

**TCVN 6099-3 : 2007**

**IEC 60060-3 : 2006**

Xuất bản lần 1

**KỸ THUẬT THỬ NGHIỆM ĐIỆN ÁP CAO –  
Phần 3: ĐỊNH NGHĨA VÀ YÊU CẦU ĐỐI VỚI  
THỬ NGHIỆM TẠI HIỆN TRƯỜNG**

*High-voltage test techniques –  
Part 3: Definitions and requirements for on-site testing*

**HÀ NỘI – 2007**

**Mục lục**

Trang

Lời nói đầu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	8
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	8
4 Thử nghiệm và kiểm tra thông thường trên hệ thống đo.....	14
4.1 Thử nghiệm chấp nhận .....	14
4.2 Thử nghiệm tính năng .....	14
4.3 Kiểm tra tính năng .....	14
4.4 Hồ sơ tính năng .....	15
5 Thử nghiệm bằng điện áp một chiều .....	15
5.1 Yêu cầu chung .....	15
5.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp một chiều .....	15
5.3 Điện áp thử nghiệm .....	16
5.4 Đo điện áp thử nghiệm .....	16
5.5 Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo .....	17
5.6 Qui trình thử nghiệm điện áp chịu thử .....	17
6 Thử nghiệm bằng điện áp xoay chiều .....	18
6.1 Yêu cầu chung .....	18
6.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp xoay chiều .....	18
6.3 Điện áp thử nghiệm .....	19
6.4 Đo điện áp thử nghiệm .....	20
6.5 Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo .....	21
6.6 Qui trình thử nghiệm điện áp chịu thử .....	21
7 Thử nghiệm bằng điện áp xung sét .....	21
7.1 Yêu cầu chung .....	21
7.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp xung sét .....	21
7.3 Điện áp thử nghiệm .....	25
7.4 Đo điện áp thử nghiệm và xác định dạng điện áp xung .....	26
7.5 Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo .....	26
7.6 Qui trình thử nghiệm điện áp chịu thử .....	27
8 Thử nghiệm bằng điện áp xung đóng cắt .....	27
8.1 Yêu cầu chung .....	27
8.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp xung đóng cắt .....	28
8.3 Điện áp thử nghiệm .....	31

## TCVN 6099-3 : 2007

8.4	Đo điện áp thử nghiệm và xác định dạng điện áp xung .....	32
8.5	Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo .....	32
8.6	Quy trình thử nghiệm điện áp chịu thử .....	33
9	Thử nghiệm bằng điện áp tần số rất thấp .....	33
9.1	Yêu cầu chung .....	33
9.2	Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp tần số rất thấp .....	34
9.3	Điện áp thử nghiệm .....	34
9.4	Đo điện áp thử nghiệm .....	35
9.5	Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo .....	36
9.6	Quy trình thử nghiệm .....	36
10	Thử nghiệm bằng điện áp xoay chiều có làm nhụt .....	36
10.1	Yêu cầu chung .....	36
10.2	Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp xoay chiều có làm nhụt .....	36
10.3	Điện áp thử nghiệm .....	37
10.4	Đo điện áp thử nghiệm .....	38
10.5	Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo .....	39
10.6	Quy trình thử nghiệm .....	39
Các hình vẽ		
Hình 1	– Xung sét không theo chu kỳ .....	23
Hình 2	– Xung sét theo chu kỳ .....	24
Hình 3	– Xung đóng cắt không theo chu kỳ .....	29
Hình 4	– Xung đóng cắt theo chu kỳ .....	30
Hình 5	– Điện áp xoay chiều có làm nhụt ( $f_r = 1 \text{ kHz}$ , $D_f = 0,2$ ) .....	37

## Lời nói đầu

TCVN 6099-3 : 2007 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn IEC 60060-3 : 2006;

TCVN 6099-3 : 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 3: Định nghĩa và yêu cầu đối với thử nghiệm tại hiện trường

*High-voltage test techniques –*

*Part 3: Definitions and requirements for on-site testing*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các giá trị điện áp thử nghiệm tại hiện trường và các ứng suất điện áp trong vận hành dưới đây, có liên quan đến Phần 1:

- điện áp một chiều;
- điện áp xoay chiều;
- điện áp xung sét có dạng dao động theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ;
- điện áp xung đóng cắt có dạng dao động theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ.

Đối với các thử nghiệm đặc biệt, sử dụng các điện áp dưới đây:

- điện áp tần số rất thấp;
- điện áp xoay chiều có làm nhụt.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho thiết bị có điện áp cao nhất  $U_m$  lớn hơn 1 kV. Việc chọn các điện áp thử nghiệm tại hiện trường, qui trình thử nghiệm và mức điện áp thử nghiệm cho thiết bị, hoặc cho hệ thống lắp đặt do ban kỹ thuật liên quan đưa ra. Với các ứng dụng đặc biệt, ban kỹ thuật liên quan có thể qui định điện áp thử nghiệm tại hiện trường khác với điện áp mô tả trong tiêu chuẩn này .

CHÚ THÍCH 1: Các dạng sóng điện áp khác nhau liệt kê ở trên không nhất thiết phải tạo ra ứng suất như nhau trên đối tượng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2: Việc chọn các mức điện áp thử nghiệm cần tính đến độ không đảm bảo đo và dung sai lớn hơn.

## **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 phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phần 1: Định nghĩa chung và yêu cầu thử nghiệm

TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phần 2: Hệ thống đo

IEC 60071-1 : 1993, Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules (Phối hợp cách điện – Phần 1: Định nghĩa, nguyên tắc và nguyên lý)

## **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa dưới đây. Tất cả các định nghĩa khác liên quan đến qui trình thử nghiệm, xem TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), và các định nghĩa liên quan đến hệ thống đo, xem TCVN 6099-2 (IEC 60060-2). Định nghĩa về các tham số được nêu trong các điều liên quan của tiêu chuẩn này.

### **3.1**

#### **thử nghiệm tại hiện trường (on-site test)**

thử nghiệm tại vị trí sử dụng thiết bị hoặc hệ thống lắp đặt cần thử nghiệm và với đối tượng thử nghiệm ở vị trí càng xa càng tốt theo điều kiện vận hành của nó

### **3.2**

#### **điện áp xung (impulse voltage)**

điện áp quá độ không theo chu kỳ hoặc theo chu kỳ được đặt vào có chủ ý, thường tăng nhanh đến giá trị đỉnh và sau đó đường bao của nó giảm chậm về "không"

(TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), thuật ngữ 3, có sửa đổi)

### **3.3**

#### **điện áp xung sét và xung đóng cắt (lightning and switching impulse voltages)**

Sự phân biệt giữa **điện áp xung sét và xung đóng cắt** dựa vào thời gian đầu sóng. Các xung có thời gian đầu sóng đến 20  $\mu$ s được định nghĩa là **điện áp xung sét** và các xung có thời gian đầu sóng dài hơn được định nghĩa là **điện áp xung đóng cắt**

Thông thường, **điện áp xung đóng cắt** được đặc trưng bởi độ rộng xung tổng dài hơn độ rộng xung tổng của **điện áp xung sét**.

(TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), thuật ngữ 3.1)

**3.4****đặc tính của điện áp thử nghiệm** (characteristics of the test voltage)

các đặc tính qui định trong tiêu chuẩn này để định rõ các loại điện áp khác nhau nhằm xác định điện áp thử nghiệm

(TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), thuật ngữ 4.2)

**3.5****đặc tính kỳ vọng của điện áp thử nghiệm** (prospective characteristics of a test voltage)

đặc tính có được nếu không xảy ra phóng điện đánh thủng. Khi sử dụng đặc tính kỳ vọng thì phải nêu rõ

(TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), thuật ngữ 4.2.1)

**3.6****đặc tính thực của điện áp thử nghiệm** (actual characteristics of a test voltage)

đặc tính xuất hiện trong quá trình thử nghiệm tại các đầu nối của đối tượng thử nghiệm

(TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), thuật ngữ 4.2.2)

**3.7****giá trị của điện áp thử nghiệm** (value of the test voltage)

như định nghĩa trong điều liên quan của bộ tiêu chuẩn này

(TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), thuật ngữ 4.2.3)

**3.8****phân loại cách điện theo đối tượng thử nghiệm** (classification of insulation in test objects)

về cơ bản, hệ thống cách điện của thiết bị và kết cấu điện áp cao phải được phân loại theo **cách điện tự phục hồi** và **cách điện không tự phục hồi** và có thể bao gồm **cách điện ngoài** và/hoặc **cách điện trong**

(TCVN 6099-1 : 2007 (IEC 60060-1 : 1989), thuật ngữ 5)

**3.8.1****cách điện ngoài** (external insulation)

khoảng cách trong không khí, mà bề mặt tiếp xúc với không khí của cách điện rắn của thiết bị phải chịu các ứng suất điện môi, các ảnh hưởng của điều kiện khí quyển và các điều kiện bên ngoài khác như nhiễm bẩn, ẩm ướt, động vật, v.v...

(IEC 60071-1:1993, thuật ngữ 3.2)

**3.8.2****cách điện trong** (internal insulation)

cách điện rắn, lỏng hoặc khí, được bảo vệ khỏi ảnh hưởng của điều kiện khí quyển và các điều kiện bên ngoài khác

(IEC 60071-1:1993, thuật ngữ 3.3)

**3.8.3**

**cách điện tự phục hồi** (self-restoring insulation)

cách điện phục hồi hoàn toàn các thuộc tính cách điện của nó sau một khoảng thời gian nhất định sau một phóng điện đánh thủng do đặt điện áp thử nghiệm (IEC 60071-1:1993, thuật ngữ 3.4, có sửa đổi)

**3.8.4**

**cách điện không tự phục hồi** (non-self-restoring insulation)

cách điện mất đi thuộc tính cách điện, hoặc không phục hồi hoàn toàn các thuộc tính sau một phóng điện đánh thủng do đặt điện áp thử nghiệm (IEC 60071-1:1993, thuật ngữ 3.5, có sửa đổi)

CHÚ THÍCH: Trong thiết bị cao áp, các phần của cách điện tự phục hồi và không tự phục hồi thường làm việc kết hợp và một số phần có thể suy giảm do đặt điện áp lặp lại hay liên tục. Hoạt động của cách điện về khía cạnh này cần được ban kỹ thuật liên quan xem xét khi qui định qui trình thử nghiệm cần áp dụng.

**3.9**

**hệ thống đo và các thành phần** (measuring systems and their components)

**3.9.1**

**hệ thống đo** (measuring system)

tập hợp hoàn chỉnh các thiết bị thích hợp để thực hiện phép đo điện áp cao (TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.1.1, có sửa đổi)

CHÚ THÍCH 1: **Hệ thống đo** thường có các thành phần sau: thiết bị biến đổi có dây dẫn theo yêu cầu để nối thiết bị này đến đối tượng thử nghiệm và đến các mối nối đất, một hệ thống truyền dẫn để nối các đầu nối ra của thiết bị với thiết bị ghi hoặc thiết bị chỉ thị cùng với mạng hoặc trở kháng suy giảm, kết cuối và thích nghi của hệ thống truyền dẫn, và cuối cùng là thiết bị ghi hoặc thiết bị chỉ thị có đủ đầu nối để nối với nguồn cao áp.

Các thành phần có thể được bố trí liền khối với nguồn điện áp cao. Việc này thường áp dụng cho thiết bị thử nghiệm di động dùng cho thiết bị trung áp.

CHÚ THÍCH 2: **Hệ thống đo** 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.

CHÚ THÍCH 3: Môi trường trong đó **hệ thống đo** hoạt động, khoảng cách từ hệ thống đo đến các phần mang điện hoặc kết cấu 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.

**3.9.2**

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

hồ sơ chi tiết, do người sử dụng lập, để mô tả hệ thống và chứa bằng chứng đáp ứng các yêu cầu nêu trong tiêu chuẩn này. Bằng chứng này phải bao gồm các kết quả **thử nghiệm chấp nhận** ban đầu và trình tự cũng như các kết quả của từng **thử nghiệm tính năng** và **kiểm tra tính năng** tiếp theo (TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.1.2)



**3.9.3**

**hệ thống đo được chấp nhận** (approved measuring system)

**hệ thống đo** chứng tỏ sự phù hợp với các yêu cầu của 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 kết quả của các thử nghiệm này vào **hồ sơ tính năng**.

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

(TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.1.3)

**3.9.4**

**hệ thống đo chuẩn** (reference measuring system)

**hệ thống đo** có đủ độ chính xác và độ ổn định để sử dụng vào việc chấp nhận (hiệu chuẩn) các hệ thống khác bằng cách thực hiện các phép đo so sánh đồng bộ với các dạng sóng và dây điện áp hoặc dòng điện qui định

(TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.1.4)

CHÚ THÍCH: Hệ thống đo chuẩn (duy trì theo các yêu cầu của TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994)) có thể sử dụng như hệ thống đo được chấp nhận nhưng ngược lại thì không đúng.

**3.9.5**

**thiết bị biến đổi** (converting device)

thiết bị dùng để biến đổi điện áp cao cần đo thành đại lượng khác, tương thích với thiết bị chỉ thị hoặc thiết bị ghi. Thường sử dụng bộ phân áp hoặc trở kháng đo điện áp

(TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.2, có sửa đổi)

CHÚ THÍCH: Các ví dụ khác về thiết bị biến đổi là máy biến điện áp, cảm biến quang và đầu dò trường điện.

**3.9.6**

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

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

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống truyền dẫn thường là một cáp đồng trục có trở kháng đầu nối của nó, nhưng cũng có thể gồm các bộ suy giảm hoặc các thiết bị khác nối giữa thiết bị biến đổi và dụng cụ đo. 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.

(TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.3)

**3.9.7**

**thiết bị chỉ thị hoặc thiết bị ghi** (indicating or recording instrument)

thiết bị được thiết kế để hiển thị hoặc cung cấp bản ghi giá trị của đại lượng đo được hoặc đại lượng dẫn xuất

(TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.4)

### 3.9.8

#### **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 đo sẽ thu được giá trị của đại lượng đầu vào. Hệ số thang đo ấn định là hệ số xác định ở **thử nghiệm tính năng** gần nhất

CHÚ THÍCH 1: 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 bằng một).

CHÚ THÍCH 2: Hệ thống đo có thể có hai hệ số thang đo trở lên, ví dụ, hệ thống có thể có các hệ số thang đo khác nhau đối với các dải tần hoặc dạng xung khác nhau.

(TCVN 6099-2 : 2007 (IEC 60060-2 : 1994), thuật ngữ 3.5, có sửa đổi)

### 3.9.9

#### **đáp ứng động của hệ thống đo** (dynamic behaviour of a measuring system)

đáp ứng của **hệ thống đo** trong trường hợp thay đổi mang tính quá độ của đại lượng đầu vào được mô tả bằng đáp tuyến bậc thang hoặc đáp tuyến biên độ/tần số

### 3.9.10

#### **độ không đảm bảo đo** (uncertainty of a measurement)

tham số, cùng với kết quả của phép đo đặc trưng cho sự phân tán của các giá trị

### 3.9.11

#### **dung sai** (tolerance)

sai lệch cho phép giữa giá trị đo được và giá trị qui định – khác với các sai số đo, là chênh lệch giữa giá trị đo được và giá trị thực

CHÚ THÍCH 1: Điện áp thử nghiệm đo được phải nằm trong dung sai qui định của mức thử nghiệm qui định. Các mức thử nghiệm được qui định bởi ban kỹ thuật liên quan. Giá trị thực không biết chính xác; được ước tính là nằm trong dải không đảm bảo đo có xác suất phủ qui định. Vì vậy, giá trị thực, chưa biết, có thể nằm ngoài phạm vi dung sai, đặc biệt là trong trường hợp giá trị đo sát với các giới hạn của phạm vi dung sai và độ không đảm bảo đo của nó phần lớn nằm bên ngoài.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị đo được là giá trị hiển thị nhân với hệ số thang đo. Giá trị đúng là giá trị chưa biết và có thể lấy là giá trị trung bình của một số lượng vô hạn các phép đo đồng nhất.

### 3.9.12

#### **điện áp đo danh định** (rated measuring voltage)

mức điện áp lớn nhất có tần số hoặc dạng sóng qui định tại đó có thể sử dụng **hệ thống đo**, và hệ thống này nằm trong các giới hạn về độ không đảm bảo đo nêu trong tiêu chuẩn này

(TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994), thuật ngữ 3.9.1, có sửa đổi)

**3.9.13**

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

dải điện áp hoặc dòng điện có tần số hoặc dạng sóng qui định tại đó có thể sử dụng **hệ thống đo**, và khi đó, hệ thống nằm trong các giới hạn độ không đảm bảo đo nêu trong tiêu chuẩn này (TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994), thuật ngữ 3.9.2, có sửa đổi)

CHÚ THÍCH: Các giới hạn của dải làm việc do người sử dụng chọn và được kiểm tra bằng **thử nghiệm tính năng** qui định trong TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994).

**3.9.14**

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

thời gian trong đó **hệ thống đo** có thể hoạt động tại điện áp đo danh định và nằm trong giới hạn độ không đảm bảo đo nêu trong tiêu chuẩn này (TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994), thuật ngữ 3.9.3, có sửa đổi)

**3.9.15**

**tốc độ đặt lớn nhất** (maximum rate of application)

của **điện áp xung** có dạng sóng qui định mà tại đó **hệ thống đo** có thể hoạt động trong 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 (TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994), thuật ngữ 3.9.4, có sửa đổi)

**3.9.16**

**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 các thử nghiệm điển hình (thực hiện trên thiết bị có cùng thiết kế) và thử nghiệm thường xuyên (thực hiện trên tất cả các thiết bị) để đánh giá các đặc tính riêng của chúng, 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 (TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994), thuật ngữ 3.10.1)

**3.9.17**

**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 tại hiện trường

**3.9.18**

**kiểm tra tính năng** (performance check)

qui trình để đảm bảo rằng **thử nghiệm tính năng** gần nhất vẫn còn hiệu lực. **Kiểm tra tính năng** được thực hiện tại hiện trường (TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994), thuật ngữ 3.10.3, có sửa đổi)

**3.9.19**

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

hồ sơ được lập trong các điều kiện qui định trong **thử nghiệm tính năng** và được lưu giữ để so sánh với các hồ sơ được lập trong các thử nghiệm hoặc kiểm tra sau này trong cùng một điều kiện (TCVN 6099-2:2007 (IEC 60060-2:1994), thuật ngữ 3.10.4)

## **4 Thử nghiệm và kiểm tra thông thường trên hệ thống đo**

### **4.1 Thử nghiệm chấp nhận**

Thử nghiệm chấp nhận trên các phần tử của hệ thống đo phải được thực hiện theo qui định của TCVN 6099-2 (IEC 60060-2).

### **4.2 Thử nghiệm tính năng**

Phải thực hiện **thử nghiệm tính năng** đối với **hệ thống đo** tại hiện trường theo TCVN 6099-2 (IEC 60060-2). Có thể thực hiện thử nghiệm trong mọi điều kiện miễn là chứng tỏ được hệ thống đo thực hiện đúng trong các điều kiện ở hiện trường.

Phải thực hiện thử nghiệm khi **kiểm tra tính năng** cho thấy hệ số thang đo ấn định có thay đổi đáng kể. Nguyên nhân của thay đổi này phải được làm rõ trước khi thực hiện **thử nghiệm tính năng**.

Khuyến cáo rằng hàng năm cần thực hiện lại **thử nghiệm tính năng** và, trong mọi trường hợp, cứ năm năm phải thực hiện lại ít nhất một lần.

### **4.3 Kiểm tra tính năng**

#### **4.3.1 Qui định chung**

Đối với **hệ thống đo** lắp ráp tại hiện trường, **kiểm tra tính năng** hệ số thang đo của hệ thống phải được thực hiện ở nơi thử nghiệm trước khi tiến hành thử nghiệm để chứng tỏ rằng **hệ thống đo** không bị ảnh hưởng bởi việc vận chuyển đến hiện trường và được lắp ráp đúng.

Đối với **hệ thống đo** khác có độ tin cậy được chứng minh thì việc thực hiện **thử nghiệm tính năng** ít nhất là hàng năm có thể thay cho việc kiểm tra tại hiện trường.

**CHÚ THÍCH:** Điều này đề cập chủ yếu đến "máy thử" điện áp cao có **hệ thống đo** lắp sẵn dùng cho các thử nghiệm tại hiện trường ở hệ thống điện áp trung bình.

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

#### **4.3.2 Phương pháp 1: Kiểm tra hệ số thang đo của các thành phần**

Hệ số thang đo của thiết bị biến đổi, hệ thống truyền dẫn và dụng cụ đo phải được kiểm tra, sử dụng máy hiệu chuẩn bên trong hoặc bên ngoài có độ không đảm bảo đo là 1 %. Nếu hệ số thang đo sai

khác với các giá trị hiệu chuẩn của chúng trong **hồ sơ tính năng** không quá 3 % thì hệ số thang đo ấn định vẫn có hiệu lực. Nếu có chênh lệch bất kỳ vượt quá 3 % thì phải xác định hệ số thang đo ấn định mới trong **thử nghiệm tính năng** theo TCVN 6099-2 (IEC 60060-2).

CHÚ THÍCH: Máy hiệu chuẩn có thể là đồng hồ đo tỉ lệ, nguồn điện áp chuẩn, mạch cầu, v.v...

#### 4.3.3 Phương pháp 2: So sánh với hệ thống đo di động đã được công nhận

Cả hai **hệ thống đo** phải nối song song trong quá trình **thử nghiệm tại hiện trường**. Thử nghiệm phải được thực hiện ở ít nhất một mức điện áp, tốt nhất là trên 20 % điện áp đặt cao nhất trong các thử nghiệm. Ghi lại đồng thời các giá trị đọc của hai hệ thống. Nếu chênh lệch điện áp đo nhỏ hơn 5 % thì hệ thống đo được chấp nhận. Ngược lại, phải thực hiện các kiểm tra khác, ví dụ, phải thực hiện **kiểm tra tính năng** hoặc **thử nghiệm tính năng** theo TCVN 6099-2 (IEC 60060-2).

#### 4.4 Hồ sơ tính năng

Kết quả của kiểm tra tính năng và thử nghiệm tính năng phải được lưu trong hồ sơ tính năng.

### 5 Thử nghiệm bằng điện áp một chiều

#### 5.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu của điều này thích hợp với điện áp thử nghiệm cho thử nghiệm điện môi như mô tả trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

#### 5.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp một chiều

##### 5.2.1

**giá trị của điện áp thử nghiệm** (value of the test voltage)

giá trị trung bình số học

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 12.1)

##### 5.2.2

**gợn sóng** (ripple)

sai lệch chu kỳ so với giá trị trung bình số học của **giá trị điện áp thử nghiệm**

##### 5.2.3

**biên độ gợn sóng** (ripple amplitude)

nửa hiệu của giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 12.2, có sửa đổi)

CHÚ THÍCH: Trong thực tế, giá trị hiệu dụng thực nhân với hệ số ước tính 1,4 cũng được chấp nhận để xác định biên độ gợn sóng.

#### 5.2.4

**hệ số gợn sóng** (ripple factor)

tỷ số giữa biên độ gợn sóng và **giá trị điện áp thử nghiệm**

### 5.3 Điện áp thử nghiệm

#### 5.3.1 Yêu cầu đối với điện áp thử nghiệm

##### 5.3.1.1 Dạng điện áp

Nếu không có qui định nào khác của ban kỹ thuật liên quan thì điện áp thử nghiệm, khi đặt vào đối tượng thử nghiệm, nên là điện áp một chiều có **hệ số gợn sóng** không quá 3 %. Chú ý rằng **hệ số gợn sóng** có thể bị ảnh hưởng bởi sự có mặt của đối tượng thử nghiệm và các điều kiện thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp nghi ngờ có gợn sóng cao thì nên đo gợn sóng.

##### 5.3.1.2 Dung sai

Nếu không có qui định nào khác của ban kỹ thuật liên quan thì **giá trị điện áp thử nghiệm** đo được phải duy trì trong khoảng  $\pm 3\%$  mức qui định trong suốt thử nghiệm. Với thời gian thử nghiệm quá 60 s, điện áp đo được phải duy trì trong khoảng  $\pm 5\%$  mức qui định trong suốt thử nghiệm.

##### 5.3.1.3 Tạo điện áp thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm thường nhận được từ các bộ chỉnh lưu. Các yêu cầu đối với nguồn điện áp thử nghiệm phụ thuộc đáng kể vào loại thiết bị cần thử nghiệm và các điều kiện **thử nghiệm tại hiện trường**. Các yêu cầu này chủ yếu được xác định bằng sự thay đổi trở kháng có thể có trong mạch thử nghiệm.

Các đặc tính của nguồn cần phải đủ để cho phép nạp điện dung cho đối tượng thử nghiệm trong một thời gian ngắn hợp lý. Tuy nhiên, đối với cáp đã được lắp đặt quá dài thì đôi khi phải chấp nhận thời gian nạp đến vài phút. Nguồn, kể cả điện dung dự trữ của nguồn, cũng cần phải đủ để cung cấp cho dòng điện rò không có quá độ và dòng điện hấp thụ không có quá độ của đối tượng thử nghiệm.

### 5.4 Đo điện áp thử nghiệm

#### 5.4.1 Đo bằng hệ thống đo được công nhận

Phép đo **giá trị điện áp thử nghiệm** và **biên độ gợn sóng**, nếu cần, cần được thực hiện bằng các **hệ thống đo được công nhận** đã qua các thử nghiệm và kiểm tra qui định ở điều 4. Hơn nữa, hệ thống này phải có **thời gian vận hành** đủ cho thời gian thử nghiệm tại hiện trường. Cần chú ý đến các yêu cầu ở TCVN 6099-2 (IEC 60060-2) về đặc tính đáp tuyến của thiết bị dùng để đo **biên độ gợn sóng**, các quá độ hoặc độ ổn định điện áp.

#### 5.4.2 Các yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là đo **giá trị điện áp thử nghiệm** (trung bình số học) với độ không đảm bảo đo tổng là 5 %. Các giới hạn độ không đảm bảo đo này cũng không được vượt quá **gợn sóng** nếu **hệ số gợn sóng** nhỏ hơn 3 %.

Biên độ **gợn sóng** phải được đo với độ không đảm bảo đo tổng là 10 % biên độ **gợn sóng**.

#### 5.4.3 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của **hệ thống đo** phải không thay đổi quá  $\pm 2\%$  trong dải điện áp sử dụng, dải nhiệt độ và độ ẩm khí quyển, và khe hở không khí cho trong **hồ sơ tính năng**.

CHÚ THÍCH 1: Thiết bị biến đổi dùng cho điện áp một chiều phải có kết cấu để dẫn thẳng tất cả các dòng phóng điện hoặc dòng rò trên bề mặt bên ngoài xuống đất và giữ dòng phóng điện hoặc dòng rò bên trong không đáng kể so với dòng điện của hệ thống đo.

CHÚ THÍCH 2: Để duy trì tỷ số thấp giữa dòng điện rò và dòng điện đo, có thể cần thiết phải có dòng điện của hệ thống đo cao khoảng 0,5 mA tại điện áp danh định.

#### 5.4.4 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 không đảm bảo đo quy định trong 5.4.2 khi điện áp được tăng lên ở tốc độ quy định cho thử nghiệm chịu thử ở 5.6.

CHÚ THÍCH: Nếu bộ phân áp được dùng để đo điện áp gợn sóng thì độ rộng băng tần của nó phải ít nhất bằng năm lần tần số gợn sóng cơ bản.

#### 5.4.5 Đấu nối đến đối tượng thử nghiệm

Việc đấu nối đến đối tượng thử nghiệm từ nguồn thử nghiệm và bộ phân áp phải được thực hiện với dây dẫn có đường kính đủ để tránh phóng điện và quang sáng quá mức. Nối đất đối tượng thử nghiệm cần có kết cấu dây ngắn và vững chắc để tránh chênh lệch điện áp nếu xảy ra phóng điện trong mạch thử nghiệm.

### 5.5 Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo

Phải thực hiện thử nghiệm và kiểm tra theo điều 4 của tiêu chuẩn này.

### 5.6 Qui trình thử nghiệm điện áp chịu thử

Điện áp phải được đặt lên đối tượng thử nghiệm bắt đầu ở một giá trị đủ thấp để ngăn ngừa bất kỳ ảnh hưởng nào của quá điện áp do các quá độ đóng cắt. Điện áp này được tăng đủ chậm để cho phép đọc

được trên dụng cụ đo nhưng không được chậm đến mức gây kéo dài ứng suất không cần thiết trên đối tượng thử nghiệm khi gần đến điện áp thử nghiệm  $U$ . Các yêu cầu này thường được thỏa mãn nếu tốc độ tăng xấp xỉ 2 % điện áp  $U$  mỗi giây khi điện áp đặt cao hơn 75 % của  $U$ . Điện áp này phải được duy trì trong thời gian qui định và sau đó giảm bằng cách phóng điện điện dung của mạch, kể cả của đối tượng thử nghiệm, qua một điện trở thích hợp.

Ban kỹ thuật liên quan phải qui định thời gian thử nghiệm có tính đến thời gian đạt tới phân bố điện áp ở trạng thái ổn định phụ thuộc vào điện trở và điện dung của các thành phần của đối tượng thử nghiệm. Nếu không có qui định nào khác của Ban kỹ thuật liên quan thì thời gian của thử nghiệm chịu điện áp phải là 60 s.

Các yêu cầu của thử nghiệm được coi là thỏa mãn nếu không xảy ra phóng điện đánh thủng.

CHÚ THÍCH: Qui trình thử nghiệm chẩn đoán cần được xác định bởi ban kỹ thuật liên quan.

## **6 Thử nghiệm bằng điện áp xoay chiều**

### **6.1 Yêu cầu chung**

Các qui định của điều này thích hợp với điện áp thử nghiệm cho thử nghiệm chịu thử và thử nghiệm chẩn đoán mô tả trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

### **6.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp xoay chiều**

#### **6.2.1**

**giá trị của điện áp thử nghiệm** (value of the test voltage)

giá trị đỉnh của điện áp chia cho  $\sqrt{2}$

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 15.1.1)

CHÚ THÍCH: Ban kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu phép đo giá trị hiệu dụng của điện áp thử nghiệm thay cho giá trị đỉnh trong các trường hợp giá trị hiệu dụng có thể quan trọng, ví dụ, khi có liên quan đến các hiệu ứng nhiệt.

#### **6.2.2**

**giá trị đỉnh** (peak value)

giá trị lớn nhất của điện áp xoay chiều. Tuy nhiên, phải bỏ qua các dao động cao tần nhỏ, phát sinh từ các phóng điện không đánh thủng

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 15.2, có sửa đổi)

#### **6.2.3**

**giá trị hiệu dụng (r.m.s)** (r.m.s value)

căn bậc hai của giá trị trung bình của bình phương các giá trị điện áp trong phạm vi một chu kỳ hoàn chỉnh của điện áp xoay chiều

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 15.3)



### 6.3 Điện áp thử nghiệm

#### 6.3.1 Dạng sóng của điện áp

Điện áp thử nghiệm phải là điện áp xoay chiều hình sin thường có tần số nằm trong dải từ 10 Hz đến 500 Hz, nếu không có giới hạn nào khác của Ban kỹ thuật liên quan.

Dạng sóng điện áp thử nghiệm phải xấp xỉ hình sin với hai nửa chu kỳ gần giống nhau. Kết quả của thử nghiệm điện áp cao được coi là không bị ảnh hưởng bởi sai lệch nhỏ so với hình sin nếu tỷ số giữa giá trị đỉnh và giá trị hiệu dụng trong phạm vi  $\sqrt{2} \pm 15\%$ .

CHÚ THÍCH: Nếu tỷ số giữa giá trị đỉnh và giá trị hiệu dụng không nằm trong phạm vi  $\sqrt{2} \pm 5\%$  thì phải chứng tỏ rằng đỉnh dương và đỉnh âm không sai khác quá 2%.

#### 6.3.2 Dung sai

Nếu không có qui định nào khác của Ban kỹ thuật liên quan thì **giá trị điện áp thử nghiệm** đo được phải được duy trì trong phạm vi  $\pm 3\%$  mức qui định trong suốt quá trình thử nghiệm. Đối với các khoảng thời gian thử nghiệm dài hơn 60 s thì giá trị điện áp thử nghiệm đo được phải được duy trì trong phạm vi  $\pm 5\%$  mức qui định trong suốt quá trình thử nghiệm.

#### 6.3.3 Tạo điện áp thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm thường được cấp từ máy biến áp tăng áp hoặc mạch cộng hưởng. Mạch cộng hưởng có thể điều chỉnh nhờ cuộn kháng điều chỉnh được hoặc bộ biến đổi tần số.

Điện áp trong mạch thử nghiệm phải đủ ổn định để không bị ảnh hưởng bởi các dòng điện rò khác nhau. Các phóng điện không đánh thủng trên đối tượng thử nghiệm không được làm giảm điện áp thử nghiệm tới mức và đến lúc mà điện áp phóng điện đánh thủng đo được của đối tượng thử nghiệm bị ảnh hưởng đáng kể.

##### 6.3.3.1 Mạch biến áp

Để có điện áp thử nghiệm thực tế không bị ảnh hưởng bởi các dòng điện rò khác nhau thì dòng điện ngắn mạch do máy biến áp cung cấp khi đối tượng thử nghiệm bị ngắn mạch ở điện áp thử nghiệm cần đủ lớn so với dòng điện rò. Trong trường hợp thử nghiệm khô trên **cách điện không tự phục hồi bên ngoài** (cái cách điện, dao cách ly, v.v...) thì yêu cầu dòng điện ngắn mạch không nhỏ hơn 0,1 A (giá trị hiệu dụng).

Điện dung tổng của đối tượng thử nghiệm và điện dung phụ bất kỳ cần đủ để đảm bảo rằng điện áp phóng điện đo được không bị ảnh hưởng bởi phóng điện cục bộ không đánh thủng hoặc tiền phóng điện trên đối tượng thử nghiệm. Giá trị điện dung trong phạm vi từ 0,5 nF đến 1,0 nF thường là đủ.

CHÚ THÍCH: Nếu bất kỳ điện trở bảo vệ nào bên ngoài máy biến áp thử nghiệm không vượt quá 10 k $\Omega$ , điện dung đầu cực hiệu lực của máy biến áp có thể được coi là ghép song song với đối tượng thử nghiệm.

### 6.3.3.2 Mạch cộng hưởng nối tiếp

Mạch cộng hưởng nối tiếp chủ yếu gồm một cuộn cảm mắc nối tiếp với đối tượng thử nghiệm hoặc tải điện dung và nối với nguồn điện trung áp (máy biến áp kích áp). Một cách khác, mạch này có thể gồm một tụ điện mắc nối tiếp với điện cảm của đối tượng thử nghiệm. Bằng cách thay đổi các tham số mạch hoặc tần số nguồn cấp, mạch có thể điều chỉnh được. Khi điều chỉnh, một điện áp lớn hơn đáng kể so với điện áp nguồn và có dạng về cơ bản là hình sin được đặt vào đối tượng thử nghiệm.

Sự ổn định của điều kiện cộng hưởng và điện áp thử nghiệm phụ thuộc vào sự không thay đổi của tần số nguồn và đặc tính của mạch thử nghiệm.

Khi xảy ra phóng điện, nguồn tạo ra một dòng điện tương đối nhỏ hạn chế việc hỏng điện môi của đối tượng thử nghiệm.

Mạch cộng hưởng nối tiếp đặc biệt có ích khi đối tượng thử nghiệm như cáp, tụ điện hoặc hệ thống cách điện bằng khí trong đó dòng điện rò trên **cách điện ngoài** rất nhỏ so với dòng điện điện dung qua đối tượng thử nghiệm hoặc năng lượng hình thành phóng điện đánh thủng là rất nhỏ.

## 6.4 Đo điện áp thử nghiệm

### 6.4.1 Đo bằng các hệ thống đo được công nhận

Việc đo giá trị đỉnh (hoặc giá trị hiệu dụng, nếu yêu cầu) được tiến hành với **hệ thống đo được công nhận** đã qua các thử nghiệm và kiểm tra qui định trong điều 4. Hơn nữa, hệ thống này phải có **thời gian vận hành** đủ cho thời gian thử nghiệm tại hiện trường.

Phép đo phải được thực hiện với đối tượng thử nghiệm được mắc trong mạch thử nghiệm.

**CHÚ THÍCH:** Giá trị điện áp thử nghiệm của đầu ra hoàn toàn hình sin của hệ thống cộng hưởng mắc nối tiếp được xác định chính xác bằng cả đồng hồ đo giá trị trung bình tương ứng và đồng hồ đo giá trị hiệu dụng thực tương ứng, với điều kiện là hệ số thang đo được thiết lập theo các qui định của 4.2.

### 6.4.2 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là đo **giá trị điện áp thử nghiệm** đỉnh với độ không đảm bảo đo là 5 %.

### 6.4.3 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của **hệ thống đo** không được thay đổi quá  $\pm 2\%$  trong dãy điện áp sử dụng, dải nhiệt độ và độ ẩm khí quyển, và khe hở không khí cho trong **hồ sơ tính năng**.

### 6.4.4 Đáp ứng động

Đáp ứng động của **hệ thống đo** được xem là đủ để đo điện áp đỉnh nếu hệ số thang đo là hằng số trong phạm vi  $\pm 2\%$  dải tần sử dụng.

**CHÚ THÍCH:** Cần phải tính đến thành phần hài khi chọn dải tần.

#### 6.4.5 Đấu nối đến đối tượng thử nghiệm

Việc đấu nối đến đối tượng thử nghiệm từ nguồn thử nghiệm và bộ phân áp phải được tiến hành bằng các dây dẫn có đường kính đủ để tránh phóng điện và quang sáng quá mức. Việc nối đất với đối tượng thử nghiệm cần kết cấu dây ngắn và chắc chắn để tránh chênh lệch điện áp nếu xảy ra phóng điện trong mạch thử nghiệm.

### 6.5 Thử nghiệm và kiểm tra hệ thống đo

Thực hiện thử nghiệm và kiểm tra theo điều 4 của tiêu chuẩn này.

### 6.6. Qui trình thử nghiệm điện áp chịu thử

Nếu không có qui định nào khác của ban kỹ thuật liên quan thì phải đặt điện áp lên đối tượng thử nghiệm bắt đầu ở một giá trị đủ thấp để ngăn ngừa bất kỳ ảnh hưởng nào của quá điện áp do các quá độ đóng cắt. Điện áp này được tăng đủ chậm để cho phép đọc được trên dụng cụ đo nhưng không được chậm đến mức gây kéo dài ứng suất không cần thiết trên đối tượng thử nghiệm khi gần đến điện áp thử nghiệm  $U$ . Các yêu cầu này thường được thỏa mãn nếu tốc độ tăng xấp xỉ 2 % điện áp  $U$  mỗi giây khi điện áp đặt cao hơn 75 % của  $U$ . Điện áp này phải được duy trì trong thời gian qui định và sau đó giảm nhanh, nhưng không đột ngột vì có thể tạo ra quá độ đóng cắt gây hỏng hóc hay ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm.

Ban kỹ thuật liên quan phải qui định thời gian thử nghiệm; nếu không qui định thì thời gian của thử nghiệm chịu thử là 60 s. Các yêu cầu của thử nghiệm được đáp ứng nếu không xảy ra phóng điện đánh thủng.

CHÚ THÍCH: Qui trình thử nghiệm chẩn đoán cần được xác định bởi ban kỹ thuật liên quan.

## 7 Thử nghiệm bằng điện áp xung sét

### 7.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu của điều này thích hợp với điện áp thử nghiệm cho thử nghiệm chịu thử và thử nghiệm chẩn đoán như mô tả trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

### 7.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp xung sét

Các định nghĩa này áp dụng cho **điện áp xung** theo chu kỳ và không theo chu kỳ. Cả hai loại **điện áp xung** này đều có thể áp dụng cho thử nghiệm điện áp cao tại hiện trường.

#### 7.2.1

**điện áp xung sét toàn sóng** (full lightning impulse voltage)

điện áp xung sét không bị gián đoạn bởi phóng điện đánh thủng  
(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 18.1.1)

**7.2.2**

**điện áp xung sét không theo chu kỳ** (aperiodic lightning impulse voltage)

điện áp xung tăng nhanh đến giá trị đỉnh và sau đó giảm chậm hơn không theo chu kỳ về "không". Xem hình 1.

CHÚ THÍCH: **Điện áp xung sét** tiêu chuẩn 1,2/50 xác định trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1) là một ví dụ về **điện áp xung** không theo chu kỳ.

**7.2.3**

**điện áp xung sét theo chu kỳ** (oscillating lightning impulse voltage)

**điện áp xung** tăng nhanh đến giá trị đỉnh và sau đó giảm về "không" có dao động tắt dần với tần số từ 15 kHz đến 400 kHz có hoặc không thay đổi cực tính . Điện áp này được đặc trưng bởi đường cong bao quanh và tần số của dạng chu kỳ. Xem hình 2.

**7.2.4**

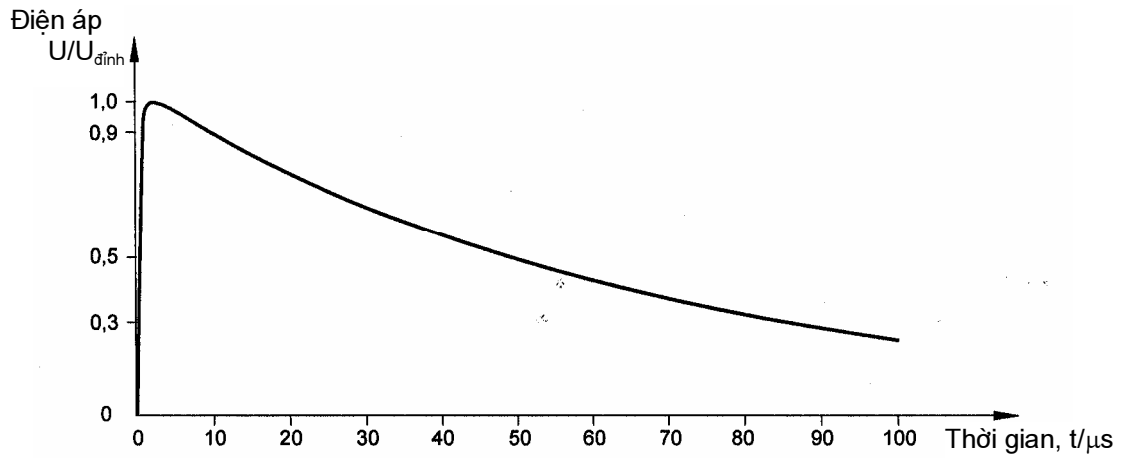
**giá trị điện áp thử nghiệm** (value of the test voltage)

giá trị đỉnh

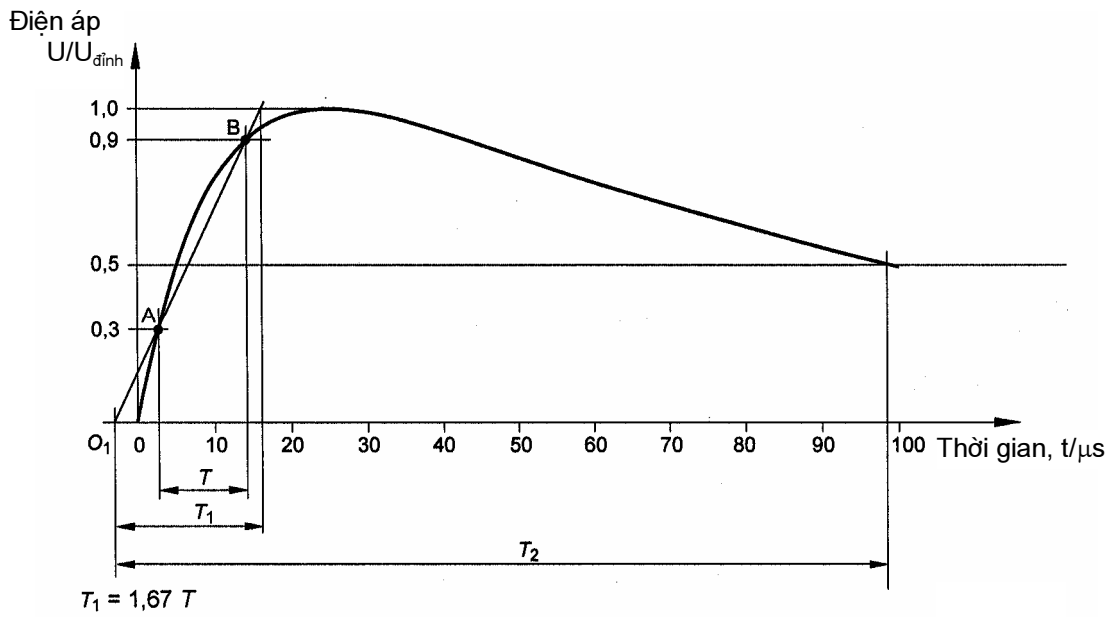
(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 18.1.3)

trong trường hợp phóng điện đánh thủng ở đầu sóng thì giá trị điện áp thử nghiệm là giá trị đỉnh kỳ vọng

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp dao động xếp chồng thì giá trị đỉnh cần được tính theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

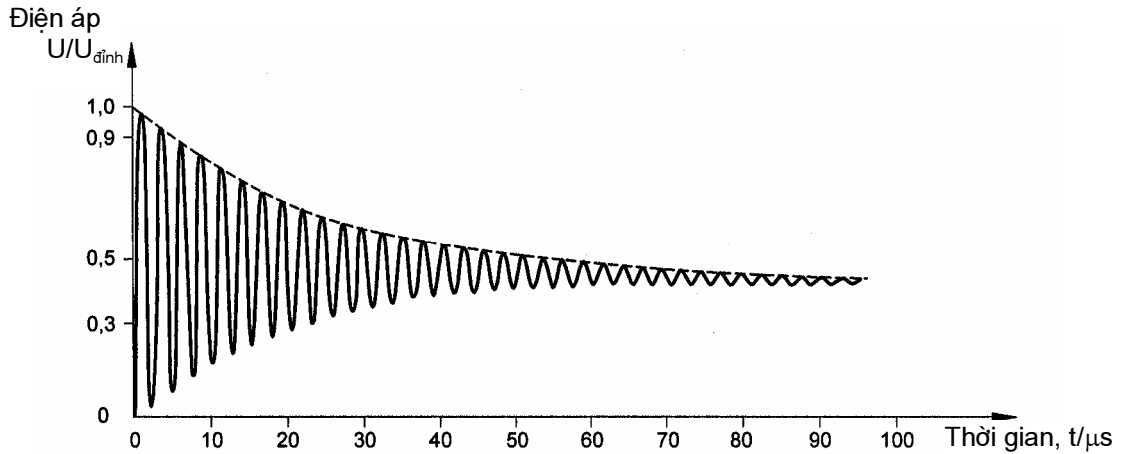


a)  $T_1/T_2 = 0,8/50 \mu s$

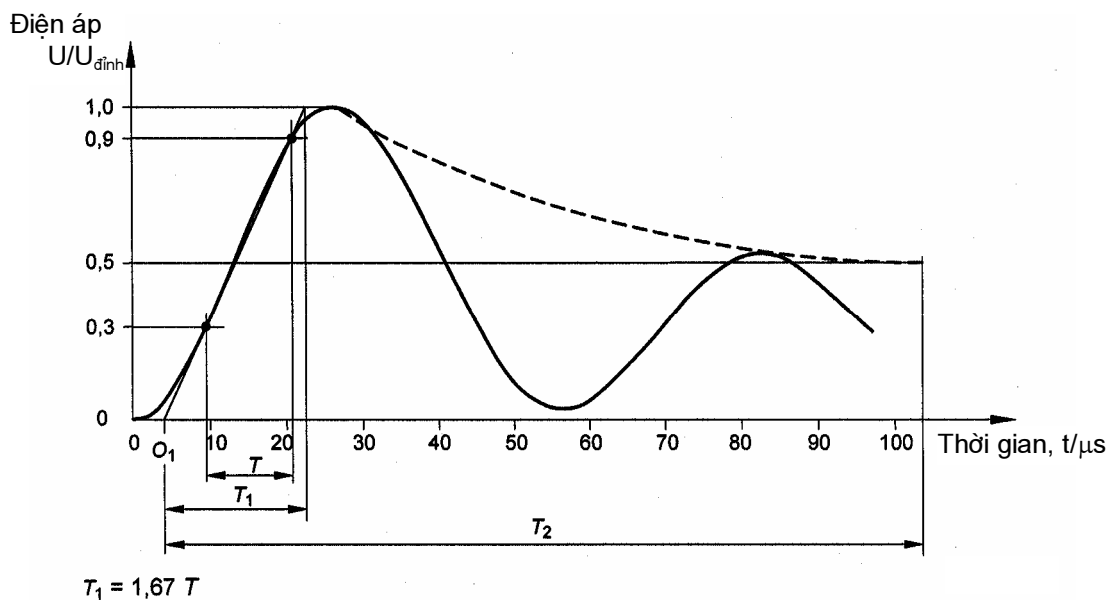


b)  $T_1/T_2 = 20/100 \mu s$

Hình 1 – Xung sét không theo chu kỳ



a)  $T_1/T_2 = 0,8/50 \mu\text{s}$ , 370 kHz



b)  $T_1/T_2 = 20/100 \mu\text{s}$ , 16 kHz

Hình 2 – Xung sét theo chu kỳ

### 7.2.5

thời gian đầu sóng (front time)

$T_1$

tham số giả định cho cả hai loại **điện áp xung sét** được xác định bằng 1,67 lần khoảng thời gian  $T$  giữa các thời điểm khi **xung** là 30 % và 90 % của giá trị đỉnh

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 18.1.4)

### 7.2.6

**điểm gốc giả định** (virtual origin)

$O_1$

trước thời điểm khi **điện áp xung** đạt đến 30 % giá trị đỉnh (xem hình 1 và 2) tại bằng  $0,3 T_1$ . Đối với thang thời gian tuyến tính, điểm gốc giả định là giao điểm giữa trục thời gian và đường thẳng qua điểm 30 % và điểm 90 % giá trị đỉnh

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 18.1.5, có sửa đổi)

### 7.2.7

**thời gian tới nửa giá trị** (time-to-half-value)

$T_2$

tham số giả định của **điện áp xung sét không theo chu kỳ** được xác định bằng khoảng thời gian giữa điểm gốc giả định  $O_1$  và thời điểm khi điện áp đã giảm tới nửa giá trị đỉnh

Thời gian tới nửa giá trị của **điện áp xung sét không theo chu kỳ** là tham số giả định được xác định là thời gian giữa điểm gốc giả định  $O_1$  và thời gian khi đường bao điện áp theo chu kỳ giảm xuống nửa giá trị đỉnh.

## 7.3 Điện áp thử nghiệm

### 7.3.1 Điện áp xung sét đầy đủ

**Điện áp xung** phải có thời gian đầu sóng  $T_1$  trong phạm vi từ  $0,8 \mu s$  đến  $20 \mu s$  và thời gian đến nửa giá trị  $T_2$  trong phạm vi từ  $40 \mu s$  đến  $100 \mu s$ .

CHÚ THÍCH: Dao động xếp chồng đối với **điện áp xung không theo chu kỳ** không được vượt quá 5 % giá trị đỉnh.

### 7.3.2 Dung sai

**Giá trị điện áp thử nghiệm** đo được phải nằm trong phạm vi  $\pm 5 \%$  giá trị qui định trừ khi có qui định khác của ban kỹ thuật liên quan.

CHÚ THÍCH: Giới hạn đối với tham số thời gian chấp nhận được nêu trong 7.3.1.

### 7.3.3 Tạo điện áp thử nghiệm

**Xung sét** thường được tạo ra bởi máy phát xung gồm có số lượng đáng kể các tụ điện được nạp song song từ nguồn điện áp một chiều và sau đó phóng điện nối tiếp vào mạch điện có đối tượng thử nghiệm. Để tạo **xung không theo chu kỳ** thì mạch điện chứa tải điện trở và điện dung. Để tạo **xung sét theo chu kỳ** thì mạch điện chứa tải điện cảm, ví dụ như cuộn cảm được đóng cắt giữa máy phát và tải điện dung. Đối với cùng một máy phát, mạch dao động cho phép tạo xung theo chu kỳ có giá trị đỉnh bằng khoảng hai lần giá trị đỉnh của xung không theo chu kỳ.

## 7.4 Đo điện áp thử nghiệm và xác định dạng điện áp xung

### 7.4.1 Đo bằng hệ thống đo được công nhận

Việc đo giá trị đỉnh, tham số thời gian và dao động của điện áp thử nghiệm phải được thực hiện bằng **hệ thống đo được công nhận** đã qua các thử nghiệm và kiểm tra qui định trong điều 4. Hơn nữa, hệ thống đo phải có **tốc độ đặt lớn nhất** đủ để đặt số lần thử nghiệm khi thử nghiệm tại hiện trường.

Phải tiến hành đo với đối tượng thử nghiệm ở trong mạch điện và, nói chung, dạng xung cần được kiểm tra với từng đối tượng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Xác định dạng xung bằng cách tính toán từ các tham số mạch điện thử nghiệm không được xem là thỏa mãn.

### 7.4.2 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung như sau:

- đo giá trị đỉnh của **điện áp xung sét đầy đủ** với độ không đảm bảo đo 5 %;
- đo các tham số thời gian của cả hai loại **điện áp xung** và tần số của **điện áp xung theo chu kỳ** xác định dạng sóng có độ không đảm bảo đo là 10 %;
- đo dao động xếp chồng để đảm bảo rằng chúng không vượt quá mức  $\pm 5$  %.

### 7.4.3 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của hệ thống đo không được thay đổi quá  $\pm 2$  % đối với dải nhiệt độ khí quyển và khe hở không khí cho trong **hồ sơ tính năng**.

### 7.4.4 Đáp ứng động

Đáp ứng động của **hệ thống đo** là đủ đối với phép đo điện áp đỉnh và tham số thời gian trong phạm vi dạng sóng qui định trong **hồ sơ tính năng** khi:

- hệ số thang đo là hằng số trong phạm vi sai số  $\pm 2$  % đối với **điện áp xung sét đầy đủ** trong phạm vi thời gian đầu sóng qui định và
- độ không đảm bảo đo của tham số thời gian đo bằng hệ thống trong phạm vi 10 %.

### 7.4.5 Đấu nối đến đối tượng thử nghiệm

Thiết bị biến đổi phải được nối trực tiếp với các đầu nối của đối tượng thử nghiệm.

## 7.5 Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo

### 7.5.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm và kiểm tra phải được thực hiện theo điều 4 của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Nên kiểm tra đáp ứng động bằng **hồ sơ chuẩn**.



### 7.5.2 Kiểm tra nhiễu

Kiểm tra nhiễu phải được thử nghiệm ở hiện trường trên từng **hệ thống đo** (điện áp hoặc dòng điện) với đầu nối vào của cáp hoặc hệ thống truyền dẫn khác nối tắt mà không thay đổi đầu nối đất của cáp hoặc hệ thống truyền dẫn. Điều kiện nhiễu tại đầu vào của **hệ thống đo điện áp** phải được tạo ra bằng cách phát điện áp thử nghiệm lớn nhất. Ghi lại giá trị đầu ra. Biên độ của nhiễu đo được phải nhỏ hơn 2 % giá trị đầu ra của **hệ thống đo** khi đo điện áp.

Cho phép nhiễu lớn hơn 2 % với điều kiện là điều này không ảnh hưởng đến phép đo.

## 7.6 Quy trình thử nghiệm điện áp chịu thử

Quy trình thử nghiệm khuyến cáo tùy thuộc vào bản chất của đối tượng thử nghiệm như qui định ở 3.4.

CHÚ THÍCH: Quy trình đối với thử nghiệm chẩn đoán cần được xác định bởi ban kỹ thuật liên quan.

### 7.6.1 Thử nghiệm điện áp chịu thử: Qui trình A

Đặt lên đối tượng thử nghiệm ba **điện áp xung** có dạng và cực tính qui định ở mức điện áp danh định. Yêu cầu của thử nghiệm được thỏa mãn nếu không cho thấy có dấu hiệu hỏng khi sử dụng các phương pháp phát hiện do Ban kỹ thuật liên quan qui định.

CHÚ THÍCH: Quy trình này được khuyến cáo đối với các thử nghiệm trên cách điện giảm chất lượng hoặc **cách điện không tự phục hồi**.

### 7.6.2 Thử nghiệm điện áp chịu thử: Qui trình B

Đặt lên đối tượng thử nghiệm mười lăm **điện áp xung** có dạng và cực tính qui định, ở mức điện áp chịu thử. Yêu cầu của thử nghiệm được thỏa mãn nếu xuất hiện không quá hai phóng điện đánh thủng trên phần tự phục hồi của cách điện và nếu không có dấu hiệu hỏng trên cách điện không tự phục hồi khi sử dụng các phương pháp phát hiện do Ban kỹ thuật liên quan qui định.

CHÚ THÍCH: Việc phát hiện sự cố đang được xem xét trong xuất bản tiếp theo của IEC 60060-1.

### 7.6.3 Thử nghiệm điện áp chịu thử khác

Ban kỹ thuật liên quan có thể xác định thử nghiệm điện áp chịu thử cụ thể và tiêu chí chấp nhận cho các thiết bị liên quan nếu cần thiết.

## 8 Thử nghiệm bằng điện áp xung đóng cắt

### 8.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu ở điều này thích hợp với điện áp thử nghiệm cho thử nghiệm chịu thử và thử nghiệm chẩn đoán như mô tả ở TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

## 8.2 Định nghĩa đối với các thử nghiệm điện áp xung đóng cắt

Các định nghĩa này áp dụng cho **điện áp xung** không theo chu kỳ và **điện áp xung** theo chu kỳ. Cả hai loại **điện áp xung** có thể được áp dụng cho thử nghiệm điện áp cao tại hiện trường.

### 8.2.1

**điện áp xung đóng cắt không theo chu kỳ** (aperiodic switching impulse voltage)

**điện áp xung đóng cắt** được định nghĩa trong 3.3, tăng nhanh đến giá trị đỉnh và sau đó giảm không theo chu kỳ chậm hơn về "không". Xem hình 3.

CHÚ THÍCH: **Điện áp xung đóng cắt** tiêu chuẩn 250/2 500 xác định trong TCVN 6099-1 (60060-1) là ví dụ về **điện áp xung không theo chu kỳ**.

### 8.2.2

**điện áp xung đóng cắt theo chu kỳ** (oscillating switching impulse voltage)

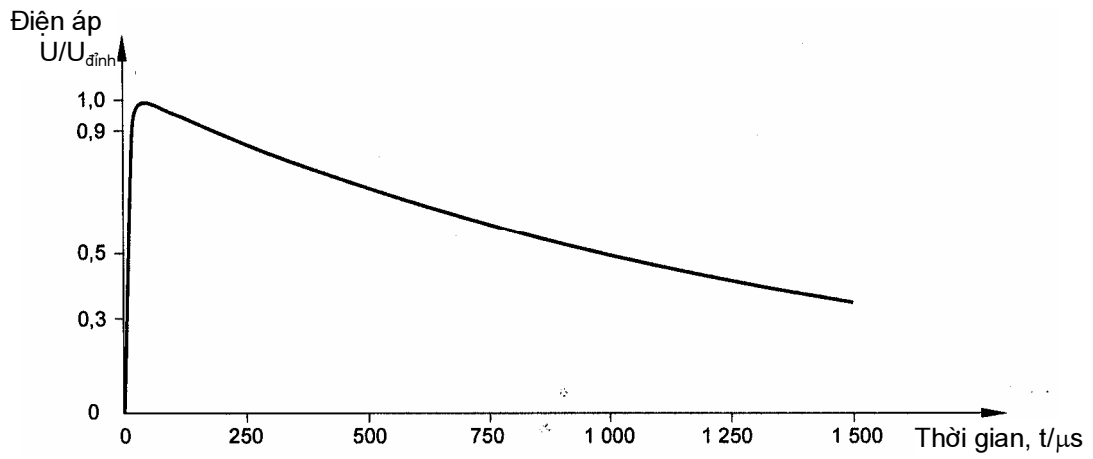
**điện áp xung đóng cắt**, như định nghĩa trong 3.3, tăng nhanh đến giá trị đỉnh và sau đó giảm về "không" với dao động tắt dần và tần số từ 1 kHz đến 15 kHz có hoặc không đảo cực tính. Điện áp này được đặc trưng bởi đường cong bao quanh và tần số dao động. Xem hình 4.

### 8.2.3

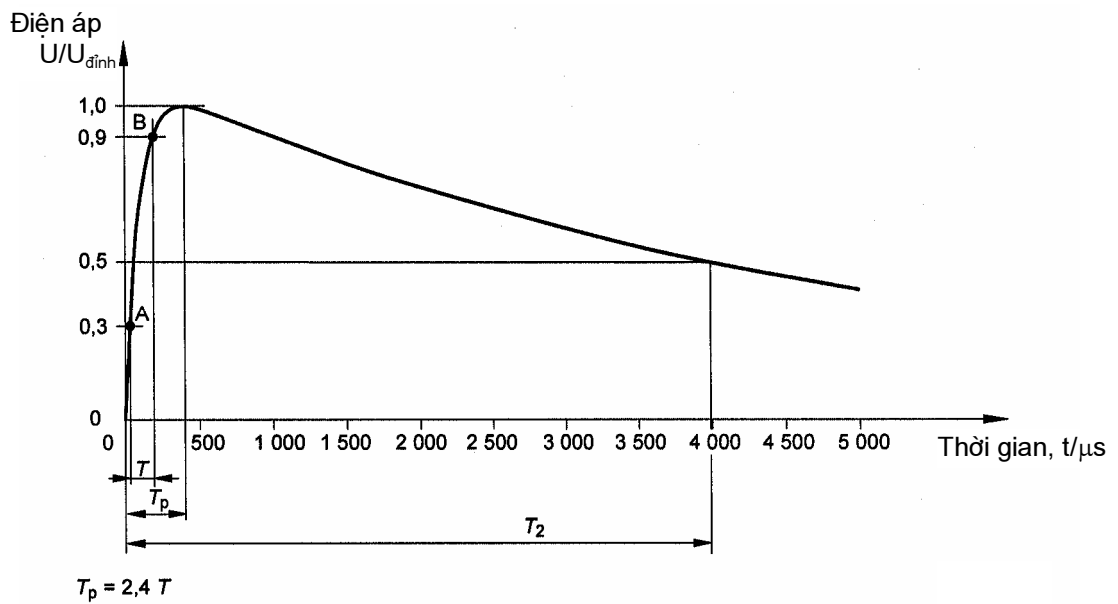
**giá trị của điện áp thử nghiệm** (value of the test voltage)

giá trị đỉnh

Trong trường hợp phóng điện đánh thủng ở đầu sóng thì giá trị này là giá trị đỉnh kỳ vọng.

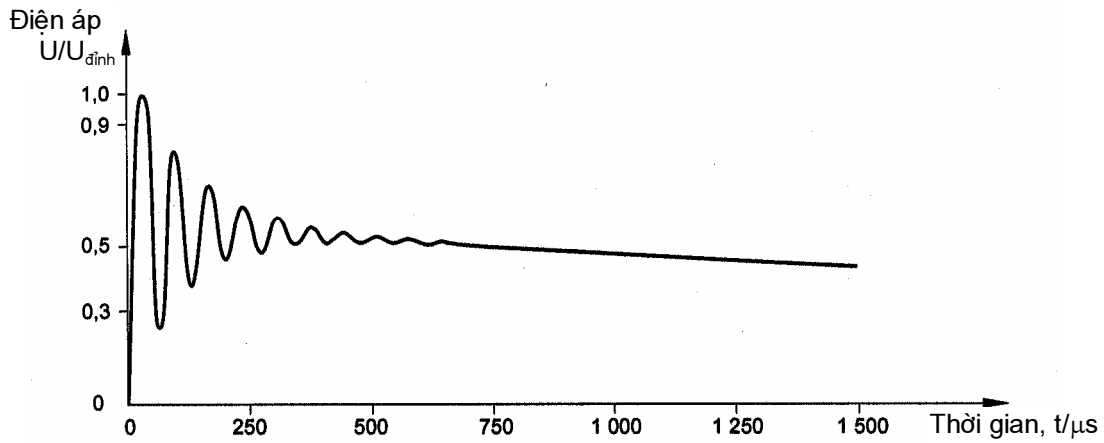


a)  $T_p/T_2 = 20/1\ 000\ \mu\text{s}$

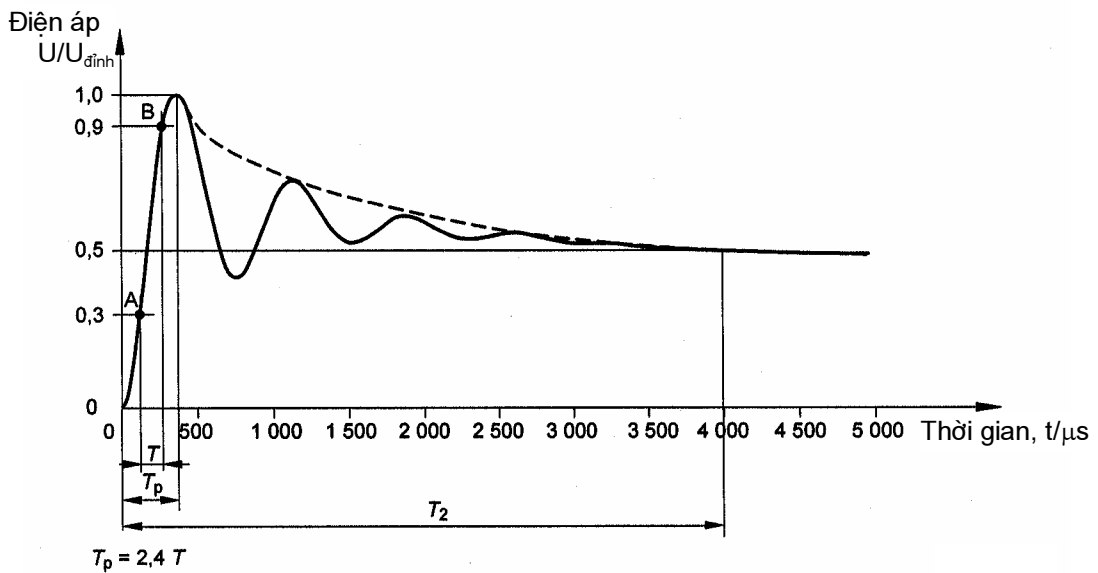


b)  $T_p/T_2 = 400/4\ 000\ \mu\text{s}$

Hình 3 – Xung đóng cắt không theo chu kỳ



a)  $T_p/T_2 = 20/1\ 000\ \mu\text{s}$ , 15 kHz



b)  $T_p/T_2 = 400/4\ 000\ \mu\text{s}$ , 1 kHz

Hình 4 – Xung đóng cắt theo chu kỳ

#### 8.2.4

thời gian tới đỉnh (time-to peak)

$T_p$

thời gian giữa điểm gốc thực và thời điểm khi **điện áp xung** đạt tới giá trị đỉnh của nó, được xác định là 2,4 lần thời gian T giữa thời điểm khi **điện áp xung** là 30 % và 90 % giá trị đỉnh

### 8.2.5

**thời gian tới nửa giá trị** (time-to-half-value)

$T_2$

đối với **điện áp xung đóng cắt không theo chu kỳ**, tham số được xác định là thời gian giữa điểm gốc thực và thời điểm khi điện áp lần đầu tiên giảm tới nửa giá trị.

Đối với **điện áp xung đóng cắt theo chu kỳ**, tham số được xác định là thời gian giữa điểm gốc thực và thời điểm khi đường bao của **điện áp xung đóng cắt theo chu kỳ** giảm tới nửa giá trị

### 8.2.6

**tần số điện áp xung theo chu kỳ** (frequency of an oscillating impulse voltage)

nghịch đảo của hiệu thời gian giữa hai giá trị đỉnh liên tiếp

## 8.3 Điện áp thử nghiệm

### 8.3.1 Điện áp xung đóng cắt

**Điện áp xung** có thời gian tới đỉnh  $T_p$  từ 20  $\mu\text{s}$  đến 400  $\mu\text{s}$  và thời gian tới nửa giá trị  $T_2$  từ 1 000  $\mu\text{s}$  đến 4 000  $\mu\text{s}$ .

### 8.3.2 Dung sai

**Giá trị điện áp thử nghiệm** đo được phải nằm trong phạm vi sai số  $\pm 5\%$  giá trị qui định trừ khi có qui định khác của ban kỹ thuật liên quan.

CHÚ THÍCH: Giới hạn đối với tham số thời gian chấp nhận được cho trong 8.3.1.

### 8.3.3 Tạo điện áp thử nghiệm

**Điện áp xung đóng cắt** thường được tạo ra bởi máy phát xung bao gồm số lượng đáng kể các tụ điện được nạp song song từ nguồn điện áp một chiều và sau đó phóng điện nối tiếp vào mạch điện có đối tượng thử nghiệm. Đối với việc tạo **điện áp xung không theo chu kỳ** thì mạch điện chứa tải điện trở và điện dung. Đối với việc tạo **điện áp xung đóng cắt theo chu kỳ** thì mạch điện chứa tải điện cảm, ví dụ như cuộn cảm được đóng cắt giữa máy phát và tải điện dung. Đối với cùng một máy phát mạch dao động cho phép tạo **điện áp xung đóng cắt theo chu kỳ** có giá trị đỉnh bằng khoảng hai lần xung không theo chu kỳ.

**Điện áp xung đóng cắt** cũng có thể được tạo bởi việc đặt điện áp xung vào cuộn dây điện áp thấp của máy biến áp thử nghiệm.

## 8.4 Đo điện áp thử nghiệm và xác định dạng xung

### 8.4.1 Đo bằng hệ thống đo được công nhận

Giá trị đỉnh, tham số thời gian và tần số của điện áp thử nghiệm phải được đo bằng **hệ thống đo được công nhận** đã qua các thử nghiệm và kiểm tra qui định ở điều 4. Hơn nữa, hệ thống đo phải có **tốc độ đặt lớn nhất** đủ để đặt số lần thử nghiệm khi thử nghiệm tại hiện trường.

Phải tiến hành đo với đối tượng thử nghiệm ở trong mạch điện và, nói chung, dạng **điện áp xung** cần được kiểm tra với từng đối tượng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Xác định dạng **điện áp xung** bằng cách tính toán từ các tham số mạch điện thử nghiệm không được xem là thỏa mãn.

### 8.4.2 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung như dưới đây:

- đo giá trị đỉnh của **điện áp xung đóng cắt** với độ không đảm bảo đo 5 %;
- đo tham số thời gian của cả hai loại **điện áp xung** và tần số của **điện áp xung** theo chu kỳ xác định dạng sóng với độ không đảm bảo đo 10 %.

### 8.4.3 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của hệ thống đo không được sai lệch quá  $\pm 2$  % trong phạm vi nhiệt độ khí quyển và khe hở không khí cho trong **hồ sơ tính năng**.

### 8.4.4 Đáp ứng động

Đáp ứng động của **hệ thống đo** phù hợp để đo điện áp đỉnh và tham số thời gian trong vùng dạng sóng qui định trong **hồ sơ tính năng** khi:

- hệ số thang đo không đổi trong phạm vi  $\pm 2$  % đối với **điện áp xung đóng cắt** trong vùng thời gian tới đỉnh qui định, và
- độ không đảm bảo đo của tham số thời gian đo bằng hệ thống trong phạm vi 10 %.

### 8.4.5 Đấu nối đến đối tượng thử nghiệm

Thiết bị biến đổi phải được nối trực tiếp đến đầu nối của đối tượng thử nghiệm.

## 8.5 Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo

### 8.5.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm và kiểm tra phải được tiến hành theo điều 4 của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Nên kiểm tra đáp ứng động bằng **hồ sơ chuẩn**.

### 8.5.2 Kiểm tra nhiễu

Kiểm tra nhiễu phải được thử nghiệm ở hiện trường trên từng **hệ thống đo** (điện áp hoặc dòng điện) với đầu nối vào của cáp hoặc hệ thống truyền dẫn khác nối tắt mà không thay đổi đầu nối đất của cáp hoặc hệ thống truyền dẫn. Điều kiện nhiễu tại đầu vào của **hệ thống đo điện áp** phải được tạo ra bằng cách phát điện áp thử nghiệm lớn nhất. Ghi lại giá trị ra. Biên độ của nhiễu đo được phải nhỏ hơn 2 % giá trị đầu ra của **hệ thống đo** khi đo điện áp. Cho phép nhiễu lớn hơn 2 % với điều kiện là điều này không ảnh hưởng đến phép đo.

## 8.6 Qui trình thử nghiệm điện áp chịu thử

Qui trình thử nghiệm khuyến cáo tùy thuộc vào bản chất của đối tượng thử nghiệm như qui định ở 3.8.

CHÚ THÍCH: Việc chỉ ra sự cố đang được xem xét trong bản xuất bản tiếp theo của IEC 60060-1.

### 8.6.1 Thử nghiệm điện áp chịu thử: Qui trình A

Đặt lên đối tượng thử nghiệm ba **điện áp xung** có hình dạng và cực tính qui định ở mức điện áp danh định. Yêu cầu của thử nghiệm được thỏa mãn nếu không cho thấy có dấu hiệu hỏng khi sử dụng các phương pháp phát hiện do Ban kỹ thuật liên quan qui định.

CHÚ THÍCH: Qui trình này được khuyến cáo đối với các thử nghiệm trên cách điện giảm chất lượng hoặc **cách điện không tự phục hồi**.

### 8.6.2 Thử nghiệm điện áp chịu thử: Qui trình B

Đặt lên đối tượng thử nghiệm mười lăm **điện áp xung** có hình dạng và cực tính qui định, ở mức điện áp chịu thử. Yêu cầu của thử nghiệm được thỏa mãn nếu xuất hiện không quá hai phóng điện đánh thủng trên phần tự phục hồi của cách điện và nếu không phát hiện được dấu hiệu hỏng trên cách điện không tự phục hồi khi sử dụng các phương pháp phát hiện do Ban kỹ thuật liên quan qui định.

CHÚ THÍCH: Việc phát hiện sự cố đang được xem xét trong xuất bản tiếp theo của IEC 60060-1.

### 8.6.3 Thử nghiệm điện áp chịu thử khác

Ban kỹ thuật liên quan có thể xác định thử nghiệm điện áp chịu thử cụ thể và tiêu chí chấp nhận cho các thiết bị liên quan nếu cần thiết.

## 9 Thử nghiệm bằng điện áp tần số rất thấp

### 9.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu ở điều này thích hợp với thử nghiệm đặc biệt.

## 9.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp tần số rất thấp

### 9.2.1

**điện áp tần số rất thấp** (VLF) (very low frequency (VLF) voltage)

điện áp xoay chiều tần số rất thấp có dạng sóng ở giữa dạng hình chữ nhật và hình sin

### 9.2.2

**giá trị điện áp thử nghiệm** (value of the test voltage)

**giá trị đỉnh** của điện áp VLF

CHÚ THÍCH: Ban kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu đo **giá trị hiệu dụng điện áp thử nghiệm** thay cho giá trị đỉnh trong trường hợp giá trị hiệu dụng có thể đáng kể, ví dụ, khi hiệu ứng vật lý ở cách điện phụ thuộc vào giá trị hiệu dụng.

### 9.2.3

**giá trị đỉnh** (peak value)

giá trị lớn nhất của điện áp VLF bất kể dao động cao tần nhỏ

### 9.2.4

**giá trị hiệu dụng** (r.m.s value)

căn bậc hai giá trị trung bình của bình phương các giá trị điện áp trong chu kỳ trọn vẹn của điện áp xoay chiều

(TCVN 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), thuật ngữ 15.3)

CHÚ THÍCH 1: Với sóng hoàn toàn là hình sin, giá trị hiệu dụng là giá trị đỉnh chia cho căn bậc hai của 2.

CHÚ THÍCH 2: Với sóng hoàn toàn là hình chữ nhật, giá trị hiệu dụng bằng giá trị đỉnh.

## 9.3 Điện áp thử nghiệm

### 9.3.1 Dạng sóng điện áp

Điện áp thử nghiệm nên là điện áp xoay chiều có tần số từ 0,01 Hz đến 1 Hz.

CHÚ THÍCH: Với dải tần rộng, ban kỹ thuật liên quan cần qui định dải tần tùy thuộc vào hiệu ứng vật lý ở đối tượng thử nghiệm, thời gian thử nghiệm và giá trị điện áp.

Dạng điện áp VLF hình sin phải xấp xỉ hình sin ở cả hai nửa chu kỳ gần như nhau. Kết quả của thử nghiệm điện áp cao được xem là không bị ảnh hưởng bởi sai lệch nhỏ khỏi hình sin nếu tỷ số giữa giá trị đỉnh và **giá trị hiệu dụng** trong phạm vi  $\sqrt{2} \pm 5\%$ .

CHÚ THÍCH: Nếu tỷ số giữa giá trị đỉnh và **giá trị hiệu dụng** không nằm trong phạm vi  $\sqrt{2} \pm 5\%$  thì cần phải chứng minh rằng đỉnh dương và đỉnh âm không chênh lệch quá 2%.



Dạng sóng điện áp **VLF** hình chữ nhật phải xấp xỉ sóng hình chữ nhật với hai nửa chu kỳ gần như nhau. Thay đổi cực tính phải được điều chỉnh để tránh quá điện áp do quá độ gây ra. Tỷ số giữa giá trị đỉnh và **giá trị hiệu dụng** phải trong phạm vi  $1,0 \pm 5 \%$ .

### 9.3.2 Dung sai

**Giá trị điện áp thử nghiệm** đo được phải nằm trong phạm vi sai số  $\pm 5 \%$  giá trị qui định trừ khi có qui định khác của ban kỹ thuật liên quan.

### 9.3.3 Tạo điện áp thử nghiệm

Tạo điện áp **VLF hình sin** đạt được, ví dụ, bằng cách khống chế việc nạp điện dung vào đối tượng thử nghiệm từ nguồn dương và âm. Các điện trở điều chỉnh được phóng điện vào đối tượng thử nghiệm tương ứng.

Tạo điện áp **VLF hình chữ nhật** cũng đạt được, ví dụ, dựa vào nguồn điện áp cao một chiều. Phát hiện đảo cực tính bằng chỉnh lưu đóng cắt được nối với mạch điện dao động có chứa điện cảm và điện dung của tụ điện dự trữ và đối tượng thử nghiệm.

Các yêu cầu được đáp ứng nhờ nguồn điện áp phụ thuộc đáng kể vào loại thiết bị cần thử nghiệm và ở điều kiện thử nghiệm tại hiện trường. Các yêu cầu này được xác định chủ yếu bằng giá trị và bản chất của dòng điện thử nghiệm cung cấp. Cần chọn nguồn có các đặc tính để đạt được điện áp danh định trên đối tượng thử nghiệm. Nguồn, kể cả điện dung dự trữ, cần đủ để cấp cho dòng điện rò và hấp thụ và dòng phóng điện không đánh thủng bên ngoài và bên trong mà không có điện áp rơi vượt quá 15 %.

## 9.4 Đo điện áp thử nghiệm

### 9.4.1 Đo bằng hệ thống đo được công nhận

Việc đo điện áp thử nghiệm phải được thực hiện bằng **hệ thống đo được công nhận** đã qua các thử nghiệm và kiểm tra qui định trong điều 4. Hơn nữa, hệ thống đo phải có **thời gian vận hành** đủ cho thời gian thử nghiệm tại hiện trường.

Phải tiến hành đo với đối tượng thử nghiệm ở trong mạch điện.

### 9.4.2 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung là đo **giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm** với độ không đảm bảo đo tổng là 5 %.

### 9.4.3 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của hệ thống đo không được thay đổi quá  $\pm 2 \%$  đối với dải nhiệt độ khí quyển, độ ẩm và khe hở không khí cho trong **hồ sơ tính năng**.

#### 9.4.4 Đáp ứng động

Thời gian đáp ứng  $T_N$  của **hệ thống đo được công nhận** không được lớn hơn 0,5 ms. Đáp ứng động của **hệ thống đo** được xem là đủ nếu hệ số thang đo là hằng số trong phạm vi  $\pm 2 \%$  trong khoảng từ 0,5 đến 2 lần tần số của điện áp VLF.

#### 9.4.5 Đấu nối đến đối tượng thử nghiệm

Thiết bị biến đổi phải được nối trực tiếp đến các đầu nối của đối tượng thử nghiệm.

### 9.5 Thử nghiệm và kiểm tra trên hệ thống đo

Thử nghiệm và kiểm tra phải được thực hiện theo điều 4 của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Hệ thống đo được công nhận với điện áp một chiều và xoay chiều cho thấy có đáp ứng tần số phẳng (trong phạm vi  $\pm 2 \%$ ) trong khoảng tần số một chiều và tần số công nghiệp được xem là hệ thống đo được công nhận đối với điện áp VLF.

### 9.6 Qui trình thử nghiệm

Qui trình thử nghiệm nên được qui định bởi ban kỹ thuật liên quan về dạng sóng, tần số thử nghiệm, **giá trị điện áp thử nghiệm** và **thời gian thử nghiệm**.

## 10 Thử nghiệm bằng điện áp xoay chiều có làm nhụt

### 10.1 Yêu cầu chung

Yêu cầu của điều này thích hợp với thử nghiệm đặc biệt.

### 10.2 Định nghĩa đối với thử nghiệm điện áp xoay chiều có làm nhụt

#### 10.2.1

**điện áp xoay chiều có làm nhụt** (damped alternating voltage)

bắt đầu từ mức điện áp nạp (âm hoặc dương) và có dao động hình sin tắt dần quanh mức "không". Điện áp này được đặc trưng bởi giá trị đỉnh, **tần số mạch điện** và **hệ số làm nhụt**. Xem hình 5.

#### 10.2.2

**giá trị điện áp thử nghiệm** (value of the test voltage)

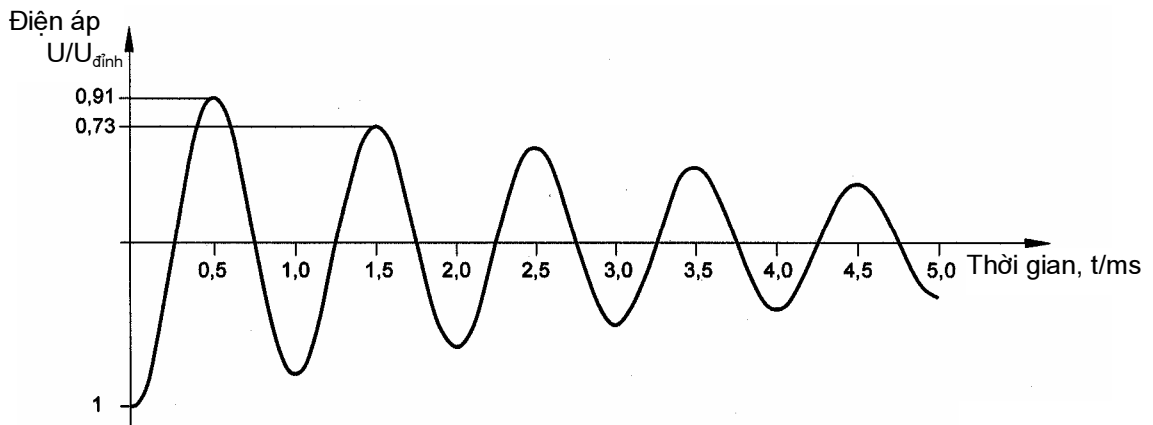
giá trị đỉnh

#### 10.2.3

**giá trị đỉnh** (peak value)

$U_p$

điện áp lớn nhất đặt lên đối tượng thử nghiệm bằng với điện áp nạp



Hình 5 – Điện áp xoay chiều có làm nhụt ( $f_r = 1 \text{ kHz}$ ,  $D_f = 0,2$ )

### 10.2.4

**tần số mạch điện** (circuit frequency)

$f_r$

hàm số nghịch đảo của thời gian giữa hai đỉnh liên tiếp của cùng một cực tính

### 10.2.5

**hệ số làm nhụt** (damping factor)

$D_f$

hiệu điện áp giữa đỉnh thứ nhất và đỉnh thứ hai của cùng một cực tính, chia cho giá trị điện áp của đỉnh thứ nhất

## 10.3 Thử nghiệm điện áp

### 10.3.1 Dạng sóng điện áp

Điện áp xoay chiều có làm nhụt được đặc trưng bởi **tần số mạch điện** từ 20 Hz đến 1 000 Hz và **hệ số làm nhụt** thông thường trong phạm vi đến 40 %.

### 10.3.2 Dung sai

**Giá trị điện áp thử nghiệm** đo được phải trong phạm vi  $\pm 5 \%$  giá trị qui định trừ khi có qui định khác của ban kỹ thuật liên quan.

CHÚ THÍCH: Giới hạn đối với **tần số mạch điện** chấp nhận được và **hệ số làm nhụt** được nêu ở 10.3.1, không được có thêm dung sai khác.

### 10.3.3 Tạo điện áp thử nghiệm

Điện áp xoay chiều có làm nhụt được tạo bằng cách cho điện tích nạp trong điện dung của đối tượng thử nghiệm phóng qua một điện cảm thích hợp. Mạch điện thử nghiệm về cơ bản bao gồm nguồn điện áp một chiều HV, cuộn cảm, tụ điện và công tắc thích hợp. Khi đạt đến điện áp nạp, công tắc sẽ đóng lại tạo ra trên đối tượng thử nghiệm điện áp xoay chiều có làm nhụt.

## TCVN 6099-3 : 2007

Tần số mạch điện được xác định bởi giá trị điện cảm và điện dung. Để giảm ảnh hưởng của điện dung của đối tượng thử nghiệm ở tần số mạch điện, có thể cần nối một tụ điện dự trữ bổ sung song song với đối tượng thử nghiệm. Hệ số làm nhụt phụ thuộc vào đặc trưng của mạch điện thử nghiệm và đối tượng thử nghiệm.

### 10.4 Đo điện áp thử nghiệm

#### 10.4.1 Đo bằng hệ thống đo được công nhận

Phải thực hiện đo giá trị đỉnh bằng **hệ thống đo được công nhận** đã qua thử nghiệm và kiểm tra qui định ở điều 4. Ngoài ra, hệ thống phải có **tốc độ đặt lớn nhất** để đạt đủ số lượng thử nghiệm với thử nghiệm tại hiện trường.

Phải thực hiện phép đo với đối tượng thử nghiệm nằm trong mạch điện và, nói chung, **tần số mạch điện  $f_r$**  và **hệ số làm nhụt  $D_r$**  cần được đo cho từng đối tượng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Xác định **tần số mạch điện  $f_r$**  và **hệ số làm nhụt  $D_r$**  bằng cách tính từ tham số mạch điện không được xem là thoả mãn.

#### 10.4.2 Yêu cầu đối với hệ thống đo được công nhận

Yêu cầu chung như sau:

- đo giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm trong phạm vi dải tần có độ không đảm bảo đo tổng là 5 %;
- đo tần số mạch điện  $f_r$  và hệ số làm nhụt  $D_r$  có độ không đảm bảo đo là 10 %.

#### 10.4.3 Độ ổn định của hệ số thang đo

Hệ số thang đo của hệ thống đo phải không sai lệch quá  $\pm 2\%$  trong phạm vi nhiệt độ, độ ẩm khí quyển và khe hở không khí cho trong **hồ sơ tính năng**.

#### 10.4.4 Đáp ứng động

Đáp ứng động của **hệ thống đo** được xem là đủ để đo điện áp đỉnh và tham số thời gian nếu hệ số thang đo là hằng số trong phạm vi  $\pm 2\%$  với dải tần từ DC đến 1 000 Hz.

Trong trường hợp **hệ thống đo** được sử dụng riêng cho hệ thống thử nghiệm với **tần số mạch điện  $f_r$**  tối đa nhỏ hơn 1 000 Hz, đáp ứng động của **hệ thống đo** được xem là đủ đối với phép đo điện áp đỉnh và tham số thời gian nếu hệ số thang đo là hằng số trong phạm vi  $\pm 2\%$  trong dải tần từ DC đến **tần số mạch điện  $f_r$**  tối đa thực.

#### 10.4.5 Đấu nối đến đối tượng thử nghiệm

Thiết bị biến đổi phải được nối trực tiếp đến đầu nối của đối tượng thử nghiệm.

## 10.5 Thử nghiệm và kiểm tra hệ thống đo

### 10.5.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm và kiểm tra phải được tiến hành theo điều 4 của tiêu chuẩn này.

### 10.5.2 Kiểm tra nhiễu

Kiểm tra nhiễu phải được thử nghiệm ở hiện trường trên từng **hệ thống đo** (điện áp hoặc dòng điện) với đầu nối vào của cáp hoặc hệ thống truyền dẫn khác nối tắt mà không thay đổi đầu nối đất của cáp hoặc hệ thống truyền dẫn. Điều kiện nhiễu tại đầu vào của **hệ thống đo điện áp** phải được tạo ra bằng cách phát điện áp thử nghiệm lớn nhất. Ghi lại giá trị ra. Biên độ của nhiễu đo được phải nhỏ hơn 2 % giá trị đầu ra của **hệ thống đo** khi đo điện áp. Cho phép nhiễu lớn hơn 2 % với điều kiện là điều kiện này không ảnh hưởng đến phép đo.

## 10.6 Quy trình thử nghiệm

Quy trình khuyến cáo cho các thử nghiệm này cần được ban kỹ thuật liên quan qui định mà có thể xác định tiêu chí chấp nhận được cho thiết bị điện áp cao liên quan.

---