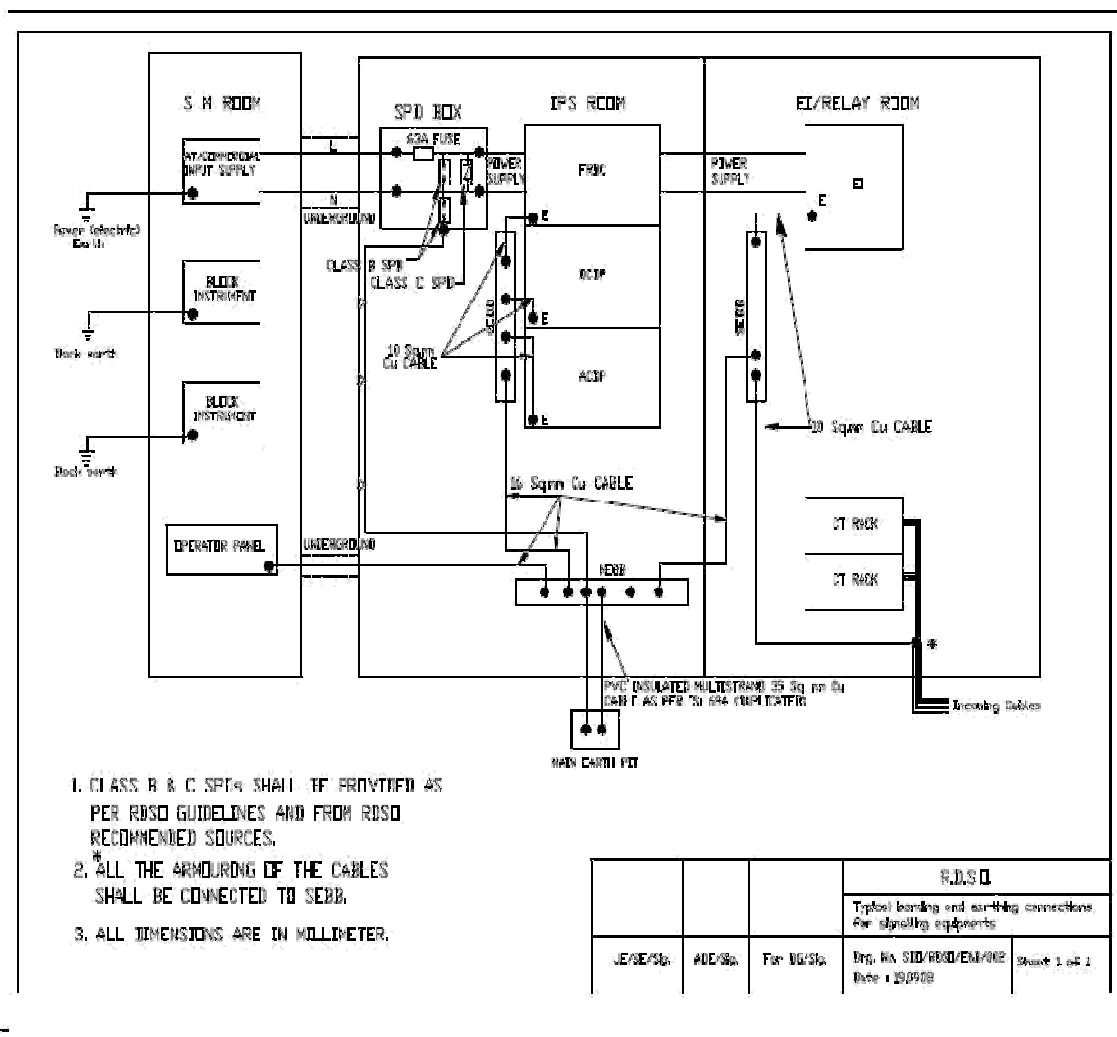
अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली की आपूर्ति, स्थापना और चालू करने के लिए आपूर्तिकर्ता पूरी तरह जिम्मेदार होगा। ऐसी प्रणाली की वारंटी चालू करने के तारीख से 60 माह की होगी। इस अवधि के दौरान, अनुचित सामग्री और बुरी कारीगरी की वजह से अर्थिंग प्रणाली में किसी भी तरह के विफलता के मामले में आपूर्तिकर्ता द्वारा निःशुल्क सेवा प्रदान किया जाएगा।

### अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली का रख रखाव

रखरखाव कार्यक्रम में अर्थिंग प्रणाली चालक और घटकों का सत्यापन, विद्युत निरंतरता की सत्यापन, अर्थ प्रतिरोध की मापन, घटकों और चालक के पुनर्बन्धन आदि किया जाना चाहिए।



चित्र 5.4. सं व दूसं संस्थापनों के लिए अर्थिंग व्यवस्था



चित्र 5.5. सिगनलिंग संस्थापनों के लिए टिपिकल अर्थिंग और बॉन्डिंग व्यवस्था

### वस्तुनिष्ठ:

1. अच्छी अर्थिंग प्रणाली की एक विशेषता \_\_\_\_\_ है।
2. अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए \_\_\_\_\_ जगह अनुपयुक्त है।
3. बसबार में स्वीकार्य अर्थ प्रतिरोध मूल्य \_\_\_\_\_ होना चाहिए।
4. अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली के दो घटकों का उल्लेख करें। \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
5. अर्थ इलेक्ट्रोड हाई टेन्साइल और लो कार्बन स्टील रोड पर बाहरी सतह में \_\_\_\_\_ से आणविक बंधन के साथ होना चाहिए।
6. अर्थ एनहान्समेंट पदार्थ \_\_\_\_\_ होना चाहिए ताकि अर्थिंग को ज्यादा प्रभावित कर सके।
7. अर्थ पिट की गहराई \_\_\_\_\_ मीटर होनी चाहिए।
8. लूप अर्थ का निर्माण \_\_\_\_\_ अर्थ पिट के उपयोग से कर सकते हैं।
9. MEEB का मतलब \_\_\_\_\_
10. SEEB का मतलब \_\_\_\_\_

### विषयनिष्ठ:

1. अर्थिंग का महत्व क्या है?
2. अच्छी अर्थिंग प्रणाली के विशेषताएं क्या-क्या हैं?
3. अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली के लिए जरूरी घटकों क्या-क्या हैं?
4. अर्थिंग और बॉन्डिंग प्रणाली के डिजाइन को समझाएं।
5. यूनिट अर्थ पिट क्या है? इसका निर्माण कैसे होता है?
6. लूप अर्थ का निर्माण समझाएं।
7. बॉन्डिंग घटकों के सामग्री और उनकी आयाम का उल्लेख करें।
8. अर्थ एनहान्समेंट पदार्थ की विशेषताएं क्या-क्या हैं?
9. सं एवं दूसं उपकरणों के लिए सार्वजनिक बॉन्डिंग की जरूरत क्यों है?
10. रसायनिक अर्थिंग क्या है?

## अध्याय 6

### दूरसंचार उपकरणों के लिए सर्ज संरक्षण उपकरण (RDSO/SPN/TC/98/2011 Rev 0)

यह विनिर्देश भारतीय रेलवे के दूरसंचार/डाटा लाइन साइड उपकरणों के सुरक्षा के लिए सर्ज संरक्षण उपकरणों के चयन तथा परीक्षण का निर्धारण करता है। इस विनिर्देश में IEC 61643-21 के अनुसार पारिभाषिक शब्दावली की उपयोग की गई है।

#### 6.1 सामान्य आवश्यकताएं

6.1.1 उपकरण IEC 61643-21/ITU-T K11/12/30 या अन्य समकक्ष अंतराष्ट्रीय/राष्ट्रीय स्टैंडर्ड का पालन करना चाहिए और उस स्टैंडर्ड/सिफारिश का सभी उपयुक्त परिच्छेदों के लिए आम तौर पर इस विनिर्देश में दिए गए मानदंडों (या समकक्ष मानदंडों) का समाविष्ट करता है।

6.1.2 सुरक्षा उपकरणों के लिए रेडियोएक्टिव पदार्थ या अन्य हानिकारक पदार्थ नहीं अपनाना चाहिए।

6.1.3 उपकरण के संचालन के दौरान तापमान का बढ़ना व्यक्तिगत सुरक्षा के लिए जोखिम नहीं होना चाहिए।

6.1.4 विद्युतीय विशेषताएं - जहाँ भी लागू हो, एसपीडी के हर एक नमूने के लिए निर्माणकर्ता निम्न प्राचलिक परिमाण पेश करना चाहिए। ये परिमाण ऐसे होने चाहिए जो की उपकरण के नियत संचालन पर प्रभाव न डाले।

- इन्सुलेशन प्रतिरोध
- सीरीज़ प्रतिरोध
- कपासिटन्स
- निवेशन घाटा
- प्रतिगमन (return) घाटा
- नियर एंड क्रॉस टॉक
- धारा प्रतिक्रिया समय

6.2 टर्मिनल तथा कनेक्टर्स: एसपीडी के टर्मिनल तथा कनेक्टर IEC 61643-21 अथवा अन्य समकक्ष अंतराष्ट्रीय/राष्ट्रीय स्टैंडर्ड को पूरा करना होगा।

एसपीडी में प्रयुक्त सभी सर्ज सुरक्षात्मक घटकों (जैसे GD ट्यूब, PTC, आदि) उपयुक्त ITU/IEC या अन्य समकक्ष स्टैंडर्ड/सिफारिश का पालन करना चाहिए।

- प्लगबल एसपीडी प्लग किये हुए अवस्था में कंपन परीक्षण का पालन करना चाहिए।
- प्लगबल एसपीडी जब बेस या IDC मॉड्यूल में लगाया जाता है, तब अच्छे से लगना चाहिए जिससे की अच्छा विद्युतीय कनेक्शन बने।
- ढांचा के इन्सुलेटिंग भाग गैर ज्वलनशील/आग को स्वयं बुझाने वाला होना चाहिए।



- एसपीडी आग का जोखिम, विद्युतीय जोखिम या ज़हरीला भाप की उत्सर्जन के बिना अपने अत्यधिक खींचाव विफलता मोड तक सुरक्षित तरीके से पहुँच जाना चाहिए।
- सभी अर्थ लीड एसपीडी के अंदर एक साथ जुड़े होने चाहिए तथा जब इसको IDC मॉड्यूल में लगाएंगे तब अर्थ से जुड़ना चाहिए।
- एसपीडी का लगाना या निकालना एसपीडी के निष्पादन में प्रभाव नहीं डालना चाहिए।

### 6.3 दूरसंचार/डाटा उपकरणों के लाइन साइड में प्रदान किए जाने वाले एसपीडी के मापदंड:

एक्सचेंज में ग्राहक कार्ड के सुरक्षा के लिए ग्राहक लाइन में लगने वाला सुरक्षा उपकरण (एक्सचेंज कक्ष के पहले टर्मिनेशन पॉइंट पर उपलब्ध किया जाना चाहिए, यानि कि MDF पर) उपकरण में न्यूनतम घटकों के रूप में GD ट्यूब (वोल्टेज प्रतिबंधक साधन) जैसे वोल्टेज स्विचिंग साधन और PTC जैसे स्वयं बहाल होने वाला धारा प्रतिबंधक साधन होना चाहिए।

क) अरेस्टर IDC मॉड्यूल (इन्सुलेशन डिस्प्लेसमेंट कनेक्शन मॉड्यूल) में प्लगेबल होना चाहिए, जिसे आम तौर पर LSA डिसकनेक्शन ब्लॉक अथवा क्रोन प्रकार के MDF/IDF से जाना जाता है। उपकरण अपने सभी सहायक सामग्रियों के साथ पूर्ण होना चाहिए जैसे कि अर्थ टर्मिनल को विस्तृत करने की व्यवस्था आदि।

ख) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज - 170 V

ग) नोमिनल धारा: 120mA

घ) कुल नोमिनल डिस्चार्ज धारा (8/20 $\mu$ s पल्स): 10kA

ड) धारा प्रतिबंधक तथा वोल्टेज प्रतिबंधक उपकरण के लिए नोमिनल AC डिस्चार्ज/लाइन से अर्थ के बीच AC टिकाऊपन : 1 सेकन्ड के लिए 2.5A rms

च) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-ग्राउंड के बीच 1 KV/ $\mu$ s पल्स पर जांचा हुआ: 1000V

छ) DC स्पार्क ओवर वोल्टेज: 230V (-20% से +30%)

ज) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C

झ) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%

ञ) प्रवेशन की डिग्री संरक्षण: IP20

ट) बैंडविड्थ: कम से कम 2.3MHz

ठ) वायरों की संख्या: 1 पेअर/10 पेअर

ड) वोल्टेज प्रतिबंधक उपकरण शार्ट सर्किट मोड में बंद होना चाहिए और धारा प्रतिबंधक उपकरण उच्च प्रतिरोध या ओपन सर्किट मोड में बंद होना चाहिए।

ढ) वेकल्पिक सुविधा (ग्राहक के माँगने पर): उच्च प्रतिरोध के लिए इन्डिकेशन/धारा प्रतिबंधक उपकरण के ओपन सर्किट अवस्था में।

6.4 प्राइमरी डिजिटल मक्स (FXS/FXO/hot line/4wire E & M के लिए) के एनालॉग पोर्टों के लिए सुरक्षा उपकरण (2 वायर / 4 वायर) पीडी मक्स कक्ष के निकट केबल के पहले टर्मिनेशन पॉइंट पर प्रदान करना चाहिए। यह उपकरण 2/4 वायर DTMF टेलीफोन, 2 वायर गेट टेलीफोन जैसे वॉइस आवृत्ति पर कार्यरत सर्किटों के संरक्षण के लिए भी उपयोग किया जा सकता है। 4 वायर सर्किट के लिए दो 2 वायर उपकरण या एक 4 वायर उपकरण का उपयोग करना चाहिए। ये मोडेम, LAN एक्सटेंडर जैसे उपकरणों के लिए भी उपयोग करना चाहिए।

कनेक्शन पद्धति: स्कू/बिना स्कू टर्मिनेशन/बेस के साथ प्लगबल उपकरण/LSA टर्मिनेशन/RJ11 (ग्राहक के आवश्यकतानुसार)

क) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज: 170V

ख) कुल नोमिनल डिस्चार्ज धारा (8/20 $\mu$ s पल्स): 10kA

ग) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-ग्राउंड के बीच 1 KV/ $\mu$ s पल्स: 1000V

घ) वोल्टेज प्रतिबंधक उपकरण का DC स्पार्क ओवर वोल्टेज: 230V (-20% से +30%)

ड) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C

च) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%

छ) प्रवेशन की डिग्री संरक्षण: IP20

ज) बैंडविड्थ: कम से कम 2.3MHz

झ) वायरों की संख्या: 2 वायर/4 वायर

ञ) वोल्टेज प्रतिबंधक उपकरण शार्ट सर्किट मोड में बंद होना चाहिए।

ट) नोमिनल लोड धारा: 120mA

#### 6.5 इथरनेट LAN (10 Base-T, 100 base-Tx) पर कनेक्शन के लिए नोड के संरक्षण हेतु डाटा संरक्षण उपकरण:

क) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज: 6V DC

ख) कुल नोमिनल डिस्चार्ज धारा लाइन-ग्राउंड (8/20 $\mu$ s पल्स): 2.5kA

ग) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-लाइन (1KV/ $\mu$ s पल्स): 18V

घ) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-ग्राउंड के बीच (1KV/ $\mu$ s पल्स): 1000V

ड) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C

च) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%

छ) डिग्री संरक्षण: IP20

ज) कनेक्शन पद्धति: RJ45

झ) बैंडविड्थ: 100MHz

ञ) वायरों की संख्या: 4

#### 6.6 पावर ओवर इथरनेट इथरनेट के साथ LAN (10 Base-T, 100 base-Tx) पर कनेक्शन के लिए नोड के संरक्षण हेतु डाटा संरक्षण उपकरण। यह उपकरण IP आधारित यात्री सुविधाओं के लिए भी उपयोग किया जा सकता है।

क) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज: 57V DC

ख) कुल नोमिनल डिस्चार्ज धारा लाइन-ग्राउंड (8/20 $\mu$ s पल्स): 5kA

ग) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-लाइन (1KV/ $\mu$ s पल्स): 180V

घ) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-ग्राउंड के बीच (1KV/ $\mu$ s पल्स): 1000V

ड) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C

च) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%

छ) संरक्षण का डिग्री: भीतरी अनुप्रयोगों के लिए IP20 तथा बाहरी अनुप्रयोगों के लिए IP54

ज) कनेक्शन पद्धति: RJ45

झ) बैंडविड्थ: 100MHz

ञ) वायरों की संख्या: 8

**6.7 गीगा बिट इथरनेट (1000 Base-T) पर कनेक्शन के लिए नोड के संरक्षण हेतु डाटा संरक्षण उपकरण (IEC 61643-21 के अनुसार):**

- क) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज: 3.2V DC
- ख) कुल नोमिनल डिस्चार्ज धारा लाइन-ग्राउंड (8/20 $\mu$ s): 2.5kA
- ग) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-लाइन (1kV/ $\mu$ s पल्स): 10V
- घ) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-ग्राउंड के बीच (1kV/ $\mu$ s पल्स): 1000V
- ड) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C
- च) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%
- छ) संरक्षण का डिग्री: IP20
- ज) कनेक्शन पद्धति: RJ45
- झ) बैंडविड्थ: 500MHz
- ञ) वायरों की संख्या: 8

**6.8 पावर ओवर इथरनेट इथरनेट के साथ गीगा बिट इथरनेट (1000 Base-T) पर कनेक्शन के लिए नोड के संरक्षण हेतु डाटा संरक्षण उपकरण। यह उपकरण IP आधारित यात्री सुविधाओं के लिए भी उपयोग किया जा सकता है।**

- क) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज: 57V DC
- ख) कुल नोमिनल डिस्चार्ज धारा लाइन-ग्राउंड (8/20 $\mu$ s): 5kA
- ग) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-लाइन (1kV/ $\mu$ s पल्स): 180V
- घ) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-ग्राउंड के बीच (1kV/ $\mu$ s पल्स): 1000V
- ड) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C
- च) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%
- छ) संरक्षण का डिग्री: भीतरी अनुप्रयोगों के लिए IP20 तथा बाहरी अनुप्रयोगों के लिए IP54
- ज) कनेक्शन पद्धति: RJ45
- झ) बैंडविड्थ: 500MHz
- ञ) वायरों की संख्या: 8

**6.9 RS485 इंटरफेस के लिए संरक्षण उपकरण:**

- क) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज: 13V DC
- ख) कुल नोमिनल डिस्चार्ज धारा लाइन-ग्राउंड (8/20 $\mu$ s): 10kA
- ग) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-लाइन (1kV/ $\mu$ s पल्स): 40V
- घ) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज लाइन-ग्राउंड के बीच (1kV/ $\mu$ s पल्स): 1000V
- ड) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C
- च) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%
- छ) संरक्षण का डिग्री: भीतरी अनुप्रयोगों के लिए IP20 तथा बाहरी अनुप्रयोगों के लिए IP54
- ज) कनेक्शन पद्धति: स्कू/बिना स्कू टर्मिनल
- झ) बैंडविड्थ: 5MHz
- ञ) संरक्षण की जाने वाला वायरों की संख्या: 2
- ट) नोमिनल लोड धारा: 100mA

**6.10 25 वाट वीएचएफ बेस स्टेशन सेट के लिए को-एक्सियल केबल पर प्रदान किए जाने वाले संरक्षण उपकरण:**

- क) अधिकतम लगातार डीसी वोल्टेज: 180V
- ख) नोमिनल लोड धारा: 1A
- ग) नोमिनल डिस्चार्ज धारा (8/20 $\mu$ s) कोर-ग्राउंड: 10kA
- घ) इम्पल्स प्रतिबंधक वोल्टेज/लेट थ्रू वोल्टेज कोर-ग्राउंड के बीच (1KV/ $\mu$ s पल्स): 1000V
- ङ) संचालन तापमान सीमा: -10°C से +60°C
- च) सापेक्ष आर्द्रता: 5% से 95%
- छ) संरक्षण का डिग्री: उपकरण के पास IP20 तथा एंटीना के पास IP54
- ज) कनेक्टर: BNC/N/UHF कनेक्टर या किसी अन्य कनेक्टर (ग्राहक के विनिर्देश के अनुसार)
- झ) बैंडविड्थ: न्यूनतम 200MHz
- ञ) प्रवेशन घाटा: 136-174 MHz में अधिकतम 0.2dB
- ट) पवर संभालने की क्षमता: 50 वाट
- ठ) विशिष्ट प्रतिरोध: 50 ओह्म

**6.11 230V AC पर काम करने वाले और यार्ड मास्टर कक्ष, स्टेशन मास्टर कक्ष आदि उपभोक्ता के परिसर में रखे जाने वाले दूरसंचार उपकरणों के पावर सप्लाय पोर्ट के संरक्षण के लिए:**

- क) इन उपकरणों में कम से कम तीन 3 पिन भारतीय प्रकार के सॉकेट होने चाहिए ।
- ख) खराब/अच्छ अवस्था दर्शाने वाला इन्डिकेशन के साथ प्रदान किया जाएगा।

## अनुबंध -1

**एसपीडी के लिए IEC और अन्य स्टैंडर्ड:**

लाइटनिंग इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इम्पल्स के विरुद्ध सुरक्षा:

**IEC 61312-1** - सामान्य सिद्धांत

**IEC 61312-2** - संरचनाओं के अंदर शील्डिंग, बॉडिंग और अर्थिंग।

**IEC 61312-3** - सर्ज संरक्षण उपकरणों की जरूरत।

**IEC 61312-2** - मौजूदा संरचनाओं में उपकरणों की सुरक्षा।

**IEC 62305-1 भाग-1: लाइटनिंग के विरुद्ध संरचनाओं के संरक्षण, सामान्य सिद्धांत:** यह पदों और परिभाषाओं, लाइटनिंग धारा मानदंड, लाइटनिंग द्वारा खराबियाँ, संरक्षण की जरूरतें तथा उपाय, संरचनाओं तथा सेवाओं के संरक्षण के लिए मूलभूत मानदंडों और LPS घटकों पर लाइटनिंग के प्रभाव का अनुकरण मापदंडों का परिचय देते हैं।

**IEC 62305-2 भाग-2: खतरा प्रबंधन:** यह खतरा आंकलन पद्धति, संरचनाओं और सेवाओं के लिए खतरे के घटकों का आंकलन का परिचय देते हैं।

**IEC 62305-3 भाग-3: भौतिक रूप से नुकसान और जान की जोखिम:** यह लाइटनिंग संरक्षण प्रणाली (LPS), टच या स्टेप वोल्टेज के कारण जीवित प्राणियों की चोटों के विरुद्ध संरक्षण के उपाय से संबंधित है और यह एलपीएस के डिजाइन, स्थापना, रखरखाव और निरीक्षण के लिए एक दिशानिर्देश प्रदान करता है।

**IEC 62305-4 भाग-4: संरचनाओं के अंदर के इलेक्ट्रिक तथा इलेक्ट्रॉनिक्स प्रणालियाँ:** यह लाइटनिंग इलेक्ट्रोमैग्नेटिक पल्स, सामान्य सिद्धांतों, संरचनाओं के अंदर के अर्थिंग तथा बॉडिंग, मैग्नेटिक शील्डिंग तथा लाइन रूटिंग, सर्ज संरक्षण उपकरणों के आवश्यकताओं, मौजूदा संरचनाओं में उपकरणों के संरक्षण के बारे में समझाते हैं।

**IEC62305-5 भाग-5: सेवाएं:** यह दूरसंचार लाइनें (फाइबर ऑप्टिक लाइन और धात्विक चालक लाइन), पावर लाइनें और पाइप लाइनों से संबंधित हैं।

**IEC 61643-1** - SPD के निष्पादन आवश्यकताएं और परीक्षण पद्धतियाँ।

**IEC 61643-12** - SPD का चयन और अनुप्रयोग सिद्धांत।

**IEC 61643-LP** - SPD का अनुप्रयोग।

**UL 1449 - संस्करण 3:** UL1449 तीसरा संस्करण बार-बार क्षणिक वोल्टेज को सीमित करने वाला उपकरणों जो 50/60 Hz सर्किटों, 1000 वोल्ट या उससे कम के लिए लागू होते हैं। दूसरा संस्करण से इसमें वोल्टेज को बढ़ाया गया है, जिसमें 600 वोल्ट या उससे कम को शामिल किया है।

**ANSI/IEEE C62-41:** सिफारिश की गई प्रथा में, सर्ज वोल्टेज का मूल, असुरक्षित सर्किटों में धटना की दर तथा वोल्टेज स्तर, प्रतिनिधिक सर्ज वोल्टेज का तरंग की आकार, ऊर्जा, स्रोत और प्रतिबाधा आदि को शामिल किया गया है।

**AS/NZS 1768-2007: लाइटनिंग संरक्षण:** यह स्टैंडर्ड लाइटनिंग की वजह से व्यक्तियों और संपत्तियों को होने वाला खतरों से संरक्षण के लिए मार्गदर्शन प्रदान करते हैं। ये सिफारिशें विशेष रूप से निम्नलिखित अनुप्रयोगों को समाविष्ट करते हैं।

क) व्यक्तियों के संरक्षण, बाहर, जहाँ उनको लाइटनिंग प्रहार के प्रत्यक्ष प्रभाव से खतरा हो सकता है और भीतर जहाँ उनको इमारत के अंदर आने वाला लाइटनिंग धारा के अप्रत्यक्ष प्रभाव से खतरा हो सकती है।

ख) जहाँ विस्फोटक या ज्वलनशील पदार्थ रखे हो या खदानों जैसे कई प्रकार के इमारतों या संरचनाओं के संरक्षण।

इमारत में लाइटनिंग प्रहार से संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों (फैक्स मशीन, मोडेम, कंप्यूटर, आदि) के या उससे संबंधित सेवाओं के संरक्षण।