

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	5
1 Qui định chung	7
1.1 Phạm vi áp dụng và đối tượng	7
1.2 Tài liệu viện dẫn	8
2 Định nghĩa	12
2.1 Định nghĩa chung	12
2.2 Khối kết cấu của tụ điện	15
2.3 Thiết kế bên ngoài của tụ điện	17
2.4 Bộ phận kết cấu của tụ điện	18
2.5 Điều kiện lắp đặt tụ điện	21
2.6 Biện pháp bảo vệ liên quan đến điện giật	21
2.7 Lối bên trong tụ điện	23
2.8 Chức năng điện tử	23
2.9 Phối hợp cách điện	23
2.10 Dòng điện ngắn mạch	27
2.11 Tương thích điện từ	27
3 Phân loại tụ điện	28
4 Đặc trưng về điện của tụ điện	28
4.1 Điện áp danh định	28
4.2 Dòng điện danh định (I_n) (của một mạch điện trong tụ điện)	29
4.3 Dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định (I_{ow}) (của một mạch điện trong tụ điện)	29
4.4 Dòng điện chịu thử đỉnh danh định (I_{pk}) (của một mạch điện trong tụ điện)	30
4.5 Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện (I_{oc}) (của một mạch điện trong tụ điện)	30
4.6 Dòng điện ngắn mạch danh định có cấu chảy (I_{cf}) (của một mạch điện trong tụ điện)	30
4.7 Hệ số đa dạng danh định	30
4.8 Tần số danh định	31
5 Các thông tin cần nêu liên quan đến tụ điện	31
5.1 Tám thông số	31
5.2 Ghi nhãn	32
5.3 Hướng dẫn lắp đặt, vận hành và bảo trì	32

TCVN 7994-1 : 2009

6	Điều kiện vận hành	33
6.1	Điều kiện vận hành bình thường	33
6.2	Điều kiện vận hành đặc biệt	35
6.3	Các điều kiện vận chuyển, bảo quản và lắp ráp	35
7	Thiết kế và kết cấu	36
7.1	Thiết kế về cơ	36
7.2	Vỏ tủ và cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài	41
7.3	Độ tăng nhiệt	42
7.4	Bảo vệ chống điện giật	44
7.5	Bảo vệ ngắn mạch và độ bền chịu ngắn mạch	53
7.6	Thiết bị đóng cắt và linh kiện lắp trong tủ điện	57
7.7	Phân cách bên trong tủ điện bằng tấm chắn hoặc vách ngăn	62
7.8	Mối nối điện bên trong tủ điện: thanh cái và dây bọc cách điện	63
7.9	Yêu cầu đối với mạch cung cấp loại thiết bị điện tử	64
7.10	Tương thích điện từ (EMC)	67
7.11	Mô tả các loại mối nối điện của các khối chức năng	69
8	Yêu cầu kỹ thuật của thử nghiệm	69
8.1	Phân loại các thử nghiệm	69
8.2	Thử nghiệm điển hình	71
8.3	Thử nghiệm thường xuyên	88
	Phụ lục A (qui định) – Mặt cắt nhỏ nhất và lớn nhất của dây đồng thích hợp để đấu nối	93
	Phụ lục B (qui định) – Phương pháp tính diện tích mặt cắt của dây bảo vệ liên quan đến ứng suất nhiệt do dòng điện ngắn hạn	94
	Phụ lục C (đã xoá)	95
	Phụ lục D (tham khảo) – Dạng cách ly bên trong	96
	Phụ lục E (tham khảo) – Hạng mục cần có thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng	99
	Phụ lục F (qui định) – Đo chiều dài đường rò và khe hở không khí	100
	Phụ lục G (qui định) – Tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp và điện áp chịu xung danh định của thiết bị	105
	Phụ lục H (qui định) – Tương thích điện từ (EMC)	107
	Thư mục tài liệu tham khảo	113

Lời nói đầu

TCVN 7994-1: 2009 thay thế TCVN 2050-77, TCVN 2295-78, TCVN 3661-81;

TCVN 7994-1: 2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60439-1: 2004;

TCVN 7994-1 : 2009 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.

Tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Tủ điện được thử nghiệm điển hình và tủ điện được thử nghiệm điển hình từng phần

*Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –
Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

1 Qui định chung

1.1 Phạm vi áp dụng và đối tượng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho tổ hợp lắp ráp dùng để đóng cắt và điều khiển mạch điện hạ áp, có điện áp danh định không vượt quá 1 000 V xoay chiều, tần số không vượt quá 1 000 Hz hoặc 1 500 V một chiều (sau đây gọi tắt là tủ điện). Tủ điện có thể là loại tủ được thử nghiệm điển hình (TTA) và tủ được thử nghiệm điển hình từng phần (PTTA).

Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho tủ điện có lắp thiết bị điều khiển và/hoặc thiết bị mạch động lực có tần số cao hơn. Trong trường hợp đó, áp dụng các yêu cầu bổ sung thích hợp.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho tủ điện đặt tĩnh tại hoặc di động có vỏ hoặc không có vỏ.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu bổ sung đối với một số loại cụ thể của tủ điện được đề cập trong các tiêu chuẩn IEC bổ sung.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các tủ điện được thiết kế để sử dụng liên quan đến phát điện, truyền dẫn, phân phối và biến đổi điện năng, và dùng để điều khiển thiết bị tiêu thụ điện năng.

Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho tủ điện được thiết kế để sử dụng trong các điều kiện vận hành đặc biệt, ví dụ lắp trong tàu thủy, tàu hỏa, thiết bị nâng hạ hoặc sử dụng trong môi trường khí quyển dễ nổ, và cho các ứng dụng trong gia đình (người vận hành không có chuyên môn), với điều kiện là các tủ này phù hợp với các yêu cầu riêng liên quan.

Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho các tủ điện được thiết kế dùng cho các thiết bị điện của máy. Tuy nhiên cần đáp ứng các yêu cầu bổ sung qui định trong IEC 60204-1 cho những trường hợp có khả năng áp dụng.

TCVN 7994-1 : 2009

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các thiết bị riêng lẻ và các bộ phận độc lập, ví dụ như bộ khởi động động cơ, thiết bị đóng cắt có cầu chảy, thiết bị điện tử, v.v... đã phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan của chúng.

Đối tượng của tiêu chuẩn này là các định nghĩa, qui định các điều kiện vận hành, yêu cầu kết cấu, đặc tính kỹ thuật và các thử nghiệm đối với tủ điện dùng để đóng cắt và điều khiển mạch hạ áp.

1.2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 4255 (IEC 60529), Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (Mã IP)

TCVN 5926 (IEC 60269), Cầu chảy hạ áp

TCVN 5935 : 1995 (IEC 60502: 1994), Cấp điện lực có cách điện bằng chất điện môi rắn có điện áp danh định từ 1 kV đến 30 kV

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

TCVN 6592-1: 2001 (IEC 60947-1), Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Qui tắc chung

TCVN 6592-4-1: 2001 (IEC 60947-4-1: 1990), Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 4: Côngtắctơ và bộ khởi động động cơ – Mục 1: Côngtắctơ và bộ khởi động kiểu điện cơ

TCVN 6610-3 (IEC 60227-3), Cấp cách điện bằng polyvinyl clorua có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 3: Cấp không bọc dùng cho đi dây cố định

TCVN 6610-4 (IEC 60227-4), Cấp cách điện bằng polyvinyl clorua có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 4: Cấp có bọc dùng cho đi dây cố định

TCVN 6988: 2001 (CISPR 11: 1997, Amendment 1 (1999)), Thiết bị tần số radiô dùng trong công nghiệp, khoa học và y tế – Đặc tính nhiễu điện từ – Giới hạn và phương pháp đo

TCVN 7447-4-41: 2004 (IEC 60364-4-41: 1992), Hệ thống lắp đặt điện cho các toà nhà – Phần 4: Bảo vệ an toàn – Chương 41: Bảo vệ chống điện giật

TCVN 7447-4-443 (IEC 60364-4-443), Hệ thống lắp đặt điện cho các toà nhà – Phần 4: Bảo vệ an toàn – Mục 443: Bảo vệ chống quá điện áp có nguồn gốc khí quyển hoặc do đóng cắt

TCVN 7447-5-54: 2005 (IEC 60364-5-54: 2002), Hệ thống lắp đặt điện cho các toà nhà – Phần 5: Chọn và lắp ráp thiết bị điện – Chương 54: Bố trí nối đất và dây bảo vệ

TCVN 7995 : 2009 (IEC 60038 :1983), Điện áp tiêu chuẩn IEC

- IEC 60050(441): 1984, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 441: Thiết bị đóng cắt, điều khiển và cầu chảy)
- IEC 60050(471): 1984, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 471: Insulators (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 471: Vật cách điện)
- IEC 60050(604): 1987, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 604: Phát điện, truyền tải và phân phối điện – Vận hành)
- IEC 60071-1: 1976, Insulation co-ordination – Part 1: Terms, definitions, principles and rules (Phối hợp cách điện – Phần 1: Thuật ngữ, định nghĩa, nguyên tắc và qui tắc)
- IEC 60073: 1996, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indication devices and actuators (Cơ sở và nguyên tắc an toàn đối với giao diện người-máy, ghi nhãn và nhận biết – Nguyên tắc mã hoá dùng cho các cơ cấu chỉ thị và các bộ phận tác động)
- IEC 60099-1: 1991, Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems (Chống sét – Phần 1: Chống sét có khe hở kiểu điện trở phi tuyến dùng cho hệ thống điện xoay chiều)
- IEC 60112: 1979, Method for determining the comparative and the proof-tracking indices of solid insulating materials under moist conditions (Phương pháp xác định chỉ số phóng điện tương đối của vật liệu cách điện rắn trong điều kiện ẩm)
- IEC 60146-2: 1974, Semiconductor convertors – Part 2: Semiconductor self-commutated convertors (Bộ chuyển đổi bằng bán dẫn – Phần 2: Bộ chuyển đổi tự đảo mạch bằng bán dẫn)
- IEC 60158-2: 1982, Low-voltage controlgear – Part 2: Semiconductor contactors (solid state contactors) (Bộ điều khiển hạ áp – Phần 2: Công tắc tơ bán dẫn)
- IEC 60204-1: 1997, Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements (An toàn của máy – Thiết bị điện của máy – Phần 1: Yêu cầu chung)
- IEC 60245-3: 1994, Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Heat resistant silicone insulated cables (Cáp cách điện bằng cao su có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 3: Cáp cách điện bằng silicôn chịu nhiệt)
- IEC 60245-4: 1994, Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 4: Cords and flexible cables (Cáp cách điện bằng cao su có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 4: Dây và cáp mềm)
- IEC 60364-3: 1993, Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics (Hệ thống lắp đặt điện cho các toà nhà – Phần 3: Đánh giá các đặc tính chung)

TCVN 7994-1 : 2009

IEC 60364-4-46: 1981, Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety - Chapter 46: Isolation and switches (Hệ thống lắp đặt điện cho các toà nhà – Phần 4: Bảo vệ an toàn – Chương 46: Cách ly và thiết bị đóng cắt)

IEC 60417 (tất cả các phần), Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets (Ký hiệu đồ họa sử dụng trên thiết bị. Chỉ dẫn, khảo sát và tập hợp các tờ rời)

IEC 60445: 1988, Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system (Nhận dạng đầu nối của thiết bị và đầu nối của các dây dẫn có ký hiệu nhất định, kể cả qui tắc chung đối với hệ chữ và số)

IEC 60446: 1989, Identification of conductors by colours or numerals (Nhận dạng dây dẫn bằng màu sắc hoặc số)

IEC 60447: 1993, Man-machine interface (MMI) – Actuating principles (Giao diện người-máy (MMI) – Nguyên tắc vận hành)

IEC 60664-1: 1992, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests (Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống hạ áp – Phần 1: Nguyên lý, yêu cầu và thử nghiệm)

IEC 60695-2-10: 2000, Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure (Thử nghiệm nguy hiểm cháy – Phần 2-10: Phương pháp thử nghiệm dựa trên sợi dây nóng đỏ/nóng – Thiết bị thử nghiệm sợi dây nóng đỏ và qui trình thử nghiệm thông thường)

IEC 60695-2-11: 2000, Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (Thử nghiệm nguy hiểm cháy – Phần 2-11: Phương pháp thử nghiệm dựa trên sợi dây nóng đỏ/nóng – Phương pháp thử nghiệm tính dễ cháy bằng sợi dây nóng đỏ dùng cho sản phẩm hoàn chỉnh)

IEC 60865 (tất cả các phần), Short-circuit currents – Calculation of effects (Dòng điện ngắn mạch – Tính toán các ảnh hưởng)

IEC 60890: 1987, A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear (Phương pháp đánh giá độ tăng nhiệt bằng ngoại suy đối với tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp được thử nghiệm điển hình từng phần (PTTA))

IEC 60947-3: 1999, Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 3: Cầu dao, dao cách ly, cầu dao cách ly và cụm phối hợp cầu chảy)

IEC 61000-3-2: 2000, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase) (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-2: Giới hạn – Giới hạn phát xạ dòng điện hài (dòng điện vào thiết bị ≤ 16 A mỗi pha))

IEC 61000-4-2: 1995, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC Publication (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Mục 2: Thử nghiệm miễn nhiễm phóng điện tĩnh điện – Tiêu chuẩn EMC cơ bản)

IEC 61000-4-3: 2002, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-3: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Thử nghiệm miễn nhiễm trường điện từ bức xạ tần số radiô)

IEC 61000-4-4: 1995, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient burst immunity test – Basic EMC Publication (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Mục 4: Thử nghiệm miễn nhiễm bước xung nhất thời về điện – Tiêu chuẩn EMC cơ bản)

IEC 61000-4-5: 1995, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity tests (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Mục 5: Thử nghiệm miễn nhiễm đột biến)

IEC 61000-4-6: 2003, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-6: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Miễn nhiễm nhiễu dẫn gây ra do trường tần số radiô)

IEC 61000-4-8: 1993, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-8: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Thử nghiệm miễn nhiễm trường từ tần số công nghiệp)

IEC 61000-4-11: 1994, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variation immunity tests (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-11: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Thử nghiệm miễn nhiễm sụt điện áp, gián đoạn ngắn điện áp và thay đổi điện áp)

IEC 61000-4-13: 2002, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-13: Kỹ thuật thử nghiệm và đo – Thử nghiệm miễn nhiễm hài và tương tác giữa các hài kể cả tín hiệu lưới tại cổng công suất, tần số thấp)

IEC 61000-6-3: 1996, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-3: Tiêu chuẩn chung loại – Tiêu chuẩn phát xạ đối với môi trường dân cư, thương mại và công nghiệp nhẹ)

TCVN 7994-1 : 2009

IEC 61000-6-4: 1997, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-4: Tiêu chuẩn chung loại – Tiêu chuẩn phát xạ đối với môi trường công nghiệp)

IEC 61082 (tất cả các phần), Preparation of documents used in electrotechnology (Chuẩn bị các tài liệu sử dụng trong công nghệ điện)

IEC 61117: 1992, A method for assessing the short-circuit withstand strength of partially type-tested assemblies (PTTA) (Phương pháp đánh giá độ bền chịu ngắn mạch của tủ điện thử nghiệm điển hình từng phần (PTTA))

IEC 61346-1: 1996, Industrial systems, installation and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules (Hệ thống, trạm lắp đặt và thiết bị công nghiệp và sản phẩm công nghiệp – Nguyên lý kết cấu và ký hiệu tham chiếu – Phần 1: Quy tắc cơ bản)

2 Định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa sau đây.

CHÚ THÍCH: Một số định nghĩa trong tiêu chuẩn này được lấy theo cách giữ nguyên hoặc có sửa đổi từ IEC 60050 (IEV) hoặc lấy từ các tiêu chuẩn IEC khác.

2.1 Định nghĩa chung

2.1.1

Tổ hợp lắp ráp các thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp (tủ điện) (low-voltage switchgear and controlgear assembly)

Tổ hợp của một hoặc nhiều thiết bị đóng cắt cùng với thiết bị điều khiển, đo lường, tín hiệu, bảo vệ, điều chỉnh, v.v... có liên quan được nhà chế tạo chịu trách nhiệm lắp ráp hoàn chỉnh, với đầy đủ các liên kết cơ, điện bên trong và các bộ phận kết cấu (xem 2.4).

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này, tổ hợp lắp ráp các thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp sẽ được gọi tắt là tủ điện.

CHÚ THÍCH 2: Các linh kiện trong tủ điện có thể là linh kiện cơ điện hoặc linh kiện điện tử.

CHÚ THÍCH 3: Vì nhiều lý do khác nhau, ví dụ do vận chuyển hoặc chế tạo, một số công đoạn lắp ráp có thể phải thực hiện ở bên ngoài xưởng của nhà chế tạo.

2.1.1.1

Tủ điện được thử nghiệm điển hình (TTA) (type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly)

Tủ điện phù hợp với loại hoặc hệ thống đã được thiết lập mà không có những khác biệt có khả năng gây ảnh hưởng đáng kể đến tính năng so với tủ điển hình được kiểm tra xác nhận phù hợp với tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này, TTA là chữ viết tắt của tủ điện được thử nghiệm điển hình.

CHÚ THÍCH 2: Vì nhiều lý do khác nhau, ví dụ do vận chuyển hoặc chế tạo, một số công đoạn lắp ráp có thể phải thực hiện ở bên ngoài xưởng của nhà chế tạo TTA. Một tủ điện như vậy được coi là TTA với điều kiện việc lắp ráp được thực hiện phù hợp với hướng dẫn của nhà chế tạo theo cách đảm bảo sự phù hợp với tiêu chuẩn này về loại hoặc hệ thống đã được thiết lập, kể cả sự tuân thủ các thử nghiệm thường xuyên có thể áp dụng.

2.1.1.2

Tủ điện được thử nghiệm điển hình từng phần (PTTA) (partial type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly)

Tủ điện được lắp ráp có cả phần được thử nghiệm điển hình lẫn phần không được thử nghiệm điển hình, với điều kiện là phần không được thử nghiệm điển hình được suy ra (ví dụ nhờ tính toán) từ phần được thử nghiệm điển hình phù hợp với các thử nghiệm liên quan (xem Bảng 7).

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, PTTA là chữ viết tắt của tủ điện được thử nghiệm điển hình từng phần.

2.1.2

Mạch chính (của tủ điện) (main circuit (of an assembly))

Tất cả các bộ phận dẫn của một tủ điện có trong một mạch điện được thiết kế để truyền điện năng.
[IEV 441-13-02]

2.1.3

Mạch phụ (của tủ điện) (auxiliary circuit (of an assembly))

Tất cả các bộ phận dẫn của một tủ điện có trong một mạch điện (không phải là mạch chính) được thiết kế để điều khiển, đo lường, báo hiệu, điều chỉnh, xử lý dữ liệu, v.v...

[IEV 441-13-03, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Mạch phụ của một tủ điện bao gồm cả mạch điều khiển và mạch phụ của thiết bị đóng cắt.

2.1.4

Thanh cái (busbar)

Vật dẫn có trở kháng thấp mà tại đó một số mạch điện có thể được nối vào một cách riêng rẽ.

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ “thanh cái” không hàm chứa hình dạng hình học, cỡ hoặc kích thước của vật dẫn.

2.1.4.1

Thanh cái chính (main busbar)

Thanh cái mà tại đó có thể nối một hoặc một số thanh cái phân phối và/hoặc có thể nối một số khối đường điện vào và khối đường điện ra.

2.1.4.2

Thanh cái phân phối (distribution busbar)

Thanh cái nằm trong một ngăn, thanh cái này được nối với thanh cái chính và từ đó cung cấp điện cho các khối đường điện ra.

2.1.5

Khối chức năng (functional unit)

Một phần của tủ điện chứa tất cả các phần tử điện và cơ góp phần thực hiện cùng một chức năng.

CHÚ THÍCH: Các dây dẫn nối đến khối chức năng nhưng lại nằm bên ngoài khoang chứa của khối hoặc nằm ngoài không gian có vỏ bảo vệ của khối (ví dụ cáp của mạch phụ nối với khoang chung) không được coi là tạo thành một phần của khối chức năng.

2.1.6

Khối đường điện vào (incoming unit)

Khối chức năng, qua đó bình thường điện năng được cung cấp vào tủ điện.

2.1.7

Khối đường điện ra (outgoing unit)

Khối chức năng, qua đó bình thường điện năng được cung cấp đến một hoặc nhiều mạch lấy điện ra.

2.1.8

Nhóm chức năng (functional group)

Một nhóm gồm một số khối chức năng được liên kết với nhau về điện để thực hiện các chức năng hoạt động của chúng.

2.1.9

Tình trạng thử nghiệm (test situation)

Tình trạng của một tủ điện hoặc một phần của tủ điện, trong đó các mạch chính liên quan đang ở trạng thái hở mạch về phía nguồn cung cấp của chúng, nhưng không nhất thiết đã được cách ly trong khi các mạch phụ kết hợp đã được nối, để cho phép thử nghiệm về hoạt động của các thiết bị có trong tủ hoặc một phần của tủ.

2.1.10**Tình trạng cách ly (isolated situation)**

Tình trạng của tủ điện hoặc một phần của tủ điện, trong đó các mạch chính liên quan được cách ly về phía nguồn cung cấp của chúng và các mạch phụ kết hợp cũng được cách ly.

2.1.11**Tình trạng đã được nối (connected situation)**

Tình trạng của một tủ điện hoặc một phần của tủ điện, trong đó mạch chính liên quan và các mạch phụ kết hợp đã được nối để chúng hoạt động bình thường theo thiết kế.

2.2 Khối kết cấu của tủ điện**2.2.1****Ngăn tủ (section)**

Khối kết cấu của tủ điện nằm giữa hai mặt phân cách thẳng đứng liền kề.

2.2.2**Ngăn phụ (sub-section)**

Khối kết cấu của tủ điện nằm giữa hai mặt phân cách nằm ngang liền kề thuộc một ngăn tủ.

2.2.3**Khoang tủ (compartment)**

Một ngăn tủ hoặc ngăn phụ được bao kín, trừ các lỗ cần thiết để nối liên kết, điều khiển hoặc thông gió.

2.2.4**Khối vận chuyển (transport unit)**

Một phần của tủ điện hoặc một tủ điện hoàn chỉnh, thích hợp cho việc vận chuyển mà không cần tháo dỡ.

2.2.5**Bộ phận cố định (fixed part)**

Bộ phận gồm các linh kiện đã được lắp ráp và đi dây trên một giá đỡ chung và được thiết kế để lắp đặt cố định (xem 7.6.3).

2.2.6**Bộ phận tháo ra được (removable part)**

Bộ phận có thể lấy ra hoàn toàn khỏi tủ điện và lắp trở lại, ngay cả khi mạch điện nối đến bộ phận này có thể đang mang điện.

2.2.7

Bộ phận kéo ra được (withdrawable part)

Bộ phận tháo ra được, mà bộ phận này có thể di chuyển ra khỏi vị trí đã được đấu nối đến vị trí được cách ly và đến vị trí thử nghiệm, nếu có, trong khi vẫn được liên kết về cơ với tủ điện.

2.2.8

Vị trí đã đấu nối (connected position)

Vị trí của bộ phận tháo ra được hoặc bộ phận kéo ra được khi đã được đấu nối hoàn chỉnh để hoạt động bình thường theo thiết kế.

2.2.9

Vị trí thử nghiệm (test position)

Vị trí của bộ phận kéo ra được, tại đó, các mạch chính liên quan được để hở về phía nguồn cung cấp của nó nhưng không nhất thiết đã được cách ly, và tại đó, các mạch phụ được đấu nối, cho phép thử nghiệm về hoạt động của bộ phận kéo ra được, trong khi bộ phận này vẫn được liên kết về cơ với tủ điện.

CHÚ THÍCH: Việc để hở này có thể đạt được mà không phải dịch chuyển về cơ của bộ phận kéo ra được nhờ tác động của một cơ cấu thích hợp.

2.2.10

Vị trí cách ly (isolated position)

Vị trí của bộ phận kéo ra được, tại đó, thiết lập một khoảng cách ly (xem 7.1.2.2) về phía nguồn trong mạch chính và mạch phụ, trong khi bộ phận kéo ra được vẫn giữ nguyên các liên kết về cơ với tủ điện.

CHÚ THÍCH: Khoảng cách ly có thể được thiết lập mà không có sự chuyển động về cơ của bộ phận kéo ra được nhờ tác động của một cơ cấu thích hợp.

2.2.11

Vị trí đã nhấc ra (removed position)

Vị trí của bộ phận tháo ra được hoặc bộ phận kéo ra được khi bộ phận này ở bên ngoài tủ điện và tách rời về cơ và điện với tủ điện.

2.2.12

Mạch nối điện của khối chức năng (electrical connections of functional units)

2.2.12.1

Mạch nối cố định (fixed connection)

Mạch nối mà việc nối vào hoặc tách ra phải dùng đến dụng cụ.

2.2.12.2**Mạch nối tháo được (disconnectable connection)**

Mạch nối mà việc nối vào hoặc tách ra được thực hiện bằng cách tác động bằng tay lên phương tiện nối mà không cần dụng cụ.

2.2.12.3**Mạch nối kéo ra được (withdrawable connection)**

Mạch nối mà việc nối vào hoặc tách ra được thực hiện bằng cách đưa khối chức năng về trạng thái nối vào hoặc tách ra.

2.3 Thiết kế bên ngoài tủ điện**2.3.1****Tủ điện kiểu hở (open-type assembly)**

Tủ điện có kết cấu đỡ các thiết bị điện, có thể tiếp cận các bộ phận mang điện của thiết bị điện.

2.3.2**Tủ điện có mặt trước kín (dead-front assembly)**

Tủ điện kiểu hở có mặt trước che kín để tạo ra mức độ bảo vệ nào đó từ phía mặt trước. Có thể tiếp cận các bộ phận mang điện từ các hướng khác.

2.3.3**Tủ điện kín (enclosed assembly)**

Tủ điện được bao kín ở tất cả các phía, ngoại trừ bề mặt lắp đặt của nó, theo cách để tạo ra một mức độ bảo vệ nào đó.

2.3.3.1**Tủ điện kiểu khối (cubicle-type assembly)**

Tủ điện kín, về cơ bản là loại đặt đứng trên sàn, tủ này có thể bao gồm một số ngăn tủ, ngăn phụ hoặc khoang tủ.

2.3.3.2**Tủ điện kiểu nhiều khối (multi-cubicle-type assembly)**

Tổ hợp của một số tủ kiểu khối liên kết với nhau bằng cơ khí.

2.3.3.3**Tủ điện kiểu bàn (desk-type assembly)**

Tủ điện kín có bảng điều khiển nằm ngang hoặc đặt nghiêng hoặc kết hợp cả hai, trong tủ có lắp các thiết bị điều khiển, đo lường, tín hiệu, v.v...

2.3.3.4

Tủ điện kiểu hộp (box-type assembly)

Tủ điện kín, vỏ cơ bản được thiết kế để lắp trên mặt phẳng thẳng đứng.

2.3.3.5

Tủ điện kiểu nhiều hộp (multi-box-type assembly)

Tổ hợp các hộp liên kết về cơ với nhau, có hoặc không có khung đỡ chung, các mạch nối điện đi qua hai hộp liền kề bằng các lỗ trong các bề mặt tiếp giáp.

2.3.4

Hệ thống máng thanh cái (busbar-trunking system (busway))

Tủ điện được thử nghiệm điển hình, có hệ thống thanh dẫn gồm các thanh cái được bố trí và đỡ bằng vật liệu cách điện trong một ống, máng hoặc vỏ bọc tương tự.

[IEV 441-12-07, có sửa đổi]

Tủ điện có thể có các khối như:

- khối máng thanh cái có hoặc không có các phương tiện rẽ nhánh;
- khối đảo pha, khối mở rộng, khối linh hoạt, khối cấp nguồn và khối chỉnh lưu;
- khối rẽ nhánh.

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ "thanh cái" không bao hàm hình dạng hình học, cỡ và kích thước của thanh dẫn.

2.4 Bộ phận kết cấu của tủ điện

2.4.1

Kết cấu đỡ (supporting structure)

Bộ phận tạo nên kết cấu của tủ điện được thiết kế để đỡ các linh kiện khác nhau của tủ điện và vỏ tủ, nếu có.

2.4.2

Kết cấu lắp đặt (mounting structure)

Kết cấu không tạo nên một phần của tủ điện, được thiết kế để đỡ tủ điện có vỏ tủ.

2.4.3

Tấm lắp đặt (mounting plate)

Tấm được thiết kế để đỡ các linh kiện khác nhau và thích hợp cho việc lắp đặt bên trong tủ điện.

Nếu các bộ phận kết cấu này có lắp thiết bị thì chúng có thể là tủ điện độc lập.

2.4.4**Khung lắp đặt* (mounting frame)**

Khung được thiết kế để đỡ các linh kiện khác nhau và thích hợp cho việc lắp đặt bên trong tủ điện.

2.4.5**Vỏ tủ (enclosure)**

Vỏ tạo ra kiểu và cấp bảo vệ thích hợp dùng cho ứng dụng dự kiến.

[IEV 195-02-35]

2.4.6**Tấm che (cover)**

Một phần của vỏ bọc bên ngoài của tủ điện.

2.4.7**Cửa tủ (door)**

Tấm che có bản lề hoặc đường trượt.

2.4.8**Tấm che tháo ra được (removable cover)**

Tấm che được thiết kế để che kín một lỗ cửa ở vỏ ngoài và có thể tháo ra để thực hiện một số thao tác và bảo trì nhất định.

2.4.9**Tấm đậy (cover plate)**

Một phần của tủ điện, thường là của một hộp (xem 2.3.3.4), được sử dụng để che kín một lỗ cửa ở vỏ ngoài và được thiết kế để giữ đúng vị trí bằng các vít hoặc phương tiện tương tự. Tấm đậy thường là không tháo ra sau khi đã đưa thiết bị vào vận hành.

CHÚ THÍCH: Tấm đậy có thể có lối vào cáp.

2.4.10**Vách ngăn (partition)**

Một phần của vỏ bọc của khoang để ngăn cách khoang này với khoang khác.

2.4.11**Tấm chắn bảo vệ (bảo vệ về điện) ((electrically) protective barrier)**

Bộ phận dùng để bảo vệ khỏi tiếp xúc trực tiếp từ mọi hướng tiếp cận thông thường.

[IEV 195-06-15]

* Nếu các bộ phận kết cấu này có lắp thiết bị thì chúng có thể là tủ điện độc lập.

2.4.12

Chướng ngại vật bảo vệ (bảo vệ về điện) ((electrically) protective obstacle)

Bộ phận dùng để ngăn ngừa việc tiếp xúc trực tiếp không chủ ý nhưng không ngăn cản được việc tiếp xúc trực tiếp của hành động có chủ ý.

[IEV 195-06-16]

2.4.13

Cửa chớp (shutter)

Bộ phận có thể dịch chuyển:

- giữa vị trí mà tại đó nó cho phép các tiếp điểm của bộ phận di chuyển được hoặc bộ phận kéo ra được có thể ăn khớp với các tiếp điểm cố định, và
- vị trí mà tại đó nó trở thành một phần của tấm che hoặc vách ngăn che các tiếp điểm cố định.

[IEV 441-13-07, có sửa đổi]

2.4.14

Lối vào cáp (cable entry)

Bộ phận có các lỗ để luồn cáp vào tủ điện.

CHÚ THÍCH: Lối vào cáp đôi khi có thể được thiết kế như một đầu bịt kín cáp.

2.4.15

Không gian trống (spare spaces)

2.4.15.1

Không gian tự do (free space)

Khoảng rỗng của một ngăn tủ.

2.4.15.2

Không gian không lắp thiết bị (unequipped space)

Phần của ngăn tủ chỉ lắp thanh cái.

2.4.15.3

Không gian được trang bị một phần (partially equipped space)

Phần của ngăn tủ được trang bị đầy đủ, ngoại trừ các khối chức năng. Các khối chức năng có thể lắp đặt được xác định theo số lượng và kích thước môđun.

2.4.15.4

Không gian được trang bị đầy đủ (fully equipped space)

Một phần của ngăn tủ được trang bị đầy đủ với các khối chức năng chưa được ấn định cho một mục đích cụ thể.

2.4.16

Không gian được bảo vệ kín (enclosed protected space)

Phần của tủ điện được thiết kế để bao kín các linh kiện và có cấp bảo vệ qui định chống các ảnh hưởng từ bên ngoài và chống tiếp xúc với bộ phận mang điện.

2.4.17

Khoá liên động (insertion interlock)

Cơ cấu ngăn ngừa các bộ phận di chuyển được hoặc bộ phận kéo ra được tiến vào vị trí không được thiết kế dành cho các bộ phận này.

2.5 Điều kiện lắp đặt tủ điện

2.5.1

Tủ điện lắp đặt trong nhà (assembly for indoor installation)

Tủ điện được thiết kế để sử dụng ở các vị trí đáp ứng các điều kiện vận hành bình thường để sử dụng trong nhà như qui định trong 6.1 của tiêu chuẩn này.

2.5.2

Tủ điện lắp đặt ngoài trời (assembly for outdoor installation)

Tủ điện được thiết kế để sử dụng trong các điều kiện vận hành bình thường để sử dụng ngoài trời như qui định trong 6.1 của tiêu chuẩn này.

2.5.3

Tủ điện đặt tĩnh tại (stationary assembly)

Tủ điện được thiết kế để lắp cố định vào vị trí lắp đặt của nó, ví dụ như trên sàn hoặc trên tường, và được sử dụng tại vị trí đó.

2.5.4

Tủ điện di động (movable assembly)

Tủ điện được thiết kế sao cho có thể dễ dàng di chuyển từ vị trí sử dụng này sang vị trí sử dụng khác.

2.6 Biện pháp bảo vệ liên quan đến điện giật

2.6.1

Bộ phận mang điện (live part)

Một dây dẫn hoặc bộ phận dẫn được thiết kế để mang điện trong sử dụng bình thường, kể cả dây trung tính nhưng theo qui ước, không phải là dây PEN.

[IEV 826-03-01]

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ này không nhất thiết nói đến nguy cơ điện giật.

2.6.2

Bộ phận dẫn dễ hở (exposed conductive part)

Bộ phận dẫn của thiết bị điện mà có thể chạm tới được và bình thường thì không mang điện nhưng có thể trở nên mang điện ở các điều kiện sự cố.

[IEV 826-03-02, có sửa đổi]

2.6.3

Dây bảo vệ (Dây PE) (protective conductor)

Dây dẫn được trang bị nhằm mục đích an toàn, ví dụ như bảo vệ chống điện giật.

[IEV 195-02-09]

CHÚ THÍCH: ví dụ, dây bảo vệ có thể nối điện đến các bộ phận sau:

- bộ phận dẫn dễ hở;
- bộ phận dẫn bên ngoài;
- đầu nối đất chính;
- điện cực đất;
- điểm nối đất của nguồn hoặc trung tính giả.

2.6.4

Dây trung tính (neutral conductor)

Dây dẫn nối điện đến điểm trung tính và có khả năng góp phần vào phân phối điện năng.

[IEV 195-02-06]

2.6.5

Dây PEN (PEN conductor)

Dây dẫn kết hợp các chức năng của cả dây nối đất bảo vệ và dây trung tính.

[IEV 195-02-12]

2.6.6

Dòng điện sự cố (fault current)

Dòng điện phát sinh do hỏng cách điện hoặc cách điện bị bắc cầu.

2.6.7**Dòng điện sự cố chạm đất (earth fault current)**

Dòng điện sự cố chạy xuống đất.

2.6.8**Bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp (protection against direct contact)**

Ngăn ngừa việc tiếp xúc nguy hiểm của con người với các bộ phận mang điện.

2.6.9**Bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp (protection against indirect contact)**

Ngăn ngừa việc tiếp xúc nguy hiểm của con người với các bộ phận dẫn để hở.

2.7 Lối bên trong tủ điện**2.7.1****Lối bên trong tủ điện để thao tác (operating gangway within an assembly)**

Không gian mà người thao tác phải sử dụng để thao tác thích hợp và kiểm tra tủ điện.

2.7.2**Lối bên trong tủ điện để bảo trì (maintenance gangway within an assembly)**

Không gian mà chỉ những người được uỷ quyền mới được tiếp cận và được thiết kế chủ yếu để sử dụng khi bảo dưỡng thiết bị đã lắp đặt.

2.8 Chức năng điện tử**2.8.1****Bọc màn chắn (screening)**

Bảo vệ dây dẫn hoặc thiết bị khỏi các nhiễu tạo ra, đặc biệt là do bức xạ điện từ xuất phát từ các dây dẫn hoặc thiết bị khác.

2.9 Phối hợp cách điện**2.9.1****Khe hở không khí (clearance)**

Khoảng cách giữa hai bộ phận dẫn đo dọc theo một sợi dây kéo căng theo đường ngắn nhất giữa các các bộ phận dẫn này.

[2.5.46 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

[IEV 441-17-31]

2.9.2

Khoảng cách ly (của một cực của thiết bị đóng cắt bằng cơ khí) (isolating distance (of a pole of a mechanical switching device))

Khe hở không khí giữa các tiếp điểm đang mở đáp ứng các yêu cầu an toàn qui định cho dao cách ly.

[2.5.50 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

[IEV 441-17-35]

2.9.3

Chiều dài đường rò (creepage distance)

Khoảng cách ngắn nhất đo dọc theo bề mặt vật liệu cách điện giữa hai bộ phận dẫn.

[2.5.51 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

[IEV 471-01-08, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Mỗi ghép giữa hai phần vật liệu cách điện được coi là phần của bề mặt.

2.9.4

Điện áp làm việc (working voltage)

Giá trị cao nhất của điện áp xoay chiều hiệu dụng hoặc điện áp một chiều có thể xuất hiện (mang tính cục bộ) trên cách điện bất kỳ, ở điện áp nguồn danh định, trong điều kiện mạch hở hoặc trong điều kiện hoạt động bình thường, không kể quá độ.

[2.5.52 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

2.9.5

Quá điện áp tạm thời (temporary overvoltage)

Quá điện áp pha-đất, pha-trung tính hoặc pha-pha tại một vị trí cho trước và trong thời gian tương đối dài (một vài giây).

[2.5.53 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

[IEV 604-03-12, có sửa đổi]

2.9.6

Quá điện áp quá độ (transient overvoltage)

Quá điện áp quá độ theo nghĩa của tiêu chuẩn này như dưới đây.

[2.5.54 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

2.9.6.1

Quá điện áp đóng cắt (switching overvoltage)

Quá điện áp quá độ tại một vị trí cho trước trên hệ thống do một thao tác đóng cắt cụ thể hoặc do sự cố

[2.5.54.1 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)].

[IEV 604-03-29, có sửa đổi]

2.9.6.2**Quá điện áp do sét (lightning overvoltage)**

Quá điện áp quá độ tại một vị trí cho trước trên hệ thống do phóng điện sét cụ thể (xem thêm TCVN 6099 (IEC 60060) và IEC 60071-1).

[2.5.54.2 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

2.9.7**Điện áp chịu xung (impulse withstand voltage)**

Giá trị đỉnh cao nhất của điện áp xung có hình dạng và cực tính qui định mà không gây phóng điện đánh thủng trong các điều kiện thử nghiệm qui định.

[2.5.55 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

2.9.8**Điện áp chịu thử tần số công nghiệp (power-frequency withstand voltage)**

Giá trị hiệu dụng của điện áp hình sin tần số công nghiệp mà không gây phóng điện đánh thủng trong các điều kiện thử nghiệm qui định.

[2.5.56 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

[IEV 604-03-40, có sửa đổi]

2.9.9**Nhiễm bẩn (pollution)**

Tình trạng chất rắn, lỏng hoặc khí (khí ion hoá) từ bên ngoài có thể gây ảnh hưởng đến độ bền điện môi hoặc điện trở suất bề mặt.

[2.5.57 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

2.9.10**Độ nhiễm bẩn (của các điều kiện về môi trường) (pollution degree (of environment conditions))**

Con số qui ước dựa trên lượng bụi dẫn điện hoặc bụi hút ẩm, khí ion hoá hoặc muối, và dựa trên độ ẩm tương đối cũng như tần suất xuất hiện, dẫn đến hấp thụ ẩm hoặc ngưng tụ ẩm làm giảm độ bền điện môi và/hoặc điện trở suất bề mặt.

CHÚ THÍCH 1: Độ nhiễm bẩn mà vật liệu cách điện của thiết bị và linh kiện bị phơi nhiễm có thể khác với độ nhiễm bẩn của môi trường rộng nơi đặt thiết bị hoặc linh kiện do được bảo vệ bằng vỏ bọc hoặc gia nhiệt bên trong để ngăn ngừa hấp thụ ẩm hoặc ngưng tụ ẩm.

CHÚ THÍCH 2: Trong tiêu chuẩn này, độ nhiễm bẩn được qui định cho môi trường hẹp (2.5.59 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)).

2.9.11

Môi trường hẹp (của khe hở không khí hoặc chiều dài đường rò) (micro-environment (of a clearance or creepage distance))

Điều kiện môi trường bao quanh khe hở không khí hoặc chiều dài đường rò đang được xem xét.

CHÚ THÍCH: Môi trường hẹp của khe hở không khí hoặc chiều dài đường rò, mà không phải là môi trường của tủ điện hoặc linh kiện sẽ xác định ảnh hưởng lên cách điện. Môi trường hẹp có thể xấu hơn hoặc tốt hơn môi trường của tủ điện hoặc linh kiện. Môi trường hẹp bao gồm tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến cách điện như các điều kiện khí hậu và điều kiện điện từ, sự phát sinh nhiễm bẩn, v.v... (2.5.59 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1), có sửa đổi).

2.9.12

Cấp quá điện áp (của mạch điện hoặc trong phạm vi hệ thống điện) (overvoltage category (of a circuit or within an electrical system))

Con số qui ước dựa trên các giá trị giới hạn (hoặc khống chế) quá điện áp quá độ kỳ vọng xuất hiện trong một mạch điện (hoặc trong phạm vi hệ thống điện có các điện áp danh nghĩa khác nhau) và phụ thuộc vào phương tiện được sử dụng để chi phối quá điện áp.

CHÚ THÍCH: Trong hệ thống điện, việc chuyển từ cấp quá điện áp này sang cấp quá điện áp khác thấp hơn, đạt được thông qua việc áp dụng các phương tiện thích hợp đáp ứng các yêu cầu về giao diện như thiết bị bảo vệ quá điện áp hoặc bố trí cuộn kháng nối tiếp-sơ song có khả năng phân tán, hấp thụ hoặc chuyển đi chỗ khác năng lượng trong dòng điện đột biến kết hợp để hạ thấp giá trị quá điện áp quá độ xuống giá trị của cấp quá điện áp thấp hơn mong muốn (2.5.60 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)).

2.9.13

Bộ chống sét (surge arrester)

Thiết bị được thiết kế để bảo vệ trang bị điện khỏi quá điện áp quá độ cao, và để giới hạn thời gian và nhiều khi cả độ lớn của dòng điện chạy qua.

[2.2.22 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)]

[IEV 604-03-51]

2.9.14

Phối hợp cách điện (co-ordination of insulation)

Mối tương quan giữa các đặc trưng cách điện của thiết bị điện với một bên là các mức quá điện áp dự kiến và các đặc trưng của thiết bị bảo vệ quá điện áp, và một bên là môi trường hẹp dự kiến và phương tiện bảo vệ khỏi nhiễm bẩn. (2.5.61 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1))

[IEV 604-03-08, có sửa đổi]

2.9.15**Trường đồng nhất (không biến đổi) (homogeneous (uniform) field)**

Trường điện về cơ bản có gradient điện áp không đổi giữa các điện cực, ví dụ như gradient điện áp giữa hai quả cầu mà bán kính của mỗi quả lớn hơn khoảng cách giữa chúng.

(2.5.62 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1))

2.9.16**Trường không đồng nhất (inhomogeneous (non-uniform) field)**

Trường điện về cơ bản có gradient điện áp không phải là hằng số giữa các điện cực.

(2.5.63 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1))

2.9.17**Phóng điện bề mặt (tracking)**

Sự hình thành dần dần các tuyến dẫn trên bề mặt vật liệu cách điện rắn do các ảnh hưởng kết hợp của ứng suất điện và nhiễm bẩn điện phân trên bề mặt đó.

(2.5.64 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1))

2.9.18**Chỉ số phóng điện tương đối (CTI) (comparative tracking index)**

Giá trị bằng số của điện áp lớn nhất tính bằng vôn tại đó vật liệu chịu được 50 giọt dung dịch thử nghiệm xác định mà không bị phóng điện bề mặt.

CHÚ THÍCH: Giá trị của mỗi điện áp thử nghiệm và mỗi CTI cần chia hết cho 25. (2.5.65 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1)).

2.10 Dòng điện ngắn mạch**2.10.1****Dòng điện ngắn mạch (I_c) (của một mạch điện trong tủ điện) (short-circuit current (I_c) (of a circuit of an assembly))**

Quá dòng do ngắn mạch mà nguyên nhân là do sự cố hoặc đấu nối sai trong mạch điện.

(2.1.6 của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1))

[IEV 441-11-07, có sửa đổi]

2.10.2**Dòng điện ngắn mạch kỳ vọng (I_{cp}) (của một mạch điện trong tủ điện) (prospective short-circuit current (I_{cp}) (of a circuit of an assembly))**

Dòng điện chạy qua khi dây dẫn nguồn đấu với mạch điện này bị nối tắt bằng một dây dẫn có trở kháng không đáng kể tại điểm sát nhất có thể với đầu nối nguồn của tủ điện.

2.10.3

Dòng điện ngưỡng; dòng điện cho phép đi qua (cut-off current; let-through current)

Giá trị dòng điện tức thời lớn nhất đạt được trong thời gian thao tác cắt của một thiết bị đóng cắt hoặc một cầu chảy.

[IEV 441-17-12]

CHÚ THÍCH: Khái niệm này là đặc biệt quan trọng khi thiết bị đóng cắt hoặc cầu chảy tác động theo cách sao cho không thể đạt tới dòng điện đỉnh kỳ vọng của mạch điện.

2.11

Tương thích điện từ (EMC) (electromagnetic compatibility)

CHÚ THÍCH: Đối với các thuật ngữ và định nghĩa liên quan đến EMC, xem Phụ lục H.

3 Phân loại tủ điện

Tủ điện được phân loại theo:

- thiết kế bên ngoài (xem 2.3);
- địa điểm lắp đặt (xem 2.5.1 và 2.5.2);
- điều kiện lắp đặt liên quan đến tính cơ động (xem 2.5.3 và 2.5.4);
- cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (xem 7.2.1);
- loại vỏ tủ;
- phương pháp lắp, ví dụ, các bộ phận được lắp cố định hoặc các bộ phận có thể tháo ra được (xem 7.6.3 và 7.6.4);
- biện pháp bảo vệ con người (xem 7.4);
- dạng phân cách bên trong (xem 7.7);
- loại mạch nối điện của khối chức năng (xem 7.11).

4 Đặc trưng về điện của tủ điện

Tủ điện được xác định bằng các đặc trưng về điện như dưới đây.

4.1 Điện áp danh định

Tủ điện được xác định bởi các điện áp danh định của các mạch điện khác nhau của nó như sau.

4.1.1 Điện áp làm việc danh định (của một mạch điện trong tủ điện)

Điện áp làm việc danh định (U_n) của mạch điện trong tủ điện là giá trị điện áp mà khi phối hợp với dòng điện danh định của mạch điện này thì xác định được ứng dụng của nó.

Đối với mạch điện nhiều pha, điện áp này là điện áp giữa các pha.

CHÚ THÍCH: Giá trị tiêu chuẩn của các điện áp danh định của mạch điều khiển được nêu trong các tiêu chuẩn liên quan đối với thiết bị lắp cùng.

Nhà chế tạo tủ điện phải nêu các giới hạn điện áp cần thiết để các mạch chính và mạch phụ có thể hoạt động tốt. Trong mọi trường hợp, các giới hạn phải sao cho duy trì được điện áp trên các đầu nối mạch điều khiển của các linh kiện lắp cùng, trong điều kiện mang tải bình thường, trong phạm vi các giới hạn qui định trong các tiêu chuẩn liên quan.

4.1.2 Điện áp cách điện danh định (U_i) (của một mạch điện trong tủ điện)

Điện áp cách điện danh định của một mạch điện trong tủ điện là giá trị điện áp mà dựa vào đó xác định các điện áp thử nghiệm điện môi và chiều dài đường rò.

Điện áp làm việc danh định của mạch điện bất kỳ trong tủ điện không được vượt quá điện áp cách điện danh định. Giá định rằng điện áp làm việc của mạch điện bất kỳ trong tủ điện sẽ không vượt quá 110 %, dù là nhất thời, điện áp cách điện danh định của nó.

CHÚ THÍCH: Đối với các mạch điện một pha lấy từ hệ thống IT (xem IEC 60364-3), điện áp cách điện danh định cần ít nhất là bằng điện áp giữa các pha của nguồn.

Đối với các mạch điện nhiều pha, điện áp cách điện danh định được qui định là điện áp giữa các pha.

4.1.3 Điện áp chịu xung danh định (U_{imp}) (của một mạch điện trong tủ điện)

Giá trị đỉnh của điện áp xung có dạng và cực tính qui định của một mạch điện trong tủ điện có khả năng chịu mà không bị hỏng trong các điều kiện thử nghiệm qui định và dựa vào đó xác định các giá trị của khe hở không khí.

Điện áp chịu xung danh định của một mạch điện trong tủ điện phải lớn hơn hoặc bằng giá trị qui định đối với quá điện áp quá độ xuất hiện trong hệ thống điện mà tủ được đấu vào.

CHÚ THÍCH: Các giá trị ưu tiên của điện áp chịu xung danh định là các giá trị nêu trong Bảng 13.

4.2 Dòng điện danh định (I_n) (của một mạch điện trong tủ điện)

Dòng điện danh định của một mạch điện trong tủ điện được nhà chế tạo đưa ra, có tính đến thông số đặc trưng của các linh kiện thiết bị điện nằm trong tủ điện, cách bố trí và ứng dụng của chúng. Mạch điện phải mang được dòng điện này mà độ tăng nhiệt của các bộ phận khác nhau trong tủ không bị vượt quá các giới hạn qui định trong 7.3 (Bảng 2) khi được kiểm tra theo 8.2.1.

CHÚ THÍCH: Việc xác định các dòng điện danh định là phức tạp, nên không đưa ra các giá trị tiêu chuẩn.

4.3 Dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định (I_{cw}) (của một mạch điện trong tủ điện)

Dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định của một mạch điện trong tủ điện là giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn hạn được nhà chế tạo ấn định cho mạch điện đó để nó có thể mang mà không bị hỏng trong các điều kiện thử nghiệm qui định trong 8.2.3. Nếu nhà chế tạo không có qui định nào khác thì thời gian này là 1 s. [IEV 441-17-17, có sửa đổi]

Đối với điện xoay chiều, giá trị của dòng điện là giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều và giả thiết là giá trị đỉnh cao nhất có nhiều khả năng xuất hiện không vượt quá n lần giá trị hiệu dụng đó, hệ số n được cho trong 7.5.3.

CHÚ THÍCH 1: Nếu thời gian ngắn hơn 1 s thì cần phải qui định cả dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định và thời gian, ví dụ 20 kA, 0,2 s.

CHÚ THÍCH 2: Dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định có thể hoặc là dòng điện kỳ vọng khi các thử nghiệm được tiến hành ở điện áp làm việc danh định hoặc là dòng điện thực khi các thử nghiệm được thực hiện ở điện áp thấp hơn.

4.4 Dòng điện chịu thử đỉnh danh định (I_{pk}) (của một mạch điện trong tủ điện)

Dòng điện chịu thử đỉnh danh định của một mạch điện trong tủ điện là giá trị của dòng điện đỉnh do nhà chế tạo ấn định cho mạch điện đó mà mạch điện này có thể chịu được một cách thoả đáng trong các điều kiện thử nghiệm qui định trong 8.2.3 (xem thêm 7.5.3). [IEV 441-17-18, có sửa đổi]

4.5 Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện (I_{cc}) (của một mạch điện trong tủ điện)

Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện của một mạch điện trong tủ điện là giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng do nhà chế tạo ấn định mà mạch điện này, khi được bảo vệ bằng một thiết bị bảo vệ ngắn mạch do nhà chế tạo qui định, có thể chịu được một cách thoả đáng trong thời gian tác động của thiết bị trong điều kiện thử nghiệm qui định trong 8.2.3 (xem thêm 7.5.2).

Nhà chế tạo phải qui định chi tiết về thiết bị bảo vệ ngắn mạch.

CHÚ THÍCH 1: Đối với điện xoay chiều, dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện được thể hiện bằng giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều.

CHÚ THÍCH 2: Thiết bị bảo vệ ngắn mạch có thể là một bộ phận tích hợp của tủ điện hoặc một khối tách rời.

4.6 Dòng điện ngắn mạch danh định có cấu chảy I_{cr} (của một mạch điện trong tủ điện)

Để trống.

4.7 Hệ số đa dạng danh định

Hệ số đa dạng danh định của tủ điện hoặc một phần của tủ điện có một số mạch chính (ví dụ một ngăn hoặc một ngăn phụ) là tỉ số của tổng lớn nhất, tại bất kỳ thời gian nào, của các dòng điện giả thiết của tất cả các mạch chính liên quan với tổng của các dòng điện danh định của tất cả các mạch chính của tủ điện hoặc của phần được chọn của tủ điện.

Khi nhà chế tạo qui định một hệ số đa dạng danh định thì hệ số này phải được sử dụng trong thử nghiệm độ tăng nhiệt theo 8.2.1.

CHÚ THÍCH: Khi không có các thông tin liên quan đến dòng điện thực tế, có thể sử dụng các giá trị qui ước dưới đây.

Bảng 1 – Giá trị hệ số đa dạng danh định

Số lượng mạch chính	Hệ số đa dạng danh định
2 và 3	0,9
4 và 5	0,8
Từ 6 đến và bằng 9	0,7
10 trở lên	0,6

4.8 Tần số danh định

Tần số danh định của tủ điện là giá trị tần số để định rõ tủ điện và là cơ sở để xác định điều kiện làm việc.

Nếu các mạch điện của tủ điện được thiết kế cho các tần số khác nhau thì phải nêu tần số danh định cho từng mạch điện.

CHÚ THÍCH: Tần số cần nằm trong giới hạn qui định trong các tiêu chuẩn IEC liên quan đối với các linh kiện lắp cùng. Nếu không có qui định nào khác của nhà chế tạo tủ điện thì thừa nhận các giới hạn này là từ 98 % đến 102 % tần số danh định.

5 Các thông tin cần nêu liên quan đến tủ điện

Nhà chế tạo cần đưa ra các thông tin sau đây.

5.1 Tấm thông số

Mỗi tủ điện phải có một hoặc nhiều tấm thông số, được ghi nhãn bên và đặt ở vị trí dễ nhìn thấy và rõ ràng khi tủ điện đã được lắp đặt.

Các thông tin qui định trong điểm a) và b) phải được ghi trên tấm thông số.

TCVN 7994-1 : 2009

Các thông tin từ điểm c) đến t), nếu thuộc đối tượng áp dụng, phải được nêu hoặc trên tấm thông số hoặc trong tài liệu kỹ thuật của nhà chế tạo:

a) tên của nhà chế tạo hoặc thương hiệu;

CHÚ THÍCH: Nhà chế tạo được hiểu là đơn vị chịu trách nhiệm với một tủ điện hoàn chỉnh.

b) ký hiệu chủng loại hoặc số nhận biết, hoặc phương tiện nhận biết khác để có thể nhận được các thông tin liên quan từ nhà chế tạo;

c) số hiệu tiêu chuẩn này;

d) loại dòng điện (và tần số, trong trường hợp điện xoay chiều);

e) điện áp làm việc danh định (xem 4.1.1);

f) điện áp cách điện danh định (xem 4.1.2);

– điện áp chịu xung danh định, khi được nhà chế tạo công bố (xem 4.1.3);

g) điện áp danh định của mạch phụ (nếu thuộc đối tượng áp dụng);

j) dòng điện danh định của từng mạch chính (nếu thuộc đối tượng áp dụng; xem 4.2);

k) độ bền chịu ngắn mạch (xem 7.5.2);

l) cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (xem 7.2.1);

m) biện pháp bảo vệ chống điện giật (xem 7.4);

n) điều kiện vận hành đối với tủ điện sử dụng trong nhà, ngoài trời hoặc ở nơi đặc biệt, nếu khác với điều kiện vận hành bình thường nêu trong 6.1;

– độ nhiễm bẩn, khi được nhà chế tạo công bố (xem 6.1.2.3),

o) loại hệ thống nối đất mà tủ được thiết kế;

p) các kích thước (xem Hình C.3 và C.4) theo thứ tự ưu tiên là chiều cao, chiều rộng (hoặc chiều dài) và chiều sâu;

q) khối lượng tủ;

r) dạng phân cách bên trong (xem 7.7);

s) loại mạch nối điện của khối chức năng (xem 7.11);

t) môi trường A và/hoặc B (xem 7.10.1).

5.2 Ghi nhãn

Phải có khả năng nhận biết được các mạch điện riêng rẽ bên trong tủ điện cùng với các thiết bị bảo vệ của chúng.

Trong trường hợp có ký hiệu cho thiết bị của tủ điện, các ký hiệu này phải tương đồng với các ký hiệu trong IEC 61346-1 và với các ký hiệu trong sơ đồ đi dây, các sơ đồ này phải phù hợp với IEC 61082.

5.3 Hướng dẫn lắp đặt, vận hành và bảo trì

Nhà chế tạo phải qui định trong tài liệu kỹ thuật hoặc trong catalô các điều kiện, nếu có, đối với lắp đặt, vận hành và bảo trì tủ điện và các thiết bị trong tủ điện.

Nếu cần thiết, các hướng dẫn về vận chuyển, lắp đặt và vận hành tủ điện phải chỉ ra các biện pháp thực sự quan trọng để lắp đặt, đưa vào hoạt động và vận hành đúng và thích hợp tủ điện.

Trong trường hợp cần thiết, các tài liệu nói trên phải chỉ ra các khuyến cáo về qui mô và tần suất bảo trì.

Nếu khó có thể phân định rõ ràng mạch điện khi chỉ dựa vào bố trí thực tế của các trang bị điện đã lắp trong tủ thì phải cung cấp các thông tin thích hợp, ví dụ như sơ đồ hoặc bảng đi dây.

Nhà chế tạo tủ điện phải qui định các biện pháp cần thực hiện; nếu có, về tương thích điện từ liên quan đến lắp đặt, vận hành và bảo trì tủ điện.

Nếu tủ điện được thiết kế riêng để dùng trong môi trường A nhưng được sử dụng trong môi trường B thì hướng dẫn vận hành phải có nội dung cảnh báo sau đây:

Cảnh báo:

Đây là sản phẩm dùng trong môi trường A. Khi sử dụng sản phẩm này trong gia đình, có thể gây ra nhiều tần số radiô, khi đó, người sử dụng có thể phải thực hiện các biện pháp thích hợp.

6 Điều kiện vận hành

6.1 Điều kiện vận hành bình thường

Tủ điện phù hợp với tiêu chuẩn này là tủ thích hợp để sử dụng trong các điều kiện dưới đây.

CHÚ THÍCH: Nếu sử dụng các linh kiện, ví dụ như rơle, thiết bị điện tử không được thiết kế để làm việc trong các điều kiện này thì phải thực hiện các bước thích hợp để đảm bảo chúng hoạt động đúng (xem 7.6.2.4, đoạn hai).

6.1.1 Nhiệt độ không khí môi trường

6.1.1.1 Nhiệt độ không khí môi trường dùng cho lắp đặt trong nhà

Nhiệt độ không khí môi trường không được vượt quá $+40^{\circ}\text{C}$ và giá trị nhiệt độ trung bình trong 24 h không được vượt quá $+35^{\circ}\text{C}$.

Giới hạn dưới của nhiệt độ không khí môi trường là -5°C .

6.1.1.2 Nhiệt độ không khí môi trường dùng cho lắp đặt ngoài trời

Nhiệt độ không khí môi trường không được vượt quá $+40^{\circ}\text{C}$ và giá trị nhiệt độ trung bình trong 24 h không được vượt quá $+35^{\circ}\text{C}$.

Giới hạn dưới của nhiệt độ không khí môi trường là:

- -25°C ở vùng khí hậu ôn hòa, và
- -50°C ở vùng khí hậu địa cực.

CHÚ THÍCH: Việc sử dụng tủ điện ở vùng khí hậu địa cực có thể cần có thỏa thuận riêng giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

6.1.2 Điều kiện khí quyển

6.1.2.1 Điều kiện khí quyển dùng cho lắp đặt trong nhà

Không khí sạch và có độ ẩm tương đối không vượt quá 50 % ở nhiệt độ cao nhất là $+40^{\circ}\text{C}$. Cho phép có độ ẩm không khí tương đối cao hơn ở nhiệt độ thấp hơn, ví dụ 90 % ở nhiệt độ $+20^{\circ}\text{C}$. Cần chú ý đến hiện tượng ngưng tụ đôi khi có thể xuất hiện ở mức độ khá lớn do biến đổi nhiệt độ.

6.1.2.2 Điều kiện khí quyển đối với lắp đặt ngoài trời

Độ ẩm tương đối có thể tạm thời cao đến mức 100 % ở nhiệt độ lớn nhất là $+25^{\circ}\text{C}$.

6.1.2.3 Độ nhiễm bẩn

Độ nhiễm bẩn (xem 2.9.10) liên quan đến điều kiện môi trường mà tủ điện được thiết kế.

Đối với các thiết bị đóng cắt và các linh kiện nằm bên trong vỏ tủ, có thể áp dụng độ nhiễm bẩn của điều kiện môi trường bên trong vỏ tủ.

Để đánh giá khe hở không khí và chiều dài đường rò, bốn độ nhiễm bẩn dưới đây đã được thiết lập trong môi trường hẹp (khe hở không khí và chiều dài đường rò ứng với các độ nhiễm bẩn khác nhau được cho trong Bảng 14 và 16).

Nhiễm bẩn độ 1:

Không có nhiễm bẩn hoặc chỉ xuất hiện nhiễm bẩn khô, không dẫn.

Nhiễm bẩn độ 2:

Bình thường chỉ xuất hiện nhiễm bẩn không dẫn. Tuy vậy, đôi khi có thể xuất hiện nhất thời nhiễm bẩn dẫn do ngưng tụ.

Nhiễm bẩn độ 3:

Xuất hiện nhiễm bẩn dẫn hoặc nhiễm bẩn khô, không dẫn, nhưng có thể trở thành nhiễm bẩn dẫn do ngưng tụ.

Nhiễm bẩn độ 4:

Nhiễm bẩn tạo ra độ dẫn liên tục, ví dụ, do bụi dẫn điện hoặc do nước mưa hoặc tuyết.

Độ nhiễm bẩn tiêu chuẩn dùng trong các ứng dụng công nghiệp:

Nếu không có qui định nào khác, tủ điện dùng trong công nghiệp thường là môi trường có nhiễm bẩn độ 3. Tuy nhiên, có thể xem xét đến các độ nhiễm bẩn khác, tùy thuộc vào các ứng dụng cụ thể hoặc môi trường hẹp cụ thể.

CHÚ THÍCH: Độ nhiễm bẩn của môi trường hẹp dùng cho thiết bị có thể bị ảnh hưởng do được lắp đặt bên trong vỏ tủ.

6.1.3 Độ cao so với mực nước biển

Độ cao so với mực nước biển ở nơi lắp đặt không vượt quá 2 000 m (6 600 ft).

CHÚ THÍCH: Đối với các thiết bị điện tử cần sử dụng ở độ cao so với mực nước biển trên 1 000 m, cần quan tâm đến sự suy giảm độ bền điện môi và tác dụng làm mát của không khí. Các thiết bị điện tử được thiết kế để làm việc trong các điều kiện như vậy cần được thiết kế hoặc sử dụng theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

6.2 Điều kiện vận hành đặc biệt

Trong trường hợp tồn tại một trong các điều kiện vận hành đặc biệt dưới đây, việc áp dụng các yêu cầu cụ thể phải phù hợp với hoặc phải được thỏa thuận riêng giữa người sử dụng và nhà chế tạo. Người sử dụng phải cung cấp thông tin đến nhà chế tạo nếu có các điều kiện vận hành khác thường như vậy.

Điều kiện vận hành đặc biệt, ví dụ như:

6.2.1 Các giá trị nhiệt độ, độ ẩm tương đối và/hoặc độ cao so với mực nước biển khác so với các giá trị qui định trong 6.1.

6.2.2 Các ứng dụng ở những nơi có nhiệt độ và/hoặc áp suất không khí biến đổi với tốc độ cao đến mức có nhiều khả năng xuất hiện ngưng tụ khác thường bên trong tủ điện.

6.2.3 Không khí nhiễm bẩn nặng do bụi, khói, các phần tử ăn mòn hoặc phóng xạ, hơi nước hoặc muối.

6.2.4 Phơi nhiễm trong trường điện hoặc trường từ mạnh.

6.2.5 Phơi nhiễm trong nhiệt độ cực hạn, ví dụ bức xạ từ mặt trời hoặc lò.

6.2.6 Bị nấm mốc hoặc côn trùng xâm nhập.

6.2.7 Lắp đặt ở vị trí có nguy hiểm cháy hoặc nổ.

6.2.8 Phơi nhiễm trong điều kiện có rung và xóc nặng nề.

6.2.9 Lắp đặt theo cách ảnh hưởng đến khả năng mang dòng điện hoặc khả năng cắt, ví dụ lắp trong trong máy hoặc chìm trong hốc tường.

6.2.10 Có tính đến các biện pháp khắc phục thích hợp chống:

- nhiều dẫn và nhiều bức xạ không phải tương thích điện từ;
- các nhiễu tương thích điện từ trong các môi trường khác với môi trường mô tả trong Phụ lục H.

6.3 Các điều kiện vận chuyển, bảo quản và lắp ráp

6.3.1 Giữa người sử dụng và nhà chế tạo phải có thỏa thuận riêng nếu các điều kiện trong thời gian vận chuyển, bảo quản và lắp ráp, ví dụ như điều kiện nhiệt độ và độ ẩm khác với các điều kiện qui định trong 6.1.

Nếu không có qui định nào khác thì áp dụng dải nhiệt độ dưới đây: trong thời gian vận chuyển và bảo quản: từ -25°C đến $+55^{\circ}\text{C}$ và trong thời gian ngắn, không quá 24 h, đến $+70^{\circ}\text{C}$.

Thiết bị chịu các nhiệt độ cực hạn này nhưng chưa vận hành không được có những hư hại không thể phục hồi và sau đó phải làm việc bình thường trong các điều kiện qui định.

7 Thiết kế và kết cấu

7.1 Thiết kế về cơ

7.1.1 Yêu cầu chung

Tủ điện phải được kết cấu chỉ bằng vật liệu có khả năng chịu ứng suất cơ, điện và nhiệt cũng như các ảnh hưởng của độ ẩm có nhiều khả năng xảy ra trong vận hành bình thường. Các bộ phận của tủ điện làm bằng vật liệu cách điện phải có mức độ qui định về khả năng chịu nhiệt không bình thường và chịu cháy.

Bảo vệ chống ăn mòn phải được đảm bảo bằng cách sử dụng vật liệu thích hợp hoặc bằng lớp phủ bảo vệ tương đương trên bề mặt hở, có tính đến các điều kiện dự kiến trong sử dụng và bảo trì.

Tất cả các vỏ tủ hoặc vách ngăn có chứa phương tiện khóa dùng cho cửa, bộ phận kéo ra được, v.v... phải có đủ độ bền cơ để chịu các ứng suất mà chúng có thể phải chịu trong vận hành bình thường.

Thiết bị và mạch điện trong tủ điện phải được bố trí sao cho dễ dàng vận hành và bảo trì, và đồng thời đảm bảo mức độ an toàn cần thiết.

7.1.2 Khe hở không khí, chiều dài đường rò và khoảng cách ly

7.1.2.1 Khe hở không khí và chiều dài đường rò

Thiết bị tạo thành một phần của tủ điện phải có khoảng cách phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật liên quan, và các khoảng cách này phải được duy trì trong các điều kiện vận hành bình thường.

Khi bố trí thiết bị trong tủ điện, phải phù hợp với chiều dài đường rò và khe hở không khí qui định hoặc điện áp chịu xung danh định (U_{imp}) có tính đến các điều kiện vận hành liên quan.

Đối với dây dẫn và các đầu nối mang điện không bọc cách điện (ví dụ, thanh cái, mối nối giữa các thiết bị, đầu cốt cáp), chiều dài đường rò và khe hở không khí hoặc điện áp chịu xung ít nhất phải phù hợp với các giá trị qui định cho các thiết bị khi chúng được nối trực tiếp.

Ngoài ra, các điều kiện không bình thường như ngắn mạch không được làm giảm vĩnh viễn khe hở không khí hoặc độ bền điện môi giữa các thanh cái và/hoặc các mối nối không phải là cáp xuống thấp hơn các giá trị qui định cho thiết bị mà chúng nối trực tiếp đến. Xem thêm 8.2.2.

Đối với tủ điện thử nghiệm theo 8.2.2.6 của tiêu chuẩn này, các giá trị tối thiểu được nêu trong Bảng 14 và 16 và điện áp thử nghiệm được nêu trong 7.1.2.3.

7.1.2.2 Cách ly của các bộ phận kéo ra được

Trong trường hợp các khối chức năng được lắp trên bộ phận kéo ra được thì tối thiểu cách ly phải phù hợp với yêu cầu của yêu cầu kỹ thuật liên quan đối với dao cách ly còn mới, có tính đến dung sai chế tạo và sự thay đổi kích thước do mài mòn.

7.1.2.3 Đặc tính điện môi

Đối với một mạch điện hoặc nhiều mạch điện của tủ điện, khi nhà chế tạo công bố điện áp chịu xung danh định thì áp dụng các yêu cầu của các điều từ 7.1.2.3.1 đến 7.1.2.3.6 và (các) mạch điện phải thỏa mãn các thử nghiệm và kiểm tra về điện môi qui định trong 8.2.2.6 và 8.2.2.7.

Trong các trường hợp khác, mạch điện của tủ điện phải thỏa mãn các thử nghiệm điện môi qui định trong 8.2.2.2, 8.2.2.3, 8.2.2.4 và 8.2.2.5.

CHÚ THÍCH: Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, trong trường hợp này, không kiểm tra được các yêu cầu về phối hợp cách điện.

Ưu tiên khái niệm về phối hợp cách điện dựa trên thông số điện áp xung.

7.1.2.3.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu dưới đây dựa trên các nguyên tắc của IEC 60664-1 và cung cấp khả năng phối hợp cách điện của thiết bị cùng với các điều kiện bên trong hệ thống lắp đặt.

(Các) mạch điện của tủ điện phải có khả năng chịu điện áp chịu xung danh định (xem 4.1.3) theo cấp quá điện áp nêu trong Phụ lục G hoặc, khi thuộc đối tượng áp dụng, điện áp xoay chiều hoặc một chiều tương ứng nêu trong Bảng 13. Bảng 15 đưa ra điện áp chịu thử đặt lên khoảng cách ly của thiết bị thích hợp để cách ly hoặc của các bộ phận kéo ra được.

CHÚ THÍCH: Mối tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp điện và điện áp chịu xung danh định của (các) mạch điện của tủ điện được nêu trong Phụ lục G.

¹ Xem IEC 60947-3.

Điện áp chịu xung danh định ứng với điện áp làm việc danh định cho trước không được nhỏ hơn giá trị tương ứng trong Phụ lục G ứng với điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp của mạch điện tại điểm sử dụng tủ điện và cấp quá điện áp thích hợp.

7.1.2.3.2 Điện áp chịu xung của mạch chính

- a) Khe hở không khí từ các bộ phận mang điện đến các bộ phận dự kiến nối đất và giữa các cực với nhau phải chịu được điện áp thử nghiệm cho trong Bảng 13 ứng với điện áp chịu xung danh định.
- b) Khe hở không khí giữa các tiếp điểm ở vị trí mở đối với các bộ phận kéo ra được ở đúng vị trí đã cách ly phải chịu được điện áp thử nghiệm nêu trong Bảng 15 ứng với điện áp chịu xung danh định.
- c) Cách điện rắn của tủ điện kết hợp với khe hở không khí a) và/hoặc b) phải chịu được điện áp xung qui định trong a) và/hoặc b), tùy theo từng trường hợp.

7.1.2.3.3 Điện áp chịu xung của mạch phụ

- a) Mạch phụ làm việc trực tiếp từ mạch chính tại điện áp làm việc danh định mà không có bất kỳ phương tiện giảm quá-điện áp nào phải phù hợp với các yêu cầu của điểm a) và c) của 7.1.2.3.2.
- b) Mạch phụ không làm việc trực tiếp từ mạch chính có thể có khả năng chịu quá điện áp khác với mạch chính. Khe hở không khí và cách điện rắn kết hợp của các mạch điện này – xoay chiều hoặc một chiều – phải chịu được điện áp tương ứng theo Phụ lục G.

7.1.2.3.4 Khe hở không khí

Khe hở không khí phải đủ để cho phép mạch điện chịu được điện áp thử nghiệm, theo 7.1.2.3.2 và 7.1.2.3.3.

Khe hở không khí ít nhất phải bằng các giá trị cho trong Bảng 14 đối với trường hợp B – trường đồng nhất.

Không yêu cầu thử nghiệm nếu khe hở không khí, liên quan đến điện áp chịu xung danh định và độ nhiễm bẩn, lớn hơn các giá trị cho trong Bảng 14 đối với trường hợp A – trường không đồng nhất.

Phương pháp đo khe hở không khí được nêu trong Phụ lục F.

7.1.2.3.5 Chiều dài đường rò

a) Định kích thước

Đối với nhiễm bẩn độ 1 và 2, chiều dài đường rò không được nhỏ hơn khe hở không khí kết hợp được chọn theo 7.1.2.3.4. Đối với nhiễm bẩn độ 3 và 4, chiều dài đường rò không được nhỏ hơn khe hở không khí trường hợp A để giảm rủi ro phóng điện đánh thủng do quá điện áp, ngay cả khi khe hở không khí nhỏ hơn các giá trị đối với trường hợp A, như cho phép trong 7.1.2.3.4.

Phương pháp đo chiều dài đường rò được nêu trong Phụ lục F.

Chiều dài đường rò phải tương ứng với độ nhiễm bẩn qui định trong 6.1.2.3 và tương ứng với nhóm vật liệu tương ứng tại điện áp cách điện (hoặc điện áp làm việc) danh định nêu trong Bảng 16.

Các nhóm vật liệu được phân loại như dưới đây, theo dãy giá trị của chỉ số phóng điện tương đối (CTI) (xem 2.9.18):

- Nhóm vật liệu I $600 \leq CTI$
- Nhóm vật liệu II $400 \leq CTI < 600$
- Nhóm vật liệu IIIa $175 \leq CTI < 400$
- Nhóm vật liệu IIIb $100 \leq CTI < 175$

CHÚ THÍCH 1: Giá trị CTI là giá trị đạt được theo IEC 60112, phương pháp A, với vật liệu cách điện được sử dụng.

CHÚ THÍCH 2: Với các vật liệu cách điện vô cơ, ví dụ như thủy tinh hoặc gốm, không có phóng điện bề mặt, chiều dài đường rò không nhất thiết phải lớn hơn khe hở không khí phối hợp của nó. Tuy nhiên, cần xem xét rủi ro phóng điện đánh thủng.

b) Sử dụng các gân

Chiều dài đường rò có thể giảm xuống còn 80 % giá trị cho trong Bảng 16 bằng cách sử dụng các gân có chiều cao tối thiểu là 2 mm, bất kể số lượng gân. Đáy nhỏ nhất của gân được xác định theo các yêu cầu về cơ (xem Điều F.2).

c) Ứng dụng đặc biệt

Mạch điện được thiết kế cho các ứng dụng nhất định trong đó có tính đến hậu quả nghiêm trọng của sự cố cách điện phải có một hoặc nhiều hệ số ảnh hưởng của Bảng 16 (khoảng cách, vật liệu cách điện, nhiễm bẩn trong môi trường hẹp) và được sử dụng theo cách để đạt được điện áp cách điện cao hơn điện áp cách điện danh định cho mạch điện theo Bảng 16.

7.1.2.3.6 Khoảng không gian giữa các mạch điện riêng rẽ

Để định kích thước khe hở không khí, chiều dài đường rò và cách điện rắn giữa các mạch điện riêng rẽ thì phải sử dụng thông số điện áp cao nhất (điện áp chịu xung danh định đối với khe hở không khí và cách điện rắn kết hợp và điện áp cách điện danh định đối với chiều dài đường rò).

7.1.3 Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài

7.1.3.1 Nhà chế tạo phải chỉ rõ các đầu nối thích hợp để nối với dây dẫn đồng hoặc nhôm hoặc cả hai. Các đầu nối phải sao cho dây dẫn bên ngoài có thể được nối bằng một phương tiện (vít, bộ nối, v.v...) đảm bảo duy trì được lực tiếp xúc cần thiết ứng với thông số dòng điện và độ bền ngắn mạch của thiết bị và mạch điện.

7.1.3.2 Trong trường hợp không có thỏa thuận đặc biệt giữa nhà chế tạo và người sử dụng thì đầu nối phải có khả năng tiếp nhận các dây dẫn và cáp bằng đồng có mặt cắt từ nhỏ nhất đến lớn nhất ứng với dòng điện danh định tương ứng (xem Phụ lục A).

Trong trường hợp sử dụng dây dẫn nhôm thì các đầu nối dùng cho kích thước lớn nhất của dây dẫn một sợi hoặc dây bện nêu trong Bảng A.1 thường là đủ về mặt kích thước. Trong các trường hợp mà nếu sử dụng kích thước lớn nhất của dây dẫn nhôm ngăn cản việc sử dụng đầy đủ dòng điện danh định của mạch điện thì phải cung cấp phương tiện nối dây dẫn nhôm có kích thước lớn hơn liền kề nhưng phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

Trong trường hợp dây dẫn bên ngoài dùng cho mạch điện tử có dòng điện và điện áp mức thấp (nhỏ hơn 1 A và nhỏ hơn 50 V xoay chiều hoặc 120 V một chiều) phải được nối vào tủ điện thì không áp dụng Bảng A.1 (xem chú thích 2 của Bảng A.1).

7.1.3.3 Không gian đi dây sẵn có phải cho phép đầu nối tốt các dây dẫn bên ngoài bằng vật liệu được chỉ ra và trong trường hợp cáp nhiều lõi thì phải có đủ không gian để tách riêng các lõi.

Dây dẫn không phải chịu các ứng suất làm suy giảm tuổi thọ bình thường của chúng.

CHÚ THÍCH: Qui chuẩn quốc gia của Mỹ qui định các yêu cầu về không gian tối thiểu để uốn cong sợi dây nhằm đảm bảo đầu nối đúng dây dẫn bên ngoài.

7.1.3.4 Nếu không có thỏa thuận khác giữa nhà chế tạo và người sử dụng, ở mạch điện ba pha và trung tính, đầu nối dùng cho dây trung tính phải cho phép đầu nối dây dẫn bằng đồng có khả năng mang dòng:

- bằng một nửa khả năng mang dòng của dây pha nhưng tối thiểu là 10 mm^2 , nếu kích thước của dây pha vượt quá 10 mm^2 ;
- bằng khả năng mang dòng toàn phần của dây pha, nếu kích thước của dây pha nhỏ hơn hoặc bằng 10 mm^2 .

CHÚ THÍCH 1: Đối với dây dẫn không phải bằng đồng, mặt cắt nói trên có thể được thay thế bằng mặt cắt có độ dẫn điện tương đương, điều này có thể đòi hỏi đầu nối lớn hơn.

CHÚ THÍCH 2: Với các ứng dụng nhất định, trong đó, dòng điện trong dây trung tính có thể đạt đến giá trị cao, ví dụ, hệ thống chiếu sáng huỳnh quang lớn, có thể cần dây trung tính có khả năng mang dòng bằng dây pha nhưng phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

7.1.3.5 Nếu cung cấp phương tiện đầu nối cho dây trung tính, dây bảo vệ và dây PEN đi vào và đi ra thì chúng phải được bố trí ở vùng lân cận các đầu nối dây pha lắp cùng.

7.1.3.6 Các lỗ lối vào cáp, tấm che, v.v... phải được thiết kế sao cho khi cáp được lắp đặt đúng thì phải đạt được biện pháp bảo vệ chống tiếp xúc và cáp bảo vệ qui định. Điều này nghĩa là việc lựa chọn phương tiện đi cáp vào phải thích hợp với ứng dụng mà nhà chế tạo qui định.

7.1.3.7 Nhận dạng đầu nối

Khuyến cáo rằng việc nhận dạng đầu nối phải tuân thủ IEC 60445.

7.1.4 Khả năng chịu nhiệt không bình thường và chịu cháy

Các bộ phận bằng vật liệu cách điện có thể phải chịu ứng suất nhiệt do các hiệu ứng điện, và việc chúng bị hư hại có thể giảm độ an toàn của tủ điện thì không được chịu tác động bất lợi do nhiệt không bình thường và do cháy.

Sự phù hợp của các bộ phận này phải được kiểm tra bằng thử nghiệm theo IEC 60695-2-10 và IEC 60695-2-11.

Các bộ phận bằng vật liệu cách điện cần thiết để giữ các bộ phận mang dòng ở đúng vị trí phải phù hợp với thử nghiệm sợi dây nóng đỏ của 8.2.9 ở nhiệt độ 960 °C.

Các bộ phận bằng vật liệu cách điện không phải là các bộ phận qui định ở trên, kể cả các bộ phận cần thiết để giữ dây bảo vệ, phải phù hợp với các yêu cầu của thử nghiệm sợi dây nóng đỏ của 8.2.9 ở nhiệt độ 650 °C.

Yêu cầu này không áp dụng cho các bộ phận hoặc các linh kiện đã được thử nghiệm từ trước theo tiêu chuẩn này hoặc theo tiêu chuẩn sản phẩm.

Với các bộ phận nhỏ (có kích thước bề mặt không quá 14 mm x 14 mm), có thể chọn thử nghiệm khác (ví dụ, thử nghiệm ngọn lửa hình kim của IEC 60695-2-2). Cũng có thể áp dụng cùng qui trình đó vì các lý do thực tiễn khác, khi mà phần vật liệu kim loại của bộ phận là lớn hơn so với vật liệu cách điện.

7.2 Vỏ tủ và cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài

7.2.1 Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài

7.2.1.1 Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài của bất kỳ tủ điện nào để chống việc tiếp xúc với bộ phận mang điện, chống sự xâm nhập của vật thể rắn và chất lỏng từ bên ngoài được chỉ ra bằng ký hiệu IP... theo TCVN 4255 (IEC 60529).

Đối với tủ điện đặt trong nhà, nơi không yêu cầu phải bảo vệ chống sự xâm nhập của nước, ưu tiên các IP viện dẫn dưới đây:

IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X.

7.2.1.2 Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài của tủ điện kín, hoặc bảo vệ từ phía trước của tủ điện có mặt trước kín, sau khi lắp đặt theo hướng dẫn của nhà chế tạo, phải ít nhất là IP2X.

7.2.1.3 Đối với tủ điện đặt ngoài trời mà không có bảo vệ bổ sung, con số đặc trưng thứ hai ít nhất phải là 3.

CHÚ THÍCH: Đối với hệ thống lắp đặt ngoài trời, bảo vệ bổ sung có thể là mái che hoặc tương tự.

TCVN 7994-1 : 2009

7.2.1.4 Nếu không có qui định khác, cấp bảo vệ do nhà chế tạo đưa ra áp dụng cho tủ điện hoàn chỉnh khi được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà chế tạo (xem thêm 7.1.3.6), ví dụ như làm kín bề mặt lắp đặt bị hở của tủ điện, nếu cần thiết.

Nhà chế tạo cũng phải nêu (các) cấp bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp, chống sự xâm nhập của vật thể rắn và chất lỏng từ bên ngoài trong các điều kiện yêu cầu kỹ thuật viên được uỷ quyền (xem 7.4.6) phải tiếp cận các bộ phận bên trong của tủ điện đang vận hành. Đối với tủ điện có bộ phận tháo ra được và/hoặc kéo ra được, xem 7.6.4.3.

7.2.1.5 Nếu cấp bảo vệ của một bộ phận của tủ điện, ví dụ trên bề mặt làm việc, khác với bộ phận chính, thì nhà chế tạo phải chỉ ra cấp bảo vệ của riêng bộ phận đó. Ví dụ, IP00, bề mặt làm việc IP20.

7.2.1.6 Đối với PTTA, không thể chỉ ra mã IP trừ khi có thể thực hiện kiểm tra thích hợp theo TCVN 4255 (IEC 60529) hoặc khi sử dụng vỏ tủ chế tạo sẵn đã qua thử nghiệm.

7.2.2 Biện pháp để tính đến độ ẩm khí quyển

Trong trường hợp tủ điện lắp đặt ngoài trời và trong trường hợp tủ điện kín dùng cho lắp đặt trong nhà dự kiến để sử dụng ở các vị trí có độ ẩm cao và nhiệt độ thay đổi trong các giới hạn rộng, phải bố trí thích hợp (lỗ thông hơi và/hoặc gia nhiệt bên trong, lỗ thoát nước, v.v...) để ngăn ngừa ngưng tụ có hại bên trong tủ điện. Tuy nhiên, cấp bảo vệ qui định vẫn phải được duy trì (đối với các thiết bị lắp trong, xem 7.6.2.4).

7.3 Độ tăng nhiệt

Các giới hạn độ tăng nhiệt nêu trong Bảng 2 áp dụng cho nhiệt độ trung bình của không khí xung quanh nhỏ hơn hoặc bằng 35 °C và khi kiểm tra theo 8.2.1, tủ điện không được vượt quá các giới hạn này.

CHÚ THÍCH: Độ tăng nhiệt của một phần tử hoặc một bộ phận là chênh lệch giữa nhiệt độ của phần tử hoặc bộ phận đó khi đo theo 8.2.1.5 và nhiệt độ không khí xung quanh bên ngoài tủ điện.

Bảng 2 – Giới hạn độ tăng nhiệt

Bộ phận của tủ điện	Độ tăng nhiệt °C
Linh kiện lắp trong ¹⁾	Theo yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm liên quan cho các linh kiện riêng rẽ hoặc theo hướng dẫn của nhà chế tạo linh kiện ⁶⁾ , có tính đến nhiệt độ trong tủ điện
Đầu nối dùng cho dây dẫn có cách điện bên ngoài	70 ²⁾
Thanh cái và dây dẫn, tiếp xúc kiểu cắm vào của bộ phận tháo ra được hoặc kéo ra được nối với thanh cái	Được giới hạn bởi: - độ bền cơ của vật liệu dẫn ⁷⁾ ; - ảnh hưởng có thể của thiết bị liên kế - giới hạn nhiệt độ cho phép của vật liệu cách điện tiếp xúc với dây dẫn; - ảnh hưởng của nhiệt độ dây dẫn lên thiết bị nối với nó; - đối với các tiếp xúc kiểu cắm vào, loại vật liệu và xử lý bề mặt của vật liệu tiếp điểm
Phương tiện thao tác bằng tay: - bằng kim loại	15 ³⁾
- bằng vật liệu cách điện	25 ³⁾
Vỏ tủ và tấm đậy bên ngoài có khả năng chạm tới: - bề mặt kim loại	30 ⁴⁾
- bề mặt cách điện	40 ⁴⁾
Bố trí riêng rẽ các đầu nối điện kiểu ổ cắm và phích cắm	Được xác định bởi giới hạn đối với các phần tử thuộc thiết bị liên quan ⁵⁾
<p>¹⁾ Thuật ngữ "linh kiện lắp trong" nghĩa là:</p> <ul style="list-style-type: none"> - thiết bị đóng cắt và thiết bị điều khiển thông thường; - cụm lắp ráp nhỏ về điện tử (ví dụ, cầu chỉnh lưu, mạch in); - các bộ phận của thiết bị (ví dụ, bộ điều chỉnh, khối ổn định nguồn, bộ khuếch đại vận hành). <p>²⁾ Giới hạn độ tăng nhiệt bằng 70 °C là giá trị dựa vào thử nghiệm qui ước theo 8.2.1. Tủ điện được sử dụng hoặc thử nghiệm trong các điều kiện lắp đặt có thể có cách đấu nối mà kiểu, tính chất và cách bố trí không giống như các điều kiện được chấp nhận cho thử nghiệm và có thể tạo ra độ tăng nhiệt khác nhau của các đầu nối và có thể được yêu cầu hoặc được chấp nhận. Trong trường hợp đầu nối của linh kiện lắp trong cũng là đầu nối của dây dẫn có cách điện bên ngoài thì phải áp dụng giới hạn độ tăng nhiệt tương ứng thấp hơn.</p> <p>³⁾ Phương tiện thao tác bằng tay bên trong tủ điện chỉ có thể tiếp cận được sau khi đã mở tủ điện, ví dụ, tay cầm để kéo, vận hành không thường xuyên, cho phép giới hạn độ tăng nhiệt tăng thêm 25 °C nữa.</p> <p>⁴⁾ Nếu không có qui định khác, trong trường hợp tấm che và vỏ tủ có thể tiếp cận được nhưng không nhất thiết phải chạm vào trong quá trình làm việc bình thường thì cho phép giới hạn độ tăng nhiệt tăng thêm 10 °C.</p> <p>⁵⁾ Điều này cho phép có được độ linh hoạt liên quan đến thiết bị (ví dụ, cơ cấu điện tử) phải chịu các giới hạn độ tăng nhiệt khác với các giới hạn thường kết hợp với thiết bị đóng cắt và thiết bị điều khiển.</p> <p>⁶⁾ Đối với các thử nghiệm độ tăng nhiệt theo 8.2.1, giới hạn độ tăng nhiệt phải do nhà chế tạo tủ điện qui định.</p> <p>⁷⁾ Giả thiết là tất cả các tiêu chí còn lại được liệt kê đều được đáp ứng, độ tăng nhiệt lớn nhất của thanh cái và dây dẫn đồng để tránh không được vượt quá 105 °C. Giá trị 105 °C liên quan đến nhiệt độ mà cao hơn nhiệt độ đó sẽ có nhiều khả năng là đồng bị ủ mềm.</p>	

7.4 Bảo vệ chống điện giật

Các yêu cầu sau đây nhằm đảm bảo rằng các biện pháp bảo vệ yêu cầu là đạt được khi tủ điện được lắp đặt trong hệ thống phù hợp với yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Đối với các biện pháp bảo vệ được chấp nhận nói chung, xem TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41).

Các biện pháp bảo vệ có tầm quan trọng đặc biệt đối với tủ điện được nêu chi tiết như dưới đây, có tính đến sự cần thiết cụ thể của các tủ điện.

7.4.1 Bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp và gián tiếp

7.4.1.1 Bảo vệ bằng điện áp cực thấp an toàn

(Xem điều 411.1 của TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41).)

7.4.2 Bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp (xem 2.6.8)

Bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp có thể đạt được nhờ các biện pháp kết cấu thích hợp của bản thân tủ điện hoặc bằng các biện pháp bổ sung trong quá trình lắp đặt; việc này có thể đòi hỏi có thông tin từ nhà chế tạo.

Ví dụ về việc cần thực hiện biện pháp bổ sung là lắp đặt tủ điện kiểu hở nhưng không có trang bị gì thêm tại vị trí chỉ người được uỷ quyền mới được phép tiếp cận.

Có thể chọn một hoặc nhiều biện pháp bảo vệ dưới đây, có tính đến các yêu cầu nêu trong các điều nhỏ tiếp theo. Việc chọn biện pháp bảo vệ phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

CHÚ THÍCH: Thông tin nêu trong catalô của nhà chế tạo có thể thay cho thỏa thuận này.

7.4.2.1 Bảo vệ bằng cách điện của các bộ phận mang điện

Bộ phận mang điện phải được bọc cách điện hoàn toàn và chỉ có thể tháo ra bằng cách phá hủy.

Cách điện này phải được làm bằng vật liệu thích hợp có khả năng chịu được lâu dài các ứng suất cơ, điện và nhiệt mà cách điện có thể phải chịu trong vận hành.

CHÚ THÍCH: Ví dụ như các linh kiện điện được bọc trong cách điện, cáp.

Sơn, vecni, men và các sản phẩm tương tự, bản thân chúng không được xem là có đủ cách điện để bảo vệ chống điện giật trong vận hành bình thường.

7.4.2.2 Bảo vệ bằng tấm chắn hoặc vỏ tủ

Các yêu cầu dưới đây phải được tuân thủ.

7.4.2.2.1 Tất cả các bề mặt bên ngoài phải phù hợp với cấp bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp ít nhất là IP2X hoặc IPXXB. Khoảng cách giữa các phương tiện cơ khí dùng để bảo vệ và các bộ phận mang điện mà chúng bảo vệ không được nhỏ hơn các giá trị qui định đối với khe hở không khí và chiều dài đường rò trong 7.1.2, trừ khi phương tiện cơ khí là vật liệu cách điện.

7.4.2.2.2 Tất cả các tấm chắn và vỏ tủ phải được gắn chắc chắn đúng vị trí. Xét về vật liệu, kích thước và bố trí, chúng phải có đủ độ ổn định và độ bền để chịu được sức căng và ứng suất có nhiều khả năng xảy ra trong vận hành bình thường mà không giảm khe hở không khí theo 7.4.2.2.1.

7.4.2.2.3 Trong trường hợp cần thực hiện dự phòng khi tháo tấm chắn, mở vỏ tủ, hoặc kéo các bộ phận của vỏ tủ (cửa, hộp, nắp, tấm che và tương tự), phải theo một trong các yêu cầu sau:

a) Tháo, mở hoặc kéo phải sử dụng chìa khóa hoặc dụng cụ.

b) Tất cả các bộ phận mang điện có thể bị chạm vào một cách không chủ ý sau khi đã mở cửa phải được cách ly trước khi cửa có thể mở. Trong hệ thống TN-C, dây PEN không được bị cách ly hoặc bị đóng cắt. Trong hệ thống TN-S, dây trung tính không nhất thiết phải được cách ly hoặc đóng cắt (xem IEC 60364-4-46).

Ví dụ: Bằng cách khoá liên động (các) cửa dùng bộ ngắt điện để chỉ có thể mở cửa khi bộ ngắt điện mở và không thể đóng bộ ngắt khi cửa đang mở, trừ khi bỏ qua khóa liên động hoặc sử dụng dụng cụ.

Nếu vì lý do vận hành, tủ điện có lắp thiết bị cho phép người được uỷ quyền tiếp cận đến bộ phận mang điện khi thiết bị đang có điện thì khóa liên động phải tự động phục hồi khi cửa đóng lại.

c) Tủ điện phải có vật cản hoặc cửa chớp bên trong che tất cả các bộ phận mang điện sao cho không thể chạm vào bộ phận mang điện một cách không chủ ý khi cửa mở. Vật cản hoặc cửa chớp này phải phù hợp với các yêu cầu của 7.4.2.2.1 (đối với các ngoại lệ, xem điểm d)) và 7.4.2.2.2. Vật cản hoặc cửa chớp phải được cố định đúng vị trí hoặc phải trượt về đúng vị trí khi cửa mở. Không thể tháo vật cản hoặc cửa chớp ra mà không sử dụng chìa khóa hoặc dụng cụ.

Có thể cần thiết phải cung cấp nhãn cảnh báo.

d) Trong trường hợp có các bộ phận bất kỳ nằm phía sau tấm chắn hoặc bên trong vỏ tủ nhưng thỉnh thoảng phải thao tác (ví dụ thay bóng đèn hoặc dây chầy) thì chỉ có thể tháo, mở hoặc kéo mà không dùng chìa khóa hoặc dụng cụ và không cắt điện khi các điều kiện dưới đây được đáp ứng (xem 7.4.6):

- có vật cản sau tấm chắn hoặc bên trong vỏ tủ để ngăn ngừa tiếp xúc không chủ ý với các bộ phận mang điện không được bảo vệ bằng các biện pháp bảo vệ khác. Tuy nhiên, vật cản này không nhất thiết ngăn cản con người tiếp xúc một cách có chủ ý bằng cách lách qua vật cản này bằng tay. Không thể tháo vật cản ra mà không sử dụng chìa khóa hoặc dụng cụ;

- bộ phận mang điện mà điện áp của chúng thỏa mãn các điều kiện về điện áp cực thấp an toàn thì không phải che chắn.

TCVN 7994-1 : 2009

7.4.2.3 Bảo vệ bằng vật cản

Biện pháp này áp dụng cho tủ điện kiểu hở, xem điều 412.3 của TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41).

7.4.3 Bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp (xem 2.6.9)

Người sử dụng phải chỉ ra biện pháp bảo vệ áp dụng trong hệ thống lắp đặt mà tủ điện được thiết kế. Đặc biệt, cần chú ý đến TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41), trong đó có qui định các yêu cầu về bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp cho hệ thống lắp đặt hoàn chỉnh, ví dụ như sử dụng các dây dẫn bảo vệ.

7.4.3.1 Bảo vệ bằng cách sử dụng mạch bảo vệ

Mạch bảo vệ trong tủ điện gồm có dây bảo vệ riêng rẽ hoặc các bộ phận có kết cấu dẫn, hoặc cả hai. Mạch bảo vệ nhằm:

- bảo vệ chống các hậu quả của sự cố bên trong tủ điện;
- bảo vệ chống các hậu quả của sự cố mạch điện bên ngoài được cấp điện qua tủ điện.

Các yêu cầu cần tuân thủ được nêu như dưới đây.

7.4.3.1.1 Phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa về kết cấu để đảm bảo tính liên tục về điện giữa các bộ phận dẫn để hở của tủ điện (xem 7.4.3.1.5) và giữa các bộ phận này với mạch bảo vệ của hệ thống lắp đặt (xem 7.4.3.1.6).

Đối với PTTA, trừ khi sử dụng cách bố trí thử nghiệm điển hình, hoặc việc kiểm tra xác nhận về độ bền ngắn mạch là không cần thiết theo các điều từ 8.2.3.1.1 đến 8.2.3.1.3 thì phải sử dụng dây dẫn bảo vệ riêng cho mạch bảo vệ và phải được sắp xếp so với các thanh cái sao cho ảnh hưởng của lực điện từ là không đáng kể.

7.4.3.1.2 Một số bộ phận dẫn để hở không gây nguy hiểm trong tủ điện:

- hoặc vì không thể chạm tới chúng trên bề mặt rộng hoặc không nắm tay vào,
- hoặc vì chúng có kích thước nhỏ (xấp xỉ 50 mm x 50 mm) hoặc được bố trí sao cho không thể tiếp xúc với các bộ phận mang điện,

thì không cần nối vào mạch bảo vệ. Điều này áp dụng cho vít, đinh tán và tấm nhãn. Điều này cũng áp dụng cho nam châm điện của công tắc hoặc rơle, lõi từ của máy biến áp (trừ khi chúng có đầu nối dùng để đấu nối với dây bảo vệ), một số bộ phận nhỏ, v.v..., bất kể kích thước của chúng.

7.4.3.1.3 Phương tiện thao tác bằng tay (tay cầm, vỏ lăng, v.v...) phải:

- hoặc được nối điện, theo cách nối chắc chắn và vĩnh viễn, với các bộ phận được nối với mạch bảo vệ,

– hoặc được cung cấp cách điện bổ sung để cách ly chúng với các bộ phận dẫn khác của tủ điện. Cách điện này phải có giá trị danh định ít nhất bằng điện áp cách điện danh định lớn nhất của thiết bị kết hợp.

Các bộ phận của phương tiện thao tác bằng tay mà con người thường nắm vào trong quá trình làm việc ưu tiên làm bằng hoặc bọc vật liệu cách điện chịu được điện áp cách điện danh định lớn nhất của thiết bị.

7.4.3.1.4 Bộ phận bằng kim loại được phủ vec ni hoặc men thường không được xem là có đủ cách điện để phù hợp với các yêu cầu này.

7.4.3.1.5 Tính liên tục của mạch bảo vệ phải được đảm bảo nhờ liên kết hiệu quả hoặc liên kết trực tiếp hoặc bằng dây bảo vệ.

a) Khi một bộ phận của tủ điện được tháo ra khỏi vỏ tủ, ví dụ để bảo dưỡng định kỳ, mạch bảo vệ đối với phần còn lại của tủ điện không được bị ngắt.

Phương tiện được sử dụng để nối các bộ phận kim loại khác nhau của tủ điện được coi là đủ để đảm bảo tính liên tục của mạch bảo vệ nếu có các biện pháp phòng ngừa đảm bảo lâu dài độ dẫn điện tốt và có khả năng mang dòng đủ để chịu được dòng điện sự cố chạm đất có thể chạy trong tủ điện.

CHÚ THÍCH: Không nên sử dụng ống kim loại mềm làm dây bảo vệ.

b) Khi các bộ phận tháo ra được hoặc kéo ra được có bề mặt đỡ bằng kim loại thì các bề mặt này được xem là đủ để đảm bảo tính liên tục của mạch bảo vệ, với điều kiện là áp lực đặt vào chúng là đủ lớn. Có thể cần có các biện pháp phòng ngừa để đảm bảo tính dẫn tốt, lâu dài. Tính liên tục của mạch bảo vệ của bộ phận kéo ra được phải duy trì có hiệu quả từ vị trí được đấu nối đến vị trí đã cách ly.

c) Đối với nắp, cửa, tấm che và tương tự, các mối nối có ren kim loại thông thường và bản lề kim loại được xem là đủ để đảm bảo tính liên tục với điều kiện là không gắn thêm thiết bị điện vào chúng.

Nếu các thiết bị có điện áp vượt quá các giới hạn của điện áp cực thấp được gắn vào nắp, cửa, tấm che, v.v..., thì phải có các biện pháp để đảm bảo tính liên tục của mạch bảo vệ. Các bộ phận này cần được lắp với dây bảo vệ (PE) có mặt cắt theo Bảng 3A tùy thuộc vào dòng điện làm việc danh định lớn nhất I_n của thiết bị. Mạch nối điện tương đương được thiết kế riêng cho mục đích này (tiếp điểm trượt, bản lề có bảo vệ khỏi ăn mòn) được xem là thỏa mãn.

d) Tất cả các bộ phận của mạch bảo vệ trong tủ điện phải được thiết kế sao cho chúng có khả năng chịu được các ứng suất về nhiệt và ứng suất điện động cao nhất có thể xảy ra tại nơi lắp đặt tủ điện.

e) Khi vỏ tủ điện được sử dụng làm một phần của mạch bảo vệ thì diện tích mặt cắt của thành tủ phải ít nhất là tương đương về điện với diện tích mặt cắt nhỏ nhất qui định trong 7.4.3.1.7.

f) Trong trường hợp tính liên tục có thể bị gián đoạn do bộ nối hoặc cơ cấu dạng phích cắm-ổ cắm, thì mạch bảo vệ phải gián đoạn chỉ sau khi dây mang điện được ngắt ra và tính liên tục được thiết lập trước khi dây mang điện được nối lại.

g) Về nguyên tắc, ngoại trừ các trường hợp đề cập ở điểm f), mạch bảo vệ trong tủ điện không được có thiết bị ngắt (thiết bị đóng cắt, dao cách ly, v.v...). Phương tiện duy nhất được phép có trong mạch của dây bảo vệ là vật nối có thể tháo ra bằng dụng cụ và chỉ người được uỷ quyền mới tiếp cận được (các vật nối này có thể cần đến để thực hiện một số thử nghiệm nhất định).

7.4.3.1.6 Đầu nối dùng cho dây bảo vệ bên ngoài và vỏ bọc kim loại, nếu có yêu cầu, phải được để hở và, nếu không có qui định khác, phải thích hợp để đầu nối với dây dẫn bằng đồng. Phải có đầu nối riêng với kích thước thích hợp để tiếp nhận (các) dây bảo vệ đi ra của từng mạch điện. Trong trường hợp vỏ tủ và dây dẫn bằng nhôm hoặc hợp kim nhôm, phải có xem xét đặc biệt đến sự nguy hiểm của ăn mòn điện hóa. Trong trường hợp tủ điện có kết cấu dẫn để hở (mạch bảo vệ) của tủ điện và vỏ kim loại của cáp nối (ống thép, vỏ chì, v.v...). Phương tiện nối để đảm bảo tính liên tục của bộ phận dẫn để hở có dây bảo vệ bên ngoài không được có chức năng nào khác.

CHÚ THÍCH: Các phòng ngừa đặc biệt có thể cần thiết cho các bộ phận kim loại của tủ điện, đặc biệt là các tấm bít, trong đó, lớp phủ chống ăn mòn, ví dụ như lớp phủ dạng bột, được sử dụng.

7.4.3.1.7 Diện tích mặt cắt của dây bảo vệ (PE, PEN) trong tủ điện mà dây dẫn bên ngoài được thiết kế để nối với dây bảo vệ này phải được xác định theo một trong các cách dưới đây.

a) Diện tích mặt cắt của dây bảo vệ (PE, PEN) không được nhỏ hơn giá trị tương ứng cho trong Bảng 3. Nếu việc áp dụng bảng này tạo ra các kích thước không tiêu chuẩn thì dây bảo vệ (PE, PEN) có diện tích mặt cắt tiêu chuẩn lớn hơn gần nhất được sử dụng.

Bảng 3 – Diện tích mặt cắt của dây bảo vệ (PE, PEN)

Diện tích mặt cắt của dây pha S mm^2	Diện tích mặt cắt nhỏ nhất của dây bảo vệ tương ứng (PE, PEN) S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	S/2
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	S/4

Các giá trị trong Bảng 3 chỉ có hiệu lực khi dây bảo vệ (PE, PEN) làm bằng cùng kim loại với dây pha. Nếu không, diện tích mặt cắt của dây bảo vệ (PE, PEN) được xác định theo cách tạo ra độ dẫn tương đương với độ dẫn tạo ra từ việc áp dụng Bảng 3.

Đối với dây PEN, phải áp dụng thêm các yêu cầu dưới đây:

- diện tích mặt cắt nhỏ nhất phải là $10 mm^2$ Cu hoặc $16 mm^2$ Al;

- dây PEN không nhất thiết phải được cách điện trong tủ điện;
- bộ phận kết cấu không được sử dụng làm dây PEN. Tuy nhiên, các thanh lắp đặt làm bằng đồng hoặc nhôm có thể được sử dụng làm dây PEN;
- Bảng 3 giả thiết rằng dòng điện dây trung tính không vượt quá 30 % của dòng điện pha;
- với các ứng dụng nhất định, trong đó dòng điện trong dây PEN có thể đạt đến giá trị cao, ví dụ như, hệ thống chiếu sáng huỳnh quang lớn, có thể cần dây PEN có khả năng mang dòng tương đương hoặc cao hơn dây pha, có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

b) Diện tích mặt cắt của dây bảo vệ (PE, PEN) phải được tính nhờ công thức chỉ ra trong Phụ lục B hoặc đạt được bằng một số phương pháp khác, ví dụ, bằng thử nghiệm.

Để xác định mặt cắt của dây bảo vệ (PE, PEN), các điều kiện sau đây phải được thỏa mãn đồng thời:

- 1) khi tiến hành thử nghiệm theo 8.2.4.2, giá trị trở kháng mạch vòng sự cố phải thỏa mãn các điều kiện yêu cầu để thiết bị bảo vệ tác động;
- 2) phải chọn điều kiện tác động của thiết bị bảo vệ về điện sao cho loại bỏ khả năng dòng điện sự cố chạy trong dây bảo vệ (PE, PEN) gây ra độ tăng nhiệt có xu hướng làm hư hại dây dẫn này hoặc ảnh hưởng xấu đến tính liên tục về điện của nó.

7.4.3.1.8 Trong trường hợp tủ điện có chứa bộ phận kết cấu, khung, vỏ, v.v..., làm bằng vật liệu dẫn, dây bảo vệ, nếu có, không cần phải cách điện với các bộ phận này (về ngoại lệ, xem 7.4.3.1.9).

7.4.3.1.9 Các dây dẫn dùng cho một số thiết bị bảo vệ nhất định, kể cả dây dẫn nối chúng với điện cực đất riêng rẽ phải được cách điện cẩn thận. Ví dụ, điều này áp dụng cho thiết bị phát hiện sự cố dựa vào điện áp làm việc và có thể cũng được áp dụng cho mối nối đất của trung tính máy biến áp.

CHÚ THÍCH: Cần chú ý có các phòng ngừa đặc biệt khi áp dụng các yêu cầu liên quan đến các thiết bị này.

7.4.3.1.10 Các bộ phận dẫn để hở của thiết bị không thể nối với mạch bảo vệ bằng phương tiện cố định của thiết bị thì phải được nối với mạch bảo vệ của tủ điện để có liên kết bảo vệ bằng dây dẫn có diện tích mặt cắt được chọn theo Bảng 3A.

Bảng 3A – Diện tích mặt cắt của dây liên kết bằng đồng

Dòng điện làm việc danh định, I_n A	Diện tích mặt cắt nhỏ nhất của dây liên kết mm^2
$I_n \leq 20$	S^*
$20 < I_n \leq 25$	2,5
$25 < I_n \leq 32$	4
$32 < I_n \leq 63$	6
$63 < I_n$	10

* S = diện tích mặt cắt của dây pha (mm^2).

7.4.3.2 Bảo vệ bằng biện pháp không sử dụng mạch bảo vệ

Tủ điện có thể có bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp bằng các biện pháp dưới đây, không yêu cầu mạch bảo vệ:


- cách ly về điện các mạch điện;
- cách điện hoàn toàn.

7.4.3.2.1 Cách ly về điện các mạch điện

(Xem điều 413.5 của TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41)).

7.4.3.2.2 Bảo vệ bằng cách điện hoàn toàn*

Để bảo vệ, bằng cách điện hoàn toàn, chống tiếp xúc gián tiếp, các yêu cầu dưới đây phải được đáp ứng.

a) Thiết bị phải được bọc kín hoàn toàn trong vật liệu cách điện. Vỏ tủ phải có ký hiệu  , ký hiệu này phải dễ dàng nhìn thấy từ phía ngoài.

b) Vỏ tủ phải được làm bằng vật liệu cách điện có khả năng chịu được các ứng suất cơ, điện và nhiệt mà nó có thể phải chịu trong các điều kiện vận hành bình thường hoặc đặc biệt (xem 6.1 và 6.2) và phải có khả năng chống lão hóa và chống cháy.

c) Vỏ tủ không được có điểm bị các bộ phận dẫn xuyên qua làm cho điện áp sự cố có thể bị đưa ra bên ngoài vỏ tủ.

Điều này có nghĩa là các bộ phận kim loại, như tay thao tác vì lý do về kết cấu phải xuyên qua vỏ tủ, phải được cách điện ở phía trong hoặc phía ngoài của vỏ tủ với các bộ phận mang điện trong phạm vi điện áp cách điện danh định lớn nhất và, tùy theo trường hợp áp dụng, điện áp chịu xung danh định lớn nhất của tất cả các mạch điện trong tủ điện.

Nếu tay thao tác làm bằng kim loại (có hoặc không bọc vật liệu cách điện) thì phải có cách điện danh định ứng với điện áp cách điện danh định lớn nhất và, nếu thuộc đối tượng áp dụng, điện áp chịu xung danh định lớn nhất của tất cả các mạch điện trong tủ điện.

Nếu tay thao tác làm chủ yếu bằng vật liệu cách điện, bất kỳ phần kim loại nào của nó có khả năng chạm tới khi hỏng cách điện phải được cách điện với các bộ phận mang điện với điện áp cách điện danh định lớn nhất và, nếu thuộc đối tượng áp dụng, điện áp chịu xung danh định lớn nhất của tất cả các mạch điện trong tủ điện.

d) Vỏ tủ, khi tủ điện chuẩn bị đưa vào vận hành và nối với nguồn, phải bao kín tất cả các bộ phận mang điện, bộ phận dẫn để hở và các bộ phận thuộc mạch bảo vệ sao cho không thể chạm tới chúng. Vỏ tủ phải có cấp bảo vệ ít nhất là IP2XC[†].

* Theo 413.2.1.1 của TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41), tương đương với thiết bị cấp II.

† Xem TCVN 4255 (IEC 60529).

Nếu một dây bảo vệ, kéo đến thiết bị điện nối ra phía tải của tủ điện phải đi qua tủ điện có các bộ phận dẫn để hở đã được cách điện, phải có đầu nối cần thiết để nối với dây bảo vệ bên ngoài và nhận dạng bằng ghi nhãn thích hợp.

Bên trong vỏ tủ, dây bảo vệ và đầu nối của nó phải được cách điện với các bộ phận mang điện và bộ phận dẫn để hở theo cách tương tự như các bộ phận mang điện được cách điện.

e) Bộ phận dẫn để hở bên trong tủ điện không được nối với mạch bảo vệ, tức là chúng không có trong biện pháp bảo vệ liên quan đến việc sử dụng mạch bảo vệ. Điều này cũng áp dụng cho các thiết bị lắp trong, ngay cả nếu chúng có đầu nối dùng cho dây bảo vệ.

f) Nếu cửa hoặc tấm che của vỏ tủ có thể mở mà không sử dụng chìa khóa hoặc dụng cụ thì phải có vật cản làm bằng vật liệu cách điện tạo ra bảo vệ chống tiếp xúc không chủ ý không chỉ với bộ phận mang điện tiếp cận được mà còn với bộ phận dẫn để hở mà chỉ có thể tiếp cận khi đã mở tấm che; tuy nhiên, không thể lấy vật cản này ra mà không sử dụng dụng cụ.

7.4.4 Phóng điện tích

Nếu tủ điện có các hạng mục thiết bị có thể còn tích điện nguy hiểm sau khi đã cắt điện (tụ điện, v.v...) thì phải có tấm cảnh báo.

Tụ điện cỡ nhỏ như các tụ điện sử dụng để dập hồ quang, để tạo trễ đáp tuyến của role, v.v..., không được coi là có nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Tiếp xúc không chủ ý không được xem là nguy hiểm nếu điện áp gây ra từ điện tích tĩnh nhỏ hơn 120 V một chiều trong ít hơn 5 s sau khi ngắt khỏi nguồn cấp điện.

7.4.5 Lối dành cho thao tác và bảo trì bên trong tủ điện (xem 2.7.1 và 2.7.2)

Lối bên trong tủ điện để thao tác và bảo trì phải phù hợp với các yêu cầu của IEC 60364-4-481.

CHÚ THÍCH: Các hốc bên trong tủ điện có chiều sâu hạn chế khoảng 1 m không được xem là lối bên trong tủ điện.

7.4.6 Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận khi bảo dưỡng của người được uỷ quyền

Đối với khả năng tiếp cận khi bảo dưỡng của người được uỷ quyền, khi được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, một hoặc một số các yêu cầu dưới đây phải được thỏa mãn. Các yêu cầu này phải được bổ sung cho các biện pháp bảo vệ qui định trong 7.4.

CHÚ THÍCH: Điều này có nghĩa là các yêu cầu đã thỏa thuận là có hiệu lực khi người được uỷ quyền có thể tiếp cận tủ điện, ví dụ, bằng cách sử dụng dụng cụ hoặc bỏ qua khóa liên động (xem 7.4.2.2.3) khi tủ điện hoặc phần của tủ điện đang có điện áp.

7.4.6.1 Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để kiểm tra và các hoạt động tương tự

Tủ điện phải được thiết kế và bố trí sao cho với các thao tác nhất định, theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, có thể được thực hiện khi tủ điện đang trong vận hành và có điện áp.

Các thao tác đó có thể là:

- xem xét bằng mắt đối với:
 - thiết bị đóng cắt và thiết bị khác,
 - đặt chế độ và chỉ thị của role và cơ cấu nhà,
 - mối nối dây dẫn và ghi nhãn,
- điều chỉnh và đặt lại role, cơ cấu nhà và cơ cấu điện tử,
- thay dây cháy,
- thay bóng đèn báo,
- các thao tác định vị sự cố nhất định, ví dụ, đo điện áp và dòng điện bằng thiết bị được thiết kế và cách điện thích hợp.

7.4.6.2 Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để bảo trì

Để cho phép bảo trì, dựa trên thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, khối chức năng hoặc nhóm chức năng đã được cách ly của tủ điện, trong khi các khối chức năng hoặc nhóm chức năng bên cạnh vẫn có điện thì phải thực hiện các biện pháp cần thiết. Việc lựa chọn, theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, phụ thuộc vào các yếu tố như điều kiện vận hành, tần suất bảo trì, năng lực của người được uỷ quyền, qui tắc lắp đặt tại chỗ, v.v... Các biện pháp này gồm có việc chọn dạng phân cách thích hợp (xem 7.7) và cũng có thể là:

- có đủ không gian giữa khối chức năng hoặc nhóm chức năng cần bảo trì và các khối chức năng hoặc nhóm chức năng bên cạnh. Các bộ phận có nhiều khả năng phải tháo ra để bảo trì nên có phương tiện chốt giữ chặt;
- sử dụng tấm chắn được thiết kế và bố trí để bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp với thiết bị trong các khối chức năng và nhóm chức năng bên cạnh;
- sử dụng các ngăn cho từng khối hoặc nhóm chức năng;
- đưa vào các phương tiện bảo vệ bổ sung do nhà chế tạo cung cấp hoặc qui định.

7.4.6.3 Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận đối với phần mở rộng trong khi có điện áp

Khi có yêu cầu mở rộng tủ điện đối với các khối hoặc nhóm chức năng sẽ bổ sung về sau, trong khi các phần còn lại của tủ điện vẫn mang điện áp, nhà chế tạo và người sử dụng cần có thỏa thuận theo các yêu cầu của 7.4.6.2. Các yêu cầu này cũng áp dụng để chèn thêm và đấu nối thêm cáp lấy điện ra trong khi cáp hiện có vẫn mang điện áp.

Không được nối dài thanh cái và đấu nối các khối bổ sung đến nguồn cấp điện vào khi đang có điện, trừ khi thiết kế của tủ điện cho phép các đấu nối này.

7.5 Bảo vệ ngắn mạch và độ bền chịu ngắn mạch

CHÚ THÍCH: Hiện tại, điều này chỉ áp dụng chủ yếu cho thiết bị xoay chiều. Các yêu cầu liên quan đến thiết bị một chiều đang được xem xét.

7.5.1 Yêu cầu chung

Tủ điện phải được kết cấu để có khả năng chịu được các ứng suất nhiệt và ứng suất điện động gây ra do dòng điện ngắn mạch đạt đến giá trị danh định.

CHÚ THÍCH: Các ứng suất ngắn mạch có thể giảm bằng cách sử dụng cơ cấu hạn chế dòng điện (điện cảm, cầu chảy hạn chế dòng điện hoặc các thiết bị đóng cắt hạn chế dòng điện khác).

Tủ điện phải được bảo vệ khỏi dòng điện ngắn mạch bằng các phương tiện, ví dụ, aptômat, cầu chảy hoặc kết hợp cả hai, được lắp trong tủ điện hoặc bố trí bên ngoài tủ.

CHÚ THÍCH: Đối với tủ điện dự kiến sử dụng trong hệ thống IT¹, thiết bị bảo vệ ngắn mạch cần có khả năng cắt thích hợp trên mỗi cực tại điện áp pha-pha để loại bỏ sự cố chạm đất kép.

Khi đặt hàng một tủ điện, người sử dụng phải xác định các điều kiện ngắn mạch tại địa điểm lắp đặt.

CHÚ THÍCH: Điều này gợi ý là cần có cấp bảo vệ cao nhất có thể cho con người trong trường hợp sự cố phát sinh hồ quang bên trong tủ điện, cho dù mục tiêu chính là tránh các hồ quang này từ thiết kế thích hợp hoặc hạn chế thời gian duy trì hồ quang.

Đối với PTTA, nên sử dụng kiểu bố trí đã được thử nghiệm điển hình, ví dụ thanh cái, trừ khi áp dụng các ngoại lệ cho trong 8.2.3.1.1 đến 8.2.3.1.3. Trong các trường hợp ngoại lệ, khi không thể sử dụng kiểu bố trí đã được thử nghiệm điển hình, độ bền chịu ngắn mạch của các bộ phận này (xem 8.2.3.2.6) phải được kiểm tra bằng ngoại suy từ các bố trí đã được thử nghiệm điển hình tương tự (xem IEC 60865 và IEC 61117).

¹ Xem IEC 60364-3.

7.5.2 Thông tin liên quan đến độ bền chịu ngắn mạch

7.5.2.1 Đối với tủ điện chỉ có một khối đường điện vào, nhà chế tạo phải qui định độ bền chịu ngắn mạch như dưới đây.

7.5.2.1.1 Đối với tủ điện có thiết bị bảo vệ ngắn mạch (SCPD) lắp trong khối đường điện vào, nhà chế tạo phải chỉ ra giá trị cho phép lớn nhất của dòng điện ngắn mạch kỳ vọng tại đầu nối của khối đường điện vào. Giá trị này không được vượt quá (các) thông số thích hợp (xem 4.3, 4.4, 4.5 và 4.6). Hệ số công suất tương ứng và giá trị đỉnh phải là các giá trị cho trong 7.5.3.

Nếu thiết bị bảo vệ ngắn mạch là cầu chảy hoặc aptômát hạn chế dòng điện thì nhà chế tạo phải nêu đặc tính của SCPD (thông số dòng điện, khả năng cắt, dòng điện ngưỡng cắt, I^2t , v.v...).

Nếu aptômát sử dụng cơ cấu nhả có thời gian trễ thì nhà chế tạo phải chỉ ra thời gian trễ lớn nhất và dòng điện đặt tương ứng với dòng điện ngắn mạch kỳ vọng.

7.5.2.1.2 Đối với tủ điện không lắp thiết bị bảo vệ ngắn mạch trong khối đường điện vào thì nhà chế tạo phải chỉ ra độ bền chịu ngắn mạch theo một hoặc một số cách dưới đây:

a) dòng điện chịu ngắn mạch danh định kèm theo thời gian tương ứng nếu khác 1 s (xem 4.3) và dòng điện chịu thử đỉnh danh định (xem 4.4);

CHÚ THÍCH: Trong thời gian lớn nhất là 3 s, mối liên quan giữa dòng điện chịu ngắn mạch danh định và thời gian tương ứng được cho bởi công thức $I^2t = \text{hằng số}$, với điều kiện là giá trị đỉnh không vượt quá dòng điện chịu thử đỉnh danh định.

b) dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện (xem 4.5);

Đối với điểm b), nhà chế tạo phải chỉ ra các đặc tính (thông số dòng điện, khả năng cắt, dòng điện ngưỡng cắt, I^2t , v.v...) của thiết bị bảo vệ ngắn mạch cần thiết để bảo vệ tủ điện.

CHÚ THÍCH: Khi cần thay thế dây chảy, giả thiết là sử dụng dây chảy có cùng đặc tính.

7.5.2.2 Đối với tủ điện có một số khối đường điện vào nhưng ít có khả năng tác động đồng thời thì độ bền chịu ngắn mạch có thể được chỉ ra cho từng khối đường điện vào theo 7.5.2.1.

7.5.2.3 Đối với tủ điện có một số khối đường điện vào có nhiều khả năng tác động đồng thời và đối với tủ điện có một khối đường điện vào và một hoặc nhiều khối đường điện ra dùng cho máy điện quay công suất lớn có khả năng làm tăng dòng điện ngắn mạch, phải có thỏa thuận riêng để xác định các giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng trong từng khối đường điện vào, trong từng khối đường điện ra và trong các thanh cái.

7.5.3 Mối liên quan giữa dòng điện đỉnh và dòng điện ngắn mạch

Để tính toán ứng suất điện động, giá trị dòng điện đỉnh phải được xác định bằng cách nhân dòng điện ngắn mạch với hệ số n . Các giá trị tiêu chuẩn đối với hệ số n và hệ số công suất tương ứng được cho trong Bảng 4.

Bảng 4 – Giá trị tiêu chuẩn của hệ số n

Giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch kA	$\cos \varphi$	n
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

CHÚ THÍCH: Giá trị của bảng này đại diện cho phần lớn các ứng dụng. Ở vị trí đặc biệt, ví dụ, trong vùng lân cận máy biến áp hoặc máy phát, có thể thấy các giá trị hệ số công suất thấp hơn, nhờ đó, dòng điện đỉnh kỳ vọng lớn nhất có thể lấy làm giá trị giới hạn thay cho giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch.

7.5.4 Phối hợp các thiết bị bảo vệ ngắn mạch

7.5.4.1 Việc phối hợp các thiết bị bảo vệ ngắn mạch phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng. Thông tin nêu trong catalô của nhà chế tạo có thể thay cho thỏa thuận này.

7.5.4.2 Nếu điều kiện làm việc yêu cầu tính liên tục cung cấp điện lớn nhất thì các chế độ đặt hoặc lựa chọn thiết bị bảo vệ ngắn mạch bên trong tủ điện, khi có thể, cần có độ chọn lọc sao cho chỉ loại bỏ ngắn mạch xảy ra trong nhánh đường điện ra bất kỳ nhờ thiết bị đóng cắt lắp trong nhánh có sự cố mà không ảnh hưởng đến các nhánh đường điện ra khác, do đó đảm bảo tính chọn lọc của hệ thống bảo vệ.

7.5.5 Mạch điện bên trong tủ điện

7.5.5.1 Mạch chính

7.5.5.1.1 Các thanh cái (để trần hoặc cách điện) phải được bố trí theo cách sao cho không xảy ra ngắn mạch bên trong khi tủ hoạt động trong các điều kiện làm việc bình thường. Nếu không có qui định khác, chúng phải có thông số phù hợp với thông tin liên quan đến độ bền chịu ngắn mạch (xem 7.5.2) và được thiết kế để chịu được tối thiểu là các ứng suất ngắn mạch được hạn chế bởi (các) thiết bị bảo vệ trên phía nguồn của thanh cái.

7.5.5.1.2 Trong phạm vi một ngăn, các dây dẫn (kể cả thanh cái phân phối) giữa các thanh cái chính và phía nguồn của khối chức năng cũng như các linh kiện có trong các khối này, có thể có thông số trên cơ sở các ứng suất ngắn mạch suy giảm xảy ra trên phía tải của thiết bị bảo vệ ngắn mạch tương ứng bên trong mỗi khối, với điều kiện là các dây dẫn này được bố trí sao cho trong các điều kiện làm việc bình thường, ngắn mạch bên trong giữa các pha và/hoặc giữa pha và đất ít có khả năng xảy ra (xem 7.5.5.3). Các dây dẫn này ưu tiên là dây cứng, một sợi.

7.5.5.2 Mạch phụ

Thiết kế mạch phụ phải tính đến hệ thống nối đất nguồn và đảm bảo rằng sự cố chạm đất hoặc sự cố giữa bộ phận mang điện và bộ phận dẫn để hở không được gây ra tác động nguy hiểm không chủ ý.

Nói chung, mạch phụ phải được bảo vệ chống ảnh hưởng ngắn mạch. Tuy nhiên, thiết bị bảo vệ ngắn mạch không được cung cấp nếu tác động của nó có thể gây ra nguy hiểm. Trong trường hợp này, dây dẫn của mạch phụ phải được bố trí sao cho không xảy ra ngắn mạch trong điều kiện làm việc bình thường (xem 7.5.5.3).

7.5.5.3 Chọn và lắp đặt các dây dẫn hoạt động không có bảo vệ để giảm khả năng ngắn mạch

Các dây dẫn hoạt động trong tủ điện không được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ ngắn mạch (xem 7.5.5.1.2 và 7.5.5.2) phải được chọn và lắp đặt trong toàn bộ tủ điện sao cho trong các điều kiện làm việc bình thường, ngắn mạch bên trong giữa các pha hoặc giữa pha và đất ít có khả năng xảy ra. Ví dụ về các loại dây dẫn và yêu cầu về lắp đặt được cho trong Bảng 5.

Bảng 5 – Chọn dây dẫn và yêu cầu lắp đặt

Loại dây dẫn	Yêu cầu
Dây dẫn để trần hoặc dây dẫn một lõi có cách điện chính, ví dụ, cáp theo TCVN 6610-3 (IEC 60227-3)	Phải tránh tiếp xúc với nhau hoặc tiếp xúc với bộ phận dẫn, ví dụ, bằng cách sử dụng chi tiết ngăn cách.
Dây dẫn một lõi có cách điện chính và nhiệt độ làm việc cho phép lớn nhất của dây dẫn ít nhất là 90 °C, ví dụ, cáp theo IEC 60245-3 hoặc cáp cách điện PVC chịu nhiệt theo TCVN 6610-3 (IEC 60227-3)	Cho phép có tiếp xúc với nhau hoặc tiếp xúc với bộ phận dẫn trong trường hợp không đặt lực từ bên ngoài. Phải tránh tiếp xúc với các cạnh sắc. Không được có nguy cơ bị hỏng về cơ. Các dây dẫn này chỉ có thể mang tải sao cho nhiệt độ làm việc không vượt quá 80 % nhiệt độ làm việc cho phép lớn nhất của dây dẫn.
Dây dẫn có cách điện chính, ví dụ, cáp theo TCVN 6610-3 (IEC 60227-3), có bổ sung lớp cách điện thứ hai, ví dụ, thêm một ống bọc đàn hồi cho cáp hoặc chạy cáp riêng trong ống nhựa.	Không yêu cầu bổ sung nếu không có nguy cơ bị hỏng về cơ.
Dây dẫn được cách điện bằng vật liệu có độ bền cơ rất cao, ví dụ như cách điện etylen tetrafluoro etylen (ETFE), hoặc dây dẫn có cách điện kép có vỏ bọc tăng cường bên ngoài để sử dụng đến 3 kV, ví dụ, cáp theo TCVN 5935 (IEC 60502)	
Cáp một lõi hoặc nhiều lõi có vỏ bọc, ví dụ cáp theo IEC 60245-4 hoặc TCVN 6610-4 (IEC 60227-4).	
CHÚ THÍCH: Dây dẫn để trần hoặc có cách điện được lắp đặt như bảng trên đây và có thiết bị bảo vệ ngắn mạch nối ở phía tải có thể dài 3 m.	

7.6 Thiết bị đóng cắt và linh kiện lắp trong tủ điện

7.6.1 Chọn thiết bị đóng cắt và linh kiện

Thiết bị đóng cắt và linh kiện lắp trong tủ điện phải phù hợp với các tiêu chuẩn IEC liên quan.

Thiết bị đóng cắt và linh kiện phải thích hợp với ứng dụng cụ thể liên quan đến thiết kế bên ngoài của tủ điện (ví dụ, kiểu hở hoặc kiểu kín), điện áp danh định của chúng (điện áp cách điện danh định, điện áp chịu xung danh định, v.v...), dòng điện danh định, tần số danh định, tuổi thọ vận hành, khả năng đóng và cắt, độ bền chịu ngắn mạch, v.v...

Thiết bị đóng cắt và linh kiện có độ bền chịu ngắn mạch và/hoặc khả năng cắt không đủ để chịu các ứng suất có khả năng xảy ra tại vị trí lắp đặt thì phải được bảo vệ bằng các thiết bị bảo vệ hạn chế dòng điện, ví dụ cầu cháy hoặc aptomat. Khi chọn thiết bị bảo vệ hạn chế dòng điện cho thiết bị đóng cắt lắp trong, phải tính đến giá trị cho phép lớn nhất do nhà chế tạo thiết bị qui định, có xét đến sự phối hợp (xem 7.5.4).

Phối hợp thiết bị đóng cắt và các linh kiện, ví dụ, phối hợp của bộ khởi động động cơ với thiết bị bảo vệ ngắn mạch, phải phù hợp với tiêu chuẩn IEC liên quan.

Thiết bị đóng cắt và linh kiện trong mạch điện mà trong đó điện áp chịu xung danh định được nhà chế tạo công bố thì chúng không được tạo ra quá điện áp đóng cắt cao hơn điện áp chịu xung danh định của mạch điện và không phải chịu quá điện áp đóng cắt cao hơn điện áp chịu xung danh định của mạch điện. Khi chọn thiết bị đóng cắt và linh kiện để dùng trong mạch điện cho trước cần tính đến yếu tố không phải chịu quá điện áp đóng cắt cao hơn điện áp chịu xung danh định của mạch điện.

Vi dụ:

Thiết bị đóng cắt và linh kiện có điện áp xung danh định $U_{imp} = 4\ 000\ V$, điện áp cách ly danh định $U_i = 250\ V$ và quá điện áp đóng cắt lớn nhất bằng $1\ 200\ V$ (ở điện áp làm việc danh định bằng $230\ V$) có thể được sử dụng vào mạch điện có cấp quá điện áp I, II, III hoặc thậm chí là IV trong trường hợp sử dụng phương tiện bảo vệ quá điện áp thích hợp.

CHÚ THÍCH: Với cấp quá điện áp, xem 2.9.12 và Phụ lục G.

7.6.2 Lắp đặt

Thiết bị đóng cắt và linh kiện phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà chế tạo chúng (vị trí sử dụng, khe hở không khí cần tuân thủ đối với hồ quang điện hoặc để tháo ngăn dập hồ quang, v.v...).

7.6.2.1 Khả năng tiếp cận

Thiết bị, các khối chức năng lắp đặt trên cùng một giá đỡ (tấm hoặc khung lắp đặt) và đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài phải được bố trí sao cho có thể tiếp cận để lắp đặt, đi dây, bảo trì và thay thế. Đặc biệt là các đầu nối nên có vị trí cao hơn ít nhất là $0,2\ m$ so với chân đế của tủ điện loại lắp đặt trên sàn và ngoài ra, được định vị sao cho có thể dễ dàng nối với cáp.

TCVN 7994-1 : 2009

Phải dễ dàng tiếp cận các thiết bị điều chỉnh và đặt lại mà phải được thao tác bên trong tủ điện.

Nói chung, đối với tủ điện kiểu lắp đặt trên sàn, thiết bị chỉ thị để người vận hành đọc thì không nên đặt cao hơn 2 m so với chân đế của tủ điện. Cơ cấu thao tác, ví dụ như tay cầm, nút ấn, v.v... cần được đặt tại độ cao để dễ dàng thao tác; điều này có nghĩa là đường tâm của chúng không cách chân đế của tủ điện quá 2 m.

CHÚ THÍCH 1: Tay thao tác dùng cho thiết bị đóng cắt khẩn cấp (xem IEC 60364-5-537, điều 537.4) cần tiếp cận được trong phạm vi từ 0,8 m đến 1,6 m trên mức thao tác.

CHÚ THÍCH 2: Khuyến cáo rằng tủ điện lắp trên tường hoặc lắp đặt trên sàn cần được lắp đặt ở độ cao liên quan đến mức thao tác sao cho đáp ứng được các yêu cầu ở trên về khả năng tiếp cận và độ cao thao tác.

7.6.2.2 Ảnh hưởng lẫn nhau

Thiết bị đóng cắt và linh kiện phải được lắp đặt và đi dây trong tủ điện theo cách không gây ảnh hưởng xấu đến hoạt động đúng của chúng do ảnh hưởng lẫn nhau, ví dụ do nhiệt, hồ quang, rung, trường năng lượng xuất hiện trong làm việc bình thường. Trong trường hợp tủ điện có mạch điện tử, có thể cần phân cách hoặc bọc màn chắn cho mạch điện dùng để theo dõi khỏi ảnh hưởng từ mạch động lực.

Trong trường hợp vỏ tủ được thiết kế để chứa cầu chảy, phải quan tâm đặc biệt về hiệu ứng nhiệt (xem 7.3). Nhà chế tạo phải qui định loại và thông số của dây chảy cần sử dụng.

7.6.2.3 Tắm chắn

Tắm chắn dùng cho thiết bị đóng cắt bằng tay phải được thiết kế sao cho hồ quang đóng cắt không gây nguy hiểm cho người thao tác.

Để giảm thiểu nguy hiểm khi thay dây chảy, phải đặt tắm chắn giữa các pha, trừ khi thiết kế và vị trí đặt cầu chảy là không cần tắm chắn này.

7.6.2.4 Điều kiện tại vị trí lắp đặt

Thiết bị đóng cắt và linh kiện dùng cho tủ điện được chọn trên cơ sở điều kiện vận hành bình thường của tủ điện qui định trong 6.1 (xem thêm 7.6.2.2).

Khi cần, phải có các phòng ngừa thích hợp (gia nhiệt, thông gió) để đảm bảo duy trì được các điều kiện vận hành thiết yếu để hoạt động đúng, ví dụ, nhiệt độ tối thiểu để tác động đúng của rơle, đồng hồ đo linh kiện điện tử, v.v... theo yêu cầu kỹ thuật liên quan.

7.6.2.5 Làm mát

Đối với tủ điện, có thể có cả làm mát tự nhiên và cưỡng bức. Nếu yêu cầu có các biện pháp phòng ngừa đặc biệt tại vị trí lắp đặt để đảm bảo làm mát đúng thì nhà chế tạo phải cung cấp các thông tin cần thiết (ví dụ, chỉ ra sự cần thiết có khe hở không khí liên quan đến các bộ phận khó tản nhiệt hoặc tự sinh nhiệt).

7.6.3 Bộ phận cố định

Trong trường hợp có các bộ phận cố định (xem 2.2.5), chỉ có thể đấu nối hoặc ngắt mạch điện chính (xem 2.1.2) khi tủ điện không hoạt động. Nói chung, việc tháo và lắp các bộ phận cố định đòi hỏi phải sử dụng dụng cụ.

Việc ngắt điện của bộ phận cố định có thể yêu cầu ngắt điện toàn bộ hoặc một phần của tủ điện.

Để ngăn ngừa thao tác không được phép, thiết bị đóng cắt cần có các phương tiện để giữ ở một hoặc nhiều vị trí của nó.

CHÚ THÍCH: Trong các điều kiện nhất định, nếu cho phép làm việc trên mạch đang có điện thì phải lưu ý các biện pháp phòng ngừa về an toàn.

7.6.4 Bộ phận tháo ra được và bộ phận kéo ra được

7.6.4.1 Thiết kế

Bộ phận tháo ra được và bộ phận kéo ra được phải có thiết kế sao cho các thiết bị điện lắp trong chúng được cách ly hoặc nối an toàn với mạch chính trong khi mạch chính đang mang điện. Các bộ phận tháo ra được hoặc kéo ra được có thể có khóa liên động (xem 2.4.17). Khe hở không khí và chiều dài đường rò nhỏ nhất (xem 7.1.2.1) phải phù hợp với các vị trí khác nhau cũng như trong quá trình chuyển từ vị trí này sang vị trí khác.

CHÚ THÍCH: Có thể cần đảm bảo rằng các thao tác này không được thực hiện khi có tải.

Bộ phận tháo ra được phải có vị trí đã đấu nối (xem 2.2.8) và vị trí đã nhấc ra (xem 2.2.11).

Bộ phận kéo ra được phải có thêm vị trí cách ly (xem 2.2.10) và có thể có vị trí thử nghiệm (xem 2.2.9) hoặc tình trạng thử nghiệm (xem 2.1.9). Chúng phải được định vị rõ ràng về các vị trí này. Các vị trí này phải dễ dàng nhìn thấy.

Các điều kiện về điện đối với các vị trí khác nhau của bộ phận kéo ra được, xem Bảng 6.

7.6.4.2 Khóa liên động và khóa móc các bộ phận kéo ra được

Nếu không có qui định khác, bộ phận kéo ra được phải được lắp với thiết bị đảm bảo rằng thiết bị chỉ có thể được kéo ra và/hoặc gài lại sau khi đã ngắt mạch chính của nó.

Để ngăn ngừa thao tác không được phép, bộ phận kéo ra được có thể được cung cấp phương tiện để khóa móc hoặc khóa để giữ chặt ở một hoặc nhiều vị trí của chúng (xem 7.1.1).

7.6.4.3 Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài

Cấp bảo vệ (xem 7.2.1) chỉ ra đối với tủ điện thường áp dụng cho vị trí đã đấu nối (xem 2.2.8) của bộ phận tháo ra được và/hoặc bộ phận kéo ra được. Nhà chế tạo phải chỉ ra cấp bảo vệ đạt được ở các vị trí khác và trong quá trình chuyển đổi giữa các vị trí.

TCVN 7994-1 : 2009

Tủ điện có bộ phận tháo ra được có thể được thiết kế sao cho cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài áp dụng cho vị trí đã nối cũng được duy trì trong thử nghiệm và trong vị trí cách ly và cả trong khi chuyển từ vị trí này sang vị trí khác.

Nếu, sau khi tháo bộ phận tháo ra được và/hoặc kéo ra được, cấp bảo vệ ban đầu không được duy trì thì phải có thỏa thuận để thực hiện biện pháp nào đảm bảo đủ bảo vệ. Thông tin cho trong catalô của nhà chế tạo có thể thay cho thỏa thuận này.

7.6.4.4 Phương thức đấu nối mạch phụ

Mạch phụ có thể được thiết kế sao cho có thể tháo ra có hoặc không sử dụng dụng cụ.

Trong trường hợp các bộ phận kéo ra được, phải ưu tiên đấu nối mạch phụ mà không sử dụng dụng cụ.

7.6.5 Nhận dạng

7.6.5.1 Nhận dạng dây dẫn mạch chính và mạch phụ

Ngoài các trường hợp đề cập trong 7.6.5.2, phương pháp và phạm vi nhận dạng dây dẫn, ví dụ bằng cách bố trí, màu hoặc ký hiệu trên các đầu nối mà chúng được nối hoặc trên (các) đầu của bản thân dây dẫn, là trách nhiệm của nhà chế tạo và phải phù hợp với các ký hiệu trên sơ đồ đi dây và bản vẽ. Trong trường hợp thích hợp, phải áp dụng cách nhận dạng theo IEC 60445 và IEC 60446.

Bảng 6 – Điều kiện về điện đối với các vị trí khác nhau của bộ phận kéo ra được


Mạch điện	Phương pháp đấu nối	Vị trí			
		Vị trí đã nối (xem 2.2.8)	Tình trạng/vị trí thử nghiệm (xem 2.1.9/2.2.9)	Vị trí cách ly (xem 2.2.10)	Vị trí đã tháo ra (xem 2.2.11)
Mạch chính đường điện vào	Đường điện vào được đấu nối dạng phích cắm và ổ cắm hoặc các phương tiện đấu nối khác			○	○
Mạch chính đường điện ra	Đường điện ra được đấu nối dạng phích cắm và ổ cắm hoặc các phương tiện đấu nối khác		hoặc ¹⁾	hoặc ○ ¹⁾	○
Mạch phụ	Phích cắm và ổ cắm hoặc các phương tiện đấu nối khác			○	○
Tình trạng của mạch điện trong bộ phận kéo ra được		Có điện	Có điện Mạch phụ sẵn sàng để thử nghiệm	Không hoạt động nếu không có cấp điện ngược	○
Tình trạng của đầu nối của mạch chính từ điện lấy điện ra		Có điện	Có điện hoặc ngắt điện ²⁾	Không hoạt động nếu không có cấp điện ngược	Không hoạt động nếu không có cấp điện ngược
Phải phù hợp với các yêu cầu của 7.4.4.					
<p>Nối đất liên tục phải phù hợp với điểm b) của 7.4.3.1.5 và duy trì cho đến khi thiết lập khoảng cách ly.</p> <p>¹⁾ Phụ thuộc vào thiết kế.</p> <p>²⁾ Phụ thuộc vào các đầu nối được cấp điện từ nguồn thay thế ví dụ như nguồn dự phòng.</p> <p style="margin-left: 20px;"> = đã nối</p> <p style="margin-left: 20px;">○ = đã cách ly (xuất hiện hai lần)</p> <p style="margin-left: 20px;"> = mở, nhưng không nhất thiết được ngắt (cách ly)</p>					

7.6.5.2 Nhận biết dây bảo vệ (PE, PEN) và dây trung tính (N) của mạch chính

Dây bảo vệ phải được phân biệt rõ ràng bằng hình dạng, vị trí, ghi nhãn hoặc màu sắc. Nếu sử dụng nhận dạng bằng màu sắc thì phải là màu xanh lá cây và màu vàng (hai màu xen kẽ). Khi dây bảo vệ là cáp một lõi có cách điện, phải sử dụng màu nhận dạng này, ưu tiên trên toàn bộ chiều dài dây.

CHÚ THÍCH: Màu nhận dạng xanh lá cây/vàng được dành riêng cho dây bảo vệ.

Bất kỳ dây trung tính nào của mạch chính cũng cần được phân biệt rõ ràng bằng hình dạng, vị trí, ghi nhãn hoặc màu sắc. Nếu sử dụng nhận dạng bằng màu sắc thì nên chọn màu xanh da trời nhạt.

Đầu nối dùng cho dây bảo vệ bên ngoài phải được ghi nhãn theo IEC 60445. Ký hiệu bằng hình  số 5019 của IEC 60417 làm ví dụ. Ký hiệu này không yêu cầu khi dây bảo vệ bên ngoài được thiết kế để nối với dây bảo vệ bên trong đã được nhận biết rõ ràng bằng màu xanh lá cây/vàng.

7.6.5.3 Hướng thao tác và chỉ thị vị trí làm việc

Vị trí làm việc của phần tử và thiết bị phải được nhận biết rõ ràng. Nếu hướng thao tác không theo IEC 60447 thì phải nhận biết được hướng này một cách rõ ràng.

7.6.5.4 Đèn báo và nút ấn

Màu của đèn báo và nút ấn được nêu trong IEC 60073.

7.7 Phân cách bên trong tủ điện bằng tấm chắn hoặc vách ngăn

Một hoặc nhiều điều kiện dưới đây có thể đạt được bằng cách phân chia tủ điện bằng vách ngăn hoặc tấm chắn (kim loại hoặc phi kim loại) thành các ngăn riêng hoặc không gian bọc kín có bảo vệ:

- bảo vệ chống tiếp xúc với các bộ phận nguy hiểm thuộc các khối chức năng liền kề. Cấp bảo vệ phải ít nhất là IPXXB;
- bảo vệ chống các vật thể rắn xâm nhập từ bên ngoài từ một khối của tủ điện đến khối liền kề. Cấp bảo vệ phải ít nhất là IP2X.

CHÚ THÍCH: Cấp bảo vệ IP2X bao trùm cấp bảo vệ IPXXB.

Dưới đây là các dạng phân cách điển hình bằng tấm chắn hoặc vách ngăn (ví dụ, xem Phụ lục D).

Bảng 6A – Dạng phân cách bên trong

Tiêu chí chính	Tiêu chí phụ	Dạng
Không có phân cách bên trong		Dạng 1
Phân cách thanh cái với các khối chức năng	Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài không được phân cách với thanh cái	Dạng 2a
	Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài phân cách với thanh cái	Dạng 2b
Phân cách thanh cái với các khối chức năng và phân cách tất cả các khối chức năng với nhau. Phân cách các đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài với các khối chức năng nhưng không phân cách với các đầu nối của các khối chức năng còn lại	Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài không phân cách với thanh cái	Dạng 3a
	Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài phân cách với thanh cái	Dạng 3b
Phân cách thanh cái với các khối chức năng và phân cách tất cả các khối chức năng với nhau. Phân cách các đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài kết hợp với khối chức năng với các đầu nối của các khối chức năng còn lại và thanh cái	Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài ở cùng ngăn với khối chức năng kết hợp	Dạng 4a
	Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài không cùng ngăn với khối chức năng kết hợp mà ở không gian hoặc ngăn riêng, có phân cách, bọc kín và có bảo vệ.	Dạng 4b

Dạng phân cách và các cấp bảo vệ cao hơn phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

Xem 7.4.2.2.2 liên quan đến độ ổn định và độ bền của tấm chắn và vách ngăn.

Xem 7.4.6.2 liên quan đến khả năng tiếp cận để bảo trì khối chức năng có cách ly.

Xem 7.4.6.3 liên quan đến khả năng tiếp cận để mở rộng khi có điện áp.

7.8 Mạch nối điện bên trong tủ điện: thanh cái và dây bọc cách điện

7.8.1 Yêu cầu chung

Mối nối của bộ phận mang dòng không được bị thay đổi quá mức do độ tăng nhiệt bình thường, lão hóa các vật liệu cách điện và rung xảy ra trong làm việc bình thường. Nói chung, phải tính đến các ảnh hưởng của giãn nở nhiệt và tác động điện hóa trong trường hợp các kim loại khác nhau và ảnh hưởng của độ bền của vật liệu đến nhiệt độ đạt được.

Mối nối giữa các bộ phận mang dòng phải được thiết lập bằng phương tiện đảm bảo áp lực tiếp xúc đủ và bền.

7.8.2 Kích thước và thông số của thanh cái và dây cách điện

Việc chọn mặt cắt của dây dẫn bên trong tủ điện là trách nhiệm của nhà chế tạo. Ngoài dòng điện mà dây dẫn phải mang, việc chọn này còn bị chi phối bởi các ứng suất cơ mà tủ điện phải chịu, từ đó, các dây dẫn này được sắp xếp theo loại cách điện và, nếu thuộc đối tượng áp dụng, theo loại phần tử được nối (ví dụ, linh kiện điện tử).

7.8.3 Đi dây (xem thêm 7.8.2)

7.8.3.1 Dây dẫn có cách điện phải có các giá trị danh định ít nhất là điện áp cách điện danh định (xem 4.1.2) của mạch điện liên quan.

7.8.3.2 Cáp giữa hai thiết bị dùng để nối không được có mối nối bên xoắn hoặc điểm nối hàn.

7.8.3.3 Dây dẫn có cách điện không được đề lên các bộ phận mang điện hở có các điện thế khác nhau hoặc gờ sắc mà phải được đỡ thích hợp.

7.8.3.4 Dây nguồn đến thiết bị và dụng cụ đo tại nắp hoặc cửa phải được lắp đặt sao cho không xảy ra hỏng về cơ đối với dây dẫn do chuyển động của các nắp hoặc cửa.

7.8.3.5 Chỉ cho phép có mối hàn đến thiết bị trong tủ điện trong trường hợp có qui định cho loại đấu nối này trên thiết bị.

Trong trường hợp thiết bị phải chịu rung nặng nề trong quá trình làm việc bình thường thì cáp hàn hoặc mối nối dây phải được làm chắc về cơ bằng phương tiện bổ sung ở khoảng cách ngắn so với điểm hàn.

7.8.3.6 Tại vị trí có rung nặng nề trong quá trình làm việc bình thường, ví dụ, trong trường hợp hoạt động của máy nạo vét và cần trục, hoạt động trên boong tàu, thiết bị nâng và xe lửa, cần chú ý để đỡ dây dẫn. Với các thiết bị không được đề cập trong 7.8.3.5, mối cáp hàn hoặc đầu hàn của dây bên không được chấp nhận trong điều kiện có rung nặng nề.

7.8.3.7 Nói chung, chỉ nên nối một dây dẫn vào một đầu nối; việc nối hai hoặc nhiều dây dẫn vào một đầu nối chỉ được phép trong các trường hợp các đầu nối được thiết kế cho mục đích này.

7.9 Yêu cầu đối với mạch cung cấp loại thiết bị điện tử

Nếu không có qui định khác trong yêu cầu kỹ thuật của IEC liên quan đối với thiết bị điện tử, áp dụng các yêu cầu dưới đây.

7.9.1 Biến thiên điện áp đầu vào

1) Dải điện áp cung cấp cho nguồn acqui bằng điện áp cung cấp danh định $\pm 15\%$.

CHÚ THÍCH: Dải này không gồm có dải điện áp bổ sung yêu cầu để nạp acqui.

- 2) Dải điện áp vào một chiều là dải đạt được nhờ chỉnh lưu điện áp cung cấp xoay chiều (xem điểm 3).
- 3) Dải điện áp cung cấp đối với nguồn xoay chiều bằng với điện áp vào danh định $\pm 10\%$.
- 4) Nếu cần có dung sai rộng hơn thì phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

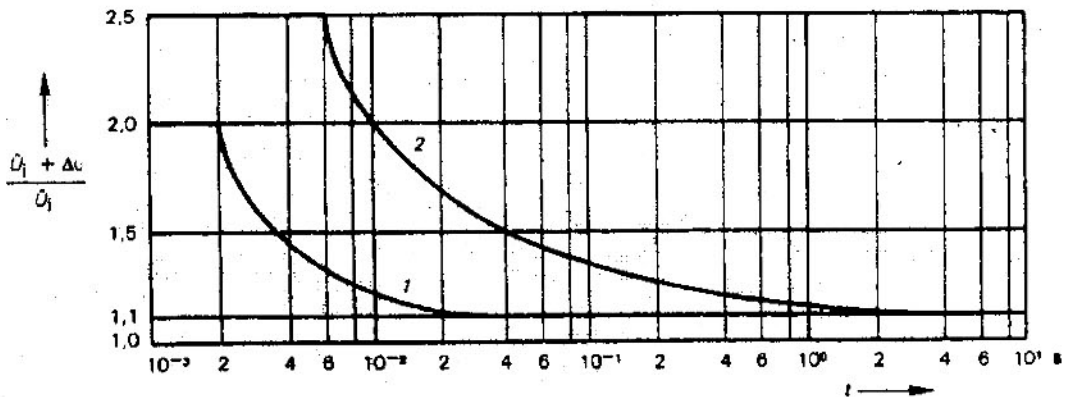
7.9.2 Quá điện áp

Quá điện áp nguồn cung cấp được qui định trên Hình 1. Hình này áp dụng cho quá điện áp không chu kỳ khi lệch khỏi giá trị đỉnh danh định trong dải ngắn hạn. Tủ điện phải được thiết kế sao cho đảm bảo khả năng vận hành của chúng trong trường hợp quá áp thấp hơn giá trị thể hiện bằng đường cong 1.

Nếu quá điện áp xảy ra trong dải giữa đường cong 1 và 2 thì việc hoạt động có thể bị gián đoạn do tác động của thiết bị bảo vệ bảo vệ tủ điện, tủ điện không được hỏng ở giá trị đỉnh của điện áp bằng $2U_1 + 1\ 000\text{ V}$.

CHÚ THÍCH 1: Thời gian quá độ nhỏ hơn 1 ms đang được xem xét.

CHÚ THÍCH 2: Quá điện áp cao hơn giá trị nêu trên được giả thiết là bị hạn chế bởi các biện pháp thích hợp.



U_1 = giá trị đỉnh hình sin của điện áp cách điện danh định

Δu = điện áp đỉnh không chu kỳ xếp chồng

t = thời gian

Hình 1 – Tỷ số $\frac{U_1 + \Delta u}{U_1}$ là hàm của thời gian

7.9.3 Dạng sóng

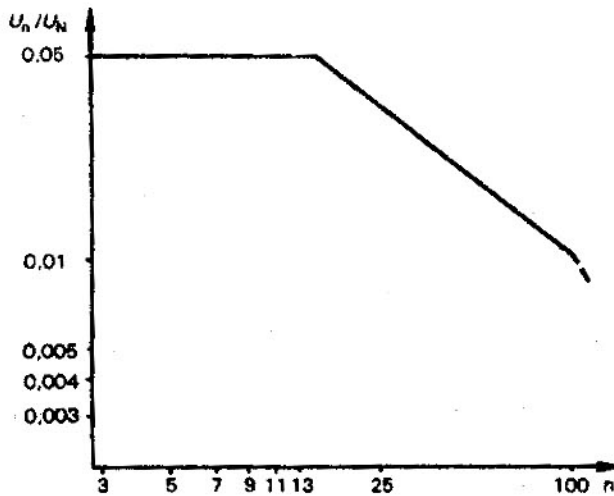
Hài của điện áp xoay chiều đầu vào cung cấp cho tủ điện có lắp thiết bị điện tử được hạn chế theo các giới hạn dưới đây.

- 1) Thành phần hài tương đối không được vượt quá 10 %, tức là thành phần cơ bản tương đối cao hơn hoặc bằng 99,5 %.
- 2) Thành phần hài không được vượt quá giá trị cho trong Hình 2.

CHÚ THÍCH 1: Khối lắp ráp phụ được giả thiết là được ngắt điện và trở kháng trong của nguồn cung cấp cần được qui định theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, nếu trở kháng này là một giá trị đáng kể.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị tương tự được chỉ ra cho bộ điều khiển và theo dõi bằng điện tử.

- 3) Giá trị tạm thời cao nhất theo chu kỳ của điện áp nguồn xoay chiều không được lớn hơn 20 % giá trị đỉnh của thành phần cơ bản.



n = bậc của thành phần hài

U_n = giá trị hiệu dụng của hài bậc n

U_N = giá trị hiệu dụng của điện áp danh nghĩa của hệ thống

Hình 2 – Thành phần hài cho phép lớn nhất của điện áp danh nghĩa của hệ thống

7.9.4 Biến thiên tạm thời điện áp và tần số

Thiết bị phải làm việc mà không có hỏng hóc khi có biến thiên tạm thời trong các điều kiện dưới đây.

* Theo IEC 60146-2.

- a) Sụt điện áp không quá 15 % điện áp danh định trong thời gian không quá 0,5 s.
- b) Sai lệch tần số nguồn đến ± 1 % tần số danh định. Nếu cần có dung sai rộng hơn thì phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.
- c) Thời gian gián đoạn lớn nhất chấp nhận được của điện áp nguồn đối với thiết bị phải do nhà chế tạo chỉ ra.

7.10 Tương thích điện từ (EMC)

7.10.1 Yêu cầu chung

Đối với phần lớn các ứng dụng của tủ điện thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này, cần xem xét hai tập hợp điều kiện môi trường sau:

- a) Môi trường A;
- b) Môi trường B.

Môi trường A: liên quan đến mạng lưới/vị trí/hệ thống lắp đặt phi công cộng hoặc mạng lưới công nghiệp điện áp thấp có chứa nguồn nhiễu cao.

CHÚ THÍCH 1: Môi trường A ứng với thiết bị cấp A trong TCVN 6988 (CISPR 11) và IEC 61000-6-4.

CHÚ THÍCH 2: Vị trí công nghiệp được đặc trưng bởi một hoặc nhiều điều kiện dưới đây:

- thiết bị công nghiệp, khoa học và y tế, ví dụ, máy móc vận hành hiện hành;
- thường xuyên đóng cắt tải nặng nề về điện cảm hoặc điện dung;
- dòng điện và trường từ kết hợp ở mức cao.

Môi trường B: liên quan đến mạng công cộng điện áp thấp như vị trí/hệ thống lắp đặt gia dụng, thương mại và công nghiệp nhẹ. Nguồn nhiễu cao như máy hàn hồ quang không được đề cập trong môi trường này.

CHÚ THÍCH 3: Môi trường B ứng với thiết bị cấp B trong TCVN 6988 (CISPR 11) và IEC 61000-6-3.

CHÚ THÍCH 4: Danh mục dưới đây, mặc dù không toàn diện, nêu các vị trí nằm trong:

- đặc tính dân cư, ví dụ nhà ở, căn hộ;
- địa điểm bán lẻ, ví dụ cửa hiệu, siêu thị;
- cơ sở kinh doanh, ví dụ văn phòng, ngân hàng;
- khu vực vui chơi công cộng, ví dụ rạp chiếu phim, quán bar, hội trường khiêu vũ;
- vị trí ngoài trời, ví dụ trạm xăng, bãi đỗ xe, trung tâm thể thao;
- vị trí công nghiệp nhẹ, ví dụ phân xưởng, phòng thí nghiệm, trung tâm bảo trì.

Điều kiện môi trường A và/hoặc B thích hợp cho tủ điện phải được nhà chế tạo tủ điện chỉ ra.

TCVN 7994-1 : 2009

7.10.2 Yêu cầu thử nghiệm

Tủ điện trong hầu hết các trường hợp, được chế tạo hoặc lắp ráp đơn chiếc, có tổ hợp hầu như ngẫu nhiên các thiết bị và linh kiện.

Không yêu cầu thử nghiệm miễn nhiễm hoặc phát xạ EMC trên tủ điện hoàn chỉnh nếu thỏa mãn các điều kiện dưới đây:

a) Thiết bị và linh kiện kết hợp phù hợp với các yêu cầu đối với EMC trong môi trường qui định (xem 7.10.1) như yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm hoặc tiêu chuẩn chủng loại EMC liên quan.

b) Việc lắp đặt và đi dây bên trong được thực hiện theo hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị và linh kiện (bố trí liên quan đến ảnh hưởng lẫn nhau, cáp, bọc màn chắn, nối đất, v.v...)

Trong tất cả các trường hợp còn lại, yêu cầu EMC phải được kiểm tra bằng các thử nghiệm để cập trong H.8.2.8.

7.10.3 Miễn nhiễm

7.10.3.1 Tủ điện không lắp mạch điện tử

Trong các điều kiện vận hành bình thường, tủ điện không lắp mạch điện tử không nhạy với nhiễu điện từ và vì vậy, không yêu cầu thử nghiệm miễn nhiễm.

7.10.3.2 Tủ điện có lắp mạch điện tử

Thiết bị điện tử lắp trong tủ điện phải phù hợp với các yêu cầu miễn nhiễm của tiêu chuẩn sản phẩm hoặc tiêu chuẩn chủng loại EMC liên quan và phải phù hợp đối với môi trường EMC do nhà chế tạo tủ điện chỉ ra.

Trong tất cả các trường hợp còn lại, yêu cầu về EMC phải được kiểm tra bằng các thử nghiệm để cập trong H.8.2.8.

CHÚ THÍCH: Thiết bị sử dụng các mạch điện tử trong đó tất cả các linh kiện đều thụ động (ví dụ, diốt, điện trở, điện trở phi tuyến, tụ điện, bộ chống sét, cuộn cảm) không yêu cầu phải thử nghiệm.

Nhà chế tạo thiết bị và/hoặc linh kiện phải qui định tiêu chí tính năng cụ thể của sản phẩm của họ dựa trên tiêu chí chấp nhận cho trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

7.10.4 Phát xạ

7.10.4.1 Tủ điện không lắp mạch điện tử

Đối với tủ điện không lắp mạch điện tử, nhiễu điện từ chỉ có thể sinh ra do thiết bị trong quá trình thao tác đóng cắt không thường xuyên. Khoảng thời gian của nhiễu vào khoảng vài mili giây. Tần số, mức và hậu quả của các phát xạ này được xem là một phần của môi trường điện từ bình thường của hệ thống lắp đặt hạ áp. Vì vậy, các yêu cầu về phát xạ điện từ được xem là thỏa mãn và không cần kiểm tra.

7.10.4.2 Tủ điện có lắp mạch điện tử

Thiết bị điện tử lắp trong tủ điện phải phù hợp với các yêu cầu phát xạ của tiêu chuẩn sản phẩm hoặc tiêu chuẩn chủng loại EMC liên quan và phải thích hợp với môi trường EMC cụ thể do nhà chế tạo tủ điện chỉ ra.

7.10.4.2.1 Tần số lớn hơn hoặc bằng 9 kHz

Tủ điện có lắp mạch điện tử (ví dụ, chế độ đóng cắt nguồn cung cấp, mạch điện có lắp bộ vi xử lý có xung nhịp cao tần) có thể tạo ra nhiễu điện từ liên tục.

Các phát xạ này không được vượt quá giới hạn qui định trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan hoặc phải dựa vào Bảng H.1 đối với môi trường A và Bảng H.2 đối với môi trường B. Chỉ yêu cầu các thử nghiệm này khi mạch chính và/hoặc mạch phụ có chứa các linh kiện chưa được thử nghiệm theo tiêu chuẩn sản phẩm liên quan và có tần số đóng cắt cơ bản lớn hơn hoặc bằng 9 kHz.

Thử nghiệm phải được tiến hành như mô tả chi tiết trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan, nếu có, nếu không thì theo H.8.2.8.

7.10.4.2.2 Tần số thấp hơn 9 kHz

Tủ điện có lắp mạch điện tử tạo ra hài tần số thấp trên nguồn lưới phải phù hợp với các yêu cầu của IEC 61000-3-2 trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng.

7.11 Mô tả các loại mạch nối điện của các khối chức năng

Các loại mạch nối điện của khối chức năng trong tủ điện hoặc các phần của tủ điện có thể biểu thị bằng mã ba chữ cái:

- chữ cái thứ nhất chỉ ra loại mạch nối điện của mạch chính đường điện vào;
- chữ cái thứ hai chỉ ra loại mạch nối điện của mạch chính đường điện ra;
- chữ cái thứ ba chỉ ra loại mạch nối điện của mạch phụ.

Phải sử dụng các chữ cái dưới đây:

- F đối với mạch nối cố định (xem 2.2.12.1);
- D đối với mối nối tháo ra được (xem 2.2.12.2);
- W đối với mạch nối kéo ra được (xem 2.2.12.3).

8 Yêu cầu kỹ thuật của thử nghiệm

8.1 Phân loại các thử nghiệm

Thử nghiệm để kiểm tra đặc tính của tủ điện gồm có:

TCVN 7994-1 : 2009

- thử nghiệm điển hình (xem 8.1.1 và 8.2)
- thử nghiệm thường xuyên (xem 8.1.2 và 8.3).

Nhà chế tạo phải qui định các cơ sở để kiểm tra, khi có yêu cầu.

CHÚ THÍCH: Kiểm tra và thử nghiệm thực hiện trên TTA và PTTA được liệt kê trong Bảng 7.

8.1.1 Thử nghiệm điển hình (xem 8.2)

Thử nghiệm điển hình để kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu nêu trong tiêu chuẩn này đối với loại tủ điện cho trước.

Các thử nghiệm điển hình được tiến hành trên một mẫu của tủ điện hoặc trên các bộ phận của tủ điện được chế tạo với thiết kế tương tự hoặc giống nhau.

Thử nghiệm phải do nhà chế tạo chủ động tiến hành.

Thử nghiệm điển hình gồm có:

- a) kiểm tra giới hạn độ tăng nhiệt (8.2.1);
- b) kiểm tra đặc tính điện môi (8.2.2);
- c) kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch (8.2.3);
- d) kiểm tra hiệu quả của mạch bảo vệ (8.2.4);
- e) kiểm tra khe hở không khí và chiều dài đường rò (8.2.5);
- f) kiểm tra tác động về cơ (8.2.6);
- g) kiểm tra cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (8.2.7);
- h) thử nghiệm EMC (xem 7.10 và, nếu thuộc đối tượng áp dụng, Phụ lục H).

Các thử nghiệm này có thể tiến hành trên mẫu yêu cầu và/hoặc trên các mẫu khác cùng kiểu.

Nếu có thay đổi trên các linh kiện của tủ điện thì chỉ phải thực hiện các thử nghiệm điển hình mới trên những thay đổi có khả năng gây ảnh hưởng bất lợi đến kết quả của các thử nghiệm này.

8.1.2 Thử nghiệm thường xuyên (xem 8.3)

Thử nghiệm thường xuyên để phát hiện các lỗi về phương diện vật liệu và gia công. Các thử nghiệm này được tiến hành trên từng tủ điện còn mới sau khi đã lắp ráp hoặc trên từng khối vận chuyển. Không yêu cầu thử nghiệm thường xuyên khác tại nơi lắp đặt.

Tủ điện được lắp ráp từ các linh kiện tiêu chuẩn hóa bên ngoài phân xưởng của nhà chế tạo các linh kiện này, sử dụng các bộ phận hoặc phụ kiện do nhà chế tạo qui định hoặc cung cấp riêng cho mục đích này, phải được thử nghiệm thường xuyên tại xưởng lắp ráp tủ điện.

Thử nghiệm thường xuyên gồm có:

- a) kiểm tra tủ điện kể cả kiểm tra đi dây và nối cáp, thử nghiệm vận hành về điện (8.3.1);
- b) thử nghiệm điện môi (8.3.2);
- c) kiểm tra biện pháp bảo vệ và tính liên tục về điện của mạch bảo vệ (8.3.3).

Các thử nghiệm này có thể tiến hành theo thứ tự bất kỳ.

CHÚ THÍCH: Thực hiện thử nghiệm thường xuyên tại xưởng của nhà chế tạo không liên quan đến chế độ kiểm tra lắp đặt tủ điện sau khi vận chuyển và lắp đặt.

8.1.3 Thử nghiệm thiết bị và linh kiện độc lập lắp trong tủ điện

Thử nghiệm điển hình hoặc thử nghiệm thường xuyên cần thực hiện trên thiết bị và linh kiện độc lập lắp trong tủ điện khi chúng được chọn theo 7.6.1 và lắp theo hướng dẫn của nhà chế tạo.

8.2 Thử nghiệm điển hình

8.2.1 Kiểm tra giới hạn độ tăng nhiệt

8.2.1.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm độ tăng nhiệt được thiết kế để kiểm tra chứng tỏ rằng các giới hạn độ tăng nhiệt qui định trong 7.3 đối với các bộ phận khác nhau của tủ điện không bị vượt quá.

Thử nghiệm được tiến hành bình thường tại giá trị dòng điện danh định theo 8.2.1.3 với thiết bị của tủ điện đã lắp đặt.

Thử nghiệm có thể được thực hiện với sự hỗ trợ của điện trở gia nhiệt có tổn hao công suất tương đương theo 8.2.1.4.

Cho phép thử nghiệm các bộ phận riêng rẽ (bảng, hộp, vỏ tủ, v.v...) của tủ điện (xem 8.2.1.2) với điều kiện là thực hiện các biện pháp phòng ngừa đúng để thử nghiệm là đại diện.

Thử nghiệm độ tăng nhiệt trên (các) mạch chính cao hơn 800 A thực hiện ở tần số 50 Hz là có hiệu lực nếu dòng điện danh định tại 60 Hz giảm xuống còn 95 %. Đối với dòng điện danh định đến 800 A, thử nghiệm được tiến hành ở 50 Hz thường áp dụng được cho 60 Hz.

Thử nghiệm độ tăng nhiệt trên các mạch điện riêng rẽ phải được thực hiện với kiểu dòng điện mà chúng được thiết kế, và ở tần số dự kiến. Điện áp thử nghiệm được sử dụng phải sao cho dòng điện bằng với dòng điện xác định theo 8.2.1.3 chạy qua mạch điện. Cuộn dây của rơle, côngtactơ, cơ cấu nhỏ, v.v... phải được cấp điện ở điện áp danh định.

Tủ điện kiểu hở không phải chịu thử nghiệm độ tăng nhiệt nếu, từ thử nghiệm điển hình trên các bộ phận riêng rẽ, hoặc từ kích cỡ của dây dẫn và từ bố trí của thiết bị, hiển nhiên thấy rằng độ tăng nhiệt không bị vượt quá và không có hỏng hóc gây ra cho thiết bị nối với tủ điện và các bộ phận liền kề bằng vật liệu cách điện.

Bảng 7 – Danh mục kiểm tra và thử nghiệm cần thực hiện trên TTA và PTTA

Số	Đặc tính cần kiểm tra	Điều	TTA	PTTA
1	Giới hạn độ tăng nhiệt	8.2.1	Kiểm tra giới hạn độ tăng nhiệt bằng thử nghiệm (thử nghiệm điển hình)	Kiểm tra giới hạn độ tăng nhiệt bằng thử nghiệm hoặc ngoại suy
2	Đặc tính điện môi	8.2.2	Kiểm tra đặc tính điện môi bằng thử nghiệm (thử nghiệm điển hình)	Kiểm tra đặc tính điện môi bằng thử nghiệm theo 8.2.2 hoặc 8.3.2 hoặc kiểm tra điện trở cách điện theo 8.3.4 (xem số 9 và 11)
3	Độ bền chịu ngắn mạch	8.2.3	Kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch bằng thử nghiệm (thử nghiệm điển hình)	Kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch bằng thử nghiệm hoặc ngoại suy từ bố trí thử nghiệm điển hình tương tự
4	Hiệu lực của mạch bảo vệ Hiệu lực nối nối giữa bộ phận dẫn để hở của tủ điện và mạch bảo vệ Độ bền chịu ngắn mạch của mạch bảo vệ	8.2.4 8.2.4.1 8.2.4.2	Kiểm tra hiệu lực nối nối giữa bộ phận dẫn để hở của tủ điện và mạch bảo vệ Kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch của mạch bảo vệ bằng thử nghiệm (thử nghiệm điển hình)	Kiểm tra hiệu lực nối nối giữa bộ phận dẫn để hở của tủ điện và mạch bảo vệ Kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch của mạch bảo vệ bằng thử nghiệm hoặc thiết kế và bố trí thích hợp của dây bảo vệ (xem 7.4.3.1.1, đoạn cuối cùng)
5	Khe hở không khí và chiều dài đường rò	8.2.5	Kiểm tra khe hở không khí và chiều dài đường rò (thử nghiệm điển hình)	Kiểm tra khe hở không khí và chiều dài đường rò
6	Thao tác về cơ	8.2.6	Kiểm tra thao tác về cơ (thử nghiệm điển hình)	Kiểm tra các thao tác về cơ
7	Cấp bảo vệ	8.2.7	Kiểm tra cấp bảo vệ (thử nghiệm điển hình)	Kiểm tra cấp bảo vệ
8	Đi dây, thao tác về điện	8.3.1	Xem xét tủ điện kể cả xem xét đi dây và, nếu cần, thử nghiệm thao tác về điện (thử nghiệm thường xuyên)	Xem xét tủ điện kể cả xem xét đi dây và, nếu cần, thử nghiệm thao tác về điện
9	Cách điện	8.3.2	Thử nghiệm điện môi (Thử nghiệm thường xuyên)	Thử nghiệm điện môi hoặc kiểm tra điện trở cách điện theo 8.3.4 (xem số 2 và 11)
10	Biện pháp bảo vệ	8.3.3	Kiểm tra biện pháp bảo vệ và tính liên tục của mạch bảo vệ (thử nghiệm thường xuyên)	Kiểm tra biện pháp bảo vệ
11	Điện trở cách điện	8.3.4		Kiểm tra điện trở cách điện trừ khi thực hiện thử nghiệm theo 8.2.2 hoặc 8.3.2 (xem số 2 và 9)

Kiểm tra giới hạn độ tăng nhiệt đối với PTTA phải được thực hiện

- bằng thử nghiệm theo 8.2.1, hoặc
- bằng ngoại suy, ví dụ, theo IEC 60890.

8.2.1.2 Bố trí tủ điện

Tủ điện phải được bố trí như trong sử dụng bình thường, với tất cả các tấm che, v.v... ở đúng vị trí.

Khi thử nghiệm các bộ phận riêng rẽ hoặc các khối kết cấu, các bộ phận liền kề hoặc các khối kết cấu phải tạo ra các điều kiện nhiệt độ giống như trong sử dụng bình thường. Có thể sử dụng điện trở gia nhiệt.

8.2.1.3 Thử nghiệm độ tăng nhiệt sử dụng dòng điện trên tất cả các thiết bị

Thử nghiệm phải được thực hiện trên một hoặc nhiều phối hợp đại diện của mạch điện mà tủ điện được thiết kế, các phối hợp này được chọn sao cho đạt được độ chính xác hợp lý về độ tăng nhiệt cao nhất có thể.

Với thử nghiệm này, mạch đường điện vào được mang tải ở dòng điện danh định của nó (xem 4.2) và từng mạch đường điện ra được mang tải với dòng điện danh định của nó nhân với hệ số đa dạng danh định (xem 4.7). Nếu tủ điện có cầu chảy thì các cầu chảy này phải phù hợp với thử nghiệm có dây chảy theo nhà chế tạo qui định. Tổn hao công suất của dây chảy sử dụng cho thử nghiệm phải được chỉ ra trong hồ sơ thử nghiệm.

Kích cỡ và cách sắp xếp dây dẫn bên ngoài sử dụng cho thử nghiệm phải được chỉ ra trong hồ sơ thử nghiệm.

Thử nghiệm phải được thực hiện với thời gian đủ để độ tăng nhiệt đạt đến giá trị không đổi (thường không quá 8 h). Trong thực tế, điều kiện này đạt được khi sự thay đổi không vượt quá 1 °C/h.

CHÚ THÍCH 1: Để rút ngắn thời gian thử nghiệm, nếu thiết bị cho phép, có thể tăng dòng điện trong phần đầu của thử nghiệm, sau đó dòng điện này được giảm đến dòng điện danh định qui định.

CHÚ THÍCH 2: Khi nam châm điện điều khiển được cấp điện trong quá trình thử nghiệm, nhiệt độ được đo khi đạt được cân bằng nhiệt ở cả mạch chính và nam châm điện điều khiển.

CHÚ THÍCH 3: Trong tất cả các trường hợp, việc sử dụng dòng điện xoay chiều một pha để thử nghiệm tủ điện nhiều pha chỉ được phép nếu ảnh hưởng điện từ đủ nhỏ để bỏ qua. Điều này yêu cầu xem xét cẩn thận, đặc biệt là khi dòng điện cao hơn 400 A.

Khi không có thông tin chi tiết liên quan đến dây dẫn bên ngoài và điều kiện vận hành, phải chọn mặt cắt của dây dẫn thử nghiệm bên ngoài, có xét đến dòng điện danh định của từng mạch điện như dưới đây:

TCVN 7994-1 : 2009

8.2.1.3.1 Đối với giá trị dòng điện danh định đến và bằng 400 A:

- a) dây dẫn phải là cáp đồng một lõi, hoặc dây cách điện có diện tích mặt cắt như trong Bảng 8;
- b) trong chừng mực có thể, dây dẫn phải đặt trong không khí tự do;
- c) chiều dài tối thiểu của từng dây nối tạm thời giữa các đầu nối phải là:
 - 1 m với mặt cắt đến và bằng 35 mm²;
 - 2 m đối với mặt cắt lớn hơn 35 mm².

Bảng 8 – Dây dẫn đồng thử nghiệm với dòng điện danh định đến và bằng 400 A

Dài dòng điện danh định ¹⁾ A		Diện tích mặt cắt của dây dẫn ^{2), 3)}	
		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

¹⁾ Giá trị dòng điện danh định phải lớn hơn giá trị đầu tiên trong cột thứ nhất và nhỏ hơn hoặc bằng giá trị thứ hai của cột đó.

²⁾ Để thuận tiện cho thử nghiệm và với sự đồng ý của nhà chế tạo, có thể sử dụng dây dẫn nhỏ hơn các dây dẫn nêu ra cho dòng điện danh định qui định.

³⁾ Có thể sử dụng cả hai dây dẫn qui định cho dài dòng điện danh định.

8.2.1.3.2 Với các giá trị dòng điện danh định cao hơn 400 A nhưng không vượt quá 800 A:

- a) Dây dẫn phải là cáp đồng một lõi, cách điện PVC có diện tích mặt cắt như cho trong Bảng 9 hoặc thanh đồng tương đương cho trong Bảng 9 theo qui định của nhà chế tạo.

b) Cáp hoặc thanh đồng phải được đặt cách nhau với khoảng cách xấp xỉ khoảng cách giữa các đầu nối. Thanh đồng phải được sơn đen mờ. Nhiều cáp song song trong một đầu nối phải được bó lại với nhau và bố trí đặt cách nhau xấp xỉ 10 mm. Nhiều thanh đồng chập lại trong một đầu nối phải được đặt ở khoảng cách xấp xỉ bằng chiều dày của thanh. Nếu các kích thước qui định cho các thanh không thích hợp đối với các đầu nối hoặc không sẵn có thì cho phép sử dụng các thanh khác có mặt cắt gần bằng và các bề mặt làm mát gần bằng hoặc nhỏ hơn. Không được đan xen cáp hoặc thanh đồng.

c) Đối với các thử nghiệm một pha hoặc nhiều pha, chiều dài nhỏ nhất của mối nối tạm thời bất kỳ đến nguồn thử nghiệm phải là 2 m. Chiều dài nhỏ nhất đến điểm chụm sao có thể giảm còn 1,2 m.

8.2.1.3.3 Đối với các giá trị dòng điện cao hơn 800 A nhưng không vượt quá 3 150 A:

a) Dây dẫn phải là thanh đồng có kích thước qui định trong Bảng 9 trừ khi tủ điện được thiết kế chỉ để nối cáp. Trong trường hợp này, kích cỡ và bố trí cáp phải theo qui định của nhà chế tạo.

b) Các thanh đồng phải được đặt cách nhau với khoảng cách xấp xỉ giữa các đầu nối. Thanh đồng phải được phủ đen mờ. Nhiều thanh đồng trong một đầu nối phải được đặt cách nhau xấp xỉ bằng chiều dày của thanh. Nếu các kích thước qui định cho các thanh không thích hợp với các đầu nối hoặc không sẵn có thì cho phép sử dụng các thanh khác có mặt cắt gần bằng và các bề mặt làm mát gần bằng hoặc nhỏ hơn. Không được đan xen các thanh đồng.

c) Đối với các thử nghiệm một pha hoặc nhiều pha, chiều dài nhỏ nhất của mối nối tạm thời bất kỳ đến nguồn thử nghiệm phải là 3 m, nhưng có thể giảm xuống còn 2 m với điều kiện là độ tăng nhiệt ở đầu cung cấp của mối nối không thấp hơn độ tăng nhiệt ở giữa chiều dài mối nối quá 5 °C. Chiều dài nhỏ nhất đến điểm chụm phải là 2 m.

Bảng 9 – Mặt cắt tiêu chuẩn của dây dẫn đồng ứng với dòng điện danh định

Giá trị dòng điện danh định A	Dài dòng điện danh định ¹⁾ A	Dây dẫn thử nghiệm			
		Cáp		Thanh đồng ²⁾	
		Số lượng	Diện tích mặt cắt ³⁾ mm ²	Số lượng	Kích thước ³⁾ mm
500	400 đến 500	2	150(16)	2	30 x 5(15)
630	500 đến 630	2	185(18)	2	40 x 5(15)
800	630 đến 800	2	240(21)	2	50 x 5(17)
1 000	800 đến 1 000			2	60 x 5(19)
1 250	1 000 đến 1 250			2	80 x 5(20)
1 600	1 250 đến 1 600			2	100 x 5(23)
2 000	1 600 đến 2 000			3	100 x 5(20)
2 500	2 000 đến 2 500			4	100 x 5(21)
3 150	2 500 đến 3 150			3	100 x 10(23)

¹⁾ Giá trị dòng điện phải lớn hơn giá trị thứ nhất và nhỏ hơn hoặc bằng giá trị thứ hai.

²⁾ Các thanh được giả thiết là bố trí với bề mặt dọc của chúng thẳng đứng. Có thể bố trí bề mặt dọc nằm ngang nếu có qui định của nhà chế tạo.

³⁾ Giá trị trong ngoặc là độ tăng nhiệt ước tính (tính bằng độ C) của dây dẫn thử nghiệm, được nêu để tham khảo.

TCVN 7994-1 : 2009

8.2.1.3.4 Đối với giá trị dòng điện danh định cao hơn 3 150 A:

Phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua về các hạng mục liên quan của thử nghiệm, ví dụ như loại nguồn, số pha và tần số (trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng), mặt cắt của dây dẫn thử nghiệm, v.v... Thông tin này phải tạo thành một phần của hồ sơ thử nghiệm.

8.2.1.4 Thử nghiệm độ tăng nhiệt sử dụng điện trở gia nhiệt có tổn hao công suất tương đương

Đối với một số tủ điện kiểu kín nhất định có mạch chính và mạch phụ có dòng điện danh định tương đối thấp, tổn hao công suất có thể được mô phỏng bằng điện trở gia nhiệt tạo ra lượng nhiệt tương tự và được lắp đặt tại vị trí thích hợp bên trong vỏ tủ.

Mặt cắt của dây dẫn đến các điện trở này phải sao cho không tản ra khỏi vỏ tủ lượng nhiệt đáng kể.

Thử nghiệm với điện trở gia nhiệt này được xem là đại diện hợp lý của tất cả các tủ điện sử dụng vỏ tủ giống nhau, ngay cả khi chúng được trang bị các thiết bị khác nhau, với điều kiện là tổng tổn hao công suất của các thiết bị lắp trong, có tính đến hệ số đa dạng, không vượt quá giá trị đặt đối với thử nghiệm.

Độ tăng nhiệt của thiết bị lắp trong không được vượt quá giá trị nêu trong Bảng 2 (xem 7.3). Độ tăng nhiệt này có thể tính xấp xỉ bằng cách lấy độ tăng nhiệt của thiết bị này, đo trong không khí thoáng, cộng với chênh lệch giữa nhiệt độ bên trong vỏ tủ và nhiệt độ không khí xung quanh vỏ tủ.

8.2.1.5 Đo nhiệt độ

Phải sử dụng nhiệt ngẫu hoặc nhiệt kế để đo nhiệt độ. Nói chung, đối với các cuộn dây, phải sử dụng phương pháp đo nhiệt độ bằng cách đo sự biến thiên điện trở. Đối với phép đo nhiệt độ không khí bên trong tủ điện, phải bố trí một số thiết bị đo ở những vị trí thuận tiện.

Nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu phải được bảo vệ chống gió lùa và bức xạ nhiệt.

8.2.1.6 Nhiệt độ không khí xung quanh

Nhiệt độ không khí xung quanh phải được đo trong một phần tư thời gian trước lúc kết thúc thử nghiệm bằng ít nhất là hai nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu được phân bố đều xung quanh tủ điện ở khoảng một nửa chiều cao và cách tủ điện khoảng 1 m. Nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu phải được bảo vệ chống gió lùa và bức xạ nhiệt.

Nếu nhiệt độ xung quanh trong quá trình thử nghiệm là từ +10 °C đến +40 °C thì các giá trị của Bảng 2 là giá trị giới hạn của độ tăng nhiệt.

Nếu nhiệt độ không khí xung quanh trong quá trình thử nghiệm vượt quá +40 °C hoặc thấp hơn +10 °C thì không áp dụng tiêu chuẩn này, mà nhà chế tạo và người sử dụng phải có thỏa thuận riêng.

8.2.1.7 Kết quả cần đạt được

Khi kết thúc thử nghiệm, độ tăng nhiệt không được vượt quá giá trị qui định trong Bảng 2. Thiết bị phải làm việc thỏa đáng trong phạm vi giới hạn điện áp qui định của chúng ở nhiệt độ bên trong của tủ điện.

8.2.2 Kiểm tra đặc tính điện môi

8.2.2.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm điển hình này không cần thực hiện trên các bộ phận của tủ điện đã được thử nghiệm điển hình theo yêu cầu kỹ thuật liên quan, với điều kiện là độ bền điện môi của chúng không bị phương hại bởi việc lắp đặt.

Ngoài ra, không cần thực hiện thử nghiệm này cho PTTA (xem Bảng 7).

Khi tủ điện có dây bảo vệ được cách điện với các bộ phận dẫn để hở theo điểm d) của 7.4.3.2.2, dây dẫn này phải được xem là mạch điện riêng rẽ, tức là nó phải được thử nghiệm với cùng điện áp như mạch chính trong đó có chứa dây dẫn này.

Thử nghiệm phải được thực hiện:

- theo các điều từ 8.2.2.6.1 đến 8.2.2.6.4 nếu nhà chế tạo công bố giá trị điện áp chịu xung danh định U_{imp} (xem 4.1.3);
- theo các điều từ 8.2.2.2 đến 8.2.2.5, trong tất cả các trường hợp còn lại.

8.2.2.2 Thử nghiệm vỏ tủ làm bằng vật liệu cách điện

Đối với vỏ tủ làm bằng vật liệu cách điện, thử nghiệm điện môi bổ sung phải được thực hiện bằng cách đặt điện áp thử nghiệm giữa một cực là lá kim loại bọc ngoài vỏ tủ, phủ qua các lỗ và mối nối, còn cực kia là bộ phận mang điện và bộ phận dẫn để hở nối với nhau bên trong vỏ tủ sát với các lỗ và mối nối này. Đối với thử nghiệm bổ sung này, điện áp thử nghiệm phải bằng 1,5 lần giá trị chỉ ra trong Bảng 10.

CHÚ THÍCH: Điện áp thử nghiệm đối với vỏ tủ của tủ điện được bảo vệ bởi cách điện tổng đang được xem xét.

8.2.2.3 Tay thao tác bên ngoài bằng vật liệu cách điện

Trong trường hợp tay thao tác làm bằng hoặc được bọc vật liệu cách điện để phù hợp với 7.4.3.1.3, thử nghiệm điện môi phải được tiến hành bằng cách đặt điện áp thử nghiệm bằng 1,5 lần điện áp thử nghiệm chỉ ra trong Bảng 10 giữa các bộ phận mang điện và lá kim loại quấn xung quanh toàn bộ bề mặt của tay cầm. Trong suốt thử nghiệm này, khung không được nối đất hoặc nối với mạch điện khác.

8.2.2.4 Vị trí đặt và giá trị điện áp thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm phải được đặt:

- 1) giữa tất cả các bộ phận mang điện và bộ phận dẫn để hở nối với nhau của tủ điện;
- 2) giữa từng cực và tất cả các cực còn lại nối với nhau rồi nối với các bộ phận dẫn để hở của tủ điện.

TCVN 7994-1 : 2009

Điện áp thử nghiệm tại thời điểm bắt đầu đặt điện áp không được vượt quá 50 % giá trị nêu trong điều này. Sau đó, phải tăng từ từ trong vài giây đến giá trị đầy đủ qui định trong điều này và duy trì trong 5 s. Nguồn công suất xoay chiều phải có công suất thích hợp để duy trì điện áp thử nghiệm bất kể dòng điện rò. Điện áp thử nghiệm phải có dạng sóng về cơ bản là hình sin và tần số từ 45 Hz đến 62 Hz.

Giá trị điện áp thử nghiệm phải như dưới đây.

8.2.2.4.1 Đối với mạch chính và mạch phụ không được đề cập trong 8.2.2.4.2 dưới đây, giá trị phải theo Bảng 10.

Bảng 10

Điện áp cách điện danh định U_i (pha-pha), V	Điện áp thử nghiệm điện môi xoay chiều hiệu dụng V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1 000$	3 500
$1 000 < U_i \leq 1 500^*$	3 500

* Chỉ đối với điện một chiều.

8.2.2.4.2 Đối với mạch phụ trong đó nhà chế tạo chỉ ra là không thích hợp để cấp nguồn trực tiếp từ mạch chính, giá trị phải theo Bảng 11.

Bảng 11

Điện áp cách điện danh định U_i (pha-pha), V	Điện áp thử nghiệm điện môi xoay chiều hiệu dụng V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	$2 U_i + 1 000$ với tối thiểu là 1 500

8.2.2.5 Kết quả cần đạt được

Thử nghiệm được xem là đạt nếu không có phóng điện đánh thủng hoặc phóng điện bề mặt.

8.2.2.6 Thử nghiệm chịu điện áp xung

8.2.2.6.1 Điều kiện chung

Tủ điện cần thử nghiệm phải được lắp hoàn toàn trên giá đỡ của nó hoặc giá đỡ tương đương như trong vận hành bình thường theo hướng dẫn của nhà chế tạo và điều kiện môi trường xung quanh qui định trong 6.1.

Tay thao tác bất kỳ làm bằng vật liệu cách điện và vỏ bọc phi kim loại tích hợp bất kỳ của thiết bị, được thiết kế để sử dụng mà không có vỏ bọc bổ sung phải được bọc bằng lá kim loại nối với khung hoặc tấm lắp đặt. Lá kim loại phải được áp lên tất cả các bề mặt mà có thể bị chạm tới bằng que thử tiêu chuẩn (đầu dò thử nghiệm B của TCVN 4255 (IEC 60529)).

8.2.2.6.2 Điện áp thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm phải như qui định trong 7.1.2.3.2 và 7.1.2.3.3.

Khi có thỏa thuận với nhà chế tạo, thử nghiệm có thể thực hiện sử dụng điện áp có tần số công nghiệp hoặc điện áp một chiều cho trong Bảng 13. Cho phép ngắt bộ chống sét trong quá trình thử nghiệm này, với điều kiện là đặc tính của bộ chống sét đã biết. Tuy nhiên, thiết bị có lắp phương tiện triệt tiêu quá điện áp phải được ưu tiên thử nghiệm với điện áp xung. Thành phần năng lượng của dòng điện thử nghiệm không được vượt quá thông số đặc trưng về năng lượng của phương tiện triệt tiêu quá điện áp.

CHÚ THÍCH: Thông số của phương tiện triệt tiêu quá điện áp cần thích hợp để áp dụng. Thông số này đang được xem xét.

- a) Phải đặt điện áp xung $1,2/50 \mu\text{s}$ ba lần cho từng cực tính với thời gian nhỏ nhất là 1 s.
- b) Điện áp tần số công nghiệp và điện áp một chiều phải đặt trong ba chu kỳ trong trường hợp điện xoay chiều hoặc 10 ms cho từng cực tính trong trường hợp điện một chiều.

Khe hở không khí bằng hoặc lớn hơn các giá trị trong trường hợp A của Bảng 14 có thể được kiểm tra bằng phép đo, theo phương pháp mô tả trong Phụ lục F.

8.2.2.6.3 Đặt điện áp thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm được đặt như dưới đây:

- a) giữa từng bộ phận mang điện (kể cả mạch điều khiển và mạch phụ nối với mạch chính) và các bộ phận dẫn để hở nối với nhau của tủ điện;
- b) giữa từng cực của mạch chính và các cực còn lại;
- c) giữa từng mạch điều khiển và mạch phụ thường không nối với các mạch chính và
 - mạch chính,
 - các mạch khác,

TCVN 7994-1 : 2009

- bộ phận dẫn để hở,
- vỏ tủ hoặc tấm lắp đặt;

d) đối với bộ phận kéo ra được đang ở vị trí cách ly: đặt điện áp lên khe hở cách ly, giữa phía nguồn và bộ phận kéo ra được và giữa đầu nối nguồn và đầu nối tải, nếu liên quan.

8.2.2.6.4 Kết quả cần đạt được

Không được có phóng điện đánh thủng không chủ ý trong quá trình thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 1: Một ngoại lệ là phóng điện đánh thủng có chủ ý được thiết kế cho mục đích này, ví dụ, phương tiện triệt tiêu quá điện áp quá độ.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ "phóng điện đánh thủng" liên quan đến hiện tượng có kèm theo hồng cách điện do ứng suất điện, trong đó phóng điện nối tắt hoàn toàn cách điện cần thử nghiệm, làm giảm điện áp giữa các điện cực về không hoặc gần không.

CHÚ THÍCH 3: Thuật ngữ "phóng điện xuyên qua" được dùng khi phóng điện xảy ra qua chất điện môi khí hoặc lỏng.

CHÚ THÍCH 4: Thuật ngữ "phóng điện bề mặt" được dùng khi phóng điện xảy ra qua bề mặt điện môi trong chất trung gian khí hoặc lỏng.

CHÚ THÍCH 5: Thuật ngữ "đám xuyên" được dùng khi phóng điện đánh thủng xảy ra qua chất điện môi rắn.

CHÚ THÍCH 6: Phóng điện đánh thủng trong chất điện môi rắn tạo ra tổn hao vĩnh viễn cường độ điện môi; trong chất điện môi lỏng hoặc khí, tổn hao này cũng có thể chỉ tạm thời.

8.2.2.7 Kiểm tra chiều dài đường rò

Phải đo chiều dài đường rò ngắn nhất giữa các pha, giữa các dây dẫn của mạch điện ở các điện áp khác nhau, và giữa bộ phận mang điện và bộ phận dẫn để hở. Chiều dài đường rò đo được liên quan đến nhóm vật liệu và độ nhiễm bẩn phải phù hợp với yêu cầu của 7.1.2.3.5.

8.2.3 Kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch

8.2.3.1 Mạch điện của tủ điện không phải kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch

Không yêu cầu kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch trong các trường hợp sau.

8.2.3.1.1 Đối với tủ điện có dòng điện ngắn hạn danh định hoặc dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện không vượt quá 10 kA.

8.2.3.1.2 Đối với tủ điện được bảo vệ bằng thiết bị hạn chế dòng điện có dòng điện ngưỡng cắt không vượt quá 17 kA ở dòng điện ngắn mạch kỳ vọng cho phép lớn nhất tại các đầu nối của mạch đường điện vào của tủ điện.

8.2.3.1.3 Đối với mạch phụ của tủ điện được thiết kế để nối với máy biến áp có công suất danh định không vượt quá 10 kVA đối với điện áp thứ cấp danh định không nhỏ hơn 110 V hoặc 1,6 kVA đối với điện áp thứ cấp danh định nhỏ hơn 110 V, và trở kháng ngắn mạch không nhỏ hơn 4 %.

8.2.3.1.4 Đối với tất cả các bộ phận của tủ điện (thanh cái, vật đỡ thanh cái, mối nối đến thanh cái, khối đường điện vào, khối đường điện ra, thiết bị đóng cắt, v.v...) đã chịu thử nghiệm điển hình có hiệu lực trong các điều kiện của tủ điện.

CHÚ THÍCH: Ví dụ về các thiết bị đóng cắt là thiết bị có dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện theo IEC 60947-3 hoặc bộ khởi động động cơ phối hợp với thiết bị bảo vệ ngắn mạch theo TCVN 6592-4-1 (IEC 60947-4-1).

8.2.3.2 Các mạch điện của tủ điện phải kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch

Điều này áp dụng cho tất cả các mạch điện không được đề cập trong 8.2.3.1.

8.2.3.2.1 Bố trí thử nghiệm

Tủ điện hoặc các bộ phận của tủ phải được bố trí như trong sử dụng bình thường. Ngoại trừ các thử nghiệm trên thanh cái và tùy thuộc vào cấu trúc của tủ điện, thử nghiệm các khối chức năng đơn lẻ là đủ nếu các khối chức năng còn lại được kết cấu theo cách tương tự và không thể ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm.

8.2.3.2.2 Thực hiện thử nghiệm – Yêu cầu chung

Nếu mạch thử nghiệm có lắp cầu chảy thì phải sử dụng dây chảy có thông số dòng điện lớn nhất (ứng với dòng điện danh định) và, nếu yêu cầu, là loại được nhà chế tạo chỉ ra là chấp nhận được.

Dây nguồn và mối nối ngắn mạch yêu cầu để thử nghiệm tủ điện phải có đủ độ bền chịu được các ngắn mạch và được bố trí sao cho chúng không đưa vào bất kỳ ứng suất bổ sung nào.

Nếu không có thỏa thuận khác thì mạch thử nghiệm phải được nối với các đầu nối vào của tủ điện. Tủ điện ba pha phải được nối trên cơ sở ba pha.

Để kiểm tra tất cả các thông số chịu ngắn mạch (xem 4.3, 4.4, 4.5 và 4.6), giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng ở điện áp cung cấp bằng 1,05 lần điện áp làm việc danh định phải được xác định từ biểu đồ lao động hiệu chuẩn được lấy khi dây nguồn nối đến tủ điện được nối tắt bằng một đầu nối có trở kháng không đáng kể tại vị trí sát nhất có thể với đầu vào của tủ điện. Biểu đồ dao động phải cho thấy số dòng điện không đổi sao cho có thể đo tại thời điểm tương ứng với tác động của thiết bị bảo vệ lắp trong tủ điện hoặc trong khoảng thời gian qui định, dòng điện này xấp xỉ giá trị qui định trong 8.2.3.2.4.

Đối với các thử nghiệm ở điện xoay chiều, tần số của mạch thử nghiệm trong quá trình thử nghiệm ngắn mạch phải là tần số danh định có dung sai là 25 %.

Tất cả các bộ phận của tủ được thiết kế để nối với dây bảo vệ trong vận hành, kể cả vỏ tủ, phải được nối như sau:

1) đối với tủ điện thích hợp để sử dụng trong hệ thống ba pha bốn dây (xem thêm TCVN 7995 (IEC 60038)) có điểm sao nối đất và ghi nhãn tương ứng, nối đến điểm trung tính của nguồn hoặc đến trung tính giả về căn bản là điện cảm thì cho phép dòng điện sự cố kỳ vọng ít nhất là 1 500 A;

2) đối với tủ điện thích hợp để sử dụng trong hệ thống ba pha ba dây cũng như ba pha bốn dây và được ghi nhãn tương ứng, nối đến dây pha ít có khả năng phóng điện xuống đất nhất.

CHÚ THÍCH: Phương pháp ghi nhãn và ký hiệu đang được xem xét.

Trừ tủ điện theo 7.4.3.2.2, mạch thử nghiệm phải có thiết bị tin cậy để phát hiện dòng điện sự cố (ví dụ, cầu chảy bằng dây đồng có đường kính 0,8 mm và chiều dài không nhỏ hơn 50 mm). Dòng điện sự cố kỳ vọng trong mạch phần tử nóng chảy phải là $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, trừ khi có qui định trong chú thích 2 và 3. Nếu cần, phải sử dụng điện trở hạn chế dòng điện đến giá trị đó.

CHÚ THÍCH 1: Dây đồng đường kính 0,8 mm sẽ chảy ở 1 500 A, trong xấp xỉ nửa chu kỳ, tại tần số từ 45 Hz đến 67 Hz (hoặc 0,01 s với nguồn một chiều).

CHÚ THÍCH 2: Dòng điện sự cố kỳ vọng có thể nhỏ hơn 1 500 A trong trường hợp thiết bị nhỏ, theo yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm liên quan, với dây đồng có đường kính nhỏ hơn (xem chú thích 4) ứng với thời gian chảy giống như trong chú thích 1.

CHÚ THÍCH 3: Trong trường hợp nguồn có trung tính giả, có thể chấp nhận dòng điện sự cố kỳ vọng thấp hơn, có thỏa thuận với nhà chế tạo, với dây đồng có đường kính nhỏ hơn (xem chú thích 4) ứng với thời gian chảy giống như trong chú thích 1.

CHÚ THÍCH 4: Mối liên quan giữa dòng điện sự cố kỳ vọng trong mạch phần tử nóng chảy và đường kính dây đồng cần theo Bảng 12.

Bảng 12 – Mối liên quan giữa dòng điện sự cố kỳ vọng và đường kính dây đồng

Đường kính dây đồng mm	Dòng điện sự cố kỳ vọng trong mạch phần tử nóng chảy A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

8.2.3.2.3 Thử nghiệm mạch chính

Đối với tủ điện có thanh cái, áp dụng thử nghiệm theo điểm a), b) và d) dưới đây.

Đối với tủ điện không có thanh cái, áp dụng thử nghiệm theo điểm a).

Đối với tủ điện không đáp ứng các yêu cầu của 7.5.5.1.2, áp dụng bổ sung thử nghiệm theo mục c).

a) Trong trường hợp mạch lấy điện ra có linh kiện trước đó chưa phải chịu thử nghiệm thích hợp thì phải áp dụng thử nghiệm dưới đây.

Để thử nghiệm mạch đường điện ra, phải có đầu nối đường điện ra kèm theo đã được lắp bu lông để nối tắt. Khi thiết bị bảo vệ trong mạch đường điện ra là aptômát thì mạch thử nghiệm có thể có điện trở sun theo 8.3.4.1.2 b) của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1), song song với cuộn kháng để điều chỉnh dòng điện ngắn mạch.

Đối với aptômát có dòng điện danh định đến và bằng 630 A, mạch thử nghiệm phải có cáp có chiều dài 0,75 m có diện tích mặt cắt tương ứng với dòng điện nhiệt qui ước (xem TCVN 6592-1 (IEC 60947-1), Bảng 9 và 10). Thiết bị đóng cắt phải được đóng và giữ ở trạng thái đóng theo cách như sử dụng bình thường trong vận hành. Sau đó, phải đặt điện áp thử nghiệm một lần và với thời gian đủ dài để cho phép thiết bị bảo vệ ngắn mạch ở khối đường điện ra tác động để giải trừ sự cố và, trong mọi trường hợp không được ít hơn 10 chu kỳ (khoảng thời gian của điện áp thử nghiệm).

b) Tủ điện có thanh cái chính phải chịu một thử nghiệm bổ sung để chứng tỏ độ bền chịu ngắn mạch của thanh cái chính và khối đường điện vào kể cả các mối nối. Điểm tạo ra ngắn mạch phải cách điểm nguồn gần nhất là $2\text{ m} \pm 0,40\text{ m}$. Để kiểm tra dòng điện ngắn hạn danh định (xem 4.3) và dòng điện chịu thử đỉnh danh định (xem 4.4), khoảng cách này có thể được tăng lên nếu các thử nghiệm được tiến hành ở điện áp thấp hơn, với điều kiện là dòng điện thử nghiệm có giá trị danh định (xem điểm b) của 8.2.3.2.4). Trong trường hợp thiết kế của tủ điện có chiều dài thanh cái cần thử nghiệm nhỏ hơn 1,6 m và tủ điện không được thiết kế để mở rộng thì phải thử nghiệm toàn bộ chiều dài thanh cái, ngắn mạch được thiết lập tại đầu của các thanh cái. Nếu tập hợp các thanh cái gồm có các đoạn khác nhau (như mặt cắt, khoảng cách giữa các thanh cái liên kế, kiểu và số lượng vật đỡ trên mỗi mét chiều dài) thì mỗi đoạn phải được thử nghiệm riêng rẽ. Thử nghiệm có thể tiến hành đồng thời, miễn là đáp ứng các điều kiện trên.

c) Ngắn mạch đạt được nhờ các mối nối bu lông trên dây dẫn nối thanh cái với khối đường điện ra đơn lẻ, sát nhất có thể với đầu nối về phía thanh cái của khối đường điện ra. Giá trị dòng điện ngắn mạch phải giống như giá trị đối với thanh cái chính.

d) Nếu có thanh trung tính thì nó phải chịu một thử nghiệm để chứng tỏ độ bền chịu ngắn mạch liên quan đến thanh cái pha gần nhất kể cả các mối nối. Để nối thanh trung tính với thanh cái pha này, áp dụng các yêu cầu của điểm b) của 8.2.3.2.3. Nếu không có thỏa thuận khác giữa nhà chế tạo và người sử dụng, giá trị dòng điện thử nghiệm trong thanh trung tính phải là 60 % dòng điện pha trong quá trình thử nghiệm ba pha.

8.2.3.2.4 Giá trị và khoảng thời gian của dòng điện ngắn mạch

a) Đối với tủ điện được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ ngắn mạch, khi các thiết bị này ở trong mạch đường điện vào hoặc bất kỳ vị trí nào khác, điện áp thử nghiệm phải đặt trong thời gian đủ dài để cho phép thiết bị bảo vệ ngắn mạch tác động để giải trừ sự cố và, trong mọi trường hợp, không được nhỏ hơn 10 chu kỳ.

b) Tủ điện không lắp thiết bị bảo vệ ngắn mạch trong khối đường điện vào (xem 7.5.2.1.2).

Đối với tất cả các thông số đặc trưng về chịu ngắn mạch, phải kiểm tra ứng suất điện động và ứng suất nhiệt với dòng điện kỳ vọng, ở phía nguồn cung cấp của thiết bị bảo vệ qui định, nếu có, bằng giá trị dòng điện ngắn hạn danh định, dòng điện chịu thử đỉnh danh định, dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện hoặc dòng điện ngắn mạch gây cháy danh định do nhà chế tạo ấn định.

Trong trường hợp có khó khăn trong việc thực hiện thử nghiệm ngắn hạn hoặc thử nghiệm chịu thử đỉnh tại điện áp làm việc lớn nhất, thử nghiệm theo điểm b), c) và d) của 8.2.3.2.3 có thể thực hiện tại bất kỳ điện áp thấp hơn nào, dòng điện thử nghiệm thực tế trong trường hợp này bằng với dòng điện ngắn hạn danh định hoặc dòng điện chịu thử đỉnh. Điều này phải được chỉ ra trong hồ sơ thử nghiệm. Tuy nhiên, nếu xảy ra nhà tiếp điểm tạm thời của thiết bị bảo vệ trong quá trình thử nghiệm thì phải lập lại thử nghiệm tại điện áp làm việc lớn nhất.

Đối với các thử nghiệm ngắn hạn hoặc thử nghiệm chịu thử đỉnh, cơ cấu nhà quá dòng, nếu có, có nhiều khả năng bị tác động trong quá trình thử nghiệm phải được làm mất hiệu lực.

Tất cả các thử nghiệm phải được thực hiện tại tần số danh định của thiết bị với dung sai bằng $\pm 25\%$, và tại hệ số công suất thích hợp với dòng điện ngắn mạch theo Bảng 4.

Giá trị dòng điện trong quá trình hiệu chuẩn là trung bình các giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều trong tất cả các pha. Khi thực hiện thử nghiệm tại điện áp làm việc lớn nhất, dòng điện hiệu chuẩn là dòng điện thử nghiệm thực tế. Trong từng pha, dòng điện phải nằm trong dung sai từ $+5\%$ đến 0% và hệ số công suất có dung sai từ $+0,0$ đến $-0,05$. Phải đặt dòng điện với thời gian qui định trong đó giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều phải duy trì không đổi.

CHÚ THÍCH 1: Tuy nhiên, nếu cần thiết, do các hạn chế thử nghiệm, cho phép thời gian thử nghiệm khác; trong trường hợp này, dòng điện thử nghiệm cần được thay đổi theo công thức $I^2t = \text{hằng số}$, với điều kiện là giá trị đỉnh không vượt quá dòng điện chịu thử đỉnh danh định mà không có sự cho phép của nhà chế tạo và giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn hạn không được nhỏ hơn giá trị danh định trong tối thiểu là một pha sau ít nhất 1 s từ khi bắt đầu có dòng điện.

CHÚ THÍCH 2: Thử nghiệm chịu thử dòng điện đỉnh và thử nghiệm dòng điện ngắn hạn có thể riêng rẽ. Trong trường hợp này, thời gian trong đó cần ngắn mạch đối với thử nghiệm chịu thử dòng điện đỉnh sao cho giá trị I^2t không lớn hơn giá trị tương ứng đối với thử nghiệm dòng điện ngắn hạn, nhưng không nhỏ hơn ba chu kỳ.

CHÚ THÍCH 3: Trong trường hợp không đạt được dòng điện thử nghiệm yêu cầu ở mỗi pha thì dung sai thử nghiệm dương có thể lớn hơn với sự đồng ý của nhà chế tạo.

Đối với thử nghiệm dòng điện ngắn mạch có điều kiện và thử nghiệm dòng điện ngắn mạch gây cháy, thử nghiệm phải được tiến hành ở 1,05 lần điện áp làm việc danh định (xem 8.2.3.2.2) với dòng điện kỳ vọng, ở phía nguồn cung cấp của thiết bị bảo vệ qui định, bằng giá trị dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện và dòng điện ngắn mạch gây cháy. Không cho phép thử nghiệm ở điện áp thấp hơn.

8.2.3.2.5 Kết quả cần đạt được

Sau thử nghiệm, dây dẫn không được có biến dạng quá mức. Biến dạng thanh cái ở mức không đáng kể được chấp nhận, miễn là khe hở không khí và chiều dài đường rò qui định ở 7.1.2 vẫn phù hợp. Cách điện của dây dẫn và các bộ phận cách điện dùng để đỡ không được có dấu hiệu suy giảm đáng kể, nghĩa là, đặc tính thiết yếu của cách điện phải duy trì sao cho các đặc tính cơ và đặc tính điện môi của thiết bị thoả mãn yêu cầu của tiêu chuẩn này.

Thiết bị phát hiện, nếu có, không được báo có dòng điện sự cố.

Các bộ phận sử dụng để đấu nối dây dẫn không được lỏng ra và dây dẫn không được tuột ra khỏi đầu nối đường điện ra.

Cho phép có biến dạng vỏ tủ đến mức mà cấp bảo vệ không bị phương hại và khe hở không khí không giảm đến giá trị nhỏ hơn giá trị qui định.

Bất kỳ biến dạng nào của mạch điện thanh cái hoặc khung của tủ điện làm phương hại đến việc gài các khối kéo ra được hoặc các khối tháo ra được phải được xem là không đạt.

Trong trường hợp có nghi ngờ, phải kiểm tra xem thiết bị lắp trong tủ điện có còn giữ được tình trạng như mô tả trong yêu cầu kỹ thuật liên quan hay không.

Ngoài ra, sau thử nghiệm 8.2.3.2.3 a) và thử nghiệm kết hợp với thiết bị bảo vệ ngắn mạch, tủ được thử nghiệm phải có khả năng chịu được thử nghiệm điện môi của 8.2.2, ở điện áp dùng cho tình trạng sau thử nghiệm mô tả trong tiêu chuẩn liên quan đối với thử nghiệm ngắn mạch thích hợp, cụ thể là:

- a) giữa tất cả các bộ phận mang điện và khung của tủ điện, và
- b) giữa từng cực và tất cả các cực còn lại nối với khung của tủ điện.

Nếu thực hiện thử nghiệm a) và b) ở trên thì chúng phải được thực hiện với cầu chảy bất kỳ đã được thay và với tất cả các thiết bị đóng cắt đều ở vị trí đóng.

8.2.3.2.6 Đối với PTTA, kiểm tra độ bền chịu ngắn mạch phải được thực hiện:

- bằng thử nghiệm theo các Điều từ 8.2.3.2.1 đến 8.2.3.2.5;
- hoặc bằng ngoại suy từ các bố trí thử nghiệm điển hình tương tự.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ về phương pháp ngoại suy từ bố trí thử nghiệm điển hình được cho trong IEC 61117.

CHÚ THÍCH 2: Cần cẩn thận khi so sánh độ bền dây dẫn, khoảng cách giữa các bộ phận mang điện và bộ phận dẫn để hở, khoảng cách giữa các vật đỡ, chiều cao và độ bền của các vật đỡ, độ bền và kiểu kết cấu định vị vật đỡ.

8.2.4 Kiểm tra hiệu lực của mạch bảo vệ

8.2.4.1 Kiểm tra hiệu lực mối nối giữa bộ phận dẫn để hở của tủ điện và mạch bảo vệ

Phải kiểm tra để chứng tỏ các bộ phận dẫn để hở khác nhau của tủ điện đã được nối hiệu lực với mạch bảo vệ và điện trở mối nối giữa dây bảo vệ đường điện vào và bộ phận dẫn để hở liên quan không vượt quá $0,1 \Omega$.

Kiểm tra bằng cách sử dụng thiết bị đo điện trở hoặc bố trí mạch đo có khả năng truyền dòng điện ít nhất 10 A xoay chiều hoặc một chiều vào trở kháng $0,1 \Omega$ giữa các điểm đo điện trở.

CHÚ THÍCH: Có thể cần giới hạn thời gian thử nghiệm đến 5 s trong trường hợp thiết bị có dòng điện nhỏ có thể bị ảnh hưởng bất lợi do thử nghiệm.

8.2.4.2 Kiểm tra độ bền ngắn mạch của mạch bảo vệ bằng thử nghiệm

(Không áp dụng cho mạch điện theo 8.2.3.1)

Nguồn cung cấp cho thử nghiệm một pha phải được nối với đầu nối đường điện vào của một pha và nối với đầu nối dùng cho dây bảo vệ đường điện vào. Khi tủ điện có dây bảo vệ riêng rẽ, phải sử dụng dây pha gần nhất. Đối với từng khối đường điện ra đại diện, phải thực hiện thử nghiệm riêng rẽ cho mối nối ngắn mạch bằng bu lông giữa đầu nối pha đường điện ra tương ứng của khối và đầu nối cho dây bảo vệ đường điện ra liên quan.

Từng khối đường điện ra cần thử nghiệm phải được cung cấp một thiết bị bảo vệ trong số các thiết bị bảo vệ được thiết kế cho khối đường điện ra, cho phép giá trị dòng điện đỉnh lớn nhất và 1% đi qua. Thử nghiệm có thể được thực hiện với thiết bị bảo vệ đặt bên ngoài tủ điện.

Với thử nghiệm này, khung của tủ điện phải được cách điện với đất. Điện áp thử nghiệm phải bằng giá trị điện áp làm việc danh định một pha. Giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng sử dụng phải bằng 60 % giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng của thử nghiệm chịu ngắn mạch ba pha của tủ điện.

Tất cả các điều kiện khác của thử nghiệm này phải tương tự 8.2.3.2.

8.2.4.3 Kết quả cần đạt được

Tính liên tục và độ bền chịu ngắn mạch của mạch bảo vệ, hoặc mạch bảo vệ có chứa dây dẫn riêng rẽ hoặc khung, không được bị ảnh hưởng đáng kể.

Bên cạnh việc xem xét bằng cách quan sát, có thể kiểm tra bằng phép đo với dòng điện có giá trị bằng dòng điện danh định của khối đường điện ra liên quan.

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp khung được sử dụng làm dây bảo vệ, cho phép có tia lửa và phát nóng cục bộ ở các mối nối, với điều kiện là chúng không ảnh hưởng đến tính liên tục về điện và, các bộ phận dễ cháy liên kế không bắt lửa.

CHÚ THÍCH 2: Việc so sánh các điện trở, được đo trước và sau thử nghiệm, giữa đầu nối dùng cho dây bảo vệ đường điện vào và đầu nối dùng cho dây bảo vệ đường điện ra liên quan sẽ chứng tỏ sự phù hợp với điều kiện này.

8.2.5 Kiểm tra khe hở không khí và chiều dài đường rò

Phải kiểm tra xem khe hở không khí và chiều dài đường rò phù hợp với các giá trị qui định ở 7.1.2:

Nếu tủ điện có chứa các bộ phận kéo ra được thì cần kiểm tra khe hở không khí và chiều dài đường rò ở cả vị trí thử nghiệm (xem 2.2.9), nếu có, và vị trí cách ly (xem 2.2.10).

8.2.6 Kiểm tra thao tác về cơ

Thử nghiệm điển hình này không được thực hiện trên thiết bị của tủ điện đã được thử nghiệm điển hình theo yêu cầu kỹ thuật liên quan của chúng với điều kiện là thao tác về cơ của chúng không bị phương hại do việc lắp đặt.

Với các bộ phận cần thử nghiệm điển hình, thao tác về cơ thỏa đáng phải được kiểm tra sau khi lắp đặt tủ điện. Số chu kỳ thao tác phải là 50.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp khối chức năng kéo ra được thì một chu kỳ bao gồm các chuyển động vật lý bất kỳ từ vị trí đã nối đến vị trí cách ly và trở về vị trí đã nối.

Tại cùng một thời điểm, hoạt động của khoá liên động cơ kết hợp với các chuyển động này phải được kiểm tra. Thử nghiệm được xem là đạt nếu điều kiện làm việc của thiết bị, khoá liên động, v.v..., không bị phương hại và nếu nỗ lực yêu cầu để phải hoạt động giống như trước khi thử nghiệm.

8.2.7 Kiểm tra cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài

Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài phù hợp với 7.2.1 và 7.7 phải được kiểm tra theo TCVN 4255 (IEC 60529), trong trường hợp cần thiết, thực hiện các điều chỉnh để phù hợp với kiểu cụ thể của tủ điện. Nếu dễ dàng quan sát thấy có vết nước bên trong vỏ tủ ngay sau khi thử nghiệm sự xâm nhập của nước thì phải kiểm tra các đặc tính điện môi bằng thử nghiệm theo 8.2.2. Thiết bị thử nghiệm ứng với IP3X và IP4X cũng như loại giá đỡ dùng cho vỏ tủ trong quá trình thử nghiệm IP4X phải được nêu trong hồ sơ thử nghiệm.

Tủ điện có cấp bảo vệ IP5X phải được thử nghiệm theo cấp 2 trong 13.4 của TCVN 4255 (IEC 60529).

Tủ điện có cấp bảo vệ IP6X phải được thử nghiệm theo cấp 1 trong 13.4 của TCVN 4255 (IEC 60529).

8.2.8 Thử nghiệm EMC

Đối với các thử nghiệm EMC, xem H.8.2.8, Phụ lục H.

8.2.9 Kiểm tra khả năng của vật liệu cách điện chịu nhiệt không bình thường và chịu cháy (thử nghiệm sợi dây nóng đỏ)

Thử nghiệm sợi dây nóng đỏ phải được thực hiện theo IEC 60695-2-10 và IEC 60695-2-11, trong các điều kiện qui định ở 7.1.4:

- a) trên các bộ phận hoàn chỉnh của tủ điện, hoặc
- b) trên các bộ phận lấy từ các bộ phận này, hoặc
- c) trên các mẫu làm từ cùng loại vật liệu và có chiều dày đại diện.

8.3 Thử nghiệm thường xuyên

8.3.1 Kiểm tra tủ điện bao gồm xem xét đi dây và, nếu cần, thử nghiệm vận hành về điện

Phải kiểm tra tính hiệu lực của các phần tử thao tác bằng cơ, khoá liên động, khoá, v.v... Phải kiểm tra sắp đặt đúng của dây dẫn và cáp, lắp đặt đúng của các thiết bị. Việc xem xét bằng mắt cũng cần thiết để đảm bảo rằng cáp bảo vệ, chiều dài đường rò và khe hở không khí qui định được duy trì.

Các mối nối, đặc biệt là mối nối ren và bulông, phải được kiểm tra tiếp xúc thích hợp, có thể bằng các thử nghiệm ngẫu nhiên.

Ngoài ra, phải kiểm tra thông tin và ghi nhãn qui định trong 5.1 và 5.2, và tủ điện tương ứng với chúng. Hơn nữa, sự phù hợp của tủ điện với mạch điện và sơ đồ đi dây, dữ liệu kỹ thuật, v.v..., được nhà chế tạo cung cấp cũng phải được kiểm tra.

Tùy thuộc vào mức độ phức tạp của tủ điện, có thể cần xem xét sơ đồ đi dây và tiến hành thử nghiệm chức năng về điện. Qui trình thử nghiệm và số thử nghiệm tùy thuộc vào tủ điện có khoá liên động phức tạp, thiết bị điều khiển theo thứ tự, v.v..., hay không.

Trong một số trường hợp, có thể cần thực hiện hoặc lặp lại thử nghiệm này ở vị trí lắp đặt khi đưa hệ thống mà tủ điện được thiết kế vào hoạt động. Trong trường hợp này, phải có thoả thuận riêng giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

8.3.2 Thử nghiệm điện môi

Thử nghiệm phải được thực hiện

- theo 8.3.2.1 và điểm b) của 8.3.2.2, nếu nhà chế tạo công bố giá trị điện áp chịu xung danh định U_{imp} (xem 4.1.3);
- theo 8.3.2.1 và điểm a) của 8.3.2.2, trong các trường hợp khác.

Các thử nghiệm này không cần thực hiện trên PTTA có điện trở cách điện được kiểm tra theo 8.2.2.1 hoặc 8.3.4.

Thử nghiệm này không cần thực hiện trên mạch phụ của TTA và PTTA được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ ngắn mạch có thông số đặc trưng không quá 16 A và nếu, trước đó, thử nghiệm chức năng về điện (xem 8.3.1) đã được thực hiện ở điện áp danh định mà mạch phụ được thiết kế.

8.3.2.1 Yêu cầu chung

Tất cả các thiết bị điện của tủ điện phải được nối để thử nghiệm, ngoại trừ các thiết bị mà, theo yêu cầu kỹ thuật liên quan, được thiết kế ở điện áp thử nghiệm thấp hơn; thiết bị sử dụng dòng điện (ví dụ, cuộn dây, dụng cụ đo) trong đó, việc đặt điện áp thử nghiệm sẽ có dòng điện chạy qua, phải được ngắt ra. Các thiết bị này phải được ngắt tại một trong các đầu nối của chúng trừ trường hợp chúng không được thiết kế để chịu được điện áp thử nghiệm đầy đủ, trong trường hợp này, tất cả các đầu nối có thể được ngắt điện.

Tụ điện khử nhiễu lắp giữa bộ phận mang điện và bộ phận dẫn để hở không được ngắt ra và phải có khả năng chịu được điện áp thử nghiệm này.

8.3.2.2 Đặt điện áp thử nghiệm, thời gian đặt và giá trị đặt

a) Điện áp thử nghiệm theo 8.2.2.4 phải được đặt trong 1 s. Nguồn xoay chiều phải có công suất thích hợp để duy trì điện áp thử nghiệm bất kể tất cả các dòng điện rò. Điện áp thử nghiệm về cơ bản phải có dạng sóng sin và tần số từ 45 Hz đến 62 Hz.

Nếu thiết bị có trong mạch chính hoặc mạch phụ cần thử nghiệm đã chịu thử nghiệm điện môi trước đó thì điện áp thử nghiệm phải được giảm về 85 % giá trị chỉ ra trong 8.2.2.4.

Để thử nghiệm thì:

- tất cả các thiết bị đóng cắt phải ở trạng thái đóng, hoặc
- đặt liên tiếp điện áp thử nghiệm lên tất cả các bộ phận của mạch điện.

Điện áp thử nghiệm phải được đặt giữa bộ phận mang điện và bộ phận kết cấu dẫn của tủ điện.

b) Thử nghiệm phải được thực hiện theo 8.2.2.6.2 và 8.2.2.6.3. Nếu trong mạch điện có lắp các linh kiện mà theo tiêu chuẩn IEC của chúng, đã được thử nghiệm thường xuyên với các điện áp thử nghiệm thấp hơn thì phải sử dụng các điện áp thấp hơn này cho thử nghiệm. Tuy nhiên, điện áp thử nghiệm không được nhỏ hơn 30 % điện áp chịu xung danh định (không có hệ số hiệu chỉnh độ cao so với mực nước biển) hoặc hai lần điện áp cách điện danh định, chọn giá trị nào cao hơn.

8.3.2.3 Kết quả cần đạt được

Thử nghiệm được xem là đạt nếu không xảy ra phóng điện đâm xuyên hoặc phóng điện bề mặt.

8.3.3 Kiểm tra biện pháp bảo vệ và tính liên tục về điện của mạch bảo vệ

Phải kiểm tra biện pháp bảo vệ liên quan đến bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp và gián tiếp (xem 7.4.2 và 7.4.3).

Phải kiểm tra mạch bảo vệ bằng cách xem xét để chắc chắn là phù hợp với biện pháp mô tả trong 7.4.3.1.5. Đặc biệt, các mối nối bắt ren và bulông phải được kiểm tra tiếp xúc đủ, có thể bằng các thử nghiệm ngẫu nhiên.

8.3.4 Kiểm tra điện trở cách điện

Đối với PTTA không phải chịu các thử nghiệm điện môi theo 8.2.2 hoặc 8.3.2 thì phải tiến hành phép đo cách điện sử dụng thiết bị đo cách điện có điện áp ít nhất là 500 V.

Trong trường hợp này, thử nghiệm được xem là thoả mãn nếu điện trở cách điện giữa các mạch điện và bộ phận dẫn để hở tối thiểu là 1 000 Ω/V cho mỗi mạch điện so với điện áp danh nghĩa với đất của các mạch điện này.

Ngoài ra, các hạng mục mà theo yêu cầu cụ thể của chúng, là các thiết bị sử dụng dòng điện (ví dụ, các cuộn dây, thiết bị đo) khi đặt điện áp thử nghiệm, hoặc không được thiết kế để chịu được điện áp thử nghiệm đầy đủ thì phải được ngắt ra, tùy theo từng trường hợp.

Bảng 13 – Điện áp chịu thử điện môi dùng cho các thử nghiệm điện áp xung, điện áp tần số công nghiệp và điện áp một chiều

Điện áp chịu xung danh định U_{imp} kV	Điện áp thử nghiệm và độ cao tương ứng so với mực nước biển									
	$U_{1,2/50}$, đỉnh xoay chiều và một chiều kV					Xoay chiều hiệu dụng kV				
	Mức nước biển	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Mức nước biển	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5	0,38	0,38	0,38	0,37	0,36
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8	0,67	0,64	0,64	0,60	0,57
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2,0	2,0	1,9	1,77
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4	3,5	3,4	3,3	3,1	2,83
6	7,4	7,2	7	6,7	6	5,3	5,1	5,0	4,75	4,24
8	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,6	6,4	5,66
12	14,8	14,5	14	13,3	12	10,5	10,3	10,0	9,5	8,48

CHÚ THÍCH 1: Bảng này sử dụng đặc tính của trường đồng nhất, trường hợp B (xem 2.9.15), trong đó, các giá trị điện áp chịu thử dạng xung, một chiều và xoay chiều là như nhau. Giá trị hiệu dụng được rút ra từ giá trị đỉnh xoay chiều.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp khe hở không khí có giá trị nằm giữa các điều kiện trường hợp A và B thì giá trị xoay chiều và giá trị một chiều của bảng này là khắc nghiệt hơn so với điện áp xung.

CHÚ THÍCH 3: Thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp phải có thỏa thuận của nhà chế tạo (xem 8.2.2.6.2).

Bảng 14 – Khe hở không khí tối thiểu

Điện áp chịu xung danh định U_{imp} kV	Khe hở không khí tối thiểu mm							
	Trường hợp A Trường không đồng nhất (xem 2.9.16)				Trường hợp B Trường đồng nhất, điều kiện lý tưởng (xem 2.9.15)			
	Độ nhiễm bẩn				Độ nhiễm bẩn			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01	0,2	0,8	1,6	0,01	0,2	0,8	1,6
0,5	0,04				0,04			
0,8	0,1	0,1						
1,5	0,5	0,3						
2,5	1,5	1,5	1,5	0,6	0,6	0,6	0,6	
4	3	3	3	1,2	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2	
8	8	8	8	3	3	3	3	
12	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5	

CHÚ THÍCH: Giá trị khe hở không khí tối thiểu dựa trên điện áp xung 1,2/50 μ s, với áp suất khí quyển bằng 80 kPa tương đương với áp suất khí quyển bình thường ở độ cao 2 000 m so với mực nước biển.

Bảng 15 – Điện áp thử nghiệm đặt lên các tiếp điểm hở của thiết bị thích hợp để cách ly

Điện áp chịu xung danh định U_{imp} kV	Điện áp thử nghiệm và độ cao so với mực nước biển tương ứng									
	$U_{1,250}$ đỉnh xoay chiều và một chiều kV					Xoay chiều hiệu dụng kV				
	Mực nước biển	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Mực nước biển	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2	1,6	1,6	1,55	1,55	1,42
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3	2,47	2,47	2,4	2,26	2,12
4	6,2	6	5,8	5,6	5	4,38	4,24	4,10	3,96	3,54
6	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,60	6,40	5,66
8	12,3	12,1	11,7	11,1	10	8,7	8,55	8,27	7,85	7,07
12	18,5	18,1	17,5	16,7	15	13,1	12,80	12,37	11,80	10,6

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp khe hở không khí nằm giữa các điều kiện trường hợp A và B (xem Bảng 14) thì giá trị xoay chiều và giá trị một chiều của bảng này là khác nghiệt hơn so với điện áp xung.

CHÚ THÍCH 2: Thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp phải có thỏa thuận của nhà chế tạo (xem 8.2.2.6.2).

Bảng 16 – Chiều dài đường rò tối thiểu

Điện áp cách điện danh định của thiết bị hoặc hiệu dụng xoay chiều hoặc một chiều, V ⁵⁾	Chiều dài đường rò đối với thiết bị chịu ứng suất dài hạn, mm														
	Độ nhiễm bẩn 1			Độ nhiễm bẩn 2				Độ nhiễm bẩn 3				Độ nhiễm bẩn 4			
	1 ⁶⁾	2 ⁶⁾	1	2				3				4			
	Nhóm vật liệu			Nhóm vật liệu				Nhóm vật liệu				Nhóm vật liệu			
	2)	3)	2)	I ¹⁾	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4		1	1	1		1,6	1,6	1,6	
12,5	0,026	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42		1,05	1,05	1,05		1,6	1,6	1,6	
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45		1,1	1,1	1,1		1,6	1,6	1,6	
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48		1,2	1,2	1,2		1,6	1,6	1,6	
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5		1,25	1,25	1,25		1,7	1,7	1,7	
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3	1,3		1,8	1,8	1,8	
40	0,025	0,04	0,18	0,58	0,8	1,1		1,4	1,6	1,8		1,9	2,4	3	
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2		1,5	1,7	1,9		2	2,5	3,2	
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25		1,6	1,8	2		2,1	2,6	3,4	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9	2,1		2,2	2,8	3,6	
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4		1,8	2	2,2		2,4	3,0	3,6	
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1	2,4		2,5	3,2	4	
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6		2	2,2	2,5		3,2	4	5	
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2		2,5	2,8	3,2		4	5	6,3	
250	0,58	1	0,58	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6	4		5	6,3	8	
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4	4,5	5		6,3	8	10	4)
400	1	2	1	2	2,8	4		5	5,6	6,3		8	10	12,5	
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5		6,3	7,1	8,0		10	12,5	16	
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8	9	10		12,5	16	20	
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8		10	11	12,5		16	20	25	
1 000	3,2	6	3,2	5	7,1	10		12,5	14	16		20	25	32	
1 250			4,2	6,3	9	12,5		16	18	20		25	32	40	
1 600			5,6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2 000			7,5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2 500			10	12,5	18	25		32	36	40		50	63	80	
3 200			12,5	16	22	32		40	45	50	4)	63	80	100	
4 000			16	20	28	40		50	56	63		80	100	125	
5 000			20	25	36	50		63	71	80		100	125	160	
6 300			25	32	45	63		80	90	100		125	160	200	
8 000			32	40	56	80		100	110	125		160	200	250	
10 000			40	50	71	100		125	140	160		200	250	320	

¹⁾ Nhóm vật liệu I hoặc các nhóm vật liệu II, IIIa, IIIb trong trường hợp có khả năng phóng điện thì được giảm do các điều kiện của 2.4 của IEC 60664-1.

²⁾ Nhóm vật liệu I, II, IIIa và IIIb.

³⁾ Nhóm vật liệu I, II, IIIa.

⁴⁾ Giá trị chiều dài đường rò trong vùng này chưa được thiết lập. Nhóm vật liệu IIIb nói chung không khuyến cáo cho ứng dụng nhiễm bẩn độ 3 lớn hơn 630 V và nhiễm bẩn độ 4.

⁵⁾ Ngoại lệ, với điện áp cách điện danh định 127, 208, 415, 440, 660/690 và 830 V, có thể sử dụng chiều dài đường rò ứng với giá trị thấp hơn 125, 200, 400, 630 và 800 V.

⁶⁾ Giá trị nêu trong hai cột này áp dụng cho chiều dài đường rò của vật liệu đi dây mạch in.

CHÚ THÍCH 1: Phóng điện hoặc ăn mòn thường không xảy ra trên cách điện chịu điện áp làm việc 32 V và thấp hơn. Tuy nhiên, khả năng ăn mòn điện hoá cần được xem xét và do đó, cần qui định chiều dài đường rò nhỏ nhất.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị điện áp được chọn theo dãy R10.

Phụ lục A

(qui định)

Mặt cắt nhỏ nhất và lớn nhất của dây đồng thích hợp để đấu nối

(xem 7.1.3.2)

Bảng dưới đây áp dụng cho đấu nối một cáp đồng trong một đầu nối.

Bảng A.1

Dòng điện danh định	Dây một sợi hoặc dây bện		Dây mềm	
	Mặt cắt		Mặt cắt	
	min	max	min	max
A	mm ²		mm ²	
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
12	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

CHÚ THÍCH 1: Nếu dây dẫn bên ngoài được nối trực tiếp với thiết bị lắp trong thì mặt cắt được chỉ ra trong yêu cầu kỹ thuật liên quan là có hiệu lực.

CHÚ THÍCH 2: Trong các trường hợp cần phải có các dây dẫn không phải dây dẫn qui định trong bảng thì phải có thỏa thuận riêng giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

Phụ lục B

(qui định)

Phương pháp tính diện tích mặt cắt của dây bảo vệ liên quan đến ứng suất nhiệt do dòng điện ngắn hạn

(xem TCVN 7447-5-54 (IEC 60364-5-54) để có thông tin chi tiết hơn)

Công thức dưới đây phải được sử dụng để tính diện tích mặt cắt của dây bảo vệ cần thiết để chịu được các ứng suất nhiệt do dòng điện có thời gian trong khoảng từ 0,2 s đến 5 s.

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

trong đó

S_p là diện tích mặt cắt, tính bằng milimét vuông;

I là giá trị (hiệu dụng) của dòng điện sự cố xoay chiều đối với sự cố có trở kháng không đáng kể, có thể chạy qua dây bảo vệ, tính bằng ampe;

t là thời gian tác động của thiết bị ngắt, tính bằng giây;

CHÚ THÍCH: Cần tính đến ảnh hưởng hạn chế dòng điện của trở kháng mạch điện và khả năng hạn chế (tích phân Jun) của thiết bị bảo vệ.

k là hệ số phụ thuộc vào vật liệu của dây bảo vệ, cách điện và các bộ phận khác và các nhiệt độ ban đầu và cuối cùng.

Bảng B.1 – Giá trị k dùng cho dây bảo vệ có cách điện không lắp trong cáp, hoặc dây bảo vệ để hở tiếp xúc với vỏ cáp

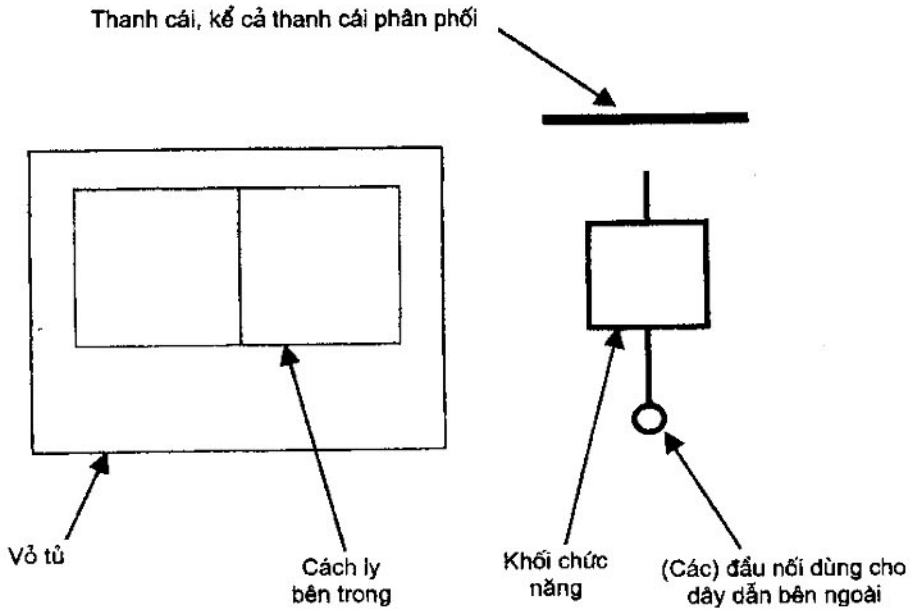
	Cách điện của dây bảo vệ hoặc vỏ cáp		
	PVC	XLPE EPR Dây dẫn để hở	Cao su butal
Nhiệt độ cuối cùng	160 °C	250 °C	220 °C
	Hệ số k		
Vật liệu của dây dẫn:			
Đồng	143	176	166
Nhôm	95	116	110
Thép	52	64	60

CHÚ THÍCH: Nhiệt độ ban đầu của dây dẫn được giả thiết là 30 °C.

Phụ lục C

(đã xoá)

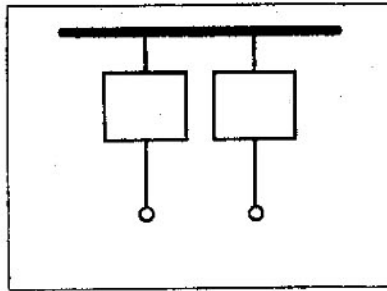
Phụ lục D
(tham khảo)
Dạng cách ly bên trong
(xem 7.7)



Hình D.1 – Ký hiệu sử dụng trong hình D.2

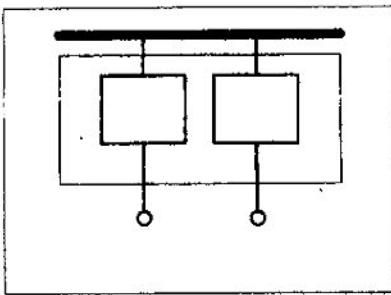
Dạng 1

Không có phân cách bên trong



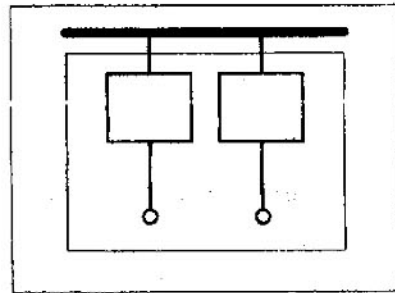
Dạng 2

Phân cách thanh cái với các khối chức năng



Dạng 2a:

Đầu nối không phân cách với thanh cái



Dạng 2b:

Đầu nối có phân cách với thanh cái

Hình D.2 – Dạng 1 và 2

Dạng 3

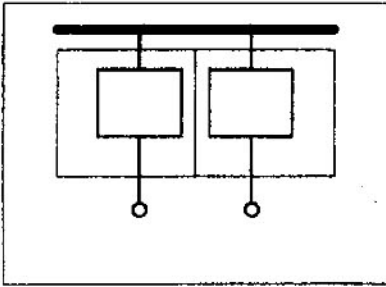
Phân cách thanh cái với tất cả các khối chức năng

+

Phân cách tất cả các khối chức năng với nhau

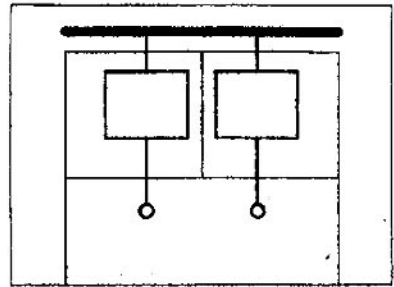
+

Phân cách các đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài với các khối chức năng nhưng không phân cách với các đầu nối của các khối chức năng khác



Dạng 3a:

Đầu nối không phân cách với thanh cái



Dạng 3b:

Đầu nối có phân cách với thanh cái

Dạng 4

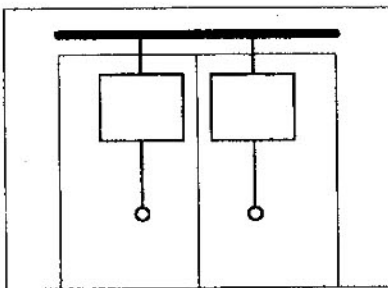
Phân cách thanh cái với tất cả các khối chức năng

+

Phân cách tất cả các khối chức năng với nhau

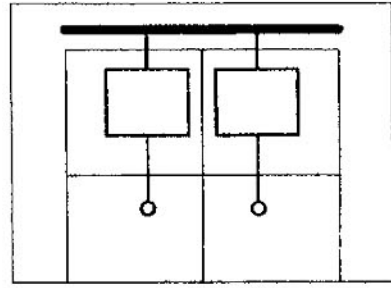
+

Phân cách các đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài kết hợp với khối chức năng với các đầu nối của khối chức năng còn lại bất kỳ và thanh cái



Dạng 4a:

Đầu nối trong cùng ngăn với khối chức năng lắp cùng



Dạng 4b:

Đầu nối không cùng ngăn với khối chức năng lắp cùng

Hình D.2 – Dạng 3 và 4

Phụ lục E

(tham khảo)

Hạng mục cần có thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng

Điều của tiêu
chuẩn này

- 4.7 Hệ số đa dạng danh định
- 6.1.1.2 (Chú thích) Sử dụng tủ điện ở khí hậu địa cực
- 6.1.3 (Chú thích) Sử dụng thiết bị điện tử ở độ cao trên 1 000 m so với mực nước biển
- 6.2 Các điều kiện vận hành đặc biệt
- 6.2.10 Nhiều dẫn và nhiễu bức xạ
- 6.3.1 Điều kiện trong quá trình vận chuyển, bảo quản và lắp ráp
- 7.1.3 Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài
- 7.2.1.1 Cấp bảo vệ yêu cầu cho hệ thống lắp đặt dự kiến. Đối với tủ điện lắp đặt trên sàn, cấp bảo vệ của đáy cũng cần được chỉ ra.
- 7.4.2 Chọn biện pháp bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp
- 7.4.3 Chọn biện pháp bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp
- 7.4.6 Khả năng tiếp cận khi vận hành của người được uỷ quyền
- 7.4.6.1 Khả năng tiếp cận để kiểm tra và thao tác tương tự
- 7.4.6.2 Khả năng tiếp cận để bảo trì
- 7.4.6.3 Khả năng tiếp cận để mở rộng khi đang có điện áp
- 7.5.2.3 Giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng trong trường hợp một số khối đường điện vào hoặc khối đường điện ra dùng cho máy điện quay công suất cao
- 7.6.4.1 Khoá liên động
- 7.6.4.3 Cấp bảo vệ sau khi tháo bộ phận tháo ra được hoặc bộ phận kéo ra được
- 7.7 Dạng phân cách
- 7.9.1 Biến thiên điện áp đầu vào đối với nguồn cung cấp cho thiết bị điện tử
- 7.9.4, điểm b) Sai lệch tần số cung cấp
- 8.2.1.3.4 Thử nghiệm độ tăng nhiệt đối với giá trị dòng điện thử nghiệm cao hơn 3 150 A
- 8.2.1.6 Nhiệt độ không khí xung quanh đối với thử nghiệm độ tăng nhiệt
- 8.2.3.2.3, điểm d) Giá trị dòng điện thanh trung tính đối với thử nghiệm ngắn mạch
- 8.3.1 Lắp lại thử nghiệm thao tác về điện tại hiện trường

Phụ lục F

(qui định)

Đo chiều dài đường rò và khe hở không khí ***F.1 Nguyên tắc cơ bản**

Chiều rộng X của các rãnh qui định trong các ví dụ từ 1 đến 11 dưới đây về cơ bản áp dụng cho tất cả các ví dụ là hàm của độ nhiễm bẩn như sau:

Độ nhiễm bẩn	Giá trị nhỏ nhất của chiều rộng X của các rãnh mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5
4	2,5

Nếu khe hở không khí kết hợp nhỏ hơn 3 mm thì chiều rộng nhỏ nhất của rãnh có thể giảm còn 1/3 khe hở không khí này.

Phương pháp đo chiều dài đường rò và khe hở không khí được chỉ ra trong các ví dụ từ 1 đến 11. Các ví dụ này không phân biệt giữa khe hở và rãnh hoặc giữa loại cách điện.

Ngoài ra:

- tất cả các góc được giả thiết là nổi bậc cầu bằng tuyến cách điện rộng X mm di chuyển tới vị trí bất lợi nhất (xem ví dụ 3);
- trong trường hợp khoảng cách qua đỉnh rãnh là X mm hoặc lớn hơn thì chiều dài đường rò được đo theo đường viền của rãnh (xem ví dụ 2);
- chiều dài đường rò và khe hở không khí đo được giữa các phần chuyển động tương đối với nhau được đo khi các phần này ở vị trí tính tại bất lợi nhất của chúng;

F.2 Sử dụng các đường gân

Vì các đường gân tác dụng lên nhiễm bẩn và hiệu ứng khô nhanh tốt hơn nên các đường gân được xem là làm giảm được sự hình thành dòng điện rò. Do đó, chiều dài đường rò có thể giảm còn 0,8 giá trị yêu cầu, với điều kiện là chiều cao tối thiểu của gân là 2 mm.

* Phụ lục F này hoàn toàn tương đương với Phụ lục G của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1).



Hình F.1 – Đo các đường gân

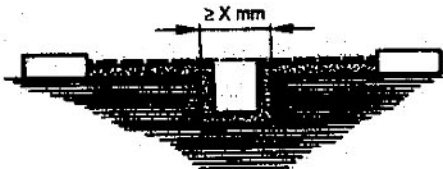
Ví dụ 1



Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm các rãnh có cạnh song song hoặc hẹp dần vào có độ sâu bất kỳ với chiều rộng không quá X mm

Quy tắc: Chiều dài đường rò và khe hở không khí được đo trực tiếp qua rãnh như hình vẽ.

Ví dụ 2



Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm các rãnh có cạnh song song có độ sâu lớn hơn hoặc bằng X mm

Quy tắc: Khe hở không khí là khoảng cách theo đường thẳng. Chiều dài đường rò theo đường viền của rãnh.

Ví dụ 3



Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm các rãnh dạng chữ V có chiều rộng lớn hơn X mm

Quy tắc: Khe hở không khí là khoảng cách theo đường thẳng. Chiều dài đường rò dọc theo đường viền của rãnh nhưng đáy rãnh được "nối tắt" bằng tuyến X mm.

----- Khe hở không khí

————— Chiều dài đường rò

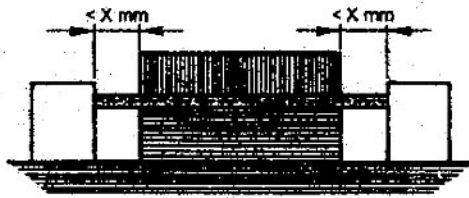
Ví dụ 4



Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm các gân.

Qui tắc: Khe hở không khí là đường thẳng ngắn nhất trong không khí qua đỉnh gân. Chiều dài đường rò theo đường viền của gân.

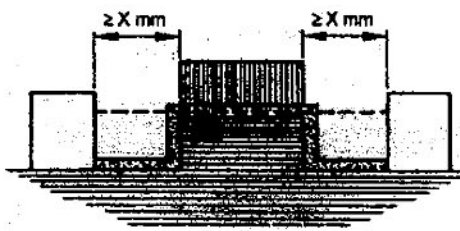
Ví dụ 5



Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm chỗ nối không gắn kín có các rãnh có độ rộng nhỏ hơn $X \text{ mm}$ ở mỗi phía.

Qui tắc: Khe hở không khí và chiều dài đường rò là khoảng cách theo đường thẳng như chỉ ra trên hình vẽ.

Ví dụ 6



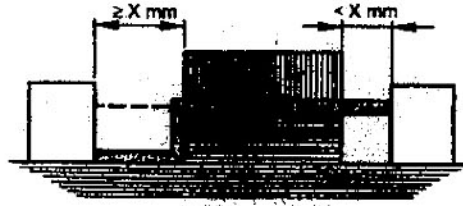
Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm chỗ nối không gắn kín có các rãnh có độ rộng lớn hơn hoặc bằng $X \text{ mm}$ ở mỗi phía.

Qui tắc: Khe hở không khí là chiều dài "ngắm thẳng". Chiều dài đường rò theo đường viền của các rãnh.

----- Khe hở không khí

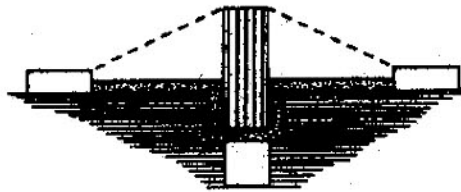
██████████ Chiều dài đường rò

Ví dụ 7



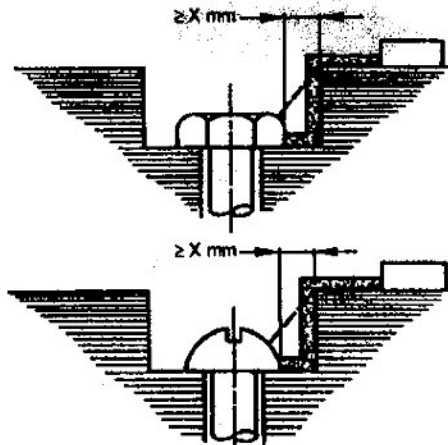
Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm chỗ nối không gắn kín có rãnh về một phía có độ rộng nhỏ hơn X mm và phía còn lại có độ rộng lớn hơn hoặc bằng X mm. Qui tắc: Các tuyến khe hở không khí và chiều dài đường rò như chỉ ra trên hình vẽ.

Ví dụ 8



Điều kiện: Tuyến chiều dài đường rò này gồm chỗ nối không gắn kín nhỏ hơn chiều dài đường rò qua tấm chắn. Qui tắc: Khe hở không khí là tuyến không khí ngắn nhất trực tiếp qua đỉnh của tấm chắn.

Ví dụ 9

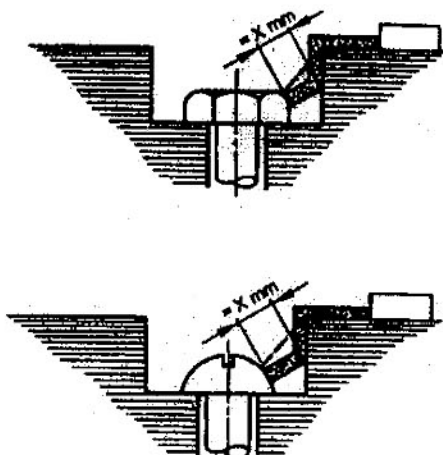


Điều kiện: Khe hở giữa đầu vít và vách của hốc đủ rộng để tính đến. Qui tắc: Các tuyến khe hở không khí và chiều dài đường rò như chỉ ra trên hình vẽ.

----- Khe hở không khí

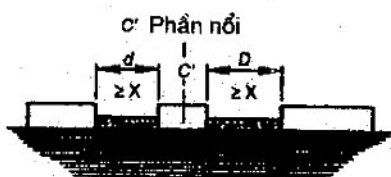
————— Chiều dài đường rò

Ví dụ 10



Điều kiện: Khoảng cách giữa đầu của vít và vách của hốc quá hẹp để tính đến
 Quy tắc: Đo chiều dài đường rò từ vít đến vách khi khoảng cách bằng X mm.

Ví dụ 11



Khe hở không khí là chiều dài $d + D$

Chiều dài đường rò cũng là $d + D$

----- Khe hở không khí

————— Chiều dài đường rò

Phụ lục G

(qui định)

Tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp và điện áp chịu xung danh định của thiết bị *

Giới thiệu

Phụ lục này nhằm nêu các thông tin cần thiết liên quan đến việc chọn thiết bị để sử dụng trong mạch điện bên trong hệ thống điện hoặc phần của hệ thống điện.

Bảng G.1 đưa ra các ví dụ về mối tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp và điện áp chịu xung danh định tương ứng của thiết bị.


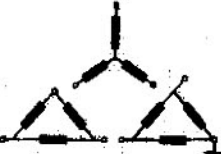


Giá trị điện áp chịu xung danh định nêu trong Bảng G.1 dựa trên đặc tính tính năng của bộ chống sét. Các giá trị này dựa trên đặc tính theo IEC 60099-1.

Cần nhận thấy rằng việc khống chế quá điện áp liên quan đến giá trị trong Bảng G.1 cũng có thể đạt được bằng các điều kiện trong hệ thống cung cấp ví dụ như sự tồn tại trở kháng thích hợp hoặc đầu nuôi cấp.

Trong các trường hợp này, khi việc khống chế quá điện áp đạt được bằng các phương pháp không dùng bộ chống sét, hướng dẫn về tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp và điện áp chịu xung danh định của thiết bị được cho trong TCVN 7447-4-44 (IEC 60364-4-443).

* Phụ lục này hoàn toàn tương đương với Phụ lục H của TCVN 6592-1 (IEC 60947-1).

Bảng G.1 – Tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp và điện áp chịu xung danh định của thiết bị, trong trường hợp bảo vệ quá điện áp bằng bộ chống sét theo IEC 60099-1

Giá trị lớn nhất của điện áp làm việc danh định với đất, xoay chiều, hiệu dụng hoặc một chiều V	Điện áp danh nghĩa của hệ thống cung cấp (\leq điện áp cách điện của thiết bị), V				Giá trị ưu tiên của điện áp chịu xung danh định (1,2/50 μ s) ở 2 000 m, kV			
					Cấp quá điện áp			
					IV	III	II	I
	 xoay chiều hiệu dụng	 xoay chiều hiệu dụng	 xoay chiều hiệu dụng hoặc một chiều	 xoay chiều hiệu dụng hoặc một chiều	Mức lắp đặt ban đầu (đầu vào vận hành)	Mức mạch điện phân phối	Mức tải (thiết bị)	Mức bảo vệ đặc biệt
50	-	-	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	-	1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	60	-	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110, 240-120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	6	4	2,5	1,5
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960-480	8	6	4	2,5
1 000	-	660 690, 720 830, 1 000	1 000	-	12	8	6	4

Phụ lục H

(qui định)

Tương thích điện từ (EMC)

H.1 Yêu cầu chung

Phụ lục này áp dụng cho tương thích điện từ đối với tủ điện có lắp mạch điện tử không phù hợp với 7.10.2.

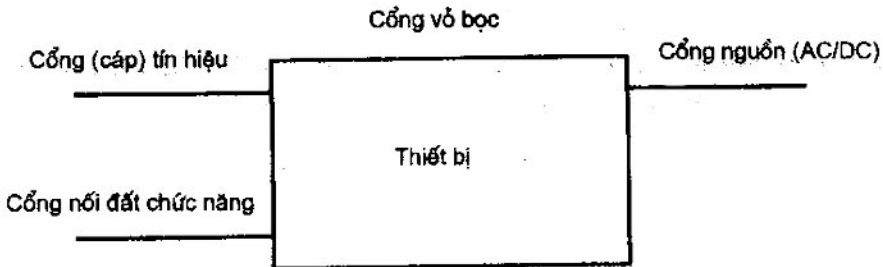
Đánh số điều trong phụ lục này tương ứng với số điều trong nội dung tiêu chuẩn.

H.2 Định nghĩa

H.2.11.1

Cổng (port)

Giao diện riêng của thiết bị qui định có môi trường điện từ bên ngoài (xem Hình H.1).



Hình H.1 – Ví dụ về các cổng

H.2.11.2

Cổng vỏ bọc (enclosure port)

Biên vật lý của thiết bị mà trường điện từ có thể bức xạ qua biên này hoặc chạm đến biên này.

H.2.11.3

Cổng cáp (cable port)

Cổng tại đó dây dẫn hoặc cáp được nối với thiết bị.

CHÚ THÍCH: Ví dụ là các cổng tín hiệu được sử dụng để truyền dữ liệu.

H.2.11.4

Cổng nối đất chức năng (functional earth port)

Cổng không phải là cổng tín hiệu, cổng điều khiển hoặc cổng nguồn, được thiết kế để nối đất dùng cho các mục đích không phải là an toàn điện.

H.2.11.5

Cổng tín hiệu (signal port)

Cổng tại đó dây dẫn hoặc cáp mang thông tin để truyền dữ liệu được nối với thiết bị.

CHÚ THÍCH: Ví dụ là kênh dữ liệu, mạng truyền thông, mạng điều khiển.

H.2.11.6

Cổng nguồn (power port)

Cổng tại đó dây dẫn hoặc cáp mang công suất điện chính cần cho hoạt động (chức năng) của thiết bị hoặc thiết bị lắp cùng được nối với thiết bị này.

H.8.2.8 Thử nghiệm EMC

Các khối chức năng trong tủ điện không thoả mãn các yêu cầu của 7.10.2 a) và b) phải chịu các thử nghiệm dưới đây, nếu thuộc đối tượng áp dụng.

Thử nghiệm phát xạ và miễn nhiễm phải được tiến hành theo tiêu chuẩn EMC liên quan (xem Bảng H.1, H.2, H.3 và H.4); tuy nhiên, nhà chế tạo phải qui định biện pháp bổ sung nào cần để kiểm tra các tiêu chí tính năng đối với tủ điện nếu cần thiết (ví dụ, đặt thời gian dừng).

H.8.2.8.1 Thử nghiệm miễn nhiễm

H.8.2.8.1.1 Tủ điện không có mạch điện tử

Không cần thử nghiệm; xem 7.10.3.1.

H.8.2.8.1.2 Tủ điện có mạch điện tử

Thử nghiệm phải được thực hiện theo môi trường A hoặc B tương quan. Giá trị cho trong Bảng H.3 và/hoặc H.4, trừ trong trường hợp nhà chế tạo linh kiện điện tử đưa ra và đã chứng minh một mức thử nghiệm khác.

Nhà chế tạo tủ điện phải chỉ ra các tiêu chí tính năng dựa trên các tiêu chí chấp nhận trong Bảng H.5.

H.8.2.8.2 Thử nghiệm phát xạ

H.8.2.8.2.1 Tủ điện không có mạch điện tử

Không cần thử nghiệm; xem 7.10.4.1.

H.8.2.8.2.2 Tủ điện có mạch điện tử

Nhà chế tạo tủ điện phải qui định phương pháp thử nghiệm được sử dụng; xem 7.10.4.2.

Bảng H.1 – Giới hạn phát xạ đối với môi trường A

Hạng mục	Dải tần số, MHz ^{a)}	Giới hạn	Tiêu chuẩn tham khảo
Phát xạ bức xạ	30 - 230	30 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) tựa đỉnh ở 30 m ^{b)}	IEC 61000-6-4 hoặc TCVN 6988 (CISPR 11), cấp A, Nhóm 1
	230 - 1 000	37 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) tựa đỉnh ở 30 m ^{b)}	
Phát xạ dẫn	0,15 - 0,5	79 dB (μV) tựa đỉnh	
		66 dB (μV) trung bình	
	0,5 - 5	73 dB (μV) tựa đỉnh 60 dB (μV) trung bình	
5 - 30	73 dB (μV) tựa đỉnh		
	60 dB (μV) trung bình		

CHÚ THÍCH: Giới hạn nêu trong bảng này được sao chép từ TCVN 6988 (CISPR 11) mà không có sửa đổi.

^{a)} Tại tần số chuyển đổi, áp dụng giới hạn dưới.

^{b)} Có thể đo ở khoảng cách 10 m với giới hạn tăng thêm 10 dB hoặc ở khoảng cách 3 m với giới hạn tăng thêm 20 dB.

Bảng H.2 – Giới hạn phát xạ đối với môi trường B

Hạng mục	Dải tần số, MHz ^{a)}	Giới hạn	Tiêu chuẩn tham khảo
Phát xạ bức xạ	30 - 230	30 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) tựa đỉnh ở 10 m ^{b)}	IEC 61000-6-3 hoặc TCVN 6988 (CISPR 11), cấp B, Nhóm 1
	230 - 1 000	37 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) tựa đỉnh ở 10 m ^{b)}	
Phát xạ dẫn	0,15 - 0,5	66 dB (μV) – 56 dB (μV) tựa đỉnh	
		56 dB (μV) – 46 dB (μV) trung bình	
	0,5 - 5	56 dB (μV) tựa đỉnh 46 dB (μV) trung bình	
5 - 30	60 dB (μV) tựa đỉnh		
	50 dB (μV) trung bình		

CHÚ THÍCH: Giới hạn nêu trong bảng này được lấy từ TCVN 6988 (CISPR 11) mà không có sửa đổi.

^{a)} Tại tần số chuyển đổi, áp dụng giới hạn dưới.

^{b)} Có thể đo ở khoảng cách 3 m với giới hạn tăng thêm 10 dB.

Bảng H.3 – Thử nghiệm miễn nhiễm EMC đối với môi trường A

(xem H.8.2.8.1)

Kiểu thử nghiệm	Mức thử nghiệm yêu cầu	Tiêu chí tính năng ^{a)}
Thử nghiệm miễn nhiễm phóng điện tĩnh điện IEC 61000-4-2	± 8 kV/ phóng điện trong không khí hoặc ± 4 kV/ phóng điện tiếp xúc	B
Thử nghiệm miễn nhiễm trường điện từ bức xạ tần số radiô IEC 61000-4-3 ở 80 MHz đến 1 GHz và từ 1,4 GHz đến 2 GHz	10 V/m	A
Thử nghiệm miễn nhiễm quá độ nhanh/bước về điện IEC 61000-4-4	± 2 kV trên cổng nguồn ± 1 kV trên cổng tín hiệu kể cả mạch phụ	B
thử nghiệm miễn nhiễm đột biến 1,2/50 μ s và 8/20 μ s IEC 61000-4-5 ^{b)}	± 2 kV (pha-đất) ± 1 kV (pha-pha)	B
Thử nghiệm miễn nhiễm tần số radiô dẫn IEC 61000-4-6 ở tần số từ 150 kHz đến 80 MHz	10 V	A
Miễn nhiễm trường từ tần số công nghiệp IEC 61000-4-8	30 A/m ^{b)}	A
Miễn nhiễm sụt điện áp và gián đoạn điện áp IEC 61000-4-11	giảm 30 % trong 0,5 chu kỳ giảm 60 % trong 5 và 50 chu kỳ giảm > 95 % trong 250 chu kỳ	B C C
Miễn nhiễm hài của nguồn cung cấp IEC 61000-4-13	Không có yêu cầu	

^{a)} Đối với thiết bị và/hoặc cổng đầu vào/đầu ra có điện áp một chiều danh định nhỏ hơn hoặc bằng 24 V, không yêu cầu thử nghiệm.

^{b)} Chỉ áp dụng cho thiết bị có chứa thiết bị nhạy với trường từ.

^{c)} Tiêu chí tính năng tùy thuộc vào môi trường. Xem Bảng H.5.

**Bảng H.4 – Thử nghiệm miễn nhiễm EMC đối với môi trường B
(xem H.8.2.8.1)**

Kiểu thử nghiệm	Mức thử nghiệm yêu cầu	Tiêu chí tính năng ^{c)}
Thử nghiệm miễn nhiễm phóng điện tĩnh điện IEC 61000-4-2	± 8 kV/ phóng điện trong không khí hoặc ± 4 kV/ phóng điện tiếp xúc	B
Thử nghiệm miễn nhiễm trường điện từ bức xạ tần số radio IEC 61000-4-3 ở 80 MHz đến 1 GHz và từ 1,4 GHz đến 2 GHz	3 V/m	A
Thử nghiệm miễn nhiễm quá độ nhanh/bướu về điện IEC 61000-4-4	± 1 kV trên cổng nguồn $\pm 0,5$ kV trên cổng tín hiệu kể cả mạch phụ	B
thử nghiệm miễn nhiễm đột biến 1,2/50 μ s và 8/20 μ s IEC 61000-4-5 ^{a)}	$\pm 0,5$ kV (pha-đất) trừ đối với cổng đầu vào cung cấp chính trong đó áp dụng ± 1 kV (pha-đất) $\pm 0,5$ kV (pha-pha)	B
Thử nghiệm miễn nhiễm tần số radio dẫn IEC 61000-4-6 ở tần số từ 150 kHz đến 80 MHz	3 V	A
Miễn nhiễm trường từ tần số công nghiệp IEC 61000-4-8	3 A/m ^{b)}	A
Miễn nhiễm sụt điện áp và gián đoạn điện áp IEC 61000-4-11 ^{d)}	giảm 30 % trong 0,5 chu kỳ giảm 60 % trong 5 chu kỳ giảm > 95 % trong 250 chu kỳ	B C C
Miễn nhiễm hài của nguồn cung cấp IEC 61000-4-13	Không có yêu cầu	

^{a)} Đối với thiết bị và/hoặc cổng đầu vào/đầu ra có điện áp một chiều danh định nhỏ hơn hoặc bằng 24 V, không yêu cầu thử nghiệm.

^{b)} Chỉ áp dụng cho thiết bị có chứa thiết bị nhạy với trường từ.

^{c)} Tiêu chí tính năng tùy thuộc vào môi trường. Xem Bảng H.5.

^{d)} Chỉ áp dụng cho cổng nguồn vào chính.

Bảng 5 – Tiêu chí chấp nhận khi xuất hiện nhiễu điện từ

Hạng mục	Tiêu chí chấp nhận (tiêu chí tính năng trong quá trình thử nghiệm)		
	A	B	C
Tính năng toàn bộ	Không có thay đổi đáng kể về đặc tính hoạt động. Làm việc như dự kiến	Suy giảm hoặc tổn thất tạm thời tính năng có thể tự hồi phục được	Suy giảm hoặc tổn thất tạm thời tính năng trong đó yêu cầu sự can thiệp của người vận hành hoặc đặt lại hệ thống ^{a)}
Hoạt động của mạch công suất và mạch phụ	Không mất hoạt động	Suy giảm hoặc tổn thất tạm thời tính năng có thể tự hồi phục được ^{a)}	Suy giảm hoặc tổn thất tạm thời tính năng trong đó yêu cầu sự can thiệp của người vận hành hoặc đặt lại hệ thống ^{a)}
Hoạt động của bộ hiển thị và panel điều khiển	Không có thay đổi về thông tin hiển thị nhìn thấy được Chỉ dao động nhẹ cường độ ánh sáng của LED, hoặc thay đổi nhỏ về đặc tính	Thay đổi nhìn thấy được tạm thời, hoặc tổn thất thông tin. Độ rọi không mong muốn của LED	Tắt nguồn. Mất vĩnh viễn hiển thị hoặc thông tin sai. Chế độ làm việc không được phép. Không tự phục hồi.
Xử lý thông tin và hoạt động dò tìm	Truyền thông và trao đổi dữ liệu đến thiết bị bên ngoài không bị nhiễu.	Truyền thông bị nhiễu tạm thời, có báo cáo sai lỗi của thiết bị bên trong và bên ngoài	Xử lý thông tin sai. Mất dữ liệu và/hoặc thông tin. Lỗi truyền thông. Không tự phục hồi.

^{a)} Yêu cầu cụ thể phải được nêu chi tiết trong tiêu chuẩn sản phẩm.

Thư mục tài liệu tham khảo

IEC 60050-195, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 195: Nối đất và bảo vệ chống điện giật)

IEC 60050(601), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 601: Phát điện, truyền điện và phân phối điện – Yêu cầu chung)

IEC 60050(826), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings ((Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 826: Hệ thống lắp đặt điện cho các toà nhà)

TCVN 7447-5-53 (IEC 60364-5-537), Hệ thống lắp đặt điện cho các toà nhà – Phần 5: Chọn lọc và lắp ráp thiết bị điện – Chương 53: Bộ đóng cắt và bộ điều khiển – Mục 537: Thiết bị cách ly và đóng cắt

IEC 61000-6-1: 1997, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-1: Tiêu chuẩn chung loại – Miễn nhiệm đối với môi trường dân cư, thương mại và công nghiệp nhẹ)

IEC 61000-6-2: 1999, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-2: Tiêu chuẩn chung loại – Miễn nhiệm đối với môi trường công nghiệp)
