

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 8096-107 : 2010**

**IEC 62271-107 : 2005**

Xuất bản lần 1

**TỦ ĐIỆN ĐÓNG CẮT VÀ ĐIỀU KHIỂN CAO ÁP –  
PHẦN 107: CẦU DAO KÈM CẦU CHẢY XOAY CHIỀU  
DÙNG CHO ĐIỆN ÁP DANH ĐỊNH LỚN HƠN 1 kV  
ĐẾN VÀ BẰNG 52 kV**

*High-voltage switchgear and controlgear –*

*Part 107: Alternating current fused circuit-switchers for rated voltages  
above 1 kV up to and including 52 kV*

HÀ NỘI – 2010

**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu .....	4
Lời giới thiệu .....	5
1 Qui định chung .....	7
1.1 Phạm vi áp dụng .....	7
1.2 Tài liệu viện dẫn .....	8
2 Điều kiện làm việc bình thường và đặc biệt .....	9
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	9
4 Thông số đặc trưng .....	13
5 Thiết kế và kết cấu .....	15
6 Thử nghiệm điển hình .....	19
7 Thử nghiệm thường xuyên .....	31
8 Hướng dẫn để chọn cầu dao kèm cầu chảy .....	31
9 Thông tin cần nêu trong bản yêu cầu, bản đấu thầu và đơn đặt hàng .....	36
10 Quy tắc đối với vận chuyển, bảo quản, lắp đặt, vận hành và bảo trì .....	36
11 An toàn .....	37
Phụ lục A (tham khảo), Khả năng áp dụng chế độ thử nghiệm dòng điện chuyển giao danh định ..	41
Thư mục tài liệu tham khảo .....	49

**Lời nói đầu**

TCVN 8096-107 : 2010 thay thế TCVN 5768: 1993;

TCVN 8096-107 : 2010 hoàn toàn tương đương với IEC 62271-107:  
2005;

TCVN 8096-107: 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.

## **Lời giới thiệu**

Bộ tiêu chuẩn TCVN 8096 (IEC 62271) hiện đã có các tiêu chuẩn quốc gia sau:

- 1) TCVN 8096-107: 2010 (IEC 62271-107: 2005), Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 107: Cầu dao kèm cầu chảy xoay chiều dùng cho điện áp danh định lớn hơn 1 kV đến và bằng 52 kV
- 2) TCVN 8096-200: 2010 (IEC 62271-200: 2003), Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 200: Tủ điện đóng cắt và điều khiển xoay chiều có vỏ bọc bằng kim loại dùng cho điện áp danh định lớn hơn 1 kV đến và bằng 52 kV

Bộ tiêu chuẩn IEC 62271 còn có các tiêu chuẩn sau:

- 1) IEC 62271-1: 2007, High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications
- 2) IEC 62271-3: 2006, High-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Digital interfaces based on IEC 61850
- 3) IEC 62271-100: 2008, High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating current circuit-breakers
- 4) IEC 62271-101:2006, High-voltage switchgear and controlgear - Part 101: Synthetic testing
- 5) IEC 62271-102: 2001, High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches
- 6) IEC 62271-104: 2009, High-voltage switchgear and controlgear - Part 104: Alternating current switches for rated voltages of 52 kV and above
- 7) IEC 62271-105: 2002, High-voltage switchgear and controlgear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations
- 8) IEC 62271-108: 2005, High-voltage switchgear and controlgear - Part 108: High-voltage alternating current disconnecting circuit-breakers for rated voltages of 72.5 kV and above
- 9) IEC 62271-109: 2008, High-voltage switchgear and controlgear - Part 109: Alternating-current series capacitor by-pass switches
- 10) IEC 62271-110: 2009, High-voltage switchgear and controlgear - Part 110: Inductive load switching
- 11) IEC 62271-111: 2005, High voltage switchgear and controlgear - Part 111: Overhead, pad-mounted, dry vault, and submersible automatic circuit reclosers and fault interrupters for alternating current systems up to 38 kV
- 12) IEC 62271-201: 2006, High-voltage switchgear and controlgear - Part 201: AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- 13) IEC 62271-202: 2006, High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: High-voltage/low voltage prefabricated substation

## **TCVN 8096-107 : 2010**

- 14) IEC 62271-203: 2003, High-voltage switchgear and controlgear - Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV
- 15) IEC 62271-205: 2008, High-voltage switchgear and controlgear - Part 205: Compact switchgear assemblies for rated voltages above 52 kV
- 16) IEC 62271-207: 2007, High-voltage switchgear and controlgear - Part 207: Seismic qualification for gas-insulated switchgear assemblies for rated voltages above 52 kV
- 17) IEC/TR 62271-208: 2009, High-voltage switchgear and controlgear - Part 208: Methods to quantify the steady state, power-frequency electromagnetic fields generated by HV switchgear assemblies and HV/LV prefabricated substations
- 18) IEC 62271-209: 2007, High-voltage switchgear and controlgear - Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV - Fluid-filled and extruded insulation cables - Fluid-filled and dry-type cable-terminations
- 19) IEC/TR 62271-300: 2006, High-voltage switchgear and controlgear - Part 300: Seismic qualification of alternating current circuit-breakers
- 20) IEC/TR 62271-301: 2009, High-voltage switchgear and controlgear - Part 301: Dimensional standardisation of high-voltage terminals
- 21) IEC/TR 62271-303: 2008, High-voltage switchgear and controlgear - Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF<sub>6</sub>)
- 22) IEC/TS 62271-304: 2008, High-voltage switchgear and controlgear - Part 304: Design classes for indoor enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV to be used in severe climatic conditions
- 23) IEC/TR 62271-305: 2009, High-voltage switchgear and controlgear - Part 305: Capacitive current switching capability of air-insulated disconnectors for rated voltages above 52 kV
- 24) IEC/TR 62271-310: 2008, High-voltage switchgear and controlgear - Part 310: Electrical endurance testing for circuit-breakers above a rated voltage of 52 kV

## **Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp –**

### **Phần 107: Cầu dao kèm cầu chảy xoay chiều dùng cho điện áp danh định lớn hơn 1 kV đến và bằng 52 kV**

*High-voltage switchgear and controlgear –*

*Part 107. Alternating current fused circuit-switchers for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV*

#### **1 Qui định chung**

##### **1.1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này áp dụng cho thiết bị được thao tác trên cả ba cực thực chất là các cụm lắp ráp chức năng bao gồm cầu dao và các cầu chảy hạn chế dòng điện dùng cho hệ thống phân phối được thiết kế để có khả năng:

- cắt dòng điện có tải hoặc dòng điện sự cố bất kỳ đến và bằng dòng điện cắt ngắn mạch danh định ở điện áp phục hồi danh định
- đóng mạch điện có dòng điện bằng với dòng điện cắt ngắn mạch danh định ở điện áp danh định.

Thiết bị này được thiết kế dùng cho mạch điện hoặc cho các ứng dụng chỉ đòi hỏi độ bền cơ và độ bền điện bình thường. Các ứng dụng như vậy bao gồm bảo vệ cho máy biến áp cao áp/ha áp nhưng không bảo vệ đường dây hoặc cấp phân phối cũng như mạch động cơ và mạch dây tụ điện.

Các tình trạng ngắn mạch có dòng điện từ giá trị thấp đến dòng điện chuyển giao danh định của cầu dao kèm cầu chảy được các cơ cấu phụ trợ (cơ cấu đập, role, v.v...) xử lý mà khi được bố trí đúng sẽ gây nhả cầu dao. Các cầu chảy được lắp phải đảm bảo khả năng cắt ngắn mạch của nó lớn hơn khả năng cắt của cầu dao.

**CHÚ THÍCH 1:** Trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ "cầu chảy" được sử dụng để gọi cầu chảy hoặc dây chảy ở những đoạn nội dung mà nghĩa thông thường không gây hiểu nhầm.

## TCVN 8096-107 : 2010

Tiêu chuẩn này áp dụng cho cầu dao kèm cầu chảy được thiết kế với điện áp danh định lớn hơn 1 kV đến và bằng 52 kV dùng cho hệ thống xoay chiều ba pha 50 Hz hoặc 60 Hz. So sánh với các thiết bị đóng cắt đã có khác được cho trong Điều 8.

CHÚ THÍCH 2: Các cầu dao đã có khác; xem tài liệu tham khảo [1] của thư mục tài liệu tham khảo.

Cầu chảy được đề cập trong TCVN 7999-1 (IEC 60282-1).

Các cầu dao nối đất tạo thành một bộ phận không thể tách rời của cầu dao được đề cập trong IEC 62271-102.

Lắp đặt trong vỏ bọc, nếu có, được đề cập trong TCVN 8096-200 (IEC 62271-200) hoặc IEC 60466.

### 1.2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 7999-1: 2009 (IEC 60282-1: 2005), Cầu chảy cao áp – Phần 1: Cầu chảy giới hạn dòng điện

TCVN 8096-200 (IEC 62271-200), Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 200: Tủ điện đóng cắt và điều khiển xoay chiều có vỏ bọc bằng kim loại dùng cho điện áp danh định lớn hơn 1 kV đến và bằng 52 kV

IEC 60050-441: 1996, International Electrical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Phần 411: Tủ điện đóng cắt, điều khiển và cầu chảy)

IEC 60265-1, High-voltage switches – Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV (Thiết bị đóng cắt cao áp – Phần 1: Thiết bị đóng cắt dùng cho điện áp danh định lớn hơn 1 kV và nhỏ hơn 52 kV)

IEC 60466, A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV (Tủ điện đóng cắt và điều khiển lắp đặt trong vỏ bọc cách điện dùng cho điện áp danh định lớn hơn 1 kV đến và bằng 38 kV)

IEC 60694<sup>1</sup>, Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards (Yêu cầu kỹ thuật chung dùng cho tiêu chuẩn về tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp)

IEC 60787, Application guide for the selection of fuse-links of high-voltage fuses for transformer circuit applications (Hướng dẫn chọn ống cầu chảy của cầu chảy cao áp dùng cho các ứng dụng mạch biến áp)

IEC 62271-100, High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers (Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 100: Máy cắt xoay chiều cao áp)

---

<sup>1</sup> IEC 60694 đã bị huỷ và được thay thế bởi IEC 62271-1: 2007.

IEC 62271-102: High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches (Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 102: Cầu dao cách ly và cầu dao nối đất xoay chiều)

IEC 62271-105: High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations (Tủ điện đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 105: Tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy xoay chiều)

## **2 Điều kiện làm việc bình thường và đặc biệt**

Áp dụng Điều 2 của IEC 60694.

## **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong IEC 60050-441 và IEC 60694. Một số định nghĩa trong đó được nêu lại dưới đây để dễ tham khảo.

Các định nghĩa nêu dưới đây cũng được áp dụng. Các định nghĩa bổ sung được phân loại để tương đương với cách phân loại trong IEC 60050-441. Định nghĩa của IEC 60050-441 không được nhắc lại mà được tham chiếu theo số riêng của chúng.

### **3.1 Thuật ngữ chung**

Không có.

### **3.2 Cụm lắp ráp của tủ điện đóng cắt và điều khiển**

Không có.

### **3.3 Các bộ phận của cụm lắp ráp**

Không có.

### **3.4 Thiết bị đóng cắt**

#### **3.4.101**

Cầu dao (circuit-switcher)

Thiết bị đóng cắt bằng cơ khí, thích hợp để đóng, mang và cắt dòng điện trong điều kiện mạch điện bình thường. Thiết bị này cũng thích hợp để ngắt dòng điện sự cố cụ thể có thể nhỏ hơn khả năng chịu dòng điện ngắn hạn của cầu dao.

CHÚ THÍCH: Các cầu dao đã có khác; xem tài liệu tham khảo [1] của thư mục tài liệu tham khảo.



**3.4.102**

**Cầu dao kèm cầu chảy (fused circuit-switcher)**

Thiết bị gồm có cầu dao ba cực và ba cầu chảy giới hạn dòng điện, có khả năng đóng và cắt có tải bất kỳ hoặc dòng điện sự cố bất kỳ có giá trị đến dòng điện cắt ngắn mạch của nó, trong điều kiện điện áp phục hồi quá độ và các điều kiện hệ số công suất qui định trong tiêu chuẩn này.

**3.4.103**

**Cầu dao kèm đế cầu chảy (hoặc đế thiết bị) (fused circuit-switcher base (or device base))**

Cầu dao kèm cầu chảy nhưng không lắp ống cầu chảy.

**3.4.104**

**Phóng điện xuyên thủng không duy trì (non-sustained disruptive discharge (NSDD))**

Phóng điện xuyên thủng liên quan đến gián đoạn dòng điện, không đủ để phục hồi dòng điện tần số công nghiệp hoặc trong trường hợp gián đoạn dòng điện điện dung không dẫn đến dòng điện ở tần số riêng của mạch điện.

**3.5 Bộ phận của tủ điện đóng cắt và điều khiển**

**3.5.101**

**Bộ nhả (release)**

[IEV 441-15-17]

**3.5.102**

**Bộ nhả quá dòng (over-current release)**

[IEV 441-16-33]

**3.5.103**

**Bộ nhả song song (shunt release)**

[IEV 441-16-41].

**3.6 Thao tác**

**3.6.101**

**Thao tác bằng tay độc lập (của cầu dao kèm cầu chảy) (independent manual operation (of the fused circuit-switcher))**

[IEV 441-16-16]

**3.6.102**

**Thao tác bằng năng lượng dự trữ (của cầu dao kèm cầu chảy) (stored energy operation (of the fused circuit-switcher))**

[IEV 441-16-16]

### 3.7 Đại lượng đặc trưng

#### 3.7.101

**Dòng điện kỳ vọng (của mạch điện và liên quan đến thiết bị đóng cắt hoặc cầu chảy) (prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse))**

[IEV 441-17-01]

#### 3.7.102

**Dòng điện đỉnh kỳ vọng (prospective peak current)**

[IEV 441-17-02]

#### 3.7.103

**Dòng điện đỉnh kỳ vọng lớn nhất (maximum prospective peak current)**

[IEV 441-17-04]

#### 3.7.104

**Dòng điện cắt kỳ vọng (prospective breaking current)**

[IEV 441-17-06]

#### 3.7.105

**Dòng điện cắt (breaking current)**

[IEV 441-17-07]

#### 3.7.106

**Dòng điện cắt nhỏ nhất (minimum breaking current)**

[IEV 441-18-29]

#### 3.7.107

**Khả năng đóng ngắn mạch (short-circuit making capacity)**

[IEV 441-17-10]

#### 3.7.108

**Dòng điện chuyển giao (take-over current)**

[IEV 441-17-16]

#### 3.7.109

**Dòng điện nhiệt (thermal current)**

$I_{th}$

Dòng điện lớn nhất được mang liên tục mà độ tăng nhiệt của các bộ phận khác nhau không vượt quá giới hạn qui định.

## **TCVN 8096-107 : 2010**

### **3.7.110**

**Dòng điện ngắn mạch có cầu chảy (fused short-circuit current)**

[IEV 441-17-21]

### **3.7.111**

**Điện áp đặt (applied voltage)**

[IEV 441-17-24]

### **3.7.112**

**Điện áp phục hồi (recovery voltage)**

[IEV 441-17-25]

### **3.7.113**

**Điện áp phục hồi quá độ (TRV) (transient recovery voltage (TRV))**

[IEV 441-17-26]

### **3.7.114**

**Điện áp phục hồi tần số công nghiệp (power frequency recovery voltage)**

[IEV 441-17-27]

### **3.7.115**

**Điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng (prospective transient recovery voltage)**

[IEV 441-17-29]

### **3.7.116**

**Thời gian mở nhỏ nhất (của cầu dao kèm cầu chảy) (minimum opening time (of the fused circuit-switcher))**

Khoảng thời gian nhỏ nhất tính từ thời điểm bắt đầu thao tác mở bằng nguồn bên ngoài đến thời điểm các tiếp điểm hồ quang của một cực bất kỳ được tách ra lần đầu.

### **3.7.117**

**Thời gian mở khởi tạo cầu chảy (của cầu dao kèm cầu chảy) (fuse-initiated opening time (of the fused circuit-switcher))**

Thời gian tính từ thời điểm bắt đầu xuất hiện hồ quang trong cầu chảy đến thời điểm khi các tiếp điểm hồ quang của tất cả các cực đã tách ra. Định nghĩa này chỉ áp dụng cho cầu dao kèm cầu chảy lắp với bộ nhà có cơ cấu đập của cầu chảy.

## **3.101 Cầu chảy**

**3.101.1**

**Đế cầu chày, giá cầu chày (fuse-base, fuse mount)**

[IEV 441-18-02]

**3.101.2**

**Cơ cấu đập (striker)**

[IEV 441-18-18]

**3.101.3**

**Dòng điện cắt (cut-off current)**

[IEV 441-17-12]

**3.101.4**

**Tích phân  $\int i^2 dt$  ( $i^2t$  – Joule integral)**

[IEV 441-18-23]

**4 Thông số đặc trưng**

Áp dụng Điều 4 của IEC 60694 và các bổ sung và loại trừ được chỉ ra dưới đây.

Ngoài các thông số đặc trưng được liệt kê trong IEC 60694, áp dụng các thông số đặc trưng dưới đây:

- a) dòng điện cắt ngắn mạch danh định;
- b) điện áp phục hồi quá độ danh định;
- c) dòng điện đóng ngắn mạch danh định;
- d) dòng điện chuyển giao danh định,
- e) dòng điện nhiệt lớn nhất danh định

**4.1 Điện áp danh định (U<sub>n</sub>)**

Áp dụng 4.1 của IEC 60694.

**4.2 Mức cách điện danh định**

Áp dụng 4.2 của IEC 60694.

**4.3 Tần số danh định (f<sub>n</sub>)**

Áp dụng 4.3 của IEC 60694.

**4.4 Dòng điện bình thường danh định và độ tăng nhiệt**

## **TCVN 8096-107 : 2010**

### **4.4.1 Dòng điện bình thường danh định ( $I_n$ )**

Không áp dụng 4.4.1 của IEC 60694.

Dòng điện bình thường danh định thường không được ấn định cho cầu dao có cầu chảy. Khi các cầu dao kèm cầu chảy được kết hợp thành cụm lắp ráp lớn hơn trong vỏ bọc thì dòng điện bình thường danh định của thanh cái dùng để nối phải theo TCVN 8096-200 (IEC 62271-200) hoặc IEC 60466.

Xem thêm dòng điện nhiệt (4.4.101).

### **4.4.2 Độ tăng nhiệt**

Áp dụng 4.4.2 của IEC 60694 và trong trường hợp liên quan đến cầu chảy, áp dụng Điều 6 của TCVN 7999-1 (IEC 60282-1).

#### **4.4.101 Dòng điện nhiệt lớn nhất danh định ( $I_m$ )**

Dòng điện nhiệt lớn nhất danh định là giá trị lớn nhất của dòng điện nhiệt dùng cho cầu dao kèm cầu chảy.

Không yêu cầu phải chọn dòng điện nhiệt từ dây R10.

CHÚ THÍCH: Dòng điện nhiệt thực tế phụ thuộc vào cách lắp đặt các cầu chảy.

### **4.5 Khả năng chịu dòng điện ngắn hạn danh định ( $I_w$ )**

Không áp dụng 4.5 của IEC 60694.

### **4.6 Khả năng chịu dòng điện đỉnh danh định ( $I_p$ )**

Không áp dụng 4.6 của IEC 60694.

### **4.7 Thời gian ngắn mạch danh định ( $t_n$ )**

Không áp dụng 4.7 của IEC 60694.

### **4.8 Điện áp cung cấp danh định của cơ cấu dùng để đóng, cắt và của mạch điện phụ trợ và mạch điện điều khiển ( $U_s$ )**

Áp dụng 4.8 của IEC 60694.

### **4.9 Tần số cung cấp danh định của cơ cấu dùng để đóng, cắt và của mạch điện phụ trợ**

Áp dụng 4.9 của IEC 60694.

### **4.10 Áp suất danh định của nguồn khí nén dùng để cách điện và/hoặc thao tác**

Áp dụng 4.10 của IEC 60694.

**4.101 Dòng điện cắt ngắn mạch danh định**

Dòng điện cắt ngắn mạch danh định là dòng điện ngắn mạch kỳ vọng cao nhất mà cầu dao kèm cầu chảy phải có khả năng cắt trong điều kiện sử dụng và đáp ứng được qui định trong tiêu chuẩn này khi mạch điện có điện áp phục hồi tần số công nghiệp tương ứng với điện áp danh định của cầu dao kèm cầu chảy và có điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng bằng với giá trị danh định qui định ở 4.102.

Dòng điện cắt ngắn mạch danh định được thể hiện bằng giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều của nó.

Dòng điện cắt ngắn mạch danh định phải được chọn từ dãy R10 như sau:

8 – 10 – 12,5 – 16 – 20 – 25 – 31,5 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 kA

CHÚ THÍCH: Lưu ý là trở kháng nối tiếp của cầu dao kèm cầu chảy hoặc tác động nhanh của cầu chảy hoặc cầu dao kèm cầu chảy có thể gây ra một hoặc hai ảnh hưởng dưới đây

- a) giảm dòng điện ngắn mạch đến giá trị thấp đáng kể so với giá trị mà đáng nhẽ sẽ đạt đến.
- b) tác động nhanh làm cho sóng dòng điện ngắn mạch bị biến dạng so với dạng sóng bình thường

Vì vậy, thuật ngữ "dòng điện kỳ vọng" được sử dụng khi đánh giá tính năng cắt và đóng.

**4.102 Điện áp phục hồi quá độ danh định**

Điện áp phục hồi quá độ danh định liên quan đến dòng điện cắt ngắn mạch danh định (theo 4.101) là điện áp chuẩn thiết lập giới hạn trên của điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng của mạch điện mà cầu dao kèm cầu chảy phải có khả năng cắt trong trường hợp ngắn mạch.

**4.103 Dòng điện đóng ngắn mạch danh định**

Dòng điện đóng ngắn mạch danh định là dòng điện đỉnh kỳ vọng cao nhất mà cầu dao kèm cầu chảy phải có khả năng đóng trong điều kiện sử dụng và điều kiện hoạt động được ấn định trong tiêu chuẩn này ở mạch điện có điện áp tần số công nghiệp tương ứng với điện áp danh định của cầu dao kèm cầu chảy. Dòng điện này phải bằng 2,5 lần (50 Hz) hoặc 2,6 lần (60 Hz) giá trị dòng điện cắt ngắn mạch danh định

CHÚ THÍCH: Xem thêm chú thích ở 4.101

**4.104 Dòng điện chuyển giao danh định**

Dòng điện chuyển giao danh định là giá trị hiệu dụng lớn nhất của dòng điện chuyển giao mà cầu dao trong cầu dao kèm cầu chảy có khả năng ngắt trong điều kiện sử dụng và điều kiện hoạt động được ấn định trong tiêu chuẩn này ở mạch điện có điện áp phục hồi tần số công nghiệp tương ứng với điện áp danh định của cầu dao kèm cầu chảy và có điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng bằng với giá trị qui định.

## **TCVN 8096-107 : 2010**

Giá trị danh định do nhà chế tạo công bố phải cao hơn giá trị của dòng điện chuyển giao, được xác định theo Hình 5, căn cứ vào cầu chảy được sử dụng để biểu thị dòng điện nhiệt lớn nhất danh định.

### **5 Thiết kế và kết cấu**

#### **5.1 Yêu cầu đối với chất lỏng trong cầu dao kèm cầu chảy**

Áp dụng 5.1 của IEC 60694.

#### **5.2 Yêu cầu đối với chất khí trong cầu dao kèm cầu chảy**

Áp dụng 5.2 của IEC 60694.

#### **5.3 Nối đất cầu dao kèm cầu chảy**

Áp dụng 5.3 của IEC 60694.

#### **5.4 Thiết bị phụ trợ và thiết bị điều khiển**

Áp dụng 5.4 của IEC 60694.

#### **5.5 Thao tác bằng năng lượng phụ thuộc**

Áp dụng 5.5 của IEC 60694, ngoài ra còn:

Không cho phép thao tác bằng tay phụ thuộc.

#### **5.6 Thao tác bằng năng lượng dự trữ**

Áp dụng 5.6 của IEC 60694.

#### **5.7 Thao tác bằng tay độc lập**

Không áp dụng 5.7 của IEC 60694.

#### **5.8 Thao tác của bộ nhớ**

Áp dụng 5.8 của IEC 60694.

#### **5.9 Cơ cấu khóa liên động và cơ cấu theo dõi áp suất thấp và áp suất cao**

Áp dụng 5.9 của IEC 60694.

#### **5.10 Tấm nhãn**

Thay bảng ở 5.10 của IEC 60694 bằng bảng được cho trong tiêu chuẩn này.

Tấm nhãn của cầu dao kèm cầu chảy phải có các thông tin theo Bảng 1.

Bảng 1 – Ghi nhãn trên tấn nhàn

	Viết tắt	Đơn vị	Cấu tạo kèm cầu chảy	Cơ cấu thao tác	Điều kiện đòi hỏi ghi nhãn
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Nhà chế tạo			X	Y	Chỉ ghi nhãn khi không lắp liền với cơ cấu và/hoặc được chế tạo bởi nhà chế tạo khác
Ký hiệu kiểu			X	Y	Chỉ ghi nhãn khi không lắp liền với cơ cấu và/hoặc được chế tạo bởi nhà chế tạo khác
Tham khảo sổ tay hướng dẫn			X		
Số Seri			X	(Y)	Yêu cầu ghi nhãn đối với cơ cấu thao tác nếu khác so với cơ cấu thao tác của cầu dao
Năm chế tạo			X		
Số hiệu tiêu chuẩn này			X		
Điện áp danh định	U	kV	X		
Điện áp chịu xung sét danh định	$U_p$	kV	X		
Tần số danh định	$f_r$	Hz	X		
Dòng điện nhiệt lớn nhất danh định	$I_n$	A	X		
Dây chảy chấp nhận được và dòng điện nhiệt có cầu chảy			X		Ghi nhãn bắt buộc "Dây chảy xem sổ tay hướng dẫn"
Áp suất khí danh định để thao tác	$P_{22}$	MPa		Y	Khi thuộc đối tượng áp dụng
Điện áp cung cấp danh định của mạch điện phụ	$U_a$	V		Y	Khi thuộc đối tượng áp dụng
Cấp nhiệt độ				Y	Khác so với: -5 °C trong nhà -25 °C ngoài trời
<p>X Ghi nhãn các giá trị này là bắt buộc, chỗ để trống chỉ giá trị zero.</p> <p>Y Ghi nhãn các giá trị này là bắt buộc, chịu điều kiện ở cột (6).</p> <p>(Y). Ghi nhãn các giá trị này là tùy chọn và chịu điều kiện ở cột (6).</p> <p>CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng cách viết tắt ở cột (2) thay cho thuật ngữ ở cột (1). Khi sử dụng thuật ngữ ở cột (1), không cần có từ "danh định".</p>					

### 5.11 Cơ cấu khóa liên động

Áp dụng 5.11 của IEC 60694.



## **TCVN 8096-107 : 2010**

### **5.12 Chỉ thị vị trí**

Áp dụng 5.12 của IEC 60694.

### **5.13 Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài**

Áp dụng 5.13 của IEC 60694.

### **5.14 Chiều dài đường rò**

Áp dụng 5.14 của IEC 60694.

### **5.15 Độ kín khí và chân không**

Áp dụng 5.15 của IEC 60694.

### **5.16 Độ kín chất lỏng**

Áp dụng 5.16 của IEC 60694.

### **5.17 Tính dễ cháy**

Áp dụng 5.17 của IEC 60694.

### **5.18 Tương thích điện từ (EMC)**

Áp dụng 5.18 của IEC 60694.

#### **5.101 Liên kết giữa (các) cơ cấu đập của cầu chảy và bộ nhả của cầu dao**

Liên kết giữa (các) cơ cấu đập của cầu chảy, nếu có, và bộ nhả cầu dao phải sao cho cầu dao làm việc thoả đáng trong điều kiện sự cố ba pha và sự cố một pha ở các yêu cầu tối thiểu và tối đa của loại cơ cấu đập (vừa hoặc nặng) bất kể phương thức tác động của cơ cấu đập (lò xo hoặc nổ). Các yêu cầu đối với cơ cấu đập được cho trong TCVN 7999-1 (IEC 60282-1).

#### **5.102 Điều kiện quá dòng thấp (điều kiện thời gian dài trước hồ quang của cầu chảy)**

Cầu dao kèm cầu chảy có bộ nhả bằng cơ cấu đập của cầu chảy phải được thiết kế sao cho chúng hoạt động thoả đáng trong bất kỳ phương thức tác động nào của cơ cấu đập. Nhà chế tạo phải chỉ ra cách đáp ứng yêu cầu này.

Điều này đạt được bằng cách phù hợp với yêu cầu dưới đây:

a) Tổ hợp thời gian giữa cầu dao và cầu chảy phải đáp ứng theo một trong ba điểm 1), 2) hoặc 3) dưới đây.

1) Thời gian mở khởi tạo bằng cầu chảy của cầu dao phải ngắn hơn thời gian hồ quang lớn nhất mà cầu chảy có thể chịu được. Giá trị thời gian hồ quang này tối thiểu là 0,1 s theo TCVN 7999-1 (IEC 60282-1).

CHÚ THÍCH: Các thử nghiệm được quy định trong TCVN 7999-1 (IEC 60282-1) để đánh giá rằng thời gian chịu hồ quang lớn nhất tối thiểu là 100 ms trong điều kiện trước hồ quang kéo dài.

2) Trong trường hợp nhà chế tạo cầu chảy có thể chỉ ra rằng cầu chảy đã được chứng minh một cách thoả đáng ở tất cả các giá trị dòng điện cắt từ giá trị danh định xuống giá trị tương ứng với dòng điện gây chảy nhỏ nhất của cầu chảy trong cầu dao kèm cầu chảy (tức là cầu chảy toàn dải) thì thời gian mở khởi tạo bằng cầu chảy của cầu dao kèm cầu chảy được xem là không liên quan.

3) Trong trường hợp có thể chứng tỏ rằng bộ phận nhiệt của cơ cấu dập của cầu chảy làm cho cầu dao ngắt hoàn toàn dòng điện trước khi hồ quang trong cầu chảy có thể xuất hiện đối với tất cả các dòng điện thấp hơn  $I_3$  (dòng điện cắt nhỏ nhất của cầu chảy theo TCVN 7999-1 (IEC 60282-1)).

b) Độ tăng nhiệt trong các điều kiện này không gây ảnh hưởng đến tính năng của cầu dao kèm cầu chảy như được chứng minh bằng thử nghiệm quy định ở IEC 62271-105, 6.104.

## 6 Thử nghiệm điển hình

Áp dụng Điều 6 của IEC 60694 với các bổ sung và loại trừ được chỉ ra dưới đây.

### 6.1 Yêu cầu chung

Mục đích của thử nghiệm điển hình là để chứng minh đặc tính của cầu dao kèm cầu chảy, cơ cấu thao tác của chúng và thiết bị thao tác chúng.

Cầu chảy phải phù hợp với TCVN 7999-1 (IEC 60282-1). Các thử nghiệm liên quan không thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này.

Thử nghiệm điển hình bao gồm:

- thử nghiệm diên môi;
- thử nghiệm độ tăng nhiệt;
- đo điện trở của mạch chính;
- thử nghiệm để chứng tỏ khả năng đóng và cắt dòng điện quy định của cầu dao kèm cầu chảy;
- thử nghiệm để chứng tỏ thao tác về cơ và độ bền là thoả đáng;
- kiểm tra khả năng bảo vệ;
- thử nghiệm độ kín;

## **TCVN 8096-107 : 2010**

-- thử nghiệm tương thích điện từ.

Cầu dao kèm cầu chảy được cung cấp để thử nghiệm phải ở tình trạng còn mới với các bộ phận tiếp xúc sạch và lắp với cầu chảy thích hợp.

### **6.1.1 Nhóm thử nghiệm**

Áp dụng 6.1.1 của IEC 60694.

### **6.1.2 Thông tin để nhận biết mẫu**

Áp dụng 6.1.2 của IEC 60694.

### **6.1.3 Thông tin cần có trong báo cáo thử nghiệm điển hình**

Áp dụng 6.1.3 của IEC 60694.

## **6.2 Thử nghiệm điện môi**

Áp dụng 6.2 của IEC 60694, ngoài ra còn:

CHÚ THÍCH: Cần cẩn thận khi chọn dây chảy vì kích thước của dây chảy có thể ảnh hưởng đến đặc tính điện môi.

Không yêu cầu thử nghiệm phóng điện cục bộ như qui định ở IEC 60694, 6.2.9.

## **6.3 Thử nghiệm điện áp nhiễu tần số radiô (RIV)**

Không áp dụng 6.3 của IEC 60694.

## **6.4 Phép đo điện trở mạch điện**

Áp dụng 6.4 của IEC 60694, ngoài ra còn:

Các dây nối có điện trở không đáng kể phải được dùng để thay cho cầu chảy và ghi lại điện trở của các dây này.

## **6.5 Thử nghiệm độ tăng nhiệt**

Áp dụng 6.5 của IEC 60694, ngoài ra còn:

Thử nghiệm phải được thực hiện ở dòng điện nhiệt lớn nhất danh định, theo qui định của nhà chế tạo.

Cầu chảy dùng cho thử nghiệm (được gọi là X) phải do nhà chế tạo xác định và được ghi vào báo cáo thử nghiệm.

Sự phù hợp với thử nghiệm độ tăng nhiệt của cầu dao kèm cầu chảy làm từ cầu dao kèm để cầu chảy và loại cầu chảy đề xuất (được gọi là X) biểu thị sự phù hợp của cầu dao kèm cầu chảy bất kỳ làm từ

cùng một cấu dao kèm để cầu chảy lắp với loại cầu chảy khác ở dòng điện nhiệt kết hợp của cầu dao kèm cầu chảy mới này ( $I_{th}$  cầu dao kèm cầu chảy) với điều kiện là đáp ứng được bốn tiêu chí sau:

- cầu chảy có cùng chiều dài như cầu chảy X;
- cầu chảy có dòng điện danh định thấp hơn hoặc bằng dòng điện danh định của cầu chảy X;
- cầu chảy có công suất tiêu tán danh định (theo TCVN 7999-1 (IEC 60282-1)) thấp hơn hoặc bằng công suất tiêu tán danh định của cầu chảy X;
- giá trị giảm thông số đặc trưng của cầu chảy trong cấu dao kèm cầu chảy ( $I_{th}$  cầu dao kèm cầu chảy/ $I_r$  cầu chảy) thấp hơn hoặc bằng suy giảm thông số đặc trưng của cầu chảy X.

Nếu sự phù hợp với các tiêu chí ở trên đã bao gồm biên an toàn thì đường kính của cầu chảy không cần xét đến.

CHU THÍCH. Đặc tính điện môi có thể bị ảnh hưởng khi sử dụng cầu chảy có đường kính khác so với đường kính của cầu chảy X

Khi nhà chế tạo yêu cầu, có thể thực hiện thử nghiệm độ tăng nhiệt khác với các loại cầu chảy khác tạo ra các giá trị dòng điện nhiệt khác thấp hơn dòng điện nhiệt lớn nhất danh định để cung cấp thêm các khả năng về tiêu chí lựa chọn cầu chảy.

#### 6.6 Thử nghiệm khả năng chịu dòng điện ngắn hạn và khả năng chịu dòng điện đỉnh

Không áp dụng 6.6 của IEC 60694.

#### 6.7 Kiểm tra khả năng bảo vệ

Áp dụng 6.7 của IEC 60694.

#### 6.8 Thử nghiệm độ kín

Áp dụng 6.8 của IEC 60694.

#### 6.9 Thử nghiệm tương thích điện từ (EMC)

Áp dụng 6.9 của IEC 60694.

#### 6.101 Thử nghiệm đóng và cắt

Thử nghiệm này gồm có bốn chế độ:

- TD<sub>im</sub>: thử nghiệm đóng và cắt ở dòng điện nhiệt lớn nhất danh định;
- TD<sub>isc</sub>: thử nghiệm đóng và cắt ở dòng điện ngắn mạch danh định;
- TD<sub>ilo</sub>: thử nghiệm cắt ở dòng điện chuyển giao danh định;
- TD<sub>low</sub>: thử nghiệm cắt ở một phần ba dòng điện chuyển giao danh định.

## **TCVN 8096-107 : 2010**

### **6.101.1 Điều kiện để thực hiện thử nghiệm**

Về nguyên tắc, các thử nghiệm mô tả ở 6.101 (thử nghiệm đóng và cắt) chỉ kiểm tra tính năng của cầu dao kèm cầu chảy cụ thể và cầu chảy thực sự được thử nghiệm. Tuy nhiên, cần biết rằng có thể không thực tế khi:

- a) thử nghiệm một cầu dao kèm để cầu chảy cho trước với tất cả các loại cầu chảy;
- b) lặp lại các thử nghiệm cầu dao kèm cầu chảy bất cứ khi nào có thay đổi thiết kế của cầu chảy đã thử nghiệm ban đầu.

Do đó, sự phù hợp với tiêu chuẩn này cũng có thể đạt được bằng cách thay thế bằng cầu dao kèm cầu chảy chưa được thử nghiệm hoặc được thử nghiệm một phần, làm từ cầu dao kèm để cầu chảy và các cầu chảy, với điều kiện là các điều kiện sau được đáp ứng:

- c) tất cả các cầu chảy cần xét phải phù hợp với tiêu chuẩn của chúng (TCVN 7999-1 (IEC 60282-1));
- d) cùng loại cơ cấu đập (nếu sử dụng), vừa hoặc nặng, phải được lắp theo TCVN 7999-1 (IEC 60282-1);
- e) loại cầu chảy thay thế đáp ứng các yêu cầu nêu ở 6.101.2.2.

#### **6.101.1.1 Yêu cầu đối với cầu dao kèm cầu chảy trước khi thử nghiệm**

Cầu dao kèm cầu chảy cần thử nghiệm phải được lắp đặt hoàn toàn lên giá đỡ của chính nó hoặc lên giá đỡ tương đương. Cơ cấu thao tác của nó phải được thao tác theo cách qui định và, cụ thể là, nếu cơ cấu này thao tác bằng điện hoặc bằng khí nén thì nó phải được thao tác tương ứng ở điện áp nhỏ nhất hoặc áp suất khí nhỏ nhất như qui định ở 4.8 và 4.10 của IEC 60694, trừ khi dòng điện thay đổi nhanh ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm. Trong trường hợp dòng điện thay đổi nhanh ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm, cầu dao kèm cầu chảy phải tác động ở điện áp hoặc áp suất khí trong phạm vi dung sai qui định ở IEC 60694, 4.8 và 4.10, được chọn để đạt tốc độ tách tiếp điểm là cao nhất và đặc tính dập hồ quang lớn nhất.

Phải chứng tỏ rằng cầu dao kèm cầu chảy sẽ làm việc thoả đáng trong các điều kiện nói trên khi không có tải.

Cầu dao kèm cầu chảy với thao tác bằng tay độc lập có thể được thao tác nhờ cách bố trí để có thể điều khiển đóng từ xa.

Phải cân nhắc kỹ khi lựa chọn cách đấu nối phía thường xuyên mang điện. Khi cầu dao kèm cầu chảy được thiết kế để cấp nguồn từ cả hai phía và bố trí vật lý của phía cắt cầu dao kèm cầu chảy này khác với việc bố trí của phía kia, thì phía mang điện của mạch thử nghiệm phải được nối để phía đó của cầu dao kèm cầu chảy cho điều kiện bất lợi hơn. Trong trường hợp có nghi ngờ, chế độ thử nghiệm này phải được lặp lại với mỗi nối nguồn được đảo lại nhưng đối với các chế độ thử nghiệm bao gồm các thử nghiệm giống nhau thì phải thực hiện một thử nghiệm với nguồn cung cấp được nối với một phía và (các) thử nghiệm tiếp theo với nguồn cung cấp được nối với phía còn lại.

Thử nghiệm phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh và không mang tải trước, trừ khi có qui định khác.

#### 6.101.1.2 Tần số thử nghiệm

Cầu dao kèm cầu chảy phải được thử nghiệm ở tần số danh định với dung sai bằng  $\pm 8\%$ . Tuy nhiên, để thuận tiện cho việc thử nghiệm, cho phép có sai khác chút ít so với dung sai nói trên; ví dụ, khi cầu dao kèm cầu chảy có tần số danh định ở 50 Hz được thử nghiệm ở tần số 60 Hz và ngược lại thì cần cẩn thận khi thể hiện kết quả. Có liên đến tất cả các yếu tố đáng kể như loại cầu dao kèm cầu chảy và loại thử nghiệm thực hiện

CHU THICH Trong một số trường hợp, đặc tính danh định của cầu dao kèm cầu chảy khi được sử dụng trong hệ thống 60 Hz có thể khác với các đặc tính danh định khi sử dụng trong hệ thống 50 Hz.

#### 6.101.1.3 Hệ số công suất

Hệ số công suất của mạch thử nghiệm phải được xác định bằng phép đo và phải được lấy là giá trị trung bình của các hệ số công suất của từng pha.

#### 6.101.1.4 Bố trí mạch điện thử nghiệm

Đối với TD<sub>III</sub>, tham khảo chế độ thử nghiệm ba pha "mạch tải chủ yếu tiêu thụ công suất tác dụng" của IEC 60265-1, sau đó, sử dụng mạch điện thử nghiệm minh họa trên Hình 3a.

Đối với các chế độ thử nghiệm khác, sử dụng mạch điện thử nghiệm minh họa trên Hình 3b.

Đối với cầu dao kèm cầu chảy có phát ra ngọn lửa hoặc các hạt kim loại, thử nghiệm phải được thực hiện với màn chắn kim loại đặt gần các bộ phận mang điện và cách ly với các bộ phận này bằng khe hở không khí do nhà chế tạo qui định.

Màn chắn, khung và các bộ phận nối đất bình thường khác phải được cách ly với đất nhưng lại được nối đất qua một dây đồng có đường kính 0,1 mm và chiều dài 50 mm. Dây đồng này cũng có thể được nối vào phía thứ cấp của biến dòng tỷ số 1:1. Đầu nối của biến dòng cần được bảo vệ bằng khe hở phóng điện hoặc bộ chống sét. Thừa nhận dòng điện rò là không đáng kể nếu dây này còn nguyên vẹn sau thử nghiệm.

#### 6.101.1.5 Điện áp thử nghiệm dùng cho thử nghiệm cắt

Điện áp thử nghiệm là giá trị trung bình của các điện áp pha-pha đo được ở vị trí của cầu dao kèm cầu chảy ngay sau khi tác động cắt.

Điện áp phải được đo càng gần càng tốt với các đầu nối của cầu dao kèm cầu chảy, tức là không có trở kháng đáng kể giữa điểm đo và đầu nối.

## **TCVN 8096-107 : 2010**

Điện áp thử nghiệm, trong trường hợp thử nghiệm ba pha, phải càng gần càng tốt với điện áp danh định của cầu dao kèm cầu chảy.

Dung sai của điện áp trung bình là  $\pm 5\%$  so với giá trị qui định và dung sai của pha bất kỳ so với giá trị trung bình là  $\pm 20\%$ .

### **6.101.1.6 Điện áp phục hồi tần số công nghiệp**

Điện áp phục hồi tần số công nghiệp phải được duy trì trong thời gian ít nhất là 0,3 s sau khi dập tắt hồ quang.

### **6.101.1.7 Điện áp đặt trước khi thử nghiệm đóng sự cố**

Điện áp đặt trước khi thử nghiệm đóng sự cố của chế độ thử nghiệm  $TD_{isc}$  là giá trị hiệu dụng của điện áp ở các đầu nối cực ngay trước khi thực hiện thử nghiệm này.

Trong trường hợp thử nghiệm ba pha, giá trị trung bình của các điện áp đặt không được nhỏ hơn điện áp danh định của cầu dao kèm cầu chảy chia cho  $\sqrt{3}$  và không được lớn hơn giá trị này quá 10 % mà không được nhà chế tạo cho phép.

Chênh lệch giữa giá trị trung bình và các điện áp đặt của từng pha không được vượt quá 5 % giá trị trung bình.

### **6.101.1.8 Dòng điện cắt**

Đối với chế độ thử nghiệm  $TD_{in}$ , các đại lượng thử nghiệm qui về các thử nghiệm đóng và cắt "mạch tải chủ yếu tiêu thụ công suất tác dụng" của IEC 60265-1.

Đối với chế độ thử nghiệm  $TD_{isc}$ , giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều của dòng điện cắt ngắn mạch kỳ vọng phải được đo trong một nửa chu kỳ sau khi bắt đầu ngắn mạch trong thử nghiệm dòng điện kỳ vọng.

Đối với chế độ thử nghiệm  $TD_{Ito}$  và  $TD_{Ilow}$ , dòng điện cắt phải là giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều đo được khi bắt đầu hồ quang.

Đối với chế độ thử nghiệm  $TD_{isc}$ ,  $TD_{Ito}$  và  $TD_{Ilow}$ , giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều của dòng điện cắt ở cực bất kỳ không được thay đổi so với giá trị trung bình quá 10 % giá trị trung bình.

### **6.101.1.9 Điện áp phục hồi quá độ**

Đối với "dòng điện tải chủ yếu tiêu thụ công suất tác dụng", áp dụng điều kiện ở IEC 60265-1. Đối với mức sự cố cao, áp dụng các TRV qui định ở TCVN 7999-1 (IEC 60282-1). Đối với các cấp sự cố thấp hơn, áp dụng các các TRV qui định trong các chế độ thử nghiệm ở IEC 62271-100 (xem kiểu chế độ thử nghiệm  $TD_{Ito}$  và  $TD_{Ilow}$  của tiêu chuẩn này). Các tham số sử dụng để qui định TRV được minh họa trên Hình 1.

TRV kỳ vọng của mạch điện thử nghiệm phải được xác định bằng phương pháp sao cho sẽ tạo ra và đo được sóng TRV mà không ảnh hưởng đáng kể đến sóng này và phải đo ở các đầu nối mà thiết bị được nối với tất cả các thiết bị thử nghiệm-đo cần thiết đã lắp đầy đủ, ví dụ như bộ phân áp. Phương pháp thích hợp như mô tả trong Phụ lục F của IEC 62271-100.

Đối với mạch điện ba pha, điện áp phục hồi quá độ ứng với cực thứ nhất đã ngắt hoàn toàn, tức là điện áp qua một cực mở với hai cực còn lại đóng, mạch điện thử nghiệm thích hợp được bố trí theo 6.101.1.4.

Đường cong điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng của mạch điện thử nghiệm được thể hiện bằng đường bao của nó vẽ như chỉ ra trên Hình 2 và thể hiện bằng phần khởi đầu của nó.

Sóng điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng của mạch điện thử nghiệm phải phù hợp với các yêu cầu sau:

a) đường bao ở bất kỳ thời điểm nào cũng không được thấp hơn đường chuẩn qui định:

CHÚ THÍCH: Nhấn mạnh rằng phạm vi mà đường bao có thể vượt quá đường chuẩn qui định đòi hỏi có sự cho phép của nhà chế tạo.

b) phần khởi đầu không được đi qua đường trễ trong trường hợp có qui định đường trễ.

## 6.101.2 Qui trình của chế độ thử nghiệm

### 6.101.2.1 Chế độ thử nghiệm $TD_{1m}$ – Thử nghiệm đóng và cắt ở dòng điện nhiệt lớn nhất danh định

Thử nghiệm được thực hiện theo chế độ thử nghiệm "mạch tải chủ yếu tiêu thụ công suất tác dụng" của IEC 60265-1. Cấp phải là E2 như xác định trong IEC 60265-1. Cầu chảy có thể thay bằng dây một sợi có trở kháng không đáng kể.

Nếu thiết bị đóng cắt được sử dụng trong cấu dao kèm cầu chảy đã được thử nghiệm theo IEC 60265-1, cấp E2 hoặc E3, với dòng điện bình thường danh định lớn hơn hoặc bằng dòng điện nhiệt lớn nhất danh định của cầu dao kèm cầu chảy thì có thể bỏ qua chế độ thử nghiệm  $TD_{1m}$ .

### 6.101.2.2 Chế độ thử nghiệm $TD_{1sc}$ – Thử nghiệm đóng và cắt ở dòng điện ngắn mạch danh định

Chế độ thử nghiệm này được thực hiện để chứng tỏ rằng cầu dao kèm cầu chảy có khả năng đóng và chịu được dòng điện cắt của cầu chảy mà không bị hư hại ở dòng điện này. Thử nghiệm phải được thực hiện với các cầu chảy được lắp ở tất cả ba cực của cầu dao kèm cầu chảy.

Nếu có thể xảy ra tác động của cơ cấu đập thì các cầu chảy phải được lắp với cơ cấu đập và thử nghiệm phải chứng tỏ rằng cơ cấu đập làm hở mạch cầu dao kèm cầu chảy.

Các thử nghiệm trên cầu dao kèm cầu chảy có lắp cầu chảy loại cụ thể cũng được xem là áp dụng cho cầu dao kèm cầu chảy có cùng cầu dao kèm để cầu chảy nhưng có cầu chảy loại khác; với điều kiện là dòng điện cắt và đặc tính làm việc  $I^2t$  của loại khác này, khi được thiết lập bằng chế độ thử nghiệm 1



## **TCVN 8096-107 : 2010**

của TCVN 7999-1 (IEC 60282-1) không lớn hơn dòng điện cắt và đặc tính làm việc  $I^2t$  của loại đã thử nghiệm được thiết lập tương tự.

Phải thực hiện một thử nghiệm cắt, tiếp đó là một thử nghiệm đóng-cắt trong mạch điện ba pha có dòng điện kỳ vọng bằng với dòng điện cắt ngắn mạch danh định của cầu dao kèm cầu chảy với dung sai bằng  $\pm 5\%$ .

Mạch điện thử nghiệm phải theo 6.101.1.4 (áp dụng Hình 3b).

Hệ số công suất của mạch điện thử nghiệm phải là 0,07 đến 0,15 chậm sau.

Điện áp đặt phải theo 6.101.1.7.

Nếu có thiết kế cơ cấu đập tác động thì điện áp phục hồi tần số công nghiệp phải được xác định như sau:

- điện áp phục hồi tần số công nghiệp phải phù hợp với 6.101.1.5;
- điện áp phục hồi tần số công nghiệp phải được kiểm tra theo Hình 4.

Nếu không có khả năng xảy ra tác động của cơ cấu đập thì hy vọng là chỉ có hai cầu chảy sẽ tác động và không có tiêu chí chấp nhận đối với điện áp phục hồi tần số công nghiệp.

Điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng phải theo 4.102 và 6.101.1.9, ý nghĩa liên quan đến các giá trị được cung cấp trong TCVN 7999-1 (IEC 60282-1).

Thao tác đầu tiên của chế độ thử nghiệm này phải được thực hiện khi bắt đầu hồ quang trong cầu chảy ở một trong các cực phía ngoài theo các yêu cầu của chế độ thử nghiệm 1 ở TCVN 7999-1 (IEC 60282-1), tức là trong dải từ 65 đến 90 độ điện sau điện áp zero ở cực đó.

### **6.101.2.3 Chế độ thử nghiệm $TD_{100}$ – Thử nghiệm cắt ở dòng điện chuyển giao danh định**

Chế độ thử nghiệm này được thực hiện để chứng minh sự kết hợp đúng giữa cầu dao tác động bằng bộ nhà và các cầu chảy trong vùng dòng điện mà trong đó, chế độ cắt được chuyển giao từ các cầu chảy sang cầu dao tác động bằng bộ nhà.

Phải thực hiện ba thử nghiệm cắt trong mạch điện ba pha, với các cầu chảy trong tất cả ba cực được thay bằng các dây một sợi có trở kháng không đáng kể.

Mạch điện thử nghiệm phải theo 6.101.1.4 (áp dụng Hình 3b).

Giá trị dòng điện thử nghiệm tương ứng với dòng điện chuyển giao danh định của cầu dao kèm cầu chảy, với dung sai bằng  $\pm 5\%$ .

TRV kỳ vọng phải theo 4.102 và 6.101.1.9, có liên quan đến các giá trị khắc nghiệt nhất (giá trị đỉnh cao nhất và thời gian tăng ngắn nhất) được qui định cho chế độ thử nghiệm T30 của IEC 62271-100.

Điện áp phục hồi tần số công nghiệp phải được kiểm tra theo các điều kiện liên quan ở IEC 62271-100.

#### 6.101.2.4 Chế độ thử nghiệm $TD_{low}$ – Thử nghiệm ở một phần ba dòng điện chuyển giao danh định

Chế độ thử nghiệm này được thực hiện để chứng minh hoạt động đúng của cầu dao khi nhả trong điều kiện sự cố, trong vùng dòng điện thấp hơn đường cong gây chảy các cầu chảy.

Phải thực hiện ba thử nghiệm cắt trong mạch điện ba pha, với các cầu chảy trong tất cả ba cực được thay bằng các dây một sợi có trở kháng không đáng kể.

Mạch điện thử nghiệm phải theo 6.101.1.4 (áp dụng Hình 3b).

Dòng điện thử nghiệm phải bằng một phần ba dòng điện chuyển giao danh định của cầu dao kèm cầu chảy với dung sai bằng  $\pm 10\%$ .

TRV kỳ vọng phải theo 4.102 và 6.101.1.9, có liên quan đến các giá trị khắc nghiệt nhất được qui định cho chế độ thử nghiệm T10 của IEC 62271-100.

Điện áp phục hồi tần số công nghiệp phải được kiểm tra theo các điều kiện liên quan ở IEC 62271-100.

#### 6.101.2.5 Tóm tắt các tham số thử nghiệm

Tóm tắt các tham số thử nghiệm cần được sử dụng khi thực hiện các chế độ thử nghiệm được nêu trong Bảng 4.

#### 6.101.3 Đáp ứng của cầu dao kèm cầu chảy trong quá trình thử nghiệm

Cầu dao kèm cầu chảy có thể được kiểm tra bằng cách xem xét nhưng không sửa chữa gì (trừ việc thay cầu chảy) giữa bất kỳ chế độ thử nghiệm nào trong các chế độ thử nghiệm, mà tất cả các chế độ thử nghiệm này phải được tiến hành trên một mẫu.

Trong quá trình thao tác, cầu dao kèm cầu chảy không được có dấu hiệu hư hại quá mức cũng như không có hiện tượng có thể gây nguy hiểm cho người thao tác.

Không được phát ra ngọn lửa từ cầu dao kèm cầu chảy chứa đầy chất lỏng và các khí được sinh ra cùng với chất lỏng mang theo khí không được thoát ra theo cách gây đánh thủng về điện.

Đối với các loại cầu dao kèm cầu chảy khác, ngọn lửa hoặc hạt kim loại có thể gây hại cho cáp cách điện của cầu dao kèm cầu chảy không được bắn ra ngoài đường biên do nhà chế tạo qui định.

Thừa nhận rằng dòng điện rò là không đáng kể nếu sợi dây qui định ở 6.101.1.4 còn nguyên vẹn sau thử nghiệm.

Trong suốt chế độ thử nghiệm  $TD_{isc}$ , cầu dao kèm cầu chảy lắp với cơ cấu đập phải mở sau khi cơ cấu đập của cầu chảy tác động.

Phóng điện xuyên thủng không duy trì có thể xuất hiện trong giai đoạn điện áp phục hồi sau khi tác động cắt. Tuy nhiên, sự xuất hiện của các phóng điện này không phải là dấu hiệu hư hại của thiết bị đóng cắt cần thử nghiệm và chúng không tạo ra bất kỳ rủi ro nào cho hệ thống trong vận hành. Do đó,

## **TCVN 8096-107 : 2010**

số lượng phóng điện này không quan trọng trong việc giải thích tính năng của thiết bị cần thử nghiệm. Nếu thấy có phóng điện xuyên thủng không duy trì trong quá trình thử nghiệm bình thường thì phải ghi vào báo cáo để giải thích sự không đều của điện áp phục hồi.

CHÚ THÍCH 1: Sau mỗi thử nghiệm, tất cả ba cầu chảy cần được thay thế bất kể chúng có tác động hay không trong quá trình thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2: Trong các tác động ba pha, một cầu chảy và/hoặc cơ cấu đập của nó có thể không tác động trong quá trình thử nghiệm. Đây là tình trạng bình thường và không thường xuyên nên không làm mất hiệu lực của việc chấp nhận thử nghiệm với điều kiện là cầu chảy không bị hư hại từ bên ngoài theo bất kỳ cách nào.

### **6.101.4 Điều kiện của thiết bị sau thử nghiệm**

Sau thử nghiệm, cầu chảy phải phù hợp với các yêu cầu ở 7.2.3 của TCVN 7999-1 (IEC 60282-1).

Sau khi thực hiện từng chế độ thử nghiệm:

- a) chức năng về cơ và cách điện của cầu dao kèm cầu chảy về cơ bản phải ở tình trạng giống như trước khi thử nghiệm. Có thể có các lắng đọng trên cách điện do sự phân hủy của môi chất dập hồ quang;
- b) cầu dao kèm cầu chảy phải có khả năng duy trì các đặc tính cách điện của nó mà không cần sửa chữa gì;
- c) đối với các cầu dao kèm cầu chảy có chức năng cách ly, đặc tính cách ly của cầu dao cách ly ở vị trí mở không được giảm thấp hơn các đặc tính qui định do hư hại các bộ phận cách điện trong vùng lân cận hoặc song song với khoảng cách cách ly. Phải thỏa mãn các yêu cầu đối với thiết bị cách ly ở 6.2.11 của IEC 62271-102.
- d) cầu dao kèm cầu chảy phải có khả năng mang dòng điện nhiệt của nó liên tục sau khi thay mới cầu chảy.

Xem xét bằng mắt và cho cầu dao kèm cầu chảy làm việc không tải sau các thử nghiệm thường là đủ để kiểm tra các yêu cầu trên.

Trong trường hợp có nghi ngờ về khả năng đáp ứng các điều kiện ở 6.101.4 b) của cầu dao kèm cầu chảy thì cho cầu dao kèm cầu chảy chịu thử nghiệm khả năng chịu điện áp tần số công nghiệp liên quan theo 6.2.11 của IEC 60694. Đối với cầu dao kèm cầu chảy được gắn kín để làm bộ ngắt trong suốt tuổi thọ của nó, thử nghiệm kiểm tra tình trạng là bắt buộc trừ khi bộ ngắt được gắn kín này có thể được tháo ra hoặc mở ra để xem xét.

Trong trường hợp có nghi ngờ về khả năng của cầu dao kèm cầu chảy, trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng, đáp ứng các điều kiện ở 6.101.4 c) thì cho cầu dao kèm cầu chảy chịu thử nghiệm khả năng chịu điện áp tần số công nghiệp liên quan theo 6.2.11 của IEC 60694. Đối với cầu dao kèm cầu chảy được gắn kín để làm bộ ngắt trong suốt tuổi thọ của nó, thử nghiệm kiểm tra tình trạng là bắt buộc trừ khi bộ ngắt gắn kín này có thể được tháo ra hoặc mở ra để xem xét.

Trong trường hợp có nghi ngờ về khả năng của cầu dao kèm cầu chảy, trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng, đáp ứng các điều kiện ở 6.101.4 d), yêu cầu này được xem là đáp ứng nếu thoả mãn một trong các tiêu chí sau:

a) xem xét bằng mắt các tiếp điểm chính cho thấy tình trạng tốt;

hoặc nếu không khả thi hoặc không thoả mãn, thì

b) điện trở mạch chính, đo càng gần tiếp điểm chính càng tốt, và theo qui trình ở 6.4.1 của IEC 60694, không thay đổi so với điện trở đo được trước thử nghiệm quá 100 % giá trị ban đầu hoặc  $100 \mu\Omega$ , chọn giá trị nào thấp hơn;

hoặc, nếu điều kiện b) không thoả mãn thì:

c) một thử nghiệm bằng dòng điện nhiệt lớn nhất danh định cho thấy không xảy ra toả nhiệt, bằng cách theo dõi nhiệt độ tại các điểm đã đo điện trở cho đến khi ổn định (biến thiên nhỏ hơn  $1^\circ\text{C/h}$ ). Trong thử nghiệm này, không thực hiện phép đo nhiệt độ nào khác bên trong thiết bị đóng cắt. Nếu không thể đạt đến ổn định nhiệt thì việc kiểm tra tình trạng là không đạt và cầu dao kèm cầu chảy được xem là không đạt chế độ thử nghiệm.

#### 6.102 Thử nghiệm thao tác cơ

Cầu dao kèm cầu chảy cần được lắp trên giá đỡ của chính nó và cơ cấu thao tác của nó phải làm việc theo cách qui định. Trừ khi có qui định khác, thử nghiệm có thể được thực hiện ở nhiệt độ không khí môi trường thuận tiện bất kỳ

Điện áp cung cấp của cơ cấu thao tác phải được đo tại các đầu nối trong quá trình thao tác thiết bị đóng cắt. Thiết bị phụ trợ tạo thành bộ phận của thiết bị thao tác phải được lắp đặt trong đó. Trở kháng không được thêm vào giữa nguồn cung cấp và các đầu nối của thiết bị dùng cho việc điều chỉnh điện áp đặt.

Đối với cầu dao kèm cầu chảy thao tác bằng tay, để thuận tiện cho thử nghiệm, tay cầm có thể được thay bằng cơ cấu được cấp năng lượng từ bên ngoài, trong trường hợp lực thao tác bằng với lực để thao tác với tay cầm.

Thử nghiệm thao tác cơ phải gồm có 1 000 chu kỳ thao tác mà không có điện áp hoặc dòng điện trong mạch chính.

Cầu dao kèm cầu chảy có cơ cấu thao tác bằng năng lượng phải chịu các thử nghiệm sau:

- 900 thao tác đóng và mở ở điện áp cung cấp danh định và/hoặc áp suất danh định của nguồn khí nén;
- 50 thao tác đóng và mở ở điện áp cung cấp nhỏ nhất qui định và/hoặc áp suất nhỏ nhất qui định của nguồn khí nén;
- 50 thao tác đóng và mở ở điện áp cung cấp lớn nhất qui định và/hoặc áp suất lớn nhất qui định của nguồn khí nén.

## **TCVN 8096-107 : 2010**

Đối với cầu dao kèm cầu chảy có lắp thanh nối để nhà cơ cấu đập, các thử nghiệm bổ sung cho thanh nối để nhà phải được thực hiện như sau:

a) Để thử nghiệm độ tin cậy về cơ của thanh nối giữa (các) cơ cấu đập của cầu chảy và bộ nhà của thiết bị đóng cắt, phải thực hiện 100 thao tác mở, trong đó 90 thao tác phải thực hiện (30 thao tác ở mỗi cực) với một cơ cấu đập có năng lượng nhỏ nhất và 10 thao tác với ba cơ cấu đập có năng lượng lớn nhất làm việc đồng thời. Trong quá trình thử nghiệm, đo thời gian mở của cầu dao kèm cầu chảy để kiểm tra yêu cầu ở 5.102 a) 1). Sau khi thực hiện chế độ thử nghiệm này, chức năng về cơ của lấy nhà về cơ bản phải giống như trước thử nghiệm.

b) Sử dụng dây chảy giả có cơ cấu đập nhô ra, đặt đến hành trình thực nhỏ nhất trong phạm vi dung sai qui định ở TCVN 7999-1 (IEC 60282-1) cho lần lượt từng cực thì phải cho thấy rằng không thể đóng được hoặc không thể duy trì tình trạng đúng của cầu dao kèm cầu chảy theo thiết kế của nó.

CHÚ THÍCH: Với mục đích của các thử nghiệm này, có thể sử dụng một cơ cấu mô phỏng hoạt động của cơ cấu đập của cầu chảy.

### **6.102.1 Yêu cầu đối với cầu dao kèm cầu chảy trong và sau các thử nghiệm thao tác về cơ**

Vị trí đóng hoàn toàn và mở hoàn toàn phải đạt được trong từng chu kỳ thao tác. Cầu dao kèm cầu chảy phải ở tình trạng mà nó có thể làm việc bình thường, đóng, mang và cắt dòng điện nhiệt lớn nhất danh định. Phải kiểm tra hoạt động thỏa đáng trong thử nghiệm của cơ cấu thao tác, tiếp điểm điều khiển và tiếp điểm phụ, và cơ cấu chỉ thị vị trí (nếu có).

Đối với cầu dao nạp khí, thử nghiệm độ kín phải được thực hiện trước và sau thử nghiệm thao tác về cơ theo 6.8 của IEC 60694. Cho phép có dấu bôi trơn phù hợp với hướng dẫn của nhà chế tạo trong quá trình thử nghiệm nhưng không cho phép có điều chỉnh về cơ.

Sau thử nghiệm, tất cả các bộ phận phải ở tình trạng tốt và không bị hao mòn quá mức.

### **6.102.2 Yêu cầu đối với cầu chảy trong và sau các thử nghiệm thao tác về cơ**

Trong quá trình thử nghiệm nêu ở 6.102, ba cầu chảy phải được lắp vào các cực của cầu dao kèm cầu chảy. Điện trở nguội phải được đo trước và sau thử nghiệm.

Sau khi thực hiện (các) chế độ thử nghiệm này, cầu chảy phải cho thấy không có dấu hiệu hư hại về cơ cũng như thay đổi đáng kể điện trở. Các cực tiếp xúc của cầu chảy không được bị dịch chuyển.

CHÚ THÍCH: Sự thay đổi điện trở lớn hơn độ chính xác của qui trình đo được xem là thay đổi đáng kể.

## **7 Thử nghiệm thường xuyên**

Áp dụng Điều 7 của IEC 60694, ngoài ra còn:

### 7.101 Thử nghiệm thao tác về cơ

Thử nghiệm thao tác phải được thực hiện để đảm bảo rằng cầu dao kèm cầu chảy phù hợp với các điều kiện làm việc qui định trong giới hạn điện áp và áp suất cung cấp qui định của cơ cấu thao tác của chúng.

Đặc biệt, trong quá trình thử nghiệm phải chứng tỏ rằng cầu dao kèm cầu chảy mở và đóng đúng khi cơ cấu thao tác của chúng được đóng điện hoặc chịu áp suất. Cũng phải chứng tỏ rằng thao tác như vậy không gây bất kỳ hư hại nào cho cầu dao kèm cầu chảy. Các thử nghiệm có thể được thực hiện mà không có cầu chảy.

Đối với tất cả các cầu dao kèm cầu chảy, phải tiến hành thử nghiệm dưới đây, trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng:

a) trong các điều kiện ở 6.102 với tác động của một cơ cấu đập của cầu chảy có năng lượng nhỏ nhất mô phỏng một thao tác mở cho từng pha.

b) ở điện áp cung cấp lớn nhất qui định và/hoặc áp suất lớn nhất của nguồn khí nén: năm thao tác đóng và mở;

c) ở điện áp cung cấp nhỏ nhất qui định và/hoặc áp suất nhỏ nhất của nguồn khí nén: năm thao tác đóng và mở.

d) nếu cầu dao kèm cầu chảy có thể thao tác được bằng tay giống như bằng cơ cấu thao tác bình thường dùng điện hoặc khí nén: năm thao tác đóng và mở bằng tay;

e) đối với cầu dao kèm cầu chảy chỉ thao tác được bằng tay: mười thao tác đóng và mở;

f) ở điện áp cung cấp danh định và/hoặc áp suất danh định của nguồn cung cấp khí nén: năm thao tác đóng và mở với mạch gây nổ được đóng điện bằng cách đóng các tiếp điểm chính.

Các thử nghiệm a), b), c), d) và e) được thực hiện mà không có dòng điện đi qua mạch chính.

Trong tất cả các thử nghiệm thường xuyên đã nêu, không được điều chỉnh và các thao tác không được có sự cố. Vị trí đóng và mở phải hoàn toàn trong từng thao tác của thử nghiệm a), b), c), d) và e).

Sau thử nghiệm, cầu dao kèm cầu chảy phải được kiểm tra để xác định rằng không có bộ phận nào bị hư hại.

## 8 Hướng dẫn để chọn cầu dao kèm cầu chảy

### 8.1 Mục đích

Mục đích của hướng dẫn này là để qui định các tiêu chí để chọn cầu dao kèm cầu chảy để đảm bảo tính năng đúng, sử dụng các giá trị của tham số được thiết lập từ các thử nghiệm phù hợp với TCVN 7999-1 (IEC 60282-1) và tiêu chuẩn này.

## **TCVN 8096-107 : 2010**

Tất cả các ứng dụng của cầu dao kèm cầu chảy có thể được bao trùm sử dụng thông số dòng điện cao nhất của cầu chảy đề xuất, có hoặc không có cơ cấu đập và phương tiện thích hợp để cắt quá dòng. Tuy nhiên, người sử dụng có thể quyết định sử dụng cầu chảy có thông số đặc trưng thấp hơn. Các điều dưới đây cung cấp thông tin có thể được sử dụng để lựa chọn đúng.

Thông tin bổ sung để kết hợp cầu chảy cao áp với các thành phần mạch điện khác trong ứng dụng của máy biến áp và hướng dẫn chọn cầu chảy này có liên quan cụ thể đến đặc tính thời gian-dòng điện của cầu chảy và thông số đặc trưng được nêu trong IEC 60787.

Các sử dụng tương tự như sử dụng tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy có thể đạt được bằng cách sử dụng cầu dao kèm cầu chảy lắp với bộ nhà có cơ cấu đập mà không cần thêm cơ cấu cắt khác. Cầu dao kèm cầu chảy thường cung cấp dòng điện chuyển giao danh định cao hơn so với tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy, và không bị hạn chế bởi dòng điện chuyển giao. Tuy nhiên, người sử dụng cần biết khả năng quá nhiệt và hoạt động không đoán trước được có thể xảy ra nếu kéo dài các điều kiện dòng điện lớn hơn dòng điện nhiệt và thấp hơn dòng điện cắt nhỏ nhất của cầu chảy. Trong các ứng dụng như vậy, tốt nhất là sử dụng cầu chảy có phương tiện hạn chế nhiệt.

Nhà chế tạo cần thực hiện trước các thử nghiệm điển hình với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ. Trong trường hợp thử nghiệm điển hình có thể tiến hành trên cầu dao sử dụng cầu chảy toàn dải, việc sử dụng cầu chảy hỗ trợ bảo vệ bất kỳ nào cũng cần có kiểm tra bổ sung. Việc kiểm tra này cần có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

### **8.2 Dòng điện cắt ngắn mạch**

Dòng điện cắt ngắn mạch của cầu dao kèm cầu chảy không được nhỏ hơn mức dòng điện sự cố đối xứng hiệu dụng có thể có lớn nhất của điểm trong hệ thống phân phối tại đó đặt cầu dao kèm cầu chảy.

Khả năng cắt ngắn mạch phần lớn là do khả năng cắt ngắn mạch của cầu chảy. Tùy theo các cầu chảy đã lắp đặt, khả năng cắt ngắn mạch thực tế của cầu dao kèm cầu chảy có thể thấp hơn giá trị danh định.

### **8.3 Dòng điện nhiệt lớn nhất danh định**

Dòng điện nhiệt lớn nhất danh định của cầu dao kèm cầu chảy được ấn định bởi nhà chế tạo và được kiểm tra bằng thử nghiệm độ tăng nhiệt. Dòng điện nhiệt thực tế phụ thuộc vào cầu chảy được lắp đặt và cần được xác định bằng cách áp dụng các qui tắc nêu ở 8.7. Có thể cần giảm dòng điện nhiệt này trong trường hợp nhiệt độ môi trường xung quanh khi vận hành vượt quá giá trị qui định trong điều kiện bình thường nêu ở Điều 2.

CHÚ THÍCH: Tham khảo TCVN 7999-1 (IEC 60282-1) trong trường hợp cần giải thích dòng điện bình thường danh định của cầu chảy và cách chọn cầu chảy và giải thích dòng điện nhiệt bị ảnh hưởng như thế nào khi lắp cầu chảy trong vỏ bọc.

#### 8.4 Dòng điện giữa dòng điện nhiệt và $I_3$ của cầu chảy

Dòng điện  $I_3$  được xác định cho cầu chảy trong TCVN 7999-1 (IEC 60282-1) là dòng điện cắt nhỏ nhất.

Đối với dòng điện bất kỳ trong dải này, chỉ có thể cung cấp bảo vệ bằng phương tiện cắt bên ngoài, như rơle quá dòng hoặc rơle quá nhiệt.

Hoạt động của cơ cấu đập, được tác động bởi điều kiện quá dòng hoặc điều kiện quá nhiệt có thể cho lệnh cắt. Nếu vậy, cầu dao có khả năng cắt theo dòng điện.

#### 8.5 Dòng điện chuyển đổi

Dòng điện chuyển đổi, được xác định khi có tác động cắt từ cơ cấu đập, không đưa ra bất kỳ yêu cầu bổ sung nào khác cho cầu dao kèm cầu chảy ngoài các yêu cầu đã được đề cập trong tiêu chuẩn này. Giải thích đầy đủ được cung cấp trong Phụ lục A.

#### 8.6 Dòng điện chuyển giao

Giá trị của dòng điện chuyển giao của cầu dao kèm cầu chảy phụ thuộc và thời gian mở nhỏ nhất của cầu dao và đặc tính thời gian-dòng điện của cầu chảy. Như tên của dòng điện này biểu thị thì đó là giá trị quá dòng mà lớn hơn nó cầu chảy đảm nhận chức năng ngắt dòng điện từ cơ cấu cắt và cầu dao.

Việc chọn cầu chảy đúng đảm bảo rằng dòng điện chuyển giao nhỏ hơn dòng điện chuyển giao danh định của cầu dao kèm cầu chảy (xem 3.7.108, 4.104 và các điều kiện thử nghiệm nêu ở 6.101.2.3). Theo quan điểm thực tế, cần kiểm tra để đường cong gãy chảy lớn nhất của cầu chảy đã chọn nằm bên trái của điểm được xác định bởi dòng điện chuyển giao danh định và thời gian mở nhỏ nhất của cầu dao (xem Hình 5). Điều kiện này đảm bảo rằng trong trường hợp bảo vệ bằng rơle từ bên ngoài, dòng điện sự cố cao hơn dòng điện chuyển giao danh định sẽ được loại trừ chỉ bằng cầu chảy. Vì các giá trị của dòng điện sự cố thấp hơn so với dòng điện chuyển giao danh định có thể loại trừ bằng cầu dao do đó toàn dải của giá trị dòng điện sự cố được bao trùm. Phân tích chi tiết được cho trong Phụ lục A.

#### 8.7 Mở rộng hiệu lực của các thử nghiệm điển hình

Có thể không thực tế để thử nghiệm cầu dao kèm cầu chảy với các cầu chảy có các thông số dòng điện khác nhau và/hoặc nhà chế tạo khác nhau. Tuy nhiên, nguyên tắc dựa vào đó hiệu lực của các thử nghiệm đóng, cắt và độ tăng nhiệt có thể được mở rộng là như sau:

- a) bất kỳ cầu chảy nào được sử dụng trong một cầu dao kèm cầu chảy phải phù hợp với tiêu chuẩn liên quan của nó. Điều này cần thiết không chỉ để xác nhận tính năng của cầu chảy mà còn để cung cấp dòng điện cắt và dữ liệu làm việc I<sup>2</sup>t;
- b) nếu sử dụng cơ cấu đập thì loại cơ cấu giống như vậy (đầu ra năng lượng) lắp với cầu chảy thử nghiệm trong cầu dao kèm cầu chảy cần được chọn để đảm bảo rằng cầu dao sẽ nhả mà không bị hư hại.

Các điều kiện liên quan cần kiểm tra là:



## TCVN 8096-107 : 2010

đối với đặc tính điện môi:

- kích thước ngoài của thân cầu chảy trong dải được bao trùm bởi cầu chảy đã thử nghiệm đáp ứng nhiệt;
- cầu chảy có cùng chiều dài như cầu chảy đã thử nghiệm;
- cầu chảy có dòng điện danh định thấp hơn hoặc bằng dòng điện danh định của cầu chảy đã thử nghiệm;
- cầu chảy có công suất tiêu tán danh định (theo TCVN 7999-1 (IEC 60282-1) thấp hơn hoặc bằng công suất tiêu tán danh định của cầu chảy đã thử nghiệm;
- suy giảm thông số đặc trưng của cầu chảy bên trong cầu dao kèm cầu chảy ( $I_n/I_r$  cầu chảy) thấp hơn hoặc bằng suy giảm thông số đặc trưng của cầu chảy đã thử nghiệm.

đối với đặc tính cắt:

- cầu chảy có dòng điện cắt không lớn hơn dòng điện cắt của cầu chảy đã thử nghiệm;
- cầu chảy có tích phân Jun đặc tính làm việc ( $I^2t$ ) không cao hơn tích phân Jun đặc tính làm việc ( $I^2t$ ) của cầu chảy đã thử nghiệm.

Thông tin tham khảo liên quan đến cầu dao kèm cầu chảy do nhà chế tạo cung cấp như được nêu ở 9.2.

Các tính năng thỏa đáng của các thử nghiệm về cơ, kể cả số lần thao tác cao cho cùng mẫu cầu chảy lắp đặt cung cấp bằng chứng đủ để chứng minh việc sử dụng các cầu chảy không phải cầu chảy đã được thử nghiệm mà không cần thử nghiệm thêm về cơ.

### 8.8 Hoạt động

Ba cầu chảy lắp trong cầu dao kèm cầu chảy cho trước nên là cùng loại và cùng thông số dòng điện, nếu không thì tính năng cắt của cầu dao kèm cầu chảy sẽ bị ảnh hưởng bất lợi.

Để cầu dao kèm cầu chảy hoạt động đúng, nhất thiết là cầu chảy với cơ cấu đập, nếu có, phải được lắp đúng hướng.

Khi một cầu dao kèm cầu chảy tác động do sự cố ba pha, có thể là:

- a) chỉ hai trong ba cầu chảy tác động;
- b) tất cả ba cầu chảy tác động nhưng chỉ hai trong ba cơ cấu đập bị đẩy ra.

Hoạt động một phần như vậy của một cầu chảy có thể xảy ra trong điều kiện làm việc ba pha và không được xem là không bình thường.

Tất cả ba cầu chảy cần được loại bỏ và thay nếu (các) cầu chảy ở một hoặc hai cực của cầu dao kèm cầu chảy đã tác động trừ khi đã biết rõ rằng không có quá dòng đi qua (các) cầu chảy chưa chảy.

Trước khi tháo hoặc thay cầu chảy, người vận hành cần biết rõ rằng để cầu chảy được ngắt điện với tất cả các bộ phận của cầu dao kèm cầu chảy nhưng vẫn có thể vẫn mang điện. Điều này là đặc biệt quan trọng khi để cầu chảy không được cách ly nhìn thấy được.

Trong trường hợp cầu dao kèm cầu chảy tác động mà không có dấu hiệu hiển nhiên nào về sự cố trong hệ thống thì việc kiểm tra cầu chảy hoặc các cầu chảy, nếu có, đã tác động cũng như các chỉ thị có thể được cung cấp bởi cơ cấu cắt, có thể cho chỉ thị về loại dòng điện sự cố và giá trị xấp xỉ của nó.

Trong trường hợp tác động cắt được bắt đầu mà không chảy bất kỳ cầu chảy nào thì phép đo đúng điện trở nguội của cầu chảy là phòng ngừa tối thiểu trước khi đưa chúng vận hành trở lại. Nếu role có thể cung cấp thông tin về mức độ sự cố và thời gian sự cố thì điểm kết quả cần ít nhất là 20 % thấp hơn đường cong gây chảy nhỏ nhất của các cầu chảy để cân nhắc việc vẫn giữ các cầu chảy này trong vận hành.

**8.9 So sánh tính năng của cầu dao kèm cầu chảy với tính năng của tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy và máy cắt**

Cầu dao kèm cầu chảy cho tính năng trung gian giữa tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy (theo IEC 62271-105) và máy cắt (theo IEC 62271-100). Bảng 2 và Bảng 3 đưa ra so sánh đối với các tính chất chính

**Bảng 2 – So sánh giữa tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy và cầu dao kèm cầu chảy**

	Tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy	Cầu dao kèm cầu chảy
Dải tác động đúng	Giữa dòng điện gây chảy và dòng điện chuyển đổi theo TRV, và lớn hơn dòng điện chuyển đổi trong mọi trường hợp (xem chú thích)	Tất cả
Chế độ đặt bảo vệ	Chọn cầu chảy	Thiết bị bên ngoài
Cơ cấu đập	Cơ bản	Tùy chọn
Dòng điện chuyển đổi	Liên quan, và các ứng dụng để hạn chế	Không liên quan
Dòng điện chuyển giao	Liên quan, nếu có bộ cắt	Cơ bản

CHÚ THÍCH: Ở các ứng dụng bảo vệ máy biến áp, TRV có thể có bên dưới dòng điện chuyển đổi tương thích với các yêu cầu kỹ thuật của thiết bị đóng cắt.

**Bảng 3 – So sánh giữa cầu dao kèm cầu chảy và máy cắt**

	Cầu dao kèm cầu chảy	Máy cắt
Dải tác động đúng	Tất cả	Tất cả
Chế độ đặt bảo vệ	Thiết bị bên ngoài	Thiết bị bên ngoài
Cơ cấu đập	Tùy chọn	Không liên quan
Dòng điện chuyển giao	Cơ bản	Không liên quan
Giới hạn dòng điện sự cố	Có	Không
Khả năng đóng lại	Không, nếu cầu chảy tác động	Có, ở dòng điện bất kỳ

## **9 Thông tin cần nêu trong bản yêu cầu, bản đấu thầu và đơn đặt hàng**

### **9.1 Thông tin cần nêu trong bản yêu cầu và đơn đặt hàng**

Ngoài các thông tin được liệt kê trong tiêu chuẩn thành phần liên quan, người yêu cầu cần nhận biết giới hạn của nguồn cung cấp, ví dụ, nếu cầu dao kèm cầu chảy được qui định là có kèm ống cầu chảy.

### **9.2 Thông tin cần nêu trong bản đấu thầu**

Ngoài các thông tin được xác định cho tiêu chuẩn thành phần liên quan, ngoài các giá trị danh định, nhà chế tạo cần đưa ra trong sổ tay hướng dẫn tối thiểu là các thông tin dưới đây:

- a) loại cầu chảy được sử dụng trong thiết bị khi thể hiện tính năng;
- b) lưu chất đổ đầy (loại và lượng), nếu thuộc đối tượng áp dụng;
- c) thông tin liên quan, về cầu chảy được đề cập ở trên, trong phạm vi mở rộng hiệu lực thử nghiệm điển hình, tức là:
  - chiều dài (6.5);
  - dòng điện lớn nhất (6.5);
  - công suất tiêu tán danh định (6.5);
  - suy giảm thông số đặc trưng (6.5);
  - tích phân Joule thao tác (6.101.2.2);
  - dòng điện cắt (6.101.2.2).

## **10 Qui tắc đối với vận chuyển, bảo quản, lắp đặt, vận hành và bảo trì**

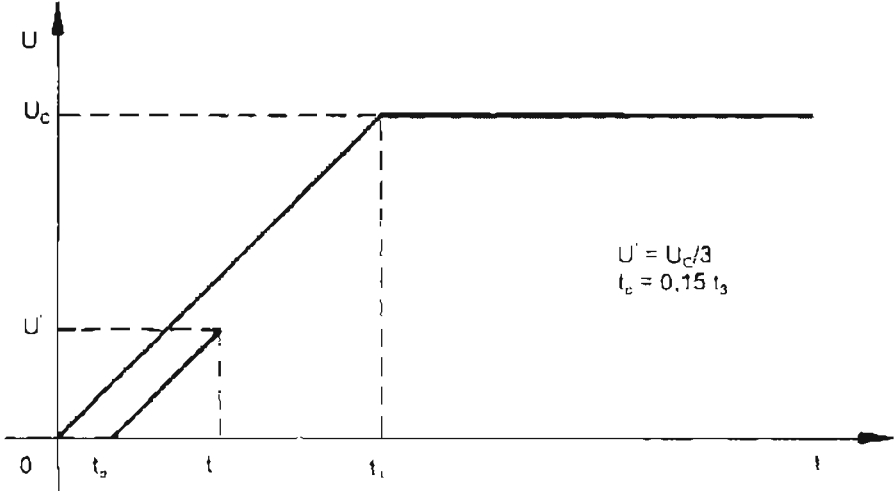
Áp dụng Điều 10 của IEC 60694, ngoài ra còn:

Cầu chảy cao áp, dù có biểu hiện cứng vững bên ngoài, có thể có các phần tử chảy có kết cấu tương đối dễ gãy. Do đó, cầu chảy cần được giữ trong bao gói bảo vệ của chúng cho đến khi sẵn sàng đưa vào lắp đặt và cần được thao tác với mức độ cẩn thận như role, đồng hồ đo hoặc hạng mục tương tự khác. Trong trường hợp cầu chảy đã được lắp trong cầu dao kèm cầu chảy thì chúng cần được tạm thời tháo ra trong khi lắp cầu dao kèm cầu chảy.

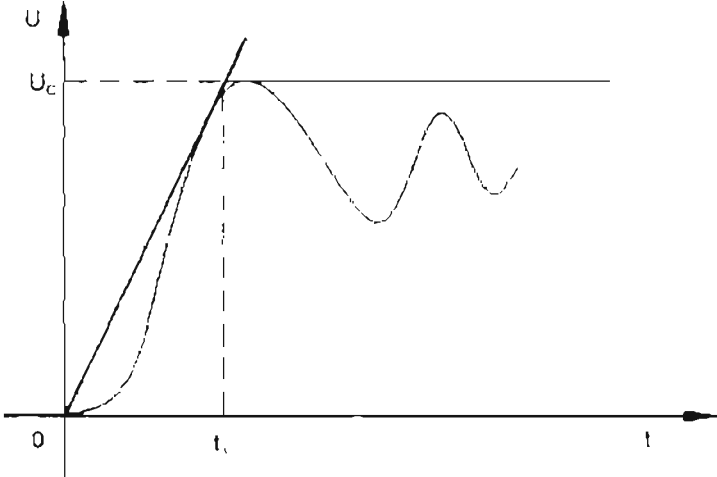
## **11 An toàn**

Áp dụng Điều 11 của IEC 60694.

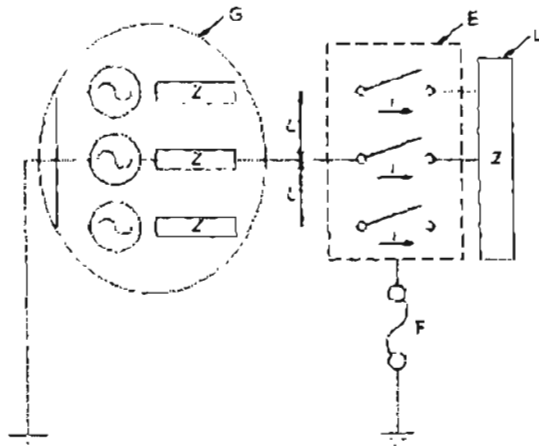
Bất kỳ mối nguy hại về hóa học và tác động môi trường đã biết nào cũng cần được nêu trong sổ tay của cầu dao kèm cầu chảy.



Hình 1 – Thể hiện TRV qui định bằng một đường chuẩn hai tham số và một đường trê

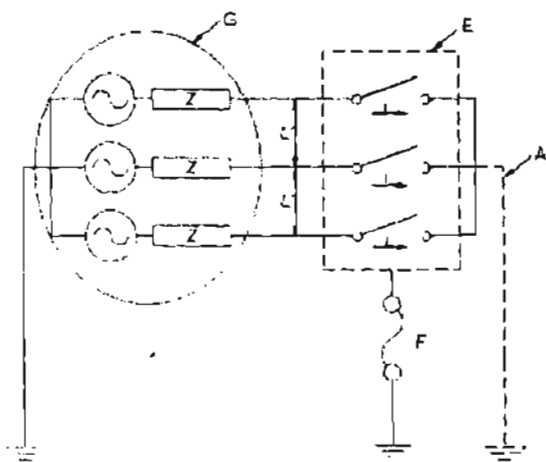


Hình 2 – Ví dụ về đường bao hai tham số đối với TRV



G: nguồn cung cấp để thử nghiệm  
 E: khung hoặc vỏ ngoài của cầu dao kèm cầu chảy  
 F: cầu chảy để kiểm tra dòng rò từ khung xuống đất  
 L: mạch tải  
 CHÚ THÍCH: Trung tính tải trở kháng có thể nối đất thay cho trung tính nguồn.

Hình 3a – Mạch điện thử nghiệm có tải

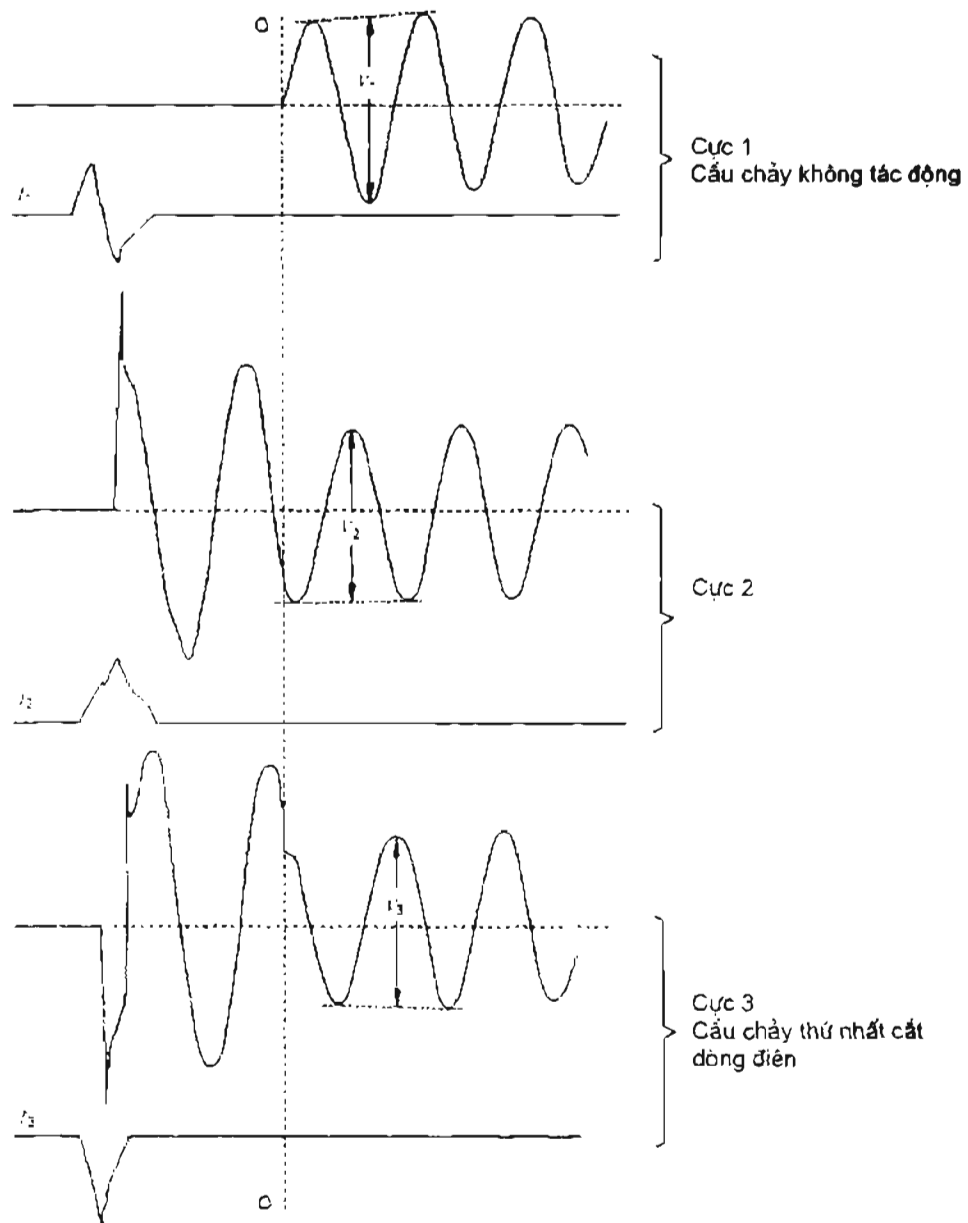


A: điểm nối đất thay thế nếu nguồn không nối đất.

Hình 3b – Mạch điện thử nghiệm với điểm ngắn mạch

Hình 3 – Bố trí các mạch điện thử nghiệm đối với các chế độ thử nghiệm

$TD_{1th}$ ,  $TD_{1sc}$ ,  $TD_{1to}$  và  $TD_{1low}$



$V_1 / 2\sqrt{2} =$  Điện áp của cực 1

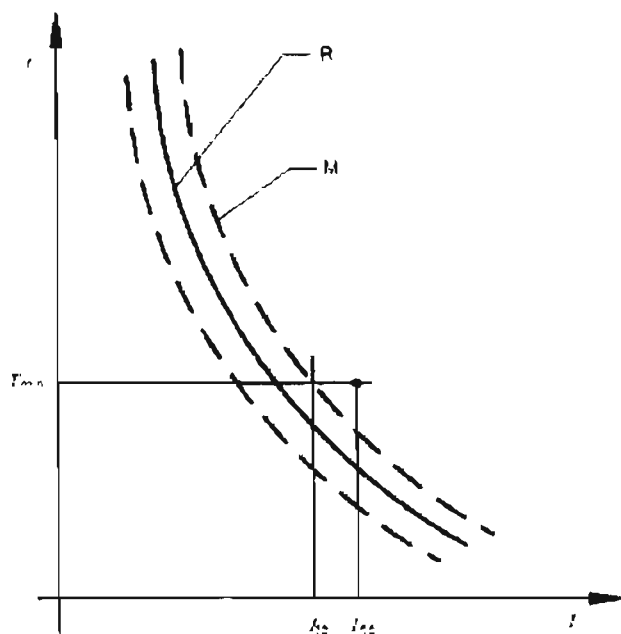
$V_2 / 2\sqrt{2} =$  Điện áp của cực 2

$V_3 / 2\sqrt{2} =$  Điện áp của cực 3

$$\text{Điện áp trung bình của cực 1, 2 và 3} = \frac{\frac{V_1}{2\sqrt{2}} + \frac{V_2}{2\sqrt{2}} + \frac{V_3}{2\sqrt{2}}}{3}$$

OO - Thời điểm mở của thiết bị đóng cắt cơ khí

**Hình 4 – Phép đo điện áp phục hồi tần số công nghiệp có tác động của cơ cấu đập**



R: đặc tính thời gian-dòng điện gây chảy  
đánh định của cầu chảy  
M: đặc tính thời gian-dòng điện gây chảy  
chậm của cầu chảy  
 $T_{\min}$ : thời gian mở nhỏ nhất  
 $I_{100}$ : dòng điện chuyển giao đánh định của  
cầu dao kèm cầu chảy  
 $I_{10}$ : dòng điện chuyển giao đối với cầu  
chảy cho trước

Hình 5 – Đặc tính để xác định dòng điện chuyển giao

Bảng 4 – Tóm tắt các tham số thử nghiệm dùng cho các chế độ thử nghiệm

Chế độ thử nghiệm Điều số	Mạch điện	Điện áp thử nghiệm	Dung sai	Dòng điện thử nghiệm	Dung sai	Dây thử nghiệm	Hệ số công suất	TRV
$TD_{I_{th}}$ (6.101.2.1)	3 pha có tải Hình 3a	$U_r$	$\pm 5\%$	Dòng điện nhiệt lớn nhất danh định $I_r$ và $0,05 \times I_{th}$	$\pm 10$ $0\%$	30 CO 20 CO	Tải $0,7 \pm 0,05$ chậm sau nguồn $< 0,2$ chậm sau	Xem IEC 60265-1
$TD_{I_{sc}}$ (6.101.2.2)	3 pha Hình 3b	$U_r$	$\pm 5\%$	Dòng điện cắt ngắn mạch danh định	$-5$ $0\%$	O CO	0,07 đến 0,15 chậm sau	Xem TCVN 7999-1 (IEC 60282-1)
$TD_{I_{to}}$ (6.101.2.3)	3 pha Hình 3b	$U_r$	$\pm 5\%$	Dòng điện chuyển giao danh định	$-5$ $0\%$	O O O	0,07 đến 0,15 chậm sau	Điều kiện thử nghiệm khác biệt nhất như xác định cho T30 ở IEC 62271-100
$TD_{I_{low}}$ (6.101.2.4)	3 pha Hình 3b	$U_r$	$\pm 5\%$	Một phần ba dòng điện chuyển giao danh định	$\pm 10\%$	O O O	0,07 đến 0,15 chậm sau	Điều kiện thử nghiệm khác biệt nhất như xác định cho T10 ở IEC 62271-100
<p>CHÚ THÍCH 1: Dung sai tần số là <math>\pm 10\%</math> đối với tất cả các chế độ thử nghiệm.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Điều kiện khác biệt nhất đối với TRV có nghĩa là hệ số biên độ cao nhất và thời gian tăng ngắn nhất.</p>								



## Phụ lục A

(tham khảo)

### Khả năng áp dụng chế độ thử nghiệm dòng điện chuyển giao danh định

#### A.1 Đặt vấn đề

Tiêu chuẩn đối với cầu dao kèm cầu chảy này không xem xét thử nghiệm điển hình để xác nhận "khả năng cắt dòng điện chuyển tiếp" như trong tiêu chuẩn đối với tổ hợp cầu chảy-thiết bị đóng cắt.

Khả năng cắt sự cố của riêng cầu dao được thể hiện là dòng điện chuyển giao bởi thử nghiệm ba pha ở điện áp danh định trong điều kiện thử nghiệm ở T30 (IEC 62271-100). Dòng điện thử nghiệm là dòng điện chuyển giao danh định  $I_{co}$ .

Mục đích của phụ lục này là để qui định mở rộng phạm vi áp dụng mà thử nghiệm điển hình này bao trùm, có tính đến các đặc tính của cầu chảy và role bảo vệ được sử dụng trong cầu dao kèm cầu chảy.

#### A.2 Cơ sở

Trong tiêu chuẩn này, đặc tính dòng điện chuyển giao được thể hiện trên dòng điện sự cố ba pha, có khả năng cắt ba pha. Yêu cầu rằng đặc tính thời gian-dòng điện gây chảy lớn nhất của cầu chảy được giữ bên dưới điểm (dòng điện chuyển giao danh định  $I_{co}$ /thời gian mở nhỏ nhất  $t_o$ ).

Dòng điện chuyển giao được xác định bởi IEC mà không tính đến các chênh lệch giữa đặc tính gây chảy của ba cầu chảy. Giá trị danh định được thể hiện  $I_{co}$  dựa trên đặc tính của cầu chảy thấp nhất có thể chấp nhận được. Pha thứ hai ngắt ở  $0,866 \times I_{co}$ .

Trong IEC 62271-105, dòng điện chuyển đổi  $I_{transfer}$  được xác định là dòng điện mà tại đó, dưới tác động của cơ cấu đập, chế độ cắt được chuyển đổi từ cầu chảy sang thiết bị đóng cắt. Điều này xuất hiện sau khi cầu chảy thứ nhất chảy, thiết bị đóng cắt mở dưới tác động của cơ cấu đập trước hoặc tại thời điểm khi cầu chảy thứ hai chảy, có sự chênh lệch không thể tránh được giữa các thời gian gây chảy của cầu chảy. Biết được chênh lệch  $\Delta T$ , giữa các thời gian gây chảy của cầu chảy cho phép so sánh giữa chênh lệch này và thời gian mở khởi động cơ cấu đập của thiết bị đóng cắt.

Nếu đưa ra khả năng của cầu chảy với các đặc tính khác nhau thì có thể xem là một dòng điện sự cố, cao hơn so với dòng điện chuyển giao danh định, sẽ dẫn đến việc chảy cầu chảy thứ nhất (trên đường cong tác động nhanh) rồi sau đó cầu chảy thứ hai chảy với thời gian trễ sao cho role có thể cắt cầu dao trước. Trường hợp này không được bao trùm trong thử nghiệm điển hình. Các pha thứ hai có thể được ngắt bởi cầu dao với dòng điện cao hơn  $0,866 \times I_{co}$ .

Sự phát triển về kỹ thuật trong phụ lục này kiểm tra các giới hạn của trường hợp này.

### A.3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu

Phụ lục này áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu dưới đây.

$I_0$  dòng điện chuyển giao ba pha danh định; là khả năng cắt sự cố của cầu dao như được thể hiện bằng thử nghiệm điển hình;

$I_p$  dòng điện ngắn mạch ba pha kỳ vọng ứng với ứng dụng cụ thể

$I_1$  dòng điện ngắn mạch ba pha, trước khi ngắt trong cực thứ nhất

$I_2$  dòng điện ngắn mạch trong cực thứ hai và thứ ba sau khi ngắt trong cực thứ nhất

CHÚ THÍCH:  $I_1 = I_p$  và  $I_2 = I_p \times \sqrt{3} / 2$ .

$I_{sup}$  dòng điện mà lớn hơn nó thì không yêu cầu thời gian trễ đối với rơle bảo vệ

$A_m$  hệ số biên áp dụng: tỷ số giữa dòng điện chuyển giao ba pha danh định của cầu dao và dòng điện gây cháy lớn nhất của cầu cháy trong thời gian bằng với thời gian mở nhỏ nhất của cầu dao (xem Hình A.1)

$t_0$  thời gian mở nhỏ nhất của cầu dao

$t_1$  thời gian tác động bảo vệ nhỏ nhất – thời gian này phụ thuộc vào giá trị của dòng điện kỳ vọng (đường cong bảo vệ) – nếu lắp đặt nhiều cơ cấu bảo vệ (rơle dòng điện lớn nhất, rơle vi sai, rơle Buchholz, cơ cấu phát hiện hồ quang) thì xem xét thời gian tác động của cơ cấu bảo vệ nhanh nhất.

$t_1$  thời gian trước hồ quang của cầu cháy đầu tiên cháy (cực thứ nhất) khi dòng điện không bị gián đoạn bởi cầu dao

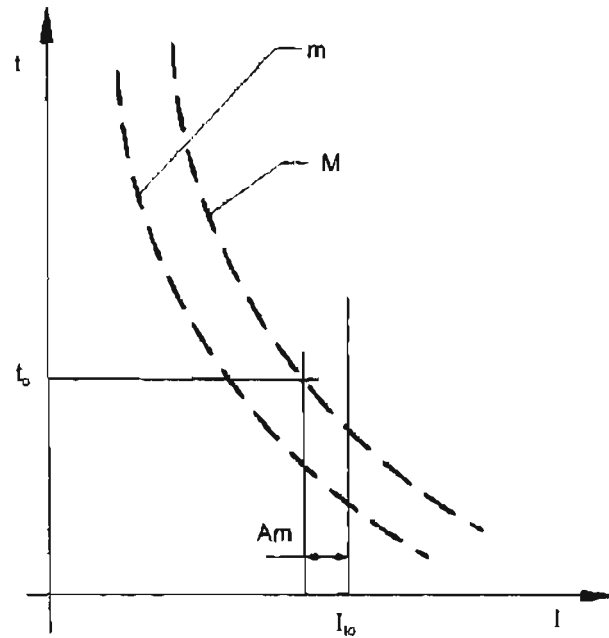
$t_2$  thời gian trước hồ quang của cầu cháy thứ hai (cực thứ hai) khi dòng điện không bị gián đoạn bởi cầu dao

$\alpha$  hệ số độ dốc của đặc tính thời gian/dòng điện trước hồ quang của cầu cháy

$C$  tham số của đặc tính thời gian/dòng điện trước hồ quang của cầu cháy

$x$  biên dòng điện giữa đặc tính cầu cháy tác động chậm nhất và tác động nhanh nhất

CHÚ THÍCH: Tham số  $\alpha$ ,  $C$ ,  $x$  là các tham số được sử dụng trong IEC 62271-105



Hình A.1 – Thể hiện biên ứng dụng đối với cầu chảy cho trước

**Chú giải**

M đặc tính cầu chảy tác động chậm

m đặc tính cầu chảy tác động nhanh

**A.4 Giả thiết về qui trình chảy của cầu chảy**

**A.4.1 Yêu cầu chung**

Các giả thiết giống như các giả thiết trong IEC 62271-105.

**A.4.2 Pha thứ nhất**

Trong vùng cần xét, một đường thẳng trong sơ đồ log-log xấp xỉ đặc tính thời gian/dòng điện trước hồ quang của cầu chảy thì đối với cầu chảy tác động nhanh:

$$I_1^a \times t_1 = C \quad (A.1)$$

trong đó

$I_1$  là giá trị hiệu dụng của dòng điện kỳ vọng

$t_1$  là thời gian trước hồ quang trên đặc tính cầu chảy "tác động nhanh"

#### A.4.3 Pha thứ hai

Hai cầu chảy còn lại có đặc tính chậm hơn; dòng điện gây chảy được tăng lên bởi hệ số  $(1+x)$ ; do đó, đặc tính hồ quang là:

$$[I/(1+x)]^\alpha \times t = C$$

mà dòng điện bằng  $I_1$  trong khoảng thời gian  $[0, t_1]$  và bằng với  $I_2$  trong khoảng thời gian  $[t_1, t_2]$ ;  $t_2$  là thời gian gây chảy cuối cùng của cầu chảy 2.

CHÚ THÍCH. Việc này được bảo toàn vì dòng điện không giảm đột ngột từ  $I_1$  xuống  $I_2$  khi hồ quang bắt đầu trong cầu chảy thứ nhất được bỏ qua; điều này dẫn đến ước tính quá mức  $t_2$ .

Giả thiết rằng quá trình gây chảy của cầu chảy thứ hai bị chi phối bởi công thức:

$$[I_1/(1+x)]^\alpha \times t_1 + [I_2/(1+x)]^\alpha \times (t_2 - t_1) = C \quad (\text{A.2})$$

#### A.4.4 Tạo mô hình "biên áp dụng"

$$\text{Bằng cách xác định } [I_w / Am] / (1+x)]^\alpha \times t_w = C \quad (\text{A.3})$$

Tạo ra liên hệ giữa dòng điện chuyển giao danh định của cầu dao ( $I_w$ ) và đặc tính của cầu chảy.

### A.5 Thể hiện toán học của các yêu cầu áp dụng

Cho trước dòng điện kỳ vọng cụ thể, được xác định như dưới đây, trong đó các điều kiện các chế độ của cực thứ nhất và cực thứ hai tác động được bao trùm bởi thử nghiệm điển hình. Phân tích thực tế và tổng hợp thực tế các điều kiện toán học này được thực hiện ở điều tiếp theo.

#### A.5.1 Cực thứ nhất tác động

Bất kỳ dòng điện nào lớn hơn  $I_w$  phải bị cắt bởi cầu chảy mà không phải là cầu dao: tổng của thời gian mở nhỏ nhất và thời gian tác động bảo vệ nhỏ nhất phải dài hơn thời gian hồ quang của cầu chảy tác động chậm (đặc tính thời gian hồ quang lớn nhất của các cầu chảy).

$$t_w + t_p(I_p) \geq C \times [I_p / (1+x)]^\alpha \text{ đối với } I_p > I_w \quad (\text{A.4})$$

Vì  $t_p(I_p)$  nhất thiết phải  $\geq 0$  nên điều kiện đủ là quan hệ này đã được thỏa mãn với  $t_p = 0$ . Sử dụng công thức (A.3) để tạo ra quan hệ với "biên áp dụng", điều kiện này trở thành:

$$t_w \geq t_w / Am \quad (\text{A.5})$$

là đúng với  $Am \geq 1$  (điều kiện bắt buộc).

**A.5.2 Cực thứ hai tác động**

Dòng điện được loại trừ bởi cực thứ hai không được lớn hơn  $I_p \times \sqrt{3} / 2$  vì đây là dòng điện được loại trừ trong cực thứ hai khi tác động trong quá trình thử nghiệm điển hình. Trường hợp hạn chế là khi dòng điện kỳ vọng làm cho bắt đầu xuất hiện hồ quang trong cầu chảy thứ hai tại thời điểm tiếp điểm tách ra trong cầu dao.

Xem xét hai trường hợp dưới đây.

**A.5.2.1 Mở cầu dao được khởi tạo bởi cơ cấu đập của cầu chảy**

Trường hợp giới hạn tương ứng với:

$$t_0 = t_2 - t_1 \tag{A.6}$$

Điều này có được khi thời gian thêm lớn nhất cần để cầu chảy thứ hai chảy bằng thời gian mở của cầu dao: hồ quang bắt đầu đồng thời trong cầu chảy thứ hai và trong cầu dao. Nếu dòng điện kỳ vọng nhỏ hơn dòng điện kỳ vọng ứng với trường hợp này thì cầu dao có thể sẽ ngắt dòng điện trên cực thứ hai. Đây không phải là vấn đề nếu trường hợp này đã được bao trùm bởi thử nghiệm điển hình, nghĩa là nếu dòng điện kỳ vọng tương ứng với trường hợp giới hạn là nhỏ hơn khả năng ngắt thể hiện của cầu dao ( $I_w$ ).

Sử dụng và kết hợp các công thức (A.1), (A.2), (A.3), (A.5) và (A.6), công thức có được trong trường hợp giới hạn,

$$\frac{I_p}{I_w} = \frac{1}{Am} \times \frac{[(1+x)^a - 1]^{1/a}}{0,866 \times (1+x)} \text{ cần } \leq 1 \tag{A.7}$$

CHÚ THÍCH:  $0,866 = \sqrt{3} / 2$ .

**A.5.2.2 Mở cầu dao được khởi tạo bởi rơle bảo vệ**

Trường hợp giới hạn là khi:

$$t_0 + t_r = t_2 \tag{A.8}$$

Điều này có được khi thời gian tổng lớn nhất cần để cầu chảy thứ hai chảy bằng thời gian mở của cầu dao, được tăng thêm bởi thời gian tác động bảo vệ vì việc mở được khởi tạo bởi cơ cấu bảo vệ, khi đó bắt đầu hồ quang đồng thời trong cầu chảy thứ hai và trong cầu dao.

Nếu rơle có đường cong phụ thuộc vào thời gian thì cả hai vế của (A.8) phụ thuộc vào dòng điện kỳ vọng  $I_p$ . Do đó, phải kiểm tra xác nhận rằng đường cong này ở phía an toàn đối với dòng điện kỳ vọng bất kỳ liên quan.

$$t_0 + t_r(I_p) \geq t_2(I_p) \tag{A.9}$$

Điều kiện (A.9) phải được kiểm tra trong dải hẹp của dòng điện kỳ vọng:

- Giới hạn dưới: đối với dòng điện kỳ vọng nhỏ hơn  $I_{10}$  thì không có vấn đề vì trường hợp này được bao trùm trong thử nghiệm điển hình.
- Giới hạn trên: vì  $t_1(I_p)$  nhất thiết phải không âm và vì  $t_2(I_p)$  là hàm giảm dần của  $I_p$  nên điều kiện (A.9) đã tự được xác nhận đối với các dòng điện kỳ vọng cao hơn dòng điện kỳ vọng ứng với:

$$t_0 = t_2(I_p).$$

Dòng điện này được gọi là  $I_{sup}$ .

Vì  $t_1(I_p)$  và  $t_2(I_p)$  đều là hàm giảm dần của  $I_p$  nên điều kiện đủ là:

$$t_1(I_{sup}) \geq t_2(I_{10}) - t_0 \tag{A.10}$$

Lưu ý rằng nếu  $I_{sup} < I_{10}$  thì điều kiện (A.10) luôn đúng.

Công thức (A.10) là công thức then chốt cho ứng dụng: nó xác định thời gian tác động bảo vệ nhỏ nhất để bao trùm ứng dụng.

Cần thể hiện quan hệ  $t_2(I_p)$ :

Sử dụng (A.1) và (A.2), có được:

$$t_2 = \frac{C}{I_p^a} \times \left\{ \left[ \frac{(1+x)^a - 1}{0.866^a} + 1 \right] \right\} \tag{A.11}$$

Công thức này có thể được cụ thể hóa để tìm  $I_{sup}$ , biểu thị rằng đối với giá trị này của dòng điện kỳ vọng,  $t_2 = t_0$  và sử dụng (A.3) để tạo liên hệ với biên áp dụng:

$$\frac{I_{sup}}{I_m} = \frac{1}{Am \times (1+x)^a} \times \left[ \frac{(1+x)^a - 1}{0.866^a} + 1 \right]^{1/a} \tag{A.12}$$

Cuối cùng, sử dụng công thức (A.3) liên hệ  $I_{10}$  với C và  $t_0$ , suy ra công thức được sử dụng thực tế để tính thời gian tác động bảo vệ nhỏ nhất trong dải  $[I_{10}, I_{sup}]$

$$t_1 \geq t_0 \times \left\{ \frac{1}{Am^a \times (1+x)^a} \times \left[ 1 + \frac{(1+x)^a - 1}{0.866^a} \right] - 1 \right\} \tag{A.13}$$

Có thể thấy rằng trong công thức này rằng việc tăng hệ số biên áp dụng (Am) có thể làm giảm bớt việc cần phải có thời gian trễ trên cơ cấu bảo vệ.

## A.6 Phân tích

### A.6.1 Các ứng dụng có cơ cấu đập của cầu chày

Nếu cầu dao kèm cầu chày được trang bị với cơ cấu đập-nhả thì phải xác nhận điều kiện (A.7).

Biên áp dụng phải là  $\geq 1$  (bắt buộc đối với tiêu chuẩn này).

**Bảng A.1 – Biên áp dụng nhỏ nhất theo đặc tính cầu chảy**

x	u			
	5	4	3	2
0,25	1,094	1,037	0,943	0,738
0,20	1,042	0,980	0,866	0,638
0,15	1,006	0,934	0,808	0,570
0,10	0,951	0,866	0,726	0,481
0,05	0,850	0,749	0,584	0,352

Từ (A.7) có thể suy ra biên áp dụng nhỏ nhất là hàm của các đặc tính  $x$  và  $\alpha$  của cầu chảy. Xem Bảng A.1.

Có thể thấy rằng hệ số biên áp dụng bằng 1 là đủ.

Để ghi nhớ, các điều kiện sử dụng cho dòng điện chuyển tiếp ở IEC 62271-105 (lỗ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy) là  $x$  bằng 0,13 và  $\alpha$  bằng 4. Do đó, các điều kiện này được đề cập trong tiêu chuẩn này mà không cần thử nghiệm điển hình riêng.

**A.6.2 Áp dụng với role bảo vệ**

Áp dụng điều kiện (A.4) và (A.13).

Điều kiện (A.13) được sử dụng để xác định thời gian trễ nhỏ nhất bảo vệ là hàm của biên áp dụng, với các giá trị qui định của đặc tính cầu chảy; xem Bảng A.2.

**Bảng A.2 – Thời gian trễ nhỏ nhất bảo vệ**

Hàng	Mức $r_{p10}$	x	$\alpha$	$\alpha$
1	3,111	0,75	0,13	4
2	0,301	1,00	0,13	4
3	-0,008	1,07	0,13	4
4	0,403	1,00	0,2	4
5	-0,006	1,09	0,2	4

Hàng thứ nhất chỉ ra rằng hệ số biên áp dụng  $< 1$  sẽ cần thời gian trễ bảo vệ riêng để đảm bảo tính năng đúng.

Yêu cầu của tiêu chuẩn này đối với  $A_m \geq 1$  loại trừ điểm này. Bảng yêu cầu này thì điều kiện (A.4) đã được xác nhận.

Đối với các ứng dụng bình thường:

- với  $A_m = 1$ , có thể thấy rằng (hàng 2 và hàng 4) cần có thời gian trễ bảo vệ đến 0,5 t<sub>0</sub> để đảm bảo sự bao trùm hoàn toàn các trường hợp được xem xét ở đây;
- với  $A_m \geq 1,1$ , không cần thêm yêu cầu đối với thời gian trễ bảo vệ cụ thể.

Dải dòng điện trong đó thời gian tác động bảo vệ cần thiết: quan hệ (A.12) cho  $I_{sup}/I_{10}$  đối với trường hợp  $A_m = 1$  cho đặc tính cầu chảy điển hình. Xem Bảng A.3.

**Bảng A.3 – Ví dụ về sự cần thiết đối với thời gian trễ**

Hàng	$I_{sup}/I_{10}$	$A_m$	$t$	$t_0$
1	1,068	1,00	0,13	4
2	1,082	1,00	0,13	5
3	1,088	1,00	0,2	4
4	1,128	1,00	0,5	5

Quan sát thấy rằng nếu thời gian tác động bảo vệ nhỏ nhất áp dụng trong dải dòng điện từ 100 % đến 120 % của dòng điện chuyển giao danh định của cầu dao thì không cần thời gian trễ đối với biên áp dụng  $> 1$ .

## A.7 Kết luận

Dòng điện chuyển đổi, như xác định đối với các lỗi hợp được bao trùm trong tiêu chuẩn này bằng dòng điện chuyển giao danh định và thử nghiệm điển hình kết hợp.

Khi sử dụng các cầu chảy có thông số đặc trưng cao, có đường cong rất gần với đặc tính lớn nhất cho phép trong cầu dao kèm cầu chảy thì thời gian tác động nhỏ nhất nào đó đến nửa thời gian mở nhỏ nhất của cầu dao có thể cần trong chuỗi bảo vệ để ngăn ngừa các trường hợp ngoại lệ xảy ra.



**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] IEEE C37.016 “Standard for AC High Voltage Circuit Switchers rated 15 kV through 245 kV” (Tiêu chuẩn đối với cầu dao cao áp xoay chiều điện áp danh định từ 15 kV đến 245 kV)
-