

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	6
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Định nghĩa và ký hiệu	8
3.1 Hệ thống đo	8
3.2 Thiết bị biến đổi	10
3.3 Hệ thống truyền dẫn	11
3.4 Dụng cụ chỉ thị và ghi	11
3.5 Hệ số thang đo	11
3.6 Định nghĩa liên quan đến đáp ứng động của hệ thống đo	12
3.7 Tham số đáp tuyến	13
3.8 Độ không đảm bảo đo tổng e	15
3.9 Giá trị danh định	15
3.10 Định nghĩa liên quan đến thử nghiệm	16
4 Qui trình hạn định và sử dụng hệ thống đo	16
4.1 Nguyên tắc chung	16
4.2 Chương trình thử nghiệm tính năng	17
4.3 Chương trình kiểm tra tính năng	17
4.4 Yêu cầu đối với hồ sơ tính năng	17
4.5 Điều kiện làm việc	18
5 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận	19
5.1 Khả năng áp dụng	19
5.2 Xác định hệ số thang đo	19
5.3 Thử nghiệm tính tuyến tính	19
5.4 Thử nghiệm tính ổn định trong thời gian ngắn	20
5.5 Độ ổn định trong thời gian dài của các phần tử đơn lẻ	20
5.6 Ảnh hưởng của nhiệt độ	20
5.7 Ảnh hưởng độ khoảng cách gần	20
5.8 Đáp ứng động của thành phần	21
5.9 Thử nghiệm chịu thử	21
6 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo	21
6.1 Yêu cầu chung	21
6.2 Xác định hệ số thang đo ấn định	22
6.3 Thử nghiệm đáp ứng động (đối với hệ thống đo xung)	24

6.4 Thử nghiệm nhiễu (đối với hệ thống đo xung).....	24
7 Đo điện áp một chiều	24
7.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận	24
7.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận	25
7.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo	26
7.4 Kiểm tra tính năng	27
7.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC	27
7.6 Đo biên độ nhấp nhô	27
8 Đo điện áp xoay chiều	28
8.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận	28
8.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận	28
8.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo	30
8.4 Kiểm tra tính năng	30
8.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC	30
9 Đo điện áp xung sét	31
9.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận	31
9.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận	32
9.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo	33
9.4 Kiểm tra tính năng	35
9.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC	36
10 Đo điện áp xung đóng cắt	37
10.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận	37
10.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận	37
10.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo	39
10.4 Kiểm tra tính năng	40
10.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC	41
11 Đo dòng điện xung	41
11.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận	42
11.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận	42
11.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo	43
11.4 Kiểm tra tính năng	44
12 Hệ thống đo chuẩn	45
12.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận	45
12.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận	46
12.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo	46
Phụ lục A (qui định) – Hệ thống công nhận	49
Phụ lục B (tham khảo) – Cấu trúc của hồ sơ tính năng.....	51

Phụ lục C (tham khảo) – Đo đáp tuyến bậc thang.....	55
Phụ lục D (tham khảo) – Độ tăng nhiệt của điện trở đo	57
Phụ lục E (tham khảo) – Hệ thống đo chuẩn và phép đo so sánh dùng cho điện áp xung – Tài liệu tham khảo	58
Phụ lục F (tham khảo) – Tóm tắt các thử nghiệm	60
Phụ lục G (tham khảo) – Khu vực cần chú ý đặc biệt	66
Phụ lục H (tham khảo) – Quy trình đánh giá độ không đảm bảo đo của phép đo điện áp cao	69

Lời nói đầu

TCVN 6099-2 : 2007 thay thế TCVN 6099-3 : 1996 và TCVN 6099-4 : 1996;

TCVN 6099-2 : 2007 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn IEC 60060-2 : 1994 và sửa đổi 1 : 1996;

TCVN 6099-2 : 2007 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC/E1 Máy điện khí cụ điện biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao –

Phần 2: Hệ thống đo

High-voltage test techniques –

Part 2: Measuring systems

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho hệ thống đo hoàn chỉnh và các thành phần của hệ thống được sử dụng để đo điện áp cao và dòng điện trong quá trình thử nghiệm bằng điện áp một chiều, điện áp xoay chiều, điện áp xung sét và xung đóng cắt và cho các thử nghiệm bằng dòng điện xung hoặc phối hợp các loại trên như qui định trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Giới hạn về độ không đảm bảo đo qui định trong tiêu chuẩn này áp dụng cho các mức thử nghiệm qui định trong IEC 60071-1. Các nguyên tắc của tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho các mức cao hơn nhưng độ không đảm bảo đo có thể cao hơn.

Tiêu chuẩn này:

- định nghĩa các thuật ngữ được sử dụng;
- đưa ra các yêu cầu mà hệ thống đo phải thỏa mãn;
- mô tả các phương pháp công nhận hệ thống đo và kiểm tra các thành phần của hệ thống;
- mô tả qui trình mà qua đó người sử dụng sẽ chứng tỏ rằng hệ thống đo thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu ghi năm ban hành thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm ban hành thì áp dụng bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi. Tuy nhiên, các bên có thỏa thuận dựa trên tiêu chuẩn này cần nghiên cứu khả năng áp dụng bản mới nhất của các tài liệu liệt kê dưới đây.

TCVN 6099-2 : 2007

TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phần 1: Định nghĩa chung và yêu cầu thử nghiệm

IEC 60050 (301, 302, 303):1983, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 301: General terms on measurements in electricity; Chapter 302: Electrical measuring instruments; Chapter 303: Electronic measuring instruments (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 301: Thuật ngữ chung về đo lường điện; Chương 302: Trang thiết bị đo điện; Chương 303: Thiết bị đo lường điện tử)

IEC 60050(321) : 1986, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 321: Instrument transformers (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 321: Máy biến áp đo lường)

IEC 60051, Direct acting indicating analogue electrical-measuring instruments and their accessories (Thiết bị đo điện tương tự chỉ thị tác động trực tiếp và các phụ kiện)

IEC 60052 : 2002, Voltage measurement by means of standard air gaps (Phép đo điện áp bằng khe hở không khí tiêu chuẩn)

IEC 60071-1 : 2006, Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules (Phối hợp cách điện – Phần 1: Định nghĩa, nguyên tắc và qui tắc)

IEC 790 : 1984, Oscilloscopes and peak voltmeters for impulse tests (Máy hiện sóng và vôn mét đỉnh dùng cho thử nghiệm xung)

IEC 60833 : 1987, Measurement of power-frequency electric fields (Phép đo trường điện tần số công nghiệp)

IEC 61063-1 : 2001, Instruments and software used for measurement in high-voltage impulse tests – Part 1: Requirements for instruments (Dụng cụ đo và phần mềm dùng cho các phép đo trong thử nghiệm xung điện áp cao – Phần 1: Yêu cầu đối với dụng cụ đo)

3 Định nghĩa và ký hiệu

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa dưới đây.

3.1 Hệ thống đo

3.1.1

hệ thống đo (measuring system)

tập hợp hoàn chỉnh các thiết bị thích hợp để thực hiện phép đo điện áp cao hoặc dòng điện xung

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống đo thường có các thành phần sau: thiết bị biến đổi có dây dẫn cần thiết để nối thiết bị này với đối tượng thử nghiệm hoặc để nối vào mạch dòng điện và các mối nối đất, hệ thống truyền dẫn để nối các đầu nối ra của thiết bị với thiết bị tự ghi hoặc thiết bị chỉ thị cùng với mạng hoặc trở kháng suy giảm, kết cuối và

* Đã hủy.

thích nghi, và thiết bị tự ghi hoặc thiết bị chỉ thị có các đầu nối bất kỳ tới nguồn cấp điện. Hệ thống đo chỉ bao gồm một số trong số các thành phần nêu trên hoặc dựa trên các nguyên tắc không theo qui ước cũng được chấp nhận nếu chúng thỏa mãn các yêu cầu về độ chính xác qui định trong tiêu chuẩn này. Các thành phần có thể gồm nhiều phần tử hoặc một phần tử, ví dụ, một tụ điện điện áp cao của bộ chia bằng tụ điện có thể gồm nhiều tụ điện điện áp thấp hoặc một tụ điện khí.

CHÚ THÍCH 2: Môi trường trong đó hệ thống đo hoạt động, khe hở không khí của nó đến các kết cấu mang điện hoặc nối đất và sự có mặt của trường điện hoặc trường từ có thể ảnh hưởng đáng kể đến độ chính xác của hệ thống đo.

3.1.2

hồ sơ tính năng của hệ thống đo (record of performance of a measuring system)

hồ sơ chi tiết, do người sử dụng lập, mô tả hệ thống và có bằng chứng là đáp ứng các yêu cầu nêu trong tiêu chuẩn này. Bằng chứng này phải bao gồm các kết quả của thử nghiệm tính năng ban đầu và chương trình cũng như các kết quả của từng thử nghiệm tính năng và kiểm tra tính năng tiếp theo

3.1.3

hệ thống đo được chấp nhận (approved measuring system)

hệ thống đo chứng tỏ phù hợp với một hoặc nhiều tập hợp các yêu cầu đặt ra trong tiêu chuẩn này thông qua:

- thử nghiệm tính năng ban đầu;
- các kiểm tra tính năng và thử nghiệm tính năng tiếp theo;
- tập hợp các kết quả của các thử nghiệm này trong hồ sơ tính năng.

Hệ thống chỉ được chấp nhận cho các cách bố trí và điều kiện làm việc nêu trong hồ sơ tính năng của hệ thống.

3.1.4

hệ thống đo chuẩn (reference measuring system)

hệ thống đo có đủ độ chính xác và tính ổn định để sử dụng vào việc chấp nhận các hệ thống khác bằng cách thực hiện các phép đo so sánh đồng thời với các loại dạng sóng và dây điện áp hoặc dòng điện cụ thể

CHÚ THÍCH: Hệ thống đo chuẩn (duy trì theo các yêu cầu của tiêu chuẩn này) có thể sử dụng như hệ thống đo được chấp nhận nhưng ngược lại thì không đúng.

3.1.5

thiết bị đo tiêu chuẩn theo IEC (IEC standard measuring device)

thiết bị có thể sử dụng để đo điện áp cao với độ chính xác qui định (ví dụ sử dụng khe hở cầu hoặc khe hở thanh/thanh theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1))

3.2 Thiết bị biến đổi

3.2.1

thiết bị biến đổi (converting device)

thiết bị dùng để biến đổi đại lượng đo thành đại lượng khác, tương thích với dụng cụ ghi hoặc chỉ thị

3.2.2

bộ phân áp (voltage divider)

thiết bị biến đổi gồm một nhánh điện áp cao và một nhánh điện áp thấp sao cho điện áp đầu vào được đặt lên thiết bị hoàn chỉnh và điện áp đầu ra được lấy từ nhánh điện áp thấp [IEV 301-05-13, sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Các phần tử của hai nhánh thường là các điện trở hoặc tụ điện hoặc kết hợp cả hai và thiết bị được mô tả theo loại và cách bố trí của các phần tử (ví dụ: điện trở, tụ điện hoặc điện trở-tụ điện).

3.2.3

máy biến điện áp (voltage transformer)

máy biến áp giảm áp theo nấc dùng cho phép đo các tham số điện áp cao xoay chiều [IEV 321-03-01, sửa đổi]

3.2.4

trở kháng đo điện áp cao (high-voltage measuring impedance)

thiết bị mang dòng điện tỷ lệ với điện áp đặt

3.2.5

sun đo dòng điện (current-measuring shunt)

điện trở qua đó điện áp tỷ lệ với dòng điện cần đo [IEV 321-06-05, sửa đổi]

3.2.6

thiết bị đo dòng có bù (compensated current-measuring device)

thiết bị đo dòng điện có mạch điện bù

3.2.7

máy biến dòng điện (current transformer)

máy biến dòng tạo ra dòng điện đầu ra tỷ lệ với dòng điện đầu vào [IEV 321-02-01, sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Cuộn dây Rogowski sử dụng với mạch tích hợp là một máy biến dòng dải rộng.

3.2.8

đầu đo trường điện (electric-field probe)

thiết bị biến đổi dùng để đo biên độ và dạng sóng của trường điện

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng đầu đo trường điện để đo dạng sóng của điện áp sinh ra trường với điều kiện là phép đo không bị ảnh hưởng bởi vắng quang.

3.3**hệ thống truyền dẫn (transmission system)**

tập hợp các thiết bị truyền tín hiệu đầu ra của thiết bị biến đổi đến dụng cụ chỉ thị và/hoặc dụng cụ ghi

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống truyền dẫn thường có một cấp đồng trục với trở kháng đầu nối, nhưng cũng có thể gồm các bộ suy giảm hoặc các thiết bị khác nối giữa thiết bị biến đổi và dụng cụ. Ví dụ, đường liên kết quang gồm máy phát, cáp quang và máy thu cũng như các bộ khuếch đại liên quan.

CHÚ THÍCH 2: Hệ thống truyền dẫn có thể nằm một phần hoặc hoàn toàn trong thiết bị biến đổi.

3.4**dụng cụ chỉ thị hoặc ghi (indicating or recording instrument)**

thiết bị được thiết kế để hiển thị hoặc cung cấp hồ sơ về giá trị của đại lượng đo hoặc giá trị liên quan [IEV 301-02-11 và 12, sửa đổi]

3.5 Hệ số thang đo**3.5.1****hệ số thang đo của hệ thống đo (scale factor of a measuring system)**

hệ số khi nhân với giá trị số đọc trên dụng cụ sẽ thu được giá trị của đại lượng đầu vào

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống đo có thể có nhiều hơn một hệ số thang đo, ví dụ, hệ thống có thể có các hệ số thang đo khác nhau đối với các dải tần hoặc dạng sóng khác nhau (xem 3.6.1).

CHÚ THÍCH 2: Đối với một số hệ thống đo, giá trị của đại lượng đầu vào được hiển thị trực tiếp (nghĩa là hệ số thang đo của hệ thống đo là một).

3.5.2**hệ số thang đo của thiết bị biến đổi (scale factor of a converting device)**

hệ số khi nhân với đầu ra của thiết bị biến đổi sẽ thu được đại lượng đầu vào của thiết bị

CHÚ THÍCH: Hệ số thang đo của thiết bị biến đổi có thể không có thứ nguyên (ví dụ, tỷ số của bộ phân áp) hoặc có thứ nguyên (ví dụ, trở kháng của tổng trở đo điện áp cao).

3.5.3**hệ số thang đo của hệ thống truyền dẫn (scale factor of a transmission system)**

hệ số khi nhân với đầu ra của hệ thống truyền dẫn sẽ thu được đại lượng đầu vào của hệ thống

3.5.4**hệ số thang đo của dụng cụ ghi hoặc chỉ thị (scale factor of an indicating or recording instrument)**

hệ số khi nhân với số đọc của dụng cụ sẽ thu được đại lượng đầu vào của dụng cụ

3.5.5

hệ số thang đo ấn định (assigned scale factor)

hệ số thang đo của hệ thống đo xác định được ở thử nghiệm tính năng mới nhất

CHÚ THÍCH: Hệ thống đo có thể có nhiều hơn một hệ số thang đo ấn định, ví dụ, hệ thống có thể có nhiều mốc danh nghĩa, mỗi mốc có giá trị khác nhau (xem 3.6.1).

3.6 Định nghĩa liên quan đến đáp ứng động của hệ thống đo

3.6.1

mốc danh nghĩa τ_N (nominal epoch τ_N) (phép đo xung, chỉ đầu sóng của xung)

dãy giá trị từ nhỏ nhất (t_{min}) đến lớn nhất (t_{max}) của tham số thời gian liên quan của xung mà hệ thống đo cần được công nhận trong thời gian đó. Tham số thời gian liên quan là:

thời gian đầu sóng T_1	đối với xung sét toàn sóng và xung cắt ở đuôi sóng và đối với xung dòng điện
thời gian đến thời điểm cắt T_c	đối với xung cắt ở đầu sóng
thời gian tới đỉnh T_p	đối với xung đóng cắt

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống đo có thể có một, hai hoặc nhiều mốc danh nghĩa đối với các dạng sóng khác nhau. Ví dụ, một hệ thống đo cụ thể có thể được công nhận:

- đối với xung sét toàn sóng có hệ số thang đo ấn định F_1 trên mốc danh nghĩa τ_{N1} từ $T_1 = 0,8 \mu s$ đến $T_1 = 1,2 \mu s$
- đối với xung sét cắt ở đầu sóng có hệ số thang đo ấn định F_2 trên mốc danh nghĩa τ_{N2} từ $T_c = 0,5 \mu s$ đến $T_c = 0,9 \mu s$
- đối với xung đóng cắt có hệ số thang đo ấn định F_3 trên mốc danh nghĩa τ_{N3} từ $T_p = 200 \mu s$ đến $T_p = 300 \mu s$.

CHÚ THÍCH 2: "Xung cắt ở đầu sóng" được dùng để chỉ xung cắt có thời gian tới thời điểm cắt nằm trong dải từ $0,5 \mu s$ đến $2 \mu s$ khi phân biệt với "xung cắt ở đuôi sóng" có thời gian tới thời điểm cắt lớn hơn $2 \mu s$.

3.6.2

đáp tuyến G của hệ thống đo (response of a measuring system G)

đầu ra, là hàm số của thời gian hoặc tần số, khi đặt điện áp hoặc dòng điện qui định lên đầu vào của hệ thống

3.6.3

đáp tuyến biên độ/tần số $G(f)$ (amplitude/frequency response $G(f)$)

tỷ số giữa đầu ra và đầu vào của hệ thống đo là hàm số của tần số f , khi đầu vào là sóng hình sin (xem hình 1)

3.6.4

đáp tuyến bậc thang $G(t)$ (step response $G(t)$)

đầu ra của hệ thống đo là hàm số của thời gian, khi đầu vào là một hàm bậc thang

3.7 Tham số đáp tuyến

3.7.1

tham số đáp tuyến (response parameters)

tham số được rút ra từ đáp tuyến biên độ/tần số đo được hoặc đáp tuyến bậc thang đo được bằng cách áp dụng qui trình qui định

3.7.2

tần số giới hạn f_1 và f_2 (limit frequencies f_1 and f_2)

giới hạn trên và giới hạn dưới của dải mà trong phạm vi đó đáp tuyến biên độ/tần số gần như không đổi. Các giới hạn này có trong trường hợp đáp tuyến lần đầu tiên sai lệch ± 3 dB so với giá trị không đổi (xem hình 1)

3.7.3

mức chuẩn I_R (reference level I_R) (chỉ riêng phép đo xung)

giá trị trung bình của đáp tuyến bậc thang lấy từ mốc danh nghĩa (xem hình 2)

CHÚ THÍCH: Hệ thống đo có thể có nhiều hơn một mức chuẩn, ví dụ, hệ thống có thể có các hệ số thang đo khác nhau đối với các dạng sóng khác nhau (xem 3.6.1 và hình 2).

3.7.4

điểm gốc giả định O_1 của đáp tuyến bậc thang (virtual origin of a step response O_1)

điểm giao nhau với trục thời gian của đường thẳng vẽ tiếp tuyến với phần dốc nhất của đầu sóng của đáp tuyến bậc thang. Trong trường hợp đáp tuyến có các dao động trên đầu sóng, qua các dao động vẽ một đường cong trung bình và sử dụng để xác định đường tiếp tuyến. Bỏ qua méo ban đầu bất kỳ khi vẽ đường tiếp tuyến (xem hình 3a)

CHÚ THÍCH 1: Tất cả các giá trị thời gian đều được đo từ điểm gốc giả định O_1 .

CHÚ THÍCH 2: Đối với đáp tuyến tròn hoặc đường cong tròn vẽ qua các dao động, phần dốc nhất sẽ xuất hiện gần điểm bắt đầu của đáp tuyến.

3.7.5

đáp tuyến bậc thang chuẩn hóa $g(t)$ (normalized step response $g(t)$)

đáp tuyến bậc thang được chuẩn hóa sao cho mức chuẩn là một

CHÚ THÍCH: Hệ thống đo có một đáp tuyến bậc thang chuẩn hóa cho từng mức chuẩn.

3.7.6

tích phân đáp tuyến bậc thang $T(f)$ (step response integral $T(t)$)

tích phân từ O_1 đến t của một trừ đi đáp tuyến bậc thang chuẩn hoá $g(t)$, nhưng với phần đầu của $g(t)$ được thay bởi đường thẳng được vẽ để xác định O_1 (xem 3.7.4).

$$T(t) = \int_{O_1}^t (1 - g(\tau)) d\tau$$

3.7.7

thời gian đáp ứng thực nghiệm T_N (experimental response time T_N)

giá trị của tích phân đáp tuyến bậc thang ở t_{max} (xem 3.6.1):

$$T_N = T(t_{max})$$

3.7.8

thời gian đáp ứng từng phần T_u (partial response time T_u)

giá trị lớn nhất của tích phân đáp tuyến bậc thang (xem hình 3b)

CHÚ THÍCH: Thông thường, $T_u = T(t_1)$ trong đó t_1 là thời gian khi $g(t)$ lần đầu tiên đạt đến biên độ bằng một.

3.7.9

thời gian đáp ứng dư $T_R(t)$ (residual response time $T_R(t)$)

thời gian đáp tuyến thực nghiệm trừ đi giá trị của tích phân đáp tuyến bậc thang ở thời gian t cụ thể nào đó trong đó $t < t_{max}$

$$T_R(t) = T_N - T(t)$$

3.7.10

vượt quá β (overshoot β)

lượng mà giá trị lớn nhất của đáp tuyến bậc thang chuẩn hoá $g(t)$ vượt quá một đơn vị

3.7.11

thời gian méo ban đầu T_o (initial distortion time T_o)

vùng được giới hạn bởi đường thẳng "không", đáp tuyến bậc thang chuẩn hoá $g(t)$ và đường thẳng này được dùng để xác định O_1 (xem hình 3a)

3.7.12

thời gian đi xuống t_s (setting time t_s)

thời gian ngắn nhất đạt đến thời gian đáp ứng dư $T_R(t)$ và duy trì nhỏ hơn 2 % của t_s

$$|T_N - T(t)| < 0,02 t_s$$

đối với tất cả các giá trị của t trong giai đoạn từ t_s đến t_{max} (xem hình 3b)

3.7.13

thời gian tương đương T_E (equivalent time T_E)

thông số thời gian của dạng sóng hiệu chuẩn mà:

- đối với điện một chiều T_E bằng 100 ms (tùy ý),
- đối với điện xoay chiều T_E bằng một phần tư thời gian,
- đối với xung T_E bằng thời gian tới đỉnh T_p (đối với xung sét, sử dụng định nghĩa T_p dùng cho xung đóng cắt).

3.8

độ không đảm bảo đo tổng e (overall uncertainty e)

ước lượng đặc trưng cho dãy giá trị quanh kết quả của phép đo mà giá trị thực của đại lượng đo có thể nằm trong phạm vi đó; đây là kết hợp của nhiều độ không đảm bảo đo riêng rẽ do sự có mặt của nhiều đại lượng gây ảnh hưởng

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này giả định rằng hầu hết các nguồn không đảm bảo đo được coi là có tính ngẫu nhiên và có thể được coi là độc lập; ước lượng ưu tiên đối với độ không đảm bảo đo tổng e là:

$$e = \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

trong đó e và từng e_i được biểu diễn ở cùng một mức độ tin cậy

3.9 Giá trị danh định

3.9.1

điện áp đo danh định hoặc dòng điện đo danh định (rated measuring voltage or rated measuring current)

mức lớn nhất của điện áp hoặc dòng điện có tần số hoặc dạng sóng qui định, tại đó có thể sử dụng hệ thống đo trong phạm vi giới hạn độ không đảm bảo đo nêu trong tiêu chuẩn này

3.9.2

dãy điện áp hoặc dòng điện làm việc (operating voltage or current range)

dãy điện áp hoặc dòng điện có tần số hoặc dạng sóng qui định, tại đó có thể sử dụng hệ thống đo trong phạm vi giới hạn độ không đảm bảo đo nêu trong tiêu chuẩn này

CHÚ THÍCH: Giới hạn của dãy làm việc được người sử dụng lựa chọn và kiểm tra bằng các thử nghiệm tính năng qui định trong tiêu chuẩn này.

3.9.3

thời gian làm việc (đối với điện áp một chiều hoặc xoay chiều) (operating time (for direct or alternating voltages))

thời gian trong đó có thể vận hành hệ thống đo ở điện áp đo danh định của hệ thống trong phạm vi giới hạn độ không đảm bảo đo nêu trong tiêu chuẩn này

3.9.4

tốc độ đặt lớn nhất (đối với xung) (maximum rate of application (for impulses))

tốc độ đặt lớn nhất của xung có dạng sóng qui định mà tại đó có thể vận hành hệ thống đo trong phạm vi giới hạn độ không đảm bảo đo nêu trong tiêu chuẩn này ở điện áp đo danh định hoặc dòng điện đo danh định của hệ thống trong thời gian qui định

3.10 Định nghĩa liên quan đến thử nghiệm

3.10.1

thử nghiệm chấp nhận (acceptance test)

thử nghiệm trên thiết bị hoặc hệ thống đo trước khi chấp nhận để sử dụng. Thử nghiệm chấp nhận bao gồm thử nghiệm điển hình (thực hiện trên thiết bị có cùng thiết kế) và thử nghiệm thường xuyên (thực hiện trên mọi thiết bị) để đánh giá các đặc tính riêng, ví dụ, phép đo hệ số nhiệt độ của phần tử, thử nghiệm chịu thử, v.v... Ngoài ra, thử nghiệm chấp nhận trên hệ thống đo còn bao gồm cả thử nghiệm tính năng đầu tiên

3.10.2

thử nghiệm tính năng (performance test)

thử nghiệm trên hệ thống đo hoàn chỉnh để mô tả hệ thống trong các điều kiện làm việc

3.10.3

kiểm tra tính năng (performance check)

qui trình đơn giản để đảm bảo rằng thử nghiệm tính năng gần nhất vẫn còn hiệu lực

3.10.4

hồ sơ tham chiếu (reference record) (chỉ đối với phép đo xung)

hồ sơ được lập trong các điều kiện qui định trong thử nghiệm tính năng và được giữ để so sánh với các hồ sơ được lập trong các thử nghiệm hoặc kiểm tra sau này trong cùng một điều kiện (xem 9.3.2, 10.3.2 và 11.3.2)

4 Qui trình hạn định và sử dụng hệ thống đo

4.1 Nguyên tắc chung

Hệ thống đo được công nhận cần phải trải qua các thử nghiệm chấp nhận và sau đó là các thử nghiệm và kiểm tra trong suốt thời gian phục vụ của hệ thống.

Thông thường, cần có:

- thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần của hệ thống (chỉ yêu cầu thực hiện một lần),
- thử nghiệm tính năng trên hệ thống (định kỳ, xem 4.2),
- kiểm tra tính năng trên hệ thống (định kỳ, xem 4.3).

Yêu cầu chủ yếu đối với thiết bị biến đổi, hệ thống truyền dẫn và thiết bị đo sử dụng trong hệ thống đo là tính ổn định trong phạm vi dải điều kiện làm việc qui định sao cho hệ số thang đo của hệ thống đo duy trì không đổi trong khoảng thời gian dài.

Hệ số thang đo được xác định trong thử nghiệm tính năng.

Cơ sở thử nghiệm phải sử dụng các thử nghiệm nêu trong tiêu chuẩn này để xác định năng lực của (các) hệ thống đo của mình. Một cách khác, cơ sở thử nghiệm bất kỳ có thể chọn để phòng thử nghiệm quốc gia hoặc phòng thử nghiệm hiệu chuẩn được công nhận thực hiện các thử nghiệm tính năng: trong trường hợp này, thời gian hiệu lực của từng hiệu chuẩn là do phòng thử nghiệm quốc gia hoặc cơ quan công nhận đặt ra.

Các quốc gia lựa chọn chấp nhận các qui trình công nhận để có được khả năng truy tìm nguồn gốc được chứng nhận khi áp dụng tiêu chuẩn này phải thỏa mãn các yêu cầu nêu trong phụ lục A. Phụ lục A không áp dụng cho những nước không chọn áp dụng các qui trình công nhận.

Bảng tổng hợp các thử nghiệm cần tiến hành trên từng loại hệ thống đo được cho trong phụ lục F.

4.2 Chương trình thử nghiệm tính năng

Để duy trì chất lượng của hệ thống đo, (các) hệ số thang đo ấn định của hệ thống phải được xác định bằng thử nghiệm tính năng của điều 6 được lặp lại định kỳ: khuyến cáo rằng hàng năm cần thực hiện lại các thử nghiệm của điều 6 và trong trường hợp bất kỳ, cứ năm năm phải thực hiện lại ít nhất một lần.

Phải thực hiện thử nghiệm tính năng sau các sửa chữa lớn của hệ thống đo và bất cứ khi nào cần sử dụng bố trí mạch điện vượt xa các giới hạn cho trước trong hồ sơ tính năng.

Khi thử nghiệm tính năng được yêu cầu do việc kiểm tra tính năng cho thấy là hệ số thang đo ấn định có thay đổi đáng kể, nguyên nhân của thay đổi này phải được nghiên cứu trước khi thực hiện thử nghiệm tính năng.

4.3 Chương trình kiểm tra tính năng

Kiểm tra tính năng phải được thực hiện tại các khoảng thời gian dựa trên tính ổn định ghi được của hệ thống đo như thể hiện trong hồ sơ tính năng.

Kiểm tra tính năng ban đầu phải được thực hiện ở các khoảng thời gian ngắn để xác định tính ổn định này.

Kiểm tra tính năng như mô tả trong 7.4, 8.4, 9.4, 10.4 và 11.4.

Không có phương pháp chuẩn đối với kiểm tra tính năng do độ chính xác yêu cầu thấp hơn so với yêu cầu đối với thử nghiệm tính năng: người sử dụng đòi hỏi độ chính xác cao hơn cần lập lại thử nghiệm tính năng thường xuyên hơn.

4.4 Yêu cầu đối với hồ sơ tính năng

4.4.1 Nội dung hồ sơ tính năng

Kết quả của tất cả các thử nghiệm và kiểm tra với các điều kiện trong đó thu được các kết quả này phải được lưu trong hồ sơ tính năng do người sử dụng lập và duy trì.

Đề cương của hồ sơ tính năng được cho trong 4.4.3, dạng đầy đủ của hồ sơ tính năng khuyến cáo được cho trong phụ lục B (tham khảo), điều B.1 đến B.6 và mẫu tối thiểu được cho trong điều B.7.

4.4.2 Ngoại lệ

Trong trường hợp thiết bị được chế tạo trước ngày ban hành tiêu chuẩn này, nếu không có sẵn bằng chứng yêu cầu trong một số thử nghiệm chấp nhận (ví dụ 5.6 và 5.9) thì thực hiện các thử nghiệm tính năng (theo điều 6) và các kiểm tra theo các tiêu chuẩn được coi là thích hợp ban hành trước đó với điều kiện là chứng tỏ được hệ số thang đo ổn định. Kết quả của các kiểm tra trước này cũng phải lưu trong hồ sơ tính năng.

Hệ thống đo được công nhận gồm nhiều mẫu thiết bị sử dụng đổi lẫn, có thể để cập trong một hồ sơ tính năng bao gồm cả các kết hợp có thể với lượng nhân đôi ít nhất. Đặc biệt, từng thiết bị biến đổi phải được lưu riêng nhưng hệ thống truyền dẫn và trang thiết bị có thể được lưu chung sao cho có thể chỉ ra dây chiều dài cáp hoặc công cụ tương tự thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn IEC liên quan.

4.4.3 Đề cương hồ sơ tính năng

Khuyến cáo mẫu của từng hồ sơ tính năng như sau:

Chương A: Mô tả chung về hệ thống đo (xem điều B.2)

Chương B: Kết quả của thử nghiệm chấp nhận trên thiết bị biến đổi, hệ thống truyền dẫn và dụng cụ đo (xem điều B.3)

Chương C: Kết quả của thử nghiệm thường xuyên trên hệ thống đo, khi hoàn thành (xem điều B.4)

Chương D: Kết quả của thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo (xem điều B.5)

Chương E: Kết quả kiểm tra tính năng trên hệ thống đo (xem điều B.6)

Các chương liên tiếp được phân định bằng chữ số thông thường khi cần (ví dụ, chương A1 là mô tả chung đầu tiên của hệ thống, Chương A2 là mô tả về hệ thống sau khi có thay đổi đáng kể đầu tiên, v.v..., Chương D1 thử nghiệm tính năng ban đầu của hệ thống, Chương D2 thử nghiệm thứ hai, v.v... nhưng Chương B và Chương C không cần thiết phải lặp lại). Thông tin chi tiết xem phụ lục B.

Hệ số thang đo ổn định cần sử dụng phải là hệ số xác định ở thử nghiệm tính năng mới nhất và phải được điền vào cuối Chương D.

4.5 Điều kiện làm việc

Hệ thống đo được công nhận về điện áp phải được nối trực tiếp với các đầu nối của đối tượng thử nghiệm. Việc ghép ký sinh giữa mạch thử nghiệm và mạch đo cần được giảm thiểu.

Hệ thống đo được công nhận về dòng điện phải được mắc nối tiếp với đối tượng thử nghiệm.

Hệ thống đo được công nhận thường được thiết kế để làm việc trong phạm vi giới hạn độ không đảm bảo đo yêu cầu ở điều kiện khô và không có nhiễm bẩn.

Nếu không có qui định nào khác, hệ thống đo dùng cho điện áp một chiều và xoay chiều phải được thiết kế để làm việc liên tục.

Nếu không có qui định nào khác, tốc độ đặt lớn nhất đối với hệ thống đo dùng cho xung phải là hai lần đặt trên một phút.

5 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận

5.1 Khả năng áp dụng

Các thử nghiệm mô tả trong điều này cần thiết đối với các thành phần của hệ thống đo. Tuy nhiên, không yêu cầu các thử nghiệm này đối với hệ thống truyền dẫn chỉ gồm dây cáp cũng như đối với các dụng cụ đo thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn liên quan để cập trong điều 2. Một số trong số các thử nghiệm này không thể thực hiện trên thiết bị hiện có (xem 5.6 và 5.9); đối với các trường hợp này, xem 4.4.2.

Đối với một số thử nghiệm mô tả trong điều này, cần phải có thành phần trong hệ thống đo thích hợp (hệ thống đo có các thành phần khác đã chứng tỏ là tuyến tính), ví dụ, thử nghiệm tính tuyến tính của 5.3.

5.2 Xác định hệ số thang đo

Việc xác định hệ số thang đo của một thành phần có thể được thực hiện bằng một trong các phương pháp sau đây:

- đo đồng thời các đại lượng đầu vào và đầu ra của thành phần đó;
- phương pháp bắc cầu;
- tính toán dựa trên trở kháng đo được.

Hệ số thang đo của điện trở sun đo dòng phải được đo bằng phương pháp dòng một chiều.

5.3 Thử nghiệm tính tuyến tính

Giá trị hệ số thang đo của hệ thống đo phải được đo ở điện áp (hoặc dòng điện) nhỏ nhất và lớn nhất của dải làm việc và tại ba giá trị điện áp hoặc dòng điện tương đối đều nhau giữa các cực biên này. Năm giá trị này không được chênh lệch quá $\pm 1\%$ so với giá trị trung bình của chúng.

Phương pháp chuẩn là so sánh với hệ thống đo chuẩn theo 6.2 a).

Các phương pháp thay thế:

- so sánh với hệ thống đo được công nhận mà tính tuyến tính được thiết lập bằng phương pháp chuẩn,
- hoặc một trong các phương pháp bổ sung mô tả trong các điều liên quan của tiêu chuẩn này.

Các phương pháp bổ sung này được cung cấp để cho phép người sử dụng có các thử nghiệm thay thế tiết kiệm hơn. Tuy nhiên, việc không thỏa mãn yêu cầu của các thử nghiệm này không nhất thiết chứng tỏ rằng hệ thống đo là không tuyến tính.

Trong trường hợp như vậy, phải sử dụng phương pháp chuẩn hoặc phương pháp so sánh với hệ thống đo được công nhận.

5.4 Thử nghiệm tính ổn định trong thời gian ngắn

Phải đặt lên thiết bị toàn bộ điện áp hoặc dòng điện danh định một cách liên tục (hoặc trong trường hợp xung thì đặt ở tốc độ lớn nhất) trong một khoảng thời gian thích hợp với sử dụng dự kiến.

Phải đo hệ số thang đo trước và ngay (trong vòng 10 min) sau khi đặt điện áp hoặc dòng điện. Hai giá trị này không được chênh lệch quá 1 %.

5.5 Độ ổn định trong thời gian dài của các phần tử đơn lẻ

Đặc tính ổn định, ảnh hưởng điện áp và dòng điện cũng như ảnh hưởng về nhiệt độ của mỗi loại phần tử phải sao cho hệ số thang đo của thiết bị biến đổi không thay đổi quá 1 % giữa các thử nghiệm tính năng liên tiếp.

Các đặc tính này có thể được lấy từ dữ liệu của nhà chế tạo hoặc được chứng minh bằng các thử nghiệm tính năng liên tiếp.

5.6 Ảnh hưởng của nhiệt độ

Các thay đổi của hệ số thang đo hoặc thông số (ví dụ như điện trở hoặc điện dung) của thiết bị do thay đổi nhiệt độ môi trường được xác định bằng tính toán sử dụng hệ số nhiệt độ của các phần tử đơn lẻ hoặc bằng cách thực hiện phép đo ở các nhiệt độ khác nhau.

Các hệ số nhiệt độ phải được liệt kê trong hồ sơ tính năng và có thể lấy từ dữ liệu của nhà chế tạo.

Có thể sử dụng hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ trong trường hợp nhiệt độ môi trường biến thiên trong dải rộng. Việc hiệu chỉnh nhiệt độ bất kỳ được sử dụng phải được liệt kê trong hồ sơ tính năng.

Trong từng trường hợp, phải chứng tỏ rằng hệ số thang đo nằm trong phạm vi 1 %, có tính đến hiệu chỉnh nhiệt độ bất kỳ (xem phụ lục D).

5.7 Ảnh hưởng do khoảng cách gần

Các thay đổi của hệ số thang đo hoặc thông số của thiết bị, do các ảnh hưởng ở khoảng cách gần, có thể xác định bằng phép đo thực hiện ở các khoảng cách khác nhau tính từ thiết bị đến vách nổi đất hoặc kết cấu được cấp điện, khoảng cách từ các vách nổi đất hoặc kết cấu có điện khác được giữ không đổi hoặc đủ lớn để không có ảnh hưởng gì.

Đối với mỗi dây khoảng cách được liệt kê trong hồ sơ tính năng, phải chứng tỏ rằng hệ số thang đo nằm trong phạm vi 1 %.

Đối với phép đo dòng điện, có thể xác định ảnh hưởng của các tuyến ngoài tâm (khi có liên quan) và ảnh hưởng của các tuyến gần kề đối với dòng điện lớn có thể xác định bằng phép đo thực hiện trên các tuyến và các khoảng cách khác nhau đến dây dẫn mang dòng.

CHÚ THÍCH: Một số cơ sở thử nghiệm có thể chọn để công nhận hệ thống đo của mình chỉ đối với một tập hợp khoảng cách đơn hoặc đối với một vài tập hợp hoặc dãy khoảng cách.

5.8 Đáp ứng động của một thành phần

Đáp tuyến của một thành phần phải được xác định khi hệ thống đo đại diện cho các điều kiện làm việc của thành phần đó, cụ thể là khe hở với đất và các kết cấu có điện. Phải đo đáp tuyến biên độ/tần số hoặc đáp tuyến bậc thang.

5.8.1 Xác định đáp tuyến biên độ/tần số

Cho hệ thống chịu đầu vào hình sin có biên độ cho trước, thường là ở mức thấp, và đo đầu ra. Phép đo này được lặp lại trong một dải tần thích hợp.

5.8.2 Xác định đáp tuyến bậc thang

Cho hệ thống chịu điện áp hoặc dòng điện bậc thang và đo đầu ra của hệ thống (xem phụ lục C). Thời gian tăng của nấc đặt cần nhỏ hơn 1/10 thời gian đáp ứng từng phần T_n .

5.9 Thử nghiệm chịu thử

Thiết bị biến đổi phải đạt thử nghiệm chịu thử khô được thực hiện với điện áp hoặc dòng điện có tần số hoặc hình dạng yêu cầu ở mức bằng 110 % điện áp đo danh định hoặc dòng điện đo danh định. Đối với qui trình của thử nghiệm chịu thử, xem TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Thử nghiệm ẩm và thử nghiệm nhiễm bẩn, khi qui định, được thực hiện như thử nghiệm điển hình.

Thử nghiệm chịu thử phải được thực hiện ở cực tính hoặc các cực tính mà hệ thống được sử dụng.

CHÚ THÍCH: Thiết kế và kết cấu của thành phần bất kỳ của hệ thống đo được công nhận cần phải sao cho có thể chịu được phóng điện đánh thủng trên đối tượng thử nghiệm mà không có thay đổi bất kỳ về đặc tính.

6 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo

6.1 Yêu cầu chung

Hệ số thang đo ấn định của hệ thống đo được xác định bằng việc hiệu chuẩn sử dụng các thử nghiệm tính năng qui định. Đối với hệ thống đo xung, thử nghiệm tính năng cũng chứng tỏ rằng tính năng linh hoạt của hệ thống là thích hợp với các phép đo qui định và rằng tất cả các mức nhiễu nhỏ hơn giới hạn qui định.

Trong thử nghiệm điện áp cao, kích thước của thiết bị, mức điện áp và dòng điện sử dụng cũng như ảnh hưởng lẫn nhau giữa các mạch thử nghiệm và các mạch đo thường đòi hỏi phải thực hiện các thử nghiệm hiệu chuẩn theo khả năng thử nghiệm của người sử dụng.

Tuy nhiên, hệ thống đo hoặc các thành phần của hệ thống có thể được chuyển đến phòng thử nghiệm khác để hiệu chuẩn khi được bố trí giống nhau về các điều kiện làm việc, với điều kiện là thử nghiệm can nhiễu, khi qui định, được thực hiện theo khả năng thử nghiệm của người sử dụng. Bố trí mô phỏng phải đại diện cho điều kiện làm việc mô tả trong hồ sơ tính năng và bố trí mô phỏng này cũng phải được mô tả trong hồ sơ tính năng.

Trừ khi thử nghiệm điển hình chứng tỏ thiết bị biến đổi không nhạy với ảnh hưởng do khoảng cách gần trong dây khoảng cách qui định, hệ số thang đo ấn định của hệ thống đo bất kỳ dựa vào thiết bị biến đổi đó phải được đo trong từng điều kiện sử dụng. Từng tập hợp khoảng cách hoặc dây khoảng cách phải được đưa vào hồ sơ tính năng.

Điện áp hoặc dòng điện đầu vào sử dụng để hiệu chuẩn cần phải cùng loại, tần số hoặc dạng sóng với điện áp hoặc dòng điện cần đo. Nếu không thỏa mãn điều kiện này thì phải cung cấp bằng chứng về tính hiệu lực của hệ số thang đo ấn định trong dải tần hoặc dạng sóng được sử dụng.

Phương pháp chuẩn để xác định hệ số thang đo ấn định là so sánh với hệ thống đo chuẩn ở điện áp đo danh định hoặc dòng điện đo danh định bất cứ khi nào có thể. Tuy nhiên, vì hệ thống đo chuẩn không phải lúc nào cũng có sẵn ở điện áp và dòng điện cao nhất nên có thể thực hiện việc so sánh ở điện áp hoặc dòng điện thấp bằng 20 % điện áp đo danh định hoặc dòng điện đo danh định (xem 6.2 a)).

Đối với xung sét có giá trị đỉnh trên 1 MV, có thể thực hiện ở 200 kV. Một cách khác, có thể xác định hệ số thang đo ấn định bằng cách đo hệ số thang đo của từng thành phần, thường là ở điện áp thấp và lấy tích của các hệ số thang đo của các thành phần (xem 6.2 b)).

Điện áp hoặc dòng điện sử dụng để xác định hệ số thang đo ấn định phải nằm trong dãy giá trị sử dụng ở thử nghiệm tính tuyến tính.

Tất cả các thiết bị dùng cho việc thiết lập hệ số thang đo của hệ thống đo và tất cả các dụng cụ sử dụng trong hệ thống đo phải có vạch chia theo tiêu chuẩn đo lường quốc gia (chuẩn).

Các điều kiện thực hiện việc hiệu chuẩn phải được nêu trong hồ sơ tính năng.

6.2 Xác định hệ số thang đo ấn định

a) Phương pháp chuẩn: so sánh với hệ thống đo chuẩn

Hệ thống đo chuẩn phải được mắc song song (điện áp) hoặc mắc nối tiếp (dòng điện) với hệ thống đo cần hiệu chuẩn. Các số đọc phải được lấy đồng thời trên cả hai hệ thống; lấy giá trị của đại lượng đầu vào thu được đối với từng phép đo bằng hệ thống đo chuẩn chia cho số đọc tương ứng trên dụng cụ đo trong hệ thống cần thử nghiệm để thu được giá trị F_1 của hệ số thang đo. Lặp lại qui trình này để thu

được n số đọc độc lập ($n \geq 10$) và giá trị trung bình F_m được lấy làm hệ số thang đo ấn định của hệ thống cần thử nghiệm, với điều kiện là độ lệch chuẩn thực nghiệm s được tính từ công thức:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (F_i - F_m)^2}{n - 1}}$$

nhỏ hơn 1 % của F_m .

CHÚ THÍCH 1: Có thể lấy giá trị làm tròn F_0 làm hệ số thang đo ấn định nếu thu được giá trị của s nhỏ hơn 1 % của F_m khi đưa vào thay cho F_m trong công thức tính s .

CHÚ THÍCH 2: Đối với phép đo điện áp một chiều và xoay chiều, có thể thu được các số đọc độc lập bằng cách đặt điện áp thử nghiệm và lấy n số đọc hoặc bằng cách đặt điện áp thử nghiệm n lần và mỗi lần lấy một số đọc. Đối với xung, đặt n xung.

Thử nghiệm phải được thực hiện ở một mức điện áp hoặc dòng điện (xem 6.1). Có thể thay đổi giá trị đặt của dụng cụ đo hoặc có thể sử dụng dụng cụ đo khác để thu được độ nhạy thích hợp, với điều kiện là thay đổi này không làm thay đổi phần còn lại của hệ thống đo và các giá trị đặt sử dụng trên từng dụng cụ đều được hiệu chuẩn.

Nếu chỉ có sẵn một dụng cụ đo (dụng cụ đo này là dụng cụ được sử dụng trong hệ thống đo được công nhận và phải thỏa mãn tiêu chuẩn IEC liên quan) thì có thể tiến hành thử nghiệm bằng cách đấu nối dụng cụ đo luân phiên lặp lại với từng hệ thống để có được n giá trị F_i . Thiết bị đầu cuối tương đương với dụng cụ đo phải được nối ở vị trí của dụng cụ trong hệ thống kia. Tất cả các bộ phận khác của cả hai hệ thống phải giữ nguyên không đổi.

Hệ thống đo có nhiều hệ số thang đo (ví dụ, sử dụng các nhánh điện áp thấp khác nhau cho bộ phân áp) phải được hiệu chuẩn cho từng hệ số thang đo. Hệ thống đo có bộ phân áp thứ cấp có thể chỉ cần hiệu chuẩn trên một giá trị đặt với điều kiện là tải ở đầu ra của thiết bị biến đổi có thể cho thấy không đổi đối với tất cả các giá trị đặt bởi các thử nghiệm khác. Trong những trường hợp như vậy phải hiệu chuẩn riêng toàn bộ dãy giá trị đặt của bộ phân áp thứ cấp.

CHÚ THÍCH: Đối với việc sử dụng đầu đo máy hiện sóng, xem phụ lục G.

b) Phương pháp thay thế: hiệu chuẩn thành phần

Hệ số thang đo ấn định phải được xác định là tích của các hệ số thang đo của thiết bị biến đổi, hệ thống truyền dẫn và dụng cụ đo của nó.

Đối với thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn hoặc kết hợp cả hai, hệ số thang đo phải được đo bằng một trong các phương pháp nêu trong 5.2 để đảm bảo độ không đảm bảo đo tổng không lớn hơn 1 % (cần chú ý để đảm bảo điện dung "tạp tán" hoặc ghép nối thích hợp và ảnh hưởng lẫn nhau của các thành phần được kể đến trong phép đo).

Hệ số thang đo của dụng cụ được xác định theo tiêu chuẩn liên quan (xem điều 2) hoặc bằng cách thực hiện các thử nghiệm liên quan nêu trong tiêu chuẩn này.

6.3 Thử nghiệm đáp ứng động (đối với hệ thống đo xung)

a) Phương pháp chuẩn: so sánh với hệ thống đo chuẩn

Có thể sử dụng các hồ sơ tương tự lấy từ thử nghiệm của 6.2 a) và các thông số thời gian liên quan của xung đo được đánh giá cho từng hệ thống và:

- giá trị của mỗi thông số thời gian phải trong phạm vi $\pm 10\%$ giá trị tương ứng đo được bằng hệ thống đo chuẩn.
- đối với mỗi thông số thời gian, độ lệch chuẩn thực nghiệm của tỷ số giữa các số đọc tương ứng của hệ thống cần thử nghiệm và hệ thống đo chuẩn phải nhỏ hơn 5% giá trị tỷ số trung bình.

b) Phương pháp thay thế: đo đáp tuyến bậc thang

Đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được đo theo 5.8.2. Các thông số đáp tuyến liên quan phải được xác định và phải thỏa mãn các yêu cầu cho trong điều liên quan của tiêu chuẩn này.

6.4 Thử nghiệm nhiễu (đối với hệ thống đo xung)

Thử nghiệm phải được thực hiện trên hệ thống đo khi cấp hoặc hệ thống truyền dẫn của hệ thống được nối tắt ở đầu nối vào nhưng không làm thay đổi đấu nối đất của cáp hoặc hệ thống truyền dẫn. Tình trạng nhiễu phải được tạo ra ở đầu vào của hệ thống đo (đối với phép đo điện áp – bằng phóng điện đánh thủng với xung đại diện có dạng sóng cần đặt; đối với phép đo dòng điện – bằng cách thao tác một thiết bị thích hợp) và đầu ra phải được ghi lại. Phải tiến hành thử nghiệm ở điện áp đo danh định hoặc dòng điện đo danh định.

Biên độ của nhiễu đo được phải nhỏ hơn 1% đầu ra của hệ thống đo khi đo điện áp hoặc dòng điện thử nghiệm. Cho phép nhiễu lớn hơn 1% với điều kiện chứng tỏ rằng không ảnh hưởng đến phép đo.

7 Đo điện áp một chiều

7.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là đo giá trị (trung bình số học) điện áp thử nghiệm có độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 3\%$.

Giới hạn độ không đảm bảo đo không được vượt quá trong trường hợp có nhấp nhô với biên độ nằm trong phạm vi giới hạn cho trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

CHÚ THÍCH: Chú ý đến khả năng có điện áp xoay chiều ghép đến hệ thống đo và ảnh hưởng đến số đọc của dụng cụ đo.

7.1.1 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của thiết bị biến đổi và hệ thống truyền không được biến thiên quá $\pm 1\%$ trong phạm vi dây nhiệt độ và độ ẩm môi trường nêu trong hồ sơ tính năng.

Thiết bị biến đổi dùng cho điện áp một chiều phải có kết cấu để dẫn trực tiếp tất cả dòng điện rò trên bề mặt bên ngoài của thiết bị xuống đất và duy trì dòng điện rò bên trong không đáng kể so với dòng điện đo.

CHÚ THÍCH: Để duy trì tỷ số thấp giữa dòng rò và dòng đo, có thể cần đến dòng điện đo bằng 0,5 mA ở điện áp danh định.

Dụng cụ đo phải phù hợp với các yêu cầu của cấp 0,5 của IEC 60051 hoặc phải được thử nghiệm theo tiêu chuẩn này.

7.1.2 Đáp ứng động đối với điện áp đo tăng

Thời gian đáp ứng thực nghiệm T_N của hệ thống đo được công nhận không được lớn hơn 0,5 s. Điều này sẽ cho phép đo với độ chính xác yêu cầu ở 7.1 khi điện áp được tăng lên ở tốc độ qui định cho thử nghiệm điện môi trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

CHÚ THÍCH 1: Trong một số trường hợp, thời gian đáp ứng của thiết bị chuyển đổi giữ thấp hơn nhiều so với 0,5 s để cải thiện đáp ứng của thiết bị trong trường hợp phóng điện bề mặt trong mạch thử nghiệm. Tuy nhiên, để tránh nhấp nhô trên nguồn điện áp cao ảnh hưởng đến giá trị đo được, thời gian đáp ứng của hệ thống đo (bao gồm cả dụng cụ đo) cần lớn hơn $5/f$, trong đó f là tần số cơ bản của nhấp nhô.

CHÚ THÍCH 2: Trong một số trường hợp nhất định, ví dụ, trong thử nghiệm nhiễm bẩn, có thể cần phát hiện và đo các thành phần quá độ. Tiêu chuẩn này không đưa ra yêu cầu đối với điều này nhưng có thể xem hướng dẫn trong điều 9.

7.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận

Các yêu cầu của thử nghiệm điển hình có thể được thỏa mãn bằng thử nghiệm trên khối cùng kiểu hoặc đôi khi có được từ dữ liệu của nhà chế tạo. Phải thực hiện thử nghiệm thường xuyên trên mỗi khối. Xem chi tiết ở điều 5 và các ngoại lệ ở 4.4.2.

Thành phần của hệ thống đo phải thỏa mãn các yêu cầu của thử nghiệm điển hình và thử nghiệm thường xuyên sau đây:

Thử nghiệm điển hình:

- ảnh hưởng của nhiệt độ lên thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn và lên các hệ số thang đo (5.6),
- tính ổn định trong thời gian dài (5.5),
- thử nghiệm chịu ẩm hoặc nhiễm bẩn trên thiết bị biến đổi (nếu có yêu cầu) (5.9),
- đáp ứng động (5.8).

Thử nghiệm thường xuyên:

- xác định hệ số thang đo (5.2),

TCVN 6099-2 : 2007

- thử nghiệm tính tuyến tính (5.3, phương pháp thay thế bổ sung 7.2.1),
- tính ổn định trong thời gian ngắn (5.4),
- thử nghiệm chịu khô trên thiết bị biến đổi (nếu có yêu cầu) (5.9).

7.2.1 Thử nghiệm tính tuyến tính: yêu cầu và phương pháp thay thế bổ sung

Thử nghiệm tính tuyến tính phải được thực hiện theo 5.3 sử dụng từng cực tính mà hệ thống cần được công nhận với cực tính đó.

Phương pháp thay thế bổ sung là:

a) So sánh với khe hở thanh/thanh

Phải kiểm tra hệ thống đo dựa vào sử dụng khe hở thanh/thanh, như thể hiện trên hình 19 của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), và trong phạm vi giới hạn khoảng khe hở và độ ẩm cho trong điều C.2 của tiêu chuẩn trên. Phải thực hiện thử nghiệm với khoảng khe hở ứng với các giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và tại ba giá trị khe hở đặt tương đối gần bằng nhau giữa cực biên này.

Phải thực hiện hoàn chỉnh thử nghiệm tính tuyến tính trong thời gian ngắn sao cho điều kiện môi trường không thay đổi và đo đó không cần phải thực hiện việc hiệu chỉnh.

Sử dụng qui trình nêu trong điều C.3 của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), ngoài ra, không cần áp dụng việc hiệu chỉnh khí quyển. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp phóng điện đánh thủng của khe hở với đầu ra tương ứng của hệ thống đo cần thử nghiệm nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống có thể coi là tuyến tính.

b) Thử nghiệm năng cho thiết bị nhiều phần

Đối với thiết bị biến đổi làm từ nhiều khối điện áp cao đồng nhất, phải thực hiện thử nghiệm bằng cách kiểm tra tính tuyến tính của từng khối trước như mô tả trong 5.3 và sau đó kiểm tra các khối lắp ráp ở điện áp đo danh định bằng cách so sánh dòng điện vào của đầu điện áp cao của thiết bị với dòng điện ra của đầu điện áp thấp. Giá trị đo được không được chênh lệch quá $\pm 1\%$.

c) So sánh với điện áp vào của thiết bị biến đổi xoay chiều/một chiều tuyến tính

Đầu ra của hệ thống đo phải được kiểm tra theo giá trị đỉnh của đầu vào điện áp xoay chiều đến mạng chính lưu. Phải thực hiện thử nghiệm ở giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và ở ba giá trị điện áp cách xấp xỉ bằng nhau giữa các cực.

Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp đo được với giá trị đỉnh tương ứng của đầu vào điện áp xoay chiều đến bộ chỉnh lưu nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống đo có thể coi là tuyến tính.

7.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo

Phải xác định hệ số thang đo ấn định theo 6.2.

7.4 Kiểm tra tính năng

Hệ số thang đo của hệ thống đo được công nhận phải được kiểm tra bằng một trong các phương pháp dưới đây.

a) Kiểm tra hệ số thang đo của các thành phần của hệ thống

(Các) hệ số thang đo của từng thành phần phải được kiểm tra, sử dụng thiết bị hiệu chuẩn bên trong hoặc bên ngoài có độ không đảm bảo đo nằm trong phạm vi $\pm 1\%$. Nếu chênh lệch giữa từng hệ số thang đo so với giá trị trước đó của nó không lớn hơn $\pm 1\%$ thì hệ số thang đo ấn định được lấy là vẫn còn hiệu lực. Nếu có chênh lệch bất kỳ vượt quá 1% thì khi đó phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

b) Kiểm tra hệ số thang đo của hệ thống đo

Phải thực hiện việc so sánh với hệ thống đo được công nhận khác theo quy trình của 6.2 a) hoặc bằng thiết bị đo chuẩn IEC sử dụng theo phụ lục C của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1). Khi chênh lệch giữa hai giá trị đo được nằm trong phạm vi $\pm 3\%$, hệ số thang đo ấn định được lấy là vẫn còn hiệu lực. Khi chênh lệch lớn hơn thì phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

7.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC

Khe hở thanh/thanh, thiết kế và sử dụng theo phụ lục C của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), là một thiết bị đo chuẩn IEC đối với điện áp một chiều có sai số trong phạm vi $\pm 3\%$ (xem E.3).

7.6 Đo biên độ nhấp nhô

7.6.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Biên độ nhấp nhô phải được đo với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 10\%$ biên độ nhấp nhô hoặc $\pm 1\%$ giá trị trung bình số học của điện áp một chiều, chọn giá trị lớn hơn.

Có thể sử dụng hệ thống đo riêng rẽ để đo giá trị trung bình của điện áp và biên độ nhấp nhô, hoặc có thể sử dụng cùng một thiết bị biến đổi có hai dụng cụ đo riêng rẽ.

Chỉ phải áp dụng thử nghiệm qui định trong 7.6.2 và 7.6.3 với hệ thống sử dụng để đo biên độ nhấp nhô và là các thử nghiệm tính năng.

7.6.2 Đo hệ số thang đo ở tần số nhấp nhô

Hệ số thang đo của hệ thống đo phải được xác định ở tần số cơ bản f của nhấp nhô, với độ không đảm bảo đo trong phạm vi $\pm 3\%$. Hệ số thang đo này có thể được xác định là tích của các hệ số thang đo của các thành phần.

7.6.3 Đáp ứng động

Tần số giới hạn trên, f_2 , của đáp tuyến biên độ/tần số của hệ thống đo phải lớn hơn 10 lần tần số cơ bản f của nhấp nhô.

8 Đo điện áp xoay chiều

8.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là để đo giá trị đỉnh hoặc giá trị hiệu dụng của điện áp thử nghiệm ở tần số danh định với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 3\%$.

8.1.1 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn không được biến thiên quá $\pm 1\%$ đối với dây nhiệt độ môi trường và khe hở không khí nêu trong hồ sơ tính năng.

Dụng cụ đo phải phù hợp với các yêu cầu của cấp 0,5 của IEC 60051 hoặc phải được thử nghiệm theo tiêu chuẩn này. Nếu sử dụng von kế đỉnh thì độ không đảm bảo đo của von kế phải nằm trong phạm vi $\pm 1\%$.

8.1.2 Đáp ứng động

Đáp tuyến biên độ/tần số của hệ thống đo không được chênh lệch quá $\pm 2\%$ ở từ 0,2 lần đến bảy lần tần số của điện áp thử nghiệm. Nếu sự có mặt của đối tượng thử nghiệm làm tăng lượng hài lên cao hơn hài bậc bảy thì đáp tuyến biên độ/tần số không được sai khác quá $\pm 2\%$ đến tần số của hài đáng kể cao nhất.

CHÚ THÍCH 1: Trong một số trường hợp nhất định, có thể cần đo các quá độ điện áp xếp chồng lên điện áp xoay chiều. Tiêu chuẩn này không đưa ra yêu cầu đối với điều này nhưng có thể xem hướng dẫn trong điều 9.

CHÚ THÍCH 2: Một số nguồn không sinh ra hài (ví dụ như bộ thử nghiệm cộng hưởng nối tiếp).

8.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận

Các yêu cầu của thử nghiệm điển hình có thể được thỏa mãn bằng thử nghiệm trên khối cùng kiểu hoặc đôi khi có được từ dữ liệu của nhà chế tạo. Phải thực hiện thử nghiệm thường xuyên trên mỗi khối. Xem chi tiết ở điều 5 và các ngoại lệ ở 4.4.2.

Thành phần của hệ thống đo phải thỏa mãn các yêu cầu của thử nghiệm điển hình và thử nghiệm thường xuyên sau đây:

Thử nghiệm điển hình:

- ảnh hưởng của nhiệt độ lên thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn và lên các hệ số thang đo (5.6),
- tính ổn định trong thời gian dài (5.5),
- ảnh hưởng đo khoảng cách gần (nếu có yêu cầu) (5.7),
- thử nghiệm chịu ẩm hoặc chịu nhiễm bẩn trên thiết bị biến đổi (nếu có yêu cầu) (5.9),
- đáp ứng động (5.8).

Thử nghiệm thường xuyên:

- xác định hệ số thang đo (5.2),
- thử nghiệm tính tuyến tính (5.3, phương pháp thay thế bổ sung 8.2.1),
- tính ổn định trong thời gian ngắn (5.4),
- thử nghiệm chịu khô trên thiết bị biến đổi (5.9).

8.2.1 Thử nghiệm tính tuyến tính: yêu cầu và phương pháp thay thế bổ sung

Thử nghiệm tính tuyến tính phải được thực hiện theo 5.3.

Phương pháp thay thế bổ sung là:

a) So sánh với khe hở cầu

Phải kiểm tra hệ thống đo dựa vào sử dụng khe hở cầu theo 8.5 của IEC 60052. Phải thực hiện thử nghiệm với các khoảng khe hở ứng với các giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và tại ba giá trị khoảng khe hở đặt tương đối bằng nhau giữa các cực biên này.

Phải thực hiện hoàn chỉnh thử nghiệm tính tuyến tính trong thời gian ngắn sao cho điều kiện môi trường không thay đổi và do đó không cần phải thực hiện việc hiệu chỉnh. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp phóng điện đánh thủng của khe hở với đầu ra tương ứng của hệ thống đo cần thử nghiệm nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống có thể coi là tuyến tính.

b) Phương pháp dùng cho thiết bị biến đổi tự điện nhiều ngăn

Đối với thiết bị biến đổi làm từ nhiều khối điện áp cao đồng nhất, phải thực hiện thử nghiệm gồm ba bước sau đây:

- thử nghiệm điển hình trên thiết bị biến đổi hoàn chỉnh tương đương (có các điện cực của thiết bị) như qui định trong 5.3,
- đo điện dung của từng khối điện áp cao ở năm giá trị điện áp qui định trong 5.3. Điện dung của từng khối không được thay đổi quá $\pm 1\%$ trên toàn dây điện áp,
- cụm thiết bị biến đổi phải không có vầng quang nhìn thấy được và nghe thấy được ở điện áp đo danh định.

c) So sánh với điện áp vào của máy biến áp hoặc tầng biến áp

Hệ thống đo phải được nối để đo đầu ra của máy biến áp. Đầu ra của hệ thống đo phải được kiểm tra theo điện áp vào của máy biến áp. Phải thực hiện thử nghiệm ở giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và ở ba giá trị điện áp cách xấp xỉ bằng nhau giữa các cực. Nếu mỗi trong số năm tỷ số điện áp đo được với giá trị điện áp đầu vào tương ứng nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống đo có thể coi là tuyến tính.

CHÚ THÍCH: Cần chú ý đến khả năng thay đổi tỷ số điện áp của máy biến áp do tải và đặc tính phi tuyến của mạch từ.

d) So sánh với đầu ra của thiết bị đo trường điện

Hệ thống đo phải được kiểm tra dựa vào dụng cụ đo trường điện được bố trí để đo trường tỷ lệ với điện áp đo được. Dụng cụ đo trường điện được sử dụng theo yêu cầu liên quan của IEC 60833. Phải tiến hành thử nghiệm ở giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và ở ba giá trị điện áp cách xấp xỉ bằng nhau giữa các cực. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp đo được với trường điện đo được tương ứng nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống đo có thể coi là tuyến tính.

8.2.2 Xác định hệ số thang đo của vôn mét đỉnh

Hệ số thang đo phải được xác định bằng cách sử dụng điện áp hình sin cho trước có tần số danh định.

CHÚ THÍCH: Dụng cụ chỉ thị không phải là vôn mét đỉnh được hiệu chuẩn theo IEC 60051.

8.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo

Phải xác định hệ số thang đo ấn định theo 6.2.

8.4 Kiểm tra tính năng

(Các) hệ số thang đo của hệ thống đo được công nhận phải được kiểm tra bằng một trong các phương pháp dưới đây.

a) Kiểm tra hệ số thang đo của các thành phần

(Các) hệ số thang đo của từng thành phần có thể được kiểm tra bằng cách sử dụng thiết bị hiệu chuẩn bên trong hoặc bên ngoài có độ không đảm bảo đo nằm trong phạm vi $\pm 1\%$. Nếu chênh lệch giữa từng hệ số thang đo so với giá trị trước đó của nó không lớn hơn $\pm 1\%$ thì hệ số thang đo ấn định được lấy là vẫn còn hiệu lực. Nếu có chênh lệch bất kỳ vượt quá 1% thì khi đó phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

b) Kiểm tra hệ số thang đo của hệ thống đo

Phải thực hiện việc so sánh với hệ thống đo được công nhận khác theo qui trình của 6.2 a) hoặc bằng thiết bị đo chuẩn IEC sử dụng theo IEC 60052.

Nếu chênh lệch giữa hai giá trị đo được nằm trong phạm vi $\pm 3\%$ thì hệ số thang đo ấn định được lấy là vẫn còn hiệu lực. Khi chênh lệch lớn hơn thì phải xác định lại hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

8.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC

Khe hở cầu, được sử dụng theo IEC 60052, là một thiết bị đo chuẩn IEC đối với giá trị đỉnh có độ không đảm bảo đo nằm trong phạm vi $\pm 3\%$.

9 Đo điện áp xung sét

9.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là để:

- đo giá trị đỉnh của các xung toàn sóng với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 3 \%$,
- đo giá trị đỉnh của xung cắt có độ không đảm bảo đo tổng e phụ thuộc vào thời gian cắt T_c như sau:

đối với xung cắt ở đầu sóng $e \leq \pm 5 \%$

($0,5 \mu\text{s} \leq T_c < 2 \mu\text{s}$)

đối với xung cắt ở đuôi sóng $e \leq \pm 3 \%$

(đối với $T_c \geq 2 \mu\text{s}$)

- đo các thông số thời gian xác định dạng sóng với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 10 \%$,
- đo các dao động có thể xếp chồng lên xung để đảm bảo rằng chúng không vượt quá các mức cho phép nêu trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

CHÚ THÍCH 1: Xung cắt có $T_c < 0,5 \mu\text{s}$ đang được xem xét.

CHÚ THÍCH 2: Tiêu chuẩn này không đưa ra khuyến cáo đối với phép đo sụt áp.

9.1.1 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn không được biến thiên quá $\pm 1 \%$ đối với dây nhiệt độ môi trường và khe hở không khí nêu trong hồ sơ tính năng.

Dụng cụ đo phải phù hợp với IEC 790 hoặc IEC 61083-1.

9.1.2 Đáp ứng động

Đáp ứng động của hệ thống đo là thích hợp đối với phép đo điện áp đỉnh và thông số thời gian trong dây dạng sóng qui định trong hồ sơ tính năng khi:

- hệ số thang đo không đổi trong các giới hạn sau đây:
trong phạm vi $\pm 1 \%$ đối với xung toàn sóng và xung cắt ở đuôi sóng
trong phạm vi $\pm 3 \%$ đối với xung cắt ở đầu sóng
- độ không đảm bảo đo của các thông số thời gian đo được bằng hệ thống nằm trong phạm vi $\pm 10 \%$.

Để tái tạo các dao động có thể xếp chồng lên một xung, giới hạn liên quan đến tần số giới hạn trên f_2 của hệ thống đo hoặc thời gian đáp ứng từng phần T_a phải là:

$f_2 > 5 \text{ MHz}$ hoặc $T_a < 30 \text{ ns}$, đối với các dao động ở đỉnh

$f_2 > 10 \text{ MHz}$ hoặc $T_a < 15 \text{ ns}$, đối với các dao động ở đầu sóng

Trước kia, một hệ thống đo được dùng để đo tất cả các đại lượng yêu cầu, nghĩa là giá trị đỉnh, thông số thời gian và các dao động. Tuy nhiên, nhiều hệ thống được công nhận đối với các phép đo giá trị đỉnh và thông số thời gian lại không thể được công nhận đối với phép đo dao động. Trong trường hợp này, một hệ thống đo có thể được công nhận đối với các phép đo giá trị đỉnh và thông số thời gian trong khi một hệ thống phụ được công nhận đối với các phép đo dao động (ở điện áp thấp hơn nếu cần).

9.1.3 Nối với đối tượng thử nghiệm

Thiết bị biến đổi phải được nối trực tiếp đến các đầu nối của đối tượng thử nghiệm. Không được nối thiết bị biến đổi giữa nguồn điện áp và đối tượng thử nghiệm. Dây dẫn đến thiết bị biến đổi chỉ được mang dòng điện đến hệ thống đo. Thiết bị biến đổi cần được đặt sao cho ghép nối giữa mạch thử nghiệm và mạch đo là không đáng kể.

9.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận

Các yêu cầu của thử nghiệm điển hình có thể được thỏa mãn bằng thử nghiệm trên khối cùng kiểu hoặc đôi khi có được từ dữ liệu của nhà chế tạo. Phải thực hiện thử nghiệm thường xuyên trên mỗi khối. Xem chi tiết ở điều 5 và các ngoại lệ ở 4.4.2.

Thành phần của hệ thống đo phải thỏa mãn các yêu cầu của thử nghiệm điển hình và thử nghiệm thường xuyên sau đây:

Thử nghiệm điển hình:

- ảnh hưởng của nhiệt độ lên thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn và lên các hệ số thang đo (5.6),
- tính ổn định trong thời gian dài (5.5),
- ảnh hưởng do khoảng cách gần (nếu có yêu cầu) (5.7),
- thử nghiệm chịu ẩm hoặc chịu nhiễm bẩn trên thiết bị biến đổi (nếu có yêu cầu) (5.9),
- thử nghiệm nhiễu trên hệ thống truyền dẫn có các phần tử hoạt động (6.4),
- đáp ứng động (5.8).

Thử nghiệm thường xuyên:

- xác định hệ số thang đo (5.2),
- thử nghiệm tính tuyến tính (5.3, phương pháp thay thế bổ sung 9.2.1),
- tính ổn định trong thời gian ngắn (5.4),
- thử nghiệm chịu khô trên thiết bị biến đổi (5.9).

9.2.1 Thử nghiệm tính tuyến tính: yêu cầu và phương pháp thay thế bổ sung

Thử nghiệm tính tuyến tính phải được thực hiện theo 5.3, sử dụng từng cực tính mà hệ thống được công nhận và xung sét có dạng sóng đơn. Có thể sử dụng các xung sét toàn sóng để thiết lập tính tuyến tính của hệ thống đo đối với xung sét cắt.

Phương pháp thay thế bổ sung là:

a) So sánh với khe hở cầu

Phải kiểm tra hệ thống đo dựa vào sử dụng khe hở cầu theo 9.5. Phải thực hiện thử nghiệm với khoảng khe hở ứng với các giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và tại ba giá trị khe hở tương đối bằng nhau giữa các cực biên này.

Phải thực hiện hoàn chỉnh thử nghiệm tính tuyến tính trong thời gian ngắn sao cho điều kiện môi trường không thay đổi và do đó không cần phải thực hiện việc hiệu chỉnh. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp phóng điện đánh thủng của khe hở cầu với đầu ra tương ứng của hệ thống cần thử nghiệm nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống có thể coi là tuyến tính.

b) Phương pháp dùng cho thiết bị biến đổi nhiều phần

Đối với thiết bị biến đổi gồm nhiều khối điện áp cao đồng nhất, phải thực hiện thử nghiệm gồm ba bước sau đây:

- thử nghiệm điển hình trên thiết bị biến đổi hoàn chỉnh tương đương (có các điện cực của thiết bị) theo 5.3.
- thử nghiệm tính tuyến tính của mỗi khối theo 5.3,
- cụm thiết bị biến đổi phải không có văng quang nhìn thấy được ở điện áp đo danh định.

c) So sánh với điện áp nạp của bộ tạo xung

Hệ thống đo phải được kiểm tra dựa vào điện áp nạp của bộ tạo xung. Phải thực hiện thử nghiệm ở giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và ở ba giá trị điện áp cách xấp xỉ bằng nhau giữa các cực. Nếu mỗi trong số năm tỷ số điện áp đo được với giá trị điện áp nạp tương ứng nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống đo có thể coi là tuyến tính.

CHÚ THÍCH: Trong phương pháp này, các điều kiện nạp trong thời điểm khởi động của bộ tạo xung cần giống nhau.

d) So sánh với đầu ra của dụng cụ đo trường điện

Hệ thống đo phải được kiểm tra dựa vào dụng cụ đo trường điện được bố trí để đo trường tỷ lệ với điện áp đo được. Phải tiến hành thử nghiệm ở giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và ở ba giá trị điện áp cách xấp xỉ bằng nhau giữa các cực. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp đo được với trường điện đo được tương ứng nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống đo có thể coi là tuyến tính.

9.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo

Phải thực hiện các thử nghiệm sau đây:

- xác định hệ số thang đo ấn định (9.3.1),
- đáp ứng động (9.3.1),
- thử nghiệm nhiễu (6.4).

9.3.1 Xác định hệ số thang đo ấn định và (các) mốc danh nghĩa (đáp ứng động)

a) Phương pháp chuẩn

Hệ số thang đo ấn định và đáp ứng động của hệ thống đo phải được xác định bằng cách so sánh với hệ thống đo chuẩn, sử dụng qui trình cho trong 6.2 a) và 6.3 a). Mốc danh nghĩa phải được xác định bằng cách sử dụng các xung có hai dạng sóng khác nhau sao cho:

Đối với xung toàn sóng và xung cắt ở đuôi sóng:

- thời gian đầu sóng ngắn hơn cho t_{min} (xem 3.6.1),
- thời gian đầu sóng dài hơn cho t_{max} (xem 3.6.1),
- cả hai dạng sóng này cần có thời gian dài nhất đến nửa giá trị (xấp xỉ) mà hệ thống đo được công nhận.

Đối với xung cắt ở đầu sóng:

- thời gian tới thời điểm cắt ngắn hơn cho t_{min} (xem 3.6.1),
- thời gian tới thời điểm cắt dài hơn cho t_{max} (xem 3.6.1).

Một cách khác, có thể sử dụng một trong các thử nghiệm sau đây:

b) Phép đo so sánh sử dụng xung có dạng sóng đơn kèm thêm phép đo đáp tuyến bậc thang

Phải thực hiện phép đo so sánh dựa trên hệ thống đo chuẩn theo 6.2 a) và 6.3 a) sử dụng các xung toàn sóng có thời gian đầu sóng T_{1cal} và thời gian tới nửa giá trị xấp xỉ bằng thời gian dài nhất tới nửa giá trị T_{2max} mà hệ thống đo được công nhận.

Ngoài ra, đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được đo theo 5.8.2. (Các) mức chuẩn của (các) mốc danh nghĩa mà hệ thống đo được công nhận không được sai khác so với giá trị của đáp tuyến bậc thang tại thời gian T_{1cal} quá:

- $\pm 1\%$ đối với xung toàn sóng và xung cắt ở đuôi sóng
- $\pm 3\%$ đối với xung cắt ở đầu sóng

hoặc nếu có các dao động cao tần trên đáp tuyến bậc thang ở mốc danh nghĩa đó thì phải chứng tỏ rằng:

- thời gian đặt t_s nhỏ hơn t_{min} đối với xung toàn sóng và xung cắt.
- thời gian đáp ứng dư $T_R(t)$ nhỏ hơn $t/200$ trong toàn bộ mốc danh nghĩa đối với xung cắt ở đầu sóng.

Đáp tuyến bậc thang không được thay đổi quá 5% trong dãy từ t_{min} đến T_{2max} , trong đó T_{2max} là thời gian dài nhất đến nửa giá trị mà hệ thống đo được công nhận.

c) Đo hệ số thang đo của thành phần và xác định thông số đáp tuyến từ đáp tuyến bậc thang

Hệ số thang đo ấn định của hệ thống đo phải được xác định theo 6.2 b).

Đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được đo theo 5.8.2. Đáp tuyến bậc thang này phải không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ từ t_{min} đến thời gian tương đương T_E của dạng sóng dùng cho phép đo hệ số thang đo ấn định (xem 3.7.13).

Đối với xung toàn sóng và xung cắt ở đuôi sóng, đáp tuyến bậc thang phải không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ đối với mốc danh nghĩa. Một cách khác, nếu có các dao động cao tần trên đáp tuyến bậc thang thì phải đủ để chứng tỏ rằng thời gian đặt t_s nhỏ hơn t_{min} . Đối với xung cắt ở đầu sóng, đáp tuyến bậc thang phải không đổi trong phạm vi $\pm 3\%$ trong mốc danh định này. Cách khác là nếu có các dao động cao tần trên đáp tuyến bậc thang thì phải đủ để chứng tỏ rằng giá trị tuyệt đối của thời gian đáp ứng dư $T_d(t)$ nhỏ hơn $t/200$ trong toàn bộ mốc danh nghĩa này.

Ngoài ra, đáp tuyến bậc thang không được sai lệch so với mức chuẩn quá 5% đối với thời gian dài nhất đến nửa giá trị mà việc công nhận yêu cầu.

CHÚ THÍCH: Các khuyến cáo dưới đây được cung cấp để trợ giúp phòng thử nghiệm trong việc đánh giá hệ thống đo. Cần nhấn mạnh rằng sự phù hợp với các khuyến cáo này không phải là đủ trong mọi trường hợp (và không phải luôn cần thiết) để đảm bảo các đặc tính động thích hợp của hệ thống đo.

Khi đo các xung toàn sóng và xung cắt ở đuôi sóng với thời gian đầu sóng T_1 , mức vượt quá β và thời gian đáp ứng từng phần T_a cần phải sao cho β và T_a/T_1 nằm trong phạm vi diện tích gạch chéo của hình 4.

Khi đo xung cắt ở đầu sóng trong dây thời gian cắt T_c cần xem xét, cần thỏa mãn các điều kiện sau đây:

- thời gian đặt phải sao cho:

$$t_s \leq T_c$$

- thời gian đáp ứng thực nghiệm T_N và thời gian đáp ứng từng phần T_a phải sao cho:

$$T_a - 0,03 T_c \leq T_N \leq 0,03 T_c$$

- và thời gian méo ban đầu T_0 cần phải nhỏ sao cho

$$T_0 \leq 0,005 T_c$$

Khi sử dụng đáp tuyến bậc thang để đánh giá các đặc tính của hệ thống đo, hồ sơ tính năng phải bao gồm:

- hồ sơ về đáp tuyến bậc thang đơn vị, với chỉ số của O , và đường thẳng nằm ngang ứng với mỗi mức chuẩn,
- giá trị của T_a , T_N , t_s và β .

9.3.2 Hồ sơ chuẩn (tùy chọn)

Khi cần thiết để sử dụng trong các kiểm tra tính năng, đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được ghi lại theo phương pháp của 5.8.2. Điều này phải được nêu trong hồ sơ tính năng để sử dụng như hồ sơ chuẩn ("đặc trưng riêng") để cho phép phát hiện các thay đổi trong đáp ứng động ở các kiểm tra tính năng tiếp theo (xem 9.4.1).

9.4 Kiểm tra tính năng

9.4.1 Kiểm tra hệ số thang đo và đáp ứng động

(Các) hệ số thang đo và đáp ứng động của hệ thống đo được công nhận có thể được kiểm tra bằng một trong các phương pháp dưới đây.

a) Kiểm tra hệ số thang đo của các thành phần và đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo

(Các) hệ số thang đo của từng thành phần phải được kiểm tra bằng cách sử dụng thiết bị hiệu chuẩn bên trong hoặc bên ngoài có độ không đảm bảo đo nằm trong phạm vi $\pm 1\%$. Nếu chênh lệch giữa các hệ số thang đo so với giá trị trước đó của chúng không lớn hơn 1% thì hệ số thang đo ấn định được lấy là vẫn còn hiệu lực. Nếu có chênh lệch bất kỳ vượt quá $\pm 1\%$ thì khi đó trong thử nghiệm tính năng phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

Trong mỗi lần kiểm tra, phải ghi lại đáp tuyến bậc thang theo cùng một cách và trong cùng mạch điện như đã được sử dụng để có được hồ sơ chuẩn (xem 9.3.2). Hồ sơ đáp tuyến bậc thang phải được so sánh với các hồ sơ từ những lần kiểm tra trước đó. Có thể có các thay đổi nhỏ giữa các lần kiểm tra và phạm vi thay đổi chấp nhận được phải được thiết lập từ những lần kiểm tra đầu tiên. Mọi thay đổi lớn phải được nghiên cứu và phải thực hiện thử nghiệm tính năng.

b) So sánh với hệ thống đo được công nhận

Phải thực hiện việc so sánh với hệ thống đo được công nhận khác (hoặc hệ thống đo chuẩn) theo qui trình nêu trong 6.2 a) và 6.3 a) với dạng sóng đơn nhưng có thể chọn số lượng xung sử dụng. Nếu chênh lệch giữa hai giá trị hệ số thang đo đo được nhỏ hơn 3% thì hệ số thang đo ấn định được lấy vẫn còn hiệu lực.

Khi chênh lệch lớn hơn thì trong thử nghiệm tính năng phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem 4.2). Giá trị của từng thông số thời gian phải nằm trong phạm vi $\pm 10\%$ giá trị tương ứng đo được bằng hệ thống đo kia. Khi có chênh lệch bất kỳ lớn hơn 10% thì trong thử nghiệm tính năng phải xác định giá trị mới cho giới hạn của mốc danh nghĩa (xem đoạn thứ ba của 4.2).

c) Kiểm tra hệ số thang đo bằng khe hở cấu và đo đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo

Thực hiện việc so sánh bằng khe hở cấu theo 9.5. Nếu chênh lệch giữa hai giá trị hệ số thang đo đo được không lớn hơn 3% thì hệ số thang đo ấn định được lấy vẫn còn hiệu lực. Khi chênh lệch lớn hơn thì trong thử nghiệm tính năng phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

Trong mỗi lần kiểm tra, phải ghi lại đáp tuyến bậc thang theo cùng một cách và trong cùng mạch điện như đã được sử dụng để thu được hồ sơ chuẩn (xem 9.3.2). Hồ sơ đáp tuyến bậc thang phải được so sánh với các hồ sơ từ những lần kiểm tra trước đó. Có thể có các thay đổi nhỏ giữa các lần kiểm tra và phạm vi thay đổi chấp nhận được phải được thiết lập từ những lần kiểm tra đầu tiên. Mọi thay đổi lớn phải được nghiên cứu và phải thực hiện thử nghiệm tính năng.

9.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC

Khe hở cấu, bức xạ bởi tia lửa hở nhưng không theo IEC 60052, là một thiết bị đo chuẩn IEC để đo giá trị đỉnh của xung sét tiêu chuẩn, có độ không đảm bảo đo không vượt quá $\pm 3\%$. Bức xạ từ đèn tia cực tím không được coi là thích hợp.

10 Đo điện áp xung đóng cắt

10.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là để:

- đo giá trị đỉnh của các xung đóng cắt với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 3\%$,
- đo các thông số thời gian xác định dạng sóng với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 10\%$.

10.1.1 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn không được biến thiên quá $\pm 1\%$ đối với dây nhiệt độ môi trường và khe hở không khí nêu trong hồ sơ tính năng.

Dụng cụ đo phải phù hợp với IEC 790 hoặc IEC 61083-1.

10.1.2 Đáp ứng động

Đáp ứng động của hệ thống đo là thích hợp khi:

- hệ số thang đo không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ trong dây dạng xung qui định trong hồ sơ tính năng,
- độ không đảm bảo đo tổng của các thông số thời gian đo được nằm trong phạm vi $\pm 10\%$.

10.1.3 Nối với đối tượng thử nghiệm

Hệ thống đo được công nhận phải được nối trực tiếp đến các đầu nối của đối tượng thử nghiệm. Ngược với phép đo xung sét (xem 9.1.3), hệ thống đo có thể được đặt giữa nguồn điện áp và đối tượng thử nghiệm. Ghép nối giữa mạch thử nghiệm và mạch đo cần phải không đáng kể.

10.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận

Các yêu cầu của thử nghiệm điển hình có thể được thỏa mãn bằng thử nghiệm trên khối cùng kiểu hoặc đôi khi có được từ dữ liệu của nhà chế tạo. Phải thực hiện thử nghiệm thường xuyên trên mỗi khối. Xem chi tiết ở điều 5 và các ngoại lệ ở 4.4.2.

Thành phần của hệ thống đo phải thỏa mãn các yêu cầu của thử nghiệm điển hình và thử nghiệm thường xuyên sau đây:

Thử nghiệm điển hình:

- ảnh hưởng của nhiệt độ lên thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn và lên các hệ số thang đo (5.6),
- tính ổn định trong thời gian dài (5.5),
- ảnh hưởng do khoảng cách gần (nếu có yêu cầu) (5.7),
- thử nghiệm chịu ẩm hoặc chịu nhiễm bẩn trên thiết bị biến đổi (nếu có yêu cầu) (5.9),
- thử nghiệm nhiễu trên hệ thống truyền dẫn có các phần tử hoạt động (6.4),
- đáp ứng động (5.8).

Thử nghiệm thường xuyên:

- xác định hệ số thang đo (5.2),
- thử nghiệm tính tuyến tính (5.3, phương pháp thay thế bổ sung 10.2.1),
- tính ổn định trong thời gian ngắn (5.4),
- thử nghiệm chịu khô trên thiết bị biến đổi (5.9).

10.2.1 Thử nghiệm tính tuyến tính: yêu cầu và phương pháp thay thế bổ sung

Thử nghiệm tính tuyến tính phải được thực hiện theo 5.3, sử dụng từng cực tính mà hệ thống được công nhận và xung đóng cắt có dạng sóng đơn.

Phương pháp thay thế bổ sung là:

a) So sánh có khe hở cầu

Phải kiểm tra hệ thống đo dựa vào khe hở cầu theo 10.5. Phải thực hiện thử nghiệm với khoảng khe hở ứng với các giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc của hệ thống và tại ba khoảng khe hở đặt tương đối bằng nhau giữa các cực biên này. Phải thực hiện hoàn chỉnh thử nghiệm tính tuyến tính trong thời gian ngắn sao cho điều kiện môi trường không thay đổi và do đó không cần phải thực hiện việc hiệu chỉnh. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp phóng điện đánh thủng của khe hở cầu với đầu ra tương ứng của hệ thống cần thử nghiệm nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống có thể coi là tuyến tính.

b) Phương pháp dùng cho thiết bị biến đổi nhiều phần

Đối với thiết bị biến đổi gồm nhiều khối đồng nhất, phải thực hiện thử nghiệm gồm ba bước sau đây:

- thử nghiệm điển hình trên thiết bị biến đổi hoàn chỉnh tương đương (có các điện cực của thiết bị) như qui định trong 5.3,
- đo hệ số thang đo của từng khối ở năm giá trị điện áp qui định trong 5.3. Hệ số thang đo của từng khối không được thay đổi quá $\pm 1\%$ trong toàn bộ dây điện áp,
- cụm thiết bị biến đổi phải không có vầng quang nhìn thấy được ở điện áp đo danh định.

c) So sánh có điện áp nạp của bộ tạo xung

Hệ thống đo phải được kiểm tra dựa vào điện áp nạp của bộ tạo xung. Phải thực hiện thử nghiệm ở giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dây điện áp làm việc và ở ba giá trị điện áp cách xấp xỉ bằng nhau giữa các cực. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp đo được với giá trị điện áp nạp tương ứng nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống đo có thể coi là tuyến tính.

CHÚ THÍCH: Trong phương pháp này, các điều kiện nạp trong thời điểm khởi động của bộ tạo xung cần giống nhau.

d) So sánh có đầu ra của dụng cụ đo trường điện

Hệ thống đo phải được kiểm tra dựa vào dụng cụ đo trường điện được bố trí để đo tỷ lệ trường với điện áp được đo. Phải tiến hành thử nghiệm ở giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của dãy điện áp làm việc và ở ba giá trị điện áp cách tương đối bằng nhau giữa các cực biên này. Nếu mỗi trong số năm tỷ số giữa điện áp đo được với trường điện đo được tương ứng nằm trong phạm vi $\pm 1\%$ giá trị trung bình của chúng thì hệ thống đo được coi là tuyến tính.

10.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo

Phải thực hiện các thử nghiệm sau đây:

- xác định hệ số thang đo ấn định (xem 10.3.1),
- đáp ứng động (xem 10.3.1),
- thử nghiệm nhiễu (xem 6.4).

10.3.1 Xác định hệ số thang đo ấn định và (các) mốc danh nghĩa (đáp ứng động)

a) Phương pháp chuẩn

Hệ số thang đo ấn định và đáp ứng động của hệ thống đo phải được xác định bằng cách so sánh với hệ thống đo chuẩn, sử dụng qui trình cho trong 6.2 a) và 6.3 a). Mốc danh nghĩa phải được xác định bằng cách sử dụng các xung có hai dạng sóng khác nhau sao cho:

- thời gian tới đỉnh (hoặc thời gian đầu sóng) ngắn hơn cho t_{min} (xem 3.6.1),
- thời gian tới đỉnh (hoặc thời gian đầu sóng) dài hơn cho t_{max} (xem 3.6.1),
- cả hai xung này cần có thời gian dài nhất đến nửa giá trị (hoặc thời gian trên 90 % hoặc thời gian tới "không") (xấp xỉ) mà hệ thống đo được công nhận.

Một cách khác, có thể sử dụng một trong các thử nghiệm sau đây:

b) Phép đo so sánh sử dụng xung có dạng sóng đơn kèm thêm phép đo đáp tuyến bậc thang

Phải thực hiện phép đo so sánh bằng dạng sóng đơn dựa trên hệ thống đo chuẩn theo 6.2 a) và 6.3 a) sử dụng các xung toàn sóng có thời gian tới giá trị đỉnh $T_{P_{cal}}$ (hoặc thời gian đầu sóng $T_{I_{cal}}$) và thời gian tới nửa giá trị (hoặc thời gian trên 90 % hoặc thời gian tới "không") xấp xỉ bằng thời gian dài nhất tới nửa giá trị (hoặc thời gian trên 90 % hoặc thời gian tới "không") mà hệ thống đo được công nhận.

Ngoài ra, đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được ghi theo 5.8.2. (Các) mức chuẩn của (các) mốc danh nghĩa mà hệ thống đo được công nhận không được sai khác so với giá trị của đáp tuyến bậc thang tại thời gian $T_{P_{cal}}$ (hoặc $T_{I_{cal}}$) quá $\pm 1\%$. Cách khác là khi có các dao động cao tần trên đáp tuyến bậc thang ở mốc danh nghĩa đó thì phải chứng tỏ rằng thời gian đặt t_s nhỏ hơn t_{min} .

Đáp tuyến bậc thang không được thay đổi quá 5 % đối với các thời gian đến thời gian dài nhất tới nửa giá trị (hoặc thời gian trên 90 % hoặc thời gian tới "không") mà hệ thống được công nhận.

c) Đo hệ số thang đo của thành phần và xác định thông số đáp tuyến từ đáp tuyến bậc thang

Hệ số thang đo ấn định của hệ thống đo phải được xác định theo 6.2 b). Dãy điều kiện làm việc trong thử nghiệm phải được nêu trong hồ sơ tính năng.

Đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được ghi theo 5.8.2. Đáp tuyến bậc thang này phải không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ từ t_{min} đến thời gian tương đương T_E (xem 3.7.13) của dạng sóng dùng cho phép đo hệ số thang đo ấn định. Ngoài ra, đáp tuyến bậc thang phải không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ trong toàn bộ mốc danh nghĩa và không được thay đổi quá 5% đối với các thời gian đến thời gian dài nhất tới nửa giá trị (hoặc thời gian trên 90% hoặc thời gian tới "không") mà việc công nhận yêu cầu.

Thời gian đặt t_p phải nhỏ hơn 10 μs .

d) Đo hệ số thang đo ấn định bằng điện áp cao xoay chiều kèm theo phép đo đáp tuyến bậc thang

Hệ số thang đo của hệ thống đo phải được xác định theo qui trình của 6.2 b), sử dụng điện áp cao xoay chiều và đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được đo theo 5.8.2. Đáp tuyến bậc thang này phải được đặt trong phạm vi $\pm 1\%$ và duy trì trong phạm vi $\pm 1\%$ từ t_{min} đến thời gian tương đương T_E của dạng sóng dùng để xác định hệ số thang đo.

Thời gian đặt t_p phải nhỏ hơn 10 μs .

Khi sử dụng đáp tuyến bậc thang để đánh giá các đặc tính của hệ thống đo, hồ sơ tính năng phải bao gồm:

- hồ sơ về đáp tuyến bậc thang đơn vị, với chỉ số của O_1 và đường thẳng nằm ngang ứng với mỗi mức chuẩn,
- giá trị của t_p .

10.3.2 Hồ sơ chuẩn (tùy chọn)

Khi cần thiết để sử dụng trong các kiểm tra tính năng, đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được ghi lại theo phương pháp của 5.8.2. Điều này phải được nêu trong hồ sơ tính năng để sử dụng như hồ sơ chuẩn ("đặc trưng riêng") để cho phép phát hiện các thay đổi trong đáp ứng động ở các kiểm tra tính năng tiếp theo (xem 10.4.2).

10.3.3 Thử nghiệm nhiều

Thử nghiệm phải được tiến hành theo 5.5.4.

10.4 Kiểm tra tính năng

10.4.1 Kiểm tra hệ số thang đo

Hệ số thang đo của hệ thống đo được công nhận có thể được kiểm tra bằng một trong các phương pháp dưới đây.

a) Kiểm tra hệ số thang đo của các thành phần

(Các) hệ số thang đo của từng thành phần phải được kiểm tra bằng cách sử dụng bộ hiệu chuẩn trong hoặc ngoài có sai số nằm trong phạm vi $\pm 1\%$. Nếu chênh lệch giữa các hệ số thang đo so với giá trị trước đó của chúng không lớn hơn $\pm 1\%$ thì hệ số thang đo ấn định được lấy là vẫn còn hiệu lực. Nếu có chênh lệch bất kỳ vượt quá $\pm 1\%$ thì phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

b) Kiểm tra hệ số thang đo của hệ thống đo

Phải thực hiện việc so sánh với hệ thống đo được công nhận khác (hoặc hệ thống đo chuẩn) theo qui trình nêu trong 6.2 a) hoặc bằng khe hở cầu theo 10.5 (chỉ riêng hệ số thang đo).

Nếu chênh lệch giữa hai giá trị đỉnh đo được không lớn hơn 3% (5% khi sử dụng khe hở cầu) thì hệ số thang đo ấn định được lấy vẫn còn hiệu lực. Nếu chênh lệch lớn hơn thì trong thử nghiệm tĩnh năng phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

Giá trị của từng thông số thời gian phải nằm trong phạm vi $\pm 10\%$ giá trị tương ứng đo được bằng hệ thống đo kia. Khi có chênh lệch bất kỳ lớn hơn 10% thì trong thử nghiệm tĩnh năng phải xác định mốc đánh giá (xem đoạn thứ ba của 4.2).

10.4.2 Kiểm tra đáp ứng động

Trong mỗi lần kiểm tra, phải ghi lại đáp tuyến bậc thang theo cùng một cách và trong cùng mạch điện như đã được sử dụng để thu được hồ sơ chuẩn (xem 10.3.2 và phụ lục C). Hồ sơ đáp tuyến bậc thang phải được so sánh với các hồ sơ từ những lần kiểm tra trước đó. Có thể có các thay đổi nhỏ giữa các lần kiểm tra và phạm vi thay đổi chấp nhận được phải được thiết lập từ những lần kiểm tra đầu tiên. Mọi thay đổi lớn phải được nghiên cứu và phải thực hiện thử nghiệm tĩnh năng.

Cách khác là có thể kiểm tra đáp ứng động bằng cách so sánh với hệ thống đo được công nhận khác (hoặc hệ thống đo chuẩn) sử dụng qui trình của 6.3.

10.5 Thiết bị đo chuẩn theo IEC

Khe hở cầu, bức xạ với một lỗ tia sáng nhưng không theo IEC 60052, là một thiết bị đo chuẩn IEC để đo giá trị đỉnh của xung đóng cắt tiêu chuẩn, có độ không đảm bảo đo không vượt quá $\pm 5\%$. Bức xạ từ đèn tia cực tím không được coi là thích hợp.

Điện áp phóng điện đánh thủng (giá trị 50%) của khe hở cầu đối với xung đóng cắt được lấy từ bảng dùng cho xung sét có cùng cực tính cho trong IEC 60052.

11 Đo dòng điện xung

11.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là để:

- đo giá trị đỉnh với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 3\%$,
- đo các thông số thời gian (xác định dạng sóng) với độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 10\%$,
- cho phép phát hiện các dao động xếp chồng lên xung dòng điện.

CHÚ THÍCH: Trong thử nghiệm điện áp xung, độ phân giải và khả năng tái tạo hình dạng của dòng điện qua đối tượng thử nghiệm có thể rất quan trọng. Trong trường hợp này, yêu cầu về các thông số cần đo phải do ban kỹ thuật liên quan qui định.

11.1.1 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn không được biến thiên quá $\pm 1\%$ đối với dây nhiệt độ môi trường nêu trong hồ sơ tính năng.

Dụng cụ đo phải phù hợp với IEC 790 hoặc IEC 61083-1.

11.1.2 Đáp ứng động

Đáp ứng động của hệ thống đo là thích hợp đối với dây dạng sóng qui định trong hồ sơ tính năng khi:

- hệ số thang đo không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ trong mỗi dây dạng sóng,
- độ không đảm bảo đo của các thông số thời gian đo được nằm trong phạm vi $\pm 10\%$.

11.2 Thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần đối với hệ thống đo được công nhận

Các yêu cầu của thử nghiệm điển hình có thể được thỏa mãn bằng thử nghiệm trên khối cùng kiểu hoặc đôi khi có được từ dữ liệu của nhà chế tạo. Phải thực hiện thử nghiệm thường xuyên trên mỗi khối. Xem chi tiết ở điều 5 và các ngoại lệ ở 4.4.2.

Thành phần của hệ thống đo phải thỏa mãn các yêu cầu của các thử nghiệm điển hình và thử nghiệm thường xuyên sau đây:

Thử nghiệm điển hình:

- ảnh hưởng của nhiệt độ lên thiết bị biến đổi và hệ thống truyền dẫn và lên các hệ số thang đo (5.6),
- tính ổn định trong thời gian dài (5.5),
- ảnh hưởng do khoảng cách gần (nếu có yêu cầu) (5.7),
- thử nghiệm chịu ẩm hoặc chịu nhiễm bẩn trên thiết bị biến đổi (nếu có yêu cầu) (5.9),
- thử nghiệm nhiễu trên hệ thống truyền dẫn có các phần tử hoạt động (5.4),
- đáp ứng động (5.8).

Thử nghiệm thường xuyên:

- xác định hệ số thang đo (5.2),
- thử nghiệm tính tuyến tính (5.3, phương pháp thay thế bổ sung 11.2.1),
- tính ổn định trong thời gian ngắn (5.4),
- thử nghiệm chịu khổ trên thiết bị biến đổi (5.9).

11.2.1 Thử nghiệm tính tuyến tính: yêu cầu và phương pháp thay thế bổ sung

Thử nghiệm tính tuyến tính phải được thực hiện theo 5.3, sử dụng xung dòng điện có dạng sóng đơn.

Phương pháp thay thế bổ sung là:

Dòng điện xung được mang bởi một điện trở sun làm tăng nhiệt độ của thành phần điện trở của sun và điều này có thể thay đổi đáng kể hệ số thang đo của sun. Phạm vi của ảnh hưởng này và tính phụ thuộc vào dòng điện có thể được thiết lập bằng tính toán nếu đã biết hệ số nhiệt độ của thành phần điện trở (xem phụ lục D).

11.3 Thử nghiệm tính năng trên hệ thống đo

Phải thực hiện các thử nghiệm sau đây:

- xác định hệ số thang đo ấn định (11.3.1),
- đáp ứng động (11.3.1),
- thử nghiệm nhiễu (6.4).

11.3.1 Xác định hệ số thang đo ấn định và (các) mốc danh nghĩa (đáp ứng động)

a) Phương pháp chuẩn đối với sun có đáp tuyến bậc thang đều

Đối với sun có đáp tuyến bậc thang đều, hệ số thang đo được xác định bằng phép đo khả năng chịu điện áp một chiều sử dụng cấu hiệu chuẩn và đáp tuyến bậc thang được ghi lại theo 5.8.2. Nếu đáp tuyến bậc thang về cơ bản là đều (nghĩa là mức vượt quá nhỏ hơn 5 % và các dao động nhỏ hơn 1 %) và thời gian đáp ứng thực nghiệm T_N ($\approx T_u$) nhỏ hơn $0,2 T_1$ thì sun đó là thích hợp.

CHÚ THÍCH: T_1 là thời gian đầu sóng của xung dòng điện mà việc công nhận hệ thống đo, dựa trên sun, yêu cầu.

b) Phương pháp chuẩn đối với các thiết bị biến đổi khác

Hệ số thang đo ấn định và đáp ứng động của hệ thống đo phải được xác định theo 6.2 a) và 6.3 a). Mốc danh nghĩa phải được xác định bằng cách sử dụng các xung có hai dạng sóng khác nhau sao cho:

- thời gian đầu sóng ngắn hơn cho t_{min} (xem 3.6.1),
- thời gian đầu sóng dài hơn cho t_{max} (xem 3.6.1),
- cả hai dạng sóng này cần có thời gian dài nhất đến nửa giá trị (xấp xỉ) mà hệ thống đo được công nhận.

Một cách khác, có thể sử dụng thử nghiệm sau đây:

c) Đo hệ số thang đo của thành phần và xác định thông số đáp tuyến từ đáp tuyến bậc thang

Hệ số thang đo ấn định của hệ thống đo phải được xác định theo qui trình trong 6.2 b).

Đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được ghi theo 5.8.2. Đáp tuyến bậc thang này phải không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ từ t_{\min} đến thời gian tương đương T_E (xem 3.7.13) của dạng sóng dùng cho phép đo hệ số thang đo ấn định.

Đáp tuyến bậc thang phải không đổi trong phạm vi $\pm 1\%$ đối với mốc danh nghĩa.

Một cách khác, nếu có các dao động cao tần trên đáp tuyến bậc thang thì phải chứng tỏ rằng thời gian đặt t_p nhỏ hơn t_{\min} .

Ngoài ra, đáp tuyến bậc thang không được sai lệch so với mức chuẩn quá 5% đối với thời gian dài nhất tới nửa giá trị yêu cầu cho việc công nhận.

Khi đo dòng điện xung tiêu chuẩn với thời gian đầu sóng T_1 , mức vượt quá β và thời gian đáp ứng từng phần T_a đầu tiên cần phải sao cho β và T_a/T_1 nằm trong phạm vi diện tích gạch chéo của hình 4.

Khi sử dụng đáp tuyến bậc thang để đánh giá các đặc tính của hệ thống đo, hồ sơ tính năng phải bao gồm:

- hồ sơ về đáp tuyến bậc thang đơn vị, với chỉ số của O , và đường thẳng nằm ngang ứng với mỗi mức chuẩn,
- giá trị của T_a , T_N , t_s và β .

11.3.2 Hồ sơ chuẩn (tùy chọn)

Khi cần thiết để sử dụng trong các kiểm tra tính năng, đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo phải được ghi lại theo phương pháp của 5.8.2. Điều này phải được nêu trong hồ sơ tính năng để sử dụng như hồ sơ chuẩn ("đặc trưng riêng") để cho phép phát hiện các thay đổi trong đáp ứng động ở các kiểm tra tính năng tiếp theo (xem 11.4.2).

11.4 Kiểm tra tính năng

11.4.1 Kiểm tra hệ số thang đo

Hệ số thang đo của hệ thống đo được công nhận có thể được kiểm tra bằng một trong các phương pháp dưới đây.

a) Kiểm tra hệ số thang đo của các thành phần

(Các) hệ số thang đo của từng thành phần có thể được kiểm tra bằng cách sử dụng thiết bị hiệu chuẩn bên trong hoặc bên ngoài có độ không đảm bảo đo không vượt quá $\pm 1\%$. Nếu chênh lệch giữa các hệ số thang đo so với giá trị trước đó của chúng không lớn hơn $\pm 1\%$ thì hệ số thang đo ấn định được lấy là vẫn còn hiệu lực. Nếu có chênh lệch bất kỳ vượt quá $\pm 1\%$ thì trong thử nghiệm tính năng phải xác định hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

b) Kiểm tra hệ số thang đo của hệ thống đo

Phải thực hiện việc so sánh với hệ thống đo được công nhận khác theo qui trình nêu trong 6.2 a). Nếu chênh lệch giữa hai giá trị đo được không lớn hơn 3 % thì hệ số thang đo ấn định được lấy vẫn còn hiệu lực. Nếu chênh lệch lớn hơn thì trong thử nghiệm tính năng phải xác định một giá trị mới cho hệ số thang đo ấn định (xem đoạn thứ ba của 4.2).

11.4.2 Kiểm tra đáp ứng động

Trong mỗi lần kiểm tra, phải ghi lại đáp tuyến bậc thang theo cùng một cách và trong cùng mạch điện như đã được sử dụng để thu được hồ sơ chuẩn (xem 11.3.2). Hồ sơ đáp tuyến bậc thang phải được so sánh với các hồ sơ từ những lần kiểm tra trước đó. Có thể có các thay đổi nhỏ giữa các lần kiểm tra và phạm vi thay đổi chấp nhận được phải được thiết lập từ những lần kiểm tra đầu tiên. Mọi thay đổi lớn phải được nghiên cứu và phải thực hiện thử nghiệm tính năng.

Cách khác là có thể kiểm tra đáp ứng động bằng cách so sánh với hệ thống đo được công nhận khác (hoặc hệ thống đo chuẩn) sử dụng qui trình của 6.3.

12 Hệ thống đo chuẩn

12.1 Yêu cầu đối với hệ thống đo chuẩn

12.1.1 Điện áp một chiều

Hệ thống đo chuẩn dùng cho điện áp một chiều phải có độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 1\%$ trong dãy sử dụng của hệ thống. Độ chính xác không được bị ảnh hưởng bởi hệ số nhấp nhỏ đến 3 %.

12.1.2 Điện áp xoay chiều

Hệ thống đo chuẩn dùng cho điện áp xoay chiều phải có độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 1\%$ trong dãy sử dụng của hệ thống.

12.1.3 Điện áp xung toàn sóng, xung sét cắt ở đuôi sóng và xung đóng cắt

Hệ thống đo chuẩn dùng cho điện áp xung toàn sóng và xung sét cắt ở đuôi sóng phải có độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 1\%$ đối với giá trị đỉnh của xung toàn sóng, $\pm 5\%$ đối với thông số thời gian trong dãy sử dụng của hệ thống, còn các dao động và/hoặc đột biến phải được ghi thích hợp (xem TCVN 6099-1 (IEC 60060-1)).

12.1.4 Xung sét cắt ở đầu sóng

Hệ thống đo chuẩn dùng cho xung sét cắt ở đầu sóng phải có độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 3\%$ đối với giá trị đỉnh và $\pm 5\%$ đối với thông số thời gian.

12.1.5 Dòng điện xung

Hệ thống đo chuẩn đối với dòng điện xung phải có độ không đảm bảo đo tổng trong phạm vi $\pm 1\%$ đối với giá trị đỉnh và $\pm 5\%$ đối với thông số thời gian trong dãy sử dụng của hệ thống.

12.2 Hiệu chuẩn hệ thống đo chuẩn

Sự phù hợp của hệ thống đo chuẩn với các yêu cầu liên quan cho trong 12.1 của tiêu chuẩn này phải được chứng tỏ bằng thử nghiệm của 12.2.1. Cách khác là có thể sử dụng thử nghiệm của 12.2.2.

12.2.1 Phương pháp chuẩn: phép đo so sánh

Sự thỏa mãn về tính năng của hệ thống đo chuẩn phải được chứng tỏ bằng các phép đo so sánh ở điện áp cao hoặc dòng điện lớn trên hệ thống đo chuẩn mà bản thân hệ thống có khả năng truy nguyên từ các so sánh quốc gia hoặc quốc tế.

Hệ số thang đo của hệ thống đo chuẩn phải được thiết lập với độ không đảm bảo đo trong phạm vi $\pm 0,5\%$.

12.2.2 Phương pháp thay thế: Đo hệ số thang đo và đánh giá thông số đáp tuyến

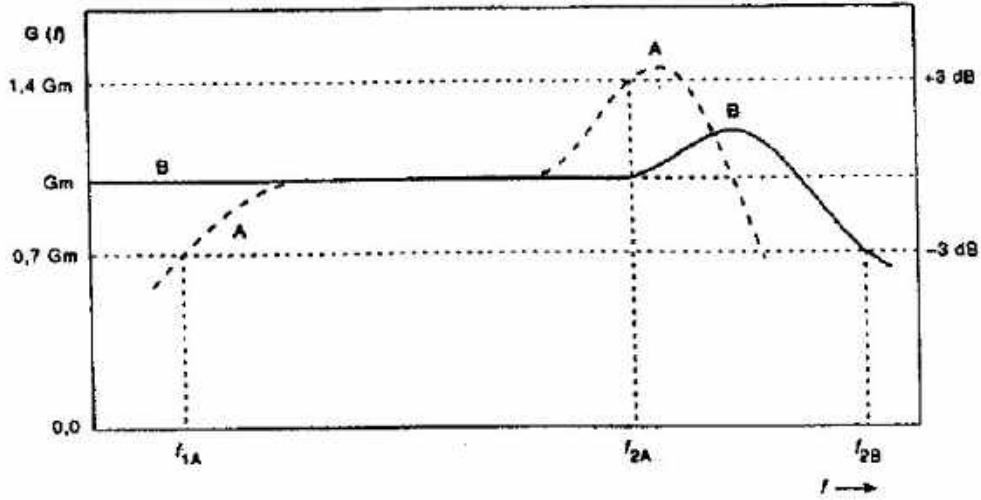
Hệ số thang đo của hệ thống đo chuẩn phải được thiết lập với độ không đảm bảo đo trong phạm vi $\pm 0,5\%$ theo qui trình cho trong 6.2 b). Thông số đáp tuyến cần thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

Thông số	Yêu cầu đối với			
	Xung toàn sóng và xung sét cắt ở đuôi sóng	Xung sét cắt ở đầu sóng	Xung đóng cắt	Xung dòng điện
Thời gian đáp ứng thực nghiệm T_N	≤ 15 ns	≤ 10 ns	—	—
Thời gian đặt t_e	≤ 200 ns	≤ 150 ns	≤ 10 μ s	—
Thời gian đáp ứng từng phần T_x	≤ 30 ns	≤ 20 ns	—	$0,1 T_N$
Thời gian méo ban đầu T_c		$\leq 2,5$ ns	—	—

12.3 Khoảng cách giữa các lần chứng nhận liên tiếp hệ thống đo chuẩn

Khi không có bằng chứng trái ngược, việc chứng nhận phải được lập lại ít nhất năm năm một lần.

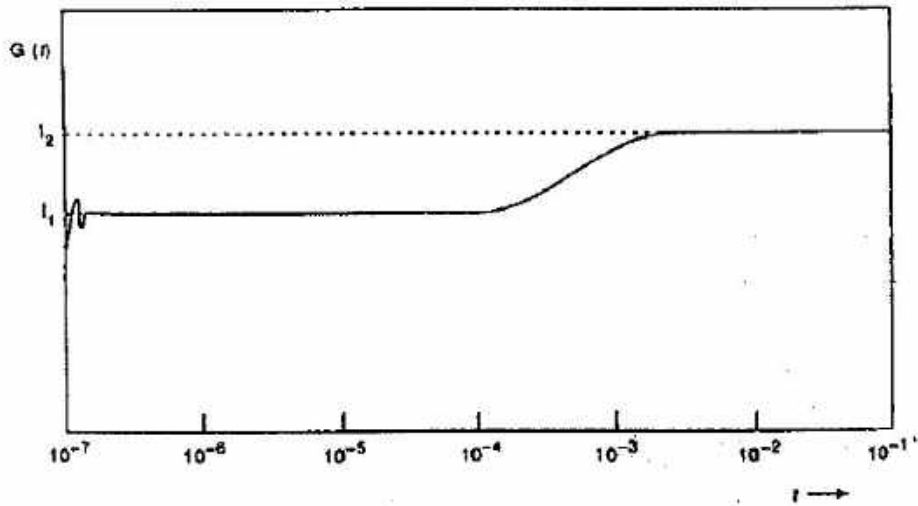
Khuyến cáo là chỉ sử dụng hệ thống đo chuẩn cho phép đo so sánh trong thử nghiệm tính năng. Tuy nhiên, có thể sử dụng hệ thống đo chuẩn, cho các phép đo khác, bao gồm cả sử dụng thường xuyên hàng ngày, nếu chứng tỏ được rằng sử dụng như vậy không ảnh hưởng đến tính năng của hệ thống. (Kiểm tra tính năng qui định trong tiêu chuẩn này là đủ để chứng minh điều này.) Ngoài ra, việc thay thế chỉ thị tương đương hoặc dụng cụ ghi thỏa mãn tiêu chuẩn liên quan phải được chấp nhận.



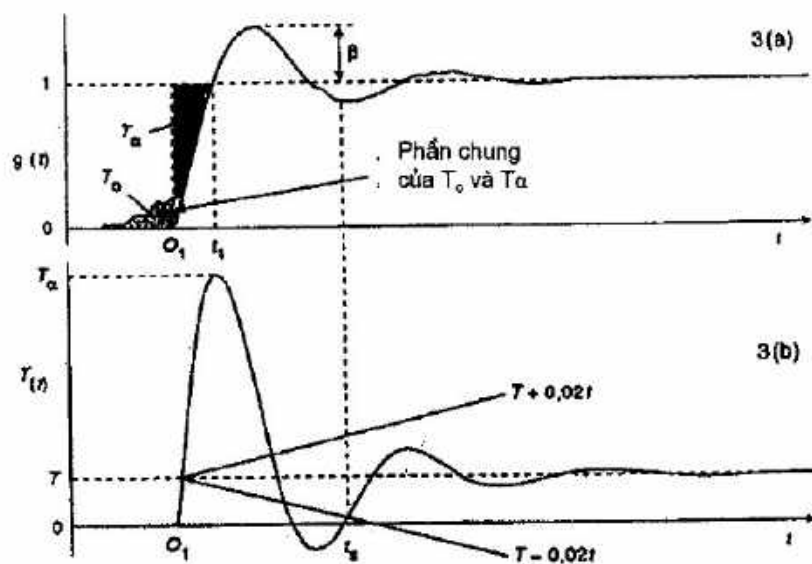
Hình 1 – Ví dụ về tần số giới hạn đối với đáp tuyến biên độ/tần số

Tần số giới hạn trên và giới hạn dưới được thể hiện ở đường cong A.

Đường cong B biểu diễn đáp tuyến không đổi giảm đến điện áp một chiều.

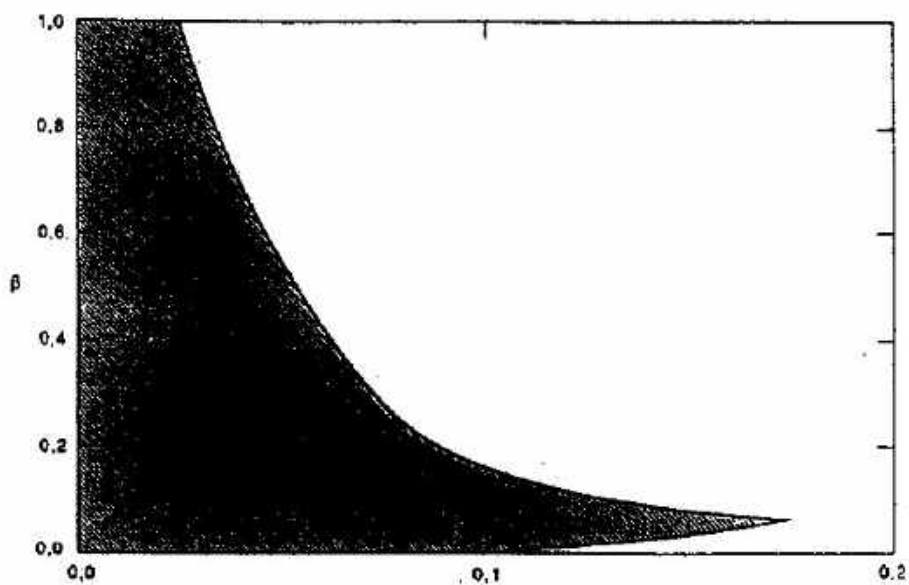


Hình 2 – Đáp tuyến bậc thang biểu diễn hai mức chuẩn



Hình 3a – Xác định thông số đáp tuyến theo $g(t)$

Hình 3b – Xác định thông số đáp tuyến theo $T(t)$



Hình 4 – Giới hạn mức β và T để đo T_x

Phụ lục A

(qui định)

Hệ thống công nhận

A.1 Hệ thống công nhận của quốc gia

Khi các quốc gia có hệ thống công nhận của quốc gia chọn sử dụng các hệ thống này trong việc áp dụng tiêu chuẩn này thì cần áp dụng các yêu cầu sau đây:

A.1.1 Phân loại phòng thử nghiệm được công nhận

Theo TCVN ISO/IEC 17025, có hai loại phòng thí nghiệm được công nhận:

- a) *Phòng hiệu chuẩn được công nhận* đánh giá các hệ thống đo chuẩn cần thiết và chuyên dùng để hiệu chuẩn các hệ thống đo chuẩn và hệ thống đo được công nhận khác trong hoặc cho các phòng thử nghiệm khác.
- b) *Phòng thử nghiệm được công nhận* đánh giá các hệ thống đo được công nhận và chuyên dùng để thực hiện các phép đo theo yêu cầu của tiêu chuẩn này.

A.1.2 Yêu cầu đối với phòng hiệu chuẩn được công nhận

Hệ thống công nhận phải đòi hỏi các phòng hiệu chuẩn được công nhận sử dụng thiết bị đo có hiệu chuẩn có khả năng truy nguyên theo tiêu chuẩn đo lường quốc gia và sự phù hợp với yêu cầu này phải được chứng nhận.

A.1.3 Công nhận thử nghiệm tính năng

Để phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này, thử nghiệm tính năng đầu tiên trên hệ thống đo theo yêu cầu chứng nhận phải được thực hiện với sự giám sát của phòng hiệu chuẩn được công nhận.

CHÚ THÍCH: Kích thước và độ nhạy của một số hệ thống đo điện áp cao với môi trường xung quanh sẽ đòi hỏi phải tiến hành thử nghiệm tính năng trong các điều kiện làm việc và trong phòng thử nghiệm của người sử dụng.

Cơ quan công nhận quốc gia có thể uỷ quyền cho một phòng thử nghiệm được công nhận tiến hành các thử nghiệm tính năng liên tiếp trên hệ thống đo của mình.

Ở những quốc gia không có hệ thống công nhận nhưng có kế hoạch xây dựng trong tương lai thì các phòng thử nghiệm cần được công nhận trên cơ sở tạm thời.

A.2 Tài liệu tham khảo

A.2.1 Tài liệu ISO/IEC trong lĩnh vực công nhận

TCVN 6450 : 2007 (ISO/IEC Guide 2), Tiêu chuẩn hoá và các hoạt động có liên quan. Thuật ngữ chung và định nghĩa

TCVN ISO/IEC 17025 : 2001, Yêu cầu chung về năng lực của phòng thử nghiệm hiệu chuẩn

TCVN ISO/IEC 17020 : 2001, Chuẩn mực chung cho các hoạt động của tổ chức tiến hành giám định

ISO/IEC Guide 16 : 1978, Code of principles on third-party certification systems and related standards (Mã nguyên tắc trên hệ thống chứng nhận bên thứ ba và các tiêu chuẩn liên quan)

ISO/IEC Guide 23 : 1982, Methods of indicating conformity with standards for third-party certification systems (Phương pháp chỉ thị sự phù hợp với tiêu chuẩn đối với hệ thống chứng nhận bên thứ ba)

ISO/IEC Guide 39 : 1988, General requirements for the acceptance of inspection bodies (Yêu cầu chung đối với việc chấp nhận cơ quan kiểm tra)

ISO/IEC Guide 40 : 1983, General requirements for the acceptance of certification bodies (Yêu cầu chung đối với việc chấp nhận cơ quan chứng nhận)

ISO/IEC Guide 42 : 1984, Guidelines for a step-by-step approach to an international certification system (Hướng dẫn đối với phương pháp tiếp cận từng bước với hệ thống chứng nhận quốc tế)

ISO/IEC Guide 43 : 1984, Development and operation of laboratory proficiency testing (Xây dựng và hoạt động của phòng thử nghiệm thành thạo)

ISO/IEC Guide 44 : 1985, General rules for ISO or IEC international third-party certification schemes for products (Nguyên tắc chung đối với kế hoạch chứng nhận sản phẩm của bên thứ ba quốc tế ISO hoặc IEC)

ISO/IEC Guide 45 : 1985, Guidelines for the presentation of test results (Hướng dẫn thể hiện kết quả thử nghiệm)

A.2.2 Thông tin về hệ thống công nhận đã được thiết lập hoặc đang được thiết lập ở nhiều quốc gia khác nhau

Danh mục các hệ thống công nhận phòng thử nghiệm quốc tế và các kế hoạch đánh giá phòng thử nghiệm khác, xuất bản lần thứ ba, 1985. Hội nghị công nhân phòng thử nghiệm quốc tế, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa quốc tế (ISO), Geneva, Thụy Điển.

A.2.3 Tham khảo chung

Locke J.W., "Measurement Assurance and Accreditation", Proc. IEEE, Vol. 74, No.1, January 1986, pp 21-23.

Phụ lục B

(tham khảo)

Cấu trúc của hồ sơ tính năng

Đề cương hồ sơ tính năng được cho trong 4.4.3, dạng đầy đủ của hồ sơ tính năng khuyến cáo được cho trong điều B.1 đến B.6 và dạng tối thiểu được cho trong B.7.

B.1 Cấu trúc chung

Cấu trúc cụ thể của hồ sơ tính năng là:

Chương A1:	Mô tả chung về hệ thống
Chương B:	Kết quả của thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần
Chương C:	Kết quả thử nghiệm thường xuyên trên các thành phần
Chương D1:	Kết quả của thử nghiệm tính năng lần đầu trên hệ thống đo
Chương E1:	Kết quả của lần kiểm tra tính năng lần đầu
Chương E2 đến EM:	Kết quả của lần kiểm tra tính năng thứ hai đến thứ M
Chương D2:	Kết quả của thử nghiệm tính năng lần thứ hai
Chương E(M+1) đến EN:	Kết quả của lần kiểm tra tính năng thứ (M+1) đến thứ N
Chương A2:	Mô tả về hệ thống sau khi có thay đổi đáng kể, v.v...

Tài liệu do nhà chế tạo hoặc người khác phát hành phải được thêm vào hồ sơ tính năng và trích dẫn rõ ràng trong chương tương ứng.

B.2 Mô tả chung về hệ thống (chương A)

Mô tả hệ thống phải gồm tất cả các thông tin cần thiết để nhận dạng hệ thống. Mô tả cần gồm các hạng mục nêu trong B.2.1 đến B.2.9.

B.2.1 Đặc điểm của hệ thống đo

Đối với hệ thống đo điện áp: loại bộ phân áp (gồm các điện trở, tụ điện hoặc kết hợp cả hai), máy biến áp, trở kháng cao áp, bố trí đầu đo trường, v.v...

Đối với hệ thống đo dòng điện: loại điện trở shunt, máy biến dòng, v.v...

Loại điện áp hoặc dòng điện có thể được đo bằng hệ thống (ví dụ như điện áp xoay chiều tần số công suất, xung sét tiêu chuẩn, v.v...) và đây tương ứng qui định bởi các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của chúng.

B.2.2 Mô tả thiết bị biến đổi

- sử dụng trong nhà hay ngoài trời,
- dây điều kiện khí hậu,
- các biện pháp để phòng cần thiết để tránh ứng suất cơ,
- bản vẽ và kích thước chính.

Phải chỉ ra dây khe hở không khí mà thay đổi của hệ số thang đo hoặc đáp ứng động là không đáng kể.

B.2.3 Sơ đồ mạch điện cơ bản

- sơ đồ mạch điện của hệ thống đo hoàn chỉnh.

B.2.4 Giá trị ghi trên nhãn của thiết bị biến đổi

Các giá trị, lấy từ tấm nhãn của nhà chế tạo, phải bao gồm:

- số sêri,
- thông số điện áp hoặc dòng điện;
- (các) giá trị danh nghĩa.

B.2.5 Mô tả hệ thống truyền dẫn

Đối với hệ thống truyền dẫn bằng cáp:

- loại cáp,
- trở kháng đặc trưng (đối với phép đo xung),
- chiều dài cáp sử dụng,
- trở kháng phối hợp của cáp (đối với phép đo xung).

Đối với các hệ thống truyền dẫn khác (ví dụ như liên kết quang):

- loại và các đầu nối,
- đặc tính đầu vào,
- đặc tính đầu ra.

B.2.6 Mô tả dụng cụ đo

- loại dụng cụ ghi hoặc chỉ thị hoặc máy hiện sóng,
- điện áp hoặc dòng điện danh định,
- đặc tính đầu vào,
- hồ sơ tính năng của dụng cụ (nếu được qui định bằng tiêu chuẩn IEC) cần được nêu ra, gắn vào hoặc ít nhất là trích dẫn rõ ràng.

B.2.7 Đầu nối cao áp

Kích thước của dây dẫn cao áp và vị trí cũng như các tham số của dây điện trở hoặc trở kháng bất kỳ.

B.2.8 Đầu nối phía nối đất

Kích thước và cách bố trí của tất cả các dây dẫn nối ở phía nối đất của thiết bị biến đổi đến phía nối đất của đối tượng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Đầu nối này có thể bao gồm các đầu nối với dụng cụ đo và nối trở lại hệ thống nối đất.

B.2.9 Hệ thống nối đất

Kích thước và bố trí của hệ thống nối đất của khu vực thử nghiệm, kể cả vị trí và đặc tính của các mối nối để tạo ra mạch điện và điểm đất ở xa.

B.3 Kết quả thử nghiệm chấp nhận trên các thành phần (chương B)

Nhà chế tạo cần đưa ra thông tin và người sử dụng đưa và hồ sơ tính năng về kết quả của thử nghiệm điển hình và thử nghiệm thường xuyên.

Yêu cầu cụ thể và qui trình thử nghiệm được cho trong các điều tương ứng của tiêu chuẩn này, theo loại điện áp hoặc dòng điện cần đo.

B.4 Kết quả thử nghiệm thường xuyên trên hệ thống đo hoàn chỉnh (chương C)

Khi hệ thống đo hoàn chỉnh được cung cấp, phương pháp sử dụng và kết quả của các thử nghiệm dưới đây cần được báo cáo:

- phép đo hệ số thang đo,
- đáp ứng động (nếu có yêu cầu).

Việc xác định hệ số thang đo của hệ thống đo hoàn chỉnh này không thể thay thế cho phép đo tính năng thực hiện tại phòng thử nghiệm của người sử dụng.

B.5 Kết quả thử nghiệm tính năng (Chương D)

Kết quả của thử nghiệm tính năng được thực hiện theo qui trình mô tả trong các mục thích hợp của tiêu chuẩn này. Đối với mỗi tập hợp điều kiện thử nghiệm, giá trị hệ số thang đo ấn định mới nhất là giá trị được sử dụng.

B.6 Kiểm tra tính năng (chương E)

Cần báo cáo phương pháp sử dụng và các kết quả.

B.7 Dạng tối thiểu của hồ sơ tính năng

Mô tả thiết bị biến đổi:

TCVN 6099-2 : 2007

- Loại
- Nhà chế tạo
- Số seri
- (Các) dạng sóng
- (Các) điện áp danh nghĩa
- (Các) tỷ số danh nghĩa.

Mô tả hệ thống:

- Hệ thống truyền dẫn
- Bố trí nối đất
- Dụng cụ đo.

Thử nghiệm tính năng (hiệu chuẩn):

- Ngày, tháng, năm
- Hệ số thang đo ấn định (ví dụ như (các) tỷ số đo được)
- Đáp ứng động
- Tính tuyến tính
- Thời hạn hiệu lực.

Phương pháp truy nguyên:

a) Bảng dịch vụ hiệu chuẩn

- Tên của công ty/phòng thử nghiệm.

b) Nội bộ

- Phương pháp
- Số seri của dụng cụ
- Tài liệu hiệu chuẩn dụng cụ.

Kiểm tra tính năng:

- Ngày, tháng, năm
- (Các) hệ số thang đo (ví dụ như (các) tỷ số).

Phụ lục C

(tham khảo)

Đo đáp tuyến bậc thang

C.1 Mạch điện dùng cho phép đo đáp tuyến bậc thang

Bố trí mạch điện dùng để xác định đáp tuyến bậc thang cần được mô tả và ràng buộc với các điều kiện làm việc càng tốt.

C.1.1 Mạch điện dùng cho hệ thống đo điện áp

Mạch thích hợp được cho trên hình C.1. Mạch ưu tiên được thể hiện trên hình C.1a, trong đó bộ phát dạng bậc thang được đặt tại vách kim loại hoặc dây dẫn dải kim loại rộng ít nhất 1 m đóng vai trò đường về đất.

Để tạo nấc, hệ thống đo được cung cấp xung tăng chậm hoặc điện áp một chiều bị cắt bởi role hoặc khe hở (hình C.1d). Các phương pháp cắt dưới đây được chấp nhận:

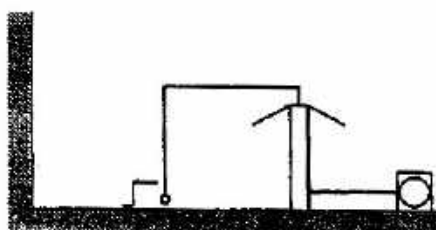
- bằng role có các tiếp điểm ngâm thủy ngân: việc này cho các nấc đến vài trăm vôn,
- bằng khe hở trường đồng nhất trong không khí, ở áp suất khí quyển với khoảng cách đến vài milimét: việc này cho các bước đến vài kilôvôn,
- bằng khe hở đồng nhất có khoảng cách đến vài milimét dưới áp suất khí tăng: việc này cho các nấc đến vài chục kilôvôn.

Khi nấc được tạo ra bằng bộ tạo lặp, độ dài bậc thang và khoảng cách giữa các bậc phải được chọn sao cho không có thêm sai số đối với xung đơn.

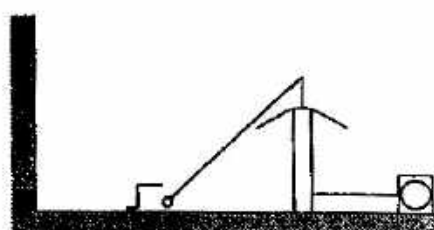
C.1.2 Mạch dùng cho hệ thống đo dòng điện

Dòng điện bậc thang xấp xỉ được đưa vào các đầu nối vào của thiết bị biến đổi. Dòng điện hoặc điện áp ra được đo bằng bộ ghi kỹ thuật số hoặc máy hiện sóng (thường có bộ khuếch đại).

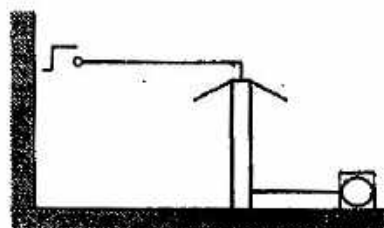
Hai phương pháp tạo dòng điện bậc thang được thể hiện trên hình C.2. Trên hình C.2a, cáp đồng trục được sử dụng để tích trữ năng lượng cần thiết cho nấc trong khi trên hình C.2b thì sử dụng tụ điện. Khe hở và điện trở giữa thiết bị đo và thiết bị lưu giữ cũng được thể hiện. Có thể sử dụng bất kỳ khe hở nào dùng để tạo điện áp bậc thang (xem C.1.1) để tạo dòng điện bậc thang.



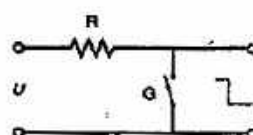
Hình C.1b



Hình C.1c

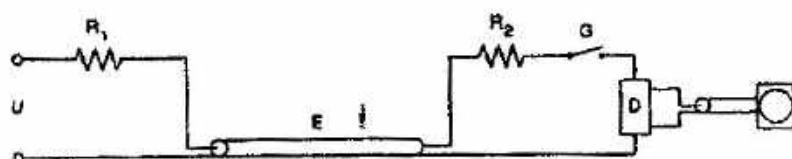


Hình C.1a

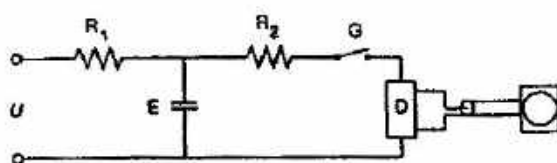


Hình C.1d

**Hình C.1 – Phép đo đáp tuyến bậc thang dùng cho hệ thống đo điện áp.
G là khe hở để tạo bậc thang**



Hình C.2a



Hình C.2b

E là thiết bị lưu giữ năng lượng, G là khe hở để tạo bậc thang, D là thiết bị đo dòng điện

Hình C.2 – Đo đáp tuyến bậc thang đối với hệ thống đo dòng điện.

Phụ lục D

(tham khảo)

Độ tăng nhiệt của điện trở đo

Trong điều kiện làm việc bình thường, điện trở và sun dòng điện của bộ phân áp phải tiêu tán một lượng năng lượng đáng kể trong thời gian ngắn đến mức mà điều kiện phát nóng của vật liệu điện trở gần như đoạn nhiệt. Trong trường hợp này, có thể tính độ tăng nhiệt như sau:

$$\Delta t = \frac{W}{Ms}$$

trong đó

Δt là độ tăng nhiệt, tính bằng độ Kenvin (K),

W là năng lượng tiêu tán trong điện trở hoặc sun, tính bằng Jun,

M là khối lượng vật liệu điện trở, tính bằng kilôgam,

s là tỷ nhiệt của vật liệu điện trở, tính bằng jun trên kilôgam độ kenvin.

Trong trường hợp đối tượng thử nghiệm không đáp ứng yêu cầu khi thử nghiệm dòng điện xung thì năng lượng dự trữ của máy phát xung sẽ tiêu tán chủ yếu trên điện trở sun. Điện trở sun cần có các đặc tính sao cho trong điều kiện này độ tăng nhiệt không vượt quá 200 K.

Đối với độ tăng nhiệt lũy tiến cùng với việc đặt điện áp hoặc dòng điện lặp lại, sự gia tăng chấp nhận được tùy thuộc vào hệ số nhiệt độ của vật liệu điện trở và cấp nhiệt độ của vật liệu cách điện được dùng.

Phụ lục E

(tham khảo)

Hệ thống đo chuẩn và phép đo so sánh dùng cho điện áp xung – Tài liệu tham khảo

E.1 Phép đo so sánh

Nhóm nghiên cứu quốc tế Renardieres về hệ thống đo xung, "Các vấn đề gặp phải khi đo UHV", Electra 35, trang 157-254, tháng 7 năm 1974.

A.Bonamy, F.Deschamps, A.W. van Boetzelaer, R.C. Hughes, H.A. Lightfoot, A.Vaz, A.doVale, F.Garnacho, P.Simon, K.Schon và R.Schulte, "So sánh quốc tế về bộ chia xung HV", Chương thứ 7, tiểu luận về HV Eng. Dresden, 26-30 tháng 8, 1991, trang 61.07.

F.C. Creed, T.Kawamura và G. Newi, "Đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo điện áp xung cao", IEEE Trans. về Thiết bị và hệ thống năng lượng, PAS-86 số 11, trang 1408-1420, tháng 11 năm 1967.

R.E. Hebner và S. Annestrand, "Đánh giá kỹ thuật hiệu chuẩn bộ chia xung nhiều độ chia megavon", Hội nghị chuyên đề về điện áp cao quốc tế lần thứ ba, Milan, tháng 8 năm 1979, quyển 2, trang 42.18.

T.R. McComb, F.A. Chagas, K.Feser, B.I. Gururaj, R.C. Hughes, và G.Rizzi, "Phương pháp đo tương đối xung HV để đánh giá các giá trị đặt khác nhau của các thông số đáp tuyến" (90WM 056-2), T-PWRD tháng 1 năm 91, trang 70-77, G.Carrara.

T.R. McComb, M.M.C Collins và W.J. Sarjeant, "So sánh ba ký hiệu khác nhau của bộ chia điện trở" trong phiên bản đặc biệt NBS 628, Phép đo các đại lượng điện ở hệ thống năng lượng xung, tháng 6 năm 1982, trang 34-45.

T.R. McComb, R.C. Hughes, H.A. Lightfoot, K. Schon, R. Schulte, H. McKnight và Y. Zhang, "So sánh quốc tế hệ thống đo xung HV" (88SM 635-5); T-PWRD tháng 4 năm 89, trang 906-915.

E.2 Một số ví dụ về bộ chia dùng cho hệ thống đo chuẩn

G.W. Bowdler, "Phép đo mạch thử nghiệm điện áp cao", Pergamon Press, Oxford C1973, Chương 3: Bộ phân áp xung, trang 41-67.

FC. Creed, và M.M.C. Collins, "Phép đo điện áp xung thời gian ngắn", AIEE Trans., Commun. Electron., CE 69, trang 621-630, 1963.

R.E. Hebner, D.L. Hillhouse và R.A. Bullock, "Đánh giá hệ thống đo xung nhiều độ chia megavon", Nat. Bur. Stand. (U.S.) NBSIR 79-1933, 1979.

E.3 Thiết bị đo theo tiêu chuẩn IEC

K.Feser và R.C. Hughes, WG 33.03 của SC 33, Quá điện áp và phối hợp cách điện, "Phép đo điện áp một chiều bằng khe hở thanh-thanh", *Electra* 117, tháng 3 năm 1988, trang 23-34.

E.Gockenbach, Nhóm làm việc 03 của Ban nghiên cứu 33, "Phép đo điện áp xung đóng cắt tiêu chuẩn bằng phương pháp khe hở cầu (một hình cầu nối đất)", *Electra* 136 tháng 6 năm 1991, trang 91-95.

Phụ lục F

(tham khảo)

Tóm tắt các thử nghiệm

Nam bảng dưới đây tóm tắt các thử nghiệm yêu cầu đối với phép đo điện áp một chiều, điện áp xoay chiều và điện áp và dòng điện xung tương ứng.

Chữ số chỉ điều áp dụng của tiêu chuẩn này và dấu gạch ngang (–) chỉ ra rằng không yêu cầu thử nghiệm.

Bảng F.1 – Các thử nghiệm trên hệ thống đo điện áp một chiều

	Thử nghiệm điển hình				Thử nghiệm thường xuyên			Thử nghiệm tính năng	Kiểm tra tính năng
	Thiết bị biến đổi		hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾	thiết bị biến đổi	hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾		
	phần tử	thiết bị						hệ thống	hệ thống
Hệ số thang đo	-	-	-	-	5.2 7.2	5.2 7.2	5.2 7.2	6.2 7.3	7.4
Hệ số thang đo ở tần số thấp nhỏ	-	-	-	-	-	-	-	7.6.2 (nếu có yêu cầu)	-
Tính tuyến tính	-	-	-	-	5.3 7.2.1	5.3 7.2.1	5.3 7.2.1	-	-
Tính ổn định ngắn hạn	-	-	-	-	5.4 7.2	5.4 7.2	5.4 7.2	-	-
Tính ổn định dài hạn	5.5 7.2	5.5 7.2	5.5 7.2	5.5 7.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng nhiệt độ	5.6 7.2	5.6 7.2	5.6 7.2	5.6 7.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng do khoảng cách gần	-	5.7, 7.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	-	-	-	-	-
Đáp ứng động ³⁾	-	5.8, 7.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	-	-	-	7.6.3 (nếu có yêu cầu)	-
Thử nghiệm chịu thử ⁴⁾	-	5.9, 7.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	5.9 7.2	-	-	-	-
Tỷ lệ lặp lại thử nghiệm	Từ dữ liệu hoặc thử nghiệm đơn trên nguyên mẫu				Một lần			Một lần/một năm ⁵⁾ (khuyến cáo)	Tùy thuộc vào thông lệ

¹⁾ Không phải là cáp

²⁾ Dụng cụ đo phải phù hợp với tiêu chuẩn liên quan hoặc phải được kiểm tra

³⁾ Đáp tuyến bậc thang hoặc đáp tuyến biên độ/tần số

⁴⁾ Thử nghiệm chịu khô, thử nghiệm ẩm hoặc thử nghiệm nhiễm bẩn nếu có yêu cầu (thử nghiệm điển hình)

⁵⁾ Một lần một năm nếu có thể hoặc ít nhất một lần trong năm năm; sau mỗi lần sửa chữa, nếu thử nghiệm loại bỏ không có trong hồ sơ tính năng hoặc nếu kết quả kiểm tra tính năng không phải là các giá trị qui định của hồ sơ tính năng.

Bảng F.2 – Các thử nghiệm trên hệ thống đo điện áp xoay chiều

	Thử nghiệm điển hình				Thử nghiệm thường xuyên			Thử nghiệm tính năng	Kiểm tra tính năng
	Thiết bị biến đổi		hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾	thiết bị biến đổi	hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾		
	phần tử	thiết bị						hệ thống	hệ thống
Hệ số thang đo	-	-	-	-	5.2 8.2	5.2 8.2	5.2 8.2	6.2 8.3	8.4
Thử nghiệm tính tuyến tính	-	-	-	-	5.3 8.2.1	5.3 8.2.1	5.3 8.2.1	-	-
Tính ổn định ngắn hạn	-	-	-	-	5.4 8.2	5.4 8.2	5.4 8.2	-	-
Tính ổn định dài hạn	5.5 8.2	5.5 8.2	5.5 8.2	5.5 8.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng nhiệt độ	5.6 8.2	5.6 8.2	5.6 8.2	5.6 8.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng do khoảng cách gần	-	5.7, 8.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	-	-	-	-	-
Đáp ứng động ³⁾	-	5.8, 8.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	-	-	-	-	-
Thử nghiệm chịu thử ⁴⁾	-	5.9, 8.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	5.9 8.2	-	-	-	-
Tỷ lệ lặp lại thử nghiệm	Tứ dữ liệu hoặc thử nghiệm đơn trên nguyên mẫu				Một lần			Một lần/một năm ⁵⁾ (khuyến cáo)	Tùy thuộc vào thông lệ

¹⁾ Không phải là cáp

²⁾ Dụng cụ đo phải phù hợp với tiêu chuẩn liên quan hoặc phải được kiểm tra

³⁾ Đáp tuyến bậc thang hoặc đáp tuyến biên độ/tần số

⁴⁾ Thử nghiệm chịu thử. Thử nghiệm ẩm hoặc thử nghiệm nhiễm bẩn nếu có yêu cầu (thử nghiệm điển hình)

⁵⁾ Một lần một năm nếu có thể hoặc ít nhất một lần trong năm năm, sau mỗi lần sửa chữa, nếu thử nghiệm loại bỏ không có trong hồ sơ tính năng hoặc nếu kết quả kiểm tra tính năng không phải là các giá trị qui định của hồ sơ tính năng.

Bảng F.3 – Các thử nghiệm trên hệ thống đo xung sét

	Thử nghiệm điển hình				Thử nghiệm thường xuyên			Thử nghiệm tính năng	Kiểm tra tính năng
	Thiết bị biến đổi		hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾	thiết bị biến đổi	hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾		
	phần tử	thiết bị						hệ thống	hệ thống
Hệ số thang đo	-	-	-	-	5.2 9.2	5.2 9.2	5.2 9.2	6.2 9.3	9.4
Thử nghiệm tính tuyến tính	-	-	-	-	5.3 9.2.1	5.3 9.2.1	5.3 9.2.1	-	-
Tính ổn định ngắn hạn	-	-	-	-	5.4 9.2	5.4 9.2	5.4 9.2	-	-
Tính ổn định dài hạn	5.5 9.2	5.5 9.2	5.5 9.2	5.5 9.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng nhiệt độ	5.6 9.2	5.6 9.2	5.6 9.2	5.6 9.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng do khoảng cách gần	-	5.7, 9.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	-	-	-	-	-
Đáp ứng động ³⁾	-	5.8, 9.2 (nếu có yêu cầu)	5.8 9.2	5.8 9.2	-	-	-	6.3 9.3	9.4
Thử nghiệm nhiều	-	-	6.4, 9.2 (tích cực)	-	-	-	-	6.4 9.3	-
Thử nghiệm chịu thử ⁴⁾	-	5.9, 9.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	5.9 9.2	-	-	-	-
Tỷ lệ lặp lại thử nghiệm	Từ dữ liệu hoặc thử nghiệm đơn trên nguyên mẫu				Một lần			Một lần/một năm ⁵⁾ (khuyến cáo)	Tùy thuộc vào thông lệ

¹⁾ Không phải là cáp

²⁾ Dụng cụ đo phải phù hợp với tiêu chuẩn liên quan hoặc phải được kiểm tra

³⁾ Đáp tuyến bậc thang hoặc đáp tuyến biên độ/tần số

⁴⁾ Thử nghiệm chịu khô. Thử nghiệm ẩm hoặc thử nghiệm nhiễm bẩn nếu có yêu cầu (thử nghiệm điển hình)

⁵⁾ Một lần một năm nếu có thể hoặc ít nhất một lần trong năm năm; sau mỗi lần sửa chữa, nếu thử nghiệm loại bỏ không có trong hồ sơ tính năng hoặc nếu kết quả kiểm tra tính năng không phải là các giá trị qui định của hồ sơ tính năng.

Bảng F.4 – Các thử nghiệm trên hệ thống đo xung thao tác

	Thử nghiệm điển hình				Thử nghiệm thường xuyên			Thử nghiệm tính năng	Kiểm tra tính năng
	Thiết bị biến đổi		hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾	thiết bị biến đổi	hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾		
	phần tử	thiết bị						hệ thống	hệ thống
Hệ số thang đo	-	-	-	-	5.2 10.2	5.2 10.2	5.2 10.2	6.2 10.3	10.4
Thử nghiệm tinh tuyến tính	-	-	-	-	5.3 10.2.1	5.3 9.2.1	5.3 9.2.1	-	-
Tính ổn định ngắn hạn	-	-	-	-	5.4 10.2	5.4 10.2	5.4 10.2	-	-
Tính ổn định dài hạn	5.5 10.2	5.5 10.2	5.5 10.2	5.5 10.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng nhiệt độ	5.6 10.2	5.6 10.2	5.6 10.2	5.6 10.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng đo khoảng cách gần	-	5.7, 10.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	-	-	-	-	-
Đáp ứng động ³⁾	-	5.8, 10.2 (nếu có yêu cầu)	5.8 10.2	5.8 10.2	-	-	-	6.3 10.3	10.4
Thử nghiệm nhiễu	-	-	6.4, 10.2 (tích cực)	-	-	-	-	6.4 10.3	-
Thử nghiệm chịu thử ⁴⁾	-	5.9, 10.2 (nếu có yêu cầu)	-	-	5.9 10.2	-	-	-	-
Tỷ lệ lặp lại thử nghiệm	Từ dữ liệu hoặc thử nghiệm đơn trên nguyên mẫu				Một lần			Một lần/một năm ⁵⁾ (khuyến cáo)	Tùy thuộc vào thông lệ

¹⁾ Không phải là cáp²⁾ Dụng cụ đo phải phù hợp với tiêu chuẩn liên quan hoặc phải được kiểm tra³⁾ Đáp tuyến bậc thang hoặc đáp tuyến biên độ tần số⁴⁾ Thử nghiệm chịu khô, thử nghiệm ẩm hoặc thử nghiệm nhiễm bẩn nếu có yêu cầu (thử nghiệm điển hình)⁵⁾ Một lần một năm nếu có thể hoặc ít nhất một lần trong năm năm; sau mỗi lần sửa chữa, nếu thử nghiệm toai bỏ không có trong hồ sơ tính năng hoặc nếu kết quả kiểm tra tính năng không phải là các giá trị qui định của hồ sơ tính năng.

Bảng F.5 – Các thử nghiệm trên hệ thống đo dòng điện xung

	Thử nghiệm điển hình				Thử nghiệm thường xuyên			Thử nghiệm tính năng	Kiểm tra tính năng
	Thiết bị biến đổi		hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾	thiết bị biến đổi	hệ thống truyền dẫn ¹⁾	dụng cụ ²⁾		
	phần tử	thiết bị						hệ thống	hệ thống
Hệ số thang đo	-	-	-	-	5.2 11.2	5.2 11.2	5.2 11.2	6.2 11.3	11.4.1
Thử nghiệm tính tuyến tính	-	-	-	-	5.3 11.2.1	-	-	-	-
Tính ổn định ngắn hạn	-	-	-	-	5.4 11.2	5.4 11.2	5.4 11.2	-	-
Tính ổn định dài hạn	5.5 11.2	5.5 11.2	5.5 11.2	5.5 11.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng nhiệt độ	5.6 11.2	5.6 11.2	5.6 11.2	5.6 11.2	-	-	-	-	-
Ảnh hưởng do khoảng cách gần	-	5.7 (nếu có yêu cầu)	-	-	-	-	-	-	-
Đáp ứng động ³⁾	-	5.8, 11.2 (nếu có yêu cầu)	5.8 11.2	5.8 11.2	-	-	-	6.3 11.3	11.4.2
Thử nghiệm nhiễu	-	-	6.4 (tích cực)	-	-	-	-	6.4 11.3	-
Thử nghiệm chịu thử ⁴⁾	-	-	-	-	5.9 11.2	-	-	-	-
Tỷ lệ lặp lại thử nghiệm	Từ dữ liệu hoặc thử nghiệm đơn trên nguyên mẫu				Một lần			Một lần/một năm ⁵⁾ (khuyến cáo)	Tùy thuộc vào thông lệ

¹⁾ Không phải là cáp

²⁾ Dụng cụ đo phải phù hợp với tiêu chuẩn liên quan hoặc phải được kiểm tra

³⁾ Đáp tuyến bậc thang hoặc đáp tuyến biên độ/tần số

⁴⁾ Thử nghiệm chịu khô, thử nghiệm ẩm hoặc thử nghiệm nhiễm bẩn nếu có yêu cầu (thử nghiệm điển hình)

⁵⁾ Một lần một năm nếu có thể hoặc ít nhất một lần trong năm năm; sau mỗi lần sửa chữa, nếu thử nghiệm loại bỏ không có trong hồ sơ tính năng hoặc nếu kết quả kiểm tra tính năng không phải là các giá trị qui định của hồ sơ tính năng.

Phụ lục G

(tham khảo)

Khu vực cần chú ý đặc biệt

G.1 Phép đo hệ số thang đo của bộ chia (xem 5.2)

Tỷ số bộ chia có thể được xác định bằng cách đo trở kháng của các nhánh điện áp cao và điện áp thấp riêng rẽ. Sau đó, tỷ số này có được bằng cách chia tổng của các trở kháng cho trở kháng của nhánh điện áp thấp. Một phương pháp khác để chọn lựa là đặt điện áp vào bộ chia và đo đồng thời điện áp vào và điện áp ra. Tỷ số này được xác định bằng cách chia điện áp vào cho điện áp ra.

Đối với bộ chia điện trở, điện trở của các nhánh điện áp cao và điện áp thấp thường được đo với điện áp thấp một chiều bằng phương pháp cầu Wheatstone hoặc bằng ômmét với điều kiện là ômmét này có đủ độ chính xác.

Tỷ số bộ chia kiểu tụ điện bị ảnh hưởng bởi điện dung tạp tán, vì vậy, cần xác định tỷ số của chúng bằng nhánh điện áp cao đặt ở vị trí bình thường trong quá trình thử nghiệm. Đối với các bộ chia tụ điện hoặc điện trở/tụ điện mắc nối tiếp, điện dung của nhánh điện áp cao có thể được đo bằng phương pháp cầu Schering hoặc tỷ số biến áp-nhánh cầu. Không nên sử dụng cầu RLC mục đích chung điện áp thấp vì dây dẫn và điện dung tạp tán có thể có trong phép đo và kết quả có thể bị sai lệch.

Đối với bộ chia điện trở/tụ điện mắc song song, có thể đo điện trở và điện dung của nhánh điện áp cao bằng cách tạm thời tháo điện trở khỏi nhánh điện áp cao và đo điện dung của nhánh còn lại dùng phương pháp được mô tả như trên. Điện trở của nhánh điện áp cao được đo khi ở đúng vị trí của nó hoặc khi các điện trở được tạm thời tháo ra khỏi các nhánh tụ điện. Tỷ số của điện trở và điện dung ở hai nhánh của bộ chia phải bằng nhau. Nếu không thể tháo các điện trở ra khỏi nhánh điện áp cao thì có thể xác định tỷ số này bằng cách đo tỷ số nhánh có điện trở với điện áp một chiều và sau đó kiểm tra đáp ứng của bộ chia hoàn chỉnh với sóng vuông. Thời gian tăng của sóng vuông phải sao cho đáp ứng của bộ chia không dao động. Dạng sóng vào và ra phải như nhau và không có dấu hiệu vượt quá. Phương pháp này không chính xác bằng các phương pháp đã nêu.

G.2 Đầu đo và bộ suy giảm bên ngoài

Cần có các phòng ngừa đặc biệt để tránh thay đổi không chủ ý khi sử dụng đầu đo dao động cùng với bộ phân áp để làm giảm tín hiệu đến mức thích hợp đối với bộ ghi số hoặc máy hiện sóng. Cần phải điều chỉnh chính xác việc bù đầu đo trước khi đo. Tiến hành bù bằng cách đặt tín hiệu điện áp dạng sóng vuông và điều chỉnh các phần tử điều chỉnh được của mạch đầu đo hoặc mạch của bộ suy giảm và quan sát tín hiệu ra từ đầu đo trên màn hình của máy hiện sóng.

Cần chú ý rằng bộ phát sóng vuông lặp trong ở hầu hết các máy hiện sóng không có thời gian tăng đủ nhanh hoặc mức đỉnh đủ dài để bù nếu sử dụng đầu đo để đo xung sét tiêu chuẩn. Vì vậy, nên sử dụng máy phát tín hiệu bên ngoài có thời gian tăng nhỏ hơn $0,1 \mu\text{s}$ và có mức đỉnh có thời gian tồn tại ít nhất là 1 ms. Nếu sử dụng đầu đo để xác định đáp tuyến bậc thang của hệ thống đo thì thời gian tăng của sóng vuông phải nhỏ hơn 2 ns.

G.3 Hệ số thang đo của đầu đo

Hệ số thang đo của một số đầu đo hiện sóng không thể xác định được từ phép đo trở kháng; trong các trường hợp này thì có thể xác định hệ số thang đo bằng cách đặt điện áp vào đầu đo có thể đo một cách chính xác bằng vônmet bên ngoài và đo điện áp ra của máy hiện sóng (hiệu chỉnh theo tiêu chuẩn IEC liên quan).

Việc bù đầu đo phải được điều chỉnh để có đáp ứng tối ưu trước khi đo. Có thể sử dụng máy phát một bậc và mức một chiều trước khi đặt tín hiệu bậc thang là tín hiệu đầu vào cần đo.

Cách khác, có thể sử dụng tín hiệu xoay chiều với điều kiện là tần số của nó nằm trong khả năng đo của vônmet bên ngoài. Một phương pháp khác là sử dụng máy phát xung chuẩn (IEC 61083-1) miễn là nó có đủ độ chính xác. Sử dụng phương pháp nào thì tín hiệu đầu đo cũng cần phù hợp với vônmet bên ngoài hoặc bộ hiệu chỉnh xung phải đáp ứng trong phạm vi 1 %.

Khi sử dụng hai đầu đo giống nhau trong các phép đo so sánh, có thể tiến hành kiểm tra có hiệu quả bằng cách nối cả hai đầu đo với tín hiệu vào giống nhau. Các dạng sóng có được chỉ được sai khác trong phạm vi 0,5 % đối với phép đo biên độ và 1 % đối với phép đo các thông số thời gian.

G.4 Sử dụng các mức thích hợp

Để đạt đến độ chính xác yêu cầu trong quá trình đo xung thì hệ số thang đo của hệ thống đo cần được điều chỉnh sao cho độ lệch tín hiệu chiếm hầu hết màn hình. Ở bộ ghi kỹ thuật số 8-bit, việc này sẽ dẫn đến độ không đảm bảo đo biên độ xấp xỉ 0,5 %. Nếu chỉ điều chỉnh độ lệch tín hiệu chiếm một nửa màn hình thì độ không đảm bảo đo sẽ tăng lên 1 % và nếu độ lệch càng nhỏ thì độ không đảm bảo đo càng lớn.

Độ không đảm bảo đo có thể giảm nếu sử dụng bộ ghi số 10-bit hoặc 12-bit, với điều kiện là tốc độ lấy mẫu đủ nhanh để đo thời gian đầu của xung sét tiêu chuẩn. Yêu cầu tốc độ lấy mẫu nhỏ nhất là 60 triệu mẫu trong một giây (thời gian lấy mẫu = 17 ns) để đo được xung sét nhanh nhất.

Bộ ghi số hoặc máy hiện sóng có bộ suy giảm bên trong bất kỳ cần được kiểm tra độ chính xác, tốt nhất là bằng máy phát xung tiêu chuẩn. Khi sử dụng hai kênh trong phép đo so sánh, việc kiểm tra mô tả ở trên cho đầu đo cũng cần phải được dùng cho các kênh sử dụng. Dạng sóng đo được chỉ được sai khác trong phạm vi 0,5 % đối với phép đo biên độ và 1 % đối với phép đo thông số thời gian.

G.5 Độ chính xác của các phép đo thời gian

Đồng hồ bên trong các bộ ghi số hiện đại thường có đủ độ chính xác và ổn định để bỏ qua các sai lệch từ nguồn. Tuy nhiên, cần (và đủ) chứng tỏ rằng dụng cụ này phù hợp với các yêu cầu của IEC 61083-1.

Phụ lục H

(tham khảo)

Quy trình đánh giá độ không đảm bảo đo của phép đo điện áp cao

H.1 Giới thiệu

Tiêu chuẩn này nêu các yêu cầu dùng cho hệ thống đo đã được công nhận sử dụng cho phép đo điện áp cao trong giới hạn độ không đảm bảo đo cho trong tiêu chuẩn này và nêu các yêu cầu đối với các qui định liên quan cần đưa vào hồ sơ tính năng.

Phụ lục này nêu qui trình đánh giá độ không đảm bảo đo tổng ở mức tin cậy cho trước. Phụ lục này cũng nêu qui tắc làm tròn các giá trị đo được và đánh giá độ không đảm bảo đo.

H.2 Nguyên tắc chung

Độ không đảm bảo đo là:

- các giới hạn ($\pm U$) của dãy giá trị mà giá trị thực của phép đo có thể nằm trong đó và liên quan đến kết quả ghi được, và
- xác suất để giá trị thực nằm trong các giới hạn này; xác suất này được thể hiện là mức tin cậy.

Một ví dụ của phép đo có độ không đảm bảo đo là:

$$1\,040\text{ kV} \pm 20\text{ kV} \text{ (mức tin cậy ước tính không nhỏ hơn 95 \%)}$$

Tất cả các phép đo đều không thực sự hoàn hảo. Hệ thống đo bị ảnh hưởng bởi các đại lượng thay đổi (ví dụ như nhiệt độ, kết cấu nối đất hoặc kết cấu có điện ở gần, nhiễu, v.v...). Nói chung, để nhận thấy rằng khi lặp lại phép đo vài lần thì các kết quả sẽ nằm trong một khoảng rộng (khoảng này là nhỏ nếu đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn này). Khi lặp lại phép đo nhiều lần, hầu hết các kết quả sẽ gần về giá trị trung tâm và giá trị trung tâm này có xu hướng không đổi khi tăng số lần đo.

Nhiều thử nghiệm điện áp cao chỉ cho phép có một phép đo. Các thử nghiệm khác yêu cầu một vài phép đo, ví dụ như điều 6 của tiêu chuẩn này đòi hỏi 10 phép đo. Một phép đo có thể cho giá trị bất kỳ trong phạm vi phân bố có nhiều khả năng. Chênh lệch có thể có giữa một giá trị (hoặc giá trị trung bình của một số ít phép đo) và trung bình của phân bố của tất cả các giá trị có thể có tạo ra độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên.

Phụ lục này nêu các qui trình giải quyết số lần lặp lại phép đo.

Ở hầu hết các phép đo, độ không đảm bảo đo tổng là kết quả của việc kết hợp một số thành phần được chia làm hai loại theo phương pháp đánh giá các giá trị số của chúng [1]*.

* Chữ số bên trong dấu ngoặc vuông để cập đến tài liệu tham khảo ở H.7.

H.2.1 Các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống (Kiểu B [1])

Các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống là các thành phần không theo đánh giá thống kê mà được ước tính theo các phương pháp khác. Ví dụ như:

- độ không đảm bảo đo của việc hiệu chuẩn hệ thống đo (hoặc các thành phần của nó), qui định trong chứng chỉ hiệu chuẩn;
- sự trôi giá trị hệ số thang đo của hệ thống đo (ví dụ: già hoá);
- sử dụng hệ thống đo trong các điều kiện không đổi khác các điều kiện hiệu chuẩn (ví dụ nhiệt độ khác nhau);
- độ phân giải của từng dụng cụ.

Khi hệ thống đo (hoặc thành phần của hệ thống) được hiệu chuẩn và sau đó được sử dụng trong thử nghiệm, độ không đảm bảo đo của việc hiệu chuẩn được xem là một trong các độ không đảm bảo đo thành phần có hệ thống khi đánh giá độ không đảm bảo đo của kết quả thử nghiệm.

H.2.1.1 Các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống (hình chữ nhật)

Giả thiết là các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống này có phân bố theo hình chữ nhật, nghĩa là, giá trị đo bất kỳ trong giới hạn ước tính ($\pm a$, trong đó a là giá trị nửa dầy) được giả thiết là có xác suất như nhau.

Độ lệch tiêu chuẩn của phân bố chữ nhật là:

$$s_{sr} = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad (\text{H.1})$$

Khi kết hợp một số (n) yếu tố góp phần không tương quan với nhau (hình chữ nhật) [2] thì:

a) độ lệch tiêu chuẩn là:

$$s_{sr} = \sqrt{\frac{a_1^2}{3} + \frac{a_2^2}{3} + \frac{a_3^2}{3} + \dots + \frac{a_n^2}{3}} \quad (\text{H.2})$$

trong đó a_1 đến a_n là các giá trị nửa dầy của từng độ không đảm bảo đo thành phần:

b) khi có đủ số lượng các yếu tố quan trọng thì sự phân bố là xấp xỉ Gauss.

H.2.1.2 Các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống (Gauss)

Giả thiết là các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống có phân bố Gauss. Khi kết hợp số lượng các yếu tố góp phần không tương quan (Gauss) thì tính được căn bậc hai của tổng các bình phương của các sai lệch tiêu chuẩn (s_{sg}).

H.2.2 Kết hợp các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống

Sai lệch tiêu chuẩn đối với tất cả các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống là:

$$s_s = \sqrt{s_{sa}^2 + s_{sg}^2} \quad (\text{H.3})$$

H.2.3 Các yếu tố góp phần ngẫu nhiên (Kiểu A [1])

Các yếu tố góp phần ngẫu nhiên là các giá trị được lấy theo thống kê từ phép đo lặp lại và, là các giá trị ngẫu nhiên, thường nhận thấy do cách đo có xu hướng theo phân bố Gauss. Từng yếu tố góp phần ngẫu nhiên được đặc trưng bởi sai lệch tiêu chuẩn theo thực nghiệm (s_r) của mẫu các giá trị đo (xem công thức (H.11) trong H.3.3.1).

H.2.4 Tương quan giữa các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo

Không nên bỏ qua mối tương quan giữa các đại lượng đo được nếu nó tồn tại và lớn. Nếu có thể thì cần đánh giá bằng thực nghiệm mối tương quan này bằng cách thay đổi các đại lượng có tương quan. Trong nhiều trường hợp, các đại lượng đo được là độc lập đủ để có thể giả thiết các đại lượng ảnh hưởng là không tương quan. Nếu đã xác định rằng không thể bỏ qua và không thể xác định bằng thực nghiệm mối tương quan giữa các đại lượng đo được thì cần áp dụng các qui trình trong ISO TAG 4, mục 5.1 [1].

H.3 Độ không đảm bảo đo tổng

H.3.1 Kết hợp các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo đối với phân bố Gauss được cho bởi:

$$U = ks \quad (\text{mức tin cậy ước tính là } P \%) \quad (\text{H.4})$$

trong đó

k là hệ số phân bố chuẩn (hệ số phủ [1]) và được cho ở dòng cuối cùng trong bảng H.1, đối với $n \rightarrow \infty$;

P được cho ở dòng đầu tiên trong bảng H.1.

Nếu không có qui định nào khác thì thường đánh giá độ không đảm bảo đo ở mức tin cậy 95 % và lấy giá trị làm tròn $k = 2$ [1].

Để kết hợp các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo, qui trình của phụ lục này yêu cầu các các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống và ngẫu nhiên của hệ thống đo được tính riêng rẽ. Sai lệch của độ không đảm bảo đo tổng U dựa trên căn bậc hai của tổng các bình phương của yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo có hệ thống và độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên:

$$U = \sqrt{U_s^2 + U_r^2} \quad (\text{H.5})$$

U_s và U_r được tính ở mức tin cậy như nhau và được lấy theo H.3.2 và H.3.3.

H.3.2 Ước tính độ không đảm bảo đo có hệ thống

Công thức cơ bản đối với độ không đảm bảo đo có hệ thống U_s là:

$$U_s = ks_s = k\sqrt{s_{ss}^2 + s_{sg}^2} \quad (\text{H.6})$$

(từ công thức (H.3) và công thức (H.4)).

Nếu đưa ra độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn mà không chỉ ra bất kỳ mức tin cậy nào thì được coi là có phân bố chữ nhật với giá trị nửa dây bằng với độ không đảm bảo đo và là một trong các số hạng của công thức (H.2).

Khi cho độ không đảm bảo đo cùng với mức tin cậy thì giá trị này cần giả thiết là có phân bố Gauss. Vì vậy, nếu độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn được cho ở mức tin cậy là 95 % như khuyến cáo chung thì giá trị này là $2s$ (tức là $k = 2$), và:

$$s_{sg} = \frac{U_{95}}{2} \quad (\text{H.7})$$

Cụ thể, trong trường hợp chỉ có một hiệu chuẩn cho hệ thống đo hoàn chỉnh thì công thức (H.6) trở thành:

$$U_s = k\sqrt{\frac{a_1^2}{3} + \frac{a_2^2}{3} + \dots + \frac{a_n^2}{3} + \left(\frac{U_{95}}{2}\right)^2} \quad (\text{H.8})$$

trong đó a_1 đến a_n là các giá trị nửa dây.

Dạng tổng quát của công thức (H.6) là:

$$U_s = k\sqrt{\frac{a_1^2}{3} + \frac{a_2^2}{3} + \dots + \frac{a_n^2}{3} + \left(\frac{U_1}{k_1}\right)^2 + \left(\frac{U_2}{k_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{U_m}{k_m}\right)^2} \quad (\text{H.9})$$

trong đó

U_1 đến U_m là các yếu tố góp phần hiệu chuẩn được cho ở mức tin cậy qui định;

k_1 đến k_m là các hệ số phân bố chuẩn tương ứng.

CHÚ THÍCH: Nếu có yếu tố góp phần bất kỳ khác hoặc được tính trên cơ sở giả thiết phân bố Gauss thì yếu tố này là một trong các số hạng $(U_m/k_m)^2$ trong công thức (H.9).

H.3.3 Ước tính độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên

Tất cả các phép đo, được lập lại vài lần trong các điều kiện như nhau, sẽ cho một khoảng các giá trị đo được (với điều kiện là đủ độ phân giải) và vì vậy, có độ không đảm bảo đo khi tính giá trị có thể có tiếp theo. Giá trị trung bình của các phép đo lập lại này cũng có độ không đảm bảo đo giảm (theo căn bậc hai của n) khi số lượng phép đo (n) tăng.

H.3.3.1 U_r có được từ số ít lần đo (ví dụ: 10 lần như yêu cầu trong điều 6 của tiêu chuẩn này)

Khi U_r là độ không đảm bảo đo của giá trị trung bình, x_m , của số ít các giá trị (n) thì U_r được cho bởi:

$$U_r = \frac{ts_r}{\sqrt{n}} \quad (\text{H.10})$$

trong đó

t là hệ số Student t , lấy từ bảng H.1 dưới dạng số lượng mẫu (n),

P là mức tin cậy yêu cầu, và:

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2} \quad (\text{H.11})$$

trong đó

n là số lần đo;

x_i là các giá trị đo đối với $i = 1$ đến n ;

x_m là trung bình các giá trị đo.

Bảng H.1 – Phân bố Student t

Các giá trị t đối với mức tin cậy qui định P % là hàm của số lần đo n

$n \backslash P$ %	68,3	90,0	95,0	99,7
2	1,84	6,31	12,7	–
3	1,32	2,92	4,30	–
4	1,20	2,35	3,18	9,22
5	1,14	2,13	2,78	6,62
6	1,11	2,02	2,57	5,51
7	1,09	1,94	2,45	4,90
8	1,08	1,89	2,36	4,53
9	1,07	1,86	2,31	4,28
10	1,06	1,83	2,26	4,09
20	1,03	1,73	2,09	3,45
∞ ¹⁾	1,00	1,65	1,96 ²⁾	3,00

¹⁾ Khi $n \rightarrow \infty$, $t \rightarrow k$
²⁾ Với $P = 95$ %, k được làm tròn là 2 [1]

CHÚ THÍCH: Trong thống kê, $n-1$ được gọi là số bậc tự do của phân bố.

H.3.3.2 U_r có được từ số lượng lớn các lần đo ($n \gg 10$)

Ở mức tin cậy thích hợp 95 % đối với mẫu có số lần đo $n \gg 10$, t trong công thức (H.10) có thể được thay bằng k . Khi đó, độ không đảm bảo đo trung bình, x_m , của các mẫu trở thành:

$$U_r = \frac{ks_r}{\sqrt{n}} \quad (\text{H.12})$$

H.3.3.3 U_r có được từ số lượng lớn các lần đo được thiết lập từ trước

Nêu giá trị s_r được thiết lập từ số lượng lớn các lần đo (ví dụ $n_1 \geq 20$ đối với mức tin cậy 95 %) với hệ thống đo không có thay đổi đáng kể thì độ không đảm bảo đo trong một lần đo tiếp theo (hay lặp lại) là:

$$U_r = \frac{ks_r}{\sqrt{n_2}} \quad (\text{H.13})$$

trong đó

$n_2 = 1$ (hoặc 2, v.v...) và $n_2 \ll n_1$.

H.4 Trình tự tính độ không đảm bảo đo tổng

Tập hợp độ không đảm bảo đo là tập các giá trị ấn định cho từng yếu tố góp phần đáng kể. Tập hợp này được sử dụng cùng qui trình cho trong phụ lục này để ước tính độ không đảm bảo đo tổng. Trình tự đối với các ước tính này nên giống như trình tự dùng cho các thử nghiệm tính năng.

H.5 Làm tròn các giá trị đo được và các độ không đảm bảo đo ước tính

Các sai lệch phụ ở các phép đo có thể được hạn chế bằng cách thực hiện tất cả các phép tính có số con số có nghĩa nhiều hơn số con số có nghĩa giữ lại trong hồ sơ cuối cùng và thông thường, hai chữ số phụ là đủ.

Độ không đảm bảo đo chỉ gồm một hoặc hai chữ số có nghĩa và độ không đảm bảo đo ghi được cần được làm tròn để tránh đưa ra con số quá lạc quan, ví dụ độ không đảm bảo đo được tính là $\pm 0,82\%$ cần được làm tròn đến $\pm 0,9\%$ hoặc $\pm 1\%$.

Giá trị đo được cần được ghi lại với độ phân giải không quá 10 % độ không đảm bảo đo đã ghi lại và cần được làm tròn đến một đơn vị ở con số có nghĩa cuối cùng được giữ lại. Vì vậy, đối với điện áp đo với độ phân giải 0,01 % và với độ không đảm bảo đo là $\pm 1\%$ thì giá trị đo được ghi lại cần làm tròn đến 0,1 %.

Tuy nhiên, trong một số trường hợp, một con số có nghĩa có thể cần đưa ra thêm để phát hiện sai lệch trong một loạt phép đo, ví dụ như do sự thay đổi các điều kiện đo.

H.6 Ví dụ về đánh giá độ không đảm bảo đo của thử nghiệm tính năng bằng phương pháp chuẩn

H.6.1 Yêu cầu chung

CHÚ THÍCH: Các phép đo dưới đây được thực hiện trong phòng thí nghiệm sử dụng hệ thống đo chuẩn của phòng thí nghiệm đó.

Ở từng ví dụ, hệ thống đo được hiệu chuẩn về điều kiện sử dụng bình thường của nó. Hệ thống đo chuẩn cũng được nối vào đối tượng thử nghiệm và thực hiện đo đồng thời với 10 lần đặt điện áp trên cả hai hệ thống đo.

Hệ thống đo chuẩn được hiệu chuẩn bởi phòng thí nghiệm chuẩn quốc gia. Chứng chỉ hiệu chuẩn bao gồm kết quả ở điện áp so sánh yêu cầu, báo cáo về điều kiện làm việc mà tại đó thu được kết quả và giá trị ước tính độ không đảm bảo đo được hiệu chuẩn ở mức tin cậy là 95 %.

Để đơn giản hoá, giả thiết là phòng thử nghiệm có khả năng phát hiện được các điều kiện giống với các điều kiện để hiệu chuẩn hệ thống đo chuẩn. Trong thực tế, điều này không phải lúc nào cũng có thể xảy ra, trong các trường hợp như vậy, dữ liệu bổ sung về tính năng đối với hệ thống đo chuẩn có thể cần để tính hệ số hiệu chỉnh và/hoặc ước tính các độ không đảm bảo đo bổ sung. Các độ không đảm bảo đo này có thể trở thành các số hạng bổ sung trong công thức (H.9).

Cần chú ý rằng các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo phải được xác định theo hiệu lực của thông số đo được bằng đại lượng nhiều.

Ở hầu hết các trường hợp thực tế, sự kết hợp của các độ không đảm bảo đo, như mô tả ở phụ lục này, có xu hướng cho kết quả bị quan hoặc an toàn. Vì vậy, khuyến cáo rằng độ không đảm bảo đo ước tính cần được chỉ ra là "với mức tin cậy không nhỏ hơn P %".

H.6.2 Ví dụ 1 – Hiệu chuẩn hệ thống đo điện áp một chiều 1 MV bằng cách so sánh với hệ thống đo chuẩn 200 kV – Giá trị trung bình của điện áp một chiều

a) Độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên (ước tính từ 10 cặp phép đo tương ứng)

Bảng H.2 – Giá trị đo được

Hệ thống đo chuẩn V_A kV	Hệ thống đo V_B kV	Hệ số thang đo của hệ thống đo V_A/V_B
191,4	190,7	1,0037
191,6	190,7	1,0047
190,7	190,1	1,0032
189,9	189,1	1,0042
190,9	190,0	1,0047
191,2	190,4	1,0042
191,3	190,5	1,0042
191,2	190,5	1,0037
190,6	189,9	1,0037
191,3	190,2	1,0058

Giá trị trung bình của thang đo $F_m = 1,0042$ (sau đó, giá trị này được hiệu chỉnh với sai lệch đã biết trong hệ thống đo chuẩn – xem e).

Sai lệch chuẩn $s_r = 0,073 \%$

$$\text{thay vào công thức (H.10)} \quad U_r = \frac{2,26 \times 0,073}{\sqrt{10}}$$

cho độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên đối với $P = 95 \%$ là $U_r = \pm 0,052 \%$

b) Các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo hệ thống (công thức (H.8))

1) Độ phân giải của dụng cụ đo trong hệ thống đo chuẩn

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị "không" $= \pm 0,05 \text{ kV}$
 $= \pm 0,026 \%$ của 190 kV

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị đọc $= \pm 0,05 \text{ kV}$
 $= \pm 0,026 \%$ của 190 kV

do đó, trong công thức (H.9): $a_1 = 0,052 \%$

2) Độ phân giải của dụng cụ đo trong hệ thống đo

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị "không" $= \pm 0,05 \text{ kV}$
 $= \pm 0,026 \%$ của 190 kV

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị đọc $= \pm 0,05 \text{ kV}$
 $= \pm 0,026 \%$ của 190 kV

do đó, trong công thức (H.9): $a_2 = 0,052 \%$

3) Sự trôi hệ số thang đo của hệ thống đo chuẩn

Dựa trên kinh nghiệm với các hệ thống tương tự, giả thiết giá trị $a_3 = 0,05 \%$ để bù sự trôi khi hiệu chuẩn hệ thống đo chuẩn từ thời điểm hiệu chuẩn lần cuối (không có dữ liệu về sự trôi của hệ thống này).

4) Hiệu chuẩn độ không đảm bảo đo của hệ thống đo chuẩn

Giá trị cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn là $\pm 0,3 \%$ đối với mức tin cậy không nhỏ hơn 95 % (tức là $k_1 = 2$) và vì vậy công thức (H.9) cho: $(U_r/k_1) = 0,15 \%$.

c) Độ không đảm bảo đo tổng có hệ thống

Từ công thức (H.9),

$$\text{với } k = 2 \text{ (tức là } P = 95 \%) : \quad U_s = \pm 0,32 \%$$

d) Độ không đảm bảo đo tổng với mức tin cậy không nhỏ hơn 95 %

$$\begin{aligned} \text{Từ công thức (H.5):} \quad U &= [(0,32)^2 + (0,052)^2]^{1/2} \\ &= \pm 0,33 \% \text{ được làm tròn lên là } \pm 0,4 \% \end{aligned}$$

e) Hiệu chỉnh sai số hiệu chuẩn của hệ thống đo chuẩn

Sai số của hệ số thang đo của hệ thống đo chuẩn cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn là $-0,1\%$. Vì vậy, giá trị trung bình hiệu chỉnh của hệ số thang đo của hệ thống đo là:

$$F_m = 1,0042 \times 1,001 \\ = 1,0052 \text{ làm tròn là } 1,005$$

f) Kết quả hiệu chuẩn của hệ thống đo

Giá trị hệ số thang đo ấn định ở 190 kV là 1,005 có độ không đảm bảo đo là $\pm 0,4\%$ với mức tin cậy không nhỏ hơn 95 %.

CHÚ THÍCH: Ví dụ này dùng cho hệ thống đo đọc trực tiếp có hệ số thang đo danh nghĩa là 1. Hệ thống đo khác có thể có hệ số thang đo lớn hơn.

H.6.3 Ví dụ 2 – Hiệu chuẩn hệ thống đo xung sét 2 MV, bằng cách so sánh với hệ thống đo chuẩn có lắp bộ chia điện trở 600 kV và bộ số hoá 8 bit.

H.6.3.1 Giá trị đỉnh của xung sét tiêu chuẩn

a) Độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên (từ các cặp phép đo tương ứng) với các xung 1,2/50

Bảng H.3 – Giá trị đo được

Hệ thống đo chuẩn V_A kV	Hệ thống đo V_B kV	Hệ số thang đo của hệ thống đo V_A / V_B
516	509	1,0138
520	513	1,0136
520	514	1,0117
516	509	1,0138
515	509	1,0118
518	512	1,0117
515	508	1,0138
516	511	1,0098
512	507	1,0099
518	511	1,0137

Giá trị trung bình của hệ số thang đo: $F_m = 1,0123$ (sau đó, giá trị này được hiệu chỉnh với sai số đã biết trong hệ thống đo chuẩn).

Sai lệch chuẩn $s_r = 0,16\%$

$$\text{thay vào công thức (H.10)} \quad U_r = \frac{2,26 \times 0,16}{\sqrt{10}}$$

TCVN 6099-2 : 2007

cho độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên đối với $P = 95\%$ là $U_1 = \pm 0,12\%$

b) Các yếu tố góp phần vào độ không đảm bảo đo có hệ thống (công thức (H.9))

1) Độ phân giải của dụng cụ đo trong hệ thống đo chuẩn

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị "không" = $\pm 1 / (2 \times 255)$ giá trị toàn thang đo
(với bộ ghi 8 bit)
= $\pm 0,245\%$ (với 80% giá trị toàn thang đo)

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị đọc = $\pm 1 / (2 \times 255)$ giá trị toàn thang đo
(với bộ ghi 8 bit)
= $\pm 0,245\%$ (với 80% giá trị toàn thang đo)

do đó, trong công thức (H.9): $a_1 = 0,49\%$

2) Độ phân giải của dụng cụ đo trong hệ thống đo

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị "không" = $\pm 1 / (2 \times 255)$ giá trị toàn thang đo
(với bộ ghi số 8 bit)
= $\pm 0,245\%$ (với 80% giá trị toàn thang đo)

\pm một nửa của chữ số cuối cùng đối với giá trị đọc = $\pm 1 / (2 \times 255)$ giá trị toàn thang đo
(với bộ ghi số 8 bit)
= $\pm 0,245\%$ (với 80% giá trị toàn thang đo)

do đó, trong công thức (H.9): $a_1 = 0,49\%$

3) Sự trôi hệ số thang đo của dụng cụ đo trong hệ thống đo chuẩn

Không tăng thêm độ trôi, nếu kiểm tra thường xuyên cùng với bộ hiệu chuẩn xung mà hệ số thang đo không thay đổi.

4) Sự trôi hệ số thang đo của bộ phân áp trong hệ thống đo chuẩn

Ước tính là $a_3 = 0,2\%$

5) Hiệu chuẩn độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo trong hệ thống đo chuẩn

Giá trị cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn là: $U_1 = 0,4\%$ đối với mức tin cậy không nhỏ hơn 95% ($k_1 = 2$)
cho: $(U_1/k_1) = 0,2\%$

6) Hiệu chuẩn độ không đảm bảo đo của bộ phân áp trong hệ thống đo chuẩn

Giá trị cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn là: $U_2 = 0,4\%$ đối với mức tin cậy không nhỏ hơn 95% ($k_2 = 2$)
cho: $(U_2/k_2) = 0,2\%$

c) Độ không đảm bảo đo tổng có hệ thống

Từ công thức H.9, với $k = 2$ (tức là $P = 95\%$): $U_s = \pm 0,95\%$

d) Độ không đảm bảo đo tổng với mức tin cậy không nhỏ hơn 95 %

$$\begin{aligned} \text{Từ công thức (H.5):} \quad U &= (0,95^2 + 0,12^2)^{1/2} \% \\ &= \pm 0,96\% \text{ được làm tròn lên là } \pm 1\% \end{aligned}$$

e) Hiệu chỉnh sai số hiệu chuẩn của hệ thống đo chuẩn

Sai số của hệ số thang đo của hệ thống đo chuẩn cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn là $-0,15\%$. Vì vậy, giá trị trung bình hiệu chuẩn của hệ số thang đo của hệ thống đo là: $1,0123 \times 1,0015 = 1,0138$ làm tròn là 1,014.

f) Kết quả hiệu chuẩn đối với giá trị định

Giá trị hệ số thang đo ấn định đối với các xung $1,2/50 \mu\text{s}$, ở 500 kV là 1,014 với độ không đảm bảo đo là $\pm 1\%$ với mức tin cậy không nhỏ hơn 95 %.

CHÚ THÍCH: Ví dụ này dùng cho hệ thống đo đọc trực tiếp có hệ số thang đo danh nghĩa là 1. Hệ thống đo khác có thể có hệ số thang đo lớn hơn.

H.6.3.2 Thời gian đầu sóng của xung sét (T_1)

a) Độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên (ước tính từ 10 cặp phép đo tương ứng)

Bảng H.4 – Giá trị đo được

Hệ thống đo chuẩn T_{1A} μs	Hệ thống đo T_{1B} μs	Chênh lệch tương đối $(T_{1B} - T_{1A})/T_{1A} \times 100$ %
1,198	1,258	+ 5,0
1,178	1,244	+ 5,6
1,171	1,295	+ 10,6
1,200	1,261	+ 5,1
1,170	1,291	+ 10,3
1,184	1,255	+ 6,0
1,201	1,259	+ 4,8
1,174	1,328	+ 13,1
1,171	1,334	+ 13,9
1,190	1,268	+ 6,6

Giá trị trung bình của chênh lệch tương đối là $+8,1\%$

Sai lệch chuẩn $s_r = 3,5\%$

$$\text{thay vào công thức (H.10)} \quad U_r = \frac{2,26 \times 3,5}{\sqrt{10}}$$

TCVN 6099-2 : 2007

cho độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên đối với $P = 95\%$ là $U_r = \pm 2,5\%$

b) Các độ không đảm bảo đo có hệ thống

Sai số bất kỳ của độ phân giải là nhỏ so với độ không đảm bảo đo ngẫu nhiên và chỉ độ không đảm bảo đo có hệ thống là độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn của hệ thống đo và là $\pm 0,7\%$ với P không nhỏ hơn 95% (tức là $k = 2$) và do đó, trong công thức (H.9):

$$\left(\frac{U_1}{k_1}\right) = 0,35\%$$

Vì vậy độ không đảm bảo đo tổng có hệ thống với $k = 2$ là $U_s = \pm 0,7\%$ với mức tin cậy là 95% .

c) Độ không đảm bảo đo tổng với mức tin cậy không nhỏ hơn 95%

Từ công thức (H.5):

$$U = (0,7^2 + 2,5^2)^{1/2}\%$$
$$= \pm 2,6\% \text{ được làm tròn lên là } \pm 3\%$$

d) Hiệu chỉnh sai số hiệu chuẩn của hệ thống đo chuẩn

Sai số ở thang đo thời gian cho trong chứng chỉ hiệu chuẩn là $-0,66\%$

Vì vậy chênh lệch tương đối trung bình được hiệu chỉnh: $= (+8,1 + 0,66)\%$
 $= +8,76\% \text{ được làm tròn lên là } \pm 9\%$

e) Kết quả của hiệu chuẩn thời gian đầu sóng

Với $T_1 = 1,2 \mu\text{s}$, sai số trong giá trị cho bởi hệ thống đo là $(+9 \pm 3)\%$ với mức tin cậy không nhỏ hơn 95% .

H.6.3.3 Thời gian đến nửa giá trị

Sử dụng qui trình được mô tả trong H.6.3.2.

H.7 Tài liệu tham khảo

- [1] ISO/TAG 4/WG3: Jan 1993, "Guide to the expression of uncertainty in measurement" (Hướng dẫn mô tả độ không đảm bảo trong phép đo)
- [2] Dietrich, C.F. "Uncertainty, calibration and probability", 2nd ed., Adam Hilger, London, U.K., 1991 ("Độ không đảm bảo đo, hiệu chuẩn và xác suất")