

TCVN 8241-4-3:20xx
IEC 61000-4-3:2006+A1:2007+A2:2010
Xuất bản lần xx

**TƯƠNG THÍCH ĐIỆN TỪ (EMC) - PHẦN 4-3: PHƯƠNG
PHÁP ĐO VÀ THỬ - MIỄN NHIỄM ĐỐI VỚI NHIỀU PHÁT XẠ
TẦN SỐ VÔ TUYẾN**

*ElectroMagnetic Compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques -
Immunity to radiated, radio-frequency, electromagnetic fields*

HÀ NỘI – 2013

Mục lục

1	Phạm vi áp dụng.....	5
2	Tài liệu viện dẫn.....	5
3	Thuật ngữ và định nghĩa.....	5
4	Tổng quan.....	8
5	Mức thử.....	9
5.2	Các mức thử với mục đích chung.....	9
5.3	Các mức thử liên quan đến việc bảo vệ chống nhiễu vô tuyến phát xạ từ các máy điện thoại vô tuyến số và các thiết bị phát xạ tần số vô tuyến khác.....	9
6	Thiết bị thử.....	10
6.1	Mô tả phương tiện thử.....	10
6.2	Hiệu chuẩn trường điện từ.....	11
6.2.1	Phương pháp hiệu chuẩn cường độ trường không đổi.....	13
6.2.2	Phương pháp hiệu chuẩn công suất không đổi.....	14
7	Thiết lập phép thử.....	15
7.1	Bố trí thiết bị để bàn.....	15
7.2	Bố trí thiết bị đặt trên sàn nhà.....	15
7.3	Bố trí đi dây.....	15
7.4	Bố trí thiết bị mang trên người.....	16
8	Quy trình thử.....	16
8.1	Điều kiện chuẩn của phòng thử nghiệm.....	16
8.1.1	Điều kiện khí hậu.....	16
8.1.2	Điều kiện điện từ.....	16
8.2	Thực hiện phép thử.....	16
9	Đánh giá kết quả thử nghiệm.....	17
10	Biên bản thử.....	18
Phụ lục A	(Tham khảo) Cơ sở chọn lựa phương pháp điều chế cho các phép thử liên quan tới việc bảo vệ chống lại nhiễu phát xạ RF từ các máy điện thoại vô tuyến số.....	23
Phụ lục B	(Tham khảo) Các anten phát trường.....	28
Phụ lục C	(Tham khảo) Sử dụng các buồng không phản xạ.....	29
Phụ lục D	(Tham khảo) Sự không tuyến tính của bộ khuếch đại và ví dụ về thủ tục hiệu chuẩn theo 6.2.....	31
Phụ lục E	(Tham khảo) Hướng dẫn lựa chọn các mức thử.....	35
Phụ lục F	(Tham khảo) Lựa chọn các phương pháp thử.....	38
Phụ lục G	(Tham khảo) Các loại môi trường.....	39
Phụ lục H	(Quy định) Phương pháp rọi thay thế đối với tần số trên 1 GHz (Phương pháp cửa sổ độc lập).....	43
Phụ lục I	(Tham khảo) Phương pháp hiệu chuẩn đầu dò trường E.....	46
Phụ lục J	(Tham khảo) Độ không đảm bảo đo do thiết bị thử.....	59

Lời nói đầu

TCVN xxxx:2013 được xây dựng trên cơ sở rà soát, cập nhật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8241-4-3:2009 "Tương thích điện từ (EMC) - Phần 4-3 : Phương pháp đo và thử Miễn nhiệm đối với nhiễu phát xạ tần số vô tuyến".

TCVN xxxx:2013 tương đương IEC 61000-4-3:2006+A1:2007+A2:2010.

TCVN xxxx:2013 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Tương thích điện từ - Phần 4-3: Phương pháp đo và thử - Miễn nhiễm đối với nhiễu phát xạ tần số vô tuyến

ElectroMagnetic Compatibility (EMC) – Part 4-3 : Testing and measurement techniques - Immunity to radiated, radio-frequency, electromagnetic fields

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp đo và thử nghiệm khả năng miễn nhiễm của thiết bị điện và điện tử đối với năng lượng phát xạ điện từ. Tiêu chuẩn này quy định các mức thử và các quy trình thử cần thiết.

Tiêu chuẩn này thiết lập một chuẩn chung để đánh giá khả năng miễn nhiễm của thiết bị điện và điện tử khi chịu ảnh hưởng của trường điện từ phát xạ tần số vô tuyến.

CHÚ THÍCH 1: Tiêu chuẩn này là tiêu chuẩn EMC cơ bản dùng cho các cơ quan quản lý sản phẩm. Các cơ quan quản lý sản phẩm có trách nhiệm quyết định việc có áp dụng tiêu chuẩn đo thử miễn nhiễm này hay không, và nếu áp dụng, các cơ quan quản lý sản phẩm có trách nhiệm quyết định các mức thử phù hợp và các tiêu chí chất lượng.

Tiêu chuẩn này đề cập đến các phép thử miễn nhiễm liên quan đến việc bảo vệ chống lại ảnh hưởng của trường điện từ tần số vô tuyến từ một nguồn bất kỳ.

Một số quy định riêng được xác định cho bảo vệ chống lại phát xạ tần số vô tuyến từ các máy điện thoại vô tuyến số và các thiết bị phát RF khác.

CHÚ THÍCH 2: Các phương pháp thử trong tiêu chuẩn nhằm xác định mức độ ảnh hưởng của nhiễu phát xạ tới thiết bị được kiểm tra. Sự mô phỏng và phép đo mức nhiễu phát xạ trong tiêu chuẩn này là chưa đủ chính xác thoả đáng để đánh giá một cách định lượng các ảnh hưởng. Các phương pháp thử được xây dựng với mục đích cơ bản là đảm bảo khả năng tái tạo lại kết quả, với các thiết bị thử khác nhau, để phân tích định tính các ảnh hưởng.

Tiêu chuẩn này đưa ra phép thử độc lập. Không sử dụng các phép thử khác để thay thế khi cần đánh giá sự tuân thủ theo các quy định trong tiêu chuẩn này.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tiêu chuẩn viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên 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, bổ sung (nếu có).

IEC 60050 (161), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic Compatibility (*Từ vựng kỹ thuật điện tử quốc tế - Chương 161: Tương thích điện từ*).

IEC 61000-4-6, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields. (*Tương thích điện từ (EMC) - Phần 4-6: Phương pháp đo và thử - Miễn nhiễm đối với nhiễu dẫn tần số vô tuyến*).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1

Điều chế biên độ (amplitude modulation)

Quá trình thay đổi biên độ của một sóng mang theo một quy luật xác định.

3.2

Buồng không phản xạ (anechoic chamber)

TCVN xxxx:2013

Buồng có vỏ chắn mà mặt trong được phủ bằng vật liệu hấp thụ sóng vô tuyến để giảm phản xạ.

3.2.1

Buồng không phản xạ hoàn toàn (fully anechoic chamber)

Buồng có vỏ chắn, các bề mặt bên trong đều được phủ hoàn toàn bằng vật liệu hấp thụ.

3.2.2

Buồng bán phản xạ (semi anechoic chamber)

Buồng có vỏ chắn, các bề mặt bên trong đều được phủ bằng vật liệu hấp thụ ngoại trừ mặt sàn (có thể là mặt phản xạ).

3.2.3

Buồng bán phản xạ cải tiến (modified semi-anechoic chamber)

Buồng bán phản xạ có thêm các tấm hấp thụ đặt trên mặt sàn.

3.3

Anten (antenna)

Bộ chuyển đổi có chức năng phát xạ năng lượng tần số vô tuyến vào không gian từ một nguồn tín hiệu hoặc thu một trường điện từ tới và chuyển đổi thành một tín hiệu điện.

3.4

Balun (balun)

Thiết bị chuyển đổi một tín hiệu điện áp không cân bằng thành một tín hiệu điện áp cân bằng hoặc ngược lại.

[IEV 161-04-34]

3.5

Sóng liên tục (CW) (Continuous Waves)

Sóng điện từ mà các dao động liên tiếp của nó là đồng dạng dưới những điều kiện ổn định. Sóng điện từ này có thể bị tạm ngắt hoặc được điều chế để mang thông tin.

3.6

Sóng điện từ (ElectroMagnetic (EM) Wave)

Năng lượng phát xạ được tạo ra do sự dao động của hạt mang điện, được đặc tính hoá bằng sự dao động của các trường điện và từ.

3.7

Trường xa (far field)

Vùng mà trong đó mật độ thông lượng công suất từ một anten tuân theo luật nghịch đảo bình phương của khoảng cách.

Với một anten lưỡng cực thì trường xa tương ứng với các khoảng cách lớn hơn $\lambda / 2\pi$, trong đó λ là bước sóng phát xạ.

3.8

Cường độ trường (field strength)

Khái niệm “cường độ trường” chỉ áp dụng cho các phép đo thực hiện tại trường xa. Phép đo có thể là thành phần điện hoặc thành phần từ của trường và có thể biểu diễn theo đơn vị V/m, A/m, hoặc W/m² (bất kỳ đơn vị nào trong đó cũng có thể biểu đổi thành đơn vị khác bằng công thức).

CHÚ THÍCH: Với những phép đo thực hiện tại trường gần, thì khái niệm “cường độ điện trường” hoặc “cường độ từ trường” được sử dụng tương ứng với phép đo trường điện hay trường từ. Trong vùng trường gần mối quan hệ giữa cường độ điện trường, cường độ từ trường và khoảng cách là rất phức tạp và khó dự đoán, việc xác định tùy thuộc vào cấu hình đặc trưng của đối tượng được kiểm tra. Thường thì không thể xác định được mối quan hệ về pha giữa không gian và thời gian của các

thành phần khác nhau của trường phức hợp và tương tự như vậy cũng không thể xác định được mật độ thông lượng công suất của trường.

3.9

Băng tần (frequency band)

Dải tần số liên tục giữa hai giới hạn.

3.10

E_c

Cường độ trường áp dụng cho việc hiệu chuẩn.

3.11

E_t

Cường độ trường sóng mang áp dụng cho đo thử.

3.12

Rọi toàn phần (full illumination)

Phương pháp thử trong đó bề mặt của EUT đang được kiểm tra vừa khít hoàn toàn với vùng trường đồng nhất.

3.13

Thiết bị mang trên người (human body mounted equipment)

Tất cả các thiết bị mang theo người khi sử dụng, ví dụ như thiết bị bỏ túi, các thiết bị điện tử phụ trợ kèm theo và các thiết bị điện tử cấy ghép vào cơ thể.

3.14

Phương pháp cửa sổ độc lập (independent windows method)

Phương pháp thử (sử dụng vùng trường đồng nhất có kích thước 0,5 m x 0,5 m) trong đó bề mặt được thử của EUT không trùng khít hoàn toàn trong vùng trường đồng nhất.

Có thể áp dụng phương pháp thử này đối với tần số thử trên 1 GHz.

3.15

Trường cảm ứng (induction field)

Trường điện và/ hoặc trường từ tại khoảng cách $d < \lambda / 2\pi$, trong đó λ là bước sóng. Kích thước vật lý của nguồn phải nhỏ hơn nhiều so với khoảng cách d .

3.16

Thiết bị phát xạ tần số vô tuyến có chủ định (intentional RF emitting device)

Thiết bị phát xạ tần số vô tuyến có chủ định là thiết bị phát trường điện từ một cách có chủ định. Ví dụ các máy điện thoại di động số và các thiết bị phát thanh khác.

3.17

Đẳng hướng (isotropic)

Đẳng hướng nghĩa là có các giá trị bằng nhau trong tất cả mọi hướng.

3.18

Giá trị RMS cực đại (maximum RMS value)

Giá trị RMS ngắn hạn lớn nhất của một tín hiệu tần số vô tuyến (RF) được điều chế trong khoảng thời gian quan sát của một chu kỳ điều chế. Giá trị RMS ngắn hạn được xác định qua một chu kỳ sóng mang đơn. Ví dụ trong Hình 1b), điện áp RMS cực đại là:

$$V_{\text{maximum RMS}} = V_{p-p} / (2 \times \sqrt{2}) = 1,8 V$$

TCVN xxxx:2013

3.19

Điều chế đường bao thay đổi (non-constant envelope modulate)

Phương thức điều chế RF trong đó biên độ của sóng mang thay đổi chậm theo thời gian khi so sánh với chu kỳ của bản thân sóng mang. Ví dụ như cơ chế điều biên thông thường và TDMA.

3.20

P_c

Công suất cần để thiết lập việc hiệu chuẩn cường độ trường.

3.21

Rọi từng phần (partial illumination)

Phương pháp thử sử dụng vùng trường đồng nhất được định cỡ tối thiểu là 1,5 m x 1,5 m trong đó bề mặt EUT đang được kiểm tra không vừa khít hoàn toàn trong vùng trường đồng nhất.

Có thể áp dụng phương pháp thử này đối với mọi tần số.

3.22

Phân cực (polarization)

Sự định hướng vectơ trường điện của trường phát xạ.

3.23

Buồng có vỏ chắn (shielded enclosure)

Buồng có vỏ bằng kim loại đặc hoặc dạng lưới, được thiết kế riêng để cách ly bên trong buồng với môi trường điện từ bên ngoài. Mục đích chính là ngăn các trường điện từ bên ngoài làm suy giảm chất lượng phép thử và ngăn sự phát xạ bên trong gây nhiễu làm ảnh hưởng đến các hoạt động bên ngoài.

3.24

Quét (sweep)

Sự thay đổi tần số liên tục hoặc theo bước trong một dải tần số.

3.25

Đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA) (Time Division Multiple Access)

Một phương thức điều chế ghép kênh theo thời gian, trong đó một số các kênh thông tin riêng rẽ được ghép trên cùng một sóng mang tại một tần số được ấn định. Mỗi kênh được ấn định một khe thời gian, trong khe thời gian đó thông tin được phát đi như một xung công suất RF khi kênh hoạt động. Nếu kênh không hoạt động thì không có xung nào được phát đi, do đó đường bao sóng mang không cố định. Trong khoảng thời gian phát xung tín hiệu thì biên độ là một hằng số và sóng mang RF được điều chế tần số hoặc pha.

3.26

Thiết bị thu phát (transceiver)

Thiết bị tổ hợp cả hai chức năng thu và phát vô tuyến.

3.27

Vùng trường đồng nhất UFA (Uniform Field Area)

Một mặt phẳng trường thẳng đứng về mặt lý thuyết sử dụng khi hiệu chuẩn trường trong đó sự biến thiên của trường thấp ở mức có thể chấp nhận được.

Mục đích của hiệu chuẩn trường là đảm bảo tính hợp lệ của kết quả phép thử. Xem 6.2.

4 Tổng quan

Đa số thiết bị điện tử, theo một vài cách nào đó, bị ảnh hưởng bởi bức xạ điện từ. Bức xạ này thông thường được tạo ra bởi những nguồn điện từ có mục đích chung như các máy thu phát sóng vô tuyến

cầm tay nhỏ được sử dụng bởi nhân viên an ninh, bảo dưỡng, vận hành, các máy thu phát truyền hình và phát thanh ở các trạm cố định, các máy thu phát vô tuyến trên xe cộ và từ nhiều loại nguồn điện từ công nghiệp.

Trong những năm gần đây, đã có sự gia tăng đáng kể trong việc sử dụng các máy điện thoại vô tuyến và các thiết bị phát xạ RF khác hoạt động tại các tần số trong khoảng 0,8 GHz và 6 GHz. Rất nhiều thiết bị này sử dụng kỹ thuật điều chế đường bao thay đổi (như TDMA). Xem 5.2.

Bên cạnh năng lượng điện từ được tạo ra một cách có tính toán, còn có các bức xạ gây ra bởi các thiết bị như máy hàn, thyristor, đèn huỳnh quang, các tải cảm ứng hoạt động chuyển mạch... Phần lớn những can nhiễu này thể hiện là nhiễu dẫn điện và liên quan đến các phần khác nhau của bộ tiêu chuẩn IEC 61000-4. Các phương pháp được thực hiện để ngăn chặn các hiệu ứng từ các trường điện từ thông thường là làm giảm hiệu ứng từ những nguồn này.

Môi trường điện từ được quyết định bởi cường độ của trường điện từ. Không dễ dàng đo được cường độ trường nếu thiếu thiết bị đo tinh xảo và cũng không dễ tính toán cường độ trường bằng các phương trình và công thức cổ điển bởi ảnh hưởng của các cấu trúc xung quanh hoặc trạng thái gần kề của các thiết bị khác sẽ làm méo và/hoặc phản xạ các sóng điện từ.

5 Mức thử

Các mức thử được quy định trong Bảng 1

Bảng 1 - Các mức thử liên quan tới mục đích chung, máy điện thoại vô tuyến số và các thiết bị phát tần số vô tuyến

Mức	Cường độ trường thử, V/m
1	1
2	3
3	10
4	30
x	Đặc biệt

CHÚ THÍCH: x là mức thử mở và cường độ trường kết hợp có thể là bất kỳ giá trị nào. Mức này có thể được cho trong chỉ tiêu kỹ thuật thiết bị

Tiêu chuẩn này không đưa ra mức thử đơn lẻ áp dụng cho toàn bộ dải tần. Vì vậy cơ quan quản lý sản phẩm phải lựa chọn các mức thử thích hợp cho mỗi dải tần để thử cũng như các dải tần cần thử. Xem Phụ lục E về hướng dẫn sử dụng cho cơ quan quản lý sản phẩm lựa chọn mức thử.

Trong Bảng 1, cột cường độ trường là các giá trị của tín hiệu sóng mang chưa điều chế. Với mục đích thực hiện phép thử thiết bị, tín hiệu sóng mang này được điều biên với độ sâu điều chế 80 % bằng sóng hình sin tần số 1 kHz (xem Hình 1) để mô phỏng các ảnh hưởng thực. Điều 8 mô tả chi tiết trình tự thực hiện phép thử.

5.2 Các mức thử với mục đích chung

Các phép thử được thực hiện liên tục trên toàn bộ dải tần từ 80 MHz đến 1 000 MHz.

CHÚ THÍCH 1: Cơ quan quản lý sản phẩm có thể quyết định chọn tần số chuyển đổi thấp hơn hoặc cao hơn 80 MHz giữa tiêu chuẩn này và TCVN 8241-4-6 (IEC 61000-4-6) (xem Phụ lục G).

CHÚ THÍCH 2: Cơ quan quản lý sản phẩm có thể chọn các phương thức điều chế khác cho thiết bị cần thử.

CHÚ THÍCH 3: TCVN 8241-4-6 (IEC 61000-4-6) cũng xác định các phương pháp thử đối với việc thiết lập tính miễn nhiễm của thiết bị điện và điện tử chống lại năng lượng điện từ bức xạ. Tiêu chuẩn này bao hàm các tần số dưới 80 MHz.

5.3 Các mức thử liên quan đến việc bảo vệ chống nhiễu vô tuyến phát xạ từ các máy điện thoại vô tuyến số và các thiết bị phát xạ tần số vô tuyến khác.

Các mức thử được thực hiện trong dải tần từ 800 MHz đến 960 MHz và từ 1,4 GHz đến 6,0 GHz.

Các tần số hoặc băng tần được lựa chọn để thử phải giới hạn nằm trong khoảng tần số mà các máy điện thoại vô tuyến di động và các thiết bị phát tần số vô tuyến có chủ định khác hoạt động. Không nhất

TCVN xxxx:2013

thiết phải tiến hành phép thử một cách liên tục trên toàn bộ dải băng tần từ 1,4 GHz đến 6 GHz. Trong dải tần các máy điện thoại vô tuyến di động và các thiết bị phát tần số vô tuyến có chủ định hoạt động, có thể áp dụng các mức thử cụ thể trong từng dải tần hoạt động tương ứng.

Nếu sản phẩm được chế tạo chỉ nhằm tuân thủ những yêu cầu của một quốc gia nào đó, thì có thể giảm dải tần thực hiện phép thử từ 1,4 GHz tới 6,0 GHz xuống tới các dải tần được ấn định cho máy điện thoại di động số và các thiết bị phát tần số vô tuyến có chủ định khác trong quốc gia đó. Trong trường hợp này dải tần thực hiện phép thử phải được ghi trong biên bản thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục A giải thích về việc quyết định sử dụng điều chế sóng hình sin trong các phép thử với mục đích bảo vệ chống nhiễu vô tuyến phát xạ từ các máy điện thoại vô tuyến số và các thiết bị phát tần số vô tuyến có chủ định.

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục E hướng dẫn lựa chọn các mức thử.

CHÚ THÍCH 3: Các dải tần của phép thử đối với Bảng 2 là các dải tần thường được ấn định cho các máy điện thoại vô tuyến số (Phụ lục G liệt kê các tần số được ấn định cho các máy điện thoại vô tuyến số được biết cho thời điểm xuất bản tiêu chuẩn này).

CHÚ THÍCH 4: Các ảnh hưởng tại tần số trên 800 MHz chủ yếu từ các hệ thống điện thoại vô tuyến và các thiết bị phát tần số vô tuyến có chủ định. Các hệ thống khác hoạt động trong dải tần này, ví dụ các mạng LAN vô tuyến hoạt động tại tần số 2,4 GHz hoặc các tần số cao hơn, thường có công suất rất thấp (điển hình là thấp hơn 100 mW), vì vậy các thiết bị này không gây ra các vấn đề nghiêm trọng.

6 Thiết bị thử

Các loại thiết bị sau được khuyến nghị sử dụng trong phép thử:

- *Buồng không phản xạ*: phải có kích thước phù hợp để duy trì được trường đồng nhất theo kích thước liên quan đến thiết bị được kiểm tra (EUT). Có thể sử dụng các mặt hấp thụ phụ trợ để giảm phản xạ trong buồng đo không được phủ hoàn toàn bằng vật liệu hấp thụ.

- *Các bộ lọc EMI*: phải đảm bảo các bộ lọc này không được gây hiệu ứng cộng hưởng phụ trên các đường dây nối tới nó.

- *Máy phát tín hiệu RF*: có băng tần đáp ứng được yêu cầu và cho phép được điều biến bằng một sóng hình sin tần số 1 kHz với độ sâu điều chế 80 %. Máy phát tín hiệu RF có thể được điều khiển bằng tay (ví dụ tần số, biên độ, chỉ số điều chế), hoặc trong trường hợp là máy phát tổng hợp RF, máy phát phải có khả năng lập trình theo các kích thước bước phụ thuộc tần số và lập trình theo thời gian dừng.

Nếu cần thiết có thể phải sử dụng các bộ lọc thông thấp hoặc các bộ lọc thông băng để ngăn các ảnh hưởng của nhiễu hài.

- *Các bộ khuếch đại công suất*: để khuếch đại tín hiệu (không điều chế hoặc điều chế) cung cấp cho thiết bị anten đến mức trường cần thiết. Các hài do bộ khuếch đại công suất tạo ra phải đảm bảo là bất kỳ cường độ trường nào được đo trong vùng trường đồng nhất tại mỗi tần số hài phải thấp hơn tối thiểu là 6 dB so với cường độ trường tại tần số cơ sở (xem Phụ lục D).

- *Các anten tạo trường (xem Phụ lục B)*: là các anten biconical, anten log periodic, anten horn hoặc các anten phân cực tuyến tính có khả năng thoả mãn những yêu cầu về tần số.

- *Bộ cảm biến trường đẳng hướng* của bất kỳ bộ khuếch đại và bộ ghép quang điện nào có đủ khả năng miễn nhiễm đối với trường được đo, và có đường nối bằng sợi quang tới thiết bị chỉ thị bên ngoài buồng đo. Cũng có thể sử dụng đường truyền tín hiệu khác với bộ lọc thích hợp. Phụ lục I trình bày một phương pháp hiệu chỉnh các đầu dò trường E.

- *Thiết bị phụ trợ để ghi các mức công suất* cần thiết đối với cường độ trường theo yêu cầu và để điều khiển việc tạo ra mức cường độ trường đó cho phép thử.

Cần phải chú ý để đảm bảo miễn nhiễm đủ cho thiết bị phụ trợ.

6.1 Mô tả phương tiện thử

Do độ lớn của cường độ trường được tạo ra, nên các phép thử phải được thực hiện trong buồng có vỏ chắn tuân thủ theo quy định của các luật quốc tế và quốc gia khác nhau để không gây can nhiễu tới các hệ thống thông tin vô tuyến. Ngoài ra, hầu hết các thiết bị đo được sử dụng để thu thập dữ liệu đều rất nhạy với trường điện từ xung quanh khi tiến hành phép thử miễn nhiễm, nên buồng có vỏ chắn tạo ra "hàng rào" cần thiết giữa EUT và thiết bị đo. Phải đảm bảo rằng việc đấu nối đi dây qua buồng có vỏ

chấn làm suy giảm thoả đáng cả nhiễu dẫn và nhiễu phát xạ và duy trì được tính nguyên vẹn của công suất đáp ứng và tín hiệu của EUT.

Thiết bị thử bao gồm một buồng thử có vỏ chắn với lớp phủ chất hấp thụ, buồng thử phải đủ lớn để chứa được EUT và vẫn cho phép kiểm soát được cường độ trường. Các buồng thử bao gồm các loại buồng không phản xạ hoặc buồng bán phản xạ cải tiến như ví dụ trong Hình 2. Các buồng có vỏ chắn phải chứa được các thiết bị tạo trường, thiết bị giám sát và thiết bị kích thích EUT.

Buồng không phản xạ thường ít có hiệu quả tại các tần số thấp nên phải đặc biệt quan tâm đến tính đồng nhất của trường tại các tần số này. Hướng dẫn cụ thể cho trong Phụ lục C.

6.2 Hiệu chuẩn trường điện từ

Mục đích của việc hiệu chuẩn trường là đảm bảo tính đồng nhất của trường trên mẫu thử để đảm bảo có kết quả thử chính xác. Tiêu chuẩn này sử dụng khái niệm vùng trường đồng nhất (UFA, xem Hình 3), UFA là một mặt phẳng thẳng đứng giả thuyết của trường, trong đó sự chênh lệch là nhỏ và chấp nhận được. Trong một thử tục (hiệu chuẩn trường) thông thường, phải chứng minh khả năng của phương tiện thử và thiết bị thử để tạo ra vùng trường đồng nhất này. Khi đó, có được cơ sở dữ liệu để thiết lập cường độ trường theo yêu cầu phục vụ phép thử miễn nhiễm. Hiệu chuẩn trường coi là đạt nếu các bề mặt riêng lẻ (kể cả cáp) của EUT nằm hoàn toàn trong vùng bao phủ của UFA.

Thực hiện hiệu chuẩn trường mà không có EUT (xem Hình 3). Trong thử tục này, xác định được mối quan hệ giữa cường độ trường nằm trong UFA và công suất đặt vào anten. Trong khi thử, tính được công suất yêu cầu dựa vào mối quan hệ này và giá trị cường độ trường mục tiêu. Hiệu chuẩn được coi là đạt nếu cấu hình phép thử không thay đổi trong toàn bộ phép thử, vì vậy phải ghi lại các cấu hình hiệu chuẩn (anten, vật liệu hấp thụ phụ trợ, cáp...). Vị trí chính xác của anten phát và dây cáp phải được ghi thành văn bản. Vì thậm chí chỉ một sự dịch chuyển nhỏ cũng có thể gây ảnh hưởng đáng kể đến trường, phải tiến hành phép thử miễn nhiễm với các vị trí giống như khi hiệu chuẩn.

Công việc hiệu chuẩn trường đầy đủ cần được tiến hành hàng năm và mỗi khi có sự thay đổi cấu hình vỏ chắn (như đặt lại tấm hấp thụ, di chuyển vùng đồng nhất, thay đổi thiết bị...). Trước mỗi đợt đo thử (xem điều 8) phải kiểm tra sự hợp lệ của việc hiệu chuẩn.

Anten phát phải được đặt tại khoảng cách đủ để UFA nằm gọn trong độ rộng búp của trường phát. Bộ cảm biến trường phải đặt cách anten phát ít nhất là 1 m. Khoảng cách 3m giữa anten phát và UFA được xem là thích hợp (xem Hình 3). Kích thước này tính từ tâm của anten biconical hoặc từ đầu mút phía trước của anten log periodic hoặc anten kết hợp, hoặc từ gờ trước của anten horn hoặc anten dẫn sóng 2 đỉnh. Biên bản thử nghiệm và hồ sơ hiệu chuẩn phải ghi lại khoảng cách này.

Trừ khi EUT và các dây dẫn của nó có thể được rọi toàn phần bên trong một bề mặt nhỏ, kích thước tối thiểu của UFA phải là 1,5 m x 1,5 m với cạnh dưới của nó ở độ cao 0,8 m trên mặt đất. Kích thước của UFA không được nhỏ hơn 0,5 m x 0,5 m. Khi thực hiện phép thử miễn nhiễm, bề mặt được chiếu xạ của EUT phải trùng khớp với mặt phẳng UFA này (xem Hình 5 và Hình 6)

Trong trường hợp khác nghiệt, EUT và các dây dẫn của nó phải thử gần với sàn (mặt đất chuẩn), thì cường độ của trường được ghi tại độ cao 0,4 m. Dữ liệu này phải ghi lại trong hồ sơ hiệu chuẩn nhưng không dùng khi xem xét sự thích hợp của thiết bị thử cũng như cơ sở dữ liệu hiệu chuẩn.

Do sự phản xạ của mặt sàn trong buồng bán phản xạ nên rất khó để thiết lập một trường đồng nhất gần với mặt đất chuẩn. Để giải quyết vấn đề này, có thể phủ lên mặt đất chuẩn vật liệu hấp thụ phụ thêm (xem Hình 2)

Vùng trường đồng nhất được chia thành các mắt lưới với khoảng cách mắt lưới là 0,5 m (xem ví dụ ở Hình 4 với vùng trường đồng nhất có kích thước 1,5 m x 1,5 m). Tại mỗi tần số, trường được coi là đồng nhất nếu số các điểm mắt lưới có biên độ trường nằm trong khoảng từ -0 dB tới +6 dB của giá trị danh định là trên 75 % (ví dụ có ít nhất 12 trong 16 điểm được đo của trường đồng nhất kích thước 1,5 m x 1,5 m nằm trong dung sai cho phép). Đối với vùng trường đồng nhất có kích thước 0,5 m x 0,5 m thì cường độ trường của tất cả 4 điểm mắt lưới phải nằm trong mức dung sai này.

CHÚ THÍCH 1: Tại các tần số khác nhau, các điểm đo khác nhau có thể nằm trong mức dung sai cho phép.

Để đảm bảo rằng cường độ trường không nằm dưới mức danh định, mức dung sai phải trong khoảng từ -0 dB tới +6 dB là mức giá trị tối thiểu phải đạt trong các thiết bị đo thử thực tế.

TCVN xxxx:2013

Ở dải tần dưới 1 GHz, cho phép mức dung sai lớn hơn +6 dB đến +10 dB và không nhỏ hơn -0 dB nhưng chỉ với tối đa là 3% các tần số của phép thử. Mức dung sai thực tế trong phép thử phải được ghi trong biên bản thử nghiệm. Trong trường hợp có sự không thống nhất thì sử dụng mức dung sai từ -0 dB đến +6 dB.

Nếu mặt cần chiếu xạ của EUT có kích thước lớn hơn 1,5 m x 1,5 m và kích thước của vùng trường đồng nhất không đáp ứng được thì mặt cần chiếu xạ sẽ được rọi bằng một loạt phép thử (rọi từng phần). Hoặc là:

- thực hiện hiệu chuẩn tại các vị trí anten phát xạ khác nhau để các vùng đồng nhất kết hợp lại bao phủ được toàn bộ bề mặt cần chiếu xạ của EUT, và phải tiến hành đo thử EUT cùng với anten lần lượt tại các vị trí này;

- hoặc dịch chuyển EUT đến các vị trí khác để mỗi phần của nó nằm trọn trong vùng đồng nhất trong ít nhất một phép thử.

CHÚ THÍCH 2: Yêu cầu hiệu chuẩn toàn bộ trường đối với mỗi vị trí anten.

Bảng 2 đưa ra khái niệm về rọi toàn phần và rọi từng phần cũng như cần áp dụng như thế nào và ở đâu.

Bảng 2 - Yêu cầu đối với vùng trường đồng nhất trong các trường hợp rọi toàn phần, rọi từng phần và phương pháp cửa sổ độc lập

Dải tần	Yêu cầu về kích thước của UFA và việc hiệu chuẩn khi EUT trùng khít hoàn toàn trong UFA (rọi toàn phần – phương pháp ưu tiên)	Yêu cầu về kích thước của UFA và việc hiệu chuẩn khi EUT không trùng khít hoàn toàn trong UFA (rọi từng phần và phương pháp cửa sổ độc lập – các phương pháp thay thế)
Dưới 1 GHz	<p>Kích thước UFA tối thiểu 0,5 m x 0,5 m</p> <p>Kích thước UFA có các cạnh là bội các mắt lưới 0,5 m (ví dụ 0,5 m x 0,5 m; 0,5 m x 1,0 m; 1,0 m x 1,0 m...)</p> <p>Hiệu chuẩn trong các vùng mắt lưới kích thước 0,5 m x 0,5 m.</p> <p>75% các điểm hiệu chuẩn phải thoả mãn chỉ tiêu kỹ thuật nếu kích thước UFA lớn hơn 0,5 m x 0,5 m. Đối với UFA có kích thước 0,5 m x 0,5 m thì 100 % các điểm (cả 4 điểm) phải thoả mãn chỉ tiêu kỹ thuật.</p>	<p>RỌI TỪNG PHẦN</p> <p>Kích thước UFA tối thiểu 1,5 m x 1,5 m</p> <p>Kích thước UFA có các cạnh là bội các mắt lưới 0,5 m (ví dụ 1,5 m x 1,5 m; 1,5 m x 2,0 m; 2,0 m x 2,0 m...)</p> <p>Hiệu chuẩn trong các vùng mắt lưới kích thước 0,5 m x 0,5 m.</p> <p>75% các điểm hiệu chuẩn phải thoả mãn chỉ tiêu kỹ thuật</p>
Trên 1 GHz	<p>Kích thước UFA tối thiểu 0,5 m x 0,5 m</p> <p>Kích thước UFA có các cạnh là bội các mắt lưới 0,5 m (ví dụ 0,5 m x 0,5 m; 0,5 m x 1,0 m; 1,0 m x 1,0 m...)</p> <p>Hiệu chuẩn trong các vùng mắt lưới kích thước 0,5 m x 0,5 m.</p> <p>75% các điểm hiệu chuẩn phải thoả mãn chỉ tiêu kỹ thuật nếu kích thước UFA lớn hơn 0,5 m x 0,5 m. Đối với UFA có kích thước 0,5 m x 0,5 m thì 100 % các điểm (cả 4 điểm) phải thoả mãn chỉ tiêu kỹ thuật.</p>	<p>PHƯƠNG PHÁP CỬA SỔ ĐỘC LẬP</p> <p>Cửa sổ 0,5 m x 0,5 m (xem Phụ lục H)</p> <p>RỌI TỪNG PHẦN</p> <p>Cửa sổ kích thước 1,5 m x 1,5 m hoặc lớn hơn với số gia 0,5 m (ví dụ 1,5 m x 2,0 m; 2,0 m x 2,0 m...)</p> <p>Hiệu chuẩn trong các vùng mắt lưới kích thước 0,5 m x 0,5 m.</p> <p>75% các điểm hiệu chuẩn phải thoả mãn chỉ tiêu kỹ thuật nếu kích thước UFA lớn hơn 0,5 m x 0,5 m. Đối với UFA có kích thước 0,5 m x 0,5 m thì 100 % các điểm (cả 4 điểm) phải thoả mãn chỉ tiêu kỹ thuật.</p>

Nếu các yêu cầu trong điều này chỉ thoả mãn đến một tần số giới hạn nào đó (cao hơn 1 GHz), ví dụ do độ rộng búp sóng của anten không đủ để rọi toàn bộ EUT, thì đối với các tần số cao hơn tần số đó, có thể sử dụng phương pháp thay thế (phương pháp cửa sổ độc lập) được mô tả trong Phụ lục H.

Nói chung khi thiết lập cấu hình thử phải thực hiện hiệu chuẩn trường trong các buồng không phản xạ và buồng bán phản xạ như được mô tả trong Hình 7. Phải luôn luôn thực hiện hiệu chuẩn với sóng mang chưa điều chế đối với cả phân cực ngang và phân cực đứng theo các bước dưới đây. Phải đảm bảo rằng các bộ khuếch đại có thể kiểm soát được điều chế và không bị bão hoà trong quá trình đo thử. Thông thường, để đảm bảo các bộ khuếch đại không bị bão hoà trong quá trình đo thử, phải tiến hành hiệu chuẩn trường với cường độ trường tối thiểu bằng 1,8 lần cường độ trường cần đưa vào EUT. Cường độ trường hiệu chuẩn được biểu thị bằng E_c . Chỉ sử dụng E_c trong khi hiệu chuẩn trường. Cường độ trường thử E_t không được vượt quá $E_c/1,8$.

CHÚ THÍCH 3: Có thể sử dụng các phương pháp khác để tránh bão hoà.

Dưới đây mô tả 2 phương pháp hiệu chuẩn khác nhau sử dụng vùng trường đồng nhất có kích thước 1,5 m x 1,5 m (16 điểm mắt lưới) để ví dụ. Các phương pháp này đều tạo ra một trường đồng nhất như nhau.

6.2.1 Phương pháp hiệu chuẩn cường độ trường không đổi

Phải thiết lập và đo cường độ trường không đổi của trường đồng nhất thông qua bộ cảm biến trường (bộ cảm biến trường này đã được hiệu chuẩn) tại từng tần số và lần lượt tại từng điểm trong 16 điểm (xem Hình 4) sử dụng bước tần số như trong điều 8, bằng cách điều chỉnh công suất tương ứng.

Công suất cần để thiết lập cường độ trường theo yêu cầu phải được đo theo chỉ dẫn trong Hình 7 và phải được ghi lại theo dBm cho 16 điểm.

Đối với phân cực ngang và phân cực đứng, thực hiện các bước sau:

- Đặt cảm biến trường tại một trong 16 điểm của lưới (xem Hình 4), điều chỉnh tần số của đầu ra máy phát tín hiệu đến tần số thấp nhất trong dải tần số đo thử (ví dụ 80 MHz).
- Điều chỉnh mức công suất đưa vào anten tạo trường sao cho đạt được cường độ trường bằng cường độ trường hiệu chuẩn yêu cầu E_c . Ghi lại giá trị công suất đọc được.
- Tăng tần số với bước tăng tối đa bằng 1 % tần số hiện tại.
- Lặp lại các bước b) và c) cho đến khi tần số tiếp theo vượt quá tần số cao nhất trong dải tần đo thử. Cuối cùng, lặp lại bước b) tại tần số cao nhất này (ví dụ tại tần số 1 GHz).
- Lặp lại các bước a) đến d) đối với mỗi điểm trên lưới.

Tại mỗi tần số:

- Sắp xếp 16 giá trị công suất đọc được theo thứ tự tăng dần.
- Bắt đầu từ giá trị cao nhất và kiểm tra xem có ít nhất 11 giá trị sau đó có nằm trong dung sai từ - 6 dB đến + 0 dB của giá trị đó hay không.
- Nếu các giá trị đọc được không thoả mãn dung sai từ - 6 dB đến + 0 dB, thực hiện lại quy trình này, bắt đầu từ giá trị ngay sau nó (chú ý rằng chỉ có 5 lần thực hiện cho mỗi tần số).
- Dừng quá trình này nếu có ít nhất 12 giá trị nằm trong khoảng 6 dB và ghi lại giá trị công suất ra lớn nhất trong các giá trị này. Kí hiệu giá trị này là P_c .
- Xác nhận rằng hệ thống đo thử (ví dụ bộ khuếch đại công suất) không ở trong trạng thái bão hoà. Giả thiết chọn E_c bằng 1,8 lần E_t , thực hiện các bước sau đối với mỗi tần số hiệu chuẩn:

j-1) Giảm đầu ra của máy phát tín hiệu đi 5,1 dB so với mức cần thiết lập để đạt được công suất P_c như đã được xác định trong các bước ở trên (- 5,1 dB tương đương với $E_c/1,8$).

j-2) Ghi lại giá trị công suất mới được đưa vào anten.

j-3) Lấy P_c trừ đi giá trị công suất đo được trong bước j-2). Nếu kết quả nằm trong khoảng 3,1 dB đến 5,1 dB thì bộ khuếch đại không bị bão hoà và hệ thống đo thử đủ tiêu chuẩn để thực hiện phép thử. Nếu kết quả nhỏ hơn 3,1 dB chứng tỏ bộ khuếch đại bị bão hoà, do đó không thích hợp để thực hiện phép thử.

TCVN xxxx:2013

CHÚ THÍCH 1: Nếu tại một tần số cho trước, tỉ số giữa E_c và E_t là R (dB), với $R = 20 \log(E_c/E_t)$, thì công suất thử $P_t = P_c - R$ (dB). Các chỉ số c và t tương ứng với hiệu chuẩn và đo thử. Điều chế trường theo điều 8.

Ví dụ về hiệu chuẩn được mô tả trong D.4.1.

CHÚ THÍCH 2: Phải đảm bảo các bộ khuếch đại không bị bão hoà tại mỗi tần số. Tốt nhất là kiểm tra khả năng nén 1 dB của bộ khuếch đại. Tuy nhiên, khả năng nén 1 dB của bộ khuếch đại được kiểm tra với tải là 50Ω trong khi trở kháng của anten sử dụng trong quá trình đo lại khác 50Ω . Sự bão hoà của hệ thống đo được đảm bảo bằng cách xác nhận điểm nén 2 dB đã được mô tả trong bước j). Để biết thêm thông tin xem Phụ lục D.

6.2.2 Phương pháp hiệu chuẩn công suất không đổi

Phải thiết lập và đo cường độ trường của trường đồng nhất thông qua bộ cảm biến trường (bộ cảm biến trường này đã được hiệu chuẩn) tại từng tần số và lần lượt tại từng điểm trong 16 điểm (xem Hình 4) sử dụng bước tần số như trong điều 8, bằng cách điều chỉnh công suất tương ứng.

Đo và ghi lại giá trị công suất cần để thiết lập cường độ trường ở vị trí bắt đầu theo Hình 7. Sử dụng công suất này cho tất cả 16 vị trí. Ghi tại giá trị cường độ trường do công suất này tạo ra tại mỗi điểm trong 16 điểm.

Thực hiện các bước sau đối với cả 2 trường hợp phân cực ngang và phân cực đứng:

- Đặt cảm biến trường tại một trong 16 điểm của lưới (xem Hình 4), điều chỉnh tần số của đầu ra máy phát tín hiệu đến tần số thấp nhất trong dải tần số đo thử (ví dụ 80 MHz).
- Điều chỉnh mức công suất đưa vào anten phát sao cho giá trị cường độ trường bằng E_c (tính đến cả trường hợp trường đo thử sẽ được điều chế). Ghi lại giá trị công suất và cường độ trường được đọc.
- Tăng tần số với bước tăng tối đa bằng 1 % tần số hiện tại.
- Lặp lại các bước b) và c) cho đến khi tần số tiếp theo vượt quá tần số cao nhất trong dải tần đo thử. Cuối cùng, lặp lại bước b) tại tần số cao nhất này (ví dụ 1 GHz).
- Dịch chuyển bộ cảm biến đến vị trí khác trên lưới. Tại mỗi tần số lặp lại các bước từ a) đến d), sử dụng công suất ghi được trong bước b) cho tần số đó và ghi lại giá trị cường độ trường đọc được.
- Lặp lại bước e) cho mỗi điểm trên lưới.

Tại mỗi tần số:

- Sắp xếp 16 giá trị cường độ trường đọc được theo thứ tự tăng dần.
- Chọn một giá trị cường độ trường làm chuẩn và tính toán độ lệch của các vị trí khác so với giá trị này theo đơn vị dB.
- Bắt đầu từ giá trị cường độ trường thấp nhất và kiểm tra xem có ít nhất 11 giá trị trên nó nằm trong dung sai -0 dB đến $+6$ dB của giá trị thấp nhất đó hay không.
- Nếu các giá trị đó không thoả mãn dung sai -0 dB đến $+6$ dB, thực hiện lại quy trình này, bắt đầu từ giá trị đọc được ngay trên nó (chú ý rằng chỉ có thể thực hiện 5 lần cho mỗi tần số).
- Dừng quá trình này nếu có ít nhất 12 giá trị nằm trong khoảng 6 dB và từ các giá trị này lấy vị trí đạt được giá trị cường độ trường nhỏ nhất để làm chuẩn.
- Tính toán giá trị công suất cần để tạo ra cường độ trường theo yêu cầu tại vị trí chuẩn. Ký hiệu công suất này là P_c .
- Xác minh hệ thống đo thử (ví dụ bộ khuếch đại công suất) không ở trong trạng thái bão hoà. Giả thiết chọn E_c bằng 1,8 lần E_t , thực hiện các bước sau đối với mỗi tần số hiệu chuẩn:
 - Giảm mức đầu ra của máy phát tín hiệu đi 5,1 dB so với mức cần thiết lập để đạt được công suất P_c đã được xác định trong các bước ở trên. ($-5,1$ dB tương đương với $E_c/1,8$)
 - Ghi lại giá trị công suất mới được đưa vào anten;
 - Lấy P_c trừ đi giá trị công suất đo được trong bước m-2). Nếu kết quả nằm trong khoảng từ 3,1 dB đến 5,1 dB thì bộ khuếch đại không bị bão hoà và hệ thống đo thử đủ tiêu chuẩn để thực

hiện phép đo. Nếu kết quả nhỏ hơn 3,1 dB chứng tỏ bộ khuếch đại bị bão hoà, do đó không thích hợp để thực hiện phép đo.

CHÚ THÍCH 1: Nếu tại một tần số cho trước, tỉ số giữa E_c và E_1 là R (dB), với $R = 20 \log(E_c/E_1)$, thì công suất đo thử $P_t = P_c - R$ (dB). Các chỉ số c và t tương ứng với hiệu chuẩn và đo thử. Điều chế trường theo điều 8.

Một ví dụ về hiệu chuẩn được mô tả trong D.4.2.

CHÚ THÍCH 2: Phải đảm bảo các bộ khuếch đại không bị bão hoà tại mỗi tần số. Tốt nhất là kiểm tra khả năng nén 1 dB của bộ khuếch đại. Tuy nhiên, khả năng nén 1 dB của bộ khuếch đại được kiểm tra với tải 50Ω trong khi trở kháng của anten sử dụng trong quá trình đo thử lại khác 50Ω . Sự bão hoà của của hệ thống đo thử được đảm bảo bằng cách xác nhận điểm nén 2 dB được mô tả trong bước m). Để biết thêm thông tin xem Phụ lục D.

7 Thiết lập phép thử

Phải thực hiện tất cả các phép thử với cấu hình sao cho gần giống nhất với cấu hình được lắp đặt trong thực tế. Việc đi dây phải tuân thủ hướng dẫn của nhà sản xuất và thiết bị được lắp đầy đủ vỏ và nắp máy như trong hướng dẫn sử dụng trừ khi có hướng dẫn khác.

Nếu thiết bị được thiết kế để lắp trên tường, trên giá hoặc cabinet thì phải thực hiện phép thử với cấu hình đó.

Không yêu cầu phải có mặt đất chuẩn kim loại trong phép thử. Nếu cần giá đỡ mẫu thử, thì giá đỡ phải là vật liệu phi kim loại, không dẫn điện. Có thể sử dụng vật liệu có hằng số điện môi thấp như polystyrene cứng. Tuy nhiên, việc nối đất của thiết bị phải tuân thủ với các khuyến nghị lắp đặt của nhà sản xuất.

Nếu EUT bao gồm các thành phần đặt trên sàn nhà và để trên bàn thì phải chú ý đến vị trí tương đối chính xác của các thiết bị này.

Các cấu hình EUT điển hình cho trong Hình 5 và Hình 6.

CHÚ THÍCH 1: Sử dụng các giá đỡ không dẫn điện để tránh tiếp đất không chủ ý của EUT và méo trường. Để đảm bảo không méo trường, giá đỡ phải là một khối phi dẫn, không sử dụng loại có lớp vỏ cách điện và bên trong là một cấu trúc kim loại.

CHÚ THÍCH 2: Tại các tần số cao hơn (ví dụ cao hơn 1 GHz), bàn hoặc giá đỡ làm từ gỗ hoặc thủy tinh gia cố nhựa có thể gây ra phản xạ. Vì vậy, nên sử dụng vật liệu có hằng số điện môi thấp như polystyrene cứng để tránh ảnh hưởng đến trường hay làm suy giảm tính đồng nhất của trường.

7.1 Bố trí thiết bị để bàn

EUT được đặt trên bàn không dẫn điện có độ cao 0,8 m.

Sau đó, thiết bị được nối với các dây nguồn và dây tín hiệu tuân thủ theo hướng dẫn lắp đặt của nhà sản xuất.

7.2 Bố trí thiết bị đặt trên sàn nhà

Thiết bị đặt trên sàn nhà được để trên một giá đỡ không dẫn điện cao hơn mặt phẳng nền từ 0,05 m đến 0,15 m. Sử dụng các giá đỡ phi dẫn để ngăn ngừa sự tiếp đất ngẫu nhiên của EUT và không gây méo trường. Để đảm bảo không méo trường, giá đỡ phải là một khối phi dẫn, không sử dụng loại có lớp vỏ cách điện và bên trong là một cấu trúc kim loại. Có thể bố trí thiết bị đặt trên sàn nhà trên một bệ cao 0,8 m phi dẫn, tức là nếu thiết bị không quá lớn, quá nặng và độ cao đó không gây nguy hiểm và có thể bố trí thiết bị như vậy được. Sự thay đổi này phải được ghi lại trong biên bản thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng các trục lăn phi dẫn như các giá đỡ từ 0,05 m đến 0,15 m.

Sau đó thiết bị được nối với các dây nguồn và dây tín hiệu tuân thủ theo hướng dẫn lắp đặt của nhà sản xuất.

7.3 Bố trí đi dây

Tại khu vực đo thử, phải bố trí cáp và nối cáp tới EUT theo đúng hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất. Phải tái tạo cấu hình và cách sử dụng đặc thù của thiết bị trong khả năng có thể.

Phải sử dụng loại dây nối và các đầu nối theo chỉ định của nhà sản xuất. Nếu việc đi dây đến (hoặc từ) EUT không được quy định, thì phải sử dụng các dây dẫn song song không có vỏ chắn.

Nếu chỉ tiêu kỹ thuật của nhà sản xuất yêu cầu độ dài dây nối nhỏ hơn hoặc bằng 3 m thì phải sử dụng độ dài quy định này. Nếu độ dài quy định lớn hơn 3 m hoặc không được nhà sản xuất xác định thì độ

TCVN xxxx:2013

dài của cáp được chọn phù hợp với thực tế lắp đặt điển hình. Nếu có thể, tối thiểu 1 m cáp phải được phơi nhiễm trường điện từ. Chiều dài thừa ra của cáp kết nối các bộ phận của EUT phải được bó lại sao cho có độ tự cảm thấp gần đoạn giữa của cáp và hình thành bó dài từ 30 cm đến 40 cm.

Nếu cơ quan quản lý sản phẩm quy định chiều dài thừa ra của cáp phải được tách riêng ra (ví dụ đối với các cáp đi ra khỏi vùng thử) thì phương pháp tách được sử dụng phải không làm suy yếu hoạt động của EUT.

7.4 Bố trí thiết bị mang trên người

Phép thử đối với thiết bị mang trên người (xem định nghĩa 3.13) cũng tương tự như thiết bị để bàn. Tuy nhiên, phép thử có thể quá hay dưới mức cần thiết do không tính đến các đặc tính của cơ thể con người. Vì lý do này, nhà sản xuất cần hỗ trợ để xác định việc sử dụng bộ mô phỏng cơ thể con người với các đặc tính điện môi tương ứng.

8 Quy trình thử

Quy trình thử bao gồm:

- kiểm tra điều kiện chuẩn của phòng thí nghiệm;
- kiểm tra sơ bộ hoạt động chính xác của thiết bị;
- thực hiện phép thử;
- đánh giá kết quả.

8.1 Điều kiện chuẩn của phòng thử nghiệm

Để giảm thiểu ảnh hưởng của các thông số môi trường đến kết quả phép thử, phải tiến hành phép thử trong điều kiện điện từ và điều kiện khí hậu chuẩn như được xác định trong 8.1.1 và 8.1.2.

8.1.1 Điều kiện khí hậu

Trừ khi có các quy định khác trong tiêu chuẩn sản phẩm, điều kiện môi trường trong phòng thí nghiệm phải nằm trong giới hạn quy định cho hoạt động của EUT và thiết bị đo thử do nhà sản xuất công bố.

Không được thực hiện đo thử nếu độ ẩm tương đối cao đến mức gây ra sự ngưng tụ hơi nước trên EUT hoặc thiết bị đo thử.

CHÚ THÍCH: trong trường hợp thấy có đủ bằng chứng để chứng tỏ rằng các ảnh hưởng của hiện tượng bao hàm trong tiêu chuẩn này bị ảnh hưởng bởi các điều kiện môi trường, cần thông báo lưu ý cơ quan quản lý tiêu chuẩn này.

8.1.2 Điều kiện điện từ

Điều kiện điện từ của phòng thí nghiệm phải đảm bảo để EUT hoạt động đúng chức năng và không ảnh hưởng đến kết quả phép thử.

8.2 Thực hiện phép thử

Phép thử được thực hiện theo một kế hoạch thử, kế hoạch thử này phải bao gồm việc xác nhận tính năng của EUT như được quy định trong chỉ tiêu kỹ thuật của nó.

EUT được thử trong điều kiện hoạt động bình thường.

Kế hoạch thử phải xác định được:

- kích cỡ của EUT;
- điều kiện làm việc đặc trưng của EUT;
- EUT được thử theo cách như thiết bị để bàn, đặt trên sàn nhà hoặc tổ hợp cả hai;
- đối với thiết bị đặt trên sàn, xác định chiều cao của giá đỡ;
- loại phương tiện đo được sử dụng và vị trí của anten phát xạ;
- loại anten được sử dụng;
- dải tần số, thời gian dừng và bước tần số;

- kích thước và hình dạng của vùng trường đồng nhất;
- có sử dụng phương pháp rọi từng phần hay không;
- mức thử được áp dụng;
- loại, số lượng dây nối được sử dụng và cổng giao diện (của EUT) cần để nối với EUT;
- tiêu chí chất lượng được chấp nhận;
- mô tả phương pháp kích thích EUT.

Quy trình thử được mô tả trong điều này áp dụng cho trường hợp sử dụng anten phát trường như được quy định trong điều 6 .

Trước khi tiến hành thử, nên kiểm tra mật độ cường độ điện trường đã được hiệu chuẩn để xác nhận rằng hệ thống/thiết bị đo thử hoạt động đúng chức năng.

Sau khi kiểm tra việc hiệu chuẩn, trường đo thử có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các số liệu từ quá trình hiệu chuẩn (xem 6.2).

Ban đầu EUT được đặt sao cho một mặt trùng khớp với bề mặt hiệu chuẩn. Bề mặt EUT cần chiếu xạ phải nằm gọn trong vùng trường đồng nhất UFA trừ khi áp dụng phương pháp rọi từng phần. Xem 6.2 khi hiệu chuẩn trường và sử dụng phương pháp rọi từng phần.

Quét dải tần số đo thử với tín hiệu được điều chế theo 5.2 và 5.3, ngừng lại để điều chỉnh mức tín hiệu RF hoặc chuyển sang máy tạo sóng và anten khác khi cần thiết. Khi quét tần số tăng dần, bước tăng không được vượt quá 1 % giá trị tần số trước.

Thời gian dừng của sóng mang được điều chế biên độ tại mỗi tần số không được nhỏ hơn thời gian cần thiết để kích thích EUT và để có thời gian đáp ứng, nhưng không được nhỏ hơn 0,5 s. Các tần số nhạy cảm (ví dụ tần số đồng hồ) phải được phân tích riêng theo yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm.

Thông thường phải thực hiện phép thử với anten phát đối diện với mỗi phía của EUT. Trong trường hợp thiết bị có thể được sử dụng theo các hướng khác nhau (nghĩa là theo phương ngang hoặc thẳng đứng) thì tất cả các mặt của thiết bị đều phải nằm trong trường trong suốt quá trình thử. Khi đã thoả mãn về mặt kỹ thuật, có thể thử một số EUT bằng cách hướng một số mặt của EUT tới anten phát. Trong các trường hợp khác, ví dụ tùy theo loại và kích thước của EUT hoặc tần số đo thử, có thể cần nhiều hơn 4 góc phương vị nằm trong vùng trường phát.

CHÚ THÍCH 1: Khi kích thước về mặt diện của EUT tăng thì tính phức tạp của mô hình anten cho EUT đó cũng tăng. Sự phức tạp của mô hình anten có thể ảnh hưởng đến số lượng các hướng phép thử cần thiết để xác định mức độ miễn nhiễm tối thiểu.

CHÚ THÍCH 2: Nếu EUT bao gồm nhiều thành phần, không cần phải thay đổi vị trí của mỗi thành phần trong EUT khi chiếu xạ nó từ các mặt khác nhau.

Đối với mỗi mặt, phải kiểm tra 2 lần sự phân cực của trường do anten phát ra. Một lần với anten được đặt thẳng đứng và một lần với anten được đặt nằm ngang.

Phải kích thích đầy đủ EUT trong quá trình đo thử, xem xét cẩn thận tất cả các chế độ kích thích chính được lựa chọn để thử miễn nhiễm. Khuyến nghị sử dụng chương trình kích thích đặc biệt.

9 Đánh giá kết quả thử nghiệm

Kết quả phép thử phải được phân loại dựa trên sự suy giảm chất lượng hoặc mất chức năng của EUT, có tính đến các mức chỉ tiêu xác định bởi nhà sản xuất hoặc đối tượng yêu cầu thử, hoặc theo thoả thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng. Các phân loại sau được khuyến nghị:

- a) chất lượng danh định nằm trong giới hạn được quy định bởi nhà sản xuất, đối tượng yêu cầu thử hoặc khách hàng;
- b) suy giảm chất lượng hoặc mất chức năng tạm thời, khôi phục lại khi nguồn nhiễu không còn và thiết bị được đo thử phục hồi chất lượng bình thường của chúng mà không cần sự can thiệp của người khai thác;
- c) suy giảm chất lượng hoặc mất chức năng tạm thời, khôi phục lại nhờ tác động của người khai thác;

TCVN xxxx:2013

d) suy giảm chất lượng hoặc mất chức năng, không có khả năng khôi phục do hư hỏng phần cứng, phần mềm, hoặc mất dữ liệu.

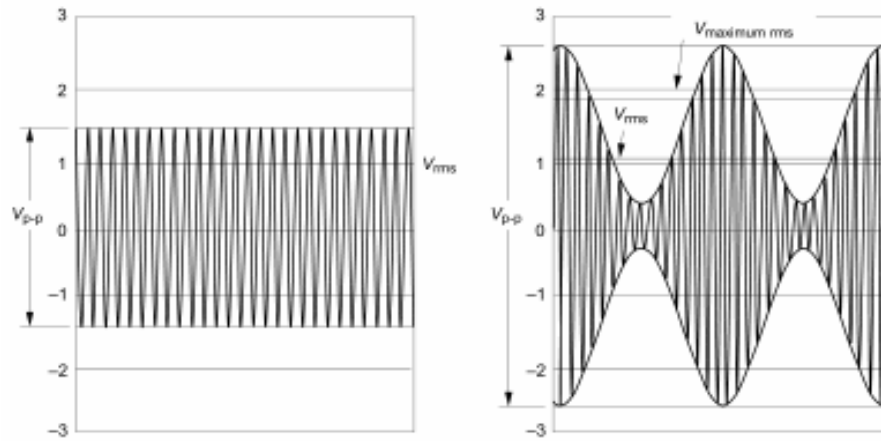
Tài liệu kỹ thuật của nhà sản xuất có thể xác định một số ảnh hưởng đến EUT được coi là không quan trọng và do đó được chấp nhận.

Việc phân loại như trên có thể được sử dụng như một hướng dẫn tính toán chỉ tiêu chất lượng, bởi các cơ quan quản lý về tiêu chuẩn chung, tiêu chuẩn sản phẩm và họ sản phẩm, hoặc được sử dụng như một khung làm việc để thoả thuận về chỉ tiêu chất lượng giữa nhà sản xuất và khách hàng, ví dụ trong trường hợp không có tiêu chuẩn chung, tiêu chuẩn sản phẩm hoặc họ sản phẩm phù hợp.

10 Biên bản thử

Biên bản thử nghiệm phải bao gồm các thông tin cần thiết để thiết lập lại phép thử. Cụ thể, các thông tin sau phải được ghi lại:

- các điều khoản quy định trong kế hoạch thử theo yêu cầu ở điều 8 của tiêu chuẩn này;
- nhận dạng EUT và các thiết bị phụ trợ, ví dụ như tên hiệu, loại sản phẩm, số hiệu;
- nhận dạng thiết bị đo thử, ví dụ như tên hiệu, loại sản phẩm, số hiệu;
- các điều kiện môi trường đặc biệt trong đó thực hiện phép thử;
- các điều kiện cụ thể cần để tiến hành phép thử;
- tiêu chí chất lượng do nhà sản xuất, người yêu cầu hoặc khách hàng đưa ra;
- tiêu chí chất lượng trong các tiêu chuẩn chung, tiêu chuẩn sản phẩm hoặc họ sản phẩm;
- các ảnh hưởng lên EUT trong và sau khi chịu ảnh hưởng của nhiễu thử, khoảng thời gian các ảnh hưởng này tồn tại;
- sở cứ để đánh giá đạt/không đạt (dựa trên tiêu chí chất lượng xác định trong tiêu chuẩn chung, tiêu chuẩn sản phẩm hoặc họ sản phẩm, hoặc thoả thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng);
- các điều kiện cụ thể khi sử dụng thông thường ví dụ chiều dài, loại cáp, màn chắn nhiễu hoặc tiếp đất hoặc điều kiện hoạt động của EUT. Đây là các điều kiện cần thiết để đạt được sự tuân thủ;
- mô tả hoàn chỉnh về vị trí và hướng của cáp và thiết bị trong biên bản thử; trong một số trường hợp, cần chụp ảnh để có thông tin cụ thể hơn.



a) Tín hiệu RF chưa điều chế

$$V_{p-p} = 2,8 \text{ V}$$

$$V_{rms} = 1,0 \text{ V}$$

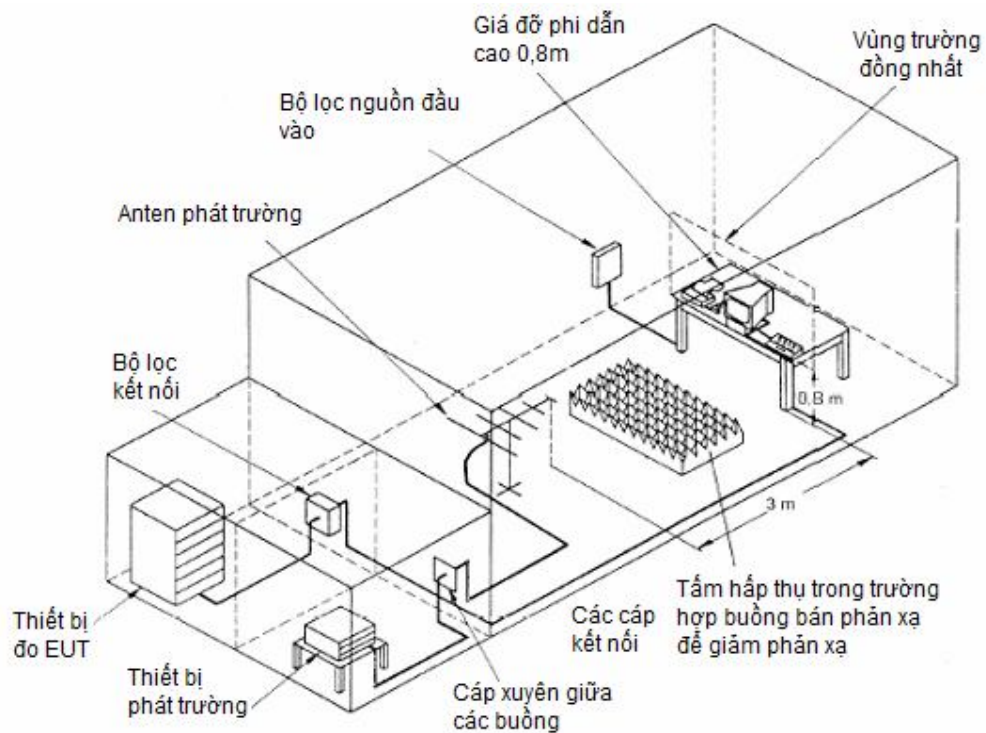
b) Tín hiệu RF được điều chế 80 % AM

$$V_{p-p} = 2,8 \text{ V}$$

$$V_{rms} = 1,0 \text{ V}$$

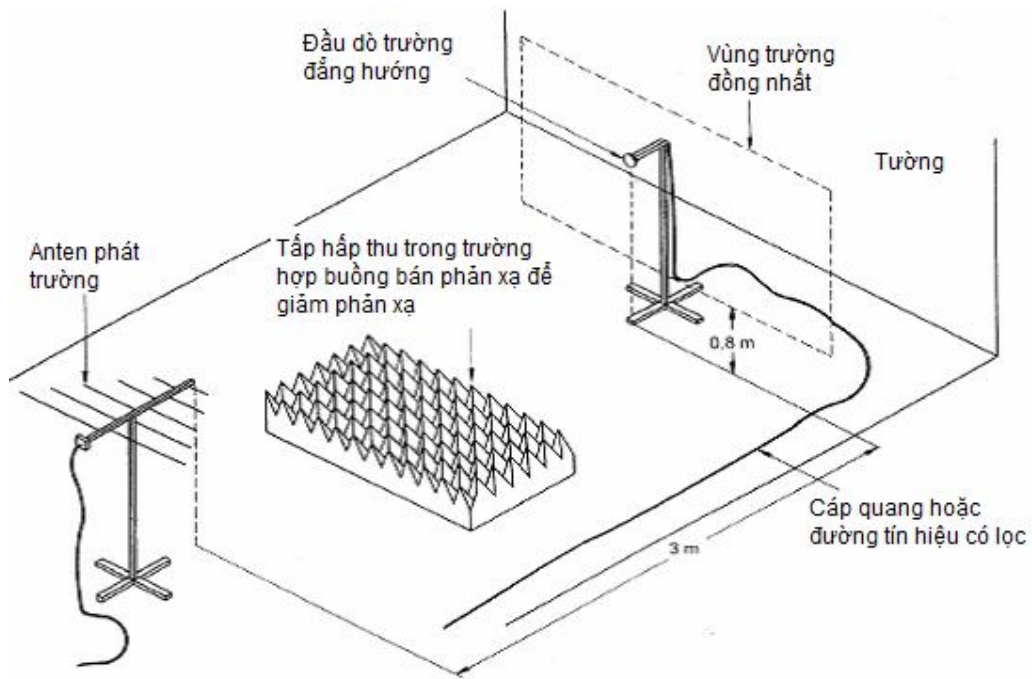
$$V_{rms \text{ max}} = 1,8 \text{ V}$$

Hình 1 - Mức và dạng sóng đầu ra của máy phát tín hiệu thử

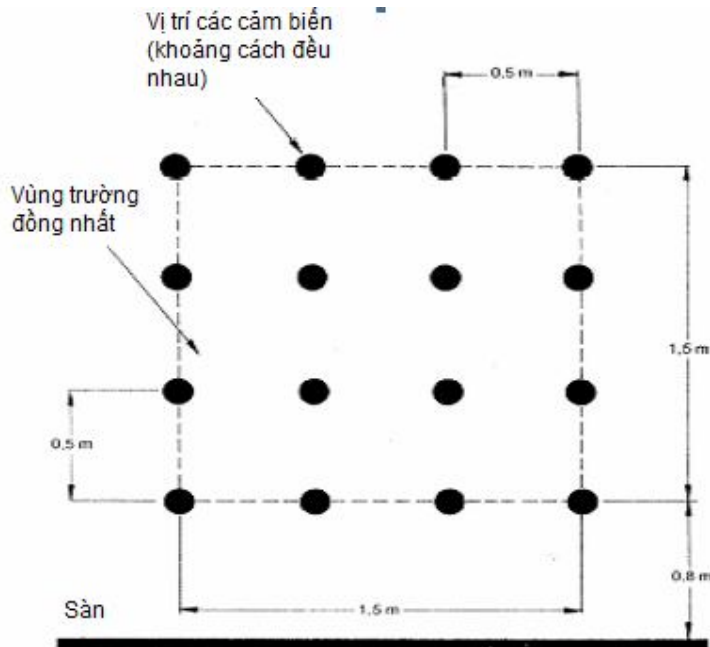


CHÚ THÍCH: Bỏ qua vật liệu khử tiếng vọng trên tường và trần nhà

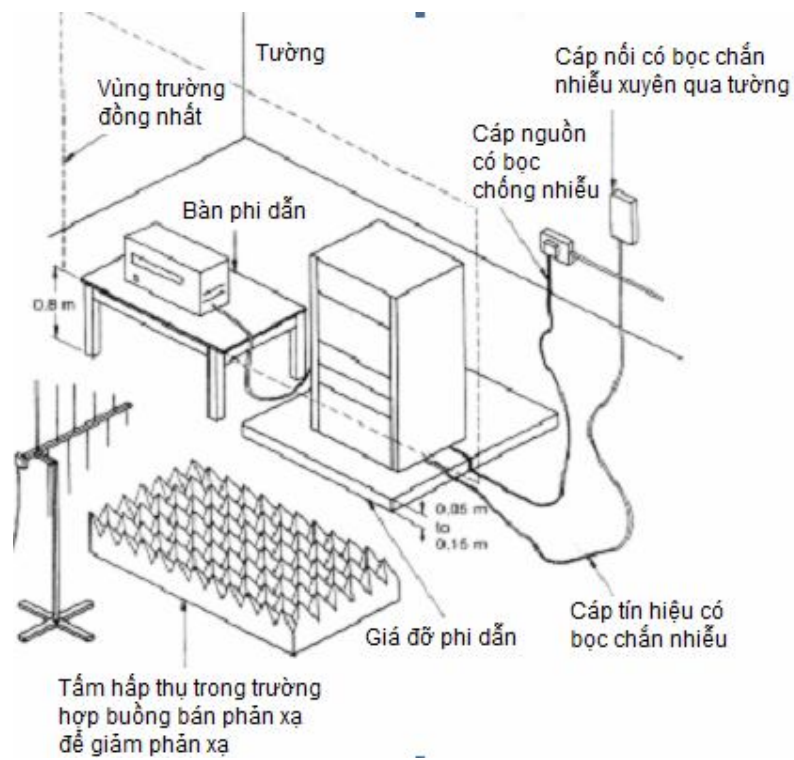
Hình 2 - Ví dụ về phương tiện thử



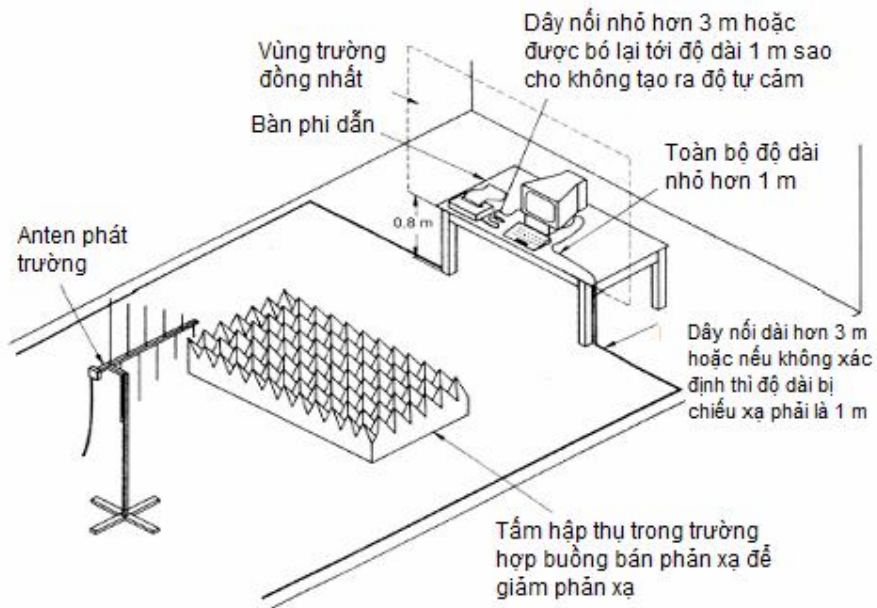
Hình 3 - Hiệu chuẩn trường



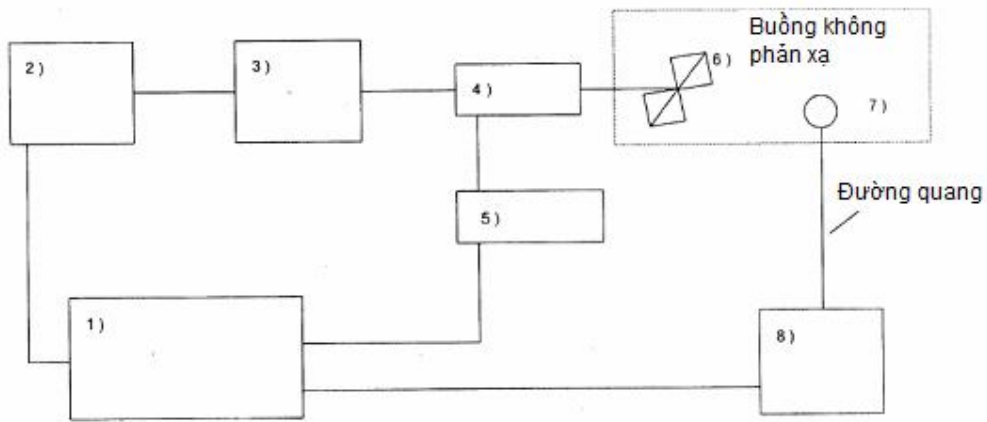
Hình 4 - Hiệu chuẩn trường, kích thước của vùng đồng nhất



Hình 5 - Thiết lập cấu hình phép thử cho thiết bị đặt trên sàn nhà



Hình 6 - Thiết lập cấu hình phép thử cho thiết bị để bàn



Hình 7 - Thiết lập cấu hình đo

- 1) Thiết bị điều khiển, ví dụ máy tính cá nhân
- 2) Máy phát tín hiệu
- 3) Bộ khuếch đại công suất
- 4) Bộ phân nhánh định hướng công suất ^a
- 5) Thiết bị đo ^a
- 6) Anten phát
- 7) Bộ cảm biến trường
- 8) Máy đo trường

^a Bộ phân nhánh định hướng công suất và máy đo công suất có thể thay thế bằng đầu đo công suất hoặc thiết bị giám sát nằm giữa bộ khuếch đại 3) và anten 6)

Phụ lục A
(Tham khảo)

**Cơ sở chọn lựa phương pháp điều chế cho các phép thử
liên quan tới việc bảo vệ chống lại nhiễu phát xạ RF từ các máy điện thoại vô tuyến số**

A.1 Tóm tắt các phương pháp điều chế khác nhau

Mô phỏng các ảnh hưởng nhiễu tần số trên 800 MHz từ các máy điện thoại vô tuyến số sử dụng dạng điều chế đường bao thay đổi. Khi xây dựng tiêu chuẩn này, các phương pháp điều chế dưới đây đã được xem xét:

- Điều biên sóng hình sin, độ sâu 80 %, tần số điều chế 1 kHz;
- Điều biên sóng vuông, chu kỳ làm việc (tỷ lệ xung) 1:2, độ sâu 100 %, tần số 200 Hz;
- Xung RF mô phỏng gần đúng các đặc tính của từng hệ thống, ví dụ chu kỳ làm việc (tỷ lệ xung) 1:8 tại tần số 200 Hz đối với GSM, chu kỳ làm việc (tỷ lệ xung) 1:24 tại tần số 100 Hz đối với máy cầm tay DECT... (xem Phụ lục G về GSM và DECT);
- Xung RF mô phỏng chính xác các đặc tính của từng hệ thống, ví dụ đối với GSM: chu kỳ làm việc (tỷ lệ xung 1:8) tại tần số 200 Hz cộng với các hiệu ứng thứ cấp như chế độ truyền dẫn gián đoạn (tần số điều chế 2 Hz) và các hiệu ứng đa khung (thành phần tần số 8 Hz).

Các ưu nhược điểm của từng phương pháp được tóm tắt trong Bảng A.1

Bảng A.1– So sánh các phương pháp điều chế

Phương pháp điều chế	Ưu điểm	Nhược điểm
1	2	3
Điều biên sóng hình sin	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thực nghiệm cho thấy có thể thiết lập mối tương quan chính xác giữa các hiệu ứng nhiễu của các loại điều chế đường bao biến đổi khác nhau miễn là duy trì được các mức RMS cực đại giống nhau. 2. Không cần thiết phải xác định (và đo) thời gian tăng của xung TDMA. 3. Được sử dụng trong tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn TCVN 8241-4-6:2009 (IEC 61000-4-6). 4. Thiết bị phát trường và thiết bị giám sát có sẵn. 5. Với thiết bị âm thanh tương tự, việc giải điều chế trong EUT tạo ra một đáp ứng âm thanh có thể đo được bằng một đồng hồ đo mức băng hẹp, do đó giảm được nhiễu nền. 6. Đã chứng minh được hiệu quả trong việc mô phỏng các ảnh hưởng của các kiểu điều chế khác nhau (ví dụ: điều tần, điều pha, điều xung) tại các tần số thấp hơn. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Không mô phỏng chính xác TDMA. 2. Hơi quá khắt khe đối với EUT có đáp ứng tuân theo phương trình vi phân bậc 2. 3. Có thể bỏ sót một số cơ chế sai hỏng.
Điều biên sóng vuông	<ol style="list-style-type: none"> 1. Giống TDMA 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Không mô phỏng chính xác TDMA. 2. Đòi hỏi thiết bị phi chuẩn để phát tín

Phương pháp điều chế	Ưu điểm	Nhược điểm
	2. Có thể áp dụng phổ biến 3. Có thể phát hiện các cơ chế sai hỏng “không rõ” (nhạy cảm với tốc độ thay đổi lớn của đường bao RF)	hiệu thử. 3. Việc giải điều chế trong EUT tạo ra một đáp ứng âm thanh băng rộng, phải đo bằng một đồng hồ đo mức băng rộng, do đó làm tăng nhiễu nền. 4. Cần phải xác định thời gian tăng của xung.
Tạo xung RF	1. Mô phỏng chính xác TDMA 2. Có thể phát hiện các cơ chế sai hỏng “không rõ” (nhạy cảm với tốc độ thay đổi lớn của đường bao RF)	1. Đòi hỏi thiết bị phi chuẩn để phát tín hiệu thử. 2. Một số điểm về điều chế phải thay đổi để phù hợp với các hệ thống khác nhau (GSM, DECT..) 3. Việc giải điều chế trong EUT tạo ra một đáp ứng âm thanh băng rộng, phải đo bằng một đồng hồ đo mức băng rộng, do đó làm tăng nhiễu nền. 4. Cần phải xác định thời gian tăng của xung

A.2 Các kết quả thực nghiệm

Một loạt thử nghiệm đã được tiến hành để đánh giá mối tương quan giữa phương pháp điều chế được sử dụng để tạo tín hiệu gây nhiễu và nhiễu được tạo ra.

Các phương pháp điều chế đã được nghiên cứu là:

- Sóng hình sin 80 % AM tại tần số 1 kHz;
- Xung RF “giống GSM”, chu kỳ làm việc (tỷ lệ xung) 1:8 tại tần số 200 Hz;
- Xung RF “giống DECT”, chu kỳ làm việc (tỷ lệ xung) 1:2 tại tần số 100 Hz (trạm gốc);
- Xung RF “giống DECT”, chu kỳ làm việc (tỷ lệ xung) 1:24 tại tần số 100 Hz (máy cầm tay).

Trong mỗi trường hợp chỉ sử dụng một trong các phương pháp điều chế “giống DECT”.

Các kết quả được tóm tắt trong các Bảng A.2 và A.3.

Bảng A.2 – Các mức nhiễu tương đối ^a

Phương pháp điều chế ^b		Sóng hình sin 80% AM tại tần số 1 kHz	“Giống GSM” tỷ lệ xung 1:8 tại tần số 200 Hz	“Giống DECT” tỷ lệ xung 1:24 tại tần số 100 Hz
↓ Thiết bị	↓ Đáp ứng âm thanh	dB	dB	dB
Máy trợ thính ^c	Không trọng số 21 Hz – 21 kHz	0 ^d	0	-3
	Trọng số loại A	0	-4	-7
Máy điện thoại tương tự ^e	Không trọng số	0 ^d	-3	-7
	Trọng số loại A	-1	-6	-8
Máy thu thanh ^f	Không trọng số	0 ^d	+1	-2
	Trọng số loại A	-1	-3	-7

Phương pháp điều chế ^b		Sóng hình sin 80% AM tại tần số 1 kHz	“Giống GSM” tỷ lệ xung 1:8 tại tần số 200 Hz	“Giống DECT” tỷ lệ xung 1:24 tại tần số 100 Hz
↓ Thiết bị	↓ Đáp ứng âm thanh	dB	dB	dB
<p>^a Đáp ứng âm thanh là mức nhiễu, mức nhiễu thấp có nghĩa là mức miễn nhiễm cao.</p> <p>^b Quan trọng: Biên độ sóng mang được điều chỉnh sao cho giá trị RMS cực đại (xem điều 3) của tín hiệu gây nhiễu là giống nhau đối với tất cả các phương pháp điều chế.</p> <p>^c Tín hiệu gây nhiễu được gây ra bởi một trường điện từ tần số 900 MHz. Chu kỳ làm việc (Tỷ lệ xung) đối với điều chế “giống DECT” là 1:2 thay vì 1:24. Đáp ứng âm thanh là âm đầu ra được đo bằng tai giả nối qua một ống PVC 0,5 m.</p> <p>^d Trường hợp này được chọn như là đáp ứng âm thanh chuẩn, có nghĩa là 0 dB.</p> <p>^e Tín hiệu gây nhiễu là một dòng RF tần số 900 MHz xâm nhập vào cáp điện thoại. Đáp ứng âm thanh là điện áp tần số âm tần đo được trên đường dây điện thoại.</p> <p>^f Tín hiệu gây nhiễu là một dòng RF tần số 900 MHz xâm nhập vào cáp nguồn. Đáp ứng âm thanh là âm đầu ra đo được bằng microphone.</p>				

Bảng A.3- Các mức miễn nhiễm tương đối ^a

Phương pháp điều chế ^b		Sóng hình sin 80% AM tại tần số 1 kHz,	“Giống GSM” tỷ lệ xung 1:8 tại tần số 200 Hz,	“Giống DECT” tỷ lệ xung 1:24 tại tần số 100 Hz,
↓ Thiết bị	↓ Đáp ứng	dB	dB	dB
Máy thu hình ^c	Nhiều có thể nhận thấy rõ	0 ^d	-2	-2
	Nhiều mạnh	+4	+1	+2
	Màn hình tắt	+19	+18	+19
Đầu cuối số liệu với giao diện RS232 ^e	Nhiều trên màn hình video	0 ^d	0	-
	Lỗi số liệu	> +16	> +16	-
Modem RS232 ^f	Lỗi số liệu (xâm nhập vào giao diện điện thoại)	0 ^d	0	0
	Lỗi số liệu (xâm nhập vào giao diện RS232)	> +9	> +9	> +9
Nguồn cấp cho phòng thí nghiệm ^g	Lỗi 2% ở dòng một chiều đầu ra	0 ^d	+3	+7
Kết nối chéo SDH ^h	Ngưỡng lỗi bit	0 ^d	0	-

Phương pháp điều chế ^b		Sóng hình sin 80% AM tại tần số 1 kHz, dB	“Giống GSM” tỷ lệ xung 1:8 tại tần số 200 Hz, dB	“Giống DECT” tỷ lệ xung 1:24 tại tần số 100 Hz, dB
↓ Thiết bị	↓ Đáp ứng			
<p>^a Các con số cho trong bảng là giá trị đo tương đối của mức RMS cực đại (xem điều 3) của tín hiệu gây nhiễu cần thiết để tạo ra cùng mức nhiễu với tất cả các phương pháp điều chế khác nhau. Mức dB cao nghĩa là độ miễn nhiễm cao.</p> <p>^b Tín hiệu gây nhiễu được điều chỉnh sao cho tạo được đáp ứng (nhiều) như nhau với tất cả các phương pháp điều chế.</p> <p>^c Tín hiệu gây nhiễu là một dòng RF tần số 900 MHz xâm nhập vào cáp nguồn. Đáp ứng là độ nhiễu tạo thành trên màn hình. Việc đánh giá là khách quan do các mẫu nhiễu là khác nhau đối với các trường hợp khác nhau.</p> <p>^d Trường hợp này được chọn là mức miễn nhiễm chuẩn, có nghĩa là 0 dB.</p> <p>^e Tín hiệu gây nhiễu là một dòng RF tần số 900 MHz xâm nhập vào cáp RS232</p> <p>^f Tín hiệu gây nhiễu là một dòng RF tần số 900 MHz xâm nhập vào cáp điện thoại hoặc cáp RS232</p> <p>^g Tín hiệu gây nhiễu là dòng RF tần số 900 MHz xâm nhập vào cáp DC đầu ra</p> <p>^h SDH = Phân cấp số đồng bộ. Tín hiệu gây nhiễu là trường điện từ tần số 935 MHz</p>				

Danh mục các thiết bị đã được thử, sử dụng cả hai phương pháp điều chế sóng sin AM và điều xung (tỷ lệ 1:2) với cường độ trường lên tới 30 V/m:

- Máy sấy khô cầm tay điều khiển bằng vi xử lý;
- Modem 2 Mbit/s với cáp đồng trục 75 Ω;
- Modem 2 Mbit/s với cáp hai dây xoắn 120 Ω;
- Bộ điều khiển công nghiệp sử dụng vi xử lý, hiển thị video và giao diện RS485;
- Hệ thống hiển thị giờ tàu sử dụng vi xử lý;
- Thiết bị đầu cuối thẻ tín dụng có đầu ra modem;
- Bộ ghép kênh số 2/34 Mbit/s;
- Bộ lặp Ethernet (10 Mbit/s).

Tất cả các hư hỏng đều gắn liền với các chức năng tương tự của thiết bị.

A.3 Các hiệu ứng điều chế thứ cấp

Để mô phỏng chính xác sự điều chế được sử dụng trong hệ thống điện thoại vô tuyến số thì không chỉ là mô phỏng sự điều chế sơ cấp mà còn phải xét đến ảnh hưởng của bất kỳ sự điều chế thứ cấp nào xuất hiện.

Ví dụ, đối với GSM và DCS 1800 thì có các hiệu ứng đa khung gây ra bởi sự nén cụm mỗi chu kỳ 120 ms (tạo ra một thành phần tần số xấp xỉ 8 Hz). Ngoài ra có thể xuất hiện sự điều chế tần số 2 Hz từ phương thức truyền dẫn gián đoạn (DTX).

A.4 Kết luận

Từ các trường hợp đã nghiên cứu có thể thấy rằng các EUT đáp ứng với nhiễu một cách độc lập với phương thức điều chế được sử dụng. Khi so sánh các hiệu ứng của các phương pháp điều chế khác nhau, thì quan trọng là phải đảm bảo rằng mức RMS cực đại của tín hiệu gây nhiễu là giống nhau.

Nếu có sự khác nhau đáng kể giữa các hiệu ứng của các kiểu điều chế khác nhau thì sóng hình sin AM luôn là trường hợp khắc nghiệt nhất.

Khi có đáp ứng khác nhau đối với điều chế sóng hình sin và TDMA thì có thể điều chỉnh tiêu chí đánh giá trong tiêu chuẩn sản phẩm.

Tóm lại, điều chế sóng hình sin có các ưu điểm sau:

- Đáp ứng tách sóng băng hẹp trong các hệ thống tương tự làm giảm được vấn đề nhiễu nền;
- Khả năng ứng dụng rộng rãi;
- Điều chế giống nhau tại tất cả các tần số;

- Luôn luôn khắc nghiệt hơn điều chế xung.

Với những lý do trên, phương pháp điều chế trong tiêu chuẩn này là điều biên 80% sóng hình sin. Khuyến nghị các cơ quan quản lý sản phẩm thay đổi phương pháp điều chế chỉ khi có lý do cụ thể yêu cầu một kiểu điều chế khác.

Phụ lục B
(Tham khảo)
Các anten phát trường

B.1 Anten Biconical

Anten này bao gồm một bộ biến đổi cân bằng/ không cân bằng (balun) đồng trục và phần tử 3 chiều dài tần rộng, có thể sử dụng cho cả phát và thu. Đường cong hệ số của anten là một đường tương đối phẳng, tăng theo tần số.

Do kích thước nhỏ gọn nên anten này thường được sử dụng trong các vùng có không gian hạn chế như các buồng không phản xạ.

B.2 Anten log periodic

Anten log periodic là một hàng các lưỡng cực có độ dài khác nhau được nối tới một đường truyền.

Các anten băng rộng này có tăng ích cao và VSWR thấp.

Khi chọn một anten để phát trường, phải thiết lập được cấu hình sao cho balun kiểm soát được mức công suất cần thiết.

B.3 Anten horn và anten dẫn sóng 2 đỉnh

Các anten horn và anten dẫn sóng 2 đỉnh tạo ra trường điện từ được phân cực tuyến tính. Các anten này thường được sử dụng tại các tần số trên 1 000 MHz.

Phụ lục C
(Tham khảo)
Sử dụng các buồng không phản xạ

C.1 Thông tin tổng quan về buồng không phản xạ

Buồng bán phản xạ là một buồng có vỏ chắn có chất liệu hấp thụ sóng vô tuyến trên tường và trần. Các buồng không phản xạ có cả lớp hấp thụ như vậy ở trên sàn.

Mục đích của các lớp này là hấp thụ năng lượng tần số vô tuyến, ngăn ngừa sự phản xạ trở lại vào trong buồng. Những phản xạ như vậy do sự giao thoa một cách phức tạp với trường phát xạ trực tiếp, có thể tạo ra các đỉnh và các đường lõm của cường độ của trường phát.

Suy hao phản xạ của vật liệu hấp thụ, phụ thuộc vào tần số và góc tới của sóng vô tuyến. Sự hấp thụ lớn nhất xảy ra tại phương pháp tuyến và giảm khi góc tới tăng.

Để làm yếu độ phản xạ và tăng độ hấp thụ, vật liệu hấp thụ thường được tạo dạng hình nêm hoặc hình nón.

Với các buồng bán phản xạ, việc cải tiến bằng cách bổ sung lớp hấp thụ trên sàn sẽ góp phần tạo ra trường đồng nhất theo yêu cầu tại mọi tần số.

Vật hấp thụ bổ sung không được đặt trong đường chiếu xạ trực tiếp từ anten tới EUT, nhưng phải được định vị theo vị trí và hướng giống như khi hiệu chuẩn trường.

Cũng có thể cải thiện tính đồng nhất bằng cách đặt anten nằm ngoài trục của buồng thử để bất cứ sóng phản xạ nào cũng không đối xứng.

Buồng không phản xạ ít hiệu quả tại tần số thấp (dưới 30 MHz), trong khi đó buồng có phủ ferit lại ít hiệu quả tại tần số trên 1 GHz. Do đó phải chú ý để đảm bảo tính đồng nhất của trường tại các tần số thấp nhất và cao nhất, khi cần phải thay đổi buồng thử.

C.2 Các điều chỉnh để các buồng phủ ferit được thiết kế để sử dụng với tần số dưới 1 GHz thích nghi với việc sử dụng tại tần số trên 1 GHz

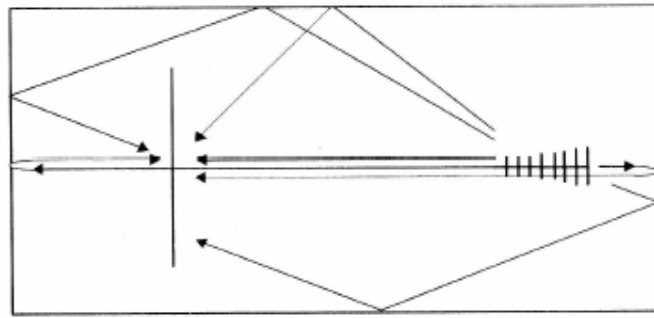
Hầu hết các buồng không phản xạ nhỏ sử dụng ferit làm chất hấp thụ hiện nay thường được thiết kế để sử dụng tại tần số dưới 1 GHz. Tại tần số trên 1 GHz, các buồng loại này rất khó hoặc không thể thoả mãn yêu cầu về tính đồng nhất của trường như trong 6.2.

Phần này giới thiệu các thông tin về quá trình làm cho các buồng này thích nghi với việc đo thử tại tần số trên 1 GHz sử dụng phương pháp được mô tả trong Phụ lục H.

C.2.1 Các vấn đề do việc sử dụng các buồng phủ ferrit gây ra đối với các phép thử miễn nhiễm trường phát xạ tại tần số trên 1 GHz.

Dưới đây mô tả một trường hợp có thể xảy ra, ví dụ, trong một buồng không phản xạ kích thước nhỏ có phủ ferrit, hoặc trong một buồng không phản xạ kích thước nhỏ (thường là 7 m (dài) x 3 m (rộng) x 3 m (cao)) được phủ bằng hỗn hợp ferrite và carbon.

Tại tần số trên 1 GHz, lớp ferrit thường như một bề mặt phản xạ chứ không phải là vật hấp thụ. Do đó rất khó thiết lập một vùng trường đồng nhất trên diện tích 1,5 m x 1,5 m tại các tần số này, nơi có rất nhiều phản xạ từ bề mặt bên trong của buồng (xem Hình C.1)



Hình C.1 – Các phản xạ trong buồng không phản xạ nhỏ hiện nay

Tại tần số nằm trong băng tần điện thoại vô tuyến, bước sóng thường nhỏ hơn 0,2 m. Điều này có nghĩa là kết quả phép thử rất nhạy cảm đối với việc bố trí anten phát trường và bộ cảm biến trường hoặc EUT.

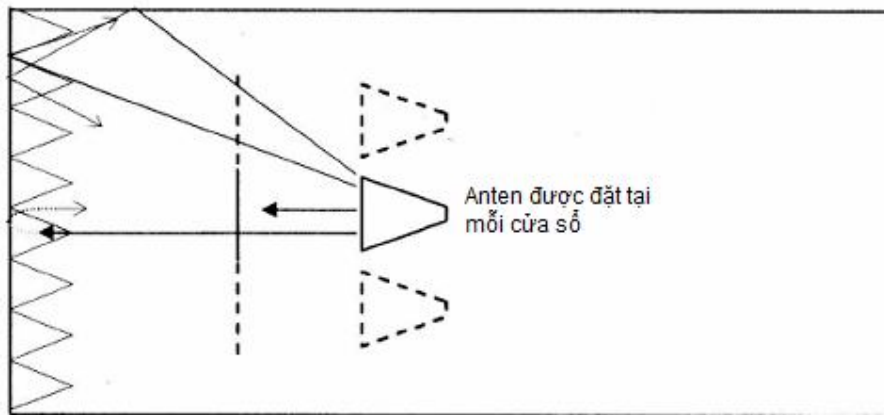
C.2.2 Giải pháp

Các thủ tục dưới đây được đề xuất để giải quyết vấn đề trên.

- a) Sử dụng một anten horn hoặc anten dẫn sóng 2 đỉnh để giảm sự quay trở lại của trường phát xạ. Nó cũng làm giảm phản xạ từ tường của buồng nhờ độ rộng búp sóng hẹp của anten.
- b) Rút ngắn khoảng cách giữa anten phát và EUT để giảm thiểu phản xạ từ các tường (khoảng cách giữa anten và EUT có thể giảm xuống 1 m). Sử dụng phương pháp cửa sổ độ lập 0,5 m x 0,5 m (Phụ lục H) để đảm bảo EUT được phơi nhiễm trong vùng trường đồng nhất.
- c) Gắn thêm lớp vật liệu hấp thụ loại carbon mật độ trung bình vào tường phía sau đối diện với EUT để giảm phản xạ trực tiếp. Điều này làm giảm độ nhạy cảm của phép thử đối với việc bố trí EUT và anten. Nó cũng cải thiện tính đồng nhất của trường tại tần số dưới 1 GHz.

CHÚ THÍCH: Nếu sử dụng vật liệu hấp thụ loại carbon mật độ cao sẽ rất khó để thoả mãn các yêu cầu về tính đồng nhất của trường tại tần số dưới 1 GHz.

Thực hiện các biện pháp trên đây sẽ giảm bớt hầu hết các sóng phản xạ (xem Hình C.2).



Hình C.2 – Phần lớn các sóng phản xạ đều bị triệt tiêu

Phụ lục D (Tham khảo)

Sự không tuyến tính của bộ khuếch đại và ví dụ về thủ tục hiệu chuẩn theo 6.2

D.1 Mục đích của việc hạn chế độ méo bộ khuếch đại

Mục đích của việc hạn chế này là giữ cho tính không tuyến tính của bộ khuếch đại ở một mức thấp đủ để nó không vượt trội so với sự thay đổi của giá trị cường độ trường. Do đó phải có hướng dẫn để hỗ trợ các phòng thí nghiệm thực hiện phép thử trong việc hiểu biết và hạn chế các hiệu ứng bão hoà của bộ khuếch đại.

D.2 Các vấn đề do hài và bão hoà gây ra

Bộ khuếch đại bị quá tải có thể gây ra các vấn đề sau:

- a) Hài có thể gây ảnh hưởng đáng kể tới trường
 - 1) Nếu điều này xảy ra trong quá trình hiệu chuẩn, cường độ trường tại tần số chủ định sẽ được đo không chính xác vì cảm biến dò trường băng rộng sẽ đo cả tần số cơ sở và các hài của nó. Ví dụ, giả sử rằng hài bậc 3 thấp hơn tần số cơ sở là 15 dB ở đầu cuối anten và bỏ qua tất cả các hài khác. Giả sử thêm rằng hệ số anten hiệu dụng tại tần số của hài bậc 3 thấp hơn 5 dB so với tần số cơ sở. Cường độ trường tại tần số cơ sở lớn hơn 10 dB so với cường độ trường của hài bậc 3. Nếu cường độ trường tổng cộng đo được là 10 V/m thì cường độ trường do tần số cơ sở đóng góp chỉ là 9,5 V/m. Đây là một sai lỗi có thể chấp nhận được vì nó nhỏ hơn tính không ổn định về biên độ của cảm biến dò trường.
 - 2) Nếu các hài xuất hiện nhiều trong quá trình đo thử, chúng có thể gây ra sai lỗi EUT mặc dù EUT rất mạnh tại tần số cơ sở chủ định và không mạnh tại tần số hài.
- b) Các hài có thể ảnh hưởng đến kết quả phép thử mặc dù chúng đã bị triệt tiêu nhiều trong một số tình huống đặc biệt. Ví dụ, khi đo thử một máy thu 900 MHz, thậm chí mỗi hài yếu của tín hiệu 300 MHz cũng có thể gây ra quá tải đối với đầu ra máy thu.
- c) Xảy ra bão hoà nhưng không có các hài có thể đo được. Điều này xảy ra nếu bộ khuếch đại có bộ lọc đầu ra thông thấp có thể triệt hài. Tình huống này cũng có thể dẫn đến các kết quả sai.
 - 1) Nếu điều này xảy ra trong quá trình hiệu chuẩn, dữ liệu hiệu chuẩn sẽ sai do việc sử dụng giả thiết tuyến tính trong thuật toán được mô tả trong 6.2.
 - 2) Trong quá trình đo thử, loại bão hoà này sẽ dẫn đến sai hệ số điều chế và hài của tần số điều chế (thường là 1 000 Hz).

Từ các ví dụ ở trên cho thấy không có giới hạn cụ thể đối với méo bộ khuếch đại bởi vì hiệu ứng méo phụ thuộc rất nhiều vào loại EUT.

D.3 Các lựa chọn để điều khiển tính không tuyến tính bộ khuếch đại

D.3.1 Hạn chế hài trong trường

Có thể hạn chế hài trong trường bằng cách sử dụng bộ lọc thông thấp có thể điều chỉnh/tìm kiếm/điều chỉnh tại đầu ra của bộ khuếch đại.

Đối với tất cả các tần số mà hài được tạo ra tại đầu ra của bộ khuếch đại, sự xâm nhập của các hài vào trong trường thấp hơn so với tần số cơ sở một lượng lớn hơn 6 dB là chấp nhận được, ngoại trừ trường hợp đã thảo luận trong D.2 b).

Điều này có thể hạn chế lỗi cường độ trường đến 10%. Ví dụ một tín hiệu 10 V/m được đo bằng cảm biến dò trường băng rộng thì tần số cơ sở đóng góp 9 V/m và hài đóng góp 4,5 V/m. Đây là trường hợp có thể chấp nhận được đối với sự không ổn định của hiệu chuẩn.

TCVN xxxx:2013

Đối với các bộ khuếch đại bao gồm bộ bọc thông thấp cố định ở đầu ra, tần số cơ sở phía trên sẽ vào khoảng 1/3 tần số xác định cao nhất của bộ khuếch đại.

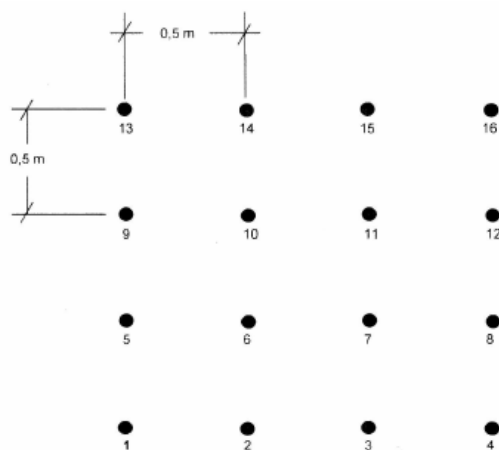
D.3.2 Đo hài trong trường

Có thể đo hài trực tiếp bằng cách sử dụng cảm biến dò trường hoặc không trực tiếp bằng cách:

- trước hết xác định hệ số anten hiệu dụng (tỉ số giữa công suất đầu vào và cường độ trường đối với buồng và vị trí anten cho trước), sau đó xác định tỉ số giữa công suất tại tần số cơ sở và công suất tại các hài hoặc
- với một bộ ghép nối có tính đến hệ số anten tại các hài do nhà sản xuất anten cung cấp.

Đối với các tình huống có các bộ lọc thông thấp triệt tiêu hài của bộ khuếch đại bão hoà, dù trong hoàn cảnh nào cũng không được vượt quá điểm nén 2 dB của bộ khuếch đại. Tại điểm nén 2 dB, biên độ đỉnh (điện áp) có thể bị giảm đi 20%. Điều này làm giảm hệ số điều chế từ 80% xuống 64%, hay nói cách khác, giảm 20% điện áp được chỉnh trong EUT.

D.4 Các ví dụ cho thấy sự tương đương của hai phương pháp hiệu chuẩn



Hình D.1 – Các vị trí đo trong vùng trường đồng nhất

Hình D.1 mô tả 16 vị trí đo tính đồng nhất của trường. Khoảng cách giữa các điểm với nhau được cố định là 0,5 m.

D.4.1 Ví dụ về thủ tục hiệu chuẩn sử dụng phương pháp cường độ trường không đổi như mô tả trong 6.2.1

Để tạo ra cường độ trường đồng nhất, ví dụ $E_c = 6 \text{ V/m}$, phải đo các giá trị công suất trong Bảng D.1 tại một tần số cụ thể sử dụng cấu hình đo như trong Hình 7.

Trong ví dụ này, các vị trí đo 2, 3, 7 và 13 nằm bên ngoài dung sai -0 dB đến $+6 \text{ dB}$ nhưng có ít nhất (trong ví dụ này) 12 trong 16 vị trí thoả mãn tiêu chí này. Vì vậy, tại tần số cụ thể này, tiêu chí này được thoả mãn. Trong trường hợp này, giá trị công suất được sử dụng là 33 dBm. Điều này đảm bảo rằng tại 12 vị trí cường độ trường E_c tối thiểu là 6 V/m (vị trí 4) và tối đa là 12 V/m (vị trí 1 và 8).

Bảng D.1 – Giá trị công suất đo được theo phương pháp hiệu chuẩn cường độ trường không đổi

Vị trí	Công suất, dBm
1	27
2	22

Bảng D.2 – Giá trị công suất được sắp xếp theo thứ tự tăng dần và đánh giá kết quả đo

Vị trí	Công suất, dBm
2	22
7	23

3	37
4	33
5	31
6	29
7	23
8	27
9	28
10	30
11	30
12	31
13	40
14	30
15	31
16	31

1	27
8	27
9	28
6	29
10	30
11	30
14	30
5	31
12	31
15	31
16	31
4	33
3	37
13	40

CHÚ THÍCH:
 Vị trí 13: $40 - 6 = 34$, chỉ có 2 vị trí tuân thủ
 Vị trí 3: $37 - 6 = 31$, chỉ 6 vị trí tuân thủ
 Vị trí 4: $33 - 6 = 27$, 12 vị trí tuân thủ

D.4.2 Ví dụ về thủ tục hiệu chuẩn sử dụng phương pháp hiệu chuẩn công suất không đổi như mô tả trong 6.2.2

Chọn điểm số 1 là điểm hiệu chuẩn đầu tiên nơi tạo ra cường độ trường $E_c = 6$ V/m. Tại cùng mức công suất này, Bảng D.3 cho thấy các giá trị cường độ trường tiếp theo được ghi lại tại một tần số cụ thể sử dụng cấu hình đo như trong Hình 7.

Trong ví dụ này, các điểm đo 13, 3, 7 và 2 nằm ngoài dung sai -0 dB đến $+6$ dB nhưng có ít nhất (chính xác trong ví dụ này) 12 trong 16 vị trí nằm trong dung sai này. Vì vậy tại tần số cụ thể này, tiêu chí được thoả mãn. Trong trường hợp này, giá trị công suất được sử dụng để cường độ trường $E_c = 6$ V/m là $27 \text{ dBm} + 20 \log(6 \text{ V/m} / 3 \text{ V/m}) = 33 \text{ dBm}$. Điều này đảm bảo rằng trong 12 vị trí, cường độ trường E_c tối thiểu là 6 V/m (vị trí 4) và tối đa là 12 V/m (vị trí 1 và 8).

Bảng D.3 – Giá trị công suất và cường độ trường đo được theo phương pháp hiệu chuẩn công suất không đổi

Vị trí	Công suất, dBm	Cường độ trường, V/m	Cường độ trường dB, so với vị trí 1
1	27	6,0	0
2	27	10,7	5
3	27	1,9	-10
4	27	3,0	-6
5	27	3,8	-4

Bảng D.4 – Giá trị cường độ trường được sắp xếp theo thứ tự tăng dần và đánh giá kết quả đo

Vị trí	Công suất, dBm	Cường độ trường, V/m	Cường độ trường dB, so với vị trí 1
13	27	1,3	-13
3	27	1,9	-10
4	27	3,0	-6
5	27	3,8	-4

TCVN xxxx:2013

6	27	4,8	-2
7	27	9,5	4
8	27	6,0	0
9	27	5,3	-1
10	27	4,2	-1
11	27	4,2	-3
12	27	3,8	-4
13	27	1,3	-13
14	27	4,2	-3
15	27	3,8	-4
16	27	3,8	-4

12	27	3,8	-4
15	27	3,8	-4
16	27	3,8	-4
10	27	4,2	-3
11	27	4,2	-3
14	27	4,2	-3
6	27	4,8	-2
9	27	5,3	-1
1	27	6,0	0
8	27	6,0	0
7	27	9,5	4
2	27	10,7	5
<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>Vị trí 13: $- 13 + 6 = - 7$, chỉ có 2 vị trí tuân thủ</p> <p>Vị trí 3: $- 10 + 6 = - 4$, chỉ có 6 vị trí tuân thủ</p> <p>Vị trí 4: $- 6 + 6 = 0$, 12 vị trí tuân thủ</p>			

Phụ lục E
(Tham khảo)
Hướng dẫn lựa chọn các mức thử

E.1 Giới thiệu

Công suất phát của các máy phát vô tuyến thường được xác định ở dạng ERP (công suất phát xạ hiệu dụng) so với một lưỡng cực nửa sóng. Do đó, cường độ trường phát (đối với trường xa) có thể tính được trực tiếp bằng công thức lưỡng cực sau:

$$E = k\sqrt{P} / d \text{ (phương trình E.1)}$$

Trong đó:

- E là cường độ trường (giá trị RMS) (V/m);
- k là một hằng số, có giá trị bằng 7, đối với lan truyền không gian tự do trong trường xa;
- P là công suất (ERP) (W) ;
- d là khoảng cách tính từ anten (m).

Các vật thể phản xạ và hấp thụ bên cạnh có thể làm thay đổi cường độ trường.

Trong phương trình E.1, nếu không biết được giá trị ERP của máy phát thì có thể dùng công suất vào anten. Trong trường hợp đó, áp dụng giá trị $k = 3$ cho các máy phát vô tuyến di động.

E.2 Mức thử với các mục đích chung

Các mức thử và dải tần số được chọn tùy thuộc vào môi trường phát xạ điện từ mà EUT được lắp đặt trên thực tế. Khi xác định mức thử cần xem xét hậu quả do các hư hỏng của thiết bị. Nếu hậu quả do các hư hỏng thiết bị là đáng kể thì phải xem xét mức thử khắt khe hơn.

Nếu EUT chỉ được lắp đặt để khai thác sử dụng tại một số ít các vị trí thì quá trình khảo sát các nguồn RF tại vùng đó sẽ cho phép tính toán cường độ trường có thể gặp. Nếu không biết được công suất của các nguồn, thì phải đo cường độ trường thực tế tại các điểm có liên quan.

Với thiết bị được thiết kế để hoạt động trong các vị trí khác nhau thì có thể sử dụng những chỉ dẫn sau để chọn mức thử.

Các loại dưới đây liên quan tới các mức thử trong điều 5 ; các loại này được xem như là các hướng dẫn chung để chọn mức thử phù hợp.

- *Loại 1:* Môi trường phát xạ điện từ mức thấp. Mức đặc trưng của các trạm phát thanh/truyền hình địa phương đặt tại khoảng cách trên 1 km, và các máy phát/thu công suất thấp.
- *Loại 2:* Môi trường phát xạ điện từ trung bình. Mức của các máy thu-phát cầm tay công suất thấp (điển hình là công suất nhỏ hơn 1 W) sử dụng gần thiết bị. Điển hình là môi trường khu thương mại.
- *Loại 3:* Môi trường phát xạ điện từ khắt nghiệt. Mức của các máy thu – phát cầm tay (công suất lớn hơn hoặc bằng 2 W) tương đối gần thiết bị nhưng không nhỏ hơn 1 m. Các máy phát quảng bá công suất cao và thiết bị ISM đặt gần đó. Điển hình là môi trường công nghiệp.
- *Loại 4:* Các máy thu – phát cầm tay sử dụng ở cách thiết bị hơn 1 m. Các nguồn nhiễu đáng kể khác có thể cách thiết bị một khoảng nhỏ hơn hoặc bằng 1 m.
- *Loại x:* x là một mức mở có thể xác định dựa vào tiêu chuẩn sản phẩm và đặc tính kỹ thuật của thiết bị.

E.3 Mức thử với mục đích bảo vệ chống lại các phát xạ RF từ các máy điện thoại vô tuyến số

Các mức thử được chọn tùy thuộc vào trường điện từ trong thực tế, có nghĩa là phải khảo sát mức công suất của thiết bị điện thoại vô tuyến và khoảng cách giữa anten phát của nó và thiết bị được đo thử. Thường thì các trạm di động sẽ đòi hỏi khắt khe hơn các trạm gốc (vì các trạm di động có xu hướng đặt gần các thiết bị nhạy cảm hơn các trạm gốc).

Khi xác định mức thử cần xem xét chi phí để đạt được mức miễn nhiễm yêu cầu và các hậu quả do hư hỏng thiết bị gây ra. Nếu hậu quả do hư hỏng thiết bị gây ra là lớn thì phải xem xét mức thử khắt khe hơn.

Mức điện từ trong môi trường cao hơn mức thử đã được chọn có thể xảy ra trong thực tế nhưng ít xuất hiện. Để ngăn ngừa các sự cố không thể chấp nhận được trong các tình huống đó, thì phải thực hiện một phép thử thứ hai ở mức cao hơn và chấp nhận mức suy giảm chất lượng (nghĩa là xác định mức suy giảm chấp nhận được).

Bảng E.1 đưa ra ví dụ về các mức thử, tiêu chí chất lượng và các khoảng cách an toàn tương ứng. Khoảng cách an toàn là khoảng cách nhỏ nhất chấp nhận được tới một máy điện thoại vô tuyến số, khi thực hiện phép thử tại mức thử đầu tiên. Các khoảng cách này được tính từ phương trình E.1, sử dụng hệ số $k = 7$ và giả sử tín hiệu thử là sóng hình sin được điều chế AM 80%.

Bảng E.1 – Ví dụ về các mức thử, khoảng cách an toàn và tiêu chí chất lượng

Mức thử	Cường độ trường sóng mang, V/m	Cường độ trường RMS cực đại, V/m	Khoảng cách an toàn			Tiêu chí chất lượng ^a	
			2 W GSM, m	8 W GSM, m	1/4 W DECT, m	Ví dụ 1 ^b	Ví dụ 2 ^c
1	1	1,8	5,5	11	1,9	-	-
2	3	5,4	1,8	3,7	0,6	a	-
3	10	18	0,6	1,1	~0,2 ^d	b	a
4	30	54	~0,2 ^d	0,4	~0,1 ^d	-	b

^a Tuân thủ điều 9
^b Thiết bị mà hậu quả của sai hỏng là không nghiêm trọng
^c Thiết bị mà hậu quả của sai hỏng là nghiêm trọng
^d Tại những khoảng cách này và gần hơn, phương trình trường xa E.1 không chính xác

Các vấn đề sau được xét đến khi lập bảng trên:

- Đối với GSM, hầu hết các thiết bị đầu cuối hiện nay trên thị trường là thuộc lớp 4 (ERP cực đại là 2 W). Một số lượng đáng kể các thiết bị đầu cuối di động đang hoạt động là thuộc lớp 3 và 2 (ERP cực đại là 5 W và 8 W). ERP của các thiết bị đầu cuối GSM thường thấp hơn giá trị cực đại ngoại trừ trong các vùng thu kém;
- Thường điều kiện trong nhà kém hơn ngoài trời, điều đó có nghĩa là giá trị ERP trong nhà thường không được điều chỉnh ở cấp tối đa. Đó là trường hợp xấu nhất theo quan điểm EMC vì hầu hết các thiết bị hồng hóc thường tập trung trong nhà;
- Như trong Phụ lục A, khả năng miễn nhiễm thiết bị có tương quan chặt chẽ với giá trị RMS cực đại của trường điều chế. Do đó trong phương trình E.1 cường độ trường RMS cực đại được thay cho cường độ trường sóng mang để tính khoảng cách an toàn;
- Khoảng cách cực tiểu để đảm bảo vận hành, cũng được gọi là khoảng cách an toàn, phải được tính với $k = 7$ trong phương trình E.1 và không tính đến sự thăng giáng (mang tính chất thống kê) của cường độ trường, do phản xạ từ tường, sàn và trần ở mức ± 6 dB;

- Khoảng cách an toàn theo phương trình E.1 phụ thuộc vào công suất phát xạ hiệu dụng của máy điện thoại vô tuyến số và không phụ thuộc vào tần số hoạt động.

E.4 Các cách xử lý đặc biệt đối với máy phát cố định

Các mức thử trong phụ lục này là các giá trị điển hình hiếm khi vượt quá trong các vị trí đề cập. Tại một số vị trí, các giá trị đó có thể sẽ bị vượt quá, ví dụ như các trạm ra-đa, các máy phát công suất lớn hoặc các thiết bị ISM đặt trong cùng một toà nhà... Trong những trường hợp như vậy áp dụng các phương pháp bọc chắn nhiễu, lọc nhiễu các dây dẫn tín hiệu và dây nguồn sẽ thích hợp hơn là xác định mức miễn nhiễm cao như vậy đối với tất cả các thiết bị.

Phụ lục F
(Tham khảo)
Lựa chọn các phương pháp thử

Tiêu chuẩn này và TCVN 8241-4-6:2009 (IEC 61000-4-6) xác định hai phương pháp thử miễn nhiễm của thiết bị điện và điện tử đối với các năng lượng điện từ phát xạ.

Về tổng quan, phép thử với các tín hiệu nhiễu dẫn hữu dụng hơn ở các tần số thấp còn các phép thử với tín hiệu phát xạ hữu dụng hơn ở các tần số cao.

Có một dải tần số tại đó phương pháp thử trong cả hai tiêu chuẩn không thể sử dụng. Có thể sử dụng các phương pháp thử trong tiêu chuẩn TCVN 8241-4-6:2009 (IEC 61000-4-6) tới tần số 230 MHz. Cũng có thể sử dụng phương pháp thử trong tiêu chuẩn này với tần số giảm xuống đến 26 MHz. Mục đích của phụ lục này là hướng dẫn lựa chọn phương pháp thử thích hợp nhất để đảm bảo khả năng lặp lại, trên cơ sở thiết kế và kiểu của EUT.

Các vấn đề cần quan tâm bao gồm:

- Bước sóng của trường phát xạ so sánh với kích thước của EUT;
- Kích thước tương đối của vỏ và dây dẫn của EUT;
- Số lượng dây dẫn và vỏ bọc cấu thành EUT.

Phụ lục G
(Tham khảo)
Các loại môi trường

G.1 Các điện thoại vô tuyến số

Các Bảng G.1, G.2 và G.3 liệt kê các thông số hệ thống vô tuyến có liên quan tới EMC.

Các chữ viết tắt và các định nghĩa liệt kê sau đây được sử dụng trong các bảng nêu trên:

- CDMA (đa truy nhập chia theo mã): phương pháp ghép kênh trong đó máy phát mã hoá tín hiệu sử dụng chuỗi giả ngẫu nhiên. Máy thu biết chuỗi này và có thể sử dụng chúng để giải mã tín hiệu nhận được. Các chuỗi ngẫu nhiên khác nhau tương ứng với các kênh thông tin khác nhau.
- CT-2 (điện thoại không dây, thế hệ hai): hệ thống điện thoại không dây, được sử dụng rộng rãi ở một số nước Châu Âu;
- DCS 1800 (hệ thống tế bào số): hệ thống viễn thông di động tế bào, giá thành thấp, được sử dụng rộng rãi ở Châu Âu;
- DECT (hệ thống viễn thông vô tuyến số): hệ thống viễn thông tế bào không dây, giá thành thấp, được sử dụng rộng rãi ở Châu Âu;
- DTX (truyền dẫn gián đoạn): giảm cụm tần số lặp để tiết kiệm năng lượng, khi không có thông tin cần phát đi;
- ERP (công suất phát xạ hiệu dụng): công suất phát xạ hiệu dụng quy cho một lưỡng cực nửa bước sóng;
- FDD (Ghép kênh phân chia theo tần số): phương pháp ghép kênh trong đó các băng tần số tách biệt được phân bổ trong mỗi kênh;
- FDMA (đa truy nhập phân chia theo tần số): phương pháp ghép kênh trong đó các băng tần riêng rẽ được ấn định cho mỗi kênh;
- GSM (hệ thống thông tin di động toàn cầu): hệ thống viễn thông di động tế bào, được sử dụng rộng rãi trên thế giới;
- HIPERLAN: mạng nội bộ vô tuyến chất lượng cao;
- IMT-2000 (Viễn thông di động quốc tế 2000): công nghệ mạng điện thoại tế bào thế hệ thứ 3 mà tùy theo kích cỡ và tốc độ truyền dẫn, cho phép người dùng nhận các hình ảnh video màu chất lượng cao;
- NADC (hệ thống tế bào số Bắc Mỹ): hệ thống thông tin di động tế bào số, được sử dụng rộng rãi ở Bắc Mỹ. Một khái niệm thông dụng dùng để mô tả các hệ thống tế bào số tuân theo Tiêu chuẩn tạm thời Hiệp hội Công nghiệp Viễn thông-54; còn được hiểu là D-AMPS;
- PDC (hệ thống tế bào số cá nhân): hệ thống viễn thông di động tế bào, được sử dụng rộng rãi ở Nhật Bản;
- PHS (hệ thống điện thoại cầm tay cá nhân): hệ thống điện thoại không dây, được sử dụng rộng rãi ở Nhật Bản;
- RFID (nhận dạng tần số vô tuyến): hệ thống RFID bao gồm nhận dạng tiêu đề tự động, hệ thống cảnh báo, theo dõi, nhận dạng cá nhân, điều khiển truy nhập và các bộ cảm biến khác;
- RTTT (viễn thông giao thông vận tải đường): bao gồm các hệ thống thu phí cầu đường;
- TDMA (đa truy nhập phân chia theo thời gian): xem điều 4 ;
- TDD (song công chia thời gian): phương pháp ghép kênh trong đó các khe thời gian khác nhau được ấn định cho các kênh phát và thu.

Bảng G.1– Các máy cầm tay và máy di động

Các thông số	Tên hệ thống								
	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC	IMT-2000 TDD	IMT-2000 FDD
Dải tần số máy phát	890 MHz tới 915 MHz	1,71 GHz tới 1,784 GHz	1,88 GHz tới 1,96 GHz	864 MHz tới 868 MHz	940 MHz tới 956 MHz và 1,429 GHz tới 1,453 GHz	1,895 GHz tới 1,918 GHz	825 MHz tới 845 MHz	1900 MHz tới 1920 MHz	1920 MHz tới 1980 MHz
Kỹ thuật truy nhập	TDMA	TDMA	TDMA/ TDD	FDMA/ TDD	TDMA	TDMA/ TDD	TDMA	CDMA/ TDMA TDD	CDMA/ FDMA FDD
Tần số lặp theo cụm	217 Hz	217 Hz	100 Hz	500 Hz	50 Hz	200 Hz	50 Hz	NA	NA
Tỷ lệ xung	1:8	1:8	1:24 (cả 1:48 và 1:12)	1:12	1:3	1:8	1:3	Liên tục	Liên tục
ERP cực đại	0,8 W; 2 W; 5 W; 8 W; 20 W	0,25 W; 1 W; 4 W;	0,25 W	<10 mW	0,8 W, 2 W	10 mW	<6 W	0,25 W	0,25 W
Điều chế thứ cấp	2 Hz (DTX) và 0,16 Hz tới 8,3 Hz (đa khung)	2 Hz (DTX) và 0,16 Hz tới 8,3 Hz (đa khung)	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Vùng địa lý	Toàn thế giới	Toàn thế giới	Châu Âu	Châu Âu	Nhật Bản	Nhật Bản	Mỹ	Châu Âu	Châu Âu
CHÚ THÍCH: DECT bao trùm CT-3									

Bảng G.2 – Các trạm gốc

Các thông số	Tên hệ thống								
	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC	IMT-2000 TDD	IMT-2000 FDD
Dải tần số máy phát	935 MHz tới 960 MHz	1,805 GHz tới 1,88 GHz	1,88 GHz tới 1,96 GHz	864 MHz tới 868 MHz	810 MHz tới 826 MHz và 1,477 GHz tới 1,501 GHz	1,895 GHz tới 1,918 GHz	870 MHz tới 890 MHz	1 900 MHz tới 1 920 MHz	2 110 MHz tới 2 170 MHz
Kỹ thuật truy nhập	TDMA	TDMA	TDMA/ TDD	FDMA/ TDD	TDMA	TDMA/ TDD	TDMA	CDMA/ TDMA/ TDD	CDMA/ FDMA/ FDD
Tần số lặp theo cụm	217 Hz	217 Hz	100 Hz	500 Hz	50 Hz	200 Hz	50 Hz	NA	NA
Tỷ lệ xung	1:8 tới 8:8	1:8 tới 8:8	1:2	1:2	1:3 tới 3:3	1:8	1:3 tới 3:3	Liên tục	Liên tục
ERP cực đại	2,5 W tới 320 W	2,5 W tới 200 W	0,25 W	0,25 W	1 W tới 96 W	10 mW tới 500 mW	500 W	20 W	20 W
Điều chế thứ cấp	2 Hz (DTX) và 0,16 Hz tới 8,3 Hz (đa khung)	2 Hz (DTX) và 0,16 Hz tới 8,3 Hz (đa khung)	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Vùng địa lý	Toàn thế giới	Toàn thế giới	Châu Âu	Châu Âu	Nhật Bản	Nhật Bản	Mỹ	Châu Âu	Châu Âu

CHÚ THÍCH: DECT bao trùm CT-3

Bảng G.3 – Các thiết bị RF khác

Các thông số	Tên hệ thống					
	RFID	RTTT	HIPERLAN và các hệ thống truyền dữ liệu băng rộng	HIPERLAN và các hệ thống truyền dữ liệu băng rộng	HIPERLAN và các hệ thống truyền dữ liệu băng rộng	Thiết bị cụ thể ngăn không xác định
Dải tần số máy phát (MHz)	2 446 - 2 454	5 795 - 5 815	2 400 - 2 483,5	5 150 - 5 350	5 470 – 5 725	2 400 - 2 483,5 5 725 - 5 875
Kiểu điều chế	FHSS nếu công suất lớn hơn 500 mW	Không	FHSS	Không	Không	Không
ERP cực đại	a) 500 mW b) 4 W	2 W hoặc 8 W	100 mW và hạn chế mật độ công suất phổ	Trung bình 200 mW	Trung bình 1 W	10 mW 25 mW
Tỷ lệ xung	a) tới 100% b) <15% trong khe thời gian 200 ms	Không hạn chế	Không hạn chế	Không hạn chế	Không hạn chế	Không hạn chế
Khoảng cách kênh	Không	5 MHz hoặc 10 MHz trong một số dải tần số	Không	Không	Không	Không
Vùng địa lý	Toàn thế giới	Toàn thế giới	Toàn thế giới	Toàn thế giới	Toàn thế giới	Toàn thế giới

Phụ lục H (Quy định)

Phương pháp rọi thay thế đối với tần số trên 1 GHz (Phương pháp cửa sổ độc lập)

H.1 Giới thiệu

Khi đo thử tại tần số trên 1 GHz, khoảng cách đo thử phải là 1 m khi sử dụng phương pháp cửa sổ độc lập (ví dụ, các băng tần điện thoại vô tuyến). Với khoảng cách đo thử đã chọn, phải kiểm tra sự tuân thủ các yêu cầu về tính đồng nhất của trường.

CHÚ THÍCH 1: Với khoảng cách đo thử 3 m, và sử dụng anten có độ rộng búp sóng hẹp hoặc buồng có phủ ferrit tại các tần số trên 1 GHz, sẽ rất khó thoả mãn các yêu cầu về tính đồng nhất của trường trong diện tích hiệu chuẩn 1,5 m x 1,5 m.

Phương pháp thay thế đối với tần số trên 1 GHz là chia vùng hiệu chuẩn thành các dãy cửa sổ có kích thước 0,5 m x 0,5 m để có thể bao phủ toàn bộ mặt EUT cần chiếu xạ (xem Hình H.1a và H.1b). Hiệu chuẩn tính đồng nhất của trường một cách độc lập trên mỗi cửa sổ (xem Hình H.2) sử dụng quá trình dưới đây. Đặt anten phát cách vùng hiệu chuẩn 1 m.

CHÚ THÍCH 2: Cấu trúc hình học và chiều dài cáp ít gây ảnh hưởng tại các tần số cao này. Vì vậy, diện tích bề mặt của EUT là yếu tố quyết định kích thước vùng hiệu chuẩn.

H.2 Hiệu chuẩn trường

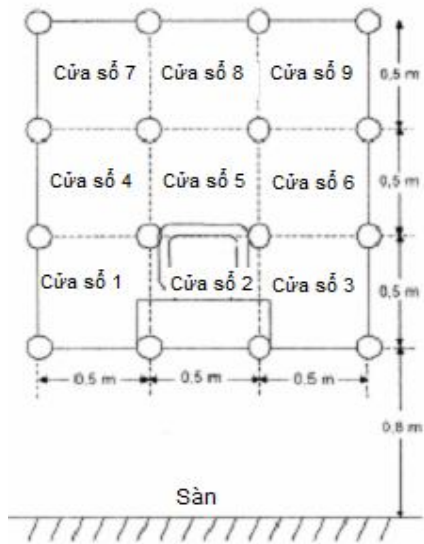
Tại mỗi cửa sổ phải thực hiện các bước sau:

- a) đặt cảm biến trường tại 1 trong 4 cửa cửa sổ;
- b) đưa công suất phát vào anten tạo trường để đạt được cường độ trường từ 3 V/m đến 10 V/m trong dải tần số hiệu chuẩn với bước tăng tần số bằng 1 % của tần số bắt đầu (có nghĩa tần số ngay trước nó). Ghi lại cả hai giá trị công suất và cường độ trường đọc được;
- c) Tại mức công suất như ở trên, đo và ghi lại giá trị cường độ trường tại 3 góc còn lại; cả 4 giá trị cường độ trường phải nằm trong dải từ 0 dB đến 6 dB;
- d) Lấy vị trí có cường độ trường thấp nhất làm chuẩn (điều này để đảm bảo đáp ứng được yêu cầu trong khoảng từ - 0 dB đến + 6 dB);
- e) Từ giá trị công suất và cường độ trường đã biết, tính được giá trị công suất để đạt được cường độ trường theo yêu cầu (ví dụ, tại một điểm cho trước, với giá trị công suất là 80 W cho cường độ trường 9 V/m thì để có cường độ trường 3 V/m cần công suất 8,9 W). Ghi lại kết quả tính được;
- f) Lặp lại các bước từ a) đến e) cho các phân cực ngang và đứng.

Khi đo thử, phải sử dụng các anten và cáp đã sử dụng trong quá trình hiệu chuẩn trường đồng nhất. Vì vậy sẽ không phải tính đến các suy hao cáp và hệ số anten của anten phát trường.

Ghi lại vị trí của cáp và anten phát càng chính xác càng tốt bởi vì một sự dịch chuyển nhỏ cũng có thể ảnh hưởng đến trường. Do đó phải sử dụng các vị trí cũ khi thực hiện phép thử.

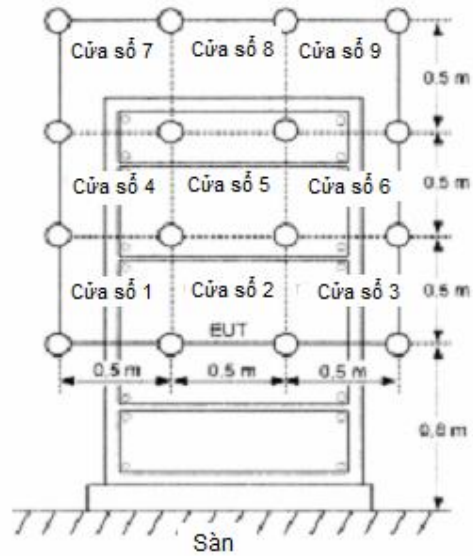
Trong quá trình đo thử, tại mỗi tần số phải đưa công suất thiết lập được tại bước e) ở trên vào anten phát. Lặp lại phép thử với điều kiện anten phải thay đổi vị trí để rọi lần lượt các cửa sổ (xem Hình H.1 và H.2).



Khái niệm cửa số

1. Chia vùng hiệu chuẩn thành các cửa số 0,5m x 0,5m
2. Thực hiện hiệu chuẩn đối với tất cả các cửa số chiếu rọi bề mặt của cáp và EUT thực tế (trong ví dụ này, các cửa số 1, 2, 3 và 5 được sử dụng để hiệu chuẩn và đo thử)

Hình H.1a – Chia cửa số với thiết bị đặt trên bàn

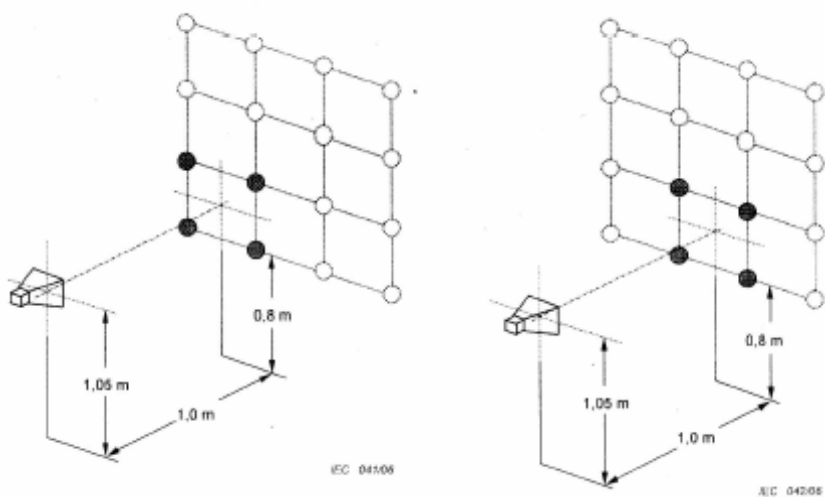


Khái niệm cửa số

1. Chia vùng hiệu chuẩn thành các cửa số kích thước 0,5 m x 0,5 m.
2. Hiệu chuẩn tất cả các cửa số chiếu xạ bề mặt của EUT và cáp thực tế. (trong ví dụ này, cửa số từ 1 tới 9 sử dụng cho hiệu chuẩn và đo thử)

Hình H.1b – Chia cửa số đối với thiết bị đặt trên sàn

Hình H.1 – Ví dụ về phân chia vùng hiệu chuẩn thành các cửa số 0,5 m x 0,5 m



Hình H.2 – Ví dụ về chiếu rọi các cửa sổ liền kề

Phụ lục I
(Tham khảo)
Phương pháp hiệu chuẩn đầu dò trường E

I.1 Tổng quan

Đầu dò trường E có dải tần dò băng rộng và đáp ứng động lớn được sử dụng rộng rãi trong thủ tục hiệu chuẩn trường đồng nhất phù hợp với IEC 61000-4-3. Xét theo các khía cạnh khác, chất lượng hiệu chuẩn đầu dò trường ảnh hưởng trực tiếp đến quỹ không đảm bảo đo của một phép thử miễn nhiễm bức xạ.

Nói chung, các đầu dò được chỉ định cho cường độ trường tương đối thấp, ví dụ cường độ trường từ 1 V/m đến 30 V/m, trong khi hiệu chuẩn trường đồng nhất phù hợp với IEC 61000-4-3. Vì vậy, việc hiệu chuẩn các đầu dò trường E tuân thủ theo quy định của IEC 61000-4-3 sẽ phải xem xét đến dải động và dải tần chủ định.

Hiện nay, kết quả hiệu chuẩn đầu dò có thể cho các kết quả khác nhau khi đầu dò được các phòng thí nghiệm khác nhau hiệu chuẩn. Vì vậy phải quy định điều kiện môi trường và phương pháp hiệu chuẩn đầu dò trường. Phụ lục này đưa ra các thông tin liên quan đến việc hiệu chuẩn các đầu dò được sử dụng theo IEC 61000-4-3.

Đối với các dải tần cao từ vài trăm MHz đến GHz, bằng cách sử dụng các anten horn có độ tăng ích chuẩn để tạo ra trường chuẩn bên trong buồng đo không phản xạ là một trong các phương pháp hiệu chuẩn đầu dò được sử dụng rộng rãi nhất đối với các ứng dụng của IEC 61000-4-3. Tuy nhiên, còn thiếu phương pháp thực hiện để công nhận môi trường thử cho hiệu chuẩn đầu dò trường.

Sử dụng phương pháp này, có thể biết được sự khác nhau về kết quả hiệu chuẩn giữa các phòng thí nghiệm hiệu chuẩn, nằm ngoài báo cáo độ không đảm bảo đo của các phòng thí nghiệm này.

Hiệu chuẩn đầu dò trường trong dải tần từ 80 MHz đến vài trăm MHz thường được thực hiện trong các ống dẫn sóng TEM, hiệu chuẩn theo cách này có tính lặp lại tốt hơn.

Phụ lục này tập trung cải thiện các thủ tục hiệu chuẩn đầu dò với anten horn trong các buồng không phản xạ sao cho có thể mô tả được một thủ tục hiệu chuẩn toàn diện.

I.2 Yêu cầu hiệu chuẩn đầu dò

I.2.1 Yêu cầu chung

Việc hiệu chuẩn các đầu dò trường E nhằm áp dụng cho thủ tục hiệu chuẩn trường đồng nhất UFA như quy định trong IEC 61000-4-3 phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây.

I.2.2 Dải tần số hiệu chuẩn

Dải tần số hiệu chuẩn phải từ 80 MHz đến 6 GHz, nhưng dải tần này có thể được giới hạn đến dải tần theo yêu cầu của phép thử.

I.2.3 Bước nhảy tần số

Để có thể so sánh được kết quả giữa các phòng thí nghiệm hiệu chuẩn khác nhau, cần phải sử dụng các bước tần số cố định cho việc hiệu chuẩn.

Trong dải tần từ 80 MHz đến 1 GHz

Sử dụng các tần số sau đây để hiệu chuẩn đầu dò trường E (thường sử dụng bước tần số 5 MHz)

80, 100, 150, 200, ..., 950 và 1000 MHz.

Dải tần từ 1 GHz đến 6 GHz

Sử dụng các tần số sau đây để hiệu chuẩn đầu dò trường E (thường sử dụng bước tần số 200 MHz)

1 000, 1 200, 1 400, ..., 5 800 và 6 000 MHz.

CHÚ THÍCH : không chủ định đo đầu dò tại tần số 1 GHz hai lần, nhưng trong trường hợp dải tần tăng đến hoặc bắt đầu từ 1 GHz thì phải đo đầu dò tại tần số này.

1.2.4 Cường độ trường

Cường độ trường tại đó thực hiện hiệu chuẩn đầu dò phải dựa trên cường độ trường yêu cầu áp dụng cho phép thử miễn nhiễu. Do phương pháp thích hợp để hiệu chuẩn trường đồng nhất là phương pháp thực hiện tại cường độ trường tối thiểu bằng 1,8 lần cường độ trường áp dụng cho EUT, khuyến nghị thực hiện việc hiệu chuẩn đầu dò tại cường độ trường bằng 2 lần cường độ trường dự kiến đo thử (xem bảng I.1). Nếu đầu dò được sử dụng tại các mức trường khác nhau, thì phải hiệu chuẩn nó tại nhiều mức theo đặc tính tuyến tính của nó, tối thiểu là tại các mức lớn nhất và nhỏ nhất. Xem điều I.3.2.

CHÚ THÍCH 1 : yêu cầu về cường độ trường cũng bao hàm luôn yêu cầu kiểm tra khả năng nén 1 dB cho bộ khuếch đại công suất.

CHÚ THÍCH 2 : Thực hiện hiệu chuẩn bằng cách sử dụng tín hiệu CW không điều chế.

Bảng I.1 - Mức cường độ trường hiệu chuẩn

Mức hiệu chuẩn	Cường độ trường hiệu chuẩn
1	2 v/M
2	6 v/M
3	20 v/M
4	60 v/M
X	Y v/M

CHÚ THÍCH : X, Y là các mức hiệu chuẩn mở, có thể cao hơn hoặc thấp hơn các mức đưa ra từ 1 đến 4. Mức hiệu chuẩn này có thể đưa ra theo chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm hoặc của phòng thí nghiệm.

1.3 Yêu cầu thiết bị hiệu chuẩn

1.3.1 Tín hiệu giả và hài

Bất kỳ thành phần tín hiệu giả và hài nào từ bộ khuếch đại công suất phải nhỏ hơn mức tín hiệu tối thiểu là 20 dB tại tần số sóng mang. Yêu cầu này cũng áp dụng cho tất cả các mức cường độ trường sử dụng trong khi hiệu chuẩn và kiểm tra đặc tính tuyến tính. Do các thành phần hài của bộ khuếch đại công suất thường tòi tẹt tại các mức công suất cao hơn, nên chỉ có thể thực hiện phép đo hài tại cường độ trường hiệu chuẩn cao nhất. Sử dụng máy phân tích phổ đã được hiệu chuẩn để đo các thành phần hài bằng cách nối máy phân tích phổ với đầu ra của bộ khuếch đại qua một bộ suy hao hoặc qua một bộ ghép có hướng.

CHÚ THÍCH 1 : anten có thể tạo các ảnh hưởng bổ xung vào các thành phần hài nên có thể cần được kiểm tra riêng.

Các phóng thí nghiệm hiệu chuẩn phải thực hiện đo kiểm để đánh giá các thành phần tín hiệu giả và/hoặc hài từ bộ khuếch đại thỏa mãn các yêu cầu cho việc thiết lập toàn bộ các phép đo. Điều này được thực hiện bằng cách nối máy phân tích phổ đến cổng 3 của bộ ghép có hướng (thay thế bộ cảm biến máy đo công suất bằng máy phân tích phổ - xem Hình I.2).

CHÚ THÍCH 2 : cần đảm bảo rằng mức công suất không được vượt quá mức công suất đầu vào cực đại cho phép của máy phân tích phổ. Có thể sử dụng một bộ suy hao trong trường hợp này.

Khoảng tần số phải bao hàm tối thiểu đến hài bậc 3 của tần số mong muốn. Phép đo đánh giá phải được thực hiện tại mức công suất sẽ tạo ra cường độ trường mong muốn cao nhất.

Có thể sử dụng các bộ lọc triệt các thành phần hài để cải thiện phổ tần số của bộ khuếch đại công suất (xem Phụ lục D).

1.3.2 Kiểm tra đặc tính tuyến tính của đầu dò

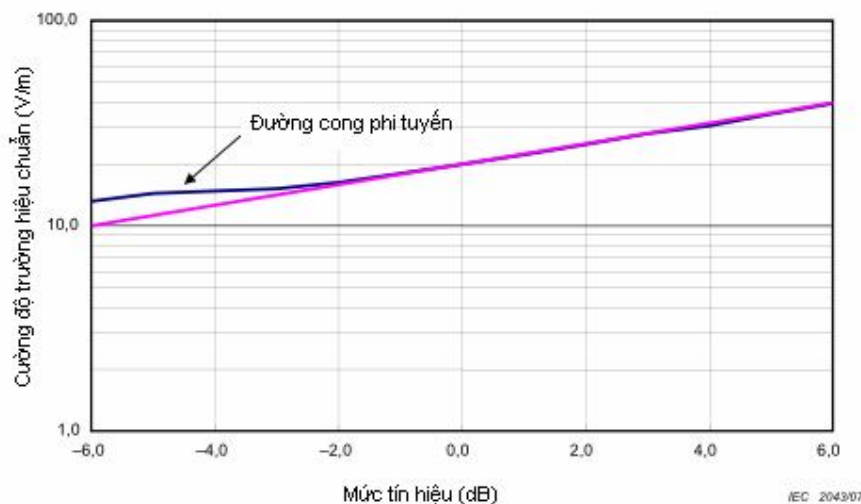
Đặc tính tuyến tính của đầu dò sử dụng cho đánh giá bùồng đo ứng với 1.4.2.5 phải nằm trong khoảng $\pm 0,5$ dB tính từ đường đặc tuyến tuyến tính lý tưởng trong dải động yêu cầu (xem Hình 1.1). Độ tuyến tính của đầu dò phải được xác nhận đối với tất cả dải nếu đầu dò có nhiều dải đo hoặc thiết lập được độ tăng ích.

Nhìn chung độ tuyến tính của đầu dò không thay đổi nhiều theo tần số. Thực hiện việc kiểm tra độ tuyến tính tại một điểm tần số gần với miền trung tâm của dải tần số mong muốn sử dụng, và tại nơi đáp tuyến tần số của đầu dò là tương đối phẳng. Điểm tần số được chọn phải ghi vào trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn.

Cường độ trường khi thực hiện kiểm tra độ tuyến tính của đầu dò phải nằm trong khoảng - 6 dB đến + 6 dB của cường độ trường sử dụng trong quá trình đánh giá bùồng đo, với các bước đủ nhỏ, ví dụ 1 dB. Bảng 1.2 là ví dụ về các mức cường độ trường cần phải kiểm tra cho một ứng dụng 20 V/m.

Bảng 1.2 - Ví dụ kiểm tra tính tuyến tính của đầu dò

Mức tín hiệu, dB	Cường độ trường hiệu chuẩn, V/m
-6,0	13,2
-5,0	14,4
-4,0	14,8
-3,0	15,2
-2,0	16,3
-1,0	18
0	20,0
1,0	22,2
2,0	24,7
3,0	27,4
4,0	30,5
5,0	34,0
6,0	38,0



Hình 1.1 - Ví dụ về đặc tính tuyến tính của đầu dò

1.3.3 Xác định độ tăng ích của anten horn chuẩn

Độ tăng ích trường xa của anten horn hình chóp chuẩn có thể xác định được một cách khá chính xác (với độ không đảm bảo đo nhỏ hơn 0,1 dB có trong [1]¹). Độ tăng ích trường xa thường được đánh giá đối với khoảng cách lớn hơn $8D^2/\lambda$ (với D là đường kính lớn nhất của độ mở horn, và λ là chiều dài bước sóng). Việc hiệu chuẩn các đầu dò trường tại khoảng cách như vậy có thể là không thực tế do yêu cầu về kích thước lớn của buồng không phản xạ và yêu cầu các bộ khuếch đại công suất lớn. Thường thực hiện hiệu chuẩn các đầu dò trong miền trường gần của anten phát. Độ tăng ích trường gần của các anten horn có tăng ích chuẩn được xác định bởi các phương trình được mô tả trong [2]. Tính toán độ tăng ích dựa vào kích thước vật lý của anten horn hình chóp chuẩn với giả thiết tồn tại phân bố pha bậc hai tại phần loa của horn. Độ tăng ích được xác định theo phương pháp này là không phù hợp để thực hiện phép thử VSWR của buồng đo và các phép hiệu chuẩn đầu dò tiếp theo.

Phương trình (như đưa ra trong [2]) được suy ra bằng phép tích phân độ mở với giả thiết rằng không có phản xạ xảy ra tại phần loa của horn và trường tới trên phần loa của horn ở dạng TE_{10} , nhưng có phân bố pha bậc hai đi qua phần loa của horn. Sử dụng các phép xấp xỉ trong khi thực hiện phép tích phân để có được kết quả gần đúng. Không cần tính đến các ảnh hưởng khác như đa phản xạ từ rìa của horn, các dạng phân bố bậc cao hơn tại phần loa của horn. Phụ thuộc vào tần số và thiết kế của horn, sai số thường là trong khoảng $\pm 0,5$ dB, nhưng có thể lớn hơn.

Để có độ chính xác cao hơn, có thể sử dụng phương pháp số học bằng phép tích phân sóng toàn phần. Ví dụ, độ không đảm bảo đo khi tính toán độ tăng ích bằng phương pháp số học có thể giảm xuống nhỏ hơn 5 % [3].

Có thể xác định độ tăng ích của anten horn bằng kinh nghiệm. Ví dụ, có thể xác định độ tăng ích của anten horn tại các khoảng cách đã được làm giảm đi với phương pháp sử dụng 3 anten bằng kỹ thuật ngoại suy như phương pháp được mô tả trong [4], hoặc một vài dạng biến đổi của phương pháp này.

Khuyến nghị khoảng cách tối thiểu giữa anten horn và đầu dò cần thử là $0,5D^2/\lambda$ trong quá trình hiệu chuẩn. Các sóng đứng giữa anten và đầu dò có thể trở nên lớn đối với các khoảng cách gần, điều này sẽ dẫn đến độ không đảm bảo đo lớn trong hiệu chuẩn.

1.4 Hiệu chuẩn đầu dò trường trong các buồng đo không phản xạ

1.4.1 Môi trường hiệu chuẩn

Cần thực hiện hiệu chuẩn đầu dò trong buồng không phản xạ hoàn toàn (FAR) hoặc trong buồng bán phản xạ có phủ vật liệu hấp thụ trên mặt đất thỏa mãn các yêu cầu trong 1.4.2.

Khi sử dụng FAR, kích thước yêu cầu tối thiểu để thực hiện hiệu chuẩn đầu dò là 5 m (dài) x 3 m (rộng) x 3 m (cao).

CHÚ THÍCH 1: đối với các tần số trên vài trăm MHz, sử dụng các anten horn có độ tăng ích chuẩn để tạo ra trường chuẩn bên trong buồng đo không phản xạ là phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất để hiệu chuẩn các đầu dò trường áp dụng cho các ứng dụng theo IEC 61000-4-3. Tại các tần số thấp hơn, chẳng hạn từ 80 MHz đến vài trăm MHz, sử dụng buồng đo không phản xạ là không thực tế. Vì thế có thể hiệu chuẩn đầu dò trường trong các thiết bị khác cũng được dùng cho các phép thử miễn nhiễm điện từ trường. Vì vậy, các ống dẫn sóng TEM được đề cập đến trong phụ lục được coi như là môi trường hiệu chuẩn thay thế cho các tần số thấp nói trên.

Hệ thống và môi trường sử dụng để hiệu chuẩn đầu dò phải đáp ứng các yêu cầu dưới đây.

CHÚ THÍCH 2: có thể sử dụng đầu dò chuyển đổi để tạo ra trường điện từ (xem 1.5.4).

1.4.2 Đánh giá buồng không phản xạ để hiệu chuẩn đầu dò trường

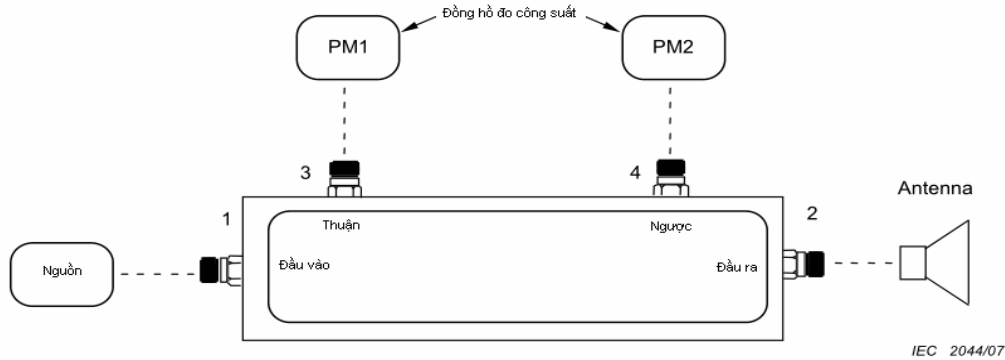
Các phép đo hiệu chuẩn đầu dò giả định với một môi trường không gian tự do. Phép thử VSWR của buồng đo sử dụng đầu dò trường cần được thực hiện để xác định xem buồng đo có được chấp nhận để hiệu chuẩn bộ cảm biến và đầu dò tiếp theo. Phương pháp đánh giá sẽ mô tả đặc tính của buồng đo và vật liệu hấp thụ.

Mỗi một bộ dò có một khối lượng và kích thước nhất định, ví dụ như hộp pin và/hoặc mạch điện. Trong các quá trình hiệu chuẩn khác, vùng lạng hình cầu cần được đảm bảo theo khối lượng hiệu chuẩn. Các yêu cầu cụ thể của phụ lục này tập trung vào các phép thử VSWR cho các điểm nằm trong búp sóng anten dọc các trục.

Với các bộ gá sử dụng cho phép thử thì các ảnh hưởng của chúng (như bộ gá để giữ đầu dò, có thể bị phơi nhiễm trường điện từ và gây can nhiễu đến việc hiệu chuẩn) không thể được đánh giá đầy đủ. Vì vậy, cần có phép thử riêng để đánh giá các ảnh hưởng của bộ gá.

1.4.2.1 Sử dụng các bộ ghép có hướng để đo công suất nguồn đến thiết bị phát

Có thể đo công suất nguồn phát đến thiết bị phát bằng một bộ ghép hai hướng - 4 cổng, hoặc dùng hai bộ ghép đơn hướng - 3 cổng được đấu quay lưng (ở dạng được gọi là “ bộ ghép có hướng kép”). Một cách thiết lập phổ biến là sử dụng một bộ ghép 2 hướng để đo công suất nguồn đến thiết bị phát như mô tả trong Hình I.2.



Hình I.2 - Thiết lập phép đo công suất nguồn đến một thiết bị phát

Các hệ số ghép thuận, ghép ngược và ghép truyền được xác định theo các phương trình dưới đây, trong trường hợp mỗi cổng của bộ ghép được kết nối với một tải và nguồn thích hợp :

$$C_{fwd} = (P_3 / P_1)$$

$$C_{rev} = (P_4 / P_2)$$

$$C_{trans} = (P_2 / P_1)$$

Với P_1, P_2, P_3 và P_4 là giá trị công suất tương ứng với mỗi cổng của bộ ghép có hướng.

Khi đó tổng công suất nguồn truyền đến thiết bị phát là :

$$P_{net} = ((C_{trans} / C_{fwd})PM_1) - (PM_2 / C_{rev})$$

Với PM_1 và PM_2 là các giá trị công suất đọc được của thiết bị đo công suất theo đơn vị đo tuyến tính.

Với VSWR của anten đã biết, thì có thể sử dụng một bộ ghép ba cổng đơn. Ví dụ, khi anten có VSWR là 1,5 thì hệ số phản xạ điện áp tương ứng là 0,2.

Độ chính xác của phép thử chịu ảnh hưởng bởi tính định hướng bộ ghép. Tính định hướng là số đo khả năng cách ly tín hiệu thuận và ngược của bộ ghép. Với các thiết bị phát có phối ghép tốt, thì công suất ngược sẽ nhỏ hơn công suất thuận rất nhiều. Vì vậy ảnh hưởng của tính định hướng là ít quan trọng hơn trong các ứng dụng có tính phản xạ. Ví dụ, khi anten phát có VSWR là 1,5 và bộ ghép có tính định hướng là 20 dB, thì độ không đảm bảo đo cực đại tuyệt đối của phép đo công suất nguồn do tính định hướng hữu hạn là $0,22 \text{ dB} - 0,18 \text{ dB} = 0,04 \text{ dB}$ với phân bố dạng U (với 0,22 dB là suy hao công suất tới biểu kiến do VSWR là 1,5).

Tổng công suất nguồn đến thiết bị phát là :

$$P_{net} = C_{fwd}PM_1(1-VRC^2)$$

1.4.2.2 Sử dụng anten horn để thiết lập trường chuẩn

Độ tăng ích của anten horn được xác định bằng phương pháp mô tả trong I.3.3. Điện trường theo các trục (theo V/m) được xác định bằng :

$$E = \sqrt{\frac{\eta_0 P_{net} g}{4\pi}} \frac{1}{d}$$

Với $\eta_0 = 377 \Omega$ cho không gian tự do, P_{net} (theo W) là tổng công suất nguồn được xác định bằng phương pháp mô tả trong I.4.2.1, g là độ tăng ích của anten xác định theo I.3.3 và d (theo m) là khoảng cách tính từ loa của anten.

I.4.2.3 Bước tần số và dải tần số đánh giá bùồng đo

Phép kiểm tra VSWR của bùồng đo phải bao gồm dải tần tại đó việc hiệu chuẩn đầu dò được xem xét, và sử dụng các bước tần số hiệu chuẩn giống nhau như trong I.2.3.

Các phép kiểm tra VSWR phải được thực hiện trong bùồng đo tại các tần số thấp nhất và cao nhất của dải tần hoạt động của mỗi anten. Khi sử dụng các bùồng đo băng hẹp, thì phải kiểm tra VSWR tại nhiều điểm tần số hơn. Cần sử dụng bùồng đo để hiệu chuẩn đầu dò chỉ trong dải tần đáp ứng được các chỉ tiêu về VSWR.

I.4.2.4 Thủ tục đánh giá bùồng đo

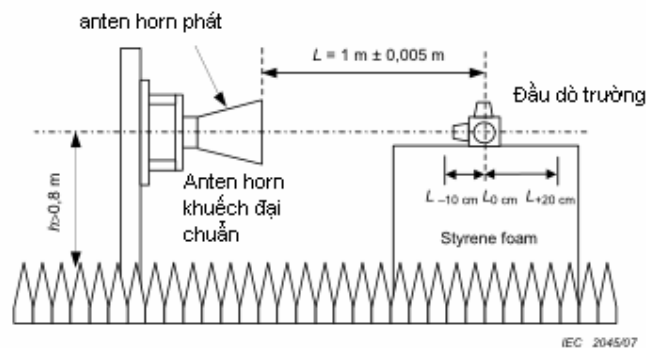
Phải đánh giá bùồng đo dùng để hiệu chuẩn đầu dò theo thủ tục dưới đây, ngoại trừ các trường hợp do các điều kiện vật lý của bùồng đo không cho phép sử dụng để thực hiện phép đo. Trong các trường hợp như vậy, sử dụng phương pháp thay thế mô tả trong I.4.2.7.

Sử dụng giá đỡ bằng vật liệu có hằng số điện môi thấp để đặt đầu dò tại vị trí đo như trong Hình I.3 và Hình I.4.

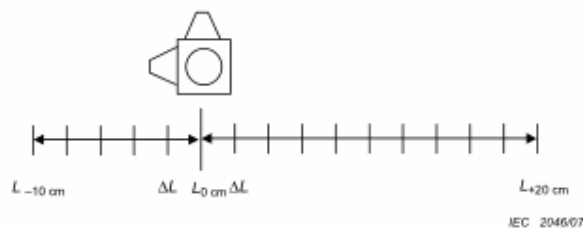
Đầu dò được đặt tại vị trí như trong trường hợp hiệu chuẩn. Phải thay đổi sự phân cực của đầu dò và vị trí của nó dọc theo ống ngắm của anten horn phát để xác định VSWR của bùồng đo. Sử dụng anten phát giống nhau trong cả phép kiểm tra VSWR của bùồng đo và hiệu chuẩn đầu dò.

Việc bố trí anten horn có độ tăng ích chuẩn và đầu dò bên trong bùồng đo được mô tả trong Hình I.3. Phải thiết lập đầu dò và anten horn trên cùng một trục nằm ngang với khoảng cách phân tách L được tính từ mặt trước của anten đến điểm giữa của đầu dò.

Trong mọi trường hợp đầu dò phải được đặt theo hướng ngang với trung tâm của bề mặt anten horn.



Hình I.3 - Thiết phép kiểm tra tính xác thực của bùồng đo



Hình I.4 - Chi tiết cho vị trí đo ΔL

TCVN xxxx:2013

Các thiết lập được mô tả trong Hình I.3 và Hình I.4, với $L_{-10\text{ cm}}$ đến $L_{+20\text{ cm}}$ là khoảng cách hiệu chuẩn đầu dò, tính từ bề mặt của anten horn đến điểm giữa của đầu dò trường, $L_0\text{ cm}$ là vị trí 0.

Các vị trí đo sẽ là $L - 10\text{ cm}$, $L - 8\text{ cm}$, $L - 6\text{ cm}$,..., L_0 , $L + 2\text{ cm}$, $L + 4\text{ cm}$,..., $L + 20\text{ cm}$, $\Delta L = 2\text{ cm}$.

Nếu đầu dò được đặt trong trường gần của anten horn phát (khoảng cách nhỏ hơn $2 D^2/\lambda$, với D là đường kính lớn nhất của anten và λ là chiều dài bước sóng trong không gian tự do), độ tăng ích của anten horn là thay đổi, và cần được xác định tại mỗi vị trí của điểm đo.

Công suất không đổi tạo ra cường độ trường nhất định (ví dụ 20 V/m) tại khoảng cách 1 m áp dụng cho tất cả các vị trí của đầu dò. Với anten phát và đầu dò đều phân cực dọc, đọc chỉ thị của đầu dò cho tất cả các vị trí tại tất cả các tần số ghi được. Lặp lại phép kiểm tra với anten phát và đầu dò phân cực ngang.

Tất cả các chỉ số đọc được phải thỏa mãn yêu cầu trong I.4.2.5.

I.4.2.5 Chỉ tiêu chấp nhận cho VSWR

Phải so sánh các kết quả đo VSWR theo thủ tục dưới đây. Để tính toán cường độ trường, tham khảo cách tính trong I.4.2.2.

a) Tính toán cường độ trường

Cường độ điện trường trong miền không gian giữa các khoảng cách 90 cm và 120 cm được tính toán với các bước 2 cm cho mỗi tần số.

Việc tính toán này dựa vào cường độ trường E tại khoảng cách 1 m đã sử dụng cho việc đánh giá buồng đo.

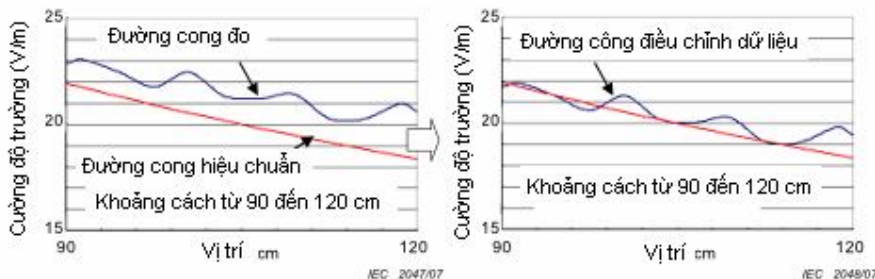
b) Điều chỉnh dữ liệu.

Điều chỉnh dữ liệu theo quá trình dưới đây do đầu dò sử dụng để đo VSWR có thể đưa ra các giá trị đọc được khác với cường độ trường được tính toán.

- giá trị chỉ thị cường độ trường E của đầu dò tại khoảng cách 1 m phải được điều chỉnh đến giá trị cường độ trường tính toán được cho khoảng cách 1 m . Sử dụng kết quả chênh lệch giữa chỉ thị cường độ trường của đầu dò và giá trị cường độ trường tính được là giá trị điều chỉnh k áp dụng cho tất cả dữ liệu tại vị trí 90 cm và 120 cm .

Ví dụ: so sánh giữa giá trị đo đầu dò V_{mv} (chẳng hạn 21 V/m) và giá trị tính được V_{cv} (chẳng hạn 20 V/m) tại khoảng cách 1 m . Trong trường hợp này giá trị điều chỉnh k là: $V_{cv} - V_{mv} = -1\text{ V/m}$

- giá trị điều chỉnh k phải được thêm vào số liệu đo được tại các vị trí đo từ 90 cm đến 120 cm .
- áp dụng cách tính toán tương tự cho tất cả các giá trị đo được tại tất cả các tần số đo. Trong trường hợp trên, $k = -1\text{ V/m}$. Vì vậy $k = -1$ được bổ sung vào tất cả các dữ liệu đo của phép đo đầu dò.



Hình I.5 - Ví dụ về điều chỉnh dữ liệu

c) So sánh dữ liệu tính toán và dữ liệu đo

Nếu kết quả so sánh giữa đường cong dữ liệu đo và đường cong dữ liệu tính toán vượt quá $\pm 0,5\text{ dB}$ tại bất kỳ điểm đo nào thì buồng đo sẽ không được sử dụng để hiệu chuẩn đầu dò.

CHÚ THÍCH: chỉ tiêu 0,5 dB được thiết lập theo độ không đảm bảo đo và đã được một vài buồng đo hiện có xác nhận rằng phù hợp để hiệu chuẩn các đầu dò trường (bao gồm ít nhất một tổ chức đo lường hiệu chuẩn quốc gia).

Một vài đầu dò trường có hộp bằng kim loại hoặc một cực, chẳng hạn như của ắc quy hoặc một bảng mạch. Các khối này có thể gây ra các nhiễu phản xạ tại các tần số và khoảng cách nhất định. Khi sử dụng các đầu dò kiểu như vậy, phải giảm thiểu các ảnh hưởng của nhiễu phản xạ, chẳng hạn như bằng cách xoay tròn đầu dò hoặc thay đổi hướng của đầu dò.

1.4.2.6 Đánh giá giá đỡ đầu dò

Giá đỡ đầu dò có thể gây ra phản xạ trường điện từ trong khi hiệu chuẩn đầu dò. Vì vậy, ảnh hưởng giá đỡ đến kết quả hiệu chuẩn phải được kiểm tra trước khi thực hiện hiệu chuẩn.

Thủ tục kiểm tra được quy định trong điều này phải được thực hiện cho bất kỳ giá đỡ đầu dò mới được sử dụng.

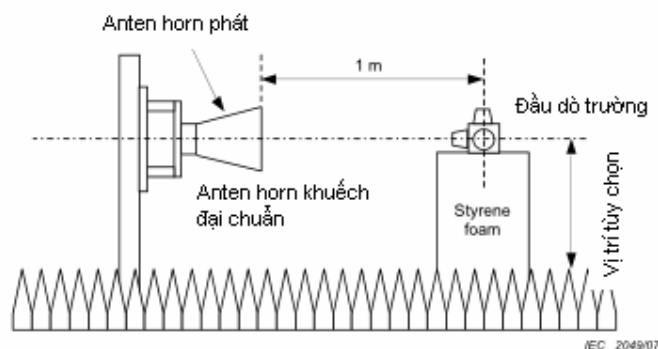
Thủ tục :

- 1) Đặt đầu dò trên một giá đỡ chuẩn được làm bằng vật liệu có hằng số điện môi thấp, nhỏ hơn 1,2 và có đường suy hao điện môi nhỏ hơn 0,005. Vị trí của đầu dò giống như trong phép hiệu chuẩn. Giá đỡ chuẩn cần càng nhỏ càng tốt. Bất kỳ cấu trúc đỡ nào khác nên cách đầu dò tối thiểu là 50 cm. Nên tránh bố trí các cấu trúc đỡ (giữa anten và đầu dò) ở mặt trước và mặt sau của đầu dò.
- 2) Tạo một trường chuẩn trong giới hạn dải động của đầu dò tại vị trí hiệu chuẩn.
- 3) Ghi lại chỉ số đọc được của đầu dò tại các điểm tần số hiệu chuẩn. Xoay và đặt lại đầu dò nếu cần thiết để phù hợp với các dạng hình học của đầu dò cần hiệu chuẩn (đối với các đầu dò đẳng hướng 3 trục, cần xử lý riêng cho mỗi trục), lặp lại các bước 1) và 2). Ghi lại giá trị đọc được của đầu dò cho tất cả các hướng.
- 4) Bỏ giá đỡ chuẩn đi, thay bằng giá đỡ cần hiệu chuẩn, lặp lại các bước 2) và 3).
- 5) So sánh các giá trị từ các bước 3) và 4). Kết quả thu được phải nhỏ hơn $\pm 0,5$ dB cho mỗi hướng của đầu dò.

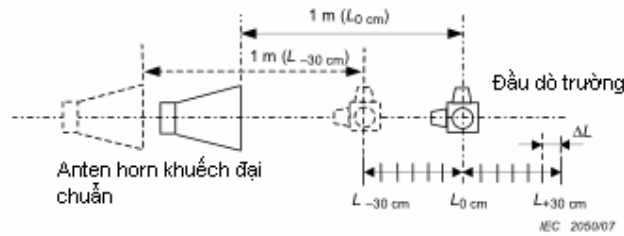
1.4.2.7 Thủ tục đánh giá buồng đo thay thế

Sử dụng thủ tục thay thế này khi không áp dụng được thủ tục mô tả trong 1.4.2.4.

Đặt đầu dò trường tại vị trí để hiệu chuẩn. Phải thay đổi sự phân cực của đầu dò và vị trí của nó dọc theo ống ngắm của anten horn phát để xác định VSWR của buồng đo. Sử dụng anten phát giống nhau trong cả phép kiểm tra VSWR của buồng đo và hiệu chuẩn đầu dò.



Hình 1.6 - Ví dụ bố trí phép thử cho anten và đầu dò.



Hình 1.7 - Thiết lập phép kiểm tra sự hợp lệ của buồng đo

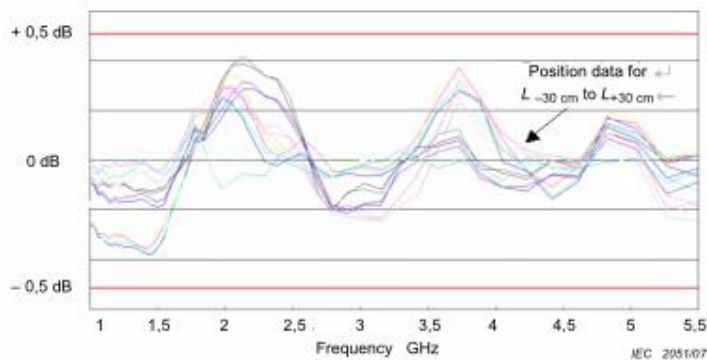
Thiết lập phép kiểm tra mô tả trong Hình 1.6 và 1.7, khoảng cách hiệu chuẩn đầu dò được đo từ bề mặt của anten horn đến điểm trung tâm của đầu dò, và khoảng cách này được duy trì cố định, ví dụ 1 m.

Cần sử dụng các giá đỡ đầu dò bằng vật liệu có hằng số điện môi thấp để tránh ảnh hưởng lên phép đo. Các giá đỡ đầu dò hiệu chuẩn được kiểm tra riêng (xem 1.4.2.6).

Các vị trí đo là $L - 30\text{ cm}$, $L - 25\text{ cm}$, $L - 20\text{ cm}$, ..., L_0 , $L + 5\text{ cm}$, $L + 10\text{ cm}$, ..., $L + 30\text{ cm}$, $\Delta L = 5\text{ cm}$

Một trường không đổi, ví dụ 20 V/m, được tạo ra cho tất cả các vị trí. Cường độ trường tạo ra phải nằm trong dải động của đầu dò trường. Với anten phát và đầu dò đều phân cực dọc, đọc giá trị chỉ thị của đầu dò cho tất cả các vị trí tại tất cả các tần số. Lặp lại phép kiểm tra với anten phát và đầu dò phân cực ngang.

Tại mỗi tần số, sẽ có 26 giá trị đọc được độc lập (13 vị trí, và hai loại phân cực). Độ phân tán cực đại các giá trị đọc được tại mỗi tần số phải nhỏ hơn $\pm 0,5\text{ dB}$.



Hình 1.8 - Ví dụ về dữ liệu đánh giá buồng đo của phương pháp thay thế.

1.4.3 Thủ tục hiệu chuẩn đầu dò

Một vài đầu dò hiện đại có hệ số điều chỉnh trong để có được đáp tuyến tuyến tính. Các phòng thí nghiệm hiệu chuẩn có thể điều chỉnh hệ số này trong quá trình hiệu chuẩn để có được đáp tuyến đầu dò nằm trong khoảng $\pm 0,5\text{ dB}$ của đáp tuyến lý tưởng. Nếu có sự điều chỉnh hệ số này, các phòng thí nghiệm hiệu chuẩn phải báo cáo đặc tính trước và sau khi điều chỉnh.

Phải tiến hành kiểm tra độ tuyến tính các đầu dò cần hiệu chuẩn. Tham khảo 1.3.2 về các ảnh hưởng của độ tuyến tính lên hệ thống hiệu chuẩn.

CHÚ THÍCH : khi không thể điều chỉnh đầu dò, người sử dụng phải bù lại bất kỳ sự phi tuyến nào khi thực hiện hiệu chuẩn trường đồng nhất.

Quá trình hiệu chuẩn đầu dò phải áp dụng các điều kiện về hệ thống/môi trường đo thỏa mãn yêu cầu trong 1.4.

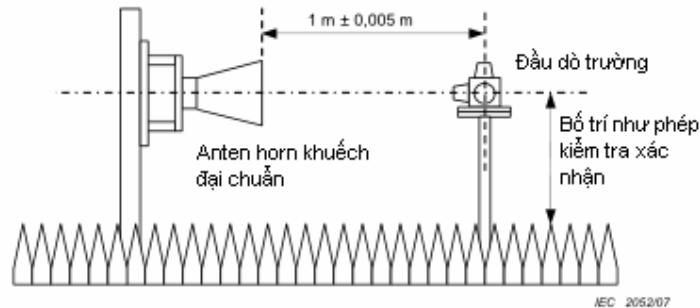
1.4.3.1 Thiết lập phép đo

Một giá đỡ không đáp ứng đầy đủ các yêu cầu trong 1.4.2.6 có thể gây ra độ không đảm bảo đo lớn. Vì vậy phải kiểm tra giá đỡ theo 1.4.2.6.

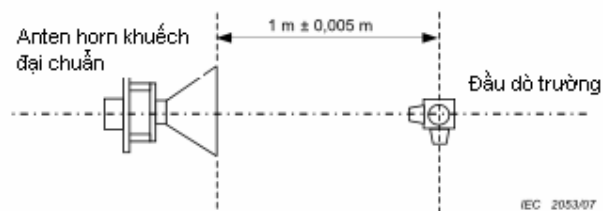
Tốt nhất là thực hiện việc hiệu chuẩn đầu dò trường với hướng đầu dò trường phù hợp với chỉ tiêu kỹ thuật của nhà sản xuất hoặc chỉ tiêu kỹ thuật của người sử dụng. Hướng của đầu dò cũng được sử

dụng trong phòng thí nghiệm để hạn chế ảnh hưởng của sự đẳng hướng. Nếu nhà sản xuất không quy định hướng của đầu dò bằng văn bản, thì thực hiện việc hiệu chuẩn với hướng của đầu dò được xem là “hướng sử dụng bình thường” của đầu dò hoặc theo hướng được phòng thí nghiệm quy định (nơi sẽ sử dụng đầu dò). Trong bất kỳ trường hợp nào, báo cáo hiệu chuẩn phải bao gồm cả hướng sử dụng đầu dò trường khi thực hiện hiệu chuẩn.

Hình I.9 và I.10 mô tả ví dụ về thiết lập phép đo.



Hình I.9 - Bố trí hiệu chuẩn đầu dò trường



Hình I.10 - Bố trí hiệu chuẩn đầu dò trường (nhìn từ trên xuống)

I.4.3.2 Biên bản hiệu chuẩn

Kết quả đo có được trong I.4.3.1 phải được báo cáo trong biên bản hiệu chuẩn.

Biên bản hiệu chuẩn phải gồm tối thiểu các mục sau :

- a) môi trường hiệu chuẩn;
- b) nhà sản xuất đầu dò;
- c) loại thiết kế;
- d) số xeri;
- e) ngày hiệu chuẩn;
- f) nhiệt độ và độ ẩm;
- g) chi tiết về số liệu hiệu chuẩn :
 - tần số;
 - cường độ trường áp dụng (V/m)
 - chỉ số của đầu dò (V/m)
 - hướng của đầu dò;
- h) độ không đảm bảo đo.

I.5 Phương pháp và môi trường hiệu chuẩn đầu dò thay thế

Mục này mô tả yêu cầu về môi trường áp dụng cho các vị trí hiệu chuẩn thay thế, ví dụ cần để hiệu chuẩn trong dải tần số thấp.

Phải thực hiện hiệu chuẩn trong môi trường quy định độc lập với môi trường thử được quy định trong tiêu chuẩn này. Khác với EUT là đối tượng để thử miễn nhiễm, các đầu dò trường thường nhỏ và không được trang bị cáp dẫn.

I.5.1 Sử dụng các TEM để hiệu chuẩn đầu dò trường

Có thể sử dụng một TEM hình chữ nhật để tạo ra các trường chuẩn cho việc hiệu chuẩn đầu dò trường. Tần số sử dụng mức cao của một TEM có thể được xác định bằng phương pháp mô tả trong điều 5.1 của tiêu chuẩn IEC 61000-4-20. Các tần số mức cao của một ô TEM thường là một vài trăm MHz. Cường độ trường tại trung tâm của TEM được tính như sau :

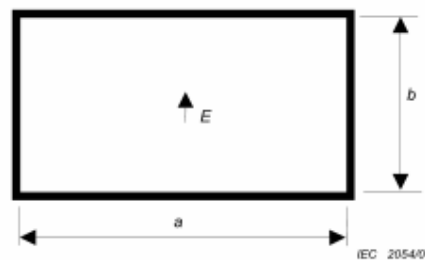
$$E = \frac{\sqrt{Z_0 P_{net}}}{h} \text{ (V/m)},$$

Với Z_0 là trở kháng riêng của TEM (thường là 50Ω), P_{net} là tổng công suất nguồn tính theo W, công suất này được xác định như trong 1.4.2.1, h là khoảng cách phân tách giữa vách ngăn và mặt phẳng đỉnh hoặc mặt phẳng đáy tính theo m.

VSWR của TEM phải duy trì thấp, ví dụ nhỏ hơn 1,3 để giảm thiểu độ không đảm bảo đo.

Một phương pháp thay thế đo P_{net} là sử dụng một TEM đã hiệu chuẩn, nối cổng ra của TEM với bộ suy hao có VSWR thấp và với bộ cảm biến công suất.

I.5.2 Sử dụng buồng đo dạng ống dẫn sóng để hiệu chuẩn đầu dò trường



Hình I.11 - Mặt cắt của buồng đo dạng ống dẫn sóng

Các phòng thử nghiệm hiệu chuẩn phải đảm bảo rằng buồng đo dạng ống dẫn sóng hoạt động ở chế độ TE_{10} ưu tiên. Phải tránh các tần số có thể kích thích các chế độ có bậc cao hơn. Nhà sản xuất ống dẫn sóng thường quy định dải tần số chỉ có ở chế độ ưu tiên hoạt động. Có thể xác định được các tần số này dựa vào kích thước của ống dẫn sóng. Việc sử dụng buồng đo dạng ống dẫn sóng bị giới hạn trong dải tần khoảng từ 300 MHz đến 1 000 MHz với các đầu dò có kích thước điển hình.

Với ống dẫn sóng có kích thước bên trong là a (m) x b (m) ($a > b$), thì tần số giới hạn của chế độ TE_{10} là :

$$(f_c)_{10} = \frac{1}{2a\sqrt{\mu\epsilon}}$$

Với μ và ϵ độ thấm từ và hằng số điện môi của môi trường ống dẫn sóng. Với ống dẫn sóng điền đầy khí thì $\mu = \mu_0 = 400 \text{ nHm}^{-1}$ và $\epsilon = \epsilon_0 = 8,854 \text{ pFm}^{-1}$. Tần số giới hạn của buồng đo dạng ống dẫn sóng điền đầy khí là :

$$(f_c)_{10} = \frac{150}{a} \text{ MHz.}$$

Cường độ trường tại trung tâm của ống dẫn sóng là :

$$E = \sqrt{\frac{2\eta_0 P_{net}}{ab\sqrt{1 - (f_c)_{10}/f}^2}} \quad (\text{V/m}),$$

Với f (tính theo MHz) là tần số hoạt động, $\eta_0 = 377 \Omega$ áp dụng cho ống dẫn sóng khí, P_{net} (tính theo W) là công suất nguồn cung cấp cho ống dẫn sóng, và xác định theo I.4.2.1. Lưu ý rằng trường bên trong buồng đo dạng ống dẫn sóng không phải là một sóng TEM, và cường độ trường tại trung tâm của ống dẫn sóng là lớn nhất (với phân bố hình sin, giảm dần tới không theo hình chóp nón theo cạnh tường). Khuyến nghị thực hiện phép hiệu chuẩn đầu dò tại trung tâm của ống dẫn sóng, nơi cường độ phân bố trường thay đổi ít (có tính đồng nhất hơn) hơn so với các vị trí khác. Để biết thêm thông tin chi tiết hơn về ống dẫn sóng bao gồm cả cách tính các tần số cắt tham khảo [5].

I.5.3 Sử dụng các ống dẫn sóng hở để hiệu chuẩn đầu dò trường

Tồn tại một giải pháp phân tích và một giải pháp thực nghiệm để tính toán độ tăng ích trường gần của các ống dẫn sóng hở được giới thiệu trong [6]. Do không có giải pháp lý thuyết đơn giản nào để tính độ tăng ích trường gần của ống dẫn sóng hở, nên có thể sử dụng kỹ thuật tính toán số toàn sóng hoặc cá kỹ thuật đo được mô tả trong [4].

Một khi xác định được độ tăng ích trường gần của các ống dẫn sóng hở, thì quá trình hiệu chuẩn phải theo thủ tục có trong I.4.3.

I.5.4 Sử dụng phương pháp biến đổi độ tăng ích để hiệu chuẩn đầu dò trường

Có thể sử dụng đầu dò chuyển đổi để tạo các trường chuẩn trong một thiết bị tạo trường (thiết bị làm việc chuẩn). Có thể xác định được đáp tuyến của đầu dò chuyển đổi bằng các tính toán lý thuyết (các đầu dò hai cực), hoặc thực hiện hiệu chuẩn theo các phương pháp trong I.5.1 hoặc I.5.2. Hàm truyền của thiết bị chuẩn (ví dụ như một TEM tần số GHz) được xác định bằng đầu dò chuyển đổi. Phân bố trường của thiết bị chuẩn phải được ghép với đầu dò chuyển đổi, tức là phải tiến hành đo tại một vài vị trí cần thiết để đánh giá được tính đồng nhất của trường trong phép thử. Một khi đã xác định được hàm truyền của thiết bị chuẩn, thì có thể thực hiện hiệu chuẩn đầu dò tại các mức công suất khác miễn là thiết bị chuẩn vẫn tuyến tính. Phải hiệu chuẩn đầu dò tại các vị trí giống như khi thực hiện với đầu dò chuyển đổi.

Phải đáp ứng các điều kiện dưới đây để thực hiện phương pháp chuyển đổi được chính xác :

- không được thay đổi các thiết lập giữa các thủ tục hiệu chuẩn và thủ tục chuyển đổi;
- phải giữ nguyên vị trí đầu dò trong các phép đo;
- duy trì công suất phát giống nhau;
- cấu trúc của đầu dò cần đo và đầu dò chuyển đổi phải tương tự nhau (như là kích thước và thiết kế)
- cáp kết nối bộ cảm biến và phần đọc kết quả không được gây nhiễu hoặc thu nhận trường.
- thiết bị chuẩn là một buồng đo lớn.

Tham khảo [7] và [8] để có thông tin chi tiết hơn về phương pháp này.

I.6 Tài liệu tham khảo cho Phụ lục I

[1] STUBENRAUCH, C., NEWELL, C. A. C., REPJAR, A. C. A., MacREYNOLDS, K., TAMURA D. T., LARSON, F. H., LEMANCZYK, J., BEHE, R., PORTIER, G., ZEHREN, J. C., HOLLMANN, H., HUNTER, J. D., GENTLE, D. G., and De VREEDE, J. P. M. International Intercomparison of Horn Gain at X-Band. IEEE Trans. On Antennas and Propagation, October 1996, Vol. 44, No. 10.

[2] IEEE 1309, Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz.

[3] KANDA, M. and KAWALKO, S. Near-zone gain of 500 MHz to 2.6 GHz rectangular standard pyramidal horns. IEEE Trans. On EMC, 1999, Vol. 41, No. 2.

TCVN xxxx:2013

[4] NEWELL, Allen C., BAIRD, Ramon C. and Wacker, Paul F. Accurate measurement of antenna gain and polarization at reduced distances by extrapolation technique. IEEE Trans. On Antennas and Propagation, July 1973, Vol. AP-21, No. 4.

[5] BALANIS, C. A.. Advanced Engineering Electromagnetics. John Wiley & Sons, Inc., 1989, pp 363-375.

[6] WU, Doris I. and KANDA, Motohisa. Comparison of theoretical and experimental data for the near field of an open-ended rectangular waveguide. IEEE Trans. On Electromagnetic Compatibility, November 1989, Vol. 31, No. 4.

[7] GLIMM, J., MÜNTER, K., PAPE, R., SCHRADER, T. and SPITZER, M. The New National Standard of EM Field Strength; Realisation and Dissemination. 12th Int. Symposium on EMC, Zurich, Switzerland, February 18-20, 1997, ISBN 3-9521199-1-1, pp. 611-613.

[8] GARN, H., BUCHMAYR, M., and MULLNER, W. Precise calibration of electric field sensors for radiated-susceptibility testing. Frequenz 53 (1999) 9-10, Page 190-194.

Phụ lục J (Tham khảo)

Độ không đảm bảo đo do thiết bị thử

J.1 Tổng quan

Phụ lục này cung cấp thông tin về độ không đảm bảo đo của mức thử được thiết lập theo các yêu cầu cụ thể của phương pháp thử quy định trong tiêu chuẩn này. Xem [1,2] để biết thêm thông tin chi tiết hơn.

Phụ lục này đưa ra ví dụ về cách chuẩn bị quỹ không đảm bảo đo dựa theo mức thử được thiết lập. Các tham số khác của đại lượng nhiễu như tần số điều chế, độ sâu điều chế, các hài tạo ra bởi bộ khuếch đại cũng có thể được phòng thí nghiệm tính đến theo cách phù hợp. Phương pháp luận trong phụ lục này được xem là có thể áp dụng với tất cả các tham số của đại lượng nhiễu.

Xem xét yếu tố cấu thành độ không đảm bảo đo đến tính đồng nhất của trường bao gồm cả ảnh hưởng của vị trí thử.

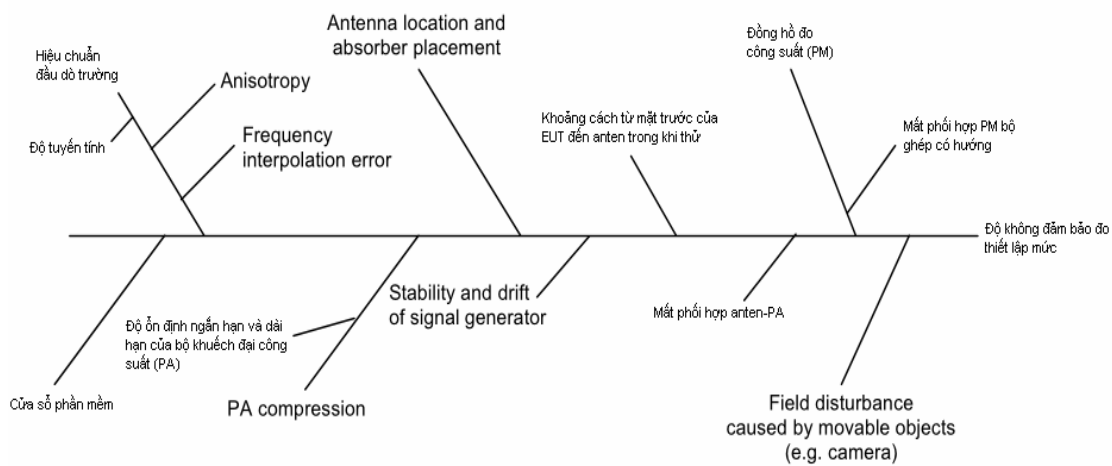
J.2 Quỹ không đảm bảo đo cho thiết lập mức thử

J.2.1 Định nghĩa giá trị đo

Giá trị đo là cường độ trường điện thử giả định (không có EUT) tại điểm của UFA đã được lựa chọn theo các bước trong 6.2.1 bước a) và trong 6.2.2 bước a) của tiêu chuẩn này.

J.2.2 Các thành phần tạo nên độ không đảm bảo đo của giá trị đo

Các sơ đồ ảnh hưởng sau (Hình J.1) đưa ra ví dụ về các ảnh hưởng đến mức thử thiết lập. Nó áp dụng cho cả quá trình hiệu chuẩn và quá trình thử, cần lưu ý là đây không phải là sơ đồ đầy đủ. Các thành phần quan trọng nhất từ các sơ đồ ảnh hưởng này đã được lựa chọn cho các bảng quỹ không đảm bảo đo J.1 và J.2. Ít nhất, phải sử dụng các thành phần cấu thành liệt kê trong Bảng J.1 đến J.2 để tính toán quỹ không đảm bảo đo để so sánh quỹ không đảm bảo đo của các điểm thử hoặc phòng thí nghiệm khác nhau. Lưu ý là một phòng thí nghiệm có thể có bổ sung thêm các thành phần cấu thành khác, khi tính toán độ không đảm bảo đo dựa trên cơ sở điều kiện cụ thể của nó.



IEC 431/10

Hình J.1 – Ví dụ ảnh hưởng lên thiết lập mức đo

J.2.3 Ví dụ tính toán độ không đảm bảo đo mở rộng

Cần phải nhận thấy rằng các thành phần cấu thành áp dụng cho việc hiệu chuẩn và thử nghiệm là không giống nhau. Điều này dẫn đến quỹ khác nhau về độ không đảm bảo đo cho mỗi quá trình.

TCVN xxxx:2013

Trong tiêu chuẩn cơ sở này, trường bên trong buồng thử được hiệu chuẩn trước khi thử trên EUT. Phụ thuộc vào cấu hình thử, một vài thành phần cấu thành có thể không được xét đến khi tính toán độ không đảm bảo đo. Các ví dụ có thành phần này được bù bởi điều khiển mức của công suất đầu ra của bộ khuếch đại hoặc không thay đổi giữa việc hiệu chuẩn và thử (mất phối hợp giữa anten và bộ khuếch đại)

Đầu dò trường và thiết bị giám sát công suất (có tính lặp lại hơn là độ tuyến tính và độ chính xác của phép đo) không được bao gồm trong điều khiển mức của công suất đầu ra và các thành phần cấu thành của nó cần được xem xét trong việc đánh giá độ không đảm bảo đo.

Bảng J.1 và J.2 đưa ra các ví dụ về quỹ không đảm bảo đo đối với mức thiết lập. Quỹ không đảm bảo đo gồm 2 phần, độ không đảm bảo đo đối với hiệu chuẩn và đối với phép thử.

Bảng J.1 – Quá trình hiệu chuẩn

Ký hiệu	Nguồn không đảm bảo X_i	$U(x_i)$	Đơn vị	Phân bố	Ước số	$u(x_i)$	Đơn vị	c_i	$u_i(y)$	Đơn vị	$u_i(y)^2$
FP	Hiệu chuẩn đầu dò trường	1,7	dB	Chuẩn $k=2$	2	0,85	dB	1	0,85	dB	0,72
PM _c	Đồng hồ đo công suất	0,3	dB	Chữ nhật	1,73	0,17	dB	1	0,17	dB	0,03
PA _c	Biến đổi nhanh độ khuếch đại của bộ khuếch đại công suất	0,2	dB	Chữ nhật	1,73	0,12	dB	1	0,12	dB	0,01
SW _c	Độ chính xác thiết lập mức SW	0,6	dB	Chữ nhật	1,73	0,35	dB	1	0,35	dB	0,12
$\Sigma u_i(y)^2$											0,88
$\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											0,94
Độ không đảm bảo đo mở rộng U(y)(CAL) $k = 2$											1,88 dB

Bảng J.2 – Mức thiết lập

Ký hiệu	Nguồn không đảm bảo X_i	$U(x_i)$	Đơn vị	Phân bố	Ước số	$u(x_i)$	Đơn vị	c_i	$u_i(y)$	Đơn vị	$u_i(y)^2$
CAL	Hiệu chuẩn đầu dò trường	1,88	dB	Chuẩn $k = 2$	2	0,94	dB	1	0,94	dB	0,89
AL		0,38	dB	Chữ nhật	1	0,38	dB	1	0,38	dB	0,14
PM _t ^{a)}	Đồng hồ đo công suất	0,3	dB	Chữ nhật	1,73	0,17	dB	1	0,17	dB	0,03
PA _t		0,2	dB	Chữ nhật	1,73	0,12	dB	1	0,12	dB	0,01

Ký hiệu	Nguồn không đảm bảo X_i	$U(x_i)$	Đơn vị	Phân bố	Ước số	$u(x_i)$	Đơn vị	c_i	$u_i(y)$	Đơn vị	$u_i(y)^2$
SW_i	Độ chính xác thiết lập mức SW	0,6	dB	Chữ nhật	1,73	0,35	dB	1	0,35	dB	0,12
SG	Tính ổn định của máy phát tín hiệu	0,13	dB	Chữ nhật	1,73	0,08	dB	1	0,08	dB	0,01
$\Sigma u_i(y)^2$											1,20
$\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$											1,10
Độ không đảm bảo đo mở rộng $U(y)(CAL) k = 2$											2,19 dB

a) Nếu mức điều khiển của mức đầu ra bộ tạo tín hiệu dựa trên máy đo công suất được sử dụng, PM_i được nhập vào trong bảng, nếu không, độ ổn định và độ trôi của bộ tạo tín hiệu cũng như của bộ khuếch đại công suất phải được tính đến. Trong ví dụ này, bộ khuếch đại công suất không góp phần vào quỹ không đảm bảo đo vì nó là một phần của điều khiển đầu ra của bộ khuếch đại công suất, do vậy chỉ cần xét đến sự đóng góp của máy đo công suất là đủ.

J.2.4 Giải thích thuật ngữ

FP – là độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn, sự không cân bằng của đầu dò trường, đáp tuyến tần số và độ nhạy nhiệt độ của đầu dò trường. Thông thường, những số liệu này có thể thu được từ bảng dữ liệu đầu dò và/ hoặc giấy chứng nhận hiệu chuẩn.

PM_c – là độ không đảm bảo đo của máy đo công suất, bao gồm bộ cảm biến của nó, được lấy từ đặc tính của nhà sản xuất hoặc chứng nhận hiệu chuẩn.

PA_c – là độ không đảm bảo đo phát sinh từ sự biến đổi nhanh độ khuếch đại của bộ khuếch đại công suất sau khi đã đạt được trạng thái ổn định.

SW_c – là độ không đảm bảo đo phát sinh từ bước tần số rời rạc của bộ tạo tần số và phần mềm cho việc thiết lập mức trong quá trình hiệu chuẩn. Thông thường, phần mềm có thể được điều chỉnh bởi các phòng thử nghiệm.

CAL – là độ không đảm bảo mở rộng liên quan đến quá trình hiệu chuẩn.

SG – là độ trôi của bộ tạo tín hiệu thử trong thời gian quét.

AL – độ không đảm bảo đo phát sinh từ việc tháo bỏ và thay thế anten và bộ hấp thụ (absorbers). Theo Hướng dẫn 98-3 của ISO/IEC, sự thay đổi vị trí của anten và vị trí của bộ hấp thụ là các thành phần cấu thành phân bố loại A, có nghĩa là độ không đảm bảo đo của chúng có thể được đánh giá bằng sự phân tích thống kê của một chuỗi các sự kiện quan trắc. Thông thường, phân bố loại A không phải là một phần của độ không đảm bảo đo của thiết bị đo, tuy nhiên, các phân bố này vẫn được xét đến bởi tầm quan trọng của chúng và mối liên quan chặt chẽ của chúng với thiết bị đo.

PM_i – là độ không đảm bảo đo của máy đo công suất, bao gồm các bộ cảm biến, được lấy từ đặc tính của nhà sản xuất (được xem như một dạng phân bố chữ nhật) hoặc giấy chứng nhận hiệu chuẩn (được xem như một dạng phân bố chuẩn). Nếu sử dụng cùng một máy đo công suất cho cả hiệu chuẩn và đo thử, thành phần cấu thành này có thể giảm xuống do tính lặp lại và tuyến tính của bộ khuếch đại công suất. Cách tiếp cận này được áp dụng trong bảng.

Thành phần này có thể bỏ qua nếu sử dụng cấu hình đo không có điều khiển đầu ra bộ khuếch đại công suất (ngược lại với Hình 7 của tiêu chuẩn này). Trong trường hợp này, độ không đảm bảo đo của bộ tạo tín hiệu và bộ khuếch đại công suất phải được kiểm tra lại.

PA_i – độ không đảm bảo đo phát sinh từ sự biến đổi nhanh độ khuếch đại của bộ khuếch đại công suất sau khi đã đạt được trạng thái ổn định.

TCVN xxxx:2013

SW_t – là độ không đảm bảo đo phát sinh từ bước tần số rời rạc của máy phát tín hiệu và phần mềm cho việc thiết lập mức trong quá trình hiệu chuẩn. Thông thường, phần mềm có thể điều chỉnh bởi các phòng thử nghiệm.

SG – là độ trôi của bộ phát tín hiệu thử trong thời gian quét.

J.3 Ứng dụng

Độ không đảm bảo đo được tính toán (độ không đảm bảo đo mở rộng) có thể được sử dụng cho nhiều mục đích, ví dụ khi được chỉ định bởi tiêu chuẩn sản phẩm hoặc cho các phòng thử nghiệm hợp chuẩn. Không sử dụng kết quả tính toán này để điều chỉnh mức thử áp dụng cho EUT trong quá trình thử nghiệm.

J.4 Tài liệu tham khảo của Phụ lục J

[1] IEC TC77 document 77/349/INF, General information on measurement uncertainty of test instrumentation for conducted and radiated r.f. immunity tests

[2] UKAS, M3003, Edition 2, 2007, The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement, free download on www.ukas.com.

[3] ISO/ IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 61000-4-3 “Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3 : Testing and measurement techniques – Radiated, radio – frequency, electromagnetic field immunity test”