|  |  |
| --- | --- |
| TCVN |  **T I Ê U C H U Ẩ N Q U Ố C G I A** |
|  |

TCVN : 2018

Xuất bản lần 1

TIÊU CHUẨN ĐƯỜNG SẮT – BỐ TRÍ LẮP ĐẶT – AN TOÀN ĐIỆN, MẠCH TIẾP ĐẤT VÀ MẠCH HỒI LƯU

PHẤN 1: QUY ĐỊNH BẢO VỆ CHỐNG GIẬT

*Railway applications – Fixed installations – Electrical safyty, earthing and the return circuit*

*Part 1: Protective provisions against electric shock*

HÀ NỘI – 2018

|  |
| --- |
|  |

# Mục lục

[Mục lục 3](#_Toc519061237)

[1 Phạm vi 7](#_Toc519061238)

[2 Tài liệu viện dẫn 7](#_Toc519061239)

[3 Thuật ngữ và định nghĩa 8](#_Toc519061240)

[3.1 An toàn điện và các mối nguy hiểm 8](#_Toc519061241)

[3.2 Nối đất và kết nối đẳng thế 10](#_Toc519061242)

[3.3 Mạch hồi lưu 11](#_Toc519061243)

[3.4 Hệ thống điện kéo 12](#_Toc519061244)

[3.5 Mạch tiếp xúc 14](#_Toc519061245)

[3.6 Ăn mòn và chống ăn mòn 16](#_Toc519061246)

[3.7 Gom dòng 16](#_Toc519061247)

[3.8 Các thiết bị dòng điện dư 16](#_Toc519061248)

[3.9 Thuật ngữ chung 17](#_Toc519061249)

[4 Khu vực mạch tiếp xúc và khu vực bộ gom dòng 17](#_Toc519061250)

[4.1 Các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao 17](#_Toc519061251)

[4.2 Các hệ thống ray dẫn điện 19](#_Toc519061252)

[4.3 Các hệ thống ô tô buýt chạy điện 20](#_Toc519061253)

[5 Các biện pháp chống tiếp xúc trực tiếp 22](#_Toc519061254)

[5.1 Điều khoản chung 22](#_Toc519061255)

[5.3 Bảo vệ bằng vật cản 25](#_Toc519061256)

[5.4 Các biện pháp bảo vệ khi làm việc trong các điều kiện có điện 33](#_Toc519061257)

[5.5 Các biện pháp chống điện giật cụ thể trong các hệ thống ray dẫn điện 37](#_Toc519061258)

[5.6 Các biện pháp chống điện giật cụ thể trong các hệ thống không sử dụng bánh xe đối với mạch hồi lưu 42](#_Toc519061259)

[6 Các biện pháp chống tiếp xúc gián tiếp và điện thế ray quá mức cho phép 43](#_Toc519061260)

[6.1 Các biện pháp chống tiếp xúc gián tiếp 43](#_Toc519061261)

[6.2 Các biện pháp bảo vệ cho các chi tiết dẫn điện trần trong khu vực mạch tiếp xúc hoặc khu vực bộ gom dòng 43](#_Toc519061262)

[6.3 Các biện pháp bảo vệ cho các kết cấu dẫn điện một phần hoặc toàn phần 45](#_Toc519061263)

[6.4 Giới hạn của các điện thế ray 46](#_Toc519061264)

[7 Các biện pháp bảo vệ cho các nguồn cấp điện không kéo có điện áp thấp 47](#_Toc519061265)

[7.1 Điều khoản chung 47](#_Toc519061266)

[7.2 Các biện pháp có liên quan 48](#_Toc519061267)

[7.3 Các biện pháp bảo vệ cho các hệ thống điện trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao hoặc khu vực bộ gom dòng 48](#_Toc519061268)

[7.4 Các biện pháp bảo vệ cho các hệ thống bị nguy hiểm do mạch hồi lưu của nguồn cấp điện sức kéo 48](#_Toc519061269)

[8 Các biện pháp bảo vệ tại những nơi sử dụng các hệ thống đường ray để mang theo dòng hồi lưu kéo, hoặc/và các hệ thống mạch tiếp xúc đi qua các khu vực nguy hiểm 55](#_Toc519061270)

[8.1 Điều khoản chung 55](#_Toc519061271)

[8.2 Kết nối đẳng thế 55](#_Toc519061272)

[8.3 Hệ thống đường ống song song 56](#_Toc519061273)

[8.4 Mối nối cách điện 56](#_Toc519061274)

[8.5 Bộ chống sét 56](#_Toc519061275)

[8.6 Mạch tiếp xúc của các đường tránh tàu 57](#_Toc519061276)

[9 Những giới hạn đối với điện áp tiếp xúc và chống nguy hiểm của điện thế ray 57](#_Toc519061277)

[9.1 Điều khoản chung 57](#_Toc519061278)

[9.2 Hệ thống điện kéo xoay chiều 58](#_Toc519061279)

[9.3 Hệ thống điện kéo một chiều 61](#_Toc519061280)

[10 Các biện pháp bảo vệ bổ sung 63](#_Toc519061281)

[10.1 Các phân trạm điện kéo và các phân trạm đóng ngắt điện kéo 63](#_Toc519061282)

[10.2 Cáp 63](#_Toc519061283)

[10.3 Các kết nối mạch hồi lưu và dây nối đất 64](#_Toc519061284)

[10.4 Tháo dỡ các mạch tiếp xúc trên cao không sử dụng 65](#_Toc519061285)

[10.5 Các phương thức để đạt được cách điện an toàn giữa các khu 65](#_Toc519061286)

[Phụ lục A 66](#_Toc519061287)

[Phụ lục B 68](#_Toc519061288)

[Phụ lục C 69](#_Toc519061289)

[Phụ lục D 71](#_Toc519061290)

[Phụ lục E 77](#_Toc519061291)

[Phụ lục F 78](#_Toc519061292)

[Phụ lục G 79](#_Toc519061293)

[Phụ lục H 80](#_Toc519061294)

[Phụ lục ZZ 82](#_Toc519061295)

#### Danh mục các hình

Hình 1 — Khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng 19

Hình 2 — Khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng cho các hệ thống ô tô buýt chạy điện .21

Hình 3 — Khoảng cách an toàn tối thiểu từ các mặt phẳng đứng của con người tới các chi tiết bên ngoài xe và các chi tiết của các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao có điện áp thấp chạy qua ……....23

Hình 4 — Khoảng cách an toàn tối thiểu từ các mặt phẳng đứng của con người tới các chi tiết bên ngoài xe và các chi tiết của các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao có điện áp cao chạy qua ...............23

Hình 5 — Các mặt phẳng đứng con người có thể tiếp xúc với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe và các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao...............................................................................25

Hình 6 — Các mặt phẳng đứng con người có thể tiếp xúc với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe và các hệ thống ray dẫn điện …………………………............................................26

Hình 7 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua gần kề bên ngoài xe hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc ..................................................................27

Hình 8 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp thấp ……....................................................................................30

Hình 9 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp cao …………………………………..............................................31

Hình 10 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực cấm để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua ở bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp thấp …………….……………...............32

Hình 11 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực cấm để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua ở bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp cao ...................……..........................33

Hình 12 — Ví dụ về một vật cản cách điện bên dưới một kết cấu 34

Hình 13 — Ví dụ về một vật cản cách điện bên dưới một kết cấu đối với một hệ thống ô tô buýt chạy điện không nối đất 35

Hình 14 — Ví dụ về một vật cản cách điện bên dưới một kết cấu đối với một hệ thống ô tô buýt chạy điện có nối đất hoặc kết nối dây tiếp xúc âm với mạch hồi lưu của một hệ thống tàu điện ………..36

Hình 15 — Đường ngang công cộng, đường ngang riêng 37

Hình 16 — Các kết cấu bên cạnh đường ray 38

Hình 17 — Cột tín hiệu có điện thoại 39

Hình 18 — Đường đi bộ bên cạnh đường ray được phép 39

Hình 19 — Giao cắt với đường sắt được điều khiển (ga đường sắt, ga hàng hóa, giao cắt phân trạm) 40

Hình 20 — Hệ thống TT cho các đường sắt chạy điện xoay chiều 49

Hình 21 — Hệ thống TN cho các đường sắt chạy điện xoay chiều 50

Hình 22 — Hệ thống TT cho các đường sắt chạy điện một chiều 51

Hình 23 — Hệ thống TN cho các đường sắt chạy điện một chiều 52

Hình 24 — Bố trí các liên kết ngang đườg ray với nhau và các liên kết ngang khu gian với nhau (minh họa ray đôi) và ghép nối mạch tiếp xúc trong trường hợp đường tránh tàu có một mạch tiếp xúc .53

Hình 25 — Vị trí của bộ chống sét bên ngoài khu vực mạch tiếp xúc trên cao của một đường tránh nếu có khả năng xảy ra các sự cố phóng điện của các phần cách điện thông qua các hiện tượng sét đánh …………………………………………………………………………………………………………..54

Hình 26 — Thiết kế mạch hồi lưu, có xem xét tới điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép thông qua việc kiểm tra điện thế ray hoặc điện áp tiếp xúc hiệu dụng ………………………………………………….58

Hình A.1 — Các ví dụ về các vật cản dọc các biên của các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua nằm bên ngoài xe hoặc các chi tiết của một hệ thống mạch tiếp xúc trên cao mang điện áp thấp (xem 5.3.2.2) ……………………………………………………………………………………………………….64

Hình A.2 — Các ví dụ về các vật cản dọc các biên của các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua nằm bên ngoài xe hoặc các chi tiết của một hệ thống mạch tiếp xúc trên cao mang điện áp cao (xem 5.3.2.2) ………………………………………………………………………………………………………65

Hình B.1 — Biển cảnh báo 66

Hình C.1 — Các giá trị tiêu chuẩn cho gradient điện thế ray đo được tại cột ở góc phải của đường ray trong hệ thống điện kéo xoay chiều ………………………………………………………………….67

Hình D.1 — Mạch tương đương để tính toán điện áp tiếp xúc cho phép 71

#### Danh mục bảng

Bảng 1 — Các kích thước tối đa đối với các chi tiết dẫn điện nhỏ 44

Bảng 2 — Các loại nguồn cấp điện phụ 47

Bảng 3 — Các điện áp trên cơ thể cho phép tối đa *U*b, max trong các hệ thống điện kéo xoay chiều

là hàm số theo thời lượng 56

Bảng 4 — Các điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép tối đa *U*te, max trong các hệ thống điện kéo xoay chiều là hàm số theo thời lượng....................................................................................................57

Bảng 5 — Các điện áp trên cơ thể cho phép tối đa *U*b, max trong các hệ thống điện kéo một chiều

là hàm số theo thời lượng 59

Bảng 6 — Các điện áp trên cơ thể cho phép tối đa *U*te, max trong các hệ thống điện kéo một chiều

là hàm số theo thời lượng 60

Bảng C.1 – Các giá trị tiêu chuẩn cho gradient điện thế ray (xem Hình C.1) 68

Bảng D.1 — Trở kháng trên cơ thể *Z*b và dòng điện trên cơ thể *I*b 70

Bảng D.2 — Các ví dụ về điện áp tiếp xúc kỳ vọng cho phép tối đa đối với các đường sắt chạy điện xoay chiều trong các điều kiện ngắn hạn và *R*a = 1 150 Ω..............................................................72

Bảng D.3 — Các dòng điện trên cơ thể, các điện áp trên cơ thể và các điện áp tiếp xúc là hàm số theo thời lượng trong các hệ thống điện kéo xoay chiều................................................................73

Bảng D.4 — Các dòng điện trên cơ thể, các điện áp trên cơ thể và các điện áp tiếp xúc là một hàm số theo thời lượng trong các hệ thống điện kéo một chiều..................................................................74

# Phạm vi

Tiêu chuẩn Châu Âu này đưa ra các yêu cầu đối với các biện pháp bảo vệ liên quan đến an toàn điện trong các hệ thống được lắp đặt cố định, liên quan đến các hệ thống điện kéo một chiều và xoay chiều và đối với bất kỳ hệ thống nào có thể bị ảnh hưởng bởi hệ thống cung cấp nguồn điện cho hệ thống kéo.

Tiêu chuẩn cũng áp dụng cho mọi yếu tố của các hệ thống được lắp đặt cố định cần thiết để đảm bảo an toàn điện trong khi thực hiện công tác bảo trì trong phạm vi các hệ thống điện kéo.

Tiêu chuẩn Châu Âu này áp dụng cho tất cả các mạch mới và cho tất cả các sửa đổi lớn đối với các mạch hiện có của các hệ thống điện kéo sau đây:

1. Đường sắt;
2. các hệ thống vận chuyển khối lượng lớn được điều khiển như
	1. Tàu điện,
	2. Đường sắt trên cao và tàu điện ngầm,
	3. Đường sắt leo núi,
	4. Các hệ thống ô tô buýt chạy điện, và
	5. Các hệ thống sử dụng đệm từ trường, có một hệ thống mạch tiếp xúc,
3. Các hệ thống vận chuyển nguyên liệu.

Tiêu chuẩn Châu Âu này không áp dụng đối với:

1. Các hệ thống kéo trong các hầm mỏ dưới mặt đất;
2. Cầu trục, cần trục di chuyển và các thiết bị vận chuyển tương tự trên đường ray, các kết cấu tạm (ví dụ như các kết cấu trưng bày) do các thiết bị đó không được cấp nguồn từ đường điện tiếp xúc một cách trực tiếp hoặc qua máy biến áp và không bị ảnh hưởng bởi hệ thống cấp nguồn kéo;
3. Cáp treo;
4. Các đường sắt leo núi.

Tiêu chuẩn Châu Âu này không đưa ra các quy định làm việc cho bảo trì.

# Tài liệu viện dẫn

Các tiêu chuẩn viện dẫn dưới đây cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tiêu chuẩn viện dẫn có ghi thời gian cụ thể thì chỉ áp dụng phiên bản đã nêu**.** Đối với các tiêu chuẩn viện dẫn không ghi thời gian thì áp dụng phiên bản mới nhất (bao gồm cả phần bổ sung nếu có).

EN 50119:2009, *Ứng dụng đường sắt – Các hệ thống cố định – Mạch tiếp xúc trên cao cấp điện cho hệ thống điện ké*o

EN 50122-2, *Ứng dụng đường sắt – Các hệ thống cố định - Phần 2: Các biện pháp chống những ảnh hưởng của các dòng rò gây ra do các hệ thống điện kéo một chiều*

EN 50124-1:2001 + A1:2003 + A2:2005, *Ứng dụng đường sắt – Phối hợp cách điện – Phần 1: Các yêu cầu cơ bản - Các khoảng hở cách điện và các khoảng rò đối với tất cả các thiết bị điện và điện tử*

EN 50153:2002, *Ứng dụng đường sắt – Đầu máy toa xe – Các biện pháp chống các mối nguy hiểm về điện*

EN 50163, *Ứng dụng đường sắt – Điện áp của nguồn cấp điện sức kéo*

EN 60529:1991 + A1:2000, *Các cấp bảo vệ được cung cấp bởi cấ trúc che chắn (mã IP) (IEC 60529:1989 + A1:1999)*

EN 60898-1:2003 + A11:2005, *Phụ tùng điện - Thiết bị ngắt dòng chống quá dòng cho các hệ thống gia đình và tương tự – Phần 1: Thiết bị ngắt dòng cho vận hành xoay chiều (IEC 60898-1:2002, mod.)*

EN 61140:2002 + A1:2006, *Chống điện giật – Các khía cạnh chung đối với hệ thống và thiết bị (IEC 61140:2001 + A1:2004, mod.)*

HD 60364-4-41:2007, *Các hệ thống điện áp thấp – Phần 4-41: Bảo vệ an toàn – Chống điện giật (IEC 60364-4-41:2005, mod.)*

HD 637 S1:1999, *Các hệ thống cấp điện vượt quá 1 kV xoay chiều.*

IEC 60050-101, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 101: Toán*

IEC 60050-111, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 111: Lý và hóa*

IEC 60050-191, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 191: Độ an toàn và chất lượng dịch vụ*

IEC 60050-195, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 195: Nối đất và chống điện giật*

IEC 60050-442, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 442: Phụ tùng điện*

IEC 60050-811, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 811: Sức kéo bằng điện*

IEC 60050-821, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 821: Báo hiệu và thiết bị an toàn cho đường sắt*

IEC 60050-826, *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 826: Các hệ thống điện*

IEC/TS 60479-1:2005, *Ảnh hưởng của dòng điện trên người và gia súc – Phần 1: Các khía cạnh chung*

ISO 3864-1:2002, *Ký hiệu bằng hình vẽ - Mầu sắc an toàn và dấu hiệu an toàn*  *– Phần 1: Các nguyên tắc thiết kế cho dấu hiệu an toàn tại nơi làm việc và khu vực công cộng*

ISO 7010:2003 + A1:2006, *Ký hiệu bằng hình vẽ - Mầu sắc an toàn và dấu hiệu an toàn – Dấu hiệu an toàn được sử dụng tại nơi làm việc và khu vực công cộng*

# Thuật ngữ và định nghĩa

Để sử dụng cho tiêu chuẩn này, các thuật ngữ và định nghĩa sau đây sẽ được áp dụng.

### An toàn điện và các mối nguy hiểm

#### 3.1.1

**an toàn điện**

không có các nguy cơ nguy hiểm vượt quá mức cho phép hoặc các thiệt hại docác hệ thống điện gây ra

#### 3.1.2

**điện giật**

ảnh hưởng về sinh lý bệnh học do một dòng điện chạy qua cơ thể người hoặc động vật [IEC 60050-826-12-01]

#### 3.1.3

**điện áp tiếp xúc (hiệu dụng) (*U*te)**

điện áp giữa các chi tiết dẫn điện khi một người hoặc động vật chạm vào đồng thời

CHÚ THÍCH 1 Giá trị của điện áp tiếp xúc hiệu dụng có thể bị ảnh hưởng đáng kể bởi trở kháng của người hoặc động vật khi tiếp xúc điện với các chi tiết dẫn điện này

[IEC 60050-195-05-11]

CHÚ THÍCH 2 Đường dẫn điện qua cơ thể thông thường từ tay xuống chân (khoảng cách ngang là 1m) hoặc từ tay này sang tay kia.

**3.1.4**

**điện áp tiếp xúc kỳ vọng (*U*tp)**

điện áp giữa các chi tiết dẫn điện tiếp xúc đồng thời khi một người hoặc động vật không chạm vào các chi tiết dẫn điện này

[IEC 60050-195-05-09]

#### 3.1.5

**điện áp trên cơ thể (*U*b)**

tích số của dòng điện qua cơ thể và trở kháng trên cơ thể

#### 3.1.6

**mặt phẳng đứng**

bất kỳ vị trí nào trên một bề mặt mà người có thể đứng hoặc đi trên đó mà không gặp khó khăn

#### 3.1.7

**ván lát bảo vệ**

rào chắn không dẫn điện để bảo vệ người tránh tiếp xúc trực tiếp với ray dẫn điện có điện

#### 3.1.8

**vật cản bảo vệ (chống giật điện)**

chi tiết ngăn vô ý tiếp xúc trực tiếp với dòng điện, nhưng không ngăn tiếp xúc trực tiếp do hành động chủ định

[IEC 60050-195-06-16]

#### 3.1.9

**rào chắn bảo vệ (chống giật điện)**

chi tiết chống tiếp xúc trực tiếp từ bất kỳ hướng tiếp cận thông thường nào

[IEC 60050-195-06-15]

#### 3.1.10

**thanh chắn chống xâm phạm**

thiết bị được cung cấp để ngăn một người đi vào khu vực, kết cấu hoặc công trình cấm mà không được phép

#### 3.1.11

**chi tiết dẫn điện**

chi tiết có thể mang dòng điện

[IEC 60050-195-01-06]

#### 3.1.12

**chi tiết dẫn điện trần**

chi tiết dẫn điện của thiết bị điện, có thể tiếp xúc và thường không có điện, nhưng có thể có điện khi cách điện cơ bản bị hỏng

CHÚ THÍCH Một chi tiết dẫn điện của thiết bị điện mà chỉ có thể có điện thông qua việc tiếp xúc với một chi tiết dẫn điện trần có điện sẽ không được coi là một chi tiết dẫn điện trần.

[IEC 60050-442-01-21]

#### 3.1.13

**chi tiết có dòng điện chạy qua**

dây dẫn điện hoặc chi tiết dẫn điện dùng để cung cấp điện trong quá trình sử dụng thông thường. Theo quy ước chi tiết này không bao gồm các đường ray chạy tàu và các chi tiết đấu nối với đường ray

#### 3.1.14

**tiếp xúc trực tiếp**

người hoặc động vật tiếp xúc trực tiếp với dòng điện thông qua các chi tiết có dòng điện chạy qua

[IEC 60050-826-12-03]

#### 3.1.15

#### tiếp xúc gián tiếp

người hoặc động vật tiếp xúc với dòng điện thông qua các chi tiết dẫn điện trần có điện trong các điều kiện có sự cố

[IEC 60050-826-12-04]

#### 3.1.16

**dây trung hòa**

dây dẫn điện được kết nối điện với điểm trung hòa và có khả năng đóng góp vào quá trình phân phối điện năng

[IEC 60050-826-14-07]

#### 3.1.17

**dây bảo vệ (PE)**

dây dẫn điện, được một số phương pháp đo yêu cầu để chống điện giật, để kết nối điện với bất kỳ chi tiết nào sau đây:

* chi tiết dẫn điện trần;
* chi tiết dẫn điện ngoài;
* đầu nối đất chính;
* cực nối đất;
* điểm nối đất của nguồn hoặc điểm trung hòa nhân tạo

#### 3.1.18

**dây PEN**

dây dẫn điện kết hợp cả hai chức năng của dây nối đất bảo vệ và dây trung hòa

[IEC 60050-826-13-25]

#### 3.1.19

**thiết kế tường mang lực**

bất kỳ loại cấu trúc nào làm từ bê tông, thép hoặc vật liệu khác mà không có lỗ hoặc khoảng hở

#### 3.1.20

**thiết bị hạn chế điện áp (VLD)**

thiết bị bảo vệ có chức năng ngăn ngừa điện áp tiếp xúc cao quá mức cho phép xuất hiện

### Nối đất và kết nối đẳng thế

#### 3.2.1

**đất**

vật thể dẫn điện Trái đất, có điện thế tại mọi điểm được quy ước xem như bằng không

 [IEC 60050-826-04-01]

#### 3.2.2

**nối đất**

kết nối của các chi tiết dẫn điện với một cực nối đất phù hợp

#### 3.2.3

**cực nối đất**

một bộ phận hay một nhóm các bộ phận dẫn điện tiếp xúc chắc chắn với mặt đất, tạo ra một đường dẫn xuống đất

[IEC 60050-461-06-18]

#### 3.2.4

**kết cấu nối đất**

công trình được làm bằng các chi tiết kim loại hoặc công trình bao gồm các chi tiết có kết cấu kim loại liên kết, có thể được dùng làm cực nối đất

CHÚ THÍCH Các ví dụ là các kết cấu đường sắt có cốt thép như cầu, cầu vượt, hầm, bệ cột và nền đường sắt có cốt thép.

**3.2.5**

**điện trở từ đường ray đến đất**

điện trở giữa đường ray chạy tàu và đất hoặc kết cấu nối đất

#### 3.2.6

**kết nối đẳng thế**

cung cấp các kết nối điện giữa các chi tiết dẫn điện, nhằm đạt được đẳng thế

[IEC 60050-826-13-19]

#### 3.2.7

**thanh đẳng thế chính (MEB)**

một thanh góp tại đó kết thúc dây đẳng thế

#### 3.2.8

**liên kết ngang**

kết nối điện nhằm kết nối song song các dây dẫn của mạch hồi lưu

#### 3.2.9

**liên kết ngang đường ray với nhau**

liên kết điện giúp nối kết các đường ray chạy tàu của cùng một khu gian với nhau

#### 3.2.10

**liên kết ngang khu gian với nhau**

liên kết điện giúp nối kết các khu gian với nhau

#### 3.2.11

**liên kết mối nối đường ray**

dây dẫn đảm bảo tính liên tục về điện của đường ray tại một mối nối

[IEC 60050-811-35-07]

#### 3.2.12

**kết nối mở**

kết nối của các chi tiết dẫn điện với mạch hồi lưu bằng một thiết bị hạn chế điện áp giúp thực hiện kết nối dẫn điện tạm thời và lâu dài nếu vượt quá giá trị điện áp giới hạn

#### 3.2.13

**công trình chung**

công trình hoặc kết cấu có chứa hoặc hỗ trợ đường sắt chạy điện xoay chiều và đường sắt chạy điện một chiều; ngoài ra tại đó có một số chi tiết dẫn điện của kết cấu thuộc khu vực mạch tiếp xúc hoặc khu vực bộ gom dòng của đường sắt chạy điện xoay chiều và có một số chi tiết dẫn điện của kết cấu thuộc khu vực mạch tiếp xúc hoặc khu vực bộ gom dòng của đường sắt chạy điện một chiều

CHÚ THÍCH Ngay cả kết nối không nằm trong dự định của các chi tiết dẫn điện của các kết cấu khác nhau có thể tạo thành một công trình chung, ví dụ thông qua vật liệu gia cố, dây dẫn, đường ống...

### Mạch hồi lưu

#### 3.3.1

**mạch hồi lưu**

tất cả các dây dẫn tạo thành đường đi chủ định cho dòng hồi lưu kéo

VÍ DỤ Dây dẫn có thể là:

* đường ray chạy tàu,
* ray dẫn điện hồi lưu,
* dây hồi lưu,
* cáp rãnh.

**3.3.2**

#### hệ thống hồi lưu khu gian

hệ thống trong đó các đường ray chạy tàu của khu gian tạo thành một phần của mạch hồi lưu đối với dòng điện kéo

 [IEC 60050-811-35-02]

#### 3.3.3

**dây hồi lưu**

dây dẫn song song với hệ thống hồi lưu khu gian và được kết nối với các đường ray chạy tàu theo các khoảng thời gian định kỳ

#### 3.3.4

**ray dẫn điện hồi lưu – đường ray dòng hồi lưu**

ray dẫn điện được dùng thay cho đường ray chạy tàu đối với các dòng hồi lưu

 [IEC 60050-811-34-10]

#### 3.3.5

**cáp rãnh**

dây dẫn kết nối với đường ray chạy tàu hoặc các bộ phận khác của mạch hồi lưu với phân trạm

CHÚ THÍCH Tương tự với IEC 60050-811-35-04.

#### 3.3.6

**dòng hồi lưu kéo**

tổng dòng điện trở về nguồn cấp, phân trạm hoặc các thiết bị phanh khứ hồi

#### 3.3.7

**điện thế ray (*U*RE)**

điện áp xuất hiện giữa các đường ray chạy tàu và đất

#### 3.3.8

**cấu tạo đóng**

khu vực tại đó đỉnh của các đường ray chạy tàu có cùng mức với bề mặt xung quanh

#### 3.3.9

**cấu tạo mở**

khu vực tại đó các đường ray chạy tàu được bố trí bên trên bề mặt xung quanh

#### 3.3.10

**độ dẫn điện theo chiều dài *G‘*RE**

giá trị tương hỗ của điện trở đường ray tới đất theo độ dài (S/km)

#### 3.3.11

**mối nối đường ray cách điện**

mối nối đường ray cơ khí phân chia dọc đường ray về điện

#### 3.3.12

**mạch điện ray**

mạch điện của bộ phận cấu thành từ các đường ray của khu gian, thường với một nguồn điện đã kết nối tại một đầu và với một thiết bị nhận biết ở một đầu khác để nhận biết liệu khu gian này có trống không hoặc đã được phương tiện sử dụng hay chưa

CHÚ THÍCH Trong một hệ thống báo hiệu liên tục, có thể sử dụng mạch điện ray để truyền thông tin giữa đất và tàu.

[IEC 60050-821-03-01]

#### 3.3.13

**đỉnh ray (TOR)**

đường thẳng độ cao ray chung

### Hệ thống điện kéo

#### 3.4.1

**hệ thống điện kéo**

mạng lưới phân phối điện của đường sắt được dùng để cung cấp điện năng cho đầu máy toa xe

CHÚ THÍCH Hệ thống có thể bao gồm:

* các hệ thống mạch tiếp xúc;
* mạch hồi lưu của các hệ thống điện kéo;
* các đường ray chạy tàu của các hệ thống kéo không sử dụng điện, thuộc khu vực lân cận, và được kết nối điện với các đường ray chạy tàu của các hệ thống điện kéo;
* các hệ thống điện, được cấp nguồn từ các mạch tiếp xúc trực tiếp hoặc thông qua một máy biến áp;
* các hệ thống điện trong các phân trạm, chỉ được sử dụng để phân phối điện trực tiếp đến mạch tiếp xúc;
* các hệ thống điện của các phân trạm đóng ngắt điện.

#### 3.4.2

**phân trạm (cấp điện cho hệ thống kéo)**

hệ thống cấp điện cho một hệ thống mạch tiếp xúc và tại đó điện áp của hệ thống cấp điện chính, và tần suất trong những trường hợp nhất định, được biến đổi thành điện áp và tần suất của mạch tiếp xúc

#### 3.4.3

**phân trạm đóng ngắt điện (cấp điện cho hệ thống kéo)**

điện năng có thể được phân phối cho các khu vực cấp điện khác nhau từ hệ thống này hoặc các khu vực cấp điện khác nhau có thể đóng ngắt điện hoặc có thể được liên kết điện từ hệ thống này

#### 3.4.4

**khu vực cấp điện**

khu vực điện của tuyến được cấp điện bởi các thiết bị ngắt dòng riêng của bộ cấp điện cho ray trong khu vực được cấp điện từ phân trạm

[EN 50119:2009, 3.3.2]

#### 3.4.5

**tình trạng sự cố**

tình trạng của hệ thống do sự cố ngắn mạch gây ra, không do chủ định. Tình trạng này sẽ kết thúc thông qua chức năng hiệu chỉnh của các thiết bị bảo vệ và các thiết bị ngắt dòng

GHI CHÚ Trong khoảng thời gian xảy ra sự cố có liên quan, cần kiểm tra quá trình vận hành chính xác của các thiết bị bảo vệ và các thiết bị ngắt dòng.

#### 3.4.6

**ngắn mạch**

đường dẫn điện ngẫu nhiên hoặc có chủ ý giữa hai chi tiết dẫn điện trở lên gây ra gradient điện thế giữa các chi tiết dẫn điện này bằng hoặc gần tới không

[IEC 60050-195-04-11]

#### 3.4.7

**Cao thế**

điện áp danh định vượt quá 1 000 V xoay chiều hoặc 1 500 V một chiều

#### 3.4.8

**Hạ thế**

điện áp danh định từ 1 000 V xoay chiều hoặc 1 500 V một chiều trở xuống

#### 3.4.9

**khu vực tương tác lẫn nhau**

khu vực cần xem xét tính tương tác lẫn nhau giữa đường sắt chạy điện xoay chiều và đường sắt chạy điện một chiều

#### 3.4.10

**dòng ngắn mạch kỳ vọng dự kiến**

dòng ngắn mạch trong các hệ thống điện kéo một chiều được dự kiến đạt đến nếu không đóng ngắt điện khi xảy ra sự cố

### Mạch tiếp xúc

#### 3.5.1

**hệ thống mạch tiếp xúc**

mạng lưới hỗ trợ để cung cấp điện năng từ các phân trạm cho các thiết bị kéo được cấp điện, bao gồm các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao và các hệ thống ray dẫn điện; những giới hạn điện của hệ thống là điểm cấp điện và điểm tiếp xúc cho bộ gom dòng

CHÚ THÍCH Hệ thống cơ khí có thể bao gồm:

* mạch tiếp xúc,
* các kết cấu và các bệ cột,
* các thiết bị hỗ trợ và bất kỳ thành phần nào hỗ trợ hoặc điều tiết các bộ phận dẫn điện,
* đầu và các nhịp ngang,
* các thiết bị kéo căng,
* các bộ cấp điện dọc khu gian, các bộ cấp điện tăng cường, và các mạch khác như dây nối đất và dây hồi lưu khi các thiết bị này được hỗ trợ từ các kết cấu của hệ thống mạch tiếp xúc

các kết cấu của hệ thống mạch tiếp xúc,

* bất kỳ thiết bị nào khác cần thiết để vận hành mạch tiếp xúc,
* các bộ phận dẫn điện được kết nối cố định với mạch tiếp xúc để cung cấp nguồn điện cho các thiết bị điện khác như đèn, hoạt động báo hiệu,
* điều khiển điểm và gia nhiệt điểm.

[EN 50119: 2009, 3.1.1]

#### 3.5.2

**mạch tiếp xúc**

hệ thống dẫn điện để cung cấp điện cho các thiết bị kéo thông qua thiết bị gom dòng

CHÚ THÍCH Hệ thống này bao gồm tất cả các dây dẫn gom dòng và các ray dẫn điện hoặc thanh dẫn điện, bao gồm các thiết bị sau:

* bộ cấp điện tăng cường;
* bộ cấp điện cho ray ngang;
* cầu dao;
* vật cách điện theo đoạn;
* thiết bị bảo vệ quá áp;
* các thiết bị hỗ trợ không được cách điện từ các bộ phận dẫn điện;
* các vật liệu cách điện được kết nối với các chi tiết có dòng điện chạy qua;

nhưng không bao gồm các bộ phận dẫn điện khác, như:

* bộ cấp điện cho ray dọc;
* dây nối đất và dây hồi lưu.

[EN 50119:2009, 3.1.2]

#### 3.5.3

**hệ thống mạch tiếp xúc trên cao**

hệ thống mạch tiếp xúc sử dụng một mạch tiếp xúc trên cao để cấp điện cho các thiết bị kéo

[EN 50119:2009, 3.1.3]

#### 3.5.4

**mạch tiếp xúc trên cao**

mạch tiếp xúc được bố trí bên trên (hoặc bên cạnh) giới hạn trên của khuôn khổ của phương tiện và cung cấp điện năng cho phương tiện thông qua thiết bị gom dòng lắp trên mui phương tiện

[IEC 60050-811-33-02]

**3.5.5**

**mạch tiếp xúc trên cao không hoạt động**

một phần của mạch tiếp xúc trên cao, không được sử dụng trực tiếp để gom dòng, ví dụ: để đạt đến điểm kết thúc trên một cột hoặc kết cấu

**3.5.6**

**hệ thống ray dẫn điện**

hệ thống mạch tiếp xúc sử dụng một ray dẫn điện để gom dòng

[EN 50119:2009, 3.1.5]

**3.5.7**

**ray dẫn điện**

mạch tiếp xúc làm bằng một đoạn hoặc ray bằng kim loại cứng, lắp trên các vật liệu cách điện nằm gần các đường ray chạy tàu

[EN 50119:2009, 3.1.7]

**3.5.8**

**ray dẫn điện** **trên cao**

mạch cứng tiếp xúc trên cao, của đoạn đơn hoặc phức hợp, lắp bên trên hoặc bên cạnh giới hạn trên của dụng cụ đo của phương tiện, cung cấp điện năng cho phương tiện thông qua thiết bị gom dòng lắp trên mui phương tiện

[EN 50119:2009, 3.1.6]

**3.5.9**

**khu vực mạch tiếp xúc trên cao (OCLZ)**

khu vực có các giới hạn nhìn chung không bị vượt quá do một mạch tiếp xúc trên cao bị hở

**3.5.10**

**khu vực bộ gom dòng (CCZ)**

khu vực có các giới hạn nhìn chung không bị vượt quá do một bộ gom được cấp điện bị ngắt điện hoặc bộ gom và các đoạn của bộ gom bị hở

**3.5.11**

**dây tiếp xúc**

dây dẫn điện của một mạch tiếp xúc trên cao tiếp xúc với bộ gom dòng

[IEC 60050-811-33-15]

**3.5.12**

**Cách bố trí dích dắc**

sự dịch chuyển của dây tiếp xúc ra khỏi trục đường ray tại các thiết bị hỗ trợ nối tiếp, để tránh mài mòn cục bộ các dải mài mòn của thiết bị lấy điện

[IEC 60050-811-33-21]

**3.5.13**

**bộ cấp điện**

dây dẫn điện như dây cáp hoặc dây dẫn trên cao giữa mạch tiếp xúc và một phân trạm hoặc một phân trạm đóng ngắt được cấp điện bởi một thiết bị ngắt dòng

**3.5.14**

**Bộ cấp điện tăng cường**

dây dẫn điện trên cao được lắp liền kề với mạch tiếp xúc trên cao, và kết nối trực tiếp với mạch tiếp xúc trên cao theo khoảng thời gian định kỳ để tăng diện tích tiết diện hiệu dụng của mạch tiếp xúc trên cao [EN 50119:2009, 3.2.2]

**3.5.15**

**Vật liệu cách điện theo đoạn**

điểm chia đoạn được hình thành bởi các vật liệu cách điện được lắp thêm vào trong một đường chạy liên tục của một mạch tiếp xúc, có các cấu trượt hoặc các thiết bị tương tự để duy trì tiếp xúc điện liên tục với bộ gom

**3.5.16**

**cách điện kép**

cách điện bao gồm cả cách điện cơ bản và cách điện bổ sung

[IEC 60050-195-06-08]

**3.6 Ăn mòn và chống ăn mòn**

**3.6.1**

**Ăn mòn**

phản ứng điện hóa của một kim loại với môi trường của nó, dẫn đến sự xói mòn hoặc phá hủy dần dần kim loại đó

CHÚ THÍCH Tiêu chuẩn Châu Âu này đề cập đến sự ăn mòn gây ra do dòng rò.

**3.6.2**

**Dòng thất thoát**

dòng điện chạy xuống đất hoặc vào các chi tiết dẫn điện ngoài trong một mạch trong trường hợp không có sự cố

**3.6.3**

**Dòng rò (/S)**

một phần của dòng điện gây ra do một hệ thống điện kéo một chiều đi theo các đường dẫn không phải là mạch hồi lưu

**3.6.4**

**Bảo vệ chống hiệu ứng ca-tốt**

Miễn nhiễm điện hóa tạo ra do một phân cực ca-tốt thích hợp

[IEC 60050-111-15-40]

**3.7 Gom dòng**

**3.7.1**

**Gom dòng**

truyền dòng điện từ mạch tiếp xúc đến phương tiện

**3.7.2**

**Bộ gom dòng**

thiết bị được lắp trên phương tiện và dùng để gom dòng điện từ một dây tiếp xúc hoặc ray dẫn điện

[IEC 60050-811-32-01]

**3.7.3**

**Thiết bị lấy điện**

thiết bị để gom dòng điện từ một hoặc nhiều dây tiếp xúc, được tạo thành từ một thiết bị có khớp nối được thiết kế để cho phép đầu thiết bị lấy điện di chuyển theo chiều dọc

[IEC 60050-811-32-02]

**3.7.4**

**Bộ dẫn động**

cụm chi tiết để gom dòng điện từ một ray dẫn điện

[IEC 60050-811-32-19]

**3.7.5 xe chạy điện**

thiết bị gom dòng điện từ một dây tiếp xúc bằng một bánh xe có rãnh hoặc guốc hãm trượt tiếp xúc gắn trên một cực có thể di chuyển theo bất kỳ hướng nào

[IEC 60050-811-32-08]

**3.8 Các thiết bị dòng điện dư**

**3.8.1**

**Thiết bị dòng điện dư (RCD)**

Thiết bị đóng ngắt cơ khí được thiết kế để đóng, mang và ngắt các dòng điện trong các điều kiện hoạt động bình thường hoặc mở các mạch tiếp xúc khi dòng điện dư đạt đến một giá trị cho sẵn trong những điều kiện xác định

CHÚ THÍCH Một thiết bị dòng điện dư có thể là một tổ hợp các chi tiết riêng rẽ khác nhau được thiết kế để dò và đánh giá dòng điện dư và để đóng và ngắt dòng điện.

[IEC 60050-442-05-02]

**3.8.2**

**Thiết bị ngắt dòng điện dư không có bảo vệ quá dòng lắp sẵn (RCCB)**

thiết bị ngắt dòng điện dư không được thiết kế để thực hiện các chức năng bảo vệ chống quá tải và/hoặc ngắn mạch

[IEC 60050-442-05-03]

**3.8.3**

**Thiết bị ngắt dòng điện dư có bảo vệ quá dòng lắp sẵn (RCBO)**

thiết bị ngắt dòng điện dư được thiết kế để thực hiện các chức năng bảo vệ chống quá tải và/hoặc ngắn mạch

[IEC 60050-442-05-04]

**3.9 Thuật ngữ chung**

**3.9.1**

**người được huấn luyện (về điện)**

người được tư vấn hay được giám sát thích hợp bởi người có trình độ về điện để có thể nhận biết rủi ro và tránh được các mối nguy hiểm mà điện có thể gây ra

[IEC 60050-195-04-02]

**3.9.2**

**đường đi bộ cho phép bên cạnh đường ray**

con đường an toàn bên cạnh đường ray chỉ dành cho những người được cho phép

**3.9.3**

**giám sát**

hoạt động được thực hiện hoặc bằng tay hoặc tự động nhằm theo dõi tình trạng của một hạng mục

CHÚ THÍCH Giám sát tự động có thể được thực hiện bên trong hoặc bên ngoài hạng mục.

[IEC 60050-191-07-26]

**3.9.4**

**khu vực công cộng**

khu vực không hạn chế ra vào đối với mọi người

**3.9.5**

**khu vực cấm**

khu vực chỉ dành cho những người được cho phép

**4 Khu vực mạch tiếp xúc và khu vực bộ gom dòng**

**4.1 Các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao**

Các khu vực này được quy định cho các biện pháp bảo vệ theo 6.3 và là các khu vực có các giới hạn nhìn chung không bị vượt quá do một mạch tiếp xúc trên cao bị hở hoặc do một bộ gom và các đoạn của bộ gom được cấp điện bị ngắt điện hoặc bị hở.

Các kết cấu và thiết bị có thể vô tình tiếp xúc với một mạch tiếp xúc trên cao có điện bị hở hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của một bộ gom dòng bị hở hoặc bị ngắt điện và do đó chúng có điện. Hình 1 quy định khu vực được coi là có thể xảy ra tiếp xúc như vậy bên trong.

CHÚ THÍCH 1 Một bộ gom dòng bị ngắt kết nối với mạch tiếp xúc trên cao do một tai nạn có thể vẫn có điện nếu tàu có nhiều bộ gom dòng được kết nối điện hoặc nếu tàu đang phanh bằng một phanh khứ hồi.

Các tham số *X, Y, Z* trong Hình 1 sẽ được xác định theo các quy chuẩn quốc gia.

CHÚ THÍCH 2 Một giá trị tiêu chuẩn được đưa ra cho tham số *X* là 4 m, *Y* là 2 m và *Z* là 2 m.

CHÚ THÍCH 3 Cách bố trí dích dắc đã được đưa vào xem xét trong kích thước *X*.

Nếu bộ gom dòng là một thiết bị lấy điện, thì chiều rộng của khu vực bộ gom dòng *Y* là kết quả của:

- nửa chiều rộng của thiết bị lấy điện *Lp*/2,

- chuyển động ngang của thiết bị lấy điện *S*1,

- khoảng cách an toàn điện *S*el theo EN 50119, và

- khoảng cách an toàn *S*2 đối với thiết bị lấy điện bị hở hoặc bị ngắt điện.

Y = Lp/2 + S1 + Sel + S2

Chiều cao của khu vực bộ gom dòng *Z* phụ thuộc vào:

- chiều cao tối đa của bộ gom dòng được nâng hoàn toàn *H*max đo được từ TOR,

- khoảng cách an toàn điện *S*el theo EN 50119,

- khoảng cách an toàn về chiều cao *S*3 đối với thiết bị lấy điện bị hở.

*Z = Hmax + Sel + S3 - HP*

Điểm *HP* là vị trí của dây dẫn cao nhất của mạch tiếp xúc trên cao trong tất cả các điều kiện hoạt động được xem xét ở giữa khu gian. Các giới hạn của khu vực mạch tiếp xúc trên cao dưới TOR được mở rộng theo chiều dọc xuống phía dưới cho đến khi đến mặt đất.

Các giới hạn này không cần phải được mở rộng dưới bề mặt trên của bản mặt cầu khi tàu chạy qua cầu.

Trong trường hợp các mạch tiếp xúc trên cao không hoạt động, khu vực mạch tiếp xúc trên cao phải được mở rộng tương ứng.

Khi có thể chứng minh được là không chắc rằng một ray dẫn điện trên cao sẽ phá hủy và gây nguy hiểm cho khu vực lân cận, thì trong bối cảnh này không cần một khu vực ray dẫn điện trên cao, mà cần một khu vực bộ gom dòng.

Khu vực bộ gom dòng đối với các xe chạy điện sẽ được xác định theo các quy chuẩn quốc gia.



**Chú giải**

*TOR* đỉnh ray

*HP* điểm cao nhất của mạch tiếp xúc trên cao

*OCLZ* khu vực mạch tiếp xúc trên cao

*CCZ* khu vực bộ gom dòng

*TCL* mạch giữa khu gian

*X* OCLZ (nửa) ngang đơn hướng tối đa, cấp độ đỉnh ray

*Y* CCZ (nửa) ngang đơn hướng tối đa

*Z* khoảng cách từ HP đến SH

*S*1 chiều rộng của chuyển động ngang của bộ gom dòng

*S*2 khoảng cách an toàn theo chiều ngang đối với bộ gom dòng bị hở hoặc bị ngắt điện

*S*3 khoảng cách an toàn theo chiều dọc đối với bộ gom dòng bị hở hoặc bị ngắt điện

*S*el khoảng cách an toàn điện theo EN 50119

*S*H chiều cao tối đa của khu vực bộ gom dòng

*L*p chiều rộng bộ gom dòng

*H*max chiều cao tối đa của bộ gom dòng được nâng lên hoàn toàn

**Hình 1 — Khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng**

### 4.2 Các hệ thống ray dẫn điện

Trong trường hợp một ray dẫn điện gần các đường ray chạy tàu, không yêu cầu khu vực mạch tiếp xúc.

CHÚ THÍCH Rủi ro về một mạch điện ray dẫn điện bị hở có thể được bỏ qua.

Xem 5.5 để biết các biện pháp chống tiếp xúc trực tiếp. Các giới hạn của khu vực bộ gom dòng phải được cơ quan quản lý cơ sở hạ tầng quy định theo từng trường hợp cụ thể.

### 4.3 Các hệ thống ô tô buýt chạy điện

Khu vực này được quy định cho các biện pháp bảo vệ theo 5.6.3 và là khu vực có các giới hạn nhìn chung không bị vượt quá do một mạch tiếp xúc trên cao bị hở và/hoặc do một xe chạy điện và các đoạn của xe chạy điện được cấp điện bị ngắt điện hoặc bị hở.

Các kết cấu và thiết bị có thể vô tình tiếp xúc với một mạch tiếp xúc trên cao có điện bị hở hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của một xe chạy điện bị hở hoặc bị ngắt điện và do đó chúng có điện. Hình 2 quy định khu vực được coi là có thể xảy ra tiếp xúc như vậy bên trong.

Các tham số *X, Y, Z* trong Hình 2 sẽ được xác định theo các quy chuẩn quốc gia.

CHÚ THÍCH Một giá trị tiêu chuẩn được đưa ra cho tham số *X* là 4 m, *Y* là 0,6 m và *Z* là 1 m.

Trong trường hợp ô tô buýt chạy điện, xe chạy điện và đầu bộ gom dòng được dẫn hướng bởi dây tiếp xúc: do đó các tham số *L*P và *S*1 bằng không.

Chiều rộng của khu vực bộ gom dòng Y là kết quả của:

- khoảng cách an toàn điện Sel theo EN 50119, và

- khoảng cách an toàn *S*2 đối với xe chạy điện bị hở hoặc bị ngắt điện.

*Y = Sel + S2*

Chiều cao của khu vực bộ gom dòng *Z* phụ thuộc vào:

- chiều cao tối đa của xe chạy điện được nâng hoàn toàn *H*max đo được từ mặt đường,

- khoảng cách an toàn điện *S*el theo EN 50119;

- khoảng cách an toàn về chiều cao *S*3 đối với bộ gom dòng bị hở.

*Z = Hmax + Sel + S3 - HP*

Điểm HP là vị trí của dây dẫn cao nhất của mạch tiếp xúc trên cao trong tất cả các điều kiện hoạt động. Không cần mở rộng các giới hạn của khu vực mạch tiếp xúc trên cao ngoài mặt cầu trên khi xe buýt chạy qua cầu.



**Chú giải**

*HP* điểm cao nhất của mạch tiếp xúc trên cao

*RS* mặt đường

*OCLZ* khu vực mạch tiếp xúc trên cao

*CCZ* khu vực bộ gom dòng

*BCL* mạch giữa hai dây

*X* OCLZ (nửa) ngang đơn hướng tối đa, bề mặt đỉnh đường

*Y* CCZ (nửa) ngang đơn hướng tối đa

*Z* khoảng cách từ HP đến SH

*S*2 khoảng cách an toàn theo chiều ngang đối với bộ gom dòng bị hở hoặc bị ngắt điện

*S*3 khoảng cách an toàn theo chiều dọc đối với bộ gom dòng bị hở hoặc bị ngắt điện

*S*el khoảng cách an toàn điện theo EN 50119

*S*H chiều cao tối đa của khu vực bộ gom dòng

*H*max chiều cao tối đa của bộ gom dòng được nâng lên hoàn toàn

**Hình 2 — Khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng cho các hệ thống ô tô buýt chạy điện**

# 5 Các biện pháp chống tiếp xúc trực tiếp

### 5.1 Điều khoản chung

Theo HD 60364-4-41, không yêu cầu phải có biện pháp chống tiếp xúc trực tiếp đối với các mạch có điện áp danh định từ AC 25 V hoặc DC 60 V trở xuống. Tuy nhiên, điều này sẽ không áp dụng nếu mạch có liên quan được kết nối với mạch hồi lưu kéo.

Trong các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao, sử dụng một trong các biện pháp chống tiếp xúc trực tiếp sau đây:

- bảo vệ bằng khoảng cách an toàn;

- bảo vệ bằng vật cản.

Tất cả các vật cách điện được kết nối trực tiếp với một chi tiết có dòng điện chạy qua sẽ được coi là một chi tiết có dòng điện chạy qua khi xem xét các kích thước khoảng cách an toàn trong Tiêu chuẩn Châu Âu này, trừ các chi tiết bằng dây tổng hợp dài hơn 2 m (1 m dưới lớp vỏ bọc) so với chi tiết có dòng điện chạy qua.

## **5.2 Bảo vệ bằng khoảng cách an toàn**

**5.2.1 Mặt phẳng đứng**

Đối với các mặt phẳng đứng mà con người có thể tiếp cận, phải tạo khoảng cách an toàn để chạm vào một mạch thẳng như được chỉ ra trong Hình 3 và 4 chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc trên cao cũng như các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe (ví dụ: bộ gom dòng, dây dẫn trên mui xe, điện trở). Khoảng cách an toàn này không áp dụng cho các hệ thống ray dẫn điện gần các đường ray chạy tàu (tham khảo 5.5).

Các khoảng cách an toàn được đưa ra trong Hình 3 và Hình 4 là các giá trị tối thiểu phải được duy trì ở mọi nhiệt độ và trong phạm vi đầy đủ các tải điện và cơ khí của dây dẫn. Do các thông lệ hiện tại của quốc gia hoặc khu vực, các khoảng cách an toàn lớn hơn hoặc kích cỡ lưới nhỏ hơn có thể được cơ quan quản lý cơ sở hạ tầng có liên quan quy định.

Mặc dù có thể có tiếp xúc với các chi tiết có dòng điện chạy qua, thế nhưng biện pháp bảo vệ này không bắt buộc nếu các biện pháp khác đã được thực hiện để đảm bảo cách ly khỏi nguồn điện.

CHÚ THÍCH 1 Chạm vào một mạch thẳng có nghĩa là một người có thể tiếp cận các chi tiết có dòng điện chạy qua từ một mặt phẳng đứng mà không sử dụng bất cứ vật gì.

CHÚ THÍCH 2 Hình 3 và Hình 4 giả định rằng mặt phẳng đứng không đủ khả năng chống tiếp xúc với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên dưới hoặc bên cạnh bề mặt đó. Trong thực tế, tùy thuộc vào cấu tạo, mặt phẳng đứng có thể đáp ứng yêu cầu về biện pháp vật cản. Trong trường hợp này, có thể áp dụng các khoảng cách an toàn thấp hơn cho các vật cản.

CHÚ THÍCH 3 Những khoảng cách an toàn này đã được xác định trên cơ sở tầm với như được quy định trong HD 60364-4-41, có bổ sung biên độ an toàn. Biên độ an toàn đã được xác định tùy thuộc vào điện áp của hệ thống mạch tiếp xúc, dựa trên kinh nghiệm và dựa trên việc mặt phẳng đứng ở trong khu vực cấm hay khu vực công cộng.

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 khu vực công cộng

2 khu vực cấm

3 mặt phẳng đứng

**Hình 3 — Khoảng cách an toàn tối thiểu từ các mặt phẳng đứng của con người tới các chi tiết bên ngoài xe và các chi tiết của các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao có điện áp thấp chạy qua**

Kích thước tính theo mét



Chú giải

1 Khu vực công cộng

2 Khu vực cấm

3 Mặt phẳng đứng

**Hình 4 — Khoảng cách an toàn tối thiểu từ các mặt phẳng đứng của con người tới các chi tiết bên ngoài xe và các chi tiết của các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao có điện áp cao chạy qua**

**5.2.2 Các trường hợp ngoại lệ đối với những người đang làm việc**

Phải quy định các khoảng cách an toàn mà những người đang làm việc gần các hệ thống mạch tiếp xúc được cấp điện cần quan sát trong các thông số kỹ thuật vận hành. Nếu không có các thông số kỹ thuật vận hành, thì sử dụng các khoảng cách an toàn được thể hiện trong Hình 3 và Hình 4 hoặc các khoảng cách an toàn tới các vật cản theo 5.3.

Không bao gồm các mặt phẳng đứng hoặc sàn làm việc được sử dụng chỉ để thực hiện công việc tại hoặc trong vùng lân cận của hệ thống mạch tiếp xúc.

GHI CHÚ Ví dụ như mái sân ga, sàn làm việc và ván làm việc tại cầu tín hiệu, sàn làm việc tại biển báo hiệu, thang bảo trì, lồng làm việc của sàn làm việc thủy lực, sàn làm việc của xe tháp.

**5.2.3 Các biển cảnh báo**

Phải lắp đặt các biển cảnh báo ở những khu vực có nguy cơ nghiêm trọng về việc những người đang làm việc sắp tiếp xúc đến các giới hạn của các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc như được nêu trong 5.2.1. Phải lắp đặt các biển cảnh báo như vậy ở vị trí nổi bật và dễ nhìn thấy bên cạnh vị trí ra vào. Biển báo phải phù hợp với ISO 3864 (xem Phụ lục B). Nếu cần, có thể lắp đặt một biển báo bổ sung thích hợp.

**5.2.4 Chiều cao tối thiểu của các mạch tiếp xúc trên cao so với đường**

Trường hợp một đường giao thông có lưu lượng xe cộ bình thường đi qua hoặc trùng với đường sắt, tàu điện hoặc ô tô buýt chạy điện được cấp điện bởi một mạch tiếp xúc trên cao và không có giới hạn giao thông đường bộ nào được quy định, thì trừ khi có quy định khác trong quy chuẩn quốc gia, phải cung cấp một khoảng cách an toàn theo chiều dọc tối thiếu như được nêu dưới đây giữa mặt đường và điểm thấp nhất của mạch tiếp xúc trên cao và các bộ cấp điện liên quan.

Khoảng cách an toàn theo chiều dọc tối thiếu giữa mặt đường và mạch tiếp xúc trên cao là:

- đối với điện áp thấp, 4,70 m;

- đối với điện áp cao, 5,50 m.

Nếu không thể cung cấp khoảng cách an toàn tối thiểu cần thiết và trừ khi có quy định khác trong quy chuẩn quốc gia, thì phải giới hạn chiều cao tối đa của phương tiện đường bộ được phép đi dưới mạch tiếp xúc trên cao để đảm bảo các khoảng cách an toàn tối thiểu theo chiều dọc dưới đây giữa điểm cao nhất của phương tiện đường bộ (bao gồm tải trọng) và các chi tiết có dòng điện chạy qua:

a) đối với điện áp thấp:

1) 0,50 m, nếu chỉ sử dụng các biển báo giao thông đường bộ chỉ báo chiều cao tối đa cho phép của xe,

2) 0,30 m, nếu lắp dựng các rào chắn cố định bổ sung (ví dụ: một vật cản cứng hoặc một dây kim loại cố định chắc chắn có thể nhìn thấy thì phải có các biển cảnh báo treo) ở cả hai phía của đường giao nhau để giới hạn chiều cao xe đó;

b) đối với điện áp cao:

1) 1,00 m, nếu chỉ sử dụng các biển báo giao thông đường bộ chỉ báo chiều cao tối đa cho phép của xe,

2) 0,50 m, nếu lắp dựng các rào chắn cố định bổ sung (ví dụ: một vật cản cứng hoặc một dây kim loại cố định chắc chắn có thể nhìn thấy thì phải có các biển cảnh báo treo) ở cả hai phía của đường giao nhau để giới hạn chiều cao xe đó.

**5.2.5 Các bộ cấp điện trên các đường chịu tải**

Không nên đặt các bộ cấp điện hoặc các bộ cấp điện cho mạch trong các hệ thống điện áp cao trên các đường chịu tải hoặc các đường tránh tàu. Khi không tránh được, giữa các bề mặt của sàn chịu tải (dốc thoải) và các bộ cấp điện phải có khoảng cách theo chiều dọc tối thiểu là 12,00 m.

**5.2.6 Khoảng cách an toàn giữa các chi tiết có dòng điện chạy qua của các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao và cây**

Đối với đường sắt có điện áp cao, khoảng cách giữa các chi tiết có dòng điện chạy qua của hệ thống mạch tiếp xúc trên cao và các nhánh cây hoặc bụi cây ít nhất phải bằng 2,50 m trong trường hợp không có gió hoặc tải trọng băng.

### 5.3 Bảo vệ bằng vật cản

**5.3.1 Điều khoản chung**

Nếu không thể duy trì các khoảng cách an toàn như được nêu trong 5.2.1 đến 5.2.5, các vật cản phải được cung cấp biện pháp chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua. Thiết kế của vật cản phụ thuộc vào vị trí của các mặt phẳng đứng thể hiện trong Hình 5 và Hình 6 so với các chi tiết có dòng điện chạy qua, phụ thuộc vào điện áp danh định, khoảng cách an toàn giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua và phụ thuộc vào việc mặt phẳng đứng ở trong khu vực cấm hay khu vực công cộng.

Các vật cản phải có kích thước sao cho con người không thể chạm vào các chi tiết có dòng điện chạy qua trong một mạch thẳng trên một mặt phẳng đứng.

Trong trường hợp vật cản được làm bằng vật liệu dẫn điện, áp dụng các yêu cầu trong 6.2.



**Chú giải**

1 dây kiểu xích

2 dây tiếp xúc

3 bộ cấp điện

4 sàn làm việc

GHI CHÚ Các số đề cập đến các điều khoản phụ tương ứng.

**Hình 5 — Các mặt phẳng đứng con người có thể tiếp xúc với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe và các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao**



GHI CHÚ Các số đề cập đến các điều khoản phụ tương ứng.

**Hình 6 - Các mặt phẳng đứng con người có thể tiếp cận với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe và các hệ thống ray dẫn điện**

Chỉ có thể cung cấp các vật cản thuộc loại sau:

- tường mang lực hoặc cửa có tường mang lực;

- cấu trúc lưới.

Bên trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng, các vật cản phải đáp ứng các thông số kỹ thuật sau đây:

a) các vật cản không dẫn điện phải là tường mang lực hoặc cửa dạng tường mang lực

1) đối với các hệ thống điện áp cao, phải cung cấp khung nối đất cho các vật cản trong phạm vi 0,60 m đến các chi tiết có dòng điện chạy qua;

2) phải lựa chọn các vật liệu không dẫn điện do những ảnh hưởng có thể có của độ ẩm, bức xạ cực tím, tấn công hóa học và hư hỏng do môi trường khác, cũng như do việc tiếp xúc với các chi tiết có dòng điện chạy qua.

b) không sử dụng các cấu trúc lưới làm bằng kim loại bọc chất dẻo.

Phải xây dựng vật cản để ngăn các chi tiết có dòng điện chạy qua tiếp xúc không chủ định (ngẫu nhiên) với các bộ phận của cơ thể. Các vật cản phải được cố định bằng máy và chắc chắn. Các vật cản chỉ có thể được tháo lắp khi sử dụng dụng cụ. Phải cố định các vật cản để đảm bảo duy trì khoảng cách đến các chi tiết có dòng điện chạy qua.

Phải duy trì khoảng cách an toàn tối thiểu giữa các vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua. Khoảng cách an toàn điện phải tương ứng với khoảng cách an toàn thích hợp như được nêu trong EN 50119 có bổ sung các chiều dài dưới đây:

- 0,03 m đối với tường mang lực hoặc cửa dạng tường mang lực, nếu không thể loại trừ tình trạng cong vênh;

- 0,10 m đối với cấu trúc lưới, nếu không có khoảng cách an toàn tối thiểu khác được nêu trong 5.3.2.1 và 5.3.3.1.

**5.3.2 Các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng**

**5.3.2.1 Các vật cản đối với các mặt phẳng đứng gần kề các chi tiết có dòng điện chạy qua**

Phải cung cấp các khoảng cách an toàn thể hiện trong Hình 3 và Hình 4 cho các mặt phẳng đứng đến các chi tiết có dòng điện chạy qua gần kề bên ngoài xe hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của hệ thống mạch tiếp xúc. Nếu không đạt được các khoảng cách an toàn này, thì phải cung cấp các vật cản tuân thủ các yêu cầu sau đây.

Nếu chiều cao khoảng cách an toàn giữa đỉnh của vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua là 1,00 m (xem Hình 7 a)), thì vật cản phải có thiết kế tường mang lực (hoặc IP2X theo EN 60529 đối với điện áp thấp) cao 1,00 m, được phủ lên bởi một cấu trúc lưới có kích cỡ lưới tối đa 1 200 mm2 đến chiều cao tổng thể ít nhất là 1,80 m. Cấu trúc lưới phải được bố trí để đảm bảo không thể leo qua vật cản. Nếu không đạt được khoảng cách an toàn này, vật cản phải có thiết kế tường mang lực (hoặc IP2X đối với điện áp thấp) cao 1,80 m (xem Hình 7 b)). Kích thước *d* giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua, như thể hiện trong Hình 7, sẽ được xác định như mô tả trong 5.3.1.

Vật cản không được có khoảng cách với mặt phẳng đứng.

Đỉnh của các vật cản này phải được thiết kế sao cho khó đứng hoặc đi trên đó.

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 thiết kế tường mang lực hoặc vật cản phù hợp với Cấp bảo vệ IP2X như được quy định trong EN 60529

2 tấm chắn lưới có kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)

3 giới hạn đến các chi tiết có dòng điện chạy qua

d là khoảng cách an toàn trong không khí giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua theo 5.3.1

x là khoảng cách bổ sung:

x = 0 đối với thiết kế tường mang lực

x = 1,0 đối với IP2X cho điện áp thấp

x = 1,5 đối với kích cỡ lưới 1200 mm2

a dựa trên các yêu cầu được đưa ra trong 5.3.2.2.

b có thể được giảm cùng mức độ khi chiều cao h vượt quá giá trị 1,8.

max (d + x; 1,0) có nghĩa là (d + x), nhưng ít nhất phải bằng 1,0.

**Hình 7 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua gần kề bên ngoài xe hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc**

**5.3.2.2 Các vật cản đối với các mặt phẳng đứng bên trên các chi tiết có dòng điện chạy qua**

Các mặt phẳng đứng bên trên các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc phải có thiết kế tường mang lực.

Chiều dài của mặt phẳng đứng dạng tường mang lực phải tương ứng với khu vực bộ gom dòng và mở rộng ra ngoài các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc ít nhất 0,50 m ở mỗi phía. Trong trường hợp không sử dụng các dây dẫn để gom dòng (ví dụ: bộ cấp điện cho mạch, bộ cấp điện tăng cường, mạch tiếp xúc trên cao không hoạt động), thì chiều rộng tối thiểu phải bằng 0,50 m ở mỗi phía của dây dẫn với điều kiện có tính đến chuyển động do các hiệu ứng động và hiệu ứng nhiệt.

Dọc theo các mặt của các mặt phẳng đứng này, phải cung cấp các vật cản để ngăn bất kỳ tiếp xúc trực tiếp nào với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe và các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc, ngay cả khi sử dụng một cần hoặc vòi phun chất lỏng. Phải cung cấp các vật cản này theo chiều dài ít nhất là tương ứng với chiều dài bắt buộc của mặt phẳng đứng trong thiết kế tường mang lực. Các vật cản có thể là bất kỳ kết cấu nào tương ứng với Cấp bảo vệ IP3X theo EN 60529 hoặc bất kỳ kết cấu nào khác có cùng mức độ an toàn.

Trong trường hợp các vật cản ngang vượt ra ngoài các vật cản dọc ít nhất:

- 0,50 m đối với điện áp thấp,

- 1,50 m đối với điện áp cao,

thì, đối với những điều sau:

- đối với điện áp thấp, một khoảng cách an toàn biên 1,45 m như thể hiện trong Hình 3,

- đối với điện áp cao, một khoảng cách an toàn biên 2,25 m như thể hiện trong Hình 4

được chấp nhận để đưa chúng lên đỉnh của vật cản dọc, thay vì mép của mặt phẳng đứng (xem Hình A.1 a) đối với điện áp thấp và Hình A.2 a) đối với điện áp cao). Do đó, chiều cao của vật cản dọc sẽ tăng lên khi cần thiết để đạt được khoảng cách an toàn này. Vật cản ngang phải được thiết kế sao cho khó đứng hoặc đi trên đó.

GHI CHÚ 1 Để đạt được điều này, vật cản ngang phải được thiết kế sao cho rõ ràng đó không phải là mặt phẳng đứng, hoặc phải làm nghiêng hướng lên hoặc hướng xuống (xem Hình A.1 a) đối với điện áp thấp và Hình A.2 a) đối với điện áp cao).

Khi không có vật cản nằm này, vật cản dọc phải tuân thủ các yêu cầu của 5.3.2.1 (xem Hình A.1 b) đối với điện áp thấp và Hình A.2 b) đối với điện áp cao). Giải pháp thay thế (xem Hình A.1 c) đối với điện áp thấp và Hình A.2 c) đối với điện áp cao) cũng được chấp nhận.

Đỉnh của các vật cản này phải được thiết kế sao cho khó đứng hoặc đi trên đó.

Mọi vật cản dọc phải có thiết kế tường mang lực, hoặc Cấp bảo vệ IP2X như được quy định trong EN 60529, và ít nhất có chiều cao đến 1,00 m (xem Hình A.1 đối với điện áp thấp và Hình A.2 đối với điện áp cao), ngoại trừ trường hợp của vật cản ngang nói trên, trong trường hợp một rào chắn là đủ nếu có các khoảng cách an toàn theo yêu cầu trong Hình 3 và Hình 4.

GHI CHÚ 2 Ngoài các yêu cầu về an toàn điện, có thể có các yêu cầu bổ sung để các vật cản cung cấp mức độ an toàn theo các quy chuẩn quốc gia.

**5.3.3 Các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực cấm**

**5.3.3.1 Các vật cản đối với các mặt phẳng đứng gần kề các chi tiết có dòng điện chạy qua**

Với các mặt phẳng đứng gần kề các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của hệ thống mạch tiếp xúc, có thể sử dụng các vật cản có cấu trúc tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 và có chiều cao h ít nhất là 1,80 m khi các chi tiết có dòng điện chạy qua nằm trên mặt phẳng đứng (xem Hình 8 a) đối với điện áp thấp và Hình 9 a) đối với điện áp cao).

Nếu các chi tiết có dòng điện chạy qua có cùng độ cao hoặc thấp hơn mặt phẳng đứng, thì chiều cao *h* của vật cản phải được thiết kế để duy trì một khoảng cách an toàn là:

- 1,35 m đối với điện áp thấp,

- 1,50 m đối với điện áp cao,

từ đỉnh của vật cản như thể hiện trong Hình 3 (xem Hình 8 b) đối với điện áp thấp) và Hình 4 (xem Hình 9 b) đối với điện áp cao).

Khoảng cách an toàn giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua ít nhất phải bằng:

- 0,30 m đối với điện áp thấp,

- 0,60 m đối với điện áp cao.

Nếu không duy trì được khoảng cách an toàn này, các vật cản phải được thiết kế theo 5.3.4 đối với điện áp thấp hoặc có thiết kế tường mang lực và không có khe hở giữa vật cản và mặt phẳng đứng (xem Hình 8 c) và Hình 8 d ) đối với điện áp thấp và Hình 9 c) và Hình 9 d) đối với điện áp cao). Kích thước *d* giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua, như được thể hiện:

- trong Hình 8 đối với điện áp thấp, và

- trong Hình 9 đối với điện áp cao,

được xác định như mô tả trong 5.3.1.

Kích thước tính theo mét, kích thước được ghi là kích thước tối thiểu





**Chú giải**

1 thiết kế tường mang lực hoặc vật cản phù hợp với Cấp bảo vệ IP2X như được quy định trong EN 60529

2 tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)

3 Giới hạn đến các chi tiết có dòng điện chạy qua

*d*  là khoảng cách an toàn trong không khí giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua theo 5.3.1

a được lấy từ Hình 3

b dựa trên các yêu cầu được đưa ra trong 5.3.3.2

c có thể được giảm cùng mức độ khi chiều cao *h* vượt quá giá trị 1,8 m.

**Hình 8 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp thấp**

Kích thước tính theo mét, kích thước được ghi là kích thước tối thiểu





Chú giải

1 thiết kế tường mang lực hoặc vật cản phù hợp với Cấp bảo vệ IP2X như được quy định trong EN 60529

2 tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)

3 Giới hạn đến các chi tiết có dòng điện chạy qua

*d* là khoảng cách an toàn trong không khí giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua theo 5.3.1

a được lấy từ Hình 4

b dựa trên các yêu cầu được đưa ra trong 5.3.3.2

c có thể được giảm cùng mức độ khi chiều cao *h* vượt quá giá trị 1,8 m.

**Hình 9 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp với các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp cao**

**5.3.3.2 Các vật cản đối với các mặt phẳng đứng bên trên các chi tiết có dòng điện chạy qua**

Đối với các mặt phẳng đứng bên trên các chi tiết có dòng điện chạy qua bên ngoài xe hoặc các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc, thì phải thiết kế các vật cản theo 5.3.4 hoặc phải có thiết kế tường mang lực (xem Hình 10 a) và Hình 11). Nếu khoảng cách an toàn tối thiểu giữa các vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua là 0,60 m đối với điện áp thấp, thì có thể cung cấp các lối đi bộ có cấu trúc lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 làm các vật cản (xem Hình 10 b)).

Chiều dài của mặt phẳng đứng dạng tường mang lực hoặc cấu trúc lưới phải tương ứng với khu vực bộ gom dòng và mở rộng ra ngoài các chi tiết có dòng điện chạy qua của một hệ thống mạch tiếp xúc ít nhất 0,50 m ở mỗi phía. Trong trường hợp không sử dụng các dây dẫn để gom dòng (ví dụ: bộ cấp điện cho mạch, bộ cấp điện tăng cường, mạch tiếp xúc trên cao không hoạt động), thì chiều rộng tối thiểu phải bằng 0,50 m ở mỗi phía của dây dẫn với điều kiện có tính đến chuyển động do các hiệu ứng động và hiệu ứng nhiệt.

Phải cung cấp các vật cản có cấu trúc tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 ít nhất là ở các mặt của các mặt phẳng đứng đó. Chiều cao *h* của các vật cản phải được thiết kế để duy trì một khoảng cách an toàn:

- 1,35 m đối với điện áp thấp như thể hiện trong Hình 3 (xem Hình 10 a) và Hình 10 b));

- 1,50 m đối với điện áp cao như thể hiện trong Hình 4 (xem Hình 11);

từ đỉnh của các vật cản. Những vật cản này ít nhất phải dài bằng chiều dài của mặt phẳng đứng bên trên các chi tiết có dòng điện chạy qua.

GHI CHÚ Chiều cao của các vật cản phụ, nếu cần, nhìn chung sẽ tương ứng với chiều cao của hàng rào chắn an toàn cần thiết nhưng ít nhất phải là 1,00 m.

Kích thước *d* giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua, như được thể hiện trong Hình 10 và Hình 11 được xác định như mô tả trong 5.3.1.

Kích thước tính theo mét, Kích thước được ghi là kích thước tối thiểu

****

**Chú** **giải**

1 thiết kế tường mang lực hoặc vật cản phù hợp với Cấp bảo vệ IP2X như được quy định trong EN 60529

2 tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)

3 giới hạn đến các chi tiết có dòng điện chạy qua

d là khoảng cách an toàn trong không khí giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua theo 5.3.1

a được lấy từ Hình 3

b dựa trên các yêu cầu được đưa ra trong 5.3.2.2

**Hình 10 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực cấm để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua ở bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp thấp**

Kích thước tính theo mét, Kích thước được ghi là kích thước tối thiểu



**Chú giải**

1 thiết kế tường mang lực hoặc vật cản phù hợp với Cấp bảo vệ IP2X như được quy định trong EN 60529

2 tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)

3 giới hạn đến các chi tiết có dòng điện chạy qua

d là khoảng cách an toàn trong không khí giữa vật cản và các chi tiết có dòng điện chạy qua theo 5.3.1

a được lấy từ Hình 4

b dựa trên các yêu cầu được đưa ra trong 5.3.3.2

**Hình 11 — Các ví dụ về các vật cản đối với các mặt phẳng đứng trong các khu vực cấm để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua ở bên ngoài xe hoặc các chi tiết của hệ thống mạch tiếp xúc mang điện áp cao**

**5.3.4 Cấp bảo vệ cho các vật cản đối với điện áp thấp**

Đối với điện áp thấp, các vật cản phải đáp ứng các yêu cầu về cấp bảo vệ IP2X theo EN 60529 với khoảng cách tối thiểu đến các chi tiết có dòng điện chạy qua là 0,50 m hoặc phải có thiết kế tường mang lực.

**5.3.5 Các biện pháp chống leo trèo**

Thông thường, không cần phải có các biện pháp chống leo trèo. Tuy nhiên, trong các trường hợp chính đáng, các biện pháp chống leo trèo có thể trở nên cần thiết.

###  5.4 Các biện pháp bảo vệ khi làm việc trong các điều kiện có điện

**5.4.1 Điều khoản chung**

Tiêu chuẩn Châu Âu này chỉ xem xét các biện pháp bảo vệ khi làm việc trong các điều kiện có điện trong các hệ thống điện áp thấp.

Thiết bị điện phải được xây lắp để đảm bảo có thể sử dụng các biện pháp cần thiết để bảo vệ con người khi làm việc tại hoặc trên các hệ thống điện. Ngoài ra, cũng phải tính đến các quy tắc vận hành và bảo trì các thiết bị điện trong thiết kế. Các quy trình làm việc phải được nhà sản xuất và người dùng thống nhất.

Điều này không áp dụng cho các vị trí tại đó yêu cầu này là không thể thực hiện được về mặt kỹ thuật, ví dụ: vật cách điện theo đoạn, điểm giao nhau của các mạch tiếp xúc trên cao của tàu điện và ô tô buýt chạy điện và các mạch tiếp xúc trên cao của ô tô buýt chạy điện.

GHI CHÚ Yêu cầu này có thể được đáp ứng bằng cách lắp đặt cách điện bổ sung trong hệ thống mạch tiếp xúc trên cao để đạt được các đoạn trung hòa dài ít nhất 0,50 m mỗi đoạn, đảm bảo tiếp xúc đồng thời với các điện thế khác nhau trong khu vực làm việc trực tiếp được loại bỏ hoàn toàn hoặc đến một mức độ đáng kể.

Không sử dụng các vật cách điện có thiết kế mà khi đó các kết cấu hỗ trợ có thể có điện trong các điều kiện có sự cố (ví dụ, vật cách điện hình yên ngựa hoặc vật cách điện vòng kẹp) cho hệ thống mạch tiếp xúc trên cao, tại đó có diễn ra hoạt động làm việc trong điều kiệncó điện.

**5.4.2 Các mạch tiếp xúc trên cao đối với các đường sắt hoặc tàu điện bên dưới các kết cấu**

Trong trường hợp các mạch tiếp xúc trên cao được treo bên dưới các kết cấu (đường hầm, đường chui) nơi công việc cần được thực hiện từ một sàn làm việc cách điện trong khi mạch được cấp điện, thì phải lắp đặt các vật cản cách điện hoặc các vật cản cách điện có kết cấu có chiều rộng tối thiểu là 1,00 m ở cả hai phía giữa khu gian nếu khoảng cách an toàn đến các cấu kiện nối đất nhỏ hơn 1,00 m (xem Hình 12). Các vật cản này phải dài hơn 0,50 m so với mép của kết cấu.

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 dây tiếp xúc

2 vật cản cách điện

3 cách bố trí dích dắc

4 phần giữa khu gian

5 cần cách điện

6 bệ đỡ

GHI CHÚ Cách bố trí dích dắc đã được đưa vào xem xét trong kích thước 1,00 m.

**Hình 12 — Ví dụ về một vật cản cách điện bên dưới một kết cấu**

**5.4.3 Các mạch tiếp xúc trên cao đối với các hệ thống ô tô buýt chạy điện bên dưới các kết cấu**

**5.4.3.1 Các hệ thống không nối đất**

Trong trường hợp các mạch tiếp xúc trên cao được treo bên dưới các kết cấu (đường hầm, đường chui) nơi công việc cần được thực hiện từ một sàn làm việc cách điện trong khi mạch vẫn được cấp điện, thì phải lắp đặt các vật cản cách điện hoặc các vật cản cách điện có kết cấu có chiều rộng tối thiểu là 1,00 m ở hai bên đường dây trung tâm của dây tiếp xúc nếu khoảng cách an toàn đến các cấu kiện nối đất nhỏ hơn 1,00 m (xem Hình 13). Các vật cản này phải dài hơn 0,50 m so với mép của kết cấu.

 Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 dây tiếp xúc

2 vật cản cách điện

4 mạch giữa hai dây

5 cần cách điện

6 bệ đỡ

GHI CHÚ Theo EN 50119 khoảng cách giữa các dây tiếp xúc thường là 0,60 m hoặc 0,70 m.

**Hình 13 — Ví dụ về một vật cản cách điện bên dưới một kết cấu đối với hệ thống ô tô buýt chạy điện không nối đất**

**5.4.3.2 Các hệ thống có một trong các dây tiếp xúc được nối đất hoặc kết nối với mạch hồi lưu của một hệ thống tàu điện**

Trong trường hợp các mạch tiếp xúc trên cao được treo bên dưới các kết cấu (đường hầm, đường chui) nơi công việc cần được thực hiện từ một sàn làm việc cách điện trong khi mạch được cấp điện, thì phải lắp đặt các vật cản cách điện hoặc các vật cản cách điện có kết cấu có chiều rộng tối thiểu là 0,65 m ở cả hai phía của dây tiếp xúc không nối đất nếu khoảng cách an toàn đến các cấu kiện nối đất nhỏ hơn 1,00 m (xem Hình 14). Các vật cản này phải dài hơn 0,50 m so với mép của kết cấu.

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 dây tiếp xúc

2 vật cản cách điện

4 mạch giữa hai dây

5 cần cách điện

6 bệ đỡ

7 mạch dây tiếp xúc dương

GHI CHÚ Theo EN 50119 khoảng cách giữa các dây tiếp xúc thường là 0,60 m hoặc 0,70 m.

**Hình 14 — Ví dụ về một vật cản cách điện bên dưới một kết cấu đối với một hệ thống ô tô buýt chạy điện có dây tiếp xúc âm được nối đất hoặc kết nối với mạch hồi lưu của một hệ thống tàu điện**

GHI CHÚ Hình 14 cũng được áp dụng trong trường hợp dây tiếp xúc dương nối đất, trong trường hợp này cần phải trao đổi "+" và "-".

**5.5 Các biện pháp chống điện giật cụ thể trong các hệ thống ray dẫn điện**

**5.5.1 Vị trí của ray dẫn điện tại các sàn làm việc**

Các ray dẫn điện phải ở bên cạnh khu gian cách sàn làm việc càng xa càng tốt. Điều này áp dụng cho tất cả các trường hợp ngoại trừ một khu gian đơn nằm giữa hai sàn làm việc.

**5.5.2 Các trường hợp ngoại lệ**

Có thể bỏ qua các yêu cầu được đưa ra trong 5.3.3 trong trường hợp các xe có bộ dẫn động cho các ray dẫn điện nếu bộ dẫn động không mở rộng một khoảng lớn vượt ngoài khuôn khổ xe. Trong các ga đường sắt, phải phân biệt rõ ràng các cách vận hành nội bộ.

**5.5.3 Các biện pháp bảo vệ trong các toa xưởng**

Đối với các toa xưởng không thể đặt một ván lát bảo vệ xung quanh ray dẫn điện, không sử dụng hệ thống ray dẫn điện. Phải sử dụng một hệ thống ô tô buýt chạy điện hoặc các hệ thống khác để cấp điện cho xe. Trong trường hợp này, các thông lệ làm việc quốc gia hoặc được xác định tại địa phương sẽ đảm bảo an toàn xung quanh bất kỳ chi tiết có dòng điện chạy qua nào của một xe được cấp điện trong một toa xưởng, chẳng hạn như bộ dẫn động.

**5.5.4 Ván lát bảo vệ đối với các ray dẫn điện trong các khu vực cấm**

Trong trường hợp các hệ thống ray dẫn điện tiếp xúc phía dưới, bề mặt của ray dẫn điện mà bộ gom dòng không chạm tới phải được bảo vệ bằng ván lát bảo vệ.

Trong trường hợp các hệ thống ray dẫn điện tiếp xúc bên, bề mặt trên và bên mà bộ gom dòng không chạm tới phải được bảo vệ bằng ván lát bảo vệ.

**5.5.5 Các yêu cầu đối với các ray dẫn điện tiếp xúc trên trong các khu vực công cộng**

Các thanh chắn chống xâm phạm làm bằng vật liệu không dẫn điện phải được lắp đặt song song với khu gian với khoảng cách ≥ 2,00 m khi được đo dọc theo đường khu gian, ở cả đường ngang công cộng và đường ngang riêng. Ray dẫn điện phải được kết thúc 0,30 m tính từ mép của thanh chắn chống xâm phạm (xem Hình 15).

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 thanh chắn chống xâm phạm

2 đường ray chạy tàu

3 ray dẫn điện

**Hình 15 — Đường ngang công cộng, đường ngang riêng**

Các thanh chắn chống xâm phạm phải có bề mặt để người và động vật khó có thể đi trên đó.

Tại các đường ngang công cộng có cổng được bảo vệ theo 5.3.2.1 ngoại trừ khoảng cách an toàn cần thiết giữa cổng và mặt phẳng đứng và ngăn tiếp cận vào đường sắt khi đường đang mở, ray dẫn điện phải được kết thúc 0,30 m tính từ mép của đường ngang. Không yêu cầu có các thanh chắn chống xâm phạm hoặc ván lát bảo vệ.

Tại các đường ngang riêng có cổng được bảo vệ theo đoạn trên và ngăn tiếp cận công cộng vào đường sắt, ray dẫn điện phải được kết thúc 0,30 m tính từ mép của đường ngang. Phải cung cấp ván lát bảo vệ kép với khoảng cách tối thiểu là 2,00 m.

GHI CHÚ Áp dụng các bộ yêu cầu khác nhau cho các đường ngang công cộng và đường ngang riêng do những khác biệt trong hoạt động sử dụng.

**5.5.6 Các yêu cầu đối với các ray dẫn điện tiếp xúc trên trong các khu vực cấm**

Đối với các hệ thống ray dẫn điện tiếp xúc trên, áp dụng các yêu cầu sau đây:

Trường hợp lối ra từ một tòa nhà hoặc vị trí thiết bị quay về phía đường ray nằm trong phạm vi 1,00 m của ray dẫn điện và không có rào chắn vật lý nào được cung cấp, thì phải lắp đặt ván lát bảo vệ đơn bên ngoài ray dẫn điện, mở rộng 1,00 m ra một trong hai bên của vị trí (xem Hình 16).

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 ván lát bảo vệ đơn

2 đường ray chạy tàu

3 ray dẫn điện

4 cabin và bậc

5 ô và cửa

**Hình 16 - Các kết cấu bên cạnh đường ray**

Tại các vị trí điện thoại trên cột tín hiệu, phải lắp đặt ván lát bảo vệ kép với khoảng cách 8,00 m, bắt đầu từ 7,00 m ở phía tiếp cận của cột tín hiệu có điện thoại (xem Hình 17).

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 ván lát bảo vệ kép

2 đường ray chạy tàu

3 ray dẫn điện

4 cột tín hiệu có điện thoại

**Hình 17 — Cột tín hiệu có điện thoại**

Nếu điện thoại và cột tín hiệu không ở cùng một vị trí, thì sử dụng vị trí của điện thoại để đặt ván lát bảo vệ.

Trường hợp đường đi bộ nằm bên cạnh đường ray trong phạm vi 2,00 m của một ray dẫn điện và không có rào chắn vật lý, phải cung cấp ván lát bảo vệ bên ngoài ray dẫn điện, mở rộng 1,00 m ra một trong hai bên ở phía cuối tuyến đường (xem Hình 18).

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 ván lát bảo vệ đơn

2 đường ray chạy tàu

3 ray dẫn điện

**Hình 18 — Đường đi bộ cho phép bên cạnh đường ray**

Đối với các giao cắt đường sắt được điều khiển, ray dẫn điện phải được kết thúc 2,00 m tính từ giao cắt với ván lát bảo vệ kép được lắp đặt với khoảng cách tối thiểu là 2,00 m (xem Hình 19).

Kích thước tính theo mét



**Chú giải**

1 ván lát bảo vệ kép

2 đường ray chạy tàu

3 ray dẫn điện

**Hình 19 — Giao cắt với đường sắt được điều khiển (ga đường sắt, ga hàng hóa, giao cắt phân trạm)**

**5.6 Các biện pháp chống điện giật cụ thể trong các hệ thống không sử dụng bánh xe đối với mạch hồi lưu**

**5.6.1 Điều khoản chung**

Điều khoản này áp dụng cho các hệ thống sử dụng một dây dẫn cách điện đối với mạch hồi lưu để dòng điện kéo không chạy vào các đường ray chạy tàu trong những điều kiện bình thường. Ví dụ như các hệ thống ray dẫn điện một chiều “Ray thứ ba và thứ tư” và một số loại hệ thống xoay chiều ba pha hoặc hệ thống đường ray đơn và ô tô buýt chạy điện.

**5.6.2 Các hệ thống đường sắt**

**5.6.2.1 Sử dụng các đường ray chạy tàu làm nối đất bảo vệ của xe**

Nếu thiết kế của xe là thiết kế sao cho một sự cố trên một chi tiết có dòng điện chạy qua của một thiết bị trên xe có thể kết nối một mạch tiếp xúc hoặc một dây hồi lưu với các đường ray chạy tàu, thì thiết bị của phân trạm phải tự động cách ly mọi sự cố chạm đất mà thiết bị của xe không cách ly được. Xem thêm 10.3.1.

**5.6.2.2 Các hệ thống mà xe không yêu cầu phải được kết nối điện với các đường ray chạy tàu**

Nếu thiết bị của xe được thiết kế sao cho không có sự cố nào trên xe sẽ kết nối một mạch tiếp xúc với các chi tiết dẫn điện hở của xe, và không cần một kết nối từ xe xuống đất thông qua các đường ray chạy tàu, thì áp dụng 5.6.3.2. Ngoài ra, các sự cố chạm đất trên các mạch tiếp xúc phải được cách ly trong một thời gian đủ ngắn để giảm xuống mức thực tế thấp nhất nguy cơ nhiều sự cố chạm đất sẽ gây ra các điện áp tiếp xúc hoặc quá tải nhiệt quá mức cho phép của các dây nối và các chi tiết có liên quan.

**5.6.3 Các hệ thống ô tô buýt chạy điện**

**5.6.3.1 Điều khoản chung**

Cách điện của mỗi dây tiếp xúc phải phù hợp với điện áp danh định của hệ thống theo EN 50163.

**5.6.3.2 Các hệ thống không nối đất**

Các mạch tiếp xúc trên cao không nối đất phải có một thiết bị giám sát cách điện để giám sát tình trạng cách điện giữa mỗi dây tiếp xúc và đất.

Bất cứ khi nào một khu vực cấp điện phải được ngắt nguồn, thì phải ngắt cả hai dây tiếp xúc. Được phép đóng ngắt tuần tự.

**5.6.3.3 Các hệ thống nối đất**

Trong trường hợp một trong hai dây tiếp xúc được nối đất, phải đáp ứng các điều kiện sau đây:

- bất cứ khi nào lắp đặt một thiết bị đóng ngắt trong dây nối đất, thì phải lắp đặt một thiết bị đóng ngắt khác trong dây còn lại và thiết bị đóng ngắt phải được khóa liên động sao cho không thể mở trước khi mở công tắc nguồn,

- chỉ được nối đất tại một điểm tại mỗi khu vực cấp điện được cách điện với các khu vực cấp điện khác.

Cáp rãnh phải tuân thủ các yêu cầu được đưa ra trong 10.3.1.

**5.6.3.4 Nguồn cấp điện của ô tô buýt chạy điện kết nối với nguồn cấp điện của một tàu điện**

Trong trường hợp sử dụng chung một hệ thống nguồn cấp điện kéo cho một hệ thống ô tô buýt chạy điện và một hệ thống tàu điện, phải đáp ứng các điều kiện sau đây:

- kết nối hệ thống ô tô buýt chạy điện bằng dây tiếp xúc với mạch hồi lưu của hệ thống tàu điện mà không có bất kỳ ngắt mạch nào;

- trong trường hợp lắp đặt một thiết bị đóng ngắt trong dây nối với mạch hồi lưu của tàu điện, thì phải lắp đặt một thiết bị đóng ngắt khác trong dây còn lại và thiết bị đóng ngắt phải được khóa liên động sao cho không thể mở trước khi mở công tắc nguồn;

- mạch hồi lưu của ô tô buýt chạy điện phải được kết nối ít nhất một lần với mạch hồi lưu của hệ thống tàu điện.

GHI CHÚ 1 Các khu vực cấp điện đối với ô tô buýt chạy điện và tàu điện phải được tách riêng với nhau và được cấp điện bởi các thiết bị ngắt dòng khác nhau bên trong các phân trạm.

GHI CHÚ 2 Phải xem xét dòng hồi lưu bổ sung của hệ thống tàu điện trong hệ thống hồi lưu của hệ thống ô tô buýt chạy điện và ngược lại.

**6 Các biện pháp chống tiếp xúc gián tiếp và điện thế ray quá mức cho phép**

**6.1 Các biện pháp chống tiếp xúc gián tiếp**

Phải cung cấp các biện pháp chống tiếp xúc gián tiếp cho các chi tiết dẫn điện trần và cho các bộ phận của các hệ thống mạch tiếp xúc.

Trong các hệ thống kéo, phương pháp tối ưu để đạt được an toàn điện là kết nối với mạch hồi lưu.

GHI CHÚ Phương pháp này sử dụng mạch hồi lưu để dẫn dòng điện trong các điều kiện có sự cố và tự động ngắt kết nối nguồn cấp điện.

**6.2 Các biện pháp bảo vệ cho các chi tiết dẫn điện trần trong khu vực mạch tiếp xúc hoặc khu vực bộ gom dòng**

**6.2.1 Các hệ thống điện kéo xoay chiều**

Các chi tiết dẫn điện trần của nguồn cấp điện kéo và không kéo được đặt trong khu vực mạch tiếp xúc hoặc khu vực bộ gom dòng phải được kết nối trực tiếp với mạch hồi lưu.

GHI CHÚ Phương pháp tối ưu để đạt được điều này là kết nối với các đường ray chạy tàu hoặc dây hồi lưu.

Nếu xác định được rằng không thể kết nối trực tiếp một trong các đường ray chạy tàu hoặc các chi tiết dẫn điện trần với mạch hồi lưu (ví dụ mạch điện ray) thì phải sử dụng một thiết bị hạn chế điện áp (VLD-F tính năng tối thiểu) để tạo ra đường dẫn cho dòng điện trong trường hợp các đường ray chạy tàu này (đường ray cách điện) hoặc các chi tiết dẫn điện trần có điện.

**6.2.2 Các hệ thống điện kéo một chiều**

**6.2.2.1 Điều khoản chung**

Không kết nối trực tiếp các chi tiết dẫn điện trần của nguồn cấp điện kéo và không kéo được đặt trong khu vực mạch tiếp xúc hoặc khu vực bộ gom dòng và không cách điện từ đất với mạch hồi lưu do những ảnh hưởng của ăn mòn gây ra do dòng rò, xem EN 50122-2. Lúc này, phải sử dụng một thiết bị hạn chế điện áp (VLD-F tính năng tối thiểu) để tạo một kết nối mở từ các chi tiết dẫn điện trần đến mạch hồi lưu để tạo ra một đường ngắn mạch và do đó gây gián đoạn dòng điện trong một thời gian ngắn để giữ điện áp trong giới hạn nêu trong Bảng 6 hoặc trong 9.3.2.3.

Phải áp dụng tất cả các thiết bị hạn chế điện áp theo Phụ Lục F.

**6.2.2.2 Các trường hợp ngoại lệ trong các đường hầm**

Đối với các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao từ 3 kV DC trở xuống và trong phạm vi các quy chuẩn quốc gia cho phép, có thể bỏ qua các yêu cầu được nêu trong 6.2.2.1 đối với các cột trống kim loại của các hệ thống treo mạch tiếp xúc trên cao trong các đường hầm bên ngoài khu vực như được thể hiện trong Hình 4. Điều này đòi hỏi phải sử dụng các vật cách điện, khôi phục lại tính chất điện môi của chúng ngay cả sau khi xảy ra một sự cố phóng điện.

Các chi tiết kim loại thường không thể tiếp cận có thể không phải nối đất. Điều này là do các đặc tính của vật cách điện và để tăng khả năng bảo trì vốn khó khăn trong các đường hầm. Trong trường hợp này, có thể cố định các cột chống kim loại vào mái vòm trên đỉnh hầm bằng cách sử dụng loại vữa có đặc tính cách điện tốt.

Trường hợp các quy chuẩn quốc gia cho phép thực hiện công tác bảo trì trên các kết cấu gần kề các chi tiết có dòng điện chạy qua, áp dụng các biện pháp theo 5.2.2 có xem xét đến việc các cột chống có điện thế thả nổi cũng là các chi tiết có dòng điện chạy qua.

**6.2.3 Các trường hợp ngoại lệ đối với các hệ thống điện kéo điện áp thấp**

**6.2.3.1 Điều khoản chung**

Cho phép các trường hợp ngoại lệ sau đây đối với 6.2.2, với điều kiện là tất cả các rủi ro điện giật được xem xét và giảm xuống mức chấp nhận được như được quy định trong các quy chuẩn quốc gia.

**6.2.3.2 Cách điện kép hoặc cách điện tăng cường của mạch tiếp xúc trên cao**

Các kết cấu hỗ trợ bao gồm các cột cho các hệ thống mạch tiếp xúc trên cao không cần phải được nối đất cũng không cần phải kết nối với mạch hồi lưu nếu cách điện của mạch tiếp xúc trên cao đã được tăng gấp đôi hoặc được tăng cường như được quy định trong EN 61140. Các hướng dẫn và quy trình bảo trì phải đảm bảo rằng các vật cách điện bị khiếm khuyết hoặc có các vật thể hoặc vật liệu bên ngoài vắt ngang phải được khắc phục kịp thời để không có kết cấu nào có điện và gây nguy hiểm do vật cách điện không hiệu quả.

**6.2.3.3 Kết nối của các kết cấu hỗ trợ của mạch tiếp xúc trên cao với mạch hồi lưu**

Nếu các kết cấu hỗ trợ của đường sắt một chiều có điện áp thấp được kết nối với mạch hồi lưu trái ngược với 6.2.2, thì các kết cấu phải được cách điện với đất. Khả năng cách điện phải được chứng minh thông qua các phép đo.

GHI CHÚ Xem EN 50122-2 để biết độ dẫn theo chiều dài của mạch hồi lưu và các kết cấu được kết nối với mạch hồi lưu.

**6.2.3.4 Các biện pháp phòng ngừa hư hỏng của các vật cách điện ray dẫn điện**

Phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa để không có ray dẫn điện nào sẽ được kết nối với đất dẫn đến gây ra các điện áp tiếp xúc quá mức cho phép trên các đường ray chạy tàu, hoặc gây nguy cơ cháy hoặc hư hỏng do nhiệt cho thiết bị. Đặc biệt, các rủi ro này phải được xem xét về các kết nối giả giữa ray dẫn điện và các bản đệm, các bu lông cố định của các vật cách điện ray dẫn điện. Nếu các bản đệm không được kết nối mở theo 6.2.2, phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa khác để hạn chế rủi ro ở mức chấp nhận được theo các quy chuẩn quốc gia, chẳng hạn như:

- thường xuyên vệ sinh các vật cách điện;

- nhanh chóng loại bỏ rác, đặc biệt là rác dẫn điện, từ các đường ray;

- các vật cách điện kép hoặc tăng cường theo quy định của EN 61140;

- cách điện đáng tin cậy các bản đệm và bu lông cố định với đất, ví dụ bằng cách gắn chúng vào các khối gỗ;

- sử dụng các hộp cách điện để bảo vệ các bản đệm không tiếp xúc với các ray dẫn điện qua các vật thể bên ngoài.

**6.2.4 Neo của các cột gỗ**

Phải lắp đặt một vật cách điện trong neo của các cột gỗ bên ngoài khu vực không kết nối các kết cấu hỗ trợ của hệ thống mạch tiếp xúc trên cao với mạch hồi lưu như trong Hình 3 và Hình 4.

**6.3 Các biện pháp bảo vệ cho các kết cấu dẫn điện một phần hoặc toàn phần**

**6.3.1 Các kết cấu trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng**

**6.3.1.1 Các biện pháp bảo vệ bằng kết nối với mạch hồi lưu**

Áp dụng các biện pháp bảo vệ trong Mục 6.2 cho các kết cấu kim loại để đảm bảo không có điện áp tiếp xúc nguy hiểm nào còn lại.

GHI CHÚ 1 Các kết cấu kim loại có thể bao gồm:

- cầu tín hiệu và cổng tín hiệu;

- cầu;

- mái hiên của sân ga;

- ống;

- hàng rào;

- lán và vỏ hộp thiết bị;

- đường ray chạy tàu của các hệ thống kéo không dùng điện.

GHI CHÚ 2 Một ví dụ về các kết cấu dẫn điện một phần là kết cấu bê tông cốt thép.

Cốt thép kim loại của các kết cấu bê tông phải được xử lý tương tự như các kết cấu kim loại ngoại trừ các kết cấu áp dụng cả hai điều kiện sau đây:

- kết cấu không thể truyền điện thế nguy hiểm từ vị trí sự cố;

- khả năng tiếp xúc với một chi tiết có dòng điện đi qua là thấp sao cho rủi ro là chấp nhận được, hệ thống tiếp xúc trên cao hoặc kết cấu có thể bị hư hỏng nếu sự cố không bị gián đoạn trong một thời gian đủ ngắn.

Các biện pháp bảo vệ này phải được hài hòa với các biện pháp quy định cho các hệ thống điện kéo một chiều theo quy định trong EN 50122-2 để giảm ăn mòn do các dòng rò.

**6.3.1.2 Các trường hợp ngoại lệ đối với các chi tiết dẫn điện nhỏ**

Đối với các chi tiết dẫn điện có kích thước nhỏ không cần phải thực hiện bất kỳ biện pháp bảo vệ nào miễn là phải đáp ứng các điều kiện sau đây cũng như các điều kiện trong Bảng 1:

- chi tiết không hỗ trợ hoặc có chứa thiết bị điện hoặc chi tiết chỉ chứa thiết bị điện phù hợp với Cấp bảo vệ II, tham khảo 7.3.2;

- một người tiếp cận chi tiết từ bất kỳ hướng nào có thể nhìn thấy nếu một dây dẫn có dòng điện chạy qua đang chạm vào chi tiết.

**Bảng 1 — Các kích thước tối đa đối với các chi tiết dẫn điện nhỏ**

Kích thước tính theo mét

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Loại chi tiết dẫn điện | Điện áp thấp | Điện áp cao |
| Song song với đường ray | Nằm ngang, góc bên phải của đường ray | Song song với đường ray | Nằm ngang, góc bên phải của đường ray |
| dẫn điện toàn phần | 15 | 2 | 3 | 2 |
| dẫn điện một phần | 15 | 2 | 15 | 2 |

GHI CHÚ 1 Điều này không bao gồm các hạng mục được sử dụng cho các biện pháp bảo vệ được nêu trong 6.2 và 7.3.

GHI CHÚ 2 Các chi tiết dẫn điện nhỏ bao gồm: nắp rãnh, cột tín hiệu, cột đường ngang, cột riêng, nhãn cảnh báo, thùng rác, hàng rào, cấu trúc lưới và kết cấu kim loại có chiều dài tối đa như được nêu trong Bảng 1.

Khoảng cách tối thiểu giữa hai hoặc nhiều chi tiết dẫn điện nhỏ phải lớn hơn khoảng cách an toàn điện được đưa ra trong EN 50119. Phải đảm bảo cách điện giữa các chi tiết này.

**6.3.1.3 Các trường hợp ngoại lệ đối với các chi tiết được lưu trữ tạm thời gần đường ray**

Không cần thực hiện các biện pháp bảo vệ này đối với các vật liệu dẫn điện được lưu trữ tạm thời gần đường ray, ví dụ: các đường ray chạy tàu trừ khi có yêu cầu trong các thông số kỹ thuật vận hành.

**6.3.1.4 Các biện pháp bảo vệ bằng vật cản**

Thay vì thực hiện các biện pháp bảo vệ được nêu trong 6.2 quy định đối với các kết cấu dẫn điện hoặc các thành phần kết cấu dẫn điện nằm trong khu vực bộ gom dòng hoặc khu vực mạch tiếp xúc trên cao, có thể lắp đặt một vật cản. Vật cản phải nằm giữa mạch tiếp xúc trên cao và các kết cấu hoặc các thành phần kết cấu và phải có chiều rộng ít nhất tương đương với chiều rộng của khu vực bộ gom dòng và khu vực mạch tiếp xúc trên cao và phải mở rộng ít nhất 0,50 m vượt ra ngoài phần cuối của kết cấu hoặc thành phần kết cấu. Vật cản phải đáp ứng các yêu cầu cách điện của cấp bảo vệ II hoặc phải được kết nối với mạch hồi lưu.

Nếu bộ gom dòng được dẫn hướng bởi mạch tiếp xúc trên cao (ví dụ như ô tô buýt chạy điện), thì có thể giảm chiều rộng khu vực bộ gom dòng bằng cách mở rộng vật cản xuống dưới ở cả hai phía của mạch tiếp xúc trên cao ít nhất 0,05 m bên dưới mạch tiếp xúc trên cao.

**6.3.2 Các chi tiết thuộc khu vực lân cận các đường ray**

Các chi tiết dẫn điện có khả năng có điện do ghép nối điện cảm hoặc điện dung với điện áp của mạch tiếp xúc phải được nối đất nếu không được kết nối trực tiếp với mạch hồi lưu.

Điều này áp dụng đối với:

a) hàng rào, biển hiệu bằng kim loại, v.v .. được lắp đặt dọc đường tàu,

b) các chi tiết trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao hoặc khu vực bộ gom dòng, khi kết nối với mạch hồi lưu:

1) được bỏ qua vì kích thước nhỏ,

2) không trực tiếp.

GHI CHÚ Nối đất thông qua bệ của các chi tiết này thường là đủ, miễn là không có các mối nối cách điện chủ ý được lắp vào.

**6.4 Giới hạn của các điện thế ray**

**6.4.1 Các hệ thống xoay chiều**

Nếu mạch hồi lưu không thể nối đất liên tục hoặc vĩnh viễn, thì phải thiết kế và xây dựng hệ thống xoay chiều sao cho các điện áp tiếp xúc không vượt quá các mức quy định trong 9.2. Nếu không tuân thủ 9.2, phải bảo vệ người dân tránh tiếp xúc với điện áp trên mạch hồi lưu, và không cho phép các nhân viên tiếp cận các đường ray chạy tàu và tàu, ngoại trừ trường hợp theo các quy trình tuân thủ các quy chuẩn quốc gia liên quan đến an toàn của những người được huấn luyện.

**6.4.2 Các hệ thống một chiều**

Để tránh điện áp tiếp xúc hiệu dụng quá mức cho phép, trong một số trường hợp nhất định, phải lắp đặt các thiết bị hạn chế điện áp (VLD-O tính năng tối thiểu, xem Phụ lục F) trong các ga hành khách để đạt được kết nối đẳng thế giữa mạch hồi lưu và đất.

Nếu trong các ga đường sắt, toa xưởng và các hệ thống đường sắt công nghiệp một chiều (ví dụ như khai thác than bề mặt), chỉ có thể bảo vệ chống điện áp tiếp xúc quá mức cho phép bằng cách nối đất trực tiếp các đường ray chạy tàu, thì các dòng rò sẽ tăng lên. Rủi ro từ các dòng rò phải được xem xét theo EN 50122-2.

**7 Các biện pháp bảo vệ cho các nguồn cấp điện không kéo có điện áp thấp**

**7.1 Điều khoản chung**

Điều khoản này áp dụng cho các nguồn cấp điện không kéo có điện áp thấp được đặc trưng bởi khả năng, trong những trường hợp cụ thể, truyền một điện áp nguy hiểm trên các khoảng cách dài. Do đó, không kết nối điện với các hệ thống nối đất ngoài đường sắt. Trong trường hợp có kết nối, cần có thỏa thuận giữa đơn vị quản lý cơ sở hạ tầng mạng lưới phía đường sắt và đơn vị quản lý cơ sở hạ tầng mạng khác. Cần chú ý giải quyết các điện thế được truyền và tình trạng dây cáp quá nóng (xem 10.2).

Các biện pháp sau đây áp dụng cho các nguồn cấp điện có điện áp thấp đó, nơi các chi tiết của các hệ thống đó hoặc kết cấu tương ứng (đất) có khả năng có kết nối với mạch hồi lưu của hệ thống đường sắt. Điều này sẽ được giả định cho:

- các đường sắt nơi kết cấu nối đất hoặc các chi tiết của kết cấu nối đất được kết nối với mạch hồi lưu,

- các đường sắt một chiều nơi kết cấu nối đất hoặc các chi tiết của kết cấu nối đất được kết nối với mạch hồi lưu thông qua một thiết bị hạn chế điện áp (VLD),

- các đường sắt một chiều nơi có thể có các dòng rò trong kết cấu nối đất hoặc các chi tiết của kết cấu nối đất,

- lắp đặt điện trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao và/hoặc khu vực bộ gom dòng.

GHI CHÚ 1 Các hệ thống sau đây bị nguy hiểm, ví dụ:

- các hệ thống dành cho người tiêu dùng,

- các hệ thống đèn tín hiệu hoặc đèn giao thông đường sắt,

- các hệ thống chiếu sáng,

- các nguồn cấp điện không kéo có điện áp thấp,

- các thiết bị điều khiển từ xa.

GHI CHÚ 2 Các hệ thống nêu trên có thể bị nguy hiểm do:

- một mạch tiếp xúc trên cao bị hở hoặc bộ gom dòng bị hở hoặc bị ngắt điện có thể truyền điện áp của mạch tiếp xúc trên cao trong các lắp đặt này khi chúng nằm trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao hoặc khu vực bộ gom dòng hoặc khi chúng có kết nối dẫn điện với các lắp đặt nằm trong những khu vực này,

- các dòng hồi lưu kéo, có thể làm quá tải các dây bảo vệ, dây PEN, hoặc có thể làm suy giảm các biện pháp bảo vệ khi các chi tiết dẫn điện trần được kết nối có chủ định và theo chức năng với mạch hồi lưu.

Theo HD 60364-4-41, phải cung cấp bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp đối với các điện áp danh nghĩa lên đến 50 V AC / 120 V DC trừ khi các yêu cầu liên quan như được quy định trong HD 60364-4-41: 2007, 411.1 được đáp ứng.

Các chi tiết dẫn điện mang thiết bị điện (không bao gồm cấp bảo vệ II) trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng không được coi là các chi tiết có kích thước nhỏ như được nêu trong 6.3.1.2.

**7.2 Các biện pháp có liên quan**

Ngoài các biện pháp theo yêu cầu trong các tiêu chuẩn liên quan khác, phải áp dụng các biện pháp bảo vệ sau đây như được nêu trong 7.3 và 7.4 cho các hệ thống điện cố định như được nêu trong 7.1. Các biện pháp bảo vệ này phải được hài hòa với các biện pháp quy định cho các hệ thống điện kéo một chiều theo quy định trong EN 50122-2 để giảm ảnh hưởng do các dòng rò.

**7.3 Các biện pháp bảo vệ cho các hệ thống điện trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao hoặc khu vực bộ gom dòng**

**7.3.1 Các chi tiết dẫn điện trần**

Các chi tiết dẫn điện trần trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao hoặc khu vực bộ gom dòng phải được kết nối trực tiếp hoặc thông qua một thiết bị hạn chế điện áp (VLD-F, xem Phụ lục F) với mạch hồi lưu, hoặc được bảo vệ bằng một vật cản chắc chắn. Nếu vật cản không được làm bằng vật liệu cách điện, thì vật cản đó phải được kết nối với mạch hồi lưu. Trong các hệ thống điện kéo một chiều, những vật cản này phải tuân thủ các yêu cầu được quy định trong EN 50122-2.

Các dây PE của hệ thống điện phải có diện tích tiết diện đủ để không quá nóng do phần dòng điện trong mạch hồi lưu có thể chạy trong dây. Thiết kế của mạch hồi lưu và kết nối đẳng thế phải được phối hợp với các mức cách điện của cáp cấp điện và cáp thông tin liên lạc được kết nối với thiết bị điện nằm trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao hoặc khu vực bộ gom dòng, hoặc vì các lý do khác được kết nối với mạch hồi lưu, để cáp và các hệ thống sẽ không bị hỏng nếu có sự cố chạm đất trên hệ thống mạch tiếp xúc.

**7.3.2 Các thiết bị có cấp bảo vệ II**

Nếu sử dụng thiết bị điện có cấp bảo vệ II theo EN 61140 thì quá điện áp tạm thời bền vững của thiết bị đó phải tương ứng với điện áp danh định của mạch tiếp xúc.

GHI CHÚ 1 EN 60664-1:2007, 3.3 quy định các mức quá áp tạm thời đối với thiết bị có điện áp thấp.

Thiết bị này không được kết nối với một dây PE.

Đối với các chi tiết dẫn điện nhỏ, mang thiết bị có cấp bảo vệ II, thì vẫn áp dụng các trường hợp ngoại lệ trong 6.3.1.2.

Trong trường hợp sử dụng thiết bị có cấp bảo vệ II có các biện pháp bảo vệ không tương ứng với điện áp danh định của mạch tiếp xúc, thì phải đáp ứng các yêu cầu đối với các chi tiết dẫn điện trần trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng.

GHI CHÚ 2 Vì những lý do kinh tế, thiết bị có cấp bảo vệ II đối với các hệ thống có điện áp cao là không khả thi.

**7.4 Các biện pháp bảo vệ cho các hệ thống bị nguy hiểm do mạch hồi lưu của nguồn cấp điện sức kéo**

**7.4.1 Thiết kế nguồn cấp điện phụ**

Phải thực hiện bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp đối với các thiết bị hoặc hệ thống không có cấp bảo vệ II bằng cách tự động ngắt kết nối nguồn cấp điện như được mô tả trong HD 60364-4-41.

Phải kết nối các chi tiết dẫn điện trần với một dây bảo vệ.

GHI CHÚ 1 HD 60364-4-41 phân biệt các hệ thống theo loại nối đất. Đối với các ứng dụng đường sắt, các hệ thống cố định thì hệ thống TN và hệ thống TT là phù hợp.

Các nguồn cấp điện phụ thường được cấp điện bằng lưới điện có điện áp cao, lưới điện có điện áp thấp công cộng hoặc bằng nguồn cấp điện sức kéo. Bảng 2 chỉ ra các loại nguồn cấp điện phụ và kết nối đặc trưng của nó với đất về phía đường sắt. Ngoài ra, Bảng 2 cũng trình bày hệ thống phân phối điện áp thấp áp dụng về phía đường sắt với điều kiện tiên quyết tương ứng.

**Bảng 2 — Các loại nguồn cấp điện phụ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Phía nhà cung cấp** | **Phía đường sắt** |
| **Loại nguồn cấp điện** | **Đặc trưng** | **Hệ thống áp dụng** | **Điều kiện tiên quyết** |
| Điện áp thấp công cộng | Đất và/hoặc dây trung tính từ các hệ thống nối đất ngoài đường sắt | Hệ thống TT | RCD |
| Hệ thống TN | Biến áp cuộn tách riêng |
| Điện áp cao | Đất và/hoặc dây trung tính từ các lắp đặt nối đất ngoài đường sắt | Hệ thống TN | Biến áp điện áp cao phụ trợ được bố trí trên kết cấu nối đất của đường sắt |
| Hệ thống TT | Biến áp điện áp cao phụ trợ không được bố trí trên kết cấu nối đất của đường sắt và RCD |
| Nguồn cấp điện sức kéo | Dây trung tính được kết nối với mạch hồi lưu hoặc kết cấu nối đất của đường sắt | Hệ thống TN | Biến áp phụ trợ được bố trí trên kết cấu nối đất của đường sắt hoặc bộ biến đổi d.c./a.c |

GHI CHÚ 2 Cho phép các loại thiết kế khác, ví dụ: Hệ thống IT.

**7.4.2 Nguồn cấp điện có điện áp thấp bằng hệ thống TT**

Tất cả các chi tiết dẫn điện trần cùng được bảo vệ bởi cùng một thiết bị bảo vệ phải được kết nối, cùng với các dây bảo vệ, với một hệ thống nối đất chung cho tất cả các chi tiết đó.

Nguồn cấp điện có thể đến từ nguồn cấp điện có điện áp thấp công cộng mà không cần biến áp cách ly.

Dây trung tính vào (PEN cũng như N và PE riêng biệt) của hệ thống cấp điện ngoài đường sắt được kết nối với đất từ xa. Trong bảng phân phối đường sắt, dây trung tính này chỉ được áp dụng là N. PE vào được kết thúc tại một thanh góp cách điện và không được sử dụng ở phía đường sắt. PE có nguồn gốc từ MEB, được kết nối với kết cấu nối đất của đường sắt.

Điện trở với đất RA đo tại MEB phải đáp ứng yêu cầu sau

*RA ≤ U / la*

trong đó

*U* là điện áp mạch-đất danh định *U*0 và trong trường hợp bảo vệ bởi RCD, *U* bằng 50 V theo HD 60364-4-41;

*I*a là dòng điện, tự động ngắt thiết bị bảo vệ trong vòng 0,4 s.

GHI CHÚ 1 Đối với thiết bị ngắt dòng, dòng điện này phụ thuộc vào đặc trưng ngắt theo đó đối với đặc trưng A dòng điện ngắt Ia = 3 x IN (dòng điện danh định), đối với đặc trưng B: Ia = 5 x IN; đối với đặc trưng C: Ia = 10 x IN; đối với đặc trưng D: Ia = 20 x IN (xem HD 60364-4-41 và EN 60898-1); ví dụ đối với một thiết bị ngắt dòng có đặc trưng B và dòng điện danh định là 16 A, thì cần điện trở nối đất tối đa là 230 V/(16 A x 2) = 2,88 Ω.

GHI CHÚ 2 Khi thiết bị bảo vệ là một thiết bị bảo vệ dòng điện dư, thì Ia là dòng điện làm việc dư định mức IΔn. (xem HD 60364-4-41).

GHI CHÚ 3 Có thể có các trường hợp ngoại lệ, chỉ áp dụng cho mạch điện có thiết bị được lắp đặt cố định.

Về cơ bản, nên lắp đặt RCD. Nếu điện trở nối đất của MEB không đủ thấp, sử dụng RCD.

Nếu thiết bị nằm ngoài khu vực mạch tiếp xúc trên cao và ngoài khu vực bộ gom dòng và nếu thiết bị có kết nối với thanh góp đẳng thế chính, thì không cần kết nối dây PE trong cáp cấp điện với chi tiết dẫn điện trần của thiết bị.

**7.4.3 Nguồn cấp điện có điện áp thấp bằng hệ thống TN**

Tất cả các chi tiết dẫn điện trần của thiết bị phải được nối với điểm nối đất của cuộn dây biến áp điện áp thấp, sử dụng dây bảo vệ được nối đất tại hoặc gần mỗi máy biến áp hoặc máy phát điện liên quan.

Để ngăn chặn việc truyền tải điện áp hoặc dòng điện nguy hiểm, cần phải tách biệt giữa đất công cộng và kết cấu nối đất của đường sắt. Trong trường hợp này, cần phải có các máy biến áp cuộn tách riêng để áp dụng hệ thống TN.

Nguồn cấp điện có thể đến từ:

- nguồn cấp điện điện áp thấp công cộng thông qua máy biến áp cuộn tách riêng;

- nguồn cấp điện điện áp cao thông qua máy biến áp phụ trợ.

Nối đất ngoài đường sắt đến phải được chấm dứt tại một thanh góp cách điện và không được sử dụng về phía đường sắt. Điểm nối sao trên cuộn dây thứ cấp của máy biến áp và khung của máy biến áp (chi tiết dẫn điện trần) phải được nối với MEB.

GHI CHÚ Trong các trường hợp đặc biệt, có thể cần kết nối khung với đất công cộng thông qua dây PE hoặc màn chắn của cáp đến. Sau đó, cần cách điện giữa khung máy biến áp và kết cấu nối đất của đường sắt.

Đối với các máy biến áp phụ trợ có cuộn dây sơ cấp được cấp điện từ điện áp kéo, các điểm trung hòa phía sơ cấp và thứ cấp phải được nối với kết cấu nối đất của đường sắt.

Hệ thống bảo vệ điện áp thấp phải là hệ thống TN-S. Nên sử dụng RCD trong các mạch phân phối cuối cùng. Phải sử dụng các thiết bị bảo vệ quá dòng theo HD 60364-4-41. Đồng thời, phải duy trì thời gian ngắt kết nối tối đa cho các hệ thống TN.

Nếu thiết bị nằm ngoài khu vực mạch tiếp xúc trên cao và ngoài khu vực bộ gom dòng và nếu thiết bị có kết nối với thanh góp đẳng thế chính, thì không cần kết nối dây PE trong cáp cấp điện với chi tiết dẫn điện trần của thiết bị.

**7.4.4 Các biện pháp đặc biệt**

**7.4.4.1 Các đường sắt chạy điện xoay chiều**

Đường ray chạy tàu của các đường sắt chạy điện xoay chiều được nối với kết cấu nối đất bao gồm các bệ cột, cốt thép đường dùng tấm bê tông và bệ của các kết cấu bên đường khác như đường hầm và cầu vượt. Do ràng buộc về tín hiệu, kết nối có thể chứa các kết nối trở kháng. Các đường ray chạy tàu và thanh góp đẳng thế chính của hệ thống cấp điện phụ trợ phải được kết nối với nhau. Đối với các thiết bị trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng, dây PE phải có khả năng mang dòng điện ngắn mạch tối đa. Trong trường hợp không thể, phải thực hiện kết nối trực tiếp với mạch hồi lưu. Trong trường hợp này, không kết nối dây PE với chi tiết dẫn điện trần của thiết bị.

Ngoài ra phải sử dụng các thiết bị bảo vệ quá dòng trong dây trung tính đối với các mạch điện không có RCD, tức là thiết bị ngắt dòng có hai hoặc bốn cực được bảo vệ theo EN 60898-1, nếu điện thế ray > 50 V. Trong trường hợp ngắt điện, phải ngắt đồng thời tất cả các dây dẫn. Không sử dụng cầu chì.

Hình 20 và Hình 21 lần lượt trình bày các biện pháp đối với một hệ thống TT và một hệ thống TN được áp dụng trong một hệ thống đường sắt chạy điện xoay chiều



**Chú giải**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 mạng lưới cấp điện2 mạng lưới đường sắt3 đất công cộng4 khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng 5 MEB | 6 ống dẫn nước và khí7 cấp nhiệt8 chống sét9 kết cấu nối đất đường sắt 10 chỉ yêu cầu nếu điện thế ray > 50 V |

**Hình 20 — Hệ thống TT cho các đường sắt chạy điện xoay chiều**

 

**Chú giải**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 mạng lưới cấp điện2 mạng lưới đường sắt3 đất công cộng4 khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng 5 MEB | 6 ống dẫn nước và khí7 cấp nhiệt8 chống sét9 kết cấu nối đất đường sắt 10 chỉ yêu cầu nếu điện thế ray > 50 V |

**Hình 21 — Hệ thống TN cho các đường sắt chạy điện xoay chiều**

GHI CHÚ 1 Ký hiệu nối đất tại các cột không biểu thị rằng mỗi cột cần một điện cực nối đất bổ sung.

GHI CHÚ 2 Thay vì thiết bị ngắt dòng, có thể sử dụng RCBO (IEC 60050-442-05-04) kết hợp với RCCB.

**7.4.4.2 Các đường sắt chạy điện một chiều**

Đường ray chạy tàu của các đường sắt chạy điện một chiều không được nối đất và nối kết cấu nối đất. Do ảnh hưởng của dòng rò, các đường ray chạy tàu và MEB của hệ thống cấp điện phụ trợ thường không được kết nối trực tiếp. Đối với các thiết bị trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng, dây PE phải có khả năng mang dòng điện sự cố kéo liên quan. Các thiết bị hạn chế điện áp (VLD) phải cung cấp kết nối giữa MEB và mạch hồi lưu trong trường hợp có hệ thống mạch tiếp xúc có sự cố nối đất.

Nếu thiết bị đó được lắp trên cột, thì phải lắp đặt kết nối giữa thiết bị và mạch hồi lưu qua VLD-F.

Không kết nối dây PE với các chi tiết dẫn điện trần của thiết bị.

Ngoài ra, các chi tiết dẫn điện trần có thể được nối với dây PE của cáp cấp điện thông qua một thiết bị thích hợp chẳng hạn như một tụ điện. Một điện trở phóng điện phải được kết nối song song với thiết bị thích hợp đó.

Kích thước của tụ điện phải đảm bảo sao cho dòng ngắt đáp ứng điện áp tiếp xúc cho phép.

GHI CHÚ 1 Thiết bị thích hợp ngăn dòng hồi lưu kéo chạy qua dây bảo vệ.

Nếu sử dụng thiết bị điện có cấp bảo vệ II (xem 7.3.2), thì có thể áp dụng các biện pháp đối với các chi tiết có kích thước nhỏ.

Không thể kết nối thiết bị điện áp thấp gắn trên thiết bị điện kéo hoặc các chi tiết được bảo vệ bởi một thiết bị bảo vệ sự cố khung với dây PE của cáp cấp điện điện áp thấp. Thiết bị phải được kết nối đẳng thế với khung của thiết bị điện kéo.

Nếu công việc được thực hiện trên xe, trên đường ray chạy tàu, hoặc trên chi tiết dẫn điện được kết nối với mạch hồi lưu, sử dụng thiết bị điện có cấp bảo vệ được cắm vào ổ cắm được cấp điện từ mạng lưới đường sắt, thì phải kết nối các ổ cắm chìm ở tường này với mạng lưới đường sắt bằng các thiết bị bảo vệ dòng điện dư hoặc bằng các máy biến áp cuộn tách riêng. Nếu sử dụng các thiết bị bảo vệ dòng điện dư, thì phải kết nối dây bảo vệ với dây PE thông qua một thiết bị thích hợp chẳng hạn như một tụ điện. Phải kết nối một điện trở phóng điện song song với một tụ điện.

Ngoài ra phải sử dụng các thiết bị bảo vệ quá dòng trong dây trung tính đối với các mạch điện không có RCD, tức là thiết bị ngắt dòng có hai hoặc bốn cực được bảo vệ theo EN 60898-1. Trong trường hợp ngắt điện, phải ngắt đồng thời tất cả các dây dẫn. Không sử dụng cầu chì.

Hình 22 và Hình 23 lần lượt trình bày các biện pháp đối với một hệ thống TT và một hệ thống TN được áp dụng trong một hệ thống đường sắt chạy điện một chiều.

Trong các toa xưởng và các vị trí tương tự, nơi các đường ray chạy tàu được cách điện từ mạch chính, thì MEB và các đường ray chạy tàu có thể được kết nối trực tiếp để giảm ảnh hưởng của điện áp tiếp xúc.



**Chú giải**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 mạng lưới cấp điện2 mạng lưới đường sắt3 đất công cộng4 khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng 5 MEB6 ống dẫn nước và khí | 7 cấp nhiệt8 chống sét9 kết cấu nối đất đường sắt 10 VLD11 cách điện thứ nhất12 cách điện thứ hai (chỉ đối với các hệ thống điện kéo điện áp thấp) |

**Hình 22 — Hệ thống TT cho các đường sắt chạy điện một chiều**



**Chú giải**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 mạng lưới cấp điện2 mạng lưới đường sắt3 đất công cộng4 khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng 5 MEB6 ống dẫn nước và khí | 7 cấp nhiệt8 chống sét9 kết cấu nối đất đường sắt 10 VLD11 cách điện thứ nhất12 cách điện thứ hai (chỉ đối với các hệ thống điện kéo điện áp thấp) |

**Hình 23 — Hệ thống TN cho các đường sắt chạy điện một chiều**

GHI CHÚ 2 Ký hiệu nối đất tại các cột không biểu thị rằng mỗi cột cần một điện cực nối đất bổ sung.

GHI CHÚ 3 Thay vì thiết bị ngắt dòng, có thể sử dụng RCBO (IEC 60050-442-05-04) kết hợp với RCCB.

**8 Các biện pháp bảo vệ tại những nơi sử dụng các hệ thống đường ray để mang theo dòng hồi lưu kéo, hoặc/và các hệ thống mạch tiếp xúc đi qua các khu vực nguy hiểm**

**8.1 Điều khoản chung**

Các yêu cầu được đưa ra trong 8.2 đến 8.6 được áp dụng cho các hệ thống có quy định về các biện pháp chống cháy nổ do tia lửa trong các tiêu chuẩn khác nếu không thể loại trừ ảnh hưởng cảm ứng, dẫn điện hoặc điện dung nguy hiểm từ đường sắt.

GHI CHÚ 1 Các khu vực nguy hiểm được xác định trong các quy chuẩn an toàn quốc gia.

GHI CHÚ 2 Cháy nổ do tia lửa có thể phát sinh từ:

- tiếp xúc với một mạch tiếp xúc;

- đứt một dây tiếp xúc;

- điện áp giữa các đường ray chạy tàu được sử dụng để mang dòng hồi lưu kéo và đất (điện thế ray);

- phóng tĩnh điện vào mạch hồi lưu;

- ngắt kết nối một chi tiết dẫn điện mang một phần dòng hồi lưu.

GHI CHÚ 3 Các ví dụ về các hệ thống như vậy bao gồm các hệ thống chất tải hoặc các bộ phận của các nhà máy lọc dầu hoặc các công ty hóa chất hoặc các kho chứa bồn chứa.

**8.2 Kết nối đẳng thế**

Mỗi đầu thu điện hồi phải được kết nối trực tiếp với mạch hồi lưu.

Các liên kết ngang phải được cung cấp trong các khoảng không quá 70 m giữa:

- các đường ray của một khu gian;

- các khu gian lân cận (Xem Hình 24).

Các khu gian và các lắp đặt dẫn điện gần kề phải được nối dẫn điện với nhau.



**Chú giải**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 khu vực mạch tiếp xúc trên cao theo Hình 12 đường biên của khu vực mạch tiếp xúc trên cao 3 đường biên của khu vực nguy hiểm4 kết nối với mạch hồi lưu và kết nối đẳng thế5 các liên kết ngang đườg ray với nhau | 6 các liên kết ngang khu gian với nhau7 đầu thu điện hồi8 sơ đồ nối dây mạch tiếp xúc trên cao9 công tắc có tiếp xúc đất 10 vật cách điện từng đoạn11 mạch hồi lưu (đường ray chạy tàu) |

**Hình 24 — Bố trí các liên kết ngang đường ray với nhau và các liên kết ngang khu gian với nhau (minh họa ray đôi) và ghép nối mạch tiếp xúc trong trường hợp đường tránh tàu có một mạch tiếp xúc**

**8.3 Hệ thống đường ống song song**

Không được phép sử dụng hệ thống đường ống mang chất lỏng hoặc khí đốt dễ nổ làm mạch hồi lưu song song.

Với hệ thống đường ống có nhiều đầu thu điện hồi nằm trong đường điện tiếp xúc hoặc nằm trong hành lang an toàn của thiết bị lấy điện, phải cách điện các đầu thu điện hồi nàyđầu thu điện hồiđầu thu điện hồi.

Mỗi chi tiết dẫn điện được kết nối với mạch hồi lưu phải được cách điện với đất. Điều này áp dụng cho cả đường sắt chạy điện xoay chiều cũng như đường sắt chạy điện một chiều.

**8.4 Mối nối cách điện**

Hệ thống đường ống mang chất lỏng hoặc khí đốt dễ nổ rời mạch tiếp xúc hoặc khu vực thiết bị lấy điện phải được cách điện và nằm bên ngoài mạch tiếp xúc hoặc khu vực thiết bị lấy điện (xem Hình 24). Mối nối cách điện phải chịu được điện áp của mạch tiếp xúc. Nếu con người có thể đi qua các mối nối cách điện, điện áp chạy qua mối nối không được vượt quá các giới hạn nêu trong Điều 9.

**8.5 Bộ chống sét**

Nếu các phần cách điện có khả năng xảy ra sự cố phóng điện hoặc đánh thủng điện áp thông qua hiện tượng sét đánh, thì các phần cách điện phải được bắc cầu bằng các bộ chống sét (xem Hình 25). Các bộ chống sét được sử dụng trong các khu vực nguy hiểm phải có thiết kế chống nổ. Cần chú ý để đảm bảo ngăn chặn hiện tượng bắc cầu ngẫu nhiên của các phần cách điện hoặc các bộ chống sét (ví dụ: bằng các công cụ).



**Chú giải**

1 khu vực mạch tiếp xúc trên cao theo Hình 1

2 đầu thu điện hồi

3 bộ chống sét

4 phần cách điện

5 kết nối với mạch hồi lưu và kết nối đẳng thế

TOR đỉnh ray

**Hình 25 — Vị trí của bộ chống sét bên ngoài khu vực mạch tiếp xúc trên cao của một đường tránh nếu có khả năng xảy ra các sự cố phóng điện của các phần cách điện thông qua các hiện tượng sét đánh**

**8.6 Mạch tiếp xúc của các đường tránh tàu**

Mạch tiếp xúc của đường tránh tàu có thể bị gián đoạn và có thể được kết nối với mạch hồi lưu bằng một phương pháp đảm bảo không khởi tạo quy trình tải trừ khi mạch tiếp xúc được kết nối với mạch hồi lưu (xem Hình 24).

**9 Những giới hạn đối với điện áp tiếp xúc và chống nguy hiểm của điện thế ray**

**9.1 Điều khoản chung**

**9.1.1 Điện thế ray**

Điện thế ray phụ thuộc vào thời gian và địa phương là nguyên nhân chính đối với các điện áp tiếp xúc trong các điều kiện vận hành và có sự cố. Do đó, điện tiếp xúc được phép được chia nhỏ thành các giá trị dài hạn cho các điều kiện vận hành và các giá trị ngắn hạn cho các điều kiện có sự cố bao gồm cả các tình huống vận hành ngắn hạn cụ thể.

Đối với các điện áp thay đổi đáng kể, cần đặc biệt chú ý đến việc lựa chọn khoảng thời gian để đảm bảo xem xét đến điều kiện bất lợi nhất.

GHI CHÚ Các giá trị được đưa ra trong các bảng của Điều 9 được dựa trên giả định rằng đường dẫn điện qua cơ thể người thông thường từ tay xuống chân. Điều này cũng bao gồm đường dẫn điện từ tay này sang tay kia, xem Phụ lục D. Vì mục đích bảo trì, có thể cần phải xem xét các đường dẫn điện nguy hiểm hơn qua cơ thể người. Lúc này, các biện pháp bảo vệ bổ sung có thể là cần thiết.

**9.1.2 Điện áp trên cơ thể và điện áp tiếp xúc**

Các giá trị đối với điện áp tiếp xúc và điện áp trên cơ thể được đưa ra trong Điều 9 phải là các giá trị tối đa được coi là chấp nhận được. Tất cả điện áp (bao gồm các điện áp một chiều) được đưa ra trong Điều 9 là các giá trị hiệu dụng, trong khoảng thời gian được xem xét theo IEC 60050-101-14-15.

Theo HD 637 S1, điện trở của mặt phẳng đứng có thể được xem xét thêm vào bất kỳ khoảng thời gian nào.

GHI CHÚ 1 Các phương pháp tính toán đối với các giá trị trong các bảng sau đây được trình bày trong Phụ lục D.

GHI CHÚ 2 Các phương pháp đo lường đối với các điện áp tiếp xúc hiệu dụng/ kỳ vọng được trình bày trong Phụ lục E.

GHI CHÚ 3 Đối với tất cả các bảng của Điều 9, các giá trị đối với các thời lượng trung gian có thể được tính bằng nội suy tuyến tính.

**9.1.3 Điện áp tiếp xúc tại các xe**

Chú ý tới các vấn đề có thể phát sinh khi xe nhiễm dòng điện tiếp xúc do các sự cố từ bên ngoài tác động tới xe hoặc xảy ra bên trong xe. Lúc đó, điện áp gây ra bởi hiện tượng sụt điện áp trên trở kháng của xe với đường ray chạy tàu và toàn bộ hoặc một phần điện thế ray hoạt động như điện áp nguồn trong mạch tiếp xúc. Xem EN 50153: 2002, 6.4.3 để biết các giá trị trở kháng giữa thùng xe và ray. Theo EN 50153: 2002, 6.4.4, sụt điện áp trên toàn xe bao gồm cả phần điện thế ray có liên quan không được vượt quá các giá trị được đưa ra trong Điều 9.

GHI CHÚ Nếu không biết dòng điện sự cố, có thể sử dụng các dòng ngắn mạch theo EN 50388: 2008, Bảng 7 để tính toán trường hợp xấu nhất.

**9.1.4 Điều kiện thời lượng sự cố**

Để đánh giá thời lượng xảy ra sự cố có liên quan, sau đó đánh giá điện áp tiếp xúc được phép, phải giả định rằng các thiết bị bảo vệ và công tắc hoạt động chính xác. Không cần xem xét các sự cố xảy ra đồng thời.

**9.1.5 Các giới hạn điện áp và các yếu tố thời lượng**

Đối với bất kỳ thời điểm nào và bất kỳ thời lượng nào tại thời điểm đó, giá trị điện áp hiệu dụng tối đa trong khoảng thời gian không được vượt quá điện áp được đưa ra đối với khoảng thời gian áp dụng như được quy định trong Bảng 3 và Bảng 4 đối với các hệ thống chạy điện xoay chiều và trong Bảng 5 và Bảng 6 đối với các hệ thống chạy điện một chiều.

GHI CHÚ Các điều kiện dài hạn có liên quan đến các điều kiện vận hành trong khi các điều kiện ngắn hạn có liên quan đến các điều kiện có sự cố hoặc các hoạt động đóng ngắt.

**9.2 Hệ thống điện kéo xoay chiều**

**9.2.1 Điều khoản chung**

Để xác định xem liệu có khả năng xuất hiện điện áp tiếp xúc cao quá mức cho phép hay không, phải đánh giá điện thế ray tại điểm thích hợp cả trong điều kiện vận hành và điều kiện có sự cố.

Nếu điện thế ray được xác định thông qua phép tính, thì phép tính đó phải sử dụng dòng điện làm việc tối đa và dòng ngắn mạch cũng như dòng ngắn mạch ban đầu.

GHI CHÚ Các giá trị tiêu chuẩn cho gradient điện thế ray chuẩn hóa có thể được tìm thấy trong C.1.

**9.2.2 Các giới hạn điện áp xoay chiều cho sự an toàn của con người**

**9.2.2.1 Các giá trị điện áp trên cơ thể cơ bản Ub**

Các điện áp trên cơ thể Ub không được vượt quá các giá trị được thể hiện trong Bảng 3 đối với các thời lượng tương ứng.

**Bảng 3 — Các điện áp trên cơ thể cho phép tối đa Ub, max trong các hệ thống điện kéo xoay chiều là hàm số theo thời lượng**

|  |  |
| --- | --- |
| *t*s | *U*b, max V |
| > 300 | 60 |
| 300 | 65 |
| 1 | 75 |
| 0,9 | 80 |
| 0,8 | 85 |
| 0,7 | 90 |
| 0,6 | 100 |
| 0,5 | 120 |
| 0,4 | 150 |
| 0,3 | 230 |
| 0,2 | 295 |
| 0,1 | 345 |
| 0,05 | 360 |
| 0,02 | 370 |
| **Chú giải***t* thời lượng*U*b, max  điện áp trên cơ thể cho phép |

**9.2.2.2 Các giới hạn điện áp tiếp xúc hiệu dụng**

Đối với các điều kiện dài hạn t ≥ 0,7 s, điện áp tiếp xúc hiệu dụng không được vượt quá các giá trị được thể hiện trong Bảng 4.

Đối với các điều kiện ngắn hạn t < 0,7 s, các điện áp trên cơ thể cho phép được coi là được đáp ứng, nếu không vượt quá các giá trị đối với điện áp tiếp xúc hiệu dụng trong Bảng 4.

GHI CHÚ Một điện trở bổ sung 1000 Ω của giày ướt cũ được đưa vào trong các giá trị, xem D.1.

**Bảng 4 — Các điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép tối đa Ute, max trong các hệ thống điện kéo xoay chiều là một hàm số theo thời lượng (khoảng thời gian diễn ra)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *t*s | *U*te, maxdài hạnV | *U*te, maxngắn hạnV |
| > 300 | 60 | - |
| 300 | 65 | - |
| 1 | 75 | - |
| 0,9 | 80 | - |
| 0,8 | 85 | - |
| 0,7 | 90 | - |
| < 0,7 | - | 155 |
| 0,6 | - | 180 |
| 0,5 | - | 220 |
| 0,4 | - | 295 |
| 0,3 | - | 480 |
| 0,2 | - | 645 |
| 0,1 | - | 785 |
| 0,05 | - | 835 |
| 0,02 | - | 865 |
| **Chú giải***t* thời lượng*U*te, max  điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép |

Các điện áp tiếp xúc dư do các thời gian ngắt khác nhau phải được ngắt trong thời lượng tương ứng theo Bảng 4.

GHI CHÚ Việc định thời các thời điểm ngắt khác nhau được thực hiện do phối hợp rơ le, sử dụng các loại rơ le khác nhau và thời gian mở khác nhau.

**9.2.2.3 Các toa xưởng và các vị trí tương tự**

Trong các toa xưởng và các vị trí tương tự, điện áp tiếp xúc hiệu dụng không được vượt quá giới hạn 25 V mà con người chịu được. Đối với các điều kiện ngắn hạn, áp dụng 9.2.2.2.

GHI CHÚ Mức giảm đối với các điện áp tiếp xúc trong các toa xưởng đã được lựa chọn có xét đến nguy cơ thương tích cao cho con người do các sự cố không thể kiểm soát, gây ra bởi các điện áp tiếp xúc trong khi làm việc. Hạn chế các thương tích do ảnh hưởng trực tiếp của điện áp và dòng điện ở mức độ này.

**9.2.2.4 Các biện pháp giảm thiểu rủi ro từ các điện áp tiếp xúc**

Nếu vượt quá các giới hạn nêu trong 9.2.2.2 hoặc 9.2.2.3, phải xem xét các biện pháp sau đây theo hướng dẫn tại Hình 26 để giảm thiểu rủi ro từ các điện áp tiếp xúc trực tiếp, hoặc bằng cách giảm điện thế ray hoặc bằng cách quản lý.

Danh sách sau đây có chứa một số ví dụ về các biện pháp:

- giảm điện trở từ đường ray đến đất, ví dụ: bằng các điện cực nối đất được cải thiện hoặc bổ sung;

- kết nối đẳng thế;

- cải thiện mạch hồi lưu có xem xét đến khớp nối điện từ;

- cách điện mặt phẳng đứng;

- xếp bậc điện thế bằng các điện cực nối đất bề mặt thích hợp;

- vật cản hoặc các chi tiết cách điện có thể tiếp cận;

- các giới hạn tiếp cận (hàng rào) bao gồm các hướng dẫn cho nhân viên bảo trì;

- giảm các dòng điện sự cố và/hoặc dòng điện làm việc;

- thiết bị hạn chế điện áp;

- giảm thời gian ngắt cần thiết để ngắt dòng ngắn mạch.



**Chú giải**

URE điện thế ray

Ute điện áp tiếp xúc hiệu dụng

Ute, max điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép

a = 2 hệ số giảm 50% điện thế, theo Hình 9.2 trong HD 637 S1: 1999, xem Hình C.1

b = 3,3 hệ số giảm 30 % điện thế, xem Hình C.2

**Hình 26 — Thiết kế mạch hồi lưu, có xem xét tới điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép thông qua việc kiểm tra điện thế ray hoặc điện áp tiếp xúc hiệu dụng**

**9.3 Hệ thống điện kéo một chiều**

**9.3.1 Điều khoản chung**

Để xác định xem liệu có khả năng xảy ra một điện áp tiếp xúc cao quá mức cho phép hay không, phải đánh giá điện thế ray tại điểm thích hợp cả trong điều kiện vận hành bình thường và điều kiện có sự cố trên cơ sở sụt điện áp trong mạch hồi lưu.

Nếu điện thế ray được xác định thông qua phép tính, thì phép tính đó phải sử dụng dòng điện làm việc tối đa chạy trong các đường ray chạy tàu. Đối với các đoản mạch, phải xem xét đến dòng điện tối đa trong suốt thời gian ngắt kết nối khi sự cố xảy ra (xem thêm C.2).

**9.3.2 Các giới hạn điện áp một chiều cho sự an toàn của người**

**9.3.2.1 Các giá trị điện áp trên cơ thể cơ bản**

**Bảng 5 — Các điện áp trên cơ thể cho phép tối đa Ub, max trong các hệ thống điện kéo một chiều là hàm số theo thời lượng**

|  |  |
| --- | --- |
| ***t***s | ***U*b, max** V |
| > 300 | 120 |
| 300 | 150 |
| 1 | 160 |
| 0,9 | 165 |
| 0,8 | 170 |
| 0,7 | 175 |
| 0,6 | 180 |
| 0,5 | 190 |
| 0,4 | 205 |
| 0,3 | 220 |
| 0,2 | 245 |
| 0,1 | 285 |
| 0,05 | 325 |
| 0,02 | 370 |
| **Chú giải***t* thời lượng*U*b, max  điện áp trên cơ thể cho phép |

**9.3.2.2 Các giới hạn điện áp tiếp xúc hiệu dụng**

Đối với các điều kiện dài hạn t ≥ 0,7 s, điện áp tiếp xúc hiệu dụng không được vượt quá các giá trị đối với điện áp trên cơ thể được thể hiện trong Bảng 6.

Đối với các điều kiện ngắn hạn t < 0,7 s, các điện áp trên cơ thể được coi là được đáp ứng, nếu không vượt quá các giá trị đối với điện áp tiếp xúc hiệu dụng trong Bảng 6.

GHI CHÚ Một điện trở bổ sung 1000 Ω của giày ướt cũ được đưa vào trong các giá trị, xem D.1.

**Bảng 6 — Các điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép tối đa Ute, max trong các hệ thống điện kéo một chiều là hàm số theo thời lượng**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *t*s | *U*te, maxdài hạnV | *U*te, maxngắn hạnV |
| > 300 | 120 | - |
| 300 | 150 | - |
| 1 | 160 | - |
| 0,9 | 165 | - |
| 0,8 | 170 | - |
| 0,7 | 175 | - |
| < 0,7 | - | 350 |
| 0,6 | - | 360 |
| 0,5 | - | 385 |
| 0,4 | - | 420 |
| 0,3 | - | 460 |
| 0,2 | - | 520 |
| 0,1 | - | 625 |
| 0,05 | - | 735 |
| 0,02 | - | 870 |
| **Chú giải***t* thời lượng*U*te, max  điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép |

**9.3.2.3 Các toa xưởng và các vị trí tương tự**

Trong các toa xưởng và các vị trí tương tự, điện áp tiếp xúc hiệu dụng không được vượt quá 60 V. Đối với các điều kiện ngắn hạn, áp dụng 9.3.2.2.

GHI CHÚ Mức giảm đối với các điện áp tiếp xúc trong các toa xưởng đã được lựa chọn có xét đến nguy cơ thương tích cao cho người do các phản ứng không kiểm soát được gây ra bởi các điện áp tiếp xúc trong khi làm việc. Hạn chế các thương tích do ảnh hưởng trực tiếp của điện áp và dòng điện ở mức độ này.

**9.3.2.4 Các biện pháp giảm thiểu rủi ro từ các điện áp tiếp xúc**

Nếu vượt quá các giới hạn nêu trong 9.3.2.2 hoặc 9.3.2.3, phải xem xét các biện pháp sau đây để giảm thiểu rủi ro từ các điện áp tiếp xúc trực tiếp, hoặc bằng cách giảm điện thế ray hoặc bằng cách quản lý. Danh sách sau đây có chứa một số ví dụ:

- giảm chiều dài của khu vực cấp điện;

- tăng độ dẫn của mạch hồi lưu;

- cách điện mặt phẳng đứng;

- giảm thời gian ngắt cần thiết để ngắt dòng ngắn mạch;

- thiết bị hạn chế điện áp.

**10 Các biện pháp bảo vệ bổ sung**

**10.1 Các phân trạm điện kéo và các phân trạm đóng ngắt điện kéo**

Các phân trạm và các phân trạm đóng ngắt phải tuân thủ HD 637 S1 đối với tất cả các vấn đề liên quan đến an toàn điện và nối đất. Điều này cũng sẽ áp dụng đối với sự hiện diện của các hệ thống điện xoay chiều hoặc một chiều liên quan đến sức kéo điện, với các yêu cầu bổ sung sau đây:

- Các điện áp tiếp xúc hiệu dụng do hệ thống kéo không được vượt quá các giá trị được nêu trong 9.2.2 và 9.3.2;

- Trong các hệ thống điện kéo xoay chiều, phải kết nối mạch hồi lưu trực tiếp với hệ thống nối đất của phân trạm hoặc phân trạm đóng ngắt;

- Trong các hệ thống điện kéo một chiều, các kết nối giữa mạch hồi lưu và hệ thống nối đất của phân trạm phải được thiết kế theo EN 50122-2, trừ trường hợp phải nối đất trực tiếp vì sự an toàn (ví dụ như các toa xưởng và ga đường sắt);

- Để phối hợp cách điện thiết bị được kết nối với hệ thống mạch tiếp xúc, áp dụng EN 50124-1;

- Thiết bị đóng ngắt phải có đủ hiệu suất để xóa tất cả các dòng điện sự cố trên hệ thống mạch tiếp xúc.

**10.2 Cáp**

**10.2.1 Các yêu cầu chung**

Kết nối song song các vỏ bọc, áo giáp hoặc vỏ chắn kim loại của cáp điện vào mạch hồi lưu chỉ được phép khi không thể xảy ra tình trạng nhiệt độ tăng quá mức cho phép do các kết nối như vậy. Nếu cần phải kết nối song song các vỏ bọc, áo giáp hoặc vỏ chắn kim loại của cáp điện vào mạch hồi lưu, thì phải đảm bảo rằng các vỏ bọc, áo giáp hoặc vỏ chắn kim loại của cáp điện đó không mang các dòng hồi lưu kéo cao quá mức cho phép.

**10.2.2 Cáp trong các hệ thống cung cấp điện kéo xoay chiều**

Phải kết nối các vỏ bọc, áo giáp hoặc vỏ chắn kim loại của cáp tiếp điện xoay chiều một pha với mạch hồi lưu. Nếu cần thiết, phải áp dụng các biện pháp đặc biệt để đảm bảo không xảy ra tình trạng nhiệt độ tăng quá mức cho phép trong các vỏ bọc, áo giáp hoặc vỏ chắn kim loại do cảm ứng với dòng điện cung cấp do nối đất ở cả hai đầu hoặc do điện áp cao quá mức cho phép do nối đất chỉ ở một đầu.

**10.2.3 Cáp trong các hệ thống cung cấp điện kéo một chiều**

Phải được cách điện các vỏ bọc, áo giáp hoặc vỏ chắn kim loại của cáp tiếp điện một chiều với đất nếu chúng được nối với mạch hồi lưu. Nếu không, phải áp dụng các biện pháp để bảo vệ người tránh các điện áp tiếp xúc cao quá mức cho phép. Hơn thế nữa, phải áp dụng các biện pháp để tránh việc các vỏ bọc, áo giáp hoặc vỏ chắn kim loại của cáp tiếp điện một chiều nóng quá mức do dòng điện chạy trong chúng.

**10.3 Các kết nối mạch hồi lưu và dây nối đất**

**10.3.1 Các yêu cầu chung**

Phải kết nối thanh góp dòng hồi lưu của phân trạm với các đường ray chạy tàu, các dây hồi lưu hoặc các đường ray dây hồi lưu bằng ít nhất hai cáp rãnh, hoặc trực tiếp hoặc thông qua điểm giữa của các liên kết trở kháng. Phải có đủ cáp rãnh để đáp ứng cho dòng điện phụ tải cực đại. Số lượng cáp kết nối với các đường ray chạy tàu phải tính đến việc một kết nối cáp có thể bị gián đoạn. Mạch hồi lưu không được bao gồm các cầu chì, các công tắc không khóa được và quang an toàn mối nối mà vốn có thể được tháo ra mà không cần dụng cụ.

Tất cả các dây dẫn phải được thiết kế sao cho đáp ứng các tải nhiệt có thể được tạo ra do dòng hồi lưu kéo cũng như trong các hoạt động bình thường và trong thời gian đoản mạch. Vì những lý do cơ khí, các dây dẫn trực tiếp kết nối với các đường ray phải có tiết diện tối thiểu là 50 mm2. Đối với các đường sắt chạy điện một chiều, phải sử dụng các dây dẫn cách điện.

Tất cả các dây nối đất và các điện cực nối đất không được nối với và không phải là một phần của mạch hồi lưu, phải được thiết kế và xây dựng theo yêu cầu trong HD 637 S1. Điều này đặc biệt áp dụng khi lựa chọn vật liệu và định kích thước, có xét đến độ bền cơ học, và các hiệu ứng nhiệt và ăn mòn.

Trong các hệ thống điện kéo một chiều, việc định kích thước nhiệt của các dây dẫn phải được dựa trên giá trị dòng ngắn mạch kỳ vọng dự kiến và thời gian tối đa để xóa dòng ngắn mạch đó tại vị trí.

Khi một thiết bị đóng ngắt được lắp đặt trong hệ thống hồi lưu dọc đường ray, phải lắp đặt một công tắc khác trong mạch cung cấp, và thiết bị đóng ngắt phải được khóa liên động sao cho không thể mở trước khi mở công tắc nguồn. Để biết thêm về các ô tô buýt chạy điện, xem 5.6.3.2. Đối với các hệ thống đường sắt giới hạn dòng điện kéo trong các dây dẫn được cách điện với đất, áp dụng biện pháp tương tự.

Để biết thêm về các đường sắt chạy điện một chiều, xem thêm EN 50122-2.

**10.3.2 Tính liên tục của mạch hồi lưu**

Phải sử dụng các mối nối ray trong các đường ray chạy tàu để mang dòng hồi lưu kéo phải được cung cấp các liên kết mối nối ray. Điều này cũng áp dụng cho các thành phần của các giao cắt và các điểm. Trong trường hợp các hệ thống điện kéo xoay chiều điện áp cao, các thanh nối ray chặt thường cung cấp một cầu dẫn điện đủ.

Trong trường hợp các mạch ray không thể liên kết mối nối ray vì những lý do kỹ thuật, dòng hồi lưu kéo phải được trả về bằng các liên kết trở kháng, nếu cần.

Tại các khu vực bị gián đoạn dọc đường ray, ví dụ như các cầu di động hoặc cầu cân đường ray, phải bố trí các dây dẫn để đảm bảo mạch hồi lưu liên tục.

**10.3.3 Liên kết ngang mạch hồi lưu**

Liên kết ngang khu gian với nhau phải được cung cấp trong các khoảng thích hợp để đảm bảo tính liên tục của đường dẫn dòng hồi lưu kéo và sự phân bố thích hợp của các dòng hồi lưu kéo, để các điện áp tiếp xúc sẽ không vượt quá các mức cho phép, cả trong các điều kiện vận hành và điều kiện có sự cố.

Các bố trí cụ thể cho các kết nối của liên kết ngang khu gian với nhau phải tính đến các bố trí mạch ray được sử dụng và thiết kế hệ thống cung cấp điện sức kéo tổng thể.

Tại các khu vực không có mạch ray, phải nối các đường ray chạy tàu của mỗi khu gian bằng các liên kết ngang đường ray với nhau, theo yêu cầu về an toàn điện.

GHI CHÚ Các tà vẹt bằng thép hoặc các thanh nối ray tán đinh hoặc có ren giữa các đường ray chạy tàu cung cấp đủ kết nối ngang nếu các đường ray chạy ràu được cố định với chúng mà không cần các lớp cách điện trung gian.

**10.3.4 Các hệ thống đường sắt giới hạn dòng điện kéo trong các dây dẫn được cách điện**

Nếu dòng hồi lưu kéo không sử dụng các đường ray chạy tàu trong hoạt động bình thường, thì ít nhất một đường ray chạy tàu của mỗi khu gian phải được duy trì liên tục về điện như trong 10.3.1 đến 10.3.3 để đơn giản hóa việc phát hiện và định vị các sự cố nối đất trên các mạch tiếp xúc.

**10.4 Tháo dỡ các mạch tiếp xúc trên cao không sử dụng**

Đối với một khu gian ngừng hoạt động vĩnh viễn, phải tháo dỡ mạch tiếp xúc trên cao và các bộ cấp điện liên quan .

**10.5 Các phương thức để đạt được cách điện an toàn giữa các khu**

**10.5.1 Các vật cách điện từng đoạn**

Nếu sử dụng các vật cách điện theo đoạn làm các khe hở cách ly trong các mạch tiếp xúc trên cao để cách ly các khu vực cấp điện, thì khoảng cách an toàn tối thiểu trong không khí có thể được giảm so với các yêu cầu nêu trong EN 50119 và EN 50124-1. Cho phép một khoảng cách an toàn nhỏ hơn so với khoảng cách an toàn tối thiểu bình thường trong không khí. Các khoảng cách an toàn giảm không được nhỏ hơn khoảng cách an toàn điện động được quy định trong EN 50119.

GHI CHÚ Các vật cách điện từng đoạn được lắp vào các dây tiếp xúc có tiếp xúc với bộ gom dòng. Do đó, thiết kế cơ học của chúng phải tuân thủ các yêu cầu về gom dòng trong EN 50119. Các yêu cầu này áp đặt các giới hạn liên quan đến các khoảng cách an toàn có thể giữa các chi tiết có dòng điện chạy qua khác nhau, giữa các chi tiết có dòng điện chạy qua và các chi tiết được nối đất và kích thước và trọng lượng. Do đó, cần phải cho phép những khoảng cách nhỏ hơn này.

**10.5.2 Các khe hở cách ly**

Các khe hở cách ly giữa các khu vực mạch tiếp xúc trên cao có thể được bắc cầu bằng các vật cách điện mà không cần các biện pháp chống các dòng thất thoát nếu các quy định áp đặt rằng công việc bảo trì chỉ được thực hiện trên các khu vực mạch tiếp xúc trên cao được kết nối với mạch hồi lưu (đường ray chạy tàu).

# Phụ lục A

(Tham khảo)

**Các vật cản điển hình**

Kích thước tính theo mét





**Chú giải**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 12345 | thiết kế tường mang lực hoặc vật cản phù hợp với Cấp bảo vệ IP3X như được quy định trong EN 60529tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)đường ray, kết cấu lưới (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)hình chiếu cạnhhình chiếu từ trước | 67891011a | hình chiếu bằngbộ cấp điện cho mạch tiếp xúc kiểu xích có dây tiếp xúc thiết bị lấy điệndây tiếp xúcbộ cấp điện cho mạchkhu vực nửa thiết bị lấy điệnkích thước được lấy từ Hình 3 |

**Hình A.1 — Các ví dụ về các vật cản dọc các biên của các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua nằm bên ngoài xe hoặc các chi tiết của một hệ thống mạch tiếp xúc trên cao mang điện áp thấp (xem 5.3.2.2)**

Kích thước tính theo mét





**Chú giải**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 12345 | thiết kế tường mang lực hoặc vật cản phù hợp với Cấp bảo vệ IP3X như được quy định trong EN 60529tấm chắn lưới với kích cỡ lưới tối đa 1200 mm2 (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)đường ray, kết cấu lưới (cũng có thể là thiết kế tường mang lực)hình chiếu cạnhhình chiếu từ trước | 67891011a | hình chiếu bằngbộ cấp điện cho mạch tiếp xúc kiểu xích có dây tiếp xúcthiết bị lấy điệndây tiếp xúcbộ cấp điện cho mạchkhu vực nửa thiết bị lấy điệnkích thước được lấy từ Hình 3 |

**Hình A.2 — Các ví dụ về các vật cản dọc các biên của các mặt phẳng đứng trong các khu vực công cộng để chống tiếp xúc trực tiếp khi đứng tại không gian phía trên các chi tiết có dòng điện chạy qua nằm bên ngoài xe hoặc các chi tiết của một hệ thống mạch tiếp xúc trên cao mang điện áp cao (xem 5.3.2.2)**

# Phụ lục B

(Tham khảo)

**Biển cảnh báo**

Hình B.1 thể hiện một biển cảnh báo, mũi tên bị gãy, như được nêu trong ISO 3864-1: 2002 và ISO 7010: 2003 + A1: 2006, có nghĩa là "Thận trọng, nguy cơ điện giật".



**Chú giải**

1 màu vàng phản quang

2 màu đen

**Hình B.1 – Biển cảnh báo**

# Phụ lục C

(Tham khảo)

**Các giá trị tiêu chuẩn cho gradient điện thế ray**

* 1. **Hệ thống điện kéo xoay chiều**

Phải kiểm tra giá trị mà tại đó điện thế ray đối với các hệ thống điện kéo xoay chiều, được đưa ra trong 9.2 có thể hoạt động như một điện áp tiếp xúc. Các giá trị tiêu chuẩn cho gradient điện thế ray đo được ở góc của đường ray trong các hệ thống điện kéo xoay chiều, nơi các đường ray chạy tàu được nối đất trực tiếp, được thể hiện trong Hình C.1 và Bảng C.1 đối với điện trở đất đồng nhất.



**Chú giải**

*a* khoảng cách giữa đường ray chạy tàu (cột) và điểm đo

E đất

M điện cực đo

P điểm đo

R đường ray

*U*RE điện thế ray

*U*RP điện áp giữa đường ray chạy tàu (cột) và điểm đo

*U*PE điện áp giữa điểm đo và đất

**Hình C.1 — Các giá trị tiêu chuẩn cho gradient điện thế ray đo được tại cột ở góc phải của đường ray trong hệ thống điện kéo xoay chiều**

**Bảng C.1 – Các giá trị tiêu chuẩn cho gradient điện thế ray (xem Hình C.1)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a***m | ***U*PE*/ U*PE x 100**% | ***U*RP/ *U*RE x 100**% |
| 1 | 70 | 30 |
| 2 | 50 | 50 |
| 5 | 30 | 70 |
| 10 | 20 | 80 |
| 20 | 10 | 90 |
| 50 | 5 | 95 |
| 100 | 0 | 100 |
| **Chú giải***a* khoảng cách giữa đường ray chạy tàu (cột) và điểm đo *U*RE điện thế ray*U*RP điện áp giữa đường ray chạy tàu (cột) và điểm đo *U*PE điện áp giữa điểm đo và đất |

* 1. **Hệ thống điện kéo một chiều**

Do thực tế rằng các đường ray chạy tàu được cách điện với đất, nên gradient điện thế ray có thể rất cao. Do đó toàn bộ điện thế ray có thể hoạt động như một điện áp tiếp xúc.

# Phụ lục D

(Tham khảo)

**Điện áp tiếp xúc hiệu dụng và điện áp trên cơ thể đối với dòng điện trên cơ thể**

**D.1 Các điều kiện tiên quyết để tính toán**

Tất cả các điện áp và dòng điện trong Phụ lục D là các giá trị hiệu dụng theo IEC 60050-101-14-15.

Việc tính toán các giá trị đối với điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép và điện áp trên cơ thể trong 9.2 và 9.3 được dựa trên:

- IEC/TS 60479-1:2005;

- HD 637 S1.

Các giả định sau được đưa ra:

- đường dẫn điện: một tay đến hai chân;

- trở kháng trên cơ thể đối với các diện tích tiếp xúc bề mặt lớn trong điều kiện khô;

- 50% xác suất trở kháng trên cơ thể cao hơn giá trị giả định;

- 0 % xác suất rung tâm thất (xem IEC/TS 60479-1:2005, đường cong c1);

- điện trở bổ sung Ra = 1 000 Ω của giày ướt cũ trong các điều kiện ngắn hạn.

GHI CHÚ Căn cứ trên giả định rằng trong hầu hết các trường hợp, có một điện trở bổ sung đối với tổng điện trở trên cơ thể do giày và hơn thế nữa là trên giả định rằng khả năng nguy hiểm là rất nhỏ trong các khoảng thời gian dưới 1 s, một điện trở bổ sung 1000 Ω, cho các giá trị Uc1 (đường cong c1) được tính đến để tính toán điện áp tiếp xúc hiệu dung trong các điều kiện ngắn hạn. Giá trị này của giày ướt cũ tương ứng với HD 637 S1.

Theo HD 637 S1, điện trở của mặt phẳng đứng có thể được xem xét thêm vào bất kỳ khoảng thời gian nào.

Về nguy cơ rung tim, đường dẫn điện từ tay này sang tay kia ít hạn chế hơn so với đường dẫn điện tay xuống chân, ngay cả khi một điện trở bổ sung 1000 Ω của giày ướt cũ được bao gồm.

Đối với giới hạn người chịu được trong các toa xưởng, từ tay này sang tay kia là đường dẫn điện hạn chế hơn có xét đến giày của nhân viên (công nhân tại công trường).

**D.2 Trở kháng**

**D.2.1 Trở kháng trên cơ thể đối với các điện áp xoay chiều và một chiều**

Tổng trở kháng trên cơ thể con người với xác suất 50% được thể hiện trong IEC / TS 60479-1: 2005, Bảng 1, liên quan đến đường dẫn điện từ tay này sang tay kia. Bằng cách áp dụng hệ số giảm r = 0,75 (IEC / TS 60479-1: 2005, Hình 3) đối với đường dẫn điện từ tay xuống chân, ta có Bảng D.1.

**Bảng D.1 — Trở kháng trên cơ thể *Z*b và dòng điện trên cơ thể *I*b**

|  |  |
| --- | --- |
| **Hệ thống xoay chiều*****r* = 0,75** | **Hệ thống một chiều*****r* = 0,75** |
| ***U*b**V | ***Z*b(100)**Ω | ***Z*b(75)**Ω | ***I*b(75)**mA | ***R*b(100)**Ω | ***R*b(75)**Ω | ***I*b(75)**mA |
| 25 | 3 250 | 2 438 | 10 | 3 875 | 2 906 | 9 |
| 50 | 2 500 | 1 875 | 27 | 2 900 | 2 175 | 23 |
| 75 | 2 000 | 1 500 | 50 | 2 275 | 1 706 | 44 |
| 100 | 1 725 | 1 294 | 77 | 1 900 | 1 425 | 70 |
| 125 | 1 550 | 1 163 | 108 | 1 675 | 1 256 | 100 |
| 150 | 1 400 | 1 050 | 143 | 1 475 | 1 106 | 136 |
| 175 | 1 325 | 994 | 176 | 1 350 | 1 013 | 173 |
| 200 | 1 275 | 956 | 209 | 1 275 | 956 | 209 |
| 225 | 1 225 | 919 | 245 | 1 225 | 919 | 245 |
| 400 | 950 | 713 | 561 | 950 | 713 | 561 |
| 500 | 850 | 638 | 784 | 850 | 638 | 784 |
| 700 | 775 | 581 | 1 204 | 775 | 581 | 1 204 |
| 1 000 | 775 | 581 | 1 720 | 775 | 581 | 1 720 |
| **Chú giải***I*b(75) = *U*b/*Z*b(75) x 103 hoặc *I*b(75) = *U*b/*R*b(75) x 103 dòng điện trên cơ thể tính bằng miliampe*U*b điện áp trên cơ thể*I*b(75) dòng điện trên cơ thể liên quan đến Zb(75)*Z*b(100) tổng trở kháng trên cơ thểZb(75) 75 % tổng trở kháng trên cơ thể*R*b(100) tổng điện trở trên cơ thể*R*b(75) 75 % tổng điện trở trên cơ thể*r* hệ số giảm |

**D.2.2 Các điện trở bổ sung**

Có tính đến các điện trở bổ sung, dẫn đến Hình D.1.



**Chú giải**

1 mặt phẳng đứng

2 đất

Us điện áp nguồn

Utp  điện áp tiếp xúc kỳ vọng

Ute điện áp tiếp xúc hiệu dụng

Ub điện áp trên cơ thể

Ib dòng điện trên cơ thể

Zb tổng trở kháng trên cơ thể

Ra1 điện trở bổ sung của giày

Ra2 điện trở bổ sung của mặt phẳng đứng

Ra2 = Ps X 1,5 m-1

Ps điện trở đất tại mặt phẳng đứng tính bằng ôm mét (Ωm)

Utp, max(t) = Ute, max(t) + Ib(t) X Ra2

**Hình D.1 — Mạch tương đương để tính toán điện áp tiếp xúc cho phép**

Trong trường hợp các đường sắt chạy điện xoay chiều, Utp tương ứng với URP của Hình C.1.

Bảng D.2 đưa ra ví dụ đối với Ra2 = 150 Ω của mặt phẳng đứng và Ra1 = 1 000 Ω của giày ướt cũ và các điều kiện ngắn hạn.

**Bảng D.2 — Các ví dụ về điện áp tiếp xúc kỳ vọng cho phép tối đa đối với các đường sắt chạy điện xoay chiều trong các điều kiện ngắn hạn và Ra = 1 150 Ω**

|  |  |
| --- | --- |
| ***t*** s  | ***U*tp, max**V |
| 0,7 | 165 |
| 0,6 | 190 |
| 0,5 | 235 |
| 0,4 | 320 |
| 0,3 | 520 |
| 0,2 | 695 |
| 0,1 | 850 |
| 0,05 | 905 |
| 0,02 | 940 |
| **Chú giải**t thời lượngUtp, max điện áp tiếp xúc kỳ vọng cho phép tối đa |

**D.3 Dòng điện trên cơ thể và điện áp trên cơ thể có liên quan**

**D.3.1 Điều khoản chung**

Các giá trị trong Bảng D.3 và Bảng D.4 dựa trên:

- đường cong dòng điện với thời gian c1 thể hiện trong IEC/TS 60479-1:2005;

- điện áp trên cơ thể *U*b = *f*(*I*b) thu được từ các giá trị trong Bảng D.1.

**D.3.2 Các hệ thống điện kéo xoay chiều**

**Bảng D.3 — Các dòng điện trên cơ thể, các điện áp trên cơ thể và các điện áp tiếp xúc là hàm số theo thời lượng trong các hệ thống điện kéo xoay chiều**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***t***s | ***I*c1**mA | ***U*c1**V | ***U*b, max**V | ***U*te, max****dài hạn**V | ***U*te, max****ngắn hạn** V |
| > 300 | 37 | 62 | 60 | 60 | - |
| 300 | 38 | 64 | 65 | 65 | - |
| 1,0 | 50 | 75 | 75 | 75 | - |
| 0,9 | 52 | 77 | 80 | 80 | - |
| 0,8 | 58 | 83 | 85 | 85 | - |
| 0,7 | 66 | 91 | 90 | 90 | - |
| < 0,7 | 66 | 91 | 90 | - | 155 |
| 0,6 | 78 | 101 | 100 | - | 180 |
| 0,5 | 100 | 119 | 120 | - | 220 |
| 0,4 | 145 | 152 | 155 | - | 295 |
| 0,3 | 252 | 230 | 230 | - | 480 |
| 0,2 | 350 | 293 | 295 | - | 645 |
| 0,1 | 440 | 343 | 345 | - | 785 |
| 0,05 | 475 | 361 | 360 | - | 835 |
| 0,02 | 495 | 370 | 370 | - | 865 |
| GHI CHÚ Các cột t và Ic1 được lấy từ IEC/TS 60479-1. Cột Uc1 được lấy từ các phép tính lắp với cột Ic1 và Bảng D.1. Cột Ub, max thu được bằng kinh nghiệm tốt và hơi khác so với các giá trị được tính từ Uc1. Cột Ute, max ngắn hạn chỉ ra các điện áp tiếp xúc có liên quan trong các điều kiện ngắn hạn có xét đến một điện trở bổ sung của giày ướt cũ. Cột Ute, max dài hạn chỉ ra các điện áp tiếp xúc có liên quan trong các điều kiện dài hạn. |
| **Chú giải**Ute, max = Uc1 + Ra1 x Ic1 x 10-3 (ngắn hạn) t thời lượng của lưu lượng dòngId dòng điện trên cơ thể tương ứng với đường cong c1 trong IEC/TS 60479-1:2005 Ra1  điện trở của giày ướt cũ (Ra1 = 1 000 Ω)Uc1 điện áp trên cơ thể, tương ứng với Ic1Ub, max  điện áp trên cơ thể tối đaUte, max  điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép tối đa |

**D.3.3 Các hệ thống điện kéo một chiều**

**Bảng D.4 — Các dòng điện trên cơ thể, các điện áp trên cơ thể và các điện áp tiếp xúc là hàm số theo thời lượng trong các hệ thống điện kéo một chiều**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***t***s | **Ic1**mA | **Uc1**V | **Ub, max**V | **Ute, max****dài hạn**V | **Ute, max****ngắn hạn** V |
| > 300 | 140 | 153 | 120 | 120 | - |
| 300 | 140 | 153 | 150 | 150 | - |
| 1,0 | 150 | 160 | 160 | 160 | - |
| 0,9 | 160 | 167 | 165 | 165 | - |
| 0,8 | 165 | 170 | 170 | 170 | - |
| 0,7 | 175 | 177 | 175 | 175 | - |
| < 0,7 | 175 | 177 | 175 | - | 350 |
| 0,6 | 180 | 180 | 180 | - | 360 |
| 0,5 | 195 | 191 | 190 | - | 385 |
| 0,4 | 215 | 204 | 205 | - | 420 |
| 0,3 | 240 | 222 | 220 | - | 460 |
| 0,2 | 275 | 246 | 245 | - | 520 |
| 0,1 | 340 | 287 | 285 | - | 625 |
| 0,05 | 410 | 327 | 325 | - | 735 |
| 0,02 | 500 | 372 | 370 | - | 870 |
| GHI CHÚ Các cột t và Ic1 được lấy từ IEC/TS 60479-1. Cột Uc1 được lấy từ các phép tính lắp với cột Ic1 và Bảng D.1. Cột Ub, max thu được bằng kinh nghiệm tốt và hơi khác so với các giá trị được tính từ Uc1. Cột Ute, max ngắn hạn chỉ ra các điện áp tiếp xúc có liên quan trong các điều kiện ngắn hạn có xét đến một điện trở bổ sung của giày ướt cũ. Cột Ute, max dài hạn chỉ ra các điện áp tiếp xúc có liên quan trong các điều kiện dài hạn. |
| **Chú giải**Ute, max = Uc1 + Ra1 x Ic1 x 10-3 (ngắn hạn) t thời lượng của lưu lượng dòngId dòng điện trên cơ thể tương ứng với đường cong c1 trong IEC/TS 60479-1:2005 Ra1  điện trở của giày ướt cũ (Ra1 = 1 000 Ω)Uc1 điện áp trên cơ thể, tương ứng với Ic1Ute, max  điện áp tiếp xúc hiệu dụng cho phép  |

# Phụ lục E

(Quy định)

**Các phương pháp đo điện áp tiếp xúc hiệu dụng**

Phép đo điện áp tiếp xúc hiệu dụng phải được thực hiện như sau:

Điện áp tiếp xúc hiệu dụng phải được đo trên một điện trở tương ứng với điện trở trên cơ thể người Zb và với điện trở bổ sung Ra1, xem Hình D.1. Điện áp tiếp xúc hiệu dụng ít nhất phải bằng:

- Zb + Ra1 = 1 000 Ω + 1 000 Ω = 2 000 Ω trong các điều kiện ngắn hạn;

- Zb + Ra1 = 2 200 Ω + 0 Ω = 2 200 Ω trong các điều kiện dài hạn;

GHI CHÚ 1 Đối với các ứng dụng thực tế, có thể sử dụng giá trị 2 200 Ω cho tất cả các điều kiện.

Điện cực đo, để mô phỏng bàn chân, phải có tổng diện tích là 400 cm2 và phải được ép xuống đất với lực tối thiểu là 500 N. Ngoài ra, có thể sử dụng một điện cực đo có đường kính 2 cm và chiều dài 30 cm. Điện cực này tương ứng với điện cực nối đất 2,2 Ω / Ω m.

Để đo điện áp tiếp xúc đối với bê tông hoặc đất khô, đặt một tấm vải ướt hoặc màng nước giữa các điện cực chân và đất. Các điện cực chân phải được đặt ở khoảng cách không dưới 1 m từ chi tiết dẫn điện trần.

Một điện cực đo, ví dụ: một điện cực đỉnh, phải được sử dụng để mô phỏng một bàn tay. Trong trường hợp này, phải đục lỗ các lớp sơn (nhưng không cách điện) một cách đáng tin cậy.

Nối một kẹp của vôn kế với điện cực tay, đồng thời nối kẹp còn lại với điện cực chân. Điều này là đủ để thực hiện các phép đo thông qua kiểm tra ngẫu nhiên một hệ thống.

GHI CHÚ 2 Điện áp tiếp xúc hiệu dụng luôn thấp hơn điện áp tiếp xúc kỳ vọng. Do đó, có thể đánh giá đơn giản bằng cách sử dụng một phép đo điện áp tiếp xúc kỳ vọng đơn giản bằng một vôn kế có điện trở trong cao và điện cực nối đất thích hợp.

Tại các điểm đo mà điện trở nối đất của điện cực đo để mô phỏng bàn chân không vượt quá vài trăm ôm, thì cần một phép đo có và không có điện trở song song. Điện trở thể hiện điện trở trên cơ thể người Zb và điện trở bổ sung Ra1. Nếu điện áp bị đánh thủng khi sử dụng điện trở song song, có thể kết luận rằng điện áp tiếp xúc hiệu dụng thấp hơn đáng kể so với điện áp tiếp xúc kỳ vọng, ví dụ: điện thế ray.

# Phụ lục F

(Quy định)

**Sử dụng các thiết bị hạn chế điện áp**

**F.1 Điều khoản chung**

Một thiết bị hạn chế điện áp (VLD) có điện trở cao khi điện áp áp dụng nhỏ hơn mức quy định và trở nên dẫn điện khi vượt quá mức quy định. Nó có thể vẫn là kết nối cố định hoặc không cố định khi điện áp giảm xuống dưới giá trị quy định.

**F.2 Loại**

Các VLD bảo vệ chống các điện áp tiếp xúc quá mức cho phép trong trường hợp có sự cố và trong trường hợp hoạt động bình thường. Các yêu cầu được đáp ứng bởi các loại VLD-F hoặc VLD-O, trong đó một thiết bị cũng có thể đáp ứng cả hai yêu cầu.

Loại 1 (VLD-F):

- Trong trường hợp có sự cố với một kết nối giữa một chi tiết của dòng điện chạy qua của hệ thống cung cấp điện sức kéo và chi tiết dẫn điện không chủ định được kết nối với mạch hồi lưu, thì VLD-F bảo vệ chống một điện áp tiếp xúc quá mức cho phép bằng cách dẫn điện và ngắt nguồn cấp điện. VLD-F thường được kết nối giữa chi tiết được bảo vệ và mạch hồi lưu.

GHI CHÚ Điều này bao gồm:

- các vật thể trong khu vực mạch tiếp xúc trên cao hoặc khu vực bộ gom dòng có thể chạm bộ gom dòng nối điện hoặc bị ngắt điện;

- cột có thể có dòng điện chạy qua do sự cố cách điện.

Loại 2 (VLD-O):

- VLD-O bảo vệ chống điện áp quá mức cho phép do điện thế ray trong trường hợp hoạt động bình thường và trong trường hợp đoản mạch. Trong trường hợp đoản mạch, đường dẫn điện giống với trường hợp hoạt động bình thường. VLD-O hoạt động như một thiết bị kết nối đẳng thế và do đó hạn chế điện áp tiếp xúc có thể xảy ra. Chỉ một phần của dòng hồi lưu chạy qua nó. Không vượt quá điện áp tiếp xúc cho phép theo 9.2 và 9.3 . Việc ngắt các thiết bị ngắt dòng đường dây do VLD-O không được dự định. VLD-O thường được kết nối giữa mạch hồi lưu và kết cấu nối đất, ví dụ: ở các ga hành khách hoặc phân trạm.

**F.3 Các yêu cầu kỹ thuật**

Mỗi VLD phải có khả năng kiểm soát các mức dòng điện sẽ chạy trong nó.

VLD sẽ không mở trừ khi các mức dòng điện chạy trong nó thấp hơn các mức mà thiết bị có thể ngắt một cách an toàn.

VLD sẽ được đặt lại tự động hoặc được thay đổi trước khi xảy ra hư hỏng đáng kể chẳng hạn như: ăn mòn do dòng rò gây ra bởi dòng điện chạy qua nó.

Nếu VLD đã hoạt động và không được đặt lại tự động thì một thủ tục hoặc các hệ thống sẽ được đưa ra để nhanh chóng ghi nhận và khắc phục nguyên nhân của sự cố đó.

GHI CHÚ 1 Đối với một số loại hệ thống, có thể đặt lại tự động một VLD đóng sau một thời gian xác định có xem xét đến các thời gian tăng tốc và các chu kỳ bảo vệ tự động đóng lại.

GHI CHÚ 2 Một giá trị tiêu chuẩn cho thời gian đặt lại tối đa của VLD-O là 60 s, có thể được điều chỉnh theo các tình huống giao thông điển hình.

Nếu cần bảo trì các VLD, thì phải bố trí các kết nối điện của các thiết bị này sao cho có thể đi vòng qua VLD để bảo vệ công nhân tránh các mối nguy hiểm điện áp tiếp xúc hoặc phóng hồ quang.

# Phụ lục G

(Quy định)

**Các điều kiện quốc gia đặc biệt**

Điều kiện quốc gia đặc biệt: Đặc điểm hoặc thực tiễn quốc gia không thể thay đổi ngay cả trong một thời gian dài, ví dụ: điều kiện khí hậu, điều kiện nối đất điện. Nếu điều kiện này ảnh hưởng đến sự hài hòa, thì điều kiện đó tạo thành một phần của Tiêu chuẩn Châu Âu này hoặc Tài liệu hài hòa.

Đối với các quốc gia áp dụng các điều kiện quốc gia đặc biệt có liên quan, các biện pháp này mang tính chất quy chuẩn, ngược lại đối với các quốc gia khác, chúng mang tính chất cung cấp thông tin.

**Điều khoản Các điều kiện quốc gia đặc biệt**

**4.1 Đan Mạch**

Tại Đan Mạch, các tham số X, Y và Z xác định kích thước của khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng theo 4.1, Hình 1, được thiết lập như sau:

- X = 5,0 m;

- Y = 2,5 m;

- Z = 2,5 m.

Hơn nữa, khu vực mạch tiếp xúc trên cao được mở rộng tại các sân ga, các toa xưởng và các vị trí tương tự như trong hình bên dưới.



**Chú giải**

OCLZP khu vực mạch tiếp xúc trên cao tại các sân ga, các toa xưởng và các vị trí tương tự

**4.1 Pháp**

Khu vực mạch tiếp xúc trên cao và khu vực bộ gom dòng theo 4.1, Hình 1 phải được đơn vị quản lý cơ sở hạ tầng quy định.

Nếu đơn vị quản lý cơ sở hạ tầng không quy định, áp dụng các giá trị sau:

- X = 4,0 m;

- Y = 2,0 m;

- Z = 2,0 m trong giới hạn SH = 8,0 m.

**5.2.1 Vương Quốc Anh**

Các khoảng cách an toàn khu vực công cộng được thể hiện trong Hình 4 sẽ được thay thế bằng các bố trí được thể hiện trong hình bên dưới. Ngoài ra, trong trường hợp có khó khăn đặc biệt lên đến một nửa, đầu nối đất của một vật cách điện có thể mở rộng trên mặt phẳng đứng, tùy thuộc vào xâm nhập ngang tối đa 300 mm. Trong trường hợp này, vị trí thẳng đứng của vật cách điện không được thấp hơn chiều cao dây tiếp xúc tại vị trí đang xem xét.

GHI CHÚ Khoảng cách an toàn được điều chỉnh là do các khoảng cách an toàn của cơ sở hạ tầng bị hạn chế. Để tuân thủ kích thước khu vực công cộng trong Hình 4, cần phải thay đổi một số lượng lớn các kết cấu xây dựng công trình với mức chi phí rất cao.



**Chú giải**

1 các khu vực công cộng

2 mặt phẳng đứng

3 chiều cao dây tiếp xúc

4 không gian xâm nhập vật cách điện đỡ

# Phụ lục H

(Quy định)

**Các độ lệch mức A**

**Điều khoản**

**4.1 Thụy sĩ**

Tại Thụy Sĩ, các khu vực được quy định cho các biện pháp bảo vệ thể hiện trong Hình 1 sẽ được thay thế bằng các khu vực được quy định trong Quy định SR 734.42 (Chỉ thị về các hệ thống điện của đường sắt).

**9.2 Thụy sĩ**

Tại Thụy Sĩ, điện áp tiếp xúc cho phép tối đa đối với các hệ thống đường sắt chạy điện xoay chiều được đưa ra trong Bảng 4 sẽ được thay thế bằng điện áp tiếp xúc cho phép tối đa được quy định trong Quy định SR 734.2 (Chỉ thị về các hệ thống điện) Điều 54 và 55.

**9.3 Thụy sĩ**

Tại Thụy Sĩ, điện áp tiếp xúc cho phép tối đa đối với các hệ thống đường sắt chạy điện một chiều được đưa ra trong Bảng 6 sẽ được thay thế bằng điện áp tiếp xúc cho phép tối đa được quy định trong Quy định SR 734.2 (Chỉ thị về các hệ thống điện) Điều 54 và 55.

# Phụ lục ZZ

(Tham khảo)

**Phạm vi bao quát của các yêu cầu cơ bản của các Chỉ thị của Ủy ban Châu Âu**

Tiêu chuẩn Châu âu này được soạn thảo theo sự uỷ thác của Uỷ ban Châu Âu và Hiệp hội Thương mại Tự do Châu Âu cho CENELEC và trong phạm vi áp dụng, Tiêu chuẩn này đề cập đến tất cả các yêu cầu cơ bản liên quan trong Phụ lục III của ba Chỉ thị của Uỷ ban Châu Âu 96/48/EC (HSR) và 2001/16/EC (CONRAIL) và 2008/57/EC (RAIL).

Việc đáp ứng tiêu chuẩn này là một bước tiến đến việc đáp ứng các yêu cầu cơ bản trong các Chỉ thị liên quan.

**CHÚ Ý:** Các yêu cầu khác và các Chỉ thị khác của Uỷ ban Châu Âu có thể áp dụng với các sản phẩm nằm trong phạm vi của Tiêu chuẩn này.