

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9226 : 2012

Xuất bản lần 1

**MÁY NÔNG LÂM NGHIỆP VÀ THỦY LỢI – NÓI ĐẤT –
YÊU CẦU KỸ THUẬT VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ**
*Agricultural, forestry and irrigation machines – Earthing –
Technical requirements and testing methods*

HÀ NỘI - 2012

Mục lục

Lời nói đầu	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Yêu cầu chung.....	10
5 Hệ thống nối đất.....	11
5.1 Yêu cầu kỹ thuật chung.....	11
5.2 Điện cực nối đất	12
5.3 Dây nối đất.....	13
5.4 Đầu nối đất chính.....	15
6 Dây dẫn bảo vệ.....	15
6.1 Diện tích mặt cắt ngang tối thiểu.....	15
6.2 Kiểu dây dẫn bảo vệ	17
6.3 Tính nối điện liên tục của dây dẫn bảo vệ.....	18
6.4 Dây dẫn PEN, PEL hoặc PEM	18
6.5 Dây dẫn nối đất chức năng và bảo vệ hỗn hợp	20
6.6 Dòng điện đi qua dây dẫn nối đất bảo vệ.....	21
6.7 Dây nối đất bảo vệ tăng cường đối với dòng nối đất bảo vệ vượt quá 10 mA.....	21
6.8 Bố trí dây dẫn bảo vệ.....	21
7 Dây dẫn liên kết bảo vệ	21
7.1 Dây liên kết nối tới đầu nối đất chính.....	21
7.2 Dây liên kết bảo vệ cho liên kết phụ	22
8 Phương pháp thử hệ thống nối đất.....	22
8.1 Quy định chung.....	22
8.2 Thiết bị đo	23
8.3 Quy trình đo điện trở nối đất	23
8.4 Quy trình đo điện trở tiếp xúc/dây nối đất.....	25
8.5 Đo điện trở suất của đất.....	26
9 Tính toán xử lý kết quả đo.....	26
10 Báo cáo kết quả.....	27
Phụ lục A (Tham khảo) Phương pháp xác định hệ số k trong điều 543.1.2.....	28
Phụ lục B (Tham khảo) Ví dụ về cách bố trí nối đất dây dẫn bảo vệ.....	32
Phụ lục C (Tham khảo) Lắp đặt điện cực nối đất nhúng trong bê tông	34
Phụ lục D (Tham khảo) Xây lắp các điện cực nhúng trong đất	37

Phụ lục E (Tham khảo) Danh mục chú giải liên quan đến một số nước.....	42
Phụ lục F (Quy định) Hướng dẫn đo điện trở của điện cực nối đất và điện trở suất của đất	48
Phụ lục G (Tham khảo) Mẫu báo cáo kết quả đo lường thử nghiệm.....	58

Lời nói đầu

TCVN 9226:2012 được biên soạn dựa trên cơ sở các tiêu chuẩn IEC 364 - 5 - 54:2011, IEC 364 -7 - 705 : 2006 và IEEE Std.81 - 1 - 1983 (2).

TCVN 9226:2012 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn Cơ điện – Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn biên soạn. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố

Máy nông lâm nghiệp và thủy lợi - Nối đất - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử

Agricultural, forestry and irrigation machines - Earthing - Technical requirements and testing methods

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định yêu cầu kỹ thuật và phương pháp đo thử nghiệm hệ thống nối đất cho các thiết bị điện và công trình xây dựng trong sản xuất chế biến nông lâm nghiệp, thủy lợi và các lĩnh vực liên quan.

1.2 Tiêu chuẩn này không áp dụng cho hệ thống nối đất các thiết bị điện, máy điện dùng trong giao thông đường bộ, tàu thuyền, môi trường dễ cháy nổ, các công trình dưới nước và thiết bị đo điện trở nối đất dạng kim.

1.3 Tiêu chuẩn này không đề cập đầy đủ các vấn đề nối đất và nối không thiết bị điện. Khi cần thiết, phải sử dụng các tiêu chuẩn, văn bản pháp quy bổ sung cho phù hợp với điều kiện ứng dụng để đảm bảo an toàn tuyệt đối cho người và thiết bị.

2 Tài liệu viện dẫn

TCVN 7447-4-41:2010 (IEC 60364-4-41:2005), Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 4-41: Bảo vệ an toàn. Bảo vệ chống điện giật (*Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*).

TCVN 7447-4-44:2010 (IEC 60364-4-44:2007), Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 4-44: Bảo vệ an toàn - Bảo vệ chống nhiễu điện áp và nhiễu điện từ (*Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*).

TCVN 9226 : 2012

TCVN 7447-5-51:2010 (IEC 60364-5-51:2005), Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 5-51: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện. Quy tắc chung (Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules).

IEC 60439-2, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways) (Thiết bị điều khiển và đóng cắt hạ áp - Phần 2: Yêu cầu riêng đối với hệ thống máng cáp (bộ thanh cái)).

IEC 61439-1, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules (Thiết bị điều khiển và đóng cắt hạ áp - Phần 1: Quy tắc chung).

IEC 61439-2, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies (Thiết bị điều khiển và đóng cắt hạ áp – Phần 2: Thiết bị điều khiển và đóng cắt công suất).

IEC 60724, Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_M = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_M = 3,6$ kV) (Giới hạn nhiệt độ ngắn mạch của cáp có điện áp định mức 1 kV ($U_M = 1,2$ kV) và 3 kV ($U_M = 3,6$ kV)).

IEC 60909-0, Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 0: Calculation of currents (Dòng điện ngắn mạch trong hệ thống điện xoay chiều 3 pha - Phần 0: Tính toán dòng điện).

IEC 60949, Calculation of thermally permissible short – Circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects (Tính toán nhiệt dòng điện ngắn mạch cho phép – dòng điện trong mạch, có tính đến hiệu ứng nhiệt nhiệt lượng thay đổi).

IEC 61140:2001, Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment (Bảo vệ chống điện giật – Vấn đề chung đối với thiết bị và hệ thống điện).

IEC 61534-1, Powertrack systems – Part 1: General requirements (Hệ thống điện tầu hỏa – Phần 1: Yêu cầu chung).

IEC 62305 (all parts) Protection against lightning (Toàn bộ các phần của TC Bảo vệ chống sét).

IEC 62305-3:2006, Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Bảo vệ chống sét – Phần 3: Hư hại vật chất đối với các kết cấu và tai họa chết người).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây. Các định nghĩa về hệ thống nối đất, dây dẫn bảo vệ và dây liên kết bảo vệ được minh họa trong Phụ lục B.

3.1

Bộ phận dẫn điện hở (exposed-conductive-part)

Bộ phận dẫn điện của thiết bị có thể chạm vào, thông thường không mang điện, nhưng có thể bị

nhiệm điện khi cách điện chính bị sự cố đánh thủng.

3.2

Bộ phận dẫn điện ngoại lai (extraneous-conductive-part)

Bộ phận dẫn điện không tạo thành bộ phận mang điện hợp thành của thiết bị điện và có khả năng đưa điện thế vào, thường là điện thế của nối đất cục bộ.

3.3

Điện cực nối đất (earth electrode)

Bộ phận dẫn điện, có thể nhúng dưới đất hoặc trong khối dẫn điện đặc biệt, ví dụ: như bê tông, tiếp xúc điện với đất.

3.4

Điện cực nối đất nhúng trong nền móng bê tông (concrete-embedded foundation earth electrode)

Điện cực nối đất nhúng trong bê tông của nền móng công trình xây dựng, thông thường tạo thành mạch kín.

3.5

Điện cực nối đất nhúng trong đất (soil-embedded foundation earth electrode)

Điện cực nối đất chôn trong lòng đất dưới nền móng công trình xây dựng, thông thường tạo thành mạch kín.

3.6

Dây dẫn bảo vệ (protective conductor)

Dây dẫn được trang bị cho mục đích an toàn, ví dụ: bảo vệ chống điện giật.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, Dây dẫn bảo vệ bao gồm cả dây liên kết bảo vệ, dây nối đất bảo vệ và dây nối đất khi sử dụng để chống điện giật.

3.7

Dây liên kết bảo vệ (protective bonding conductor)

Dây dẫn bảo vệ được trang bị để liên kết đẳng thế bảo vệ.

3.8

Dây nối đất (earthing conductor)

Dây dẫn đảm bảo đường dẫn, hoặc một phần đường dẫn, giữa điểm cho trước trong hệ thống hay trong thiết bị hoặc trong thiết bị với mạng lưới điện cực nối đất.

CHÚ THÍCH: Cho mục đích của tiêu chuẩn này, dây nối đất là dây dẫn dẫn nối điện cực nối đất tới một điểm trong hệ thống liên kết đẳng thế, thông thường là đầu nối đất chính.

3.9

Đầu nối đất chính (main earthing terminal)

Thanh nối đất chính (main earthing busbar)

Đầu/ thanh cái nối đất là một phần của mạng lưới nối đất, cho phép nối điện các dây dẫn cho mục đích nối đất.

3.10

Dây nối đất bảo vệ (protective earthing conductor)

Dây dẫn nối đất được trang bị để nối đất bảo vệ.

3.11

Nối đất chức năng (functional earthing)

Nối đất một điểm hoặc nhiều điểm trong hệ thống, hay trong mạch điện hoặc thiết bị cho mục đích khác không phải vì an toàn điện.

3.12

Hệ thống nối đất (earthing arrangement)

Tất cả các bộ phận và mối nối điện liên quan để nối đất hệ thống, mạng điện hoặc thiết bị.

4 Yêu cầu chung

4.1 Nối đất phải đảm bảo bảo vệ an toàn cho người, tránh không bị điện giật nếu chạm vào các bộ phận kim loại không mang điện của thiết bị điện, khi bị rò điện hoặc cách điện bị đánh thủng.

4.2 Phải nối đất các bộ phận kim loại hở không có biện pháp bảo vệ an toàn nào khác như rào chắn, lưới ngăn cách đối với:

- các bộ phận không mang điện nhưng có thể bị rò điện khi hỏng cách điện;
- đường ống dẫn nước bằng kim loại;
- ống kim loại bảo vệ dây tín hiệu, thông tin liên lạc v.v.

CHÚ THÍCH:- Không cần nối đất bảo vệ các bộ phận không mang điện của thiết bị đã được bảo vệ phân cấp, hoặc có cách điện bảo vệ hay có điện áp dưới mức nguy hiểm.

4.3 Chỉ sử dụng lưới cung cấp điện ba pha ba dây (trung tính cách ly), máy biến thế một pha cách ly và thiết bị điện trong các công trình xây dựng (nhà trồng, trại chăn nuôi, trạm bơm, nhà xưởng sản xuất/chế biến v.v.) khi có nối đất, các chỉ dẫn, cảnh báo an toàn thích hợp.

4.4 Phải nối đất an toàn cho các thiết bị điện có điện áp làm việc từ 42 đến 380V xoay chiều và từ 110 V đến 440 V một chiều, và đối với cấp điện áp làm việc cao hơn.

4.5 Tùy thuộc dải điện áp và mục đích ứng dụng, hệ thống nối đất phải thỏa mãn các yêu cầu nối đất của thiết bị điện cụ thể theo tiêu chuẩn thích hợp hay quy định của nhà chế tạo.

4.6 Vật liệu, kết cấu, kích thước điện cực nối đất và dây dẫn nối đất phải đảm bảo độ bền cơ học, hoá học và chịu nhiệt trong toàn bộ quá trình vận hành khai thác theo các quy định trong tiêu chuẩn này.

4.7 Phải san bằng điện thế các bộ phận kim loại, trong các công trình xây dựng với lưới nối đất bằng các mối nối (liên kết) điện thích hợp theo khuyến cáo trong các điều 6.5.10.1 và các điều khoản liên quan.

4.8 Điện trở của hệ thống nối đất, điện áp chạm (tiếp xúc) phụ thuộc thời gian tác động phải nhỏ hơn giá trị cho phép tại mọi thời điểm trong năm. Điện trở nối đất của hệ thống chống sét phải không lớn hơn 10Ω , đối với hệ thống nối đất an toàn thiết bị điện - không lớn hơn 4Ω nếu không có quy định riêng biệt.

5 Hệ thống nối đất

5.1 Yêu cầu kỹ thuật chung

5.1.1 Hệ thống nối đất có thể được sử dụng kết nối chung hoặc riêng rẽ cho các mục đích bảo vệ và chức năng, tùy thuộc yêu cầu của thiết bị điện cụ thể. Các yêu cầu cho mục đích bảo vệ phải luôn luôn được ưu tiên.

5.1.2 Ở nơi được trang bị, các điện cực nối đất trong mạng điện phải được nối với đầu nối đất chính bằng dây nối đất.

CHÚ THÍCH: Bản thân thiết bị điện không đòi hỏi phải có điện cực nối đất riêng.

5.1.3 Ở nơi sử dụng nguồn điện cao áp cung cấp cho các thiết bị, phải tuân thủ các yêu cầu nối đất cho nguồn cao áp và hạ áp phù hợp với điều 442 của TCVN 7447-4-44:2010/IEC 60364-4-44:2007.

5.1.4 Các yêu cầu đối với các hệ thống nối đất phải chắc chắn đảm bảo kết nối tới đất, sao cho:

- tin cậy và thuận tiện theo các yêu cầu bảo vệ của thiết bị;
- có thể chịu được dòng điện sự cố và dòng điện bảo vệ khép về "đất" mà không bị ảnh hưởng nguy hiểm do tác động đột ngột của nhiệt, cơ-nhiệt, cơ-điện và điện giật gây nên;
- nếu thích hợp, cũng tương tự phù hợp cho các yêu cầu về "chức năng";
- cũng phù hợp cho các ảnh hưởng bên ngoài có thể dự đoán trước được (xem TCVN 7447-5-51/IEC 60364-5-51), ví dụ: tác động cơ học bất lợi và ăn mòn.

5.1.5 Phải thận trọng đối với hệ thống nối đất ở nơi có thể xuất hiện dòng điện tần số cao chạy qua (xem điều 444, trong TCVN 7447-4-44:2010/IEC 60364-4-44:2007).

5.1.6 Bảo vệ chống điện giật như quy định trong TCVN 7447-4-44/IEC 60364-4-41, tránh tác động xấu bởi bất kỳ sự thay đổi nào dự đoán trước được đối với điện trở điện cực nối đất (ví dụ: do ăn mòn,

thời tiết khô hạn hoặc băng giá).

5.2 Điện cực nối đất

5.2.1 Kiểu, vật liệu và kích thước của điện cực nối đất phải được lựa chọn sao cho chịu được tác động ăn mòn và có độ bền cơ học thích hợp với thời gian xác định.

CHÚ THÍCH 1: Đối với ăn mòn, các thông số sau đây cần được quan tâm: độ PH của đất tại chỗ lắp đặt, điện trở suất của đất, độ ẩm của đất, dòng điện dò, dòng điện tần mạn một chiều (DC) và xoay chiều (AC), độ nhiễm bẩn hóa chất, và lân cận các vật liệu không đồng tính hóa học.

Đối với một số vật liệu thông thường sử dụng cho điện cực nối đất, phải thỏa mãn các quy định cho trong Bảng 1 về kích thước tối thiểu, độ bền chống ăn mòn và bền cơ học khi nhúng trong lòng đất hoặc bê tông.

CHÚ THÍCH 2: Độ dày tối thiểu của lớp bọc bảo vệ đối với điện cực nối đất thẳng đứng phải lớn hơn so với điện cực nối đất nằm ngang vì chúng chịu ứng suất cơ học lớn hơn khi bị nhúng dưới lòng đất. Nếu, hệ thống chống sét yêu cầu, phải áp dụng điều 5.4 trong IEC 62305-3:2006.

5.2.2 Hiệu quả của điện cực nối đất phụ thuộc vào cấu trúc và điều kiện đất tại nơi lắp đặt. Tùy thuộc điều kiện đất và điện trở nối đất yêu cầu, phải lựa chọn một hoặc nhiều điện cực nối đất phù hợp. Trong Phụ lục D cho phương pháp ước lượng điện trở nối đất của điện cực.

5.2.3 Có thể sử dụng các ví dụ về điện cực nối đất dưới đây

- điện cực nối đất nền móng nhúng trong bê tông;

CHÚ THÍCH: Xem thông tin trong Phụ lục C.

- điện cực nối đất nền móng nhúng trong đất;
- điện cực kim loại nhúng trực tiếp trong đất thẳng đứng hoặc nằm ngang (ví dụ: cọc, dây, băng, ống hoặc tấm);
- vỏ kim loại và các vỏ bọc kim loại khác của cáp điện theo yêu cầu và điều kiện cụ thể của khu vực;
- Các công trình bằng kim loại dưới đất thích hợp (ví dụ: ống dẫn nước) tùy thuộc yêu cầu và điều kiện cụ thể của khu vực;
- Kim loại hàn tăng cường của bê tông (ngoại trừ bê tông ứng lực trước) nhúng trong đất.

5.2.4 Khi lựa chọn kiểu và độ sâu của điện cực nối đất, phải quan tâm đến khả năng xảy ra sự cố cơ học và điều kiện khu vực để giảm thiểu hiệu ứng làm khô và đóng băng đất.

5.2.5 Phải quan tâm đến hiện tượng ăn mòn điện hóa khi sử dụng các vật liệu khác nhau trong hệ thống nối đất. Đối với dây dẫn ngoại lai (ví dụ: dây nối đất) nối vào điện cực nối đất nhúng trong bê tông, không được nhúng vào lòng đất mới nối làm từ thép mạ kẽm nóng.

5.2.6 Hệ thống nối đất không được xây dựng dựa trên ống kim loại dẫn chất lỏng dễ cháy và khí ga, và khi chiều dài đường ống sử dụng chôn trong lòng đất không được xem xét khi xác định kích thước của điện cực nối đất.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này không loại trừ liên kết đẳng thế bảo vệ thông qua đầu nối đất chính (541.3.9) của các đường ống để phù hợp với TCVN 7447-4-44/IEC 60364-4-41.

Ở nơi áp dụng bảo vệ catốt và bộ phận dẫn điện hở của hạng mục thiết bị điện được cấp nguồn nuôi bởi hệ thống thiết bị đầu cuối kiểm tra, nối trực tiếp tới đường ống, đường ống kim loại dẫn chất lỏng dễ cháy hay khí ga có thể tác động như điện cực để nối đất cho thiết bị đặc biệt này.

5.2.7 Các điện cực nối đất phải không nhúng trực tiếp vào trong nước của dòng chảy, sông, hồ, ao (xem điều 5.1.6).

5.2.8 Ở nơi điện cực nối đất chứa các bộ phận có thể kết nối chung với nhau, chỗ nối phải được hàn bằng nguồn nhiệt bên ngoài, bộ nối áp lực, kim hay các đầu nối cơ khí thích hợp.

CHÚ THÍCH: Các mối nối chỉ được làm bằng dây sắt gấp không thích hợp cho mục đích bảo vệ.

5.3 Dây nối đất

5.3.1 Dây nối đất phải phù hợp với điều 6.1.1 hoặc 6.1.2. Tiết diện phải không nhỏ hơn 6 mm^2 đối với vật liệu đồng (Cu) và 50 mm^2 sắt (Fe). Ở nơi chôn dây dẫn trần trong đất, kích thước và đặc tính cũng phải phù hợp với quy định trong Bảng 1.

Ở nơi dòng điện sự cố dự đoán chạy qua điện cực tiếp đất nhỏ không đáng kể (ví dụ: trong hệ thống TN hay IT), dây nối đất có thể được chọn kích thước theo điều 7.1.

Không được sử dụng dây dẫn nhôm làm dây nối đất.

CHÚ THÍCH: Ở nơi hệ thống bảo vệ chống sét được nối vào điện cực nối đất, tiết diện của dây nối đất phải ít nhất bằng 16 mm^2 đối với vật liệu đồng (Cu) hoặc 50 mm^2 nếu là sắt (Fe), xem bộ tiêu chuẩn IEC 62305.

5.3.2 Mối dây nối đất tới điện cực nối đất phải được làm chắc chắn và nối điện thỏa đáng. Mối nối phải được hàn bằng nguồn nhiệt bên ngoài, sử dụng đầu nối áp lực, kim hay các đầu nối cơ học khác thích hợp. Các mối nối cơ học phải được lắp đặt phù hợp với chỉ dẫn của nhà chế tạo. Ở nơi sử dụng kim, phải không làm hỏng điện cực hay dây nối đất.

Các cơ cấu hay đầu đấu nối phụ thuộc duy nhất vào mối hàn phải không sử dụng độc lập, nếu không đảm bảo độ tin cậy và độ bền cơ học.

CHÚ THÍCH: Ở nơi lắp đặt điện cực theo phương thẳng đứng, các phương tiện phải đảm bảo cho phép kiểm tra các mối nối và thay thế các thanh điện cực đứng.

Bảng 1- Kích thước tối thiểu của một số điện cực nổi đất thông thường, nhúng trong đất và bê tông sử dụng để chống ăn mòn và đảm bảo độ bền cơ học

Vật liệu và bề mặt	Hình dạng	Đường kính, mm	Tiết diện mặt cắt ngang, mm ²	Độ dày, mm	Khối lượng lớp phủ bảo vệ, g/m ²	Độ dày lớp phủ/bọc ngoài, µm
Thép nhúng trong bê tông (trần, mạ thiếc nóng hay thép không rỉ)	Dây tròn	10				
	Băng đặc hoặc dải băng		75	3		
Thép mạ nhúng nóng ^c	Dải băng ^b hay băng/tấm định hình – tấm đặc – tấm lưới		90	3	500	63
	Thanh tròn lắp đặt thẳng đứng	16			350	45
	Thanh tròn lắp đặt nằm ngang	10			350	45
	Óng	25		2	350	45
	Bện (nhúng trong bê tông)		70			
	Biên dạng ngang lắp đặt thẳng đứng		(290)	3		
Thép bọc đồng	Thanh tròn lắp đặt thẳng đứng	(15)				2000
Thép mạ phủ đồng	Thanh tròn lắp đặt thẳng đứng	14				250 *
	Thanh tròn lắp đặt nằm ngang	(8)				70
Thép không rỉ ^a	Dải băng lắp đặt nằm ngang		90	3		70
	Dải băng hoặc tấm định hình		90	3		
	Thanh tròn lắp đặt thẳng đứng	16				
	Dây tròn lắp đặt nằm ngang	10				
	Óng	25		2		
Đồng	Dải băng		50	2		
	Dây tròn lắp đặt nằm ngang		(25) ^d 50			
	Thanh tròn đặc lắp đặt thẳng đứng	(12) 15				
	Dây bện	1,7 cho sợi riêng biệt của dây	(25) ^d 50			
	Óng	20		2		
	Tấm đặc			(1,5) 2		
	Tấm lưới			2		

CHÚ THÍCH: Trị số cho trong ngoặc đơn chỉ áp dụng cho chống điện giật, trong khi các trị số khác nằm ngoài ngoặc đơn áp dụng cho bảo vệ chống sét và bảo vệ chống điện giật.

^a Crom >16 %, Nickel >5 %, Molybden >2 %, Carbon <0,08 %.

^b Như băng cuộn hoặc băng có sê rãnh cạnh tròn.

^c Lớp phủ bảo vệ phải mịn, liên tục và không bị chảy rỗ.

^d Ở nơi, kinh nghiệm cho thấy có nguy cơ bị ăn mòn và hỏng hóc cơ học cực thấp, có thể sử dụng 16 mm2.

^e Độ dày này có thể đảm bảo độ bền cơ học của lớp đồng phủ trong quá trình lắp đặt. Có thể giảm kích thước, nhưng không nhỏ hơn 100 mm ở nơi có biện pháp đặc biệt để tránh bị hỏng cơ học của đồng trong quá trình lắp đặt (ví dụ: lỗ khoan hoặc đầu bảo vệ) được thực hiện theo chỉ dẫn của nhà chế tạo.

5.4 Đầu nối đất chính

5.4.1 Trong mỗi thiết bị, ở nơi sử dụng liên kết đẳng thế, phải trang bị đầu nối đất chính và nối vào với các hạng mục sau:

- dây liên kết bảo vệ;
- dây nối đất;
- dây bảo vệ;
- dây nối đất chức năng, nếu thích hợp.

CHÚ THÍCH 1: Không nối tất cả các dây nối đất bảo vệ trực tiếp vào đầu nối đất chính, ở nơi chúng được nối tới đầu nối bởi các dây nối đất bảo vệ khác.

CHÚ THÍCH 2: Đầu nối đất bảo vệ chính của công trình nhìn chung có thể sử dụng cho mục đích dây dẫn chức năng. Cho mục đích công nghệ thông tin, khi đó có thể được xem là điểm nối về "đất".

Ở nơi có bố trí nhiều hơn 1 đầu nối, chúng có thể được nối chung với nhau.

5.4.2 Mỗi dây dẫn nối với đầu nối đất chính phải có khả năng tách ra riêng biệt. Mỗi nối này phải tin cậy sao cho có thể tách riêng ra bằng các dụng cụ chuyên dùng.

CHÚ THÍCH: Phương tiện tách mỗi nối phải thuận tiện kết hợp với đầu nối đất chính, để cho phép đo điện trở tiếp đất của điện cực.

6 Dây dẫn bảo vệ

CHÚ THÍCH: Phải tuân thủ các yêu cầu cho trong điều 516 of TCVN 7447-5-51:2010/IEC 60364-5-51:2005.

6.1 Diện tích mặt cắt ngang tối thiểu

6.1.1 Diện tích mặt cắt ngang của mỗi dây dẫn bảo vệ phải đảm bảo điều kiện tự động ngắt nguồn cung cấp theo yêu cầu tại điều 411.3.2 trong TCVN 7447-4-41:2010/IEC 60364-4-41:2005 và phải chịu được ứng suất cơ học và nhiệt gây nên do dòng bảo vệ sự cố trong quá trình (thời gian) ngắt của thiết bị bảo vệ.

Diện tích mặt cắt ngang của mỗi dây dẫn bảo vệ cũng phải được tính phù hợp với điều 6.1.2, hay được chọn theo Bảng 2. Hoặc trong trường hợp khác, phải xem xét theo yêu cầu của điều 6.1.3.

Các đầu nối dây bảo vệ phải có khả năng nhận dây dẫn có các kích thước theo yêu cầu của điều này.

Trong hệ thống TT, ở nơi điện cực nối đất của hệ thống cung cấp điện và các bộ phận dẫn điện hở không phụ thuộc (xem điều 312.2.2), diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn bảo vệ phải không được vượt quá:

- 25 mm² đối với vật liệu đồng (Cu),
- 35 mm² nếu là nhôm (Al).

Bảng 2 – Diện tích mặt cắt ngang tối thiểu của dây dẫn bảo vệ**(khi không tính toán theo điều 6.1.2)**

Diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn mạng điện, S mm ² Cu	Diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất của dây dẫn bảo vệ tương ứng, mm ² Cu	
	Nếu dây dẫn bảo vệ cùng loại vật liệu với dây dẫn mạng điện	Nếu dây dẫn bảo vệ không cùng loại vật liệu với dây dẫn mạng điện
S ≤ 16	S	(k1/k2) x S
16 < S ≤ 35	16 ^a	(k1/k2) x 16
S > 35	S/2 ^a	(k1/k2) x S/2

trong đó: k1 là trị số của k cho dây dẫn mạng điện tính được từ công thức trong Phụ lục A hay tra từ các Bảng trong IEC 60364-4-43, theo vật liệu dây dẫn và cách điện;

k2 là trị số của k cho dây dẫn bảo vệ, tra từ các Bảng A.2 đến A.6, nếu áp dụng.

^a Cho dây dẫn PEN, chỉ cho phép giảm diện tích mặt cắt ngang theo nguyên tắc xác định kích thước dây trung tính (xem TCVN 7447-5-52/IEC 60364-5-52).

6.1.2 Diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn bảo vệ phải không nhỏ hơn giá trị xác định hoặc:

- phù hợp với yêu cầu của IEC 60949; hoặc
- theo công thức dưới đây, chỉ áp dụng cho thời gian cắt không vượt quá 5 s:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

trong đó:

S là diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn bảo vệ, mm²;

I là giá trị hiệu dụng của dòng điện bảo vệ sự cố, biểu thị bằng Ampe (A), có thể chạy qua thiết bị bảo vệ đối với sự cố khi trở kháng nhỏ không đáng kể (xem IEC 60909-0);

t là thời gian tác động, tính bằng giây (s) của thiết bị bảo vệ ngắt mạch tự động;

k là hệ số phụ thuộc vật liệu của dây dẫn bảo vệ, cách điện và các bộ phận khác, nhiệt độ ban đầu và nhiệt độ cuối (để tính hệ số k, xem Phụ lục A).

Khi áp dụng công thức tính toán, đối với kích thước dây dẫn không tiêu chuẩn, phải được áp dụng kích thước tiêu chuẩn lớn hơn gần nhất.

CHÚ THÍCH 1: Phải tính đến hiệu ứng dòng giới hạn của trở kháng mạch điện và giới hạn trị số I²t của thiết bị bảo vệ.

CHÚ THÍCH 2: Về giới hạn nhiệt độ đối với thiết bị trong môi trường dễ cháy nổ, xem IEC 60079-0.

CHÚ THÍCH 3: Vỏ bọc kim loại của cáp cách điện khoáng theo IEC 60702-1 có khả năng chịu sự cố nối đất lớn hơn so với dây dẫn lưới điện, do vậy không cần thiết tính toán tiết diện mặt cắt ngang của vỏ bọc kim loại khi sử dụng như dây bảo vệ.

6.1.3 Diện tích mặt cắt ngang của mỗi dây bảo vệ không tạo thành bộ phận của cáp điện hoặc không nằm trong vỏ bọc chung với dây dẫn lưới điện phải không nhỏ hơn

- 2,5 mm² Cu/16 mm² Al nếu được trang bị bảo vệ chống bị hỏng cơ học,

- 4 mm² Cu/16 mm² Al nếu không được trang bị bảo vệ chống bị hỏng cơ học.

CHÚ THÍCH: Không loại trừ khả năng sử dụng thép cho dây dẫn bảo vệ (xem 6.1.2).

Dây dẫn bảo vệ không tạo thành bộ phận của cáp điện được xem là được bảo vệ cơ học nếu được lắp đặt trong ống, giá đỡ hay được bảo vệ bằng cách tương tự.

6.1.4 Khi dây dẫn bảo vệ chung cho 2 hoặc nhiều mạch điện, diện tích mặt cắt ngang phải được:

- tính toán phù hợp theo điều 6.1.2 cho dòng điện sự cố nặng nhất và thời gian chịu sự cố trong mạch; hoặc
- chọn phù hợp với Bảng 2, sao cho thỏa mãn diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn lớn nhất của các mạch điện.

6.2 Kiểu dây dẫn bảo vệ

6.2.1 Dây dẫn bảo vệ có thể bao gồm một hoặc nhiều các thành phần cấu thành sau:

- dây dẫn trong cáp nhiều lõi;
- dây dẫn trần hoặc bọc cách điện trong vỏ chung có các dây dẫn mang điện;
- dây dẫn trần hoặc có cách điện được lắp ráp cố định;
- vỏ bọc kim loại, màn chắn cáp, vỏ bảo vệ cáp, cáp bện, dây dẫn đồng tâm, dây dẫn kim loại, đối tượng quy định trong điều 6.2.2. a) và b).

CHÚ THÍCH: xem điều 6.8 về cách sắp đặt.

6.2.2 Khi hệ thống lắp đặt chứa thiết bị có vỏ kim loại như máy cắt hạ áp và tổ hợp thiết bị điều khiển (xem IEC 61439-1 và IEC 61439-2) hay hệ thống đỡ thanh dẫn (xem IEC 60439-2), vỏ kim loại hay khung giá đỡ của chúng có thể được sử dụng như dây dẫn bảo vệ nếu đồng thời thỏa mãn 3 điều kiện sau:

- dẫn điện liên tục được đảm bảo nhờ kết cấu hay mối nối thích hợp sao cho đảm bảo bảo vệ cơ học, hóa học hoặc ăn mòn điện hóa;
- phù hợp với quy định trong điều 6.1;
- phải đảm bảo cho phép kết nối với các dây dẫn bảo vệ khác tại bất kỳ điểm rẽ nhánh xác định trước.

6.2.3 Các bộ phận kim loại khác không cho phép sử dụng như dây dẫn bảo vệ hay dây dẫn kết nối:

- ống nước kim loại;
- ống kim loại chứa các chất như khí ga, chất lỏng, bột có nguy cơ cháy nổ;

CHÚ THÍCH 1: Đối với bảo vệ catốt, xem 5.2.6.

- các bộ phận kết cấu là đối tượng chịu ứng lực cơ học trong quá trình sử dụng bình thường;

TCVN 9226 : 2012

- ống kim loại dễ biến dạng và đàn hồi, ngoại trừ được thiết kế trước cho mục đích trên;
- các bộ phận kim loại đàn hồi;
- dây đỡ, máng cáp và thang đỡ cáp.

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ: dây dẫn bảo vệ bao gồm dây dẫn liên kết, dây nối đất bảo vệ và dây nối đất khi sử dụng chống điện giật.

6.3 Tính nối điện liên tục của dây dẫn bảo vệ

6.3.1 Dây dẫn bảo vệ phải đảm bảo thích hợp chống được các tác động cơ học, hóa học hay ăn mòn điện hóa, các lực điện từ và lực nhiệt động học.

Mỗi mối nối (ví dụ: liên kết đai ốc, đầu nối dạng kim) giữa các dây bảo vệ hay giữa dây bảo vệ và các thiết bị phải đảm bảo tính nối điện liên tục, có độ bền cơ học và được bảo vệ thích hợp. Đai ốc sử dụng kết nối các dây bảo vệ phải không được sử dụng cho bất kỳ mục đích nào khác.

Các mối nối không được làm bằng hàn điện.

CHÚ THÍCH : Tất cả các mối nối điện phải có đủ khả năng chịu nhiệt và có độ bền cơ học, chịu được bất kỳ tổ hợp dòng điện/thời gian có thể xuất hiện trong dây dẫn hay trong cáp/vỏ bọc với diện tích mặt cắt ngang lớn nhất.

6.3.2 Các chỗ kết nối các dây dẫn bảo vệ phải dễ tiếp cận để kiểm tra và thử nghiệm, ngoại trừ đối với

- các chỗ nối đỡ đầy hỗn hợp cách điện,
- chỗ nối bọc kín,
- chỗ nối trong ống kim loại, hộp và hệ thống máng thanh cái,
- chỗ nối tạo thành bộ phận của thiết bị phù hợp với tiêu chuẩn thiết bị,
- các chỗ nối làm bằng mối hàn hay hàn cứng,
- các chỗ nối làm bằng dụng cụ ép ống nối bằng áp lực.

6.3.3 Không được chèn thiết bị đóng cắt vào giữa dây dẫn bảo vệ, nhưng cho phép sử dụng các chỗ nối có thể ngắt ra được cho mục đích thử nghiệm bằng công cụ thích hợp.

6.3.4 Khi sử dụng thiết bị chỉ thị điện cho "nối đất", thiết bị cố định (ví dụ: Cảm biến vận hành, cuộn dây, máy biến dòng) không được nối nối tiếp vào các dây dẫn bảo vệ.

6.3.5 Không được sử dụng các bộ phận dẫn điện hờ của thiết bị điện để tạo thành bộ phận của dây dẫn bảo vệ cho thiết bị khác ngoại trừ quy định cho phép trong điều 543.2.2.

6.4 Dây dẫn PEN, PEL hoặc PEM

CHÚ THÍCH : Các dây dẫn này có hai chức năng, như dây dẫn PE cũng như N, L hay M, tất cả các yêu cầu áp dụng được cho các chức năng thích hợp sẽ được xem xét.

6.4.1 Dây dẫn PEN, PEL or PEM chỉ có thể được sử dụng trong mạch điện cố định và, vì nguyên nhân cơ học, sẽ có diện tích mặt cắt ngang không nhỏ hơn 10 mm² Cu hoặc 16 mm² Al.

CHÚ THÍCH 1: Vì lý do tương thích điện từ, dây dẫn PEN không được lắp đặt phía dưới điểm khởi đầu của mạng thiết bị điện (xem điều 444.4.3.2 của TCVN 7447-4-44:2010/IEC 60364-4-44:2007).

CHÚ THÍCH 2: IEC 60079-14 không cho phép sử dụng dây dẫn PEN, PEL or PEM trong môi trường dễ cháy nổ.

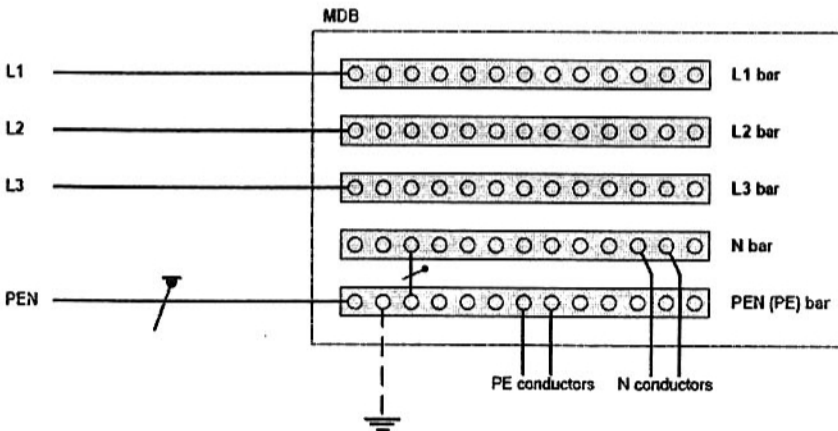
6.4.2 Dây dẫn PEN, PEL or PEM phải được cách điện tương ứng với cấp điện áp của dây dẫn lưới điện.

Các vỏ bảo vệ của hệ thống dây dẫn phải không sử dụng như dây dẫn PEN, PEL hay PEM, ngoại trừ đối với hệ thống máng thanh dẫn phù hợp với IEC 60439-2 và cho các hệ thống cung cấp điện thỏa mãn điều kiện quy định tại IEC 61534-1.

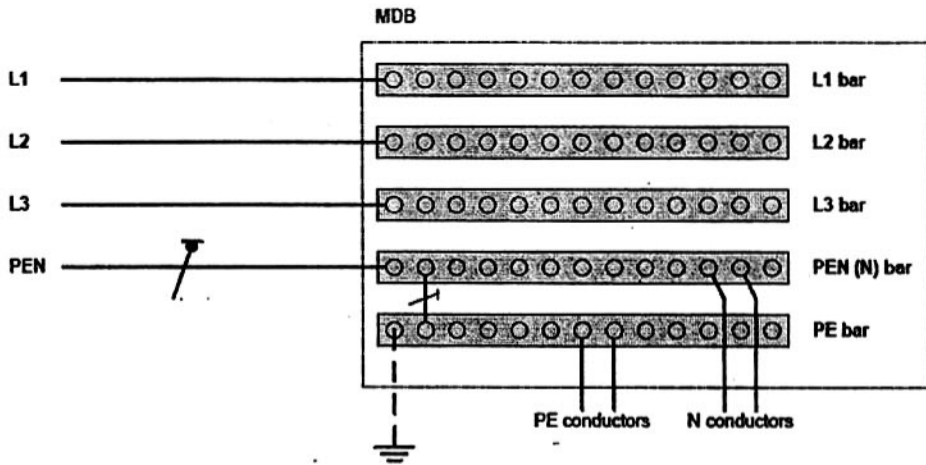
CHÚ THÍCH: Các ủy ban sản phẩm phải quan tâm đến khả năng hiệu ứng EMI xâm nhập vào thiết bị từ dây dẫn PEN, PEL hay PEM.

6.4.3 Nếu, từ điểm bất kỳ của mạng điện, dây trung tính/điểm giữa/dây dẫn lưới điện và các chức năng bảo vệ được đảm bảo bởi các dây dẫn tách biệt, do vậy không cho phép đấu nối dây dẫn trung tính/điểm giữa/dây dẫn lưới điện tới bất kỳ bộ phận nối đất khác của hệ thống. Tuy nhiên, cho phép hình thành nhiều hơn 1 dây dẫn trung tính/điểm giữa/dây dẫn đường truyền và nhiều hơn 1 dây dẫn bảo vệ từ dây dẫn PEN, PEL hay PEM tương ứng.

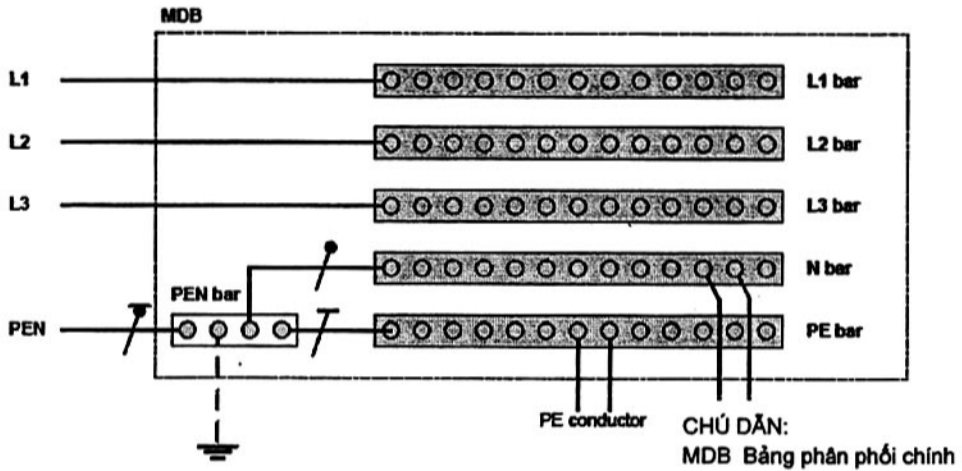
Dây dẫn PEN, PEL hay PEM phải được nối vào đầu nối hoặc thanh dẫn có chỗ nối dự kiến cho dây dẫn bảo vệ (xem Hình 1a), ngoại trừ có đầu nối đặc biệt hay thanh dẫn có chỗ nối dự kiến cho dây PEN, PEL or PEM (ví dụ: cho trong Hình 1b và 1c).



Hình 1a – Ví dụ 1



Hình 2b – Ví dụ 2



Hình 2c – Ví dụ 3

Hình 1 – Các ví dụ về đấu nối dây dẫn PEN

CHÚ THÍCH: Trong hệ thống được cung cấp với dòng điện một chiều SELV, ví dụ: hệ thống viễn thông, không có dây dẫn PEL và PEM.

6.4.4 Các bộ phận dây dẫn ngoại lai không được sử dụng như các dây dẫn PEN, PEL hay dây dẫn PEM.

6.5 Dây dẫn nối đất chức năng và bảo vệ hỗn hợp

Khi sử dụng dây dẫn nối đất chức năng và bảo vệ hỗn hợp, chúng phải thỏa mãn các yêu cầu về dây dẫn bảo vệ. Ngoài ra, cũng phải phù hợp với các yêu cầu chức năng liên quan (xem điều 444 của TCVN 7447-4-44:2010/IEC 60364-4-44:2007).

Dây dẫn dòng điện DC trở về PEL hay PEM cung cấp điện cho công nghệ thông tin cũng có thể làm việc như dây dẫn bảo vệ và nối đất chức năng hỗn hợp.

CHÚ THÍCH: Thông tin bổ sung, xem trong điều 7.5. 3.1 của IEC 61140:2001 .

6.6 Dòng điện đi qua dây dẫn nối đất bảo vệ

Dây dẫn nối đất bảo vệ phải không được sử dụng như đường dẫn dòng ở điều kiện vận hành bình thường (ví dụ: kết nối bộ lọc EMC), xem trong IEC 61140. Khi dòng điện vượt quá 10 mA ở điều kiện vận hành bình thường, phải sử dụng dây nối đất bảo vệ tăng cường (xem điều 6.7).

CHÚ THÍCH 1: Dòng điện rò điện dung, ví dụ: do cáp điện hoặc động cơ gây nên có thể giảm thiểu được bằng thiết kế hệ thống và thiết bị.

CHÚ THÍCH 2: Để tránh dòng điện chạy qua dây dẫn nối đất bảo vệ ở điều kiện vận hành bình thường, có thể sử dụng dây dẫn nối đất chức năng riêng rẽ như biện pháp nối đất thiết bị, vì lý do chức năng. Điều này yêu cầu thiết bị phải có đầu nối riêng rẽ cho các dây dẫn nối đất chức năng và bảo vệ.

6.7 Dây nối đất bảo vệ tăng cường đối với dòng nối đất bảo vệ vượt quá 10 mA

Đối với thiết bị sử dụng dòng điện dự tính kết nối dài hạn và với dòng điện dây dẫn nối đất bảo vệ lớn hơn 10 mA phải áp dụng các biện pháp sau:

- Khi thiết bị sử dụng dòng điện chỉ có một đầu nối đất bảo vệ, dây dẫn nối đất phải có diện tích mặt cắt ngang ít nhất bằng 10 mm^2 Cu, hoặc 16 mm^2 Al, suốt chiều dài;

CHÚ THÍCH 1: Dây dẫn PEN, PEL hay PEM phù hợp với điều 6.4 và quy định trong điều này.

- Khi thiết bị sử dụng dòng điện có đầu nối riêng cho dây dẫn nối đất bảo vệ thứ hai có ít nhất diện tích mặt cắt ngang bằng diện tích yêu cầu cho bảo vệ sự cố phải chạy từ điểm, nơi dây dẫn nối đất bảo vệ có diện tích mặt cắt ngang không nhỏ hơn 10 mm^2 Cu or 16 mm^2 Al.

CHÚ THÍCH 2: Trong hệ thống T N-C khi dây dẫn trung tính và dây dẫn bảo vệ được tổ hợp trong dây dẫn đơn (dây dẫn PEN) tới các đầu nối thiết bị, dòng điện dây dẫn bảo vệ được xem là dòng tải.

CHÚ THÍCH 3: Thiết bị sử dụng dòng điện thông thường có dòng bảo vệ cao có thể không phù hợp với hệ thống tích hợp vào thiết bị bảo vệ dòng dư.

6.8 Bố trí dây dẫn bảo vệ

Khi sử dụng thiết bị bảo vệ quá dòng điện để bảo vệ chống điện giật, dây dẫn bảo vệ phải được tích hợp trong cùng hệ thống mạch điện như dây dẫn mạng có điện hay phải được bố trí ở vị trí gần kề.

7 Dây dẫn liên kết bảo vệ

7.1 Dây liên kết nối tới đầu nối đất chính

Dây liên kết bảo vệ nối tới đầu nối đất chính phải có diện tích mặt cắt ngang không nhỏ hơn một nửa diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn nối đất bảo vệ lớn nhất trong hệ thống và không nhỏ hơn:

- 6 mm^2 đồng (Cu), hoặc
- 16 mm^2 nhôm (Al), hoặc
- 50 mm^2 thép.

TCVN 9226 : 2012

Diện tích mặt cắt ngang của dây liên kết để nối tới đầu nối đất chính phải không vượt quá 25 mm² Cu hay diện tích mặt cắt ngang tương đương nếu làm từ loại vật liệu khác.

7.2 Dây liên kết bảo vệ cho liên kết phụ

7.2.1 Dây liên kết bảo vệ nối tới 2 bộ phận dẫn điện hở phải có độ dẫn điện không nhỏ so với dây dẫn bảo vệ nhỏ hơn được nối vào các bộ phận dẫn điện hở này.

7.2.2 Dây liên kết bảo vệ nối các bộ phận dẫn điện hở tới các bộ phận dẫn điện ngoại lai phải có độ dẫn điện không nhỏ hơn so với một nửa diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn bảo vệ tương ứng.

7.2.3 Diện tích mặt cắt ngang tối thiểu của dây liên kết bảo vệ cho dây dẫn liên kết phụ, và dây dẫn liên kết giữa hai bộ phận dẫn điện ngoại lai phải phù hợp theo điều 6.1.3.

8 Phương pháp thử hệ thống nối đất

8.1 Quy định chung

8.1.1 Nhân viên thử nghiệm phải được đào tạo, có hiểu biết và được thông tin đầy đủ về đối tượng thử, kỹ thuật nối đất và an toàn điện.

8.1.2 Không tiếp xúc với điện cực của hệ thống nối đất hoặc điện cực đo, dây đo hay các đầu nối hở có nguy cơ rò điện trong quá trình tiến hành đo thử.

CHÚ THÍCH: - Phải đảm bảo các điều kiện an toàn cho người và thiết bị trong khi tiến hành đo thử.

8.1.3 Sử dụng cầu dao cách ly có hai đường dẫn thích hợp (chịu được điện áp và dòng điện sự cố cực đại) giữa đầu nối mạch đo dòng và điện áp của thiết bị đo với các điện cực đo tương ứng, nếu cần thay đổi vị trí đo thường xuyên. Phải đấu nối tiếp cầu chảy có các thông số dòng điện và cấp điện áp thích hợp với mạch cầu dao cách ly để bảo vệ thiết bị đo phòng khi gặp sự cố.

8.1.4 Hệ thống nối đất phải được thử nghiệm nghiệm thu sau xây dựng/lắp đặt mới và kiểm tra định kỳ ít nhất mỗi năm một lần vào thời kỳ điện trở suất của đất lớn nhất trong năm.

8.1.5 Chọn phương pháp đo và thiết bị đo thích hợp đối với hệ thống thiết bị nối đất, địa hình và điều kiện cụ thể. Chỉ sử dụng pin, không cung cấp nguồn điện nuôi thiết bị đo từ lưới điện bên ngoài khi tác nghiệp ngoài hiện trường để tránh khả năng bị điện giật do sự cố rò rỉ lưới điện.

8.1.6 Cách ly điện cực hoặc hệ thống điện cực của hệ thống nối đất và cắt nguồn cung cấp (nếu có) ra khỏi toàn bộ hệ thống thiết bị được bảo vệ trước khi tiến hành đo thử.

CHÚ THÍCH: - Có thể kiểm tra điện trở nối đất mà vẫn duy trì sự hoạt động của các mạch bảo vệ nếu đảm bảo bằng điện cực (hệ thống điện cực) nối đất kép thay thế thích hợp.

8.1.7 Phải đảm bảo dây nối đất, các liên kết điện liên quan ở trạng thái kỹ thuật tốt. Kiểm tra phát hiện và khắc phục kịp thời các hỏng hóc và nguyên nhân làm giảm hiệu quả nối đất của điện cực hoặc làm tăng điện trở suất của đất.

8.1.8 Chỉ tiến hành thử điện cực nổi đất khi đảm bảo giới hạn điện áp dư trên điện cực nổi đất an toàn đối với cửa vào của thiết bị đo theo quy định của nhà chế tạo.

8.1.9 Lựa chọn chế độ dòng điện thử xoay chiều có tần số khác với tần số sóng nguồn nhiễu và các sóng hài bậc cao để giảm thiểu tác động của nhiễu trong mạch đo, nếu có.

CHÚ THÍCH 1: - Ví dụ: Chọn tần số đo 108 Hz, 128 Hz hoặc 150 Hz khi tần số nguồn nhiễu là 16Hz, 50Hz hoặc 60Hz tương ứng;

CHÚ THÍCH 2: - Nếu sử dụng thiết bị đo có nguồn điện cung cấp là máy phát điện quay tay, thay đổi chọn tần số thích hợp để đạt được kết quả đo ổn định nhất.

8.1.10 Có thể sử dụng các điện cực đo có thông số kỹ thuật thích hợp, tương đương với điện cực đo do nhà chế tạo cung cấp đồng bộ với thiết bị đo.

8.2 Thiết bị đo

8.2.1 Thiết bị đo điện trở tiếp đất của hệ thống nối đất/điện trở suất của đất phải có kết cấu, đại lượng đo, dải đo, độ chính xác, tần số dòng điện và điện áp thử thích hợp và có chứng chỉ kiểm tra/hiệu chuẩn.

CHÚ THÍCH 1: - Sử dụng thiết bị đo chuyên dùng, có khả năng thay đổi tần số thử để lọc nhiễu, tăng cường dòng kích thích để nâng cao độ ổn định tin cậy của kết quả đo;

CHÚ THÍCH 2: - Có thể sử dụng phương pháp đo vôn-ampemet bằng 2 đồng hồ đo điện áp và dòng điện nguồn dòng điện thích hợp, xem Phụ lục F.

8.2.2 Thiết bị đo điện trở của dây nối đất/điện trở tiếp xúc các mối nối phải có kết cấu, đại lượng đo, dải đo, độ chính xác, tần số dòng điện và điện áp thử thích hợp và chứng chỉ kiểm tra/hiệu chuẩn.

8.2.3 Chỉ sử dụng dây đo và điện cực đo đảm bảo tính năng và các thông số kỹ thuật do nhà chế tạo quy định (vật liệu, chiều dài, tiết diện dây đo và kẹp nối điện...), không sử dụng các phụ kiện kém chất lượng, bị hư hỏng.

8.2.4 Lựa chọn sơ đồ, xác định vị trí lắp đặt các điện cực đo theo quy định của nhà chế tạo và cấu trúc hệ thống điện cực nổi đất và điều kiện mặt bằng đo cụ thể.

CHÚ THÍCH 1: Khi đất quá khô, có lẫn nhiều sỏi đá... điện trở tiếp xúc giữa điện cực đo và đất lớn hơn giá trị cho phép, có thể giảm điện trở tiếp xúc bằng cách lèn chặt đất xung quanh điện cực đo và tưới nước để tăng độ ẩm của đất sao cho đạt điện trở tiếp xúc cần thiết.

CHÚ THÍCH 2: Nếu tại vị trí đo đã chọn không thể đóng điện cực đo vào lòng đất (nền xi măng hoặc đường nhựa...) có thể sử dụng lưới kim loại có diện tích đủ lớn đặt trên bề mặt được tưới nước để làm điện cực đo.

8.3 Quy trình đo điện trở nổi đất

8.3.1 Kiểm tra để đảm bảo nguồn pin đủ cho máy đo hoạt động tin cậy theo quy định của nhà chế tạo trước khi tiến hành đo thử ngoài hiện trường.

8.3.2 Chọn một trong các phương pháp đo thích hợp dưới đây:

a) Phương pháp điện áp rơi

TCVN 9226 : 2012

Đầu nối theo sơ đồ đo Hình F.2 (Phụ lục F).

CHÚ THÍCH: - Phương pháp này thích hợp cho một điện cực nối đất, khi bị giới hạn bởi kích thước mặt bằng vùng đất nơi thực hiện kiểm tra.

b) Phương pháp 61,8%

Đầu nối theo sơ đồ đo Hình F.3 (Phụ lục F).

CHÚ THÍCH: - Phương pháp này phù hợp cho điện cực nối đất đơn dạng cọc hay tấm hoặc cho nhóm cọc điện cực.

c) Phương pháp xây dựng đường cong điện trở

Đầu nối theo sơ đồ đo Hình F.4 (Phụ lục F).

CHÚ THÍCH: - Phương pháp này chính xác, thích hợp cho hệ thống điện cực nối đất lớn khi vị trí trung tâm của hệ thống nối đất không xác định hoặc không thể tiếp cận được (ví dụ: hệ thống nối đất nằm dưới móng của toà nhà...).

d) Phương pháp vật dẫn nối đất cố định

Đầu nối theo sơ đồ đo Hình F.1, hoặc Hình F.5 (Phụ lục F).

Có thể sử dụng hệ thống đường ống dẫn nước hoặc các kết cấu kim loại đặt trong lòng đất có điện trở thấp (xấp xỉ 1Ω hoặc nhỏ hơn) thay cho điện cực đo;

Từ các giá trị đọc từ 2 đồng hồ đo dòng điện I và điện áp U riêng biệt, điện trở nối đất được tính theo định luật Ôm theo công thức: $R=U/I$.

CHÚ THÍCH: - Phương pháp này thích hợp cho khu vực bị hạn chế về không gian, không tìm được mặt bằng phù hợp để bố trí các điện cực đo hoặc để nối dây đo.

e) Phương pháp một tia và hai tia

Đầu nối theo sơ đồ đo Hình F.6 (Phụ lục F).

f) Phương pháp ba điểm

Đầu nối theo sơ đồ đo Hình F.7 (Phụ lục F).

CHÚ THÍCH: - Phương pháp này cho kết quả chính xác hơn phương pháp vật dẫn nối đất cố định.

8.3.3 Chọn vị trí thuận lợi, dễ tiếp cận để tạo điểm nối điện cần thiết đối với hệ thống nối đất/điện cực cần thử của hệ thống nối đất. Kiểm tra để chắc chắn không có điện áp rò nguy hiểm trên điện cực nối đất cần thử hoặc các bộ phận liên quan.

CHÚ THÍCH: - Khi đo điện trở nối đất của nhóm điện cực, có thể thực hiện theo phương pháp một tia và hai tia (xem Phụ lục F).

8.3.4 Lựa chọn vị trí thích hợp, bố trí điện cực đo theo phương pháp đo xác định đã chọn.

CHÚ THÍCH: - Bố trí điện cực dòng điện Y cách điện cực cần thử X một khoảng từ 30 m đến 50 m, nếu không có yêu cầu riêng biệt.

8.3.5 Nối điện chắc chắn các điện cực đo, điện cực (thiết bị) nối đất cần thử với đầu vào của thiết bị đo bằng dây đo chuyên dùng.

8.3.6 Bật máy, chọn chế độ đo, thang đo và các thông số đo thích hợp. Chờ khoảng 10 min, kiểm tra để chắc chắn hệ thống máy đo làm việc ổn định và tin cậy, đọc và ghi dữ liệu đo.

8.3.7 Tiến hành đo điện trở nối đất tại các vị trí điện cực đo khác nhau tùy thuộc vào phương pháp đã chọn. Mỗi vị trí đo lặp lại ba lần.

a) Phương pháp điện áp rơi

Di chuyển điện cực điện đo điện áp Z khỏi vị trí ban đầu 3 m về gần và rời xa điện cực nối đất cần thử X về hai phía. Nếu sự sai khác lớn nhất giữa ba giá trị điện trở nối đất đo được tại ba vị trí không vượt quá 20 % thì lấy giá trị trung bình của chúng làm điện trở nối đất của điện cực X. Nếu không thỏa mãn, phải lùi điện cực dòng điện Y ra xa hơn và tiến hành đo lại từ đầu..., nếu không thỏa mãn phải sử dụng phương pháp đo khác.

b) Phương pháp 61,8 %

Di chuyển điện cực dòng điện Y đến hai vị trí cách vị trí ban đầu khoảng 10 m tới gần và rời xa điện cực nối đất cần thử X (phải đảm bảo điện cực đo điện áp Z cũng phải di chuyển để luôn thỏa mãn yêu cầu 61,8 %). Tương tự, giá trị trung bình của điện trở nối đất đo được tại ba vị trí là điện trở nối đất của điện cực X.

c) Phương pháp một tia và hai tia

Đo và ghi số liệu lần lượt theo sơ đồ một tia và sơ đồ hai tia. Sau đó lặp lại phép đo của một trong hai sơ đồ trên ở một hướng đo (vị trí) khác. Nếu sự sai khác lớn nhất giữa ba giá trị điện trở nối đất đo được tại ba vị trí khác nhau không vượt quá 20 % thì lấy giá trị trung bình của chúng làm điện trở nối đất của điện cực cần thử X. Nếu không thỏa mãn, phải tiến hành đo lại theo hướng khác hoặc tăng khoảng cách đo lên từ 1,5 đến 2 lần.

CHÚ THÍCH: - Đối với các phương pháp khác, tiến hành đo lặp lại ba lần và ghi dữ liệu tại các điểm đo khác nhau, nếu không có yêu cầu riêng biệt.

8.3.8 Thực hiện đo theo trình tự theo các điều 8.3.2 đến 8.3.7 cho tất cả các điện cực/hệ thống nối đất cần thử.

8.3.9 Tắt máy, thu hồi điện cực đo, máy và dây đo sau khi hoàn tất các phép đo.

8.4 Quy trình đo điện trở tiếp xúc/dây nối đất

8.4.1 Thực hiện đo điện trở trình tự các điều từ 8.3.1 đến 8.3.3 tương ứng đối với các tiếp xúc đầu nối /dây nối đất cần thử.

8.4.2 Đo điện trở tiếp xúc/dây nối đất bằng phương pháp hai dây hoặc bốn dây với thiết bị đo thích hợp theo chỉ dẫn của nhà chế tạo.

CHÚ THÍCH 1: - Điện trở tiếp xúc đầu nối/dây dẫn cần đo được tính bằng hiệu giữa điện trở tổng của mạch vòng trừ đi điện trở tiếp xúc của các đầu nối/dây đo khác trong mạch.

TCVN 9226 : 2012

CHÚ THÍCH 2: - Điện kháng của dây dẫn sắt từ thay đổi theo độ lớn dòng điện. Điện kháng cao nhất đo được khi dòng điện có trị số từ 25 A đến 50 A. Khi đo điện kháng điện một chiều đối với dây dẫn bằng vật liệu sắt từ, phải nhân đôi giá trị đo để bù hiệu ứng từ.

8.4.3 Kiểm tra chuẩn bị máy đo theo điều 8.3.6.

8.4.4 Đo và ghi dữ liệu tại các điểm đo lặp lại ba lần, nếu không có yêu cầu riêng biệt.

8.4.5 Tắt máy, thu hồi dây đo và máy sau khi hoàn tất các phép đo.

8.5 Đo điện trở suất của đất

8.5.1 Thực hiện quy trình đo tương tự theo các điều từ 8.3.1 đến 8.3.4 tương ứng đối tượng khu đất quan tâm.

8.5.2 Điện trở suất của đất được đo xác định theo sơ đồ Hình F.8 (Phụ lục F).

8.5.3 Chuẩn bị máy đo theo điều 8.3.6.

8.5.4 Đo và ghi dữ liệu tại các điểm đo lặp lại ba lần, nếu không có yêu cầu riêng biệt.

8.5.5 Tắt máy, thu hồi điện cực đo, máy và dây đo sau khi hoàn tất các phép đo.

9 Tính toán xử lý kết quả đo

9.1 Đối với các phép đo thực hiện theo phương pháp Von-Ampemet bởi nguồn dòng độc lập với 2 đồng hồ đo dòng điện và điện áp riêng rẽ, điện trở được tính theo biểu thức cho ở điều 8.3.6.

9.2 Điện trở nối đất của điện cực theo phương pháp xây dựng đường cong điện trở (Hình F.4, Phụ lục F) được xác định theo trình tự như sau:

Giả sử gọi khoảng cách giữa điện cực nối đất và điện cực dòng điện là XY. Hệ số góc μ của đặc tuyến được tính theo biểu thức sau:

$$\mu = \frac{R3 - R2}{R2 - R1}$$

trong đó: μ là hệ số, đặc trưng cho độ dốc của của đường cong điện trở nối đất;

R1; R2; R3 là giá trị điện trở biểu thị bằng Ôm (Ω) tại những điểm có khoảng cách tương ứng so với điện cực nối đất là 0,2 XY; 0,4 XY và 0,6 XY.

Tra Bảng F.3 (xem Phụ lục F) đọc giá trị P_f/XY ứng với khoảng cách tương đối P_f của điện cực điện thế ở vị trí cần đo so với điện cực thử và giá trị μ đã tìm được. Xác định khoảng cách P_f bằng cách nhân giá trị P_f/XY tra bảng với XY. Từ đó xác định trị số điện trở của điện cực nối đất cần tìm ứng với khoảng cách của P_f từ đường cong điện trở thực nghiệm.

CHÚ THÍCH: - Nếu giá trị μ tính được không nằm trong Bảng 2 thì cần phải di chuyển điện cực dòng điện Y ra xa hệ thống nối đất hơn nữa.

9.3 Điện trở nối đất của điện cực đo theo phương pháp ba điểm (Hình F.7, Phụ lục F) tính theo biểu thức sau:

$$R_x = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2}$$

trong đó: R_x là điện trở nối đất của điện cực cần thử, Ω ;

R_1, R_2 là điện trở đo được tương ứng giữa điện cực cần thử với các điện cực đo thứ nhất, thứ hai, Ω ;

R_3 là Điện trở đo được giữa hai điện cực đo, Ω .

9.4 Đối với đất đồng nhất, điện trở suất trung bình ρ ($\Omega.m$) được tính theo biểu thức sau:

$$\rho = 2\pi aR$$

trong đó: a là khoảng cách giữa các điện cực, m;

R là giá trị điện trở đo được, Ω .

9.5 Tính các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và khoảng sai số của các kết quả đo với độ tin cậy 95% theo các thuật toán xác suất thống kê chuẩn.

10 Báo cáo kết quả

Biên bản báo cáo kết quả đo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin sau (Phụ lục G):

- Tên và địa chỉ của người (tổ chức) thực hiện công việc đo thử nghiệm;
- Số nhận dạng của biên bản thử nghiệm;
- Tên và địa chỉ của người (tổ chức) yêu cầu thử nghiệm;
- Ngày thực hiện đo thử;
- Sơ đồ bố trí của hệ thống nối đất;
- Giá trị điện trở nối đất trung bình R_b , số lần đo lặp lại n và độ lệch chuẩn S_{n-1} tương ứng của các điện cực, tính bằng Ω ;
- Sai số kết quả đo tương ứng với độ tin cậy 95%, nếu áp dụng.
- Điện trở nối đất, các điện trở tiếp xúc của đầu nối/dây nối đất và điện trở suất của đất, nếu áp dụng;
- Nhận xét/đánh giá về giá trị điện trở/tình trạng của Hệ thống nối đất và khuyến cáo những biện pháp cần thực hiện để cải tạo hệ thống nối đất, nếu có.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Phương pháp xác định hệ số k trong điều 543.1.2

(xem IEC 60724 và IEC 60949)

Hệ số k được xác định theo biểu thức sau:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c (\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln \left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i} \right)}$$

Trong đó:

 Q_c là nhiệt hàm thể tích của vật liệu dây dẫn (J/K mm³) tại 20 °C; β là nghịch đảo hệ số nhiệt của điện trở suất tại 0 °C của dây dẫn (°C); ρ_{20} là điện trở suất của vật liệu dây dẫn tại 20 °C (Wmm); θ_i là nhiệt độ ban đầu của dây dẫn (°C); θ_f là nhiệt độ cuối của dây dẫn (°C).

Bảng A.1 – Giá trị thông số của các vật liệu khác nhau

Vật liệu	β^a °C	Q_c^a J/°C mm ³	ρ_{20}^a Ω mm	$\sqrt{\frac{Q_c (\beta + 20)}{\rho_{20}}}$ A√s / mm ²
Đồng (Cu) Nhôm	234,5	$3,45 \times 10^{-3}$	$17,241 \times 10^{-6}$	226
(Al) Thép (Fe)	228	$2,5 \times 10^{-3}$	$28,264 \times 10^{-6}$	148
	202	$3,8 \times 10^{-3}$	138×10^{-6}	78

^a Giá trị được lấy từ IEC 60949.

Bảng A.2 – Giá trị của hệ số k cho dây dẫn bảo vệ bọc cách điện không tích hợp và không vặn xoắn với các cáp khác

Cách điện dây dẫn	Nhiệt độ °C ^b		Vật liệu dây dẫn		
	Ban đầu	Cuối cùng	Đồng	Nhôm	Thép
			Giá trị hệ số k ^c		
70 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C Nhựa nhiệt rắn (ví dụ: XLPE và EPR)	30	250	176	116	64
60 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su EPR)	30	200	159	105	58
85 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su EPR)	30	220	166	110	60
85 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su silicon)	30	350	201	133	73

^a Giá trị thấp áp dụng cho nhựa nhiệt dẻo (ví dụ: PVC) dây dẫn bọc cách điện có diện tích mặt cắt ngang lớn hơn 300 mm².

^b Giới hạn nhiệt độ cho các loại cách điện khác nhau cho trong IEC 60724.

^c Về phương pháp tính hệ số k, xem công thức tại phần đầu của Phụ lục này.

Bảng A.3 – Giá trị hệ số k cho dây dẫn trần tiếp xúc với cáp có lớp bảo vệ nhưng không vặn xoắn với các cáp khác

Cáp có lớp bọc bảo vệ	Nhiệt độ °C ^a		Vật liệu dây dẫn		
	Ban đầu	Cuối cùng	Đồng	Nhôm	Thép
			Giá trị hệ số k ^b		
Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	30	200	159	105	58
polyethylene	30	150	138	91	50
CSP	30	220	166	110	60

^a Giới hạn nhiệt độ đối với một số kiểu cách điện cho trong IEC 60724.

^b Về phương pháp tính hệ số k, xem công thức tại phần đầu của Phụ lục này.

Bảng A.4 – Giá trị hệ số k cho dây dẫn bảo vệ có lõi tích hợp trong cáp vặn xoắn với dây dẫn có cách điện khác

Cách điện dây dẫn	Nhiệt độ °C ^b		Vật liệu dây dẫn		
	Ban đầu	Cuối cùng	Đồng	Nhôm	Thép
			Giá trị hệ số k ^c		
70 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	70	160/140 ^a	115/103 ^a	76/68 ^a	42/37 ^a
90 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	90	160/140 ^a	100/86 ^a	66/57 ^a	36/31 ^a
90 °C Nhựa nhiệt rắn (ví dụ: XLPE và EPR)	90	250	143	94	52
60 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su)	60	200	141	93	51
85 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su)	85	220	134	89	48
185 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su silicone)	180	350	132	87	47
^a Giá trị thấp áp dụng cho nhựa nhiệt dẻo (ví dụ: PVC) dây dẫn bọc cách điện có diện tích mặt cắt ngang lớn hơn 300 mm ² . ^b Giới hạn nhiệt độ của một số loại cách điện cho trong IEC 60724. ^c Về phương pháp tính hệ số k, xem công thức tại phần đầu của Phụ lục này.					

**Bảng A.5 – Giá trị hệ số k cho dây dẫn bảo vệ có lớp bọc kim loại,
ví dụ: áo bọc, lớp kim loại bảo vệ, dây dẫn đồng trục v.v.**

Cách điện dây dẫn	Nhiệt độ °C ^a		Vật liệu dây dẫn		
			Đồng	Nhôm	Thép
	Ban đầu	Cuối cùng	Giá trị hệ số k ^c		
70 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	60	200	141	93	51
90 °C Nhựa nhiệt dẻo (PVC)	80	200	128	85	46
90 °C Nhựa nhiệt rắn (ví dụ: XLPE và EPR)	80	200	128	85	46
60 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su)	55	200	144	95	52
85 °C Nhựa nhiệt rắn (cao su)	75	220	140	93	51
Nhựa khoáng nhiệt dẻo (PVC) phục hồi ^b	70	200	135	-	-
Vỏ bảo vệ khoáng trần	105	250	135	-	-

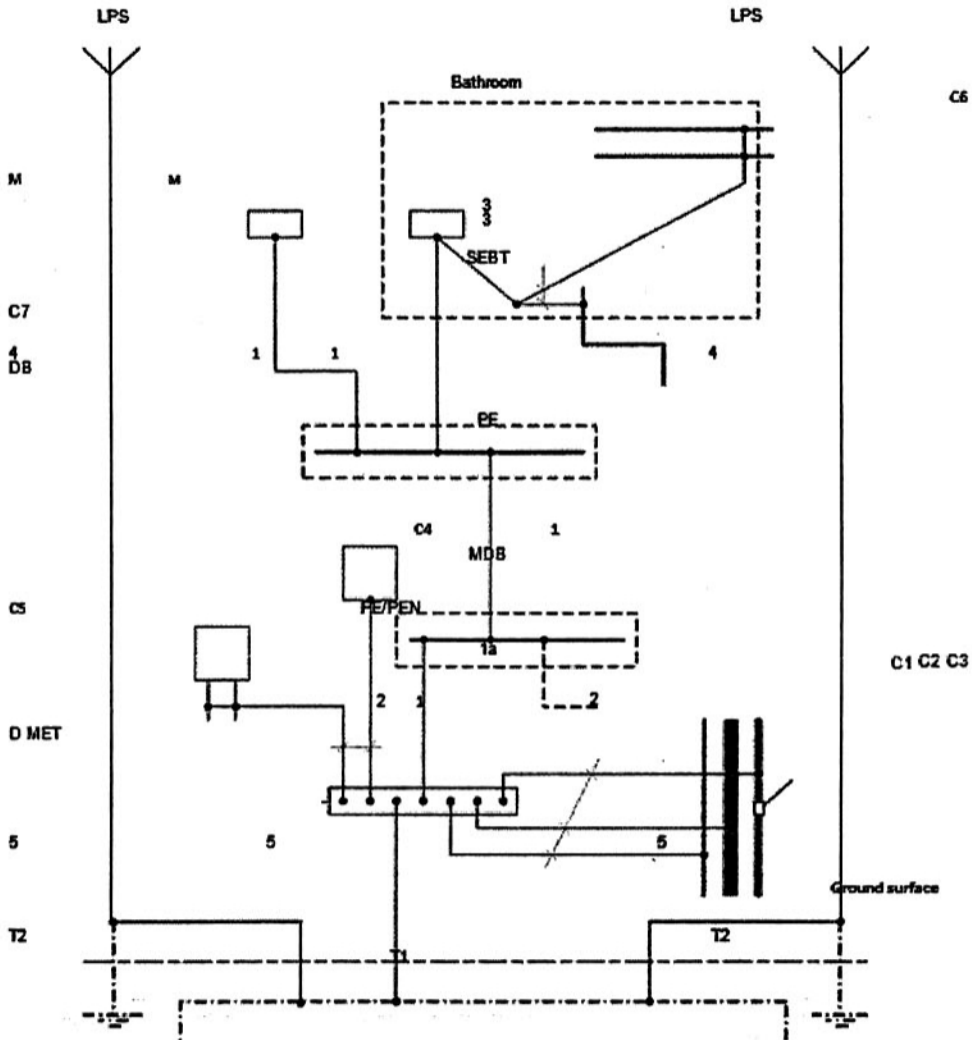
^a Giới hạn nhiệt độ một số kiểu cách điện cho trong IEC 60724.
^b Các giá trị này cũng phải sử dụng cho dây dẫn trần hoặc bị hở/chạm hay tiếp xúc với vật liệu dễ cháy nổ.
^c Về phương pháp tính hệ số k, xem công thức tính ở phần đầu của Phụ lục A này.

Bảng A.6 – Giá trị của hệ số k cho dây dẫn trần khi không có nguy cơ làm hỏng vật liệu bên cạnh bởi nhiệt độ được chỉ dẫn

Điều kiện	Nhiệt độ ban đầu °C	Vật liệu dây dẫn					
		Đồng		Nhôm		Thép	
		Nhiệt độ lớn nhất (nhiệt độ cuối cùng) °C	Giá trị hệ số k	Nhiệt độ lớn nhất (nhiệt độ cuối cùng) °C	Giá trị hệ số k	Nhiệt độ lớn nhất (nhiệt độ cuối cùng) °C	Giá trị hệ số k
Khả kiến và trong vùng giới hạn	30	500	228	300	125	500	82
Điều kiện bình thường	30	200	159	200	105	200	58
Lửa nguy hiểm	30	150	138	150	91	150	50

Phụ lục B
(Tham khảo)

Ví dụ về cách bố trí nối đất dây dẫn bảo vệ



Chú dẫn

Ký hiệu	Tên	Ghi chú
C	Bộ phận dẫn điện ngoại lai	
C1	Ống dẫn nước, kim loại bên ngoài	Hoặc ống hơi nước sưởi khu vực
C2	Ống nước thải, kim loại bên ngoài	
C3	Ống dẫn khí ga có chèn cách điện, kim loại bên ngoài	
C4	Đường ống điều hòa không khí	
C5	Hệ thống gia nhiệt (sưởi ấm)	
C6	Ống nước, kim loại ví dụ trong nhà tắm	xem IEC 603 64-7-701 70 1.415.2:2 006
C7	Ống nước thải, kim loại ví dụ: trong nhà tắm	xem IEC 603 64-7-701 70 1.415.2, năm2006
D	Chèn cách điện	
MDB	Bảng phân phối chính	
DB	Bảng phân phối	Cung cấp từ bảng phân phối chính
MET	Đầu nối đất chính	xem 5 42.4
SEBT	Đầu liên kết đẳng thế phụ	
T 1	Concrete-embedded foundation electrode or soil-embedded foundation earth electrode	xem 5 42.2
T 2	Điện cực tiếp đất cho LPS nếu cần thiết	xem 5 42.2
LPS	Hệ thống chống sét (nếu có)	
PE	Đầu nối đất bảo vệ PE trong bảng phân phối	
PE/PE N	Đầu nối PE/PE N trong bảng phân phối	
M	Bộ phận dẫn điện hở	
1	Dây nối đất bảo vệ (PE)	xem điều 543 Diện tích mặt cắt ngang, xem điều 543.1 Kiểu dây dẫn bảo vệ, xem điều 543.2 Tính liên tục nối điện see 543. 3
1a	Dây dẫn nối đất bảo vệ, hay dây dẫn PEN, nếu có, tạo thành mạng cung cấp điện	
2	Dây dẫn liên kết để nối tới đầu nối đất chính	Xem điều 5 44.1
3	Dây dẫn liên kết cho liên kết phụ	Xem điều 5 44.2
4	Dây dẫn dưới của hệ thống chống sét (LPS) nếu có	
5	Dây nối đất	Xem điều 5 42.3

Khi hệ thống chống sét được lắp đặt, các yêu cầu bổ sung cho trong điều 6 của IEC 62305-3:2006, cụ thể trong điều 6.1 và 6.2.

CHÚ THÍCH: Dây dẫn nối đất chức năng không trình bày trong Hình B.1.

**Hình B.1 – Ví dụ về bố trí nối đất đối với điện cực tiếp nền móng,
các dây dẫn bảo vệ và dây dẫn liên kết bảo vệ**

Phụ lục C

(Tham khảo)

Lắp đặt điện cực nối đất nhúng trong bê tông

C.1 Khái quát chung

Bê tông sử dụng làm nền móng công trình xây dựng có độ dẫn điện nhất định và nhìn chung có diện tích tiếp xúc lớn với đất. Bởi vậy, điện cực kim loại trần nhúng hoàn toàn trong bê tông có thể sử dụng cho mục đích nối đất, ngoại trừ bê tông bị cách ly với đất do sử dụng cách điện nhiệt đặc biệt hoặc các biện pháp khác. Do hiệu ứng lý hóa học, thép trần hay mạ kẽm nóng và các kim loại nhúng trong bê tông ở độ sâu lớn hơn 5 cm được bảo vệ chống ăn mòn tốt, thông thường trong toàn bộ thời gian tồn tại của công trình. Ở mọi nơi có thể, nên sử dụng hiệu ứng dẫn điện tăng cường của công trình.

Sản phẩm điện cực tiếp đất nhúng trong nền móng bê tông trong quá trình xây dựng công trình có thể trở thành giải pháp kinh tế để đạt được điện cực nối đất tốt và bền lâu vì:

- không đòi hỏi các công việc đào hầm hố cần thiết,
- được lắp ráp tại độ sâu thông thường, không bị ảnh hưởng xấu của điều kiện thời tiết mùa vụ,
- đảm bảo tiếp xúc tốt với đất,
- Thực tế, có thể sử dụng toàn bộ bề mặt tiếp xúc của nền móng công trình và tạo nên điện kháng tiếp xúc tối thiểu do có bề mặt tiếp xúc lớn,
- Đảm bảo Hệ thống nối đất tối ưu cho mục đích hệ thống chống sét IT, và
- ngay từ khi bắt đầu xây dựng công trình, loại điện cực này có thể được sử dụng như điện cực nối đất cho hệ thống điện của công trường xây dựng.

Ngoài hiệu ứng nối đất, điện cực nối đất nhúng trong nền móng bê tông tạo ra nền tảng tốt cho liên kết bảo vệ chính.

Áp dụng các yêu cầu và lời chỉ dẫn dưới đây để xây dựng điện cực nối đất nhúng trong nền móng bê tông

C.2 Các vấn đề khác cần quan tâm khi sử dụng điện cực nối đất nhúng trong bê tông

Nếu nền móng công trình xây dựng được bảo vệ chống tổn thất nhiệt toàn phần bằng các biện pháp cách nhiệt sử dụng vật liệu cách điện, hay nếu nền móng định sử dụng biện pháp chống thấm v.v. bằng các tấm nhựa có độ dày lớn hơn 0,5 mm, khả năng nối đất bằng nền móng bê tông là không thực tế. Trong trường hợp này, phải sử dụng hiệu ứng dương của các thanh dẫn liên kết kim loại tăng cường, và cho mục đích nối đất phải sử dụng Hệ thống nối đất khác, ví dụ: điện cực nối đất nền móng nhúng trong bê tông bổ sung bên dưới nền móng bị cách ly, hay Hệ thống nối

đất xung quanh công trình xây dựng hoặc điện cực nối đất kiểu nền móng nhúng trong đất.

C.3 Xây lắp các điện cực nối đất nền móng nhúng trong bê tông

C.3.1 Đối với nền móng bê tông không sử dụng cốt thép, các điện cực nối đất nền móng nhúng trong bê tông phải được bố trí phối hợp với kiểu và kích thước nền móng. Một hoặc nhiều vòng tròn hay hình chữ nhật có kích thước đến 20 m, và tốt nhất cần được kết nối với nhau.

C.3.2 Để tránh không nhúng các điện cực vào trong bê tông ít nhất ở độ sâu nhỏ hơn 5 cm, phải sử dụng phương tiện thuận lợi để giữ khoảng cách lắp đặt điện cực bên trên mặt đất. Nếu sử dụng điện cực kiểu dải băng, nó có thể được cố định một đầu trên cạnh biên để tránh các lỗ không có bê tông bên dưới dải băng. Nếu có cốt tăng cường, có thể được lắp đặt cố định tại các khoảng cách không xa nhau hơn 2 m. Các mối nối phải được làm phù hợp với điều 542.3.2. Tránh không sử dụng các mối nối bằng chốt nêm.

C.3.3 Kết nối điện cực nối đất nền móng nhúng trong bê tông phải có ít nhất một đầu quai để nối vào hệ thống điện của công trình xây dựng, hoặc chừa bê tông lại bên trong công trình tới điểm nối thích hợp (ví dụ: tới đầu nối đất chính) hay kết thúc tại đầu nối dạng kim đặc biệt nhúng trong bê tông của tường, tại bề mặt của tường. Tại điểm kết nối, quai đầu nối phải dễ tiếp cận cho mục đích bảo trì và đo lường.

Đối với bảo vệ chống sét cho công trình có yêu cầu đặc biệt liên quan đến công nghệ thông tin, có thể phải cần nhiều hơn 1 quai nối của điện cực tiếp đất nền móng, ví dụ: có thể cần cho dây dẫn xuống của hệ thống chống sét điện.

Đối với các quai đầu nối cần thiết bên ngoài nền móng bê tông đi qua đất, vấn đề ăn mòn đối với dây thép cần được quan tâm (xem điều C.4). Các mối nối được khuyến cáo đưa vào bê tông phía trong công trình, hoặc để bên ngoài tại độ cao thích hợp trên mặt đất.

C.3.4 Đối với diện tích mặt cắt ngang tối thiểu của điện cực bao gồm cả quai đầu nối, áp dụng các trị số cho trong Bảng 1. Các chỗ nối phải được làm chắc chắn và thỏa mãn về tính dẫn điện (xem điều 5.3.2).

C.3.5 Cốt thép tăng cường của nền móng công trình xây dựng có thể được sử dụng như điện cực được nối chắc chắn theo điều 5.3.2. Đối với các mối nối hàn, phải được phép thực hiện của người có trách nhiệm về thiết kế và phân tích kết cấu của công trình. Các mối nối chỉ được làm bằng cách vặn các dây dẫn bằng sắt không phù hợp cho mục đích bảo vệ, nhưng có thể đủ cho mục đích tương thích điện từ EMC cho công nghệ thông tin. Không sử dụng cốt thép ứng lực trước làm điện cực.

Nếu sử dụng lưới hàn làm từ dây dẫn có đường kính bé hơn để làm cốt thép, có thể sử dụng chúng làm điện cực nhưng phải đảm bảo được nối chắc chắn tại nhiều điểm khác nhau tới quai đầu nối hay bộ phận khác của điện cực để đảm bảo ít nhất diện tích mặt cắt ngang theo yêu cầu trong Bảng 1. Đường kính tối thiểu của dây dẫn đơn của lưới này phải bằng 5 mm với ít nhất 4 chỗ nối giữa đầu

quai đầu nối với lưới tại một số điểm của mỗi lưới.

C.3.6 Dây kết nối các điện cực không được đi qua các chỗ nối giữa các bộ phận khác nhau của nền móng lớn hơn. Tại các chỗ này, để thuận tiện nên dùng các đầu nối dát mỏng để uốn đi bên ngoài bê tông để đảm bảo tính nối điện.

C.3.7 Các điện cực nối đất nền móng nhúng trong bê tông của nền móng đơn (ví dụ: đối với kết cấu các phòng lớn) có thể nối tới các bộ phận khác của điện cực tiếp đất nền móng nhúng trong bê tông của nền móng bằng cách sử dụng các dây nối đất thích hợp. Để nhúng như các mối nối như vậy trong đất, xem điều C.4.

C.4 Khả năng ăn mòn đối với các hệ thống nối đất khác bên ngoài các điện cực nền móng nhúng trong bê tông

Phải lưu ý tới thực tế là thép thông thường (để trần hay mạ thiếc nóng) nhúng trong bê tông gây ra điện thế tương đương với điện thế của đồng nhúng trong đất. Do vậy, xuất hiện nguy cơ ăn mòn điện hóa đối với các tổ hợp nối đất khác làm từ thép nhúng trong đất, nằm gần các nền móng được nối với điện cực nối đất nhúng trong bê tông. Hiệu ứng này cũng có thể bắt gặp với nền móng bê tông của các công trình xây dựng lớn.

Mỗi điện cực thép phải không lắp đặt trực tiếp từ nền móng bê tông tới đất, ngoại trừ đối với điện cực làm từ thép không rỉ hay được bảo vệ chống lại sự ẩm ướt bằng lớp bảo vệ thích hợp. Mạ kẽm nóng hay bảo vệ bằng lớp phủ hay vật liệu tương tự phủ lên là không đủ cho mục đích này. Các hệ thống nối đất bổ sung ở lân cận hay gần các công trình xây dựng kiểu này phải được làm từ vật liệu khác thép mạ kẽm nóng, sao cho đảm bảo tuổi thọ đủ bền lâu cho bộ phận này của hệ thống tiếp đất.

C.5 Hoàn thành các điện cực nối đất nền móng nhúng trong bê tông

C.5.1 Sau khi chuẩn bị các điện cực và/hoặc kết nối cốt thép, nhưng trước khi đổ bê tông, phải phân công người có kỹ năng quan sát ghi chép lập hồ sơ, bao gồm các sơ đồ mô tả, mặt bằng và hình ảnh v.v. bộ phận hợp thành của toàn bộ hồ sơ về hệ thống lắp đặt (xem IEC 60364-6).

C.5.2 Bê tông được sử dụng làm nền móng phải được làm từ ít nhất 240 kg xi măng trên m^3 bê tông. Bê tông phải có độ sệt thích hợp để đổ đầy các lỗ hổng bên dưới các điện cực.

Phụ lục D

(Tham khảo)

Xây lắp các điện cực nhúng trong đất

D.1 Khái quát chung

Điện trở điện cực tiếp đất phụ thuộc vào kích thước, hình dạng và điện trở suất của đất trong đó nhúng điện cực. Điện trở suất của đất thay đổi khác nhau ở các vị trí khác nhau và phụ thuộc vào độ sâu của lớp đất.

Điện trở suất của đất, biểu thị bằng Ωm ; trị số chỉ điện trở tính bằng Ω , của khối đất hình trụ có diện tích mặt cắt ngang 1 m^2 với chiều dài 1 m .

Dấu hiệu bên ngoài và tính chất bên trong thể hiện một số chỉ tiêu ít nhiều đặc trưng lợi ích của đất để thực hiện chức năng của điện cực nối đất. Thực tiễn cho thấy, các điện cực nối đất được lắp đặt trong đất đồng nhất, đảm bảo có các chỉ số tốt hơn.

Điện trở suất của đất phụ thuộc vào độ ẩm ướt và nhiệt độ của đất, cả hai đều biến động trong suốt cả năm. Về mình, độ ẩm phụ thuộc vào sự kết hạt và độ xốp của đất. Trong thực tế, điện trở suất của đất tăng khi độ ẩm giảm.

Các lớp đất ở nơi có dòng nước chảy qua, như ở gần dòng sông, không phù hợp để lắp đặt các điện cực nối đất. Trong thực tế, các lớp này hợp thành từ đất đá, rất dễ thấm nước và trở thành túi nước lọc sạch tự nhiên và có điện trở suất cao. Có thể phải sử dụng cọc điện cực cắm sâu vào đất để có điện trở suất tốt hơn.

Băng giá làm tăng đáng kể điện trở suất của đất, có thể đạt tới vài nghìn Ωm trong lớp băng. Độ dày của lớp băng có thể đạt 1 m hay dày hơn ở một số nơi.

Tương tự, khô hạn cũng làm tăng điện trở suất của đất. Hiệu ứng khô hạn ở độ sâu tới 2 m có thể gặp ở một số vùng. Trị số điện trở suất của đất trong một số trường hợp có thể có độ lớn tương đương với điều kiện băng giá.

D.2 Điện trở suất của đất

Bảng D.1 cho thông tin về điện trở suất của đất của một số đất điển hình.

Bảng D.2 cho thấy điện trở suất của đất thay đổi trong phạm vi lớn, với cùng một loại đất.

Bảng D.1 – Điện trở suất của một số loại đất

Đặc tính của đất	Điện trở suất của đất, Ωm
Đất đầm lầy	Từ vài đơn vị đến 3 0
Đất bồi phù sa	20 to 100
Đất mùn	10 to 150
Than bùn ướt	5 to 1 00
Đất sét mịn	50
Đất sét cứng, đá vôi	100 t o 200
Đá vôi kỷ Jura	30 to 40
Đất cát pha sét	50 to 500
Đất cát silic	20 t o 3 000
Đất đá cuội	1 500 đến 3 000
Đất đá phủ cỏ	300 t o 500
Đá vôi mềm	100 t o 300
Đá vôi đặc	1 000 t o 5 000
Đá vôi vụn	500 t o 1 000
Đá phiến	50 to 300
Đá phiến mica	800
Đá hoa cương và đá cát tùy thuộc vào thời tiết	1 500 t o 10 00 0
Đá hoa cương và đá phong hóa	100 t o 600

Để ước lượng lần đầu gần đúng điện trở tiếp đất của điện cực nổi đất, cần tính theo giá trị trung bình cho trong Bảng D.2.

Hiển nhiên, các giá trị tính toán này chỉ cho kết quả gần đúng về điện trở tiếp đất của điện cực nổi đất. Sau khi sử dụng công thức cho trong điều D.3, kết quả đo điện trở này cho phép ước lượng gần đúng hơn điện trở suất của đất. Hiểu biết này có thể sử dụng cho công việc sau này thực hiện trong các điều kiện tương tự.

Bảng D.2 – Biến động điện trở suất của đất đối với các loại đất khác nhau

Đặc tính của đất	Điện trở đất trung bình, Ωm
Đất bùn trồng trọt, Đất gò ẩm đặc	50
Đất trồng trọt bạc màu, đá cuội, đất gò thô	500

D.3 Điện cực nổi đất chôn trong đất

D.3.1 Các bộ phận cấu thành

Các điện cực nối đất có thể bao gồm các phần tử chôn ngầm trong đất như

- thép mạ kẽm nóng,
- thép bọc đồng,
- thép có lớp phủ đồng điện hóa,
- thép không rỉ,
- đồng trần.

Các mối nối giữa kim loại có tính chất khác nhau phải không được tiếp xúc với đất. Nhìn chung, không sử dụng các loại kim loại và hợp kim khác nhau.

Độ dày tối thiểu và đường kính của các bộ phận sau đây phải quan tâm đến các nguy cơ ăn mòn cơ học và hóa học thường gặp. Tuy nhiên, các kích thước này có thể không đủ bền trong các trường hợp có nguy cơ bị ăn mòn đáng kể. Các nguy cơ này có thể phải tính đến trong đất ở nơi có dòng rò và dòng tản mạn khép mạch, ví dụ: dòng điện một chiều (DC) của mạch điện lực hay vì nằm gần hệ thống bảo vệ catốt. Trong các trường hợp như vậy phải đưa ra cảnh báo.

Các điện cực tiếp đất phải được nhúng trong các phần ẩm ướt của đất hiện có, đồng thời phải được bảo vệ tránh các đồng rác, ở đó chúng có thể bị ăn mòn do hiện tượng thẩm thấu của phân bón, nước phân, sản phẩm hóa học, than cốc v.v. Các điện cực phải được xây lắp càng xa càng tốt các vị trí rác rối trên.

D.3.2 Đánh giá điện trở của điện cực nối đất

a) Dây dẫn chôn nằm ngầm ngang

Điện trở của điện cực tiếp đất (R) đạt được với dây dẫn chôn nằm ngang (xem điều 5.2.3 và

Bảng 1: $R = \frac{\rho}{L}$), có thể tính gần đúng bằng biểu thức:

$$R = 2 \frac{\rho}{L}$$

trong đó: ρ là điện trở suất của đất (Ωm) và L là chiều dài của đoạn hào chiếm chỗ bởi các dây dẫn (m).

Có thể thấy rằng lắp đặt dây dẫn theo đường hình sin trong rãnh hào không cải thiện được điện trở của điện cực nối đất.

Trong thực tế, các dây dẫn này có thể được lắp đặt dưới rãnh hào theo hai cách khác nhau:

- điện cực nối đất nền móng của công trình xây dựng: các điện cực này được làm từ mạch vòng nền móng, khép kín toàn bộ chu vi của công trình. Chiều dài có thể được xem là bằng chu vi công trình xây dựng;

TCVN 9226 : 2012

– rãnh hào nằm ngang: dây dẫn được chôn ngầm tại chiều sâu khoảng 1 m trong rãnh hào đào trước cho mục đích này.

Các rãnh hào có thể không gia cố bằng đá, xỉ than hay vật liệu tương tự, như vậy có khả năng duy trì được độ ẩm từ đất.

b) Tắm điện cực chôn ngầm

Để duy trì tiếp xúc tốt của hai bề mặt với đất, toàn bộ tắm điện cực nên được bố trí theo chiều thẳng đứng.

Tắm điện cực có thể được chôn ngầm sao cho cạnh trên được đặt ở độ sâu khoảng 1 m so với mặt đất.

Điện trở R của tắm điện cực chôn ngầm ở vị trí đủ sâu được tính theo công thức:

$$R = 0,8 \frac{\rho}{L}$$

Trong đó: ρ là điện trở suất của đất (Ωm) và L là chu vi của tắm điện cực (m).

c) Điện cực được chôn ngầm thẳng đứng

Điện trở R của điện cực tiếp đất chôn ngầm thẳng đứng (xem điều 5.2.3 và Bảng 1) có thể tính gần đúng theo biểu thức:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Trong đó: ρ là điện trở suất của đất (Ωm) và L là chiều dài của cọc hay ống điện cực (m).

Ở nơi có nguy cơ băng giá hay khô hạn chiều dài của cọc phải tăng thêm 1 m đến 2 m.

Có thể giảm điện trở điện cực nối đất bằng cách đóng một số cọc điện cực nối song song, riêng rẽ cách nhau một khoảng bằng chiều dài của cọc, trong trường hợp có hai cọc 2 điện cực, và cách nhau xa nhau hơn nếu có nhiều hơn 2 cọc.

Cần lưu tâm đến yếu tố là khi đóng các cọc dài hơn, nếu đất không đồng nhất các cọc như vậy có thể chạm tới lớp đất có điện trở suất thấp hoặc không đáng kể.

D.4 Điện cực nối đất dạng cột

Cột kim loại kết nối với nhau bởi các kết cấu kim loại và chôn ở độ sâu nhất định dưới lòng đất, có thể sử dụng như điện cực tiếp đất.

Điện trở R của cột kim loại chôn dưới đất có thể tính gần đúng bằng công thức:

$$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \log_{10} \frac{3L}{d}$$

trong đó:

- L là chiều dài chôn ngầm của cột kim loại, m;
- d là đường kính của trụ ngoại tiếp cột điện cực, m;
- ρ là điện trở suất của đất, Ωm .

Bộ cột điện cực kết nối với nhau bố trí xung quanh công trình xây dựng có điện trở cùng cỡ như điện cực nền móng.

Việc nhúng bê tông khi cần thiết, không ngăn cản sử dụng các cột điện cực nối đất và không hỗ trợ làm thay đổi điện trở nối đất.

Phụ lục E
(Tham khảo)

Danh mục chú giải liên quan đến một số nước

Nước	Điều N°	Lý giải (biện hộ chi tiết cho chú giải của nước được yêu cầu)	Giải thích																							
BE	541.3.3, 541.3.4, 542	Quy tắc lắp đặt (Điều khoản 69) không cho phép sử dụng điện cực theo định nghĩa trong IEV 826-13-05 hay IEV 826-13-08 (được thay đổi trong 541.3.4 or 541.3.5). Định nghĩa cho trong cột "Diễn giải" là nhất quán với định nghĩa trong IEV 826-04-02:2004 hay 604-04-03:1987 826-04-02:2004 hay 604-04-03:1987	Ở Bỉ, điện cực nối đất phải phù hợp với định nghĩa sau: bộ phận dẫn điện hay nhóm các bộ phận dẫn điện nối chung với nhau, được chôn ngầm dưới đất và đảm bảo nối điện với đất.																							
IE	542.2.1		Chú thích này không áp dụng ở Aixoren																							
SI	542.2.1 542.3.1		Ở Slovenia diện tích mặt cắt tối thiểu đối với băng hay cuộn thép đặc như điện cực nối đất hay dây dẫn nối đất là 100 mm ² .																							
CZ	542.2.1		<p>Ở Cộng hòa Séc, ngoài các điện cực thép phù hợp với Bảng 54.1, kích thước các điện cực nối đất tối thiểu, sự ăn mòn và độ bền cơ học khi nhúng trong đất có điện trở suất của đất cao hơn 50 Ω m, được cho trong bảng sau:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kiểu điện cực tiếp đất</th> <th rowspan="2">Hình dạng</th> <th colspan="2">Kích thước tối thiểu</th> </tr> <tr> <th>Thép mạ kẽm</th> <th>Thép trần (Không phủ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Điện cực tiếp đất dẹt hoặc tròn</td> <td>Dài dây dẹt</td> <td>Theo Bảng A.1</td> <td>Diện tích mặt cắt ngang 150mm², dây 4mm</td> </tr> <tr> <td>Dây thép</td> <td>Ø 8 mm</td> <td>Ø 10 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Cọc nối dài thẳng đứng</td> <td>Cọc tròn</td> <td>Ø 8 mm</td> <td>Ø 10 mm</td> </tr> <tr> <td>Ống</td> <td>Ø 15 mm, ống thành dày 3 mm</td> <td>Ø 15 mm, ống thành dày 4 mm</td> </tr> <tr> <td>Thép góc</td> <td>Diện tích mặt cắt ngang 100 mm², thép góc dày 3 mm</td> <td>Diện tích mặt cắt ngang 150 mm², thép góc dày 4 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Kiểu điện cực tiếp đất	Hình dạng	Kích thước tối thiểu		Thép mạ kẽm	Thép trần (Không phủ)	Điện cực tiếp đất dẹt hoặc tròn	Dài dây dẹt	Theo Bảng A.1	Diện tích mặt cắt ngang 150mm ² , dây 4mm	Dây thép	Ø 8 mm	Ø 10 mm	Cọc nối dài thẳng đứng	Cọc tròn	Ø 8 mm	Ø 10 mm	Ống	Ø 15 mm, ống thành dày 3 mm	Ø 15 mm, ống thành dày 4 mm	Thép góc	Diện tích mặt cắt ngang 100 mm ² , thép góc dày 3 mm	Diện tích mặt cắt ngang 150 mm ² , thép góc dày 4 mm
Kiểu điện cực tiếp đất	Hình dạng	Kích thước tối thiểu																								
		Thép mạ kẽm	Thép trần (Không phủ)																							
Điện cực tiếp đất dẹt hoặc tròn	Dài dây dẹt	Theo Bảng A.1	Diện tích mặt cắt ngang 150mm ² , dây 4mm																							
	Dây thép	Ø 8 mm	Ø 10 mm																							
Cọc nối dài thẳng đứng	Cọc tròn	Ø 8 mm	Ø 10 mm																							
	Ống	Ø 15 mm, ống thành dày 3 mm	Ø 15 mm, ống thành dày 4 mm																							
	Thép góc	Diện tích mặt cắt ngang 100 mm ² , thép góc dày 3 mm	Diện tích mặt cắt ngang 150 mm ² , thép góc dày 4 mm																							
CZ	542.2.1		Ở Cộng hòa Séc, thép tấm chỉ sử dụng làm điện cực nối đất trong một số trường hợp cụ thể.																							
US	542.2.1	Các yêu cầu ở Mỹ đối với kích thước tối thiểu của cọc điện cực nối đất khác với các giá trị cho trong Bảng 54.1	Ở Mỹ, đường kính tối thiểu của điện cực thép hoặc sắt nối đất là 15,87 mm (= 0,625 in), nếu được phủ hoặc bọc. Nếu được chứng nhận sử dụng, cọc thép không rỉ hoặc không chứa sắt có thể không nhỏ hơn 13 mm (0,519 in).																							

Nước	Điều N°	Lý giải (biện hộ chi tiết cho chú giải của nước được yêu cầu)	Giải thích
NL	542.2.2		Ở Hà lan, ngắt đơn trong tổ hợp nối đất phải không dẫn đến điện áp chạm trong hệ (nói đến tổ hợp nối đất này) điều đó không phù hợp với điều 41 1.
NL	542.2.2		Ở Hà lan, các điện cực nối đất và các dây dẫn liên quan phải được lắp đặt ở độ sâu ít nhất 60 cm. Các dây dẫn của tổ hợp nối đất nằm trong mạch, hoặc có hình tròn, phải được lắp đặt với khoảng cách giữa chúng ít nhất 1 m.
AT	542.2.3		Ở Úc, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
BE	542.2.3		Ở Bỉ, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
CH	542.2.3		Ở Thụy sỹ, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
DE	542.2.3		Ở Đức, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
FI	542.2.3		Ở Phần lan, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
IE	542.2.3		Ở Aixoien, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
IS	542.2.3		Ở Aixoien, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
FR	542.2.3		Ở Pháp, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
SE	542.2.3		Ở Thụy điển, các ống dẫn nước không được phép sử dụng làm điện cực nối đất.
UK	542.2.3		Ở Anh quốc, ống kim loại tạo thành bộ phận của hệ thống cấp nước có thể không được sử dụng làm điện cực nối đất.
IT	542.2.3		Ở Ý, cho phép sử dụng hệ thống ống nước, nhưng chỉ khi có sự đồng ý của nhà phân phối nước.
PL	542.2.3		Ở Balan, cho phép sử dụng hệ thống ống nước, nhưng chỉ khi có sự đồng ý của nhà phân phối nước.
KR	542.2.3		Ở Hàn quốc, cho phép sử dụng hệ thống ống nước, nhưng chỉ khi có sự đồng ý của nhà phân phối nước.
NL	542.2.3		Ở Hà lan, không được phép sử dụng các ống dẫn nước làm điện cực nối đất.
SL	542.2.3		Ở Sloveni a, không được phép sử dụng các ống dẫn nước làm điện cực nối đất.
NO	542.2.3		Ở Na uy, đường ống kim loại không được sử dụng làm điện cực nối đất.
DK	542.2.3		Ở Đan mạch, đường ống kim loại không được sử dụng làm điện cực nối đất.
DE	542.2.5		Ở Đức, đối với dây dẫn bên ngoài (ví dụ: các dây dẫn dưới LPS) được nối tới đất nền móng, các mối nối này được làm từ thép mạ kẽm không chôn ngập trong đất, ngoại trừ các mối nối có vỏ bọc bằng nhựa dẻo hay thép không rỉ theo N o: 1.4 571 sử dụng cho cách điện lâu bền (theo vật liệu chuẩn được chứng nhận CRM 28 4-2 E N 10020).
CH	542.3.1		Ở Thụy sỹ, diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất của dây dẫn nối đất phải không nhỏ hơn 16 mm ² .

Nước	Điều N°	Lý giải (biện hộ chi tiết cho chú giải của nước được yêu cầu)	Giải thích
IE	542.3.1		Ở Aixolen, diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất là 10 mm ² .
DK	542.3.1		Ở Đan Mạch, dây dẫn nối đất được chôn trong đất phải ở độ sâu ít nhất 0,35 m.
NL	542.3.1		Ở Hà lan, Ngắt đơn trong dây dẫn bảo vệ được sử dụng cho hơn 1 thiết bị phải không dẫn đến điện áp chạm, điều này không phù hợp với điều 411.
NO	542.3.1		Ở Na uy, dây nối đất nằm trong đất phải ít nhất bằng 25 mm ² Cu hay 50 mm ² sắt Fe chống ăn mòn. Các chỗ nối và/hoặc các mối nối phải được bảo vệ chống ăn mòn.
CN	542.3.2		Ở Trung Quốc, không cho phép các mối nối trong ống cáp.
SL	542.3.2		Ở Slovenia, nối các dây nối đất tới các điện cực nối đất phải đảm bảo chắc chắn bằng đai ốc, không nhỏ hơn M10.
NL	542.3.2		Ở Hà lan, dây nối đất nhúng trong đất phải được lấp đặt ở độ sâu ít nhất 60 cm.
DE	542.2.3		Ở Đức, có trách nhiệm xây lắp tất cả các điện cực nối đất nền móng mới theo tiêu chuẩn quốc gia DIN 18014.
DK	542.2.4		Ở Đan mạch, điện cực nối đất phải được lấp đặt ở độ sâu 2 m.
CZ	542.2.5 (sau đoạn 1)		Ở Cộng hòa Séc, các điện cực nối đất bằng đồng hoặc bọc đồng trong khu vực có mật độ người ở cao cho phép, sử dụng các biện pháp chống ảnh hưởng của ăn mòn đồng trên thép, kẽm mạ thép v.v. được kiểm tra và sử dụng bảo vệ catốt để loại trừ đối với tế bào macro.
ZC	542.2.5 (ở cuối điều)		Ở Cộng hòa Séc, các điểm tiếp xúc của các điện cực nối đất kim loại và các dây dẫn nối đất, và các điện cực nối đất kim loại chuyển tiếp qua các dây dẫn nối đất giữa hai môi trường khác nhau, được bảo vệ không phụ thuộc vào việc chúng có được bảo vệ theo cảm nhận thông thường (ví dụ: bởi lớp kẽm) hay không. Các đường dẫn đi ngang qua được bảo vệ bởi các bảo vệ thụ động (ví dụ: bởi hỗn hợp bịt kín bằng nhựa đường, đồ cao su, băng chống ăn mòn v.v. cho đến các khoảng cách: <ul style="list-style-type: none"> - các dây dẫn nối đất khi chuyển tiếp vào đất ít nhất 30 cm dưới bề mặt và 20 cm trên bề mặt; - các dây nối đất từ các điện cực nền móng ; - trên chỗ chuyển tiếp từ bê tông đến đất ít nhất 30 cm trong bê tông và 100 cm trong đất - trên chỗ chuyển tiếp từ bê tông tới bề mặt ít nhất 10 cm trong bê tông và 20 cm trên bề mặt; - tại vòm phía trên khe giãn nở – dải vòm trong khe và ít nhất 20 cm trong bê tông trên cả 2 mặt của khe.
ES	542.2.6	Quy tắc lắp đặt của Tây Ban Nha , bắt buộc bởi R.D. 842/2002 mô tả các yêu cầu khác nhau .	Ở Tây Ban Nha, vì lý do an toàn ống kim loại cho chất lỏng dễ cháy hay khí ga không được sử dụng làm Hệ thống nối đất.
IE	542.3.1		Ở Ai xơ len, đối với mạch chống sét, diện tích tối thiểu mặt cắt ngang là 1,5 mm ² .

Nước	Điều N°	Lý giải (biện hộ chi tiết cho chú giải của nước được yêu cầu)	Giải thích
FI	542.3.1		Ở Phần lan, diện tích tối thiểu mặt cắt ngang cho dây dẫn nối đất không bảo vệ chống ăn mòn là 16 mm ² đồng hoặc 50 mm ² thép.
DE	543		Ở Đức, trong Hình 1 a) thay "PEN (PE)" bởi "PEN" và trong Hình 1 b) của tiêu chuẩn này thay "PEN (N)" bởi "PEN".
USA	543.1		Ở Mỹ, diện tích tối thiểu mặt cắt ngang cho dây dẫn bảo vệ được quy định trong tài liệu NFP A 70, Quy chuẩn điện quốc gia, điều 250.
AT	543.1.1		Ở Úc, thay thế đoạn văn bản thứ 1 và 2 bằng: Diện tích mặt cắt ngang của mỗi dây dẫn bảo vệ phải có khả năng chịu được sức cơ học và sức nhiệt gây bởi dòng điện sự cố điện trong khoảng thời gian dự kiến có thể xảy ra. Khi sử dụng tự động ngắt nguồn cung cấp theo điều 411.3.2, diện tích mặt cắt ngang của dây bảo vệ phải: – hoặc tính được theo điều 6.1.2 của tiêu chuẩn này, – hoặc được chọn theo Bảng 2. Đối với dây dẫn bảo vệ các bộ phận dẫn điện hờ (ví dụ: các máy phát hay máy biến thế), diện tích mặt cắt ngang của một nửa giá trị dây dẫn lưới điện có thể đủ. Trong trường hợp đặc biệt này, nó phải đảm bảo các yêu cầu trong đoạn văn bản 1 đã được thỏa mãn. Trong các trường hợp khác, các yêu cầu của điều 6.1.3 phải được đáp ứng.
AT	543.1.1 Bảng 54.2 Dòng 5	Kinh nghiệm nhiều năm	Ở Úc, cho thời gian trước khi các thay đổi liên quan, tiêu chuẩn về cáp, trong đó cho phép sử dụng các dây dẫn tiêu chuẩn với diện tích mặt cắt ngang 150/70 mm ² và 400/185 mm ² mà không cần phải tính toán theo điều 6.1.2, tuy nhiên diện tích mặt cắt ngang của dây bảo vệ hơi nhỏ hơn 0,5 lần diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn lưới điện theo yêu cầu trong Bảng 2.
DK	543.1.1		Ở Đan mạch, đối với mạch bảo vệ bởi RCD thông thường cho phép sử dụng dây dẫn đồng bảo vệ với diện tích mặt cắt ngang ít nhất bằng 2,5 mm ² , không phụ thuộc vào diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn lưới điện và không cần tính toán. Chỉ khi sử dụng RCD trong hệ thống TN và dây dẫn bảo vệ được nối vào dây dẫn PEN phía trước RCD, với diện tích mặt cắt ngang nhỏ hơn so với diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn lưới điện và ngắn hơn 10 m cần thiết phải tính toán diện tích mặt cắt ngang của dây dẫn bảo vệ từ công thức.
NL	543.1.4		Ở Hà lan, khi tổ hợp nối đất sử dụng một hoặc nhiều hơn một hệ thống, dây dẫn nối đất phải được lắp đặt sao cho ngắt đơn của dây dẫn không làm ảnh hưởng đến chức năng bảo vệ của tổ hợp.
CN	543.2.1		Ở Trung quốc, máng cáp hay thang treo cáp được phép sử dụng làm dây dẫn bảo vệ phù hợp với các tiêu chuẩn quốc gia và khu vực.
ES	543.2.1	Ở Tây Ban Nha, Quy tắc lắp đặt Tây Ban Nha (R.D 2413/1973 và R.D. 2295/19 85) là bắt buộc và quy định một số hạn chế	Ở Tây Ban Nha, cấm không được sử dụng ống bảo vệ cáp làm dây dẫn.

Nước	Điều N°	Lý giải (biện hộ chỉ tốt cho chú giải của nước được yêu cầu)	Giải thích
ES	543.2.1	Tây Ban Nha, Quy tắc lắp đặt bắt buộc theo R .D . 842/200 2 quy định các yêu cầu khác.	Ở Tây Ban Nha, vì lý do an toàn ống kim loại dẫn chất lỏng dễ cháy và khí ga không được sử dụng làm tổ hợp nối đất.
IT	543.2.1		Ở Ý, Máng cáp và thang đỡ cáp được phép sử dụng làm dây dẫn bảo vệ phù hợp với tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc gia và khu vực.
UK	543.2.1		Ở Anh quốc, máng cáp và thang đỡ cáp được phép sử dụng làm dây dẫn bảo vệ phù hợp với tiêu chuẩn, quy chuẩn quốc gia và khu vực.
UK	543.2.1	Ở Anh quốc , máng kim loại có thể được sử dụng làm dây dẫn bảo vệ	Ở Anh quốc, các bộ phận dẫn điện ngoại lai có thể được sử dụng làm dây dẫn bảo vệ.
US	543.2.1		Ở Mỹ, máng cáp và thang đỡ cáp được phép sử dụng làm dây dẫn bảo vệ phù hợp với tiêu chuẩn và quy chuẩn quốc gia và khu vực.
UK	543.2.3		Ở Anh quốc, máng cáp và thang đỡ cáp được phép sử dụng làm dây dẫn bảo vệ phù hợp với tiêu chuẩn và quy chuẩn quốc gia và khu vực.
CH	543.2.3		Ở Thụy sỹ, ống dẫn nước có thể được sử dụng làm dây dẫn liên kết dẫn thế.
UK	543.4	Ở Anh quốc, Quy chuẩn 8(4) về "Quy chuẩn An toàn điện, chất lượng và tính liên tục 2002" quy định hệ tiêu dùng không được tổ hợp các chức năng trung tính và bảo vệ trong dây dẫn đơn trong mạng hộ thuê bao.	Ở Anh quốc, người tiêu dùng không được tổ hợp các chức năng trung tính và bảo vệ trong một dây dẫn đơn trong hệ thống của người tiêu dùng..
DE	544.1		Ở Đức, thay thế đoạn tài liệu thứ nhất như sau: Dây dẫn liên kết bảo vệ để kết nối tới đầu nối đất chính phải có diện tích mặt cắt ngang không nhỏ hơn:
UK	544.1		Ở Anh quốc, các yêu cầu riêng tồn tại theo diện tích mặt cắt ngang tối thiểu đối với dây dẫn liên kết bảo vệ khi sử dụng nối đất nhiều mạch bảo vệ (PME).
CZ	543.4.1		Ở Cộng hòa Séc, sử dụng dây dẫn PEN làm 1 bộ phận của hệ thống không điều chỉnh là được phép khi đảm bảo rằng: – diện tích mặt cắt ngang của tất cả các dây dẫn rẽ nhánh đến công tơ điện và từ công tơ điện đến các điểm tách biệt, tương đương và không nhỏ hơn 6 mm ² Cu hay 10 mm ² Al; – tách biệt dây dẫn PEN tới dây dẫn trung tính N và dây bảo vệ PE thực hiện tại điểm thích hợp gần nhất trong hệ thống phía sau công tơ điện (ví dụ: trong máy đóng cắt của căn hộ) và phù hợp với các yêu cầu khác của các điều khoản này.
SE	543.4.3 b)		Ở Thụy điển, ví dụ b) không cho phép.

Nước	Điều N°	Lý giải (biện hộ chỉ tiết cho chú giải của nước được yêu cầu)	Giải thích
DE	544.1		Ở Đức, thay thế đoạn tài liệu thứ nhất như sau : Dây dẫn liên kết bảo vệ cho các mối nối tới đầu nối đất chính phải có diện tích mặt cắt ngang không nhỏ hơn:
CH	544.1.1	Luật Thụy sỹ yêu cầu diện tích mặt cắt ngang ít nhất 10 mm ² đối với công trình xây dựng được trang bị chống sét.	Ở Thụy sỹ, nếu sử dụng các kết nối với các hệ thống chống sét, diện tích mặt cắt ngang tối thiểu của dây dẫn liên kết bảo vệ phải bằng 10 mm ² .
IE	544.1 1st das h		Ở Aixorlen, giá trị tối thiểu là 10 mm ² . Ngoài ra phải treo biển báo vĩnh cửu "Nối điện an toàn-không được dịch chuyển" và có định tại mỗi chỗ nối liên kết chính.
IE	544.1 đoạn thứ 2		Ở Aixorlen, giá trị các dây dẫn liên kết chính phải không lớn hơn 70 mm ² .
IE	544.2.3		Ở Aixorlen, diện tích mặt cắt ngang tối thiểu cho các dây dẫn liên kết phụ là 2,5 mm ² ở nơi đã có biện pháp bảo vệ cơ học, và 4 mm ² ở nơi không được bảo vệ cơ học. Ngoài ra, nhãn báo vĩnh cửu phải ghi rõ "Nối điện an toàn-không được dịch chuyển" và có định tại mỗi chỗ nối liên kết vào ống.

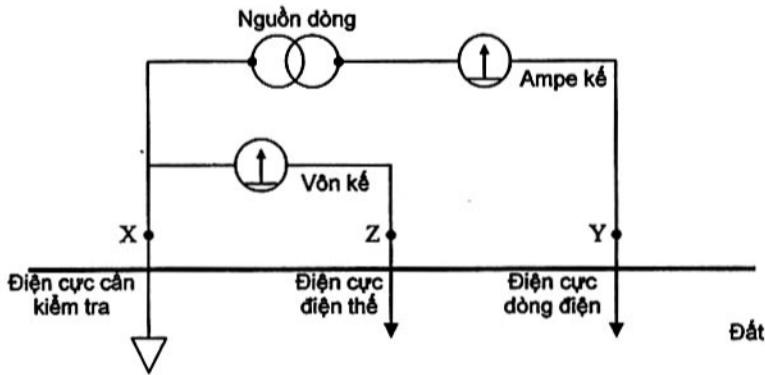
Phụ lục F

(Quy định)

Hướng dẫn đo điện trở của điện cực nối đất và điện trở suất của đất

F.1 Nguyên lý chung

Điện trở nối đất của điện cực hệ thống nối đất được xác định dựa trên nguyên lý điện áp rơi trên điện trở giữa điện cực nối đất cần thử và điện cực đo điện thế nhờ dòng điện nguồn khép mạch qua điện cực nối đất X và điện cực đo dòng điện Y có trị số đã biết. Điện trở nối đất của điện cực X được tính từ các giá trị điện áp giữa X và Z và dòng điện chạy qua X và Y theo định luật Ôm (Hình F.1), tính theo công thức ở điều 8.3.6.



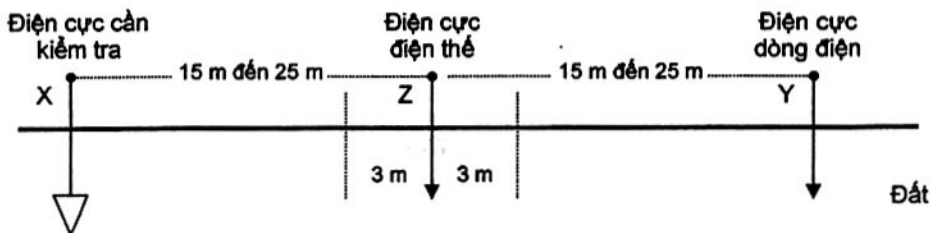
Hình F.1- Sơ đồ nguyên lý đo xác định điện trở nối đất

Cho mục đích của tiêu chuẩn này, tùy thuộc điều kiện cụ thể có thể áp dụng một trong các phương pháp đo sau

F.2 Phương pháp điện áp rơi

Sử dụng một điện cực đo điện thế và một điện cực đo dòng điện bố trí theo sơ đồ Hình F.2.

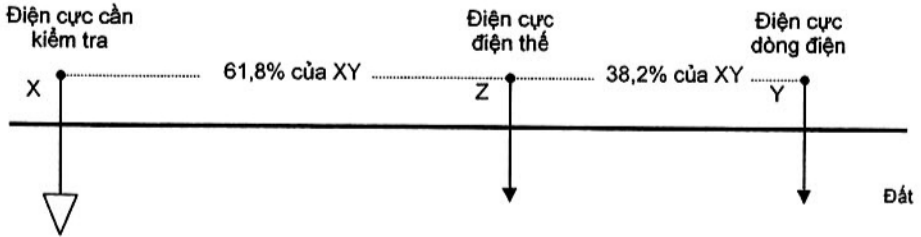
Chọn khoảng cách giữa điện cực đo dòng điện và điện cực nối đất cần kiểm tra (từ 30 m đến 50 m). Đặt điện cực đo điện thế ở vị trí chính giữa điện cực đo dòng điện và điện cực nối đất. Ba điện cực này phải cùng nằm trên một đường thẳng.



Hình F.2 - Sơ đồ bố trí điểm đo phương pháp điện áp rơi

F.3 Phương pháp 61,8%

Điện trở thực của điện cực nối đất bằng giá trị điện trở đo được khi điện cực đo điện thế đặt cách điện cực nối đất một khoảng bằng 61,8% khoảng cách giữa điện cực nối đất và điện cực đo dòng điện (Hình F.3).



Hình F.3 - Sơ đồ bố trí điểm đo phương pháp 61,8%

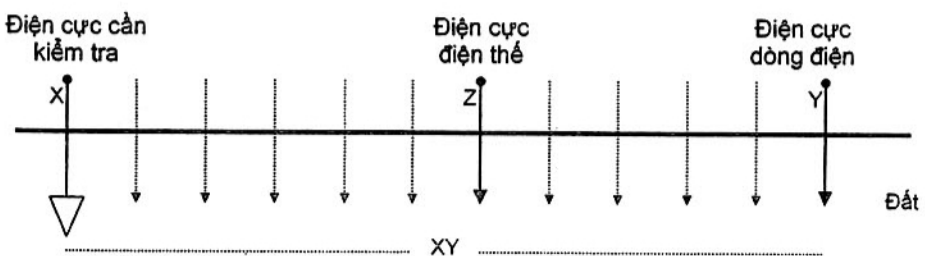
Trong mọi trường hợp điện cực đo dòng điện phải đặt cách điện cực nối đất cần thử từ 30 m đến 50 m. Điện cực đo điện thế đặt thẳng hàng với hai điện cực trên và có khoảng cách tới điện cực nối đất bằng 61,8% khoảng cách giữa điện cực đo dòng điện và điện cực nối đất. Nếu như hệ thống điện cực nối đất thuộc loại trung bình với một vài điện cực dạng cọc, thì phải tăng các khoảng cách đo. Trong Bảng F.1 là những giới hạn khoảng cách được chấp nhận với phương pháp này, trong đó cột "kích thước lớn nhất" là kích thước lớn nhất của hệ thống điện cực nối đất cần đo.

Bảng F.1- Các khoảng cách thường được sử dụng

Kích thước lớn nhất, m	Khoảng cách từ điện cực đo điện thế đến trung tâm của hệ thống nối đất, m	Khoảng cách từ điện cực đo dòng điện đến trung tâm của hệ thống nối đất, m
5	62	100
10	93	150
20	124	200

F.4 Phương pháp xây dựng đường cong điện trở

Thiết bị đo được bố trí như Hình F.4. Điện cực đo dòng điện Y được đặt cách hệ thống điện cực nối đất 50m hoặc nhiều hơn. Điện cực đo điện thế Z được đặt ở nhiều vị trí liên tiếp nhau giữa hệ thống nối đất và điện cực đo dòng điện. Các điện cực đo này và hệ thống nối đất phải nằm trên một đường thẳng.



Hình F.4- Sơ đồ bố trí điểm đo phương pháp xây dựng đường cong điện trở

Đo điện trở nối đất tại mỗi vị trí của điện cực đo Z, vẽ đường cong điện trở từ các kết quả đo. Vẽ đường cong điện trở cho phép phát hiện các điểm đo nghi ngờ cần kiểm tra lại.

Bảng F.3- Giá trị P_t/XY phụ thuộc hệ số độ dốc μ và khoảng cách điện cực đo điện thế P_t

μ	P_t									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,40	0.6432	0.6431	0.6429	0.6428	0.6426	0.6425	0.6423	0.6422	0.6420	0.6420
0,41	0.6418	0.6417	0.6415	0.6414	0.6412	0.6411	0.6410	0.6408	0.6407	0.6405
0,42	0.6404	0.6403	0.6401	0.6400	0.6398	0.6397	0.6395	0.6394	0.6393	0.6391
0,43	0.6390	0.6388	0.6387	0.6385	0.6384	0.6383	0.6381	0.6380	0.6378	0.6377
0,44	0.6375	0.6374	0.6372	0.6371	0.6370	0.6368	0.6367	0.6365	0.6364	0.6362
0,45	0.6361	0.6359	0.6358	0.6357	0.6355	0.6354	0.6352	0.6351	0.6349	0.6348
0,46	0.6346	0.6345	0.6344	0.6342	0.6341	0.6339	0.6338	0.6336	0.6335	0.6333
0,47	0.6332	0.6330	0.6329	0.6328	0.6326	0.6325	0.6323	0.6322	0.6320	0.6319
0,48	0.6317	0.6316	0.6314	0.6313	0.6311	0.6310	0.6308	0.6307	0.6306	0.6304
0,49	0.6303	0.6301	0.6300	0.6298	0.6297	0.6295	0.6294	0.6292	0.6291	0.6289
0,50	0.6288	0.6286	0.6285	0.6283	0.6282	0.6280	0.6279	0.6277	0.6276	0.6274
0,51	0.6273	0.6271	0.6270	0.6268	0.6267	0.6266	0.6264	0.6263	0.6261	0.6260
0,52	0.6258	0.6257	0.6255	0.6254	0.6252	0.6251	0.6249	0.6248	0.6246	0.6245
0,53	0.6243	0.6242	0.6240	0.6239	0.6237	0.6235	0.6234	0.6232	0.6231	0.6229
0,54	0.6228	0.6226	0.6225	0.6223	0.6222	0.6220	0.6219	0.6217	0.6216	0.6214
0,55	0.6213	0.6211	0.6210	0.6208	0.6207	0.6205	0.6204	0.6202	0.6201	0.6199
0,56	0.6198	0.6196	0.6194	0.6193	0.6191	0.6190	0.6188	0.6187	0.6185	0.6184
0,57	0.6182	0.6181	0.6179	0.6178	0.6176	0.6174	0.6173	0.6171	0.6170	0.6168
0,58	0.6167	0.6165	0.6164	0.6162	0.6161	0.6159	0.6157	0.6156	0.6154	0.6153
0,59	0.6151	0.6150	0.6148	0.6147	0.6145	0.6143	0.6142	0.6140	0.6139	0.6137
0,60	0.6136	0.6134	0.6133	0.6131	0.6129	0.6128	0.6126	0.6125	0.6123	0.6122
0,61	0.6120	0.6118	0.6117	0.6115	0.6114	0.6112	0.6111	0.6109	0.6107	0.6106
0,62	0.6104	0.6103	0.6101	0.6099	0.6098	0.6096	0.6095	0.6093	0.6092	0.6090
0,63	0.6088	0.6087	0.6085	0.6084	0.6082	0.6080	0.6079	0.6077	0.6076	0.6074
0,64	0.6072	0.6071	0.6069	0.6068	0.6066	0.6064	0.6063	0.6061	0.6060	0.6058
0,65	0.6056	0.6055	0.6053	0.6052	0.6050	0.6048	0.6047	0.6045	0.6043	0.6042
0,66	0.6040	0.6039	0.6037	0.6035	0.6034	0.6032	0.6031	0.6029	0.6027	0.6026

Bảng F.3- Giá trị P_f/XY phụ thuộc hệ số độ dốc μ và khoảng cách điện cực đo điện thế P_t (tiếp theo)

μ	P_t									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.67	0.6024	0.6022	0.6021	0.6019	0.6017	0.6016	0.6014	0.6013	0.6011	0.6009
0.68	0.6008	0.6006	0.6004	0.6003	0.6001	0.5999	0.5998	0.5996	0.5994	0.5993
0.69	0.5991	0.5990	0.5988	0.5986	0.5985	0.5983	0.5981	0.5980	0.5978	0.5976
0.70	0.5975	0.5973	0.5971	0.5970	0.5968	0.5966	0.5965	0.5963	0.5961	0.5960
0.71	0.5958	0.5956	0.5955	0.5953	0.5951	0.5950	0.5948	0.5946	0.5945	0.5943
0.72	0.5941	0.5940	0.5938	0.5936	0.5934	0.5933	0.5931	0.5929	0.5928	0.5926
0.73	0.5924	0.5923	0.5921	0.5919	0.5918	0.5916	0.5914	0.5912	0.5911	0.5909
0.74	0.5907	0.5906	0.5904	0.5902	0.5901	0.5899	0.5897	0.5895	0.5894	0.5892
0.75	0.5890	0.5889	0.5887	0.5885	0.5883	0.5882	0.5880	0.5878	0.5876	0.5875
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.76	0.5873	0.5871	0.5870	0.5868	0.5866	0.5864	0.5863	0.5861	0.5859	0.5857
0.77	0.5856	0.5854	0.5852	0.5850	0.5849	0.5847	0.5845	0.5843	0.5842	0.5840
0.78	0.5838	0.5836	0.5835	0.5833	0.5831	0.5829	0.5828	0.5826	0.5824	0.5822
0.79	0.5821	0.5819	0.5817	0.5815	0.5813	0.5812	0.5810	0.5808	0.5806	0.5805
0.80	0.5803	0.5801	0.5799	0.5797	0.5796	0.5794	0.5792	0.5790	0.5789	0.5787
0.81	0.5785	0.5783	0.5781	0.5780	0.5778	0.5776	0.5774	0.5772	0.5771	0.5769
0.82	0.5767	0.5765	0.5763	0.5762	0.5760	0.5758	0.5756	0.5754	0.5752	0.5751
0.83	0.5749	0.5747	0.5745	0.5743	0.5742	0.5740	0.5738	0.5736	0.5734	0.5732
0.84	0.5731	0.5729	0.5727	0.5725	0.5723	0.5721	0.5720	0.5718	0.5713	0.5714
0.85	0.5712	0.5710	0.5708	0.5707	0.5705	0.5703	0.5701	0.5699	0.5697	0.5695
0.86	0.5694	0.5692	0.5690	0.5688	0.5686	0.5684	0.5682	0.5680	0.5679	0.5677
0.87	0.5675	0.5673	0.5671	0.5669	0.5667	0.5665	0.5664	0.5662	0.5660	0.5658
0.88	0.5656	0.5654	0.5652	0.5650	0.5648	0.5646	0.5645	0.5643	0.5641	0.5639
0.89	0.5637	0.5635	0.5633	0.5631	0.5629	0.5627	0.5625	0.5624	0.5622	0.5620
0.90	0.5618	0.5616	0.5614	0.5612	0.561	0.5608	0.5606	0.5604	0.5602	0.5600
0.91	0.5598	0.5596	0.5595	0.5593	0.5591	0.5589	0.5587	0.5585	0.5583	0.5581
0.92	0.5579	0.5577	0.5575	0.5573	0.5571	0.5569	0.5567	0.5565	0.5563	0.5561

Bảng F.3- Giá trị P_t/XY phụ thuộc hệ số độ dốc μ và khoảng cách điện cực đo điện thế P_t (tiếp theo)

μ	P_t									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.93	0.5559	0.5557	0.5555	0.5553	0.5551	0.5549	0.5547	0.5545	0.5543	0.5541
0.94	0.5539	0.5537	0.5535	0.5533	0.5531	0.5529	0.5527	0.5525	0.5523	0.5521
0.95	0.5519	0.5517	0.5515	0.5513	0.5511	0.5509	0.5507	0.5505	0.5503	0.5501
0.96	0.5499	0.5497	0.5495	0.5493	0.5491	0.5489	0.5487	0.5485	0.5483	0.5481
0.97	0.5479	0.5476	0.5474	0.5472	0.5470	0.5468	0.5466	0.5464	0.5462	0.5460
0.98	0.5458	0.5456	0.5454	0.5452	0.5450	0.5447	0.5445	0.5443	0.5441	0.5439
0.99	0.5437	0.5435	0.5433	0.5431	0.5429	0.5427	0.5424	0.5422	0.5420	0.5418
1.00	0.5416	0.5414	0.5412	0.5410	0.5408	0.5405	0.5403	0.5401	0.5399	0.5397
1.01	0.5395	0.5393	0.5390	0.5388	0.5386	0.5384	0.5382	0.5380	0.5378	0.5375
1.02	0.5373	0.5371	0.5369	0.5367	0.5365	0.5362	0.5360	0.5358	0.5356	0.5354
1.03	0.5352	0.5349	0.5347	0.5345	0.5343	0.5341	0.5338	0.5336	0.5334	0.5332
1.04	0.5330	0.5327	0.5325	0.5323	0.5321	0.5319	0.5316	0.5314	0.5312	0.5310
1.05	0.5307	0.5305	0.5303	0.5301	0.5298	0.5296	0.5294	0.5292	0.5290	0.5287
1.06	0.5285	0.5283	0.5281	0.5278	0.5276	0.5274	0.5271	0.5269	0.5267	0.5265
1.07	0.5262	0.5260	0.5258	0.5256	0.5253	0.5251	0.5249	0.5246	0.5244	0.5242
1.08	0.5239	0.5237	0.5235	0.5233	0.5230	0.5228	0.5226	0.5223	0.5221	0.5219
1.09	0.5216	0.5214	0.5212	0.5209	0.5207	0.5205	0.5202	0.5200	0.5197	0.5195
1.10	0.5193	0.5190	0.5188	0.5186	0.5183	0.5181	0.5179	0.5176	0.5174	0.5171
1.11	0.5169	0.5167	0.5164	0.5162	0.5159	0.5157	0.5155	0.5152	0.5150	0.5147
1.12	0.5145	0.5143	0.5140	0.5138	0.5135	0.5133	0.5130	0.5128	0.5126	0.5123
1.13	0.5121	0.5118	0.5116	0.5113	0.5111	0.5108	0.5106	0.5103	0.5101	0.5099
1.14	0.5096	0.5094	0.5091	0.5089	0.5086	0.5084	0.5081	0.5079	0.5076	0.5074
1.15	0.5071	0.5069	0.5066	0.5064	0.5061	0.5059	0.5056	0.5053	0.5051	0.5048
1.16	0.5046	0.5043	0.5041	0.5038	0.5036	0.5033	0.5031	0.5028	0.5025	0.5023
1.17	0.5020	0.5018	0.5015	0.5013	0.5010	0.5007	0.5005	0.5002	0.5000	0.4997
1.18	0.4994	0.4992	0.4989	0.4987	0.4984	0.4981	0.4979	0.4976	0.4973	0.4971
1.19	0.4968	0.4965	0.4963	0.4960	0.4957	0.4955	0.4952	0.4949	0.4947	0.4944

Bảng F.3- Giá trị P_V/XY phụ thuộc hệ số độ dốc μ và khoảng cách điện cực đo điện thế P_t (tiếp theo)

μ	P_t									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.20	0.4941	0.4939	0.4936	0.4933	0.4931	0.4928	0.4925	0.4923	0.4920	0.4917
1.21	0.4914	0.4912	0.4909	0.4906	0.4903	0.4901	0.4898	0.4895	0.4892	0.4890
1.22	0.4887	0.4884	0.4881	0.4879	0.4876	0.4873	0.4870	0.4868	0.4865	0.4862
1.23	0.4859	0.4856	0.4854	0.4851	0.4848	0.4845	0.4842	0.4839	0.4837	0.4834
1.24	0.4831	0.4828	0.4825	0.4822	0.4819	0.4817	0.4814	0.4811	0.4808	0.4805
1.25	0.4802	0.4799	0.4796	0.4794	0.4791	0.4788	0.4785	0.4782	0.4779	0.4776
1.26	0.4773	0.4770	0.4767	0.4764	0.4761	0.4758	0.4755	0.4752	0.4750	0.4747
1.27	0.4744	0.4741	0.4738	0.4735	0.4732	0.4729	0.4726	0.4723	0.4720	0.4717
1.28	0.4714	0.4711	0.4707	0.4704	0.4701	0.4698	0.4695	0.4692	0.4689	0.4686
1.29	0.4683	0.4680	0.4677	0.4674	0.4671	0.4668	0.4664	0.4661	0.4658	0.4655
1.30	0.4652	0.4649	0.4646	0.4643	0.4639	0.4636	0.4633	0.4630	0.4627	0.4624
1.31	0.4620	0.4617	0.4614	0.4611	0.4608	0.4604	0.4601	0.4598	0.4595	0.4592
1.32	0.4588	0.4585	0.4582	0.4579	0.4575	0.4572	0.4569	0.4566	0.4562	0.4559
1.33	0.4556	0.4552	0.4549	0.4546	0.4542	0.4539	0.4536	0.4532	0.4529	0.4526
1.34	0.4522	0.4519	0.4516	0.4512	0.4509	0.4506	0.4502	0.4499	0.4495	0.4492
1.35	0.4489	0.4485	0.4482	0.4478	0.4475	0.4471	0.4468	0.4464	0.4461	0.4458
1.36	0.4454	0.4451	0.4447	0.4444	0.4440	0.4437	0.4433	0.4430	0.4426	0.4422
1.37	0.4419	0.4415	0.4412	0.4408	0.4405	0.4401	0.4398	0.4394	0.4390	0.4387
1.38	1.4383	0.4379	0.4376	0.4372	0.4369	0.4365	0.4361	0.4358	0.4354	0.4350
1.39	1.4347	0.4343	0.4339	0.4335	1.4332	0.4328	0.4324	0.4321	0.4317	0.4313
1.40	0.4309	0.4306	0.4302	0.4298	0.4294	0.4290	0.4287	0.4283	0.4279	0.4275
1.41	0.4271	0.4267	0.4264	0.4260	0.4256	0.4252	0.4248	0.4244	0.4240	0.4236
1.42	0.4232	0.4228	0.4225	0.4221	0.4217	0.4213	0.4209	0.4205	0.4201	0.4197
1.43	0.4193	0.4189	0.4185	0.4181	0.4177	0.4173	0.4168	0.4164	0.4160	0.4156
1.44	0.4152	0.4148	0.4144	0.4140	0.4136	0.4131	0.4127	0.4123	0.4119	0.4115
1.45	0.4111	0.4106	0.4102	0.4098	0.4094	0.4090	0.4085	0.4081	0.4077	0.4072
1.46	0.4068	0.4064	0.4060	0.4055	0.4051	0.4047	0.4042	0.4038	0.4034	0.4029

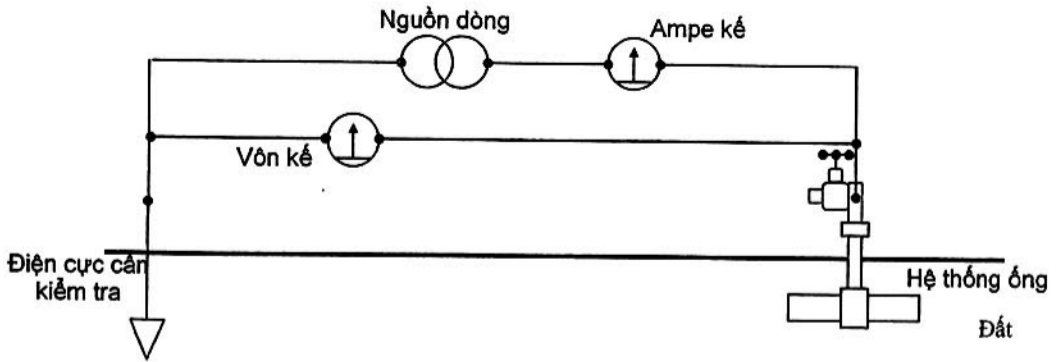
Bảng F.3- Giá trị P_t/XY phụ thuộc hệ số độ dốc μ và khoảng cách điện cực đo điện thế P_t (tiếp theo)

μ	P_t									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.47	0.4025	0.4020	0.4016	0.4012	0.4007	0.4003	0.3998	0.3994	0.3989	0.3985
1.48	0.3980	0.3976	0.3971	0.3967	0.3962	0.3958	0.3953	0.3949	0.3944	0.3939
1.49	0.3935	0.3930	0.3925	0.3921	0.3916	0.3912	0.3907	0.3902	0.3897	0.3893
1.50	0.3888	0.3883	0.3878	0.3874	0.3869	0.3864	0.3859	0.3855	0.3850	0.3845
1.51	0.3840	0.3835	0.3830	0.3825	0.3821	0.3816	0.3811	0.3806	0.3801	0.3796
1.52	0.3791	0.3786	0.3781	0.3776	0.3771	0.3766	0.3761	0.3756	0.3751	0.3745
1.53	0.3740	0.3735	0.3730	0.3725	0.3720	0.3715	0.3709	0.3704	0.3699	0.3694
1.54	0.3688	0.3683	0.3678	0.3673	0.3667	0.3662	0.3657	0.3651	0.3646	0.3640
1.55	1.3635	0.3630	0.3624	0.3619	0.3613	0.3608	0.3602	0.3597	0.3591	0.3586
1.56	0.3580	0.3574	0.3569	0.3563	0.3558	0.3552	0.3546	0.3540	0.3535	0.3529
1.57	0.3523	0.3518	0.3512	0.3506	0.3500	0.3494	0.3488	0.3483	0.3477	0.3471
1.58	0.3465	0.3459	0.3453	0.3447	0.3441	0.3435	0.3429	0.3423	0.3417	0.3411
1.59	0.3405	0.3399	0.3392	0.3386	0.3380	0.3374	0.3368	0.3361	0.3355	0.3349

F.5 Phương pháp hai điểm

Phương pháp này chỉ áp dụng trong trường hợp bị hạn chế về không gian, không bố trí được điện cực điện cực đo, khi đó có thể dùng đường ống nước như điện cực đo. Đường ống dẫn nước bằng kim loại phải không có các mối nối bằng nhựa hoặc vật liệu không dẫn điện. Các đầu đo dòng điện và điện áp được đấu giữa điện cực cần thử và vật dẫn nối đất cố định như Hình F.5.

CHÚ THÍCH: - Kết quả đo được là giá trị điện trở tổng của hai điện cực nối đất mắc nối tiếp nhau. Nếu giá trị của vật dẫn nối đất cố định là không đáng kể thì kết quả đó có thể coi như là điện trở của điện cực nối đất cần kiểm tra.



Hình F.5 - Sơ đồ bố trí điểm đo phương pháp vật dẫn nối đất cố định

F.6 Phương pháp một tia và hai tia

Đối với các hệ thống nối đất lớn, gồm nhiều điện cực, có hình dạng phức tạp, thông thường để không phạm phải sai số quá lớn trong khi đo, cần tiến hành đo theo nhiều hướng khác nhau. Đồng thời nên tiến hành đo theo hai dạng sơ đồ bố trí cực đo: Sơ đồ một tia và sơ đồ hai tia (xem Bảng F.4 và Hình F.6).

Bảng F.4 - Khoảng cách khuyến cáo giữa các điện cực

Sơ đồ bố trí	Khoảng cách	Giá trị nhỏ nhất, m
Hai tia	Điện cực thử nghiệm - điện cực đo dòng điện	80
	Điện cực thử nghiệm - điện cực đo điện áp	80
	Điện cực đo điện áp - điện cực đo dòng điện	40 và lớn hơn 10 D
Một tia	Điện cực thử nghiệm - điện cực đo dòng điện	160
	Điện cực thử nghiệm - điện cực đo điện áp	80 và lớn hơn 1,5 D

CHÚ THÍCH: D- Kích thước đường chéo lớn nhất của hệ thống điện cực nối đất

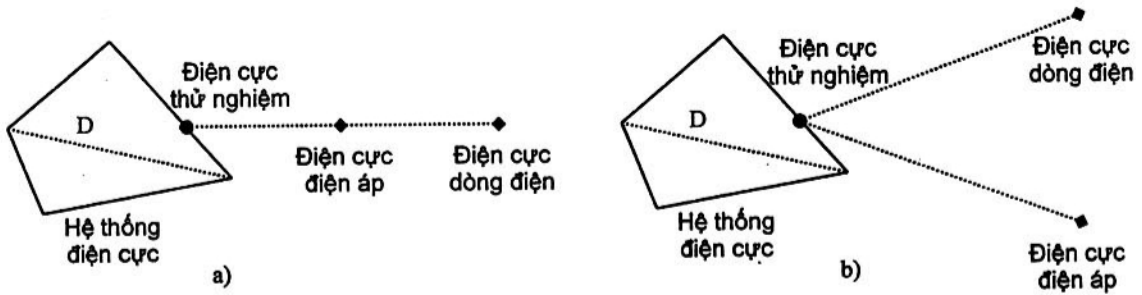
Sơ đồ bố trí các điện cực thử nghiệm cho trong Hình F.6.

Trình tự đo được tiến hành như sau:

Lần thứ nhất: Đo và ghi số liệu theo sơ đồ một tia;

Lần thứ hai: Đo và ghi số liệu theo sơ đồ hai tia;

Lần thứ ba: Đo và ghi số liệu theo sơ đồ một tia hoặc hai tia, nhưng phải thay đổi hướng đo;

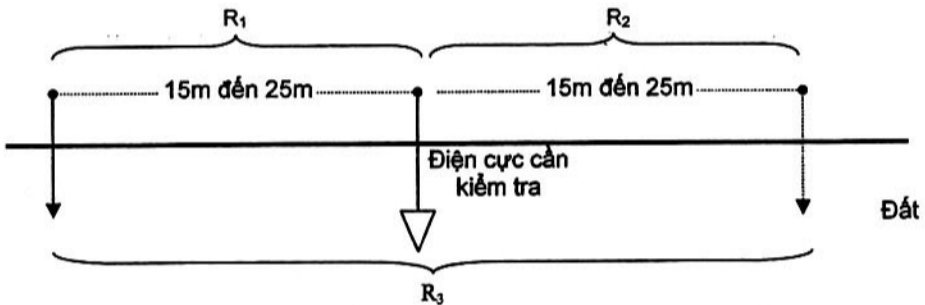


Hình F.6 - Sơ đồ bố trí điểm đo phương pháp a) một tia và b) hai tia

F.7 Phương pháp ba điểm

Phương pháp này tương tự như ở phương pháp hai điểm (vật dẫn nối đất cố định) nhưng sử dụng hai điện cực đo. Để kết quả đo chính xác cần điện trở của các điện cực đo (tổng trở) phải xấp xỉ bằng hoặc nhỏ hơn điện trở của điện cực nối đất.

Đầu nối thiết bị đo theo sơ đồ Hình F.7.



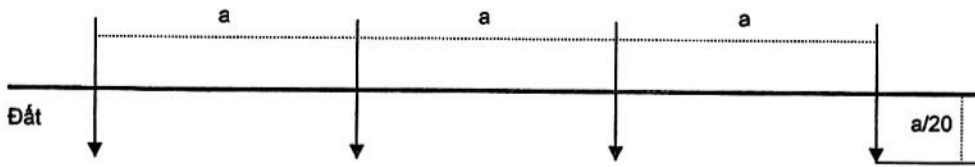
Hình F.7 - Sơ đồ bố trí điểm đo phương pháp ba điểm

R_1, R_2 là điện trở giữa điện cực nối đất và hai điện cực đo tương ứng;

R_3 là điện trở đo được giữa hai điện cực đo.

F.8 Phương pháp đo điện trở suất của đất

Điện trở suất của đất thông thường được đo theo phương pháp bốn điểm. Bốn điện cực đo giống nhau được đóng xuống đất thẳng hàng, cách nhau một khoảng a với độ sâu không quá 1m, điện trở suất của đất đo được ứng với độ sâu $a/20$. Đầu nối thiết bị đo theo sơ đồ hình F.8.



Hình F.8 - Sơ đồ bố trí điểm đo phương pháp đo điện trở suất của đất

C_1, C_2 là đầu nối với điện cực kích thích dòng đo lường;

P_1, P_2 là đầu nối với điện cực đo điện thế.

Có thể xác định được điện trở suất của đất ứng với các độ sâu khác nhau bằng cách đo với các khoảng cách a tương ứng khác nhau. Trong Bảng F.5 cho điện trở suất của một số loại đất thường gặp.

Bảng F.5 - Điện trở suất của một số loại đất

Loại đất	Điện trở suất của đất, $\Omega.m$
Tro	3,5
Than cốc	0,2 - 8
Than bùn	45 - 200
Đất vườn (độ ẩm 50%)	1,4
Đất vườn (độ ẩm 20%)	4,8
Đất sét (độ ẩm 40%)	7,7
Đất sét (độ ẩm 20%)	33
Đất sét khô	50 - 150
Cát (độ ẩm 90%)	130
Cát ẩm tự nhiên	3000 - 8000
Đá phấn	50 - 150

Phụ lục G

(Tham khảo)

Mẫu báo cáo kết quả đo lường thử nghiệm

THÔNG TIN NHẬN DẠNG CƠ SỞ ĐO THỬ NGHIỆM

Địa chỉ:.....

Điện thoại:..... Fax:.....

BÁO CÁO KẾT QUẢ ĐO LƯỜNG THỬ NGHIỆM

Số

G.1 Cơ sở yêu cầu thử nghiệm

G.1.1 Tên:

G.1.2 Địa chỉ: Điện thoại/ Fax/ Email:.....

G.2 Đối tượng thử

G.2.1 Tên/ kí mã hiệu:

Tình trạng: Lắp đặt mới Đang sử dụng

G.2.2 Đặc trưng kĩ thuật/ thiết kế:

G.2.3 Hồ sơ kèm theo (HS thiết kế, mặt bằng lắp đặt v.v):.....

G.3 Nội dung thử nghiệm

1.....

2.....

.....

G.4 Phương pháp thử

.....

G.5 Trang thiết bị thử nghiệm

Tên thiết bị: Kí, mã hiệu:

G.6 Hình thức trả kết quả Đồ thị/hình vẽ (Gồm xx trang)

 Bảng số (Gồm xx trang)

G.7 Địa điểm và thời gian thử nghiệm

G.7.1 Địa điểm thử:.....

G.7.2 Thời gian thử:

G.8 Ghi chú

.....

.....

DỮ LIỆU ĐO LƯỜNG THỬ NGHIỆM

Số

1 - Điện trở nối đất

TT	Điểm đo	Giá trị đo X, Ω							Độ KĐBĐ
		X_1	X_2	X_3			S_{n-1}	X_{tb}	
1									
2									
3									

2 - Điện trở suất của đất (nếu có)**3 - Điện trở của dây dẫn nối đất (nếu có)**

CHÚ THÍCH: - Cho phép đưa ra kết quả phản ánh tình trạng chung của dây nối đất (ví dụ: điện trở của dây nối đất không lớn hơn xxx Ω).

Kết luận/ nhận xét.....

.....

.....

Duyệt

(Họ và tên, chữ ký)

Người thực hiện

(Họ và tên, chữ ký)