|  |  |
| --- | --- |
| **TCVN** | **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA** |

**DỰ THẢO**

**TCVN ...............:2021**

**IEC 62597:2019**

**Xuất bản lần 1**

**QUY TRÌNH ĐO MỨC PHÁT XẠ ĐIỆN TỪ PHÁT SINH TỪ CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN VÀ ĐIỆN TỬ TRONG MÔI TRƯỜNG ĐƯỜNG SẮT ẢNH HƯỞNG ĐẾN CON NGƯỜI**

***Magnetic field levels generated by electronic and electrical apparatus in the railway***

***environment with respect to human exposure – Measurement procedures***

**HÀ NỘI – 2021**

**MỤC LỤC**

[Lời nói đầu 4](#_Toc79672560)

[1 Phạm vi áp dụng 6](#_Toc79672561)

[2 Tài liệu viện dẫn 6](#_Toc79672562)

[3 Thuật ngữ, định nghĩa và các từ viết tắt 6](#_Toc79672563)

[3.1 Thuật ngữ và định nghĩa 6](#_Toc79672564)

[3.2 Các từ viết tắt 7](#_Toc79672565)

[4 Quy trình đo đạc 8](#_Toc79672566)

[4.1 Tổng quát 8](#_Toc79672567)

[4.2 Đầu máy toa xe 9](#_Toc79672568)

[4.3 Lắp đặt cố định 10](#_Toc79672569)

[4.4 Các điều kiện thử nghiệm 11](#_Toc79672570)

[4.5 Môi trường thử nghiệm 12](#_Toc79672571)

[5 Kỹ thuật đo 12](#_Toc79672572)

[5.1 Tổng quát 12](#_Toc79672573)

[5.2 Dải tần số 12](#_Toc79672574)

[5.3 Thiết bị đo 13](#_Toc79672575)

[5.4 Phương pháp đánh giá 14](#_Toc79672576)

[5.5 Thực hiện đo đạc 15](#_Toc79672577)

[6 Báo cáo 16](#_Toc79672578)

[Phụ lục A (Quy định): Kế hoạch thử nghiệm 18](#_Toc79672579)

[A.1 Tổng quát 18](#_Toc79672580)

[A.2 Đầu máy toa xe 18](#_Toc79672581)

[A.3 Kết cấu hạ tầng 19](#_Toc79672582)

[Phụ lục B (Tham khảo): Kỹ thuật đo đối với tần số thấp 21](#_Toc79672583)

[B.1 Dải tần số thấp hơn 21](#_Toc79672584)

[B.2 Đầu đo điện trường đối với tần số thấp hơn 21](#_Toc79672585)

[B.3 Dải động 21](#_Toc79672586)

[Phụ lục C (Tham khảo): Phù hợp với IEC 62110 ở một số quốc gia 22](#_Toc79672587)

[C.1 Yêu cầu chung 22](#_Toc79672588)

[C.2 Các thuật ngữ và định nghĩa 22](#_Toc79672589)

[C.3 Quy trình đo cơ bản 22](#_Toc79672590)

[C.4 Quy trình đo đối với các lắp đặt cố định 22](#_Toc79672591)

[Thư mục tài liệu tham khảo 26](#_Toc79672592)

# Lời nói đầu

TCVN ..........:2021 hoàn toàn tương đương với IEC 62597:2019.

TCVN ...........:2021 do Cục Đường sắt Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học Công nghệ công bố.

|  |  |
| --- | --- |
| **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA** | **TCVN ..........:2021** |
|  |  |
| **Quy trình đo mức phát xạ điện từ phát sinh từ các thiết bị điện và điện tử trong môi trường đường sắt ảnh hưởng đến con người** | |
| *Magnetic field levels generated by electronic and electrical apparatus in the railway environment with respect to human exposure – Measurement procedures* | |

# 1 Phạm vi áp dụng

Phạm vi của tiêu chuẩn này được giới hạn đối với các thiết bị, hệ thống và lắp đặt cố định được thiết kế để sử dụng trong môi trường đường sắt. Dải tần số được xem xét từ 0 Hz đến 300 GHz.

Việc đo đạc và các quy định kỹ thuật được xem xét đối với tần số đến 20 kHz vì không có cường độ điện trường liên quan như trên do bản chất vật lý của nguồn EMF trong môi trường đường sắt.

Tiêu chuẩn này cung cấp các quy trình đo và tính toán các mức điện trường và từ trường do thiết bị điện và điện tử tạo ra trong môi trường đường sắt liên quan đến tiếp xúc của con người.

Các quy định liên quan đến bảo vệ con người khi tiếp xúc với từ trường không ion hóa trong môi trường đường sắt là khác nhau giữa các quốc gia trên thế giới. Tiêu chuẩn này quy định quy trình đo đạc, mô phỏng/tính toán và đánh giá.

Các quy trình đo và các điểm đo cũng bao gồm cả những người mang thiết bị y tế cấy ghép đang hoạt động.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho việc đánh giá rủi ro đối với những người mang thiết bị cấy ghép đang hoạt động trong từ trường được tạo ra bởi thiết bị điện và điện tử trong môi trường đường sắt.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các thiết bị điện tử cá nhân (ví dụ: điện thoại di động, máy tính xách tay, hệ thống liên lạc không dây, v.v.) của hành khách và nhân viên trên tàu.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các máy phát chủ có tần số cao hơn 20 kHz.

# 2 Tài liệu viện dẫn

Tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

IEC 62311, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)* (Đánh giá điện và thiết bị điện liên quan đến các hạn chế phơi nhiễm của con người đối với từ trường (0 Hz - 300 GHz))

# 3 Thuật ngữ, định nghĩa và các từ viết tắt

## 3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

**3.1.1**

**Nhân viên đường sắt** (worker)

Lái tàu, nhân viên phục vụ trên tàu và tất cả những người làm việc trong môi trường đường sắt.

**3.1.2**

**Lắp đặt cố định** (fixed installation)

Hạ tầng môi trường đường sắt, không bao gồm đầu máy toa xe.

**3.1.3**

**Hệ thống điện kéo** (electric traction system)

Mạng phân phối điện đường sắt dùng để cung cấp điện năng cho đầu máy toa xe.

CHÚ THÍCH 1:

Hệ thống này bao gồm:

* hệ thống đường dây tiếp xúc,
* mạch hồi lưu của hệ thống điện kéo,
* các ray chạy tàu của hệ thống kéo không dùng điện, ở gần và được kết nối dẫn điện với các ray chạy tàu của hệ thống điện kéo,
* lắp đặt điện, được cung cấp từ đường dây tiếp xúc hoặc trực tiếp hoặc qua máy biến áp,
* lắp đặt điện trong các nhà máy điện và trạm biến áp, chỉ được sử dụng để phát và phân phối điện trực tiếp đến đường dây tiếp xúc,
* lắp đặt điện của các trạm chuyển mạch.

[NGUỒN: IEC 60050-811: 2017, 811-36-21]

**3.1.4**

**Tuyến chính** (main line)

Tuyến đường sắt cho đoàn tàu khách và đoàn tàu hàng đường ngắn và đường dài.

**3.1.5**

**Giao thông đô thị** (urban transport)

Tuyến đường sắt hoạt động trong phạm vi thành phố gồm: tàu điện ngầm, xe điện bánh sắt (trams), đường sắt nhẹ (LRV), xe điện bánh lốp.

**3.1.6**

**Đầu máy toa xe** (rolling stock)

Phương tiện nhỏ nhất có thể hoạt động bao gồm tất cả các xe có hoặc không có động cơ.

[NGUỒN: IEC 60050-811: 2017, 811-02-01, được sửa đổi - "phương tiện nhỏ nhất có thể hoạt động được" đã được thêm vào.]

**3.1.7**

**Giao cắt đồng mức** (level crossing)

Giao cắt giữa đường sắt và đường bộ trên cùng cao độ.

[Nguồn: IEC 60050-811: 2017, 811-07-01]

## 3.2 Các từ viết tắt

|  |  |
| --- | --- |
| AC | Dòng điện xoay chiều  Alternating Current |
| DC | Dòng điện một chiều  Direct Current |
| EMF | Trường điện từ  Electromagnetic fields |
| FFT | Biến đổi nhanh Fourier  Fast Fourier transform |
| ICNIRP | Ủy ban quốc tế về bảo vệ bức xạ không ion hóa  International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection |
| IEEE | Viện kỹ thuật điện và điện tử  Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| LIM | Động cơ cảm ứng tuyến tính  Linear Induction Motor |

# 4 Quy trình đo đạc

## 4.1 Tổng quát

Trong đường sắt, ba nguồn điện từ có thể ảnh hưởng đến con người: đầu máy toa xe, lắp đặt nguồn điện cố định và thiết bị phát tín hiệu.

Theo tiêu chuẩn chung về EMF IEC 62311, có hai chế độ tổng hợp riêng biệt đối với tiếp xúc đồng thời các điện trường có tần số khác nhau. Các chế độ này phụ thuộc vào ảnh hưởng của mức độ ảnh hưởng. Ở dải tần số từ 1 Hz đến 10 MHz liên quan đến kích thích điện và mật độ dòng điện cảm ứng là hạn chế cơ bản cần nhấn mạnh. Ở dải tần số từ 100 kHz đến 300 GHz liên quan đến các ảnh hưởng về nhiệt.

Do phát xạ từ đầu máy toa xe, lắp đặt nguồn điện cố định và thiết bị phát tín hiệu đều nằm trong dải tần số từ DC đến 20 kHz, việc đo đạc, mô phỏng và tính toán bị hạn chế trong dải tần số này. Theo đó chỉ áp dụng một chế độ tổng hợp. Trong dải tần số này, từ trường chiếm ưu thế và điện trường có thể bỏ qua.

Do công suất của thiết bị phát tín hiệu thấp so với các nguồn EMF khác trong môi trường đường sắt, nên có thể bỏ qua ảnh hưởng của nó.

Quy trình đo của toàn hệ thống đường sắt được chia thành hai trường hợp.

Trường hợp 1: Đầu máy toa xe (xem Điều 4.2)

* đo đạc bên trong đầu máy toa xe, và
* đo đạc bên ngoài đầu máy toa xe (trên ke ga hoặc phương tiện khác).

Trường hợp 2: Lắp đặt cố định (xem Điều 4.3)

* đo đạc đối với kết cấu hạ tầng đường sắt hiện có,
* mô phỏng/tính toán tình huống xấu nhất (ví dụ: cầu, giao cắt đồng mức, dòng điện lớn nhất có thể trên đường dây tiếp xúc trên cao hoặc khung cấp điện, ray thứ ba).

CHÚ THÍCH 1:

Sự phù hợp của đầu máy toa xe có thể được mô tả ở trường hợp 1. Sự tuân thủ của kết cấu hạ tầng có thể được mô tả ở trường hợp 2.

Đối với thiết bị, hệ thống và các lắp đặt cố định trong môi trường đường sắt có những hạn chế cơ bản đối với hành khách và nhân viên đường sắt được quy định trong ICNIRP, IEEE và các tài liệu cụ thể của quốc gia khác (xem Thư mục tài liệu tham khảo).

Với sự tuân thủ của cả hai trường hợp, có thể coi toàn bộ hệ thống đường sắt tuân thủ các quy định được nêu trong tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH 2:

Qúa trình được xác định trong điều này cũng được áp dụng để chứng minh sự tuân thủ của thiết bị đường sắt với các thiết bị y tế cấy ghép đang hoạt động

Điều 4.2 xác định các điểm đo tại các khu vực đã được thiết lập bên trong và bên ngoài đầu máy toa xe.

Điều 4.3 xác định các điểm đo trong các khu vực được thiết lập trong lắp đặt cố định và đưa ra các chi tiết liên quan đến mô phỏng / tính toán.

Điều 4.4 xác định các điều kiện thử nghiệm trong quá trình đo từ trường.

Điều 4.5 liên quan đến môi trường thử nghiệm.

Kế hoạch thử nghiệm cho đầu máy toa xe và kết cấu hạ tầng được nêu trong Phụ lục A.

## 4.2 Đầu máy toa xe

### 4.2.1 Tổng quát

Các điểm đo sau đây được quy định bên trong và bên ngoài đầu máy toa xe.

### 4.2.2 Khu vực tiếp cận cho nhân viên đường sắt bên trong đầu máy toa xe

Việc đo đạc cho thấy sự phát xạ của thiết bị đoàn tàu ở trạng thái tĩnh và động (xem Điều 4.4.1).

Việc đo đạc phải được thực hiện gần các nguồn phát xạ của đoàn tàu (ví dụ như bộ chuyển đổi nguồn, dây cáp điện và cuộn cảm ứng điện) nơi nhân viên đường sắt thường có thể có mặt trong điều kiện vận hành bình thường của đoàn tàu và thiết bị và ở ghế lái tàu. Cao độ đo trên sàn phải là 0,9 m và 1,5 m. Khoảng cách đo ngang tới tường là 0,3 m hoặc ở khoảng cách tối thiểu (>0,3 m) nơi có thể có nhân viên đường sắt.

### 4.2.3 Khu vực công cộng bên trong đầu máy toa xe

Việc đo đạc cho thấy sự phát xạ của thiết bị đoàn tàu ở trạng thái tĩnh và động (xem Điều 4.4.1).

Việc đo đạc phải được thực hiện ở vị trí gần nhất có thể đối với các nguồn phát xạ của đoàn tàu (ví dụ: bộ chuyển đổi nguồn, cáp điện và cuộn cảm ứng điện), nơi có thể có hành khách. Trong trường hợp này, cao độ đo trên sàn của tất cả các khu vực công cộng phải là 0,3 m, 0,9 m và 1,5 m. Khoảng cách đo ngang tới tường là 0,3 m hoặc ở khoảng cách tối thiểu (> 0,3 m) nơi có thể có hành khách.

### 4.2.4 Khu vực bên ngoài đầu máy toa xe (hành khách và nhân viên đường sắt)

Việc đo đạc gần đầu máy toa xe cho thấy lượng phát xạ của thiết bị chạy tàu ở trạng thái tĩnh (xem Điều 4.4.1) trong khoảng cách nằm ngang 0,3 m đến vỏ tàu ở vị trí gần nhất có thể của các nguồn phát xạ phát xạ của đoàn tàu (ví dụ: bộ chuyển đổi điện, cáp điện và cuộn cảm ứng điện) ở cao độ 0,5 m, 1,5 m và 2,5 m tính từ đỉnh ray.

Việc đo đạc tại điểm công cộng không được thực hiện ở cùng một phía của ray thứ ba đối với đường ray.

## 4.3 Lắp đặt cố định

### 4.3.1 Tổng quát

Chứng minh sự tuân thủ của kết cấu hạ tầng hiện có phải bao gồm hệ thống điện kéo cố định của môi trường đường sắt.

Các vị trí mà sự tuân thủ phải được chứng minh được đưa ra trong Điều 4.3.2 đến Điều 4.3.4.

Mô phỏng/tính toán có thể đưa ra các số liệu trong trường hợp xấu nhất (xem Điều 4.3.5).

CHÚ THÍCH:

Các quy trình đo cụ thể của từng quốc gia có thể được tìm thấy trong Phụ lục C.

### 4.3.2 Tuyến đường sắt mở (hành khách và nhân viên đường sắt)

Việc đo đạc và/hoặc mô phỏng/tính toán liên quan đến hành khách phải được thực hiện trong khoảng cách từ tâm của đường ray gần nhất của hệ thống được cho trong Bảng 1 dưới đây hoặc trong khoảng cách cao hơn trong phạm vi khu vực công cộng gần nhất có thể tiếp cận, cách mặt đất 1,5 m (khu vực đỗ) trong đó có thể phát hiện được mọi người tại vị trí đó.

**Bảng 1 - Vị trí và khoảng cách**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vị trí** | **Khoảng cách từ tâm của đường ray, m** | **Ghi chú** |
| Tuyến chính | 10 (cho công cộng) | Nếu các văn bản quy phạm pháp luật.không quy định  Khi tuyến chính không tiếp cận đến ray liên quan với hành khách. |
| Giao thông đô thị | 3 (cho công cộng) | Nếu các văn bản quy phạm pháp luật.không quy định  Khi giao thông đô thị không tiếp cận đến ray liên quan với hành khách. |
| Xe điện bánh sắt (trams), xe điện bánh lốp | 0 |  |
| Giao cắt đồng mức | 0 |  |
| Cầu | 0 |  |
| Hầm chui | 0 |  |
| CHÚ THÍCH 1:  Các hệ thống kết hợp (đường tuyến chính và đường đô thị gần nhau) phải được coi là riêng lẻ có thể dẫn đến các khoảng cách khác.  CHÚ THÍCH 2:  Có một số trường hợp mà ở đó vị trí nơi có cường độ điện trường tối đa không trùng với tâm của đường ray. Trong những trường hợp này, phải xem xét nơi có cường độ điện trường lớn nhất. | | |

Các phép đo đối với nhân viên đường sắt trên các tuyến đường sắt mở phải được thực hiện ở vị trí gần nhất có thể (không bị hạn chế) tới các nguồn phát xạ mà nhân viên đường sắt có thể có mặt.

Các điều kiện ngắn mạch được loại trừ.

### 4.3.3 Các khu vực gần các trạm cung cấp điện cố định (hành khách và nhân viên đường sắt)

Việc đo đạc và/hoặc mô phỏng/tính toán phải được thực hiện ở vị trí gần nhất có thể (không bị hạn chế) tới các nguồn phát xạ từ các hệ thống cung cấp điện cố định, nơi hành khách và nhân viên đường sắt có thể có mặt (ví dụ như các vị trí được đánh dấu trên sàn nhà hoặc hàng rào). Trong trường hợp này, việc xem xét tất cả các khu vực công cộng phải ở cao độ 0,3 m, 0,9 m và 1,5 m và của tất cả các khu vực có nhân viên đường sắt phải ở cao độ 0,9 m và 1,5 m. Khoảng cách đo theo chiều ngang tới tường hoặc hàng rào là 0,3 m hoặc ở khoảng cách tối thiểu (> 0,3 m) nơi có thể có mặt của hành khách và nhân viên đường sắt.

### 4.3.4 Ke ga (hành khách và nhân viên đường sắt)

Việc đo đạc và/hoặc mô phỏng/tính toán trên ke ga phải được thực hiện ở cao độ 0,9 m và 1,5 m so với cao độ mặt ke ga và với khoảng cách nằm ngang 0,3 m tính từ mép của ke ga.

### 4.3.5 Mô phỏng/tính toán

Nếu việc đo đạc không thể bao gồm các điều kiện của trường hợp xấu nhất thì phải thực hiện mô phỏng/tính toán với các giá trị dòng điện dự kiến tối đa (do người quản lý kết cấu hạ tầng thiết lập). Có thể bỏ qua sóng hài đã biết thấp hơn giá trị ngưỡng 10% của giá trị giới hạn.

Việc xác nhận mô phỏng/tính toán phải được thực hiện bằng cách so sánh giữa các kết quả được tính toán/mô phỏng và các giá trị đo được đối với các điều kiện đã biết.

## 4.4 Các điều kiện thử nghiệm

### 4.4.1 Thử nghiệm đầu máy toa xe

Các thử nghiệm chỉ được thực hiện trong điều kiện hoạt động bình thường.

Tình trạng của toa xe trong quá trình đo từ trường được mô tả dưới đây:

* Điều kiện tĩnh (S)

Đầu máy toa xe không di chuyển.

Các mạch điện kéo phải được cấp điện nhưng không hoạt động. Các mạch phụ phải hoạt động và tất cả các thiết bị liên quan phải hoạt động (ví dụ: điều hòa không khí/hệ thống sưởi, đèn, lò sưởi cửa sổ, máy phát điện).

* Điều kiện động (D)

Đầu máy toa xe bắt đầu từ vị trí dừng với gia tốc tối đa đến tốc độ tối đa, thả trôi và phanh điện tối đa để dừng lại.

Các mạch điện kéo phải được cấp điện và hoạt động. Các mạch phụ phải hoạt động và tất cả các thiết bị phải hoạt động (ví dụ: điều hòa không khí/hệ thống sưởi, đèn chiếu sáng, lò sưởi cửa sổ, máy phát điện)

Có thể có đầu máy toa xe (ví dụ: trong giao thông đô thị) không thể tăng tốc với dòng điện tối đa trong điều kiện thử nghiệm hoặc hệ thống cung cấp điện không thể thiết lập dòng điện tối đa đối với đầu máy toa xe cho mục đích thử nghiệm. Trong những trường hợp này, phát xạ cực đại phải được tính toán dựa trên kết quả đo và dòng điện được giám sát bằng cách sử dụng phương pháp thích hợp (ví dụ: ngoại suy).

CHÚ THÍCH 1:

Sự phát xạ của thiết bị trên đoàn tàu, ray thứ ba hoặc dây cấp điện ảnh hưởng đến kết quả đo của đầu máy toa xe tương ứng. Trong khi các điện trường riêng lẻ từ thiết bị trên tàu sẽ thay đổi theo chức năng của dòng điện trong thiết bị, điện trường ray thứ ba hoặc dây cấp điện sẽ thay đổi theo chức năng của số lượng xe và dòng điện.

Thử nghiệm có thể được thực hiện ở mức độ không bị ảnh hưởng bởi đầu máy toa xe khác.

Cần phải thử nghiệm riêng biệt giữa hệ thống phanh điện sử dụng các mạch điện khác và hệ thống điện đẩy được thử nghiệm trong quá trình tăng tốc.

CHÚ THÍCH 2:

Có một số điều kiện thử nghiệm (giao diện giữa đầu máy toa xe và nguồn điện) không thể thực hiện được sự tách biệt này.

### 4.4.2 Thử nghiệm kết cấu hạ tầng

* Tuyến đường sắt mở và ke ga

Phải coi dòng điện thực tế của tuyến đường sắt mở/ke ga như là nguồn phát xạ đáng kể trong quá trình thử nghiệm phát xạ.

Phát xạ cực đại phải được tính toán dựa trên kết quả đo và dòng điện được quan trắc bằng cách sử dụng phương pháp thích hợp (ví dụ: ngoại suy).

* Lắp đặt hệ thống cung cấp điện cố định

Phải ghi nhận phụ tải thực tế của hệ thống cung cấp điện cố định trong quá trình thử nghiệm phát xạ.

Phát xạ cực đại phải được tính toán dựa trên kết quả đo và dòng điện được quan trắc bằng cách sử dụng phương pháp thích hợp (ví dụ: ngoại suy).

Phụ tải có thể thay đổi với biên độ rộng trong thời gian ngắn. Sự phát xạ có liên quan đến phụ tải.

## 4.5 Môi trường thử nghiệm

Bất kỳ nguồn cảm ứng điện từ nào bên ngoài đầu máy toa xe và dọc theo đường ray đều có thể ảnh hưởng đến các phép đo được thực hiện. Để có thể đánh giá được các giá trị cảm ứng điện từ cụ thể trước và trong khi đo cần chỉ ra vị trí của bất kỳ nguồn bên ngoài có thể có trên sơ đồ đường chạy.

# 5 Kỹ thuật đo

## 5.1 Tổng quát

Điều này quy định dải tần số và thiết bị đo, phương pháp đánh giá và thực hiện việc đo đạc.

## 5.2 Dải tần số

Việc đo đạc và/hoặc tính toán và mô phỏng phải được thực hiện ở dải tần số từ DC đến 1 Hz và trong dải tần số từ 5 Hz đến 20 kHz.

CHÚ THÍCH 1:

Trong môi trường đường sắt, việc đo đạc cường độ từ trường tương ứng với cảm ứng điện từ là phù hợp với dải tần số này.

CHÚ THÍCH 2:

Khoảng cách giữa 1 Hz và 5 Hz được chứng minh bằng thực tế là giới hạn giảm từ 1 Hz đến 5 Hz theo hệ số 1/*f* 2. Khi khớp với giới hạn ở tần số 5 Hz, giả định giới hạn cũng được khớp ở các tần số thấp hơn. Hơn nữa, các nguồn có liên quan trong dải tần số từ 1 Hz đến 5 Hz không được xem xét.

CHÚ THÍCH 3:

Việc đo đạc là cần thiết đối với tần số lên đến 20 kHz vì không có cường độ điện trường liên quan xuất hiện trên dải tần số này.

CHÚ THÍCH 4:

Đối với các hệ thống có chứa các nguồn từ trường đáng kể có dải tần số từ DC đến 5 Hz, xem Phụ lục B để biết thêm thông tin.

## 5.3 Thiết bị đo

### 5.3.1 Tổng quát

Thiết bị đo phải đáp ứng các yêu cầu như được xác định trong quy định cơ bản và tối thiểu phải phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật sau đây.

Tâm của mỗi đầu dò điện trường phải là điểm tham chiếu cho các khoảng cách đo đã cho trong tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH:

Xem Phụ lục B để biết thông tin bổ sung cụ thể của từng quốc gia đối với các hệ thống có chứa các nguồn từ trường đáng kể khii từ trường thay đổi theo thời gian với tần số đến 5 Hz.

### 5.3.2 Đầu dò điện trường

Các đầu dò điện trường sau đây sẽ được sử dụng để đo:

* Đo từ trường dòng điện một chiều: đầu dò đẳng hướng ba trục;
* Đo từ trường dòng điện xoay chiều: đầu dò ba trục với ba vòng trực giao, vòng có diện tích 100 cm2, dải tần số nhỏ nhất từ 5 Hz đến 20 kHz.

CHÚ THÍCH:

Đối với việc đo đạc trong môi trường đường sắt, mật độ từ thông B là độ lớn của vectơ điện trường bằng cường độ từ trường H nhân với độ từ thẩm của chân không µ0.



### 5.3.3 Tổng hợp các thành phần không gian

Ba phép đo phải được thực hiện đồng thời trên ba mặt phẳng trực giao để thu được các thành phần khác nhau của điện trường. Điện trường H tổng hợp được cung cấp bởi công thức sau:



Đối với điện trường dòng điện xoay chiều, việc tổng hợp phải được thực hiện trong miền thời gian sau khi lọc hoặc trong miền tần số sau biến đổi nhanh Fourier (FFT) của các thành phần đo được của điện trường.

CHÚ THÍCH:

Công thức tính H sẽ cung cấp các giá trị trường hợp xấu nhất cho tổng hợp trong miền tần số khi mối quan hệ pha giữa các thành phần bị mất. Có thể sử dụng các phương pháp chính xác hơn.

### 5.3.4 Ghi dữ liệu

Nên sử dụng thiết bị ghi dữ liệu để cung cấp dữ liệu đo cho đánh giá ngoại tuyến bổ sung.

### 5.3.5 Dải động

Dải động của chuỗi đo phải bao gồm tối thiểu từ 5% giới hạn áp dụng đến 200% giới hạn áp dụng.

### 5.3.6 Đẳng hướng

Độ lệch đẳng hướng của hệ thống hoàn chỉnh phải nhỏ hơn hoặc bằng 5%.

### 5.3.7 Tuyến tính

Độ tuyến tính của hệ thống hoàn chỉnh liên quan đến các giá trị cường độ điện trường đo được phải không được lớn hơn ± 5% trong dải động yêu cầu.

### 5.3.8 Hiệu chuẩn và độ chính xác

Tất cả các thiết bị đo liên quan phải được hiệu chuẩn cho dải tần số đã sử dụng. Độ không tin cậy của chuỗi đo hoàn chỉnh từ đầu đo điện trường đến bộ hiển thị cuối cùng không được lớn hơn 20%.

Chuỗi đo hoàn chỉnh phải được kiểm tra để xác minh tính năng và độ chính xác của nó.

## 5.4 Phương pháp đánh giá

### 5.4.1 Tổng quát

Các phương pháp được sử dụng để ước lượng và đánh giá dữ liệu đo phải phù hợp với các quy định cơ bản.

### 5.4.2 Từ trường dòng điện một chiều

Việc đánh giá từ trường dòng điện một chiều phải được thực hiện theo công thức nêu trong Điều 5.3.3.

### 5.4.3 Từ trường dòng điện xoay chiều

#### 5.4.3.1 Yêu cầu chung

Các phương pháp được xác định bởi tài liệu ICNIRP và IEEE (xem Thư mục tài liệu tham khảo) là miền tần số (chẳng hạn như FFT, xem Điều 5.4.3.2) và miền thời gian (xem Điều 5.4.3.3). Miền tần số là phương pháp cơ bản.

Do phương pháp miền tần số coi trọng cao cường độ từ trường so với kết quả của phương pháp miền thời gian (môi trường đường sắt được đặc trưng bởi các dạng sóng xung và sóng không có dạng hình sin phức tạp) nên việc áp dụng phương pháp miền thời gian (như đã đề cập trong tuyên bố ICNIRP) có thể thực tế hơn trong một số trường hợp.

Trong trường hợp vượt quá giới hạn do đột biến, chúng phải được nhận biết. Đột biến với thời gian dưới 1 s, ví dụ: trong quá trình chuyển đổi điện, có thể bỏ qua.

#### 5.4.3.2 Biến đổi nhanh Fourier (FFT)

Đánh giá trong miền tần số bằng máy phân tích FFT, bộ xử lý tín hiệu số hoặc thiết bị tương đương (trực tuyến hoặc ngoại tuyến của dữ liệu ghi được) và tiếp theo là trọng số của phổ và tổng hợp các thành phần phổ khi cần thiết theo các yêu cầu/tiêu chuẩn cơ bản cụ thể và khi cần thiết để chuyển đổi các tín hiệu đo đến các giá trị dưới dạng mật độ từ thông (B (f)).

Độ dài bản ghi dữ liệu FFT (tức là thời gian quan sát và băng thông của tín hiệu phổ) và tần số lấy mẫu phải phù hợp với các yêu cầu/tiêu chuẩn liên quan.

Khuyến nghị/thông số điển hình (không bắt buộc):

Cửa sổ thời gian: Không chồng lặp.

Độ dài bản ghi: 0,5 s (FFT thời gian thực).

Tần số lấy mẫu: > 40 kHz.

Tổng hợp các thành phần phổ: không tính đến các vạch phổ, tuyến tính dưới giá trị ngưỡng 10% của giá trị giới hạn.

Đánh giá các đột biến và biến đổi tần số bằng phân tích FFT có thể gây ra kết quả sai. Nếu giá trị đỉnh được duy trì phù hợp với các giá trị giới hạn thì không cần phân tích chi tiết từng bước thời gian. Những thay đổi về phụ tải (ví dụ: thay đổi từ tăng tốc sang thả trôi) có thể gây ra lỗi trong phân tích FFT. Do đó, cho phép khảo sát riêng về các điều kiện hoạt động khác nhau mà không có quá trình chuyển đổi.

#### 5.4.3.3 Miền thời gian

Đánh giá trong miền thời gian (dB (t)/dt hoặc B (t)) bằng các bộ lọc số hoặc tương tự với các đặc tính của bộ lọc thích hợp để thực hiện trọng số của phổ và chuyển đổi tín hiệu đo thành các giá trị dưới dạng mật độ từ thông (B (t)), nếu cần, sau đó đánh giá theo yêu cầu của các yêu cầu/tiêu chuẩn cơ bản cụ thể (ví dụ được nêu trong bố ICNIRP (xem Thư mục tài liệu tham khảo)).

Tần số lấy mẫu: > 40 kHz.

CHÚ THÍCH: Hai phương pháp

* sẽ tạo ra các kết quả giống hệt nhau đối với từ trường hình sin (giả sử các hàm trọng số là như nhau đối với cả hai phương pháp);
* sẽ tạo ra kết quả có thể so sánh đối với từ trường theo chu kỳ;
* có thể tạo ra các kết quả khác nhau đối với từ trường dạng xung (đối với tín hiệu đa tần, phương pháp FFT đánh giá vượt quá mức độ phơi nhiễm).

## 5.5 Thực hiện đo đạc

### 5.5.1 Yêu cầu chung

Đo cả 3 trục của từ trường với một trục song song với ray.

Đối với mỗi điểm của mọi khu vực đo, từ trường được đo theo cách sau.

### 5.5.2 Đầu máy toa xe

* Bên trong đầu máy toa xe:

Đo cả 3 trục của từ trường trong điều kiện tĩnh với khoảng thời gian (30 đến 60) s.

Đo cả 3 trục của từ trường trong điều kiện của trạng thái tĩnh với gia tốc lớn nhất đến tốc độ cực đại, thả trôi trong thời gian ít nhất 10 s và hãm phanh điện cực đại để dừng.

Một phép đo là đủ đối với mỗi điểm đo và mỗi điều kiện.

* Bên ngoài đầu máy toa xe:

Đo cả 3 trục của từ trường trong điều kiện tĩnh với khoảng thời gian (30 đến 60) s.

### 5.5.3 Kết cấu hạ tầng

Theo dõi dòng điện ảnh hưởng đến từ trường tại cùng thời điểm đo từ trường.

Trong quá trình đo các nguồn từ trường khác nhau liên quan đến đường sắt và các nguồn từ trường khác có thể bổ sung thêm vào kết quả đo.

Trong quá trình đo trên tuyến đường sắt mở, đầu máy toa xe hoạt động bằng điện không được đặt giữa hệ thống cung cấp điện cố định và điểm đo từ trường.

CHÚ THÍCH:

Ở một số quốc gia, nơi các quy định pháp luật của quốc gia tuân theo IEC 62110, có thể xem Điều C.4.2 để biết thêm thông tin.

# 6 Báo cáo

Hướng dẫn về báo cáo có thể được tìm thấy trong ISO/IEC 17025.

Thông tin sau liên quan đến thiết bị đo và công tác đo phải được cung cấp trong tất cả các trường hợp sau:

* ngày đo;
* phương pháp hậu xử lý;
* thời gian của việc đo đạc;
* thiết lập thử nghiệm;
* điều kiện môi trường (ví dụ điều kiện thời tiết);
* độ không tin cậy của các phép đo;
* kết quả liên quan của mỗi đánh giá được thực hiện;
* phân tích phổ cho các địa điểm lựa chọn (ví dụ như có phát xạ cao hoặc được yêu cầu từ bên thứ ba);
* mọi sai lệch so với các điều kiện thử nghiệm đã cho (ví dụ thời gian đo, dòng điện cực đại) kèm theo sự lý giải.

Những điều sau đây cần được lưu ý cụ thể trong quá trình thử nghiệm đầu máy toa xe:

* đường ray và hướng di chuyển;
* cấu hình đoàn tàu - các phương tiện của đầu máy toa xe và vị trí tương đối của chúng;
* trọng lượng gần đúng của đầu máy toa xe (tải trọng hành khách chất đầy hoặc trọng lượng xe rỗng);
* (các) vị trí của (các) cần tiếp điện hoạt động;
* (các) trạm cấp điện;
* bản chất của (các) mạch hồi lưu (đường đôi/đường đơn) và cáp cho dòng điện hồi lưu;
* vị trí đặt máy biến áp tăng áp và trạm cấp liệu liên quan đến vị trí đo;

Cũng nên ghi lại dòng điện tương ứng với tổng mức tiêu thụ của đầu máy toa xe càng xa càng tốt và tốt nhất là cả tốc độ của đoàn tàu và điện áp của dây cấp điện.

Các thông tin khác cần được cung cấp khi thích hợp bao gồm các bản vẽ mô tả khu vực và vị trí thực hiện các phép đo.

# Phụ lục A (Quy định): Kế hoạch thử nghiệm

## A.1 Tổng quát

Việc xác định mức từ trường trong đầu máy toa xe và kết cấu hạ tầng có thể mât nhiều thời gian. Vì vậy, khuyến khích chuẩn bị một kế hoạch thử nghiệm.

Việc đo đạc từ trường dòng điện một chiều chỉ được thực hiện nếu dự kiến có nguồn từ trường dòng điện một chiều đáng kể (ví dụ: đường dây điện kéo dòng một chiều/nguồn điện một chiều, toa xe có hệ thống sưởi ấm bằng dòng điện một chiều).

## A.2 Đầu máy toa xe

### A.2.1 Yêu cầu chung

Quy trình của kế hoạch thử nghiệm đối với đầu máy toa xe như sau:

1. xác định các nguồn điện từ cần phân tích,
2. xác định dải tần số liên quan được xem xét,
3. xác định vị trí đo và dải động.

### A.2.2 Nguồn điện từ

Kế hoạch đo phải xác định các nguồn từ trường. Nguồn sơ cấp là các hạng mục xử lý dòng điện lớn như máy biến áp, cuộn cảm ứng, động cơ điện, bộ chuyển đổi và hệ thống cáp liên kết.

Việc nhận diện các nguồn từ trường phải được thực hiện bao gồm:

* dải tần số dự kiến bao gồm dòng điện một chiều,
* sự phụ thuộc vào điều kiện vận hành của đoàn tàu (dòng tiêu thụ, dòng động cơ hoặc các đại lượng vật lý khác),
* nguồn cung cấp bên ngoài (ví dụ: khung cấp điện hoặc ray thứ ba).

Chỉ (các) đầu máy toa xe đang thử nghiệm mới được vận hành trong khu vực đường cấp điện để giảm thiểu ảnh hưởng của kết cấu hạ tầng.

### A.2.3 Dải tần số thực hiện việc đo đạc

Dải tần số của tiêu chuẩn này được chọn để bao gồm các tần số đã biết và tần số hoạt động dự kiến trong tương lai gần của thiết bị điện.

Nếu có thể chứng minh tần số tối đa liên quan của các nguồn là thấp hơn tần số thiết lập thì có thể giảm bớt thời gian đo và hậu xử lý của mỗi vị trí đo.

CHÚ THÍCH:

Các tần số không liên quan là tần số có cường độ từ trường dưới 10% giới hạn.

Việc xác minh có thể được thực hiện trước khi đo trên đầu máy toa xe bằng phép đo từ trường của thiết bị trong phòng thí nghiệm. Các phương tiện xác minh khác có thể là phân tích tần số của dòng điện trong thiết bị.

### A.2.4 Vị trí đo

#### A.2.4.1 Các điều kiện tĩnh

Nếu xác định từ trường lớn nhất là cục bộ tại một cao độ đo đã cho (xem Điều 4.2), thì có thể bỏ qua (các) cao độ đo khác.

#### A.2.4.2 Điều kiện động

Trong một số trường hợp, các vị trí đo từ điều kiện tĩnh (xem Điều 4.4.1) cũng có thể có giá trị đối với các điều kiện động.

Điều này phải được suy ra từ kết quả thử nghiệm của việc đo đạc ở trạng thái tĩnh cùng với việc phân tích vị trí của các nguồn khác để từ trường không bị tăng lên ở vị trí đó trong quá trình đo điều kiện động.

## A.3 Kết cấu hạ tầng

### A.3.1 Tuyến mở

1. Sử dụng công cụ đã được xác thực để mô phỏng/tính toán, xác định các tình huống xấu nhất cho từng nhóm điểm điển hình liên quan đến:

* yếu tố hình học của dây dẫn,
* đường cấp điện (có hoặc không),
* đường cấp điện song song,
* dòng điện tuyệt đối (Imax từ lắp đặt nguồn điện cố định),
* phân phối dòng điện hồi lưu hoặc trở kháng của đất.

1. Các nhóm điểm điển hình của các tuyến đường sắt được xem xét là:
2. tuyến đường đơn,
3. tuyến đường đôi,
4. tuyến hai đường đôi song song (ví dụ: một tuyến cho đoàn tàu tốc cao độ, một tuyến cho đoàn tàu địa phương),
5. tuyến nhiều đường ray được bao gồm trong 3).

Mô phỏng có thể được thực hiện bằng cách mô phỏng sự phân bố dòng điện trong các dây dẫn hoặc bằng cách đưa dòng điện vào xem xét các giả định trường hợp xấu nhất về sự phân bố dòng điện.

CHÚ THÍCH 1:

Trong các hệ thống phức tạp, sự phân bố dòng điện không thể đo được với độ chính xác thích hợp. Công cụ này thường dựa trên định luật Biot-Savarts cho từ trường của mỗi dây dẫn. Do đó, công cụ có thể được xác nhận tại một nơi có thể thực hiện được với hình dạng đơn giản và một số lượng nhỏ các dây dẫn.

1. So sánh các kết quả trong trường hợp xấu nhất của mô phỏng/tính toán với các giới hạn.
2. Đo kiểm chứng tại 2 vị trí của mỗi chòm điểm điển hình.

Đo xác minh có thể được thực hiện bằng cách:

* Đo thời gian dài (ví dụ: 24 h kể cả giờ cao điểm) ở một nơi không phải là nơi lắp đặt nguồn điện cố định (5 km đối với đường điện xoay chiều và 1 km hoặc khoảng cách tối đa có sẵn đối với đường điện một chiều). Từ trường đo được phải được so sánh với từ trường mô phỏng,
* Đo dòng điện trong từng dây dẫn và từ trường tại cùng một thời điểm (chỉ có thể thực hiện được ở một đường ray duy nhất). Các kết quả đo phải được ngoại suy đến các giá trị dòng điện lớn nhất.

CHÚ THÍCH 2:

Việc kiểm tra xác nhận tuyến mở cũng bao gồm các đường hầm. Từ trường gây ra bởi các nguồn của đường sắt có thể thấp hơn trong đường hầm do sự phân bố dòng điện có thể bao gồm các dòng phản hồi thông qua cốt thép để cải thiện việc bù trừ.

### A.3.2 Giao cắt đồng mức

Quy trình đánh giá giao cắt đồng mức được bao gồm bởi tuyến mở.

### A.3.3 Ke ga

#### A.3.3.1 Yêu cầu chung

Quy trình tương tự như quy trình đối với tuyến mở. Mô hình trường hợp xấu nhất của ke ga chỉ bao gồm hai đường ray gần nhất tới mỗi bên (nếu tồn tại) ở một nơi ngoài các lắp đặt nguồn điện cố định (5 km đối với đường điện xoay chiều và 1 km hoặc khoảng cách tối đa hiện có đối với đường điện một chiều). Có thể bỏ qua ảnh hưởng của các đường ray bổ sung.

#### A.3.3.2 Ga đầu cuối

Ga đầu cuối được bao gồm bởi ke ga vì sự bù từ trường do phần dòng điện hồi lưu cao hơn trong đường ray của ga đầu cuối và dòng điện kéo thấp ở tốc độ thấp.

### A.3.4 Cầu/hầm chui

Quy trình tương tự như quy trình đối với tuyến mở. Cần phải cẩn thận trong việc lập mô hình bố trí hệ thống đường dây tiếp xúc (ví dụ: bản thân đường dây tiếp xúc trên cao, bộ cấp dòng, bộ cấp dòng tăng cường).

### A.3.5 Lắp đặt nguồn điện cố định

Thông thường, không thực hiện mô phỏng/tính toán cho việc lắp đặt nguồn điện cố định. Tuy nhiên, ít nhất có thể ngoại suy đối với từ trường của cáp sau khi đo.

1. Phân loại các dạng lắp đặt nguồn điện cố định khác nhau liên quan đến:

* các cấp độ của nguồn,
* mức điện áp biến đổi,
* bố trí hệ thống cáp,
* loại hệ thống dây dẫn dòng điện hồi lưu,
* sơ đồ mặt bằng (khoảng cách của các nguồn từ trường đến hàng rào lắp đặt nguồn điện cố định).

1. Việc đo đạc chỉ được thực hiện trên lắp đặt nguồn điện cố định của từng loại khác nhau. Các điểm đo trong trường hợp xấu nhất phải được chọn gần các nguồn có từ trường cao. ví dụ.:

* thiết bị đóng cắt gần thanh góp điện chủ động;
* máy biến áp;
* thanh góp điện nối đất (nơi thu thập tất cả các dòng điện hồi lưu);
* ống dẫn cáp có dòng điện cao;
* hàng rào của lắp đặt nguồn điện cố định (gần nguồn phát xạ như máy biến áp);
* cáp hoặc bộ thu dòng điện, hồi lưu.

# Phụ lục B (Tham khảo): Kỹ thuật đo đối với tần số thấp

## B.1 Dải tần số thấp hơn

Điện trường thay đổi theo thời gian thấp hơn đến 5 Hz được dự đoán trước trong một số hệ thống điện kéo.

CHÚ THÍCH:

Một ví dụ là động cơ điện cảm ứng tuyến tính (LIM) được mô tả trong IEC 62520. Giá trị RMS lớn nhất của từ trường hợp lực có thể xuất hiện khi động cơ LIM ngừng tăng tốc trong phạm vi dải tần số hoạt động lên đến 5 Hz.

## B.2 Đầu đo điện trường đối với tần số thấp hơn

Để đo từ trường dòng xoay chiều với dải tần số thấp hơn có thể áp dụng đầu đo cảm biến từ thông đẳng hướng ba trục được quy định trong IEC 61786 với dải tần số tối thiểu từ DC đến 20 kHz.

## B.3 Dải động

Dải động của chuỗi đo phải bao gồm dải tương tự hoặc lớn hơn mức cường độ điện trường tối đa mong muốn. Phạm vi tự động không được sử dụng để đo trong môi trường đường sắt.

# Phụ lục C (Tham khảo): Phù hợp với IEC 62110 ở một số quốc gia

## C.1 Yêu cầu chung

Theo các quy định pháp luật phù hợp với IEC 62110, các quy trình đo đối với các lắp đặt cố định phải phù hợp và tương thích với các quy trình đo đối với hệ thống điện nói chung. Trong trường hợp này, phải tham khảo IEC 62110 nếu có.

IEC 62110 không áp dụng cho phơi nhiễm trong khu vực làm việc liên quan đến, ví dụ, vận hành và/hoặc bảo trì lắp đặt nguồn điện cố định. Do đó, Phụ lục C có thể áp dụng ở những khu vực trong đó có thể có hành khách (khu vực ngoại trừ đối với khu vực làm việc).

## C.2 Các thuật ngữ và định nghĩa

Đối với mục đích của phụ lục này, các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong IEC 62110 được áp dụng.

## C.3 Quy trình đo cơ bản

Áp dụng các quy trình đo cơ bản theo quy định trong IEC 62110:2009:

* Phép đo một điểm trong Điều 5.2;
* Phép đo ba điểm trong Điều 5.3;
* Phép đo năm điểm trong Điều 5.4.

## C.4 Quy trình đo đối với các lắp đặt cố định

### C.4.1 Yêu cầu chung

Các vị trí trong đó sự tuân thủ phải được chứng minh được nêu trong Điều C.4.2 đến C.4.4.

Quy trình đo phải nhất quán và tương thích với IEC 62110.

### C.4.2 Tuyến đường sắt mở

Nên thực hiện phép đo một điểm.

Từ trường dưới/trên đường tiếp điện trên không thường được coi là đồng nhất.

Nếu từ trường được xem xét là không đồng nhất, nên thực hiện phép đo ba điểm.

Việc đo đạc và/hoặc mô phỏng/tính toán phải được thực hiện trong khoảng cách từ tâm của đường ray gần nhất của hệ thống liên quan được cho trong Bảng C.1 hoặc ở khoảng cách cao hơn trong khu vực có thể tiếp cận gần nhất.

**Bảng C.1 - Vị trí và khoảng cách**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vị trí** | **Khoảng cách theo phương ngang, m** | **Ghi chú** |
| Tuyến chính | 0,2 từ khoảng cách gần nhất trong đó có thể có hành khách | Khi tuyến chính không tiếp cận đến ray liên quan với hành khách.  Thông thường, ranh giới được đánh dấu bằng tường hoặc hàng rào. |
| Giao thông đô thị | 0,2 từ khoảng cách gần nhất trong đó có thể có hành khách | Khi giao thông đô thị không tiếp cận đến ray liên quan với hành khách.  Thông thường, ranh giới được đánh dấu bằng tường hoặc hàng rào. |
| Xe điện bánh sắt (trams), xe điện bánh lốp | 0 | tại tâm đường ray |
| Giao cắt đồng mức | 0 | tại tâm đường ray |
| Cầu và hầm chui | 0 (tại tâm đường ray) hoặc điểm cực đại dự kiến của từ trường. |  |
| Công trình xây dựng bên trong | 0,2 từ khoảng cách gần nhất trong đó có thể có hành khách | Thông thường, ranh giới được đánh dấu bằng tường hoặc hàng rào. |

Nên thực hiện đo đạc trong đó cường độ dòng điện và cường độ điện trường có tương quan để có thể nhận diện được giá trị lớn nhất của cường độ điện trường. Nói chung, giá trị của dòng điện phụ thuộc vào loại hệ thống cấp điện, khoảng cách từ trạm biến áp, số lượng đường ray song song và số lượng đoàn tàu. Việc đo đạc có thể được thực hiện có tính đến các yếu tố này.

Hướng của trục đầu đo điện trường cần được lưu ý đối với (các) đường ray trong báo cáo thử nghiệm. Không có yêu cầu về hướng của trục.

CHÚ THÍCH:

Tính đẳng hướng của đầu đo điện trường nói chung có độ lệch được đặc trưng bởi góc giữa trục của đầu đo và hướng của từ trường.

### C.4.3 Khu vực gần các lắp đặt nguồn điện cố định

Nên thực hiện phép đo ba điểm.

Việc đo đạc và/hoặc mô phỏng/tính toán phải được thực hiện ở vị trí gần nhất có thể (không bị hạn chế) đối với các nguồn phát xạ từ các lắp đặt nguồn điện cố định trong đó có thể có hành khách (ví dụ như được đánh dấu trên sàn nhà hoặc được cung cấp bởi hàng rào/tường).

Khoảng cách theo phương ngang phải là 0,2 m hoặc khoảng cách theo phương ngang gần nhất có thể (> 0,2 m) trong đó có thể có hành khách.

Phép đo năm điểm phải được thực hiện ở những nơi có thể tiếp cận được khu vực phía trên lắp đặt nguồn điện cố định và nơi không có gì bất thường khi một người có thể nằm trên sàn.

Trong trường hợp bất thường khi một người nằm trên sàn, nên thực hiện phép đo ba điểm bình thường.

### C.4.4 Ke ga

Nên thực hiện phép đo ba điểm.

Trên ke ga, cao độ đo đạc và/hoặc mô phỏng/tính toán trên cao độ của ke ga được đưa ra là: 0,5 m, 1,0 m và 1,5 m áp dụng tương ứng với IEC 62110.

Khoảng cách theo phương ngang phải là 0,3 m hoặc khoảng cách theo phương ngang gần nhất có thể (> 0,3 m) tính từ mép của ke ga trong đó có thể có hành khách.

Cách bố trí việc đo đạc phải giống như trong Điều C.4.2.

### C.4.5 Quy trình tìm ra điểm đo

Việc đo đạc nên được thực hiện tại vị trí/điểm mà mức điện trường sẽ là tối đa hoặc tại vị trí/điểm quan tâm.

CHÚ THÍCH:

Vị trí hoặc điểm đo có nghĩa là: vị trí đo của một tuyến mở và ke ga đối với với hướng đường ray, điểm đo của lắp đặt nguồn điện cố định.

Chỉ có thể bỏ qua các điều kiện sau đối với việc lựa chọn điểm đo trên tuyến đường sắt mở nếu áp dụng Phụ lục C:

* khoảng cách từ lắp đặt nguồn điện cố định đến điểm đo,
* vị trí của các đầu máy toa xe điện đang hoạt động đối với lắp đặt nguồn điện cố định và điểm đo.

Tuy nhiên, cần xem xét các lắp đặt nguồn điện cố định và đầu máy toa xe điện hoạt động có thể làm nhiễu từ trường cần đo trong quá trình đo đạc.

Phương pháp tìm ra vị trí/điểm cần đáp ứng các tiêu chí kỹ thuật cụ thể của quốc gia, tiêu chuẩn phù hợp hoặc phương pháp khác được xác minh. Mô phỏng hoặc tính toán quy định trong Phụ lục A là một phương pháp hữu ích, tuy nhiên không phải là bắt buộc nếu áp dụng Phụ lục C.

Sau đây là các phương pháp ví dụ:

* Sử dụng mô phỏng hoặc tính toán (phương pháp quy định trong Điều A.3.1 hoặc phương pháp khác).
* Phương pháp quy định trong IEC 62110.
* Được đưa ra bởi văn bản quy phạm pháp luật quốc gia, tiêu chí kỹ thuật hoặc các bên liên quan khác.

# Thư mục tài liệu tham khảo

[1] IEC 61786-1:2013, *Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 1: Requirements for measuring instruments*

[2] IEC 61786-2:2014, *Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 2: Basic standard for measurements*

[3] IEC 62110:2009, *Electric and magnetic field levels generated by AC power systems – Measurement procedures with regard to public exposure*

[4] IEC 62236 (all parts), *Railway applications – Electromagnetic compatibility*

[5] IEC 62520:2011, *Railway applications – Electric traction – Short-primary type linear induction motors (LIM) fed by power converters*

[6] ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

[7] *Guidelines for limiting exposure to static magnetic fields*, ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: *Guidelines for limiting exposure to static magnetic fields, Health Physics 66 (1): 100-106; 1994*

[8] ICNIRP *Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields*, Health Physics 96 (4): 504-514; 2009

[9] *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*, ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*, Health Physics 74 (4): 494-522; 1998

[10] ICNIRP *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)*, Health Physics 99 (6): 818-836; 2010

[11] ICNIRP statement, “*Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines*”, March 2003

[12] *Time-domain measurement and spectral analysis of non stationary low-frequency magnetic field emissions on board of rolling stock*, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. 46, no. 1, pp. 12-23, Feb. 2004

[13] IEEE Std. C.95.6TM:2002, *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0 – 3 kHz*

[14] IEEE Std. C.95.1TM:2005, *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz – 300 GHz*

---------------------