

TCVN 6989-1-1 : 2008

CISPR 16-1-1 : 2006

Xuất bản lần 1

**YÊU CẦU KỸ THUẬT ĐỐI VỚI THIẾT BỊ ĐO VÀ PHƯƠNG
PHÁP ĐO NHIỄU VÀ MIỄN NHIỄM TẦN SỐ RADIÔ –
PHẦN 1-1: THIẾT BỊ ĐO NHIỄU VÀ MIỄN NHIỄM
TẦN SỐ RADIÔ – THIẾT BỊ ĐO**

*Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

Mục lục

Trang

Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa	8
4 Máy thu đo tựa đỉnh trong dải tần 9 kHz đến 1 000 MHz	10
5 Máy thu đo có bộ tách sóng đỉnh trong dải tần 9 kHz đến 1 000 MHz	23
6 Máy thu đo có bộ tách sóng trung bình trong dải tần 9 kHz đến 18 GHz	26
7 Máy thu đo có bộ tách sóng hiệu dụng trong dải tần 9 kHz đến 18 GHz	32
8 Máy thu đo trong dải tần 1 GHz đến 18 GHz có chức năng đo phân bố xác suất biên độ	35
9 Bộ phân tích nhiễu	36
Phụ lục A (qui định) – Xác định đáp tuyến xung lặp của máy thu đo tựa đỉnh và máy thu đo hiệu dụng	44
Phụ lục B (qui định) – Xác định phổ của máy phát xung	49
Phụ lục C (qui định) – Phép đo chính xác đầu ra của máy phát xung nanô giây	51
Phụ lục D (qui định) – Ảnh hưởng của các đặc tính máy thu đo tựa đỉnh lên đáp tuyến xung của nó.....	53
Phụ lục E (qui định) – Đáp tuyến của máy thu đo trung bình và máy thu đo đỉnh.....	54
Phụ lục F (qui định) – Kiểm tra tính năng các trường hợp ngoại lệ từ định nghĩa nháy theo 4.2.3 của TCVN 7492-1 (CISPR 14-1).....	63
Phụ lục G (tham khảo) – Cơ sở các yêu cầu kỹ thuật của hàm phân bố xác suất biên độ (APD)	69
Thư mục tài liệu tham khảo	72

Lời nói đầu

TCVN 6989-1-1 : 2008 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn CISPR 16-1-1 : 2006;

TCVN 6989-1-1 : 2008 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn 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

TCVN 6989-1: 2003 (CISPR 16-1) được biên soạn lại thành 5 tiêu chuẩn mới theo phương pháp chấp nhận tiêu chuẩn quốc tế, có tiêu đề chung là “Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio”. Các phần mới của TCVN như sau:

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

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

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

Trong thời gian chưa có TCVN 6989-1-2 và TCVN 6989-1-4, các nội dung tương ứng trong TCVN 6989-1:2003 (CISPR16-1) vẫn có hiệu lực áp dụng.

Cấu trúc của bộ tiêu chuẩn quốc tế CISPR 16 gồm 4 phần chia thành 14 tiêu chuẩn như sau:

- 1) CISPR 16-1-1, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measurement apparatus
- 2) CISPR 16-1-2, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbance
- 3) CISPR 16-1-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power
- 4) CISPR 16-1-4, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbance
- 5) CISPR 16-1-5, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz
- 6) CISPR 16-2-1, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements
- 7) CISPR 16-2-2, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurements of disturbance power

TCVN 6989-1-1 : 2008

- 8) CISPR 16-2-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements
- 9) CISPR 16-2-4, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity – Immunity measurements
- 10) CISPR 16-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports
- 11) 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
- 12) 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
- 13) 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
- 14) 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 radiô –

Phần 1-1: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radiô – Thiết bị đo

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –

Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này là tiêu chuẩn cơ bản, qui định các đặc tính và tính năng của thiết bị dùng để đo điện áp, dòng điện và trường của nhiễu tần số radiô trong dải tần 9 kHz đến 18 GHz. Ngoài ra, tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho các thiết bị chuyên dụng để đo nhiễu không liên tục. Các yêu cầu bao gồm cả phép đo nhiễu tần số radiô loại băng rộng và băng hẹp.

Dưới đây là các loại máy thu được đề cập:

- a) máy thu đo tựa đỉnh;
- b) máy thu đo đỉnh;
- c) máy thu đo trung bình;
- d) máy thu đo hiệu dụng.

Các yêu cầu của tiêu chuẩn này phải được tuân thủ ở tất cả các tần số và tất cả các mức điện áp, dòng điện, công suất hoặc cường độ trường của nhiễu tần số radiô nằm trong phạm vi chỉ thị CISPR của thiết bị đo.

Phương pháp đo được đề cập trong phần 2, các thông tin thêm về nhiễu tần số radiô được nêu trong phần 3 của bộ tiêu chuẩn TCVN 6989 (CISPR 16). Độ không đảm bảo đo, số liệu thống kê và mô hình giới hạn được đề cập trong phần 4 của bộ tiêu chuẩn TCVN 6989 (CISPR 16).

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 6989-1-1 : 2008

TCVN 6988 : 2006 (CISPR 11 : 2004), Thiết bị tần số radiô dùng trong công nghiệp, nghiên cứu khoa học và y tế (ISM) – Đặc tính nhiễu điện từ – Giới hạn và phương pháp đo

TCVN 7492-1 : 2005 (CISPR 14-1 : 2005), Tương thích điện từ – Yêu cầu đối với thiết bị điện gia dụng, dụng cụ điện và các thiết bị tương tự – Phần 1: Phát xạ

IEC 60050-161: 1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 161: Tương thích điện từ)
Amendment 1 (1997), Amendment 2 (1998)

CISPR 16-3 : 2003, 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 radiô – Phần 3: Báo cáo kỹ thuật của CISPR)

BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML : 1993, International vocabulary of basic and general terms in metrology (Từ vựng quốc tế về các thuật ngữ cơ bản và thuật ngữ chung trong đo lường)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây. Xem thêm IEC 60050(161) và tài liệu “Từ vựng quốc tế về các thuật ngữ cơ bản và thuật ngữ chung trong đo lường”.

3.1

Độ rộng băng tần (bandwidth)

B_n

Độ rộng của đường cong chọn lọc toàn băng của máy thu nằm giữa hai điểm có mức suy giảm qui định, bên dưới đáp tuyến giữa băng. Độ rộng băng tần ký hiệu là B_n , trong đó n là mức suy giảm qui định, tính bằng deciben.

3.2

Độ rộng băng tần xung (impulse bandwidth)

B_{imp}

$$B_{imp} = A(t)_{max} / (2G_o \times IS)$$

trong đó:

$A(t)_{max}$ là đỉnh của đường bao tại đầu ra IF của máy thu có diện tích xung IS đặt tại đầu vào của máy thu;

G_o là hệ số khuếch đại của mạch ở tần số trung tâm.

Riêng đối với hai bộ biến đổi điều hưởng ghép nối tới hạn thì

$$B_{imp} = 1,05 \times B_6 = 1,31 \times B_3$$

trong đó:

B_6 và B_3 lần lượt là độ rộng băng tần tại các điểm -6 dB và -3 dB (xem điều A.2 để có thêm thông tin).

3.3

Diện tích xung (impulse area) **IS**

Diện tích xung (đôi khi gọi là cường độ xung, IS) là vùng điện áp-thời gian của một xung được xác định bằng tích phân:

$$IS = \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) dt \text{ (tính bằng } \mu\text{Vs hoặc dB } (\mu\text{Vs))}$$

CHÚ THÍCH: Mật độ phổ (D) liên quan đến diện tích xung và biểu thị bằng $\mu\text{V/MHz}$ hoặc $\text{dB}(\mu\text{V/MHz})$. Đối với xung chữ nhật có độ rộng xung T ở các tần số $f \ll 1/T$ thì áp dụng quan hệ $D (\mu\text{V/MHz}) = \sqrt{2} \times 10^6 IS (\mu\text{Vs})$.

3.4

Hằng số thời gian nạp điện (electrical charge time constant) **T_c**

Thời gian cần thiết sau khi đặt tức thời điện áp sóng sin không đổi vào đầu vào của tầng ngay trước bộ tách sóng để điện áp đầu ra bộ tách sóng đạt tới 63 % giá trị cuối của nó.

CHÚ THÍCH: Hằng số thời gian này được xác định như sau: Đặt lên đầu vào tầng ngay trước bộ tách sóng một tín hiệu sóng sin có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số giữa băng của bộ khuếch đại IF. Ghi lại số chỉ D của thiết bị đo loại không có quán tính (ví dụ như máy hiện sóng ống tia catốt) được nối với đầu cuối của mạch khuếch đại một chiều sao cho không ảnh hưởng đến hoạt động của bộ tách sóng. Mức tín hiệu được chọn sao cho duy trì được đáp tuyến của các tầng liên quan trong phạm vi dải làm việc tuyến tính. Một tín hiệu sóng sin của mức này, được đặt trong một thời gian nhất định và có chuỗi sóng có đường bao hình chữ nhật, được chặn sao cho độ lệch là 0,63D. Khoảng thời gian đặt tín hiệu này bằng thời gian nạp của bộ tách sóng.

3.5

Hằng số thời gian phóng điện (electrical discharge time constant) **T_D**

Thời gian cần thiết sau khi loại bỏ tức thời điện áp sóng sin không đổi đặt vào đầu vào của tầng ngay trước bộ tách sóng để đầu ra bộ tách sóng giảm xuống còn 37 % giá trị ban đầu.

CHÚ THÍCH: Phương pháp đo này tương tự như phương pháp đo hằng số thời gian nạp nhưng thay việc đặt tín hiệu trong một thời gian nhất định bằng việc ngắt tín hiệu trong một thời gian nhất định. Thời gian cần thiết để độ lệch giảm xuống còn 0,37D là hằng số thời gian phóng điện của bộ tách sóng.

3.6

Hằng số thời gian về cơ của thiết bị chỉ thị dao động tắt dần tới hạn (mechanical time constant of a critically damped indicating instrument) **T_M**

$$T_M = T_L / 2\pi$$

trong đó:

T_L là chu kỳ dao động tự do của thiết bị đo khi loại bỏ các yếu tố cản dẫu.

TCVN 6989-1-1 : 2008

CHÚ THÍCH 1: Đối với thiết bị đo dao động tắt dần tới hạn, phương trình chuyển động của hệ thống này có thể viết thành:

$$T_M^2(d^2\alpha/dt^2) + 2T_M(d\alpha/dt) + \alpha = ki$$

trong đó:

- α độ lệch;
- i là dòng điện chạy qua thiết bị đo;
- k là hằng số.

Từ phương trình trên có thể suy ra hằng số thời gian này cũng chính là độ rộng của xung chữ nhật (có biên độ không đổi) gây nên độ lệch 35 % so với độ lệch ổn định gây ra do dòng điện liên tục có cùng biên độ với dòng điện của xung chữ nhật.

CHÚ THÍCH 2: Phương pháp đo và phương pháp điều chỉnh được rút ra từ một trong hai điểm sau:

- a) Chu kỳ dao động tự do được điều chỉnh đến $2\pi T_M$, bổ sung yếu tố cản dịu sao cho $\alpha T = 0,35\alpha_{max}$.
- b) Nếu không thể đo được thời gian dao động thì yếu tố làm nhụt được điều chỉnh đến ngay dưới mức tới hạn sao cho dao động vượt quá không lớn hơn 5 % và mômen quán tính của chuyển động này là $\alpha T = 0,35\alpha_{max}$.

3.7

Hệ số quá tải (overload factor)

Tỷ số giữa mức tương ứng với phạm vi hoạt động tuyến tính thực tế của một mạch điện (hoặc một nhóm mạch điện) và mức tương ứng với độ lệch toàn thang đo của thiết bị chỉ thị.

Mức lớn nhất tại đó đáp tuyến ổn định của một mạch điện (hoặc một nhóm mạch điện) không sai lệch quá 1 dB so với mức tuyến tính lý tưởng xác định trong phạm vi hoạt động tuyến tính thực tế của một mạch điện (hoặc một nhóm mạch điện).

3.8

Điện áp đối xứng (symmetric voltage)

Trong mạch điện hai dây, ví dụ như nguồn điện lưới một pha, điện áp đối xứng là điện áp nhiều tần số radiô xuất hiện giữa hai dây. Điện áp này đôi khi còn gọi là điện áp phương thức vi sai. Nếu V_a là vectơ điện áp giữa một trong các đầu nối điện lưới và đất, còn V_b là vectơ điện áp giữa đầu nối điện lưới kia và đất thì điện áp đối xứng là hiệu vectơ ($V_a - V_b$).

3.9

Phạm vi chỉ thị CISPR (CISPR indicating range)

Phạm vi do nhà chế tạo qui định để đưa ra các chỉ số đồng hồ lớn nhất và nhỏ nhất mà nằm trong phạm vi này máy thu thoả mãn các yêu cầu trong tiêu chuẩn này.

4 Máy thu đo tựa đỉnh trong dải tần 9 kHz đến 1 000 MHz

Yêu cầu kỹ thuật của máy thu phụ thuộc vào tần số làm việc. Có một yêu cầu kỹ thuật cho máy thu trong dải tần 9 kHz đến 150 kHz (băng tần A), một yêu cầu kỹ thuật trong dải tần 150 kHz đến 30 MHz

(băng tần B), một yêu cầu kỹ thuật trong dải tần 30 MHz đến 300 MHz (băng tần C) và một yêu cầu kỹ thuật trong dải tần 300 MHz đến 1 000 MHz (băng tần D).

4.1 Trở kháng vào

Mạch đầu vào của máy thu đo phải là mạch không cân bằng. Để đạt chế độ điều khiển máy thu nằm trong phạm vi chỉ thị CISPR, trở kháng vào phải có giá trị danh nghĩa là 50Ω với hệ số điện áp sóng đứng không vượt quá 2,0:1 khi độ suy giảm RF là 0 và không vượt quá 1,2:1 khi độ suy giảm RF lớn hơn hoặc bằng 10 dB.

Với trở kháng vào đối xứng trong dải tần 9 kHz đến 30 MHz: sử dụng một biến áp đầu vào cân bằng để có thể thực hiện các phép đo đối xứng. Trở kháng vào ưu tiên là 600Ω ứng với dải tần 9 kHz đến 150 kHz. Trở kháng vào đối xứng này có thể lắp trong mạng giả đối xứng liên quan cần được ghép nối với máy thu hoặc đặt tùy ý trong máy thu đo.

4.2 Các đặc tính cơ bản

Đáp tuyến với các xung như qui định trong 4.4 được tính trên cơ sở máy thu đo có các đặc tính cơ bản dưới đây.

Bảng 1 – Các đặc tính cơ bản của máy thu tựa đỉnh

Đặc tính	Băng tần		
	Băng tần A 9 kHz đến 150 kHz	Băng tần B 0,15 MHz đến 30 MHz	Băng tần C và D 30 MHz đến 1 000 MHz
Độ rộng băng tần ở điểm -6 dB, B_6 tính bằng kHz	0,20	9	120
Hằng số thời gian nạp điện của bộ tách sóng, tính bằng ms	45	1	1
Hằng số thời gian phóng điện của bộ tách sóng, tính bằng ms	500	160	550
Hằng số thời gian về cơ của thiết bị chỉ thị có dao động tắt dần tới hạn, tính bằng ms	160	160	100
Hệ số quá tải của các mạch trước bộ tách sóng, tính bằng dB	24	30	43,5
Hệ số quá tải của bộ khuếch đại một chiều giữa bộ tách sóng và thiết bị chỉ thị, tính bằng dB	6	12	6
<p>CHÚ THÍCH 1: Định nghĩa hằng số thời gian về cơ (xem 3.6) được giả thiết rằng thiết bị chỉ thị là tuyến tính, nghĩa là, dòng điện tăng lên các giá trị bằng nhau thì độ lệch cũng tăng lên các giá trị bằng nhau. Có thể sử dụng thiết bị chỉ thị có quan hệ khác nhau giữa dòng điện và độ lệch với điều kiện là thiết bị đó thoả mãn các yêu cầu của 4.2. Trong một thiết bị điện tử, hằng số thời gian về cơ có thể được mô phỏng bằng mạch điện.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Không đưa ra dung sai đối với các hằng số thời gian điện và cơ. Giá trị thực được sử dụng trong từng máy thu riêng biệt được xác định bởi thiết kế để thoả mãn các yêu cầu trong 4.4.</p>			

4.3 Độ chính xác của điện áp sóng sin

Độ chính xác của phép đo điện áp sóng sin phải tốt hơn ± 2 dB khi đặt một tín hiệu sóng sin ở trở kháng nguồn có điện trở là 50 Ω .

4.4 Đáp tuyến với xung

CHÚ THÍCH: Phụ lục B và Phụ lục C mô tả các phương pháp xác định đặc tính đầu ra của máy phát xung dùng trong thử nghiệm theo các yêu cầu của 4.4.

4.4.1 Quan hệ về biên độ (hiệu chuẩn tuyệt đối)

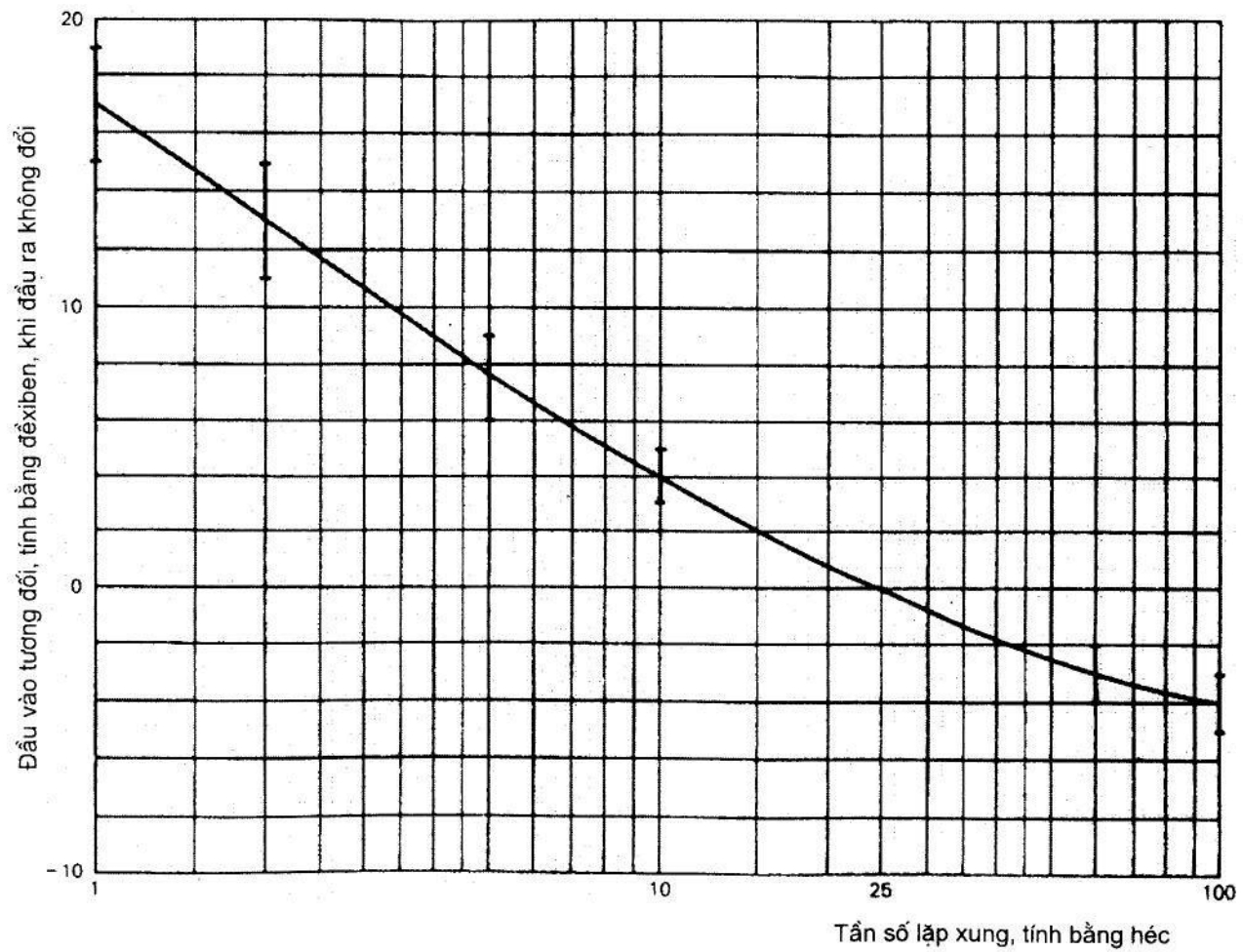
Đáp tuyến của máy thu đo với xung có diện tích xung là a) $\mu V s$ (microvôn giây) sức điện động ở trở kháng nguồn 50 Ω , có phổ đồng nhất lên đến ít nhất là b) MHz, lặp lại với tần số c) Hz phải bằng đáp tuyến với tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số điều hưởng có giá trị hiệu dụng của sức điện động là 2 mV [66 dB(μV)]. Trở kháng nguồn của máy phát xung và máy phát tín hiệu phải giống nhau. Ở mức điện áp sóng sin, dung sai $\pm 1,5$ dB là chấp nhận được.

Bảng 2 – Đặc tính xung thử nghiệm dùng cho máy thu đo tựa đỉnh

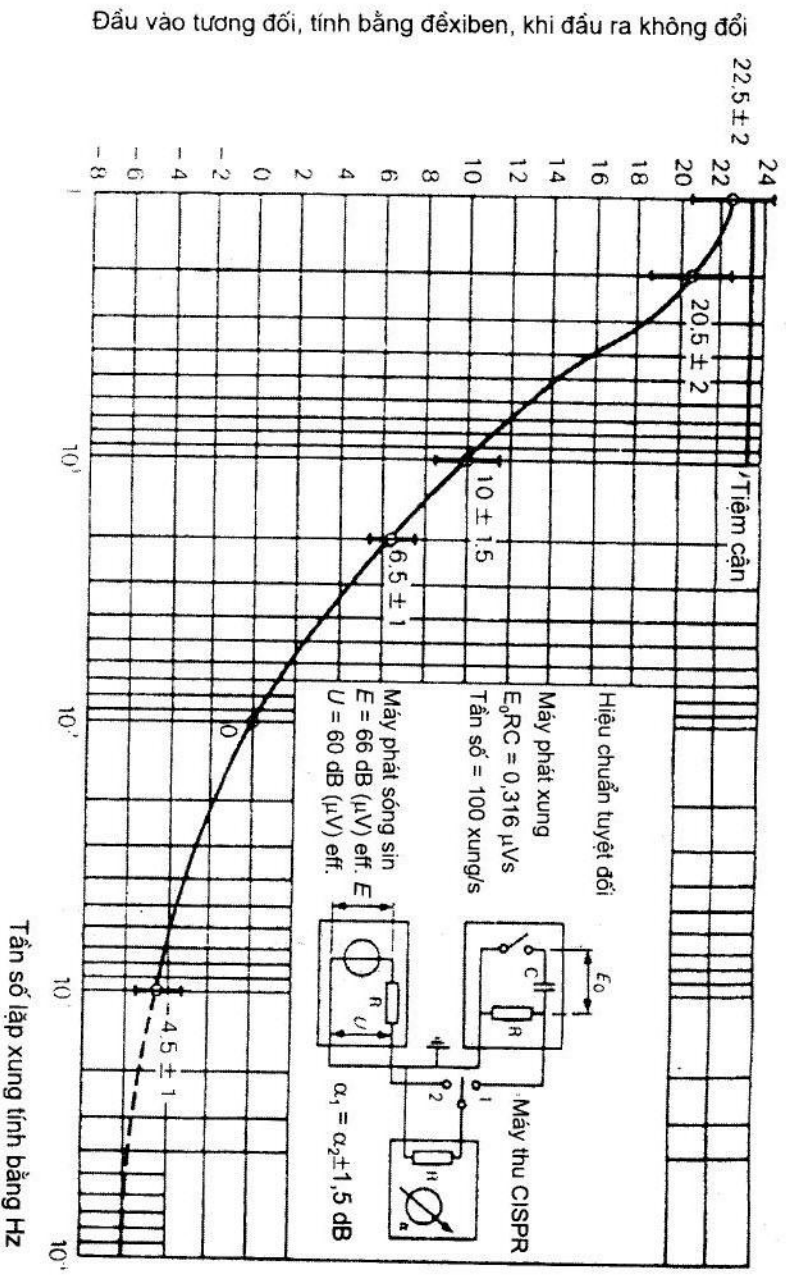
Dải tần	a) $\mu V s$	b) MHz	c) Hz
9 kHz đến 150 kHz	13,5	0,15	25
0,15 MHz đến 30 MHz	0,316	30	100
30 MHz đến 300 MHz	0,044	300	100
300 MHz đến 1 000 MHz	0,044	1 000	100

4.4.2 Sự thay đổi theo tần số lặp (hiệu chuẩn tương đối)

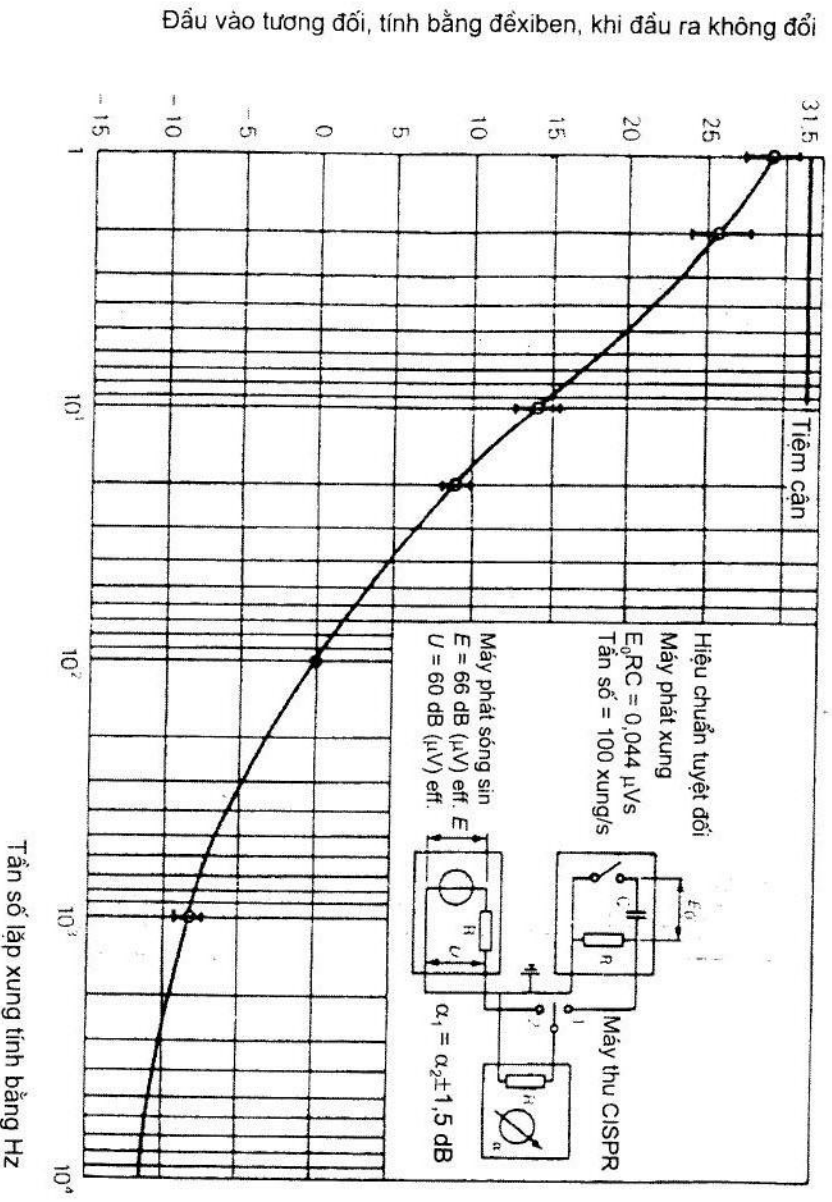
Đáp tuyến của máy thu đo với xung lặp phải sao cho chỉ thị trên máy thu đo là không đổi, quan hệ giữa biên độ và tần số lặp theo Hình 1a, 1b hoặc 1c.



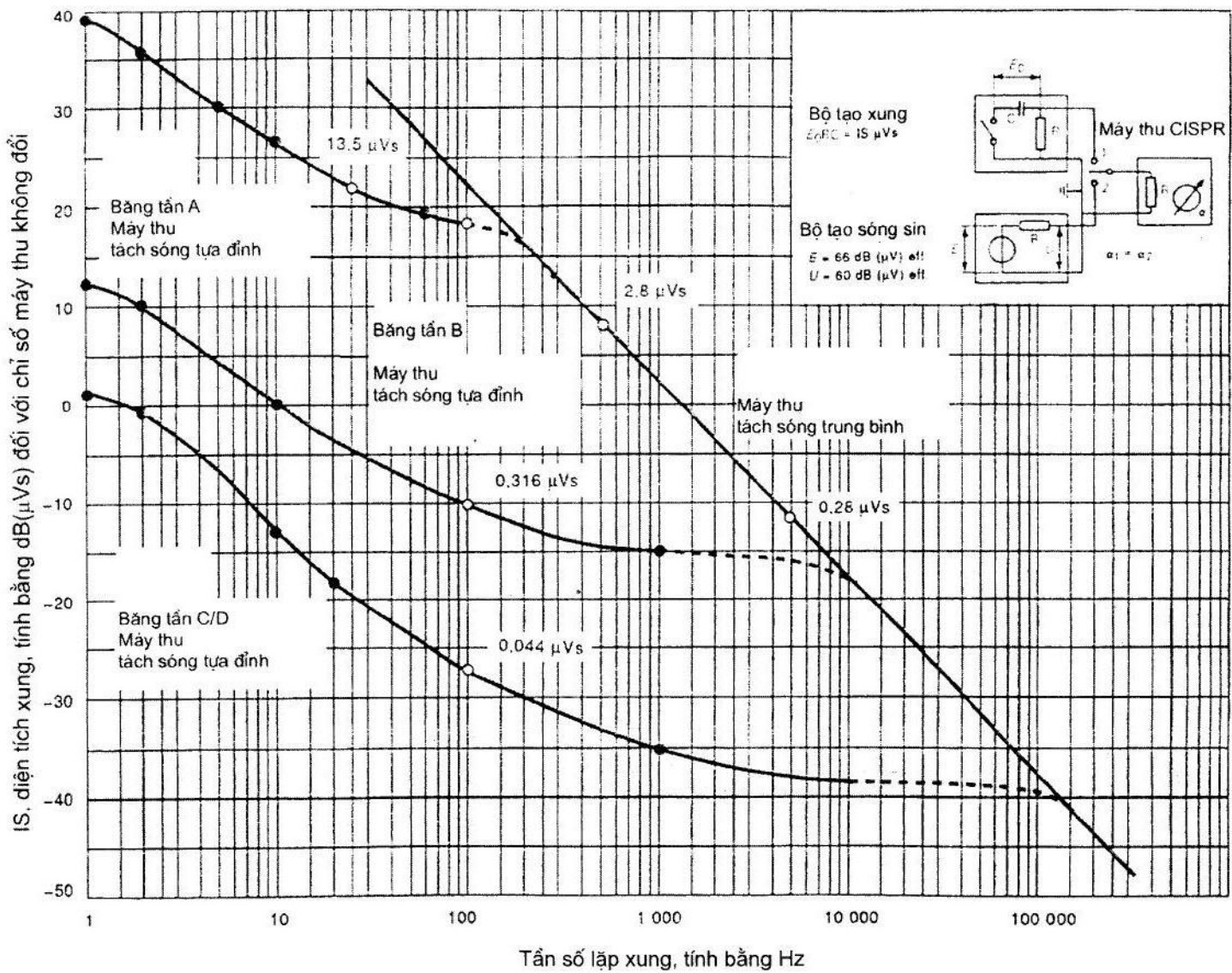
Hình 1a – Đường cong đáp tuyến xung (Bảng tần A)



Hình 1b – Đường cong đáp tuyến xung (Bảng tần B)



Hình 1c – Đường cong đáp tuyến xung (Bảng tần C và D)



Hình 1d – Đường cong đáp tuyến xung lý thuyết của máy thu tách sóng tựa đỉnh và máy thu tách sóng trung bình (xem 6.4.2)

Hình 1 – Các đường cong đáp tuyến xung

Đường cong đáp tuyến của một máy thu đo cụ thể phải nằm giữa các giới hạn được xác định trên hình thích hợp và số liệu trong Bảng 3.

Bảng 3 – Đáp tuyến xung của máy thu tựa đỉnh

Tần số lập Hz	Mức tương đương tương đối của xung trong băng tần qui định, tính bằng dB			
	Băng tần A 9 kHz đến 150 kHz	Băng tần B 0,15 MHz đến 30 MHz	Băng tần C 30 MHz đến 300 MHz	Băng tần D 300 MHz đến 1 000 MHz
1 000	chú thích 4	$-4,5 \pm 1,0$	$-8,0 \pm 1,0$	$-8,0 \pm 1,0$
100	$-4,0 \pm 1,0$	0 (chuẩn)	0 (chuẩn)	0 (chuẩn)
60	$-3,0 \pm 1,0$	-	-	-
25	0 (chuẩn)	-	-	-
20	-	$+6,5 \pm 1,0$	$+9,0 \pm 1,0$	$+9,0 \pm 1,0$
10	$+4,0 \pm 1,0$	$+10,0 \pm 1,5$	$+14,0 \pm 1,5$	$+14,0 \pm 1,5$
5	$+7,5 \pm 1,0$	-	-	-
2	$+13,0 \pm 2,0$	$+20,5 \pm 2,0$	$+26,0 \pm 2,0$	$+26,0 \pm 2,0^*$
1	$+17,0 \pm 2,0$	$+22,5 \pm 2,0$	$+28,5 \pm 2,0$	$+28,5 \pm 2,0^*$
Xung đơn lẻ	$+19,0 \pm 2,0$	$+23,5 \pm 2,0$	$+31,5 \pm 2,0$	$+31,5 \pm 2,0^*$

CHÚ THÍCH 1: Ảnh hưởng của đặc tính máy thu lên đáp tuyến xung của máy thu được xem xét trong Phụ lục D.

CHÚ THÍCH 2: Quan hệ giữa các đáp tuyến xung của máy thu tựa đỉnh với các máy thu có các loại bộ tách sóng khác được cho trong 5.4, 6.4.1 và 7.4.1.

CHÚ THÍCH 3: Đường cong đáp tuyến xung lý thuyết của máy thu tách sóng tựa đỉnh và máy thu tách sóng trung bình kết hợp trên một thang đo tuyệt đối được cho trên Hình 1d. Trục tung của Hình 1d chỉ ra diện tích xung mạch hở, tính bằng dB(μ Vs) tương ứng với điện áp sóng sin mạch hở là 66 dB(μ V) hiệu dụng. Chỉ thị trên máy thu đo có đầu vào tương thích với máy phát hiệu chuẩn khi đó sẽ là 60 dB(μ V). Nếu độ rộng băng tần đo nhỏ hơn tần số lập xung thì các đường cong ở Hình 1d là phù hợp khi máy thu được điều hưởng đến một đường rời rạc trên phổ.

CHÚ THÍCH 4: Do có sự xếp chồng của các xung trong bộ khuếch đại IF nên không thể qui định được đáp tuyến trên 100 Hz trong dải tần 9 kHz đến 150 kHz.

CHÚ THÍCH 5: Phụ lục A đề cập đến cách xác định đường cong đáp tuyến với xung lập.

CHÚ THÍCH 6: Đáp tuyến xung bị giới hạn do quá tải ở đầu vào máy thu ở tần số trên 300 MHz. Các giá trị được đánh dấu sao (*) trong bảng này là các giá trị tùy chọn, không phải là thiết yếu.

4.5 Độ chọn lọc

4.5.1 Độ chọn lọc trên toàn băng (băng thông)

Đường cong biểu diễn độ chọn lọc trên toàn băng của máy thu đo phải nằm trong các giới hạn chỉ ra trên Hình 2a, 2b hoặc 2c.

Độ chọn lọc phải được mô tả bằng sự biến đổi biên độ điện áp sóng sin đầu vào theo tần số tạo ra một chỉ thị không đổi trên máy thu đo.

CHÚ THÍCH: Để phép đo của thiết bị có yêu cầu độ chọn lọc cao hơn ở tần số chuyển tiếp giữa 130 kHz và 150 kHz (ví dụ, thiết bị phát tín hiệu nguồn lưới như định nghĩa trong EN 50065-1¹⁾) thì có thể lắp thêm bộ lọc thông cao trước máy thu đo để có được độ chọn lọc kết hợp dưới đây giữa máy thu đo CISPR và bộ lọc thông cao.

Tần số kHz	Độ suy giảm tương đối dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

Máy thu đo kết hợp với bộ lọc thông cao cần thoả mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

4.5.2 Tỷ số loại bỏ tần số trung gian

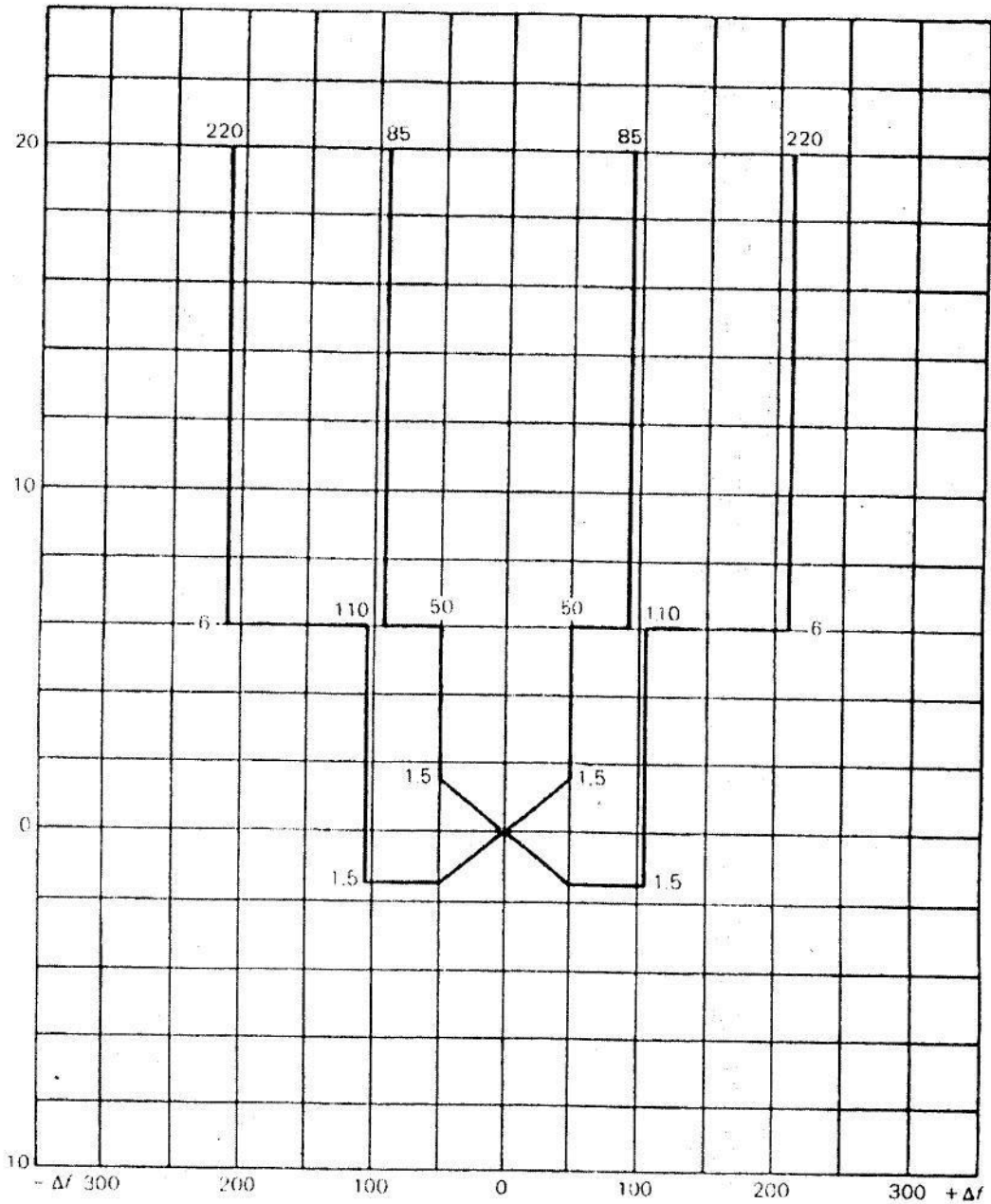
Tỷ số giữa điện áp sóng sin đầu vào ở tần số trung gian và điện áp ở tần số điều hưởng tạo ra cùng một chỉ thị trên máy thu đo không được nhỏ hơn 40 dB. Nếu sử dụng nhiều hơn một tần số trung gian, yêu cầu này phải được thoả mãn ở từng tần số trung gian.

4.5.3 Tỷ số loại bỏ tần số ảnh

Tỷ số giữa điện áp sóng sin đầu vào ở tần số ảnh và điện áp ở tần số điều hưởng tạo ra cùng một chỉ thị trên máy thu đo không được nhỏ hơn 40 dB. Nếu sử dụng nhiều hơn một tần số trung gian, yêu cầu này phải được thoả mãn ở các tần số ảnh ứng với từng tần số trung gian.

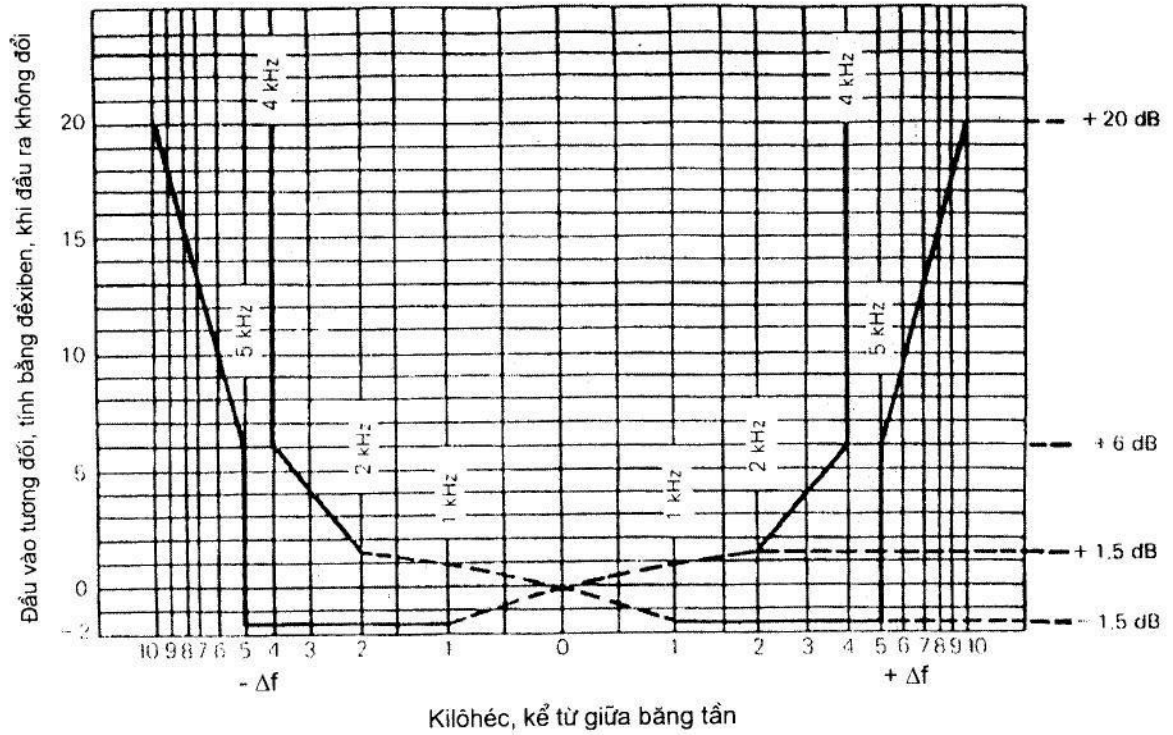
¹⁾ EN 50065-1 : 2001, Phát tín hiệu trong hệ thống lắp đặt điện hạ áp ở dải tần số 3 kHz đến 148,5 kHz – Phần 1: Yêu cầu chung, các băng tần và nhiễu điện từ.

Đầu vào tương đối, tính bằng đêxiben, khi đầu ra không đổi

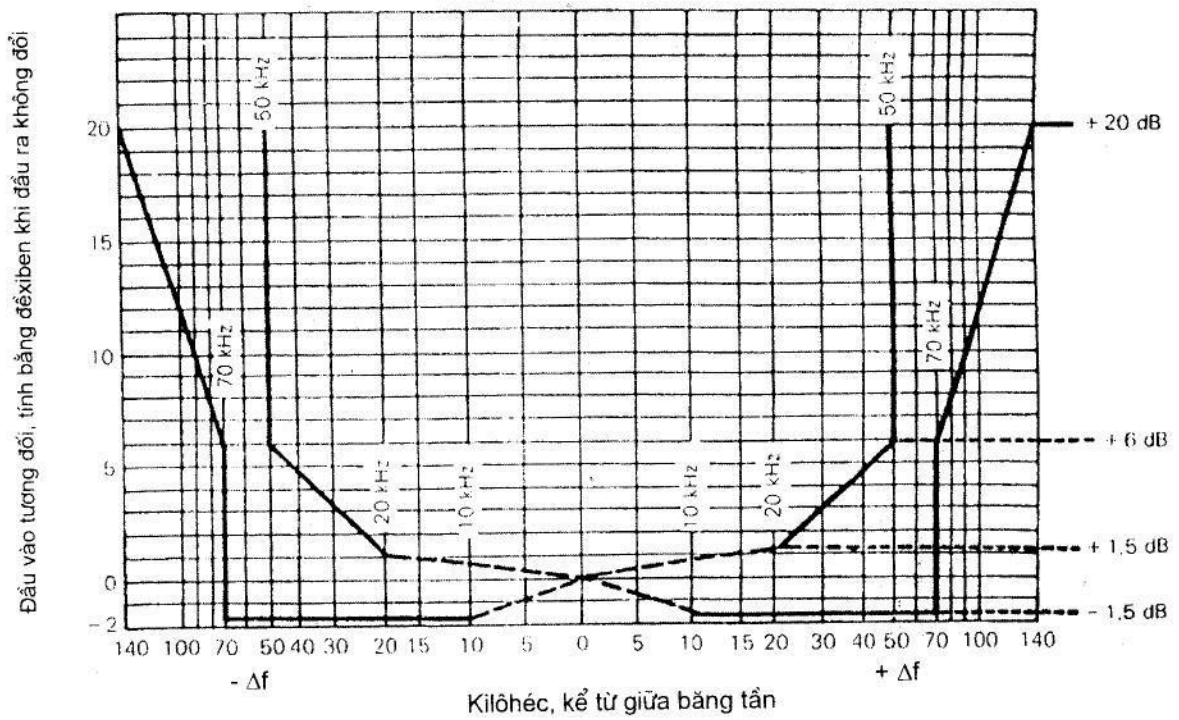


Héc, kể từ giữa băng tần

Hình 2a – Giới hạn độ chọn lọc trên toàn băng – băng thông
(xem 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) (Băng tần A)



Hình 2b – Giới hạn độ chọn lọc trên toàn băng – băng thông (xem 4.5.1, 5.5, 6.5) (Băng tần B)



Hình 2c – Giới hạn độ chọn lọc trên toàn băng – băng thông (xem 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) (Băng tần C và D)

Hình 2 – Giới hạn độ chọn lọc trên toàn băng

4.5.4 Các đáp tuyến giả khác

Tỷ số giữa điện áp sóng sin ở đầu vào tại các tần số không phải là tần số qui định trong 4.5.2 và 4.5.3 và điện áp tại tần số điều hưởng tạo ra cùng một chỉ thị trên máy thu đo không được nhỏ hơn 40 dB. Ví dụ về các tần số có thể xuất hiện các đáp tuyến giả là:

$$(1/m)(nf_L \pm f_i) \text{ và } (1/k)(f_o)$$

trong đó:

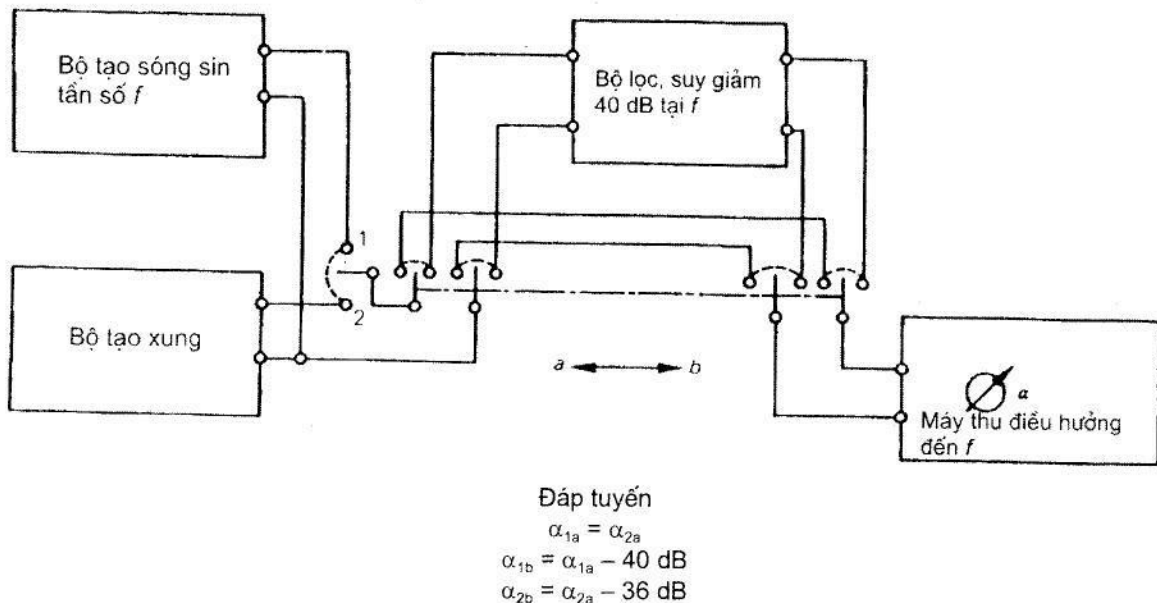
- | | | | |
|-----------|----------------------------|-------|-----------------------|
| m, n, k | là số nguyên; | f_i | là tần số trung gian; |
| f_L | là tần số bộ dao động nội; | f_o | là tần số điều hưởng. |

CHÚ THÍCH: Nếu sử dụng từ hai tần số trung gian trở lên thì tần số f_L và f_i có thể là một trong các tần số trung gian và tần số bộ dao động nội được sử dụng. Ngoài ra, đáp tuyến giả có thể xuất hiện khi không có tín hiệu đầu vào đặt đến máy thu đo; ví dụ như khi các hài của bộ dao động nội khác biệt về tần số ở một trong các tần số trung gian. Vì thế, các yêu cầu trong 4.5.4 không thể áp dụng trong trường hợp xuất hiện các đáp tuyến giả. Ảnh hưởng của các đáp tuyến giả này được đề cập trong 4.7.2.

4.6 Giới hạn của các hiệu ứng xuyên điều chế

Đáp tuyến của máy thu đo không được bị ảnh hưởng bởi các hiệu ứng xuyên điều chế khi được thử nghiệm như dưới đây.

Việc bố trí thiết bị như cho trên Hình 3. Máy phát xung có phổ về cơ bản là đồng nhất đến tần số 3) nhưng ít nhất là 10 dB ở tần số 4) của các tần số cho trong Bảng 4. Bộ lọc chặn băng có độ suy giảm ít nhất là 40 dB ở tần số thử nghiệm. Độ rộng băng tần, B_b , có liên quan đến độ suy giảm lớn nhất của bộ lọc phải nằm trong khoảng các tần số 1) và 2) cho trong Bảng 4.



Hình 3 – Bố trí thiết bị cho thử nghiệm các hiệu ứng xuyên điều chế

Bảng 4 – Đặc tính độ rộng băng tần dùng cho thử nghiệm xuyên điều chế của máy thu đo tựa đỉnh

Dải tần	1) kHz	2) kHz	3) MHz	4) MHz
9 kHz đến 150 kHz (băng tần A)	0,4	4	0,15	0,3
0,15 MHz đến 30 MHz (băng tần B)	20	200	30	60
30 MHz đến 300 MHz (băng tần C)	500	2 000	300	600
300 MHz đến 1 000 MHz (băng tần D)	500	6 000	1 000	2 000

Nối trực tiếp đầu ra của máy phát sóng sin với đầu vào của máy thu đo và điều chỉnh để có số đọc thích hợp. Thay thế máy phát sóng sin bằng máy phát xung và điều chỉnh để có cùng số đọc. Tần số lặp xung phải là 100 Hz đối với băng tần A và 1 000 Hz đối với các băng tần khác.

Với máy phát xung được nối như mô tả trên đây, việc đóng cắt bộ lọc vào mạch phải tạo ra độ suy giảm không nhỏ hơn 36 dB.

4.7 Hạn chế tạp của máy thu và tín hiệu giả phát sinh bên trong

4.7.1 Tạp ngẫu nhiên

Tạp nền không được gây sai số quá 1 dB.

CHÚ THÍCH: Điểm mà tại đó tạp nền gây ra sai số 1 dB có thể tìm thấy bằng cách đặt một tín hiệu S, sao cho số chỉ thị của dụng cụ đo lớn hơn rất nhiều (ví dụ 40 dB) so với mức tạp N. Bằng cách giảm mức tín hiệu S, số chỉ của dụng cụ đo sẽ đạt đến điểm S_1 , tại đó $(S_1 + N)$ sai lệch so với đặc tính tuyến tính là 1 dB.

4.7.2 Sóng liên tục

Khi sử dụng hai tần số trung gian trở lên, sự tồn tại các đáp tuyến giả như được nêu trong chú thích của 4.5.4 không được gây sai số đo quá 1 dB khi có tín hiệu đầu vào bất kỳ đến máy thu đo. Đối với máy thu đo có suy giảm trong bộ khuếch đại IF, yêu cầu này được coi là thoả mãn nếu máy thu tuân thủ 4.7.1 khi được thử nghiệm như mô tả trong 4.7.1, tuy nhiên độ suy giảm ở các tầng trung gian phải được bù lại sau tầng trộn cuối cùng.

4.8 Hiệu quả chống nhiễu

Hiệu quả chống nhiễu là thước đo khả năng của máy thu đo làm việc trong trường điện từ mà không suy giảm chất lượng. Yêu cầu này áp dụng với các máy thu làm việc trong "phạm vi chỉ thị CISPR" do nhà chế tạo qui định như mô tả trong 3.9.

Việc chống nhiễu của máy thu phải sao cho khi đặt máy thu trong trường điện từ 3 V/m bao quanh (không điều chế) ở tần số bất kỳ trong dải tần 9 kHz đến 1 000 MHz, sai số không lớn hơn 1dB tại giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của phạm vi chỉ thị CISPR như qui định bởi nhà chế tạo máy thu. Trong trường hợp

TCVN 6989-1-1 : 2008

máy thu đo không miễn nhiễm với trường điện từ 3 V/m thì nhà chế tạo phải nêu cường độ trường và tần số mà tại đó sai số vượt quá 1 dB. Thử nghiệm phải được thực hiện như mô tả dưới đây.

Máy thu phải được đặt bên trong một hộp chống nhiễu. Tín hiệu đầu vào phải được đặt vào máy thu qua một cáp có chống nhiễu tốt dài 2 m (ví dụ như cáp nửa cứng), thông qua ống dẫn trên thành hộp, đến máy phát tín hiệu đặt bên ngoài hộp. Mức tín hiệu vào phải ở giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của phạm vi chỉ thị CISPR như qui định bởi nhà chế tạo máy thu. Tất cả các đầu nối đồng trục khác của máy thu phải được đấu theo trở kháng đặc tính của chúng.

Chỉ các dây dẫn chính (ví dụ như cáp nguồn và cáp đầu vào) để sử dụng bình thường máy thu đo theo cấu hình tối thiểu của nó (không lắp các tùy chọn như các ống nghe) mới được nối vào trong quá trình thử nghiệm. Các dây dẫn này phải có chiều dài và phải được bố trí như trong sử dụng điển hình.

Cường độ trường bao quanh ở vùng lân cận máy thu đo phải được đo bằng thiết bị theo dõi cường độ trường.

Chỉ thị trên đồng hồ đo của máy thu trong trường hợp có trường điện từ bao quanh không được sai khác quá 1 dB so với chỉ thị trên đồng hồ đo khi không có trường điện từ bao quanh.

4.8.1 Giới hạn phát xạ tần số radiô từ máy thu đo

4.8.1.1 Phát xạ dẫn

Điện áp nhiễu tần số radiô tại chân nối bất kỳ của các đường dây ngoài (không chỉ riêng các đầu nối điện lưới) không được vượt quá giới hạn đối với thiết bị cấp B cho trong 5.1 của TCVN 6988 (CISPR 11). Tuy nhiên, không yêu cầu đo điện áp nhiễu tần số radiô trên các đường dẫn bên trong có các mạch nối có bọc kim tới thiết bị có chống nhiễu. Công suất đưa vào máy phát dao động nội ở đầu vào của máy thu đo nối với trở kháng đặc tính của nó không được vượt quá 34 dB(pW) tương đương với giá trị 50 μ V rơi trên điện trở 50 Ω .

4.8.1.2 Phát xạ bức xạ

Cường độ trường nhiễu tần số radiô do máy thu đo phát xạ trong dải tần 9 kHz đến 1 000 MHz không được vượt quá giới hạn đối với thiết bị cấp B nêu trong 5.2 của TCVN 6988 (CISPR 11). Các giới hạn này cũng áp dụng cho dải tần số (tần số ISM) liệt kê trong Bảng 1 của TCVN 6988 (CISPR 11). Trong dải tần số 1 GHz đến 18 GHz, phải áp dụng giới hạn 45 dB(pW).

Trước khi thực hiện phép đo phát xạ bức xạ và phát xạ dẫn, cần đảm bảo rằng tạp của thiết bị thử nghiệm (ví dụ điều khiển bằng máy tính) không làm ảnh hưởng đến các kết quả đo.

4.9 Phương tiện để nối đến bộ phân tích nhiễu không liên tục

Đối với mọi băng tần, máy thu đo nhiễu phải có cả đầu ra tần số trung gian lẫn đầu ra từ bộ tách sóng tựa đỉnh để thực hiện phép đo nhiễu không liên tục. Tải của các đầu ra này không được làm ảnh hưởng đến thiết bị chỉ thị.

5 Máy thu đo có bộ tách sóng đỉnh trong dải tần 9 kHz đến 18 GHz

Điều này qui định các yêu cầu đối với máy thu đo sử dụng bộ tách sóng đỉnh để đo nhiễu xung hoặc nhiễu có điều chế xung.

Bộ phân tích phổ thoả mãn các yêu cầu của điều này có thể được sử dụng trong các phép đo để chứng tỏ sự phù hợp.

5.1 Trở kháng vào

Đầu vào của máy thu đo phải là mạch không cân bằng. Để đặt chế độ điều khiển máy thu trong phạm vi chỉ thị CISPR, trở kháng vào phải có giá trị danh nghĩa là 50 Ω với hệ số điện áp sóng đứng không vượt quá các giá trị cho trong Bảng 5.

Bảng 5 – Yêu cầu về hệ số điện áp sóng đứng (VSWR) đối với trở kháng vào của máy thu

Dải tần số	Độ suy giảm RF, dB	VSWR
9 kHz đến 1 GHz	0	2,0:1
9 kHz đến 1 GHz	≥ 10	1,2:1
1 GHz đến 18 GHz	0	3,0:1
1 GHz đến 18 GHz	≥ 10	2,0:1

Khi trở kháng vào đối xứng trong dải tần 9 kHz đến 30 MHz thì sử dụng biến áp đầu vào cân bằng để thực hiện phép đo đối xứng (tức là không nối đất). (Trở kháng vào ưu tiên là 600 Ω đối với dải tần 9 kHz đến 150 kHz). Trở kháng vào đối xứng có thể lắp trong mạng mô phỏng đối xứng liên quan cần thiết để ghép nối với máy thu hoặc lắp tùy chọn trong bản thân máy thu đo.

5.2 Đặc tính cơ bản

5.2.1 Độ rộng băng tần

Đối với tất cả các loại nhiễu băng rộng, giá trị thực của độ rộng băng tần phải được nêu khi đưa ra mức nhiễu và độ rộng băng tần nằm trong phạm vi các giá trị cho ở Bảng 6.

Bảng 6 – Yêu cầu về độ rộng băng tần

Dải tần số	Độ rộng băng tần B_e	Độ rộng băng tần chuẩn
9 kHz đến 150 kHz (Băng tần A)	100 Hz đến 300 Hz ^a	200 Hz (B_6)
0,15 MHz đến 30 MHz (Băng tần B)	8 kHz đến 10 kHz ^a	9 kHz (B_6)
30 MHz đến 1 000 MHz (Băng tần C và D)	100 kHz đến 500 kHz ^a	120 kHz (B_6)
1 GHz đến 18 GHz (Băng tần E)	300 kHz đến 2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})

^a Vì đáp tuyến của máy thu đo đỉnh với xung không xếp chồng tỷ lệ với độ rộng băng tần xung của nó nên hoặc độ rộng băng tần thực tế được đưa vào kết quả hoặc mức có thể được đưa ra dưới dạng "tính theo độ rộng băng tần 1 MHz" tính được bằng cách lấy giá trị đo được chia cho độ rộng băng tần xung, tính bằng MHz (xem 3.2). Đối với các loại nhiễu băng rộng khác, qui trình này có thể gây sai số. Trong trường hợp có nghi ngờ, ưu tiên các dữ liệu đo được với băng tần chuẩn.

^b Độ rộng băng tần được chọn phải được xác định là độ rộng băng tần xung của máy thu đo với dung sai $\pm 10\%$.

5.2.2 Tỷ số giữa hằng số thời gian nạp và phóng điện

Để đạt được số đọc trên đồng hồ nằm trong khoảng 10 % giá trị đúng của đỉnh tại tốc độ lặp 1 Hz, tỷ số giữa hằng số thời gian phóng điện và hằng số thời gian nạp không được nhỏ hơn các giá trị nêu dưới đây.

- a) $1,89 \times 10^4$ trong dải tần 9 kHz đến 150 kHz;
- b) $1,25 \times 10^6$ trong dải tần 150 kHz đến 30 MHz;
- c) $1,67 \times 10^7$ trong dải tần 30 MHz đến 1 000 MHz;
- d) $1,34 \times 10^8$ trong dải tần 1 GHz đến 18 GHz.

Nếu máy thu thử nghiệm có khả năng duy trì đỉnh thì thời gian duy trì phải điều chỉnh được đến giá trị từ 30 ms đến 3 s.

CHÚ THÍCH: Đối với máy thu có sử dụng kỹ thuật duy trì đỉnh (và phóng điện cưỡng bức sau thời gian duy trì) hoặc tách sóng đỉnh kỹ thuật số thì yêu cầu về tỷ số giữa hằng số thời gian nạp và hằng số thời gian phóng điện là không có liên quan. Có thể sử dụng chức năng duy trì lớn nhất của hiển thị đối với các tín hiệu có biên độ biến đổi theo thời gian.

Nếu sử dụng bộ phân tích phổ cho các phép đo đỉnh thì độ rộng băng tần tín hiệu hình (B_{video}) phải được đặt đến giá trị lớn hơn hoặc bằng độ rộng băng tần phân giải (B_{res}). Đối với phép đo đỉnh, có thể đọc kết quả từ bộ phân tích phổ với bộ tách sóng làm việc ở phương thức tuyến tính hoặc loga.

5.2.3 Hệ số quá tải

Đối với máy thu đo đỉnh, hệ số quá tải không cần phải lớn như đối với các loại máy thu đo khác. Với hầu hết các bộ tách sóng đọc trực tiếp, hệ số quá tải chỉ cần lớn hơn 1 một chút. Hệ số quá tải phải đủ cho các hằng số thời gian sử dụng (xem 5.2.2).

5.3 Độ chính xác của điện áp sóng sin

Độ chính xác của phép đo điện áp sóng sin phải tốt hơn ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB đối với các tần số trên 1 GHz) khi cung cấp tín hiệu sóng sin ở trở kháng nguồn có điện trở 50 Ω .

5.4 Đáp tuyến xung

Ở tần số đến 1 000 MHz, đáp tuyến xung của máy thu đo với các xung có diện tích $1,4/B_{imp}$ mVs (trong đó B_{imp} tính bằng Hz), sức điện động ở trở kháng nguồn 50 Ω phải bằng đáp tuyến với tín hiệu sóng sin không điều chế tại tần số điều hưởng có sức điện động hiệu dụng là 2 mV[66 dB(μ V)]. Trở kháng nguồn của máy phát xung và của máy phát tín hiệu phải như nhau. Các xung phải có phổ đồng nhất theo Bảng 2. Trong mức điện áp sóng sin, dung sai cho phép là $\pm 1,5$ dB, và dung sai này là yêu cầu đối với mọi tần số lặp xung mà tại đó không xuất hiện xung xếp chồng ở đầu ra của bộ khuếch đại IF.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục B và C mô tả các phương pháp xác định đặc tính đầu ra của máy phát xung dùng trong thử nghiệm các yêu cầu của điều 5.4 này.

CHÚ THÍCH 2: Tại tốc độ lặp là 25 Hz đối với băng tần A và 100 Hz đối với các băng tần khác, quan hệ giữa các chỉ số của máy thu đo đỉnh và máy thu đo tựa đỉnh với độ rộng băng tần ưu tiên được cho trong Bảng 7.

Bảng 7 – Đáp tuyến xung tương đối của máy thu đo đỉnh và máy thu đo tựa đỉnh đối với cùng một độ rộng băng tần (dải tần 9 kHz đến 1 000 MHz)

Tần số	IS mVs	B_{imp} Hz	Tỷ số đỉnh/tựa đỉnh (dB) đối với tốc độ lặp xung	
			25 Hz	100 Hz
Băng tần A	$6,67 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^3$	6,1	–
Băng tần B	$0,148 \times 10^{-3}$	$9,45 \times 10^3$	–	6,6
Băng tần C và D	$0,011 \times 10^{-3}$	$126,0 \times 10^3$	–	12,0

CHÚ THÍCH: Đáp tuyến xung trên cơ sở chỉ sử dụng độ rộng băng tần chuẩn (xem Bảng 6).

Ở tần số trên 1 GHz, cường độ xung yêu cầu được xác định bằng cách sử dụng sóng mang có điều chế xung ở tần số thử nghiệm vì máy phát xung có phổ đồng nhất lên đến 18 GHz là không dễ dàng. (xem E.6)

5.5 Độ chọn lọc

Vì các yêu cầu về độ rộng băng tần của 5.2.1 có thể khác so với các độ rộng băng tần cho trong Hình 2a, 2b và 2c cho nên các đường cong chọn lọc này áp dụng cho các máy thu đo đỉnh chỉ liên quan đến hình dáng, và trục tần số phải có thang đo phù hợp. Ví dụ, $B_p/2$ ứng với 100 Hz trên Hình 2a.

Áp dụng các yêu cầu của 4.5.2, 4.5.3 và 4.5.4.

Yêu cầu về độ chọn lọc của máy thu đo đối với băng tần E đang được xem xét.

5.6 Hiệu ứng xuyên điều chế, tạp máy thu và chống nhiễu

Đối với dải tần thấp hơn 1 GHz, áp dụng các yêu cầu nêu trong 4.6, 4.7 và 4.8. Áp dụng thêm 4.7 và 4.8.1 đối với băng tần E.

Ngoài ra, đối với băng tần E áp dụng các yêu cầu sau:

- Yêu cầu đối với hiệu ứng xuyên điều chế đang được xem xét;
- Bộ lọc chọn trước đối với băng tần E: khi đo các tín hiệu giả mức thấp khi có tín hiệu cơ bản cao đối với một số thiết bị cần thử nghiệm thì lắp thêm bộ lọc ở đầu vào máy thu đo (bên trong hoặc bên ngoài) để tạo ra đủ độ suy giảm thích hợp ở tần số cơ bản để bảo vệ mạch đầu vào của máy thu khỏi bị quá tải và hư hại và để ngăn ngừa việc tạo ra các tín hiệu hài và xuyên điều chế.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường, độ suy giảm 30 dB khi có bộ lọc ở tần số cơ bản của thiết bị cần thử nghiệm được coi là đủ.

CHÚ THÍCH 2: Có thể yêu cầu có một số bộ lọc khi có nhiều tần số cơ bản.

Yêu cầu về hiệu quả chống nhiễu, tức là miễn nhiễm với nhiễu bức xạ cao, đang được xem xét.

6 Máy thu đo có bộ tách sóng trung bình trong dải tần 9 kHz đến 18 GHz

Nhìn chung, máy thu đo trung bình không sử dụng cho phép đo nhiễu xung. Loại máy thu này có bộ tách sóng được thiết kế để thể hiện giá trị trung bình của đường bao tín hiệu đi qua các tầng trước bộ tách sóng. Bộ tách sóng trung bình được sử dụng để đo tín hiệu băng hẹp nhằm khắc phục các vấn đề liên quan đến thành phần điều chế hoặc sự có mặt của nhiễu băng rộng.

Bộ phân tích phổ thoả mãn các yêu cầu của điều này có thể được sử dụng trong các phép đo để chứng tỏ sự phù hợp.

6.1 Trở kháng vào

Cổng đầu vào của máy thu đo phải là mạch không cân bằng. Để đạt chế độ điều khiển máy thu nằm trong phạm vi chỉ thị CISPR, trở kháng vào phải có giá trị danh nghĩa là 50 Ω với hệ số điện áp sóng đứng không vượt quá các giá trị cho trong Bảng 5.

Khi trở kháng vào đối xứng (cân bằng) trong dải tần 9 kHz đến 150 kHz: Cho phép sử dụng biến áp đầu vào cân bằng để thực hiện phép đo đối xứng (tức là không nối đất). (Trở kháng vào tốt nhất là 600Ω đối với dải tần 9 kHz đến 150 kHz). Trở kháng vào đối xứng có thể được lắp vào mạng giả đối xứng liên quan cần thiết để ghép nối với máy thu hoặc được lắp tùy ý trong bản thân máy thu đo.

6.2 Đặc tính cơ bản

6.2.1 Độ rộng băng tần

Độ rộng băng tần phải nằm trong phạm vi các giá trị cho ở Bảng 8.

Bảng 8 – Yêu cầu về độ rộng băng tần

Dải tần số	Độ rộng băng tần B_6	Độ rộng băng tần chuẩn
9 kHz đến 150 kHz (Băng tần A)	100 Hz đến 300 Hz ^a	200 Hz (B_6)
150 kHz đến 30 MHz (Băng tần B)	8 kHz đến 10 kHz ^a	9 kHz (B_6)
30 MHz đến 1 000 MHz (Băng tần C và D)	100 kHz đến 500 kHz ^a	120 kHz (B_6)
1 GHz đến 18 GHz (Băng tần E)	300 kHz đến 2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})

^a Độ rộng băng tần được nêu trong E.1. Nếu sử dụng độ rộng băng tần khác với độ rộng băng tần chuẩn thì phải nêu độ rộng băng tần này khi báo cáo thử nghiệm.

^b Độ rộng băng tần được chọn phải được xác định như trong Bảng 6.

6.2.2 Hệ số quá tải

Đối với máy thu đo có bộ tách sóng trung bình, hệ số quá tải của mạch đặt trước bộ tách sóng ở tốc độ lặp xung n Hz phải là B_{imp}/n , với B_{imp} tính bằng Hz.

Máy thu không được quá tải đối với tốc độ xung lớn hơn hoặc bằng 25 Hz đối với băng tần A, 500 Hz đối với băng tần B và 5 000 Hz đối với băng tần C và D.

CHÚ THÍCH: Nhìn chung, đối với loại máy thu này, không thể có hệ số quá tải đủ để ngăn ngừa hoạt động không tuyến tính của máy thu ở tốc độ xung rất thấp (không xác định được đáp tuyến với xung đơn).

6.3 Độ chính xác của điện áp sóng sin

Độ chính xác của phép đo điện áp sóng sin phải tốt hơn ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB đối với các tần số trên 1 GHz) khi máy thu được cung cấp một tín hiệu sóng sin ở trở kháng nguồn có điện trở 50Ω .

6.4 Đáp tuyến xung

CHÚ THÍCH: Phụ lục B và C mô tả các phương pháp xác định đặc tính đầu ra của máy phát xung để dùng trong thử nghiệm các yêu cầu của điều này trong dải tần thấp hơn 1 GHz.

6.4.1 Quan hệ về biên độ

Đối với tần số đến 1 000 MHz, bộ tách sóng trung bình được xác định như sau (trung bình tuyến tính): đáp tuyến của máy thu đo với các xung có tốc độ lặp n Hz và có diện tích xung là $1,4/n$ mVs sức điện động ở trở kháng nguồn 50Ω , phải bằng với đáp tuyến của tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số điều hưởng có giá trị hiệu dụng của sức điện động là 2 mV [66 dB(μ V)]. Trở kháng nguồn của máy phát xung và máy phát tín hiệu phải giống nhau. Các xung phải có phổ đồng nhất theo Bảng 2 của 4.4.1. Giá trị n phải là 25 đối với băng tần A, 500 đối với băng tần B và 5 000 đối với băng tần C và D. Dung sai cho phép tính theo mức điện áp sóng sin là 2,5 dB/-0,5 dB.

CHÚ THÍCH: Bảng 9 đưa ra mối quan hệ giữa chỉ số trên máy thu đo trung bình và máy thu đo tựa đỉnh có cùng độ rộng băng tần, tại các tần số lặp 25, 100, 500, 1 000 và 5 000 Hz, giả thiết là có hệ số quá tải thích hợp và mức đầu ra không đổi.

Bảng 9 – Đáp tuyến xung tương đối của máy thu đo trung bình và tựa đỉnh có cùng độ rộng băng tần (dải tần 9 kHz đến 1 GHz)

Dải tần số của máy thu đo	Tỷ số tựa đỉnh/trung bình (dB) dùng cho tốc độ lặp xung				
	25 Hz	500 Hz	500 Hz	1 000 Hz	5 000 Hz
9 kHz đến 150 kHz (Băng tần A)	12,4				
0,15 MHz đến 30 MHz (Băng tần B)		(32,9)	22,9	(17,4)	
30 MHz đến 1 000 MHz (Băng tần C và D)				(38,1)	26,3
CHÚ THÍCH 1: Đáp tuyến xung trên cơ sở chỉ sử dụng độ rộng băng tần chuẩn (xem Bảng 8)					
CHÚ THÍCH 2: Giá trị trong ngoặc đơn chỉ để tham khảo.					

Đối với tần số lớn hơn 1 GHz (băng tần E), có hai phương thức về bộ tách sóng trung bình (có trọng số): tuyến tính và loga:

Đối với bộ tách sóng trung bình tuyến tính, đáp tuyến của máy thu đo với các xung có tốc độ lặp n Hz và có diện tích xung là $1,4/n$ mVs sức điện động ở trở kháng nguồn 50Ω , phải bằng với đáp tuyến của tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số điều hưởng có sức điện động hiệu dụng là 2 mV [66 dB(μ V)]. Xung phải được xác định như sóng mang có điều chế xung. Giá trị n phải là 50 000. Dung sai cho phép là $\pm 1,5$ dB tính theo mức điện áp sóng sin.

Đối với bộ tách sóng trung bình loga, đáp tuyến của máy thu đo với các xung có tốc độ lặp 333 kHz (nghịch đảo của chu kỳ 3μ s) và có diện tích xung $6,7$ nVs sức điện động ở trở kháng nguồn 50Ω phải bằng với đáp tuyến của tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số điều hưởng có sức điện động hiệu dụng là 2 mV [66 dB(μ V)]. Dung sai cho phép là ± 4 dB tính theo mức điện áp sóng sin (10 % dung sai của độ rộng băng tần gây ra sự thay đổi xấp xỉ $\pm 2,5$ dB).

Để có thêm thông tin, xem điều E.6.

CHÚ THÍCH 1: Tách sóng trung bình có thể đạt được bằng bộ phân tích phổ làm việc với độ rộng băng tần tín hiệu hình $B_{\text{video}} \ll B_{\text{res}}$ để có được giá trị lấy trung bình thích hợp dựa trên tần số lặp của tín hiệu đo được. Đối với phép đo dựa trên việc giảm độ rộng băng tần tín hiệu hình, phải đảm bảo thời gian quét đủ dài để bộ lọc tín hiệu hình đáp ứng đúng.

CHÚ THÍCH 2: Đối với phép đo trung bình (có trọng số) ở phương thức tuyến tính, kết quả sẽ tương ứng với mức trung bình của tín hiệu đo được. Nếu sử dụng phương thức loga, kết quả sẽ tương ứng với mức trung bình của các giá trị loga của tín hiệu đo được. Do đó, đối với tín hiệu sóng vuông lấy giá trị 20 dB(μV) và 60 dB(μV), mức đạt được ở phương thức loga là 40 dB(μV), trong khi đó ở phương thức tuyến tính, mức 54,1 dB(μV) đại diện cho giá trị trung bình thực của tín hiệu.

6.4.2 Sự thay đổi theo tần số lặp

Đáp tuyến với xung lặp của máy thu đo có bộ tách sóng trung bình tuyến tính phải sao cho, với chỉ số không đổi trên máy thu đo, quan hệ giữa biên độ và tần số lặp tuân thủ qui tắc dưới đây:

Biên độ tỷ lệ nghịch với tần số lặp

Cho phép dung sai là +3 dB đến -1 dB trong dải tần từ tần số lặp thấp nhất có thể sử dụng được đến tần số $B_3/2$, như đã xác định từ các xem xét quá tải.

CHÚ THÍCH: Đường cong đáp tuyến xung theo lý thuyết của máy thu tách sóng tựa đỉnh và máy thu tách sóng trung bình, kết hợp trên một thang đo giá trị tuyệt đối, được thể hiện trên Hình 1d. Đáp tuyến với xung lặp của máy thu đo có bộ tách sóng trung bình theo phương thức loga (ở tần số trên 1 GHz) bị ảnh hưởng bởi mức tạp giữa các xung. Khi sử dụng các giá trị dưới đây:

$L_{\log Av}$	là mức được chỉ thị trên bộ tách sóng trung bình loga
T_P	là độ rộng xung
L_P	là mức xung, tính bằng dB(μV)
T_N	là thời gian của mức tạp
L_N	là mức tạp, tính bằng dB(μV)

thì áp dụng quan hệ gần đúng sau:

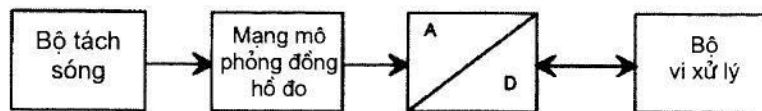
$$L_{\log Av} = \left(\frac{T_P L_P + T_N L_N}{T_P + T_N} \right)$$

Ví dụ: Nếu mức xung L_P là 85 dB(μV), mức tạp L_N là 8 dB(μV), $T_P = 1/B_{\text{trp}} = 1 \mu\text{s}$, tốc độ xung là 100 000 thì $T_N \approx 9 \mu\text{s}$. Từ công thức này, $L_{\log Av} = 15,7 \text{ dB}(\mu\text{V})$. Trong thực tế, $L_{\log Av}$ có giá trị lớn hơn vì T_P lớn hơn, bởi vì tín hiệu xung ở đầu ra IF không giảm ngay về mức tạp sau 1 μs .

Dung sai đang được xem xét.

6.4.3 Đáp tuyến với nhiều băng hẹp gián đoạn, không ổn định và trôi

Đáp tuyến với nhiều băng hẹp gián đoạn, không ổn định và trôi phải sao cho kết quả đo tương đương với số đọc đỉnh của đồng hồ đo với hằng số thời gian là 160 ms đối với băng tần A và B và 100 ms đối với băng tần C và D, như mô tả trên Hình 5. Hằng số thời gian được xác định như trong A.3.1. Điều này có thể được thực hiện bằng mạng mô phỏng đồng hồ đo lắp phía sau bộ tách đường bao sóng của máy thu. Giá trị đọc đỉnh có thể có được, ví dụ, bằng cách theo dõi liên tục đầu ra của đồng hồ đo sử dụng bộ chuyển đổi A/D và bộ vi xử lý, như thể hiện trên Hình 4.



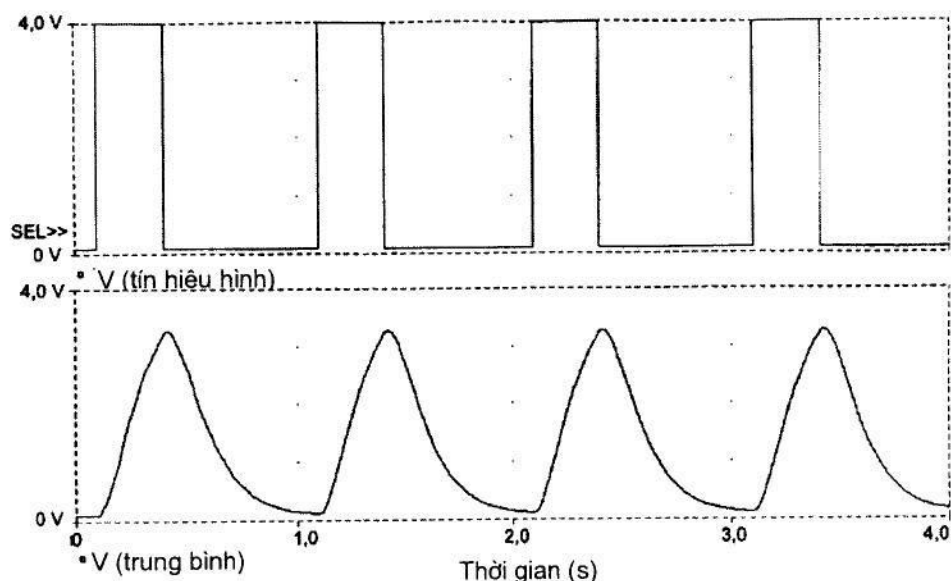
Hình 4 – Sơ đồ khối của bộ tách sóng trung bình

Đối với băng tần E, hằng số thời gian của đồng hồ đo đối với bộ tách sóng trung bình tuyến tính là 100 ms. Đối với bộ tách sóng trung bình loga, yêu cầu đang được xem xét.

Từ yêu cầu trên có thể suy ra là máy thu đo trung bình phải tạo ra số đọc lớn nhất được liệt kê trong Bảng 10 đối với tín hiệu đầu vào là sóng sin tần số radio được điều chế với các xung chữ nhật lặp lại có độ rộng xung và chu kỳ xung thể hiện trong bảng. Đối với yêu cầu này, cho phép dung sai $\pm 1,0$ dB.

Bảng 10 – Số đọc lớn nhất của máy thu đo trung bình đối với đầu vào là sóng sin điều chế xung khi so sánh với đáp tuyến với sóng sin liên tục có cùng biên độ

Xung chữ nhật lặp lại để điều chế	Máy thu băng tần A/B $T_M = 0,16$ s	Máy thu băng tần C/D $T_M = 0,1$ s
Độ rộng xung = T_M Chu kỳ xung = 1,6 s	0,353 (= -9,0 dB)	0,353 (= -9,0 dB)
CHÚ THÍCH: Trong băng tần E, yêu cầu này chỉ áp dụng với bộ tách sóng trung bình tuyến tính.		



CHÚ THÍCH 1: Đáp tuyến với nhiều băng hẹp gián đoạn có thể được xác định với bộ tách sóng trung bình loga làm việc với độ rộng băng tần tín hiệu hình nhất định, ví dụ 10 Hz, và với chức năng lưu giữ đường quét cực đại của phổ.

CHÚ THÍCH 2: Đáp tuyến thể hiện trên hình do tín hiệu băng hẹp gián đoạn gây ra với độ rộng xung 0,3 s và tần số lặp 1 Hz, khi sử dụng hằng số thời gian 100 ms. Nếu hằng số thời gian là 160 ms thì các đỉnh ở đầu ra của mạng mô phỏng đồng hồ đo sẽ thấp hơn.

Hình 5 – Đáp tuyến của mạng mô phỏng đồng hồ đo với tín hiệu băng hẹp gián đoạn

6.5 Độ chọn lọc

Đối với máy thu có độ rộng băng tần 200 Hz (trong dải tần 9 kHz đến 150 kHz) hoặc độ rộng băng tần 9 kHz (trong dải tần 0,15 MHz đến 30 MHz), độ chọn lọc trên toàn băng phải nằm trong phạm vi giới hạn tương ứng trên Hình 2a và 2b. Đối với máy thu có độ rộng băng tần 120 kHz (trong dải tần 30 MHz đến 1 000 MHz), độ chọn lọc trên toàn băng phải nằm trong phạm vi giới hạn thể hiện trên Hình 2c. Đối với máy thu có độ rộng băng tần khác, Hình 2a, 2b và 2c chỉ mô tả hình dạng, còn trục tần số phải có thang đo thích hợp. Đối với máy thu có băng tần E, độ chọn lọc đang được xem xét.

Áp dụng các yêu cầu của 4.5.2, 4.5.3 và 4.5.4.

CHÚ THÍCH: Để phép đo của thiết bị có yêu cầu độ chọn lọc cao hơn ở tần số chuyển tiếp giữa 130 kHz và 150 kHz (ví dụ, thiết bị phát tín hiệu nguồn lưới như định nghĩa trong EN 50065-1¹⁾) thì có thể lắp thêm bộ lọc thông cao trước máy thu đo để có được độ chọn lọc kết hợp dưới đây giữa máy thu đo CISPR và bộ lọc thông cao.

Tần số kHz	Suy giảm tương đối dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

Máy thu đo kết hợp với bộ lọc thông cao cần đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

6.6 Hiệu ứng xuyên điều chế, tạp máy thu và chống nhiễu

Áp dụng các yêu cầu nêu trong 5.6.

7 Máy thu đo có bộ tách sóng hiệu dụng dùng trong dải tần 9 kHz đến 18 GHz

Bộ phân tích phổ thoả mãn các yêu cầu của điều này có thể được sử dụng trong các phép đo để chứng tỏ sự phù hợp.

7.1 Trở kháng vào

Cổng đầu vào của máy thu đo phải là mạch không cân bằng. Để đạt chế độ điều khiển máy thu trong phạm vi chỉ thị CISPR, trở kháng vào phải có giá trị danh nghĩa là 50 Ω với hệ số điện áp sóng đứng không vượt quá các giá trị cho trong Bảng 5.

Khi trở kháng vào đối xứng (cân bằng) trong dải tần 9 kHz đến 30 MHz thì sử dụng biến áp đầu vào cân bằng để thực hiện phép đo đối xứng (tức là không nối đất). (Trở kháng vào tốt nhất là 600 Ω đối với dải tần 9 kHz đến 150 kHz). Trở kháng vào đối xứng này có thể lắp trong mạng mô phỏng đối xứng liên quan cần thiết để ghép nối với máy thu hoặc lắp tùy chọn trong bản thân máy thu đo.

7.2 Đặc tính cơ bản

7.2.1 Độ rộng băng tần

Độ rộng băng tần phải nằm trong phạm vi các giá trị cho ở Bảng 11.

¹⁾ EN 50065-1 : 2001, Phát tín hiệu trong hệ thống lắp đặt điện hạ áp ở dải tần số 3 kHz đến 148,5 kHz – Phần 1: Yêu cầu chung, các băng tần và nhiễu điện từ.

Bảng 11 – Yêu cầu về độ rộng băng tần

Dải tần số	Độ rộng băng tần B_6	Độ rộng băng tần chuẩn
9 kHz đến 150 kHz (Băng tần A)	100 Hz đến 300 Hz ^a	200 Hz (B_6)
0,15 MHz đến 30 MHz (Băng tần B)	8 kHz đến 10 kHz ^a	9 kHz (B_6)
30 MHz đến 1 000 MHz (Băng tần C và D)	100 kHz đến 500 kHz ^a	120 kHz (B_6)
1 GHz đến 18 GHz (Băng tần E)	300 kHz đến 2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})

^a Độ rộng băng tần được nêu trong E.1. Nếu sử dụng độ rộng băng tần khác với độ rộng băng tần chuẩn thì phải nêu độ rộng băng tần này trong báo cáo thử nghiệm.

^b Độ rộng băng tần được chọn phải được xác định như trong Bảng 6.

7.2.2 Hệ số quá tải

Đối với máy thu có bộ tách sóng giá trị hiệu dụng, hệ số quá tải của mạch đặt trước bộ tách sóng ở tốc độ lặp xung n Hz phải là $1,27(B_3/n)^{1/2}$, với B_3 tính bằng Hz.

CHÚ THÍCH 1: Nói chung, đối với bộ tách sóng loại này, không thể có hệ số quá tải đủ để ngăn ngừa hoạt động không tuyến tính của thiết bị đo ở tốc độ lặp xung rất thấp (không xác định được đáp tuyến với xung đơn). Trong bất kỳ ứng dụng nào của bộ tách sóng này, cần xác định được tốc độ lặp xung nhỏ nhất mà không gây quá tải.

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục A nêu cách tính hệ số quá tải.

7.3 Độ chính xác của điện áp sóng sin

Độ chính xác của phép đo điện áp sóng sin phải tốt hơn ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB đối với các tần số trên 1 GHz) khi máy thu được cung cấp tín hiệu sóng sin ở trở kháng nguồn có điện trở 50 Ω .

7.4 Đáp tuyến xung

CHÚ THÍCH: Phụ lục B và C mô tả các phương pháp xác định đặc tính đầu ra của máy phát xung để dùng trong thử nghiệm các yêu cầu của điều này trong dải tần thấp hơn 1 GHz.

7.4.1 Quan hệ về biên độ

Ở tần số đến 1 000 MHz, bộ tách sóng giá trị hiệu dụng được xác định như sau: đáp tuyến của máy thu đo ở băng tần A với các xung có diện tích xung $[278 (B_3)^{-1/2}] \mu\text{Vs}$ sức điện động (với B_3 tính bằng Hz) ở trở kháng nguồn 50 Ω có phổ đồng nhất ít nhất là đến tần số cao nhất có thể điều hướng được của máy thu, lặp lại với tần số 25 Hz, tại mọi tần số điều hướng, phải bằng đáp tuyến với tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số điều hướng có sức điện động hiệu dụng là 2 mV [66 dB(μV)].

TCVN 6989-1-1 : 2008

Đối với máy thu đo ở băng tần B, C và D, các giá trị tương ứng là $[139 (B_3)^{-1/2}] \mu\text{Vs}$ (với B_3 tính bằng Hz) và 100 Hz. Trở kháng nguồn của máy phát xung và máy phát tín hiệu phải như nhau. Ở các mức điện áp sóng sin nêu trên, dung sai cho phép là $\pm 1,5 \text{ dB}$.

CHÚ THÍCH: Phụ lục A nêu cách tính đáp tuyến xung của bộ tách sóng hiệu dụng. Tại tần số lặp 25 Hz và 100 Hz, tương ứng, quan hệ giữa các chỉ số của máy thu đo hiệu dụng và máy thu đo tựa đỉnh có cùng độ rộng băng tần được cho trong Bảng 12.

Bảng 12 – Đáp tuyến xung tương đối của máy thu đo hiệu dụng và máy thu đo tựa đỉnh

Dải tần số của máy thu đo	Tốc độ lặp xung, Hz	Tỷ số tựa đỉnh/hiệu dụng, dB
9 kHz đến 150 kHz (Băng tần A)	25	4,2
0,15 MHz đến 30 MHz (Băng tần B)	100	14,3
30 MHz đến 1 000 MHz (Băng tần C và D)	100	20,1

CHÚ THÍCH: Đáp tuyến xung này dựa trên cơ sở chỉ sử dụng độ rộng băng tần chuẩn (xem Bảng 11).

Đối với tần số trên 1 GHz (băng tần E), đáp tuyến của máy thu đo với các xung có tốc độ lặp 1 000 Hz và có diện tích xung sức điện động tại trở kháng nguồn 50Ω là $(44 (B_3)^{-1/2}) \mu\text{Vs}$, phải bằng với đáp tuyến của tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số điều hưởng có sức điện động hiệu dụng là 2 mV $[66 \text{ dB}(\mu\text{V})]$. Xung phải được xác định như sóng mang có điều chế xung. Để có thêm thông tin, xem E.6.

7.4.2 Sự thay đổi theo tần số lặp

Đáp tuyến với xung lặp của máy thu đo có bộ tách sóng hiệu dụng phải sao cho, với chỉ số không đổi trên máy thu đo, quan hệ giữa biên độ và tần số lặp tuân thủ qui tắc dưới đây:

Biên độ tỷ lệ nghịch với căn bậc hai của tần số lặp

Đường cong đáp tuyến đối với máy thu cụ thể phải nằm trong phạm vi các giới hạn trong Bảng 13.

Bảng 13 – Đáp tuyến xung của máy thu hiệu dụng

Tần số lặp Hz	Mức tương đương tương đối của xung, tính bằng dB			
	Băng tần A	Băng tần B	Băng tần C và D	Băng tần E
100 000	-	-		$-20 \pm 2,0$
10 000	-		$-20 \pm 2,0$	$-10 \pm 1,0$
1 000	-	$-10 \pm 1,0$	$-10 \pm 1,0$	0 (chuẩn)
100	$-6 \pm 0,6$	0 (chuẩn)	0 (chuẩn)	$-10 \pm 1,0$
25	0 (chuẩn)	$+6 \pm 0,6$	$+6 \pm 0,6$	-
20	$+1 \pm 0,7$	$+7 \pm 0,7$	$+7 \pm 0,7$	-
10	$+4 \pm 1,0$	$+10 \pm 1,0$	$+10 \pm 2,0$	-
2	$+11 \pm 1,7$	$+17 \pm 1,7$	-	-
1	$+14 \pm 2,0$	$+20 \pm 2,0$	-	-

7.5 Độ chọn lọc

Vi yêu cầu độ rộng băng tần của 7.2.1 có khác so với các độ rộng băng tần cho trong Hình 2a, 2b và 2c, nên các đường cong chọn lọc này áp dụng cho máy thu đo hiệu dụng chỉ về mặt hình dạng, còn trục tần số phải được chia phù hợp. Ví dụ, $B_e/2$ ứng với 100 Hz trên Hình 2a. Đối với máy thu có băng tần E, độ chọn lọc đang được xem xét.

Áp dụng các yêu cầu của 4.5.2, 4.5.3 và 4.5.4.

7.6 Hiệu ứng xuyên điều chế, tạp máy thu và chống nhiễu

Áp dụng các yêu cầu nêu trong 5.6.

8 Máy thu đo trong dải tần 1 GHz đến 18 GHz có chức năng đo phân bố xác suất biên độ (APD)

Phân bố xác suất biên độ của nhiễu được xác định là phân bố lũy tiến của "xác suất theo thời gian mà biên độ nhiễu vượt quá mức qui định".

APD có thể được đo tại đầu ra của bộ tách đường bao sóng hoặc các mạch kế tiếp của máy thu đo tần số radio hoặc bộ phân tích phổ. Biên độ nhiễu cần được thể hiện theo cường độ trường tương ứng hoặc điện áp tại đầu vào máy thu. Thông thường, phép đo APD được thực hiện ở một giá trị tần số cố định.

Chức năng đo APD là chức năng bổ sung của thiết bị đo và có thể gắn với hoặc tích hợp trong thiết bị đo.

TCVN 6989-1-1 : 2008

Chức năng đo APD có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các phương pháp dưới đây. Một cách tiếp cận sử dụng bộ so sánh và bộ đếm (Hình G.1). Thiết bị xác định xác suất vượt quá một tập hợp các mức biên độ ấn định trước (tức là điện áp). Số lượng các mức bằng với số lượng bộ so sánh. Một phương pháp khác liên quan đến việc sử dụng bộ chuyển đổi tương tự-số, mạch logic và bộ nhớ (Hình G.2). Thiết bị cũng có thể cung cấp giá trị APD đối với một tập hợp các mức biên độ ấn định trước. Số lượng mức phụ thuộc vào độ phân giải của bộ chuyển đổi tương tự-số (ví dụ 256 mức đối với bộ chuyển đổi 8 bit).

Phép đo APD sử dụng chức năng nêu trên có thể áp dụng cho các sản phẩm hoặc họ sản phẩm nếu cần xác định khả năng chúng có thể gây nhiễu đến hệ thống thông tin số (xem CISPR 16-3, sửa đổi 1, 4.7).

Các yêu cầu kỹ thuật dưới đây áp dụng cho chức năng đo APD. Cơ sở của các yêu cầu kỹ thuật này được nêu trong Phụ lục G.

Yêu cầu kỹ thuật

- a) Dải động của biên độ phải lớn hơn 60 dB.
- b) Độ chính xác biên độ, kể cả sai số chế độ đặt mức ngưỡng, phải tốt hơn $\pm 2,7$ dB.
- c) Thời gian lớn nhất có thể đo nhiễu phải dài hơn hoặc bằng 2 min. Có thể sử dụng phép đo gián đoạn nếu thời gian giữa các phép đo ít hơn 1 % tổng thời gian đo.
- d) Xác suất nhỏ nhất có thể đo phải là 10^{-7} .
- e) Chức năng đo APD phải có khả năng ấn định ít nhất là hai mức biên độ. Các xác suất tương ứng với tất cả các mức ấn định trước phải được đo đồng thời. Độ phân giải của các mức biên độ ấn định trước tối thiểu phải là 0,25 dB hoặc tốt hơn.
- f) Tốc độ lấy mẫu phải lớn hơn hoặc bằng 10 triệu mẫu mỗi giây khi sử dụng độ rộng băng tần phân giải là 1 MHz.

Yêu cầu kỹ thuật khuyến cáo

- g) Độ phân giải biên độ của hiển thị APD cần nhỏ hơn 0,25 dB đối với thiết bị đo APD có bộ chuyển đổi tương tự/số.

CHÚ THÍCH: Phép đo APD có thể áp dụng trong dải tần thấp hơn 1 GHz.

9 Bộ phân tích nhiễu

Bộ phân tích nhiễu được dùng để tự động đánh giá biên độ, tốc độ và thời gian của nhiễu không liên tục (nháy).

'Nháy' có các đặc tính dưới đây:

- a) biên độ tựa đỉnh vượt quá giới hạn tựa đỉnh của nhiễu liên tục;
- b) thời gian nháy không lớn hơn 200 ms;
- c) khoảng cách giữa nhiễu trước và nhiễu tiếp sau lớn hơn hoặc bằng 200 ms.

Một chuỗi các xung ngắn được coi là một nháy nếu khoảng thời gian, được đo từ khi bắt đầu xung đầu tiên đến khi kết thúc xung cuối cùng, không dài hơn 200 ms và đồng thời thoả mãn các điểm a) và c).

Thông số thời gian được xác định từ khi tín hiệu vượt quá mức chuẩn IF của máy thu đo.

CHÚ THÍCH 1: Định nghĩa và đánh giá nháy phù hợp với TCVN 7492-1 : 2005 (CISPR 14-1 : 2005).

CHÚ THÍCH 2: Các bộ phân tích hiện hành được thiết kế để sử dụng với máy thu đo tựa đỉnh thuộc loại làm việc với mức tín hiệu bên trong được hạn chế. Do vậy, bộ phân tích này có thể không hoàn toàn thích hợp với mọi loại máy thu.

9.1 Đặc tính cơ bản

a) Bộ phân tích phải có kênh đo thời gian kéo dài và đo khoảng cách giữa các nhiễu không liên tục; đầu vào của kênh này phải được nối với đầu ra IF của máy thu đo. Đối với các phép đo này, chỉ xem xét phần nhiễu vượt quá mức chuẩn IF của máy thu. Độ chính xác của các phép đo thời gian kéo dài không được xấu hơn $\pm 5\%$.

CHÚ THÍCH 1: Mức chuẩn IF là giá trị đầu ra IF của máy thu đo tương ứng với tín hiệu hình sin không điều chế tạo ra giá trị tựa đỉnh bằng giới hạn đối với các nhiễu liên tục.

- b) Bộ phân tích phải có kênh để đánh giá biên độ tựa đỉnh của nhiễu.
- c) Biên độ trong kênh tựa đỉnh phải được đo ở 250 ms sau sườn sau cuối cùng trong kênh IF.
- d) Sự kết hợp cả hai kênh phải phù hợp về mọi khía cạnh với các yêu cầu của 4.1.
- e) Bộ phân tích phải có khả năng thể hiện các thông tin sau đây:

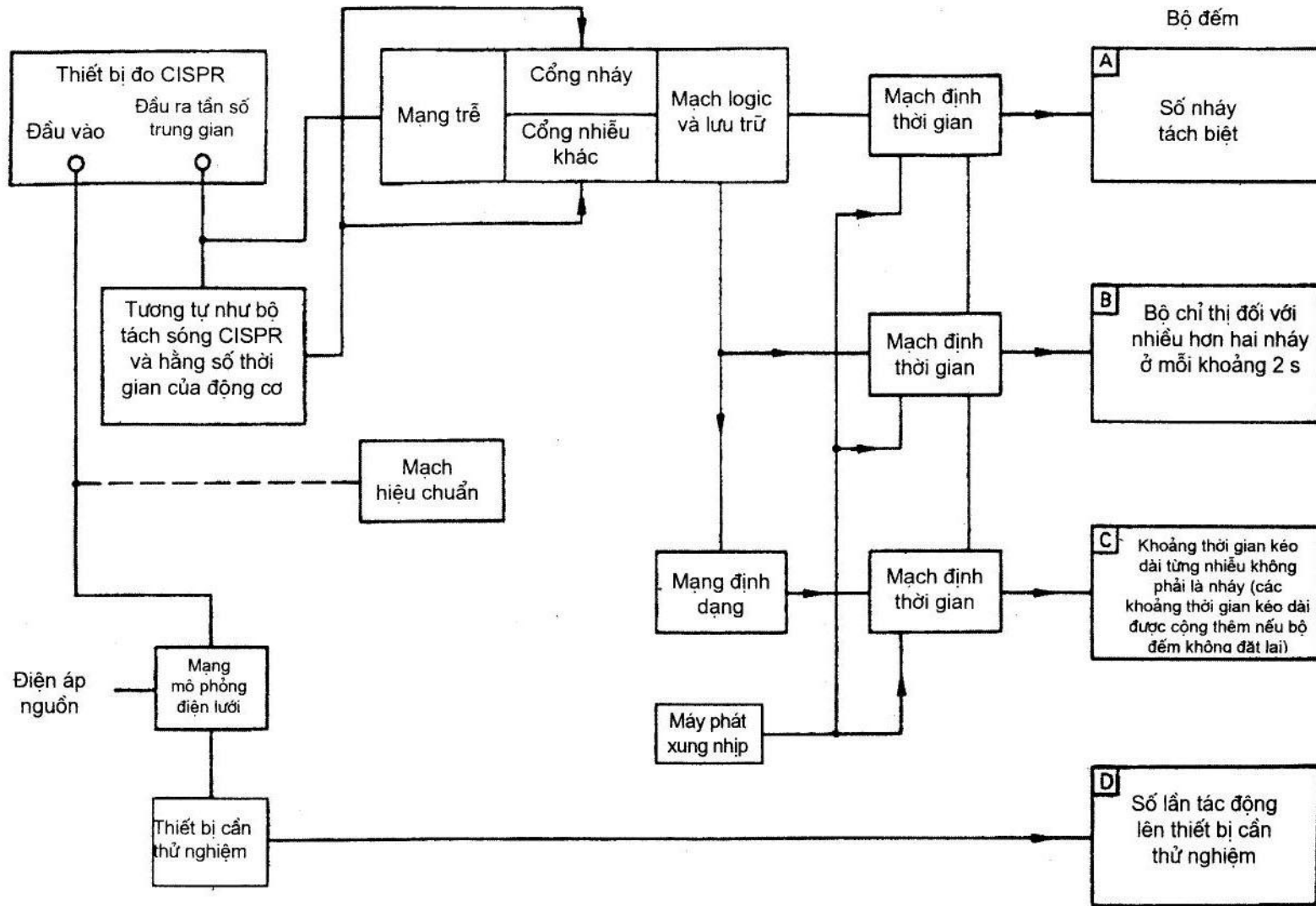
- số lượng các nháy có thời gian kéo dài nhỏ hơn hoặc bằng 200 ms;
- thời gian thử nghiệm, tính bằng phút;
- tốc độ của nháy;
- sự có mặt của các nhiễu, không phải nháy, vượt quá giới hạn tựa đỉnh của nhiễu liên tục.

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ về bộ phân tích nhiễu nêu ở dạng sơ đồ khối Hình 6.

f) Để đánh giá hiệu lực về đặc tính cơ bản, bộ phân tích nhiễu phải qua được các kiểm tra tính năng với tất cả các dạng sóng (xung thử nghiệm) trong Bảng 14.

Hình 7 biểu diễn dưới dạng đồ thị các dạng sóng liệt kê trong Bảng 14.

Hình F.1 thể hiện dưới dạng đồ thị tất cả các dạng sóng liệt kê trong Bảng F.1 để kiểm tra tính năng của các dạng sóng ngoại lệ so với định nghĩa nháy theo 4.2.3 của TCVN 7492-1 : 2005 (CISPR 14-1 : 2005).

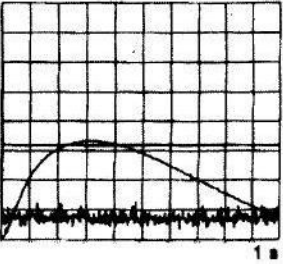
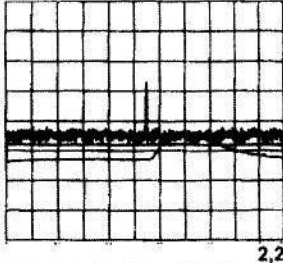
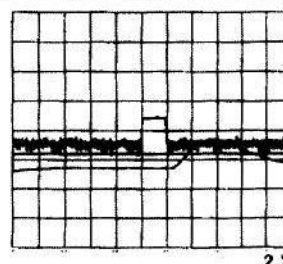
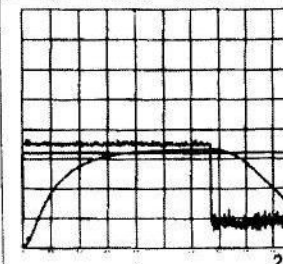


Hình 6 – Ví dụ về bộ phân tích nhiều

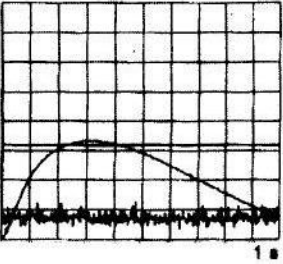
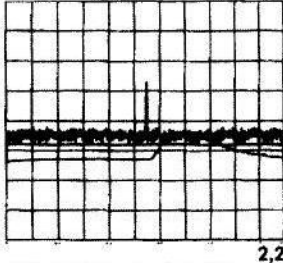
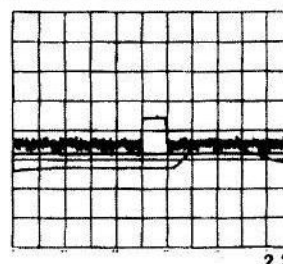
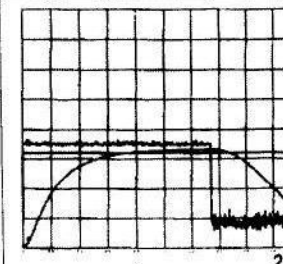
Thử nghiệm Số	Tín hiệu thử nghiệm	Đánh giá bằng bộ phân tích
1	0,11ms/1 dB	1 nháy
2	9,5 ms/1 dB -1 s +1 s	1 nháy
3	190 ms/1 dB -1 s +1 s Nền: tạp hoặc xung CISPR, 200 Hz: -2,5 dB (tựa đỉnh)	1 nháy
4	1 333 ms/1 dB	không phải nháy
5	210 ms/1 dB	không phải nháy
6	30 ms/5 dB 180 ms 30 ms/5 dB	không phải nháy
7	30 ms/5 dB 130 ms 30 ms/5 dB	1 nháy
8	30 ms/5 dB 210 ms 30 ms/5 dB	2 nháy
9	Tối thiểu 21 xung/0,11 ms/chu kỳ 10 ms/1 dB	không phải nháy
10	265 ms 30 ms/25 dB	1 nháy
11	30 ms/-2,5 dB 190 ms/25 dB Bảng B: 1 034 ms/Bảng C: đang xem xét	2 nháy
12	190 ms/25 dB 30 ms/-2,5 dB/2 dB IF Bảng B: 1 166 ms/Bảng C: đang xem xét	1 nháy

Hình 7 – Biểu diễn bằng biểu đồ các tín hiệu thử nghiệm sử dụng trong thử nghiệm của bộ phân tích nhiễu để kiểm tra tính năng theo định nghĩa về nháy theo Bảng 14

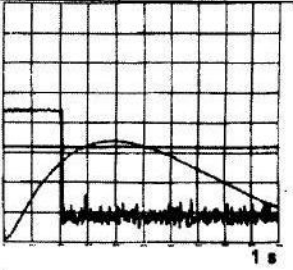
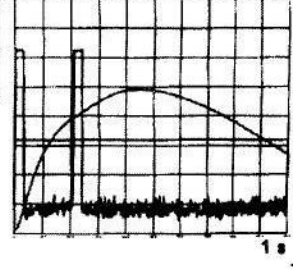
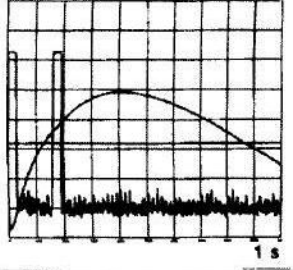
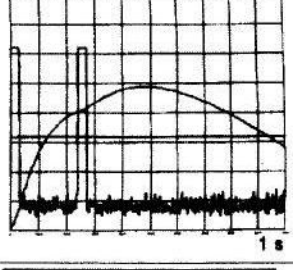
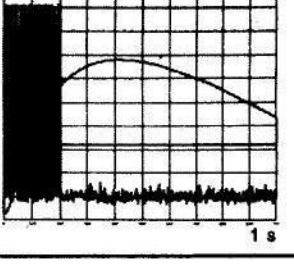
**Bảng 14 – Thử nghiệm tính năng bộ phân tích nhiễu –
Các tín hiệu thử nghiệm dùng để kiểm tra theo định nghĩa về nháy**

Thử nghiệm số	Thông số tín hiệu thử nghiệm					Đánh giá bằng bộ phân tích	Thể hiện bằng đồ thị tín hiệu thử nghiệm đo được ở đầu ra IF và tín hiệu tựa đỉnh gắn liền tương đối so với chỉ thị chuẩn của máy thu đo
	1		2		3		
	Xung 1	Xung 2	Xung 1	Xung 2	ms		
1	1		0,11			1 nháy	
2 ^a	1		9,5			1 nháy	
3 ^a	1		190			1 nháy	
4	1		1 333 ^b			Không phải nháy	

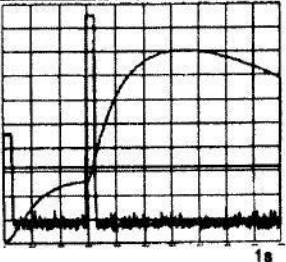
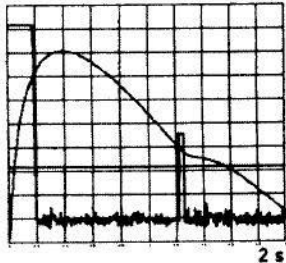
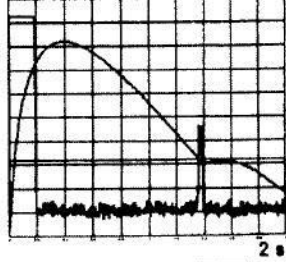
**Bảng 14 – Thử nghiệm tính năng bộ phân tích nhiễu –
Các tín hiệu thử nghiệm dùng để kiểm tra theo định nghĩa về nháy**

Thử nghiệm số	Thông số tín hiệu thử nghiệm					Đánh giá bằng bộ phân tích	Thể hiện bằng đồ thị tín hiệu thử nghiệm đo được ở đầu ra IF và tín hiệu tựa đỉnh gắn liền tương đối so với chỉ thị chuẩn của máy thu đo
	1		2		3		
	Xung 1	Xung 2	Xung 1	Xung 2	ms		
1	1		0,11			1 nháy	
2 ^a	1		9,5			1 nháy	
3 ^a	1		190			1 nháy	
4	1		1 333 ^b			Không phải nháy	

Bảng 14 (tiếp theo)

Thử nghiệm số	Thông số tín hiệu thử nghiệm					Đánh giá bằng bộ phân tích	Thể hiện bằng đồ thị tín hiệu thử nghiệm đo được ở đầu ra IF và tín hiệu tựa đỉnh gắn liền tương đối so với chỉ thị chuẩn của máy thu đo
	1		2		3		
	Xung 1	Xung 2	Xung 1	Xung 2			
	Biên độ tựa đỉnh của các xung điều chỉnh riêng lẻ tương đối so với biên độ chuẩn tựa đỉnh của máy thu đo, dB		Thời gian xung t được điều chỉnh theo đầu ra tần số trung gian của máy thu đo, ms		Khoảng thời gian giữa các xung hoặc tính chu kỳ (đầu ra IF), ms		
5	1		210			Không phải nháy (210 ms)	
6	5	5	30	30	180	Không phải nháy (240 ms)	
7	5	5	30	30	130	1 nháy	
8	5	5	30	30	210	2 nháy	
9	1		0,11		chu kỳ 10, tối thiểu 21 xung	Không phải nháy	

Bảng 14 (kết thúc)

Thử nghiệm số	Thông số tín hiệu thử nghiệm					Đánh giá bằng bộ phân tích	Thể hiện bằng đồ thị tín hiệu thử nghiệm đo được ở đầu ra IF và tín hiệu tựa đỉnh gắn liền tương đối so với chỉ thị chuẩn của máy thu đo
	1		2		3		
	Xung 1	Xung 2	Xung 1	Xung 2	ms		
10	-2,5	25	30	30	265	1 nháy	
11	25	-2,5 °	190	30	1 034 °	2 nháy ^d	
12	25	-2,5 °	190	30	1 166 °	1 nháy	

^a Cần được thực hiện với mức tạp nền gồm các xung CISPR 200 Hz ở mức thấp hơn 2,5 dB so với mức ngưỡng tựa đỉnh. Các xung này cần xuất hiện ít nhất 1 s trước khi bắt đầu xung thử nghiệm và kéo dài đến ít nhất 1 s sau khi kết thúc xung thử nghiệm.

Quan sát:

- 1) Thể hiện bằng đồ thị được thực hiện với các phép đo đỉnh trong thời gian giữ rất ngắn (< 1 ms) của máy thu thử nghiệm thể hiện xung 200 Hz. Khi gặp sóng sin có điều chế xung, xung 200 Hz không còn nhìn thấy nữa (khi nhìn trong đồ thị đối với thử nghiệm số 3) nhưng vẫn xuất hiện khi có nháy.
- 2) Các đáp tuyến rất hẹp tại điểm gốc của các đồ thị là do sự không hoàn chỉnh ban đầu.

^b Xung 1,333 s kiểm tra ngưỡng của máy phân tích đối với các xung chỉ cao hơn mức ngưỡng tựa đỉnh là 1 dB.

^c Mức thấp này phải được đặt sao cho vượt quá được ngưỡng tần số trung gian nhưng không vượt quá ngưỡng tựa đỉnh.

^d Nếu hai xung này cần được đo như nhiều riêng rẽ thì chỉ cần ghi một nháy.

^e Các giá trị tương ứng đối với dải tần số trên 30 MHz đang được xem xét và sẽ được rà soát lại sau khi xem xét thêm.

^f Thời gian tăng của các xung không được dài hơn 40 μs.

9.2 Phương pháp thử nghiệm tính hiệu lực của kiểm tra tính năng đối với máy phân tích nháy

9.2.1 Yêu cầu cơ bản

Máy phân tích nhiễu được nối với máy thu đo tựa đỉnh và điều hưởng đến tần số thích hợp.

Yêu cầu cả tín hiệu sóng liên tục và tín hiệu sóng liên tục dạng xung đều ở tần số điều hưởng của máy thu. Yêu cầu thêm tín hiệu được tạo ra bởi máy phát xung CISPR, như xác định trong Phụ lục B, với PRF 200 Hz bao trùm độ rộng băng tần máy thu ở tần số điều hưởng đối với các thử nghiệm số 2 và số 3.

Nguồn tín hiệu sóng liên tục dạng xung phải cung cấp hai xung biến đổi độc lập. Thời gian tăng của các xung không được dài hơn 40 μ s. Thời gian xung phải thay đổi được trong phạm vi từ 110 μ s đến 1,3 s và biên độ thay đổi trong dải 44 dB. Tọa độ bất kỳ của nguồn tín hiệu sóng liên tục dạng xung ít nhất phải thấp hơn 20 dB so với mức chuẩn sử dụng trong bước a) trong thử nghiệm được đo trên đồng hồ đo tựa đỉnh của máy thu đo.

Qui trình thử nghiệm như dưới đây:

- a) Tín hiệu sóng liên tục được nối với đầu vào của máy thu đo sử dụng kết hợp với máy phân tích nhiễu. Biên độ của tín hiệu sóng liên tục được điều chỉnh để đưa số chỉ của đồng hồ đo đến điểm chuẩn (điểm không) trên thang của đồng hồ đo của máy thu đo bằng với giá trị tương đồng với giới hạn tựa đỉnh đối với nhiễu liên tục. Cơ cấu điều khiển (bộ suy giảm) độ nhạy tần số radiô của máy thu được điều chỉnh đến mức cao hơn tạp của máy thu nhưng thấp hơn giới hạn nhiễu liên tục được sử dụng làm ngưỡng trong kênh IF. Mức tương ứng của tín hiệu sóng liên tục ở đầu ra IF của máy thu là mức chuẩn IF.
- b) Tín hiệu sóng liên tục dạng xung được nối với đầu vào của máy thu đo. Đối với thử nghiệm số 2 và số 3, tín hiệu từ máy phát xung CISPR được cộng thêm vào tín hiệu sóng liên tục dạng xung. Các tham số tín hiệu được cho trong Bảng 14. Biên độ của các xung thể hiện trong cột 1 của Bảng 14 được điều chỉnh riêng rẽ theo số chỉ của giới hạn (tựa đỉnh) đối với nhiễu liên tục được sử dụng làm ngưỡng của kênh IF. Các mức này phải qui về mức chuẩn tần số radiô và mức chuẩn IF thiết lập trong điểm a).

9.2.2 Yêu cầu bổ sung

Phương pháp thử nghiệm giống với phương pháp thử nghiệm mô tả trong 9.2.1 a).

Tham số tín hiệu được cho trong Bảng F.1.

Phụ lục A

(qui định)

**Xác định đáp tuyến xung lặp của máy thu đo tựa đỉnh
và máy thu đo hiệu dụng**

(3.2, 4.4.2, 7.2.2 và 7.4.1)

A.1 Qui định chung

Phụ lục này đưa ra các dữ liệu để tính toán bằng số và thủ tục để thiết lập đường cong đáp tuyến với xung lặp. Các giả thiết gắn với phương pháp này cũng được nêu. Việc tính toán được chia theo ba tầng kế tiếp nhau.

A.2 Đáp tuyến của tầng trước bộ tách sóng

Nói chung, đáp tuyến xung của tầng này chỉ được xác định bằng tầng IF là tầng quyết định độ chọn lọc trên toàn băng của máy thu.

Thông thường, coi như độ chọn lọc này có thể có được bằng sự kết hợp hai biến thể điều hưởng ghép tới hạn đặt thành tầng sao cho tạo được băng thông mong muốn ở điểm -6 dB. Mọi bố trí tương đương khác có thể được giản lược theo cách bố trí nêu trên để tính toán. Tính đối xứng thực tế của băng thông này cho phép sử dụng bộ lọc thông thấp tương đương để tính đường bao của đáp tuyến xung. Sai số do phép tính gần đúng này là không đáng kể.

Đường bao của đáp tuyến xung được viết:

$$A(t) = 4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1a})$$

trong đó

G là hệ số khuếch đại tổng ở tần số điều hưởng;

ω_0 là tần số góc có giá trị là $(\pi/\sqrt{2}) B_0$.

Từ công thức (A.1a), đường bao đáp tuyến của hai biến thể điều hưởng ghép tới hạn với diện tích xung $v\tau$ là:

$$A(t) = (v\tau) 4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1b})$$

Với $\tau \ll 1/\omega_0$, đường cong chọn lọc tương ứng của bộ lọc thông thấp tương đương có thể được viết:

$$F(t) = G[(2\omega_0^2) / ((\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2)]^2 \quad (\text{A.2})$$

trong đó $\omega = 2\pi f$.

Độ rộng băng tần B_3 và B_6 sẽ là:

$$B_3 = \left[\sqrt{2} \times \sqrt[4]{(\sqrt{2} - 1)} \right] \omega_0 / \pi = 0,361 \omega_0 \quad (\text{A.3a})$$

$$B_6 = \sqrt{2} \times \omega_0 / \pi = 0,450 \omega_0 \quad (\text{A.3b})$$

Độ rộng băng tần hiệu lực của một máy thu có chứa một bộ lọc có đáp tuyến chữ nhật lý tưởng tạo ra cùng một giá trị hiệu dụng của đáp tuyến như máy thu thực, bằng với độ rộng băng tần công suất Δf được xác định là:

$$\Delta f = \left(1/F_0^2\right) \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.4})$$

trong đó

$F(f)$ là đường cong chọn lọc;

F_0 là giá trị lớn nhất của $F(f)$ (giả thiết đường cong chọn lọc có một đỉnh).

Với $F_0 = 1$, độ rộng băng tần công suất là:

$$\Delta f = \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.5})$$

Lấy $F(f)$ từ công thức (A.2) và đặt $G = 1$, ta có:

$$\Delta f = \int_0^{+\infty} 2 \left[(2\omega_0^2) / ((\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2) \right]^4 df \quad (\text{A.6})$$

từ đó:

$$\Delta f = 0,265 \sqrt{2} \times \omega_0 = 0,375 \omega_0 \quad (\text{A.7})$$

vậy:

$$B_3 = 0,963 \Delta f \quad (\text{A.8})$$

A.3 Đáp tuyến của bộ tách sóng vôn mét tựa đỉnh với đầu ra tăng trước

Việc tính toán được thực hiện dựa trên giả thiết là việc nối mạch của bộ tách sóng với đầu ra của tầng IF phía trước không ảnh hưởng đến biên độ hoặc hình dạng của tín hiệu từ đó. Nói cách khác, trở kháng ra của tầng này được coi là không đáng kể so với trở kháng vào của bộ tách sóng.

TCVN 6989-1-1 : 2008

Bộ tách sóng bất kỳ có thể được giản lược theo cấu trúc (thực tế hoặc tương đương) gồm phần tử phi tuyến (ví dụ như một điốt) lắp với một điện trở (tổng điện trở vượt trước S) và tiếp đến là một mạch chứa tụ điện C mắc song song với điện trở phóng điện R.

Hằng số thời gian nạp T_C liên quan với tích SC, còn hằng số thời gian phóng T_D được cho bởi tích RC.

Quan hệ giữa T_C và tích SC sẽ được thiết lập bằng cách thông thường, nếu trong một thời gian $t = T_C$, đặt đột ngột tín hiệu RF biên độ không đổi thì điện áp chỉ thị bằng 0,63 lần giá trị ổn định cuối.

Điện áp U trên tụ điện có liên quan đến biên độ A của tín hiệu RF đặt vào bộ tách sóng theo công thức:

$$dU/dt + U/(RC) = A (\sin\theta - \theta \cos\theta) / (\pi \times SC) \quad (A.9)$$

trong đó θ là góc dẫn ($U = A \cos\theta$).

Công thức này không thể tích phân trực tiếp. Giá trị của tích SC, ứng với các hằng số thời gian được chọn thỏa mãn các điều kiện nêu trên, tìm được bằng phương pháp gần đúng, ví dụ:

trong băng tần A:	T_C	=	45 ms
	T_D	=	500 ms
	2,81SC	=	1 ms
trong băng tần B:	T_C	=	1 ms
	T_D	=	160 ms
	3,95SC	=	1 ms
trong băng tần C và D:	T_C	=	1 ms
	T_D	=	550 ms
	4,07SC	=	1 ms

Từ đó, đưa giá trị thu được vào công thức (A.9), công thức này có thể tính được cho xung tách biệt hoặc xung lặp (cũng bằng phương pháp gần đúng) bằng cách thay hàm số A(t) trong công thức (A.1) của điều A.2 bằng biên độ không đổi A.

Trường hợp với xung lặp có thể tính được bằng cách giả định một mức điện áp đầu ra nào đó của bộ tách sóng ở lúc bắt đầu của mỗi xung, xác định số gia ΔU của điện áp này do xung gây ra, và sau đó tìm khoảng cách phải tồn tại giữa hai xung liên tiếp để lặp lại các điều kiện giả định ban đầu.

A.3.1 Đáp tuyến của thiết bị chỉ thị với tín hiệu từ bộ tách sóng

Tuy đơn giản nhưng hoàn toàn hợp lý là giả thiết phần tăng điện áp đầu ra của bộ tách sóng là tức thời.

Khi đó giải phương trình đặc trưng dưới đây:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_M} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_M^2} \alpha = \frac{1}{T_M^2} \exp\left(\frac{-t}{T_D}\right) \quad (A.10)$$

trong đó

$\alpha(t)$ là độ lệch của thiết bị đo;

T_D là hằng số thời gian phóng điện của vôn mét tựa đỉnh;

T_M là hằng số thời gian cơ học của thiết bị đo dao động tắt dần tới hạn.

Cách giải quyết vấn đề tương đối đơn giản đối với hai cực bên của đường cong đáp tuyến; một mặt, cho các xung đủ tách biệt để điểm bắt đầu là "không" và do vậy đã biết, còn mặt khác, cho các xung có tốc độ lập đủ cao để quán tính của thiết bị đo ngăn ngừa được việc dao động theo. Ở các vị trí trung gian, việc tính toán trở nên phức tạp hơn. Tại điểm bắt đầu của mỗi xung, sai lệch của thiết bị đo thay đổi và cần phải tìm giải pháp có tính đến vị trí và tốc độ ban đầu.

A.4 Đáp tuyến của bộ tách sóng hiệu dụng với điện áp ra của tầng trước

Theo định nghĩa, điện áp ra của bộ tách sóng hiệu dụng được cho bởi:

$$U_{rms} = \left[n \int_0^{+\infty} (A^2(t)/2) dt \right]^{1/2} \quad (\text{A.11})$$

trong đó

n là tần số lặp xung, tính bằng Héc.

Đầu ra có thể được suy ra từ đường cong đáp tuyến tần số:

$$U_{rms} = \left[n \int_{-\infty}^{+\infty} (2v_{\tau} \times F^2(f)/2) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.12})$$

trong đó

v_{τ} là diện tích xung có phổ tần số đồng nhất.

Từ đó suy ra:

$$U_{rms} = \sqrt{2} \times v_{\tau} \times \sqrt{n} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.13})$$

Từ công thức (A.5), suy ra:

$$U_{rms} = \sqrt{2} \times v_{\tau} \times \sqrt{n} \sqrt{\Delta f} \quad (\text{A.14})$$

Từ công thức (A.14), có thể suy ra quan hệ biên độ bằng cách lấy:

$$U_{rms} = 2 \text{ mV, khi } n = 100 \text{ Hz}$$

do đó:

$$v_{\tau} = (100\sqrt{2}) / \sqrt{\Delta f} \quad (\mu\text{Vs}) \quad (\text{A.15})$$

hoặc từ công thức (A.8):

$$v_{\tau} = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu\text{Vs}) \quad (\text{A.16})$$

A.4.1 Tính hệ số quá tải

Hệ số quá tải tương ứng với tần số lặp xung n Hz được tính như sau:

Từ công thức (A.14):

$$U_{rms} = (v\tau) \times (2n \Delta f)^{1/2}$$

từ công thức (A.1), và với $G = 1$:

$$A(t)_{đỉnh} = 0,944 \times v\tau \times \omega_0$$

do đó hệ số quá tải:

$$A(t)_{đỉnh} / \sqrt{2} \times U_{rms} = 1,28 (B_3/n)^{1/2} \quad (A.17)$$

A.5 Quan hệ giữa số chỉ của thiết bị đo hiệu dụng và thiết bị đo tựa đỉnh

Quan hệ biên độ đối với thiết bị đo hiệu dụng thể hiện giá trị của xung $(v\tau)_{rms}$ trong trường hợp 100 Hz, tương đương với tín hiệu sóng sin 2 mV là, từ công thức (A.16):

$$(v\tau)_{rms} = 139 / \sqrt{B_3} \text{ (}\mu\text{Vs)}$$

Đối với đặc tính chọn lọc nêu trong công thức (A.2), công thức này tương ứng với:

$$(v\tau)_{rms} = 155 / \sqrt{B_6} \text{ (}\mu\text{Vs)}$$

khi chuẩn được lấy theo độ rộng băng tần ở 6 dB.

Đối với máy thu tựa đỉnh, giá trị xung $(v\tau)_{qp}$ tương đương với tín hiệu sóng sin 2 mV là:

đối với dải tần 0,15 MHz đến 30 MHz:

$$(v\tau)_{qp} = 0,316 \text{ }\mu\text{Vs}$$

đối với dải tần 30 MHz đến 1 000 MHz:

$$(v\tau)_{qp} = 0,044 \text{ }\mu\text{Vs}$$

Do đó, đối với máy thu đo có đặc tính băng thông theo công thức (A.2) và độ rộng băng tần ở 6 dB bằng độ rộng băng tần nêu ở điều 4, 5, 6 và 7, quan hệ $(v\tau)_{rms}/(v\tau)_{qp}$ được thể hiện như sau:

đối với dải tần 0,15 MHz đến 30 MHz:

$$(v\tau)_{rms} / (v\tau)_{qp} = 14,3 \text{ dB}$$

đối với dải tần 30 MHz đến 1 000 MHz:

$$(v\tau)_{rms} / (v\tau)_{qp} = 20,1 \text{ dB}$$

Quan hệ này có giá trị đối với tần số lặp xung là 100 Hz. Tại các tần số lặp khác, cần phải sử dụng đường cong đáp tuyến xung tương ứng.

Phụ lục B

(qui định)

Xác định phổ của máy phát xung

(4.4, 5.4, 6.4 và 7.4)

B.1 Máy phát xung

Máy phát xung cần cho việc kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Sự phù hợp với các yêu cầu của 4.4, 4.6, 5.4, 6.4 và 7.4 có thể kiểm tra được bằng cách sử dụng kỹ thuật máy phát xung.

Đối với mỗi băng tần của máy thu đo cần thử nghiệm, máy phát xung được sử dụng phải có khả năng phát các xung có diện tích xung qui định và trên dải tần số lập nêu trong Bảng B.1. Diện tích xung cần nằm trong phạm vi $\pm 0,5$ dB và tần số lập nằm trong khoảng 1 %.

Bảng B.1 – Đặc tính của máy phát xung

Băng tần của máy thu cần thử nghiệm	Diện tích xung μVs	Tần số lập Hz
0,09 MHz đến 0,15 MHz	13,5	1, 2, 5, 10, 25, 60, 100
0,15 MHz đến 30 MHz	0,316	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
30 MHz đến 300 MHz	0,044	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
300 MHz đến 1 000 MHz	(xem chú thích)	1, 2, 10, 20, 100, 1 000

CHÚ THÍCH: Máy phát xung phải có khả năng tạo ra các xung có diện tích xung thích hợp với phổ đến 1 000 MHz càng đồng nhất càng tốt.

B.1.1 Phổ của xung được tạo ra

Phổ được xác định bởi đường cong là hàm số của tần số điều hưởng của máy thu cần thử nghiệm, qui luật biến đổi điện áp tương đương ở đầu vào thiết bị đo có độ rộng băng tần không đổi.

Phổ về cơ bản phải không đổi đến giới hạn trên của băng tần của máy thu cần thử nghiệm. Phổ có thể coi là đồng nhất một cách thoả đáng nếu, trong phạm vi băng tần này, sự thay đổi biên độ phổ không lớn hơn 2 dB so với giá trị ở tần số thấp hơn thuộc băng tần. Diện tích xung ở tần số đo phải nằm trong khoảng $\pm 0,5$ dB.

Để kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu của 4.6, phổ cao hơn giới hạn trên của băng tần phải được giới hạn (giảm đi 10 dB ở hai lần tần số giới hạn trên). Cần tiêu chuẩn hóa mức khắc nghiệt của thử nghiệm vì kết quả xuyên điều chế giữa tất cả các thành phần phổ sẽ gộp vào đáp tuyến.

B.2 Phương pháp đo chung

Phương pháp để xác định chính xác giá trị tuyệt đối biên độ phổ của xung được nêu trong Phụ lục C.

Đối với phép đo sự thay đổi biên độ phổ theo tần số, có thể sử dụng phương pháp sau đây.

Máy phát xung được nối đến đầu vào của máy thu RF tiếp sau là một máy hiện sóng được nối để chỉ thị xung RF ở đầu ra của máy thu.

Tại mỗi tần số điều hưởng của máy thu, đo các giá trị sau:

- a) độ rộng băng tần, B_6 Hz, của máy thu ở điểm -6 dB,
- b) giá trị hiệu dụng, E_0 , của đầu ra từ máy phát tín hiệu tiêu chuẩn có cùng trở kháng với máy phát xung, điều hưởng đến điểm giữa băng của máy thu và gây ra trên máy hiện sóng sai lệch biên độ bằng đỉnh của xung RF.

Biên độ phổ tương ứng tại từng tần số được lấy là:

$$S_r(f) = E_0/B_6$$

Phép đo được lặp lại với các tần số thử nghiệm khác nhau trong băng tần cần xét.

Phổ của máy phát xung được cho bởi đường cong $S_r(f)$ liên quan đến tần số đo.

Máy thu sử dụng cần tuyến tính ở mức đỉnh của tín hiệu sử dụng.

Mức triệt đáp tuyến ký sinh, đặc biệt là đáp tuyến tần số ảnh và đáp tuyến IF ít nhất phải là 40 dB.

Phép đo có thể được tiến hành với máy thu tuân thủ yêu cầu kỹ thuật hiện hành, sử dụng bộ chỉ thị tựa đỉnh thay cho máy hiện sóng, với điều kiện là tần số lặp của xung được giữ không đổi trong chuỗi các phép đo.

Phụ lục C

(qui định)

Phép đo chính xác đầu ra của máy phát xung nanô giây

(4.4, 5.4, 6.4 và 7.4)

C.1 Phép đo diện tích xung (IS)

C.1.1 Qui định chung

Nghiên cứu lý thuyết và thực tế cho thấy rằng, khi áp dụng có sự chú ý hợp lý, phương pháp đo chính xác bao gồm các phương pháp nêu trong C.1.2 đến C.1.5.

C.1.2 Phương pháp diện tích

Cho xung cần đo đi qua bộ lọc băng hẹp có dải thông có tần số trung tâm f với đặc tính biên độ đối xứng và đặc tính pha không đối xứng (khi nối với bộ lọc, có thể sử dụng bộ khuếch đại với điều kiện là bộ khuếch đại làm việc trong dải tuyến tính của nó).

Đo toàn bộ diện tích bên dưới đường bao $A(t, f)$ của đầu ra từ bộ lọc thông dải (có tính đến dấu của các phần khác nhau của diện tích), sao cho tính được tích phân theo công thức.

$$2(IS) = S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(t, f) dt$$

trong đó $S(f)$ là mật độ phổ và $A(t, f)$ là độ lớn của đường bao do một xung đơn tách biệt (được biểu diễn dưới dạng điện áp sóng sin đầu vào tương đương).

Khi áp dụng công thức này, bộ khuếch đại tần số trung gian của máy thu tần số thấp hoặc máy thu đo nhiễu được sử dụng cùng với một dãy bộ chuyển đổi tần số để điều hưởng ngang qua phổ của xung. Đầu ra của bộ khuếch đại tần số trung gian cuối được đưa trực tiếp đến máy hiện sóng để đo diện tích.

Đối với xung có độ rộng xung nhỏ hơn nhiều so với chu kỳ của tần số (f), diện tích xung có thể đo trực tiếp như một diện tích tích phân bằng máy hiện sóng phù hợp (ví dụ, đối với các xung nanô giây, cần sử dụng máy hiện sóng lấy mẫu), khi tích phân có tính đến dấu của các phần khác nhau của diện tích này.

C.1.3 Phương pháp đường truyền tiêu chuẩn

Đường truyền có chiều dài tương ứng với thời gian truyền τ và nạp đến điện áp V_0 rồi phóng điện qua điện trở tải bằng trở kháng đặc tính của đường truyền. Đường truyền được coi là gồm có đường dây thực tế cộng với đoạn dây nạp điện nằm trong hộp đóng cắt. Có thể nhận thấy rằng mật độ phổ, $S(f)$, có giá trị $2V_0\tau$ trong phần phổ tần số thấp của xung tạo ra, trong đó biên độ không đổi theo tần số, biên độ này

TCVN 6989-1-1 : 2008

không phụ thuộc vào sự tồn tại của trở kháng tạp tán giữa đường dây và điện trở tải (ví dụ như cuộn cảm hoặc điện trở) hoặc vào thời gian đóng cắt có hạn.

C.1.4 Phép đo hài

Phương pháp này có thể áp dụng đối với máy phát xung để tạo ra các xung liên tiếp có tần số lặp đủ cao và ổn định.

Khi tần số lặp xung F vượt quá giá trị độ rộng băng tần của máy thu đo, thì máy thu đo có thể chọn một vạch từ phổ của xung. Trong trường hợp này, diện tích xung có thể được xác định như sau:

$$IS = V_K / 2F = V\sqrt{2} / 2F$$

trong đó $V_K = V\sqrt{2}$ là giá trị đỉnh của hài bậc K.

Khi đó, máy phát xung có thể được dùng để hiệu chuẩn các đặc tính đáp tuyến xung của máy thu đo có độ rộng băng tần đủ rộng để chấp nhận nhiều thành phần hài (khoảng 10 hoặc nhiều hơn trong phạm vi độ rộng băng tần 6 dB).

C.1.5 Phương pháp năng lượng

Một phương pháp khác so sánh công suất do nguồn nhiệt (điện trở) tạo ra với công suất do máy phát xung tạo ra. Tuy nhiên, độ chính xác theo phương pháp này có phần kém hơn ba phương pháp đề cập ở trên. Phương pháp này có thể thích hợp ở các tần số khoảng 1 000 MHz.

C.2 Phổ của máy phát xung

C.2.1 Để xác định sự phù hợp với 4.4.1, 5.4, 6.4.1 và 7.4.1, sai số của diện tích xung không được lớn hơn $\pm 0,5$ dB.

C.2.2 Tần số lặp xung phải có sai số không lớn hơn 1 %.

C.2.3 Để xác định sự phù hợp với 4.4.2, 5.4, 6.4.2 và 7.4.2, diện tích xung không được phụ thuộc vào tần số lặp của nó.

C.2.4 Để xác định sự phù hợp với 4.4, 5.4, 6.4 và 7.4, phổ tần số của máy phát xung cần đồng nhất trên toàn bộ băng thông của máy thu đo. Yêu cầu này được coi là thỏa mãn trong các trường hợp sau nếu:

- sự thay đổi của phổ tần số về cơ bản là tuyến tính đối với tần số nằm trong băng thông tần số của máy thu, và độ không đều của phổ không vượt quá 0,5 dB trong phạm vi băng thông của máy thu được đo ở điểm -6 dB;
- phổ tần số thu hẹp dần ở cả hai phía từ tần số điều hưởng của máy thu, và độ rộng phổ ở điểm -6 dB lớn hơn ít nhất là 5 lần so với băng thông của máy thu ở mức đó.

Trong cả hai trường hợp, coi diện tích xung bằng giá trị của nó tại tần số điều hưởng.

Phụ lục D

(qui định)

Ảnh hưởng của các đặc tính máy thu đo tựa đỉnh lên đáp tuyến xung của nó

(4.4.2)

Mức của đường cong đáp tuyến xung đối với tần số lặp cao phụ thuộc chủ yếu vào độ lớn của độ rộng băng tần. Mặt khác, đối với tần số lặp thấp, hằng số thời gian đóng vai trò quan trọng hơn. Chưa có qui định về dung sai đối với các hằng số thời gian này nhưng giá trị 20 % được khuyến cáo là phù hợp.

Tại tần số lặp rất thấp, ảnh hưởng của việc không có hệ số quá tải là đáng chú ý nhất. Giá trị yêu cầu đối với hệ số quá tải là giá trị cần thiết cho độ chính xác của phép đo xung tách biệt sử dụng độ rộng băng tần và hằng số thời gian qui định.

Việc nghiên cứu đường cong đáp tuyến xung tại hai đầu dải của thiết bị chỉ thị cho phép kiểm tra đặc tính phi tuyến của bộ tách sóng. Tần số lặp quan trọng nhất về khía cạnh này chắc chắn nằm trong khoảng 20 Hz đến 100 Hz.

Phụ lục E

(qui định)

Đáp tuyến của máy thu đo trung bình và máy thu đo đỉnh

(6.2.1)

E.1 Đáp tuyến của tầng trước bộ tách sóng

Có thể thấy¹⁾ diện tích bên dưới đường bao của đường cong đáp tuyến xung là một mạch băng hẹp có đặc tính tần số đối xứng không phụ thuộc vào độ rộng băng tần, và được cho bởi:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A(t)dt = 2\nu\tau G_0 \quad (E.1)$$

trong đó ν và τ là biên độ và độ rộng của một xung chữ nhật có $B_{imp} \tau \ll 1$ và G_0 là hệ số khuếch đại của mạch ở tần số trung tâm.

Qui tắc này chỉ có giá trị trong trường hợp đường bao không dao động. Đường bao dao động là đặc tính của mạch điều hưởng kép, và trừ khi sử dụng bộ tách sóng nhạy pha, thì có thể cần phải bù bằng cách hiệu chuẩn sai số do đáp tuyến dao động gây ra. Trong trường hợp ghép tới hạn, đỉnh thứ hai của đường bao bằng khoảng 8,3 % đỉnh thứ nhất.

CHÚ THÍCH: Đáp tuyến của tầng trước bộ tách sóng như xác định ở điều A.2 là đáp tuyến dao động. Vì vậy, việc hiệu chuẩn sai số do đáp tuyến dao động gây ra phải được bù bằng dung sai dịch chuyển +2,5 dB/-0,5 dB trong 6.4.1.

Với điều kiện là xung không xếp chồng ở đầu ra của bộ khuếch đại IF thì giá trị trung bình tỷ lệ với tốc độ lặp xung, n .

Do đó, điện áp trung bình bằng $2\nu\tau G_0 n$.

Theo công thức (E.1), không cần xác định độ rộng băng tần hiệu quả đối với máy thu đo trung bình.

E.2 Hệ số quá tải

Để tính toán hệ số quá tải và để sử dụng máy thu đo đỉnh, cần xác định một đại lượng là độ rộng băng tần xung hiệu quả của mạch trước bộ tách sóng như sau:

$$B_{imp} = A(t)_{max}/2G_0 \quad (E.2)$$

¹⁾ "Đáp tuyến của thiết bị đo tạp radiô lý tưởng với sóng sin liên tục, xung lặp và tạp ngẫu nhiên" do David B. Geselowit, Văn kiện IRE, RFI, tập RFI-3, số 1, trang 2-11, tháng 5, 1961. Xem thêm "Kích thích xung của tầng gồm các mạch điều hưởng nối tiếp" do S. Sabaroff, kỷ yếu IRE, tập 32, trang 758-760, tháng 12, 1944.

trong đó

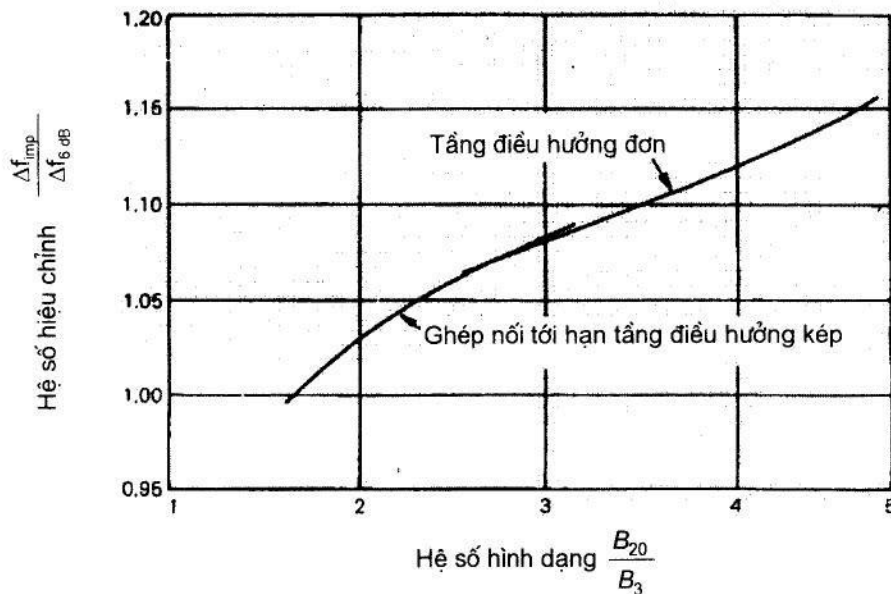
$A(t)_{\max}$ là đầu ra của đường bao đỉnh của tầng tần số trung gian có đặt một xung đơn vị.

Từ tính toán dẫn đến công thức (A.17) (Phụ lục A), ta có:

$$B_{imp} = (0,944/2)\omega_0 = 1,05 B_6 \text{ hoặc } 1,31 B_3 \quad (E.3)$$

trong đó B_6 và B_3 được xác định trong 3.2.

Đối với các loại mạch điều hướng khác, tỷ số B_{imp} trên B_6 có thể được ước lượng từ Hình E.1 nếu biết tỷ số B_{20} trên B_3 , trong đó B_{20} là độ rộng băng tần ở 20 dB.



Hình E.1 – Hệ số hiệu chỉnh để đánh giá tỷ số B_{imp}/B_6 đối với các mạch điều hướng khác

E.3 Quan hệ giữa chỉ số của máy thu đo trung bình và máy thu đo tựa đỉnh

Ở tốc độ lặp n Hz, giá trị của diện tích xung yêu cầu để tạo ra đáp tuyến trên máy thu đo trung bình tương đương với đáp tuyến với tín hiệu sóng sin không điều chế tại tần số điều hướng có giá trị hiệu dụng là 2 mV từ máy phát tín hiệu có cùng trở kháng đầu ra với máy phát xung là:

$$v\tau = 1,4/n \text{ (mVs)}$$

Ở tốc độ lặp 100 Hz, giá trị này là 14 μ Vs.

Do đó, từ điều A.5 của Phụ lục A, tỷ số $(v\tau)_{ave}$ trên $(v\tau)_{qp}$ để đưa ra cùng một chỉ số sẽ là:

đối với dải tần 0,15 MHz đến 30 MHz:

$$(v\tau)_{ave} / (v\tau)_{qp} = 32,9 \text{ dB}$$

đối với dải tần 30 MHz đến 1 000 MHz:

$$(v\tau)_{ave} / (v\tau)_{qp} = 50,1 \text{ dB}$$

Giá trị trên giả thiết là có đủ hệ số quá tải ở tốc độ lặp được đề cập và độ rộng băng tần sử dụng tương ứng với các giá trị nêu ở điều 4. Tại tốc độ lặp 1 000 Hz, tỷ lệ tương ứng sẽ là 17,4 dB và 38,1 dB.

E.4 Máy thu đo đỉnh

Nếu sử dụng thiết bị đo đọc trực tiếp trong máy thu, thì yêu cầu đối với hằng số thời gian có thể được xác định từ đường cong trên Hình E.2, thể hiện tỉ lệ phần trăm của số đọc liên quan đến đỉnh là hàm số của một tham số và bao gồm tỷ số giữa các hằng số thời gian, độ rộng băng tần B_6 và tốc độ lặp xung. Khi sử dụng đường cong này, cần lưu ý là:

$$R_C/R_D = (1/4) (T_C/T_D) \quad (E.4)$$

trong đó T_C và T_D là hằng số thời gian nạp và phóng.

Ví dụ, nếu muốn có số đọc của máy thu ít nhất là 90 % đỉnh thực ở tốc độ lặp 1 Hz, thì cần có tỷ số giữa hằng số thời gian phóng trên hằng số thời gian nạp bằng:

1,25 x 10⁶ trong dải tần 0,15 MHz đến 30 MHz;

1,67 x 10⁷ trong dải tần 30 MHz đến 1 000 MHz.

E.5 Quan hệ giữa chỉ số của máy thu đo đỉnh và máy thu đo tựa đỉnh

Giá trị của diện tích xung, IS, yêu cầu để tạo đáp tuyến trên máy thu đo đỉnh tương đương với đáp tuyến tín hiệu sóng sin không điều chế tại tần số điều hưởng có giá trị hiệu dụng 2 mV là:

$$1,4/B_{imp} \text{ (mVs) (} B_{imp} \text{ tính bằng Hz)} \quad (E.5)$$

Từ độ rộng băng tần 6 dB qui định trong Bảng 1 (4.2), giá trị B_{imp} là 1,05 B_6 (điều E.2). Các giá trị này và giá trị IS tương ứng yêu cầu đối với thiết bị đo đỉnh sẽ là:

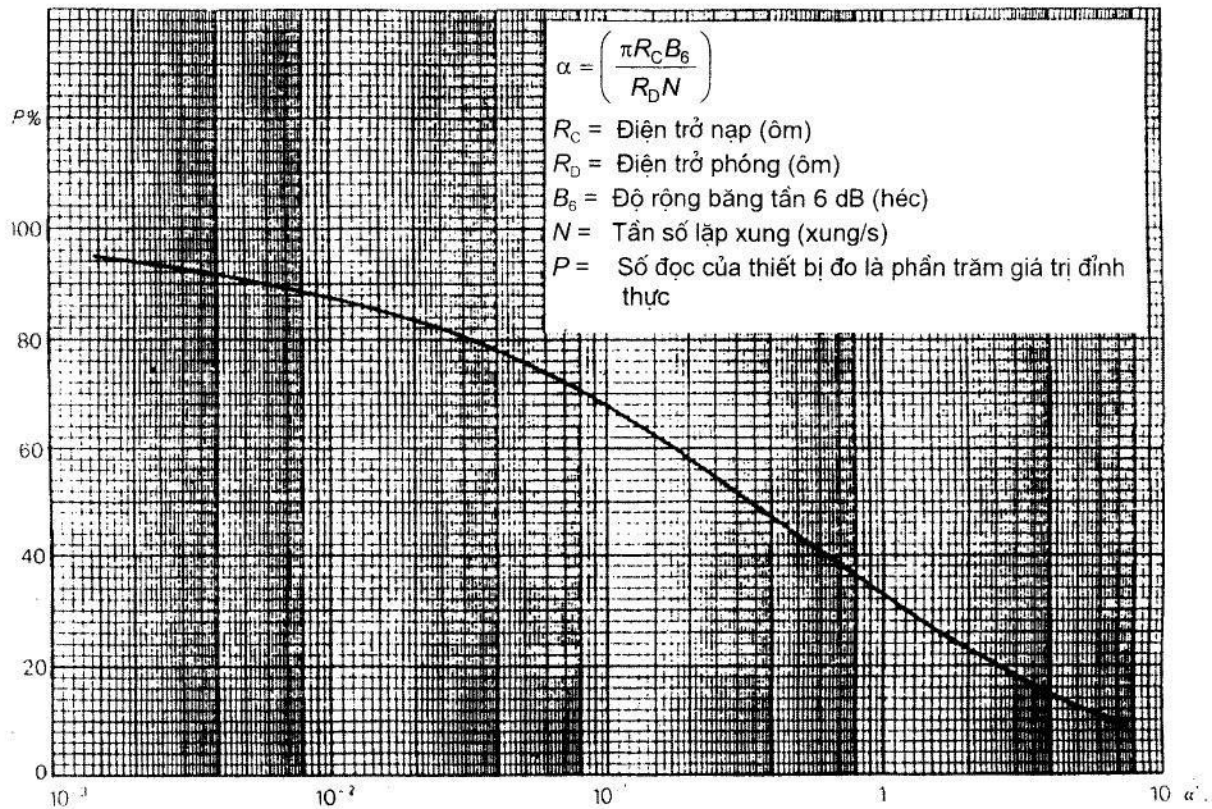
Tần số	IS đỉnh (mVs)	B_{imp} (Hz)
Băng tần A	6,67 x 10 ⁻³	0,21 x 10 ³
Băng tần B	0,148 x 10 ⁻³	9,45 x 10 ³
Băng tần C và D	0,011 x 10 ⁻³	126 x 10 ³

Do đó, dùng giá trị cho trong điểm a) ở Bảng 2 (trong 4.4.1) đối với IS tựa đỉnh, tỷ số giữa IS tựa đỉnh và IS đỉnh để đưa ra cùng một chỉ số sẽ là:

Đối với băng tần A 6,1 dB (ở tần số lặp xung 25 Hz)

Đối với băng tần B 6,6 dB (ở tần số lặp xung 100 Hz)

Đối với băng tần C và D 12,0 dB (ở tần số lặp xung 1 000 Hz)



Hình E.2 – Hệ số tách sóng xung P

E.6 Thử nghiệm đáp tuyến máy thu đo với các xung có tần số lớn hơn 1 GHz

Máy phát xung có phổ đồng nhất đến 18 GHz là khó thực hiện. Để thử nghiệm đáp tuyến của máy thu đo trên 1 GHz với các xung và để kiểm tra mối quan hệ biên độ của các loại máy thu đo khác nhau, trên thực tế sử dụng tín hiệu mang điều chế xung được điều chỉnh đến tần số thu. Độ rộng xung phải nhỏ hơn hoặc bằng $(1/3 B_{imp})$. Độ chính xác của độ rộng xung là quan trọng để tạo ra diện tích xung chính xác như yêu cầu trong các điều liên quan. Ngoài phép đo thời gian xung sử dụng máy hiện sóng, thời gian xung của các xung chữ nhật có thể được kiểm tra bằng khoảng cách giữa các giá trị nhỏ nhất trên phổ hiển thị. (Xem Hình E.3 về mẫu dạng sóng).

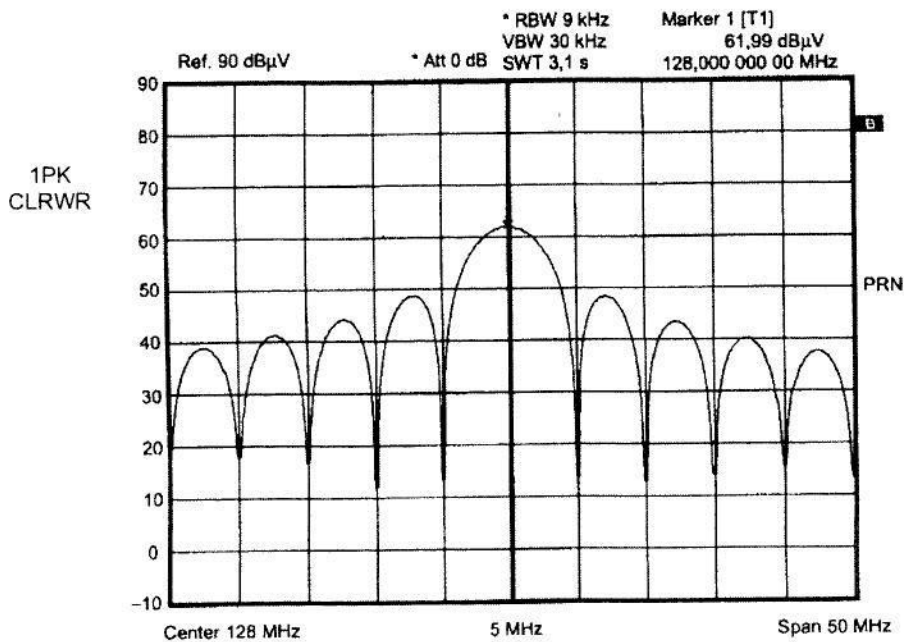
Đối với máy thu đo có bộ tách sóng đỉnh có độ rộng băng tần B_{imp} là 1 MHz, yêu cầu diện tích xung (sức điện động) là $1,4/B_{imp}$ mVs, tức là 1,4 nVs đối với đáp tuyến bằng với đáp tuyến của tín hiệu sóng sin không điều chế được điều chỉnh đến tần số thu có sức điện động có giá trị hiệu dụng là 2 mV [66 dB(μ V)]. Tín hiệu sóng mang điều chế xung có diện tích xung yêu cầu có thể được tạo ra với các độ rộng xung khác nhau như thể hiện trên Bảng E.1:

Bảng E.1 – Mức sóng mang đối với tín hiệu điều chế xung là 1,4 nVs

Độ rộng xung w_p/ns	Mức tín hiệu sóng mang (sức điện động) $L_{\text{sóng mang}}/dB(\mu V)$
100	86
200	80

Đối với máy thu đo có bộ tách sóng trung bình phương thức tuyến tính, diện tích xung (sức điện động) bằng với tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số thu có sức điện động có giá trị hiệu dụng 2 mV[66 dB(μV)] phải bằng 1,4/n mVs (n là tốc độ lặp xung). Đối với $n = 50\,000$, diện tích xung là 28 nVs, tức là cao hơn 26 dB so với giá trị đối với máy thu đo đỉnh có B_{imp} là 1 MHz.

Đối với máy thu đo có bộ tách sóng hiệu dụng, diện tích xung (sức điện động) bằng với tín hiệu sóng sin không điều chế ở tần số thu bằng với sức điện động ở giá trị hiệu dụng 2 mV [66 dB(μV)] phải bằng $44(B_3^{-1/2}) \mu Vs$ đối với tốc độ lặp xung 1 kHz. Đối với độ rộng xung B_{imp} là 1 MHz, B_3 tương ứng là 700 kHz. Do đó, diện tích xung yêu cầu là 52,6 nVs, tức là cao hơn 31,5 dB so với máy thu đo đỉnh có B_{imp} là 1 MHz.



Hình E.3 – Ví dụ (phổ) về tín hiệu điều chế xung có độ rộng xung là 200 ns

E.7 Phép đo độ rộng xung của máy thu đo

Độ rộng xung B_{imp} của máy thu đo được xác định là giá trị đỉnh U_p (được đo bằng máy thu) chia cho mật độ phổ xung D của xung thử nghiệm:

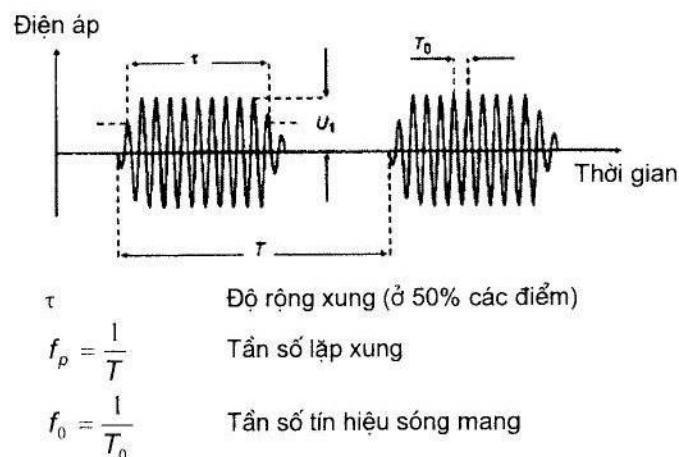
$$B_{imp} = U_p/D \tag{E.6}$$

Nếu giá trị U_p đo được, tính bằng μV , và D tính bằng $\mu V/MHz$ thì B_{imp} sẽ tính bằng MHz. Cả hai đại lượng, U_p và D , được coi là được hiệu chuẩn theo giá trị hiệu dụng của tín hiệu sóng sin không điều chế, là trường hợp của máy thu đo CISPR.

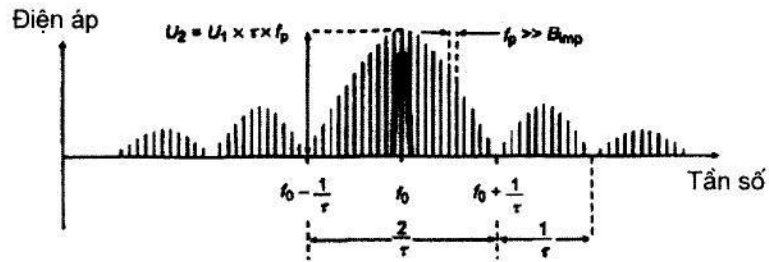
Mật độ phổ xung D thường không có sẵn như một đại lượng chuẩn chính xác. Để giảm độ không đảm bảo đo của phép đo độ rộng xung, phương pháp 1 và phương pháp 2 đang sử dụng hai phép đo. Trong một số trường hợp nhất định, đường cong chọn lọc của máy thu đo cũng có thể được sử dụng để tính B_{imp} (như mô tả trong phương pháp 3), vì B_{imp} là độ "rộng xung điện áp" của máy thu đo (không được nhầm với độ rộng xung công suất hoặc độ rộng xung tạp tương ứng, mà để xác định giá trị hiệu dụng của tạp Gauss khi sử dụng bộ tách sóng hiệu dụng của máy thu đo). B_{imp} được xác định bằng đường cong chọn lọc của bộ lọc IF , đáp tuyến pha của bộ lọc (có thể là không tuyến tính) và độ rộng băng tần tín hiệu hình của máy thu. Giá trị B_{imp} này lớn hơn B_6 , nhưng không có hệ số chung đối với mối quan hệ giữa B_{imp} và B_6 hoặc B_3 của máy thu.

Phương pháp 1: Phép đo bằng cách so sánh các đáp tuyến của B_{imp} với hai xung có biên độ và độ rộng giống nhau nhưng có tần số lặp xung (prf) thấp và cao.

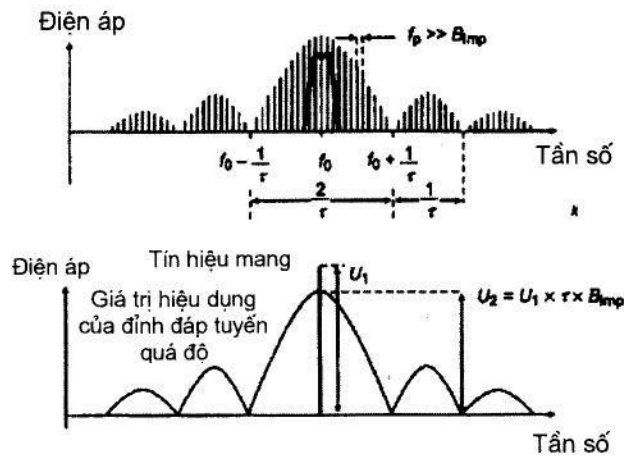
Phương pháp này sử dụng tín hiệu tần số radio điều chế xung, có thời gian xung ngắn như thể hiện trên Hình E.4 và có hai tần số lặp xung khác nhau. Với tần số lặp xung cao ($f_p \gg B_{imp}$), máy thu có thể được điều chỉnh với tần số của sóng mang như thể hiện trên Hình E.5 và với tần số lặp xung thấp ($f_p \ll B_{imp}$), phổ sẽ xuất hiện như tín hiệu băng rộng thể hiện trên Hình E.6 với mật độ phổ xung $D = U_1 \cdot \tau$. Dạng xung (biên độ U_1 và thời gian τ) phải độc lập với tần số lặp xung. Đối với $B_{imp} = 1$ MHz, f_{p1} có thể được chọn là 30 MHz và f_{p2} là 30 kHz.



Hình E.4 – Tín hiệu RF điều chế xung đặt lên máy thu đo



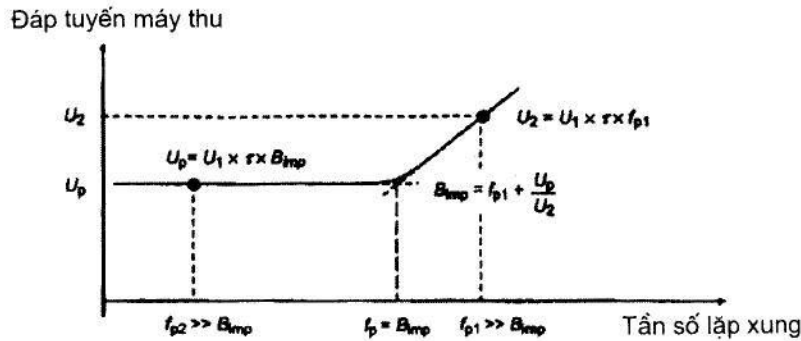
Hình E.5 – Lọc với B_{imp} nhỏ hơn nhiều so với tần số lặp xung



Hình E.6 – Lọc với B_{imp} lớn hơn nhiều so với tần số lặp xung

Với phép đo thứ nhất, biên độ hiệu dụng U_2 có thể được tính từ $U_2 = U_1 \cdot \tau \cdot f_p$. Có thể đạt được độ không đảm bảo đo thấp bằng tỷ số tín hiệu-tạp cao. Nhưng phải cẩn thận để tránh quá tải. Với phép đo thứ hai, đáp tuyến lớn nhất của giá trị hiệu dụng giữa đỉnh và quá độ có thể được tính từ $U_p = U_1 \cdot \tau \cdot B_{imp}$. Trong hai phép đo, nếu tích số này hoàn toàn bằng nhau thì B_{imp} có thể được tính từ hai kết quả đo như thể hiện trên Hình E.7 bằng cách sử dụng (E.2):

$$B_{imp} = f_p \frac{U_p}{U_2} \tag{E.7}$$



Hình E.7 – Tính độ rộng băng tần xung

Phương pháp 2: Phép đo bằng cách so sánh đáp tuyến của B_{imp} với tín hiệu xung và đáp tuyến của độ rộng băng hẹp với tín hiệu xung đó.

Nếu không có sẵn máy phát xung duy trì được biên độ không đổi, độc lập với tần số lặp xung được chọn, thì có thể sử dụng phương pháp 2 với tần số lặp xung tương đối thấp. Phương pháp này dựa trên nguyên lý giống với phương pháp 1, đó là phép đo. Tuy nhiên, thay vì sử dụng tín hiệu tần số lặp xung, phép đo thứ hai được thực hiện với bộ lọc hẹp hơn rất nhiều so với tần số lặp xung. Phương pháp này cũng được mô tả trong C.1.5.

Phương pháp này xác định mật độ phổ xung D sử dụng công thức $D = U_k/f_p$, trong đó U_k là điện áp đo được của một vạch phổ (tức là tần số mang, nếu tín hiệu là loại tín hiệu mang điều chế xung, hoặc đường tâm tại tần số thu mà tại đó đo B_{imp}) và f_p là tần số lặp xung. Một lần nữa, f_p phải lớn hơn rất nhiều so với độ rộng băng hẹp và nhỏ hơn rất nhiều so với B_{imp} cần đo, tức là $B_{hẹp} \ll f_p \ll B_{imp}$. Ví dụ về số đặt có thể là $B_{hẹp} = 9$ kHz, $f_p = 100$ kHz đối với $B_{imp} = 1$ MHz. Phương pháp này yêu cầu so sánh giữa các đáp tuyến của bộ lọc băng hẹp và bộ lọc cần đo bằng cách đặt tín hiệu sóng sin chưa điều chế vào cả hai bộ lọc và suy ra hệ số hiệu chỉnh c để tính D ($c = U_2/U_1$, với U_2 là giá trị đối với bộ lọc rộng và U_1 là giá trị đối với bộ lọc hẹp). Do đó $D = c \cdot U_k/f_p$. Khi đã xác định được D , U_p sẽ được đo với bộ tách sóng đỉnh và B_{imp} có thể được tính bằng cách sử dụng công thức (E.2).

Phương pháp 3: Tích phân hàm chọn lọc tuyến tính chuẩn hoá

Phương pháp này có ưu điểm là độ chính xác cao và có thể áp dụng cho các bộ lọc có chức năng chọn lọc hoàn toàn tuyến tính (ví dụ bộ lọc số hoặc theo yêu cầu kỹ thuật của nhà chế tạo) và sử dụng khi băng tần tín hiệu hình lớn hơn rất nhiều (ví dụ 10 lần) so với băng tần xung ($B_{video} \gg B_{imp}$).

Trong trường hợp này độ rộng băng tần xung của máy thu đo được xác định là diện tích của hàm chọn lọc tuyến tính chuẩn hoá $U(f)$, với $1/U_{max}$ là hệ số chuẩn hoá:

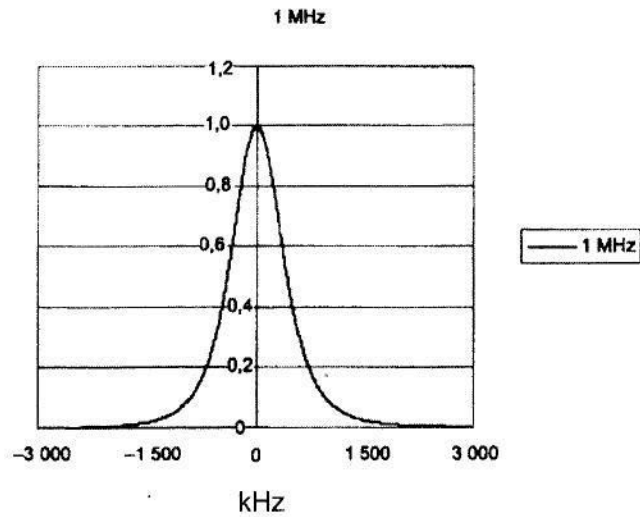
$$B_{imp} = \frac{1}{U_{max}} \int_{-\infty}^{+\infty} U(f) df$$

TCVN 6989-1-1 : 2008

Máy thu đo có hiển thị tần số bằng kỹ thuật số độ phân giải cao có thể được điều hướng theo N bước của Δf để đo hàm chọn lọc $U(f_n)$. Phép đo giữa các điểm 60 dB với các bước 100 ($N = 101$) thường là đủ để đo chính xác độ rộng băng tần. Tương tự, máy thu quét có thể được đặt sao cho các tần số bắt đầu và kết thúc trùng khớp với các điểm 60 dB của đường cong bộ lọc và thực hiện quét để có được các giá trị biên độ. Tín hiệu thử nghiệm là tín hiệu sóng liên tục để xác định được dạng lọc của bộ lọc. Trong trường hợp này, độ rộng băng tần xung có thể được đo và tính bằng công thức:

$$B_{imp} = \frac{1}{U_{max}} \sum_{n=1}^N (U(f_n) + U(f_{n+1})) \frac{\Delta f}{2}$$

Hình E.8 mô tả ví dụ về hàm chọn lọc tuyến tính chuẩn hoá 1 MHz.



Trục X được chia theo đơn vị là kHz.

Hình E.8 – Ví dụ về hàm chọn lọc tuyến tính chuẩn hoá

Phụ lục F

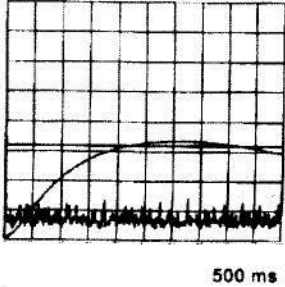
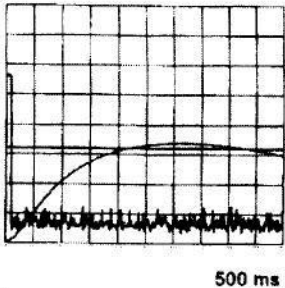
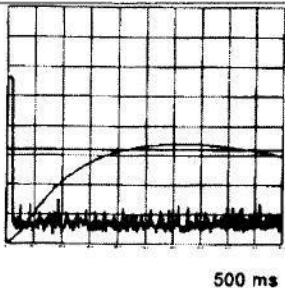
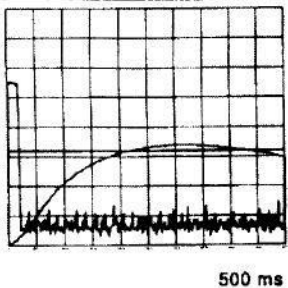
(qui định)

**Kiểm tra tính năng các trường hợp ngoại lệ từ định nghĩa nháy
theo 4.2.3 của TCVN 7492-1 (CISPR 14-1)**

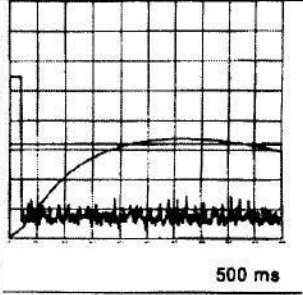
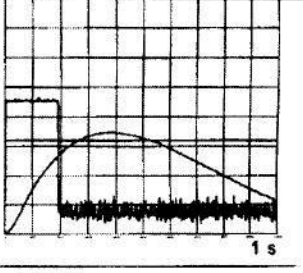
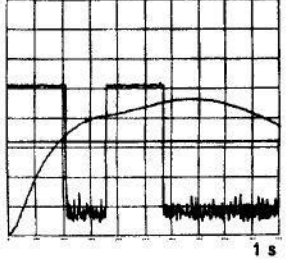
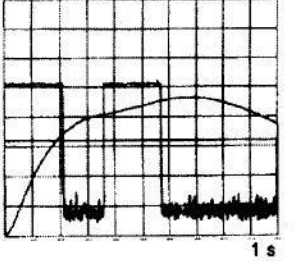
Để áp dụng các trường hợp ngoại lệ cho trong TCVN 7492-1: 2005 (CISPR 14-1: 2005), máy phân tích nhiễu phải cung cấp các thông tin bổ sung sau:

- a) số lượng nháy có thời gian nhỏ hơn hoặc bằng 10 ms;
- b) số lượng nháy có thời gian lớn hơn 10 ms nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 20 ms;
- c) số lượng nháy có thời gian lớn hơn 20 ms nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 200 ms;
- d) thời gian của từng nhiễu có biên độ lớn hơn giới hạn mức tựa đỉnh đối với nhiễu liên tục;
- e) chỉ thị để thể hiện rằng thiết bị không qua được thử nghiệm, nếu rõ ràng rằng thiết bị này tạo ra các nhiễu, không phải nháy, không tương ứng với định nghĩa của nháy và không thể áp dụng các loại trừ cho chúng;
- f) khoảng thời gian từ khi bắt đầu thử nghiệm đến khi xuất hiện nhiễu; được đề cập trong e);
- g) tổng thời gian của các nhiễu, không phải nháy, có giới hạn mức tựa đỉnh lớn hơn giới hạn đối với nhiễu liên tục;
- h) tốc độ nháy.

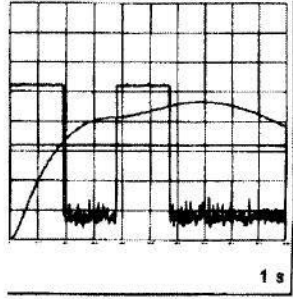
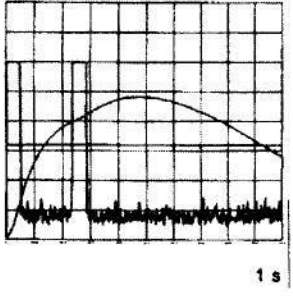
Bảng F.1 – Các tín hiệu thử nghiệm của máy phân tích nhiễu^a

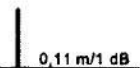
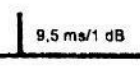
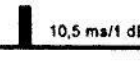
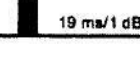
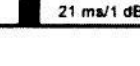
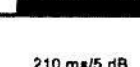
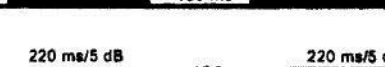
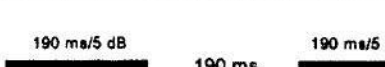
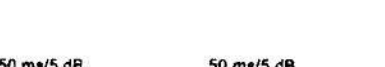
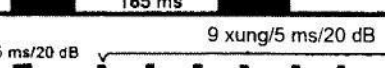
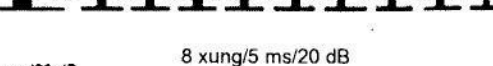
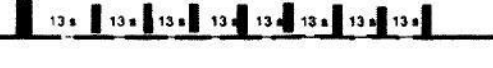
Thứ nghiệm số	Thông số tín hiệu thử nghiệm						
	1		2		3	4	5
	Biên độ tựa đỉnh của các xung điều chỉnh tương đối so với biên độ chuẩn tựa đỉnh của máy thu đo, dB		Thời gian xung ^b được điều chỉnh theo đầu ra tần số trung gian của máy thu đo, ms		Khoảng thời gian giữa các xung hoặc tính chu kỳ (đầu ra IF). ms	Đánh giá bằng bộ phân tích	Thể hiện bằng đồ thị tín hiệu thử nghiệm đo được ở đầu ra IF và tín hiệu tựa đỉnh tương đối so với chỉ thị chuẩn của máy thu đo
Xung 1	Xung 2	Xung 1	Xung 2				
1	1		0,11			1 nháy ≤ 10 ms	
2	1		9,5			1 nháy ≤ 10 ms	
3	1		10,5			1 nháy > 10 ms ≤ 20 ms	
4	1		19			1 nháy > 10 ms ≤ 20 ms	

Bảng F.1 (tiếp theo)

Thử nghiệm số	Thông số tín hiệu thử nghiệm					Đánh giá bằng bộ phân tích	Thể hiện bằng đồ thị tín hiệu thử nghiệm đo được ở đầu ra IF và tín hiệu tựa đỉnh tương đối so với chỉ thị chuẩn của máy thu đo
	1		2		3		
	Xung 1	Xung 2	Xung 1	Xung 2	Khoảng thời gian giữa các xung hoặc tính chu kỳ (đầu ra IF). ms		
5	1		21			1 nháy > 20 ms	
6	1		190			1 nháy > 20 ms	
7	5	5	210	210	150	Nếu chỉ xảy ra một lần trong một chu kỳ hoặc trong một đơn vị thời gian quan sát nhỏ nhất: được tính như 1 nháy >20 ms (xem chú thích 2, E2, qui tắc 600 ms)	
						Cách khác , nhiều liên tục (570 ms)	
8	5	5	220	220	190	Không đạt Nhiều liên tục (xem chú thích 2, E2: không áp dụng ngoại lệ vì tổng thời gian là 630 ms > 600 ms)	

Bảng F.1 (tiếp theo)

Thứ nghiệm số	Thông số tín hiệu thử nghiệm					Đánh giá bằng bộ phân tích	Thể hiện bằng đồ thị tín hiệu thử nghiệm đo được ở đầu ra IF và tín hiệu tựa đỉnh tương đối so với chỉ thị chuẩn của máy thu đo
	1		2		3		
	Xung 1	Xung 2	Xung 1	Xung 2	Khoảng thời gian giữa các xung hoặc tính chu kỳ (đầu ra IF), ms		
9	5	5	190	190	190	<p>Nếu</p> <p>Tốc độ nháy cuối cùng nhỏ hơn 5: 2 nháy >20ms (xem chú thích 2, E4, qui tắc tử lạnh; xem thêm chú thích 3)</p> 	
						<p>Cách khác, nếu</p> <p>Chỉ xuất hiện một lần trong một chu kỳ của chương trình hoặc một lần trong một đơn vị thời gian quan sát nhỏ nhất: 1 nháy > 20 ms (xem chú thích 2, E2)</p> <p>Cách khác</p> <p>Không đạt: nhiều liên tục (570 ms)</p>	
10	5	5	50	50	185	<p>Nếu</p> <p>Tốc độ nháy cuối cùng nhỏ hơn 5: 2 nháy >20ms (xem chú thích 2, E4, qui tắc tử lạnh; xem thêm chú thích 3)</p> 	
						<p>Cách khác, nếu</p> <p>Không quá một lần trong một chu kỳ của chương trình hoặc trong một đơn vị thời gian quan sát nhỏ nhất: 1 nháy < 600 ms (xem chú thích 2, E2, 2x285 ms > 20 ms)</p> <p>Cách khác</p> <p>Không đạt: nhiều liên tục (285 ms)</p>	
11	20	20	15	5	<p>1 x xung 1 + 9 x xung 2, được lặp lại cho đến khi xuất hiện 40 nháy, khi đó khoảng cách giữa từng xung sẽ là 13 s</p>	<p>36 nháy < 10 ms 4 nháy > 10 ms, ≤ 20 ms ≥ 90% số nháy < 10 ms</p> <p>Đạt</p> <p>(xem chú thích 2, E3; xem thêm chú thích 4; không yêu cầu phép đo biên độ nháy)</p>	

Thử nghiệm số	Tín hiệu thử nghiệm	Đánh giá bộ phân tích
1		1 nháy ≤ 10 ms
2		1 nháy ≤ 10 ms
3		1 nháy > 10 ms, ≤ 20 ms
4		1 nháy > 10 ms, ≤ 20 ms
5		1 nháy > 20 ms
6		1 nháy > 20 ms
7		1 nháy ≤ 600 ms (điều khiển bằng chương trình DUT)
8		Liên tục > 600 ms
9		1 nháy ≤ 600 ms (được đếm là 2 nháy - Qui tắc tử lạnh)
10		với N < 5 – 2 nháy với N ≥ 5 – liên tục, hoặc 1 nháy ≤ 600 ms (điều khiển bằng chương trình DUT)
11		lặp lại đến 40 nháy 36 nháy ≤ 10 ms 4 nháy > 10 ms, ≤ 20 ms
12		lặp lại đến 40 nháy 35 nháy ≤ 10 ms 5 nháy > 10 ms, ≤ 20 ms

Hình F.1 – Thể hiện bằng đồ thị của các tín hiệu thử nghiệm sử dụng để kiểm tra tính năng của máy phân tích với các yêu cầu bổ sung theo Bảng F.1

Phụ lục G

(tham khảo)

Cơ sở các yêu cầu kỹ thuật của hàm đo phân bố xác suất biên độ (APD)

Yêu cầu kỹ thuật này dựa trên các định nghĩa và xem xét dưới đây:

a) Dải động của biên độ

Dải động của biên độ được xác định là dải cần thiết để đạt được APD. Giới hạn trên của dải động phải lớn hơn mức đỉnh của nhiễu cần đo và giới hạn dưới phải nhỏ hơn mức giới hạn nhiễu qui định bởi yêu cầu kỹ thuật liên quan của sản phẩm.

Theo TCVN 6988 (CISPR 11), giới hạn đỉnh đối với nhóm 2, cấp B, đối với các thiết bị ISM được đặt tại 110 dB μ V/m, và giới hạn theo trọng số được qui định là 60 dB μ V/m. Do đó, đề xuất đưa ra dải động lớn hơn 60 dB với biên dự phòng là 10 dB.

b) Tốc độ lấy mẫu

Một cách lý tưởng, APD của nhiễu được đo sử dụng băng tần tương đương của dịch vụ tần số radio cần bảo vệ. Tuy nhiên, độ rộng băng tần phân giải của bộ phân tích phổ được qui định là 1 MHz đối với dải tần lớn hơn 1 GHz. Do đó, tốc độ lấy mẫu phải lớn hơn 10 triệu mẫu trên một giây.

c) Thời gian đo lớn nhất

TCVN 6988 (CISPR 11) qui định thời gian duy trì lớn nhất là 2 s đối với các phép đo đỉnh của thiết bị dùng cho lò vi sóng có tần số trên 1 GHz. Do đó, thời gian đo được đối với phép đo APD phải tối thiểu là 2 min. Vì kích cỡ của bộ đếm và bộ nhớ có giới hạn nên có thể gặp khó khăn khi thực hiện các phép đo liên tục trong thời gian đo dài. Do đó, cho phép đo gián đoạn trong điều kiện thời gian nghỉ nhỏ hơn 1 % thời gian đo tổng.

d) Xác suất đo nhỏ nhất

Có thể phải thực hiện 100 lần đo để có kết quả có ý nghĩa. Do đó, xác suất đo nhỏ nhất được tính như sau:

với giả thiết thời gian đo là 2 min và tốc độ lấy mẫu là 10 triệu mẫu trên 1 giây, xác suất được xác định là:

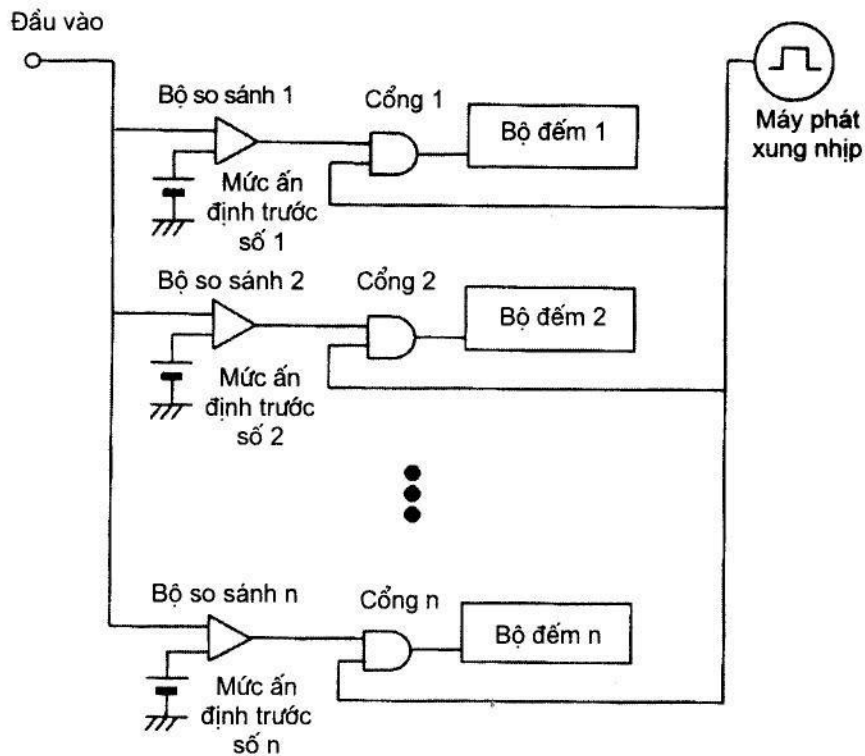
$$100/(120 \times 10 \times 10^6) \sim 10^{-7}$$

e) Hiển thị dữ liệu đo APD

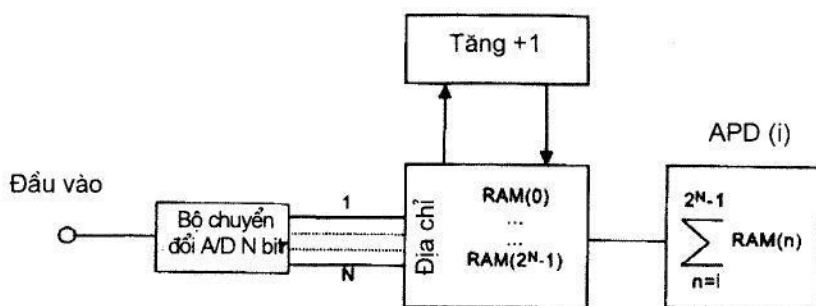
Độ phân giải biên độ để hiển thị các kết quả APD phụ thuộc vào dải động và độ phân giải của bộ chuyển đổi A/D. Ví dụ, độ phân giải hiển thị nhỏ hơn 0,25 dB (~ 60 dB/256) khi sử dụng bộ chuyển đổi A/D 8 bit cho dải động 60 dB.

Hình G.1 và G.2 thể hiện các sơ đồ khối thực hiện chức năng đo APD.

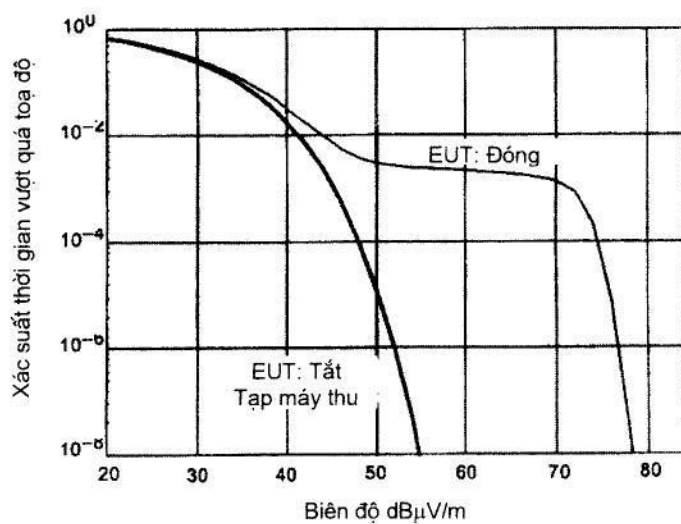
Ví dụ về kết quả phép đo APD được thể hiện trên Hình G.3.



Hình G.1 – Sơ đồ khối của mạch đo APD không có bộ chuyển đổi A/D



Hình G.2 – Sơ đồ khối của mạch đo APD có bộ chuyển đổi A/D



Hình G.3 – Ví dụ về hiển thị phép đo APD

Thư mục tài liệu tham khảo

TCVN 6989-1-3 : 2008 (CISPR 16-1-3 : 2003), Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 1-3: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Thiết bị phụ trợ – Công suất nhiễu

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

TCVN 6989-2-2 : 2008 (CISPR 16-2-2 : 2003), Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 2-2: Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Đo công suất nhiễu

TCVN 6989-2-4 : 2008 (CISPR 16-2-4 : 2003), Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 2-4: Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Phép đo miễn nhiễm

CISPR 16-1-2 : 2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power (Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 1-2: Thiết bị đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Thiết bị phụ trợ – Nhiễu dẫn)

CISPR 16-1-4 : 2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbance (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 – Thiết bị phụ trợ – Nhiễu bức xạ)

CISPR 16-2-1 : 2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements (Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 2-1: Phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm – Đo nhiễu dẫn)

CISPR 16-2-3 : 2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements (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 16-4-1 : 2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests (Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần

4-1: Độ không đảm bảo đo, thống kê và mô hình giới hạn – Độ không đảm bảo đo trong các thử nghiệm EMC tiêu chuẩn)

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

CISPR 16-4-3 : 2004, 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 (Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo và phương pháp đo nhiễu và miễn nhiễm tần số radio – Phần 4-3: Độ không đảm bảo đo, thống kê và mô hình giới hạn – Xem xét thống kê khi xác định sự phù hợp về EMC đối với các sản phẩm được sản xuất hàng loạt)

CISPR 16-4-4 : 2003, 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 4-4: Độ không đảm bảo đo, thống kê và mô hình giới hạn – Thống kê sự phù hợp và mô hình tính toán giới hạn)
