

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 12090-3-1:2017  
EN 50121-3-1:2015**

**ỨNG DỤNG ĐƯỜNG SẮT - TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỪ -  
PHẦN 3-1: PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG ĐƯỜNG SẮT -  
ĐOÀN TÀU VÀ PHƯƠNG TIỆN**

*Railway applications - Electromagnetic compatibility - Rolling stock - Train and complete vehicle*

**HÀ NỘI - 2017**

**MỤC LỤC**

1	Phạm vi áp dụng .....	5
2	Tài liệu viện dẫn.....	6
3	Thuật ngữ, định nghĩa và viết tắt.....	6
4	Khả năng áp dụng .....	8
5	Thử nghiệm miễn nhiễm điện từ và các giới hạn .....	8
6	Thử nghiệm phát xạ điện từ và các giới hạn.....	8
	Phụ lục A (Tham khảo): Các ảnh hưởng đối với các đường dây truyền thông.....	14
	Phụ lục B (Quy định): Đồ nhiễu bức xạ điện từ - Quy trình thử nghiệm .....	19
	Phụ lục C (Tham khảo): Giá trị phát xạ điện từ ở dải tần số thấp.....	21

## **Lời nói đầu**

TCVN 12090-3-1 : 2017 hoàn toàn tương đương với EN 50121-3-1 : 2015.

TCVN 12090-3-1 : 2017 do Cục Đăng kiểm Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Ứng dụng đường sắt – Tương thích điện từ - Phần 3-1: Phương tiện giao thông đường sắt - Đoàn tàu và phương tiện

*Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 3-1: Rolling stock – Train and complete vehicle*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về độ phát xạ điện từ và miễn nhiễm điện từ cho tất cả các loại phương tiện giao thông đường sắt. Bao gồm các phương tiện kéo, phương tiện kéo theo và đoàn tàu, kể cả phương tiện đường sắt đô thị sử dụng trong thành phố

Dải tần số được xem xét là từ 0 Hz (DC) đến 400 GHz. Không cần thiết tiến hành các phép đo ở các tần số ngoài phạm vi này.

Phạm vi của tiêu chuẩn này giới hạn ở giao diện giữa phương tiện tương ứng với đầu vào và đầu ra nguồn cấp tương ứng. Trong trường hợp của đầu máy, đoàn tàu, xe điện... giao diện này là bộ lấy điện (cần lấy điện, guốc tiếp điện). Trong trường hợp các phương tiện kéo theo, giao diện này là các đầu nối nguồn điện phụ AC hoặc DC. Tuy nhiên, do bộ lấy điện thuộc về phương tiện kéo, không thể hoàn toàn loại trừ tác động của giao tiếp này với đường dây cấp điện. Thử nghiệm di chuyển chậm được tính toán sao cho giảm thiểu tối đa các tác động này.

Tiêu chuẩn này quy định các giới hạn phát xạ điện từ của phương tiện giao thông đường sắt ra ngoài môi trường.

Có thể có bổ sung các yêu cầu khả năng tương thích trong phạm vi hệ thống đường sắt được xác định trong kế hoạch EMC (ví dụ: các yêu cầu được quy định trong EN 50238).

## **TCVN 12090-3-1 : 2017**

Về cơ bản, tất cả các tổng thành thiết bị được tích hợp trong phương tiện phải đáp ứng các yêu cầu của Phần 3-2 trong bộ tiêu chuẩn này. Trong các trường hợp ngoại lệ, nếu thiết bị đáp ứng tiêu chuẩn EMC khác, nhưng không chứng minh được sự phù hợp với TCVN 12090-3-2 (EN 50121-3-2), thì kế hoạch quản lý EMC phải được đảm bảo bằng các phép đo tích hợp phù hợp đối với thiết bị trong hệ thống phương tiện và/hoặc bằng phân tích và thử nghiệm EMC phù hợp để kết luận các sai khác so với TCVN 12090-3-2 (EN 50121-3-2).

Tương tác điện từ liên quan tới toàn bộ hệ thống đường sắt được đề cập trong TCVN 12090-2 (EN 50121-2).

Các quy định cụ thể này được sử dụng cùng với các quy định chung trong TCVN 12090-1 (EN 50121-1).

## **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu ghi năm công bố thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 12090-1:2017 (EN 50121-1:2015), Ứng dụng đường sắt – Tương thích điện từ - Phần 1: Tổng quan

TCVN 12090-2:2017 (EN 50121-2:2015). Ứng dụng đường sắt – Tương thích điện từ - Phần 2: Phát thải của toàn bộ hệ thống đường sắt ra môi trường bên ngoài

EN 55016-1-1:2010, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus (*Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio - Phần 1-1: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio - Thiết bị đo*) (CISPR 16-1-1:2010)

EN 50238: 2003, Railway applications – Compatibility between rolling stock and train detection systems (*Ứng dụng đường sắt – Khả năng tương thích giữa phương tiện giao thông đường sắt và các hệ thống phát hiện đoàn tàu*)

## **3 Thuật ngữ, định nghĩa và viết tắt**

### **3.1 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau

#### **3.1.1**

**Phương tiện kéo (traction stock)**

Đầu máy điện và diesel, đoàn tàu tốc độ cao, đoàn tàu tổ hợp các thành phần cố định phương tiện kéo và kéo theo, phương tiện chung giá chuyển chạy điện và diesel (không có đầu máy, thiết bị kéo được bố trí phân tán), Phương tiện đường sắt nhẹ (LRV), ví dụ: xe điện, xe bus chạy điện hoặc mọi phương tiện chạy điện khác sử dụng để vận chuyển khối lượng lớn trong đô thị, các đoàn tàu điện ngầm.

### 3.1.2

#### Phương tiện kéo theo (hailed stock)

Các toa xe khách và các toa xe hàng độc lập (nếu có thiết bị điện như thiết bị làm đông lạnh) được kéo bởi các loại đầu máy khác nhau trong các đoàn tàu tổ hợp ngẫu nhiên.

### 3.1.3

#### Phương tiện chính tuyến (main line vehicles)

Các phương tiện sử dụng trong các đoàn tàu cao tốc, các đoàn tàu ngoại ô, các đoàn tàu hàng, được thiết kế chủ yếu để vận hành giữa các thành phố.

### 3.1.4

#### Phương tiện đô thị (urban vehicles)

Các phương tiện sử dụng trong các đoàn tàu chạy ngầm, xe điện, LRV, xe bus chạy điện, được thiết kế chủ yếu để vận hành trong phạm vi của một thành phố.

## 3.2 Từ viết tắt

AC	Alternating current	Dòng điện xoay chiều
AT	Autotransformer	Bộ biến đổi điện tự động
bw	Band width	Băng thông
DC	Direct current	Dòng điện một chiều
E	Electric (field)	Điện (trường)
EMC	Electromagnetic compatibility	Tương thích điện từ
EMF	Electromagnetic fields	Trường điện từ
EUT	Equipment under test	Thiết bị được thử nghiệm
FFT	Fast Fourier transform	Chuyển đổi nhanh Fourier
H	Magnetic (field)	Từ (trường)
IGBT	Insulated gate bipolar transistor	Transitor lưỡng cực có cổng cách ly
ISDN	Integrated Services Network	Mạng số tích hợp đa dịch vụ
ITU-T	International Telegraph Union – Telecommunication Standardization Sector	Ban Tiêu chuẩn Viễn thông – Liên minh Viễn thông Quốc tế
LRV	Light Rail Vehicle	Phương tiện đường sắt nhẹ

## TCVN 12090-3-1 : 2017

MSC	Mutual screening conductor	Công tắc tơ sàng lọc lẫn nhau
PCM	Pulse-code modulation	Điều biến xung – mã
QC	Quadrant converters	Bộ chuyển đổi Quadrant
QP	Quasi-Peak	Tựa đỉnh
RR	Rail Return	Hồi ray
RSC	Return screening conductor	Công tắc tơ sàng lọc hồi lưu
RSS	Root sum squared	Giá trị căn bậc 2 tổng các bình phương
RST	Rolling stock	Phương tiện giao thông đường sắt
xDSL	All types of subscriber lines	Các loại đường dây thuê bao kỹ thuật số

## 4 Khả năng áp dụng

Nhìn chung, không thể kiểm tra khả năng tương thích điện từ đối với mỗi chức năng của phương tiện. Các thử nghiệm phải được thực hiện ở các chế độ vận hành mà ở đó tạo ra độ phát xạ điện từ lớn nhất. Chế độ vận hành này được gọi là chế độ vận hành đặc trưng.

Với chế độ vận hành đặc trưng, yêu cầu toàn bộ hệ thống phải được cấp điện, đây thường là chế độ vận hành liên tục trong khai thác. Trong quá trình thử nghiệm, không cần phải tác động các hệ thống có chế độ hoạt động quá độ (như vận hành các cửa bên trong tàu cho dù các cửa này được cấp điện). Không nhất thiết tiến hành thử nghiệm ở các chế độ vận hành suy giảm công suất.

Cấu hình và chế độ vận hành phải được quy định trong kế hoạch thử nghiệm và các điều kiện thực tế trong quá trình thử nghiệm phải được ghi lại chính xác trong báo cáo thử nghiệm.

## 5 Thử nghiệm miễn nhiễm điện từ và các giới hạn

Không áp dụng bất kỳ thử nghiệm miễn nhiễm điện từ nào cho một phương tiện hoàn chỉnh. Khuyến nghị quá trình lắp ráp các tổng thành thiết bị trong phương tiện sẽ có độ miễn nhiễm điện từ phù hợp, theo kế hoạch EMC đã được chuẩn bị và thực hiện, có tính tới các giới hạn trong TCVN 12090-3-2 (EN 50121-3-2) của bộ tiêu chuẩn này.

## 6 Thử nghiệm phát xạ điện từ và các giới hạn

### 6.1 Tổng quan

Các thử nghiệm độ phát xạ điện từ và các giới hạn đối với phương tiện trong tiêu chuẩn này đảm bảo tối đa khả năng phương tiện không ảnh hưởng tới các thiết bị máy trong vùng phụ cận của hệ thống đường sắt.

Phải thực hiện các đo đạc ở các điều kiện được xác định rõ ràng và có thể lặp lại. Không thể phân tách hoàn toàn các tác động của hệ thống đường sắt và tác động của phương tiện trong quá trình thử nghiệm. Đối với các phát xạ bức xạ điện từ, các điều kiện thử nghiệm được quy định trong 6.3.1 và 6.3.2.

**CHÚ THÍCH 1:** Tần số vận hành và dạng sóng của hệ thống tín hiệu và thông tin liên lạc, radio đoàn tàu và các hệ thống thuộc đường sắt khác (như bộ đếm trục, mạch điện đường ray, các hệ thống điều khiển đoàn tàu...) với mỗi quốc gia là khác nhau. Do đó các yêu cầu về khả năng tương thích được quy định theo loại hệ thống tín hiệu và thông tin liên lạc được sử dụng (xem EN 50238)

**CHÚ THÍCH 2:** Có thể có các trường hợp các sóng vô tuyến hoặc các ứng dụng ngoài đường sắt có các tần số làm việc ở dưới 150 kHz hoạt động gần hệ thống đường sắt. Kế hoạch quản lý EMC phải đề cập đến cả những trường hợp này, và có thể tham khảo các giá trị đưa ra trong Phụ lục tham khảo C về mức độ phát xạ điện từ phù hợp từ hệ thống đường sắt ở các tần số làm việc này, do đó không thể đảm bảo được sự vận hành hoạt động mà không bị nhiễu điện từ.

## **6.2 Nhiều lên các đường dây thông tin bên ngoài**

### **6.2.1 Các đường dây thông tin liên lạc kiểu kỹ thuật số**

Sự tương tác với các hệ thống kỹ thuật số như PCM, ISDN, xDSL không được đề cập trong tiêu chuẩn này,

Chú ý là các hệ thống này vận hành ở dải tần số cao hơn, sử dụng sóng mang đa hợp và các giao thức sửa lỗi tự động khác nhau.

Có thể coi như phương tiện không có khả năng gây ảnh hưởng trong vào vùng tần số này.

### **6.2.2 Các đường dây thông tin liên lạc kiểu tương tự**

Không có giới hạn nào được áp dụng một cách hài hòa.

Các thông tin về các ảnh hưởng tới các đường dây thông tin liên lạc có thể tham khảo ở Phụ lục A.

## **6.3 Nhiều bức xạ điện từ**

### **6.3.1 Địa điểm thử nghiệm**

Có thể giả thiết các phép đo sẽ không được tiến hành ở trong điều kiện phòng thử nghiệm. Cây, tường, cầu, hầm và các đối tượng có khả năng dẫn điện khác trong khu vực ăng-ten đo có thể gây tác động đến phép đo. Các phương tiện giao thông đường sắt khác đang vận hành ở cùng khu đoạn cấp điện hoặc ở gần điểm đo có thể ảnh hưởng tới kết quả đo. Các điểm gián đoạn ở đường dây trên cao/ray thứ 3 cũng như các trạm biến áp, đường dây cáp, đường dây ngầm, các bộ biến đổi điện, các khu vực trung tính, các thiết bị cách điện trong khu đoạn... gần với điểm đo có thể gây ra các thay đổi bổ sung.



## **TCVN 12090-3-1 : 2017**

Các ảnh hưởng trên phải được giảm thiểu tối đa trong thực tế, nhưng trong mọi trường hợp phải đảm bảo rằng không có vật cản nào gây ảnh hưởng tới phép đo được đặt ở giữa ăng-ten và thiết bị thử nghiệm.

Dây trên cao/ray thứ 3 nên ở trạng thái liên tục tối đa có thể ở cả 2 phía của điểm đo (thông thường tối thiểu là 200 m).

Do không thể tránh được các cột đỡ của đường dây trên cao, điểm đo phải nằm ở giữa các cột đỡ, ở phía ngược chiều với tuyến đường (trong trường hợp đường đôi thì ở phía đường đang được sử dụng). Nếu hệ thống đường sắt được cấp điện từ ray thứ 3, ăng-ten phải ở cùng phía với đường chạy tàu (trường hợp xấu nhất).

Do các hiện tượng cộng hưởng có thể xuất hiện ở đường dây trên cao ở các tần số vô tuyến, khi đó cần thay đổi địa điểm thử nghiệm. Vị trí chính xác của địa điểm thử nghiệm, các đặc tính kỹ thuật của địa điểm và bố trí hệ thống trên cao nên được ghi lại cụ thể.

Có thể xem xét thêm sự ảnh hưởng của các trạm biến áp khi đánh giá độ phát xạ điện từ từ phương tiện. Chú ý rằng sự ảnh hưởng của trạm biến áp sử dụng dòng một chiều phụ thuộc vào dòng tải của trạm, và sẽ không đo được chuẩn xác trong điều kiện không tải.

Tại thời điểm bắt đầu và kết thúc chuỗi thử nghiệm, phải ghi lại độ nhiễu điện từ xung quanh. Phải thực hiện phép đo mà không có ảnh hưởng nào tới phương tiện.

Nếu tại các tần số cụ thể hoặc trong dải tần số cụ thể, độ nhiễu điện từ xung quanh cao hơn giá trị giới hạn không quá 6 dB, khi đó không cần thiết phải xem xét các phép đo tại các tần số này. Các tần số này phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm.

**CHÚ THÍCH:** Khuyến nghị thực hiện đo độ nhiễu điện từ xung quanh khi phương tiện được ngắt điện hoàn toàn ở phía trước ăng-ten.

### **6.3.2 Điều kiện thử nghiệm**

Các thử nghiệm phải bao gồm sự vận hành tất cả các hệ thống trên phương tiện có thể phát sinh độ phát xạ bức xạ điện từ.

Phải thử nghiệm phương tiện kéo theo (loại đặc trưng) trong trạng thái tĩnh ở chế độ cấp điện (các bộ biến đổi điện phụ, mạch sạc ắc quy,... ở chế độ hoạt động). Ăng-ten nên ở vị trí đối diện với thiết bị được cho là tạo ra độ phát xạ điện từ lớn nhất ở các tần số đo.

Chỉ thực hiện 1 lần thử nghiệm cho các toa xe khách hoặc toa xe hàng giống nhau.

Phải thử nghiệm các phương tiện kéo ở trạng thái tĩnh và ở tốc độ di chuyển chậm. Trong quá trình thử nghiệm tĩnh, phải vận hành bộ biến đổi điện phụ (do không chắc chắn sẽ tạo ra độ phát xạ điện từ lớn

nhất ở các điều kiện tải lớn nhất) và bộ biến đổi điện kéo phải được cấp điện nhưng không hoạt động. Ăng-ten phải ở phía trước chính giữa của từng phương tiện, trừ khi có vị trí thay thế được coi là tạo ra mức độ phát xạ điện từ cao hơn.

Trong thử nghiệm di chuyển chậm, tốc độ phải đủ thấp để tránh việc đánh lửa hoặc rung động của bộ lấy điện bàn trượt tiếp xúc và đủ lớn để cho phép sử dụng phanh điện. Dải tốc độ khuyến nghị là  $(20 \pm 5)$  km/h đối với các phương tiện đô thị và  $(50 \pm 10)$  km/h đối với các phương tiện chính tuyến. Khi đi qua ăng-ten, phương tiện phải tăng hoặc giảm xấp xỉ 1/3 lực kéo lớn nhất trong dải tốc độ quy định.

Nếu đáp ứng các điều kiện sau, thì thử nghiệm di chuyển chậm có thể thay bằng thử nghiệm tĩnh, khi đó phương tiện vận hành ở 1/3 lực kéo lớn nhất và được hãm cơ giới:

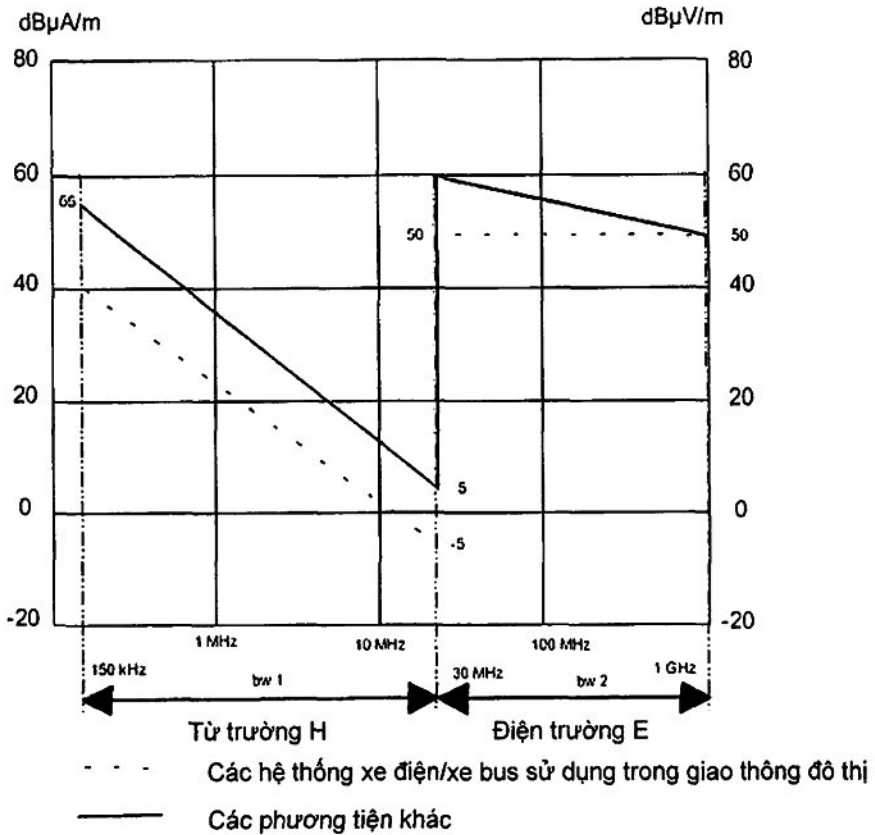
- Thiết bị kéo có thể hoạt động khi phương tiện ở trạng thái tĩnh.
- Không yêu cầu thử nghiệm hãm điện nếu không có mạch điện nào khác tham gia vào quá trình hãm.

Nếu thử nghiệm di chuyển chậm được thay bằng thử nghiệm tĩnh có lực kéo, khi đó phải áp dụng các giới hạn di chuyển chậm.

Mọi phương tiện sử dụng thiết bị dự trữ nguồn điện trên tàu để kéo tàu phải sử dụng quy trình thử nghiệm và các giới hạn trong thử nghiệm di chuyển chậm đối với quá trình nạp điện.

CHÚ THÍCH: Sử dụng quy trình và các giới hạn thử nghiệm di chuyển chậm đối với quá trình nạp điện (cho mọi thiết bị dự trữ nguồn điện kéo do nó truyền tải năng lượng điện cao trong thời gian ngắn).

### 6.3.3 Giới hạn phát xạ điện từ



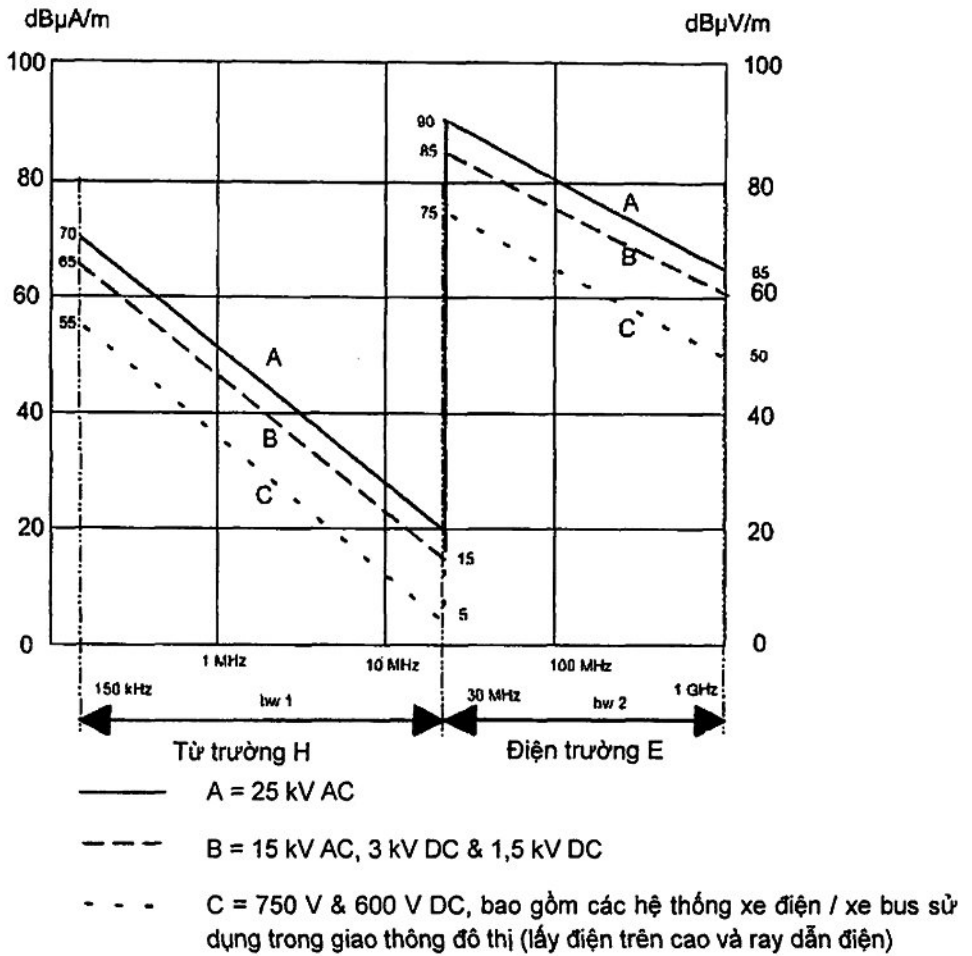
Các giới hạn được xác định là các giá trị tựa đỉnh và các băng thông là các giá trị sử dụng trong EN 55016-1-1:

	Băng thông
Tần số từ 150 kHz đến 30 MHz	9 kHz (bw 1)
Tần số từ 30 MHz đến 1 GHz	120 kHz (bw 2)

Tất cả các giá trị được đo ở khoảng cách 10 m tính từ tìm đường.

Các giới hạn phát xạ điện từ được quy định lên tới 1 GHz, do trong thực tế không có nguồn tương tác đáng kể trên 1 GHz, và độ phát xạ điện từ từ các bộ vi xử lý do thiết bị điều khiển mà có thể làm tăng độ phát xạ điện từ ở các tần số lớn hơn 1 GHz sẽ được đề cập trong TCVN 12090-3-2 (EN 50121-3-2) của bộ tiêu chuẩn này.

Hình 1 – Giới hạn của thử nghiệm tĩnh (QP, 10 m)



Xem Phụ lục B về chi tiết quy trình thử nghiệm.

Tất cả các giá trị được đo ở khoảng cách 10 m so với tìm đường và đo ở các giá trị đỉnh.

Đối với các đầu máy diesel và diesel-điện và phương tiện chung giá chuyển, phải áp dụng các giới hạn phát xạ điện từ trong Hình 1 ("các phương tiện đường sắt khác") và B ở Hình 2, trừ khi phép đo cụ thể có quy định khác (ví dụ như trong trường hợp các đường dây tải điện có điện áp thấp hơn)

Các giới hạn phát xạ điện từ được quy định lên tới 1 GHz, do trong thực tế không có nguồn tương tác đáng kể trên 1 GHz, và độ phát xạ điện từ từ các bộ vi xử lý do thiết bị điều khiển mà có thể làm tăng độ phát xạ điện từ ở các tần số lớn hơn 1 GHz sẽ được đề cập trong TCVN 12090-3-2 (EN 50121-3-2).

**Hình 2 – Giới hạn trong thử nghiệm di chuyển chậm (giá trị đỉnh, 10 m)**

## Phụ lục A

(Tham khảo)

### Các ảnh hưởng đối với các đường dây truyền thông

#### A.1 Sóng hài trong dòng điện kéo

##### A.1.1 Tổng quan

Sóng hài trong dòng điện kéo của hệ thống đường sắt có thể cảm ứng nhiễu điện từ trong hệ thống thông tin liên lạc analogue thông thường. Ban Tiêu chuẩn Viễn thông của Liên minh Viễn thông Quốc tế (ITU-T) đã quy định cụ thể mức độ nhiễu điện từ có thể chấp nhận được trên các đường dây thông tin liên lạc analogue. Giá trị độ nhiễu điện từ này được đo bằng bộ lọc tạp nhiễu (Psophometric filter). Các nhà sản xuất phương tiện hay người vận hành mạng lưới đều sẽ không thể kiểm soát hoàn toàn được mối liên hệ giữa dòng điện được hấp thụ hoặc phát sinh từ phương tiện kéo với độ nhiễu điện từ trong đường dây thông tin. Do đó, khách hàng đặt mua phương tiện kéo phải có trách nhiệm giới hạn tần số dòng điện trên phương tiện để phù hợp với những quy định của đơn vị quản lý hạ tầng.

Có một phương pháp được sử dụng phổ biến là quy định dòng điện tạp  $I_{ps0}$  đo theo tần số tạp nhiễu. Cơ sở và việc áp dụng phương pháp trên sẽ được mô tả cụ thể ở phần sau trong phụ lục này. Do phương pháp  $I_{ps0}$  được coi là không thể hiện đầy đủ tác động nhiễu điện từ của các sóng hài trong dải KHz, khách hàng có thể quy định các phương pháp đo theo tần số thay thế.

##### A.1.2 Quan hệ giữa dòng điện trong hệ thống đường sắt và độ nhiễu điện từ trên đường dây thông tin liên lạc

Các đường dây thông tin bằng đồng thông thường trong khu vực tuyến đường sắt chạy điện hoạt động sẽ bị nhiễu điện từ do các dòng điện trong hệ thống đường sắt.

Các nhiễu điện từ này sẽ tạo ra các điện thế cảm ứng dọc đường dây có phổ tần từ tần số của sóng cơ bản đến tần số cao hơn của các sóng hài. Các nguồn sóng hài sẽ là các điểm chuyển đổi tác dụng trong thiết bị điện kéo của phương tiện kéo và/hoặc trong trạm cấp điện. Do sự mất cân bằng trong chính các đường dây, các điện thế dọc này sẽ chuyển đổi thành các điện thế ngang hoặc gây nhiễu điện từ.

Mức độ nhiễu điện từ có thể chấp nhận được ở các đường dây thông tin analogue thông thường đã được ITU-T quy định cụ thể. Giá trị độ nhiễu điện từ này được đo bằng bộ lọc nhiễu.

Nhà sản xuất phương tiện hay người vận hành mạng lưới sẽ không thể kiểm soát được quan hệ giữa dòng điện được phương tiện kéo hấp thụ và độ nhiễu điện từ trong đường dây thông tin.

Quan hệ này phụ thuộc vào:

1. Kết cấu của dây cable thông tin:
  - Vỏ bọc, cách điện so với đất, độ cân bằng của cable;
2. Đặc tính của trạm phát tín hiệu liên lạc:
  - Độ nhạy, độ cân bằng đầu vào;
3. Địa hình của mạng thông tin:
  - Chiều dài của các khu đoạn có đường dây thông tin song song với đường ray;
  - Khoảng cách giữa đường ray và các đường dây thông tin;
  - Điện trở đất;
4. Địa hình của mạng đường sắt:
  - Đường đơn/đôi;
5. Loại cấp điện trên cao:
  - AC/DC;
  - Độ gợn sóng của điện áp tại các trạm biến áp (các bộ chỉnh lưu DC hoặc bộ chuyển đổi tĩnh 16,7 KHz AC trong một số trường hợp);
  - Loại hệ thống cấp điện trên cao và hình thức cấp điện (ví dụ: 1 x 25 kV hoặc 2 x 25 kV);
  - Sử dụng bộ dẫn dòng hồi lưu;
  - Cấp điện khu đoạn thử nghiệm một đầu (single-end) hoặc 2 đầu (double-end);
6. Mật độ lưu thông đoàn tàu;
7. Sự hấp thụ và phát sinh dòng điện từ các sóng hài của phương tiện kéo;
8. Dạng phát sóng hài xếp chồng từ một số bộ chuyển đổi.

## A.2 Khái niệm dòng điện tạp

Dòng điện tạp là dòng điện nhiễu điện từ tương đương, thể hiện tác động nhiễu điện từ của phổ dòng điện của mạch điện nguồn đến đường dây thông tin. Dòng điện này được xác định theo công thức:

$$I_{\text{tạp}} = \frac{1}{P_{800}} \sqrt{\sum (p_f I_f)^2}$$

Trong đó:

$I_f$  là thành phần dòng điện ở tần số  $f$  trong dòng điện đường dây lấy điện tiếp xúc

$p_f$  là trọng số dòng tạp

Để đo đạc, phải có các vôn kế và ampe kế tự động tính toán tín hiệu theo các giá trị  $p_f$  này bằng bộ lọc tạp nhiễu.

## A.3 Giới hạn và điều kiện thử nghiệm

## TCVN 12090-3-1 : 2017

Khách hàng có trách nhiệm quy định giá trị lớn nhất của dòng điện tạp, và điều kiện để xác định dòng điện này, bao gồm cả khoảng thời gian tồn tại.

Phải tính tới các điều kiện sau:

1. Các giới hạn về  $I_{ps0}$  ở các điều kiện bình thường và điều kiện hoạt động bị suy giảm (khi có một hoặc nhiều bộ chuyển đổi sức kéo tạm thời không được khai thác).

2. Trong trường hợp cấp điện DC:

Hệ thống đường sắt DC thường được cấp bằng bộ chỉnh lưu diode từ nguồn cấp chính 3 pha. Theo lý thuyết thì, bộ chỉnh lưu cầu đơn sẽ tạo ra dạng điện áp 6 xung (có nghĩa là tần số sóng hài thứ nhất là 300 Hz trong các mạng lưới điện 50 Hz) hoặc cầu kép sẽ tạo ra dạng 12 xung (nghĩa là 600 Hz). Do sự mất cân bằng trong bộ chỉnh lưu và do hiện tượng cảm ứng, nên các thành phần cơ bản ở 50 Hz thường tìm được.

Sự có mặt của bộ lọc trong trạm biến áp sẽ giảm đáng kể tác động nhiễu điện từ của trạm biến áp.

Tuy nhiên, trong hệ thống DC, trạm biến áp là nguồn nhiễu điện từ chính.

Cần xét sự ảnh hưởng của bộ chỉnh lưu và các bộ lọc trong các tổng thành lắp đặt cố định khi đánh giá chất lượng phương tiện kéo.

Cần phải tính tới khoảng cách giữa phương tiện kéo và trạm biến áp. Khoảng cách này ảnh hưởng tới độ tự cảm của đường dây.

3. Trong trường hợp cấp điện AC

Phải xác định rõ các sóng hài chính quan trọng nếu xem xét đến độ biến thiên điện áp đường dây. Nếu xem xét đến các điều kiện cộng hưởng đặc biệt trong hệ thống cấp điện trên cao, thì cần phải xác định rõ các dữ liệu liên quan. Đối với các trường hợp khác, coi như phương tiện ở gần nhất với trạm cấp điện sẽ cho giá trị  $I_{ps0}$  cao nhất.

### A.4 Đo dòng điện tạp

Trong các thử nghiệm nghiệm thu hoặc thử nghiệm điều tra, dòng điện nhiễu  $I_{ps0}$  được đo ở trên phương tiện kéo. Có thể sử dụng các cảm biến dòng điện của phương tiện, nếu đáp ứng tần số đảm bảo (ít nhất lên tới 5 kHz). Dòng điện được đo ở đầu vào điện áp cao của phương tiện và không ở phía nối đất.

Dòng điện tạp được đo bằng thiết bị đo tạp nhiễu (Psophometer) hoặc hệ thống phù hợp khác có sử dụng phương thức lọc theo trọng số dòng tạp  $p_r$ .

Để thu được các thông tin bổ sung về thành phần của phổ dòng điện và các nguồn nhiễu điện từ, khuyến nghị nên sử dụng các bộ phân tích phổ 2 kênh, áp dụng cho dòng điện đầu vào và điện áp đầu vào phương tiện.

Dòng điện tạp được đo ở chế độ vận hành bình thường và bị suy giảm (khi không phải tất cả các bộ chuyển đổi được vận hành). Việc diễn giải các kết quả đo phải tính tới ảnh hưởng của các điều kiện vận hành cũng như các thay đổi độ tự cảm của đường dây và điện áp cung cấp.

Các tác động do các hiện tượng quá độ (chuyển mạch cấp nguồn, rung động bộ lấy điện, khoảng cách giữa các ray thứ 3/ray thứ 4) được nằm ngoài phạm vi đánh giá.

## A.5 Tính toán dòng điện tạp chung của một đoàn tàu

### A.5.1 Dòng điện của một phương tiện kéo

#### A.5.1.1 Tổng quan

Thông thường, sẽ không biết được tổng dòng điện của một đoàn tàu. Thay vì lắp đặt một hệ thống đo chuyên dụng có thể tạo ra được biểu đồ dòng điện tổng từ các cảm biến phân phối đều trên toàn bộ đoàn tàu, ta chỉ cần biết dòng điện của một phương tiện kéo trong đoàn tàu là đủ.

Nếu dòng điện tạp được đo ở một trạm nguồn của đoàn tàu và đoàn tàu có "n" trạm, thì dòng điện tổng được tính toán theo quy tắc sau:

#### A.5.1.2 Hệ thống DC

Hệ thống đường sắt DC thường được cấp điện qua bộ chỉnh lưu diode từ dòng cấp 3 pha. Nếu không sử dụng bộ lọc đặc biệt nào, độ gợn sóng của dòng ra bộ chỉnh lưu sẽ góp phần đáng kể vào dòng điện tạp được phương tiện hấp thụ trong khu vực cấp điện.

- **Hệ thống DC có độ gợn sóng chỉnh lưu cao**

(Ví dụ như các phương tiện có điều chỉnh trục cam; các phương tiện có bộ tạo xung hoặc bộ biến tần, trạm biến thế dùng bộ chỉnh lưu 6 xung mà không có bộ lọc).

$$I_{ps0} \text{ (tổng)} = n \times I_{ps0} \text{ (một phương tiện)}$$

- **Hệ thống DC có bộ chuyển đổi trên phương tiện và độ gợn sóng chỉnh lưu thấp**

$I_{ps0}$  (tổng) có thể nhỏ hơn  $I_{ps0}$  (một phương tiện), đối với các bộ điều chỉnh bề rộng xung áp (chopper) hoạt động ở chế độ đan xen

$$I_{ps0} \text{ (tổng)} = \sqrt{n} \times I_{ps0} \text{ (một phương tiện)}$$

đối với các bộ xung áp hoạt động không đồng bộ hoặc đối với các bộ biến tần được kết nối trực tiếp với nguồn cấp.

#### A.5.1.3 Hệ thống AC

Dòng điện tạp được phương tiện tạo ra trong khu vực cấp điện sẽ chủ yếu phụ thuộc vào loại bộ chuyển đổi sử dụng trên phương tiện.



- Hệ thống AC có bộ chuyển đổi điện được điều khiển theo pha

$I_{pso} \text{ (tổng)} = \sqrt{n} \times I_{pso} \text{ (một phương tiện)}$ . Công thức này chủ yếu dựa trên tổng hợp thống kê về loại phương tiện, tốc độ và khả năng tiêu thụ điện thực tế. Nhưng kinh nghiệm gần đây với các đoàn tàu công suất cao cho thấy không thể áp dụng quy tắc  $\sqrt{n}$  trong trường hợp các tốc độ bằng nhau, công suất bằng nhau và loại phương tiện giống nhau, khi đó sử dụng công thức  $I_{pso} \text{ (tổng)}$   
 $= n \times I_{pso} \text{ (một phương tiện)}$

- Hệ thống AC có bộ chuyển đổi 4 góc phần tư (4QC, bộ chuyển đổi đường dây được điều biến theo độ rộng của xung)

$I_{pso} \text{ (tổng)}$  có thể nhỏ hơn  $I_{pso} \text{ (một phương tiện)}$ , nếu 4QC phụ thuộc vào chế độ xen kẽ (điều kiện vận hành bình thường)

- $I_{pso} \text{ (tổng)} = n \times I_{pso}$ , nếu n bằng số lượng phương tiện vận hành ở chế độ không xen kẽ.

**Phụ lục B**

(Quy định)

**Độ nhiễu bức xạ điện từ - Quy trình thử nghiệm****B.1 Mục đích**

Phụ lục này mô tả phương pháp đo để đánh giá và định tính độ nhiễu điện từ phát ra trong dải tần số 150 kHz đến 1 GHz của phương tiện hoặc đoàn tàu trong một hệ thống đường sắt hoàn chỉnh. Phương pháp này đáp ứng hầu hết các khuyến nghị về phương pháp đo trong TCVN 12090-2 (EN 50121-2) nhưng đưa ra các tính năng được đơn giản hóa nên sẽ giảm đáng kể khoảng thời gian thử nghiệm.

**B.2 Thiết bị đo và phương pháp đo**

Để giảm thời gian thử nghiệm, sử dụng kỹ thuật quét tần số. Kỹ thuật này được thực hiện bằng bộ phân tích phổ hoặc bộ thu phát được điều khiển qua máy tính. Mỗi dải tần số được phân chia thành một số dải con.

Mỗi lần đánh giá đoàn tàu hoặc phương tiện sẽ bao gồm việc tiến hành thử nghiệm cho từng dải con.

Thiết bị phải quét dải con này liên tục và ghi lại các giá trị lớn nhất đạt được trong quá trình thử nghiệm. Sử dụng chức năng "peak hold" (giữ mức cao nhất) hoặc điều khiển thiết bị qua máy tính. Phương pháp này giả thiết mức độ và đặc tính của độ nhiễu điện từ sẽ không thay đổi đáng kể trong mỗi lần quét.

Vị trí, địa điểm, loại và các đặc tính khác liên quan tới ăng-ten giống như mô tả trong TCVN 12090-2:2017 (EN 50121-2:2015), Điều 5

Thiết bị đo phải phù hợp với các yêu cầu của EN 55016-1-1, Điều 5: "Bộ thu phát đo giá trị đỉnh trong dải tần số từ 9 kHz đến 18 GHz".

Sử dụng bảng F.1 làm hướng dẫn thử nghiệm:

**Bảng B.1 – Hướng dẫn thử nghiệm**

Dải	Dải phụ Hz	Khoảng đo (Span) <sup>a</sup> Hz	Độ rộng băng thông	Thời gian quét <sup>b</sup> ms
B	150 kHz đến 1,15 M kHz	1MHz	9 hoặc 10	37
	1 MHz đến 11 MHz	10 MHz	9 hoặc 10	370
	10 MHz đến 20 MHz	10 MHz	9 hoặc 10	370
	20 MHz đến 30 MHz	10 MHz	9 hoặc 10	370

**TCVN 12090-3-1 : 2017**

C/D	30 MHz đến 230 MHz	200 MHz	100 đến 120	42
	200 MHz đến 500 MHz	300 MHz	100 đến 120	63
	500 MHz đến 1 GHz	500 MHz	100 đến 120	100

<sup>a</sup> Đối với bộ phân tích phổ

<sup>b</sup> Có thể khác không đáng kể giữa các dụng cụ đo

## Phụ lục C

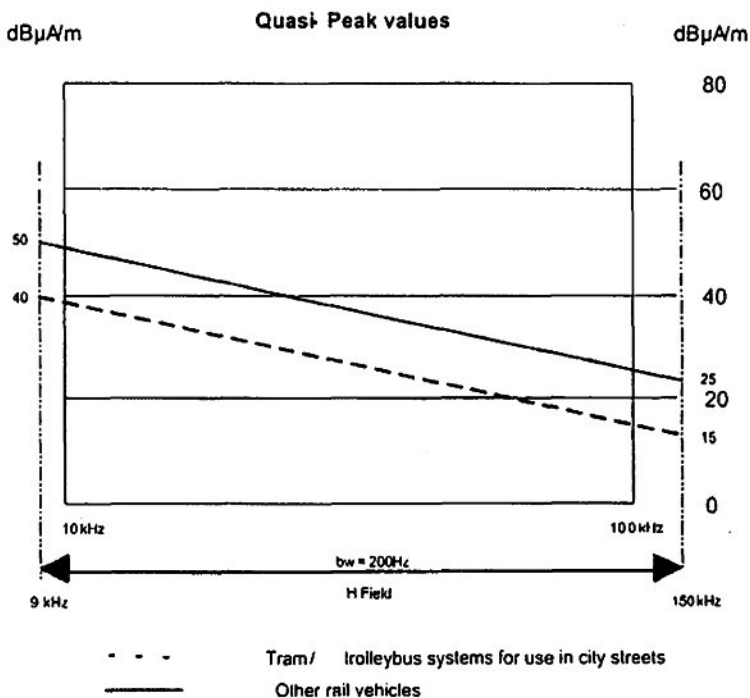
(Tham khảo)

## Giá trị phát xạ điện từ ở dải tần số thấp

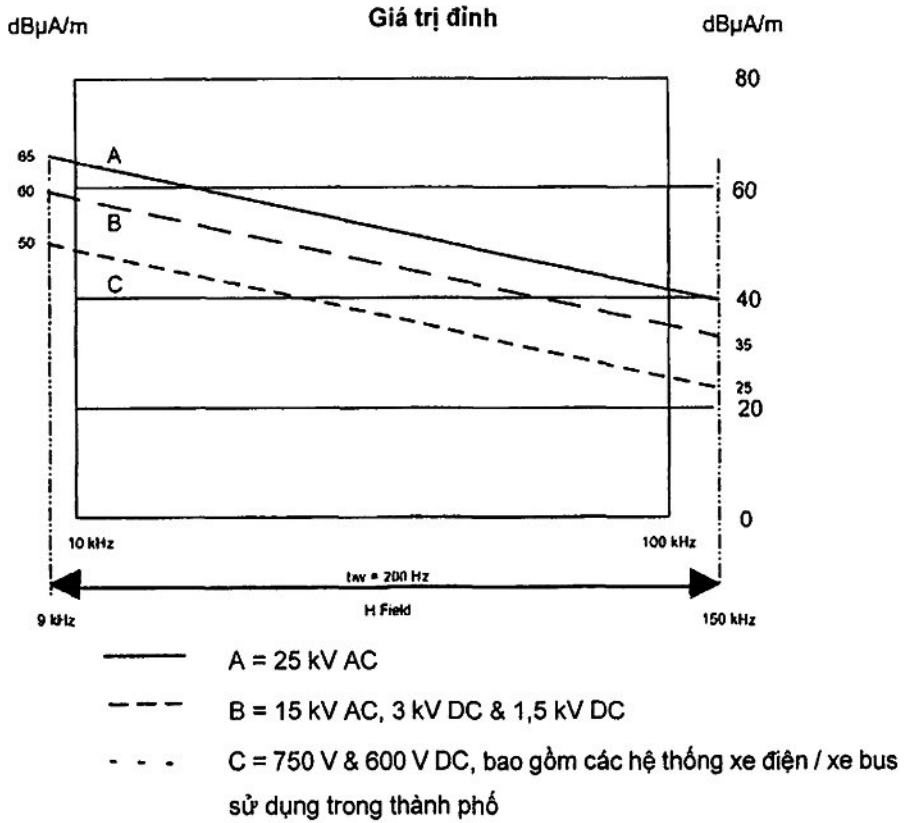
Vào đầu những năm 1990, các phép đo độ phát xạ điện từ của hệ thống đường sắt và phương tiện trong hệ thống được thực hiện để lấy thông tin về các giá trị mong muốn trong các hệ thống liền kề với hệ thống đường sắt. Chú ý rằng do một số lý do nên các kết quả của các phép đo từ trường ở khoảng cách 10 m khó có thể sử dụng lại cho các tần số dưới 150 kHz.

Do sự thay đổi rộng trong các giá trị đo được (lên tới 20 dB) ở trên cùng một phương tiện, phụ thuộc vào vị trí và các yếu tố khác nên không thể sử dụng lại các giá trị này, tính hữu ích của nó vẫn đang là một vấn đề gây tranh cãi.

Do các giá trị này được đưa ra trong phiên bản đầu tiên của EN 50121-3-1, nên những biểu đồ và số liệu trong phụ lục này chỉ mang tính chất tham khảo và không bắt buộc phải tuân thủ.



Hình C.1 – Giá trị phát xạ điện từ của phương tiện tĩnh



Hình C.2 – Giá trị phát xạ điện từ của phương tiện di chuyển chậm