

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8097-1 : 2010

IEC 60099-1 : 1999

Xuất bản lần 1

BỘ CHỐNG SÉT –

**PHẦN 1: BỘ CHỐNG SÉT CÓ KHE HỖ KIỂU ĐIỆN TRỞ
PHI TUYẾN DÙNG CHO HỆ THỐNG ĐIỆN XOAY CHIỀU**

Surge arresters –

Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems

HÀ NỘI – 2010

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Mục 1: Khái quát chung	5
1.1 Phạm vi áp dụng	5
1.2 Tài liệu viện dẫn	5
Mục 2: Định nghĩa	6
Mục 3: Nhận biết và phân loại	13
Mục 4: Thông số đặc trưng tiêu chuẩn	14
Mục 5: Yêu cầu	15
Mục 6: Quy trình thử nghiệm chung	17
Mục 7: Thử nghiệm thường xuyên và thử nghiệm chấp nhận	19
Mục 8: Thử nghiệm điển hình	19
Phụ lục A (qui định) – Điều kiện làm việc bất thường	43
Phụ lục B (tham khảo) – Thông tin điển hình cần nêu trong bản yêu cầu và bản đấu thầu	44
Phụ lục C (tham khảo) – Lựa chọn cấp phóng điện thời gian dài của bộ chống sét chế độ nặng ...	47
Phụ lục D (tham khảo) – Mạch điện điển hình cho bộ phát xung phân bố không đối cho thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài theo 8.5.3	49
Phụ lục E (tham khảo) – Mạch điện điển hình để thử nghiệm chế độ làm việc theo 8.6	51

Lời nói đầu

TCVN 8097-1: 2010 thay thế TCVN 5717:1993;

TCVN 8097-1: 2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60099-1: 1999;

TCVN 8097-1: 2010 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ chống sét –

Phần 1: Bộ chống sét có khe hở kiểu điện trở phi tuyến dùng cho hệ thống điện xoay chiều

Surge arresters –

Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems

MỤC 1: QUI ĐỊNH CHUNG

1.1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho thiết bị bảo vệ chống đột biến được thiết kế để hoạt động lặp lại nhằm hạn chế đột biến điện áp trên mạch điện xoay chiều và để ngắt dòng điện bị dẫn. Cụ thể, tiêu chuẩn này áp dụng cho bộ chống sét có một hoặc nhiều khe hở phóng điện nối tiếp với một hoặc nhiều điện trở phi tuyến.

1.2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 6099 (IEC 60060), Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao

IEC 60071-2: 1976, Insulation co-ordination – Part 2: Application guide (Phối hợp cách điện – Phần 2: Hướng dẫn áp dụng)

IEC 60099-3: 1990, Surge arresters – Part 3: Artificial pollution testing of surge arresters (Bộ chống sét – Phần 3: Thử nghiệm nhiễm bẩn nhân tạo cho bộ chống sét)

MỤC 2: ĐỊNH NGHĨA

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa dưới đây:

2.1

Bộ chống sét (surge arrester)

Thiết bị được thiết kế để bảo vệ thiết bị điện khỏi điện áp quá độ cao và để giới hạn thời gian và thường là độ lớn của dòng điện bị dẫn. Thuật ngữ "bộ chống sét" bao gồm cả khe hở nối tiếp bất kỳ ở bên ngoài mà khe hở này là thiết yếu đối với hoạt động của thiết bị nếu được lắp đặt để vận hành, cho dù có được cung cấp hoặc không được cung cấp như một bộ phận không thể tách rời của thiết bị.

CHÚ THÍCH: Bộ chống sét thường được nối giữa dây dẫn điện của lưới điện và đất nhưng một số trường hợp có thể được nối qua cuộn dây của thiết bị hoặc giữa các dây dẫn điện.

2.2

Bộ chống sét có khe hở kiểu điện trở phi tuyến (non-linear resistor type gapped arrester)

Bộ chống sét có một hoặc nhiều khe hở phóng điện nối tiếp với một hoặc nhiều điện trở phi tuyến.

2.3

Khe hở nối tiếp của bộ chống sét (series gap of an arrester)

Khe hở hoặc các khe hở có chủ ý, nằm giữa các điện cực, nối tiếp với điện trở hoặc các điện trở phi tuyến nối tiếp của bộ chống sét.

2.4

Điện trở phi tuyến nối tiếp của bộ chống sét (non-linear series resistor of an arrester)

Bộ phận của bộ chống sét, nhờ có đặc tính điện áp – dòng điện phi tuyến mà hoạt động như một điện trở thấp để cho dòng phóng điện lớn chạy qua nhằm hạn chế điện áp đặt lên các đầu nối của bộ chống sét, và hoạt động như một điện trở cao ở điện áp tấn số công nghiệp bình thường để giới hạn độ lớn của dòng điện bị dẫn.

2.5

Phân đoạn của một bộ chống sét (section of an arrester)

Bộ phận được bố trí thích hợp, hoàn chỉnh của một bộ chống sét bao gồm các khe hở nối tiếp và các điện trở phi tuyến nối tiếp theo tỉ lệ cần thiết để đại diện cho hoạt động của bộ chống sét hoàn chỉnh liên quan đến một thử nghiệm cụ thể.

* Ở một số quốc gia, thiết bị này còn được gọi là "bộ làm chệch hướng đột biến" ("surge diverter").

2.6**Đơn vị của bộ chống sét (unit of an arrester)**

Bộ phận được bố trí hoàn chỉnh của một bộ chống sét, có thể nối nối tiếp với các đơn vị khác để làm thành một bộ chống sét có thông số điện áp cao hơn. Đơn vị của bộ chống sét không nhất thiết là phân đoạn của bộ chống sét.

2.7**Cơ cấu xả áp suất của bộ chống sét (pressure-relief device of an arrester)**

Phương tiện làm giảm áp suất bên trong bộ chống sét và ngăn ngừa nổ làm vỡ vỏ do dòng điện bị dẫn kéo dài hoặc phóng điện bên trong bộ chống sét.

2.8**Điện áp danh định của bộ chống sét (rated voltage of an arrester)**

Giá trị hiệu dụng lớn nhất cho phép được ấn định về điện áp tần số công nghiệp giữa các đầu nối của bộ chống sét mà tại đó bộ chống sét được ấn định để hoạt động đúng. Điện áp này có thể được đặt liên tục cho bộ chống sét mà không làm thay đổi đặc tính tác động của nó.

2.9**Tần số danh định của bộ chống sét (rated frequency of an arrester)**

Tần số của hệ thống điện mà bộ chống sét được thiết kế để sử dụng.

2.10**Phóng điện xuyên thủng (disruptive discharge)**

Hiện tượng kết hợp với hồng cách điện dưới ứng suất điện, bao gồm sự điện áp và cho dòng điện đi qua; thuật ngữ này áp dụng cho đánh thủng về điện trong các điện môi rắn, lỏng, khí và các phối hợp của các điện môi này.

CHÚ THÍCH: Phóng điện đánh thủng trong chất điện môi rắn gây mất vĩnh viễn độ bền điện; trong chất điện môi lỏng hoặc khí, độ bền điện có thể chỉ mất tạm thời.

2.11**Phóng điện đâm xuyên (puncture)**

Phóng điện xuyên thủng qua chất rắn.

2.12**Phóng điện bề mặt (flashover)**

Phóng điện xuyên thủng qua bề mặt chất rắn.

2.13

Phóng điện của bộ chống sét (sparkover of an arrester)

Phóng điện xuyên thủng giữa các điện cực là các khe hở của bộ chống sét.

2.14

Xung (impulse)

Sóng điện áp hoặc dòng điện đơn hướng nhưng không dao động đáng kể, tăng đột ngột đến giá trị lớn nhất rồi giảm từ từ về "không" cùng với mạch vòng nhỏ khác cực tính, nếu có.

Các tham số để định rõ một xung điện áp hoặc xung dòng điện là cực tính, giá trị đỉnh, thời gian sườn trước, và thời gian đến một nửa giá trị ở sườn sau.

2.15

Xung hình chữ nhật (rectangular impulse)

Một xung mà mà xung này tăng đột ngột đến giá trị lớn nhất, giữ nguyên trong thời gian qui định rồi sau đó giảm đột ngột về không.

Các tham số để định rõ một xung hình chữ nhật là cực tính, giá trị đỉnh, thời gian giả định của đỉnh, và tổng thời gian giả định.

2.16

Giá trị đỉnh của một xung (peak (crest) value of an impulse)

Giá trị lớn nhất của điện áp hoặc dòng điện trong một xung. Trong trường hợp có dao động xếp chồng xem 8.3.2, 8.5.2 e), và 8.5.3.2 c).

2.17

Sườn trước của một xung (front of an impulse)

Phần của xung xuất hiện trước khi tới đỉnh.

2.18

Sườn sau của một xung (tail of an impulse)

Phần của xung xuất hiện sau đỉnh.

2.19

Xung điện áp toàn sóng (full-wave voltage impulse)

Xung điện áp không bị gián đoạn bởi phóng điện, phóng điện bề mặt, hoặc phóng điện đâm xuyên.

2.20

Xung điện áp bị xén (chopped voltage impulse)

Xung điện áp bị gián đoạn trên sườn trước, đỉnh hoặc sườn sau do phóng điện, phóng điện bề mặt hoặc phóng điện đâm xuyên gây ra giảm điện áp đột ngột.

2.21

Giá trị đỉnh kỳ vọng của xung điện áp bị xén (prospective peak value of a chopped voltage impulse)

Giá trị đỉnh của xung điện áp toàn sóng tạo ra xung điện áp bị xén.

2.22

Điểm khởi đầu giả định của một xung (virtual origin of an impulse)

Điểm trên một đồ thị điện áp tỉ lệ nghịch với thời gian hoặc dòng điện tỉ lệ nghịch với thời gian được xác định bằng giao điểm giữa trục thời gian ở điện áp zero hoặc ở dòng điện zero và đường thẳng vẽ qua hai điểm chuẩn ở sườn trước của xung.

- Đối với các xung điện áp có thời gian sườn trước giả định nhỏ hơn hoặc bằng $30 \mu\text{s}$, các điểm chuẩn ở 30 % và 90 % giá trị đỉnh.
- Đối với các xung điện áp có thời gian sườn trước giả định lớn hơn $30 \mu\text{s}$, điểm khởi đầu thường xác định được mà không cần xác định bằng điểm giả.
- Đối với các xung dòng điện, các điểm chuẩn ở 10 % và 90 % giá trị đỉnh.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa này chỉ áp dụng khi thang đo của cả trục hoành và trục tung đều là tuyến tính. Xem thêm chú thích ở 2.23.

2.23

Thời gian sườn trước giả định của một xung (T_1) (virtual front time of an impulse (T_1))

Thời gian tính bằng micro - giây:

- Đối với các xung điện áp có thời gian sườn trước giả định nhỏ hơn hoặc bằng $30 \mu\text{s}$, thời gian sườn trước giả định bằng 1,67 lần thời gian để điện áp tăng từ 30 % đến 90 % giá trị đỉnh của nó.
- Đối với các xung điện áp có thời gian sườn trước lớn hơn $30 \mu\text{s}$, thời gian sườn trước giả định bằng 1,05 lần thời gian để điện áp tăng từ 0 % đến 95 % giá trị đỉnh của nó.
- Đối với các xung dòng điện, thời gian sườn trước giả định bằng 1,25 lần thời gian để dòng điện tăng từ 10 % đến 90 % giá trị đỉnh của nó.

CHÚ THÍCH: Nếu các dao động được thể hiện trên sườn trước, điểm chuẩn ở 10 %, 30 %, 90 % và 95 % cần được lấy trên đường cong trung bình về qua các dao động này.

2.24

Độ dốc giả định sườn trước của một xung (virtual steepness of the front of an impulse)

Thương số của giá trị đỉnh và thời gian sườn trước giả định của một xung.

2.25

Thời gian giả định đến một nửa giá trị trên sườn sau của một xung (T_2) (virtual time to half value on the tail of an impulse (T_2))

TCVN 8097-1 : 2010

Khoảng thời gian giữa điểm khởi đầu giả định và thời điểm khi điện áp hoặc dòng điện giảm tới một nửa giá trị đỉnh của nó. Thời gian này được tính bằng micro - giây.

2.26

Kí hiệu hình dạng xung (designation of an impulse shape)

Sự kết hợp của hai số, số thứ nhất thể hiện thời gian sườn trước giả định (T_1) và số thứ hai thể hiện thời gian giả định đến nửa giá trị sườn sau của xung (T_2). Ký hiệu là T_1/T_2 , cả hai đều tính bằng micro - giây, ký hiệu "l" không có ý nghĩa toán học.

2.27

Xung điện áp sét tiêu chuẩn (standard lightning voltage impulse)

Điện áp xung có kí hiệu dạng sóng là 1,2/50.

2.28

Xung điện áp đóng cắt (switching voltage impulse)

Xung có thời gian sườn trước giả định lớn hơn 30 μ s.

2.29

Thời gian giả định của đỉnh của xung chữ nhật (virtual duration of the peak of a rectangular impulse)

Khoảng thời gian mà biên độ của xung lớn hơn 90 % giá trị đỉnh của nó.

2.30

Tổng thời gian giả định của xung chữ nhật (virtual total duration of a rectangular impulse)

Khoảng thời gian mà biên độ của xung lớn hơn 10 % giá trị đỉnh của nó. Nếu dao động nhỏ được thể hiện trên sườn trước, cần vẽ đường cong trung bình để xác định thời gian mà tại đó đạt được 10 % giá trị đỉnh.

2.31

Giá trị đỉnh ở cực tính ngược lại của xung (peak value of opposite polarity of an impulse)

Biên độ lớn nhất ở cực tính ngược lại đạt được bởi xung điện áp hoặc xung dòng điện khi dao động xung quanh điểm zero trước khi đạt được giá trị zero ổn định.

2.32

Dòng điện phóng điện của bộ chống sét (discharge current of an arrester)

Dòng điện đột biến hoặc dòng điện xung chạy qua bộ chống sét sau một lần phóng điện qua khe hở nối tiếp.

2.33

Dòng điện phóng điện danh nghĩa của bộ chống sét (nominal discharge current of an arrester)

Giá trị đỉnh của dòng điện phóng điện, có dạng sóng 8/20, được sử dụng để phân loại bộ chống sét. Nó cũng là dòng điện phóng điện được sử dụng để bắt đầu dòng điện bị dẫn trong thử nghiệm chế độ làm việc.

2.34

Dòng điện bị dẫn của bộ chống sét (follow – current of an arrester)

Dòng điện từ nguồn điện được nối chạy qua bộ chống sét tiếp sau dòng điện phóng điện

2.35

Điện áp dư (điện áp phóng điện) của bộ chống sét (residual voltage (discharge voltage) of an arrester)

Điện áp xuất hiện giữa các đầu nối của bộ chống sét trong thời gian có dòng điện phóng điện chạy qua.

2.37

Điện áp phóng điện bằng xung của bộ chống sét (impulse sparkover voltage of an arrester)

Giá trị cao nhất của điện áp, đạt được trước khi phóng điện, trong thời gian đặt một xung có dạng sóng và cực tính cho trước lên các đầu nối của bộ chống sét.

2.38

Phóng điện bằng sườn trước của sóng xung của bộ chống sét (front-of-wave impulse sparkover of an arrester)

Điện áp phóng điện bằng xung đạt được ở sườn trước mà điện áp này tăng tuyến tính theo thời gian.

2.39

Điện áp phóng điện bằng xung sét tiêu chuẩn của bộ chống sét (standard lightning impulse sparkover voltage of an arrester)

Giá trị đỉnh kỳ vọng nhỏ nhất của xung điện áp sét tiêu chuẩn tạo ra phóng điện mỗi khi đặt lên bộ chống sét.

2.40

Thời gian phóng điện của bộ chống sét (time to sparkover of an arrester)

Khoảng thời gian giữa điểm bắt đầu giả định và thời điểm phóng điện của bộ chống sét. Thời gian này được tính bằng micro-giây.

2.41

Đường cong điện áp phóng điện xung/thời gian (impulse sparkover-voltage/time curve)

Đường cong liên quan giữa điện áp phóng điện xung với thời gian phóng điện.

2.42

Dòng điện kỳ vọng (prospective current)

Dòng điện chạy qua một vị trí cho trước trong một mạch điện nếu mạch điện đó bị ngắn mạch ở vị trí đó bằng một dây nối có trở kháng không đáng kể.

2.43

Thử nghiệm điển hình (thử nghiệm thiết kế) (type tests (design tests))

Thử nghiệm được giả định hiện dựa trên sự hoàn thành nghiên cứu phát triển về thiết kế bộ chống sét mới để thiết lập tính năng đại diện và để chứng tỏ phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn này. Các thử nghiệm này chỉ cần thực hiện một lần mà không cần thực hiện lại trừ khi thiết kế có thay đổi tới mức làm thay đổi tính năng của nó.

2.44

Thử nghiệm thường xuyên (routine tests)

Thử nghiệm thực hiện trên bộ chống sét hoặc trên các bộ phận và vật liệu yêu cầu để đảm bảo rằng sản phẩm đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của thiết kế.

2.45

Thử nghiệm chấp nhận (acceptance tests)

Thử nghiệm có lựa chọn được thực hiện khi có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua, thử nghiệm cần được thực hiện trên các bộ chống sét hoặc mẫu đại diện cho một đơn hàng.

2.46

Đặc tính bảo vệ của bộ chống sét (protective characteristics of an arrester)

Kết hợp các đặc tính sau:

- Đường cong điện áp phóng điện xung sét/thời gian được xác định theo 8.3.3;
- Đường cong điện áp dư/dòng điện phóng điện được xác định theo 8.4;
- Đối với bộ chống sét 10 000 A có điện áp danh định lớn hơn hoặc bằng 100 kV, đường cong điện áp phóng điện bằng xung điện áp đóng cắt/thời gian được xác định theo 8.3.5.

2.47

Thiết bị cách ly bộ chống sét (arrester disconnecter)

Thiết bị cách ly bộ chống sét khỏi hệ thống trong trường hợp bộ chống sét bị hỏng để ngăn ngừa sự cố kéo dài trên hệ thống và để đưa ra báo hiệu nhìn thấy được là bộ chống sét đã bị hỏng.

CHÚ THÍCH: Giải trừ dòng điện sự cố chạy qua bộ chống sét trong quá trình cách ly thường không phải là chức năng của thiết bị cách ly, và nó không ngăn ngừa nổ làm vỡ vỏ sau phóng điện bên trong của bộ chống sét ở dòng điện sự cố lớn.

MỤC 3: NHẬN BIẾT VÀ PHÂN LOẠI

3.1 Nhận biết bộ chống sét

Bộ chống sét phải được nhận biết từ các thông tin tối thiểu sau đây ghi trên tấm thông số (tấm nhãn):

- Điện áp danh định;
- Tần số danh định, nếu không phải là một trong các tần số tiêu chuẩn, xem 4.2;
- Dòng điện phóng điện danh nghĩa (ghi rõ đối với bộ chống sét 5 000 A dù là dây A hoặc dây B^{*}, và đối với bộ chống sét 10 000 A, dù là chế độ nặng hoặc chế độ nhẹ);
- Loại phóng điện trong khoảng thời gian dài (đối với bộ chống sét 10 000 A ở chế độ nặng), xem 8.5.3.2;
- Khả năng chịu dòng điện ngắn mạch danh định tính bằng kilôampe phải được ghi trên tấm nhãn của bộ chống sét. Bộ chống sét không yêu cầu khả năng chịu thử ngắn mạch phải được chỉ ra trên tấm nhãn, xem 8.7;
- Tên của nhà chế tạo hoặc thương hiệu, kiểu và nhận biết;
- Năm chế tạo.

CHÚ THÍCH 1: Thông tin cần nêu trong bản yêu cầu hoặc bản đấu được hướng dẫn ở Phụ lục B.

CHÚ THÍCH 2: Một số quốc gia, thường phân loại bộ chống sét là:

- Trạm điện dùng bộ chống sét 10 000 A;
- Trạm trung gian (dây A) hoặc trạm phân phối (dây B) dùng bộ chống sét 5 000 A;
- Mạch thứ cấp dùng bộ chống sét 1 500 A.

3.2 Phân loại bộ chống sét

Bộ chống sét được phân loại theo dòng điện phóng điện danh nghĩa tiêu chuẩn của chúng và phải đáp ứng tối thiểu các yêu cầu thử nghiệm và đặc điểm tính năng được liệt kê trong Bảng 3. Bộ chống sét có nhiều đặc điểm tính năng tốt hơn hoặc mức bảo vệ thấp hơn so với yêu cầu trong tiêu chuẩn này phải được coi là phù hợp tiêu chuẩn này.

^{*} Bộ chống sét dây A dựa vào các đặc tính về tính năng theo thông lệ ở tất cả các quốc gia. Bộ chống sét dây B dựa vào các đặc tính về tính năng ở Canada và Mỹ và các quốc gia khác.

MỤC 4: THÔNG SỐ ĐẶC TRUNG TIÊU CHUẨN

4.1 Thông số điện áp tiêu chuẩn

Giá trị tiêu chuẩn về điện áp danh định của bộ chống sét phải như được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1 – Điện áp tiêu chuẩn (kV hiệu dụng)

0,175	6	18	36	75	126
0,280	7,5	21	39	84	138
0,500	9	24	42	96	150
0,660	10,5	27	51	102	174
3	12	30	54	108	186
4,5	15	33	60	120	198

Đối với điện áp cao hơn 198 kV, thông số đặc trưng của bộ chống sét phải chia hết cho 6.

4.2 Tần số danh định tiêu chuẩn

Tần số danh định tiêu chuẩn là 50 Hz và 60 Hz.

4.3 Dòng điện phóng điện danh nghĩa tiêu chuẩn

Dòng điện phóng điện danh nghĩa tiêu chuẩn là: 10 000 A, 5 000 A, 2 500 A, và 1 500 A, có dạng sóng 8/20.

CHÚ THÍCH: Đối với bộ chống sét 10 000 A (xem 3.2) có hai loại, chế độ nhẹ và chế độ nặng, được phân biệt bởi độ lớn dòng điện xung thời gian dài mà chúng có khả năng chịu, xem 8.5.3.

4.4 Điều kiện vận hành

4.4.1 Điều kiện vận hành bình thường

Bộ chống sét phù hợp với tiêu chuẩn này phải thích hợp để vận hành ở các điều kiện vận hành bình thường dưới đây:

- Nhiệt độ môi trường xung quanh nằm trong khoảng từ $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Độ cao so với mặt biển không vượt quá 1 000 m;
- Tần số của nguồn điện xoay chiều không nhỏ hơn 48 Hz và không vượt quá 62 Hz;
- Điện áp tần số công nghiệp đặt giữa đầu nối đường dây và đầu nối đất của bộ chống sét không vượt quá điện áp danh định.

4.4.2 Điều kiện vận hành không bình thường

Nếu bộ chống sét phải chịu các điều kiện khác với điều kiện sử dụng hoặc điều kiện vận hành bình thường thì có thể yêu cầu có lưu ý đặc biệt khi chế tạo hoặc khi ứng dụng và trong từng trường hợp phải hỏi ý kiến nhà chế tạo. Xem Phụ lục A: điều kiện vận hành không bình thường và Phụ lục C: lựa chọn loại phóng điện thời gian dài của bộ chống sét chế độ nặng.

MỤC 5: YÊU CẦU

5.1 Điện áp phóng điện tần số công nghiệp

Đối với tất cả các bộ chống sét, trừ loại 10 000 A chế độ nặng, giá trị thấp nhất của điện áp phóng điện tần số công nghiệp không được nhỏ hơn 1,5 lần điện áp danh định của bộ chống sét. Đối với bộ chống sét loại 10 000 A chế độ nặng, giá trị thấp nhất của phóng điện tần số công nghiệp tùy thuộc vào thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

Cần lưu ý rằng thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp không là yêu cầu tối thiểu cho thử nghiệm thường xuyên được thực hiện bởi nhà chế tạo như được qui định ở 6.1.

5.2 Điện áp phóng điện bằng xung sét tiêu chuẩn

Với điện áp xung sét qui định ở 8.3.2 và Bảng 8, bộ chống sét phải phóng điện trên mỗi xung của chuỗi năm xung âm và năm xung dương.

Nếu trong cả hai chuỗi năm xung, các khe hở phóng điện không phóng điện chỉ một lần thì đặt thêm mười xung có cực tính như vậy và các khe hở phải phóng điện trên tất cả các xung này.

5.3 Điện áp phóng điện bằng sườn trước của sóng xung

Với xung điện áp có độ dốc giả định của sườn trước bằng với điện áp xung qui định trong Bảng 8, điện áp phóng điện không được vượt quá giá trị cho trong Bảng 8. Điều này được kiểm tra theo 8.3.4 bằng thử nghiệm với năm xung dương và năm xung âm, hoặc bằng cách sử dụng đường cong điện áp phóng điện xung sét/thời gian mô tả ở 8.3.3.

5.4 Điện áp phóng điện bằng xung đóng cắt

Điện áp này được xác định trên bộ chống sét 10 000 A có điện áp danh định cao hơn 100 kV theo 8.3.5. Giới hạn này chỉ áp dụng cho bộ chống sét chế độ nặng có điện áp danh định lớn hơn 200 kV. Đối với các bộ chống sét này giới hạn được cho trong Bảng 8 (cột 7).

5.5 Điện áp dư do xung sét

Điện áp dư đối với dòng điện phóng điện danh nghĩa được xác định từ đường cong vẽ theo 8.4.1. Điện áp này không được cao hơn điện áp dư lớn nhất của bộ chống sét qui định trong Bảng 8.

5.6 Điện áp dư do xung đóng cắt

Yêu cầu này áp dụng cho bộ chống sét 10 000 A chế độ nhẹ hoặc chế độ nặng hoặc bộ chống sét 5 000 A dây A, có điện áp danh định lớn hơn 100 kV và có khe hở hiệu lực (khe hở hiệu lực được xác định như là khe hở phát sinh ở ít nhất 100 V/kV thông số đặc trưng trong thời gian thử nghiệm xung đóng cắt).

Điện áp dư do xung đóng cắt xác định theo 8.4.2 không được vượt quá giá trị chỉ ra trong Bảng 8.

5.7 Khả năng chịu xung dòng điện cao

Bộ chống sét phải chịu được thử nghiệm xung dòng điện cao theo 8.5.2. Điện áp phóng điện tần số công nghiệp khở trung bình (xem 8.2) được ghi lại trước hoặc sau thử nghiệm này không được thay đổi quá 10 %. Kiểm tra mẫu thử nghiệm không được có phóng điện xuyên thùng hoặc phóng điện bề mặt của điện trở phi tuyến hoặc có hư hại đáng kể đến khe hở nối tiếp hoặc mạch theo phân loại.

5.8 Khả năng chịu dòng điện thời gian dài

Bộ chống sét phải chịu thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài theo 8.5.3 và Bảng 5 (chế độ nặng) hoặc Bảng 6 (chế độ nhẹ). Cả hai loại điện áp dư do sét (8.4.1) được ghi lại trước và sau thử nghiệm này không được thay đổi quá $\pm 10\%$. Đối với bộ chống sét chế độ nặng, điện áp phóng điện tần số công nghiệp khở (8.2) được ghi lại trước và sau thử nghiệm không được thay đổi quá $\pm 10\%$.

5.9 Chế độ làm việc

Bộ chống sét phải chịu thử nghiệm chế độ làm việc mô tả ở 8.6 trong đó:

- Dòng điện bị dẫn phải được thiết lập bởi mỗi xung thử nghiệm và mẫu thử nghiệm phải ngắt sau mỗi dòng điện bị dẫn.
- Phải ngắt hoàn toàn dòng điện bị dẫn ít nhất ở cuối của nửa chu kỳ tiếp sau nửa chu kỳ mà xung này được đặt.

Tiếp theo thử nghiệm chế độ làm việc và sau khi mẫu thử nghiệm được để nguội về xấp xỉ nhiệt độ môi trường, lập lại thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp và thử nghiệm điện áp dư mà các thử nghiệm này đã được thực hiện trước khi thử nghiệm chế độ làm việc và giá trị trung bình không được thay đổi quá 10 %.

5.10 Xả áp suất

Khi bộ chống sét có lắp cơ cấu xả áp suất, việc bộ chống sét bị hỏng không được dẫn đến nổ làm vỡ vỏ. Điều này được kiểm tra bằng thử nghiệm mô tả ở 8.7.

Mẫu thử nghiệm được xem là đạt thử nghiệm này nếu vỏ của bộ chống sét còn nguyên vẹn hoặc nếu bị nứt vỡ cũng không dữ dội và tất cả các bộ phận của mẫu vẫn nằm trong vỏ bao quanh.

5.11 Thiết bị cách ly

5.11.1 Khả năng chịu đựng của thiết bị cách ly

Khi bộ chống sét được lắp hoặc kết hợp với thiết bị cách ly, thiết bị này phải chịu được mà không tác động ở một trong các thử nghiệm dưới đây:

- Thử nghiệm xung dòng điện cao (8.8.2.1);
- Thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài (8.8.2.2);
- Thử nghiệm chế độ làm việc (8.8.2.3).

5.11.2 Tác động của thiết bị cách ly

Thời gian trễ để thiết bị cách ly tác động được xác định bởi ba giá trị của dòng điện hiệu dụng là 20 A, 200 A và 800 A, $\pm 10\%$ theo 8.8.3. Phải có dấu hiệu rõ ràng chỉ ra hiệu lực cách ly và cách ly hoàn toàn của thiết bị này.

MỤC 6: QUY TRÌNH THỬ NGHIỆM CHUNG

6.1 Mẫu thử nghiệm và các phép đo

Trừ khi có qui định khác, tất cả các thử nghiệm phải được thực hiện trên cùng một bộ chống sét, phần đoạn của bộ chống sét hoặc đơn vị của bộ chống sét. Mẫu phải chưa qua sử dụng, sạch, lắp ráp hoàn chỉnh và được bố trí càng giống càng tốt với vận hành và phải được lắp với các vòng mức, nếu được sử dụng.

Thiết bị đo phải đáp ứng các yêu cầu của TCVN 6099 (IEC 60060), và giá trị thu được phải được chấp nhận là chính xác để phù hợp với điều khoản thử nghiệm liên quan.

6.2 Thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp

Tất cả các thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp phải được thực hiện với điện áp xoay chiều có tần số trong khoảng từ 48 Hz đến 62 Hz, và dạng sóng xấp xỉ hình sin.

6.3 Thử nghiệm ướt

Điều này phù hợp với khuyến cáo thử nghiệm ướt ở TCVN 6099 (IEC 60060). Thừa nhận rằng thử nghiệm ướt không thích hợp để tái lập điều kiện làm việc thực tế nhưng cũng cung cấp tiêu chí dựa trên kinh nghiệm tích lũy mà thực tế có thể đạt đến.

Thử nghiệm phải cho kết quả có khả năng tái lập ở cùng một phòng thử nghiệm và ở các phòng thử nghiệm khác nhau.

Thử nghiệm chỉ phải thực hiện trên bộ chống sét được thiết kế để sử dụng ngoài trời. Trong trường hợp qui định thử nghiệm này, đối tượng thử nghiệm phải chịu nước phun có điện trở suất qui định ở vị trí

phun hoặc các vòi phun có tư thế thích hợp. Bụi nước, gồm các giọt nhỏ, phải rơi trên đối tượng thử nghiệm ở góc xấp xỉ 45° so với phương thẳng đứng nếu được xác định bằng cách quan sát trực quan hoặc bằng phép đo thành phần thẳng đứng và thành phần nằm ngang của lượng nước gom được.

Thành phần thẳng đứng của bụi nước phải được đo bằng bình gom có miệng nằm ngang có diện tích từ 100 cm² đến 750 cm². Khi có yêu cầu đo cả hai thành phần thẳng đứng và thành phần nằm ngang, thành phần nằm ngang được đo với bình gom có miệng tương tự đặt thẳng đứng hướng trực tiếp vào vòi phun. Bình gom phải được đặt về phía đối tượng thử nghiệm hướng đến các vòi phun và càng sát càng tốt với đối tượng thử nghiệm để không gom nước bắn tóe từ đối tượng thử nghiệm.

Đối với đối tượng thử nghiệm có chiều cao lớn hơn 50 cm, phép đo lượng nước gom được phải thực hiện ở gần hai đầu và ở giữa và giá trị đạt được ở bất kỳ vị trí nào cũng không được khác biệt quá 25 % so với giá trị trung bình của ba vị trí; đối với đối tượng thử nghiệm có chiều cao từ 50 cm trở xuống, chỉ đo ở gần giữa.

Đối tượng thử nghiệm phải chịu nước phun ít nhất 1 min trước khi đặt điện áp. (Một cách khác, có thể đạt được các kết quả phù hợp hơn nếu đối tượng thử nghiệm được làm ướt hoàn toàn bằng nước có điện trở suất và nhiệt độ qui định trước khi đặt điện áp). Đặc tính phun phải theo qui định trong Bảng 2. Hai khuynh hướng được đưa ra, một theo thoả thuận chung với thông lệ châu Âu, một theo thông lệ ở Canada và Hoa kỳ. Mỗi quốc gia chỉ nên qui định sử dụng một trong hai thông lệ này.

Bảng 2 – Thông số đối với thử nghiệm ướt

Đặc tính	Thông lệ	
	Châu Âu	Canada và hoa kỳ
1 Lưu lượng gom (thành phần thẳng đứng)	3 mm/min ± 10 %	5 mm/min ± 10 %
2 Điện trở suất của nước	10 000 Ω·cm ± 10 %	17 800 Ω·cm ± 10 %
3 Nhiệt độ của nước	Nhiệt độ xung quanh ± 15 %	Nhiệt độ xung quanh ± 15 %
4 Kiểu vòi phun	Xem Hình 2a, 2b, và 2 c'	Xem Hình 2d'
5 Áp suất nước	Xem Hình 2a, 2b, và 2 c'	Xem Hình 2d'

* Hình tham khảo ở TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

6.4 Thử nghiệm nhiễm bẩn nhân tạo

Thử nghiệm nhiễm bẩn nhân tạo được mô tả ở IEC 60099-3. Tiêu chuẩn này đưa ra nguyên tắc cơ bản của thử nghiệm nhiễm bẩn nhân tạo của bộ chống sét có khe hở kiểu điện trở phi tuyến, cùng với các thành phần nhiễm bẩn và phương pháp áp dụng và các qui trình thử nghiệm kết hợp với mỗi kiểu nhiễm bẩn.

MỤC 7: THỬ NGHIỆM THƯỜNG XUYÊN VÀ THỬ NGHIỆM CHẤP NHẬN

7.1 Thử nghiệm thường xuyên

Yêu cầu tối thiểu đối với thử nghiệm thường xuyên được thực hiện bởi nhà chế tạo phải là thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp khô (xem 8.2). Nếu bộ chống sét được kết cấu với nhiều đơn vị, thì thử nghiệm có thể thực hiện trên các đơn vị đó.

7.2 Thử nghiệm chấp nhận

Khi người mua ghi rõ trong hợp đồng là phải thử nghiệm chấp nhận, các thử nghiệm sau đây phải được thực hiện trên số lượng bộ chống sét là số nguyên cao hơn gần nhất của căn bậc ba số bộ chống sét được cung cấp:

- a) Thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp khô trên bộ chống sét hoàn chỉnh (xem 8.2);
- b) Thử nghiệm phóng điện bằng xung sét tiêu chuẩn trên bộ chống sét hoàn chỉnh (xem 8.3.2);
- c) Chỉ khi có thỏa thuận riêng giữa nhà chế tạo và người mua, điện áp dư phải được xác định tại dòng điện phóng điện không nhỏ hơn 0,25 lần dòng điện phóng điện danh nghĩa trên bộ chống sét hoàn chỉnh hoặc trên từng đơn vị riêng của bộ chống sét hoặc phân đoạn của bộ chống sét (xem 8.4). Khi thử nghiệm được thực hiện trên các phân đoạn, thử nghiệm phải được áp dụng cho tất cả kiểu phần tử của bộ chống sét, và các phần tử của phân đoạn thử nghiệm phải được phân biệt.

Bất kỳ thay đổi nào về số lượng mẫu hoặc kiểu thử nghiệm đều phải được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

MỤC 8: THỬ NGHIỆM ĐIỂN HÌNH (THỬ NGHIỆM THIẾT KẾ)

8.1 Yêu cầu chung

Các thử nghiệm sau đây phải được thực hiện theo yêu cầu trong Bảng 3:

- 1) Đo điện áp phóng điện tần số công nghiệp (8.2).
- 2) Thử nghiệm phóng điện bằng xung sét tiêu chuẩn (8.3.2).
- 3) Thử nghiệm đường cong điện áp phóng điện bằng xung sét/thời gian (xem 8.3.3).
- 4) Đo điện áp phóng điện bằng sườn trước của sóng xung (8.3.4).
- 5) Thử nghiệm đường cong điện áp phóng điện bằng xung đóng cắt/thời gian (8.3.5).

- 6) Đo điện áp dư (8.4).
 7) Thử nghiệm chịu xung dòng điện (8.5).
 8) Thử nghiệm chế độ làm việc (8.6).
 9) Thử nghiệm xả áp suất (khi bộ chống sét có lắp cơ cấu xả áp suất) (8.7).
 10) Thử nghiệm thiết bị cách ly bộ chống sét (8.8).

Bảng 3 – Phân loại bộ chống sét và yêu cầu thử nghiệm

	Dòng điện phóng điện danh định tiêu chuẩn					
	10 000 chế độ nặng	10 000 chế độ nhẹ	5 000		2 500	1 500
			Dây A	Dây B		
1. Điện áp danh định (kV, giá trị hiệu dụng)	3 hoặc lớn hơn	3 hoặc lớn hơn	3 đến 138	3 đến 39	đến 36	đến 0,660
2. Thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
3. Thử nghiệm phóng điện bằng xung sét tiêu chuẩn	8.3.2, Bảng 8, cột 2	8.3.2, Bảng 8, cột 3	8.3.2, Bảng 8, cột 3	8.3.2, Bảng 8, cột 3	8.3.2, Bảng 8, cột 3	Không yêu cầu
4. Thử nghiệm phóng điện bằng điện áp sườn trước của sóng xung	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4
5. Thử nghiệm đường cong điện áp phóng điện bằng xung đóng cắt/thời gian	8.3.5 (Trên 100 kV)	8.3.5 (Trên 100 kV)	Không yêu cầu	Không yêu cầu	Không yêu cầu	Không yêu cầu
6. Thử nghiệm điện áp dư	8.4, Bảng 8, cột 8	8.4, Bảng 8, cột 9	8.4, Bảng 8, cột 9	8.4, Bảng 8, cột 9	8.4, Bảng 8, cột 9	8.4
7. Khả năng chịu xung dòng điện:						
a) dòng điện cao	8.5.2	8.5.2	8.5.2	8.5.2	8.5.2	8.5.2
b) thời gian dài	8.5.3.2	8.5.3.3	8.5.3.3	8.5.3.3	8.5.3.3	Không yêu cầu
8. Thử nghiệm chế độ làm việc	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
9. Thử nghiệm xả áp suất (khi lắp cơ cấu xả áp suất)	8.7	8.7	8.7	Không thích hợp	Không yêu cầu	Không yêu cầu
10. Thiết bị cách ly bộ chống sét (khi có lắp)	Không thích hợp	Không thích hợp	8.8	8.8	8.8	8.8

Số lượng mẫu yêu cầu được qui định trong các điều cụ thể. Các bộ chống sét chỉ khác nhau về phương pháp lắp đặt hoặc bố trí kết cấu đỡ và dựa trên cùng thành phần với cấu trúc đồng dạng và có cùng đặc tính tính năng thì được coi là có cùng thiết kế.

Thử nghiệm 1, 2, 3, 4 và 5 liệt kê trên đây phải được thực hiện trên cùng một mẫu; vẫn các mẫu này cũng được sử dụng cho thử nghiệm 6 và khi đó phải chú ý để xem có phải thực hiện trên các bộ chống sét mới hay không. Đối với các thử nghiệm 7, 8, 9 và 10 xem khuyến cáo trong các điều riêng.

8.2 Thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp

Thử nghiệm khô và thử nghiệm ướt phải được thực hiện theo 7.1, 7.2, 7.3 và 8.1 trên ba mẫu bộ chống sét hoàn chỉnh cho từng thông số điện áp cần thử nghiệm. Tính năng dành cho các thông số điện áp khác có cùng thiết kế (xác định theo 8.1) nằm trong khoảng $\pm 25\%$ (hoặc 6 kV, chọn giá trị nào lớn hơn) của thông số mẫu thử nghiệm có thể xác định bằng cách điều chỉnh mức điện áp tỉ lệ với thông số điện áp này. Điện áp đặt lên bộ chống sét phải được đóng ở giá trị đủ thấp để tránh phóng điện của bộ chống sét do xung đóng cắt rồi tăng nhanh với tốc độ đồng nhất cho đến khi xuất hiện phóng điện qua khe hở nối tiếp. Khoảng thời gian mà điện áp có thể vượt quá điện áp danh định của bộ chống sét phải được hạn chế trong phạm vi 2 s tới 5 s bằng cách sử dụng loại điện trở có thể hỏng do quá nhiệt nếu điện áp vượt quá điện áp danh định trong thời gian dài. Sau phóng điện, điện áp thử nghiệm phải được ngắt càng nhanh càng tốt, tốt nhất là ngắt tự động và trong bất kỳ trường hợp nào phải ngắt trong vòng 0,5 s. Phải sử dụng máy ghi có tốc độ cao hoặc máy ghi dao động nếu có khó khăn trong việc đo điện áp tăng nhanh cùng với loại hiển thị của thiết bị đo. Khuyến cáo rằng cần hỏi ý kiến nhà chế tạo về qui trình thử nghiệm chấp nhận.

Tải đặt vào mạch thử nghiệm của bộ chống sét có điện trở loại phi tuyến độ dẫn cao làm tăng sóng hài, và mạch thử nghiệm phải có trở kháng đủ thấp để duy trì dạng sóng điện áp đặt lên mẫu nằm trong giới hạn qui định của TCVN 6099 (IEC 60060).

Phải đặt điện áp không ít hơn năm lần, với thời gian nghỉ khoảng 10 s giữa các lần đặt liên tiếp.

Giá trị phóng điện trung bình của năm lần thử nghiệm được chấp nhận là điện áp phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp để so sánh các thử nghiệm được thực hiện trước và sau các thử nghiệm điển hình khác.

8.3 Thử nghiệm phóng điện bằng xung điện áp

8.3.1 Yêu cầu chung

Các thử nghiệm này phải thực hiện theo 7.1 và 8.1 trên cùng một mẫu thử nghiệm là bộ chống sét hoàn chỉnh đã sử dụng để thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp mô tả ở 8.2. Giá trị phóng điện và đường cong điện áp/thời gian dùng cho thông số điện áp khác có cùng thiết kế được ấn định ở 8.1 nằm trong khoảng $\pm 25\%$ (hoặc 6 kV, chọn giá trị nào lớn hơn) của thông số mẫu thử nghiệm có thể được xác định bằng cách điều chỉnh mức điện áp tỉ lệ với thông số điện áp này.

8.3.2 Thử nghiệm phóng điện bằng xung sét tiêu chuẩn

Đầu nối bộ chống sét thử nghiệm vào mạch điện, bộ phát xung được điều chỉnh để tạo ra dạng sóng điện áp 1,2/50 và có giá trị đỉnh qui định trong Bảng 8. Với điều chỉnh này, đặt năm xung dương và năm xung âm lên mẫu thử nghiệm và khe hở nối tiếp của bộ chống sét phải phóng điện trên mỗi xung. Nếu trong cả chuỗi năm xung, khe hở không phóng điện lần nào, phải đặt thêm mười xung có cực tính như vậy và phải xuất hiện phóng điện qua các khe hở trên tất cả các xung này.

Khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu của sóng đến thời điểm phóng điện là không quan trọng trong thử nghiệm này.

Dung sai điều chỉnh của thiết bị thử nghiệm phải sao cho giá trị đo được nằm trong giới hạn dưới đây:

- Giữa 97 % và 100% đối với giá trị đỉnh qui định;
- Từ 0,85 μ s đến 1,6 μ s đối với khoảng thời gian giả định của sườn trước;
- Từ 40 μ s đến 60 μ s đối với thời gian đến một nửa giá trị ở sườn sau.

Dao động trên phần đầu của sườn trước (dưới 50 %) không được vượt quá 10 % giá trị đỉnh. Dao động nhỏ gần đỉnh của xung là cho phép miễn là nó nhỏ hơn 5 % giá trị đỉnh. Phép đo phải được thực hiện ở đỉnh của các dao động.

8.3.3 Thử nghiệm đường cong điện áp phóng điện bằng xung sét/thời gian

Mạch thử nghiệm phải được thực hiện bằng cách sử dụng xung dương hoặc xung âm, chọn kết quả nào cho điện áp phóng điện cao hơn. Dữ liệu để vẽ đường cong có được bằng cách đặt xung điện áp 1,2/50 có biên độ tăng liên tiếp theo nấc, bắt đầu ở một điện áp thấp hơn điện áp phóng điện của bộ chống sét và tăng điện áp nạp điện bộ phát (và đạt đến điện áp đỉnh kỳ vọng) cho đến khi độ dốc giả định của sườn trước xung bằng độ dốc qui định trong Bảng 8. Ngoài ra, với thời gian phóng điện nhỏ hơn 1,2 μ s, dữ liệu có thể có được bằng cách giảm thời gian sườn trước giả định của xung. Đối với thời gian phóng điện nhỏ hơn 1,2 μ s, xung thử nghiệm phải có tốc độ tăng đồng nhất để gây phóng điện bộ chống sét.

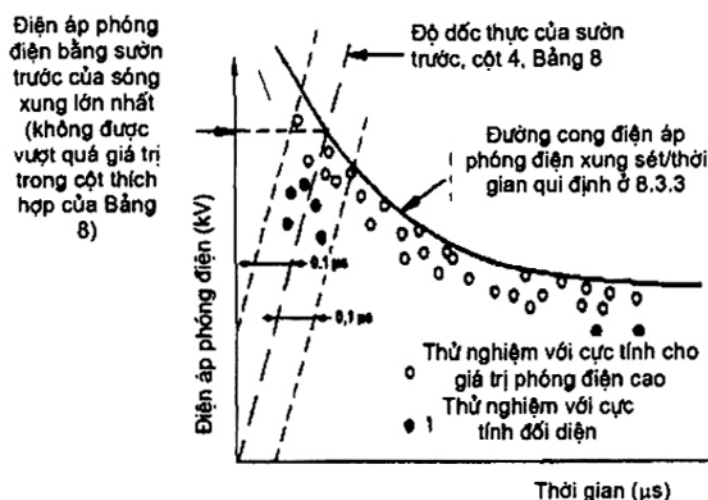
Đối với mỗi lần phóng điện của bộ chống sét, điện áp cao nhất đạt được trước khi phóng điện phải được vẽ dựa theo thời gian phóng điện đo được từ điểm khởi đầu giả định. Các điểm dữ liệu phải đủ để xác định rõ ràng đường cong được vẽ thông qua các giá trị phóng điện lớn nhất.

8.3.4 Thử nghiệm phóng điện bằng sườn trước của sóng xung

Sử dụng xung điện áp có độ dốc giả định sườn trước bằng với qui định trong Bảng 8, đặt năm xung dương và năm xung âm lên bộ chống sét và điện áp phóng điện được xác định từ biểu đồ dao động điện áp-thời gian thực hiện trong mỗi thử nghiệm. Không được có xung nào có điện áp phóng điện vượt quá giá trị cho trong cột tương ứng của Bảng 8.

Được phép sử dụng điểm giao nhau của đường cong qui định trong 8.3.3 với đường thẳng mô tả độ dốc giả định của sườn trước qui định trong Bảng 8 để xác định điện áp phóng điện bằng sườn trước của

sóng xung lớn nhất của bộ chống sét mẫu đem thử nghiệm để so sánh với giá trị cho phép lớn nhất cho trong Bảng 8 với điều kiện có ít nhất năm điểm thử nghiệm phóng điện dương và năm điểm thử nghiệm phóng điện âm nằm trong khoảng $\pm 0,1 \mu\text{s}$ của đường thẳng thể hiện độ dốc qui định. Điều này được minh họa trên Hình 1.



Hình 1 – Thử nghiệm phóng điện bằng điện áp sườn trước của sóng xung

8.3.5 Thử nghiệm đường cong điện áp phóng điện bằng xung đóng cắt/thời gian

Thử nghiệm này chỉ áp dụng cho bộ chống sét 10 000 A chế độ nhẹ và chế độ nặng có điện áp danh định trên 100 kV, và dùng để giải thích đặc tính phóng điện trên đột biến đóng cắt. Các giới hạn chỉ áp dụng cho bộ chống sét chế độ nặng có điện áp danh định trên 200 kV. Đối với các bộ chống sét này, các giới hạn được cho trong Bảng 8 (cột 7).

Thử nghiệm phóng điện phải được thực hiện bằng cách sử dụng các dạng sóng xung điện áp khác nhau có thời gian sườn trước giả định nằm trong khoảng:

- 30 μs đến 60 μs ;
- 150 μs đến 300 μs ;
- 1 000 μs đến 2 000 μs ;

Thời gian cho một nửa giá trị sườn sau phải dài hơn đáng kể so với hai lần thời gian sườn trước nhưng giá trị chính xác không phải là tiêu chí quan trọng.

Đối với mỗi dạng sóng và đối với cả hai cực tính, 50 % điện áp phóng điện ($U_{50\%}$) được xác định trước tiên bằng cách đặt một xung có điện áp đỉnh thấp hơn 50 % điện áp phóng điện của bộ chống sét thử nghiệm và tăng điện áp nạp của bộ phát xung theo các nấc xấp xỉ 5 % cho đến khi xuất hiện phóng điện. Phóng điện này phải được thiết lập ở năm xung đầu có giá trị điện áp cao nhất được ghi lại. Chuỗi năm xung còn lại được đặt, giảm điện áp nạp bộ phát (tức là giảm điện áp đỉnh kỳ vọng) khoảng 5 %

mỗi lần bộ chống sét phóng điện, và tăng 5 % mỗi lần bộ chống sét không phóng điện. $U_{50\%}$ được tính là trung bình của các giá trị cao nhất của điện áp ghi lại được ở một trong năm thử nghiệm. Tiếp đó đặt thêm mười xung lên mẫu thử nghiệm và tăng điện áp nạp cho bộ phát xung để tạo ra điện áp đỉnh kỳ vọng cao hơn khoảng 40 % so với $U_{50\%}$.

Dữ liệu dùng cho tất cả các phóng điện xuất hiện ở chuỗi thử nghiệm để thiết lập $U_{50\%}$ cũng như trong chuỗi tiếp theo ở 1,4 ($U_{50\%}$) được sử dụng để vẽ đường cong điện áp phóng điện bằng xung đóng cắt/thời gian. Điện áp cao nhất đạt được trước khi phóng điện được vẽ dựa vào thời gian tính từ zero thực đến khi có phóng điện đối với mỗi thử nghiệm có xuất hiện phóng điện. Đường cong điện áp phóng điện/thời gian được vẽ là đường cong trơn đi qua giá trị điện áp lớn nhất ghi lại được đối với cả hai cực tính và hợp với đường cong điện áp phóng điện bằng xung sét/thời gian đạt được bởi qui trình cho trong 8.3.3. Cẩn sử dụng giấy vẽ đồ thị có thang đo điện áp là thang tuyến tính trên trục tung và thang đo thời gian là thang logarit trên trục hoành.

8.4 Đo điện áp dư

Thử nghiệm phải được thực hiện theo 7.1 và 8.1 trên ba mẫu bộ chống sét hoàn chỉnh hoặc phân đoạn của bộ chống sét. Mẫu có thể là mẫu sử dụng cho thử nghiệm 8.2 và 8.3 nếu yêu cầu. Thông số điện áp của mẫu thử nghiệm tối thiểu phải là 3 kV nếu điện áp danh định của bộ chống sét không nhỏ hơn điện áp này nhưng không vượt quá 12 kV.

Khi thử nghiệm được thực hiện trên phân đoạn của bộ chống sét, điện áp dư của cả bộ chống sét được thiết lập chính là giá trị đo được nhân với tỷ số của điện áp danh định của toàn bộ bộ chống sét và điện áp danh định của phân đoạn.

8.4.1 Điện áp dư do xung sét

Xung dòng điện 8/20 phải được sử dụng với giới hạn điều chỉnh của thiết bị sao cho giá trị đo được từ 7 μ s đến 9 μ s trong thời gian sườn trước và từ 18 μ s đến 22 μ s trong thời gian một nửa giá trị sườn sau. Đặt ít nhất là bốn xung dòng điện lên mỗi mẫu có giá trị đỉnh xấp xỉ 0,25, 0,5, 1 và 2 lần dòng điện phóng điện danh nghĩa của bộ chống sét. Thời gian giữa các lần phóng điện phải đủ để mẫu trở về tới xấp xỉ nhiệt độ xung quanh.

Đường bao lớn nhất của các điểm thử nghiệm được vẽ ở đường cong điện áp dư/dòng điện phóng điện. Điện áp dư tương ứng với dòng điện phóng điện danh nghĩa được đọc trên đường cong này. Các thử nghiệm ở xấp xỉ 0,8, 1,0 và 1,2 lần dòng điện phóng điện danh nghĩa cung cấp cách thức tốt nhất về đánh giá điện áp dư ở dòng điện phóng điện danh nghĩa. Mục đích của mức thử nghiệm trên đây ở 0,25 lần dòng điện danh nghĩa là để công nhận thử nghiệm chấp nhận trên bộ chống sét hoàn chỉnh được cho trong 6.2.

8.4.2 Điện áp dư do xung đóng cắt

Thử nghiệm được thực hiện trên mẫu sản phẩm đại diện cho mỗi thiết kế có khác nhau đáng kể của bộ chống sét 10 kA ở cả chế độ nhẹ hoặc chế độ nặng, hoặc bộ chống sét 5 kA dây A có điện áp danh định trên 100 kV.

Dữ liệu của nhà chế tạo trên các thử nghiệm thực hiện theo 8.4.2.3 phải thể hiện điện áp dư do xung đóng cắt lớn nhất hoặc phải công bố rằng điện áp dư do xung đóng cắt lớn nhất không vượt quá điện áp dư do xung đóng cắt lớn nhất qui định.

Điện áp của mẫu thử nghiệm phải lớn hơn hoặc bằng 3 kV nhưng không vượt quá 6 kV. Cho phép lặp lại thử nghiệm trên một mẫu với điều kiện là khả năng cấu trúc điện áp không thay đổi bởi thử nghiệm trước. Mẫu thử nghiệm phải ở nhiệt độ môi trường của phòng đo trước mỗi phép đo.

8.4.2.1 Mạch thử nghiệm

Phải sử dụng một bộ phát có cách phân bố không đổi với N tầng có điện cảm nối tiếp L_i và điện dung song song C_i như:

Trở kháng đột biến của bộ phát $Z_C = \sqrt{L_i/C_i}$ có giá trị từ 0,75 Ω đến 1,5 Ω trên mỗi kV thông số đặc trưng của mẫu.

Khoảng thời gian $T_D = 2 \sum_{i=1}^{i=N} \sqrt{L_i/C_i}$ lớn hơn 2 000 μs .

Số tầng của bộ phát này phải lớn hơn hoặc bằng 10.

Điện cảm bổ sung L_T được nối nối tiếp giữa bộ phát và mẫu phải có giá trị từ 3 mH đến 3,5 mH trên mỗi kV thông số đặc trưng của mẫu.

Điện áp nạp của bộ phát E_C ở mỗi đơn vị thông số đặc trưng điện áp đỉnh của mẫu thử nghiệm bằng với U_c của Bảng 5.

8.4.2.2 Phép đo

Phải đo giá trị đỉnh lớn nhất của điện áp dư trên mẫu sau mỗi 100 μs ban đầu của mẫu dẫn bằng cách sử dụng bộ phân áp trở kháng cao. Phải ghi lại điện áp nạp của bộ phát này.

CHÚ THÍCH: Phép đo dòng điện có thể cần thiết nhưng không cần cho đánh giá của thử nghiệm này. Mối liên quan giữa điện áp dư lớn nhất của mẫu và dòng điện phóng điện có bị ảnh hưởng bởi kiểu và thành phần của mạch điện cũng như bởi thiết kế mẫu.

8.4.2.3 Qui trình thử nghiệm

Trước tiên là xác định điện áp dư đỉnh lớn nhất của mẫu. Phép đo được thực hiện ở điện áp nạp của bộ phát tăng lên từ 1,0 trên mỗi đơn vị thông số điện áp đỉnh của mẫu thử nghiệm. Lượng tăng không được

lớn hơn 0,25 trên mỗi đơn vị. Điện áp thử nghiệm không cần vượt quá 2,5 trên mỗi đơn vị. Ít nhất một mẫu phải được thử nghiệm trong mỗi mức nạp với hai lần phóng điện ở mỗi mức.

Tiếp đó thực hiện phép đo trên ít nhất sáu mẫu bổ sung chưa qua sử dụng. Các mẫu đó phải được thử nghiệm với hai lần phóng điện đặt lên từng mẫu ở ba mức nạp: hai mẫu được đặt ở xấp xỉ điện áp nạp của bộ phát tạo ra điện áp dư lớn nhất đã nêu ở trên và hai mẫu khác trong khoảng $\pm 0,25$ trên mỗi dây đơn vị của điện áp nạp của bộ phát này.

Điện áp dư đo xung đóng cắt được xác định bởi thử nghiệm này là giá trị trung bình của ba giá trị cao nhất đo được.

8.5 Thử nghiệm chịu xung dòng điện

8.5.1 Yêu cầu chung

Từng thử nghiệm trong các thử nghiệm này phải được thực hiện theo 7.1 và 8.1 trên ba mẫu bộ chống sét hoàn chỉnh, phân đoạn bộ chống sét, chưa qua sử dụng, hoặc (trong trường hợp qui định ở 8.5.3.3) chỉ trên các phần tử điện trở phi tuyến chưa chịu bất kỳ thử nghiệm nào trước đó, trừ các thử nghiệm qui định cho mục đích đánh giá. Điện áp thử nghiệm của các mẫu thử nghiệm phải ít nhất bằng 3 kV nhưng không vượt quá 6 kV. Nếu thiết bị cách ly bộ chống sét được kết cấu vào thiết kế bộ chống sét đang xem xét thì các thử nghiệm này phải được thực hiện với thiết bị cách ly trong điều kiện có thể tác động được.

8.5.2 Thử nghiệm xung dòng điện cao

Trước khi thử nghiệm, điện áp phóng điện lần số công nghiệp khổ trung bình được xác định cho mỗi mẫu thử nghiệm như qui định ở 8.2.

Thử nghiệm này đặt lên từng mẫu hai xung dòng điện 4/10 có giá trị đỉnh như cho trong Bảng 4.

Bảng 4 – Thử nghiệm xung dòng điện cao

Loại bộ chống sét (dòng điện phóng điện danh nghĩa) A	Giá trị đỉnh của xung dòng điện cao kA
10 000 Chế độ nhẹ và chế độ nặng	100
5 000 Dây A và dây B	65
2 500	25
1 500	10

Các mẫu phải được để nguội về xấp xỉ nhiệt độ môi trường xung quanh giữa hai lần đặt xung. Phải đo cả điện áp và dòng điện trên mỗi lần đặt xung và điện áp ghi được trên cùng một mẫu phải không khác

nhau đáng kể. Dung sai điều chỉnh của thiết bị phải sao cho các giá trị đo được của xung dòng điện giới hạn trong khoảng:

- từ 90 % đến 110 % giá trị định qui định;
- từ 3,5 μ s đến 4,5 μ s cho thời gian sườn trước giả định;
- từ 9 μ s đến 11 μ s cho thời gian giả định ở một nửa giá trị trên sườn sau;
- giá trị đỉnh của bất kỳ dạng sóng dòng điện cực tính ngược lại không được nhỏ hơn 20 % giá trị đỉnh của dòng điện;
- Cho phép có dao động nhỏ trên xung với điều kiện độ lớn của chúng ở xung quanh đỉnh xung nhỏ hơn 5 % giá trị đỉnh. Trong điều kiện này, với mục đích của phép đo, đường cong trung bình phải được chấp nhận để xác định giá trị đỉnh.

Tiếp sau lần đặt xung dòng điện cao thứ hai và sau khi bộ chống sét thử nghiệm được làm nguội về xấp xỉ nhiệt độ xung quanh, thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp được thực hiện trước khi lặp lại thử nghiệm dòng điện cao để so sánh.

8.5.3 Thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài

Trước khi thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài, phải xác định điện áp phóng điện tần số công nghiệp khô trung bình (trừ trường hợp điện trở không phi tuyến được qui định trong 8.5.3.3) và điện áp dư tại dòng điện phóng điện danh nghĩa của từng mẫu thử nghiệm theo qui định ở các điều 8.2 và 8.4 tương ứng.

Tất cả các thử nghiệm được thực hiện với bộ phát kiểu phân bố không đối, nguyên lý chung được mô tả ở Phụ lục D. Các phần tử mạch điện của bộ phát không nhất thiết có giá trị giống nhau ở tất cả các tầng. Nếu bộ phát xung phụ được sử dụng để khởi động phóng điện của bộ phát phân bố không đối, thì năng lượng tích lũy từ trước không được vượt quá 0,5 % năng lượng tích lũy sau này.

Mỗi thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài gồm 20 thao tác phóng điện chia làm bốn nhóm mỗi nhóm gồm 5 thao tác. Khoảng thời gian giữa các thao tác phải là 50 s đến 60 s, và khoảng thời gian giữa các nhóm phải là 25 min đến 30 min. Phải ghi lại dao động của điện áp đặt và dòng điện chạy qua mẫu thử nghiệm ở thao tác đầu tiên và thao tác thứ hai mươi của mỗi trình tự thử nghiệm.

Sau thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài và sau khi mẫu thử nghiệm được để nguội đến xấp xỉ nhiệt độ xung quanh, lặp lại thử nghiệm phóng điện bằng điện áp tần số công nghiệp và thử nghiệm điện áp dư mà các thử nghiệm này đã thực hiện trước khi thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài để so sánh.

8.5.3.2 Bộ chống sét 10 000 A chế độ nặng

Bộ chống sét loại này phải được lắp với các khe hở giới hạn dòng điện mà không cần duy trì xung dòng điện chữ nhật đầy đủ. Do đó, đặc tính của bộ phát, ví dụ như số tầng, dung kháng và cảm kháng là linh kiện của bộ phát, và các tổn hao phải đáp ứng các yêu cầu nhất định và điều này phải được chứng tỏ

TCVN 8097-1 : 2010

bảng qui trình hiệu chuẩn sau đây trước khi thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài trên bộ chống sét mẫu hoặc phân đoạn bộ chống sét.

Bộ phát được nạp đến điện áp thích hợp, U_0 , không nhỏ hơn 50 % điện áp nạp qui định, U_c , và sau đó cho phóng điện qua phụ tải có độ tự cảm thấp có điện trở là R, xấp xỉ với R_1 . Giá trị của U_c và R, được cho trong Bảng 5 đối với năm loại bộ chống sét khác nhau dựa trên khả năng chịu phóng điện khác nhau.

Bảng 5 – Tham số cho thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài trên bộ chống sét 10 000 A chế độ nặng

Loại phóng điện thời gian dài	Giá trị điện trở thấp R, Ω	Khoảng thời gian giả định của đỉnh μs	Điện áp nạp U_c KV (một chiều)
1	3,3 U_0	2 000	3,0 U_0
2	1,8 U_0	2 000	2,6 U_0
3	1,2 U_0	2 400	2,6 U_0
4	0,8 U_0	2 800	2,4 U_0
5	0,5 U_0	3 200	2,2 U_0

U_0 = điện áp danh định của mẫu thử nghiệm, tính bằng KV.

CHÚ THÍCH: Các loại từ 1 đến 5 trong bảng trên tương ứng với điện áp tăng dần và yêu cầu phóng điện tăng dần. Lựa chọn loại phóng điện thích hợp cần dựa vào yêu cầu của hệ thống và được đề cập trong Phụ lục C.

Đặc tính của bộ phát được xem là đúng nếu giá trị đỉnh của dòng điện phóng I_d có giá trị để công thức:

$$k = \frac{U_d}{2 \times I_d \times R}$$

có giá trị từ 0,95 đến 1,05, U_d được tính bằng KV, I_d tính bằng kA và R tính bằng Ω . Xung dòng điện về căn bản phải là xung hình chữ nhật, tức là phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- Khoảng thời gian giả định của đỉnh phải nằm trong khoảng 100 % đến 120 % giá trị qui định trong Bảng 5.
- Tổng khoảng thời gian giả định không được vượt quá 150 % khoảng thời gian giả định của đỉnh.
- Dao động hoặc quá địch ban đầu không được vượt quá 10 % giá trị dòng điện đỉnh. Nếu có dao động thì phải vẽ đường cong trung bình để xác định giá trị đỉnh.
- Nếu xung dòng điện được sinh ra bởi một xung ngắn có cực tính ngược thì giá trị đỉnh của xung dòng điện sinh sau không được vượt quá 10 % giá trị đỉnh trước đó.

Để thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài trên bộ chống sét mẫu sau khi hoàn thành qui trình hiệu chuẩn đã đề cập, tải điện trở được thay bằng mẫu thử nghiệm và điện áp nạp được tăng đến U_c , nếu k nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 hoặc tăng đến kU_c , nếu k lớn hơn 1,0.

CHÚ THÍCH 1: Dài thay đổi cho phép đối với giá trị của k là để bao trùm dung sai chế tạo tải điện trở, và sai lệch trở kháng bộ phát so với giá trị lý tưởng của nó, tức là bằng với R_1 .

CHÚ THÍCH 2: Lượng tăng nhỏ được đề cập của điện áp nạp là nhằm phục hồi dòng điện kỳ vọng tới giá trị yêu cầu khi tổng giá trị điện trở tải và trở kháng bộ phát vượt quá $2 R_1$.

CHÚ THÍCH 3: Giá trị điện trở tải và trở kháng đột biến của bộ phát phải xấp xỉ bằng nhau để có thể có được xung dòng điện về căn bản là hình chữ nhật qui định và đảm bảo rằng dòng điện trái chiều, nếu có, vẫn nằm trong giới hạn qui định là 10 % của xung dòng điện chính.

8.5.3.3 Bộ chống sét 10 000 A chế độ nặng, 5 000 A và 2 500 A

Thử nghiệm thời gian dài chỉ được thực hiện trên điện trở phi tuyến. Không yêu cầu phải điều chỉnh bộ phát trước khi thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài trên bộ chống sét chế độ nhẹ.

Điện trở phi tuyến của mẫu thử nghiệm được mắc song song hoặc hỗn hợp (nối tiếp-song song) với điện trở (tuyến tính hoặc phi tuyến) khác và phải chịu số lần thao tác nạp qui định của bộ phát. Số lượng và giá trị điện trở của điện trở bổ sung và điện áp nạp điện phải được chọn sao cho xung dòng điện đi qua mẫu thử nghiệm phải có dạng căn bản là hình chữ nhật xác định theo 8.5.3.2 với các giá trị thời gian qui định của đỉnh xung và dòng điện đỉnh không nhỏ hơn các giá trị qui định trong Bảng 6.

Bảng 6 – Yêu cầu đối với thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài của bộ chống sét 10 000 A chế độ nhẹ, 5 000 A và 2 500 A,

Loại bộ chống sét A	Dòng điện đỉnh A	Thời gian giả định của đỉnh μs
10 000 Chế độ nhẹ	150	2 000
5 000 Dây A hoặc dây B	75	1 000
2 500	50	500

8.6 Thử nghiệm chế độ làm việc

Đây là thử nghiệm mà điều kiện làm việc được mô phỏng bằng cách đặt lên bộ chống sét số lượng qui định các xung dòng điện qui định trong khi bộ chống sét vẫn được đóng điện bằng nguồn điện có tần số, điện áp và trở kháng qui định. Phụ lục E mô tả mạch thử nghiệm điển hình có thể được sử dụng.

TCVN 8097-1 : 2010

Thử nghiệm phải thực hiện theo 7.1, 7.2 và 8.1 trên ba mẫu bộ chống sét hoàn chỉnh, chưa qua sử dụng, hoặc trên các phần đoạn bộ chống sét chưa qua bất kỳ thử nghiệm qui định nào trước đó, ngoại trừ thử nghiệm để đánh giá. Điện áp danh định của mẫu thử nghiệm tối thiểu phải là 3 kV nếu như điện áp danh định của bộ chống sét không thấp hơn điện áp này, nhưng không vượt quá 12 kV. Nếu thiết bị cách ly bộ chống sét được lắp bằng loại bộ chống sét đang xem xét thì thử nghiệm này phải được thực hiện với thiết bị cách ly trong tình trạng có thể tác động được, xem 8.8.

Đối với bộ chống sét có điện áp danh định lớn hơn 12 kV, thường thực hiện thử nghiệm trên phần đoạn bộ chống sét do hạn chế các cơ sở thử nghiệm hiện có. Điều quan trọng là điện áp qua các khe hở của mẫu thử nghiệm và dòng điện bị dẫn qua mẫu càng đại diện cho điều kiện bộ chống sét hoàn chỉnh càng tốt.

Đối với bộ chống sét có phân bố điện áp đồng nhất, điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp đặt lên phần đoạn bộ chống sét thử nghiệm là điện áp danh định của bộ chống sét hoàn chỉnh chia cho số tổng, n , của số phần đoạn bộ chống sét giống nhau. Bộ chống sét được xem là có phân bố điện áp đồng nhất nếu n lần phóng điện tần số công nghiệp của phần đoạn này không lớn hơn 1,2 lần phóng điện tần số công nghiệp của bộ chống sét hoàn chỉnh.

CHÚ THÍCH: Kinh nghiệm cho thấy rằng phân bố điện áp do dòng điện bị dẫn thường đồng nhất hơn phân bố điện áp ở thời điểm phóng điện.

Đối với bộ chống sét có phân bố điện áp không đồng nhất, điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp phải sao cho điện áp trên mỗi khe hở trong phần đoạn mẫu tương ứng với điện áp cao nhất trên mỗi khe hở trong bộ chống sét hoàn chỉnh. Điện áp thử nghiệm phải được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua. Hướng dẫn được đưa ra bởi tỷ số giữa điện áp phóng điện của phần đoạn và điện áp phóng điện của bộ chống sét hoàn chỉnh. Để duy trì đúng giá trị dòng điện bị dẫn, cần duy trì tỷ số giữa điện trở phi tuyến của phần đoạn và điện trở phi tuyến của bộ chống sét hoàn chỉnh bằng với tỉ số giữa điện áp thử nghiệm và điện áp danh định của bộ chống sét hoàn chỉnh. Để đáp ứng điều này, có thể chọn sự phối hợp của khe hở và các phần tử điện trở khác nhau từ kết hợp thông thường được sử dụng ở bộ chống sét hoàn chỉnh. Nếu tất cả các khe hở không cùng cấu trúc, có thể thử nghiệm nhiều hơn một bố trí bằng cách sử dụng điện áp lớn nhất cho từng khe hở đối với mỗi cấu trúc.

Trước khi thử nghiệm chế độ làm việc, phải xác định điện áp phóng điện tần số công nghiệp khó trung bình và điện áp dư ở dòng điện phóng điện danh nghĩa của mỗi thử nghiệm theo qui định tương ứng ở 8.2 và 8.4.

Mẫu thử nghiệm bao gồm các thành phần tuyến chọn được lắp trong vỏ được thiết kế giống như vỏ để sử dụng trong vận hành hoặc lắp đặt trong hộp gắn kín. Hộp phải được thiết kế để mô phỏng cùng một dung tích nhiệt và tổn hao nhiệt, có liên quan đặc biệt đến truyền nhiệt quanh trục, như xảy ra với bộ chống sét thực nếu được thử nghiệm. Phải nêu cụ thể việc thiết kế hộp thử nghiệm, lắp đặt và bố trí mối nối, kết quả của bất kỳ thử nghiệm nào được thực hiện để chứng minh sự tương đương về nhiệt của các thử nghiệm cũng như việc bố trí vận hành.

Bộ chống sét hoặc phân đoạn bộ chống sét được nối vào nguồn điện có tần số nằm trong dải từ 48 Hz đến 62 Hz. Trở kháng của nguồn điện phải sao cho trong thời gian có dòng điện bị dẫn chạy qua, giá trị đỉnh của điện áp tần số công nghiệp, đo ở đầu nối của bộ chống sét, không bị giảm xuống thấp hơn giá trị đỉnh của điện áp danh định của mẫu thử nghiệm và sau khi ngắt dòng điện bị dẫn thì điện áp đỉnh không vượt quá 10 % giá trị đỉnh của điện áp danh định.

CHÚ THÍCH: Chỉ cho phép lượng tăng như vậy để cho phép sử dụng thiết bị thử nghiệm có công suất hợp lý nhưng không nên lấy làm lý do biện minh cho việc vượt quá điện áp danh định của bộ chống sét trong vận hành.

Nối bộ phát xung với bộ chống sét ngang qua khe hở phóng điện và điều chỉnh để phát ra xung dòng điện 8/20 có giá trị xung đỉnh bằng dòng điện phóng điện danh nghĩa của bộ chống sét. Xung thử nghiệm thứ nhất phải được định giờ để xuất hiện ở xấp xỉ 60 ° điện trước khi xuất hiện đỉnh điện áp của sóng điện áp tần số công nghiệp.

Nếu dòng điện bị dẫn được thiết lập ổn định thì thử nghiệm được thực hiện với việc định giờ này. Nếu dòng điện bị dẫn không thiết lập ổn định với việc định giờ này thì định giờ lùi lại theo các nấc xấp xỉ 10° hướng tới đỉnh điện áp cho đến khi dòng điện bị dẫn xuất hiện ổn định, tại thời điểm đó việc định giờ cho thử nghiệm được thực hiện. Cực tính của dòng điện bắt đầu phải giống như cực tính của một nửa chu kỳ của điện áp tần số công nghiệp trong khi nó xuất hiện. Hai mươi xung được đặt thành bốn nhóm, mỗi nhóm năm xung. Khoảng thời gian giữa các xung phải từ 50 s đến 60 s. Khoảng thời gian giữa các nhóm phải từ 25 min đến 30 min để mẫu thử nghiệm nguội về xấp xỉ nhiệt độ môi trường xung quanh, trừ khi được nhà chế tạo qui định thời gian dài hơn trước khi thử nghiệm. Điện áp danh định của mẫu thử nghiệm phải được giữ nguyên trên các mẫu thử nghiệm trong ít nhất một chu kỳ của điện áp tần số công nghiệp có trước, và trong 10 s tiếp sau mỗi lần đặt xung dòng điện. Khoảng thời gian này có thể được tăng để cho phép có đủ thời gian để ổn định điện áp, đo và phân bố trong các lần đóng cắt, v.v... Đối với bộ chống sét được nhà chế tạo công bố có khả năng chịu điện áp danh định trong thời gian thử nghiệm chế độ làm việc, mẫu thử nghiệm phải được mang điện ở điện áp danh định giữa các lần đặt xung, giữa các lần đặt nhóm xung và ít nhất trong 10 s tiếp sau lần phóng điện cuối cùng của nhóm cuối cùng.

Trong trường hợp có các khe hở (giới hạn dòng điện) điện áp hồ quang cao, việc định giờ được mô tả trên đây không nhất thiết đại diện cho cho điều kiện hợp lý nhất và việc định giờ cần thay đổi thích hợp để đạt được giá trị cao nhất của dòng điện bị dẫn.

Dung sai điều chỉnh của thiết bị thử nghiệm đối với xung dòng điện phải sao cho các giá trị đo được nằm trong các giới hạn sau:

- từ 90 % đến 110 % giá trị đỉnh qui định;
- từ 7 μ s đến 9 μ s trong thời gian sườn trước giá định;
- từ 18 μ s đến 22 μ s trong thời gian giá định đến nửa giá trị sườn sau.

Dòng điện bị dẫn phải được thiết lập bởi mỗi xung thử nghiệm và mẫu thử nghiệm phải ngắt dòng điện bị dẫn sau mỗi lần đặt xung. Điện áp tần số công nghiệp đòi hỏi phải có biểu đồ dao động cố định và dòng điện bị dẫn được kết hợp với mỗi phóng điện của mỗi nhóm. Biểu đồ dao động này phải thể hiện điện áp đặt lên và dòng điện chạy qua mẫu thử nghiệm từ đầu đến cuối giai đoạn tính từ một chu kỳ hoàn chỉnh của điện áp tần số công nghiệp trước khi đặt xung đến 10 chu kỳ hoàn chỉnh sau khi ngắt hoàn toàn dòng điện bị dẫn. Ngắt hoàn toàn dòng điện bị dẫn phải xảy ra không chậm hơn đoạn cuối của một nửa chu kỳ tiếp theo mà ở đó xung được đặt vào. Mẫu thử nghiệm không được có phóng điện thêm nữa trong bất kỳ nửa chu kỳ tiếp theo nào. Giá trị đỉnh và dạng sóng của xung dòng điện có thể được xác định trong quá trình thử nghiệm chế độ làm việc hoặc trong quá trình thử nghiệm sơ bộ, trong đó điện áp tần số công nghiệp có thể ngắt; mẫu thử nghiệm phải chịu không quá ba xung trong thời gian hiệu chuẩn này.

Tiếp sau thử nghiệm chế độ làm việc và sau khi mẫu thử nghiệm được để nguội về xấp xỉ nhiệt độ xung quanh, lặp lại phép đo phóng điện tần số công nghiệp và điện áp dư, mà các thử nghiệm này được thực hiện trước khi thực hiện thử nghiệm chế độ làm việc để so sánh.

8.7 Thử nghiệm ngắn mạch

8.7.1 Yêu cầu chung

Bộ chống sét, trong đó khả năng chịu ngắn mạch chịu được nhà chế tạo công bố, phải được thử nghiệm theo các điều khoản dưới đây. Thử nghiệm được thực hiện để chứng tỏ rằng một bộ chống sét bị hỏng sẽ không dẫn đến sự cố nổ. Mỗi loại bộ chống sét được thử nghiệm ở ba giá trị dòng điện ngắn mạch khác nhau; một dòng điện ngắn mạch danh định và hai dòng điện ngắn mạch suy giảm. Một thử nghiệm khác được sử dụng để kiểm tra khả năng của thiết bị xả áp hoặc khả năng chịu đựng của bộ chống sét ở dòng điện sự cố cường độ thấp. Nếu bộ chống sét được trang bị để có một số cách bố trí khác, ví dụ để thay thế cho thiết bị giảm áp thông thường, cách bố trí này phải được tính đến khi thử nghiệm.

Tần số của nguồn dòng điện thử nghiệm ngắn mạch không được nhỏ hơn 48 Hz và không lớn hơn 62 Hz.

Ngoài ra, một số chu trình khép kín có thể được thực hiện sau khi có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua. Đối với thử nghiệm riêng biệt này, qui trình và tiêu chí chấp nhận phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

8.7.2 Chuẩn bị mẫu thử nghiệm

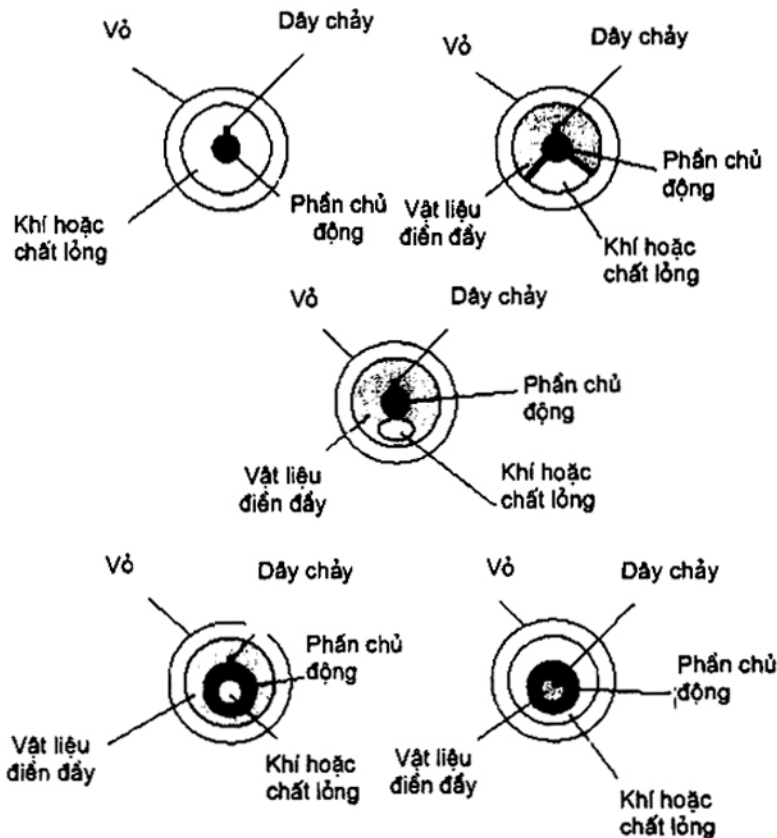
Để thử nghiệm dòng điện cao, mẫu thử nghiệm phải là đơn vị của bộ chống sét dài nhất, có điện áp danh định cao nhất của mỗi thiết kế khác nhau của bộ chống sét. Để thử nghiệm dòng điện thấp, mẫu thử nghiệm có thể là đơn vị của bộ chống sét có chiều dài bất kỳ của mỗi thiết kế khác nhau. Mẫu thử

nghiệm phải có điện áp danh định cao nhất được sử dụng cho chiều dài thử nghiệm. Mẫu thử nghiệm phải chuẩn bị với dây chảy để thực hiện yêu cầu nối tắt.

Sợi dây chảy bên ngoài phải được đặt dọc theo bề mặt của phần chủ động nằm phía trong vỏ bộ chống sét (gồm điện trở phi tuyến và khe hở), sao cho phần chủ động này bị nối tắt. Nếu khoảng không gian giữa phần chủ động và vỏ bộ chống sét được điền đầy bằng cách phối hợp vật liệu rắn và kênh khí hoặc chất lỏng thì dây chảy phải đặt càng xa càng tốt khỏi kênh khí hoặc chất lỏng này. Hình 2 chỉ ra một số ví dụ về các trường hợp này. Vị trí đặt thực tế của dây chảy trong thử nghiệm phải được thông báo.

Vật liệu dây chảy và cỡ dây phải được lựa chọn sao cho dây sẽ chảy trong 30 độ điện đầu tiên sau khi bắt đầu dòng điện thử nghiệm.

Theo Bảng 9 yêu cầu có bốn mẫu thử nghiệm để thử nghiệm dòng điện ngắn mạch danh định, trong đó một mẫu để thử nghiệm dòng điện cao, hai mẫu dành cho hai thử nghiệm dòng điện ngắn mạch suy giảm và một cho thử nghiệm dòng điện thấp.



Hình 2 – Vị trí của dây chảy trong các trường hợp khác nhau

Bảng 9 – Dòng điện yêu cầu để thử nghiệm ngắn mạch

Loại bộ chống sét = dòng phóng điện đanh nghĩa A	Dòng ngắn mạch đanh định A	Dòng ngắn mạch danh định suy giảm A		Dòng điện ngắn mạch thấp có thời gian là 1 s' A
20 000 hoặc 10 000	80 000	50 000	25 000	600 ± 200
20 000 hoặc 10 000	63 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 hoặc 10 000	50 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 hoặc 10 000	40 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 hoặc 10 000	31 000	12 000	6 000	600 ± 200
20 000, 10 000 hoặc 5 000	20 000	12 000	6 000	600 ± 200
10 000 hoặc 5 000	16 000	6 000	3 000	600 ± 200
10 000, 5 000, 2 500 hoặc 1 500	10 000	6 000	3 000	600 ± 200
10 000, 5 000, 2 500, hoặc 1 500	5 000	3 000	1 500	600 ± 200

* Bộ chống sét được lắp đặt trong hệ thống trung tính nối đất cộng hưởng hoặc hệ thống trung tính không nối đất, việc tăng thời gian thử nghiệm dài hơn 1 s, đến 30 min, có thể được phép sau khi có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua. Khi đó dòng điện ngắn mạch thấp có thể giảm đến $50 A \pm 20 A$. Đối với thử nghiệm đặc biệt này, mẫu thử nghiệm và tiêu chí chấp nhận phải được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

CHÚ THÍCH 1: Nếu một loại bộ chống sét đang có đã có đủ điều kiện của một trong các dòng điện danh nghĩa trong Bảng 9, lại có đủ điều kiện cho một giá trị dòng điện danh nghĩa cao hơn bảng này, thích phải thử nghiệm ở giá trị danh nghĩa mới. Bất kỳ phép ngoại suy nào chỉ có thể được mở rộng bằng hai nấc của dòng điện ngắn mạch danh định.

CHÚ THÍCH 2: Nếu một loại bộ chống sét mới có đủ điều kiện đáp ứng giá trị dòng điện danh nghĩa cao hơn giá trị có sẵn trong bảng này thì nó phải được thử nghiệm ở dòng điện danh nghĩa để xuất, ở 50 % và ở 25 % dòng điện danh nghĩa này.

CHÚ THÍCH 3: Nếu có một loại bộ chống sét có đủ điều kiện đáp ứng giá trị dòng điện ngắn mạch danh nghĩa trong bảng này thì được coi là đã đạt thử nghiệm cho bất kỳ giá trị dòng điện danh nghĩa nào thấp hơn.

8.7.3 Lắp đặt mẫu thử nghiệm

Mẫu thử nghiệm phải được lắp đặt ở điều kiện lắp đặt mô phỏng. Đối với bộ chống sét có đế lắp đặt, bố trí lắp đặt được thể hiện như trên Hình 3a và Hình 3b. Khoảng cách tới mặt đất của bề cách điện và dây dẫn như được chỉ ra như trên Hình 3a và 3b.

Đối với bộ chống sét không có đế lắp đặt (ví dụ bộ chống sét lắp đặt trên cột), mẫu thử nghiệm phải được lắp đặt trên cột không phải bằng kim loại bằng cách sử dụng các xà lắp đặt và các cấu kiện thường được sử dụng trong công việc lắp đặt. Đối với thử nghiệm này, xà lắp đặt phải được coi là bộ phận đế của bộ chống sét. Trong trường hợp các trang bị nêu trên không phù hợp với hướng dẫn của nhà chế tạo thì bộ chống sét phải được lắp đặt theo khuyến cáo lắp đặt của nhà chế tạo. Khối chỉ nằm

giữa đế và cảm biến dòng điện phải được cách điện ở ít nhất là 1 000 V. Đầu cao nhất của mẫu thử nghiệm phải được lắp với cụm đế có cùng thiết kế với đế của bộ chống sét hoặc cùng thiết kế với chụp cao nhất.

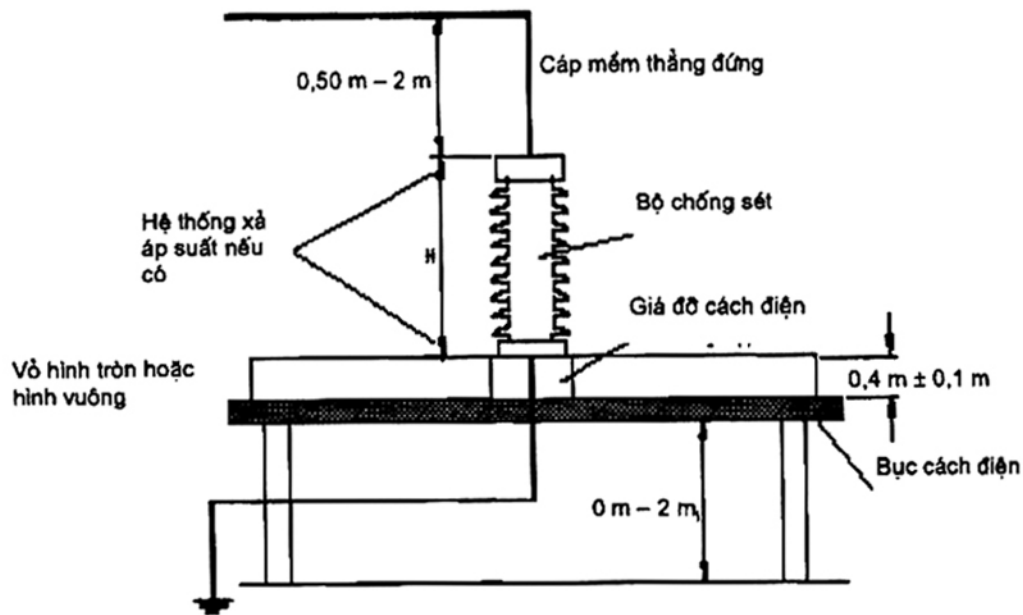
Đối với bộ chống sét có đế lắp đặt, đầu phía đáy của mẫu thử nghiệm phải được lắp trên bề cách điện có cùng chiều cao với vỏ hình tròn hoặc hình vuông. Bề đế cách điện và vỏ phải đặt trên bề mặt phía trên của bề cách điện, như trên Hình 3a và Hình 3b. Đối với bộ chống sét không có đế lắp đặt, vẫn áp dụng các yêu cầu này cho phía đáy của bộ chống sét. Khoảng cách hở quang giữa đầu mũ cao nhất và bất kỳ vật thể kim loại nào khác (thả nổi hoặc nối đất), trừ đế của bộ chống sét, phải ít nhất là 1,6 lần chiều cao của bộ chống sét mẫu, nhưng không nhỏ hơn 0,9 m. Vỏ phải được làm bằng vật liệu phi kim và được bố trí đối xứng với trục của mẫu thử nghiệm. Chiều cao của vỏ phải là $40 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$, và đường kính của nó (hoặc cạnh, trong trường hợp vỏ hình vuông) phải bằng 1,8 m hoặc lớn hơn đường kính của mẫu thử nghiệm cộng với hai lần chiều cao của mẫu thử nghiệm. Vỏ không được phép mở hoặc dịch chuyển trong thời gian thử nghiệm.

Vì các lý do thực tế, một vỏ thay thế là vỏ hình vuông làm bằng gỗ có cạnh bằng với đường kính của vỏ hình tròn.

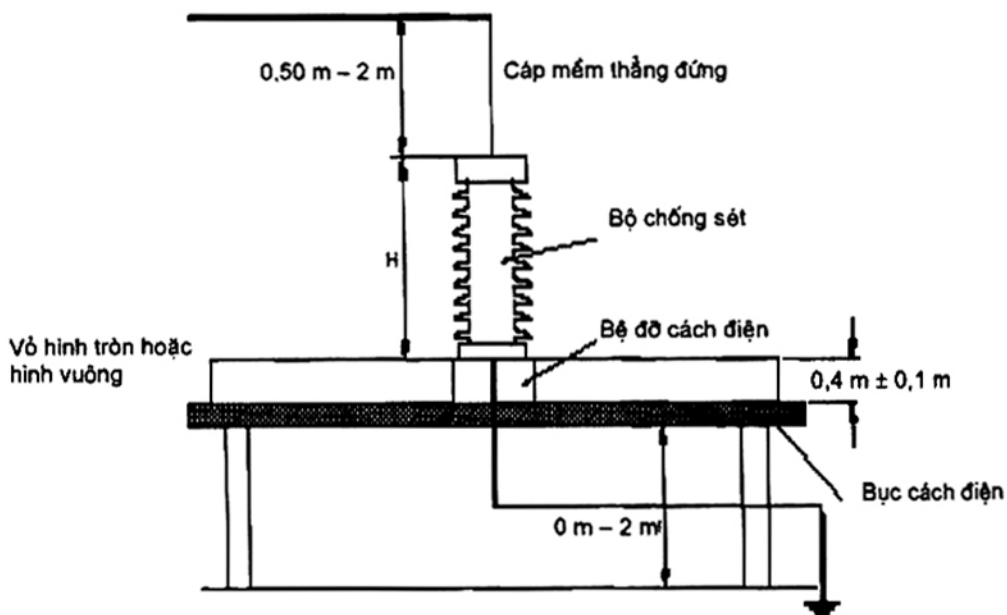
Mẫu thử nghiệm phải được lắp đặt thẳng đứng, trừ khi có thỏa thuận khác giữa nhà chế tạo và người mua.

CHÚ THÍCH: Việc lắp đặt bộ chống sét trong thời gian thử nghiệm ngắn mạch và, đặc biệt hơn là đường đi của dây dẫn phải đại diện cho điều kiện bất lợi nhất trong trường hợp. Đường đi theo Hình 3a là bất lợi nhất để sử dụng trong giai đoạn ban đầu của thử nghiệm trước khi xảy ra xả áp (đặc biệt trong trường hợp bộ chống sét có lắp cơ cấu xả áp suất).

Tuy nhiên, trong thời gian duy trì hồ quang, đường đi này ép hồ quang ra xa bộ chống sét, vì thế giảm được rủi ro bộ chống sét bị cháy lây. Đối với bộ chống sét không có cơ cấu xả áp suất, hướng của cổng xả (nếu có) nên đặt như thể hiện trên Hình 3a, nhưng dây dẫn nối đất cần phải ở bên phải, như mô tả trên Hình 3b. Theo cách này, hồ quang sẽ ở sát với chống sét trong toàn bộ thời gian dòng điện ngắn mạch, vì thế thiết lập được điều kiện bất lợi nhất liên quan tới nguy hiểm cháy.



Hình 3a – Sơ đồ mạch điện cho bộ chống sét có cơ cấu xả áp suất



Hình 3b – Sơ đồ mạch điện cho bộ chống sét không có cơ cấu xả áp suất

Hình 3 – Thử nghiệm ngăn mạch

8.7.4 Đánh giá kết quả thử nghiệm

Cho phép có hỏng hóc về kết cấu của mẫu với điều kiện không bị vỡ vụn; trừ các trường hợp cho phép dưới đây, không có mảnh của mẫu thử nghiệm rơi ngoài vỏ.

- Kiểu của mảnh vỡ sau đây rơi ngoài vỏ cũng được chấp nhận:
 - Mảnh vỡ nhẹ hơn 10 g là vật liệu gốm, ví dụ mảnh của điện trở phi tuyến hoặc gốm sứ.
 - Lỗ xả áp suất, nắp và màng ngăn gốm các mảnh nhẹ và mỏng bằng kim loại hoặc nhựa.
- Trong quá trình thử nghiệm, bộ chống sét phải có khả năng tự dập tắt ngọn lửa trần trong vòng 2 min sau khi kết thúc thử nghiệm. Bất cứ bộ phận nào bắn tóe ra (trong hoặc ngoài vỏ) đều phải tự tắt ngọn lửa trần trong vòng 2 min hoặc ngắn hơn dựa trên thoả thuận của nhà chế tạo và người mua.

Đối với bộ chống sét được sử dụng trong ứng dụng đòi hỏi tính toàn vẹn về cơ và độ bền sau khi bị hỏng, nhà chế tạo và người sử dụng có thể thiết lập quy trình thử nghiệm và đánh giá khác (ví dụ, có thể yêu cầu bộ chống sét sau khi thử nghiệm vẫn có khả năng được nhắc lên và lấy ra bằng phần đầu phía trên của bộ chống sét).

CHÚ THÍCH 1: Định vị mẫu như được chỉ ra trên Hình 3a, có cổng xả áp suất hướng về nguồn thử nghiệm để thiết lập và quét hồ quang có thể phát sinh bên ngoài trong quá trình mở van xả áp suất về sát với vỏ của bộ chống sét. Hậu quả là, ảnh hưởng xóc nhiệt có thể làm các mảnh vỡ rơi ra quá mức theo chiều gió, nếu so với các hướng khác của cổng xả áp suất.

CHÚ THÍCH 2: Nếu bộ chống sét không có lỗ xả áp suất nhìn thấy được khi kết thúc thử nghiệm, thì cần chú ý sử dụng như là vỏ có thể vẫn còn áp suất sau thử nghiệm. Chú thích này có thể áp dụng cho tất cả mức dòng điện thử nghiệm, nhưng có liên quan đặc biệt đến thử nghiệm xả áp suất ở dòng điện thấp.

8.7.5 Thử nghiệm ngắn mạch dòng điện cao

Phải thử nghiệm một mẫu ở dòng điện ngắn mạch danh định lựa chọn từ Bảng 9. Mẫu thứ hai và mẫu thứ ba phải được thử nghiệm lần lượt ở dòng điện ngắn mạch suy giảm cao hơn và thấp hơn, tương ứng với dòng điện danh định đã chọn. Ba mẫu này phải được chuẩn bị theo 8.7.2 và lắp đặt theo 8.7.3.

Thử nghiệm phải được thực hiện ở mạch thử nghiệm một pha, với điện áp thử nghiệm mạch hở từ 107 % đến 77 % điện áp danh định của bộ chống sét thử nghiệm, như được nêu trong 8.7.5.1. Tuy nhiên có khả năng là các thử nghiệm trên bộ chống sét điện áp cao được thực hiện ở trạm thử nghiệm không đủ công suất ngắn mạch để thực hiện các thử nghiệm ở 77 % hoặc ở cao hơn điện áp danh định của mẫu thử nghiệm. Do đó, qui trình thay thế để thực hiện thử nghiệm ngắn mạch dòng điện cao ở điện áp suy giảm được cho trong 8.7.5.2. Tổng thời gian đo được của dòng thử nghiệm chạy qua mạch này được phát hiện bởi cảm biến dòng điện được lắp đặt như mô tả trong 8.7.1, phải lớn hơn hoặc bằng 0,2 s.

TCVN 8097-1 : 2010

CHÚ THÍCH: Kinh nghiệm cho thấy rằng các thử nghiệm tại dòng điện danh định không nhất thiết chứng tỏ hoạt động chấp nhận được ở dòng điện thấp hơn.

8.7.5.1 Thử nghiệm dòng điện cao ở điện áp đủ (107 % đến 77 % của thông số đặc trưng)

Dòng điện kỳ vọng trước hết phải được đo bằng cách thực hiện một thử nghiệm có bộ chống sét được nối tắt hoặc thay bằng một dây đặc có trở kháng không đáng kể.

Khoảng thời gian của thử nghiệm này có thể được giới hạn đến thời gian nhỏ nhất yêu cầu để đo thành phần đỉnh và thành phần đối xứng của dạng sóng dòng điện kỳ vọng.

Đối với dòng điện ngắn mạch danh định, giá trị đỉnh nửa chu kỳ thứ nhất của dòng điện kỳ vọng phải tối thiểu là 2,5 lần giá trị hiệu dụng của thành phần đối xứng của dòng điện kỳ vọng. Giá trị hiệu dụng tiếp theo của thành phần đối xứng phải lớn hơn hoặc bằng dòng điện ngắn mạch danh định. Giá trị hiệu dụng thực tế của dòng điện kỳ vọng phải được nêu là dòng điện thử nghiệm đối với bộ chống sét. Đối với dòng điện ngắn mạch suy giảm, giá trị hiệu dụng phải là $\pm 10\%$ của các mức dòng điện yêu cầu theo Bảng 9. Yêu cầu không được bị mất đối xứng trên đỉnh đầu tiên.

Tỷ số X/R của trở kháng mạch thử nghiệm, không nối bộ chống sét, phải ít nhất là 15. Trong trường hợp tỷ số X/R của trở kháng mạch thử nghiệm nhỏ hơn 15, có thể tăng điện áp thử nghiệm hoặc giảm trở kháng sao cho:

- dòng ngắn mạch danh định, giá trị đỉnh nửa chu kỳ thứ nhất của dòng điện kỳ vọng là lớn hơn hoặc bằng 2,5 lần mức dòng điện thử nghiệm yêu cầu;
- đối với các thử nghiệm mức dòng điện giảm, dung sai trên đây là đáp ứng được.

Giá trị đỉnh thực tế của dòng điện kỳ vọng, chia cho 2,5, phải được nêu là dòng điện thử nghiệm, mặc dù giá trị hiệu dụng của thành phần đối xứng của dòng điện kỳ vọng có thể cao hơn. Vì có dòng điện kỳ vọng cao hơn nên bộ chống sét mẫu có thể phải chịu chế độ khắc nghiệt hơn, và do đó, thử nghiệm ở tỷ số X/R thấp hơn 15 chỉ phải thực hiện khi nhà chế tạo đồng ý.

Tiếp đó, tháo bỏ dây dùng để nối tắt và các bộ chống sét phải được thử nghiệm với tham số mạch điện đó.

CHÚ THÍCH: Trở kháng của hồ quang được hạn chế bên trong bộ chống sét có thể làm giảm thành phần đối xứng hiệu dụng và giá trị đỉnh của dòng điện đo được. Điều này không làm mất hiệu lực thử nghiệm, vì thử nghiệm được thực hiện với điện áp làm việc danh nghĩa nhỏ nhất và ảnh hưởng lên dòng điện thử nghiệm giống như ảnh hưởng xảy ra trong sự cố vận hành.

8.7.5.2 Thử nghiệm dòng điện cao ở điện áp nhỏ hơn 77 % điện áp danh định

Khi các thử nghiệm được thực hiện với điện áp mạch thử nghiệm nhỏ hơn 77 % điện áp danh định của mẫu thử nghiệm, các tham số mạch thử nghiệm phải được điều chỉnh sao cho giá trị hiệu dụng của thành phần đối xứng của dòng điện thử nghiệm bộ chống sét thực tế phải lớn hơn hoặc bằng dòng điện

thử nghiệm yêu cầu trong 8.7.5. Đối với dòng điện ngắn mạch danh định, giá trị đỉnh của dòng điện thử nghiệm bộ chống sét thực tế trong nửa chu kỳ đầu tiên phải ít nhất là 2,5 lần mức dòng điện thử nghiệm yêu cầu. Đối với dòng điện ngắn mạch suy giảm, giá trị hiệu dụng phải là $\pm 10\%$ mức dòng điện yêu cầu theo Bảng 9. Yêu cầu không bị mất đối xứng trên đỉnh thứ nhất.

Tỷ số X/R của trở kháng mạch thử nghiệm, khi không nối bộ chống sét, phải ưu tiên ở ít nhất là 15. Trong trường hợp tỷ số X/R của trở kháng mạch thử nghiệm nhỏ hơn 15, điện áp thử nghiệm có thể tăng hoặc giảm sao cho dòng ngắn mạch danh định, giá trị đỉnh của nửa chu kỳ thứ nhất của dòng điện kỳ vọng là lớn hơn hoặc bằng 2,5 lần mức dòng điện thử nghiệm yêu cầu;

Giá trị đỉnh thực tế của dòng điện thử nghiệm, chia cho 2,5, phải được nêu ra khi thử nghiệm dòng điện, mặc dù giá trị hiệu dụng thành phần đối xứng của dòng điện thử nghiệm có thể cao hơn. Bởi vì dòng điện thử nghiệm cao hơn nên bộ chống sét mẫu có thể phải chịu chế độ khắc nghiệt hơn, và do đó, thử nghiệm ở tỷ số X/R thấp hơn 15 chỉ phải thực hiện khi nhà chế tạo đồng ý.

CHÚ THÍCH: Nếu mạch điện cho kết quả dòng điện đối xứng yêu cầu cao hơn giá trị đối xứng yêu cầu, dòng điện có thể giảm, không ít hơn 2,5 chu kỳ sau khi bắt đầu, tới giá trị đối xứng yêu cầu.

8.7.6 Thử nghiệm ngắn mạch dòng điện thấp

Thử nghiệm phải thực hiện với bất kỳ mạch thử nghiệm nào để tạo ra dòng điện chạy qua bộ chống sét thử nghiệm là $600\text{ A} \pm 200\text{ A}$ giá trị hiệu dụng, đo ở xấp xỉ 0,1 s sau khi bắt đầu cho dòng điện chạy qua. Dòng điện phải chạy trong 1 s. Trong trường hợp bộ chống sét có lắp cơ cấu xả áp suất, thiết kế bộ chống sét phải coi là không đạt thử nghiệm này nếu không xuất hiện xả áp suất trong quá trình thử nghiệm.

Tham khảo chú thích 2 của 8.7.4 liên quan đến vận chuyển bộ chống sét nếu hỏng cơ cấu xả áp suất.

8.8 Thử nghiệm thiết bị cách ly bộ chống sét

8.8.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm phải được thực hiện trên bộ chống sét được lắp với thiết bị cách ly bộ chống sét hoặc thực hiện trên cụm thiết bị cách ly riêng nếu được thiết kế để không bị ảnh hưởng bởi nhiệt của các bộ phận liền kề của bộ chống sét ở vị trí đã lắp đặt bình thường của nó.

Mẫu thử nghiệm phải được lắp đặt theo khuyến cáo do nhà chế tạo phát hành bằng cách sử dụng các khuyến cáo về kích thước và độ cứng lớn nhất cũng như chiều dài ngắn nhất của dây nối. Trong trường hợp không có khuyến cáo, dây dẫn phải là dây đồng trần kéo nguội, đường kính xấp xỉ 5 mm và chiều dài 30 cm, được bố trí để các phần chuyển động của thiết bị cách ly không bị cản trở khi tác động.

8.8.2 Thử nghiệm chịu xung dòng điện và thử nghiệm chế độ làm việc

Như được chú thích trong 8.5 và 8.6, các thử nghiệm này được thực hiện cùng một lúc như thử nghiệm trên bộ chống sét trong trường hợp lắp sẵn với thiết bị cách ly. Trong trường hợp thiết bị cách ly được thiết kế để gắn với bộ chống sét hoặc đấu nối vào đường dây hoặc dây nối đất là một phụ kiện, các thử nghiệm có thể được thực hiện riêng rẽ hoặc kết hợp với các thử nghiệm trên các mẫu bộ chống sét. Thiết bị cách ly phải chịu được mà không tác động ở một trong các thử nghiệm dưới đây, từng thử nghiệm khác nhau được thực hiện trên ba mẫu bộ chống sét chưa qua sử dụng:

8.8.2.1 Thử nghiệm xung dòng điện cao

Thử nghiệm này được thực hiện theo 8.5.1 và 8.5.2 với dòng điện đỉnh tương ứng với phân loại cao nhất của bộ chống sét mà thiết bị cách ly được thiết kế để sử dụng.

8.8.2.2 Thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài

Thử nghiệm này được thực hiện theo 8.5.1, 8.5.3.1 và 8.5.3.3 với dòng điện đỉnh và khoảng thời gian tương ứng với phân loại cao nhất của bộ chống sét (xem Bảng 6) mà thiết bị cách ly được thiết kế để sử dụng.

8.8.2.3 Thử nghiệm chế độ làm việc

Thử nghiệm này được thực hiện theo 8.6, với thiết bị cách ly mắc nối tiếp với phân đoạn mẫu thử nghiệm của thiết kế bộ chống sét có dòng điện bị dẫn cao nhất trong số các bộ chống sét mà phân đoạn được thiết kế để sử dụng.

8.8.3 Tác động của thiết bị cách ly

8.8.3.1 Thử nghiệm đường cong thời gian/dòng điện

Dữ liệu đường cong thời gian/dòng điện thu được ở ba mức dòng điện khởi đầu đối xứng khác nhau, ví dụ: 20 A, 200 A và 800 A, giá trị hiệu dụng, ($\pm 10\%$), cho chạy qua thiết bị cách ly thử nghiệm có hoặc không có bộ chống sét theo yêu cầu của 8.8.1.

Để thử nghiệm thiết bị cách ly chịu ảnh hưởng của nhiệt bên trong của các bộ chống sét lắp cùng, sử dụng dây đồng trần có đường kính từ 0,08 mm đến 0,13 mm để bỏ qua điện trở phi tuyến và khe hở nối tiếp, để khởi động hồ quang bên trong.

Để thử nghiệm thiết bị cách ly không bị ảnh hưởng bởi tác động của bộ chống sét lắp cùng, các bộ chống sét phải có các điện trở phi tuyến và các khe hở nối tiếp của chúng được mắc song song hoặc được thay bằng một dây dẫn có kích thước đủ để không bị chảy trong quá trình thử nghiệm.

Điện áp thử nghiệm có thể là giá trị thuận lợi bất kỳ miễn là đủ để duy trì đủ dòng điện chạy trong toàn bộ hồ quang của các thành phần bộ chống sét, và đủ để tạo ra và duy trì hồ quang của tất cả các khe hở mà việc tác động của thiết bị cách ly bị phụ thuộc. Điện áp thử nghiệm này có thể không cao hơn

điện áp danh định của bộ chống sét có điện áp danh định thấp nhất mà thiết bị cách ly được thiết kế để sử dụng.

Các tham số của mạch thử nghiệm được điều chỉnh, với mẫu thử nghiệm được mắc song song với sợi dây có trở kháng không đáng kể để tạo ra giá trị dòng điện yêu cầu. Thiết bị đóng cắt dùng để đóng phải được hẹn giờ để khép kín mạch điện trong vòng một vài độ điện của điện áp đỉnh để tạo ra dòng điện gần như đối xứng. Thiết bị đóng cắt dùng để mở có thể được trang bị cơ cấu điều chỉnh thời gian dòng chạy qua mẫu thử nghiệm. Có thể không cần có thiết bị đóng cắt này nếu không cần thiết phải khống chế chính xác toàn bộ thời gian dòng điện. Sau khi các tham số của mạch thử nghiệm đã được điều chỉnh, tháo bỏ sợi dây đấu song song với mẫu thử nghiệm.

Duy trì dòng điện chạy trong mạch ở mức yêu cầu cho đến khi thiết bị cách ly tác động. Ít nhất là năm mẫu chưa qua sử dụng phải được thử nghiệm ở một trong ba mức dòng điện.

Giá trị hiệu dụng của dòng điện chạy qua mẫu và khoảng thời gian thiết bị cách ly bắt đầu tác động được vẽ cho tất cả các mẫu thử nghiệm. Đường cong đặc tính thời gian/dòng điện của thiết bị cách ly được vẽ là đường cong trơn đi qua các điểm đại diện cho thời gian lớn nhất.

Một cách khác, đối với thiết bị cách ly tác động có thời gian trễ đáng kể, đường cong thời gian/dòng điện có thể thiết lập bằng cách cho dòng điện chạy qua mẫu trong thời gian khống chế để xác định thời gian tối thiểu ở một trong ba mức dòng điện phù hợp dẫn đến tác động thành công của thiết bị cách ly. Nếu thiết bị cách ly tác động thành công trên cả năm thử nghiệm, hoặc, nếu chỉ có một thử nghiệm tác động không thành công, thì bổ sung năm thử nghiệm nữa và phải cả năm lần tác động thành công, điểm này được sử dụng cho đường cong thời gian/dòng điện.

8.8.3.2 Đánh giá tính năng của thiết bị cách ly

Phải có bằng chứng rõ ràng về hiệu lực cách ly và cách ly hoàn toàn bởi thiết bị. Nếu có bất kỳ nghi ngờ nào về điều này, phải đặt điện áp tấn số công nghiệp bằng 1,2 lần điện áp danh định của bộ chống sét có điện áp danh định cao nhất mà thiết bị cách ly được thiết kế để sử dụng trong 1 min mà không có dòng điện vượt quá 1 mA, giá trị hiệu dụng chạy qua.

Bảng 8 – Phóng điện bằng xung lớn nhất (xem 8.3) và điện áp dư (xem 8.4)

Giá trị qui về U,

Điện áp bộ chống sét danh định $kV_{\text{gía trị hiệu dụng}}$	Điện áp phóng điện bằng xung sét tiêu chuẩn lớn nhất $kV_{\text{đỉnh}}$		Sườn trước của sóng xung sét Độ dốc danh nghĩa của dạng sóng $kV/\mu s$	Điện áp phóng điện lớn nhất $kV_{\text{đỉnh}}$		Điện áp phóng điện bằng xung đồng cắt lớn nhất $kV_{\text{đỉnh}}$	Điện áp dư lớn nhất ở dòng điện phóng điện danh nghĩa $kV_{\text{đỉnh}}$	
	Bộ chống sét chế độ nặng 10 000 A	Bộ chống sét chế độ nhẹ 2500 A, 5000 A, và 10 000 A		Bộ chống sét chế độ nặng 10 000 A	Bộ chống sét chế độ nhẹ 2500 A, 5000 A, và 10 000 A		Bộ chống sét chế độ nặng 10 000 A	Bộ chống sét chế độ nặng 10 000 A
$0,15 < U_r \leq 0,3$	–	8,0 U _r	10	–	12,0 U _r	–	–	8,0 U _r
$0,3 < U_r \leq 0,6$	–	6,0 U _r	10	–	7,5 U _r	–	–	6,0 U _r
$0,6 < U_r \leq 1,2$	–	5,0 U _r	10	–	6,0 U _r	–	–	5,0 U _r
$1,2 < U_r \leq 10$	–	3,6 U _r	8,3 U _r	–	4,15 U _r	–	–	3,60 U _r
$10 < U_r \leq 120$	2,80 U _r	3,33 U _r	7,0 U _r	3,20 U _r	3,85 U _r	–	2,80 U _r	3,33 U _r
$120 < U_r \leq 200$	2,60 U _r	3,00 U _r	6,0 U _r	3,00 U _r	3,45 U _r	–	2,60 U _r	3,0 U _r
$200 < U_r \leq 300$	2,60 U _r	–	1 300 U _r	3,00 U _r	–	2,75 U _r	2,60 U _r	–
$300 < U_r \leq 420$	2,50 U _r	–	1 500 U _r	2,90 U _r	–	2,45 U _r	2,50 U _r	–
$U_r > 420$	2,50 U _r	–	2 000 U _r	2,90 U _r	–	2,45 U _r	2,50 U _r	–

Phụ lục A

(qui định)

Điều kiện làm việc không bình thường

Sau đây là các điều kiện làm việc không bình thường điển hình mà trong chế tạo hoặc trong ứng dụng của bộ chống sét đòi hỏi phải quan tâm đặc biệt và được gọi là sự chú ý của nhà chế tạo:

- 1) Nhiệt độ vượt quá +40 °C hoặc thấp hơn -40 °C,
- 2) Ứng dụng ở độ cao trên 1 000 m so với mặt biển.
- 3) Khói hoặc hơi có thể làm suy giảm bề mặt cách điện hoặc cấu kiện lắp đặt.
- 4) Nhiễm bẩn quá mức bởi khói, bụi, hơi mặn hoặc vật liệu dẫn khác.
- 5) Phơi nhiễm quá mức hơi ẩm, độ ẩm, nước nhỏ giọt hoặc hơi nước.
- 6) Hỗn hợp nổ của bụi, khí, hoặc khói.
- 7) Rung hoặc xóc cơ khí bất thường.
- 8) Vận chuyển hoặc bảo quản khác thường.
- 9) Làm sạch bộ chống sét khi đang có điện.
- 10) Tần số hệ thống danh nghĩa dưới 48 Hz hoặc trên 62 Hz.

Phụ lục B

(tham khảo)

Thông tin điển hình cần nêu trong bản yêu cầu và bản đấu thầu

B.1 Thông tin cần nêu trong bản yêu cầu

B.1.1 Dữ liệu hệ thống

- Điện áp hệ thống cao nhất;
- Tần số;
- Điện áp lớn nhất với đất trong điều kiện sự cố hệ thống (hệ số sự cố chạm đất hoặc hệ thống có trung tính nối đất);
- Thời gian tối đa của sự cố chạm đất;
- Giá trị lớn nhất của quá điện áp tạm thời và thời gian lớn nhất của nó (sự cố chạm đất, mất tải, cộng hưởng sắt từ);
- Mức cách điện của thiết bị cần được bảo vệ;
- Dòng điện ngắn mạch của hệ thống ở vị trí lắp bộ chống sét.

B.1.2 Điều kiện vận hành

- a) Điều kiện bình thường (xem 4.4).
- b) Điều kiện không bình thường:
 - điều kiện môi trường xung quanh (xem 4.4.2 và Phụ lục A);
 - mức nhiễm bẩn tự nhiên (xem IEC 60071-2);
 - khả năng quá tốc độ của bộ phát (đặc tính điện áp theo thời gian);
 - tần số công nghiệp danh nghĩa của hệ thống không phải từ 48 Hz đến 62 Hz;
 - tải đưa vào và các sự cố chạm đất đồng thời;
 - hình thành trong thời gian sự cố của một phần của hệ thống với trung tính cách ly trong hệ thống trung tính nối đất hiệu quả bình thường;
 - bù sai số dòng điện sự cố chạm đất.

B.1.3 Chế độ của bộ chống sét

- a) Nối đến hệ thống:

- pha – đất;
 - trung tính – đất;
 - pha – pha;
- b) Loại thiết bị được bảo vệ:
- máy biến áp (nối trực tiếp đến đường dây hoặc nối qua cáp);
 - máy điện quay (nối trực tiếp đến đường dây hoặc qua máy biến áp);
 - lò phản ứng;
 - lò cao tần;
 - các thiết bị khác của trạm điện;
 - trạm có cách điện bằng khí (GIS);
 - dây tụ điện;
 - cáp (loại và chiều dài), v.v....
- c) Chiều dài lớn nhất của dây dẫn điện áp cao giữa bộ chống sét và thiết bị cần bảo vệ (khoảng cách bảo vệ).

B.1.4 Đặc tính của bộ chống sét

- điện áp danh định;
- điện áp phóng điện tần số công nghiệp (giá trị nhỏ nhất);
- điện áp phóng điện bằng xung sét (giá trị lớn nhất);
- điện áp phóng điện bằng sườn trước của sóng xung (giá trị lớn nhất);
- điện áp phóng điện bằng xung đóng cắt (giá trị nhỏ nhất và lớn nhất);
- dòng điện phóng điện bằng xung sét danh nghĩa và điện áp dư;
- bộ chống sét 5 000 A dây A hoặc dây B;
- bộ chống sét 10 000 A chế độ nhẹ hoặc chế độ nặng;
- bộ chống sét ở chế độ nặng, tương ứng với cấp phóng điện thời gian dài;
- loại xả áp suất (khả năng ngắn mạch);
- chiều dài và hình dạng của chiều dài đường rò của vỏ bộ chống sét. Được lựa chọn trên cơ sở kinh nghiệm vận hành với bộ chống sét và/hoặc loại thiết bị khác trong vùng thực tế.

TCVN 8097-1 : 2010

B.1.5 Thiết bị bổ sung và phụ kiện

- bộ chống sét có bọc kim loại;
- kiểu lắp đặt: bệ, xà, giá treo (ở vị trí nào) v.v..., và nếu đế cách điện được yêu cầu để nối tới bộ đếm đột biến. Đối với bộ chống sét có xà để lắp đặt phải chỉ ra xà lắp đặt có nối đất hay không;
- hướng lắp đặt nếu không phải hướng thẳng đứng;
- dây nối đất của thiết bị cách ly nếu yêu cầu;
- mặt cắt của dây nối.

B.1.6 Tất cả các điều kiện không bình thường đặc biệt

VÍ DỤ: thao tác rất thường xuyên.

B.2 Thông tin cần nêu trong bản đấu thầu

Tất cả thông tin ở B.1.4 và B.1.5 và ngoài ra:

- khe hở không khí;
- đặc điểm kỹ thuật lắp đặt;
- chức năng xả áp suất;
- kiểu đấu nối bộ chống sét và kích cỡ dây dẫn cho phép;
- chiều dài cho phép lớn nhất của dây nối giữa bộ chống sét và bộ đếm đột biến và đất;
- kích thước và trọng lượng;
- độ bền của rắch chia;
- điện áp dư do đóng cắt.

Phụ lục C

(tham khảo)

Lựa chọn cấp phóng điện thời gian dài của bộ chống sét chế độ nặng

Chế độ nặng của bộ chống sét thường được áp dụng ở nơi mà khả năng phóng điện đường dây đòi hỏi.

CHÚ THÍCH: Hướng dẫn ứng dụng bộ chống sét được nêu trong IEC 60099-1A (1965). Hướng dẫn áp dụng này sẽ được sửa lại chuyển sang IEC 60099-5.

Yêu cầu thử nghiệm được chỉ ra trong bảng 5 của 8.5.3.2 là dựa vào chế độ phức tạp trong đường dây truyền tải phóng điện với đặc tính sau, Bảng C.1, được xem xét để bao trùm phần lớn các ứng dụng:

Bảng C.1 – Đặc tính đường dây truyền tải

Cấp phóng điện thời gian dài	Dài gần đúng của điện áp hệ thống kV	Chiều dài gần đúng của đường dây		Trở kháng đột biến gần đúng của đường dây Ω	Hệ số quá điện áp gần đúng (p.u.) [*]
		km	(dặm)		
1	đến 245	300	(190)	450	3,0
2	đến 300	300	(190)	400	2,6
3	đến 420	360	(255)	350	2,6
4	đến 525	420	(260)	325	2,4
5	đến 765	480	(300)	300	2,2

* Cơ sở cho mỗi đơn vị giá trị là giá trị đỉnh của điện áp pha-trung tính của hệ thống cao nhất.

Thông thường, cấp phóng điện thời gian dài dựa trên điện áp hệ thống tương ứng theo Bảng C.1. Tuy nhiên, trong trường hợp các đặc tính hệ thống khác nhau đáng kể so với hệ thống trong bảng, thì các bộ chống sét của một cấp phóng điện có thể sử dụng ở các điện áp hệ thống tương ứng với cấp cao hơn hoặc thấp hơn. Trong các trường hợp như vậy cần quan tâm đến trường hợp đặc biệt. Nhìn chung, bộ chống sét không nên sử dụng trong các tình huống mà trong đó các khe hở và điện trở phi tuyến phải chịu đến năng lượng hoặc dòng điện diễn ra trong thời gian phóng điện của đột biến đóng cắt vượt quá dòng điện diễn ra trong thử nghiệm thời gian dài được thực hiện trên các thành phần này. Ở điện áp thấp hơn, năng lượng có thể là yêu cầu chiếm ưu thế còn ở điện áp cao hơn lại là dòng điện chiếm ưu thế.

Như thể hiện trong Bảng C.1, các tham số của hệ thống đòi hỏi phải quan tâm khi xác định sự khắc nghiệt của chế độ đặt lên trong thời gian phóng điện của đột biến đóng cắt là:

- chiều dài đường dây;
- trở kháng đột biến đường dây;

TCVN 8097-1 : 2010

- mức diễn biến quá điện áp (hệ số quá điện áp).

Tham số khác nữa cần được quan tâm là điện áp bộ chống sét danh định liên quan với điện áp hệ thống. Các tham số và điều kiện của hệ thống khác cũng có tầm quan trọng nhưng không yêu cầu thử nghiệm, vì các lý do thực tế, cho nên việc xem xét này không được đề cập ở đây.

Phụ lục D
(tham khảo)

**Mạch điện điển hình cho bộ phát xung phân bố không đổi
cho thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài theo 8.5.3**

Mục đích của phụ lục này nhằm đưa ra nguyên lý của mạch điện thử nghiệm thích hợp để sử dụng trong thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài và để mô tả chức năng của các thành phần mạch điện khác nhau mà không nhằm qui định mạch thử nghiệm tiêu chuẩn cần được sử dụng trong tất cả thử nghiệm.

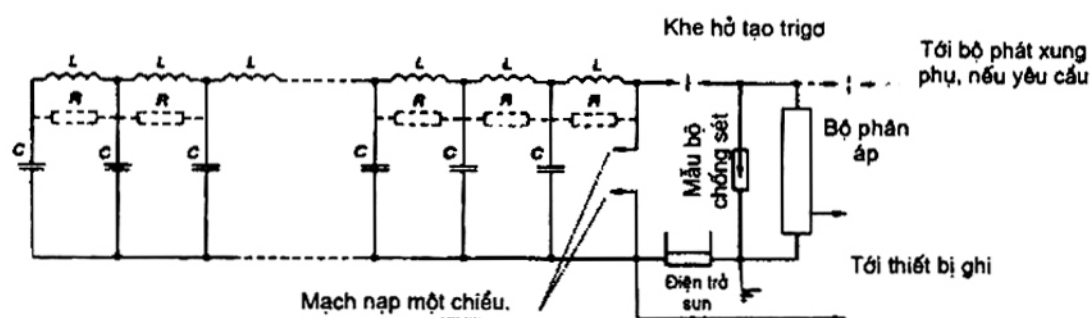
Các yêu cầu về dạng sóng, thời gian, điện áp nạp, điện trở tải, khoảng thời gian giữa các xung, v.v..., cũng được đưa vào qui định kỹ thuật thử nghiệm.

Phương pháp chính xác mà nhờ đó các yêu cầu này đáp ứng là không quan trọng lắm. Có nhiều khả năng khác nhau có thể có trong cả bố trí mạch điện lẫn lựa chọn các giá trị cho các thành phần khác nhau. Hình D.1 biểu diễn một sơ đồ đơn giản của bộ phát xung phân bố không đổi. Trở kháng đột biến của bộ phát được xác định bởi:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ khi bỏ qua điện trở}$$

Số lượng các tầng LC của bộ phát thường khoảng 10 tầng để tạo ra dạng sóng chấp nhận được. Để hạn chế dao động ở đầu và cuối đỉnh sóng, có thể tăng thêm các điện cảm ở hai đầu của bộ phát cũng như đưa vào điện trở song song R để bù lại sự suy giảm độ dốc sườn trước do tầng điện cảm này.

Khe hở tạo trigơ có thể chỉ là đóng cắt đơn giản. Tuy nhiên, nếu điện áp nạp của bộ phát là không đủ để phóng điện mẫu bộ chống sét, thì có thể yêu cầu bộ phát xung phụ cỡ nhỏ. Trong trường hợp đó, bộ phát xung phân bố không đổi và bộ phát xung phụ phải được cách ly khỏi mẫu thử nghiệm bởi các khe hở tạo trigơ này.



Hình D.1 – Mạch điện điển hình cho bộ phát xung phân bố không đối cho thử nghiệm xung dòng điện thời gian dài

Cần ghi lại dòng điện chạy qua và điện áp thử nghiệm đặt lên mẫu.

Như đã yêu cầu trong 8.5.3, phải kiểm tra dạng sóng bằng qui trình hiệu chuẩn sử dụng điện trở tải, giá trị của điện trở tải phải xấp xỉ trở kháng đột biến bộ phát. Nếu không, các yêu cầu liên quan đến dạng sóng sẽ không được thoả mãn.

Thiết kế của bộ phát xung phân bố không đối phải sao cho điện cảm và điện dung được thay thế dễ dàng. Hơn nữa, một bộ phát điện áp thích hợp cho phép thay đổi giá trị thông số đặc trưng của mẫu thử nghiệm để phù hợp với trở kháng đột biến. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng thông số đặc trưng của mẫu chỉ được thay đổi theo các nấc bằng với thông số đặc trưng về điện áp của phân đoạn bộ chống sét sử dụng trong thiết kế bộ chống sét cụ thể.

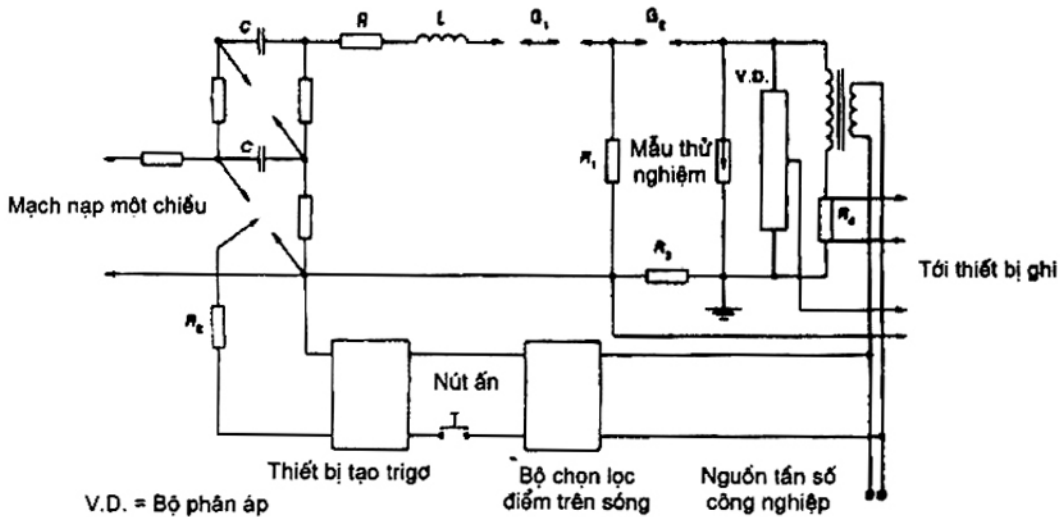
Phụ lục E

(tham khảo)

Mạch điện điển hình để thử nghiệm chế độ làm việc theo 8.6

Mục đích của phụ lục này nhằm để xuất một mạch điện thử nghiệm thích hợp (Hình E.1) để sử dụng trong thử nghiệm chế độ làm việc và để mô tả chức năng của các thành phần mạch điện khác nhau chứ không nhằm qui định một mạch điện thử nghiệm tiêu chuẩn cần được sử dụng trong tất cả thử nghiệm. Yêu cầu đối với thử nghiệm chế độ làm việc, như điện áp tần số công nghiệp, đặc tính của xung dòng điện khởi đầu, và định thời gian của xung khởi đầu liên quan đến sóng điện áp tần số công nghiệp mô tả trong 8.6. Phương pháp chính xác mà nhờ đó các yêu cầu này được đáp ứng là không quan trọng. Có nhiều khả năng khác nhau có thể có trong cả bố trí mạch điện lẫn lựa chọn các giá trị cho các thành phần khác nhau.

Mẫu thử nghiệm được nối trực tiếp qua nguồn tần số công nghiệp, thường là một biến áp, mặc dù đây không phải là điều thiết yếu. Một bộ phát xung, hiển thị như một mạch điện hai tầng, mặc dù có thể một tầng là đủ, được nối tới bộ chống sét thông qua điện trở R , điện cảm L và các khe hở phóng điện G_1 và G_2 . Dạng sóng của xung dòng điện được điều khiển bằng cách chọn các giá trị phù hợp của C , R và L . Một điện trở sun R_3 thuận trở có điện trở thấp và bộ phân áp V.D. được thể hiện đối với các phép đo dòng điện và điện áp tương ứng. Điện trở sun R_4 thể hiện rằng các dây đi từ biến áp nguồn để ghi lại dòng điện bị dẫn.



Hình E.1 – Sơ đồ mạch điện điển hình để thử nghiệm chế độ làm việc

Khe hở phóng điện cách ly bộ phát xung với mạch nguồn có thể có nhiều dạng khác nhau. Theo kiểu thể hiện khe hở, điện trở R_1 , nếu được sử dụng, có thể là megaôm và dùng để duy trì một điểm trong nhiều khe hở phóng điện ở điện thế đất khi không có dòng điện đi qua. Không có phần G_1 của khe hở, do đó toàn bộ điện áp điện áp tần số công nghiệp được đặt lên và có thể làm cho phóng qua bất kỳ điểm nào trong chu kỳ. Phần G_2 của khe hở được làm nhỏ phù hợp với khả năng chịu điện áp tần số công nghiệp. Phần G_1 được thiết kế để ngắt bất kỳ dòng điện tần số công nghiệp đi vào bộ phát xung sau khi kết thúc xung, và nó tham gia vào các cấu trúc xung phức tạp được thể hiện. Nếu các khe hở vẫn còn dẫn sau khi kết thúc xung, có thể có trao đổi năng lượng giữa điện dung của bộ phát xung và nguồn công suất gây cản trở qui trình thử nghiệm. Bộ phát xung có thể bị hỏng do dòng điện tần số công nghiệp chảy qua liên tục.

Điện áp tần số công nghiệp có thể được ghi thông qua các đầu củ a bộ phân áp hoặc máy biến áp.

Bộ phát xung phải tác động đột ngột ở thời điểm đúng trên sóng điện áp tần số công nghiệp. Điều này có thể được thực hiện nhờ khe phóng điện đồng bộ hoặc nhờ bộ chọn lọc điểm trên sóng, như trên hình E.1, thông qua cơ cấu tạo trigơ. Điều này cung cấp một xung điện áp cao đến các điện cực giữa của khe hở ba điện cực trong bộ phát xung. Điện trở cao, R_2 , ngăn cản đáng kể dòng điện xung trong mạch gây tác động.

Tác động của bộ phát xung có thể được bắt đầu bằng một nút ấn hoặc bất kỳ phương tiện đặt khi thao tác hệ thống ghi và tác động của bộ phát xung ở thời điểm đã chọn trên sóng điện áp tần số công nghiệp.