

**TCVN 6989-1-4:2010**

**CISPR 16-1-4:2010**

Xuất bản lần 1

**YÊU CẦU KỸ THUẬT ĐỐI VỚI THIẾT BỊ ĐO VÀ PHƯƠNG  
PHÁP ĐO NHIỄU VÀ MIỄN NHIỄM TẦN SỐ RADIO –  
PHẦN 1-4: THIẾT BỊ ĐO NHIỄU VÀ MIỄN NHIỄM TẦN SỐ  
RADIO – ANTEN VÀ VỊ TRÍ THỬ NGHIỆM DÙNG ĐỂ ĐO  
NHIỄU BỨC XẠ**

*Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –  
Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus –  
Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*



**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu .....	5
Lời giới thiệu .....	6
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	7
3 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt .....	8
4 Anten để đo nhiều bức xạ tần số radiô .....	13
4.1 Yêu cầu chung .....	13
4.2 Tham số vật lý để đo phát bức xạ .....	13
4.3 Dải tần từ 9 kHz đến 150 kHz .....	13
4.4 Dải tần từ 150 kHz đến 30 MHz .....	14
4.5 Dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz .....	15
4.6 Dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz .....	20
4.7 Bố trí anten đặc biệt – Hệ thống anten vòng .....	21
5 Vị trí thử nghiệm để đo cường độ trường nhiễu radiô trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz ..	21
5.1 Yêu cầu chung .....	21
5.2 OATS .....	21
5.3 Sự thích hợp của vị trí thử nghiệm đối với vị trí thử nghiệm có mặt phẳng nền khác .....	29
5.4 Vị trí thử nghiệm thích hợp không có mặt phẳng nền .....	34
5.5 Đánh giá bàn bố trí thử nghiệm và tháp anten .....	44
6 Phòng phản xạ dùng cho phép đo công suất bức xạ tổng .....	47
7 Phần tử TEM để đo miễn nhiễm với nhiễu bức xạ.....	50
8 Vị trí thử nghiệm để đo cường độ trường nhiễu radiô trong dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz.....	50
8.1 Yêu cầu chung .....	50
8.2 Vị trí thử nghiệm chuẩn .....	50
8.3 Kiểm tra hiệu lực của vị trí thử nghiệm .....	50
8.4 Vị trí thử nghiệm thay thế.....	65
9 Thiết bị hấp thụ phương thức chung .....	65
9.1 Yêu cầu chung .....	65
9.2 Phép đo tham số S của CMAD .....	66
9.3 Cơ cấu thử nghiệm CMAD .....	66
9.4 Phương pháp đo sử dụng hiệu chuẩn TRL.....	67
9.5 Yêu cầu kỹ thuật của CMAD kiểu kẹp ferit .....	70
9.6 Kiểm tra tính năng của CMAD (sự suy giảm) bằng cách sử dụng bộ phân tích phổ (SA) và bộ phát đồng chỉnh (TG).....	70

## **TCVN 6989-1-4:2010**

Phụ lục A (qui định) – Tham số của anten .....	73
Phụ lục B (qui định) – Công thức tính năng của anten đơn cực (anten thanh 1 m) và đặc tính của mạng phối hợp anten kết hợp .....	82
Phụ lục C (qui định) – Hệ thống anten vòng để đo dòng cảm ứng trường từ trong dải tần từ 9 kHz đến 30 MHz.....	87
Phụ lục D (qui định) – Chi tiết kết cấu đối với vị trí thử nghiệm thoáng trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz .....	97
Phụ lục E (qui định) – Qui trình kiểm tra hiệu lực của vị trí thử nghiệm thoáng trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz .....	101
Phụ lục F (tham khảo) – Cơ sở đối với tiêu chí chấp nhận vị trí 4 dB .....	109
Thư mục tài liệu tham khảo .....	111

## **Lời nói đầu**

TCVN 6989-1-4:2010 hoàn toàn tương đương với CISPR 16-1-4:2010;

TCVN 6989-1-4:2010 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E9 *Tương thích điện từ* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## **Lời giới thiệu**

Bộ tiêu chuẩn TCVN 6989 (CISPR 16) hiện đã có các phần sau:

TCVN 6989-1-1:2008, Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Thiết bị đo

TCVN 6989-1-2:2010, Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Thiết bị đo phụ trợ – Nhiễu dẫn

TCVN 6989-1-3:2008, Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Thiết bị đo phụ trợ – Công suất nhiễu

TCVN 6989-1-4:2010, Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Anten và vị trí thử nghiệm dùng để đo nhiễu bức xạ

TCVN 6989-1-5:2008, Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Vị trí thử nghiệm hiệu chuẩn anten trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz

TCVN 6989-2-1:2010, Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Đo nhiễu dẫn

TCVN 6989-2-2:2008, Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Đo công suất nhiễu

TCVN 6989-2-3:2010, Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Đo nhiễu bức xạ

TCVN 6989-2-4:2008, Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Đo miễn nhiễm

Ngoài ra, bộ tiêu chuẩn quốc tế CISPR 16 còn có các tiêu chuẩn sau:

CISPR 16-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports

CISPR 16-4-1, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests

CISPR 16-4-2, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in EMC measurements

CISPR 16-4-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistics considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products

CISPR 16-4-4, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-4: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistics of compliants and a model for the calculation of limits

## **Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio –**

### **Phần 1-4: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio –**

#### **Anten và vị trí thử nghiệm dùng để đo nhiễu bức xạ**

*Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –  
Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for  
radiated disturbance measurements*

## **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các đặc tính và tính năng của thiết bị dùng để đo nhiễu bức xạ trong dải tần từ 9 kHz đến 18 GHz. Tiêu chuẩn này đề cập đến yêu cầu kỹ thuật đối với anten và vị trí thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Theo IEC Guide 107, tiêu chuẩn này là tiêu chuẩn EMC cơ bản để các ban kỹ thuật sản phẩm của IEC sử dụng. Như được công bố trong Guide 107, các ban kỹ thuật sản phẩm có trách nhiệm xác định khả năng ứng dụng của tiêu chuẩn EMC. Ban kỹ thuật CISPR và các tiểu ban kỹ thuật của CISPR đã có chương trình phối hợp với các ban kỹ thuật sản phẩm trong việc đánh giá giá trị của các thử nghiệm EMC riêng rẽ đối với các sản phẩm cụ thể.

Yêu cầu của tiêu chuẩn này phải được tuân thủ ở tất cả các tần số và tất cả các mức nhiễu bức xạ nằm trong dải chỉ thị CISPR của thiết bị đo.

Phương pháp đo được nêu trong Phần 2-3, các thông tin khác về nhiễu tần số radio được nêu trong Phần 3 của CISPR 16. Độ không đảm bảo đo, phép thống kê và lập mô hình giới hạn được nêu trong Phần 4 của CISPR 16.

## **2 Tài liệu viện dẫn**

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

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

## **TCVN 6989-1-4:2010**

TCVN 6989-1-5:2008 (CISPR 16-1-5:2003), Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Vị trí thử nghiệm hiệu chuẩn anten trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz

TCVN 6989-2-3 (CISPR 16-2-3), Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 2-3: Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Đo nhiễu bức xạ

CISPR 16-3:2003, amendment 1:2005, amendment 2:2006, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports (Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 3: Báo cáo kỹ thuật CISPR)

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

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

IEC 61000-4-20, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-20: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Thử nghiệm phát xạ và miễn nhiễm trong ống dẫn sóng điện từ ngang (TEM))

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

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt dưới đây cùng với TCVN 6989-1-1 (CISPR 16-1-1), TCVN 6989-1-5 (CISPR 16-1-5) và IEC 60050-161.

#### **3.1 Thuật ngữ và định nghĩa**

##### **3.1.1**

##### **Anten (antenna)**

Một phần của hệ thống phát hoặc thu được thiết kế để bức xạ hoặc thu sóng điện từ theo cách qui định.

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này, bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng là một phần của anten.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ này đề cập đến các thiết bị khác nhau như anten dây, lưỡng cực cộng hưởng trong không gian tự do, anten lai và anten loa.

##### **3.1.2**

##### **Bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng (balun)**

Mạng điện thụ động để chuyển đổi đường truyền hoặc thiết bị truyền từ cân bằng sang không cân bằng hoặc ngược lại.



**3.1.3****Vị trí thử nghiệm hiệu chuẩn** (calibration test site)**CALTS**

Vị trí thử nghiệm thoáng có mặt phẳng nền là kim loại và có đặc tính suy giảm vị trí được qui định chặt chẽ theo phân cực trường điện ngang và thẳng đứng.

CHÚ THÍCH 1: CALTS được dùng để xác định hệ số anten trong không gian tự do của một anten.

CHÚ THÍCH 2: Phép đo suy giảm vị trí của CALTS được dùng để so sánh với các phép đo suy giảm vị trí tương ứng của vị trí thử nghiệm sự phù hợp, để đánh giá tính năng của vị trí thử nghiệm sự phù hợp.

**3.1.4****Thiết bị hấp thụ phương thức chung** (common mode absorption device)**CMAD**

Thiết bị, có thể được đặt vào phần cáp bên ngoài thể tích thử nghiệm trong phép đo phát bức xạ để giảm độ không đảm bảo đo phù hợp.

**3.1.5****Vị trí thử nghiệm sự phù hợp** (compliance test site)**COMTS**

Môi trường đảm bảo các kết quả đo có hiệu lực, có khả năng tái lập kết quả đo cường độ trường nhiễu gây ra từ thiết bị cần thử nghiệm để so sánh với giới hạn sự phù hợp.

**3.1.6****Đáp tuyến phân cực chéo** (cross-polar response)

Biện pháp loại bỏ bằng anten của trường phân cực chéo khi anten này quay trong trường điện từ phân cực tuyến tính, đồng nhất về pha và biên độ qua khẩu độ của anten cần thử nghiệm.

**3.1.7****Phòng hấp thụ hoàn toàn** (fully anechoic room)**FAR**

Phòng hình hộp có chống nhiễu, các bề mặt bên trong của phòng được lót vật liệu hấp thụ năng lượng tần số radiô (tức là chất hấp thụ RF) để hấp thụ năng lượng điện từ trong dải tần cần xét.

**3.1.8****Lưỡng cực cộng hưởng trong không gian tự do** (free-space-resonant dipole)

Anten dây gồm hai dây dẫn thẳng đặt thẳng hàng có chiều dài bằng nhau, đặt đối đầu nhau, cách nhau một khe hở nhỏ, mỗi dây dài khoảng một phần tư chiều dài bước sóng sao cho ở tần số qui định, trở kháng vào của anten dây đo được trên khe hở là thuần trở khi lưỡng cực này được đặt trong không gian tự do.

## TCVN 6989-1-4:2010

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này, anten dây nối với bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng còn được gọi là “anten thử nghiệm”.

CHÚ THÍCH 2: Anten dây này còn được gọi là “lưỡng cực điều hướng”.

### 3.1.9

#### **Anten lai** (hybrid antenna)

Anten giàn lưỡng cực theo chu kỳ loga kiểu phần tử dây (LPDA) quy ước với các thanh giằng được kéo dài ở cuối mạch hở để bổ sung một lưỡng cực dải rộng (ví dụ, hình nón kép hoặc hình nơ) sao cho bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng vô hạn (thanh giằng) của LPDA hoạt động như một nguồn điện áp đối với lưỡng cực dải rộng.

Thông thường, cuộn cảm phương thức chung được sử dụng ở cuối cần này để giảm thiểu dòng điện RF tạp tán (không mong muốn) trên dây phía ngoài của cáp đồng trục chạy vào máy thu.

### 3.1.10

#### **Tổn hao xen** (insertion loss)

Tổn hao do đặt thiết bị vào đường truyền, được thể hiện bằng tỷ số của điện áp ở ngay trước và sau điểm đặt thiết bị cần thử nghiệm, trước và sau khi xen vào.

Tổn hao này là nghịch đảo của tham số truyền  $S$ ,  $|1/S_{21}|$ .

### 3.1.11

#### **Anten có độ không đảm bảo đo thấp** (low uncertainty antenna)

Anten hình nón kép bền vững hoặc anten LPDA, đáp ứng các yêu cầu về đặc tính cân bằng và đặc tính phân cực chéo của tiêu chuẩn này và có hệ số anten có độ không đảm bảo đo nhỏ hơn  $\pm 0,5$  dB, dùng để đo cường độ trường E tại điểm xác định trong không gian.

CHÚ THÍCH: Anten này được mô tả thêm ở A.2.3.

### 3.1.12

#### **Vị trí thử nghiệm không gian gần như tự do** (quasi-free space test-site)

Phương tiện dùng để đo phát bức xạ hoặc hiệu chuẩn anten, được thiết kế để đạt được điều kiện không gian tự do.

Các phản xạ không mong muốn từ môi trường xung quanh được giữ ở mức nhỏ nhất để thỏa mãn tiêu chí chấp nhận được về vị trí, áp dụng cho phép đo phát bức xạ hoặc qui trình hiệu chuẩn anten cần xét.

### 3.1.13

#### **Hệ số phản xạ** (reflection coefficient)

Tỷ số giữa đại lượng chung của sóng phản xạ và sóng tới.

Do đó, hệ số phản xạ điện áp được xác định là tỷ số giữa điện áp phức của sóng phản xạ và điện áp phức của sóng tới. Hệ số phản xạ điện áp bằng tham số tán xạ  $S_{11}$ .

**3.1.14**

**Tham số tán xạ (tham số S)** (scattering coefficient (S-parameters))

Tập hợp bốn tham số được dùng để mô tả đặc tính của mạng hai cổng được đưa vào đường truyền.

**3.1.15**

**Phòng bán hấp thụ** (semi-anechoic chamber)

**SAC**

Phòng hình hộp có chống nhiễu, trong đó năm trong số sáu bề mặt bên trong được lót vật liệu hấp thụ năng lượng tần số radio (tức là lớp hấp thụ RF), hấp thụ năng lượng điện từ trong dải tần cần xét còn mặt đáy nằm ngang là mặt phẳng nền dẫn để sử dụng với bố trí thử nghiệm OATS.

**3.1.16**

**Phương pháp hiệu chuẩn ngắn mạch-hở mạch-tải-truyền qua** (short-open-load-through calibration method)

**SOLT**

**Phương pháp hiệu chuẩn truyền qua-hở mạch-ngắn mạch-phối hợp** (through-open-short-match calibration method)

**TOSM**

Phương pháp hiệu chuẩn dùng cho bộ phân tích mạng vectơ bằng cách sử dụng ba chuẩn trở kháng đã biết là ngắn mạch, hở mạch và phối hợp/tải, và một chuẩn truyền duy nhất là truyền qua.

Phương pháp SOLT được sử dụng rộng rãi và bộ hiệu chuẩn cần thiết có các thành phần trở kháng đặc tính  $50 \Omega$  là sẵn có. Mô hình sai số hai cổng đầy đủ bao gồm sáu hạng mục sai số cho từng chiều thuận và ngược trong phạm vi tổng của 12 hạng mục sai số riêng rẽ và cần có 12 phép đo chuẩn để thực hiện hiệu chuẩn.

**3.1.17**

**Suy giảm vị trí** (site attenuation)

Tổn hao nhỏ nhất do lắp xen vào vị trí đo được giữa hai anten phân cực phối hợp đặt ở vị trí thử nghiệm khi một anten di chuyển theo chiều thẳng đứng trong dải độ cao qui định và anten còn lại được đặt ở độ cao cố định.

**3.1.18**

**Tổn hao do xen vào vị trí** (site insertion loss)

Tổn hao giữa một cặp anten được đặt ở các vị trí qui định trong vị trí thử nghiệm khi mối nối điện trực tiếp giữa đầu ra máy phát và đầu vào máy thu được thay bằng anten phát và anten thu đặt ở các vị trí qui định đó.

### 3.1.19

#### **Thể tích thử nghiệm** (test volume)

Thể tích trong phòng hấp thụ hoàn toàn có đặt EUT.

CHÚ THÍCH: Trong thể tích này, điều kiện về không gian gần như tự do được đáp ứng và thể tích này thường cách vật liệu hấp thụ của phòng hấp thụ hoàn toàn không nhỏ hơn 0,5 m.

### 3.1.20

#### **Hiệu chuẩn truyền qua-phản xạ-đường dây (TRL)** (through-reflect-line (TRL) calibration)

Phương pháp hiệu chuẩn dùng cho bộ phân tích mạng vectơ sử dụng ba chuẩn trở kháng: “truyền qua”, “phản xạ” và “đường dây” để hiệu chuẩn bên trong hoặc bên ngoài VNA.

Cần bốn phép đo chuẩn cho phương pháp hiệu chuẩn này.

### 3.1.21

#### **Bộ phân tích mạng vectơ** (vector network analyser)

##### **VNA**

Bộ phân tích mạng có thể đo các giá trị phức của bốn tham số S:  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$ .

## 3.2 Chữ viết tắt

EUT	Thiết bị cần thử nghiệm
FSOATS	OATS không gian tự do
LAS	Hệ thống anten vòng
LLA	Anten vòng lớn
LPDA	Giàn lưỡng cực theo chu kỳ loga
NSA	Suy giảm vị trí chuẩn
OATS	Vị trí thử nghiệm thoáng
SA	Suy giảm vị trí
SAC	Phòng bán hấp thụ
$S_{VSWR}$	Tỷ số điện áp sóng đứng vị trí
VSWR	Tỷ số điện áp sóng đứng

## 4 Anten để đo nhiều bức xạ tần số radiô

### 4.1 Yêu cầu chung

Phải sử dụng loại anten dùng để đo phát bức xạ, đã được hiệu chuẩn, để đo cường độ trường, có tính đến giản đồ bức xạ và ghép nối tương hỗ với môi trường xung quanh của chúng. Anten và các mạch xen giữa anten và máy thu đo không được có ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính tổng thể của máy thu đo. Khi anten được nối đến máy thu đo, hệ thống đo phải phù hợp với các yêu cầu về độ rộng băng tần ở TCVN 6989-1-1 (CISRP 16-1-1) ứng với băng tần cần xét.

Anten phải có phân cực tuyến tính. Anten phải có khả năng định hướng sao cho có thể đo được tất cả các phân cực của bức xạ tới. Độ cao của đường tâm anten so với mặt đất hoặc so với lớp hấp thụ trong phòng hấp thụ hoàn toàn có thể cần được điều chỉnh theo qui trình thử nghiệm cụ thể.

Độ chính xác của phép đo cường độ trường của trường đồng nhất của tín hiệu sóng sin phải tốt hơn  $\pm 3$  dB khi sử dụng anten thỏa mãn các yêu cầu của điều này cùng với máy thu đo thỏa mãn yêu cầu của TCVN 6989-1-1 (CISRP 16-1-1).

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này không tính đến ảnh hưởng do vị trí thử nghiệm.

Thông tin thêm về tham số của anten dải rộng xem ở Phụ lục A.

### 4.2 Tham số vật lý để đo phát bức xạ

Tham số vật lý để đo phát bức xạ được thực hiện dựa trên giới hạn phát xạ, được tính bằng vôn trên mét, là cường độ trường E đo tại điểm xác định trong không gian ứng với vị trí của thiết bị cần thử nghiệm (EUT). Cụ thể hơn, đối với phép đo trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz trong OATS hoặc SAC, đại lượng đo là cường độ trường lớn nhất là hàm của phân cực ngang và phân cực thẳng đứng và ở các độ cao từ 1 m đến 4 m và ở khoảng cách theo phương ngang cách EUT 10 m, trong khi EUT quay trên tất cả các góc trong mặt phẳng phương vị.

### 4.3 Dải tần từ 9 kHz đến 150 kHz

#### 4.3.1 Vấn đề chung

Kinh nghiệm cho thấy rằng, trong dải tần này, thành phần trường từ là thành phần chủ yếu trong các trường hợp gây nhiễu quan sát được.

#### 4.3.2 Anten từ

Đối với phép đo thành phần từ của bức xạ, có thể sử dụng anten vòng có che chắn về điện có kích thước sao cho có thể phủ hoàn toàn anten bằng một hình vuông có cạnh 60 cm, hoặc anten thanh-ferrit thích hợp.

## TCVN 6989-1-4:2010

Đơn vị của cường độ từ trường là  $\mu\text{A/m}$ . Theo đơn vị logarit, H được tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A/m})$  hoặc 20 lần loga của mức cường độ trường đo được. Giới hạn phát xạ kết hợp phải được biểu thị theo cùng đơn vị.

CHÚ THÍCH: Phép đo trực tiếp có thể thực hiện với cường độ của thành phần từ, tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A/m})$  hoặc  $\mu\text{A/m}$  của trường phát xạ ở mọi điều kiện, nghĩa là ở cả trường gần và trường xa. Tuy nhiên, nhiều máy thu đo cường độ trường được hiệu chuẩn theo cường độ điện trường sóng phẳng tương đương tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{V})$ , nghĩa là, giả thiết rằng tỷ số giữa thành phần E và thành phần H là  $120 \pi \Omega$  tức là  $377 \Omega$ . Tính H như sau:

$$H = \frac{E}{377 \Omega} \quad (1)$$

trong đó H thường tính bằng  $\mu\text{A/m}$  và E tính bằng  $\mu\text{V/m}$ .

Đối với phép đo tính bằng dB:

$$H = E - 51,5 \quad (2)$$

trong đó H tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A/m})$  và E tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{V/m})$ .

Trở kháng dùng trong phép chuyển đổi trên,  $Z = 377 \Omega$ , với  $20 \log Z = 51,5 \text{ dB}(\Omega)$ , là một hằng số bất nguồn từ việc hiệu chuẩn thiết bị đo cường độ trường dùng để chỉ thị từ trường tính bằng  $\mu\text{V/m}$  [hoặc  $\text{dB}(\mu\text{V/m})$ ].

### 4.3.3 Che chắn anten vòng

Che chắn không thích hợp anten vòng có thể xảy ra trong đáp tuyến trường E. Khả năng phân biệt trường E của anten phải được đánh giá bằng cách quay anten trong trường đồng nhất sao cho mặt phẳng của anten vòng luôn song song với vectơ trường E. Khi mặt phẳng của anten vòng vuông góc với từ thông, quay anten để mặt phẳng của nó song song với từ thông, đáp tuyến đo được sẽ giảm ít nhất là 20 dB.

## 4.4 Dải tần từ 150 kHz đến 30 MHz

### 4.4.1 Anten điện

Để đo thành phần điện của bức xạ, có thể sử dụng anten cân bằng hoặc không cân bằng. Nếu dùng anten không cân bằng, phép đo chỉ xét đến ảnh hưởng của trường điện lên anten đơn cực (thanh). Loại anten sử dụng phải được nêu cùng với kết quả của phép đo.

Thông tin liên quan đến tính toán các đặc tính về tính năng của anten đơn cực (thanh) và đặc tính của mạng phối hợp của anten được qui định trong Phụ lục B. Phụ lục B chỉ ra rằng hệ số anten rút ra từ phương pháp thay thế tụ điện tương đương (ECSM) có độ không đảm bảo đo lớn hơn đối với các đơn cực có chiều dài lớn hơn  $1/8$  bước sóng.

Đơn vị của cường độ từ trường là  $\mu\text{A/m}$ . Theo đơn vị logarit, H được tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A/m})$  hoặc 20 lần loga của mức cường độ trường đo được. Giới hạn phát xạ kết hợp phải được biểu thị theo cùng đơn vị.

#### 4.4.2 Anten từ

Để đo thành phần từ của bức xạ, phải sử dụng anten vòng có che chắn về điện như mô tả trong 4.3.2.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng anten vòng cân bằng về điện có điều hưởng để thực hiện các phép đo cường độ trường từ có độ lớn vào khoảng  $-51,5$  dB( $\mu$ A/m) bằng cách sử dụng tách sóng QP trong dải tần từ 1,6 MHz đến 30 MHz, tức là thấp hơn so với khi sử dụng anten vòng có che chắn về điện không điều hưởng khi mức tạp cao hơn xấp xỉ 25 dB.

#### 4.4.3 Đặc tính cân bằng/chéo của anten

Nếu sử dụng anten trường điện cân bằng thì anten phải phù hợp với yêu cầu ở 4.5.4. Nếu sử dụng anten trường từ cân bằng thì anten phải phù hợp với yêu cầu ở 4.3.3.

### 4.5 Dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz

#### 4.5.1 Yêu cầu chung

Trong dải tần này, các phép đo là đo trường E do đó không tính đến anten trường từ. Anten phải là loại anten lưỡng cực được thiết kế để đo trường E và phải sử dụng hệ số anten trong không gian tự do. Loại anten này bao gồm:

- a) anten lưỡng cực có điều hưởng có các cặp phần tử là dạng thanh thẳng hoặc dạng nón;
- b) giàn lưỡng cực như anten giàn lưỡng cực theo chu kỳ loga (LPDA) gồm một dãy các bộ phần tử thanh thẳng xếp lệch nhau;
- c) và anten lai.

#### 4.5.2 Sử dụng anten có độ không đảm bảo đo thấp khi được cho là không phù hợp với giới hạn trường E

Để có độ không đảm bảo đo thấp hơn, giá trị của cường độ trường E được ưu tiên đo bằng anten hình nón kép điển hình hoặc anten LPDA hơn là đo bằng anten lai. Anten hình nón kép điển hình và anten LPDA được xác định ở Phụ lục A và chỉ sử dụng anten đã hiệu chuẩn.

CHÚ THÍCH 1: Có thể cải thiện độ không đảm bảo đo bằng cách sử dụng anten hình nón kép trong dải tần từ 30 MHz đến 250 MHz và anten LPDA trong dải tần từ 250 MHz đến 1 GHz. Một cách khác, có thể sử dụng tần số chuyển giao là 200 MHz nhưng độ không đảm bảo đo do biến động tâm pha của LPDA sẽ cao hơn và phải được đưa vào báo cáo độ không đảm bảo đo phát bức xạ.

CHÚ THÍCH 2: Độ không đảm bảo đo về phát bức xạ từ EUT phụ thuộc vào nhiều yếu tố gây ảnh hưởng khác nhau như chất lượng của vị trí, thử nghiệm độ không đảm bảo đo của hệ số anten, loại anten và đặc tính của máy thu đo. Lý do để xác định anten có độ không đảm bảo đo thấp là để giới hạn các ảnh hưởng khác của anten lên độ không đảm bảo đo như ảnh hưởng do ghép nối tương hỗ với mặt phẳng nền, gián đồ bức xạ liên quan đến quét theo độ cao và vị trí tâm pha thay đổi. Việc kiểm tra xác nhận tác động của các ảnh hưởng này là so sánh các số đọc của hai anten ở tần số chuyển giao được chọn, mà cần đưa ra giá trị của cường độ trường E như nhau trong phạm vi  $\pm 1$  dB.

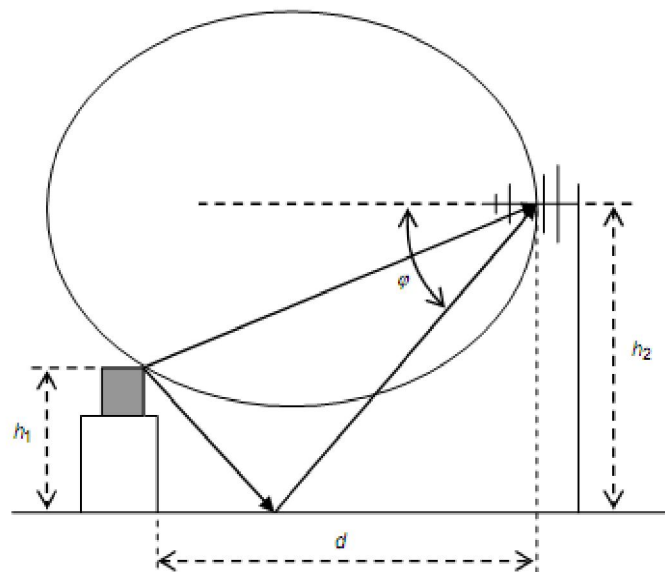
**4.5.3 Đặc tính của anten**

Vì ở các tần số trong dải từ 300 MHz đến 1 000 MHz, độ nhạy của anten lưỡng cực đơn giản là thấp nên có thể sử dụng anten phức tạp hơn. Anten này phải có đặc tính sau.

- a) Anten phải phân cực tuyến tính, anten này phải được đánh giá bằng cách áp dụng qui trình thử nghiệm phân cực chéo ở 4.5.5.
- b) Anten lưỡng cực cân bằng, như anten lưỡng cực có điều hướng và anten hình nón kép, phải có tính năng của bộ biến đổi cân bằng/không cân bằng đã được kiểm tra hiệu lực, điều này phải được đánh giá bằng cách áp dụng qui trình thử nghiệm cân bằng ở 4.5.4. Điều này cũng áp dụng cho anten lai dưới 200 MHz.
- c) Vị trí thử nghiệm có mặt phẳng nền dẫn được giả định. Biên độ của tín hiệu thu được sẽ giảm nếu một trong hai hoặc cả hai tín hiệu trực tiếp và tín hiệu phản xạ với đất từ EUT đến anten không đi vào búp chính của giản đồ phát xạ của anten tại đỉnh của nó. Đỉnh này thường theo hướng ngắm của anten. Độ giảm biên độ được lấy làm sai số trong phát bức xạ, từ đó dung sai của độ không đảm bảo đo được dựa vào độ rộng búp sóng,  $2\varphi$  (xem Hình 1).

Điều kiện để đảm bảo rằng sai số này không lớn hơn +1 dB được nêu trong điểm 1) dưới đây với vị trí thử nghiệm 10 m và điểm 2) với vị trí thử nghiệm 3 m. Một cách khác, điều kiện dựa vào độ lợi của anten được nêu trong điểm 3) để bỏ qua các điều kiện phức tạp về giản đồ bức xạ.

Phép đo phát xạ được thực hiện với anten phân cực ngang và phân cực thẳng đứng. Nếu anten được chọn để đo giản đồ bức xạ chỉ trong một mặt phẳng thì phải sử dụng các dạng hẹp hơn như sau: giản đồ của anten phải được kiểm tra xác nhận trong mặt phẳng nằm ngang trong khi anten có hướng để có phân cực ngang.



CHÚ THÍCH: Các đại lượng được xác định ở công thức (4).

**Hình 1 – Giản đồ bức xạ từ EUT đến anten LPDA trực tiếp và thông qua các phản xạ với đất trên vị trí thử nghiệm 3 m, thể hiện một nửa độ rộng búp sóng,  $\varphi$ , ở tia phản xạ**



1) Đối với OATS hoặc SAC 10 m, đáp tuyến anten theo hướng của tia tới không khác đáng kể so với biên độ ngắm khi anten được bố trí để hướng ngắm của nó song song với mặt phẳng nền. Thành phần có tính hướng của độ không đảm bảo đo trong phép đo phát xạ có thể duy trì nhỏ hơn +1 dB nếu đáp tuyến anten theo hướng của tia phản xạ thấp hơn không quá 2 dB so với đáp tuyến ngắm của anten. Để đảm bảo điều kiện này, độ rộng búp sóng thẳng đứng tổng  $2\varphi$  của anten đo, tại đó anten có độ lợi nằm trong phạm vi 2 dB so với giá trị lớn nhất của nó, phải sao cho:

$$\varphi > \tan^{-1} \frac{h_1 + h_2}{d} \quad (3)$$

2) Đối với các vị trí cách nhau dưới 10 m, thường là 3 m, độ rộng búp sóng thẳng đứng tổng  $2\varphi$  của anten đo, tại đó anten có độ lợi nằm trong phạm vi 1 dB so với giá trị lớn nhất của nó, phải sao cho:

$$2\varphi > \left( \tan^{-1} \frac{h_1 + h_2}{d} \right) - \left( \tan^{-1} \frac{h_1 - h_2}{d} \right) \quad (4)$$

trong đó

$h_1$  là độ cao của thiết bị cần thử nghiệm;

$h_2$  là độ cao của anten đo;

$d$  là khoảng cách theo chiều ngang giữa tâm pha của anten đo và thiết bị cần thử nghiệm.

Nếu không sử dụng anten dốc xuống được để giảm độ không đảm bảo đo kết hợp thì độ giảm tín hiệu thu được phải được tính từ các giản đồ bức xạ và được áp dụng như độ hiệu chỉnh hoặc độ không đảm bảo đo có tính hướng. Ví dụ về quỹ độ không đảm bảo đo được nêu trong CISPR 16-4-2.

CHÚ THÍCH 1: Giả thiết là giản đồ bức xạ trường E được chuẩn hóa về 1 trên đường ngắm (= đỉnh của búp chính) ghi lại số đọc trường E ở các góc nghiêng từ anten đối với tia tới là  $E_D$  và tia phản xạ là  $E_R$ . Sai số, so sánh với độ lớn trường E bằng 1 đối với từng tia tới và tia phản xạ, được tính bằng đêxiben bởi công thức:  $20\log [2/(E_D + E_R)]$ .

CHÚ THÍCH 2: Việc giảm cường độ tín hiệu do giảm tính hướng tại các góc cách xa hướng ngắm anten là sai số có tính hệ thống, do đó có thể hiệu chỉnh. Nếu áp dụng hiệu chỉnh xuất phát từ hiểu biết về các giản đồ bức xạ ở từng tần số và sự phân cực thì độ không đảm bảo đo trong cường độ tín hiệu phát xạ có thể giảm tương ứng.

3) Đối với loại anten độ rộng búp sóng rộng, được dùng để thử nghiệm phát bức xạ như anten hình nón kép, anten LPDA và anten lai, độ rộng búp sóng tỉ lệ nghịch với tính hướng của anten. Một cách khác thay cho tiêu chí dựa trên độ rộng búp sóng ở 1) và 2) ở trên, là qui định độ lợi lớn nhất của anten và dựa vào dung sai của độ không đảm bảo đo chung đối với thành phần có tính hướng trong quỹ độ không đảm bảo đo đối với thử nghiệm phát xạ. Các độ không đảm bảo đo chung, dựa trên độ rộng búp sóng hẹp nhất trong dải tần sử dụng cho anten đã cho, được nêu trong CISPR 16-4-2. Độ lợi lớn nhất của anten đẳng hướng đối với anten hình nón kép phải là 2 dB, và phải là 8 dB đối với anten giàn lưỡng cực theo chu kỳ loga (LPDA) và anten lai. Đối với anten LPDA loại V có độ rộng búp sóng theo mặt

## TCVN 6989-1-4:2010

phẳng H bằng với độ rộng búp sóng theo mặt phẳng E, độ lợi đẳng hướng cho phép lớn nhất phải là 9 dB.

CHÚ THÍCH 3: Độ không đảm bảo đo có tính hướng nêu trong CISPR 16-4-2 có thể được sử dụng trong phạm vi cách nhau là 10 m nhưng độ không đảm bảo đo đã soát xét lại là cần thiết cho khoảng cách 3 m.

d) Tổn hao đường về của anten có nối với fider của anten không được nhỏ hơn 10 dB. Bộ suy giảm phối hợp có thể là một phần của fider dùng cho anten nếu cần thiết để đáp ứng yêu cầu này.

e) Hệ số hiệu chuẩn phải được đưa ra để thoả mãn các yêu cầu ở 4.1.

### 4.5.4 Cân bằng anten

#### 4.5.4.1 Vấn đề chung

Trong phép đo phát bức xạ, dòng điện phương thức chung (CM) có thể xuất hiện trên cáp gắn với anten thu (cáp anten). Dòng điện CM này lại tạo ra trường điện từ, có thể được thu bởi anten thu. Do đó, các kết quả đo phát bức xạ có thể bị ảnh hưởng.

Sự đóng góp chủ yếu vào dòng điện CM của cáp anten xuất phát từ:

- trường điện phát ra từ EUT, nếu trường điện này có thành phần song song với cáp anten, và
- sự chuyển đổi tín hiệu anten (tín hiệu mong muốn) phương thức vi sai (DM) thành tín hiệu CM do sự không hoàn hảo của bộ chuyển đổi cân bằng/không cân bằng của anten thu.

Nói chung, anten giàn lưỡng cực theo chu kỳ loga không thể hiện sự chuyển đổi DM/CM đáng kể và áp dụng kiểm tra dưới đây cho các lưỡng cực, anten hình nón kép và anten lai.

#### 4.5.4.2 Kiểm tra việc chuyển đổi DM/CM của bộ biến đổi cân bằng/không cân bằng

Phương pháp dưới đây mô tả phép đo hai điện áp,  $U_1$  và  $U_2$ , trong dải tần sử dụng anten thu. Tỷ số của các điện áp này, biểu thị bằng cùng một đơn vị (ví dụ dB $\mu$ V), là thước đo việc chuyển đổi DM/CM.

- Đặt anten thu cần thử nghiệm để có phân cực thẳng đứng có tâm ở độ cao 1,5 m phía trên mặt phẳng nền. Rút một đoạn cáp anten có chiều dài  $1,5 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$  sau phần tử chủ động nằm phía sau của anten thu ở độ cao 1,5 m phía trên mặt phẳng nền rồi sau đó thả rơi theo chiều thẳng đứng xuống mặt phẳng nền.
- Đặt anten thứ hai (anten phát) để có phân cực thẳng đứng cách tâm của anten cần thử nghiệm một khoảng 10 m theo chiều ngang. Anten được đặt sao cho đầu của phần tử chủ động lớn nhất của nó ở độ cao 0,10 m phía trên mặt phẳng nền. Nếu phạm vi vị trí được sử dụng để thử nghiệm phát xạ là 3 m thì thực hiện việc kiểm tra này với khoảng cách bằng 3 m (nếu việc kiểm tra chuyển đổi đã được thực hiện ở khoảng cách 10 m và cho thấy chênh lệch giữa  $U_1$  và  $U_2$  nhỏ hơn  $\pm 0,5 \text{ dB}$  thì không nhất thiết phải thực hiện phép đo riêng rẽ ở 3 m). Yêu cầu kỹ thuật về anten phát phải bao trùm dải tần của anten cần thử nghiệm.

c) Nối anten phát với nguồn tín hiệu, ví dụ, bộ phát sóng quét, đặt mức của bộ phát này sao cho trong dải tần cần xét, tạp tín hiệu-môi trường ở máy thu lớn hơn 10 dB.

d) Ghi lại điện áp  $U_1$  ở máy thu trong dải tần cần xét.

e) Đảo anten thu (quay anten một góc  $180^\circ$ ) mà không thay đổi bất kỳ điều gì khác trong việc bố trí, đặc biệt là cáp anten thu, và không thay đổi chế độ đặt của nguồn tín hiệu.

f) Ghi lại điện áp  $U_2$  ở máy thu trong dải tần cần xét.

g) Việc chuyển đổi DM/CM là đủ thấp nếu  $20\log(U_1/U_2) < 1$  dB.

CHÚ THÍCH 1: Nếu không đáp ứng tiêu chí chuyển đổi DM/CM thì có thể dùng xuyên ferit bao quanh cáp anten để giảm việc chuyển đổi DM/CM. Việc thêm xuyên ferit vào cáp anten cũng có thể được dùng để kiểm tra sự góp vào theo điểm a) của 4.5.4.1 có ảnh hưởng đáng kể hay không. Lặp lại thử nghiệm với bốn xuyên ferit cách nhau khoảng 20 cm. Nếu tiêu chí này được đáp ứng do các xuyên này thì cần sử dụng chúng vào phép đo phát xạ thực tế. Tương tự như vậy, sự tương tác với cáp cũng có thể giảm bằng cách kéo dài cáp vài mét phía sau anten trước khi thả rơi xuống đất.

CHÚ THÍCH 2: Nếu cần sử dụng anten thu trong phòng hấp thụ hoàn toàn thì có thể thực hiện việc kiểm tra DM/CM trong phòng đó với anten thu ở vị trí bình thường và anten phát đặt ở tâm của thể tích thử nghiệm của phòng đó. Phòng này phải phù hợp với tiêu chí  $\pm 4$  dB.

CHÚ THÍCH 3: Vị trí đo mà mặt phẳng nền tạo thành một phần của nó hoặc phòng hấp thụ hoàn toàn cần phù hợp với các yêu cầu về NSA (suy giảm vị trí chuẩn) tương ứng.

CHÚ THÍCH 4: Cần duy trì khoảng cách tối thiểu theo chiều ngang là 1,5 m trên đó cáp anten chạy nằm ngang phía sau tâm của anten trong phép đo phát bức xạ phân cực thẳng đứng thực tế.

CHÚ THÍCH 5: Không nhất thiết phải xác định bố trí thử nghiệm một cách khắt khe vì ảnh hưởng do bố trí thử nghiệm chịu sự chi phối của tương tác giữa anten và phần cáp đầu vào nằm song song với các phần tử anten. Có ảnh hưởng nhỏ hơn nhiều phụ thuộc vào sự đồng nhất của trường tới tác động lên anten thu trong các bố trí EMC bình thường trong OATS hoặc trong phòng hấp thụ hoàn toàn.

CHÚ THÍCH 6: Đối với bộ chuyển đổi cân bằng/không cân bằng có bộ nối cáp thu lắp về một phía ( $90^\circ$  so với cân anten), cần sử dụng bộ nối vuông góc để giảm việc xê dịch cáp.

#### 4.5.5 Đáp tuyến phân cực chéo của anten

Khi anten được đặt trong trường điện từ phân cực phẳng, điện áp đầu nối khi anten và trường là phân cực chéo phải thấp hơn ít nhất là 20 dB so với điện áp đầu nối khi chúng đồng cực.

Thử nghiệm được dự kiến áp dụng cho anten giàn lưỡng cực theo chu kỳ loga (LPDA) trong đó hai nửa của từng lưỡng cực được xếp theo hình bậc thang. Ở đây trình bày phương pháp thử nghiệm để xác định yêu cầu này đối với các anten LPDA. Đa số các thử nghiệm với anten này là thử nghiệm ở tần số trên 200 MHz nhưng yêu cầu áp dụng cho toàn bộ dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz. Thử nghiệm này không thích hợp cho anten lưỡng cực và anten hình nón kép thẳng hàng vì độ loại bỏ phân cực chéo lớn

## TCVN 6989-1-4:2010

hơn 20 dB là bản chất của thiết kế đối xứng của các anten này. Các anten này và anten loa phải có độ loại bỏ phân cực chéo lớn hơn 20 dB và thử nghiệm điển hình do nhà chế tạo thực hiện cần khẳng định điều này.

Để đạt được các điều kiện không gian gần như tự do, có thể sử dụng phòng không vang chất lượng cao hoặc các tháp có đủ độ cao so với mặt đất ở ngoài trời. Để giảm thiểu các phản xạ mặt đất, đặt anten phân cực thẳng đứng. Sóng phẳng phải được bố trí tại anten cần thử nghiệm. Khoảng cách giữa tâm của anten cần thử nghiệm và anten nguồn phải lớn hơn một bước sóng.

CHÚ THÍCH: Vị trí thử nghiệm có chất lượng tốt là cần thiết để bố trí sóng phẳng tại anten cần thử nghiệm. Sự phân biệt phân cực chéo dựa vào sóng phẳng có thể được chứng minh bằng cách phát giữa cặp anten loa hoặc ống dẫn sóng hở một đầu và kiểm tra xem sự kết hợp của sai số vị trí và tính năng phân cực chéo nội tại của một anten loa có đạt được độ triệt thành phần nằm ngang quá 30 dB không. Nếu sai số vị trí rất thấp và nếu các anten loa có tính năng giống nhau thì tính năng phân cực chéo của một loa thấp hơn xấp xỉ 6 dB so với việc ghép nối phân cực chéo kết hợp của cặp loa.

Tín hiệu nhiễu có mức thấp hơn 20 dB so với mức tín hiệu mong muốn sẽ cho sai số lớn nhất trên tín hiệu mong muốn là  $\pm 0,9$  dB. Sai số lớn nhất xuất hiện khi tín hiệu phân cực chéo đồng pha với tín hiệu đồng cực. Nếu đáp tuyến phân cực chéo của LPDA kém hơn 20 dB thì người vận hành phải tính độ không đảm bảo đo và công bố cùng kết quả. Ví dụ mức phân cực chéo là 14 dB nghĩa là độ không đảm bảo đo lớn nhất là +1,6 dB đến -1,9 dB. Lấy giá trị lớn hơn và giả thiết là sự phân bố có dạng chữ U khi tính độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn.

Để thêm tín hiệu 0 dB vào tín hiệu khác -14 dB, đầu tiên chuyển thành các điện áp tương đối bằng cách chia cho 20 và lấy đối logarit. Sau đó thêm tín hiệu nhỏ hơn vào tín hiệu đơn vị. Lấy logarit và nhân với 20. Kết quả là sai số đêxiben dương. Lặp lại nhưng lấy tín hiệu đơn vị trừ đi tín hiệu nhỏ hơn để có sai số đêxiben âm.

Để tính độ không đảm bảo đo của phép đo phát bức xạ, nếu mức tín hiệu đo được trong một phân cực vượt quá tín hiệu đo được trong phân cực vuông góc lớn hơn hoặc bằng 6 dB thì LPDA có sự phân biệt phân cực chéo chỉ là 14 dB sẽ được xem là đáp ứng yêu cầu 20 dB. Nếu độ chênh lệch giữa các mức tín hiệu phân cực thẳng đứng và phân cực chéo nhỏ hơn 6 dB thì phải tính độ không đảm bảo đo thêm vào nếu tổng của độ chênh lệch này và phân cực chéo nhỏ hơn 20 dB.

### 4.6 Dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz

Phép đo phát bức xạ ở tần số trên 1 GHz phải được thực hiện bằng cách sử dụng anten phân cực tuyến tính đã hiệu chuẩn. Ví dụ như anten LPDA, anten loa dẫn sóng có gờ kép, anten loa có độ lợi tiêu chuẩn. “Búp sóng” hoặc búp chính của tất cả các giản đồ anten phải đủ rộng để bao phủ EUT khi được đặt ở khoảng cách đo, hoặc phải thực hiện các biện pháp dự phòng cho việc “quét” EUT để định vị hướng hoặc nguồn phát bức xạ của nó. Độ rộng của búp chính được xác định là độ rộng búp sóng 3 dB

của anten, và thông tin để xác định tham số này phải được nêu trong tài liệu về anten. Đối với anten loa, điều kiện dưới đây phải được thỏa mãn:

$$d \geq \frac{D^2}{2\lambda} \quad (5)$$

trong đó

$d$  là khoảng cách đo (m);

$D$  là kích thước độ mở lớn nhất của anten (m); và

$\lambda$  là bước sóng trong không gian tự do ở tần số đo (m).

#### 4.7 Bố trí anten đặc biệt – Hệ thống anten vòng

Trong dải tần từ 9 kHz đến 30 MHz, công suất nhiễu của thành phần từ trường của phát xạ từ một thiết bị thử nghiệm (EUT) có thể được xác định bằng cách sử dụng hệ thống anten vòng đặc biệt (LAS). Trong LAS, công suất này được đo theo dòng điện do từ trường tạo ra trong anten vòng của LAS. LAS đo dòng điện cảm ứng bởi thành phần trường từ của một EUT. LAS cho phép thực hiện phép đo trong phòng.

LAS bao gồm ba anten vòng lớn vuông góc nhau (LLA), đường kính 2 m, được đỡ bằng một đế phi kim loại. Mô tả đầy đủ về LAS được nêu trong Phụ lục C.

EUT được đặt ở tâm của LAS. Kích thước lớn nhất của EUT được giới hạn sao cho khoảng cách giữa EUT và LLA ít nhất là 0,20 m. Nguyên tắc đi cáp tín hiệu được cho trong Điều C.3, chú thích 2 và Hình C.6. Cáp phải được đi cùng nhau và cho phép bố trí dây này nằm trong cùng quãng tám của lõi và cách các vòng LAS bất kỳ một khoảng không nhỏ hơn 0,4 m.

Ba LLA vuông góc với nhau cho phép đo công suất nhiễu của tất cả các phân cực của trường bức xạ với độ chính xác qui định mà không phải quay EUT hoặc thay đổi hướng của các LLA.

Cả ba LLA phải tuân thủ các yêu cầu kiểm tra hiệu lực nêu trong Điều C.4.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng các vòng LLA có đường kính khác với đường kính tiêu chuẩn là 2 m, với điều kiện đường kính của chúng  $D \leq 4$  m và khoảng cách giữa EUT và anten vòng ít nhất là  $0,10 \times D$ , tính bằng mét. Hệ số hiệu chỉnh đối với đường kính phi tiêu chuẩn được nêu trong Điều C.6.

## 5 Vị trí thử nghiệm để đo cường độ trường nhiễu radiô trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz

### 5.1 Yêu cầu chung

Môi trường được yêu cầu phải là môi trường đảm bảo các kết quả đo cường độ trường nhiễu gây ra do thiết bị là có hiệu lực và có thể lặp lại. Đối với thiết bị chỉ có thể thử nghiệm tại nơi sử dụng thì phải áp dụng các điều khoản khác.

## **5.2 OATS**

### **5.2.1 Yêu cầu chung**

Phép đo cường độ trường nhiễu thường được thực hiện tại vị trí thử nghiệm thoáng. OATS là khu vực có địa thế bằng phẳng, thoáng. Vị trí thử nghiệm này không được có các công trình, đường dây điện, hàng rào, cây cối, v.v... và không có cáp ngầm, đường ống, v.v... trừ khi cần để cấp nguồn và vận hành EUT. Tham khảo Phụ lục D về các khuyến cáo về kết cấu cụ thể cho OATS đối với thử nghiệm trường điện từ trong dải tần từ 30 MHz đến 1 GHz. Qui trình xác định hiệu lực vị trí đối với vị trí thử nghiệm thoáng được nêu trong 5.2.6 với nội dung chi tiết được nêu trong Phụ lục E. Phụ lục F đưa ra các tiêu chí chấp nhận.

### **5.2.2 Vỏ bọc bảo vệ về thời tiết**

Có yêu cầu bảo vệ về thời tiết nếu vị trí thử nghiệm được sử dụng suốt cả năm. Kết cấu bảo vệ về thời tiết có thể bảo vệ toàn bộ vị trí thử nghiệm (bao gồm cả EUT và anten đo cường độ trường) hoặc chỉ bảo vệ EUT. Vật liệu sử dụng phải trong suốt đối với RF để không gây các phản xạ không mong muốn và không gây suy giảm trường do EUT phát ra (xem 5.3.1).

Kết cấu này phải có hình dạng cho phép dễ dàng loại bỏ được tuyết, băng hoặc nước. Để biết thêm chi tiết, xem Phụ lục D.

### **5.2.3 Khu vực không có vật cản**

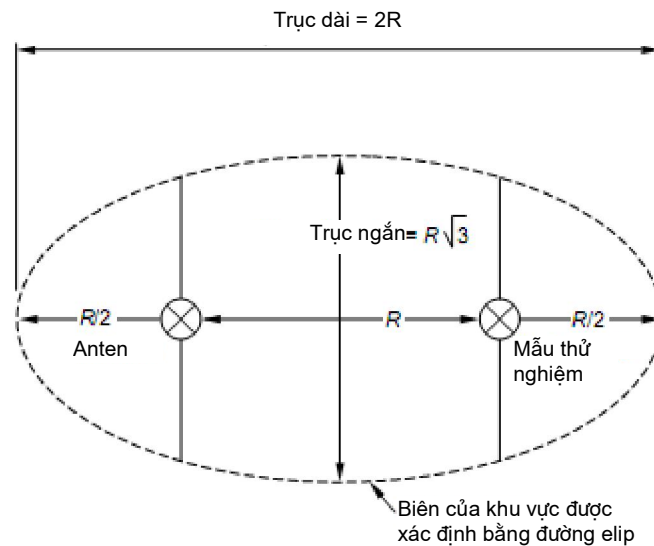
Đối với vị trí thử nghiệm thoáng, yêu cầu một khu vực không có vật cản xung quanh EUT và anten đo cường độ trường. Khu vực không có vật cản không được có sự tán xạ đáng kể của trường điện từ, và phải đủ rộng sao cho tán xạ bên ngoài khu vực này sẽ ít gây ảnh hưởng đến trường đo được bằng anten đo cường độ trường. Để xác định sự thích hợp của khu vực này, cần thực hiện các thử nghiệm về hiệu lực của vị trí.

Do cường độ của trường tán xạ từ một vật thể phụ thuộc vào nhiều yếu tố (kích thước vật thể, khoảng cách đến EUT, hướng liên quan đến EUT, độ dẫn điện và hằng số điện môi của vật thể, tần số, v.v...), nên không thể có qui định về khu vực không có vật cản hợp lý cần thiết và đầy đủ cho mọi ứng dụng được. Kích thước và hình dạng của khu vực không có vật cản phụ thuộc vào khoảng cách đo và phụ thuộc vào việc có quay EUT hay không. Nếu vị trí này được trang bị bàn quay thì khu vực không có vật cản khuyến cáo có hình elip với anten thu và EUT ở hai tiêu điểm, có trục dài bằng hai lần khoảng cách đo và trục ngắn bằng tích của khoảng cách đo với căn bậc hai của 3 (xem Hình 2).

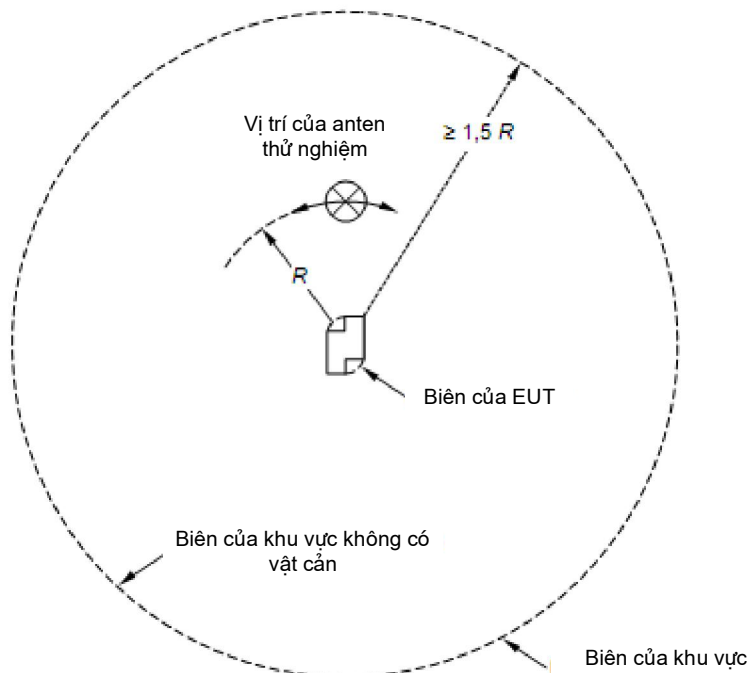
Đối với hình elip này, đường đi của tia không mong muốn bị phản xạ từ vật thể bất kỳ lên chu vi elip gấp hai lần chiều dài đường đi của tia tới giữa hai tiêu điểm. Nếu lắp đặt EUT lớn trên bàn quay, thì khu vực không có vật cản phải được mở rộng sao cho vẫn có khoảng trống không vật cản tính từ chu vi của EUT.

Nếu vị trí không trang bị bàn quay, nghĩa là, EUT đặt tĩnh tại, khu vực không có vật cản khuyến cáo là một khu vực có hình tròn sao cho khoảng cách theo bán kính từ biên của EUT đến biên của khu vực này lớn hơn hoặc bằng khoảng cách đo nhân với 1,5 (xem Hình 3). Trong trường hợp này, anten được dịch chuyển xung quanh EUT ở khoảng phân cách.

Địa hình trong phạm vi khu vực không có vật cản phải bằng phẳng. Độ dốc nhỏ để thoát nước là chấp nhận được. Độ bằng phẳng của mặt phẳng nền bằng kim loại, nếu sử dụng, được nêu trong Điều D.2. Thiết bị đo và người thử nghiệm phải ở bên ngoài khu vực không có vật cản.



Hình 2 – Khu vực không có vật cản của vị trí thử nghiệm có bàn quay (xem 5.2.3)



Hình 3 – Khu vực không có vật cản có EUT tĩnh tại (xem 5.2.3)

### **5.2.4 Môi trường tần số radiô xung quanh của vị trí thử nghiệm**

Mức tần số radiô xung quanh tại vị trí thử nghiệm phải đủ thấp so với mức của phép đo cần thực hiện. Chất lượng của vị trí về mặt này có thể được đánh giá theo bốn tiêu chí liệt kê dưới đây theo thứ tự ưu tiên:

- a) phát xạ xung quanh là thấp hơn mức đo 6 dB hoặc hơn nữa;
- b) một số phát xạ xung quanh nằm trong khoảng 6 dB của mức đo;
- c) một số phát xạ xung quanh cao hơn mức đo, nhưng không theo chu kỳ (nghĩa là, có thời gian đủ dài giữa hai lần truyền để cho phép thực hiện phép đo) hoặc liên tục, nhưng chỉ trên các tần số giới hạn xác định được;
- d) mức xung quanh cao hơn mức đo ở phần lớn dải tần số đo và xuất hiện liên tục.

Việc lựa chọn vị trí thử nghiệm cần đảm bảo duy trì được độ chính xác của phép đo, với môi trường cho trước và mức độ kỹ năng kỹ thuật sẵn có.

CHÚ THÍCH: Mức tần số radiô xung quanh nhỏ hơn mức phát xạ đo được 20 dB hoặc nhiều hơn được coi là tối ưu.

### **5.2.5 Mặt phẳng nền**

Mặt phẳng nền có thể bao gồm một dải rộng vật liệu từ đất đến vật liệu kim loại có độ dẫn cao. Mặt phẳng này có thể ở mức mặt đất hoặc trên bệ có kích thước thích hợp hoặc đặt trên nóc. Ưu tiên mặt phẳng nền kim loại, nhưng đối với thiết bị và các ứng dụng nhất định, nó có thể không được khuyến cáo bởi tiêu chuẩn sản phẩm cụ thể. Sự thích hợp của mặt phẳng nền kim loại sẽ phụ thuộc vào việc vị trí thử nghiệm có thỏa mãn các yêu cầu về hiệu lực của vị trí nêu trong 5.2.6 hay không. Nếu không sử dụng vật liệu kim loại thì cần thận trọng lựa chọn vị trí để không làm thay đổi các đặc tính phản xạ của nó theo thời gian, điều kiện thời tiết hoặc do vật liệu kim loại chôn dưới đất như ống dẫn, cáp điện và vùng đất không đồng nhất. Những vị trí như vậy thường cho đặc tính suy giảm vị trí khác so với những vị trí có bề mặt kim loại.

### **5.2.6 Quy trình xác định hiệu lực OATS**

#### **5.2.6.1 Yêu cầu chung**

Quy trình hiệu lực và các yêu cầu đối với độ suy giảm vị trí thông thường nêu ở đây được dùng để đánh giá chất lượng vị trí thử nghiệm có mặt phẳng nền kim loại. Đối với các vị trí thử nghiệm khác, quy trình hiệu lực mang tính chất thông tin, và nói chung là cũng sẽ nhận biết được sự không đồng đều có thể có của vị trí cần nghiên cứu. Quy trình hiệu lực áp dụng cho phòng có lót lớp hấp thụ được nêu ở 5.4.

Hiệu lực của vị trí thử nghiệm thoáng được thực hiện với hai anten, một định hướng ngang và một định hướng thẳng đứng so với mặt đất lần lượt như chỉ ra trên Hình 4 và Hình 5. Hình 5 chỉ ra cấu hình đối với



phân cực thẳng đứng sử dụng anten lưỡng cực có điều hướng. Đối với anten băng rộng, độ cao của anten phải là  $h_1 = h_{2min} = 1$  m.

Độ suy giảm vị trí thử nghiệm thoáng có được từ tỷ số giữa điện áp nguồn,  $V_i$  nối đến anten phát và điện áp thu,  $V_R$  đo được trên đầu nối của anten thu. Phép đo điện áp được thực hiện ở hệ thống 50  $\Omega$ . Cần hiệu chỉnh thích hợp tổn hao cáp nếu  $V_R$  và  $V_i$  không được đo tương ứng tại đầu vào và đầu ra của anten phát và anten thu. Khi đó, lấy tỷ số suy giảm vị trí này chia cho tích các hệ số anten của hai anten sử dụng. Kết quả thu được chính là NSA và được biểu thị bằng dB. Vị trí được coi là phù hợp khi các giá trị NSA theo chiều dọc và chiều ngang nằm trong khoảng  $\pm 4$  dB của các giá trị cho trong Bảng E.1, E.2 và E.3. Nếu vượt quá tiêu chí  $\pm 4$  dB thì vị trí thử nghiệm phải được xem xét theo Điều E.4.

CHÚ THÍCH 1: Cơ sở đối với tiêu chí chấp nhận vị trí 4 dB được nêu trong Phụ lục F.

Sai lệch giữa giá trị NSA đo được và giá trị lý thuyết không được dùng làm độ hiệu chỉnh đối với cường độ trường của EUT đo được. Qui trình này chỉ được dùng để kiểm tra hiệu lực của vị trí thử nghiệm.

Bảng E.1 dùng cho anten dải rộng như anten hình nón kép và anten giàn theo chu kỳ loga đặt thẳng hàng theo cả chiều ngang lẫn chiều dọc so với mặt phẳng nền. Bảng E.2 dùng cho trường hợp lưỡng cực điều hướng nửa sóng đặt thẳng hàng theo chiều ngang so với mặt phẳng nền. Bảng E.3 dùng cho trường hợp lưỡng cực điều hướng nửa sóng đặt thẳng hàng theo chiều dọc so với mặt phẳng nền. Lưu ý là trong Bảng E.3 có hạn chế theo chiều cao quét  $h_2$ . Điều này tính đến một thực tế là đỉnh thấp nhất của lưỡng cực thu được giữ cách mặt phẳng nền 25 cm hoặc lớn hơn.

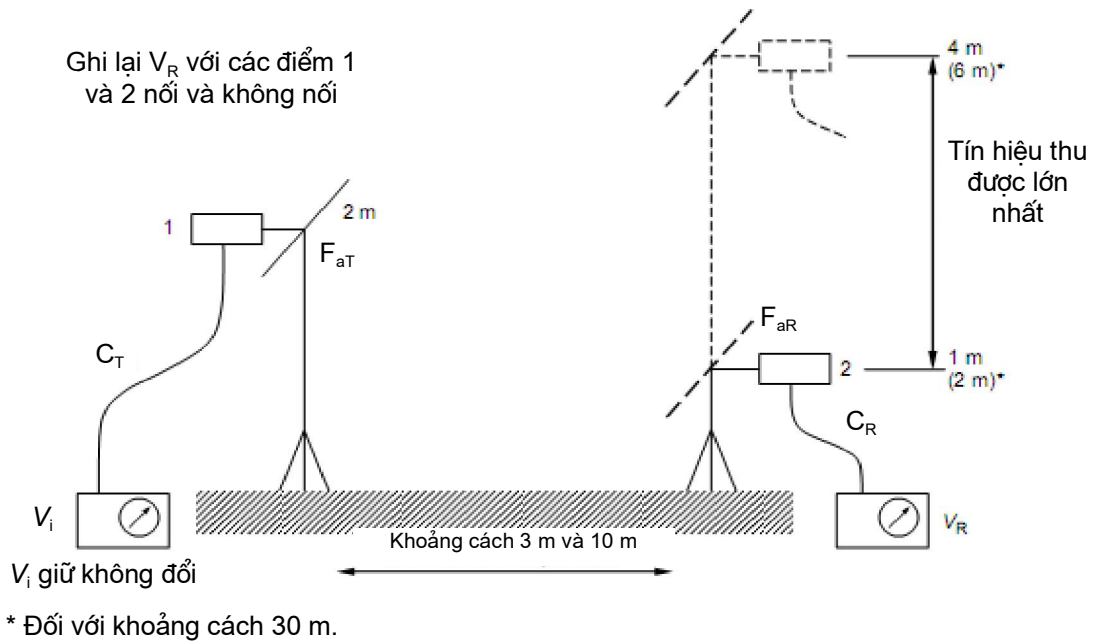
CHÚ THÍCH 2: Nguyên nhân của sự khác biệt giữa các Bảng E.1, E.2 và E.3 là các tham số hình học khác nhau được chọn cho anten dải rộng và lưỡng cực điều hướng nửa sóng, trước tiên là vì các hạn chế thực tế cần thiết đối với loại lưỡng cực điều hướng nửa sóng.

Giá trị NSA đối với các tần số không phải là các tần số cho trong các bảng E.1, E.2 và E.3 có thể tìm được bằng phép nội suy tuyến tính giữa các giá trị được lập thành bảng.

Ghi chú cho mỗi bảng như sau:

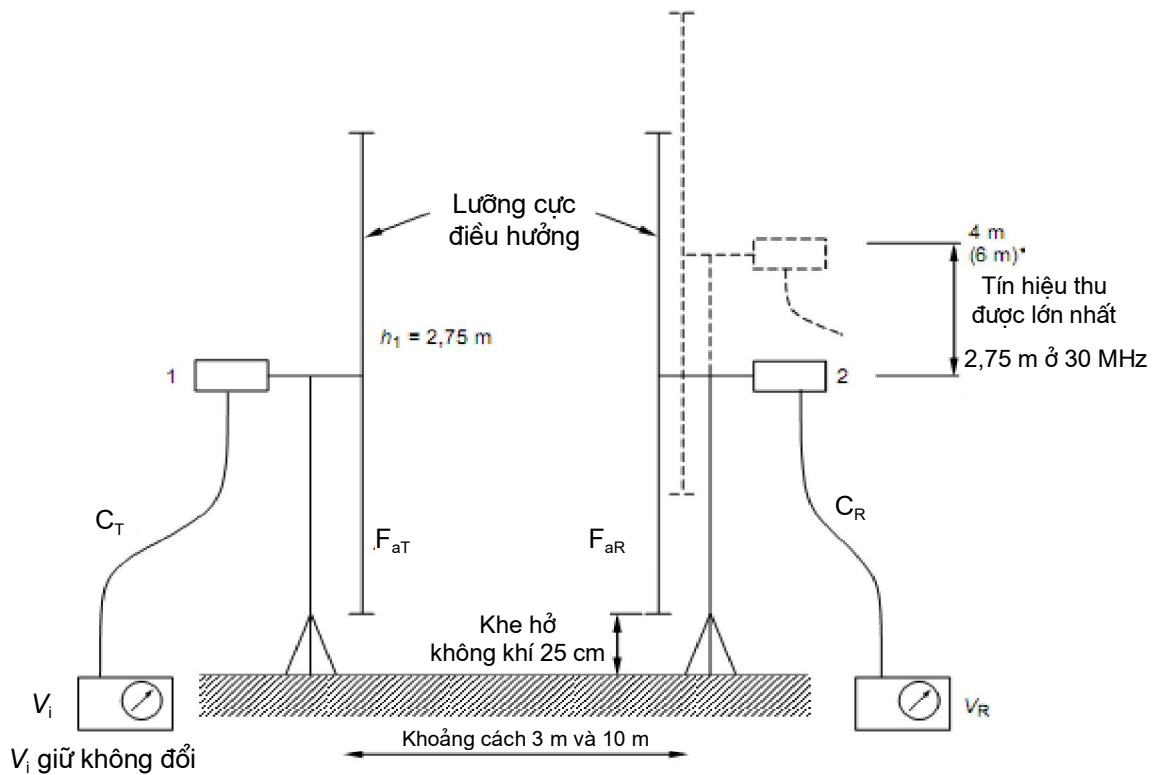
- d khoảng cách theo phương nằm ngang giữa hình chiếu của anten phát và anten thu trên mặt phẳng nền (m);
- $h_1$  chiều cao tâm của anten phát so với mặt phẳng nền (m);
- $h_2$  dải chiều cao của tâm anten thu so với mặt phẳng nền (m). Tín hiệu thu lớn nhất trong dải chiều cao quét này được dùng cho phép đo NSA;
- $f_M$  tần số (MHz);
- $A_N$  NSA (xem công thức (6), phía dưới).

CHÚ THÍCH 3: Khoảng cách d giữa các anten giàn theo chu kỳ loga được đo từ hình chiếu của điểm giữa trục dọc của từng anten lên mặt phẳng nền.



CHÚ THÍCH: Ký hiệu được xác định ở 5.2.6.1 và 5.2.6.2.

**Hình 4 – Cấu hình của thiết bị để đo độ suy giảm vị trí theo phân cực ngang (xem 5.2.6 và Phụ lục E)**



$h_1 = h_2 = 1$  m (nhỏ nhất) dùng cho anten dải rộng.

\* Đối với khoảng cách 30 m.

CHÚ THÍCH: Ký hiệu được xác định ở 5.2.6.1 và 5.2.6.2.

**Hình 5 – Cấu hình của thiết bị để đo độ suy giảm vị trí theo phân cực thẳng đứng sử dụng lưỡng cực điều hướng (xem 5.2.6 và Phụ lục E)**

Khuyến cáo nên thực hiện phép đo NSA theo phương ngang trước. Vì các phép đo theo phương ngang có độ nhạy kém so với các phép đo theo phân cực thẳng đứng trong việc phát hiện các bất thường của thử nghiệm, NSA đo được phải nằm trong khoảng  $\pm 4$  dB của giá trị cho trong các Bảng E.1, E.2 và E.3. Nếu không thì kiểm tra lại kỹ thuật đo, độ trôi của thiết bị và các hiệu chuẩn hệ số anten. Nếu vẫn vượt quá tiêu chí  $\pm 4$  dB thì cần làm rõ điều gây bất thường đáng kể và thực hiện việc hiệu chỉnh trước khi tiến hành với phép đo NSA phân cực thẳng đứng.

### 5.2.6.2 Phép đo NSA chung

Đối với mỗi phép đo phân cực, qui trình NSA đòi hỏi hai phép đo điện áp thu  $V_R$  khác nhau. Số đọc  $V_R$  thứ nhất ( $V_{\text{trực tiếp}}$ ) là với hai cáp đồng trục không nối với hai anten mà nối với nhau qua bộ phối hợp. Số đọc  $V_R$  thứ hai ( $V_{\text{vị trí}}$ ) là với cáp đồng trục được nối lại với anten tương ứng của nó và tín hiệu lớn nhất đo được khi anten thu được quét theo độ cao (1 m đến 4 m cho khoảng cách 3 m và 10 m hoặc 1 m đến 4 m hoặc 2 m đến 6 m cho khoảng cách 30 m). Với cả hai phép đo này, điện áp nguồn tín hiệu,  $V_i$ , được giữ không đổi. Chúng được dùng trong công thức (6) dưới đây đối với NSA đo được,  $A_{N \text{ meas}}$ ; các số hạng được tính bằng dB.

$$A_{N \text{ meas}} = V_{\text{trực tiếp}} - V_{\text{vị trí}} - F_{aT} - F_{aR} - \Delta F_{a \text{ TOT}} \quad (6)$$

trong đó

$F_{aT}$  là hệ số anten phát;

$F_{aR}$  là hệ số anten thu;

$\Delta F_{a \text{ TOT}}$  là hệ số hiệu chỉnh trở kháng tương hỗ.

Lưu ý là hai số hạng đầu đại diện cho phép đo độ suy giảm vị trí thực, nghĩa là,  $V_{\text{trực tiếp}} - V_{\text{vị trí}}$  bằng độ suy giảm vị trí theo quan điểm kinh điển, cấu thành bởi tổn hao xen kẽ cả các đặc tính của hai anten sử dụng. Giá trị  $\Delta F_{a \text{ TOT}}$  lý thuyết được cho trong Bảng E.4.  $F_{aT}$  và  $F_{aR}$  phải được đo.

Chú ý rằng:

$$V_{\text{trực tiếp}} = V_i - C_T - C_R \quad (7)$$

trong đó  $C_T$  và  $C_R$  là tổn hao cáp mà không cần phải đo riêng. Hệ số hiệu chỉnh trở kháng tương hỗ trong Bảng E.4 chỉ áp dụng cho vị trí hình học khuyến cáo có khoảng cách 3 m, phân cực ngang và sử dụng lưỡng cực điều hưởng nửa sóng.

Để thực hiện các phép đo NSA này, có thể sử dụng hai phương pháp, tùy thuộc vào trang thiết bị sẵn có và có dùng lưỡng cực điều hưởng hoặc lưỡng cực dải rộng hay không. Cả hai phương pháp cho kết quả cơ bản là giống nhau nếu sử dụng đúng như nêu trong Phụ lục E. Từng phương pháp được mô tả tóm tắt như sau:

- a) Phương pháp tần số rời rạc

## TCVN 6989-1-4:2010

Đối với phương pháp này, các tần số cụ thể cho trong Bảng E.1, E.2 hoặc E.3 được đo lần lượt. Tại từng tần số, anten thu được quét trên dải chiều cao cho trong bảng thích hợp để tối đa hóa tín hiệu thu. Đưa các giá trị của tham số đo được này vào công thức (6) để có NSA đo được. Phụ lục E gồm qui trình dự kiến để ghi lại dữ kiện, tính NSA đo được, và sau đó so sánh với NSA lý thuyết.

### b) Phương pháp tần số rà

Đối với phương pháp này, phép đo sử dụng anten dải rộng có thể thực hiện bằng cách dùng thiết bị đo tự động có khả năng lưu giữ đỉnh (lưu giữ lớn nhất), khả năng lưu giữ, và một máy phát tự hiệu chỉnh. Trong phương pháp này, cả độ cao anten và tần số được quét hoặc rà trên toàn bộ dải yêu cầu. Tốc độ rà tần số phải lớn hơn nhiều so với tốc độ quét theo độ cao anten. Nếu không thì qui trình này cũng giống như qui trình a). Nội dung qui trình được cho trong Phụ lục E.

### 5.2.6.3 Xác định hệ số anten

Hệ số anten chính xác là cần thiết khi đo NSA. Nói chung, hệ số anten được cho cùng anten là không đủ trừ khi chúng được đo một cách cụ thể hoặc riêng biệt. Yêu cầu anten phân cực tuyến tính. Phương pháp hiệu chuẩn anten hữu ích được nêu trong Phụ lục E. Hệ số anten của nhà chế tạo có thể tính đến tổn hao do biến đổi cân bằng-không cân bằng phối hợp trong số các đặc trưng khác. Nếu sử dụng bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng riêng hoặc cáp liên kết tích hợp bất kỳ thì phải tính đến ảnh hưởng của chúng. Công thức dùng cho lưỡng cực nửa sóng có điều hưởng cũng được cho trong Phụ lục E.

### 5.2.6.4 Sai lệch suy giảm vị trí

Nếu phép đo NSA sai lệch nhiều hơn  $\pm 4$  dB thì trước tiên cần kiểm tra lại một số hạng mục:

- a) qui trình đo;
- b) độ chính xác của hệ số anten;
- c) độ trôi của nguồn tín hiệu hoặc độ chính xác của máy thu hoặc bộ suy giảm đầu vào của bộ phân tích phổ; và
- d) số đọc.

Nếu không tìm thấy sai lỗi trong a), b), c) và d), thì khi đó vị trí là sai và cần thực hiện việc nghiên cứu các nguyên nhân có thể của sự thay đổi vị trí. Phụ lục F nêu các sai lỗi có thể xuất hiện trong phép đo NSA.

Cần chú ý là, do phân cực thẳng đứng thường là phép đo có tính chất quyết định hơn nên sự bất thường của vị trí cần được nghiên cứu bằng cách sử dụng phép đo nhạy hơn này chứ không phải là sử dụng kết quả của phân cực ngang. Các hạng mục chủ yếu cần nghiên cứu bao gồm:

- 1) sự không thỏa đáng về kích thước và kết cấu mặt phẳng nền;
- 2) các vật thể trong chu vi của vị trí có thể gây nên sự phân tán không mong muốn;

- 3) vỏ bọc dùng cho mọi thời tiết;
- 4) tính không liên tục của mặt phẳng nền tại chu vi bàn quay khi bề mặt bàn quay là bề mặt dẫn và ở cùng độ cao với mặt phẳng nền;
- 5) lớp phủ mặt phẳng nền là lớp điện môi dày;
- 6) các khoảng hở trên mặt phẳng nền dành cho cầu thang.

### 5.3 Sự thích hợp của vị trí thử nghiệm đối với vị trí thử nghiệm có mặt phẳng nền khác

#### 5.3.1 Yêu cầu chung

Có nhiều vị trí và phương tiện thử nghiệm khác nhau kết hợp lại với nhau để thực hiện phép đo phát bức xạ. Hầu hết chúng được bảo vệ khỏi thời tiết và các ảnh hưởng bất lợi của môi trường tần số radiô. Đó là các vị trí thử nghiệm thoáng có vỏ bọc dùng cho mọi thời tiết và các phòng có lót lớp hấp thụ.

Nếu có vật liệu kết cấu bao quanh vị trí thử nghiệm thì có khả năng các kết quả của một phép đo độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn (NSA) đơn lẻ, như qui định trong 5.2.6, là không đủ để chứng tỏ vị trí thay thế này là thích hợp.

Để đánh giá sự thích hợp của vị trí thử nghiệm thay thế, khuyến cáo áp dụng qui trình dưới đây. Qui trình này dựa trên việc thực hiện nhiều phép đo NSA trên toàn bộ thể tích mà EUT chiếm chỗ. Mọi phép đo trên NSA phải nằm trong phạm vi sai số  $\pm 4$  dB và được đánh giá là thích hợp tương đương với một vị trí thử nghiệm thoáng.

Vấn đề nêu trong mục này liên quan đến vị trí thử nghiệm thay thế có mặt phẳng nền dẫn.

#### 5.3.2 Độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn đối với vị trí thử nghiệm thay thế

Đối với vị trí thử nghiệm thay thế, một phép đo NSA đơn lẻ không đủ để thu được phản xạ từ vật liệu kết cấu và/hoặc vật liệu hấp thụ tần số radiô bao gồm các vách và trần của thiết bị. Đối với các vị trí này, “thể tích thử nghiệm” được xác định là thể tích mà thiết bị hoặc hệ thống lớn nhất cần thử nghiệm vạch ra khi quay  $360^\circ$  xung quanh vị trí tâm của nó, ví dụ như quay bằng bàn quay. Trong việc đánh giá phân cực ngang và phân cực thẳng đứng, như được minh họa trên Hình 6 và Hình 7, có thể cần nhiều nhất là 20 phép đo độ suy giảm vị trí riêng biệt, nghĩa là năm vị trí theo mặt phẳng nằm ngang (ở giữa, bên trái, bên phải, phía trước và phía sau, được đo với tâm và đường thẳng vạch từ tâm đến vị trí của anten đo), hai phân cực (ngang và thẳng đứng), và hai độ cao (1 m và 2 m theo chiều ngang, 1 m và 1,5 m theo chiều thẳng đứng).

Các phép đo này được tiến hành với anten dải rộng và các khoảng cách được đo từ tâm của anten. Anten phát và anten thu phải thẳng hàng, các phần tử anten phải song song với nhau và vuông góc với trục đo.

## TCVN 6989-1-4:2010

Đối với phân cực thẳng đứng, vị trí bên ngoài tâm của anten phát là tại chu vi của thể tích thử nghiệm. Ngoài ra, đỉnh thấp hơn của anten phải cách sàn tối thiểu là 25 cm, điều này có thể đòi hỏi tâm của anten cao hơn 1 m một chút trong phép đo độ cao nhỏ nhất.

Đối với phép đo phân cực ngang theo vị trí trái và phải, nếu vật liệu kết cấu và/hoặc vật liệu hấp thụ trên các vách bên cách chu vi EUT một khoảng ít nhất là 1 m thì tâm của anten được dịch chuyển về khoảng giữa sao cho đỉnh xa nhất của anten hoặc nằm trên chu vi hoặc cách chu vi không lớn hơn 10 % đường kính thể tích thử nghiệm. Vị trí trước và sau là vị trí ở chu vi của thể tích thử nghiệm.

Số lượng phép đo yêu cầu có thể giảm trong các tình huống sau đây:

a) Có thể bỏ qua phép đo phân cực thẳng đứng và ngang ở vị trí phía sau nếu vật liệu kết cấu và/hoặc vật liệu hấp thụ có điểm gần nhất cách biên phía sau của thể tích thử nghiệm quá 1 m.

CHÚ THÍCH 1: Nguồn phát bức xạ đặt gần với bề mặt điện môi chung cho thấy là có những thay đổi trong phân bố dòng điện mà có thể ảnh hưởng đến đặc tính bức xạ của nguồn tại vị trí đó. Trong trường hợp EUT có thể được đặt gần bề mặt chung này, thì yêu cầu bổ sung thêm phép đo độ suy giảm vị trí.

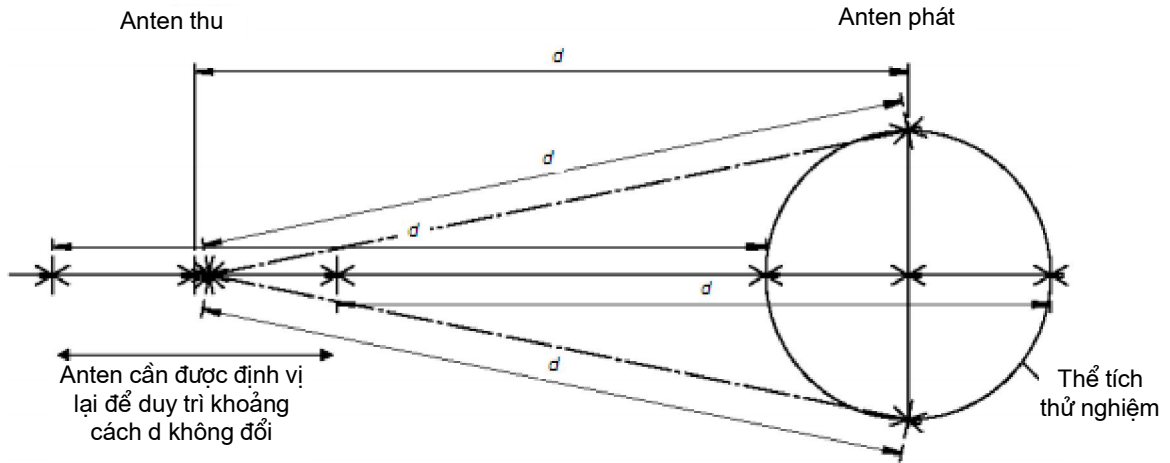
b) Tổng số phép đo phân cực ngang theo đường kính thể tích thử nghiệm cùng với các vị trí trái và phải có thể giảm xuống đến mức tối thiểu cần thiết đối với hình chiếu bằng của anten bao phủ 90 % đường kính.

c) Phép đo phân cực thẳng đứng ở độ cao 1,5 m có thể bỏ qua nếu đỉnh của EUT, bao gồm cả bàn lắp đặt bất kỳ, có độ cao nhỏ hơn 1,5 m.

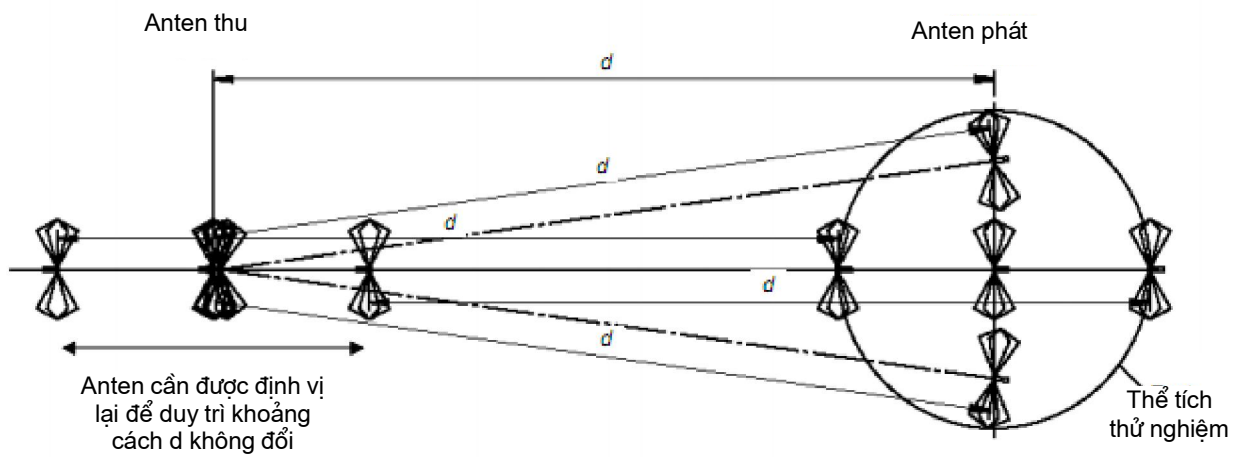
d) Nếu thể tích thử nghiệm không quá 1 m chiều sâu, 1,5 m chiều rộng, 1,5 m chiều cao, kể cả bàn, nếu có, thì phép đo phân cực ngang chỉ cần thực hiện ở vị trí giữa, phía trước và phía sau nhưng ở cả hai độ cao 1 m và 2 m. Nếu áp dụng hạng mục a) ở trên thì vị trí phía sau có thể bỏ qua. Việc này đòi hỏi ít nhất là tám phép đo: bốn vị trí phân cực thẳng đứng (bên trái, ở giữa, bên phải và phía trước) đối với một độ cao, và bốn vị trí phân cực ngang (ở giữa và phía trước) đối với hai độ cao; xem Hình 8 và Hình 9.

Phép đo NSA phải được thực hiện với anten phát và anten thu đặt cách nhau một khoảng được giữ không đổi theo Bảng 1 và 2. Lưu ý là các bảng này đã được sửa đổi cho phù hợp với phép đo NSA bằng cách bổ sung các giá trị đối với một độ cao truyền bổ sung và giới hạn chiều cao quét 30 m xuống còn từ 1 m đến 4 m. Anten thu phải được di chuyển để duy trì khoảng cách thích hợp dọc theo tuyến hướng về tâm bàn quay (xem Hình 6, 7, 8 và 9). Vị trí thử nghiệm thay thế được xem xét phù hợp để thực hiện thử nghiệm phát bức xạ nếu tất cả các phép đo NSA mô tả ở trên thỏa mãn các yêu cầu của 5.3.3 và các yêu cầu về mặt phẳng nền ở 5.3.4 dưới đây.

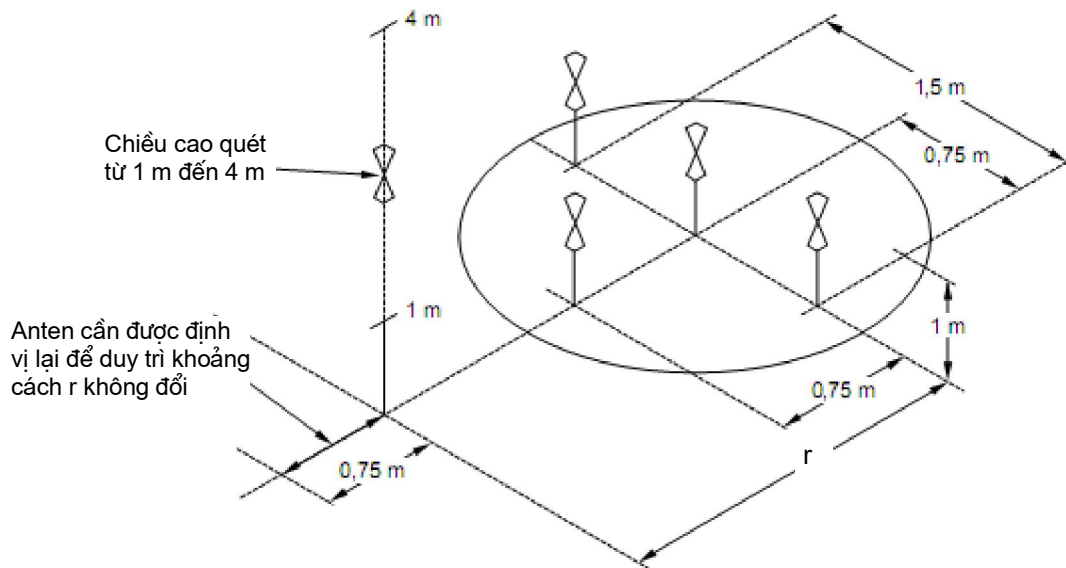
CHÚ THÍCH 2: Các nghiên cứu đang được tiến hành để xác định xem còn cần thêm thử nghiệm nào để chứng tỏ sự thích hợp của vị trí thử nghiệm thay thế.



**Hình 6 – Vị trí Anten điển hình đối với vị trí thử nghiệm thay thế –  
Phép đo NSA phân cực thẳng đứng**



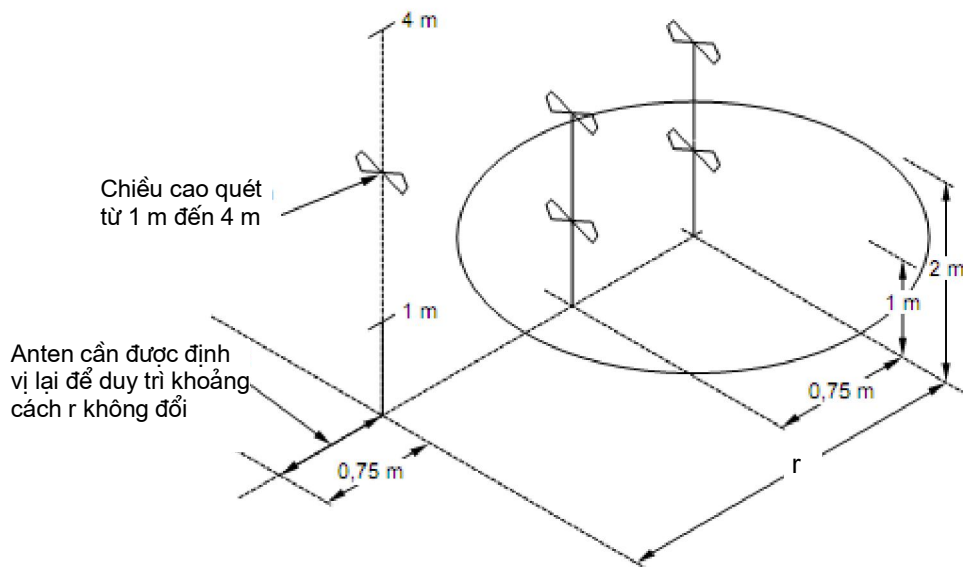
**Hình 7 – Vị trí Anten điển hình đối với vị trí thử nghiệm thay thế –  
Phép đo NSA phân cực ngang**



$r$  = Khoảng cách duy trì giữa hình chiếu đứng của tâm anten phát và anten thu

CHÚ THÍCH: EUT không vượt quá thể tích sâu 1 m, rộng 1,5 m, cao 1,5 m với chu vi lớn hơn 1 m tính từ vật liệu gần nhất có thể gây ra phản xạ không mong muốn.

**Hình 8 – Vị trí anten điển hình đối với vị trí thử nghiệm thay thế –  
Phép đo NSA phân cực thẳng đứng với EUT nhỏ hơn**



$r$  = Khoảng cách duy trì giữa hình chiếu đứng của tâm anten phát và anten thu

CHÚ THÍCH: EUT không vượt quá thể tích sâu 1 m, rộng 1,5 m, cao 1,5 m với chu vi lớn hơn 1 m tính từ vật liệu gần nhất có thể gây ra phản xạ không mong muốn.

**Hình 9 – Vị trí anten điển hình đối với vị trí thử nghiệm thay thế –  
Phép đo NSA phân cực ngang với EUT nhỏ hơn**



### 5.3.3 Độ suy giảm vị trí

Vị trí đo phải được xem là chấp nhận được đối với phép đo bức xạ trường điện từ nếu các phép đo NSA theo phân cực ngang và dọc đo được nằm trong khoảng  $\pm 4$  dB của độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn lý thuyết ở vị trí lý tưởng.

### 5.3.4 Mặt phẳng nền dẫn

Vị trí thử nghiệm phát bức xạ yêu cầu phải có mặt phẳng nền dẫn. Mặt phẳng nền dẫn phải mở rộng về các phía ít nhất là 1 m tính từ chu vi của EUT và anten đo lớn nhất và bao phủ toàn bộ khu vực giữa EUT và anten. Mặt phẳng này phải bằng kim loại có các lỗ hoặc khoảng hở có kích thước theo chiều dọc không lớn hơn một phần mười bước sóng tại tần số đo cao nhất. Có thể cần đến một mặt phẳng nền dẫn có kích thước lớn hơn nếu phép đo NSA không thỏa mãn tiêu chuẩn  $\pm 4$  dB.

CHÚ THÍCH: Các nghiên cứu đang được tiến hành có thể chỉ ra sự cần thiết phải qui định kích thước mặt phẳng nền dẫn nhỏ nhất.

**Bảng 1 – Độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn**  
(dạng hình học khuyến cáo đối với lưỡng cực điều hướng nửa sóng theo phân cực ngang)

Phân cực d h <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	Ngang 3 m 2 m 1 m đến 4 m	Ngang 10 m 2 m 1 m đến 4 m	Ngang 30 m 2 m 1 m đến 4 m
f <sub>M</sub> MHz	A <sub>N</sub> dB		
30	11,0	24,1	41,7
35	8,8	21,6	39,1
40	7,0	19,4	36,8
45	5,5	17,5	34,7
50	4,2	15,9	32,9
60	2,2	13,1	29,8
70	0,6	10,9	27,2
80	-0,7	9,2	24,9
90	-1,8	7,8	23,0
100	-2,8	6,7	21,2
120	-4,4	5,0	18,2
140	-5,8	3,5	15,8
160	-6,7	2,3	13,8
180	-7,2	1,2	12,0
200	-8,4	0,3	10,6
250	-10,6	-1,7	7,8
300	-12,3	-3,3	6,1
400	-14,9	-5,8	3,5
500	-16,7	-7,6	1,6
600	-18,3	-9,3	0
700	-19,7	-10,6	-1,4
800	-20,8	-11,8	-2,5
900	-21,8	-12,9	-3,5
1 000	-22,7	-13,8	-4,5

**Bảng 2 – Độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn\***  
(dạng hình học khuyến cáo đối với anten dải rộng)

Phân cực d h <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	Ngang 3 m	Ngang 10 m	Ngang 30 m	Dọc 3 m	Dọc 3 m	Dọc 10 m	Dọc 30 m
	1 m 1 m đến 4 m	1 m 1 m đến 4 m	1 m 1 m đến 4 m	1 m 1 m đến 4 m	1,5 m 1 m đến 4 m	1 m 1 m đến 4 m	1 m 1 m đến 4 m
f <sub>M</sub> MHz	A <sub>N</sub> dB						
30	15,8	29,8	47,8	8,2	9,3	16,7	26,0
35	13,4	27,1	45,1	6,9	8,0	15,4	24,7
40	11,3	24,9	42,8	5,8	7,0	14,2	23,5
45	9,4	22,9	40,8	4,9	6,1	13,2	22,5
50	7,8	21,1	38,9	4,0	5,4	12,3	21,6
60	5,0	18,0	35,8	2,6	4,1	10,7	20
70	2,8	15,5	33,1	1,5	3,2	9,4	18,7
80	0,9	13,3	30,8	0,6	2,6	8,3	17,5
90	-0,7	11,4	28,8	-0,1	2,1	7,3	16,5
100	-2,0	9,7	27	-0,7	1,9	6,4	15,6
120	-4,2	7,0	23,9	-1,5	1,3	4,9	14,0
140	-6,0	4,8	21,2	-1,8	-1,5	3,7	12,7
160	-7,4	3,1	19	-1,7	-3,7	2,6	11,5
180	-8,6	1,7	17	-1,3	-5,3	1,8	10,5
200	-9,6	0,6	15,3	-3,6	-6,7	1,0	9,6
250	-11,7	-1,6	11,6	-7,7	-9,1	-0,5	7,7
300	-12,8	-3,3	8,8	-10,5	-10,9	-1,5	6,2
400	-14,8	-5,9	4,6	-14,0	-12,6	-4,1	3,9
500	-17,3	-7,9	1,8	-16,4	-15,1	-6,7	2,1
600	-19,1	-9,5	0	-16,3	-16,9	-8,7	0,8
700	-20,6	-10,8	-1,3	-18,4	-18,4	-10,2	-0,3
800	-21,3	-12,0	-2,5	-20,0	-19,3	-11,5	-1,1
900	-22,5	-12,8	-3,5	-21,3	-20,4	-12,6	-1,7
1 000	-23,5	-13,8	-4,4	-22,4	-21,4	-13,6	-3,5

\* Dữ liệu này áp dụng cho anten có khoảng hở mặt phẳng nên ít nhất là 25 cm khi tâm của anten cao hơn 1 m so với mặt phẳng nền theo phân cực thẳng đứng.

## 5.4 Vị trí thử nghiệm thích hợp không có mặt phẳng nền

### 5.4.1 Lưu ý trong phép đo đối với vị trí thử nghiệm trong không gian tự do, là một không gian được bọc kín hoàn toàn bằng lớp hấp thụ

Không gian được bọc kín hoàn toàn bằng lớp hấp thụ cũng được xem là buồng hấp thụ hoàn toàn (FAC) hoặc phòng hấp thụ hoàn toàn (FAR), có thể sử dụng cho các phép đo phát bức xạ. Khi sử dụng phương pháp FAR, các giới hạn phát bức xạ thích hợp phải được xác định theo tiêu chuẩn liên quan (tiêu chuẩn chung, tiêu chuẩn sản phẩm hoặc tiêu chuẩn họ sản phẩm). Sự phù hợp với các yêu cầu

(giới hạn) bảo vệ về dịch vụ radio phải được thiết lập đối với FAR theo cách giống như đối với thử nghiệm trong OATS.

FAR được thiết kế để mô phỏng môi trường không gian tự do sao cho chỉ tia tới anten phát hoặc EUT đến được anten thu. Các sóng gián tiếp hoặc phản xạ phải được giảm thiểu bằng cách sử dụng vật liệu hấp thụ thích hợp trên tất cả các vách, trần và sàn của FAR.

## 5.4.2 Tính năng vị trí

### 5.4.2.1 Yêu cầu chung

Tính năng vị trí có thể được kiểm tra hiệu lực bằng hai phương pháp được mô tả dưới đây – phương pháp vị trí chuẩn và phương pháp suy giảm vị trí chuẩn (NSA).

### 5.4.2.2 Độ suy giảm vị trí chuẩn theo lý thuyết

Dưới đây mô tả lý thuyết NSA đối với anten có chiều dài chấn tử nhỏ hơn nhiều so với bước sóng.

Độ suy giảm vị trí (SA,  $A_S$  là đại lượng tính bằng dB) là tổn hao truyền đo được giữa bộ nối của hai anten trong vị trí cụ thể. Với môi trường không gian tự do,  $A_S$  (tính bằng dB) có thể tính xấp xỉ theo công thức (8) [5]<sup>1</sup>:

$$A_S = 20 \log \left[ \frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right] - 20 \log(f_M) + F_{aR} + F_{aT} \quad (8)$$

trong đó

$F_{aR}, F_{aT}$	là các hệ số anten của anten thu và anten phát, tính bằng dB/m;
$d$	là khoảng cách giữa các tâm pha của cả hai anten, tính bằng mét;
$Z_0$	là trở kháng chuẩn (tức là, $50 \Omega$ );
$\beta$	được xác định là $2\pi/\lambda$ ; và
$f_M$	là tần số, tính bằng MHz.

Độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn theo lý thuyết ( $A_{N \text{ lý thuyết}}$ ) tính bằng dB, được xác định là độ suy giảm vị trí trừ đi các hệ số anten tương ứng, do đó:

$$A_{N \text{ lý thuyết}} = 20 \log \left[ \frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right] - 20 \log(f_M) \quad (9)$$

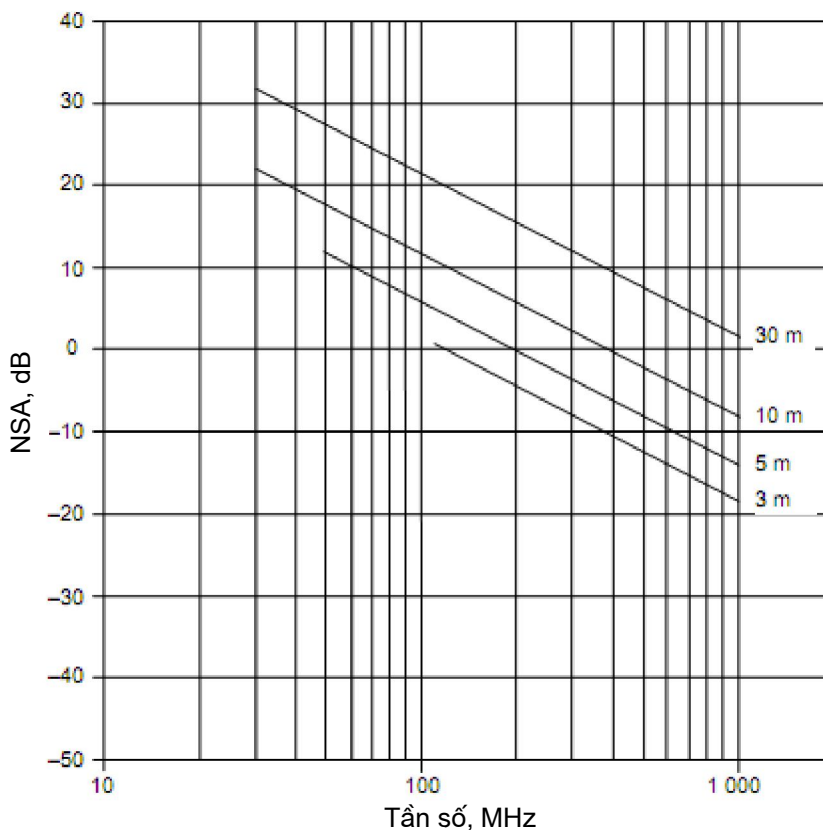
<sup>1</sup> Số trong dấu ngoặc vuông đề cập đến thư mục tài liệu tham khảo.

Dưới 60 Mhz ở khoảng cách 5 m hoặc 110 MHz ở khoảng cách 3 m, cần áp dụng các hệ số hiệu chỉnh trường gần cho từng vị trí thử nghiệm yêu cầu ở Bảng 3 để so sánh với NSA theo lý thuyết ở Hình 10 và công thức (8). Hệ số hiệu chỉnh trường gần phụ thuộc vào anten, khoảng cách thử nghiệm, và thể tích thử nghiệm được sử dụng và do đó, phải thu được bằng cách sử dụng mã theo mô hình số ví dụ như NEC. Một cách khác, phương pháp vị trí chuẩn ở 5.4.2.3.2 đưa ra việc loại bỏ hạng mục trường gần nếu sử dụng các anten giống nhau và tần số giống nhau cho cả phép đo vị trí chuẩn và kiểm tra hiệu lực FAR.

Đối với khoảng cách đo bằng 10 m và 30 m, hạng mục trường gần trong công thức (9) có thể được bỏ và công thức được đơn giản như sau:

$$A_{N \text{ lýthuyết}} = 20\log\left[\frac{5Z_0d}{2\pi}\right] - 20\log(f_M) \quad (10)$$

Nếu công thức đơn giản hóa (10) được sử dụng thay cho công thức (8) thì sai số đưa vào nhỏ hơn 0,1 dB ở tần số trên 60 MHz với khoảng cách 5 m và trên 110 MHz với khoảng cách 3 m. Sai số sẽ lớn hơn 0,1 dB ở tần số thấp hơn các tần số này do các hiệu ứng trường gần. Với khoảng cách 3 m, sai số lớn nhất là 1 dB ở 30 MHz. Để giảm sai số này, cần sử dụng công thức (8).



**Hình 10 – Đồ thị NSA trong không gian tự do theo lý thuyết là hàm của tần số ở các khoảng cách đo khác nhau (xem công thức (10))**

CHÚ THÍCH: Tần số dưới 110 MHz đối với khoảng cách đo 3 m và dưới 60 MHz đối với khoảng cách đo 5 m bao gồm các hiệu ứng trường gần. Hiệu ứng này phải được tính toán cho từng vị trí thử nghiệm riêng rẽ.

### 5.4.2.3 Qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí

#### 5.4.2.3.1 Yêu cầu chung

NSA phải thoả mãn yêu cầu ở 5.4.3 trong thể tích thử nghiệm hình trụ được tạo ra bằng cách quay EUT trên bàn quay. Trong trường hợp này, “EUT” bao gồm tất cả các thành phần của EUT nhiều khối và các cáp nối liên kết. Bảng 3 xác định chiều cao và đường kính lớn nhất ( $h_{\max} = d_{\max}$ ) của thể tích thử nghiệm là hàm của khoảng cách thử nghiệm. Tỷ lệ giữa đường kính và khoảng cách thử nghiệm này đảm bảo độ không đảm bảo đo chấp nhận được trong thử nghiệm phát xạ của EUT.

**Bảng 3 – Kích thước lớn nhất của thể tích thử nghiệm so với khoảng cách thử nghiệm**

Đường kính lớn nhất $d_{\max}$ và chiều cao lớn nhất $h_{\max}$ của thể tích thử nghiệm m	Khoảng cách thử nghiệm $D_{\text{đanh nghĩa}}$ m
1,5	3,0
2,5	5,0
5,0	10,0

Phép đo SA ở một vị trí duy nhất có thể không đủ để thu thập các phản xạ có thể có từ vật liệu kết cấu phòng và/hoặc vật liệu hấp thụ lót vách, sàn, trần và bàn xoay của FAR.

Do đó, phép đo SA trong phòng hấp thụ hoàn toàn và việc kiểm tra hiệu lực phải được thực hiện ở 15 vị trí đo đối với cả phân cực ngang và thẳng đứng của anten phát trong thể tích thử nghiệm (xem Hình 11):

- ở ba độ cao của thể tích thử nghiệm: đáy, giữa và đỉnh;
- ở năm vị trí trong tất cả ba mặt phẳng nằm ngang: vị trí chính giữa, trái, phải, phía trước và phía sau trong từng mặt phẳng nằm ngang. Vị trí sau có thể bỏ qua nếu khoảng cách giữa vị trí sau và lớp hấp thụ lớn hơn 0,5 m. Trong quá trình thử nghiệm EUT, vị trí phía sau trên bàn quay cũng quay sang trước và do đó, sự góp phần của phản xạ trở lại sẽ không ảnh hưởng đến tín hiệu lớn nhất.

Đối với phép đo SA, phải sử dụng hai anten dải rộng: một anten phát có điểm chuẩn ở các vị trí đo của thể tích thử nghiệm và một anten thu bên ngoài thể tích thử nghiệm này ở hướng và vị trí qui định. Anten phát phải có xấp xỉ dạng mặt phẳng H ở tất cả các hướng.

CHÚ THÍCH 1: Kích thước lớn nhất không được quá 40 cm đối với khoảng cách thử nghiệm 3 m; ở các khoảng cách lớn hơn, kích thước của anten có thể có tỷ lệ tương ứng.

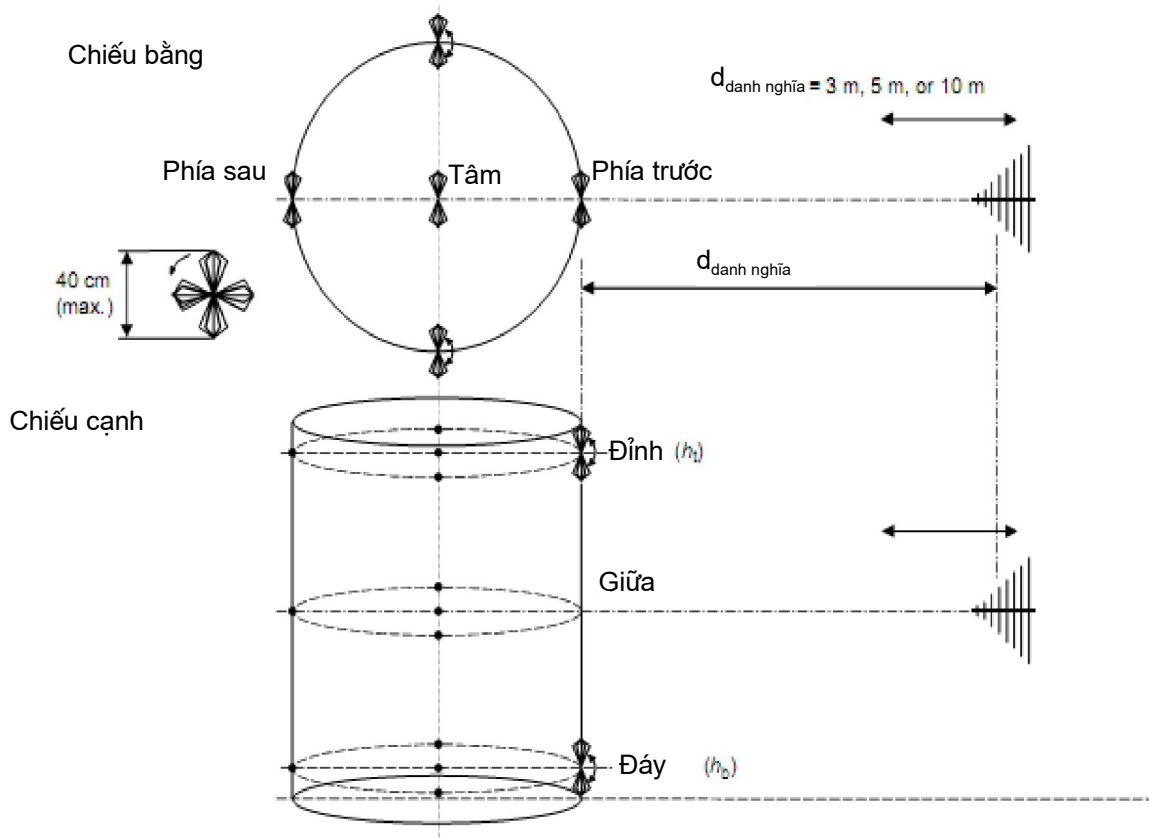
Anten thu điển hình là anten lai (kết hợp hình nón kép/LPDA) đối với dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz, hoặc riêng rẽ [anten hình nón kép (đối với dải tần từ 30 MHz đến 200 MHz) và anten LPD (đối với dải tần từ 200 MHz đến 1 000 MHz)].

## TCVN 6989-1-4:2010

CHÚ THÍCH 2: Không nên sử dụng anten lai (kết hợp hình nón kép/LPDA) cho thử nghiệm phát xạ hoặc kiểm tra hiệu lực phòng ở khoảng cách 3 m, do anten này có kích thước vật lý lớn.

Anten, cáp, ferit, bộ suy giảm, bộ khuếch đại, máy phát tín hiệu và máy thu được sử dụng để đo SA của FAR cũng phải được dùng để đo SA chuẩn trong vị trí thử nghiệm không gian gần như tự do (5.4.2.3.3). Anten thu được sử dụng trong quá trình kiểm tra hiệu lực phòng phải là cùng loại như được sử dụng trong quá trình thử nghiệm phát bức xạ của EUT.

Đối với việc kiểm tra hiệu lực thể tích thử nghiệm cả ở phân cực ngang và dọc, và đối với tất cả các vị trí của anten phát trong thể tích thử nghiệm đó, vị trí theo chiều cao của anten thu trong FAR phải được đặt và duy trì ở mức chính giữa cố định của thể tích thử nghiệm, như thể hiện trên Hình 11 và Hình 12. Cần phải nghiêng anten để căn chỉnh trục ngắm thẳng của cả hai anten theo một trục đo. Khoảng cách giữa điểm chuẩn của anten (được xác định khi hiệu chuẩn anten) và vị trí phía trước của thể tích thử nghiệm là  $d_{\text{đanh nghĩa}}$ . Khi anten phát di chuyển sang các vị trí khác trong thể tích thử nghiệm thì anten thu phải dịch chuyển dọc trục đo để duy trì  $d_{\text{đanh nghĩa}}$ . Trục đo là đường thẳng giữa anten phát và anten thu,  $d_{\text{đanh nghĩa}}$  được xác định dọc theo trục này. Đối với tất cả các vị trí và phân cực, anten thu và anten phát phải đối diện nhau với các phần tử của cả hai anten song song (nghiêng, xem Hình 12). Tất cả các cột của anten và sàn đỡ đều phải ở đúng vị trí trong quá trình kiểm tra hiệu lực.



### CHÚ GIẢI

- Đo ở vị trí này theo phân cực thẳng đứng và phân cực ngang
- $d_{\text{đanh nghĩa}}$  Khoảng cách cố định giữa các điểm chuẩn của anten

Hình 11 – Vị trí đo dùng cho qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí

Đối với tất cả các vị trí của anten phát trong thể tích thử nghiệm, ở cả phân cực ngang và phân cực thẳng đứng, anten phát và anten thu phải thẳng hàng trên trục đo.

Cần phải nghiêng anten để đáp ứng yêu cầu này ở các vị trí nhất định (xem Hình 12).

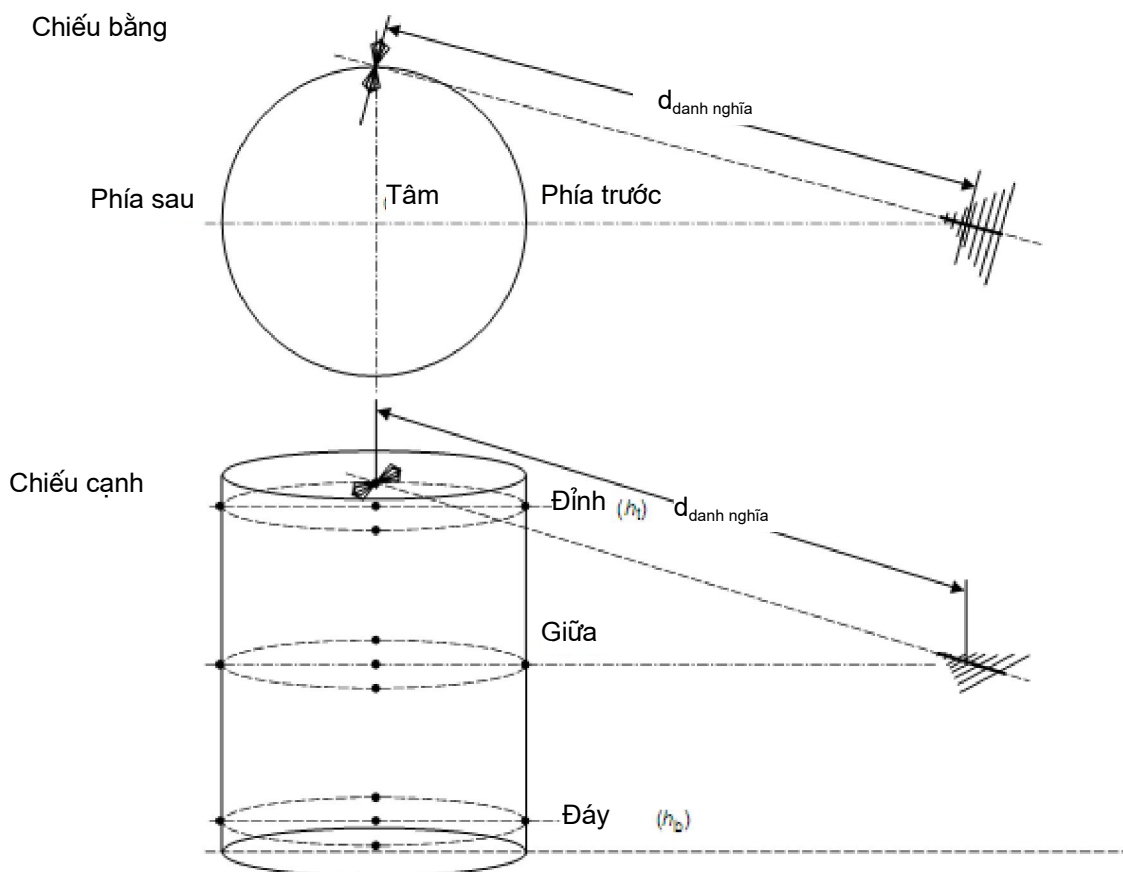
$d_{\text{đánh nghĩa}}$  {

- là khoảng cách thử nghiệm cùng với giới hạn;
- là khoảng cách anten cố định trong qui trình kiểm tra hiệu lực;
- là khoảng cách của anten trong qui trình hiệu chuẩn anten.

Vị trí theo chiều cao của anten phát trong thể tích thử nghiệm phải được xác định như sau:

- “Giữa” là vị trí dọc theo trục thực được định vị ở giữa chiều cao và giữa chiều rộng của FAR;
- “Đỉnh ( $h_t$ )” và “đáy ( $h_b$ )” bằng nửa  $h_{\text{max}}$  (xem Bảng 3) trừ đi nửa kích thước anten phát (ví dụ, 20 cm đối với anten hình nón kép cỡ nhỏ).

Các vị trí đã điều chỉnh phải được sử dụng cho cả phân cực ngang và phân cực thẳng đứng. Khoảng cách giữa mặt phẳng đỉnh và mặt phẳng đáy và lớp hấp thụ trần và sàn tương ứng được cho bởi đặc tính của lớp hấp thụ như xác định trong thử nghiệm NSA theo thể tích, nhưng tối thiểu là 0,5 m, để tránh EUT ghép nối với lớp hấp thụ.



CHÚ THÍCH: Anten phân cực ngang, vị trí trên bên phải.

**Hình 12 – Ví dụ về một vị trí đo và nghiêng anten đối với qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí**

Kích cỡ bước tần số lớn nhất đối với phép đo tần số rời rạc phải như được liệt kê trong Bảng 4:

**Bảng 4 – Dải tần và kích cỡ bước**

Dải tần MHz	Bước tần số lớn nhất MHz
30 – 100	1
100 – 500	5
500 – 1 000	10

Hai phương pháp được phép để kiểm tra hiệu lực vị trí:

- a) phương pháp vị trí chuẩn, được yêu cầu đối với các khoảng cách thử nghiệm nhỏ hơn 5 m;
- b) phương pháp NSA, được ưu tiên cho các khoảng cách thử nghiệm lớn hơn hoặc bằng 5 m.

Phương pháp đo SA nhằm cung cấp độ lệch 0 dB khi thực hiện trong vị trí lý tưởng. Bất kỳ phương pháp nào cũng có thể được thực hiện để giảm độ không đảm bảo đo miễn là các phương pháp này không mâu thuẫn với bố trí và qui trình đã xác định hoặc làm ẩn đi các khiếm khuyết vị trí, ví dụ san bằng cộng hưởng.

Có thể làm giảm độ không đảm bảo đo trong kiểm tra hiệu lực vị trí nhờ các biện pháp dưới đây.

- Đối với anten phân cực thẳng đứng, cáp có chống nhiễu được kéo dài ít nhất là 2 m sau từng anten trước khi thả rơi cáp xuống nền. Nếu có thể, cáp phải được kéo thẳng ra phía sau đến bộ nối nhiều đầu nối trên vách của phòng. Một khả năng khác là sử dụng kẹp ferit trên cáp. Một cách khác để giảm ảnh hưởng của cáp là sử dụng các dây nối quang.
- Bộ suy giảm ở các bộ nối anten (ví dụ, 6 dB hoặc 10 dB) sẽ giảm được ảnh hưởng mất phối hợp trở kháng lớn tại các anten.
- Phải sử dụng anten có sự cân bằng tốt của bộ biến đổi cân bằng/không cân bằng (số đọc của máy thu thay đổi nhỏ hơn  $\pm 0,5$  dB khi anten quay một góc  $180^\circ$  theo trục ngắm thẳng của nó. Phương pháp kiểm tra hiệu lực về độ cân bằng anten được mô tả ở 4.5.3).
- Có thể sử dụng anten hình nón kép và anten LPDA riêng rẽ dùng để đánh giá phòng thử (loại anten thay đổi ở 200 MHz), nếu sử dụng các anten này cho thử nghiệm EUT. Anten lai (kết hợp hình nón kép/LPDA) là tổ hợp của hai loại anten này và cũng có thể được sử dụng nếu các kích thước về cơ là đủ nhỏ đối với khoảng cách đo.

Qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí FAR phải được thực hiện ở các khoảng thời gian đều đặn để phát hiện các thay đổi dài hạn về đặc tính phòng thử và thời điểm xuất hiện các thay đổi có thể làm ảnh hưởng đến các đặc tính truyền của sóng điện từ trong phòng hấp thụ hoàn toàn.



#### 5.4.2.3.2 Phương pháp vị trí chuẩn

Phép đo SA bằng cặp anten (anten phát và anten thu) trong vị trí thử nghiệm không gian gần như tự do được yêu cầu để làm chuẩn. Qui trình để xác định độ suy giảm vị trí chuẩn này ( $A_{S\text{ ref}}$ ) được mô tả trong 5.4.2.3.3. Phương pháp này tính đến sự ghép nối tương hỗ giữa các anten và hiệu ứng trường gần, có thể có ảnh hưởng đáng kể ở khoảng cách thử nghiệm 3 m. Độ suy giảm vị trí chuẩn  $A_{S\text{ ref}}(d)$  được thực hiện ở khoảng cách danh nghĩa,  $d_{\text{danh nghĩa}}$ , giữa anten phát và anten thu.

Qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí đối với từng vị trí trong thể tích thử nghiệm được thực hiện theo ba bước.

1)  $M_0$  là mức chuẩn được đo bởi máy thu, tính bằng dB( $\mu$ V) với các cáp nối với nhau, thường thực hiện một lần trước loạt thử nghiệm theo thể tích.

2)  $M_1$  là mức đo được bởi máy thu, tính bằng dB( $\mu$ V) với anten đã được lắp đặt.

Độ suy giảm vị trí của vị trí có hiệu lực  $A_{S\text{ val}}$  có thể được tính bởi:

$$A_{S\text{ val}} = M_0 - M_1 \quad \text{tính bằng dB} \quad (11)$$

3) Độ lệch của độ suy giảm vị trí đo được ( $\Delta A_S$ ) so với độ suy giảm vị trí chuẩn  $A_{S\text{ ref}}(d)$  được tính bằng công thức (12).

$$\Delta A_S = A_{S\text{ ref}}(d) - A_{S\text{ val}} \quad \text{tính bằng dB} \quad (12)$$

#### 5.4.2.3.3 Xác định vị trí chuẩn

Để kiểm tra hiệu lực vị trí chính xác ở khoảng cách nhỏ hơn 5 m, nên sử dụng cặp anten chuyên dụng để xác định vị trí chuẩn (anten phát và anten thu). Yêu cầu vị trí thử nghiệm không gian gần như tự do. Vị trí này gồm hai cột anten phi kim loại (bằng gỗ hoặc chất dẻo có  $\epsilon_r \leq 2,5$ , tổn hao thấp, đường kính nhỏ nhất có thể nhưng vẫn duy trì độ bền cơ), để cho phép đặt anten ở độ cao nhất định so với mặt phẳng nền (Hình 13). Một phương pháp có thể có về nhận biết đặc tính  $\pm 1$  dB của vị trí chuẩn là chọn độ cao ( $h$ ) của anten như sau:

$$h \geq d \times 8/3 \quad (13)$$

trong đó  $d$  là khoảng cách của anten.

Độ cao  $h = d \times 8/3$  được khuyến cáo để khử ảnh hưởng của nền hoặc cần đặt trên nền các lớp hấp thụ làm việc ở dải tần số xuống đến 30 MHz.

CHÚ THÍCH: Ở khoảng cách 3 m ở 30 MHz, có thành phần trường gần đáng kể ( $1/d^2$ ) mà riêng nó góp phần sai số bằng 0,8 dB ở độ cao  $5/3$ . Việc này được kiểm tra xác nhận bởi viện đo lường quốc gia của Mỹ và Áo. Đối với vị trí chuẩn có độ không đảm bảo đo nhỏ hơn  $\pm 0,5$  dB, khuyến cáo sử dụng độ cao  $8/3$  nếu không đặt lớp hấp thụ trên nền.

## TCVN 6989-1-4:2010

Khoảng cách này phải bằng khoảng cách thực tế  $d_{\text{đanh nghĩa}}$  giữa các anten được sử dụng trong FAR. Sử dụng anten có phân cực thẳng đứng (không sử dụng phân cực ngang vì gây nhiễu mạnh với tín hiệu phản xạ mặt đất). Anten này cũng tạo ra không gian gần như tự do. Khoảng cách đến các công trình, cây, v.v... phải lớn hơn  $d \times 8/3$  vì có thể có ảnh hưởng đến các anten phân cực thẳng đứng.

Cần cẩn thận để fđơ anten không ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm. Tốt nhất là bố trí cáp như thể hiện trên Hình 13 hoặc sử dụng dây nối quang tần số radiô.

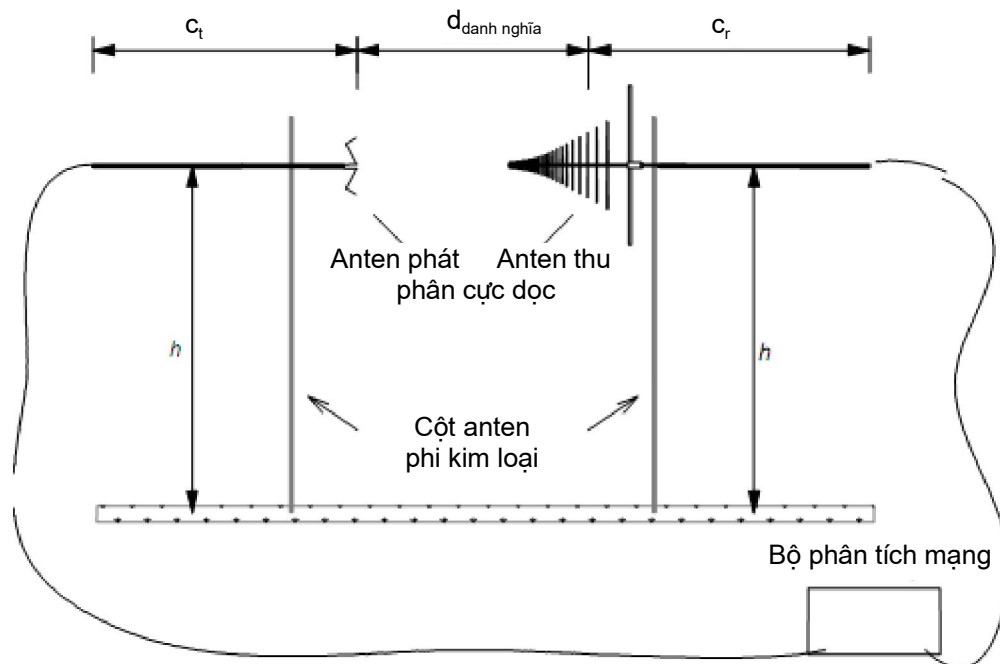
Chất lượng của bố trí chuẩn ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả đánh giá FAR.

Suy giảm vị trí chuẩn ( $A_{S_{\text{ref}}}$ ) được xác định theo ba bước như sau:

- 1)  $M_{0_{RS}}$  là mức chuẩn được đo bởi máy thu, tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{V})$  với các cáp nối với nhau.
- 2)  $M_{1_{RS}}(d)$  là mức đo được bởi máy thu, tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{V})$  với anten đã được lắp đặt ở khoảng cách yêu cầu  $d_{\text{đanh nghĩa}}$ .
- 3)  $A_{S_{\text{ref}}}(d)$  được tính bằng công thức (14).

$$A_{S_{\text{ref}}}(d) = M_{0_{RS}} - M_{1_{RS}}(d) \quad \text{tính bằng dB} \quad (14)$$

Để kiểm tra hiệu lực vị trí 3 m, phải sử dụng độ cao ít nhất là 4 m so với nền, là khả năng điển hình của các cột anten điều khiển từ xa dùng để đo phát xạ. Trong trường hợp này, lớp hấp thụ điện từ phải được đặt trên nền giữa các anten, lớp hấp thụ trùm ra ngoài một diện tích tối thiểu các anten theo mọi hướng và phải chứng tỏ rằng điều kiện không gian gần như tự do như xác định ở 5.4.1 được thỏa mãn. Để kiểm tra hiệu lực vị trí có  $d > 3$  m, sử dụng công thức  $h > d \times 8/3$  hoặc bố trí thay thế đã được chứng minh là thỏa mãn độ suy giảm vị trí chuẩn  $\pm 1$  dB.



### CHÚ GIẢI

$d_{\text{danh nghĩa}}$  khoảng cách kiểm tra hiệu lực

$h$  độ cao của anten so với mặt phẳng nền hoặc so với mức nền

$c_t, c_r$  fĩơ đồng trục dùng cho anten phát và anten thu hướng đặt nằm ngang phía sau anten với khoảng cách càng sát giá trị 2 m càng tốt. Trong FAR, rải cáp nằm ngang trong chừng mực có thể, tốt nhất là xuyên qua lỗ trong vách phòng hoặc sử dụng sợi quang nối đến liên kết quang tần số radio ở đầu ra của anten.

CHÚ THÍCH: Độ suy giảm vị trí chuẩn có được sẽ độc lập với tất cả các dạng hình học của Hình 13.

**Hình 13 – Bố trí đo độ suy giảm vị trí chuẩn trong không gian tự do điển hình**

#### 5.4.2.3.4 Phương pháp NSA

Hệ số anten trong không gian tự do của anten phát và anten thu được yêu cầu cho qui trình này. Việc kiểm tra hiệu lực vị trí đối với từng vị trí đo được thực hiện theo bốn bước sau:

- 1)  $M_0$  là mức chuẩn được đo bởi máy thu với các cáp nối với nhau.
- 2)  $M_1$  là mức đo được bởi máy thu với anten đã được lắp đặt.
- 3) NSA cần đo ( $A_{N \text{ meas}}$ ) được tính bằng dB theo công thức (15)

$$A_{N \text{ meas}} = M_0 - M_1 - F_{aT} - F_{aR} \quad \text{tính bằng dB} \quad (15)$$

trong đó  $F_{aT}$  và  $F_{aR}$  là hệ số anten trong không gian tự do, tính bằng dB/m.

- 4) Độ lệch  $\Delta A_N$  được tính bằng dB theo công thức (16)

$$\Delta A_N = A_{N \text{ meas}} - A_{N \text{ lý thuyết}} \quad (16)$$

trong đó  $A_{N \text{ lý thuyết}}$  được tính từ công thức (10) và  $\Delta A_N$  được so sánh với tiêu chí NSA có thể áp dụng, ví dụ  $\pm 4$  dB, như qui định ở 5.4.3.

CHÚ THÍCH: Khoảng cách  $d$  giữa các điểm chuẩn của anten phát và anten thu (được xác định bằng cách hiệu chuẩn anten) phải được dùng làm  $d_{\text{đánh nghĩa}}$ . Khoảng cách hiệu quả giữa các anten biến đổi theo tần số do các vị trí tâm pha của chúng. Tổn hao truyền phải được bù bằng tỷ số của khoảng cách hiệu quả và  $d_{\text{đánh nghĩa}}$ .

### 5.4.3 Tiêu chí kiểm tra hiệu lực vị trí

Vị trí đo phải phù hợp với các yêu cầu sau:

- độ lệch của SA hoặc NSA (công thức (12) hoặc công thức (16)) phải nhỏ hơn  $\pm 4$  dB đối với cả phân cực ngang và phân cực thẳng đứng và đối với từng vị trí đo và tần số đo;
- quỹ độ không đảm bảo đo của việc đánh giá vị trí theo khuyến cáo CISPR 16-4-2 phải được ghi vào báo cáo và phải có cùng thành phần như yêu cầu đối với phép đo cường độ trường trên các vị trí thử nghiệm thay thế cùng với mặt phẳng nền.

## 5.5 Đánh giá bàn bố trí thử nghiệm và tháp anten

### 5.5.1 Yêu cầu chung

Nói chung, bàn bố trí thử nghiệm như qui định ở Điều D.5 định vị EUT dùng để đo cường độ trường. Hình dạng, kết cấu và hằng số điện môi của vật liệu của bàn bố trí thử nghiệm có thể ảnh hưởng đến kết quả đo cường độ trường (xem [2], [6], [7], [10]). Điều 5.5.2 dưới đây mô tả qui trình xác định ảnh hưởng của bàn bố trí thử nghiệm đối với dải tần từ 30 MHz đến 18 GHz và để ước tính phần đóng góp liên quan của nó vào độ không đảm bảo đo trong phép đo cường độ trường. Việc đánh giá phải được thực hiện trên bàn bố trí thử nghiệm bất kỳ với độ cao lớn hơn 0,15 m.

CHÚ THÍCH: Chỉ sử dụng anten phát có phân cực ngang phía trên bàn bố trí thử nghiệm để đánh giá. Phân cực này, ngược với phân cực thẳng đứng, có tính đến các hiệu ứng trường hợp xấu nhất từ bàn bố trí thử nghiệm.

Không yêu cầu đánh giá thêm tháp anten vì bất kỳ ảnh hưởng cản trở nào cũng sẽ được tính đến trong phép đo NSA (xem 5.2.6) và trong phép đo  $S_{VSWR}$  (xem 8.3).

### 5.5.2 Qui trình đánh giá các ảnh hưởng của bàn bố trí thử nghiệm

Để đánh giá ảnh hưởng của bàn bố trí thử nghiệm, thực hiện hai phép đo phát: một phép đo có bàn bố trí thử nghiệm và phép đo còn lại không có bàn bố trí thử nghiệm. Trong quá trình thực hiện hai phép đo, anten phát được giữ ở bố trí cụ thể. Chênh lệch giữa các kết quả đo khi có và không có bàn bố trí thử nghiệm đưa ra ước tính ảnh hưởng do bàn này tạo ra. Qui trình đo như dưới đây.

Bàn bố trí thử nghiệm phải được đặt ở vị trí điển hình trong vị trí thử nghiệm với kích thước lớn nhất (tức là đường chéo đối với bàn có mặt trên hình chữ nhật hoặc bán kính đối với bàn có mặt trên hình tròn) hướng về phía anten thu (xem Hình 14).

Đối với dải tần đến 1 GHz, phải sử dụng anten hình nón kép cỡ nhỏ có chiều dài ngoài nhỏ hơn 0,40 m. Đối với tần số trên 1 GHz, phải sử dụng anten phù hợp với 8.3.3.1 (ví dụ lưỡng cực dải rộng).

Xem Hình 14 và Hình 15 về cách đặt anten phát. Anten phải được đặt phía trên bàn bố trí thử nghiệm theo phân cực ngang với khoảng cách bằng 0,1 m giữa bề mặt của bàn và điểm chuẩn của anten (bộ biến đổi cân bằng/không cân bằng). Anten phải được định vị với điểm chuẩn ở chính giữa tâm và mép của mặt trên bàn bố trí thử nghiệm theo hướng của anten thu. Máy phát tín hiệu cấp cho anten. Anten phát và anten thu phải thẳng hàng, với các phần tử anten song song với nhau và vuông góc với trục đo. Trong quá trình đo, bước tần số phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 % tần số cao nhất được sử dụng. Điện áp của anten thu phải cao hơn mức nhiễu ít nhất là 20 dB của thiết bị đo. Ảnh hưởng của việc đi cáp có thể giảm thiểu bằng cách sử dụng cáp dài hoặc sử dụng ống ferit. Rải cáp theo phương nằm ngang về phía sau tối thiểu bằng 2 m là đủ. Trong mọi trường hợp, ảnh hưởng này phải được xem là không đáng kể nếu điện áp thu không thay đổi quá 0,3 dB khi tuyến cáp thay đổi quá 0,5 m so với vị trí ban đầu.

VÍ DỤ: Cáp có ống ferit được rải nằm ngang với khoảng cách bằng 1,6 m. Để kiểm tra ảnh hưởng của cáp, cáp được rải lại để thả thẳng đứng từ điểm 2,1 m cách mỗi nối đến anten. Sau đó, đo lại cường độ trường để xác định xem ảnh hưởng là không lớn hơn 0,3 dB.

Mục đích là không có thay đổi trong bố trí đo ngoài việc có hoặc không có bàn bố trí. Anten phát, và cáp của nó nối đến máy phát tín hiệu phải được đỡ theo cách sao cho chúng được giữ ở các vị trí giống nhau trong không gian có hoặc không có bàn. Cột, tháp ba chân hoặc tháp được sử dụng trong phép đo NSA hoặc  $S_{VSWR}$  phải được dùng để đỡ anten phát và cáp.

Độ cao và khoảng cách của anten phải như sau:

- Đối với tất cả các tần số, khoảng cách giữa anten thu và anten phát phải như yêu cầu cho phép đo nhiễu bức xạ.
- Ở tần số từ 1 GHz trở xuống, thực hiện phép đo ở dải tần ít nhất từ 200 MHz đến 1 GHz. Trong OATS hoặc SAC, anten thu được quét theo độ cao như yêu cầu trong phép đo nhiễu bức xạ (thường từ 1 m đến 4 m). Trong FAR, anten thu phải được cố định ở độ cao yêu cầu cho phép đo nhiễu bức xạ.

CHÚ THÍCH: Dưới 200 MHz, ảnh hưởng của bàn bố trí thử nghiệm được bỏ qua khi áp dụng qui trình kiểm tra này.

- Trên 1 GHz, phải thực hiện phép đo trên cùng dải tần số (ví dụ, 1 GHz đến 18 GHz) và độ cao anten phải được đặt (ví dụ, 1 m đến 4 m) như yêu cầu cho phép đo nhiễu bức xạ.

Biên độ chênh lệch giữa hai kết quả đo ở từng bước tần số, viết là  $\Delta(f)$  và tính bằng dB, phải được tính bằng công thức (17).

$$\Delta(f) = |V_{R/có}(f) - V_{R/không\ có}(f)| \quad (17)$$

trong đó

$V_{r/có}(f)$  là điện áp lớn nhất ở anten thu ở tần số xác định, tính bằng dB( $\mu$ V), đo được khi có bàn bố trí thử nghiệm;

$V_{r/không\ có}(f)$  là điện áp lớn nhất ở anten thu ở tần số xác định, tính bằng dB( $\mu$ V), đo được khi không có bàn bố trí thử nghiệm.

Biên độ lớn nhất của chênh lệch giữa hai kết quả đo ghi được trên toàn dải tần số, viết là  $\Delta_{max}$  và tính bằng dB, phải được sử dụng là sai lệch lớn nhất ước tính. Chênh lệch này phải được tính theo công thức (18).

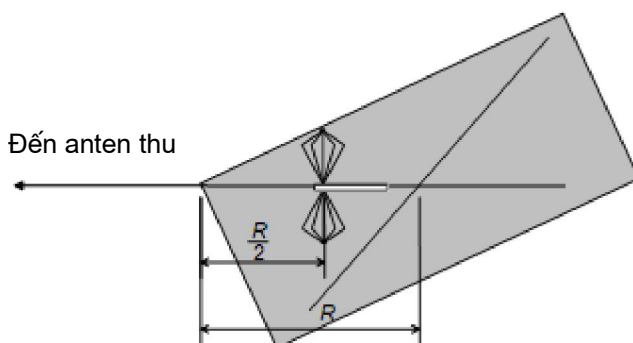
$$\Delta_{max} = \max|V_{R/có}(f) - V_{R/không\ có}(f)| \quad (18)$$

Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn  $u_{bàn}$  do bàn bố trí thử nghiệm tạo ra được ước tính bằng cách giả thiết sự phân bố là hình chữ nhật đối với chênh lệch lớn nhất đo được  $\Delta_{max}$ . Do đó,  $u_{bàn}$  (tính bằng dB) có thể được tính theo công thức (19).

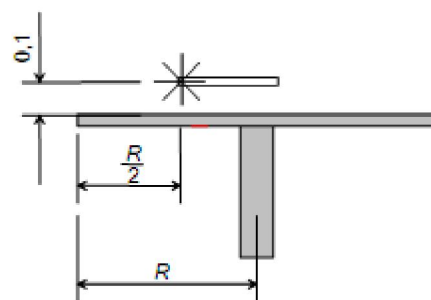
$$u_{bàn} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta_{max} \quad (19)$$

Giá trị  $u_{bàn}$  phải được đo và xem xét trong quỹ độ không đảm bảo đo (xem CISPR 16-4-2) trong các dải tần số dưới đây:

- 200 MHz đến 1 GHz;
- 1 GHz đến 6 GHz;
- 6 GHz đến 18 GHz.



Hình 14 – Vị trí của anten so với mép phía trên bàn bố trí thử nghiệm hình chữ nhật (chiếu bằng)



Hình 15 – Vị trí của anten phía trên bàn bố trí thử nghiệm (chiếu cạnh)

CHÚ THÍCH: Kết cấu và loại vật liệu của bàn bố trí thử nghiệm là khác nhau giữa các phòng thử nghiệm. Xác định giá trị trường hợp xấu nhất của  $\Delta$  (tức là  $V_{R/có}$ ) trong việc xác định  $u_{bàn}$  là đủ.

## 6 Phòng phản xạ dùng cho phép đo công suất bức xạ tổng

### 6.1 Yêu cầu chung

Đối với một số loại thiết bị làm việc trong dải tần số vi sóng, do sự tồn tại của các giản đồ bức xạ ba chiều phức tạp nhạy với các điều kiện làm việc của thiết bị và môi trường xung quanh nó, nên phép đo tổng công suất bức xạ được coi là tham số quan trọng liên quan đến kiểm soát nhiễu. Có thể đo bằng cách đặt thiết bị trong một phòng thích hợp có vách bằng kim loại. Để tránh ảnh hưởng của sóng đứng có thể gây ra sự phân bố không đồng nhất mật độ năng lượng với vị trí trong phòng, cần lắp đặt bộ phận khuấy quay. Với kích thước, hình dạng và vị trí thích hợp, mật độ năng lượng tại vị trí bất kỳ trong phòng thay đổi ngẫu nhiên với qui luật phân bố thống kê không đổi về pha, biên độ và phân cực.

### 6.2 Phòng thử

#### 6.2.1 Kích thước và hình dạng phòng thử

Các kích thước thẳng của phòng thử phải đủ lớn so với bước sóng của tần số thấp nhất cần quan tâm. Phòng thử cũng phải đủ lớn để chứa được thiết bị cần thử nghiệm, bộ phận khuấy và anten đo. Thiết bị vi sóng có kích cỡ khác nhau từ lò cỡ nhỏ đặt trên bàn thể tích khoảng 0,2 m<sup>3</sup> đến lò lớn cao 1,7 m, đáy 760 mm. Phòng có thể có hình dạng bất kỳ miễn là ba kích thước của nó cùng cấp đơn vị. Tốt nhất là có ba trị số kích thước khác nhau. Đối với tần số thấp nhất là 1 GHz, phòng thử phải có thể tích ít nhất là 8 m<sup>3</sup>. Kích thước thực tế sẽ phụ thuộc vào các đặc tính vật lý của phòng thử. Về phương pháp thử nghiệm sự thích hợp của phòng thử xem ở 6.2.4.

Các vách và bộ phận khuấy phải là kim loại. Các mối nối giữa các thành phần kim loại phải hoàn toàn bằng cơ khí và có điện trở thấp dọc theo toàn bộ chiều dài, không được có ăn mòn ở bề mặt. Không được đặt trong phòng thử những vật liệu hấp thụ, ví dụ như gỗ.

#### 6.2.2 Cửa, các lỗ trên vách và giá đỡ

Cửa phòng phải đủ rộng để cho phép người thao tác đưa thiết bị đi qua. Cửa phải mở ra phía ngoài và kín khít để giảm thiểu tổn hao năng lượng. Để thuận tiện cho việc lắp đặt, anten phát và anten thu bên trong phòng, các giá đỡ có thể được cố định trên vách.

#### 6.2.3 Bộ phận khuấy

##### 6.2.3.1 Yêu cầu chung

Dưới đây mô tả hai ví dụ về bộ phận khuấy. Cho phép bộ phận khuấy có hình dạng khác miễn là hiệu quả khuấy thỏa mãn các tiêu chí nêu trong 6.2.4.

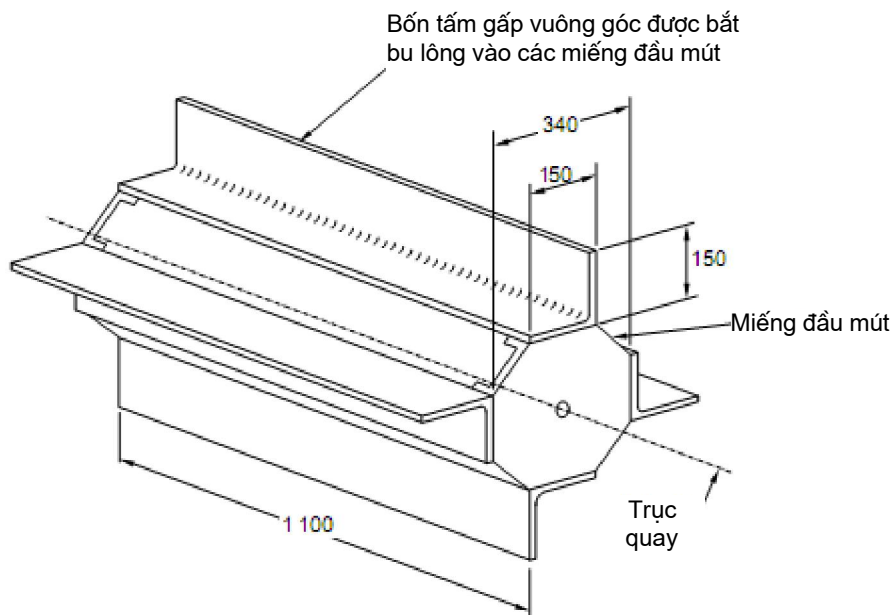
### 6.2.3.2 Chong chóng

Nếu sử dụng chong chóng, thì hai chong chóng được đặt trên các vách liền kề của phòng thử cách các vách ít nhất là 1/4 bước sóng lớn nhất sử dụng và có độ dày để đủ cứng vững. Các chong chóng phải có chiều dài lớn nhất mà kích thước vách cho phép, chiều rộng bằng khoảng 1/5 chiều dài.

### 6.2.3.3 Guồng quay

Nếu sử dụng guồng quay, thì lắp hai hoặc ba guồng trên các vách của phòng. Guồng này phải đặt vuông góc với guồng kia. Guồng có thể có hình dạng như trên Hình 16 và quay xung quanh trục song song với chiều dài guồng. Đường kính của khoảng quét hình ống ít nhất phải bằng bước sóng sử dụng lớn nhất, và chiều dài phải là chiều dài lớn nhất mà kích thước vách cho phép. Kết cấu phải cứng vững.

Kích thước tính bằng milimét



Hình 16 – Ví dụ về bộ phận khuấy kiểu guồng quay điển hình

### 6.2.3.4 Tốc độ quay

Tốc độ quay của bộ phận khuấy phải khác nhau. Thời gian dài nhất cho một vòng quay của bộ phận khuấy phải nhỏ hơn 1/5 thời gian tích hợp của thiết bị đo. Đối với thiết bị đo mô tả trong 6.2.5, tốc độ thích hợp là từ 50 r/min đến 200 r/min. Động cơ để quay bộ phận khuấy, cùng với bộ giảm tốc, cần đặt bên ngoài các vách của phòng.

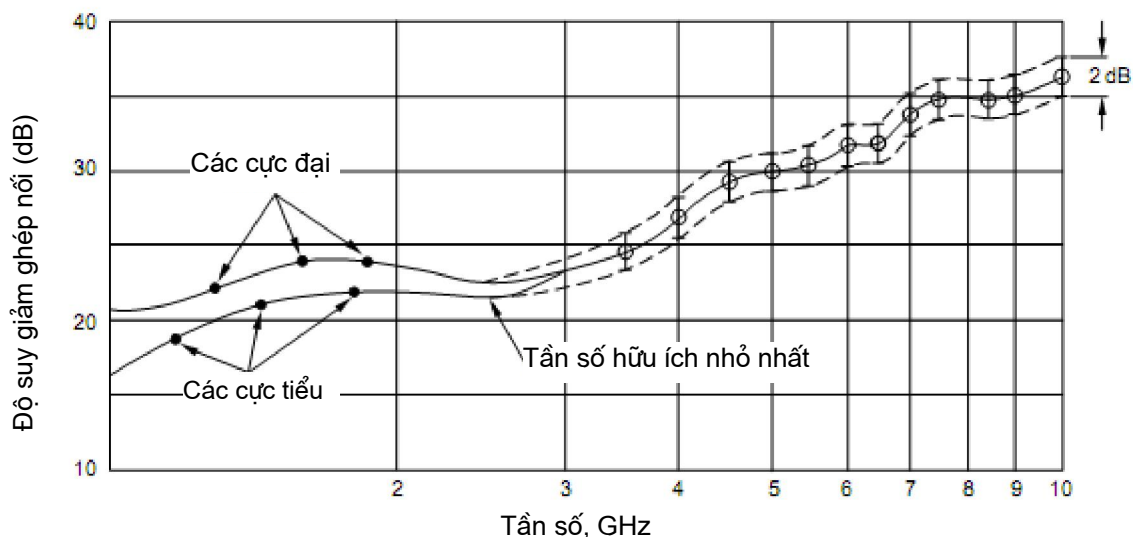
### 6.2.4 Thử nghiệm hiệu quả của bộ phận khuấy

Sự phân bố năng lượng đồng nhất mong muốn trong phòng thử được thể hiện bằng sự biến đổi đều đặn theo tần số của độ suy giảm ghép nối (mô tả trong 6.2.5). Ở các tần số thấp, do bước sóng dài hơn, nên



khó đạt được sự đồng nhất này hơn và tồn tại các mức cực đại và cực tiểu rõ rệt. Hiệu quả của bộ phận khuấy càng lớn thì các mức cực đại và cực tiểu này càng nhỏ và do đó tần số dùng được sẽ thấp hơn.

Độ suy giảm ghép nối được đo trong toàn bộ dải tần sử dụng được của phòng thử. Ở các tần số thấp hơn trong trường hợp quan sát được mức cực đại và cực tiểu, các giá trị phải được đo ở các khoảng cách nhau 100 MHz. Sau đó anten thu được giữ cố định, anten phát được quay theo nấc 45°, thử nghiệm được lặp lại với mỗi vị trí và tại từng tần số. Toàn bộ thử nghiệm phải được lặp lại với anten thu quay theo nấc 90°. Bộ phận khuấy được coi là thỏa mãn khi: (1) đường bao của đồ thị cực đại và đồ thị cực tiểu không vượt quá 2 dB ở mọi vị trí của anten phát, và, (2) giá trị trung bình của cả bốn đồ thị nằm trong đường bao nhỏ hơn hoặc bằng 2 dB. Kết quả điển hình được chỉ ra trên Hình 17.



CHÚ THÍCH: Tất cả các điểm đo được phải nằm bên trong đường bao 2 dB đánh dấu bằng đường nét đứt.

**Hình 17 – Dãy suy giảm ghép nối là hàm số của tần số dùng cho phòng thử có sử dụng bộ phận khuấy trên Hình 16**

### 6.2.5 Độ suy giảm ghép nối

Độ suy giảm ghép nối của một phòng thử là tổn hao xen đo được giữa các đầu ra của anten phát và anten thu trong phòng đó. Máy phát tín hiệu được hiệu chuẩn, có công suất đầu ra có thể đo được chính xác, được dùng để cấp nguồn nuôi cho anten phát tổn hao thấp (ví dụ anten loa) đặt bên trong phòng thử hoặc đặt trên vách. Anten thu có thể được đặt tại điểm bất kỳ trong phòng thử miễn là cách các vách ít nhất là 1/4 bước sóng và không hướng về phía anten phát, mà hướng về phía vách gần nhất, hoặc thẳng hàng với trục bất kỳ của phòng.

Bộ khuếch đại tần số radiô tạp thấp được nối với anten thu qua bộ lọc thông cao; đầu ra của bộ khuếch đại được nối qua một bộ lọc thông dải đến bộ điốt tách sóng. Bộ lọc thông dải phải được điều hưởng

## **TCVN 6989-1-4:2010**

đến tần số nghiên cứu và phải có độ rộng băng tần qui định. Đầu ra của bộ tách sóng được nối đến vôn mét đọc đỉnh có thời gian duy trì đỉnh qui định (thời gian duy trì sẽ phụ thuộc vào thiết bị cần đo). Bộ phân tích phổ cũng có thể dùng cho phép đo này. Công suất hấp thụ bởi anten phát, P, được ghi lại. Máy phát tín hiệu khi đó được nối đến đầu vào của bộ khuếch đại tạp thấp, và đầu ra công suất của nó, p, được điều chỉnh để có cùng số đọc trên vôn mét. Công suất hấp thụ bởi bộ khuếch đại tạp thấp được ghi lại. Độ suy giảm ghép nối là  $10 \log (P/p)$  dB.

### **7 Phần tử TEM để đo miễn nhiễm với nhiễu bức xạ**

Phép đo miễn nhiễm bức xạ có thể thực hiện trong ống dẫn sóng TEM sử dụng phương pháp qui định ở IEC 61000-4-20.

### **8 Vị trí thử nghiệm để đo cường độ trường nhiễu radiô trong dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz**

#### **8.1 Yêu cầu chung**

Vị trí thử nghiệm phải dựa vào điều kiện không có phản xạ. Có thể cần phải sử dụng vật liệu hấp thụ và/hoặc nâng độ cao của EUT để đạt được điều kiện không gian tự do này.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp thử nghiệm thiết bị đặt trên sàn, có thể không đạt được điều kiện không có phản xạ do ở gần mặt đất.

#### **8.2 Vị trí thử nghiệm chuẩn**

Vị trí thử nghiệm chuẩn phải là vị trí thử nghiệm thoáng, không gian tự do (FSOATS) và có các biện pháp phòng ngừa để phép đo không bị ảnh hưởng bởi phản xạ.

CHÚ THÍCH: FSOATS là một khái niệm về vị trí thử nghiệm. Phép xấp xỉ thực tế là FAR đáp ứng các yêu cầu về kiểm tra hiệu lực được nêu dưới đây.

#### **8.3 Kiểm tra hiệu lực của vị trí thử nghiệm**

##### **8.3.1 Yêu cầu chung**

Vị trí thử nghiệm phải được xem là chấp nhận được đối với phép đo trường bức xạ điện từ ở tần số từ 1 GHz đến 18 GHz nếu nó thoả mãn tiêu chí được nêu ở 8.3.2; 8.3.3 về qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí. Để thử nghiệm theo các tiêu chuẩn CISPR, phép đo kiểm tra hiệu lực vị trí phải được thực hiện trong dải tần từ 1 GHz đến tần số lớn nhất được sử dụng trong phòng thử nghiệm; tần số lớn nhất phải ít nhất là 2 GHz.

Vị trí thử nghiệm dùng cho phép đo ở dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz phải có thiết kế để giảm thiểu ảnh hưởng của phản xạ lên tín hiệu thu được, ví dụ phòng hấp thụ. Nếu vị trí không được thiết kế để tạo ra các điều kiện hấp thụ hoàn toàn, ví dụ phòng bán hấp thụ, thì yêu cầu sử dụng vật liệu hấp thụ để che đi một phần mặt phẳng nền kim loại như mô tả dưới đây.

Trong trường hợp thể tích thử nghiệm kéo dài từ sàn dẫn của phòng thử nghiệm lên phía trên EUT mà có thể là điển hình đối với các phòng thử nghiệm sử dụng chủ yếu để thử nghiệm EUT đặt trên sàn, khi cần, lớp hấp thụ phải được đặt trong thể tích thử nghiệm để kiểm tra hiệu lực. Để có đủ không gian cho thử nghiệm thiết bị đặt trên sàn mà thiết bị này không thể định vị được trên mặt phẳng nền, chiếu xạ anten của thể tích thử nghiệm trong phạm vi độ cao đến 30 cm có thể bị cản trở do có lớp hấp thụ đặt trên mặt phẳng nền.

Trong quá trình thử nghiệm phát xạ EUT đặt trên sàn, sàn hấp thụ được sử dụng để kiểm tra hiệu lực vị trí có thể được lấy ra khỏi khu vực mà EUT đặt lên và mở rộng thêm đến 10 cm xung quanh khu vực đặt EUT.

Trong các phòng thử nghiệm có thể tích thử nghiệm cao hơn chiều cao của lớp hấp thụ, vì có thể là đặc thù của các phòng thử nghiệm dùng để thử nghiệm thiết bị đặt trên bàn, lớp hấp thụ có thể đặt thấp hơn thể tích thử nghiệm cho cả kiểm tra hiệu lực vị trí và thử nghiệm thiết bị. Bức ảnh thể hiện cấu hình vị trí lớp hấp thụ và vị trí anten phát/thu phải có trong báo cáo kiểm tra hiệu lực vị trí.

Việc kiểm tra hiệu lực vị trí được thực hiện bằng các phép đo tỷ số điện áp vị trí sóng đứng ( $S_{VSWR}$ ). Phương pháp kiểm tra hiệu lực vị trí đánh giá thể tích thử nghiệm đã cho đối với tổ hợp cụ thể của vị trí, anten thu, khoảng cách thử nghiệm (được quy định ở TCVN 6989-2-3 (CISPR 16-2-3)) và vật liệu hấp thụ đặt trên mặt phẳng nền, nếu cần để đáp ứng tiêu chí ở 8.3.2.

Các ảnh hưởng của cột anten thu đặt như khi được sử dụng cho thử nghiệm kiểm tra hiệu lực vị trí và các vật thể cố định trong thể tích thử nghiệm (như bàn quay được lắp đặt cố định), được đánh giá và bao gồm trong qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí. Vật thể di rời được như bàn thử nghiệm di rời được, không yêu cầu phải đặt đúng vị trí trong quá trình thử nghiệm kiểm tra hiệu lực vị trí nếu ảnh hưởng của chúng được đánh giá riêng rẽ sử dụng qui trình bổ sung ở 5.4 của tiêu chuẩn này.

TCVN 6989-2-3 (CISPR 16-2-3) mô tả phương pháp đo EUT được sử dụng để thử nghiệm trong dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz. Mục đích của qui trình  $S_{VSWR}$  là để kiểm tra ảnh hưởng của các phản xạ có thể hướng tới EUT có kích cỡ và hình dạng tùy ý đặt bên trong thể tích thử nghiệm như được đánh giá theo qui trình này.

$S_{VSWR}$  là tỷ số giữa tín hiệu thu lớn nhất và tín hiệu thu nhỏ nhất, gây ra bởi nhiễu giữa các tín hiệu tới (có chủ ý) trực tiếp và tín hiệu phản xạ, tức là:

$$S_{VSWR} = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad (20)$$

trong đó

$E_{\max}$  và  $E_{\min}$  là tín hiệu thu lớn nhất và nhỏ nhất, và

$V_{\max}$  và  $V_{\min}$  là các điện áp đo tương ứng khi máy thu hoặc bộ phân tích phổ được sử dụng để thu.

## TCVN 6989-1-4:2010

Đối với các qui trình tiếp theo, dexiben (dB) thường được sử dụng đối với các phép đo và tính toán. Trong trường hợp này,  $S_{V_{SWR}}$  được cho bởi:

$$S_{V_{SWR}} = 20 \log \left( \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \right) = 20 \log \left( \frac{E_{\max}}{E_{\min}} \right) = V_{\max, \text{dB}} - V_{\min, \text{dB}} = E_{\max, \text{dB}} - E_{\min, \text{dB}} \quad (21)$$

CHÚ THÍCH 1: Khi sử dụng dexiben,  $S_{V_{SWR, \text{dB}}}$  có thể được lấy là chênh lệch giữa tín hiệu lớn nhất và tín hiệu nhỏ nhất nhận được bằng đơn vị dBm, dB( $\mu$ V) hoặc dB $\mu$ V/m, nếu thích hợp đối với dụng cụ đo hoặc bộ tách tín hiệu được sử dụng.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị của  $S_{V_{SWR}}$  hoặc  $S_{V_{SWR, \text{dB}}}$  được tính riêng rẽ từ tín hiệu lớn nhất và tín hiệu nhỏ nhất thu được ở từng tần số và phân cực đối với tập hợp sáu phép đo được mô tả ở 8.3.3.

### 8.3.2 Tiêu chí chấp nhận đối với kiểm tra hiệu lực vị trí

$S_{V_{SWR}}$  liên quan trực tiếp đến ảnh hưởng của phản xạ không mong muốn. Tiêu chí chấp nhận đối với kiểm tra hiệu lực vị trí trong dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz là:

$$S_{V_{SWR}} \leq 2:1, \text{ hoặc } S_{V_{SWR, \text{dB}}} \leq 6,0 \text{ dB},$$

đối với  $S_{V_{SWR}}$  đo được theo qui trình ở 8.3.3.

### 8.3.3 Qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí – Đánh giá $S_{V_{SWR}}$

#### 8.3.3.1 Yêu cầu đối với anten

##### 8.3.3.1.1 Yêu cầu chung

Để cung cấp chiếu xạ cho tất cả các bề mặt phản xạ trong quá trình thực hiện thử nghiệm này và để mô phỏng độ lợi anten có tính hướng thấp có thể có ở nhiều EUT trong thực tế, 8.3.3.1 qui định các đặc tính đối với thiết bị được dùng cho thử nghiệm  $S_{V_{SWR}}$ . Dữ liệu do nhà chế tạo cung cấp có thể được sử dụng để đánh giá xem các yêu cầu đối với thiết bị thử nghiệm có được đáp ứng hay không.

##### 8.3.3.1.2 Thiết bị thử nghiệm đối với qui trình $S_{V_{SWR}}$ tiêu chuẩn (8.3.3.3)

###### 8.3.3.1.2.1 Yêu cầu chung

Anten thu phải là phân cực tuyến tính, và cùng loại như được sử dụng cho phép đo phát xạ của EUT. Đối với anten phát, góc chuẩn  $0^\circ$  dùng để yêu cầu kỹ thuật về dạng là góc mà anten phát đối diện với anten thu (các mặt phẳng có độ mở song song); đây cũng được xem là hướng “ngắm thẳng”,  $\Theta_B$ .

Anten được sử dụng làm nguồn phát phải là phân cực tuyến tính và có giản đồ bức xạ giống như lưỡng cực có các đặc tính được mô tả chi tiết dưới đây. Dữ liệu về giản đồ bức xạ phải sẵn có với cỡ bước tần số nhỏ hơn hoặc bằng 1 GHz.

CHÚ THÍCH: Giả thiết rằng anten cũng đáp ứng các yêu cầu ở các tần số khác được dùng cho thử nghiệm  $S_{V_{SWR}}$ .

### 8.3.3.1.2.2 Giảm đồ bức xạ mặt phẳng E của anten phát

Giản đồ bức xạ mặt phẳng E đối với một anten phân cực tuyến tính đơn giản có thể đo ở một trong nhiều mặt phẳng cắt có thể có (mặt phẳng phương vị không đổi) xung quanh hình cầu bức xạ. Mặt phẳng cắt dùng cho phép đo giản đồ bức xạ phải do nhà chế tạo anten chọn và được mô tả trong báo cáo đặc tính của anten. Một lựa chọn thuận lợi điển hình là mặt phẳng chứa bộ nối và lối cáp.

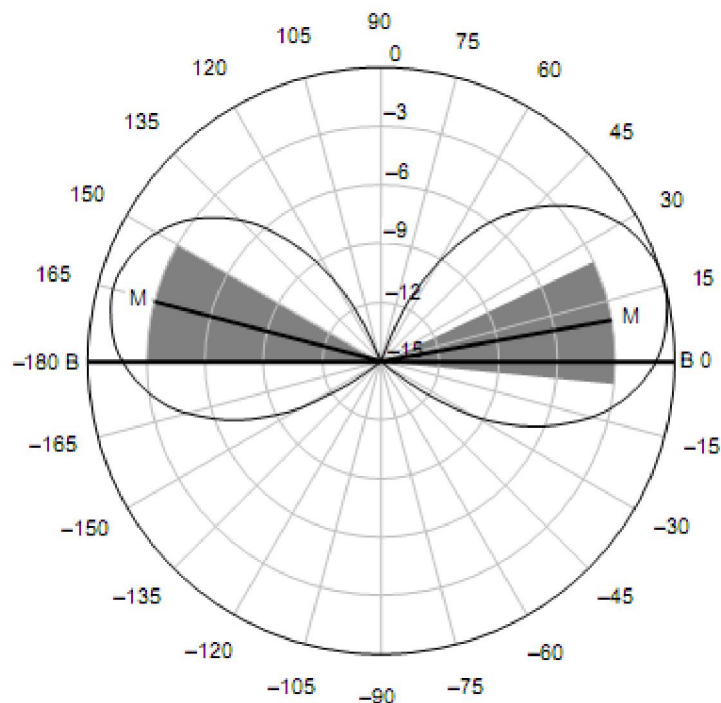
a) Chọn hướng của búp chính, được ký hiệu là  $\Theta_M$ , đối với bên phải và bên trái của từng giản đồ.  $\Theta_M$  phải nằm tương ứng trong phạm vi giữa  $0^\circ \pm 15^\circ$  và  $180^\circ \pm 15^\circ$ .

b) Vẽ vùng được gọi là vùng cấm, đối xứng với các hướng của búp chính ở cả hai phía của giản đồ bức xạ<sup>2</sup> trong trường hợp biên độ là  $\leq -3$  dB đối với  $\pm 15^\circ$ .

CHÚ THÍCH: Giới hạn này đảm bảo giản đồ bức xạ bằng phẳng trong vùng ngắm thẳng và có đáp ứng mọi hướng chấp nhận được.

c) Dạng mặt phẳng E không được đi vào vùng cấm.

Hình 18 thể hiện một ví dụ về giản đồ bức xạ đáp ứng các yêu cầu đã nêu của mặt phẳng E.



CHÚ THÍCH: Biểu đồ ví dụ dùng cho anten đáp ứng các yêu cầu về mặt phẳng E của 8.3.3.1.2.2. Các hướng của búp chính,  $\Theta_M$  dùng cho bên phải và bên trái của từng giản đồ trong phạm vi tương ứng giữa  $0^\circ \pm 15^\circ$  và  $180^\circ \pm 15^\circ$ . Diện tích tô đậm thể hiện “vùng cấm” trong đó biên độ là  $\leq -3$  dB đối với  $\pm 15^\circ$  của từng búp chính. Dạng anten không đi vào vùng cấm.

**Hình 18 – Ví dụ về giản đồ bức xạ mặt phẳng E của anten phát**

(ví dụ này chỉ dùng để tham khảo)

<sup>2</sup> Giới hạn này đảm bảo dạng bức xạ bằng phẳng trong vùng ngắm thẳng và có đáp ứng mọi hướng chấp nhận được.

**8.3.3.1.2.3 Giản đồ bức xạ mặt phẳng H của anten phát**

Chỉ có một mặt phẳng ở đó có thể đo dạng mặt phẳng H của anten lưỡng cực, đó là mặt phẳng vuông góc với trục lưỡng cực cắt tâm của lưỡng cực. Mặt phẳng này có thể có bộ biến đổi cân bằng/không cân bằng, bộ nối đầu vào và cáp đầu vào, tùy thuộc vào việc sử dụng sợi kim loại hay sợi quang. Nhà chế tạo anten phải mô tả bố trí được sử dụng để đo giản đồ bức xạ kể cả fđơ và vị trí bộ nối trong báo cáo thử nghiệm anten.

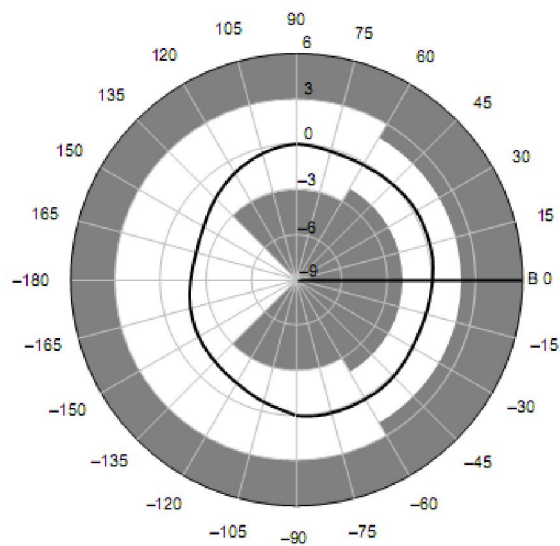
a) Lấy trung bình dữ liệu giản đồ bức xạ (tính bằng dB) trong phạm vi  $\pm 135^\circ$  ( $0^\circ$  là góc ngắm thẳng,  $\Theta_B$ ). Cỡ bước lớn nhất đối với dữ liệu giản đồ bức xạ này là  $5^\circ$  trong dải tần từ 1 GHz đến 6 GHz, và  $1^\circ$  trong dải tần từ 6 GHz đến 18 GHz.

b) Giản đồ bức xạ không được vượt quá độ lệch dưới đây so với giá trị trung bình  $\pm 135^\circ$ :

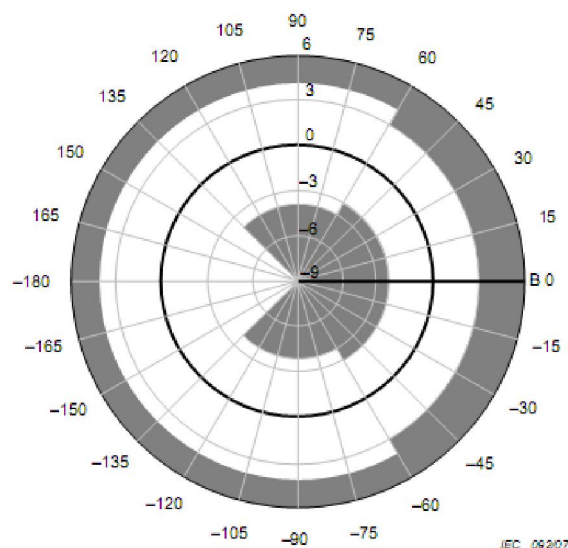
<b>Dải góc</b>	<b>1 GHz đến 6 GHz</b>	<b>6 GHz đến 18 GHz</b>
-60° đến 60°	$\pm 2$ dB	$\pm 3$ dB
-60° đến -135°, 60° đến 135°	$\pm 3$ dB	$\pm 4$ dB
-135° đến -180°, 135° đến 180°	< +3 dB	< +4 dB

CHÚ THÍCH: Mặc dù không qui định ranh giới dưới trong giản đồ mặt phẳng H ở ngoài  $\pm 135^\circ$  nhưng mong muốn đối với giản đồ mặt phẳng H không thể hiện bằng "0" ở  $\pm 180^\circ$  mà càng nhiều hướng càng tốt. Phải tuân theo hướng dẫn do nhà chế tạo anten cung cấp, nếu sẵn có, về lối đi fđơ và cột anten để giảm thiểu ảnh hưởng có thể có trong dạng mặt phẳng H bên ngoài  $\pm 135^\circ$ .

Hình 19 thể hiện một ví dụ về giản đồ bức xạ đáp ứng các yêu cầu đã nêu của mặt phẳng H.



**Hình 19a – Giản đồ bức xạ mặt phẳng H của anten phát – 1 GHz đến 6 GHz**



**Hình 19b – Giản đồ bức xạ mặt phẳng H của anten phát – 6 GHz đến 18 GHz**

CHÚ THÍCH: Biểu đồ ví dụ dùng cho anten đáp ứng các yêu cầu về mặt phẳng H. Diện tích tô đậm thể hiện độ lệch cho phép lớn nhất nêu ở 8.3.3.1.2.3. Ví dụ về anten này đáp ứng các yêu cầu vì dạng này không đi vào vùng tô đậm.

**Hình 19 – Ví dụ về giản đồ bức xạ mặt phẳng H của anten phát  
(ví dụ này chỉ để tham khảo)**

### 8.3.3.1.3 Thiết bị thử nghiệm dùng cho qui trình $S_{VSWR}$ thuận nghịch (8.3.3.4)

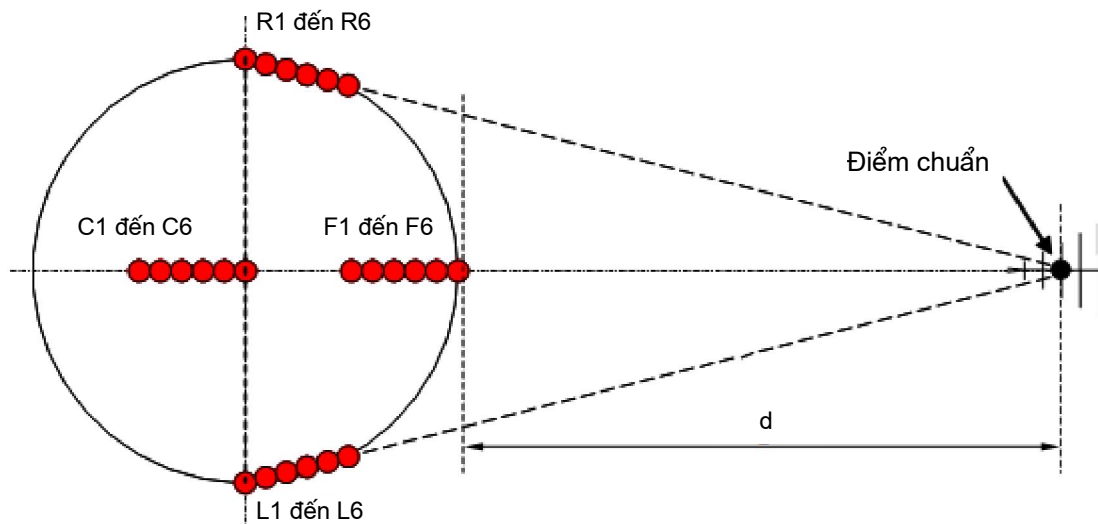
Anten được dùng để phát từ thể tích thử nghiệm phải là loại giống như được sử dụng để đo phát xạ. Phải sử dụng đầu dò trường đẳng hướng loại mọi hướng có độ không đẳng hướng không quá 3 dB.

8.3.3.2 Vị trí yêu cầu để thử nghiệm kiểm tra hiệu lực vị trí

8.3.3.2.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm kiểm tra hiệu lực vị trí phải được thực hiện trong một thể tích có dạng hình trụ. Đáy của hình trụ được xác lập bởi bề mặt được dùng để đỡ EUT. Mặt trên cùng của hình trụ được chọn là độ cao lớn nhất mà EUT và cáp trên không thẳng đứng của EUT chiếm giữ. Đường kính trụ là đường kính lớn nhất yêu cầu để đặt EUT có cáp. Đối với cáp đi ra ngoài thể tích thử nghiệm, đoạn 30 cm của các cáp này được xem là thiết lập các kích thước của thể tích. Để chứa thiết bị đặt trên sàn mà thiết bị này không thể đặt được trên bề mặt đỡ, cho phép chiếu xạ thể tích thử nghiệm trong phạm vi độ cao đến 30 cm so với đáy của thể tích thử nghiệm bị cản trở bởi lớp hấp thụ đặt trên mặt phẳng nền. Theo qui trình ở 8.3.3.3,  $S_{VSWR}$  được đánh giá bằng cách đặt anten thu ở vị trí mà thể tích phải kiểm tra hiệu lực, và thay đổi vị trí nguồn phát qua các vị trí đã xác định. Một cách khác, sử dụng qui trình  $S_{VSWR}$  thuận nghịch, các vị trí được qui định trong điều này được sử dụng để đặt đầu dò trường trong thể tích thử nghiệm.

Các vị trí yêu cầu để thực hiện các phép đo  $S_{VSWR}$  phụ thuộc vào các kích thước của thể tích thử nghiệm. Mô tả chi tiết các yêu cầu về vị trí thử nghiệm có điều kiện được nêu ở 8.3.3.5.  $S_{VSWR}$  được đánh giá cho từng vị trí và phân cực yêu cầu bằng thứ tự sáu phép đo dọc theo đường đến điểm chuẩn của anten thu. Tất cả các vị trí yêu cầu có thể có được minh họa trên Hình 20 và Hình 21, kể cả các vị trí có điều kiện được mô tả ở 8.3.3.5. Thứ tự sáu phép đo dọc theo đường đến anten thu được thể hiện bằng các dấu chấm trong các hình này.



CHÚ GIẢI

d khoảng cách thử nghiệm

Hình 20 – Các vị trí đo  $S_{VSWR}$  trong mặt phẳng nằm ngang  
(xem 8.3.3.2.2 để có bản mô tả)



### 8.3.3.2.2 Mô tả các vị trí đo $S_{VSWR}$ trong mặt phẳng nằm ngang (Hình 20)

Điều này mô tả cách tìm các vị trí đo  $S_{VSWR}$  trong mặt phẳng nằm ngang được minh họa trên Hình 20.

a) Vị trí phía trước 1-6 (F1 đến F6): Các vị trí phía trước nằm trên đường thẳng tính từ tâm của thể tích thử nghiệm đến điểm chuẩn của anten thu. Để định vị các vị trí này, đầu tiên định vị F6 kéo dài về phía trước của thể tích thử nghiệm, trên trục đo cách điểm chuẩn của anten thu một khoảng thử nghiệm d.

F5 đến F1 được đo so với F6 như sau, di chuyển xa dần anten thu:

- 1)  $F5 = F6 + 2$  cm so với anten thu
- 2)  $F4 = F6 + 10$  cm so với anten thu
- 3)  $F3 = F6 + 18$  cm so với anten thu
- 4)  $F2 = F6 + 30$  cm so với anten thu
- 5)  $F1 = F6 + 40$  cm so với anten thu

b) Vị trí bên phải 1-6 (R1 đến R6): Các vị trí này được định vị theo R6. R6 có được bằng cách xác định phần kéo dài về bên phải của thể tích thử nghiệm (vị trí R1) sau đó di chuyển trên đường thẳng hướng về điểm chuẩn của anten thu 40 cm (xem Hình 20).

R5 đến R1 được đo so với R6 như sau, di chuyển xa dần anten thu:

- 1)  $R5 = R6 + 2$  cm so với anten thu
- 2)  $R4 = R6 + 10$  cm so với anten thu
- 3)  $R3 = R6 + 18$  cm so với anten thu
- 4)  $R2 = R6 + 30$  cm so với anten thu
- 5)  $R1 = R6 + 40$  cm so với anten thu

c) Vị trí bên trái 1-6 (L1 đến L6): Các vị trí này được định vị theo L6. L6 có được bằng cách xác định phần kéo dài về bên trái của thể tích thử nghiệm (vị trí L1) sau đó di chuyển trên đường thẳng hướng về điểm chuẩn của anten thu 40 cm (xem Hình 20).

L5 đến L1 được đo so với L6 như sau, di chuyển xa dần anten thu:

- 1)  $L5 = L6 + 2$  cm so với anten thu
- 2)  $L4 = L6 + 10$  cm so với anten thu
- 3)  $L3 = L6 + 18$  cm so với anten thu
- 4)  $L2 = L6 + 30$  cm so với anten thu
- 5)  $L1 = L6 + 40$  cm so với anten thu

d) Vị trí giữa 1-6 (C1 đến C6): Các vị trí này được định vị theo C6. Vị trí C6 ở tâm của thể tích thử nghiệm. Vị trí C1 đến C6 cần phải thử nghiệm khi đường kính thể tích thử nghiệm lớn hơn 1,5 m (xem 8.3.3.5).

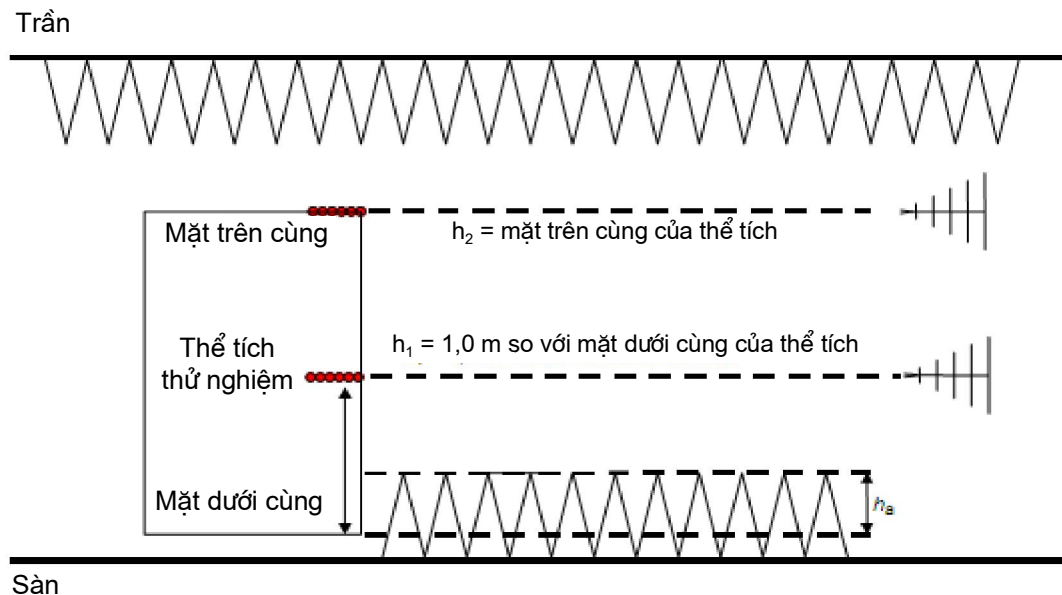
C5 đến C1 được đo so với C6 như sau, di chuyển xa dần anten thu:

- 1) C5 = C6 + 2 cm so với anten thu
- 2) C4 = C6 + 10 cm so với anten thu
- 3) C3 = C6 + 18 cm so với anten thu
- 4) C2 = C6 + 30 cm so với anten thu
- 5) C1 = C6 + 40 cm so với anten thu

### 8.3.3.2.3 Mô tả các vị trí đo bổ sung $S_{VSWR}$ (Hình 21)

Ngoài các vị trí được thể hiện trên Hình 20, có thể yêu cầu mặt phẳng thử nghiệm  $S_{VSWR}$  ở mặt trên cùng của thể tích thử nghiệm tùy thuộc vào độ cao của thể tích thử nghiệm. Hình 21 minh họa phép đo độ cao bổ sung đối với phép đo  $S_{VSWR}$ . Thử nghiệm ở độ cao thứ hai chỉ thực hiện ở vị trí phía trước.

Bảng 5 đưa ra tóm tắt các vị trí thử nghiệm. Trong Bảng 5, các vị trí được phân nhóm theo độ cao ( $h_1$ ,  $h_2$ ) và vị trí (trước, trái, phải, giữa). Đối với từng vị trí, điểm chuẩn được ký hiệu để sử dụng trong các phép tính yêu cầu bởi công thức (22). Các vị trí được ký hiệu là  $P_{mnopq}$ , trong đó chỉ số dưới ứng với tên gọi vị trí như được liệt kê trong cột thứ nhất của Bảng 5.



#### CHÚ GIẢI:

$h_a$  = phần của thể tích bị chặn bởi lớp hấp thụ đặt trên sàn (lớn nhất là 30 cm).

$h_1$  = độ cao giữa thể tích thử nghiệm hoặc 1,0 m so với mặt dưới cùng của thể tích thử nghiệm, chọn giá trị thấp hơn.

$h_2$  = độ cao mặt trên cùng của thể tích thử nghiệm và cần thử nghiệm khi  $h_2$  cách  $h_1$  ít nhất là 0,5 m (xem 8.3.3.5 để có mô tả chi tiết).

Hình 21 – Các vị trí  $S_{VSWR}$  (yêu cầu về độ cao)

Bảng 5 – Tên gọi vị trí thử nghiệm  $S_{VSWR}$ 

Tên gọi vị trí	Vị trí	Độ cao	Phân cực	Vị trí chuẩn đối với $d_{ref}$ (xem công thức (22))	Vị trí so với điểm chuẩn
<b>Vị trí phía trước (phía trước, <math>h_1</math>) ở độ cao thứ nhất</b>					
F1h1H	Phía trước	$h_1$	Ngang	F6h1	+40 cm so với anten thu
F1h1V	Phía trước	$h_1$	Thẳng	F6h1	+40 cm so với anten thu
F2h1H	Phía trước	$h_1$	Ngang	F6h1	+30 cm so với anten thu
F2h1V	Phía trước	$h_1$	Thẳng	F6h1	+30 cm so với anten thu
F3h1H	Phía trước	$h_1$	Ngang	F6h1	+18 cm so với anten thu
F3h1V	Phía trước	$h_1$	Thẳng	F6h1	+18 cm so với anten thu
F4h1H	Phía trước	$h_1$	Ngang	F6h1	+10 cm so với anten thu
F4h1V	Phía trước	$h_1$	Thẳng	F6h1	+10 cm so với anten thu
F5h1H	Phía trước	$h_1$	Ngang	F6h1	+2 cm so với anten thu
F5h1V	Phía trước	$h_1$	Thẳng	F6h1	+2 cm so với anten thu
F6h1H	Phía trước	$h_1$	Ngang	F6h1	= Vị trí chuẩn (phía trước, $h_1$ )
F6h1V	Phía trước	$h_1$	Thẳng	F6h1	= Vị trí chuẩn (phía trước, $h_1$ )
<b>Vị trí giữa (giữa, <math>h_1</math>) ở độ cao thứ nhất (nếu yêu cầu, xem 8.3.3.5)</b>					
C1h1H	Giữa	$h_1$	Ngang	C6h1	+40 cm so với anten thu
C1h1V	Giữa	$h_1$	Thẳng	C6h1	+40 cm so với anten thu
C2h1H	Giữa	$h_1$	Ngang	C6h1	+30 cm so với anten thu
C2h1V	Giữa	$h_1$	Thẳng	C6h1	+30 cm so với anten thu
C3h1H	Giữa	$h_1$	Ngang	C6h1	+18 cm so với anten thu
C3h1V	Giữa	$h_1$	Thẳng	C6h1	+18 cm so với anten thu
C4h1H	Giữa	$h_1$	Ngang	C6h1	+10 cm so với anten thu
C4h1V	Giữa	$h_1$	Thẳng	C6h1	+10 cm so với anten thu
C5h1H	Giữa	$h_1$	Ngang	C6h1	+2 cm so với anten thu
C5h1V	Giữa	$h_1$	Thẳng	C6h1	+2 cm so với anten thu
C6h1H	Giữa	$h_1$	Ngang	C6h1	= Vị trí chuẩn (giữa, $h_1$ )
C6h1V	Giữa	$h_1$	Thẳng	C6h1	= Vị trí chuẩn (giữa, $h_1$ )
<b>Vị trí bên phải ở độ cao thứ nhất</b>					
R1h1H	Bên phải	$h_1$	Ngang	R6h1	+40 cm so với anten thu tại điểm kéo dài bên phải của thể tích thử nghiệm
R1h1V	Bên phải	$h_1$	Thẳng	R6h1	+40 cm so với anten thu tại điểm kéo dài bên phải của thể tích thử nghiệm
R2h1H	Bên phải	$h_1$	Ngang	R6h1	+30 cm so với anten thu
R2h1V	Bên phải	$h_1$	Thẳng	R6h1	+30 cm so với anten thu
R3h1H	Bên phải	$h_1$	Ngang	R6h1	+18 cm so với anten thu

Bảng 5 (kết thúc)

Tên gọi vị trí	Vị trí	Độ cao	Phân cực	Vị trí chuẩn đối với $d_{ref}$ (xem công thức (22))	Vị trí so với điểm chuẩn
R3h1V	Bên phải	$h_1$	Thẳng	R6h1	+18 cm so với anten thu
R4h1H	Bên phải	$h_1$	Ngang	R6h1	+10 cm so với anten thu
R4h1V	Bên phải	$h_1$	Thẳng	R6h1	+10 cm so với anten thu
R5h1H	Bên phải	$h_1$	Ngang	R6h1	+2 cm so với anten thu
R5h1V	Bên phải	$h_1$	Thẳng	R6h1	+2 cm so với anten thu
R6h1H	Bên phải	$h_1$	Ngang	R6h1	= Vị trí chuẩn (bên phải, $h_1$ )
R6h1V	Bên phải	$h_1$	Thẳng	R6h1	= Vị trí chuẩn (bên phải, $h_1$ )
<b>Vị trí bên trái ở độ cao thứ nhất</b>					
L1h1H	Bên trái	$h_1$	Ngang	L6h1	+40 cm so với anten thu tại điểm kéo dài bên trái của thể tích thử nghiệm
L1h1V	Bên trái	$h_1$	Thẳng	L6h1	+40 cm so với anten thu tại điểm kéo dài bên trái của thể tích thử nghiệm
L2h1H	Bên trái	$h_1$	Ngang	L6h1	+30 cm so với anten thu
L2h1V	Bên trái	$h_1$	Thẳng	L6h1	+30 cm so với anten thu
L3h1H	Bên trái	$h_1$	Ngang	L6h1	+18 cm so với anten thu
L3h1V	Bên trái	$h_1$	Thẳng	L6h1	+18 cm so với anten thu
L4h1H	Bên trái	$h_1$	Ngang	L6h1	+10 cm so với anten thu
L4h1V	Bên trái	$h_1$	Thẳng	L6h1	+10 cm so với anten thu
L5h1H	Bên trái	$h_1$	Ngang	L6h1	+2 cm so với anten thu
L5h1V	Bên trái	$h_1$	Thẳng	L6h1	+2 cm so với anten thu
L6h1H	Bên trái	$h_1$	Ngang	L6h1	= Vị trí chuẩn (Bên trái, $h_1$ )
L6h1V	Bên trái	$h_1$	Thẳng	L6h1	= Vị trí chuẩn (bên trái, $h_1$ )
<b>Vị trí phía trước ở độ cao thứ hai (nếu yêu cầu, xem 8.3.3.5)</b>					
F1h2H	Phía trước	$h_2$	Ngang	F6h2	+40 cm so với anten thu
F1h2V	Phía trước	$h_2$	Thẳng	F6h2	+40 cm so với anten thu
F2h2H	Phía trước	$h_2$	Ngang	F6h2	+30 cm so với anten thu
F2h2V	Phía trước	$h_2$	Thẳng	F6h2	+30 cm so với anten thu
F3h2H	Phía trước	$h_2$	Ngang	F6h2	+18 cm so với anten thu
F3h2V	Phía trước	$h_2$	Thẳng	F6h2	+18 cm so với anten thu
F4h2H	Phía trước	$h_2$	Ngang	F6h2	+10 cm so với anten thu
F4h2V	Phía trước	$h_2$	Thẳng	F6h2	+10 cm so với anten thu
F5h2H	Phía trước	$h_2$	Ngang	F6h2	+2 cm so với anten thu
F5h2V	Phía trước	$h_2$	Thẳng	F6h2	+2 cm so với anten thu
F6h2H	Phía trước	$h_2$	Ngang	F6h2	= Vị trí chuẩn (phía trước, $h_2$ )
F6h2V	Phía trước	$h_2$	Thẳng	F6h2	= Vị trí chuẩn (phía trước, $h_2$ )
CHÚ THÍCH: Có thể tiến hành các phép đo $S_{VSWR}$ theo thứ tự bất kỳ.					

### 8.3.3.3 Kiểm tra hiệu lực vị trí $S_{VSWR}$ – Quy trình thử nghiệm tiêu chuẩn

Trong qui trình dưới đây, các vị trí được ký hiệu là  $P_{mnopq}$ , trong đó các chỉ số dưới tương ứng với tên gọi vị trí được liệt kê ở cột đầu tiên của Bảng 5. Tín hiệu đo được,  $M$ , là trường  $E$  thu được hoặc phép đo điện áp ở từng vị trí và được chỉ ra tương tự bằng chỉ số là  $M_{mnopq}$ . Ví dụ,  $P_{F1h1H}$  là vị trí F1, ở độ cao 1, phân cực ngang và tín hiệu đo của nó (tính bằng dB) được gọi là  $M_{F1h1H}$ .

a) Đặt nguồn phát có điểm chuẩn ở vị trí 6, độ cao 1, phân cực ngang ( $P_{F6h1H}$ ). Đặt anten thu cũng theo phân cực ngang, ở khoảng cách thử nghiệm  $d$ , đo từ nguồn đến điểm chuẩn của anten thu. Lưu ý rằng độ cao của anten thu phải được đặt giống như độ cao của nguồn phát đối với tất cả các phép đo.

b) Kiểm tra tín hiệu thu được hiển thị phải cao hơn ít nhất là 20 dB so với môi trường xung quanh và cao hơn tạp hiển thị của máy thu đo hoặc máy phân tích phổ trong toàn bộ dải tần cần đo. Nếu không, có thể sử dụng thiết bị khác (anten, cáp, máy phát tín hiệu, bộ khuếch đại sơ bộ) và/hoặc sử dụng dải tần thích hợp để duy trì mức 20 dB cao hơn tạp sần được hiển thị.

c) Ghi lại mức tín hiệu đo được,  $M_{F6h1H}$  ở từng tần số. Có thể sử dụng phép đo rơ hoặc các nấc tăng của tần số tăng theo nấc. Nếu sử dụng các nấc tăng thì bước tần số phải là 50 MHz hoặc nhỏ hơn.

d) Lặp lại bước a) và b) với nguồn phát ở năm vị trí còn lại như chỉ ra trong Bảng 6 (8.3.3.6) về phía trước, độ cao 1, phân cực ngang. Tổng cộng có sáu phép đo đối với phía trước, độ cao 1, phân cực ngang ( $M_{F1h1H}$  đến  $M_{F6h1H}$ ) thay đổi theo khoảng cách từ anten thu theo bước tăng như thể hiện trong Bảng 5.

e) Thay đổi phân cực của nguồn phát và anten thu thành phân cực thẳng đứng và lặp lại qui trình trên với các vị trí từ  $P_{F1h1V}$  đến  $P_{F1h6V}$  để thu được  $M_{F1h1V}$  đến  $M_{F1h6V}$ .

f) Đối với tất cả các phép đo, chuẩn hóa dữ liệu trường  $E$  hoặc điện áp đo được với khoảng cách của vị trí chuẩn được thể hiện trong Bảng 5, sử dụng công thức (22):

$$M'_{mnopq} = M_{mnopq} + 20 \log \left( \frac{d_{mnopq}}{d_{ref}} \right) \quad (\text{dB}) \quad (22)$$

trong đó

$d_{mnopq}$  là khoảng cách thực đối với vị trí đo;

$d_{ref}$  là khoảng cách đo được đến vị trí chuẩn;

$M_{mnopq}$  là tín hiệu đo được (trường  $E$  hoặc điện áp thu được) tính bằng dexiben. Lưu ý rằng từng vị trí đo có vị trí chuẩn khác nhau tương ứng với vị trí 6, như chỉ ra trong Bảng 5 đối với  $P_{mnopq}$ ;

$M'_{mnopq}$  là dữ liệu trường  $E$  hoặc điện áp đo được bình thường hóa liên quan đến khoảng cách của vị trí chuẩn được thể hiện trong Bảng 5.

g) Sử dụng công thức (20) hoặc công thức (21), tính  $S_{VSWR}$  đối với phân cực ngang. Sử dụng công thức (21),  $S_{VSWR}$ , tính bằng dB có thể thu được bằng cách lấy tín hiệu thu được lớn nhất  $M_{max,dB}$  trừ đi tín hiệu

## TCVN 6989-1-4:2010

thu được nhỏ nhất  $M_{\min, dB}$  sau khi đã hiệu chỉnh khoảng cách cho sáu vị trí (bước  $f$ ). Lập lại phép tính để có được số đọc sử dụng phân cực thẳng đứng.

h)  $S_{VSWR}$  cho từng phân cực phải thỏa mãn tiêu chí chấp nhận ở 8.3.2.

i) Lập lại các bước từ a) đến h) cho vị trí trái và phải của thể tích thử nghiệm. Lưu ý rằng khi anten nguồn phát được di chuyển sang trái hoặc phải, hướng ngắm thẳng phải hướng tới anten thu. Tuy nhiên, anten thu phải duy trì đối diện với tâm (không hướng về các vị trí cạnh), giống với hướng mà anten sẽ đối diện trong quá trình đo được thực hiện trên EUT.

j) Nếu có yêu cầu ở 8.3.3.5, lập lại qui trình trên đối với các phép đo ở vị trí giữa và đối với các phép đo ở độ cao thứ hai. Khi thực hiện các phép đo ở độ cao thứ hai, anten thu phải ở cùng độ cao với anten phát.

### 8.3.3.4 Kiểm tra hiệu lực vị trí $V_{VSWR}$ – Qui trình thử nghiệm thuận nghịch sử dụng đầu dò trường đẳng hướng

Đối với các phòng thử được chống nhiễu (tức là phòng hấp thụ hoàn toàn hoặc phòng bán hấp thụ) cho phép đánh giá  $S_{VSWR}$  sử dụng đầu dò trường đẳng hướng đặt ở vị trí yêu cầu ở Bảng 5 và chiếu xạ đến thể tích thử nghiệm bằng cùng một anten được sử dụng làm anten thu sau này trong thử nghiệm phát xạ. Với mục đích của tiêu chuẩn này, phương pháp này được gọi là phương pháp “thuận nghịch” để xác định  $S_{VSWR}$ . Trong qui trình thuận nghịch  $S_{VSWR}$  này, anten mà sau này được dùng làm anten thu trong thử nghiệm phát xạ EUT được gọi là anten “phát”, vì nó sẽ được sử dụng để phát đến đầu dò đặt trong thể tích thử nghiệm. Đầu dò trường đẳng hướng được yêu cầu để thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật về giản đồ bức xạ ở 8.3.3.1. Đầu dò này phải thẳng hàng với phân cực của anten phát, tức là phải biết vị trí và hướng của phần tử cảm biến bên trong đầu dò.

Qui trình thử nghiệm kiểm tra hiệu lực vị trí  $S_{VSWR}$  thuận nghịch sử dụng đầu dò trường đẳng hướng như sau:

a) Đặt đầu dò trường ở vị trí phía trước 6, độ cao 1, phân cực ngang ( $P_{F6H1H}$ ). Đặt anten phát ở khoảng cách thử nghiệm  $d$  như đo được từ đường bao của thể tích thử nghiệm đến điểm chuẩn của anten. Độ cao của anten phát phải bằng với độ cao của đầu dò ở mọi vị trí.

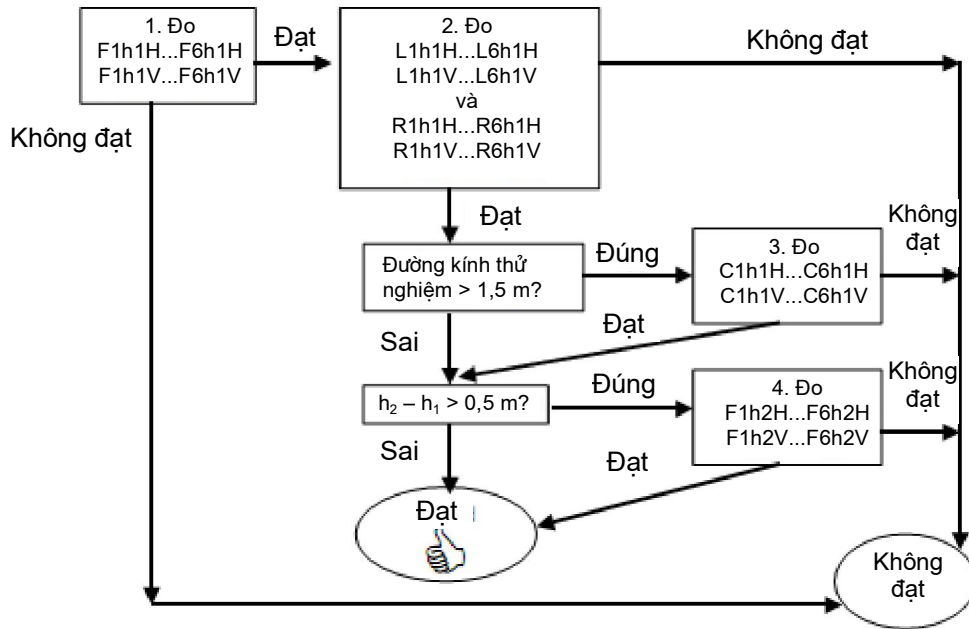
b) Kiểm tra độ lớn cường độ trường là đủ để đầu dò thực hiện chức năng đúng. Để có hướng dẫn về thiết bị và qui trình cần thiết để thiết lập cường độ trường đúng, xem các yêu cầu kỹ thuật về vận hành của nhà chế tạo đối với đầu dò (độ nhạy và độ không đảm bảo đo thích hợp). Ngoài ra, hệ thống phát và hệ thống đầu dò cần được kiểm tra tính tuyến tính và các sóng hài phải được triệt đến mức tối thiểu là thấp hơn tín hiệu ban đầu 1,5 dB. Nên sử dụng bộ ghép nối định hướng để theo dõi công suất tới trong quá trình thử nghiệm, vì sự biến đổi mức công suất đầu ra sẽ tạo nên biến đổi trong kết quả thử nghiệm. Điều quan trọng là cung cấp các tín hiệu đầu ra ổn định vì bất kỳ sự biến đổi tín hiệu nào do tính không ổn định của nguồn tín hiệu (ví dụ, mối nối cáp xấu, thay đổi theo thời gian khởi động của bộ khuếch đại sơ độ, v.v...) đều dẫn đến các biến đổi kết quả (tức là kết quả  $S_{VSWR}$  cao không thực tế).

- c) Ghi lại mức tín hiệu đo được,  $M_{F_{6h1H}}$  ở từng tần số. Có thể sử dụng phép đo rã hoặc tăng tần số theo nấc. Nếu sử dụng tăng tần số theo nấc thì nấc tăng tần số phải là 50 MHz hoặc nhỏ hơn.
- d) Lập lại bước c) với đầu dò trường ở năm vị trí còn lại như chỉ ra trong Bảng 6 (8.3.3.6) về phía trước, độ cao 1, phân cực ngang. Tổng cộng có sáu phép đo về phía trước, độ cao 1, phân cực ngang ( $M_{F_{1h1H}}$  đến  $M_{F_{6h1H}}$ ) thay đổi theo khoảng cách từ anten thu theo nấc tăng như thể hiện trong Bảng 5.
- e) Thay đổi phân cực của đầu dò trường và anten phát thành phân cực thẳng đứng và lập lại qui trình trên với các vị trí từ  $P_{F_{1h1V}}$  đến  $P_{F_{6h1V}}$  để thu được  $M_{F_{1h1V}}$  đến  $M_{F_{6h1V}}$ .
- f) Đối với tất cả các phép đo, chuẩn hóa dữ liệu sử dụng công thức (22).
- g) Sử dụng công thức (20) hoặc công thức (21), tính  $S_{VSWR}$  đối với phân cực ngang. Sử dụng công thức (21),  $S_{VSWR, dB}$  có thể thu được bằng cách lấy tín hiệu thu được lớn nhất  $M_{max, dB}$  trừ đi tín hiệu thu được nhỏ nhất  $M_{min, dB}$  sau khi đã hiệu chỉnh khoảng cách cho sáu vị trí (bước f)). Lập lại phép tính để có được số đọc sử dụng phân cực thẳng đứng.
- h)  $S_{VSWR}$  cho cả hai phân cực phải thỏa mãn tiêu chí chấp nhận ở 8.3.2.
- i) Lập lại qui trình trên cho vị trí trái và phải của thể tích thử nghiệm. Lưu ý rằng đối với qui trình  $S_{VSWR}$  thuận nghịch này, đầu dò có thể được điều chỉnh để duy trì hướng không đổi đối diện với điểm chuẩn của anten phát. Tuy nhiên, anten phát phải duy trì đối diện với tâm của thể tích thử nghiệm (không hướng về các vị trí cạnh), giống với hướng mà anten sẽ đối diện trong quá trình đo được thực hiện trên EUT.
- j) Nếu có yêu cầu ở 8.3.3.5, lập lại qui trình trên đối với các phép đo ở vị trí giữa và đối với các phép đo ở độ cao thứ hai. Khi thực hiện các phép đo ở độ cao thứ hai, đầu dò phải ở cùng độ cao với anten phát.

### 8.3.3.5 Yêu cầu đối với vị trí thử nghiệm có điều kiện

Như chỉ ra trên Hình 20, Hình 21 và Bảng 5, các vị trí thử nghiệm bổ sung đòi hỏi cần thử nghiệm phụ thuộc vào kích cỡ của thể tích thử nghiệm. Hình 22 thể hiện lưu đồ xác định việc yêu cầu các phép đo bổ sung này.

Khi yêu cầu vị trí thử nghiệm bổ sung thì  $S_{VSWR}$  cần xác định ở từng tần số thử nghiệm từ từng nhóm trong sáu phép đo độc lập đối với phân cực ngang và phân cực thẳng đứng sử dụng qui trình ở 8.3.3.3 hoặc 8.3.3.4.



CHÚ THÍCH: Không yêu cầu thực hiện các phép đo này theo thứ tự như được chỉ ra mà có thể thực hiện theo bất kỳ thứ tự nào sao cho thu được tất cả các dữ liệu yêu cầu.

Hình 22 – Yêu cầu về vị trí thử nghiệm có điều kiện

**8.3.3.6 Báo cáo thử nghiệm kiểm tra hiệu lực vị trí  $S_{VSWR}$**

Bảng 6 liệt kê bản tóm tắt tất cả các phép đo và phép tính  $S_{VSWR}$  yêu cầu, kể cả các kết quả từ các vị trí yêu cầu và vị trí có điều kiện ở 8.3.3.5.

Phép tính  $S_{VSWR}$  trước đó và các yêu cầu trong báo cáo áp dụng cho từng tần số thử nghiệm.



Bảng 6 – Yêu cầu trong báo cáo  $S_{VSWR}$ 

Vị trí	Độ cao	Phân cực	Loại	$S_{VSWR}$ dB
Phía trước	$h_1$	Ngang	Yêu cầu	$= \text{Max} (M'_{F1h1H} \dots M'_{F6h1H}) - \text{Min} (M'_{F1h1H} \dots M'_{F6h1H})$
Phía trước	$h_1$	Thẳng	Yêu cầu	$= \text{Max} (M'_{F1h1V} \dots M'_{F6h1V}) - \text{Min} (M'_{F1h1V} \dots M'_{F6h1V})$
Bên phải	$h_1$	Ngang	Yêu cầu	$= \text{Max} (M'_{R1h1H} \dots M'_{R6h1H}) - \text{Min} (M'_{R1h1H} \dots M'_{R6h1H})$
Bên phải	$h_1$	Thẳng	Yêu cầu	$= \text{Max} (M'_{R1h1V} \dots M'_{R6h1V}) - \text{Min} (M'_{R1h1V} \dots M'_{R6h1V})$
Bên trái	$h_1$	Ngang	Yêu cầu	$= \text{Max} (M'_{L1h1H} \dots M'_{L6h1H}) - \text{Min} (M'_{L1h1H} \dots M'_{L6h1H})$
Bên trái	$h_1$	Thẳng	Yêu cầu	$= \text{Max} (M'_{L1h1V} \dots M'_{L6h1V}) - \text{Min} (M'_{L1h1V} \dots M'_{L6h1V})$
Giữa	$h_1$	Ngang	Có điều kiện	$= \text{Max} (M'_{C1h1H} \dots M'_{C6h1H}) - \text{Min} (M'_{C1h1H} \dots M'_{C6h1H})$
Giữa	$h_1$	Thẳng	Có điều kiện	$= \text{Max} (M'_{C1h1V} \dots M'_{C6h1V}) - \text{Min} (M'_{C1h1V} \dots M'_{C6h1V})$
Phía trước	$h_2$	Ngang	Có điều kiện	$= \text{Max} (M'_{F1h2H} \dots M'_{F6h2H}) - \text{Min} (M'_{F1h2H} \dots M'_{F6h2H})$
Phía trước	$h_2$	Thẳng	Có điều kiện	$= \text{Max} (M'_{F1h2V} \dots M'_{F6h2V}) - \text{Min} (M'_{F1h2V} \dots M'_{F6h2V})$

### 8.3.3.7 Giới hạn của phương pháp kiểm tra hiệu lực vị trí $S_{VSWR}$

Điểm đo được chọn đối với 8.3.3.2 và có trong qui trình trước đó nhằm cung cấp thước đo tổng thể của  $S_{VSWR}$  của vị trí thử nghiệm trong dải tần từ 1 GHz đến 18 GHz. Tuy nhiên, lưu ý rằng  $S_{VSWR}$  đỉnh không phải lúc nào cũng có thể có được khi sử dụng qui trình ở 8.3.3.3 hoặc 8.3.3.4 ở tần số qui định  $f$  bất kỳ. Do đó, nên tránh công bố sự phù hợp của  $S_{VSWR}$  dựa vào các phép đo ở tần số đơn lẻ bất kỳ. Tuy nhiên, đỉnh tìm được bằng qui trình ở trên theo quăng tám liên kế ( $0,5f$  đến  $2f$ ) là đại diện điển hình của trường hợp xấu nhất  $S_{VSWR}$  với tất cả các tần số có trong dải tần.

Trong trường hợp mong muốn kết quả  $S_{VSWR}$  chính xác hơn ở tần số đơn lẻ, phương pháp trên có thể được cải thiện bằng cách đo nhiều hơn sáu vị trí dọc theo đường thẳng được thể hiện trên Hình 20 và Hình 21. Các điểm thu thập dữ liệu bổ sung cần cách không đều nhau và được chọn dựa vào khoảng cách truyền của anten nguồn (hoặc đầu dò trường trong phương pháp  $S_{VSWR}$  thuận nghịch) nhờ sử dụng các nấc một phần tư bước sóng ở tần số cần xét.

## 8.4 Vị trí thử nghiệm thay thế

Vị trí đo bất kỳ đạt được điều kiện không gian tự do đều có thể là vị trí thử nghiệm thay thế.

## 9 Thiết bị hấp thụ phương thức chung

### 9.1 Yêu cầu chung

Thiết bị hấp thụ phương thức chung (CMAD) được đặt vào cáp đi ra khỏi thể tích thử nghiệm trong phép đo phát bức xạ. CMAD được sử dụng trong phép đo phát bức xạ để giảm các biến động trong kết quả đo giữa hai vị trí thử nghiệm khác nhau, do các giá trị khác nhau có thể có của trở kháng phương thức chung và đối xứng tại điểm cáp đi ra khỏi vị trí thử nghiệm (ví dụ, tâm bàn quay). Đặc tính cơ bản của CMAD có thể được thể hiện bằng tham số S. Các đại lượng đặc trưng được suy ra như tổn hao xen hoặc hệ số phản xạ có thể được xác định từ các tham số S này. Điều này qui định phương pháp đo dùng để kiểm tra hiệu lực tham số S của CMAD.

## 9.2 Phép đo tham số S của CMAD

Tham số S đo được trong cơ cấu thử nghiệm như qui định ở 9.3 được sử dụng để đặc trưng cho các đặc điểm của CMAD. Các giá trị của tham số phức S được đánh giá ở các mặt phẳng chuẩn được chỉ ra trên Hình 23. Phương pháp chuẩn để đo tham số S với độ chính xác cao nhất có thể sử dụng bộ phân tích mạng vectơ (VNA) và phương pháp hiệu chuẩn TRL như mô tả ở 9.4.

## 9.3 Đồ gá thử nghiệm CMAD

Đồ gá thử nghiệm dùng để đo tham số S của CMAD cần thử nghiệm phải là thanh kim loại hình trụ đặt phía trên mặt phẳng nền bằng kim loại, như chỉ ra trên Hình 23. Thanh kim loại nằm giữa các mặt bích thẳng đứng của đồ gá thử nghiệm gồm có ba phần: một phần tạo thành đường truyền trong đồ gá giữa hai mặt phẳng chuẩn và hai phần của bộ thích nghi giữa các mặt phẳng chuẩn và các cổng của bộ thích nghi.

Các ảnh hưởng lên phép đo của CMAD từ các phần của bộ thích nghi và các cổng của bộ thích nghi có thể bị loại bỏ bằng cách sử dụng phương pháp hiệu chuẩn TRL mô tả ở 9.4, tạo ra độ không đảm bảo đo thấp đối với phép đo kết thúc. Có thể sử dụng bộ thích nghi loại bất kỳ để đo theo 9.4. Ví dụ về bộ thích nghi được chỉ ra trên các hình từ Hình 26 đến Hình 28 (xem 9.6).

Đường kính  $d$  của thanh hình trụ phải là 4 mm. Độ cao so với mặt phẳng nền  $h$  được xác định theo các kích thước của CMAD. Các giá trị điển hình là 30 mm, 65 mm, và 90 mm. Phải thực hiện phép đo ở độ cao xác định bởi kết cấu của CMAD. Khoảng cách giữa mặt phẳng chuẩn và mặt bích thẳng đứng của đồ gá (phần của bộ thích nghi) LA phải ít nhất là  $2h$  (xem Hình 23). Khoảng cách giữa các mặt phẳng chuẩn và các đầu CMAD,  $D_A$  và  $D_B$ , càng nhỏ càng tốt nhưng không lớn hơn  $h$ . Mặt phẳng nền bằng kim loại của cơ cấu thử nghiệm phải lớn hơn  $(L_{jig} + 4h)$  theo chiều dài và lớn hơn  $4h$  theo chiều rộng.

Trở kháng đặc tính,  $Z_{ref}$ , được cho bởi đường kính bên trong của dây,  $d$  (mặc định là 4 mm) và bởi độ cao tính từ tâm của thanh đến mặt phẳng nền,  $h$ :

$$Z_{ref} = \frac{Z_0}{2\pi} \cosh^{-1} \left( \frac{2h}{d} \right) \quad \text{tính bằng } \Omega \quad (23)$$

trong đó

$Z_0$  là trở kháng không gian tự do ( $120\pi$ ), tính bằng  $\Omega$ ;

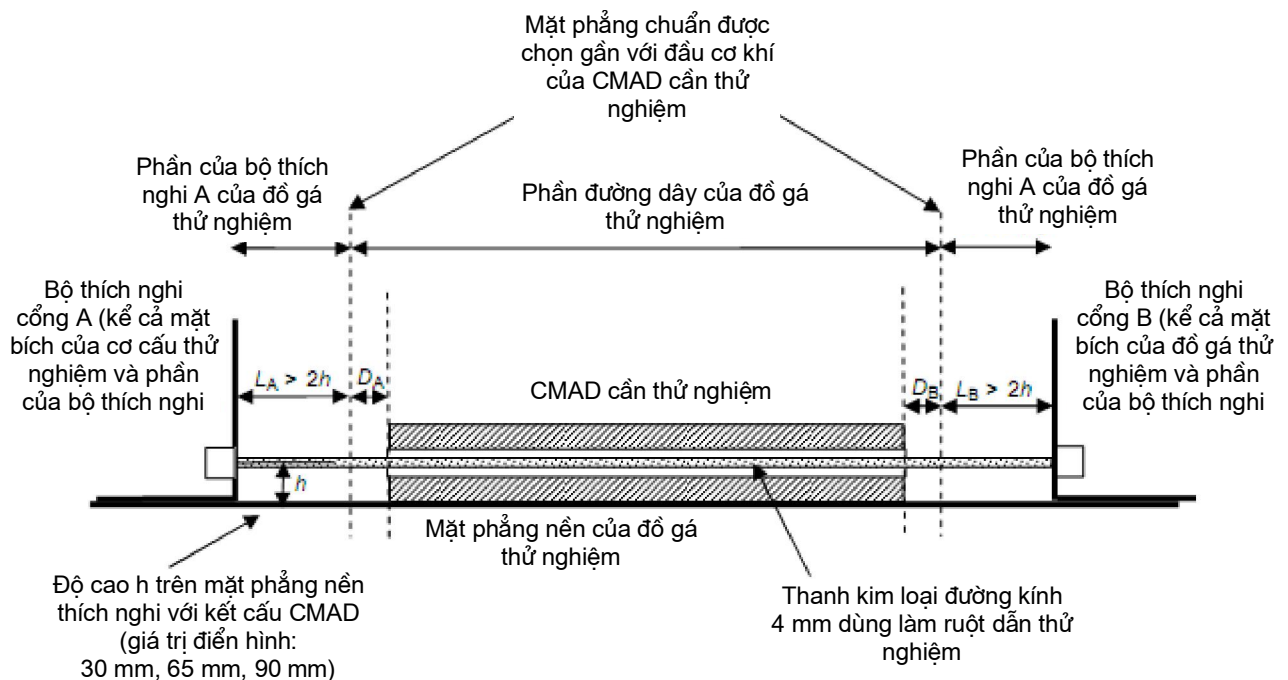
- $d$  là đường kính ruột dẫn thử nghiệm (mặc định là 4 mm);  
 $h$  là độ cao tính từ tâm của ruột dẫn thử nghiệm đến mặt phẳng nền.

VÍ DỤ: Giá trị điển hình của  $Z_{ref}$  đối với các độ cao khác nhau  $h$  là:

$$h = 30 \text{ mm} \quad \gg \quad Z_{ref} = 204 \ \Omega$$

$$h = 65 \text{ mm} \quad \gg \quad Z_{ref} = 248 \ \Omega$$

$$h = 90 \text{ mm} \quad \gg \quad Z_{ref} = 270 \ \Omega$$



Hình 23 – Xác định mặt phẳng chuẩn bên trong đồ gá thử nghiệm

#### 9.4 Phương pháp đo sử dụng hiệu chuẩn TRL

Phương pháp hiệu chuẩn truyền qua-phản xạ-đường dây (TRL) được khuyến cáo để đo tham số S của CMAD. Sử dụng quy trình hiệu chuẩn này để chọn mặt phẳng chuẩn bên trong cơ cấu thử nghiệm sao cho mặt phẳng chuẩn ở sát với vị trí sẽ đặt CMAD cần thử nghiệm và do đó khoảng cách  $D_A$  và  $D_B$  có thể được giảm thiểu (xem Hình 23). Việc hiệu chuẩn đòi hỏi một thanh kim loại (gọi là “dây”) có đường kính và độ cao bằng với phần đường truyền của cơ cấu thử nghiệm. Trở kháng đặc tính và chiều dài của phần đường truyền cần biết chính xác và được đưa vào dữ liệu hiệu chuẩn được sử dụng trong phần mềm của VNA hoặc các phép tính hiệu chỉnh bên ngoài.

Chiều dài của phần đường dây được sử dụng cho quy trình hiệu chuẩn TRL xác định dải tần trong đó thực hiện việc hiệu chuẩn TRL. Giới hạn tần số này có được từ quy trình toán học được sử dụng trong

## TCVN 6989-1-4:2010

phương pháp hiệu chuẩn TRL, trong đó, tại một số tần số điều kiện “chia cho zero” (hoặc các giá trị vô cùng nhỏ) là có thể xảy ra và cần phải tránh.

Nếu chiều dài của “đường dây” chuẩn là  $L$  thì dải tần phải được giới hạn từ tần số thấp đến tần số cao  $f_L$  và  $f_H$  như sau:

$$f_L = 0,05 \frac{c}{L} \quad (24)$$

$$f_H = 0,45 \frac{c}{L} \quad (25)$$

trong đó  $c = 3 \times 10^8$  m/s. Chiều dài “đường dây” bằng 0,6 m là thích hợp để hiệu chuẩn trong dải tần từ 30 MHz đến 200 MHz. Nếu phép đo phải mở rộng đến các tần số cao hơn thì cần hiệu chuẩn “đường dây” lần thứ hai. Việc hiệu chuẩn thứ hai với chiều dài “đường dây” bằng 0,12 m là thích hợp cho dải tần từ 150 MHz đến 1 000 MHz.

Cần bốn cấu hình hiệu chuẩn đối với phương pháp hiệu chuẩn TRL, như sau:

- “Phản xạ” (cổng A): Đo giá trị phức  $S_{11}$  của phần của bộ thích nghi và bộ thích nghi mà không có bất kỳ dây nối nào khác (mô phỏng điều kiện mạch hở) [(Hình 24a)]
- “Phản xạ” (cổng B): Đo giá trị phức  $S_{22}$  của phần của bộ thích nghi và bộ thích nghi mà không có bất kỳ dây nối nào khác (mô phỏng điều kiện mạch hở) [(Hình 24b)]
- “Truyền qua”: Đo giá trị phức  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  có hai phần của bộ thích nghi và bộ thích nghi được nối trực tiếp với nhau (không có phần đường dây ở giữa) [(Hình 24c)]
- “Đường dây”: Đo giá trị phức  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  có đưa vào phần đường dây [(Hình 24d)]

Các phép đo hiệu chuẩn cho 10 số phức với từng điểm tần số. Nếu VNA có phần mềm dùng cho phép đo TRL thì VNA sẽ sử dụng các phép đo chuẩn này để tính các hiệu chỉnh chính xác cho phép đo TRL. Nếu VNA không hỗ trợ việc hiệu chuẩn TRL thì việc hiệu chỉnh cần thiết có thể được thực hiện độc lập với VNA theo qui trình được mô tả trong CISPR/TR 16-3.

Không cần phải biết các đặc tính của các phần của bộ thích nghi và các cổng của bộ thích nghi bên ngoài mặt phẳng hiệu chuẩn đối với việc hiệu chuẩn TRL; các đặc tính này được đo trong qui trình hiệu chuẩn và được bù đúng bởi việc hiệu chuẩn TRL. Các bộ thích nghi loại khác có thể được sử dụng. Nên sử dụng các bộ thích nghi cùng loại và phần của bộ thích nghi cùng chiều dài trên cả hai đầu của cơ cấu thử nghiệm. Khuyến cáo rằng hai phần của bộ thích nghi là cùng chiều dài, tức là  $L_A = L_B$ .

Sau khi hiệu chuẩn, CMAD cần thử nghiệm được đưa vào phần đường dây của cơ cấu thử nghiệm. Các phần của bộ thích nghi và bộ thích nghi phải giống như được sử dụng cho hiệu chuẩn. Chiều dài của thanh kim loại có thể khác với chiều dài của “đường dây” được sử dụng để hiệu chuẩn nhưng đường kính (4 mm) và độ cao so với mặt phẳng nên phải giống như khi được sử dụng cho việc hiệu chuẩn. Thanh kim loại bên trong CMAD cần được định vị càng chính xác càng tốt ở tâm của cơ cấu hấp thụ

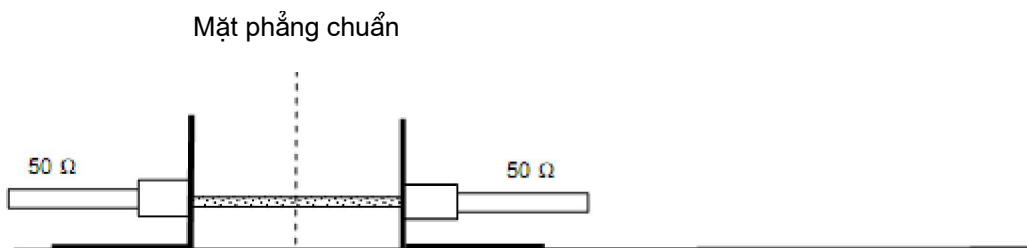
phương thức chung hở. Chiều dài của thanh kim loại có thể chọn sao cho mặt phẳng chuẩn tương ứng với các đầu vật lý của CMAD (tức là  $D_A$  càng nhỏ càng tốt). CMAD điển hình có chiều dài bằng 0,6 m. Trong trường hợp này, phần đường thẳng 4 mm có thể được sử dụng để đo CMAD (kể cả dải tần trên 200 MHz, được hiệu chuẩn bằng phần đường dây ngắn hơn). Kết quả đo đối với CMAD cần thử nghiệm sử dụng phép đo VNA được hiệu chỉnh bằng việc hiệu chuẩn TRL là tập hợp của bốn tham số S được qui về trở kháng đặc tính của phần đường truyền (cơ cấu thử nghiệm rỗng,  $Z_{0\_jig}$ ).



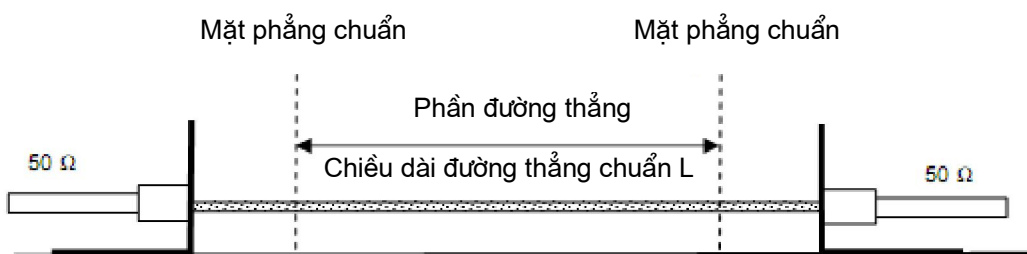
Hình 24a – Cấu hình dùng cho phép đo hiệu chuẩn “cổng phản xạ A”



Hình 24b – Cấu hình dùng cho phép đo hiệu chuẩn “cổng phản xạ B”



Hình 24c – Cấu hình dùng cho phép đo hiệu chuẩn “truyền qua”



Hình 24d – Cấu hình dùng cho phép đo hiệu chuẩn “đường thẳng”

CHÚ THÍCH: Chiều dài L của đường chuẩn đối với hiệu chuẩn không cần giống như chiều dài được sử dụng cho phép đo CMAD. Chiều dài của đường chuẩn dùng cho qui trình hiệu chuẩn được chọn theo dải tần cần thiết.

Hình 24 – Bốn cấu hình dùng để hiệu chuẩn TRL

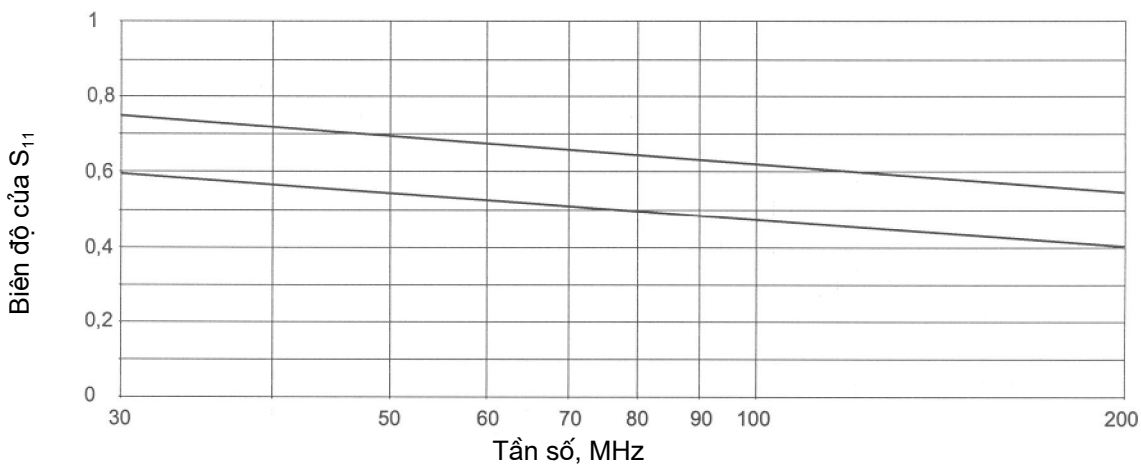
### 9.5 Yêu cầu kỹ thuật của CMAD kiểu kẹp ferit

CMAD kiểu kẹp ferit được dùng trong phép đo bức xạ dưới 1 GHz để giảm độ không đảm bảo sự phù hợp. Đặc tính của CMAD được đo theo các điều khoản của 9.1 đến 9.3 và tham chiếu đến trở kháng đặc trưng của đồ gá rộng  $Z_{0,jig}$ .

So sánh CMAD kiểu kẹp ferit sẵn có chỉ ra rằng biên độ của  $S_{21}$  nhỏ hơn 0,25 được yêu cầu để cung cấp đủ khử ghép. Các giá trị này có thể đạt được với CMAD có biên độ bằng  $S_{11}$ , như thể hiện trên Hình 25.

CMAD kiểu kẹp ferit phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật sau:

- a) biên độ của  $S_{21}$  phải nhỏ hơn 0,25 ở dải tần từ 30 MHz đến 200 MHz;
- b) biên độ của  $S_{11}$  phải nằm trong dải giới hạn dưới đây trong dải tần từ 30 MHz đến 200 MHz:
  - giới hạn trên 0,75 ở 30 MHz và 0,55 ở 200 MHz (giảm tuyến tính với loga của tần số);
  - giới hạn dưới 0,6 ở 30 MHz và 0,4 ở 200 MHz (giảm tuyến tính với loga của tần số).



Hình 25 – Giới hạn dùng cho biên độ bằng  $S_{11}$ , đo theo các điều khoản của 9.1 đến 9.3

Không đòi hỏi yêu cầu kỹ thuật trong dải tần từ 200 MHz đến 1 000 MHz vì phép đo phát bức xạ không bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi các điều kiện của đầu nối cáp ở tần số này.

Lý do để sử dụng tham số S cho yêu cầu kỹ thuật của CMAD loại kẹp ferit được nêu ở 4.9 của CISPR/TR 16-3, sửa đổi 2.

### 9.6 Kiểm tra tính năng của CMAD (sự suy giảm) bằng cách sử dụng bộ phân tích phổ (SA) và bộ phát đồng chỉnh (TG)

Không thể đo tham số phức S của CMAD mà không sử dụng VNA. Tuy nhiên, dụng cụ đo VNA có thể không sẵn có trong tất cả các phòng thử nghiệm EMC. Đối với các phòng thử nghiệm không tiếp cận với dụng cụ đo VNA thì phương pháp đơn giản hơn để kiểm tra chức năng của CMAD được xác định trong điều này, sử dụng máy phân tích phổ có bộ phát đồng chỉnh. Bố trí dụng cụ đo này chỉ đo độ lớn của tổn hao xen nhưng giá trị đo được này không liên quan trực tiếp đến tham số S được đo ở các mặt

phẳng chuẩn chỉ ra trên Hình 23. Tuy nhiên, phòng thử nghiệm EMC có thể lặp lại định kỳ cùng một phép đo tổn hao xen với bố trí thử nghiệm trong nhà, sử dụng cùng điều kiện như vậy (trở kháng và dạng hình học của bố trí thử nghiệm) và ghi lại rồi so sánh với các kết quả trước đó để xác định xem CMAD có ở điều kiện chấp nhận được hay không. Sự suy giảm tính năng của CMAD có thể được phát hiện theo cách này. Nếu xuất hiện sự suy giảm nào đó thì phép đo chuẩn phải được thực hiện sử dụng VNA với phương pháp hiệu chuẩn TRL ở 9.4.

Có thể sử dụng kết cấu bất kỳ của bộ thích nghi (Hình 23, Hình 24, Hình 26 đến Hình 28) để kiểm tra tính năng/sự suy giảm. Để tránh các hiệu ứng cộng hưởng trong cáp giữa cơ cấu thử nghiệm và dụng cụ đó, cần thêm hai bộ suy giảm 10 dB gần mỗi nối của cơ cấu thử nghiệm trong quá trình kiểm tra tính năng này.

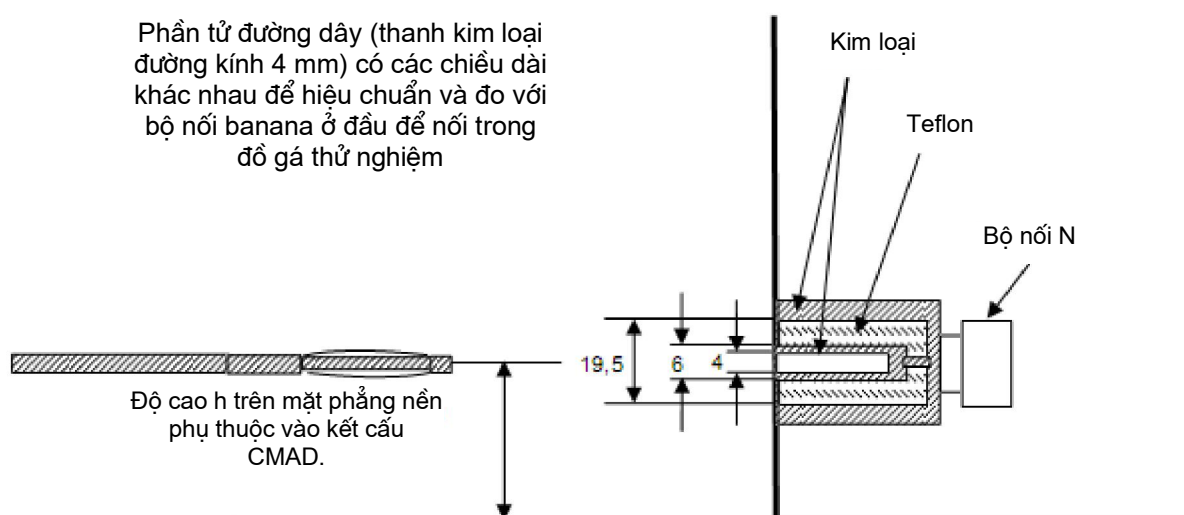
a) Khi sử dụng bộ thích nghi 50  $\Omega$  (Hình 26), phép đo tổn hao xen để kiểm tra tính năng/sự suy giảm là chênh lệch tính bằng dB giữa các phép đo tổn hao đối với hai cấu hình sau:

- 1) Cấu hình 1: đấu nối trực tiếp hai bộ suy giảm mà không có cơ cấu thử nghiệm.
- 2) Cấu hình 2: hai bộ suy giảm nối với cơ cấu thử nghiệm có CMAD.

b) Nếu sử dụng các bộ thích nghi thích ứng (Hình 27 hoặc Hình 28) thì phép đo tổn hao xen để kiểm tra tính năng suy giảm là chênh lệch giữa sự suy giảm đo được đối với hai cấu hình sau:

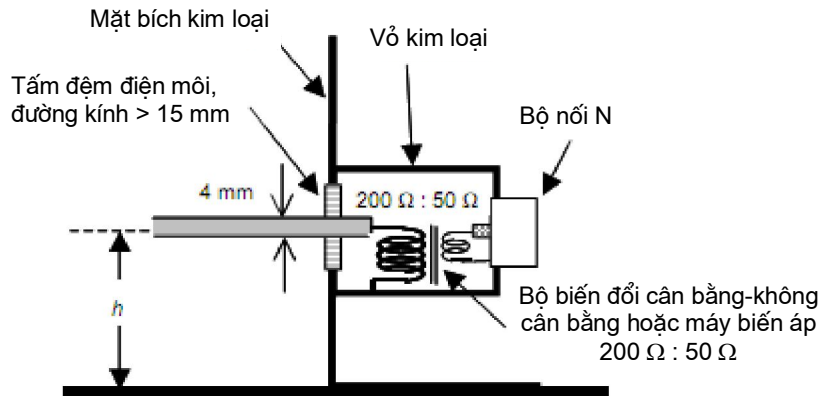
- 1) Cấu hình 1: hai bộ suy giảm nối với đồ gá thử nghiệm không có CMAD (cơ cấu rỗng);
- 2) Cấu hình 2: hai bộ suy giảm nối với đồ gá thử nghiệm có CMAD.

Kích thước tính bằng milimét



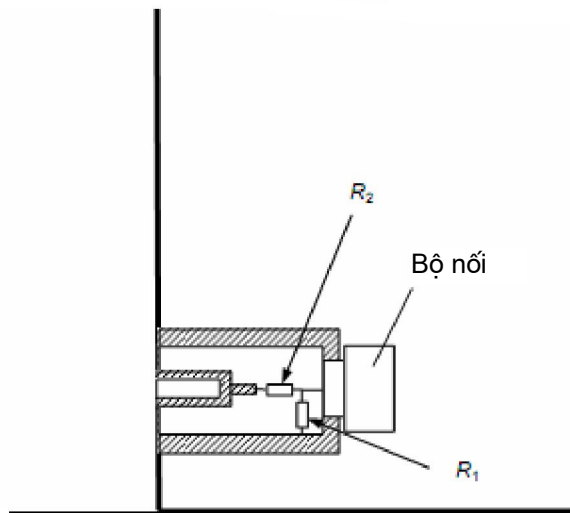
CHÚ THÍCH: Phía đáy của mặt bích thẳng đứng có liên kết điện với mặt phẳng nền bằng kim loại.

**Hình 26 – Ví dụ về kết cấu bộ thích nghi 50  $\Omega$  trong mặt bích thẳng đứng của đồ gá thử nghiệm**



CHÚ THÍCH: Nếu nắp giữa của cổng cân bằng có nối với vỏ của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng thì phải ngắt ra.

Hình 27 – Ví dụ về bộ thích nghi thích ứng với bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng hoặc máy biến áp



$$R_1 = 50 \sqrt{\frac{Z_{0\_jlg}}{Z_{0\_jlg} - 50}} \quad \Omega$$

$$R_2 = \sqrt{Z_{0\_jlg} (Z_{0\_jlg} - 50)} \quad \Omega$$

$h$ mm	$Z_{0\_jlg}$ $\Omega$	$R_1$ $\Omega$	$R_2$ $\Omega$
30	204	57,6	177,3
65	248	56,0	221,6
90	270	55,4	243,7

Hình 28 – Ví dụ về bộ thích nghi thích ứng có mạng phối hợp trở kháng



## Phụ lục A

(qui định)

### Tham số của anten

#### A.1 Qui định chung

Các tài liệu CISPR khác nhau qui định các anten cụ thể cần sử dụng để thực hiện phép đo. Có thể sử dụng các kiểu anten khác với điều kiện là các kết quả là tương đương với các kết quả thu được với anten được qui định. Việc so sánh các anten này với anten được qui định sẽ được thêm vào bằng cách liệt kê các tham số thích hợp. Các tham số này phải được qui định là một phần của tiêu chí chấp nhận của CISPR bất kỳ của kiểu anten mới. Nhà chế tạo anten cũng phải sử dụng thông tin này làm hướng dẫn trong việc qui định các khía cạnh hữu ích nhất của anten khi thực hiện phép đo phát bức xạ. Nhà chế tạo cần cung cấp các thông tin chung cho từng mẫu anten bao gồm các tham số sau: hệ số anten trong không gian tự do trong hệ thống 50  $\Omega$ , tổn hao đường về, giản đồ bức xạ ở quãng tần số đủ để chỉ ra các thay đổi đáng kể (bao gồm thông tin về độ rộng búp sóng), và tần số phụ thuộc vào các giá trị độ không đảm bảo đo để tính độ lệch từ hệ số anten trong không gian tự do gây ra bởi ghép nối tương hỗ với mặt phẳng nền khi anten được quét ở độ cao từ 1 m đến 4 m.

#### A.2 Anten được ưu tiên

##### A.2.1 Yêu cầu chung

Nếu có sự không phù hợp được đưa ra với giới hạn trường E thì giá trị đo được bằng anten có độ không đảm bảo đo thấp được ưu tiên. Anten có độ không đảm bảo đo thấp là anten mà với nó cường độ trường trong bố trí thử nghiệm CISPR có thể đo được với độ không đảm bảo đo thấp hơn yêu cầu đối với các anten khác đáp ứng các tiêu chí độ chính xác về cường độ trường ở 4.2. Anten có độ không đảm bảo đo thấp được mô tả ở A.2.3.

##### A.2.2 Anten tính được

Anten lưỡng cực tiêu chuẩn tính được đạt được độ không đảm bảo đo thấp nhất đối với các phép đo trường E. Hệ số anten có thể tính được đối với không gian tự do và ở độ cao và phân cực bất kỳ bên trên mặt phẳng nền xác định rõ. TCVN 6989-1-5 (CISPR 16-1-5) mô tả nguyên tắc của lưỡng cực tiêu chuẩn tính được, trong đó chỉ mô tả điều kiện cộng hưởng. Tuy nhiên, sử dụng mô hình điện từ bằng số có sẵn có thể tính được hệ số anten đối với một chiều dài lưỡng cực duy nhất trong dải rộng của tần số với độ không đảm bảo đo nhỏ hơn  $\pm 0,3$  dB. Ví dụ, đối với phép đo ở 30 MHz, có thể sử dụng lưỡng cực cộng hưởng ở 80 MHz. Nguyên tắc này có thể được mở rộng cho anten nhiều dây bao trùm độ rộng băng tần rộng hơn.

**A.2.3 Anten có độ không đảm bảo đo thấp**

Anten độ không đảm bảo đo thấp là anten hình nón kép và anten LPDA có tham số cơ bản được mô tả trong đoạn tiếp theo. Chúng là các anten dải rộng và có độ nhạy hợp lý, tức là hệ số anten không quá cao. Có thể sử dụng các lưỡng cực tính được và có thể có độ không đảm bảo đo thấp nhất. Đáp ứng phân cực chéo phải đáp ứng các yêu cầu ở 4.5.5 và bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng phải đáp ứng các yêu cầu được chỉ ra ở 4.5.4. Hệ số anten phải được xác định bởi phòng thử nghiệm hiệu chuẩn cung cấp tính liên kết chuẩn cho chuẩn quốc gia và được chọn để giảm thiểu độ không đảm bảo đo của việc xác định hệ số anten.

Kiểu được phê chuẩn là anten hình nón kép được sử dụng trong dải tần từ 30 MHz đến 250 MHz và anten LPDA trong dải tần từ 250 MHz đến 1 GHz. Lý do đối với tần số chuyển giao này là anten LPDA có sai số tâm pha do chiều dài của nó, bị giảm khi bắt đầu ở 250 MHz và hầu hết các anten hình nón kép bị ảnh hưởng bởi cộng hưởng ở tần số trên 290 MHz và thể hiện giản đồ bức xạ biến dạng ở tần số 260 MHz trừ khi sử dụng các phần tử kết cấu mở (xách tay hoặc gập được). Tần số chuyển giao giữa anten hình nón kép và anten LPDA có thể từ 200 MHz đến 250 MHz, với độ tăng nhẹ về độ không đảm bảo đo ở tâm pha kết hợp với anten LPDA ở tần số dưới 250 MHz. Anten lai, bao trùm toàn dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz, không phải là kiểu được ưu tiên vì độ không đảm bảo đo cao hơn so với anten hình nón kép và anten LPDA, chủ yếu là vì chiều dài anten lớn hơn, đặc biệt là khi sử dụng ở khoảng cách 3 m so với nguồn (ngược với 10 m).

Anten hình nón kép có độ không đảm bảo đo thấp có chiều dài đầu-đầu của phần tử xấp xỉ  $1,35\text{ m} \pm 0,03\text{ m}$  (tùy thuộc vào độ rộng của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng), 6 phần tử sợi dây tỏa ra ở dạng hình nón, có đường kính rộng nhất là xấp xỉ 0,52 m. Bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng phải là thiết kế  $200\ \Omega$  (tỷ số biến áp  $200\ \Omega : 50\ \Omega$ ), để đảm bảo độ nhạy tốt hơn ở tần số 30 MHz và ghép nối tương hỗ với môi trường thấp hơn.

CHÚ THÍCH: Anten hình nón kép dựa trên nguyên bản trong MIL STD 461A [8], được thiết kế để hoạt động ở tần số từ 20 MHz đến 200 MHz. Thiết kế phần tử gập được cho tính năng tốt hơn so với thiết kế phần tử kiểu “lồng” kín ở tần số trên 250 MHz.

LPDA có độ không đảm bảo đo thấp được thiết kế để có tần số thấp nhất là 200 MHz (tức là, phần tử dài nhất cộng hưởng ở 200 MHz, xấp xỉ 0,75 m) và chiều dài bằng  $0,75\text{ m} \pm 0,12\text{ m}$ , giữa phần tử dài nhất và phần tử ngắn nhất, phần tử ngắn nhất cộng hưởng ở tần số trên 1 GHz. Lý do để không có phần tử dài nhất ở 250 MHz là nó không được giới hạn bởi một giàn và giản đồ bức xạ bị biến dạng. Chiều dài anten này là 0,75 m phân biệt nó với các anten có chiều dài gấp đôi cho độ lợi cao hơn nhưng có sai số tâm pha lớn hơn và các anten có chiều dài nhỏ hơn 0,6 m ít có khả năng có hệ số anten tăng đều đặn và đơn điệu với tần số (với độ tăng đột ngột bất kỳ về hệ số anten lệch không quá 1,5 dB so với đường dốc đi qua toàn bộ dải tần).

### A.3 Anten lưỡng cực đơn giản

#### A.3.1 Yêu cầu chung

Nếu phòng thử nghiệm không thể có anten đã hiệu chuẩn thì một cách thay thế là sử dụng anten lưỡng cực ở dạng lưỡng cực tính được hoặc lưỡng cực điều hướng. Lưỡng cực điều hướng có kết cấu tương đối đơn giản và cho độ không đảm bảo đo thấp đối với phép đo cường độ trường so với anten mô tả ở A.2. Hệ số anten của lưỡng cực điều hướng phải được kiểm tra xác nhận bởi phòng thử nghiệm liên kết chuẩn với chuẩn quốc gia và cố gắng giảm thiểu độ không đảm bảo đo của việc xác định hệ số anten hoặc bằng cách đo tổn hao xen vào vị trí giữa cặp lưỡng cực giống nhau bên trên mặt phẳng nền (phù hợp với Phụ lục D) và so sánh tổn hao này với ghép nối tính được, sự cho phép đối với tổn hao của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng – xem Phụ lục C của TCVN 6989-1-5 (CISPR 16-1-5). Nhược điểm của lưỡng cực điều hướng là chiều dài của nó ở tần số giới hạn dưới trong dải tần, ví dụ chiều dài 4,8 m ở 30 MHz, mà ở khoảng cách đo bằng 3 m sẽ cho sai số do biên độ và pha và gradien pha. Lưỡng cực cũng nhạy với môi trường xung quanh nó khi được điều hướng do đó trở kháng tương hỗ với ảnh của nó trên mặt phẳng nền có thể thay đổi hệ số anten đến 6 dB đối với lưỡng cực phân cực ngang 30 MHz được quét ở độ cao từ 1 m đến 4 m trên mặt phẳng nền. Vì lý do này, lưỡng cực ngắn điều hướng đến 80 MHz được khuyến cáo để sử dụng ở tần số dưới 80 MHz.

#### A.3.2 Lưỡng cực điều hướng

Thiết kế thiết thực và đơn giản của lưỡng cực điều hướng gồm lưỡng cực cộng hưởng nửa bước sóng có trục bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng đồng trục nối tiếp-song song. Chiều dài đầu-đầu của lưỡng cực xấp xỉ 0,48 bước sóng, tùy thuộc vào bán kính của phần tử lưỡng cực. Hệ số anten không gian tự do có thể được tính từ công thức dưới đây, cho hệ số tính bằng dexiben. Công thức này không bao gồm tổn hao của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng trong đó giá trị trung bình bằng 0,5 dB có thể được thêm vào hệ số anten và hệ số tổn hao này phải được kiểm tra.

$$F_a \text{ (dB)} = 20 \log (f_M) - 31,4$$

trong đó  $f_M$  là tần số, tính bằng MHz.

Vì lưỡng cực điều hướng nhạy hơn với môi trường xung quanh so với anten dải rộng (trừ ở tần số cộng hưởng của nó, không kể LPDA) ít có khả năng độ không đảm bảo đo tổng khi sử dụng lưỡng cực điều hướng sẽ nhỏ hơn độ không đảm bảo đo của anten có độ không đảm bảo đo thấp ở 4.5.2.

#### A.3.3 Lưỡng cực ngắn

Có thể sử dụng lưỡng cực ngắn hơn nửa bước sóng với điều kiện là:

- a) chiều dài tổng lớn hơn 1/10 bước sóng ở tần số đo;
- b) lưỡng cực này được nối đến cáp có phối hợp đủ tốt ở đầu máy thu để đảm bảo tổn hao đường về ở đầu vào cáp lớn hơn 10 dB. Hiệu chuẩn phải tính đến tổn hao đường về;

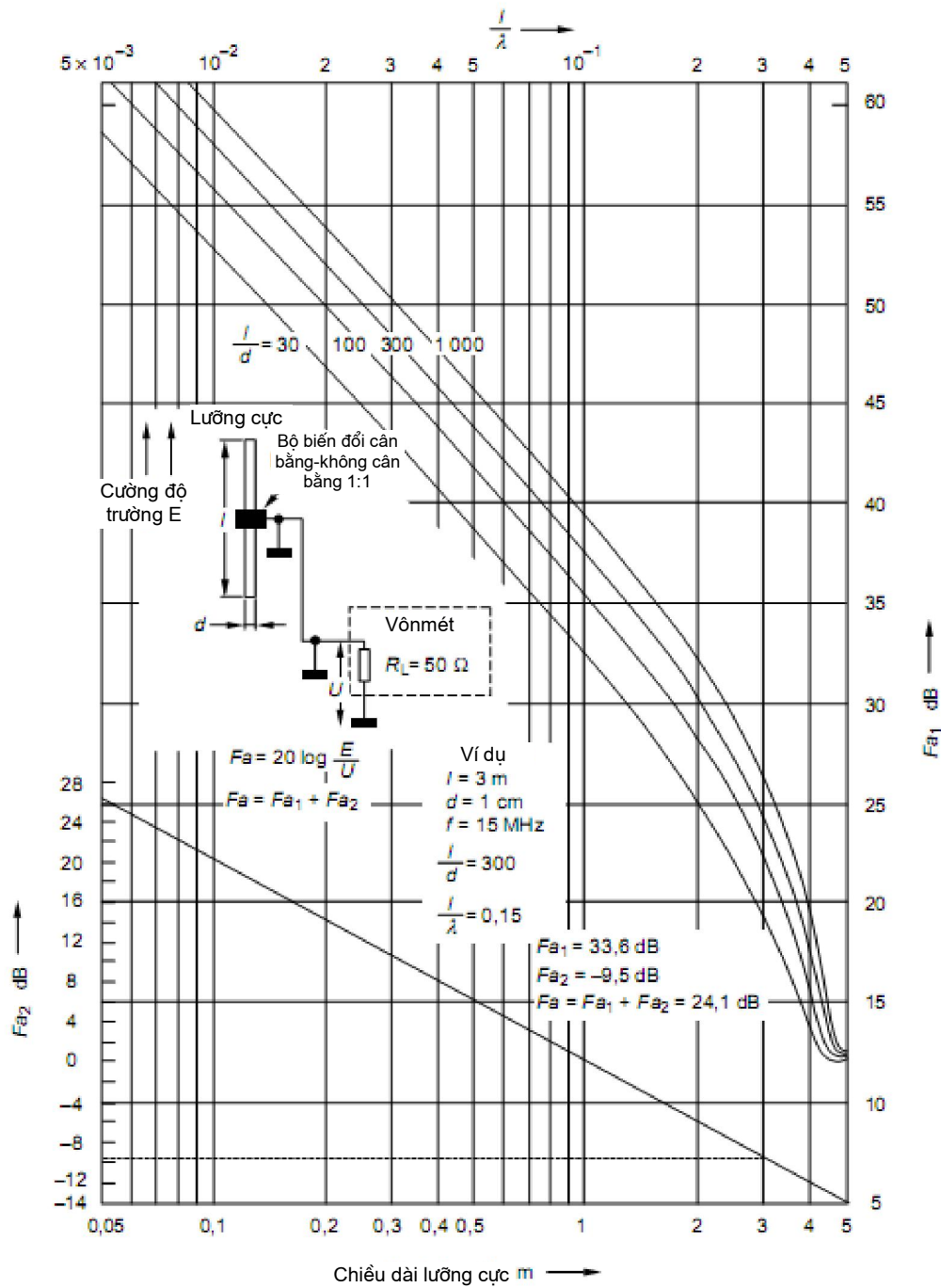
## TCVN 6989-1-4:2010

c) lưỡng cực này có sự phân biệt phân cực tương đương với sự phân biệt của lưỡng cực điều hưởng (xem 4.5.3). Để đạt điều này, sử dụng bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng có thể có ích;

d) để xác định cường độ trường đo được, đường cong hiệu chuẩn (hệ số anten) được xác định và sử dụng trong khoảng cách đo (tức là, ở khoảng cách ít nhất là ba lần chiều dài của lưỡng cực);

CHÚ THÍCH: Hệ số anten thu được từ đó cần có hiệu quả để thỏa mãn yêu cầu của trường sóng sin đồng nhất với độ chính xác không kém hơn  $\pm 3$  dB. Ví dụ về các đường cong hiệu chuẩn được nêu ở Hình A.1, thể hiện mối liên quan theo lý thuyết giữa cường độ trường và điện áp đầu vào máy thu đối với máy thu có trở kháng vào bằng  $50 \Omega$ , và tỷ số  $l/d$  thay đổi. Trên hình này, bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng được xem là bộ biến đổi lý tưởng 1:1. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, các đường cong này không tính đến tổn hao của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng, cáp và sự mất phối hợp bất kỳ giữa cáp và máy thu.

e) mặc dù tổn hao độ nhạy của đồng hồ đo cường độ trường do hệ số anten cao góp phần vào chiều dài được làm ngắn của lưỡng cực, giới hạn đo của đồng hồ đo cường độ trường (ví dụ, được xác định bởi tạp của máy thu và hệ số truyền của lưỡng cực) phải duy trì ít nhất là 10 dB thấp hơn mức của tín hiệu cần đo.



CHÚ THÍCH: Xem chú thích ở A.3.3, điểm d).

Hình A.1 – Hệ số anten lượng cực ngắn đối với  $R_L = 50 \Omega$

## **A.4 Tham số của anten dải rộng**

### **A.4.1 Yêu cầu chung**

Anten dải rộng dùng cho phép đo CISPR là những anten được phân cực tuyến tính và được thiết kế để sử dụng trên toàn bộ dải tần rộng. Điều này không ngăn cản việc sử dụng anten được điều chỉnh độ dài giới hạn và cũng không ngăn cản việc bổ sung các đoạn chấn tử anten. Trở kháng vào của các anten này điển hình là trở kháng phức. Các tham số khác có thể qui định được nêu dưới đây.

### **A.4.2 Kiểu anten**

#### **A.4.2.1 Yêu cầu chung**

Các điều dưới đây mô tả các tham số vật lý của anten dải rộng cần được cung cấp. Lưu ý là một số tham số có thể không áp dụng cho tất cả các anten.

#### **A.4.2.2 Loại anten có chiều dài hoặc đường kính cố định hoặc thay đổi**

Nếu anten có chiều dài thay đổi, qui định số đoạn được cộng vào hoặc trừ đi để thay đổi chiều dài cố định cơ bản.

CHÚ THÍCH: Anten điều hưởng được toàn bộ không được coi là dải rộng và vì thế không được qui định ở đây. Đường kính của anten vòng thường không thay đổi.

#### **A.4.2.3 Tỷ số chiều dày trên chiều rộng hoặc đường kính vòng**

Kích thước tính bằng mét. Đối với giàn theo chu kỳ loga, ví dụ, chiều dài của cột dọc theo trục đo và chiều rộng của chấn tử lớn nhất phải được cung cấp.

#### **A.4.2.4 Anten tích cực hoặc thụ động**

Anten dải rộng được coi là anten tích cực nếu nó chứa bộ khuếch đại, tiền khuếch đại và các cơ cấu hoạt động phi tuyến khác khuếch đại tín hiệu và/hoặc định dạng đáp tuyến tần số.

#### **A.4.2.5 Bố trí giá lắp đặt**

Cung cấp các yêu cầu về giá lắp đặt đặc biệt bất kỳ ngoài loại có thể được cung cấp bằng giá ba chân điển hình hoặc cơ cấu định vị anten.

#### **A.4.2.6 Kiểu bộ nối**

Cần qui định BNC, N, SMA, v.v... khi thích hợp. Qui định dung sai độ sâu của chân và chỉ ra rằng cần kiểm tra xác nhận bằng dướng kiểm tra độ sâu của chân.

#### **A.4.2.7 Kiểu bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng**

Cần qui định bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng là rời rạc, phân phối, điều hướng, v.v... Qui định tỷ số biến đổi của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng

### **A.4.3 Qui định kỹ thuật của anten**

#### **A.4.3.1 Dải tần số**

Qui định dải tần, tính bằng megahéc hoặc kilôhéc, tại đó anten làm việc trong phạm vi các đặc tính của nó. Nếu có một đặc tính xác định, tính bằng dexiben trên octa, ở một trong hai đầu của dải thì cũng cần qui định.

#### **A.4.3.2 Độ lợi và hệ số anten**

##### **A.4.3.2.1 Độ lợi**

Qui định độ lợi điển hình và độ lợi thực, tính bằng đêxiben, liên quan đến bộ phát xạ đẳng hướng (dBi).

##### **A.4.3.2.2 Hệ số anten**

Qui định hệ số anten điển hình hoặc hệ số anten thực, tính bằng đêxiben trên mét. Qui trình hiệu chuẩn anten đang được xem xét và chuẩn bị trong TCVN 6989-1-5 (CISPR 16-1-5).

Cả độ lợi lẫn hệ số anten cần được đo bằng cách sử dụng qui trình hiệu chuẩn ở A.4.4.

#### **A.4.3.3 Tính hướng và giản đồ dùng cho phân cực tuyến tính**

Qui định giản đồ anten và tính hướng, tính bằng độ, theo tọa độ cực theo cả mặt phẳng E và H ở số tần số đủ để thể hiện thay đổi đáng kể bất kỳ theo tần số. Đối với anten có tính hướng kém (ví dụ nhỏ hơn 6 dB), qui định tỷ số trước – sau, tính bằng đêxiben. Nếu anten nhiều hướng, ví dụ giản đồ lưỡng cực héc thì cũng phải qui định.

#### **A.4.3.4 VSWR và trở kháng**

Chỉ ra tổn hao đường về nhỏ nhất và trở kháng vào danh định, tính bằng ôm. Tổn hao đường về nhỏ nhất thêm vào có thể được biểu thị là VSWR lớn nhất.

#### **A.4.3.5 Tính năng của anten tích cực**

Đối với anten có độ lợi khuếch đại tích cực, qui định mức kết quả điều biến tương hỗ, mức miễn nhiễm cường độ điện trường và cường độ từ trường của nó với nhiễu bên ngoài, cũng như các phép kiểm tra thích hợp để xác định hoạt động quá tải hoặc hoạt động không đúng.

#### **A.4.3.6 Điều khiển công suất**

Đối với miễn nhiễm, khả năng điều khiển công suất lớn nhất hoặc công suất quá độ được qui định, tính bằng oát.

**A.4.3.7 Điều kiện khác**

Qui định dải nhiệt độ và độ ẩm trong đó anten phải làm việc và các biện pháp dự phòng bất kỳ khi sử dụng ở khu vực không được bảo vệ đối với ảnh hưởng của thời tiết.

**A.4.4 Hiệu chuẩn anten**

**A.4.4.1 Phương pháp hiệu chuẩn đối với phép đo phát xạ**

Xác định phương pháp dùng để hiệu chuẩn, tức là:

- a) tính toán (dùng công thức đã cho);
- b) đo (qui định phương pháp hoặc tiêu chuẩn sử dụng hoặc tìm được phòng thí nghiệm hiệu chuẩn quốc gia, xem anten có được hiệu chuẩn riêng hay không).

CHÚ THÍCH: Đối với phép đo miễn nhiễm, hiệu chuẩn cường độ trường thường được thực hiện bằng cách sử dụng anten thu đã hiệu chuẩn hoặc đầu dò trường đặt ở vị trí của thiết bị phải chịu phát xạ. Do đó, không yêu cầu hiệu chuẩn trên anten phát.

**A.4.4.2 Quãng tần số**

Chỉ ra các tần số, tính bằng megahéc hoặc kilôhéc, sử dụng trong quá trình hiệu chuẩn; nếu sử dụng qui trình tần số rà thì cũng phải qui định.

**A.4.4.3 Độ chính xác của hiệu chuẩn**

Qui định độ không đảm bảo đo của hiệu chuẩn, tính bằng  $\pm$  deciben. Chỉ ra độ không đảm bảo đo của trường hợp xấu nhất và phần của băng tần xuất hiện trường hợp này.

**A.4.4.4 Mối tương quan với anten ưu tiên hoặc anten qui định**

Nếu anten được dùng để thay thế cho anten ưu tiên hoặc anten qui định nêu ở tài liệu CISPR thì chỉ ra tất cả các hệ số tương quan, tính bằng deciben, để cân bằng các kết quả anten dải rộng với kết quả của anten ưu tiên hoặc anten qui định. Chỉ ra hệ số chuyển đổi bất kỳ dùng để chuyển đổi từ cường độ trường từ hoặc ngược lại hoặc đối với chuyển đổi bất kỳ khác sang đơn vị đo khác với đại lượng cường độ trường.

**A.4.4.5 Đơn vị**

Qui định hiệu chuẩn theo đơn vị cần thiết để thực hiện phép đo phát xạ cường độ trường từ hoặc cường độ trường điện.



#### **A.4.5 Thông tin cho người sử dụng anten**

##### **A.4.5.1 Sử dụng anten**

Cung cấp mô tả về sử dụng anten. Đảm bảo rằng các phòng ngừa đặc biệt hoặc các giới hạn được đưa ra để tránh sử dụng sai.

##### **A.4.5.2 Giới hạn vật lý**

Chỉ ra nếu có giới hạn vật lý bất kỳ như dưới đây khi sử dụng anten:

- a) chiều cao nhỏ nhất phía trên mặt phẳng nền;
- b) phân cực ưu tiên so với mặt phẳng nền;
- c) sử dụng đặc biệt, nghĩa là, chỉ sử dụng như một anten thu hoặc anten phát. Thông thường, điểm này giới hạn khả năng điều khiển công suất của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng đối với anten thụ động hoặc các đặc tính không tương hỗ đối với anten tích cực. Phải công bố nếu việc điều khiển công suất bị giới hạn bởi hồ quang qua các mối nối của phần tử anten không hàn;
- d) kiểm tra điện trở thuần để xác định tính toàn vẹn liên tục của anten;
- e) khoảng cách nhỏ nhất của chân tử anten gần nhất với thiết bị cần đo.

**Phụ lục B**

(qui định)

**Công thức tính năng của anten đơn cực (anten thanh 1 m) và đặc tính của mạng phối hợp anten kết hợp****B.1 Mô tả****B.1.1 Giới thiệu về hệ thống anten đơn cực (anten thanh 1 m)**

Anten đơn cực (anten thanh) thường được sử dụng ở tần số dưới 30 MHz nhưng đôi khi được sử dụng ở các tần số cao hơn. Vì bước sóng dài kết hợp với dải tần thấp nên phương pháp được sử dụng để hiệu chuẩn hoặc đặc trưng cho anten ở tần số cao không được áp dụng. Các kỹ thuật được xác định trong phụ lục này có thể áp dụng cho các tần số đến 30 MHz. Với sự cẩn thận thích hợp, phương pháp này được sử dụng trong thương mại với sai số nhỏ (nhỏ hơn 1 dB).

CHÚ THÍCH: Phụ lục này dựa vào [12].

Phương pháp chính để liên kết chuẩn hệ số anten với chuẩn quốc gia là để chiếu xạ toàn bộ anten bằng sóng phẳng. Phương pháp khác dùng tụ điện thay thế phần tử đơn cực, được nêu trong phụ lục này. Mặc dù có thể xác định hệ số anten bằng phương pháp tụ điện thay thế nhưng đòi hỏi kiến thức chuyên môn để đạt được hệ số anten thực trong phạm vi sai số  $\pm 1$  dB trong quá trình hiệu chuẩn thực. Đây là trường hợp riêng khi các cơ cấu thiết kế cho các kiểu anten có phần tử đơn cực không được gắn bởi bộ nối đồng trục. Cuối cùng, yêu cầu cần cẩn thận khi sử dụng phương pháp tụ điện thay thế đặc biệt là ở tần số trên 10 MHz và đối với anten tích cực.

**B.1.2 Công thức tính năng của anten đơn cực (anten thanh)**

Các công thức dưới đây được sử dụng để xác định độ cao hiệu quả, điện dung riêng và hệ số hiệu chỉnh độ cao của anten thanh hoặc anten đơn cực có kích thước khác thường.

Các công thức này chỉ có hiệu lực đối với anten thanh hình trụ ngắn hơn  $\lambda/8$  [8]<sup>3</sup>.

$$h_e = \frac{\lambda}{2\pi} \operatorname{tg} \frac{\pi h}{\lambda} \quad (\text{B.1})$$

<sup>3</sup> Con số trong ngoặc vuông đề cập đến tài liệu được trích dẫn ở B.5.

$$C_a = \frac{55,6h}{\left(\ln \frac{2h}{a}\right) - 1} \frac{\operatorname{tg} \frac{2\pi h}{\lambda}}{\frac{2\pi h}{\lambda}} \quad (\text{B.2})$$

$$C_h = 20 \log(h_e) \quad (\text{B.3})$$

trong đó

$h_e$  là độ cao hiệu quả của anten thanh, tính bằng mét;

$h$  là độ cao thực của anten thanh, tính bằng mét;

$\lambda$  là bước sóng, tính bằng mét;

$C_a$  là điện dung riêng của anten thanh, tính bằng picô fara;

$a$  là bán kính của phần tử thanh, tính bằng mét;

$C_h$  là hệ số hiệu chỉnh độ cao, tính bằng dBm.

Mô tả chi tiết khác liên quan đến công thức (B.1) sẵn có trong [12], [13], [14], và đối với công thức (B.2) trong [14], [15], [16], [17], [18], [19].

## B.2 Phương pháp đặc tính mạng phối hợp

### B.2.1 Yêu cầu chung

Phương pháp thay thế điện dung tương đương sử dụng anten giả thay cho phần tử thanh thực tế. Thành phần chính của anten giả là tụ điện có điện dung riêng bằng với điện dung riêng của thanh hoặc đơn cực. Anten giả này được nuôi bằng nguồn tín hiệu và đầu ra từ mạng phối hợp hoặc đế của anten được đo sử dụng cấu hình thử nghiệm được chỉ ra trên Hình B.1. Hệ số anten (AF), tính bằng dB(1/m) được cho bởi công thức (B.4).

$$F_a = V_D - V_L - C_h \quad (\text{B.4})$$

trong đó

$V_D$  là đầu ra đo được của máy phát tín hiệu, tính bằng dB( $\mu$ V);

$V_L$  là đầu ra đo được của mạng phối hợp, tính bằng dB( $\mu$ V);

$C_h$  là hệ số hiệu chỉnh độ cao (đối với độ cao hiệu quả), tính bằng dB(m).

Đối với anten đơn cực (thanh 1 m) được sử dụng phổ biến trong phép đo EMC, độ cao hiệu quả ( $h_e$ ) là 0,5 m, hệ số hiệu chỉnh độ cao ( $C_h$ ) là -6 dB(m) và điện dung riêng ( $C_a$ ) là 10 pF.

## TCVN 6989-1-4:2010

CHÚ THÍCH: Xem B.1.2 để tính độ cao hiệu quả, hệ số hiệu chỉnh độ cao và điện dung riêng của anten thanh có kích thước khác thường.

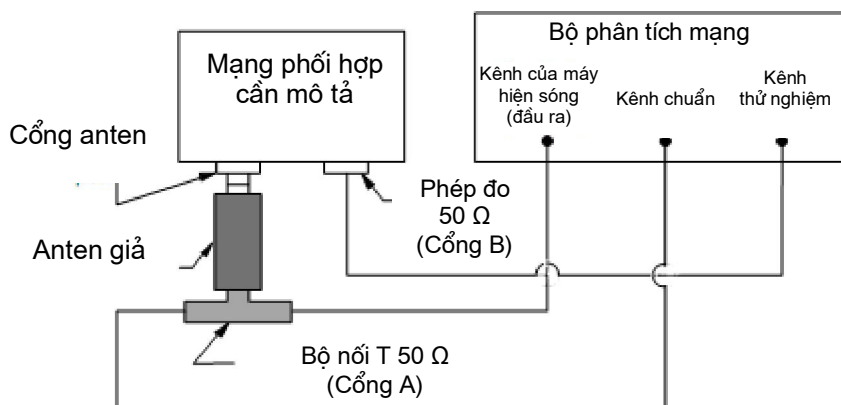
Phải sử dụng một trong hai qui trình sau: phương pháp ở B.2.2. bộ phân tích mạng hoặc phương pháp ở B.2.2, phương pháp máy phát tín hiệu và đồng hồ đo tạp tần số radiô. Sử dụng anten giả ở cả hai qui trình. Xem B.3 để có hướng dẫn thực hiện anten giả. Phải thực hiện các phép đo tại số lượng tần số đủ để đạt được đường cong phẳng của hệ số anten so với tần số trong dải làm việc của anten, hoặc từ 9 kHz đến 30 MHz, chọn giá trị nhỏ hơn.

### B.2.2 Qui trình của bộ phân tích mạng

Phương pháp dùng bộ phân tích mạng để đặc trưng cho mạng phối hợp anten được mô tả trong điều này.

- Hiệu chuẩn bộ phân tích mạng có cáp cần sử dụng trong phép đo.
- Bố trí mạng phối hợp cần mô tả và thiết bị đo như thể hiện ở Hình B.1.
- Lấy mức tín hiệu (tính bằng dB( $\mu$ V)) trong kênh chuẩn trừ đi mức tín hiệu (tính bằng dB( $\mu$ V)) trong kênh thử nghiệm và trừ đi  $C_n$  (-6 dB đối với thanh 1 m) để có được hệ số anten (tính bằng dB(1/m)) của anten.

CHÚ THÍCH: Không cần các đệm của bộ suy giảm cùng với bộ phân tích mạng vì trở kháng của các kênh trong bộ phân tích mạng rất gần với 50  $\Omega$  và sai số bất kỳ được hiệu chỉnh trong quá trình hiệu chuẩn bộ phân tích mạng. Nếu cần, vẫn có thể sử dụng các đệm của bộ phân tích mạng nhưng đưa chúng vào sẽ làm phức tạp việc hiệu chuẩn bộ phân tích mạng.



CHÚ THÍCH 1: Đặt anten giả càng gần EUT càng tốt. Đặt bộ nối T càng gần với anten giả càng tốt. Sử dụng các cáp cùng kiểu và cùng chiều dài giữa bộ nối T và đầu vào kênh chuẩn và bộ nối T và kênh thử nghiệm cổng đo 50  $\Omega$ .

CHÚ THÍCH 2: Không cần và không nên sử dụng các đệm của bộ suy giảm với bộ phân tích mạng.

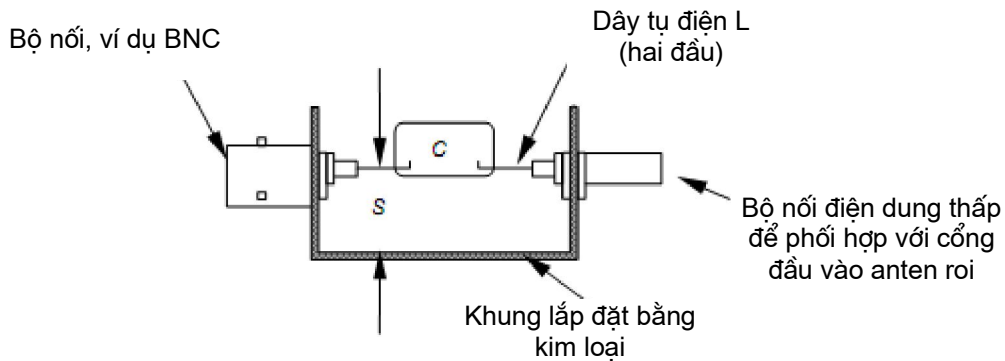
Hình B.1 – Phương pháp sử dụng bộ phân tích mạng



### B.3 Lưu ý về anten giả

Tụ điện được sử dụng làm anten giả phải được lắp trong hộp kim loại cỡ nhỏ hoặc trên khung kim loại cỡ nhỏ. Các dây phải càng ngắn càng tốt nhưng không dài hơn 8 mm và cách từ 5 mm đến 10 mm so với bề mặt của hộp hoặc khung kim loại. Xem Hình B.3.

Bộ nối T được sử dụng trong bố trí đo hệ số anten có thể được lắp bên trong hộp anten giả. Đệm điện trở để cung cấp phối hợp trở kháng cho máy phát cũng có thể được lắp trong hộp anten giả.



#### Thành phần

C điện dung anten ( $C_a$ ) được tính từ công thức (B.2), dung sai 5 % , bằng mica bạc.

S khoảng cách dây, 5 mm đến 10 mm (10 mm so với tất cả các bề mặt trong hộp).

L chiều dài dây, càng ngắn càng tốt nhưng không dài hơn 8 mm (tổng chiều dài dây không lớn hơn 40 mm, kể cả dây tụ điện và chiều dài của bộ nối cổng anten thanh).

Hình B.3 – Ví dụ về lắp đặt tụ điện trong anten giả

### B.4 Đặt anten đơn cực (anten thanh)

Anten thanh đơn cực thường được thiết kế để sử dụng với lưới đất hoặc được lắp đặt trên mặt phẳng nền. Để đạt được các giá trị cường độ trường đúng, cần tuân theo các hướng dẫn hoặc khuyến cáo của nhà chế tạo liên quan đến việc sử dụng lưới đất hoặc mặt phẳng nền. Nếu anten sử dụng phần tử thanh kiểu ống lồng thì phần tử này phải được kéo đến chiều dài qui định trong hướng dẫn của nhà chế tạo.

Rất nhiều tiêu chuẩn về phép đo qui định rằng lưới đất của anten đơn cực (thanh) phải được liên kết với mặt phẳng nền hoặc mặt phẳng nền của ghé thử nghiệm. Phải đáp ứng các yêu cầu trong tiêu chuẩn về phép đo.

## Phụ lục C

(qui định)

### Hệ thống anten vòng để đo dòng cảm ứng trường từ trong dải tần từ 9 kHz đến 30 MHz

#### C.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra thông tin và dữ liệu liên quan đến hệ thống anten vòng (LAS) để đo dòng cảm ứng trường trong LAS bằng từ trường phát ra do một EUT, đặt ở tâm của LAS, trong dải tần từ 9 kHz đến 30 MHz. LAS này được đề cập ở 4.7 của tiêu chuẩn này và TCVN 6989-2-3 (CISPR 16-2-3). Xem thêm [11].

Mô tả về LAS cũng như phương pháp kiểm tra hiệu lực anten của LAS được đưa ra. Các hệ số chuyển đổi đưa ra mối quan hệ giữa dữ liệu về dòng điện cảm ứng từ trường với dữ liệu về từ trường có thể có được khi đo trên cùng một EUT có sử dụng anten từ trường một vòng đặt ở khoảng cách qui định so với EUT đó.

#### C.2 Kết cấu của hệ thống anten vòng (LAS)

LAS (xem Hình C.1), gồm có ba anten vòng lớn vuông góc nhau (LLAs), mô tả ở Điều C.3. Toàn bộ LAS được đỡ bằng một đế phi kim loại.

Cáp đồng trục 50  $\Omega$  nối giữa đầu dò dòng điện của một LLA với chuyển mạch đồng trục, và giữa chuyển mạch này với thiết bị đo, phải có trở kháng truyền bề mặt nhỏ hơn 10 m $\Omega$ /m ở 100 kHz và nhỏ hơn 1 m $\Omega$ /m ở 10 MHz. Yêu cầu này được thỏa mãn khi sử dụng, ví dụ, cáp đồng trục RG 223/U bện kép có vỏ bọc.

Tất cả các bộ nối phải có trở kháng truyền bề mặt so sánh được với trở kháng truyền bề mặt của cáp đồng trục. Yêu cầu này được thỏa mãn, ví dụ, khi sử dụng bộ nối kiểu khóa kẹp chất lượng tốt (xem [1]).

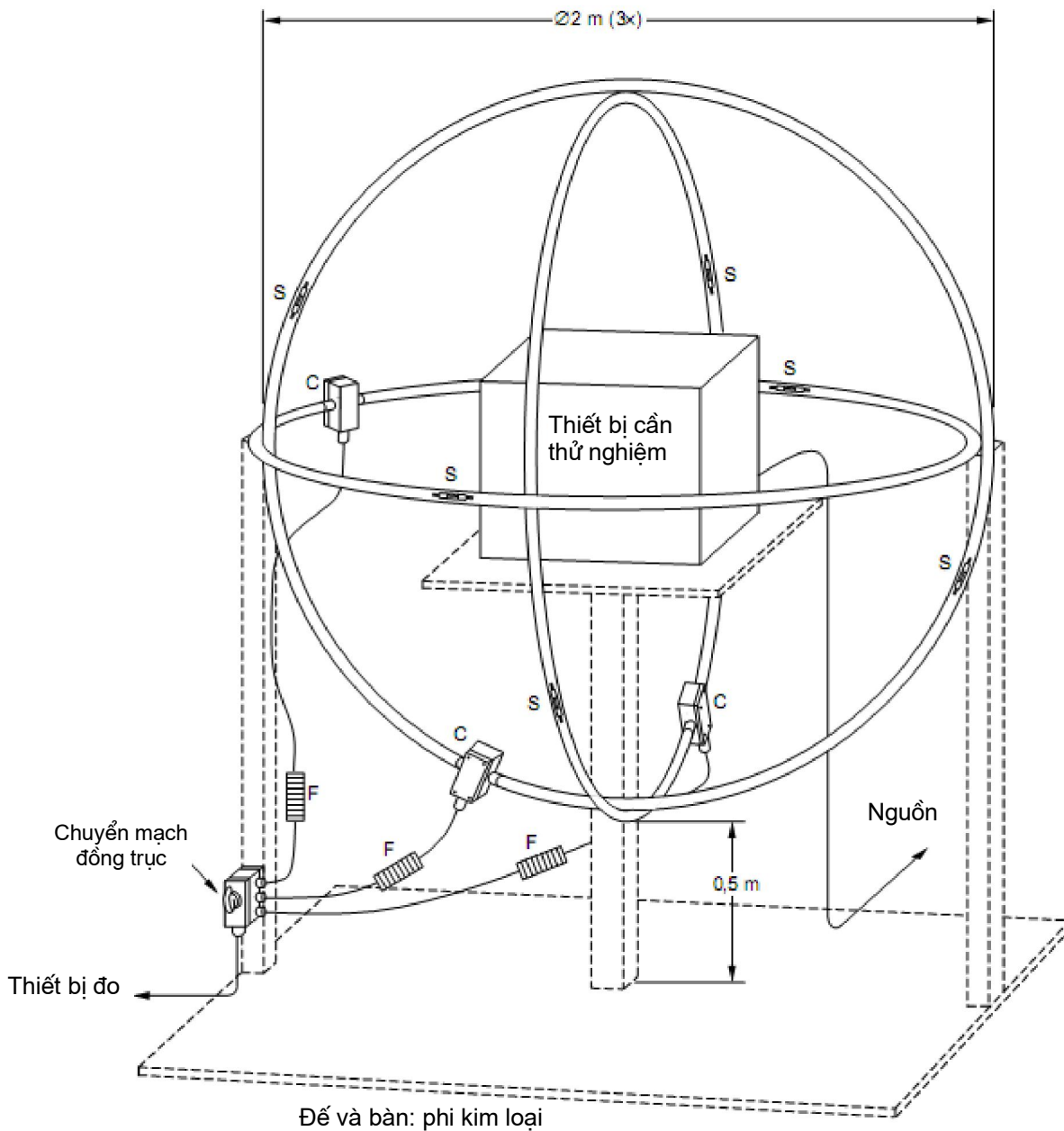
Tất cả các cáp phải được trang bị lớp hấp thụ ferit, F ở Hình C.1, cung cấp điện trở nối tiếp phương thức chung  $R_s > 100 \Omega$  ở 10 MHz. Yêu cầu này được thỏa mãn khi có kết cấu hình xuyên ferit từ, ví dụ, 12 vòng kiểu 3E1 vật liệu ferit từ mềm (kích thước nhỏ nhất: đường kính ngoài 29 mm x đường kính trong 19 mm x chiều cao 7,5 mm).

#### C.3 Kết cấu của anten vòng lớn (LLA)

Anten vòng lớn (LLA) của LAS được kết cấu từ cáp đồng trục có trở kháng truyền bề mặt được qui định ở Điều C.2. Ngoài ra, điện trở dây dẫn trong của LLA phải đủ thấp (xem chú thích 1). Hai yêu cầu được thỏa mãn, ví dụ, khi sử dụng cáp đồng trục RG 223/U bện kép có vỏ bọc.

## TCVN 6989-1-4:2010

Để giữ vòng ở dạng tròn và để bảo vệ kết cấu rãnh, như trên ví dụ Hình C.2, cáp được lồng vào trong một ống phi kim loại có thành mỏng, có đường kính trong khoảng 25 mm. Có thể sử dụng các kết cấu phi kim loại khác dùng cho các mục đích tương tự.

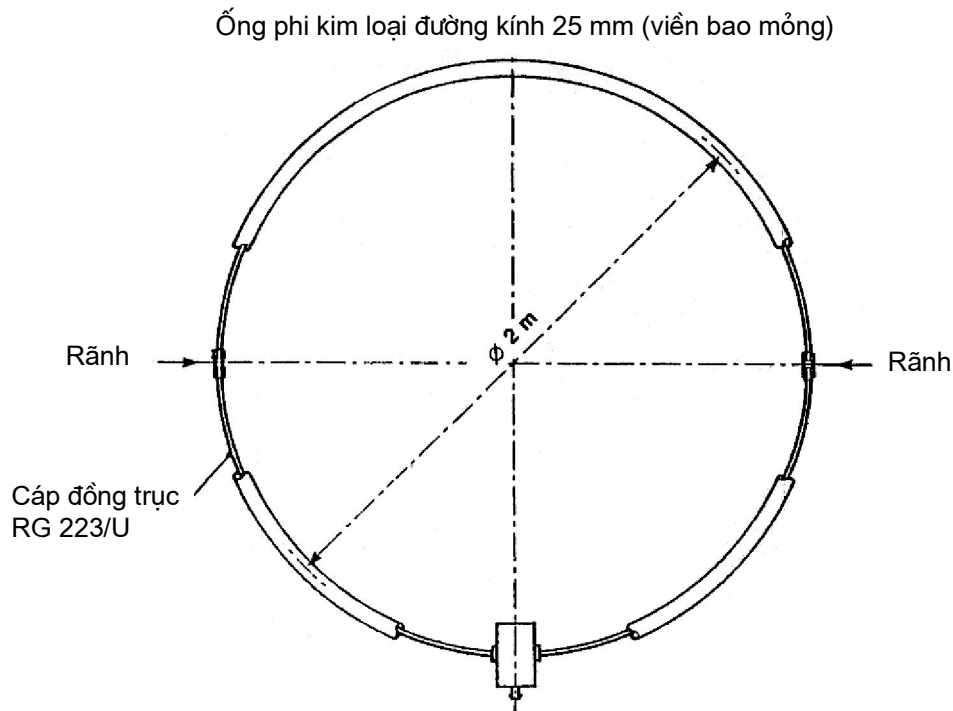


Thành phần:

- S – rãnh anten
- C – đầu dò dòng điện
- F – kẹp hấp thụ ferit

**Hình C.1 – Hệ thống anten vòng, bao gồm ba anten vòng lớn vuông góc với nhau**





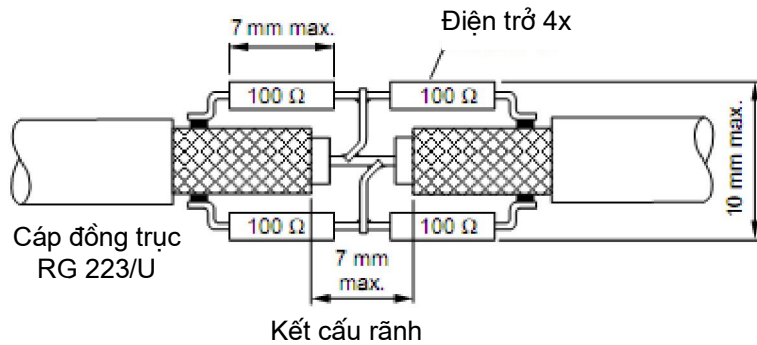
**Hình C.2 – Anten vòng lớn có hai rãnh đối nhau, đặt đối xứng so với đầu dò dòng điện C**

Đường kính vòng được tiêu chuẩn hóa là  $D = 2$  m. Nếu cần, ví dụ trường hợp EUT lớn, có thể tăng  $D$ . Tuy nhiên, trong dải tần đến 30 MHz, đường kính lớn nhất cho phép là 4 m. Việc tăng thêm đường kính có thể dẫn đến cộng hưởng không tái tạo được của đáp tuyến LAS ở đầu tần số cao của dải đo.

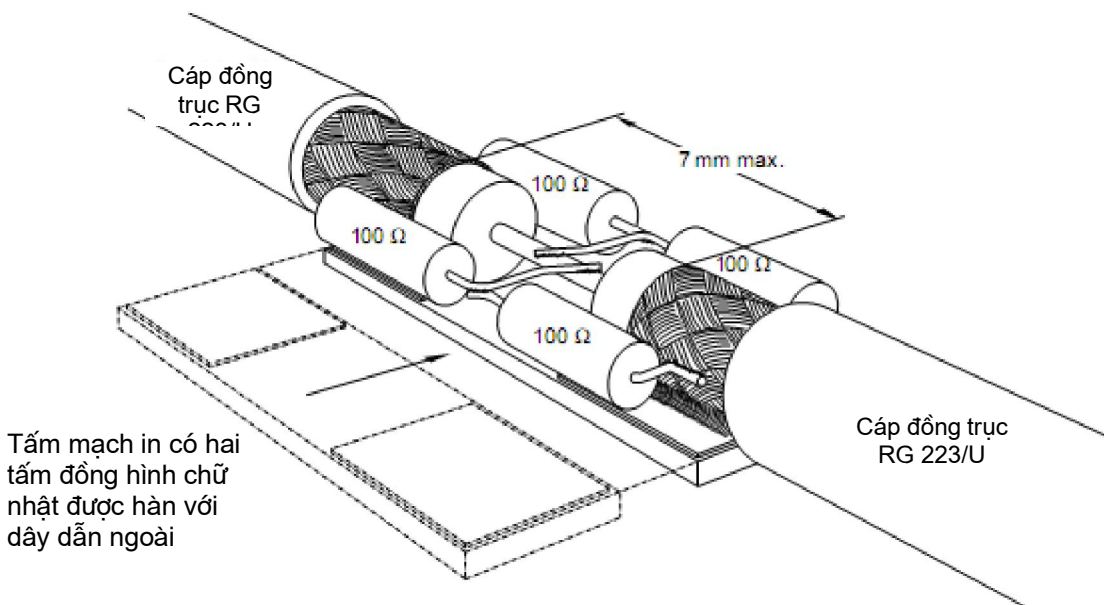
Cần chú ý rằng bằng cách tăng đường kính, độ nhạy với tạp âm xung quanh tăng tỷ lệ thuận với đường kính, và độ nhạy với tín hiệu không mong muốn tỷ lệ nghịch với bình phương đường kính.

LLA gồm có hai rãnh đối nhau, đặt đối xứng so với đầu dò dòng điện của LLA (xem Hình C.2). Rãnh, được làm ở dây dẫn ngoài của cáp anten đồng trục như chỉ ra trên Hình C.3, phải có chiều rộng nhỏ hơn 7 mm. Rãnh được nối bắc cầu bởi hai bộ điện trở mắc song song mỗi bộ gồm hai điện trở 100  $\Omega$  mắc nối tiếp. Điểm giữa của mỗi mạch nối tiếp được nối với dây dẫn trong của cáp anten đồng trục.

Tại mỗi phía của rãnh, dây dẫn ngoài của cáp anten đồng trục có thể được gắn với một tấm nối là tấm mạch in có hai hình vuông bằng đồng, cách nhau ít nhất là khoảng 5 mm, để được kết cấu rãnh cứng (xem Hình C.4).



Hình C.3 – Kết cấu của rãnh Anten



Hình C.4 – Ví dụ về kết cấu rãnh Anten sử dụng tấm mạch in để có được kết cấu vững chắc

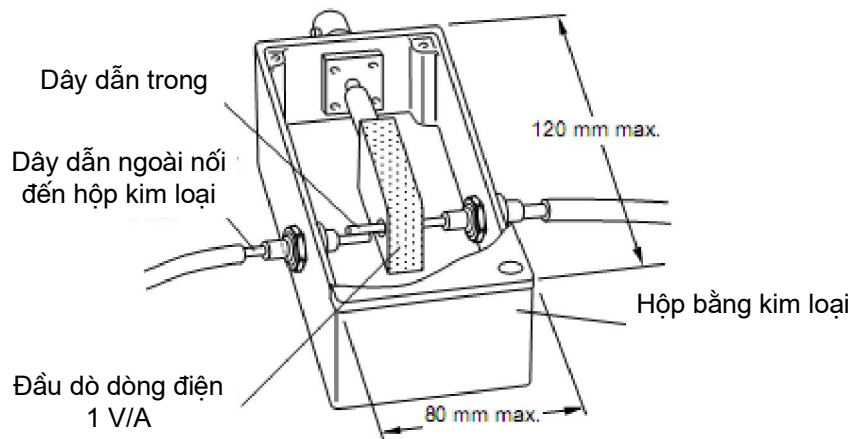
Đầu dò dòng điện ở khu vực xung quanh dây dẫn trong của cáp Anten đồng trục phải có độ nhạy là 1 V/A trong dải tần từ 9 kHz đến 30 MHz. Tổn hao xen do đầu dò dòng điện phải đủ thấp (xem chú thích 1).

Dây dẫn ngoài của cáp này phải được nối với hộp kim loại chứa đầu dò dòng điện (xem Hình C.5). Kích thước lớn nhất của hộp này như sau: rộng 80 mm, dài 120 mm và cao 80 mm.

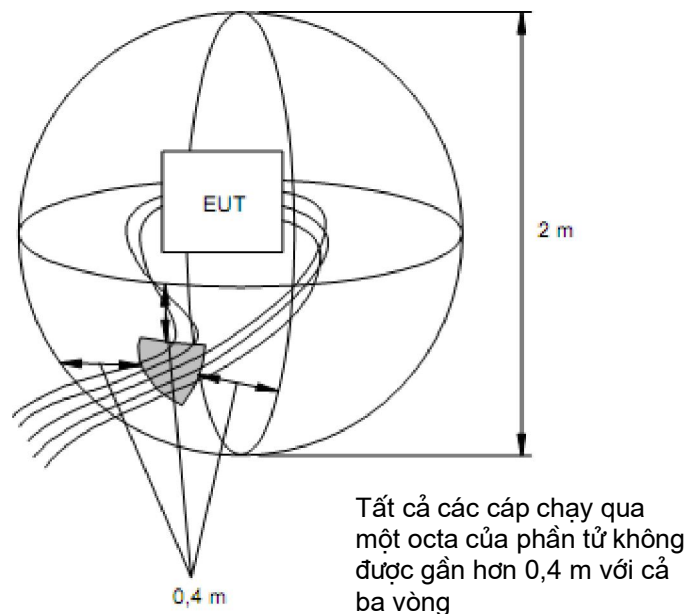
CHÚ THÍCH 1: Để thu được đáp tuyến tần số phẳng của LLA ở đầu thấp hơn của dải tần từ 9 kHz đến 30 MHz, tổn hao  $R_c$  do có đầu dò dòng điện cần phải nhỏ hơn nhiều so với  $2 \pi f L_c$  ở  $f = 9$  kHz, trong đó  $L_c$  đại diện cho

điện cảm của đầu dò dòng điện. Ngoài ra,  $(R_c + R_i) \ll X_i = \pi f L$  ở  $f = 9$  kHz, trong đó  $R_i$  là điện trở dây dẫn trong của vòng và  $L$  là điện cảm vòng. Điện cảm này bằng khoảng  $1,5 \mu\text{H/m}$  chu vi. Vì vậy, đối với LLA tiêu chuẩn hóa,  $X_i = 0,5 \Omega$  ở  $f = 9$  kHz.

CHÚ THÍCH 2: Nhằm tránh ghép nối điện dung không mong muốn giữa EUT và LAS, khoảng cách giữa EUT và các thành phần của LLA ít nhất phải bằng 0,10 lần đường kính vòng. Cần phải chú ý đặc biệt đối với các dây dẫn của EUT. Các cáp cần được đi liền nhau và cho phép thể tích vòng có cùng độ octa của phần tử, không được cách vòng bất kỳ của LAS ít hơn 0,4 m (xem Hình C.6).



Hình C.5 – Kết cấu của hộp bằng kim loại chứa đầu dò dòng điện



Hình C.6 – Ví dụ thể hiện đường đi của một số cáp từ một EUT để đảm bảo rằng không có ghép nối điện dung từ các dây dẫn đến vòng

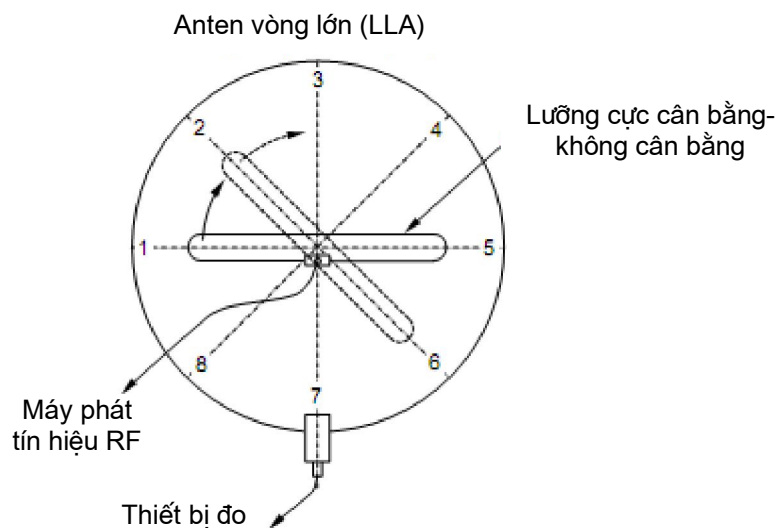
#### C.4 Hiệu lực của anten vòng lớn (LLA)

Đánh giá hiệu lực và hiệu chuẩn anten vòng lớn (LLA) của hệ thống anten vòng được tiến hành bằng cách đo dòng điện cảm ứng trong LLA do một lưỡng cực cân bằng với máy phát tín hiệu RF 50 Ω, mô tả ở Điều C.5. Từ trường do lưỡng cực này phát ra cho phép kiểm tra độ nhạy với từ trường của LLA. Điện trường do lưỡng cực cân bằng phát ra chứng tỏ rằng độ nhạy điện trường của LLA là đủ thấp.

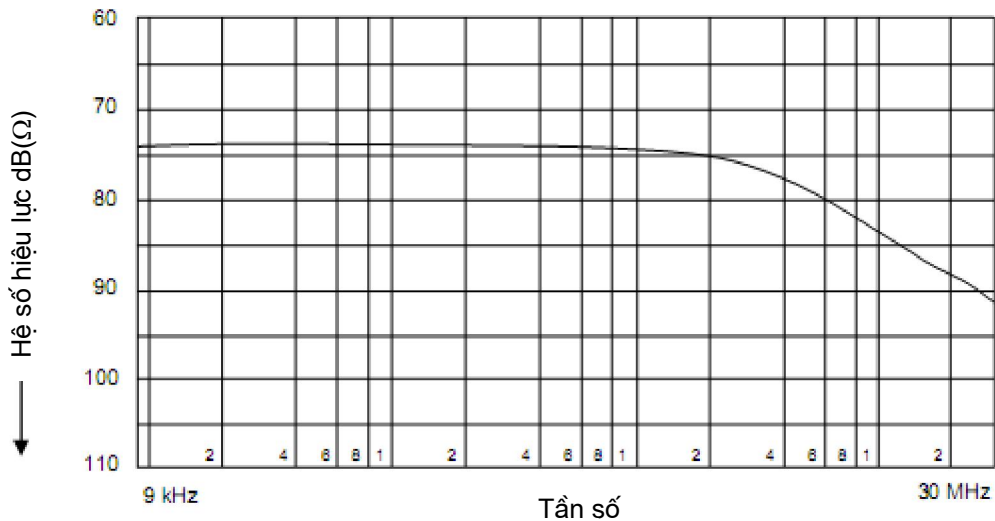
Dòng điện cảm ứng phải được đo như một hàm của tần số trong dải từ 9 kHz đến 30 MHz ở 8 vị trí của lưỡng cực cân bằng trên Hình C.7. Trong quá trình đo này, lưỡng cực cân bằng nằm trên mặt phẳng của LLA cần thử nghiệm.

Ở mỗi vị trí trong số tám vị trí, tỷ số [tính bằng  $\text{dB}(\Omega) = 20 \log (R_1/R_2)$ ] giữa điện áp hở mạch của máy phát tín hiệu RF và dòng điện đo được không được sai lệch nhiều hơn  $\pm 2$  dB so với hệ số hiệu lực được cho trong Hình C.8.

Hệ số hiệu lực cho trên Hình C.8 là có hiệu lực đối với LLA tròn có đường kính tiêu chuẩn  $D = 2$  m. Nếu đường kính của LLA tròn khác với  $D = 2$  m, thì hệ số hiệu lực đối với LLA phi tiêu chuẩn có thể được suy ra từ dữ liệu cho trên Hình C.8 và C.11 (Điều C.6).



**Hình C.7 – Tám vị trí của lưỡng cực cân bằng trong quá trình kiểm tra hiệu lực của anten vòng lớn**



Hình C.8 – Hệ số hiệu lực đối với anten vòng lớn đường kính 2 m

### C.5 Kết cấu của lưỡng cực cân bằng

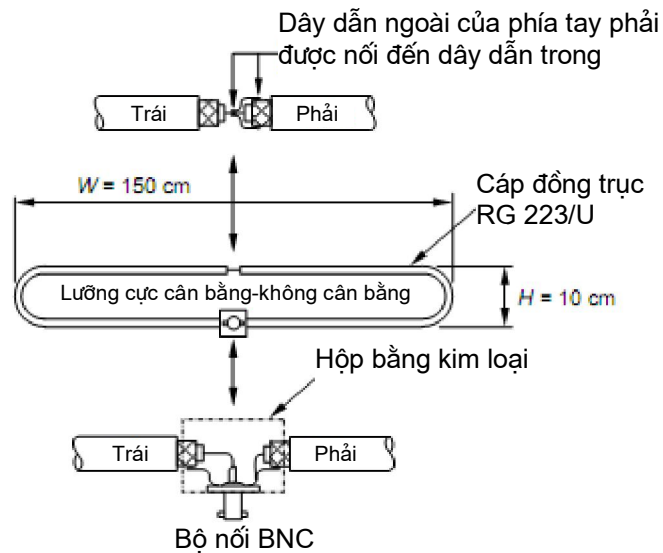
Lưỡng cực cân bằng, Hình C.9, được thiết kế để phát ra cả từ trường cần đo bằng LLA và điện trường cần loại bỏ bằng LLA.

Lưỡng cực cân bằng có kết cấu từ cáp đồng trục RG 223/U. Lưỡng cực cân bằng có chiều rộng  $W = 150$  cm và chiều cao  $H = 10$  cm (khoảng cách từ tâm cáp đến tâm cáp), như mô tả trên Hình C.9.

Rãnh ở dây dẫn ngoài của cáp đồng trục chia lưỡng cực thành hai nửa. Nửa bên phải trên Hình C.9, được nối tắt ở gần rãnh và gần bộ nối. Nối tắt nghĩa là dây dẫn trong và dây dẫn ngoài của cáp đồng trục được nối với nhau về điện. Nửa bên phải được nối đến điểm đất làm chuẩn của bộ nối BNC. Dây dẫn trong của cáp đồng trục, tạo nên nửa bên trái của lưỡng cực trên Hình C.9, được nối đến cọc giữa của bộ nối BNC còn dây dẫn ngoài của nó nối đến điểm đất làm chuẩn của bộ nối BNC đó.

Một hộp bằng kim loại nhỏ được dùng để bảo vệ các mối nối gần bộ nối của lưỡng cực. Dây dẫn ngoài của hai nửa cáp lưỡng cực đồng trục được nối với hộp này, như là điểm đất làm chuẩn của bộ nối BNC.

Để có được kết cấu vững chắc, lưỡng cực được đỡ bằng một đế không dẫn điện.



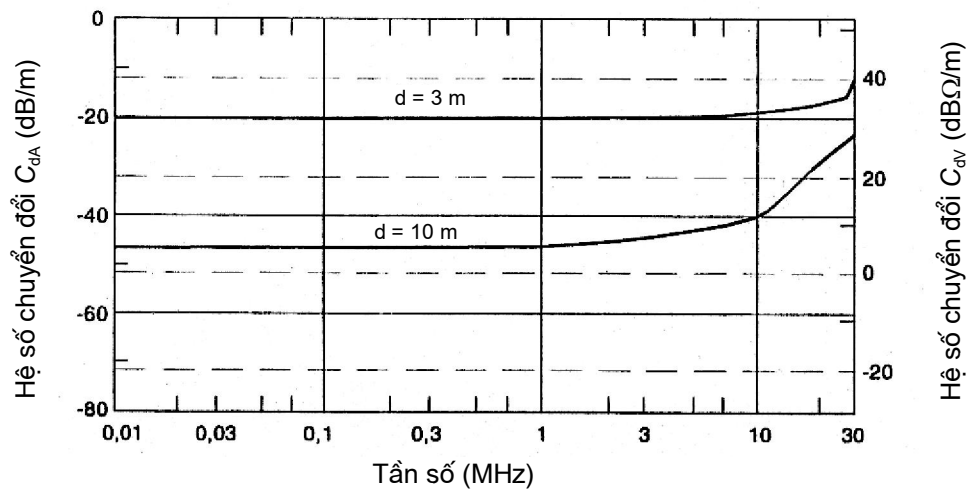
Hình C.9 – Kết cấu của lưỡng cực cân bằng-không cân bằng

### C.6 Hệ số chuyển đổi

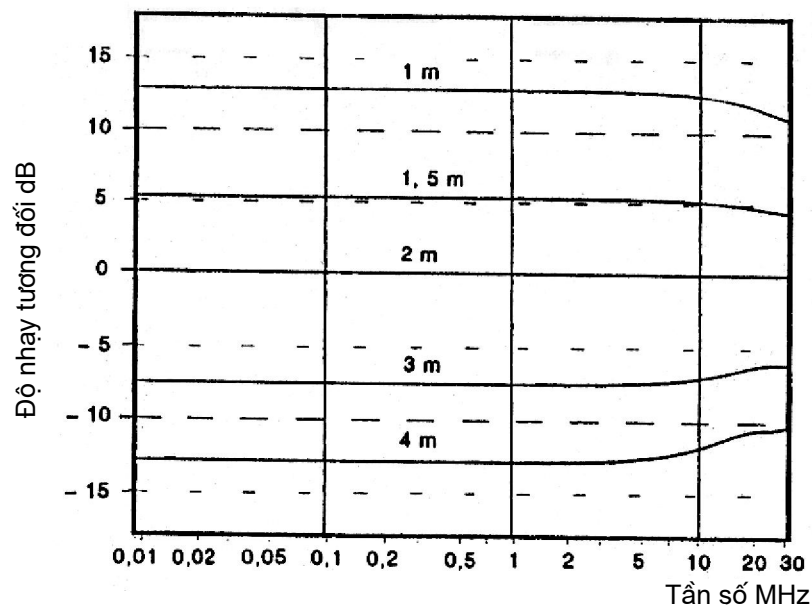
Điều này đề cập đến hệ số chuyển đổi dòng điện ( $I$ ) do EUT gây ra trong LLA sang cường độ từ trường  $H$  ở khoảng cách qui định tính từ EUT (xem Hình C.10). Điều này cũng đề cập đến hệ số chuyển đổi dòng điện đo được trong LLA với đường kính phi tiêu chuẩn sang dòng điện có thể được đo bằng cách sử dụng LLA có đường kính tiêu chuẩn  $D = 2$  m (xem Hình C.11).

Hệ số chuyển đổi ở Hình C.10 áp dụng cho nguồn từ trường đặt ở tâm của LLA với mômen lưỡng cực của nó vuông góc với mặt phẳng chứa LLA đó. Cần chú ý rằng với anten vòng qui định ở 4.2, anten vòng luôn được đặt trong mặt phẳng thẳng đứng và EUT chỉ quay xung quanh trục thẳng đứng của anten vòng. Vì vậy, trong trường hợp đó chỉ có mômen lưỡng cực ngang, nghĩa là mômen lưỡng cực song song với mặt phẳng nên, được đo. Trong trường hợp mômen lưỡng cực dọc, không thể dùng hệ số chuyển đổi để so sánh các kết quả của cả hai phương pháp đo. Tuy nhiên, hệ số này có thể được dùng nếu trong phương pháp đo từ trường, anten vòng được đặt trong mặt phẳng nằm ngang hoặc nếu trong phương pháp đó, EUT được đặt nghiêng  $90^\circ$ , để mômen lưỡng cực dọc liên quan chuyển thành mômen lưỡng cực ngang.

Nếu vị trí thực của nguồn nhiễu bên trong EUT cách tâm của LAS tiêu chuẩn ít hơn 0,5 m, thì kết quả đo sai khác một lượng nhỏ hơn 3 dB so với các kết quả thu được với nguồn nhiễu đặt ở tâm.



Hình C.10 – Hệ số chuyển đổi  $C_{dA}$  [để chuyển đổi thành dB ( $\mu$ A/m)] và  $C_{dv}$  [để chuyển đổi thành dB ( $\mu$ V/m)] đối với khoảng cách đo tiêu chuẩn  $d$



Hình C.11 – Độ nhạy  $S_D$  của anten vòng lớn có đường kính  $D$  quan hệ với anten vòng lớn có đường kính 2 m

Quan hệ giữa cường độ từ trường  $H$ , tính bằng dB( $\mu$ A/m), đo được tại khoảng cách  $d$  và dòng điện  $I$ , tính bằng dB( $\mu$ A) là:

$$H = I - |C_{dA}$$

## TCVN 6989-1-4:2010

trong đó  $C_{dA}$  là hệ số chuyển đổi dòng điện sang trường, tính bằng  $\text{dB}(\text{m}^{-1})$  đối với khoảng cách nhất định  $d$  khi  $H$  tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ , xem thêm chú thích sau công thức dưới đây.

Nói chung, hệ số chuyển đổi phụ thuộc vào tần số; Hình C.10 thể hiện  $C_{dA}$  đối với khoảng cách tiêu chuẩn 3 m và 10 m. Đối với khoảng cách tiêu chuẩn  $d = 30$  m, hệ số chuyển đổi đang được xem xét.

Tỷ số  $S_D$ , tính bằng đêxiben, giữa dòng điện đo được trong LLA có đường kính  $D$ , tính bằng mét, và dòng điện có thể được đo với LLA có đường kính tiêu chuẩn  $D = 2$  m, được cho trên Hình C.11 với một số giá trị  $D$ . Sử dụng tỷ số này, công thức cho ở trên có thể viết thành:

$$H = I - S_D - |C_{dA}$$

trong đó,  $H$  được tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ ,  $I$  được tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A})$ ,  $S_D$  được tính bằng  $\text{dB}$  và  $C_{dA}$  được tính bằng  $\text{dB}(\text{m}^{-1})$ .

CHÚ THÍCH: Đối với việc tính toán nhiễu, CISPR dùng cường độ từ trường  $H$  tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$  thay cho  $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ . Trong phạm vi này, quan hệ giữa  $H$ , tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ , và  $E$ , tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ , được cho bởi:

$$E[\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})] = H - |51,5$$

Trong đó  $E$  được tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$  và  $H$  được tính bằng  $\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})$ . Hằng số 51,5, tính bằng  $\text{dB}(\Omega)$  được giải thích ở chú thích của 4.3.2.

Để thuận tiện cho hệ số chuyển đổi  $C_{dV}$ , việc chuyển  $I$  [ $\text{dB}(\mu\text{A})$ ] thành  $E$  [ $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ ] được cho trên Hình C.10.

Ví dụ dưới đây giải thích cho việc sử dụng ba công thức trên và các Hình C.10 và C.11.

a) Cho: tần số đo  $f = 100$  kHz, đường kính vòng  $D = 2$  m, dòng điện chạy trong vòng  $I = X$   $\text{dB}(\mu\text{A})$ .

Từ đó, dùng công thức thứ nhất và Hình C.10, ta được:

$$\text{tại } d = 3 \text{ m: } H [\text{dB}(\mu\text{A}/\text{m})] = X [\text{dB}(\mu\text{A})] + C_{3A} (\text{dBm}^{-1}) = (X - 19,5) \text{ dB}(\mu\text{A}/\text{m})$$

$$\text{tại } d = 3 \text{ m: } H [\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})] = X [\text{dB}(\mu\text{A})] + C_{3V} [\text{dB}(\Omega/\text{m})] = [X + (51,5 - 19,5)] \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$$

b) Cho: tần số đo  $f = 100$  kHz, đường kính vòng  $D = 4$  m, dòng điện trên vòng  $I = X$   $\text{dB}(\mu\text{A})$ .

Từ đó, sử dụng Hình C.11 cũng EUT đó sẽ cảm ứng một dòng điện:

$$I [\text{dB}(\mu\text{A})] = X - S_3 (\text{dB}) = (X + 13) \text{ dB}(\mu\text{A})$$

trong LLA có đường kính tiêu chuẩn  $D = 2$  m.

c) Cho: một LLA hiệu lực có đường kính  $D = 3$  m.

Từ đó, hệ số hiệu lực được tính bằng cách cộng tại từng tần số  $S_3$ , như cho trên Hình C.11, với hệ số hiệu lực, như cho trên Hình C.8. Do đó, nếu tần số đo là 100 kHz, hệ số hợp lệ đối với LLA có  $D = 3$  m bằng  $(73,5 - (-7,5)) = 81 \text{ dB}(\Omega)$ .



## Phụ lục D

(qui định)

### Chi tiết kết cấu đối với vị trí thử nghiệm thoáng trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz

(Điều 5)

#### D.1 Qui định chung

Từ 5.2.1 đến 5.2.5 nêu các nghiên cứu về kết cấu chính đối với vị trí thử nghiệm thoáng. Việc cụ thể thêm để đảm bảo vị trí có kết cấu tốt và dùng cho mọi thời tiết được mô tả trong phụ lục này. Cách tích cực để đảm bảo sự phù hợp của thông lệ này là thực hiện phép đo NSA như mô tả trong 5.2.6.

#### D.2 Kết cấu mặt phẳng nền

##### D.2.1 Vật liệu

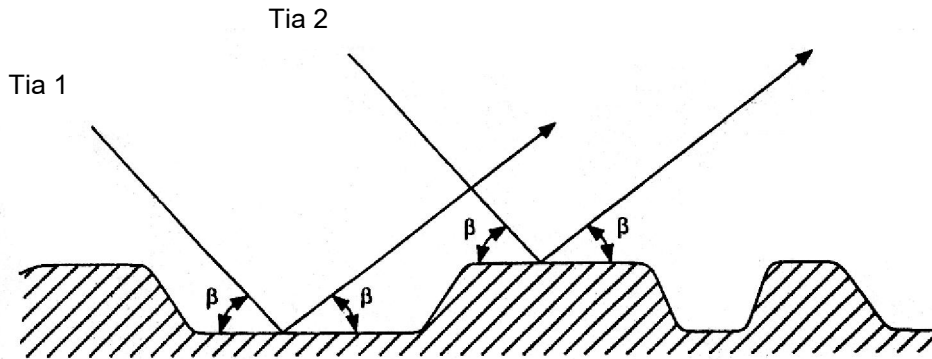
Kim loại được khuyến cáo là vật liệu làm mặt phẳng nền cho vị trí thử nghiệm cường độ trường. Tuy nhiên, vì lý do thực tế, mặt phẳng nền bằng kim loại không thể được qui định đối với phép đo cho mọi thiết bị. Một số ví dụ về mặt phẳng nền kim loại bao gồm tấm kim loại không đục lỗ, lá kim loại, kim loại được đục lỗ, kim loại dát và kéo thành mắt lưới, lưới thép, lưới dây và lưới kim loại. Mặt phẳng nền không được có lỗ thủng hoặc khe hở có kích thước bằng hoặc lớn hơn bước sóng ở tần số đo cao nhất. Kích thước lỗ lớn nhất khuyến cáo đối với mặt phẳng nền loại lưới, kim loại đục lỗ, lưới kim loại hoặc kim loại dát và kéo thành mắt lưới là  $1/10$  bước sóng ở tần số phép đo cao nhất (khoảng 3 cm ở 1 000 MHz). Vật liệu gồm các tấm, cuộn hoặc miếng riêng cần được hàn liền ở các đường nối nhưng trong mọi trường hợp không được có khe hở lớn hơn  $1/10$  bước sóng. Lớp phủ điện môi dày, như cát, nhựa đường hoặc gỗ ở mặt trên mặt phẳng nền kim loại có thể dẫn đến các đặc tính độ suy giảm vị trí không chấp nhận được.

##### D.2.2 Độ nhám

Tiêu chí về độ nhám Rayleigh cung cấp đánh giá hữu ích về độ nhám của mặt phẳng nền hiệu dụng lớn nhất cho phép (xem Hình D.1). Đối với hầu hết các vị trí thử nghiệm thực tế, đặc biệt đối với các ứng dụng ở khoảng cách 3 m, độ nhám đến 4,5 cm là không đáng kể đối với mục đích của phép đo. Thậm chí còn cho phép độ nhám cao hơn đối với vị trí 10 m và 30 m. Qui trình kiểm tra hiệu lực vị trí ở 5.2.6 phải được thực hiện để xác định xem độ nhám có chấp nhận được hay không.

### D.3 Dây dẫn đến EUT

Dây dẫn điện hoặc dây nguồn đi đến EUT phải ở bên dưới mặt phẳng nền ở khoảng cách lớn nhất có thể và ưu tiên ở phía bên phải của trục đo. Tất cả các dây, cáp và dây dọi đến bàn quay hoặc giá đỡ EUT cũng cần đi bên dưới mặt phẳng nền. Nếu không thể đi ngầm dưới đất, thì dây dẫn đến EUT cần phải đi trên phần cao nhất của EUT, nhưng bằng mặt và liên kết mặt phẳng nền.



Hình D.1 – Tiêu chí Rayleigh đối với độ nhám trên mặt phẳng nền

Khoảng cách đo R	Chiều cao nguồn, $h_1$ m	Chiều cao lớn nhất của anten thu, $h_2$ m	Độ nhám RMS lớn nhất $b$	
			Theo bước sóng	Ở 1 000 MHz cm
3	1	4	0,15	4,5
10	1	4	0,28	8,4
30	2	6	0,49	14,7

Giá trị của  $b$  được tính theo công thức:

$$b = \frac{\lambda}{8 \sin \beta}$$

### D.4 Kết cấu vỏ bảo vệ khỏi ảnh hưởng của thời tiết

#### D.4.1 Vật liệu và chi tiết kẹp

Ở tần số đến 1 000 MHz, các ngăn làm bằng vật liệu sợi thủy tinh và hầu hết các chất dẻo khác, đặc biệt là vật liệu gỗ đã xử lý và vải sẽ không gây suy giảm đáng kể mức phát xạ của EUT. Tuy nhiên, sự hấp thụ hơi ẩm ở một số vật liệu (ví dụ như gỗ và nilông) có thể gây tổn hao truyền đặc biệt đáng kể

nếu mức phát xạ của EUT được đo thông qua vật liệu như vậy. Cần chú ý để đảm bảo rằng các phần tử dẫn không khí lỏng đọng, nước và đá ứ đọng không tích tụ trên kết cấu hoặc bên trong vật liệu tạo nên kết cấu. Cần thực hiện việc kiểm tra định kỳ đối với các đối tượng ngoại lai có thể nằm trong kết cấu gây nên sai số phép đo.

Cần sử dụng ít nhất kim loại bên trên mặt phẳng nền. Khuyến cáo ở mức cao là nên sử dụng chi tiết kẹp bằng chất dẻo hoặc vải. Dây néo, cọc chống hoặc các bộ đỡ tương tự bất kỳ cần phải được di chuyển đủ xa khỏi vị trí thử nghiệm sao cho không ảnh hưởng đến phép đo.

#### **D.4.2 Bố trí bên trong**

Tất cả các thành phần cấu thành phải là loại không phản xạ. Các quạt gió hoặc ống dẫn bất kỳ để làm nóng, làm lạnh hoặc cung cấp không khí cần đặt bên ngoài vị trí thử nghiệm hoặc bên ngoài kết cấu, trừ khi chúng được làm bằng vật liệu không dẫn điện hoặc đi bên dưới mặt phẳng nền kim loại hoặc rất sâu bên dưới mặt phẳng nền phi kim loại. Có thể cần khống chế nhiệt độ và độ ẩm đối với hoạt động của thiết bị. Mọi tấm ngăn hoặc cửa sổ phải không có giá đỡ hoặc khung bằng kim loại. Tay vịn hoặc cầu thang phải là loại không dẫn điện nếu được đặt phía trên mặt phẳng nền.

#### **D.4.3 Kích thước**

Kích thước của vỏ bảo vệ khỏi ảnh hưởng của thời tiết phụ thuộc vào kích thước của EUT, vào việc vỏ có chứa toàn bộ anten giàn hay chỉ có vùng bên trên EUT, vùng trên thiết bị đo, hoặc vùng chứa giá định vị anten thu và phạm vi cao nhất của anten thu khi thực hiện phép đo phân cực thẳng đứng.

#### **D.4.4 Độ đồng nhất theo thời gian và thời tiết**

Khuyến cáo thực hiện định kỳ phép đo độ suy giảm vị trí chuẩn để phát hiện các bất thường do cấu trúc bảo vệ dùng với mọi thời tiết bị giảm vì các điều kiện thời tiết (ví dụ như sự hút ẩm) hoặc sự nhiễm bẩn của vật liệu bọc. Phép đo này cũng kiểm tra việc hiệu chuẩn cáp RF và trang thiết bị thử nghiệm. Khoảng định kỳ sáu tháng thường là đủ, trừ khi các dấu hiệu tự nhiên cho thấy vật liệu xuống cấp sớm hơn, nghĩa là có các thay đổi về màu của vật liệu do các chất gây ô nhiễm trong không khí.

### **D.5 Bàn quay và bàn bố trí thử nghiệm**

Khuyến cáo sử dụng bàn quay và một bàn để đỡ EUT để tạo thuận tiện cho việc đo phát xạ điện từ ở mọi phía của EUT. Bàn quay là một khối quay và bàn bố trí thử nghiệm được sử dụng để định vị EUT trong vị trí thử nghiệm. Cấu hình ba bàn quay và bàn bố trí thử nghiệm được xem xét trong điều này.

- Đối với bàn quay có khối quay thấp hơn nền, (mặt trên cùng) bề mặt quay phải ngang bằng với mặt phẳng nền và nối điện đến mặt phẳng nền. Mặt trên cùng quay mang bàn bố trí thử nghiệm thực tế.
- Đối với thiết bị đặt trên mặt bàn, chiều cao của bàn bố trí thử nghiệm phải là  $0,8 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$  và bàn bố trí thử nghiệm được đặt sao cho tâm của bàn trong mặt phẳng nằm ngang ở tâm của bàn

## TCVN 6989-1-4:2010

quay, là thành phần thực hiện việc quay. Bàn bố trí thử nghiệm phải được lấy ra đối với phép đo NSA.

- Đối với thiết bị đặt trên sàn, EUT được cách điện với bề mặt dẫn của bàn quay (ngang bằng với mặt phẳng nền). Độ cao của vật đỡ cách điện phải đến 0,15 m hoặc như yêu cầu bởi ủy ban về sản phẩm. Không yêu cầu vật đỡ cách điện khi có bánh lăn phi kim loại đi kèm sản phẩm. Vật đỡ cách điện phải được lấy ra đối với phép đo NSA.

– Đối với bàn quay có khối quay kết hợp trong bàn bố trí thử nghiệm và được đặt trên bàn quay (ngang bằng với mặt phẳng nền) hoặc trên mặt phẳng nền mà không có bàn quay, bàn bố trí thử nghiệm phải có chiều cao bằng  $0,8\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$  đối với thiết bị đặt trên bàn hoặc chiều cao không quá 0,15 m đối với thiết bị đặt trên sàn. Bàn bố trí thử nghiệm phải được lấy ra đối với phép đo NSA.

– Trong FAR, chiều cao của bàn bố trí thử nghiệm dùng cho EUT không được xác định và phụ thuộc vào tính năng của vật liệu hấp thụ và thể tích thử nghiệm của FAR. Bàn bố trí thử nghiệm phải được lấy ra đối với phép đo NSA.

CHÚ THÍCH: EUT/hệ thống bao gồm bàn đỡ là một phần của thiết bị cần thử nghiệm thì cần sử dụng bàn đỡ đi kèm hệ thống mà không sử dụng bàn bố trí thử nghiệm trong vị trí thử nghiệm.

### D.6 Lắp đặt cột anten thu

Anten thu cần được đặt trên một giá không dẫn điện cho phép nâng cao anten từ 1 m đến 4 m đối với khoảng cách đo là 10 m hoặc ngắn hơn, và từ 1 m đến 4 m, hoặc từ 2 m đến 6 m đối với khoảng cách lớn hơn 10 m. Cáp phải được nối đến bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng anten sao cho đối với anten phân cực ngang, anten vuông góc với trục của phần tử anten ở mọi chiều cao anten để duy trì sự cân bằng với mặt đất.

Cáp từ bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng anten thu phải hạ xuống theo chiều dọc đến mặt phẳng nền cách phía sau của anten thu khoảng 1 m hoặc dài hơn. Từ điểm đó cáp được giữ ở trên hoặc dưới mặt phẳng nền sao cho không ảnh hưởng đến phép đo. Cáp giữa anten và bộ phân tích nhiễu phải càng ngắn càng tốt để đảm bảo mức tín hiệu thu chấp nhận được ở 1 000 MHz.

Đối với anten kiểu lưỡng cực phân cực thẳng đứng, đi cáp đến máy thu đo theo chiều ngang, nghĩa là song song với mặt phẳng nền, ở khoảng cách xấp xỉ 1 m hoặc dài hơn đến phía sau của anten thu (cách xa EUT) trước khi hạ xuống mặt phẳng nền. Cần anten dài khoảng 1 m là đủ. Cáp còn lại đi đến bộ phân tích giống như đối với trường hợp phân cực ngang.

Trong cả hai trường hợp, sự có mặt của cơ cấu định vị anten và việc bố trí cáp đồng trục gắn với anten không được làm ảnh hưởng đến việc hiệu chuẩn hệ số anten.

## Phụ lục E

(qui định)

### Quy trình kiểm tra hiệu lực của vị trí thử nghiệm thoáng trong dải tần từ 30 MHz đến 1 000 MHz

(Điều 5)

#### E.1 Qui định chung

Các yêu cầu và các qui trình chung để xác định hiệu lực của vị trí sử dụng phép đo độ suy giảm vị trí chuẩn được nêu trong 5.6. Phụ lục này cung cấp qui trình theo từng bước để thực hiện phép đo NSA.

#### E.2 Phương pháp tần số rời rạc

##### E.2.1 Bố trí thử nghiệm

Tham khảo Hình 4 và Hình 5 về bố trí thử nghiệm cụ thể. Máy phát tín hiệu được nối đến anten phát với đường truyền có độ dài thích hợp. Anten phát được đặt ở vị trí yêu cầu. Chiều cao anten phát được đặt đến  $h_1$  (đối với các giá trị của  $h_1$ , xem Bảng E.1, E.2 và E.3) và chọn phân cực yêu cầu. Nếu sử dụng lưỡng cực điều hướng thì chiều dài được điều chỉnh cho tần số yêu cầu.

Anten thu được đặt trên cột cho phép quét trên toàn bộ dải chiều cao từ  $h_{2min}$  đến  $h_{2max}$ , cách anten phát một khoảng R, và được nối đến máy thu đo hoặc bộ phân tích phổ qua một cáp có chiều dài thích hợp. Chọn phân cực giống như đối với anten phát và, nếu dùng lưỡng cực điều hướng, thì anten được điều chỉnh cho tần số yêu cầu. Khoảng hở nền 25 cm được duy trì đối với lưỡng cực điều hướng định hướng dọc (xem Bảng E.3).

Đối với tất cả các phép đo NSA sử dụng lưỡng cực điều hướng, giả thiết là các anten này điều hướng cho từng tần số, kể cả các tần số giữa 30 MHz và 80 MHz.

##### E.2.2 Qui trình đo

Các bước sau đây cần sử dụng cho mỗi tần số nêu trong các bảng E.1, E.2 và E.3. Đầu tiên thực hiện phép đo với anten thẳng hàng theo chiều ngang và sau đó với anten thẳng hàng theo chiều dọc với chiều cao anten phát đặt ở  $h_1$ .

- 1) Điều chỉnh mức đầu ra của máy phát tín hiệu để hiển thị điện áp thu được cao hơn nhiều so với tạp xung quanh và tạp máy thu đo hoặc tạp của bộ phân tích phổ.
- 2) Nâng cao anten thu trên cột qua chiều cao quét  $h_2$  như nêu trong Bảng E.1, E.2 và E.3, khi thích hợp.
- 3) Ghi lại mức tín hiệu lớn nhất. Giá trị này là  $V_{vị\ tri}$  trong công thức (6) ở 5.2.6.2.

## TCVN 6989-1-4:2010

- 4) Ngắt cáp truyền và cáp thu khỏi anten của chúng. Nối trực tiếp các cáp này với bộ chỉnh lưu có san phẳng.
- 5) Ghi lại mức tín hiệu khi nối cáp truyền và cáp thu. Giá trị này là  $V_{\text{trực tiếp}}$  trong công thức (6) ở 5.2.6.2.
- 6) Tại từng tần số và với mỗi phân cực, đưa các giá trị trong bước 3 và bước 5 vào công thức (6) ở 5.2.6.2.
- 7) Đưa vào hệ số anten phát và thu ở tần số đo như chỉ ra trong công thức (6).
- 8) Đưa vào hệ số hiệu chỉnh trở kháng chung  $\Delta F_{\text{aTOT}}$  từ Bảng E.4 mà chỉ áp dụng đối với dạng hình học cụ thể là phân cực ngang dùng các lưỡng cực điều hướng cách nhau 3 m.  $\Delta F_{\text{aTOT}} = 0$  với mọi dạng hình học khác.
- 9) Tính công thức (6) cho  $A_N$  dùng NSA đối với tần số và phân cực đo.
- 10) Lấy NSA tương ứng nêu trong Bảng E.1, E.2 và E.3 trừ đi giá trị ở bước 9, khi thích hợp.
- 11) Nếu kết quả ở bước 10 nhỏ hơn  $\pm 4$  dB thì vị trí được coi là có hiệu lực ở tần số và phân cực đó.
- 12) Lặp lại các bước từ 1 đến 11 cho các phối hợp tần số và phân cực tiếp theo.

### E.3 Phương pháp tần số quét

#### E.3.1 Bố trí đo

Bố trí tương tự như nêu trong E.2.1, ngoại trừ là chỉ sử dụng anten dải rộng. Không cần hạn chế việc dịch chuyển anten phân cực thẳng đứng do kích thước bao của các anten dải rộng này là nhỏ.

#### E.3.2 Qui trình đo

Các bước sau đây cần thực hiện sử dụng thiết bị đo tự động có duy trì đỉnh (mức duy trì lớn nhất), khả năng lưu giữ và bộ tự hiệu chỉnh. Trong phương pháp này, cả chiều cao anten thu  $h_2$  và tần số được quét trên toàn bộ dải tần yêu cầu. Dải tần số thường được xác định bởi loại anten dải rộng sử dụng. Tốc độ quét tần số phải lớn hơn nhiều so với tốc độ quét chiều cao anten. Đặt chiều cao anten phát ở  $h_1$ .

- 1) Điều chỉnh mức đầu ra của bộ tự hiệu chỉnh để đưa ra hiển thị điện áp thu cao hơn nhiều so với mức tạp âm xung quanh máy thu quét hoặc bộ phân tích phổ.
- 2) Nâng cao anten thu trên cột đến chiều cao lớn nhất của dải quét như thể hiện trong Bảng E.1.
- 3) Đặt bộ phân tích phổ để quét dải tần yêu cầu. Đảm bảo rằng bộ phân tích phổ được điều chỉnh sao cho có thể hiển thị trên cùng một thang biên độ mức tín hiệu cùng loại cao hơn đến 60 dB. Thang này sẽ chứa các mức cần ghi lại ở bước 5.
- 4) Từ từ hạ thấp anten thu đến chiều cao nhỏ nhất trong dải quét như chỉ ra trong các bảng đối với vị trí hình học thích hợp. Lưu hoặc ghi lại điện áp thu được lớn nhất  $V_R$  hiển thị theo dB( $\mu$ V). (Thời

gian cần thiết để hạ thấp anten cần phải dài hơn nhiều so với thời gian quét của bộ phân tích phổ.)

5) Ngắt cáp truyền và cáp thu rồi nối trực tiếp với bộ chỉnh lưu có san phẳng. Lưu hoặc ghi lại giá trị điện áp hiển thị.

6) Tại từng tần số, lấy điện áp đo được ở bước 5 trừ điện áp đo được ở bước 4. Trừ tương ứng cả hệ số anten của anten phát và anten thu,  $F_{aTOT}(\text{dB/m})$  và  $F_{aR}(\text{dB/m})$ . (Hệ số anten là một hàm liên tục của tần số có thể có được bằng cách sử dụng đường cong tuyến tính đơn giản phù hợp với một tập hợp các giá trị hệ số anten rời rạc.) Kết quả là NSA đo được trên toàn bộ dải tần sử dụng cần được vẽ thành đồ thị. Cũng cần vẽ đồ thị độ suy giảm vị trí chuẩn lý thuyết cho một vị trí lý tưởng cho trong Bảng E.1.

7) Sai lệch giữa NSA lý thuyết và NSA đo được phải nằm trong khoảng  $\pm 4$  dB.

CHÚ THÍCH: Đối với cả hai phương pháp đo NSA, việc không phối hợp trở kháng ở đầu ra nguồn tín hiệu hoặc ở đầu vào máy thu đo hoặc bộ phân tích phổ có thể dẫn đến các phản xạ gây nên sai số. Cần tránh việc này bằng cách sử dụng các bộ suy giảm đệm 10 dB; mỗi bộ ở một đầu ra của cáp anten phát và cáp anten thu. Các bộ suy giảm này phải được giữ nguyên trong cáp trong suốt toàn bộ phép đo NSA.

#### E.4 Nguyên nhân có thể làm vượt quá giới hạn chấp nhận được của vị trí

Nếu sai lệch vượt quá tiêu chí  $\pm 4$  dB, thì kiểm tra như sau:

Trước tiên, kiểm tra việc hiệu chuẩn hệ thống đo. Nếu máy phát tín hiệu và dụng cụ đo không bị trôi trong quá trình đo, thì nghi ngờ đầu tiên là hệ số anten. Anten cũng có thể có khuyết tật. Nếu đã kiểm tra lại tất cả các điểm trên, lặp lại phép đo. Nếu sai lệch vẫn lớn hơn  $\pm 4$  dB thì xét đến vị trí và khu vực xung quanh. Nhìn chung, độ suy giảm vị trí theo chiều dọc cần phải nhạy nhất với sự bất thường của vị trí. Nếu như vậy, sử dụng phép đo đó làm cơ sở để theo dõi vấn đề. Vấn đề có thể bao gồm kết cấu và kích thước của mặt phẳng nền không thích hợp, đối tượng phản xạ quá gần (hàng rào, tòa nhà, tòa tháp, v.v...), suy giảm tính năng của vỏ bọc với mọi thời tiết do phương pháp bảo quản, kết cấu không thỏa đáng và các ảnh hưởng lâu dài như sự thâm nhập của các dư lượng gây ô nhiễm dẫn trên không.

#### E.5 Hiệu chuẩn anten

Hệ số anten của anten dải rộng dùng để thực hiện phép đo độ suy giảm vị trí cần phải theo tiêu chuẩn quốc gia. Hệ số anten của nhà chế tạo có thể không đủ chính xác để đạt được sự phù hợp tốt giữa độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn đo được và tính được.

CHÚ THÍCH 1: Tiêu chuẩn riêng về hiệu chuẩn anten đang được xây dựng bởi CISPR/A WG1.

Hệ số anten thường tính cho tổn hao do có bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng. Nếu sử dụng một bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng riêng, thì phải tính đến ảnh hưởng của nó. Kinh nghiệm cho thấy sự thay đổi hệ số anten theo hình học và phân cực thường không đáng kể đối với loại anten dải rộng dùng

## TCVN 6989-1-4:2010

phổ biến cho phép đo EMC dưới 1 GHz (ví dụ như lưỡng cực dày, hình nón kép và loga chu kỳ) với điều kiện anten phát cao hơn mặt phẳng nền ít nhất là 1 m. Nếu nghi ngờ sự thay đổi hệ số anten là do sử dụng dạng hình học đo hoặc anten không thông thường, hoặc do các ảnh hưởng như ghép nối chung, hoặc đường truyền phân tán đối với anten phân cực thẳng đứng, đặc biệt ở khoảng cách đo là 3 m, thì hệ số anten trước tiên cần được đo bằng cách dùng các dạng hình học này.

Thông thường, độ suy giảm vị trí được đo ở hệ thống 50 Ω, nghĩa là máy phát tín hiệu và máy thu đo có trở kháng 50 Ω và trở kháng bức xạ của anten phát và anten thu đã cân bằng và phối hợp qua một bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng.

Hệ số anten của nhà chế tạo cũng thường được qui định cho trở kháng 50 Ω, nghĩa là có hệ số chuyển đổi nhưng không có tổn hao cân bằng của trở kháng 50 Ω với trở kháng bức xạ của anten và, nếu áp dụng được, tổn hao của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng sử dụng cũng nằm trong hệ số anten đã cho.

Nếu sử dụng lưỡng cực nửa sóng điều hưởng, thì hệ số anten không gian tự do của lưỡng cực có thể tính bằng cách sử dụng công thức sau:

$$F_a = 20 \log (2\pi/\lambda) + 10 \log (73/50) = 20 \log (f) - 31,9 \text{ (dB)} \quad (\text{E.1})$$

trong đó f tính bằng MHz

CHÚ THÍCH 2: Trong thực tế, hệ số anten sẽ bị ảnh hưởng bởi chiều cao của lưỡng cực phía trên mặt đất do trở kháng chung của lưỡng cực và ảnh của nó trên mặt đất.

Giá trị trung bình của tổn hao bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng đối với lưỡng cực nửa sóng điều hưởng thiết kế tốt là khoảng 0,5 dB. Do đó công thức (E.1) trở thành

$$F_a = 20 \log (f) - 31,4 \text{ (dB)} \quad (\text{E.2})$$

Tổn hao bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng này cần được đo bằng cách nối ngược lưỡng cực phát và thu trước khi chúng được lắp đặt trong vỏ bọc. Tổn hao trên một bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng bằng 1/2 tổng tổn hao đo được, giả thiết hai bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng là như nhau.

Điều quan trọng là cần kiểm tra xem các giá trị tính được này có đại diện cho các giá trị của lưỡng cực điều hưởng cụ thể dùng cho phép đo NSA hay không. Việc kiểm tra đơn giản nhất là đo hệ số sóng đứng với anten được lắp ráp và các phần tử của nó được điều hưởng đến cộng hưởng. Anten phải được đặt cao hơn mặt đất ít nhất là 4 m, nếu có thể thì đặt cao hơn, để giảm thiểu ghép nối anten với đất, và các phần tử của nó được điều chỉnh đến cộng hưởng sử dụng phép đo cho trong Bảng E.3. Việc kiểm tra hệ số sóng đứng của anten tại các tần số ở đầu thấp, ở giữa và đầu cao trong dải tần của chúng là đủ.

Dưới 100 MHz, chức năng của các bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng cũng có thể được kiểm tra bằng cách tháo bỏ các phần tử, đặt điện trở 70 Ω qua các đầu nối của phần tử dùng để cố định khối, và đo hệ số sóng đứng của bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng được nối. hệ số sóng đứng cần nhỏ hơn 1,5 đến 1.



**Bảng E.1 – Độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn<sup>a</sup>**

(Dạng hình học khuyến cáo đối với anten dải rộng)

Phân cực	Ngang	Ngang	Ngang	Ngang	Dọc	Dọc	Dọc	Dọc
R (m)	3	10	30	30	3	10	30	30
$h_1$ (m)	1	1	1	1	1	1	1	1
$h_2$ (m)	1 đến 4	1 đến 4	2 đến 6	1 đến 4	1 đến 4	1 đến 4	2 đến 6	1 đến 4
$f_m$ , MHz	$A_N$ , dB							
30	15,8	29,8	44,4	47,8	8,2	16,7	26,1	26,0
35	13,4	27,1	41,7	45,1	6,9	15,4	24,7	24,7
40	11,3	24,9	39,4	42,8	5,8	14,2	23,6	23,5
45	9,4	22,9	37,3	40,8	4,9	13,2	22,5	22,5
50	7,8	21,1	35,5	38,9	4,0	12,3	21,6	21,6
60	5,0	18,0	32,4	35,8	2,6	10,7	20,1	20
70	2,8	15,5	29,7	33,1	1,5	9,4	18,7	18,7
80	0,9	13,3	27,5	30,8	0,6	8,3	17,6	17,5
90	-0,7	11,4	25,5	28,8	-0,1	7,3	16,6	16,5
100	-2,0	9,7	23,7	27	-0,7	6,4	15,7	15,6
120	-4,2	7,0	20,6	23,9	-1,5	4,9	14,1	14,0
140	-6,0	4,8	18,1	21,2	-1,8	3,7	12,8	12,7
160	-7,4	3,1	15,9	19	-1,7	2,6	11,7	11,5
180	-8,6	1,7	14,0	17	-1,3	1,8	10,8	10,5
200	-9,6	0,6	12,4	15,3	-3,6	1,0	9,9	9,6
250	-11,9	-1,6	9,1	11,6	-7,7	-0,5	8,2	7,7
300	-12,8	-3,3	6,7	8,8	-10,5	-1,5	6,8	6,2
400	-14,8	-5,9	3,6	4,6	-14,0	-4,1	5,0	3,9
500	-17,3	-7,9	1,7	1,8	-16,4	-6,7	3,9	2,1
600	-19,1	-9,5	0	0	-16,3	-8,7	2,7	0,8
700	-20,6	-10,8	-1,3	-1,3	-18,4	-10,2	-0,5	-0,3
800	-21,3	-12,0	-2,5	-2,5	-20,0	-11,5	-2,1	-1,1
900	-21,3	-12,8	-3,5	-3,5	-21,3	-12,6	-3,2	-1,7
1 000	-22,5	-13,8	-4,5	-4,4	-22,4	-13,6	-4,2	-3,5

**Chú giải**

$d$  là khoảng cách nằm ngang giữa hình chiếu của anten phát và anten thu trên mặt phẳng nền (m); đối với anten băng rộng  $a$ ,  $d$  là khoảng cách giữa các hình chiếu của điểm chuẩn hai anten.

$h_1$  là độ cao của tâm anten phát phía trên mặt phẳng nền (m).

$h_2$  là dải độ cao của tâm anten thu phía trên mặt phẳng nền (m); tín hiệu thu được lớn nhất ở dải độ cao quét này được dùng cho phép đo NSA.

$f_M$  là tần số, tính bằng MHz.

$A_N$  là NSA.

<sup>a</sup> Các dữ liệu này chỉ áp dụng cho anten có khe hở mặt phẳng nền ít nhất là 25 cm khi tâm của anten cao hơn mặt phẳng nền 1 m theo phân cực thẳng đứng.

Bảng E.2 – Độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn –

Dạng hình học khuyến cáo đối với lưỡng cực nửa sóng điều hướng, phân cực ngang

Phân cực R (m)	Ngang 3**	Ngang 10	Ngang 30
$h_1$ (m)	2	2	2
$h_2$ (m)	1 đến 4	1 đến 4	2 đến 6
$f_m$ , MHz	$A_N$ , dB		
30	11,0	24,1	38,4
35	8,8	21,6	35,8
40	7,0	19,4	33,5
45	5,5	17,5	31,5
50	4,2	15,9	29,7
60	2,2	13,1	26,7
70	0,6	10,9	24,1
80	-0,7	9,2	21,9
90	-1,8	7,8	20,1
100	-2,8	6,7	18,4
120	-4,4	5,0	15,7
140	-5,8	3,5	13,6
160	-6,7	2,3	11,9
180	-7,2	1,2	10,6
200	-8,4	0,3	9,7
250	-10,6	-1,7	7,7
300	-12,3	-3,3	6,1
400	-14,9	-5,8	3,5
500	-16,7	-7,6	1,6
600	-18,3	-9,3	0
700	-19,7	-10,6	-1,3
800	-20,8	-11,8	-2,4
900	-21,8	-12,9	-3,5
1 000	-22,7	-13,8	-4,4

<sup>a</sup> Hệ số hiệu chỉnh trở kháng chung (xem Bảng E.4) đối với các lưỡng cực nửa sóng điều hướng phân cực ngang đặt cách nhau 3 m cần được trừ khỏi dữ liệu độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn đo được để so sánh với giá trị độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn lý thuyết đối với vị trí lý tưởng nêu ở bảng này.

Bảng E.3 – Độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn –

Dạng hình học khuyến cáo đối với lưỡng cực nửa sóng điều hướng, phân cực thẳng đứng

f <sub>m</sub> MHz	R = 3 m h <sub>1</sub> = 2,75 m		R = 10 m h <sub>1</sub> = 2,75 m		R = 30 m h <sub>1</sub> = 2,75 m	
	h <sub>2</sub> m	A <sub>N</sub> dB	h <sub>2</sub> m	A <sub>N</sub> dB	h <sub>2</sub> m	A <sub>N</sub> dB
30	2,75 đến 4	12,4	2,75 đến 4	18,8	2,75 đến 6	26,3
35	2,39 đến 4	11,3	2,39 đến 4	17,4	2,39 đến 6	24,9
40	2,13 đến 4	10,4	2,13 đến 4	16,2	2,13 đến 6	23,8
45	1,92 đến 4	9,5	1,92 đến 4	15,1	2 đến 6	22,8
50	1,75 đến 4	8,4	1,75 đến 4	14,2	2 đến 6	21,9
60	1,50 đến 4	6,3	1,50 đến 4	12,6	2 đến 6	20,4
70	1,32 đến 4	4,4	1,32 đến 4	11,3	2 đến 6	19,1
80	1,19 đến 4	2,8	1,19 đến 4	10,2	2 đến 6	18,0
90	1,08 đến 4	1,5	1,08 đến 4	9,2	2 đến 6	17,1
100	1 đến 4	0,6	1 đến 4	8,4	2 đến 6	16,3
120	1 đến 4	-0,7	1 đến 4	7,5	2 đến 6	15,0
140	1 đến 4	-1,5	1 đến 4	5,5	2 đến 6	14,1
160	1 đến 4	-3,1	1 đến 4	3,9	2 đến 6	13,3
180	1 đến 4	-4,5	1 đến 4	2,7	2 đến 6	12,8
200	1 đến 4	-5,4	1 đến 4	1,6	2 đến 6	12,5
250	1 đến 4	-7,0	1 đến 4	-0,6	2 đến 6	8,6
300	1 đến 4	-8,9	1 đến 4	-2,3	2 đến 6	6,5
400	1 đến 4	-11,4	1 đến 4	-4,9	2 đến 6	3,8
500	1 đến 4	-13,4	1 đến 4	-6,9	2 đến 6	1,8
600	1 đến 4	-14,9	1 đến 4	-8,4	2 đến 6	0,2
700	1 đến 4	-16,3	1 đến 4	-9,7	2 đến 6	-1,0
800	1 đến 4	-17,4	1 đến 4	-10,9	2 đến 6	-2,4
900	1 đến 4	-18,5	1 đến 4	-12,0	2 đến 6	-3,3
1 000	1 đến 4	-19,4	1 đến 4	-13,0	2 đến 6	-4,2

**Bảng E.4 – Hệ số hiệu chỉnh ghép nối chung đối với dạng hình học dùng các lưỡng cực điều hướng được cộng hưởng đặt cách nhau 3 m**

$\Delta F_{aTOT}$ – Hệ số hiệu chỉnh tổng, tính bằng đêxiben		
$f_M$ MHz	Phân cực ngang $d = 3$ m $h_1 = 2$ m $h_2 = 1$ m đến 4 m	Phân cực thẳng đứng $d = 3$ m $h_1 = 2,75$ m $h_2 =$ (xem Bảng E.3)
30	3,1	2,9
35	4,0	2,6
40	4,1	2,1
45	3,3	1,6
50	2,8	1,5
60	1,0	2,0
70	-0,4	1,5
80	-1,0	0,9
90	-1,0	0,7
100	-1,2	0,1
120	-0,4	-0,2
125	-0,2	-0,2
140	-0,1	0,2
150	-0,9	0,4
160	-1,5	0,5
175	-1,8	-0,2
180	-1,0	-0,4

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị đối với lưỡng cực cộng hưởng được tính bằng cách sử dụng phương pháp mômen và mã điện từ bằng số (NEC) hoặc hệ thống máy tính MININEC [3], [4], [9].

CHÚ THÍCH 2: Giả thiết hệ số anten không gian tự do lý thuyết đối với lưỡng cực cộng hưởng lý tưởng có tổn hao bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng là 0,5 dB (với mỗi anten).

CHÚ THÍCH 3: Hệ số hiệu chỉnh này không mô tả đầy đủ hệ số anten đo được phía trên mặt phẳng nền, ví dụ ở độ cao 3 m hoặc 4 m, vì hệ số anten này khác với hệ số anten không gian tự do ở tần số thấp hơn. Tuy nhiên, trong phạm vi sai số nêu ở bảng M, các giá trị chỉ ra đầy đủ các bất thường của vị trí.

CHÚ THÍCH 4: Người sử dụng cần chú ý là một số anten hoặc lưỡng cực nửa sóng có bộ biến đổi cân bằng-không cân bằng không thông thường có thể có các đặc tính khác với anten nêu ở E.5.

CHÚ THÍCH 5: Hệ số hiệu chỉnh ghép nối chung đối với 10 m và 30 m đang được xem xét. Như một qui trình tạm thời, sự thích hợp của vị trí có thể được đánh giá bằng cách coi hệ số hiệu chỉnh này bằng không.

**Phụ lục F**

(tham khảo)

**Cơ sở đối với tiêu chí chấp nhận vị trí 4 dB**

(Điều 5)

**F.1 Qui định chung**

Phụ lục này đề cập đến cơ sở đối với tiêu chí chấp nhận vị trí  $\pm 4$  dB cho phép đo độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn yêu cầu trong 5.2.6.

**F.2 Phân tích sai số**

Việc phân tích sai số trong Bảng F.1 áp dụng cho các phương pháp đo độ suy giảm vị trí tiêu chuẩn nêu ở 5.2.6. Tổng sai số đánh giá được là cơ sở để chấp nhận tiêu chí vị trí  $\pm 4$  dB bao gồm khoảng 3 dB cho độ không đảm bảo đo và 1 dB cho sự không hoàn hảo của vị trí.

Sai số trong Bảng F.1 không bao gồm độ không đảm bảo đo về ổn định biên độ của máy phát tín hiệu, máy phát tín hiệu tự hiệu chỉnh hoặc bộ khuếch đại bất kỳ có thể được sử dụng, và cũng không bao gồm các sai số tiềm ẩn trong kỹ thuật đo. Mức đầu ra của hầu hết máy phát tín hiệu và bộ tự hiệu chỉnh sẽ bị trôi theo thời gian và nhiệt độ, độ lợi của nhiều bộ khuếch đại sẽ bị trôi khi nhiệt độ thay đổi. Các nguồn gây sai số này bắt buộc phải được giữ ở lượng không đáng kể hoặc được hiệu chỉnh khi thực hiện phép đo, nếu không, vị trí có thể không thỏa mãn tiêu chí chấp nhận chỉ vì vấn đề thiết bị đo.

**Bảng F.1 – Quỹ sai số**

Hạng mục sai số	Phương pháp đo	
	Phương pháp riêng rẽ dB	Phương pháp tần số quét dB
Hệ số anten (Tx) <sup>a</sup>	$\pm 1$	$\pm 1$
Hệ số anten (Rx) <sup>a</sup>	$\pm 1$	$\pm 1$
Vôn-mét	0	$\pm 1,6^b$
Bộ suy giảm	$\pm 1$	0
Sự không hoàn hảo của vị trí	$\pm 1$	$\pm 1$
Tổng	$\pm 4$	$\pm 4,6$

<sup>a</sup> Ở tần số cao hơn 800 MHz, sai số  $F_a$  có thể lên đến  $\pm 1,5$  dB.  
<sup>b</sup> Từ hướng dẫn thao tác.

## TCVN 6989-1-4:2010

Từ hướng dẫn thao tác đối với một số bộ phân tích phổ tự động, ví dụ, nếu mọi thao tác được thực hiện để loại bỏ hoặc bù lại tối đa mọi khả năng sai số thì sai số biên độ còn lại là:

- 1)  $\pm 0,2$  dB độ không đảm bảo của bộ hiệu chuẩn,
- 2)  $\pm 1,0$  dB độ phẳng của đáp tuyến tần số,
- 3)  $\pm 1,0$  dB đóng cắt bộ suy giảm đầu vào,
- 4)  $\pm 0,4$  dB độ không đảm bảo độ lợi RF và IF.

Điều này đưa ra tổng sai số có thể là  $\pm 2,6$  dB. Sai số này không bao gồm độ trôi nhiệt độ  $\pm 0,05$  dB/K. Trong thực tế, khi thực hiện phép đo kiểu thay thế, sai số liên quan với độ phẳng của đáp tuyến tần số và đóng cắt bộ suy giảm đầu vào thường ít hơn 1 dB, để cho dải sai số tổng đối với bộ phân tích phổ như một vôn-mét hai đầu ra là  $\pm 1,6$  dB hoặc nhỏ hơn, như được dùng trong Bảng F.1.

Nhiều bộ suy giảm có độ chính xác tuyệt đối rất thấp, nhưng một số lại cao hơn. Do đó, giới hạn sai số tổng được tăng lên hoặc giảm đi trong các phép đo riêng rẽ. Nếu bộ suy giảm bên ngoài được dùng với bộ phân tích phổ tự động trong phép đo tần số quét thì giới hạn sai số này cũng tăng lên.

Các sai số này không bao gồm các sai số do thời gian và nhiệt độ gây ra sự trôi độ lợi, mức đầu ra hoặc đáp tuyến biên độ của thiết bị thử nghiệm. Các sai số này có thể tồn tại và phải thực hiện các biện pháp để ngăn ngừa chúng bằng cách tiến hành phép đo càng nhanh càng tốt.

Trong thực tế, sai số này giải thích cho các trường hợp hiếm gặp nêu trên xảy ra theo cùng một hướng. Thỏa mãn tiêu chí  $\pm 4$  dB đối với một vị trí được định vị và có kết cấu tốt có thể cho phép thay đổi bất thường của vị trí nhiều hơn  $\pm 1$  dB so với lý tưởng.

## Thư mục tài liệu tham khảo

[1] IEC 61169–8, Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50  $\Omega$  (type BNC)

ZOMBOLAS, C. The effects of table material on radiated field strength measurement reproducibility at open area test sites. IEEE Intl.Symp.Electromg. Compat., Montreal. Quebec, Canada, 2001, pp 260-264.

[2] BEECKMAN, P.A. The influence of positioning tables on the results of radiated EMC measurements. IEEE Intl.Symp.Electromg. Compat., Montreal. Quebec, Canada, 2001, pp 280-285.

[3] Berry, J.; Pate, B.; Knight: "Variations in mutual coupling correction factors for resonant dipoles used in site attenuation measurements", Proceeding of IEEE Symposium on EMC, Washington, DC, 1990.

[4] Burke G.J. và Poggio A.J., Numerical electromagnetic code – method of moments Lawrence Livermore, California, January, 1981.

[5] GARBE., H., New EMC Test facilities for radiation measurements, Review of radio science 1999-2002, John Wiley & Sons, New York, 2002

[6] MOSSHAMMER, P. Untersuchung der Einflüsse des Messzubehörs und der Umgebung auf die Messunsicherheit bei der Messung der Störfeldstärke auf Freifeldmessplätzen (Investigation of the influences of the measuring accessories and the environment on the measurement uncertainty with the measurement of the perturbative field strength on free field measuring positions), Diplomarbeit an Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

([http://www.regtp.de/tech\\_reg\\_tele/start/fs\\_06.html](http://www.regtp.de/tech_reg_tele/start/fs_06.html)),

([http://www.regtp.de/imperia/md/content/tech\\_reg\\_t/emv/studien/diplomarbeit/pdf](http://www.regtp.de/imperia/md/content/tech_reg_t/emv/studien/diplomarbeit/pdf))

([http://www.regtp.de/tech\\_reg\\_tele/in\\_06-03-02-03-00\\_m/01/index.html](http://www.regtp.de/tech_reg_tele/in_06-03-02-03-00_m/01/index.html))

[7] ETR 273-1-1:1998, ElectroMagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Improvement of radiated methods of measurement (using test sites) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties – Part 1: Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics – Section 1: Introduction; Sub-clause 8.3.4.3: Antenna mast, turntable and mounting fixture, ETSI Technical report, European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, France.

[8] MIL-STD-461A, Electromagnetic Interference (EMI) Characteristics requirements for equipment

- [9] Rocway J.W., Logan J.C., Tam D.W.S., Li S.T., MININEC System: Microcomputer analysis of wire antennas, artech house, Boston, 1988.
- [10] Zombolas, C., The effects of table material on radiated field strength measurement reproducibility at open area test sites. IEEE International Symposium on electromagnetic compatibility, montreal, quebec, Canada, 2001, p.260-264
- [11] Bergervoet J.R. và Van Veen, H. A Large-loop antenna for magnetic field measurements, proceedings of the 8<sup>th</sup> international Zurich Symposium on electromagnetic compatibility, march 1989, ETH Zentrum – IKT, 8092 Zurich, Switzerland, p.29-34.
- [12] IEEE 291-1991, IEEE Standard Methods for Measuring Electromagnetic Field Strength of Sinusoidal Continuous Waves, 30 Hz to 30 GHz. IEEE, Inc., 445 Hoes Lane, PO Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331 USA, p. 28-29.
- [13] GREENE, FM. NBS Field-Strength Standards and Measurements (30 Hz to 1000 MHz). Proc. IEEE, No. 6, June 1967, vol. 55, p. 974-981.
- [14] SCHELKUNOFF, SA. and FRIIS, HT. Antennas: Theory and Practice. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1952, p. 302-331.
- [15] SCHELKUNOFF, SA. Theory of Antennas of Arbitrary Size and Shape. Proc of the IRE, Sept. 1941, vol. 29, p. 493-592.
- [16] WOLFF, EA. Antenna Analysis. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1966, p. 61.
- [17] HALLÉN, E. Theoretical Investigation into the Transmitting and Receiving Qualities of Antennas. Nova Acta Soc. Sci. Upsaliensis, Ser. IV, 11, No. 4, 1938, p. 1-44.
- [18] KING, RWP., Theory of Linear Antennas, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1956, p.16-17, 71, 184 and 487.
- [19] The Radio Frequency Interference Meter NAVSHIPS 94810, by The Staff of the Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania, 1962, p. 36-38.
-