

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10344:2014

IEC 62493:2009

Xuất bản lần 1

**ĐÁNH GIÁ THIẾT BỊ CHIẾU SÁNG LIÊN QUAN ĐẾN
PHƠI NHIỄM TRƯỜNG ĐIỆN TỪ ĐỐI VỚI CON NGƯỜI**

Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields

HÀ NỘI – 2014

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	6
3 Thuật ngữ, định nghĩa, đại lượng vật lý và đơn vị đo	6
4 Các giới hạn	9
5 Yêu cầu chung	9
6 Qui trình đo	12
Phụ lục A (qui định) – Khoảng cách đo	15
Phụ lục B (tham khảo) – Vị trí của đầu đo	16
Phụ lục C (tham khảo) – Các giới hạn phơi nhiễm	20
Phụ lục D (tham khảo) – Phương pháp đo và đánh giá cơ sở	22
Phụ lục E (qui định) – Phương pháp đo và đánh giá thực tiễn	33
Phụ lục F (tham khảo) – Mạng bảo vệ	35
Phụ lục G (tham khảo) – Độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo	38
Thư mục tài liệu tham khảo	40

Lời nói đầu

TCVN 10344:2014 hoàn toàn tương đương với IEC 62493:2009;

TCVN 10344:2014 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E11 *Chiếu sáng* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Đánh giá thiết bị chiếu sáng liên quan đến phơi nhiễm trường điện từ đối với con người

Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng để đánh giá thiết bị chiếu sáng liên quan đến phơi nhiễm đối với con người trong trường điện từ. Nội dung đánh giá bao gồm mật độ dòng điện cảm ứng ở các tần số từ 20 kHz đến 10 MHz và mức hấp thụ riêng (SAR) ở các tần số từ 100 kHz đến 300 MHz xung quanh thiết bị chiếu sáng.

Phạm vi của tiêu chuẩn này bao gồm:

- tất cả các thiết bị chiếu sáng để chiếu sáng thông dụng có chức năng chính là phát và/hoặc phân bố ánh sáng dùng cho các mục đích chiếu sáng, và được thiết kế để được kết nối với nguồn cung cấp điện áp thấp hoặc để vận hành ở chế độ pin/acqui; sử dụng trong nhà và/hoặc ngoài trời. Thiết bị chiếu sáng thông dụng có nghĩa là tất cả các thiết bị chiếu sáng trong công nghiệp, nhà ở, chiếu sáng công cộng và chiếu sáng đường phố;
- bộ phận chiếu sáng nhằm mục đích chiếu sáng thông dụng của các thiết bị đa chức năng nơi mà một trong những chức năng chính của thiết bị là chiếu sáng;
- các thiết bị phụ trợ độc lập dành riêng để sử dụng với thiết bị chiếu sáng.

Phạm vi của tiêu chuẩn này không bao gồm:

- thiết bị chiếu sáng cho thiết bị bay và sân bay;
- thiết bị chiếu sáng cho các phương tiện giao thông đường bộ; (trừ thiết bị chiếu sáng được sử dụng để chiếu sáng khoang hành khách trong giao thông công cộng);
- thiết bị chiếu sáng cho nông nghiệp;
- thiết bị chiếu sáng cho tàu/thuyền;
- máy photocopy, máy chiếu;
- các thiết bị mà yêu cầu về trường điện từ được qui định trong các tiêu chuẩn quốc gia hoặc tiêu chuẩn IEC khác;

TCVN 10344:2014

CHÚ THÍCH: Các phương pháp được mô tả trong tiêu chuẩn này không thích hợp để so sánh các trường điện từ của các thiết bị chiếu sáng khác nhau.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các linh kiện lắp sẵn trong đèn điện như bộ điều khiển điện tử.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 6989-1-1 (CISPR 16-1-1), *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*

TCVN 6989-1-2 (CISPR 16-1-2), *Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 1-2: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Thiết bị phụ trợ – Nhiễu dẫn*

TCVN 7186:2010 (CISPR 15:2005 amendment 1:2006 and amendment 2:2008), *Giới hạn và phương pháp đo đặc tính nhiễu tần số radio của thiết bị chiếu sáng và thiết bị tương tự*

CISPR 16-4-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling - Uncertainty in EMC measurements (Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 4-2: Độ không đảm bảo đo, thống kê và lập mô hình giới hạn – Độ không đảm bảo đo trong các phép đo EMC)*

IEC 62311:2007, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz) (Đánh giá thiết bị điện và điện tử liên quan đến các hạn chế phơi nhiễm của con người trong trường điện từ (0 Hz – 300 GHz))*

IEEE Std C95.1-2005, *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz (Tiêu chuẩn IEEE về các mức an toàn liên quan đến phơi nhiễm của con người trong trường điện từ tần số radio, 3 kHz đến 300 GHz)*

3 Thuật ngữ, định nghĩa, đại lượng vật lý và đơn vị đo

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây. Trong toàn bộ tiêu chuẩn này sử dụng hệ đơn vị SI.

3.1.1

Giới hạn cơ bản (basic restriction (basic limitations))

Giới hạn về phơi nhiễm trong các trường điện, trường từ và trường điện từ biến đổi theo thời gian dựa trên các hiệu ứng sinh học đã được thiết lập và kể cả hệ số an toàn. Giới hạn cơ bản là mức lớn nhất không được vượt quá trong bất kỳ điều kiện nào.

3.1.2

Phơi nhiễm (exposure)

Phơi nhiễm xảy ra bất cứ khi nào và bất cứ nơi nào con người chịu tác động của trường điện, trường từ và trường điện từ hoặc của các dòng điện tiếp xúc không phải là các trường và dòng điện bắt nguồn từ các quá trình sinh lý trong cơ thể và từ hiện tượng tự nhiên khác.

3.1.3

Khoảng cách đo (measurement distance)

Khoảng cách giữa thiết bị chiếu sáng và bề mặt bên ngoài của đầu đo (xem Phụ lục A).

3.1.4

Điểm đo (measurement point)

Tư thế và vị trí của đầu đo liên quan đến thiết bị chiếu sáng.

3.1.5

Bộ điều khiển bóng đèn (lamp control gear)

Một hoặc nhiều bộ phận giữa nguồn cấp và một hay nhiều bóng đèn để chuyển đổi điện áp cung cấp, giới hạn dòng điện của bóng đèn ở giá trị cần thiết, cung cấp điện áp khởi động và dòng nung nóng trước, ngăn chặn khởi động nguội, hiệu chỉnh hệ số công suất hoặc giảm nhiễu tần số radiô.

3.1.6

Bộ điều khiển bóng đèn lắp trong (built-in lamp control gear)

Bộ điều khiển bóng đèn thường được thiết kế lắp trong đèn điện, hộp, vỏ bọc hoặc tương tự và không được dùng để lắp bên ngoài đèn điện, v.v...mà không có các phòng ngừa đặc biệt. Ngăn chứa bộ điều khiển nằm trong phần chân của cột đèn đường được coi là vỏ bọc.

3.1.7

Bộ điều khiển bóng đèn lắp độc lập (independent lamp control gear)

Bộ điều khiển bóng đèn bao gồm một hoặc nhiều phần tử riêng rẽ được thiết kế để có thể lắp đặt riêng rẽ bên ngoài đèn điện, có đặc tính bảo vệ theo ghi nhãn của bộ điều khiển bóng đèn và không có vỏ bọc bổ sung. Bộ điều khiển này có thể là bộ điều khiển bóng đèn lắp sẵn nằm trong một vỏ bọc phù hợp cung cấp tất cả đặc tính bảo vệ cần thiết theo ghi nhãn.

3.1.8

Bộ điều khiển bóng đèn tích hợp (integral lamp control gear)

Bộ điều khiển bóng đèn tạo thành bộ phận không thể thay thế của một đèn điện và không thể thử nghiệm tách rời khỏi đèn điện.

3.1.9**Balát (ballast)**

Khối lắp giữa nguồn cung cấp và một hoặc nhiều bóng đèn phóng điện theo phương pháp điện cảm, điện dung, hoặc kết hợp điện cảm và điện dung, chủ yếu để hạn chế dòng điện của (các) bóng đèn ở giá trị yêu cầu. Balát cũng có thể có phương tiện để chuyển đổi điện áp nguồn cung cấp và các bố trí giúp cung cấp điện áp khởi động và dòng điện nung nóng trước.

3.1.10**Bóng đèn có balát lắp liền (self-ballasted lamp)**

Khối có thể tháo rời mà không bị hỏng vĩnh viễn, gồm đầu đèn kết hợp một nguồn sáng, và các phần tử bổ sung cần thiết để khởi động và vận hành ổn định nguồn sáng.

3.1.11**Balát điện tử được cấp nguồn một chiều (d.c. supplied electronic ballast)**

Bộ nghịch lưu một chiều sang xoay chiều sử dụng các thiết bị bán dẫn có thể có các phần tử ổn định để cấp nguồn cho một hoặc nhiều bóng đèn huỳnh quang.

3.1.12**Bộ chuyển đổi điện tử độc lập (independent electronic converter)**

Bộ điều khiển bóng đèn gồm một hoặc nhiều phần tử tách rời được thiết kế sao cho có thể lắp đặt tách rời bên ngoài thiết bị chiếu sáng, có bảo vệ phù hợp với ghi nhãn của bộ điều khiển bóng đèn và không có vỏ bọc bổ sung. Bộ chuyển đổi này có thể là bộ điều khiển bóng đèn lắp trong nằm bên trong vỏ bọc phù hợp, cung cấp tất cả các bảo vệ cần thiết theo ghi nhãn.

3.2 Đại lượng vật lý và đơn vị

Các đại lượng vật lý và đơn vị sử dụng trong tiêu chuẩn này được nêu trong Bảng 1.

Bảng 1 – Các đại lượng vật lý và đơn vị

Đại lượng	Ký hiệu	Tên đơn vị đo	Ký hiệu đơn vị đo
Độ dẫn điện	σ	Siemens trên mét	S/m
Mật độ dòng điện	J	Ampe trên mét vuông	A/m ²
Cường độ điện trường	E	Vôn trên mét	V/m
Tần số	f	Héc	Hz
Cường độ từ trường	H	Ampe trên mét	A/m
Độ từ thẩm	B	Tesla	T (Wb/m ² , Vs/m ²)
Công suất	P	Oát	W
Dòng điện	I	Ampe	A

4 Các giới hạn

4.1 Qui định chung

Sử dụng các giới hạn cơ bản của công chúng theo IEEE C95.1 2005 hoặc theo ICNIRP 1998, xem Phụ lục C.

4.2 Ứng dụng các giới hạn

Thiết bị chiếu sáng, như mô tả trong phạm vi áp dụng, phù hợp với tiêu chuẩn này nếu đáp ứng tất cả các yêu cầu sau:

- TCVN 7186 (CISPR 15):
 - Điều 4.3.1: Nhiễu điện áp tại các đầu nối điện lưới trong dải tần từ 20 kHz đến 30 MHz;
 - Điều 4.4: Nhiễu bức xạ điện từ trong dải tần từ 100 kHz đến 30 MHz;
- TCVN 7186 (CISPR 15):
 - Điều 4.4.2: Các nhiễu bức xạ điện từ trong dải tần từ 30 MHz đến 300 MHz;
- mật độ dòng điện cảm ứng đo được (lấy trọng số và lấy tổng) do trường điện trong dải tần từ 20 kHz đến 10 MHz không vượt quá hệ số (F) 0,85 như xác định trong Phụ lục D.

4.3 Thiết bị chiếu sáng được coi là phù hợp mà không cần thử nghiệm

Thiết bị chiếu sáng không có bộ điều khiển điện tử được coi là phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này mà không cần thử nghiệm.

Tất cả các loại bộ môi, bộ khởi động, chuyển mạch, bộ điều chỉnh độ sáng (kể cả bộ điều khiển pha như triac, GTO) và các cảm biến không được xem là bộ điều khiển điện tử.

5 Yêu cầu chung

5.1 Điện áp cung cấp

Các phép đo sẽ được thực hiện trong phạm vi $\pm 2\%$ của điện áp cung cấp danh định lớn nhất. Thiết bị có thể được vận hành từ nguồn cung cấp xoay chiều và/hoặc một chiều phải được đo từ một nguồn xoay chiều tại một tần số duy nhất.

5.2 Dải tần số đo

Dải tần số đo là từ 20 kHz đến 10 MHz (xem Phụ lục E).

5.3 Nhiệt độ môi trường

Các phép đo phải được thực hiện trong phạm vi nhiệt độ môi trường từ 15 °C đến 25 °C.

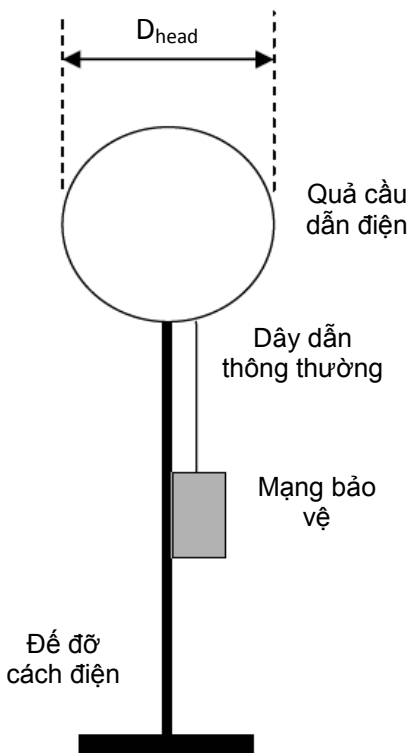
5.4 Yêu cầu đối với thiết bị đo

Yêu cầu đối với máy thu thử nghiệm nhiễu điện từ (EMI) hoặc máy phân tích phổ theo TCVN 6989-1-1 (CISPR 16-1-1), có các giá trị đặt nêu trong Bảng 2:

Bảng 2 – Các giá trị đặt cho máy phân tích phổ và máy thu

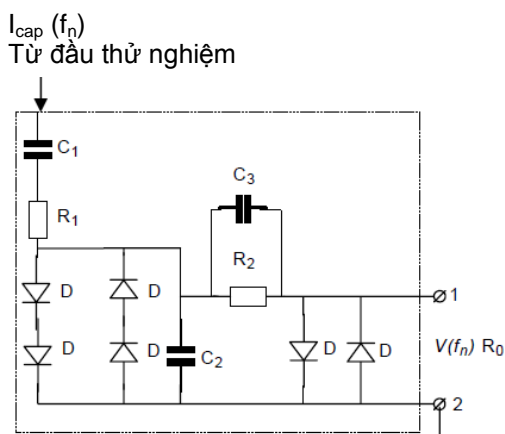
Dải tần số	B ₆ theo CISPR 16-1-1	Thời gian đo	f _{step}	Bộ phát hiện
20 kHz – 150 kHz	200 Hz	100 ms	220 Hz	Đỉnh
150 kHz – 10 MHz	9 kHz	20 ms	10 kHz	Đỉnh

Đầu thử nghiệm "Van der Hoofden", như mô tả trong Hình 1, gồm một quả cầu dẫn điện có đường kính ngoài là $D_{head} = 210 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ lắp trên một đế đỡ cách điện (như gỗ, nhựa) và được nối vào một mạng bảo vệ qua một dây dẫn thông thường.



Hình 1 – Đầu thử nghiệm "Van der Hoofden"

Ví dụ về mạng bảo vệ có thể xem trên Hình 2.



Ví dụ

$$C_1 = 470 \text{ pF}$$

$$C_2 = 10 \text{ nF}$$

C_3 = tụ điện tùy chọn ($\sim 56 \text{ pF}$) để thực hiện đầy đủ các yêu cầu hàm truyền của Phụ lục F.

$$R_1 = 470 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 150 \text{ } \Omega$$

D Điốt Schottky

R_0 = đầu vào $50 \text{ } \Omega$ của bộ thu nhiễu điện từ EMI

Đầu nối 1 và 2 phải được nối vào bộ thu nhiễu điện từ EMI của máy phân tích phổ thông qua cáp đồng trục

Hình 2 – Ví dụ về mạch bảo vệ

Hàm truyền của mạng bảo vệ được đưa ra bởi công thức (1)

$$g(fn) = \frac{V(fn)}{I_{cap}(fn)} = \frac{R_0}{\sqrt{1 + [(R_0 + R_2) \cdot 2 \cdot \pi \cdot f(n) \cdot C_2]^2}} \quad (1)$$

Hàm truyền của mạng bảo vệ không được sai khác quá $\pm 1 \text{ dB}$ so với đặc trưng tính toán (xem Phụ lục F về việc tính toán). Việc hiệu chuẩn mạng bảo vệ phải được thực hiện theo qui trình mô tả chi tiết trong Phụ lục F.

Qui định chung về bố trí đo được đưa ra trong 6.4.

5.5 Độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo

Độ không đảm bảo đo tối đa của dụng cụ đo (U_{basic}) được ước tính là 30 %.

Xem 5.7 về cách kiểm soát độ không đảm bảo đo để đánh giá các kết quả đo. Một ví dụ về tính toán riêng được cho trong Phụ lục G.

CHÚ THÍCH: Hướng dẫn đánh giá độ không đảm bảo đo có thể xem trong IEC 61786:1998 [4].

5.6 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm tối thiểu phải gồm các mục sau:

- nhận biết thiết bị chiếu sáng;
- qui định kỹ thuật của thiết bị đo;
- chế độ vận hành, (các) điểm đo và khoảng cách;
- điện áp và tần số danh định;
- kết quả đo;
- bộ giá trị giới hạn được áp dụng.

TCVN 10344:2014

5.7 Đánh giá các kết quả

Sự phù hợp hoặc không phù hợp với giới hạn phải được xác định theo cách sau:

Nếu độ không đảm bảo đo tính được với dụng cụ đo sử dụng thực tế cho thử nghiệm (U_{lab}) nhỏ hơn hoặc bằng với độ không đảm bảo đo nêu trong 5.5 (U_{basic}) thì:

- được coi là phù hợp nếu kết quả đo không vượt quá giới hạn áp dụng;
- được coi là không phù hợp nếu kết quả đo vượt quá giới hạn áp dụng.

Nếu độ không đảm bảo đo tính được với dụng cụ đo sử dụng cho thử nghiệm (U_{lab}) lớn hơn độ không đảm bảo đo được nêu trong 5.5 (U_{basic}) thì:

- được coi là phù hợp nếu kết quả đo cộng với ($U_{lab} - U_{basic}$) không vượt quá giới hạn áp dụng.
- được coi là không phù hợp nếu kết quả đo cộng với ($U_{lab} - U_{basic}$) vượt quá giới hạn áp dụng.

6 Qui trình đo

6.1 Qui định chung

Phương pháp đánh giá dựa trên các giới hạn cơ bản được nêu trong ICNIRP 1998 và IEEE C95.1 2005. Qui trình đo được sử dụng mô phỏng mật độ dòng trên người ở gần thiết bị chiếu sáng. Các phép đo được thực hiện trong các điều kiện qui định trong Bảng A.1 của Phụ lục A.

6.2 Điều kiện làm việc

6.2.1 Điều kiện làm việc đối với thiết bị chiếu sáng thông dụng

Các phép đo trên thiết bị chiếu sáng phải được thực hiện trong các điều kiện làm việc như qui định của nhà chế tạo.

Trong trường hợp thiết bị chiếu sáng có thể lắp lẫn các bóng đèn có công suất danh định khác nhau, chỉ cần đo thiết bị chiếu sáng kết hợp với bóng đèn có điện áp danh nghĩa cao nhất.

Trước khi đo, (các) bóng đèn phải được cho làm việc cho đến khi đạt ổn định. Nếu nhà chế tạo không có qui định khác, phải quan sát các thời gian ổn định sau:

- 15 min đối với bóng đèn huỳnh quang;
- 30 min đối với các loại bóng đèn phóng điện khác.

Tất cả các phép đo phải được thực hiện với bóng đèn đã luyện 100 h.

6.2.2 Điều kiện làm việc đối với các thiết bị chiếu sáng riêng

Thiết bị chiếu sáng gồm nhiều bóng đèn: Khi thiết bị chiếu sáng kết hợp nhiều hơn một bóng đèn, tất cả các đèn phải được hoạt động đồng thời.

Thiết bị chiếu sáng khẩn cấp độc lập: Nếu thiết bị có thể được nối và làm việc bằng nguồn điện lưới thì phải được thử nghiệm ở chế độ làm việc này. Không yêu cầu thử nghiệm trong chế độ làm việc bằng nguồn pin/acqui.

Thiết bị chiếu sáng có khả năng điều chỉnh độ sáng phải được đo tại cả hai giới hạn điều chỉnh độ sáng tối đa và tối thiểu.

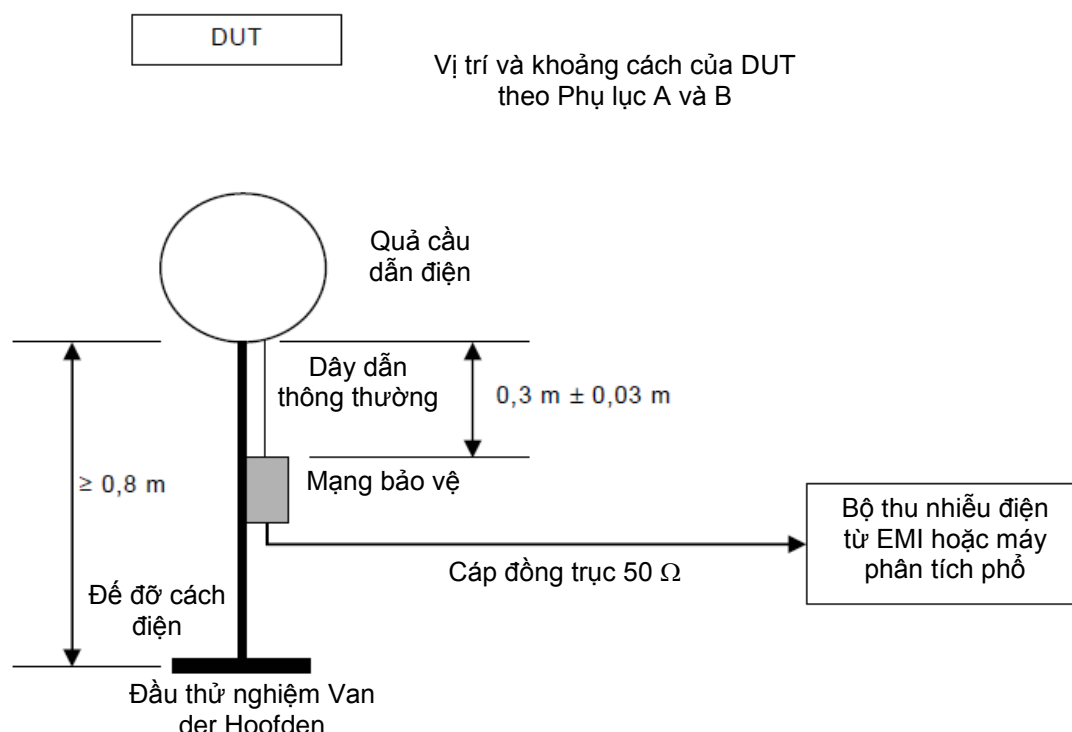
Các phép đo phải được thực hiện trong phạm vi $\pm 2\%$ điện áp cung cấp danh định. Trong trường hợp một dải điện áp, phép đo được thực hiện trong phạm vi $\pm 2\%$ điện áp nguồn danh định lớn nhất và nhỏ nhất của dải đó.

6.3 Khoảng cách đo

Nếu nhà chế tạo không có qui định khác, thiết bị chiếu sáng được đánh giá theo khoảng cách đo cho trong Bảng A.1 của Phụ lục A. Bề mặt bên ngoài của đầu thử nghiệm được lấy làm điểm tham chiếu khi xác định khoảng cách đo. Dung sai các khoảng cách đo là $\pm 5\%$.

6.4 Bố trí đo

Bố trí đo được đưa ra ở Hình 3.



DUT = Thiết bị cần thử nghiệm

CHÚ THÍCH: Bộ thu nhiễu điện từ EMI hoặc máy phân tích phổ phải được cấp nguồn điện lưới có nối đất bảo vệ.

Hình 3 – Bố trí đo

Nếu thiết bị chiếu sáng có đầu nối đất, các thiết bị chiếu sáng phải được nối bằng dây nối đất có trong cáp nguồn cấp cho thiết bị chiếu sáng.

TCVN 10344:2014

Trong các thử nghiệm, không được có mặt phẳng dẫn điện hoặc vật thể hoặc người cách thiết bị chiếu sáng ít hơn 0,8 m.

Chiều cao của đế đỡ cách điện tối thiểu là 0,8 m. Quả cầu dẫn điện được nối với mạng bảo vệ thông qua dây dẫn thông thường có chiều dài $30 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}$. Sau đó, mạng bảo vệ được nối tới bộ thu nhiễu điện từ EMI, hoặc máy phân tích phổ, bằng cáp đồng trục 50Ω có tổn thất tối đa trên cáp là 0,2 dB và điện trở một chiều $\leq 10 \Omega$.

6.4.1 Bố trí đo đối với thiết bị chiếu sáng đặc thù

6.4.1.1 Bóng đèn có balát lắp liền

Bóng đèn này được lắp trực tiếp vào đui đèn được đặt trên một tấm vật liệu cách điện. Đầu đo được đặt tại khoảng cách đo như qui định trong Bảng A.1 tính từ đầu của bóng đèn.

6.4.1.2 Bộ điều khiển điện tử độc lập

Bộ điều khiển điện tử độc lập phải được lắp trên một vật bằng vật liệu cách điện cùng với một bóng đèn có công suất lớn nhất cho phép. Cáp chịu tải giữa bộ điều khiển và thiết bị chiếu sáng phải là 0,8 m với dung sai tương đối là 20 %, nếu nhà chế tạo không có qui định khác. Cấu hình của bộ điều khiển, thiết bị chiếu sáng và cáp phải được đo theo Hình B.2e.

6.5 Vị trí của đầu đo

Các vị trí đo được chọn theo tiêu chí sau.

Các phép đo chỉ được thực hiện theo hướng phù hợp với hướng có nhiều khả năng phơi nhiễm của công chúng trong sử dụng bình thường.

Trường hợp thiết bị chiếu sáng có các bóng đèn huỳnh quang hai đầu lớn hơn 30 cm, đầu thử nghiệm được đặt như trên Hình B.2a. Qui trình đo được lặp lại cho cả hai đầu của bóng đèn, và trong trường hợp thiết bị chiếu sáng nhiều bóng đèn thì từng bóng đèn được đo lần lượt.

Trong trường hợp thiết bị chiếu sáng dùng với các bóng đèn khác, đầu thử nghiệm được đặt tại khoảng cách đo thích hợp như qui định trong Bảng A.1, tại tâm của điểm chiếu rọi dự kiến.

Đối với thiết bị chiếu sáng mà không thể xác định được tâm của điểm chiếu rọi, hoặc hướng chiếu sáng không hướng về phía công chúng trong sử dụng bình thường, ví dụ một đèn hắt sáng, một điểm đo được chọn ở khoảng cách thử nghiệm thích hợp tính từ thiết bị chiếu sáng xung quanh chu vi của nó. Có thể chọn nhiều hơn một điểm đo để khẳng định tính năng của thiết bị chiếu sáng.

Hình B.2a đến B.2f trong Phụ lục B đưa ra các ví dụ về vị trí (các) điểm đo đối với thiết bị chiếu sáng điển hình.

6.6 Tính toán các kết quả

Các kết quả đo được tính toán phù hợp với Phụ lục E.

Phụ lục A

(qui định)

Khoảng cách đo

Khoảng cách đo trong Bảng A.1, được xác định dựa trên vị trí dự kiến của công chúng trong quá trình làm việc bình thường.

Bảng A.1 – Thiết bị chiếu sáng và khoảng cách đo

Loại thiết bị chiếu sáng	Khoảng cách đo (cm)
Đèn điện cầm tay ^a	5 ^a
Thiết bị chiếu sáng để bàn	30
Thiết bị chiếu sáng lắp trên tường	50
Đèn hắt sáng	50
Thiết bị chiếu sáng kiểu treo	50
Thiết bị chiếu sáng lắp trên trần và/hoặc lắp chìm dùng cho các bóng đèn huỳnh quang có công suất vào ^b ≤ 180 W	50
Thiết bị chiếu sáng lắp trên trần và/hoặc lắp chìm dùng cho các bóng đèn huỳnh quang có công suất vào ^b > 180 W	70
Thiết bị chiếu sáng lắp trên trần và/hoặc lắp chìm dùng cho các bóng đèn phóng điện có công suất vào ^b ≤ 180 W	70
Thiết bị chiếu sáng lắp trên trần và/hoặc lắp chìm dùng cho các bóng đèn phóng điện có công suất vào ^b > 180 W	100
Thiết bị chiếu sáng di động	50
Đèn pha	200
Thiết bị chiếu sáng dùng cho chiếu sáng đường phố	200
Chuỗi đèn	50
Thiết bị chiếu sáng dùng cho bể bơi và các ứng dụng tương tự	50
Thiết bị chiếu sáng dùng để chiếu sáng sân khấu, truyền hình và xưởng phim (ngoài trời và trong nhà)	100
Thiết bị chiếu sáng sử dụng trong các khu vực điều trị của bệnh viện và các tòa nhà chăm sóc sức khỏe	50
Thiết bị chiếu sáng lắp chìm trong đất	50
Thiết bị chiếu sáng trong các bể nuôi	50
Đèn ngủ cắm vào ổ cắm nguồn lưới	50
Bóng đèn có balát lắp liền	30
Thiết bị bức xạ UV và IR	50
Thiết bị chiếu sáng trên các phương tiện vận chuyển (được lắp trong khoang hành khách của xe buýt và xe lửa)	50
Thiết bị chiếu sáng khác không được đề cập trong bảng này	50

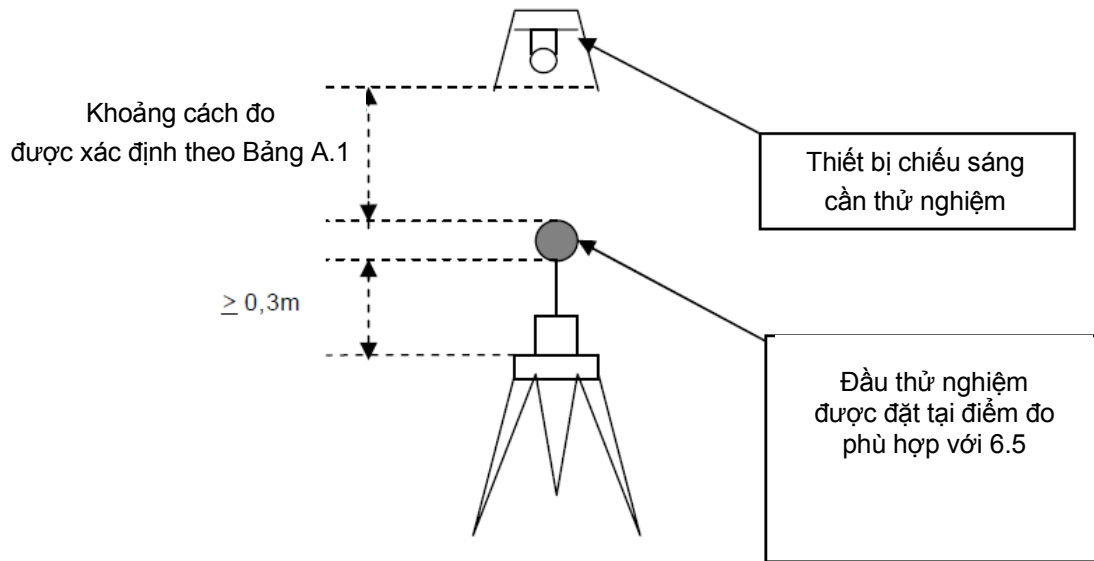
^a Khoảng cách đo nên là 30 cm và giá trị đo được cần được tính về khoảng cách 5 cm (phương trình, $1/r^3$);

^b Công suất danh nghĩa tổng của thiết bị chiếu sáng.

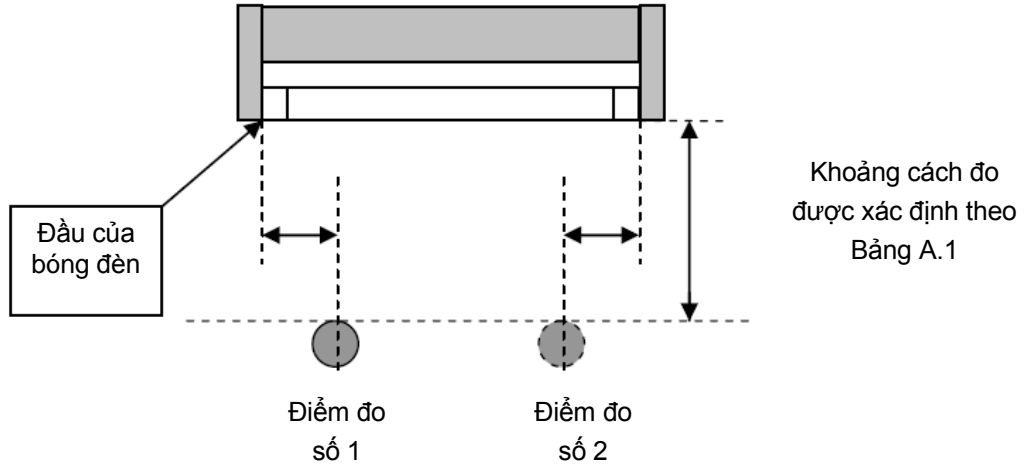
Phụ lục B

(tham khảo)

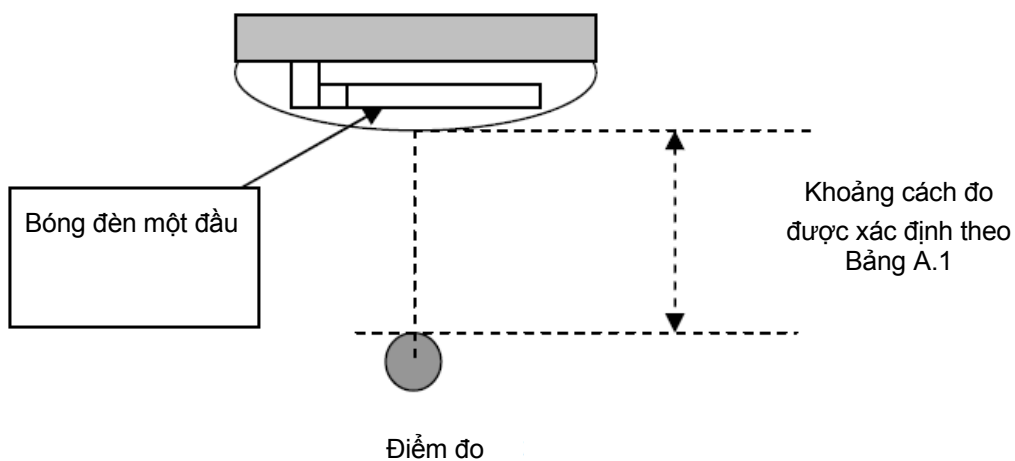
Vị trí của đầu đo



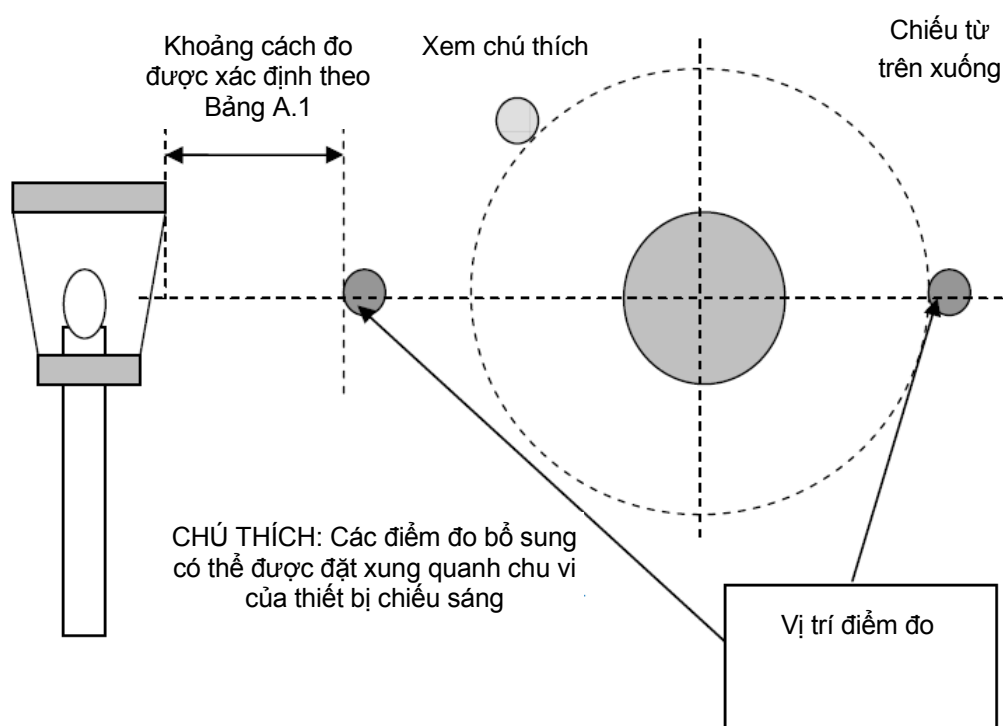
Hình B.1 – Bố trí đo điển hình



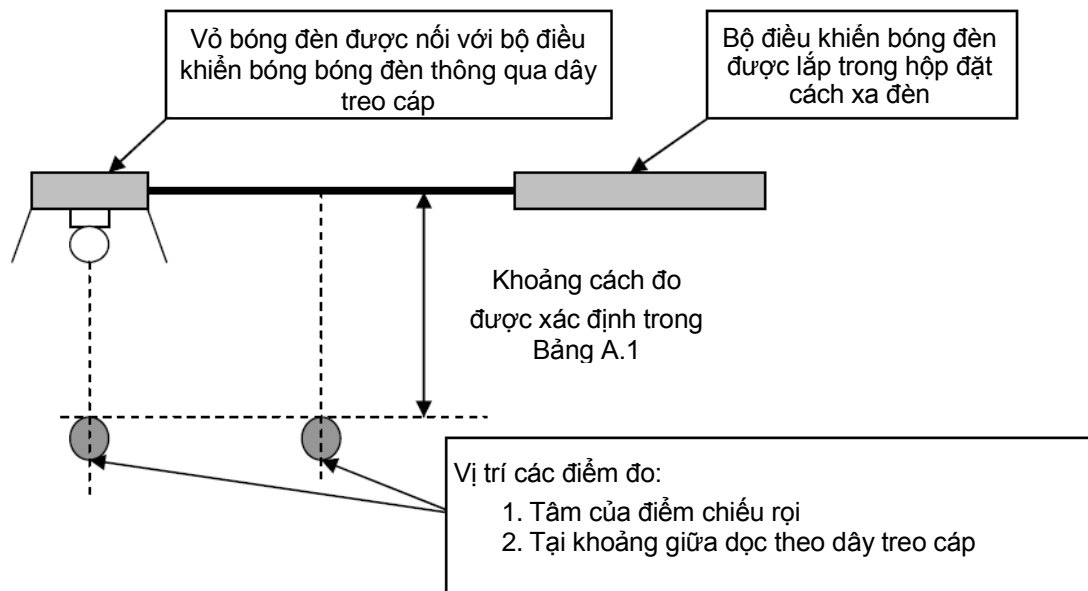
Hình B.2a – Vị trí điểm đo đối với thiết bị chiếu sáng có bóng đèn huỳnh quang hai đầu (được lắp chìm, lắp trên bề mặt hoặc trên cột)



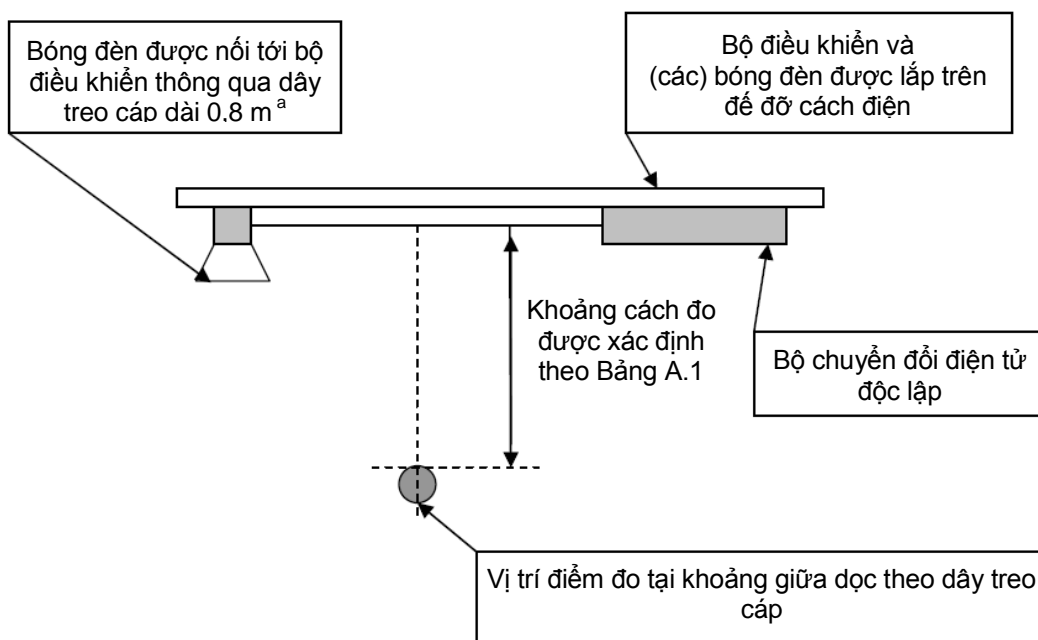
Hình B.2b – Vị trí điểm đo đối với thiết bị chiếu sáng có bóng đèn một đầu (được lắp chìm, lắp trên bề mặt hoặc trên cột)



Hình B.2c – Vị trí (các) điểm đo đối với thiết bị chiếu sáng có bóng đèn một đầu (chiếu rọi 360°)

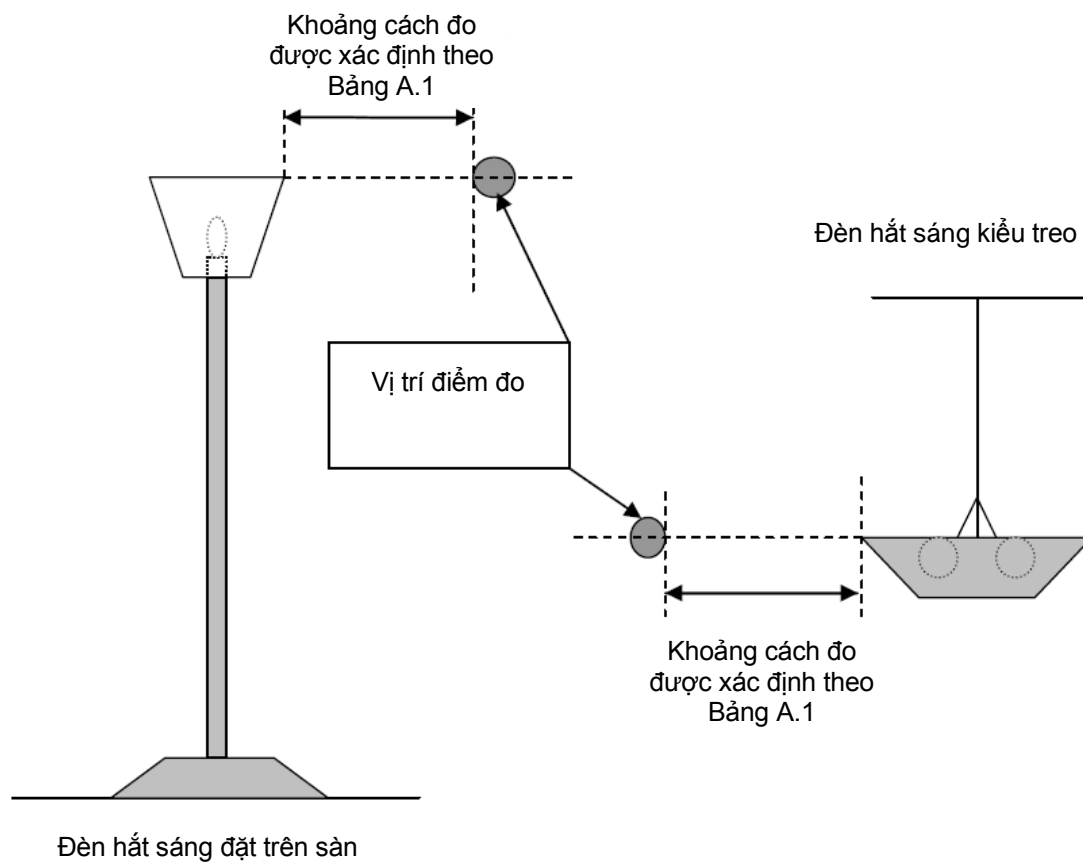


Hình B.2d – Vị trí các điểm đo đối với thiết bị chiếu sáng có bộ điều khiển đặt cách xa đèn



^aCHÚ THÍCH: Chiều dài cáp là 0,8 m trừ khi có qui định khác trong chỉ dẫn lắp đặt của nhà chế tạo.

Hình B.2e – Vị trí điểm đo đối với bộ chuyển đổi điện tử độc lập



^aCHÚ THÍCH: Trong trường hợp bóng đèn huỳnh quang ống thẳng, đầu thử nghiệm được đặt vuông góc với (các) bóng đèn tại điểm 15 cm tính từ đầu đèn.

Hình B.2f – Vị trí (các) điểm đo đối với đèn hắt sáng (đặt trên sàn/treo)

Hình B.2 – Vị trí đầu đo

Phụ lục C

(tham khảo)

Các giới hạn phơi nhiễm

C.1 Qui định chung

Các giới hạn phơi nhiễm được đưa ra trong phụ lục này chỉ để tham khảo, không phải là danh sách đầy đủ và chỉ có hiệu lực ở một số khu vực nhất định trên thế giới. Trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn này là đảm bảo rằng họ sử dụng ấn bản hiện hành của các giá trị giới hạn được qui định bởi cơ quan nhà nước có thẩm quyền.

C.2 Tiêu chuẩn của Ủy ban quốc tế phòng chống bức xạ phi ion hóa (ICNIRP)

Bảng C.1 – Các giới hạn cơ bản (BR) đối với phơi nhiễm của công chúng trong trường điện và trường từ thay đổi theo thời gian đối với các tần số lên đến 10 GHz

Dải tần số	Mật độ dòng điện (đầu và thân) mA/m ² (rms)	Mức hấp thụ riêng (SAR) trung bình (toàn bộ cơ thể) W/kg	Mức hấp thụ riêng (SAR) cục bộ (đầu và thân) W/kg	Mức hấp thụ riêng (SAR) cục bộ (các chi) W/kg
Lên đến 1 Hz	8			
1 Hz – 4 Hz	8/f			
4 Hz – 1 000 Hz	2			
1 kHz – 100 kHz	f/500			
100 kHz – 10 MHz	f/500	0,08	2	4
10 MHz – 10 GHz		0,08	2	4

CHÚ THÍCH: *f* là tần số, tính bằng héc.

C.3 Tiêu chuẩn của Viện kỹ nghệ điện và điện tử (IEEE)

Bảng C.2 – Các giới hạn cơ bản (BR) của IEEE đối với công chúng

Mô phơi nhiễm	f_e (Hz)	Mức độ tác động ^a			Con người trong các môi trường được kiểm soát		
		E_0	(rms)	(V/m)	E_0	(rms)	(V/m)
Não	20	$5,89 \times 10^{-3}$			$1,77 \times 10^{-2}$		
Tim	167	0,943			0,943		
Tứ chi	3350	2,10			2,10		
Các mô khác	3350	0,701			2,10		

E_0 là ngưỡng cơ bản của trường tại chỗ. f_e là tham số tần số.

^a Trong phạm vi dải tần này, thuật ngữ “mức độ tác động” tương đương với thuật ngữ “công chúng” trong tiêu chuẩn IEEE Std C95.6-2002.

CHÚ THÍCH: Các thông số trong Bảng 2 và ở một số chỗ khác trong tiêu chuẩn này đôi khi được đưa ra đến ba chữ số có nghĩa. Độ chính xác này được cung cấp để người đọc có thể tuân theo các dẫn xuất và các mối quan hệ khác nhau được trình bày trong tiêu chuẩn này, mà không nhằm qui định các đại lượng này phải có cấp chính xác đó.

Bảng C.3 – Các giới hạn cơ bản (BR) của IEEE từ 100 kHz đến 3 GHz đối với công chúng

Phơi nhiễm cả cơ thể	Trung bình trên cả cơ thể (WBA)	Mức độ tác động ^a	Con người trong các môi trường được kiểm soát
		SAR ^b (W/kg)	SAR ^c (W/kg)
Phơi nhiễm cục bộ	Cục bộ (trung bình không gian đỉnh)	0,08	0,4
Phơi nhiễm cục bộ	Các chi ^d và vành tai	2 ^c	10 ^c
Phơi nhiễm cục bộ	Các chi ^d và vành tai	4 ^c	20 ^c

^a Giới hạn cơ bản đối với công chúng khi không có sẵn chương trình an toàn tần số radio.

^b Mức hấp thụ riêng SAR là giá trị trung bình trong các lần lấy trung bình thích hợp.

^c Lấy trung bình trên 10 g mô bất kỳ (được xác định là một khối mô có dạng lập phương, thể tích khối lập phương xấp xỉ 10 cm³)

^d Các chi là các cánh tay và các chân tương ứng tính từ khuỷu tay và đầu gối.

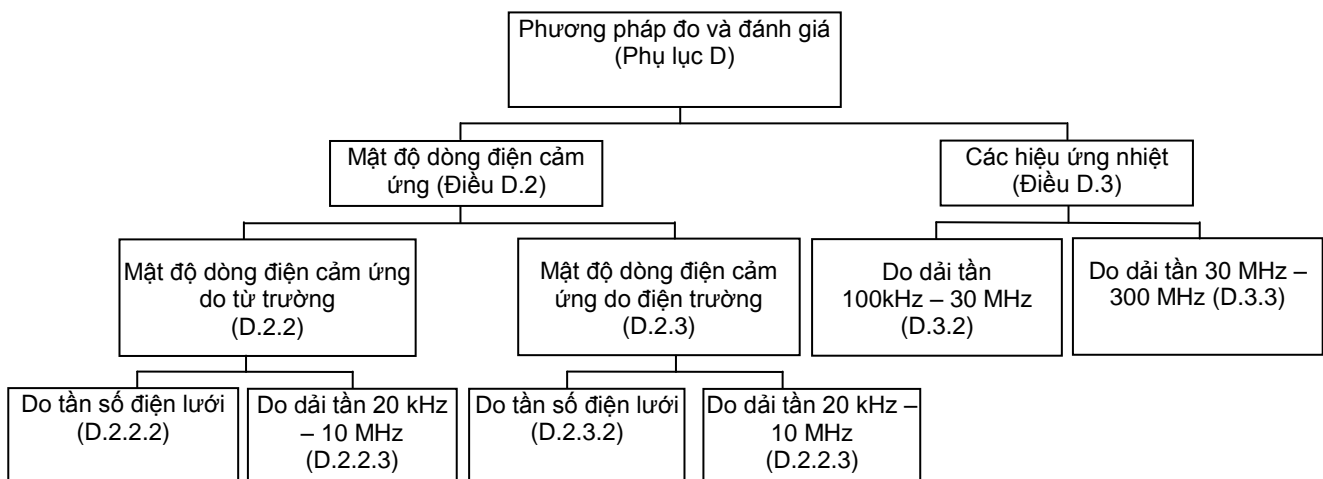
Phụ lục D

(tham khảo)

Phương pháp đo và đánh giá hợp lý

D.1 Qui định chung

Phương pháp đo và đánh giá sự phù hợp trên cơ sở phơi nhiễm của ICNIRP và IEEE được đưa ra trong phụ lục này (xem Hình D.1), là việc đánh giá dòng điện cảm ứng (xem Điều D.2) và các hiệu ứng nhiệt (xem Điều D.3).



Hình D.1 – Phương pháp đo và đánh giá tổng quan

D.2 Mật độ dòng điện cảm ứng

D.2.1 Qui định chung

Dựa trên những giới hạn cơ bản, mật độ dòng điện cảm ứng trong con người (mô hình) phải đáp ứng yêu cầu của công thức (D.1):

$$\sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.1})$$

với:

$J(f_i, d)$ là mật độ dòng điện tại tần số i và ở khoảng cách đo d theo Phụ lục A;

$J_{\text{Lim}}(f_i)$ là giới hạn cơ bản của mật độ dòng điện tại tần số i , của Bảng C.1.

Mật độ dòng điện cảm ứng trong người (mô hình) có thể được gây ra bởi:

- các dòng điện xoáy trong người (mô hình) do từ trường của thiết bị chiếu sáng cận thủ nghiệm, như mô tả trong điều này.

- dòng điện điện dung từ thiết bị chiếu sáng cần thử nghiệm tới người (mô hình) do điện trường, như mô tả trong Điều D.3.

Do đó, công thức (D.1) có thể được viết lại thành công thức (D.2):

$$\sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.2})$$

trong đó:

$J_{\text{eddy}}(f_i, d)$ là mật độ dòng do từ trường tại tần số i và tại khoảng cách d theo Phụ lục A.

$J_{\text{cap}}(f_i, d)$ là mật độ dòng do điện trường tại tần số i và tại khoảng cách d theo Phụ lục A.

Các tần số đối với bộ chuyển đổi điện năng trong thiết bị chiếu sáng cao hơn 20 kHz để tránh tạp âm và nhiễu hồng ngoại. Với kiến thức này, công thức (D.2) có thể được viết lại thành công thức (D.3):

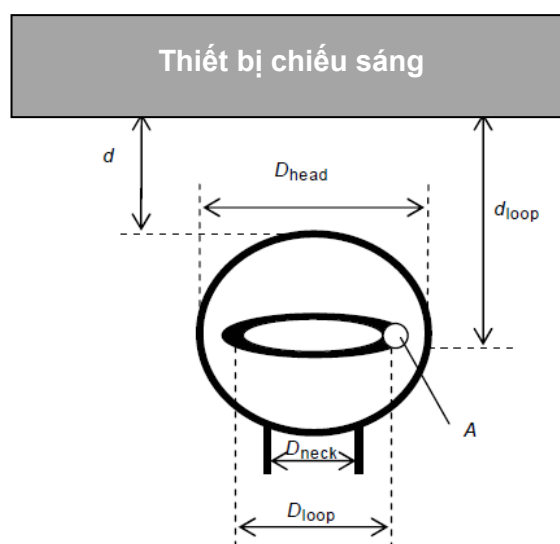
$$\sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{20 \text{ kHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{20 \text{ kHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.3})$$

Tần số điện lưới là 50 Hz hoặc 60 Hz chỉ là thành phần tần số liên quan trong vùng tần số từ 1 Hz đến 20 kHz. Do đó, công thức (D.3) có thể được viết lại thành công thức (D.4).

$$\frac{J_{\text{eddy}}(f_{\text{mains}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \frac{J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.4})$$

D.2.2 Mật độ dòng điện cảm ứng do từ trường; $J_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}})$

D.2.2.1 Qui định chung



Hình D.2 – Khoảng cách của đầu người, vòng kín và bố trí đo

TCVN 10344:2014

Điện áp cảm ứng trong vòng kín trong đầu người (xem Hình D.2) do từ trường có thể được tính bằng công thức (D.5)

$$V_{ind}(f_i, d_{loop}) = \frac{\pi}{4} \cdot D_{loop}^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot B(f_i, d_{loop}) \quad (D.5)$$

trong đó:

$V_{ind}(f_i, d_{loop})$ là điện áp cảm ứng trong vòng kín trong đầu người tại tần số f_i và ở khoảng cách d_{loop} ;

D_{loop} là đường kính của vòng kín ở trong đầu người;

$B(f_i, d_{loop})$ là từ trường B tại tần số f_i và ở khoảng cách d_{loop} .

Dòng điện cảm ứng trong vòng kín trong đầu người do từ trường có thể được tính theo công thức (D.6)

$$I_{eddy}(f_i, d_{loop}) = \frac{V_{ind}(f_i, d_{loop})}{\frac{\pi \cdot D_{loop}}{A \cdot \sigma(f_i)}} \quad (D.6)$$

trong đó

$I_{eddy}(f_i, d_{loop})$ là dòng điện cảm ứng trong vòng kín trong đầu người do từ trường tại tần số f_i và ở khoảng cách d_{loop} ;

A là tiết diện “dây” của vòng kín trong đầu người;

$\sigma(f_i)$ là độ dẫn điện của vòng kín trong đầu người tại tần số f_i .

Cuối cùng, tại một tần số f_i và khoảng cách d_{loop} nhất định, mật độ dòng điện tại vòng kín trong đầu người do từ trường có thể được tính theo công thức (D.7)

$$J_{eddy}(f_i, d_{loop}) = \frac{I_{eddy}(f_i, d_{loop})}{A_{loop}} = \frac{D_{loop} \cdot \sigma(f_i) \cdot \pi \cdot f_i \cdot B(f_i, d_{loop})}{2} \quad (D.7)$$

D.2.2.2 Sự góp phần của tần số điện lưới f_{mains} vào mật độ dòng điện cảm ứng do từ trường

Trường B đo được tại tần số điện lưới và ở khoảng cách $d = 0,3$ m tính từ thiết bị chiếu sáng xấp xỉ bằng 60 nT. Với hệ số $\sigma(f_{mains}) \leq 0,09$ (giá trị tại não theo Bảng C.1 của IEC 62311) và $D_{loop} = D_{head} = 0,21$ m, có thể tính toán được các dữ liệu sau đây (xem Bảng D.1):

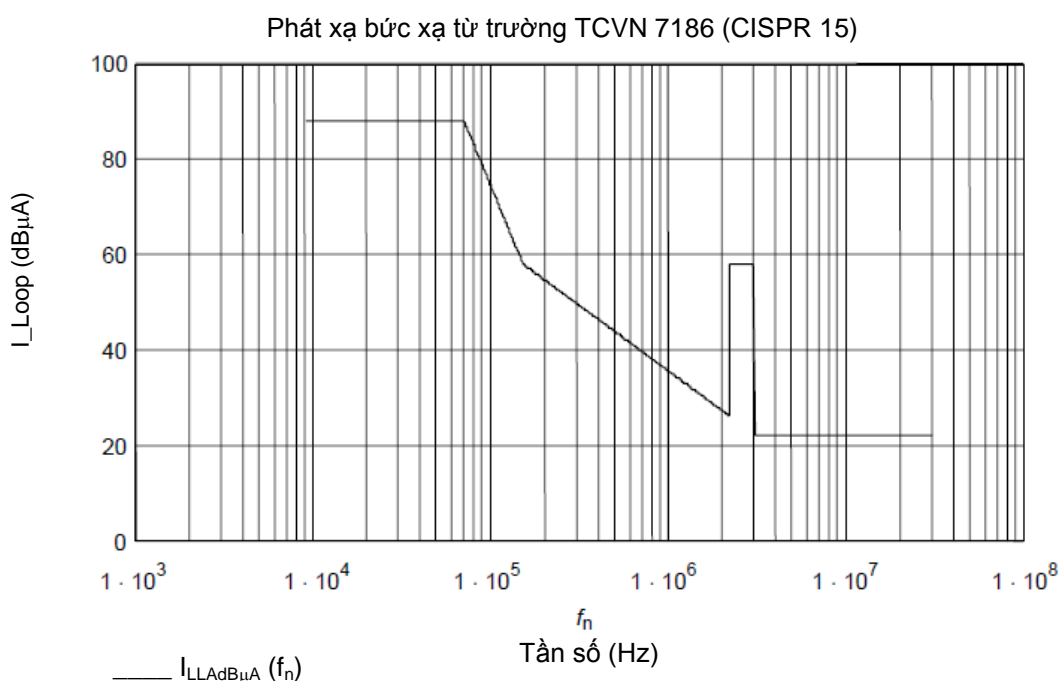
Bảng D.1 – Các tính toán mật độ dòng điện cảm ứng

$f_i = f_{\text{mains}}$ [Hz]	$J_{\text{eddy}}(f_i, d)$ [nA/m ²] tại f_{mains} và $d = 0,3$ m	$J_{\text{Lim}}(f_i)$ [mA/m ²] tại f_{mains}	$\frac{J_{\text{eddy}}(f, d)}{J_{\text{lim}}(f_i)}$ tại f_{mains} và $d = 0,3$ m
50	89,1	2	45×10^{-6}
60	107	2	53×10^{-6}

Có thể kết luận rằng, sự góp phần của mật độ dòng điện trong vòng kín trong đầu người do từ trường tại các tần số điện lưới và khoảng cách đo $d = 0,3$ m có thể được bỏ qua.

D.2.2.3 Sự góp phần của dải tần từ 20 kHz đến 10 MHz vào mật độ dòng điện cảm ứng do từ trường

Sự góp phần của trường hợp xấu nhất vào mật độ dòng điện trường hợp trong vòng kín trong đầu người do từ trường trong vùng tần số từ 20 kHz đến 10 MHz và ở khoảng cách đo d có thể được xác định bằng cách sử dụng các phát xạ bức xạ từ trường trong TCVN 7186 (CISPR 15). Theo TCVN 7186 (CISPR 15), dòng điện tối đa ở tần số f_i trong anten mạch vòng cỡ lớn (LLA) 2 m được cho trong Hình 3.



Hình D.3 – Dòng điện tối đa trong LLA 2 m là hàm của tần số

Dòng điện tối đa tại tần số f_i trong LLA 2m ở Hình D.3 có thể chuyển đổi thành trường B tối đa tại tần số f_i và tại khoảng cách d bất kỳ.

Sự chuyển đổi được giải thích như sau:

Một lưỡng cực từ ảo có tiết diện A_{dipole} được đặt tại tâm của LLA 2 m có cảm ứng tương hỗ với LLA 2 m như sau:

$$M = \frac{\mu_0 \cdot A_{\text{dipole}}}{D_{\text{LLA}}} \quad (\text{D.8})$$

trong đó:

M là cảm ứng tương hỗ giữa lưỡng cực từ ảo và LLA 2 m;

A_{dipole} là tiết diện của lưỡng cực từ ảo;

D_{LLA} là đường kính của LLA 2 m và bằng 2 m.

Mômen lưỡng cực từ ảo là $I_{\text{dipole}}(f_i) \cdot A_{\text{dipole}}$

trong đó $I_{\text{dipole}}(f_i)$ là dòng điện ảo tại tần số f_i trong lưỡng cực từ ảo.

Điện áp cảm ứng trong LLA là:

$$V_{\text{ind}}(f_i) = 2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot M \cdot I_{\text{dipole}}(f_i) \quad (\text{D.9})$$

Dòng điện trong LLA là:

$$I_{\text{LLA}}(f_i) = \frac{V_{\text{ind}}(f_i)}{2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot L_{\text{LLA}}} = \frac{\mu_0 \cdot I_{\text{dipole}}(f_i) \cdot A_{\text{dipole}}}{L_{\text{LLA}} D_{\text{LLA}}} \quad (\text{D.10})$$

trong đó L_{LLA} là hồ cảm của LLA 2 m và bằng 9,65 μH .

Do đó, từ giới hạn thiết lập cho dòng điện trong LLA, có thể tính được mômen lưỡng cực từ ảo $I_{\text{dipole}}(f_i) \cdot A_{\text{dipole}}$. Từ mômen lưỡng cực từ ảo này, có thể tính được cường độ từ trường H theo hướng đặt cực đại. Việc tính toán được thực hiện đến tần số 10 MHz vì vậy bước sóng nhỏ nhất là 30 m và chuyển tiếp giữa trường gần và trường xa tại $30/2 \pi = 4,8$ m. Đối với EMF, chỉ quan tâm đến mật độ dòng điện cảm ứng ở khoảng cách nhỏ hơn vì vậy mọi tính toán đều dựa trên điều kiện trường gần tại đó $H \sim 1/d^3$. Có thể biểu diễn cường độ trường cực đại tại khoảng cách d_{loop} như sau:

$$H(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{I_{\text{dipole}}(f_i) \cdot A_{\text{dipole}}}{2 \cdot \pi \cdot d_{\text{loop}}^3} \quad (\text{D.11})$$

với: $d_{\text{loop}} = d + D_{\text{head}}/2$

Từ đó, có thể xác định trường B cực đại tại tần số f_i này và khoảng cách bất kỳ d_{loop} như sau:

$$B(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{I_{\text{LLA}}(f_i) \cdot L_{\text{LLA}} \cdot D_{\text{LLA}}}{2 \cdot \pi \cdot d_{\text{loop}}^3} \quad (\text{D.12})$$

Trong trường hợp xấu nhất, tất cả các trường B theo hướng x, y và z đều đáp ứng giá trị tối đa này. Có thể tính trường B tổng sinh ra theo công thức (D.13):

$$B(f_i, d_{loop}) = \frac{I_{LLA}(f_i) \cdot L_{LLA} \cdot D_{LLA} \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi \cdot d_{loop}^3} \quad (D.13)$$

Lúc này, có thể viết lại (D.7) thành (D.14) như sau:

$$J_{eddy}(f_i, d_{loop}) = \frac{D_{loop} \cdot \sigma(f_i) \cdot \pi \cdot f_i}{2} \cdot \frac{I_{LLA}(f_i) \cdot L_{LLA} \cdot D_{LLA} \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi \cdot d_{loop}^3} \quad (D.14)$$

Có thể tính sự góp phần của mật độ dòng, trong trường hợp xấu nhất, trong vòng kín trong đầu người do từ trường trong vùng tần số từ 20 kHz đến 10 MHz và tại khoảng cách $d = 0,3$ m bởi:

$$\sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{eddy}(f_i, d_{loop})}{J_{Lim}(f_i)}$$

và kết quả phải $\leq 0,15$

Kết luận:

Nếu thiết bị chiếu sáng phù hợp với TCVN 7186 (CISPR 15), có thể đơn giản hóa (D.4) thành (D.15):

$$\frac{J_{cap}(f_{mains}, d)}{J_{Lim}(f_{mains})} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{cap}(f_i, d)}{J_{Lim}(f_i)} \leq 0,85 \quad (D.15)$$

D.2.3 Mật độ dòng điện cảm ứng do điện trường; $J_{cap}(f_i, d)$

D.2.3.1 Qui định chung

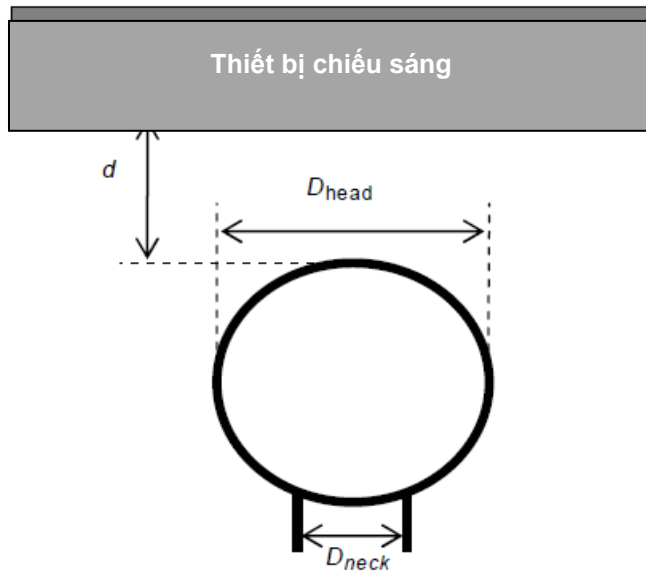
Sự góp phần của dòng điện điện dung vào mật độ dòng điện cảm ứng được đo bằng cách sử dụng một người giả đặt gần thiết bị chiếu sáng tại khoảng cách đo d ; theo Bảng A.1 và vị trí theo Phụ lục B. Người giả được sử dụng là một mô hình cơ thể đồng nhất như mô tả trong Hình C.3 của IEC 62311.

Giả thiết rằng đầu của người giả gần với thiết bị chiếu sáng nhất và mật độ dòng điện tối đa xảy ra tại cổ. Do đó, chỉ sử dụng đầu như một “đầu thử nghiệm dòng điện” (quả cầu được phun kim loại có đường kính ngoài $D_{head} = 210 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$). Sử dụng đường kính cổ $D_{neck} = 110 \text{ mm}$ trong tính toán mật độ dòng điện. Các chi tiết của “đầu thử nghiệm dòng điện” được gọi là đầu thử nghiệm “Van der Hoofden” có thể xem trong 5.4.

CHÚ THÍCH: Mật độ dòng điện tại cổ là đồng nhất vì hiệu ứng da đến 10 MHz có thể được bỏ qua.

D.2.3.2 Sự góp phần của tần số điện lưới vào f_{mains} mật độ dòng điện cảm ứng do điện trường

Sự góp phần của điện lưới vào mật độ dòng điện cảm ứng phải được tính dựa trên trường hợp xấu nhất sau đây: Thiết bị chiếu sáng là một đĩa lớn tại V_{mains} so với đất (xem Hình D.4).



Hình D.4 – Khoảng cách của đầu người và bố trí đo

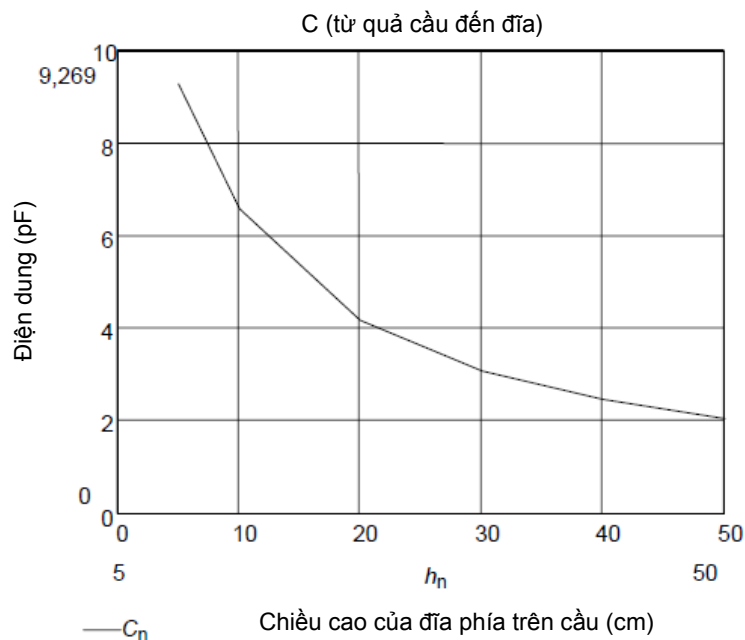
Điện dung ký sinh giữa một đĩa lớn và một quả cầu có thể được tính toán bằng các công thức W.R. Smythe, Điện tĩnh và điện động, McGraw-Hill, 1950 [3] (xem Hình D.5):

$$\alpha = \cosh^{-1} \left[2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot d}{D_{\text{head}}} \right)^2 - 1 \right] \quad (\text{D.16})$$

$$C_{\text{Sphere_plate}} = 2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{D_{\text{head}}^2}{2 \cdot d + D_{\text{head}}} \cdot \sinh(\alpha) \cdot \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=1}^N \frac{1}{\sinh(n \cdot \alpha)} \quad (\text{D.17})$$

CHÚ THÍCH: Trong hầu hết các tình huống thực tế N = 50 là đủ.

Với d = 0,3 m: C_{sphere_plate} = 3 pF



Hình D.5 – Đồ thị của các công thức (D.16) và (D.17)

Mật độ dòng điện tại cổ, bị gây ra bởi điện lưới, có thể được tính theo công thức (D.18).

$$J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d) = \frac{U_{\text{mains}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_{\text{mains}} \cdot C}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{neck}}^2} = 661 \cdot 10^6 \cdot U_{\text{mains}} \cdot f_{\text{mains}} \cdot C \quad (\text{D.18})$$

Các tính toán về sự góp phần của điện lưới chung nhất được cho trong Bảng D.2.

Bảng D.2 – Tính toán các nhiễu điện lưới

U_{mains} [V]	f_{mains} [Hz]	$J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d)$ [$\mu\text{A}/\text{m}^2$] tại f_{mains} và $d = 0,3$ m	$J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})$ [mA/m^2]	$\frac{J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})}$ tại f_{mains} và $d = 0,3$ m
230	50	22,8	2	0,011
120	60	14,6	2	0,007
277	60	33,6	2	0,017

Các kết quả tính toán như đã mô tả trong cột cuối cùng của Bảng D.2 chỉ ra rằng sự góp phần của điện lưới có thể được bỏ qua và công thức (D.15) có thể đơn giản hóa thành công thức (D.19).

$$\sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 0,85 \quad (\text{D.19})$$

D.2.3.3 Sự góp phần của dải tần từ 20 kHz đến 10 MHz vào mật độ dòng điện cảm ứng do điện trường

Sự góp phần của dòng điện điện dung vào mật độ dòng điện cảm ứng trong dải tần số từ 20 kHz đến 10 MHz phải được đo bằng bộ thu nhiễu điện từ theo Hình 3 và công thức (D.19).

Bước tần số trong tổng được xác định bằng cách sử dụng TCVN 6989-1-1 (CISPR 16-1-1). Theo TCVN 6989-1-1 (CISPR 16-1-1), bộ lọc IF của bộ thu có hàm truyền dạng công thức (D.20):

$$H(f) := \left[\frac{2}{1 + \left(1 + j \cdot \frac{f}{B_6} \cdot 2\sqrt{2}\right)^2} \right]^2 \quad (\text{D.20})$$

CHÚ THÍCH: B_6 là dải thông 6 dB như qui định trong TCVN 6989-1-1 (CISPR 16-1-1).

Môđun của công thức (D.20) được biểu diễn bằng công thức (D.21).

$$|H(f)| := \frac{1}{1 + \left(\frac{2f}{B_6}\right)^4} \quad (\text{D.21})$$

Bước tần số để bổ sung biên độ được xác định bằng công thức (D.22):

$$f_{\text{step_ampl}} = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)| \cdot df \quad (D.22)$$

Kết quả giải (D.22) cho bước tần số để bổ sung biên độ bằng 1,11 lần B_6 , xem Bảng D.3.

Bảng D.3 – Các bước tần số để bổ sung biên độ bằng 1,11 lần B_6

Dải tần số	B_6 theo CISPR 16-1-1	$F_{\text{step_ampl}}$
20 kHz – 150 kHz	200 Hz	220Hz
150 kHz – 10 MHz	9 kHz	10 kHz

Có thể viết lại Công thức (D.19) thành Công thức (D.23);

$$\sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)}_{\text{Step}=220 \text{ Hz}} + \sum_{f_i=150 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)}_{\text{Step}=10 \text{ kHz}} \leq 0,85 \quad (D.23)$$

Phương pháp đo và đánh giá thực tiễn để ước tính công thức (D.23) được nêu trong Phụ lục E.

D.3 Hiệu ứng nhiệt do tần số từ 100 kHz đến 300 GHz

D.3.1 Qui định chung

Theo ICNIRP, hiệu ứng nhiệt được cho là phù hợp nếu công suất phát xạ bức xạ ≤ 20 mW. Trong điều này sẽ chỉ ra rằng công suất của các phát xạ bức xạ ≤ 20 mW đối với bất kỳ thiết bị chiếu sáng nào phù hợp với TCVN 7186 (CISPR 15).

Bắt đầu với công thức (D.24) chứng minh rằng công suất bức xạ ≤ 20 mW:

$$P_{\text{radmax}} = \sum_{100 \text{ kHz}}^{300 \text{ MHz}} P_{\text{radmax}}(f_i) = \sum_{100 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} P_{\text{radmax}}(f_i) + \sum_{30 \text{ MHz}}^{300 \text{ MHz}} P_{\text{radmax}}(f_i) \quad (D.24)$$

Xác định bước tần số trong phép tính tổng bằng cách sử dụng TCVN 6989-1-1 (CISPR 16-1-1) được giải thích trong D.2.3.3.

Bước tần số để bổ sung công suất có thể được xác định bằng công thức (D.25) :

$$f_{\text{step_power}} = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2 \cdot df \quad (D.25)$$

Kết quả giải (D.25) theo một bước tần số để bổ sung công suất bằng 0,833 lần B_6 , xem Bảng D.4.

$$P_{\text{rad,max}}(30 \text{ đến } 300 \text{ MHz}) = \sum_{f_i=30 \text{ MHz}}^{30 \text{ MHz}} \left(\frac{r \cdot E_{\text{lim}}(f_i, r)}{7} \right)^2 \quad (\text{D.28})$$

Step=100 kHz

trong đó:

$E_{\text{lim}}(f_i, r)$ giới hạn của trường E [V/m] tại tần số f_i

Theo CISPR 15 các giới hạn cường độ trường là:

Bảng D.5 – Giới hạn cường độ trường theo CISPR 15:2005 (được sửa đổi theo Sửa đổi 1 (2006))

Dải tần số [MHz]	E(lim) [dB μ V/m]	E(lim) [μ V/m]	r [m]
30 - 230	30	31,6	30
230 – 1000	37	70,8	30

Kết quả giải (D.28) có:

$$P_{\text{rad,max}}(30 \text{ MHz đến } 300 \text{ MHz}) \leq 0,10[\text{mW}]$$

Kết luận:

Thiết bị chiếu sáng bất kỳ phù hợp với CISPR 15 được coi là phù hợp với các yêu cầu hiệu ứng nhiệt theo ICNIRP và IEEE.

Phụ lục E

(qui định)

Phương pháp đo và đánh giá thực tiễn

E.1 Đo mật độ dòng điện

Mật độ dòng điện phải được đo từ tần số 20 kHz đến 10 MHz theo 5.2.

Phụ lục này mô tả một ví dụ dựa trên bộ thu EMI phát ra dữ liệu đầu ra ở dạng ma trận có tần số [MHz] được ghi trong cột 0 và điện áp [dBμV] đo được ghi trong cột 1. Đầu ra dữ liệu này phải được xử lý theo chương trình tính toán trong E.2.

E.2 Chương trình tính toán

Dữ liệu đo được là một ma trận có tần số f_n [MHz] được ghi trong cột 0 và điện áp đo được $V(f_n)$ [dBμV] được ghi trong cột 1.

Điện áp đo được $V(f_n)$ [dBμV] của cột 1 phải được chuyển đổi thành $V(f_n)$ [V] bằng cách sử dụng công thức (E.1):

$$V(f_n)[V] = 10^{\frac{V(f_n)[dB\mu V]}{20}} \cdot 10^{-6} \quad (E.1)$$

Điện áp $V(f_n)$ [V] phải được chuyển đổi thành dòng điện $I_{cap}(f_n)$ [A] bằng cách sử dụng hàm truyền $g(f_n)$ [V/A], được xác định theo mạng bảo vệ của 5.4, được nêu trong công thức (E.2).

$$g(f_n) = \frac{V(f_n)}{I_{cap}(f_n)} = \frac{50}{\sqrt{1 + (4\pi \cdot f_n)^2}} \quad (E.2)$$

Công thức (E.3) đưa ra mật độ dòng điện $J_{cap}(f_n)$ [A/m²]

$$J_{cap}(f_n) = \frac{V(f_n)}{g(f_n) \cdot A_{neck}} \quad (E.3)$$

$$\text{với: } A_{neck} = \frac{\pi}{4} \cdot 0,11^2$$

Mật độ dòng điện $J_{cap}(f_n)$ phải được định mức với giá trị giới hạn $J_{Lim}(f_n)$ và phải được lấy tổng để xác định hệ số F, như trong công thức (E.4)

$$F = \sum_{f=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{cap}(f_n)}{J_{Lim}(f_n)} \quad (E.4)$$

TCVN 10344:2014

với: $J_{Lim}(f_n) = \frac{f_n}{500} \cdot 10^{-3}$ và f_n có đơn vị Hz

với $J_{Lim}(f_n) = \frac{f_n}{500} 10^{-3}$ và f_n tính bằng Hz

Cỡ bước được xác định theo Bảng 2.

E.3 Tiêu chí phù hợp

Thiết bị chiếu sáng, như mô tả trong phạm vi áp dụng, phù hợp với tiêu chuẩn này nếu đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- TCVN 7186 (CISPR 15):
 - Điều 4.3.1: Nhiễu điện áp các đầu nối điện lưới trong dải tần từ 20 kHz đến 30 MHz;
 - Điều 4.4: Nhiễu điện từ bức xạ trong dải tần từ 100 kHz đến 30 MHz;
- TCVN 7186 (CISPR 15):
 - Điều 4.4.2: Nhiễu điện từ bức xạ trong dải tần từ 30 MHz đến 300 MHz;

Mật độ dòng điện cảm ứng đo được (lấy trọng số và lấy tổng) do điện trường trong dải tần từ 20 kHz đến 10 MHz không vượt quá hệ số (F) 0,85 như xác định trong Phụ lục D.

Phụ lục F

(qui định)

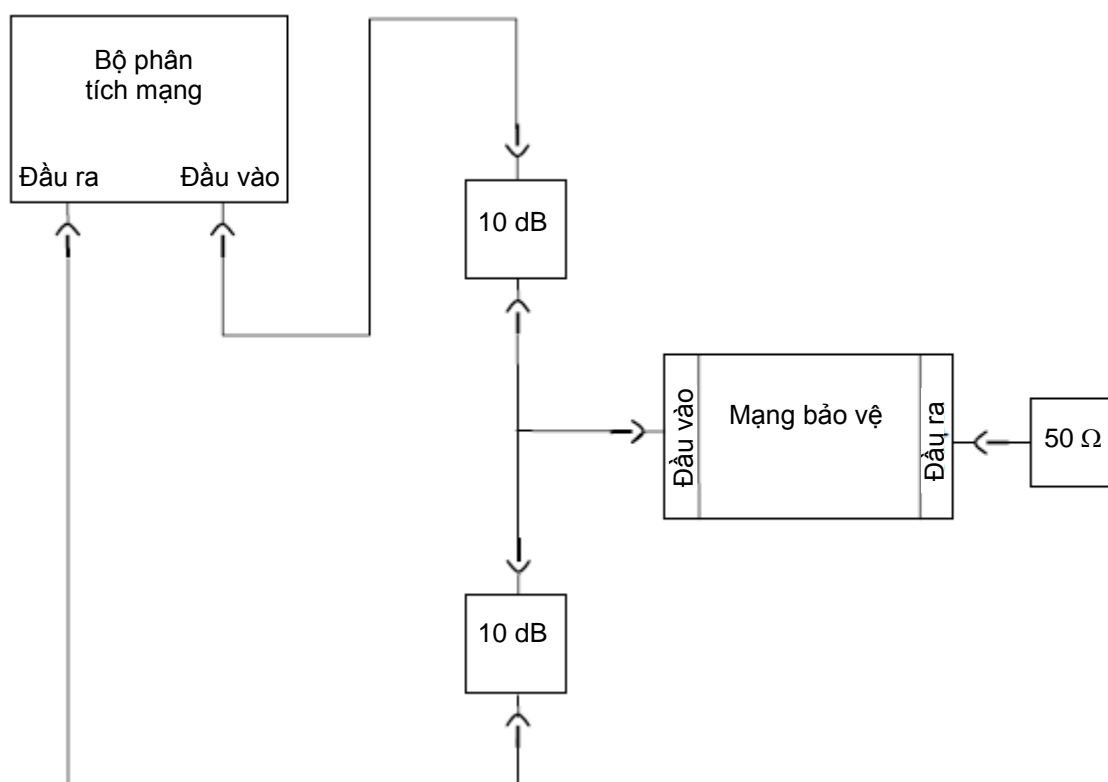
Mạng bảo vệ

F.1 Hiệu chuẩn mạng bảo vệ

Hiệu chuẩn được thực hiện theo cách tương tự như hiệu chuẩn một mạng nguồn nhân tạo (mạng V) như mô tả trong TCVN 6989-1-2 (CISPR 16-1-2).

Cổng đầu vào và đầu ra của mạng bảo vệ không phù hợp với trở kháng đặc trưng 50Ω của bộ phân tích mạng (NWA). Do thuộc tính đó mà cần phải thực hiện hiệu chuẩn theo hai bước sau:

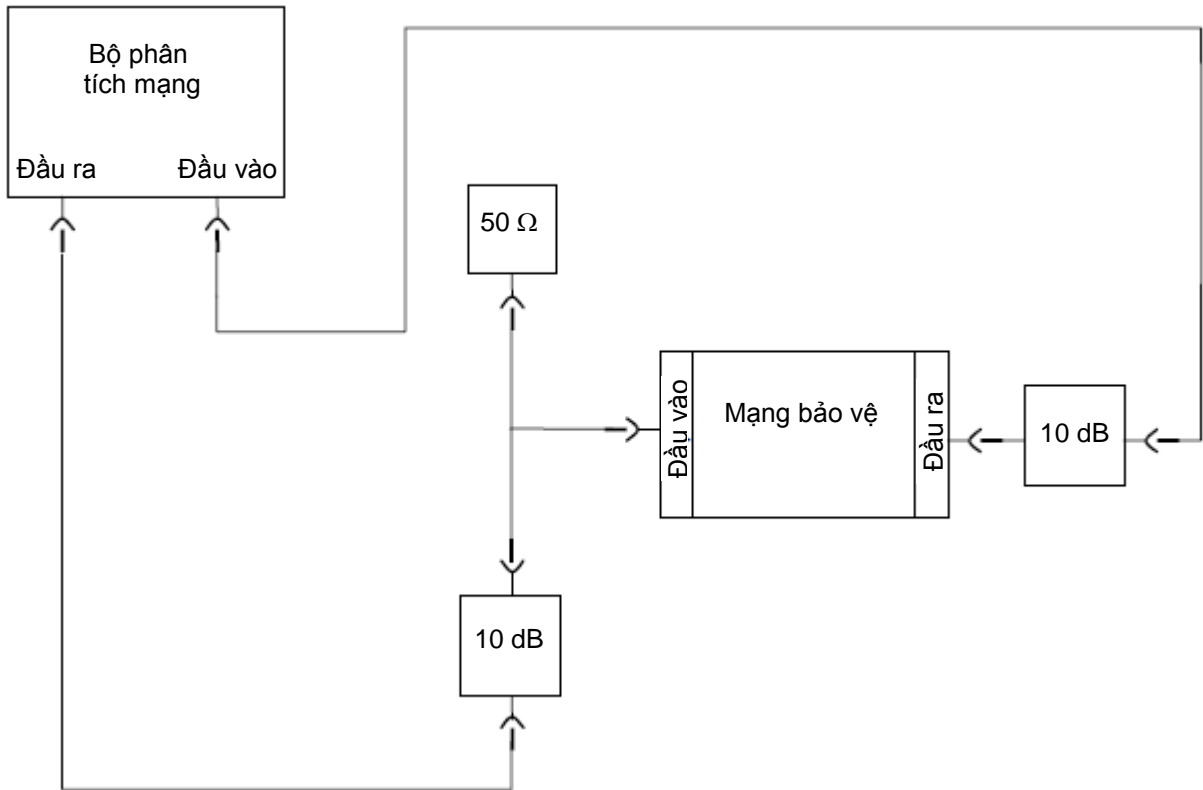
Bước 1:



Hình F.1 – Bố trí thử nghiệm để chuẩn hóa bộ phân tích mạng

Sau khi bộ phân tích mạng được hiệu chuẩn với bố trí thử nghiệm như trên Hình F.1, mạch điện phải được thay đổi thành cấu hình mới như trên Hình F.2.

Bước 2:



Hình F.2 – Bố trí thử nghiệm để đo hệ số phân áp sử dụng bộ phân tích mạng

Sau khi đo được hàm truyền bằng bộ phân tích mạng, phải so sánh với đặc tính lý thuyết.

F.2 Tính toán đặc tính lý thuyết của mạng bảo vệ

Không thể sử dụng hàm truyền được đưa ra ở công thức (1) của 5.4 để hiệu chuẩn. Do đó việc tính toán đặc tính lý thuyết được đưa ra dưới đây.

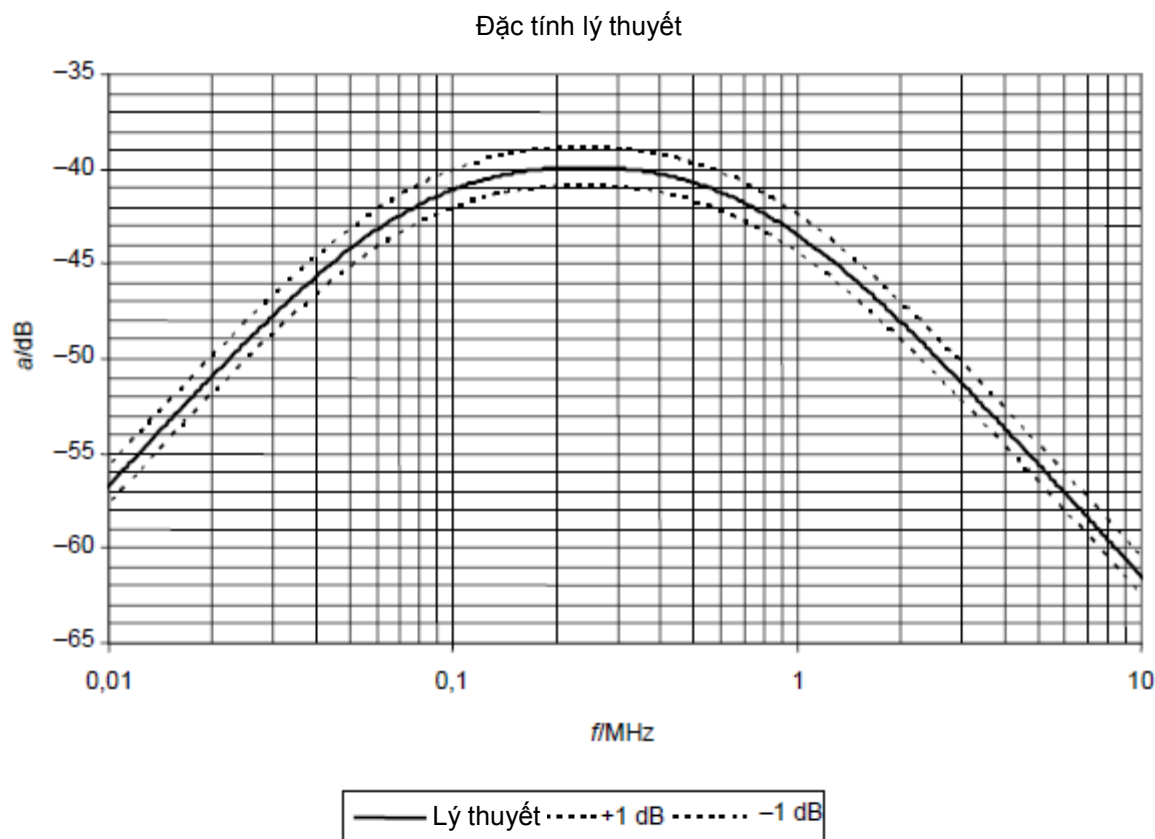
Hàm truyền lý thuyết (xem Hình F.3) của mạng bảo vệ để hiệu chuẩn với bộ phân tích mạng được đưa ra bởi công thức (F.1). Tất cả các giá trị ngoại trừ giá trị R_{NWA} (trở kháng đầu vào R_{NWA} của bộ phân tích mạng thường là 50Ω) có thể được lấy từ Hình 2.

$$a(f) = 20 \cdot \log \left(\frac{|V_{out}(f)|}{|V_{in}(f)|} \right) \quad (F.1)$$

$$R_{2NWA} = R_2 + R_{NWA} \quad (F.2)$$

$$|V_{out}(f)| = \frac{1}{4} \sqrt{\left(\left(\frac{R_{2NWA}}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} \right)^2 + \left(\frac{\omega C_2 R_{2NWA}^2}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} \right)^2 \right)} \quad (F.3)$$

$$|V_{in}(f)| = \sqrt{\left(\left(R_1 + \frac{R_{2NWA}}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} \right)^2 + \left(\frac{\omega C_2 R_{2NWA}^2}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} + \frac{1}{\omega C_1} \right)^2 \right)} \quad (F.4)$$



Sai lệch lớn nhất cho phép trong hình được đặt là ± 1 dB.

Hình F.3 – Đặc tính lý thuyết tính được để hiệu chuẩn mạng bảo vệ

Phụ lục G

(tham khảo)

Độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo

Các thành phần không đảm bảo chính đối với mỗi độ không đảm bảo đo đã được nhận biết và ước lượng. Tất cả các giả định đều được ghi lại trong Bảng G.2 và được viện dẫn trong các tính toán độ không đảm bảo đo thực tế ở Bảng G.1.

Giá trị V đo được được tính theo:

$$V = V_r + L_c + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta g + \delta D + \delta d + \delta l$$

Bảng G.1 – Tính toán độ không đảm bảo đo đối với phương pháp đo được mô tả ở 6.4 trong dải tần số từ 20 kHz đến 10 MHz

Đại lượng đầu vào	X_i	Độ không đảm bảo đo của x_i		$u(x_i)$ dB	c_i	$c_i u(x_i)$ dB
		dB	Hàm phân bố xác suất			
Đọc bộ thu ^{1) a}	V_r	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10	1	0,10
Suy hao: Mạng bảo vệ - bộ thu ²⁾	L_c	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Điều chỉnh bộ thu:						
Điện áp sóng sin ³⁾	δV_{sw}	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50	1	0,50
Đáp ứng biên độ xung ⁴⁾	δV_{pa}	$\pm 0,0$	Hình chữ nhật	0,00	1	0,00
Đáp ứng tốc độ lặp xung ⁵⁾	δV_{pr}	$\pm 0,0$	Hình chữ nhật	0,00	1	0,00
Xấp xỉ nhiễu nền ⁶⁾	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,00
Không thích ứng: Mạng bảo vệ - bộ thu ⁷⁾	δM	$\pm 0,085$	Hình chữ U	0,06	1	0,06
Hàm truyền mạng bảo vệ ⁸⁾	δg	$\pm 1,0$	Hình chữ nhật	0,50	1	0,58
Khoảng cách giữa đầu thử nghiệm và thiết bị cần thử nghiệm DUT ⁹⁾	δD	- 0,367 / +0,352	$k = 1$	0,36	1	0,36
Đường kính của đầu thử nghiệm ¹⁰⁾	δd	-0,423 / +0,365	$k = 1$	0,39	1	0,39
Chiều dài của cáp thông thường ¹¹⁾	δl	$\pm 0,0$		0,00		0,00
Độ không đảm bảo đo kết hợp: $u_c =$						0,9
Độ không đảm bảo đo mở rộng: $2 u_c (V) =$						$\pm 1,88$
^a Các chỉ số trên tương ứng với các chú giải được liệt kê trong Bảng G.2.						

Bảng G.2 – Các chú giải và thông tin cho Bảng G.1

Các chú giải	Tham khảo Phụ lục A.5 của CISPR 16-4-2	Dữ liệu được sử dụng để tính toán / công bố
1) Biến động ngẫu nhiên của số đọc bộ thu	Chú thích 1	CISPR 16-4-2:2003, Bảng A.1
2) Độ không đảm bảo đo của phép đo tổn hao trên cáp	Chú thích 2	CISPR 16-4-2:2003, Bảng A.1
3) Độ không đảm bảo đo do hiệu chỉnh bộ thu sóng sin.	Chú thích 4	CISPR 16-4-2:2003, Bảng A.1
4) Độ không đảm bảo đo do hiệu chỉnh bộ thu đáp ứng biên độ xung	-	Vì chỉ có các tín hiệu sóng sin và hài của chúng, có thể bỏ qua đáp ứng biên độ xung.
5) Độ không đảm bảo đo do hiệu chỉnh bộ thu đáp ứng tốc độ lặp xung	-	Vì chỉ có các tín hiệu sóng sin và hài của chúng, có thể bỏ qua đáp ứng biên độ xung.
6) Độ không đảm bảo đo do ảnh hưởng bộ thu nhiễu nền	Chú thích 6	CISPR 16-4-2:2003, Bảng A.1
7) Độ không đảm bảo đo do độ không thích ứng giữa bộ thu và mạng bảo vệ	Chú thích 7	CISPR 16-4-2:2003, Bảng A.1
8) Dung sai hàm truyền của mạng bảo vệ. Được qui định là ± 1 dB của đường cong lý thuyết.	-	-
9) Độ không đảm bảo đo do dung sai khoảng cách giữa đầu thử nghiệm và thiết bị cần thử nghiệm (DUT)	-	6.3 Khoảng cách đo
10) Độ không đảm bảo đo do dung sai phát sinh của đầu thử nghiệm.	-	5.4 Yêu cầu của thiết bị đo
11) Có thể bỏ qua độ không đảm bảo đo do chiều dài cáp	-	Một thí nghiệm cho thấy rằng với nhầm lẫn giữa 2,0m và 2,5 m nhỏ hơn 0,8 %. Theo 6.4 (Bố trí đo), chiều dài của cáp (0,3 m) có thể thay đổi $\pm 0,03$ m. Do đặc tính kỹ thuật đó, nhầm lẫn cần nhỏ hơn 0,2 %.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ICNIRP, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. *Health Phys.* , 1998, vol. 41, no. 4, pp. 449-522 (Hướng dẫn đối với giới hạn phơi nhiễm trong trường điện từ, trường điện và trường từ thay đổi theo thời gian (đến 300 GHz))
- [2] IEEE C95.6:2002, *IEEE Standard for Safety Levels With Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0 to 3 kHz* (Tiêu chuẩn IEEE về các mức độ an liên quan đến phơi nhiễm của con người trong trường điện từ, 0 đến 3 kHz)
- [3] SMYTHE, W.R. *Static and Dynamic Electricity*. McGraw-Hill, 1950 (Điện tĩnh và điện động)
- [4] IEC 61786:1998, *Measurement of low-frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings – Special requirements for instruments and guidance for measurements* (Đo các trường điện và trường từ tần số thấp liên quan đến phơi của con người – Yêu cầu đặc biệt đối với dụng đo và hướng dẫn đo)
-