

TCVN 7079-11 : 2002

**THIẾT BỊ ĐIỆN DÙNG TRONG MỎ HẦM LÒ –
PHẦN 11: AN TOÀN TIA LỬA – DẠNG BẢO VỆ "i"**

*Electrical apparatus for use in underground mine –
Part 11: Intrinsic safety – Type of protection "i"*

HÀ NỘI - 2002

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tiêu chuẩn viện dẫn	5
3 Định nghĩa	5
4 Phân cấp	11
5 Nhiệt độ	13
6 Yêu cầu đối với cấu trúc phòng nổ an toàn tia lửa	13
7 Yêu cầu đối với các phần tử của thiết bị	25
8 Phần tử và các tổ hợp không thể bị hư hỏng	28
9 Phương pháp thử	33
10 Ghi nhận	39
Phụ lục A	41
Phụ lục B	41
Phụ lục C	47

Lời nói đầu

Thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò –

Phần 11: An toàn tia lửa – Dạng bảo vệ "I"

TCVN 7079-11 : 2002 do Tiểu ban kỹ thuật tiêu chuẩn

TCVN/TC82/SC1 "Thiết bị an toàn mỏ" biên soạn, trên cơ sở

IEC 79-11, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề

ngợi, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử đối với các thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò có dạng bảo vệ an toàn tia lửa "I".

Thiết bị có dạng bảo vệ "I" phải hoàn toàn tuân theo những yêu cầu tương ứng trong TCVN 7079-0.

2 Tiêu chuẩn viện dẫn

TCVN 7079-0 : 2002 Thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử – Phần 0: Yêu cầu chung.

IEC 79-3 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 3: Spark test apparatus for intrinsically – Safe circuits (Thiết bị điện dùng trong môi trường khí nổ – Phần 3: Thiết bị thử nghiệm mạch an toàn lửa).

IEC 112 : 1979 Method for determining the comparative and the roof tracking indices of solid insulating material under moist conditions (Phương pháp xác định so sánh và chỉ số chịu xâm thực của vật liệu cách điện rắn trong điều kiện ẩm ướt).

IEC 326-3 : 1991 Printed boards – Part 3: Design and use of printed boards (Bảng mạch in – Phần 3: Cấu tạo và sử dụng bảng mạch in).

IEC 348 : 1978 Safety requirements for electronic measuring apparatus (Yêu cầu an toàn đối với các thiết bị đo điện tử).

IEC 455-1 : 1974 Specification for solventless polymerisable resinous compounds used for electrical insulation – Part 1: Definition and general requirements (Yêu cầu đối với hợp chất dùng môi nhựa polime dùng để cách điện – Phần 1: Định nghĩa và yêu cầu chung).

IEC 529 : 1989 Degree of protection provided by enclosures (IP code) [Cấp bảo vệ của vỏ thiết bị (mức IP)].

Thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò – Phần 11: An toàn tia lửa – Dạng bảo vệ "i"

Electrical apparatus for use in underground mine

Part 11: Intrinsic safety – Type of protection "i"

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử đối với các thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò có dạng bảo vệ an toàn tia lửa "i".

Thiết bị có dạng bảo vệ "i" phải hoàn toàn tuân theo những yêu cầu tương ứng trong TCVN 7079-0.

2 Tiêu chuẩn viện dẫn

TCVN 7079-0 : 2002 Thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử – Phần 0: Yêu cầu chung.

IEC 79-3 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 3: Spark test apparatus for intrinsically – Safe circuits (Thiết bị điện dùng trong môi trường khí nổ – Phần 3: Thiết bị thử nghiệm mạch an toàn lửa).

IEC 112 : 1979 Method for determining the comparative and the roof tracking indices of solid insulating material under moist conditions (Phương pháp xác định so sánh và chỉ số chịu xâm thực của vật liệu cách điện rắn trong điều kiện ẩm ướt).

IEC 326-3 : 1991 Printed boards – Part 3: Design and use of printed boards (Bảng mạch in – Phần 3: Cấu tạo và sử dụng bảng mạch in).

IEC 348 : 1978 Safety requirements for electronic measuring apparatus (Yêu cầu an toàn đối với các thiết bị đo điện tử).

IEC 455-1 : 1974 Specification for solventless polymerisable resinous compounds used for electrical insulation – Part 1: Definition and general requirements (Yêu cầu đối với hợp chất dung môi nhựa polime dùng để cách điện – Phần 1: Định nghĩa và yêu cầu chung).

IEC 529 : 1989 Degree of protection provided by enclosures (IP code) [Cấp bảo vệ của vỏ thiết bị (mức IP)].

IEC 664 : 1980 Insulation coordination for equipment within low voltage systems (Phối hợp cách điện cho hệ thống thiết bị điện áp thấp).

IEC 742 : 1983 Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements (Biến thế cách điện và biến thế cách điện an toàn – Yêu cầu kỹ thuật).

IEC 826 : 1991 Loading and strength of overhead transmission lines (Tải trọng và độ bền của đường truyền tải trên không).

ISO 472 : 1988 Plastics – Vocabulary – Bilingual edition (Chất dẻo – Từ vựng – Xuất bản song ngữ).

3 Định nghĩa

3.1 Kết cấu phòng nổ an toàn tia lửa (Intrinsic safe explosion-proof structure)

Kết cấu phòng nổ được thiết kế sao cho không gây bốc lửa khí thử trong điều kiện vận hành bình thường và đặc biệt khi có sự cố không gây ra hồ quang hoặc tia lửa và nhiệt độ cao trong các mạch điện.

3.2 Thiết bị điện (Electrical apparatus)

Tất cả các thiết bị mà toàn bộ hoặc một phần của chúng sử dụng điện năng như là các thiết bị phát điện, truyền tải, phân phối, tích lũy, đo lường, điều khiển, biến đổi, tiêu thụ điện năng và các thiết bị thông tin liên lạc.

3.3 Mạch an toàn tia lửa (Intrinsically-safe circuit)

Mạch điện mà trong đó không xuất hiện tia lửa hoặc bất kỳ hiệu ứng nhiệt nào tạo ra trong điều kiện thử quy định trong các phần tương ứng của TCVN 7079-0 (các điều kiện thử này bao gồm hoạt động bình thường và điều kiện sự cố) có khả năng gây bốc lửa môi trường khí nổ.

3.4 Thiết bị an toàn tia lửa (Intrinsically-safe apparatus)

Thiết bị điện trong đó tất cả các mạch điện là mạch an toàn tia lửa.

3.5 Thiết bị tổ hợp (Associated apparatus)

Thiết bị điện, bao gồm cả mạch an toàn tia lửa và mạch không an toàn tia lửa, trong đó các mạch không an toàn tia lửa có thể ảnh hưởng tới sự an toàn của mạch an toàn tia lửa.

Chú thích – Thiết bị tổ hợp có thể là:

- a) Thiết bị điện có loại bảo vệ phù hợp với môi trường khí nổ tương ứng, hoặc là
- b) Thiết bị điện không được bảo vệ thì không sử dụng được trong môi trường khí nổ; Ví dụ: Một máy ghi, bản thân nó không an toàn trong môi trường khí nổ, nhưng nó được nối với một cặp nhiệt ngẫu đặt trong môi trường khí nổ, khi đó chỉ cần mạch đầu vào của máy ghi là an toàn tia lửa.

3.6 Hệ thống an toàn tia lửa (Intrinsically-safe system)

Tổ hợp các phần tử của thiết bị kết nối với nhau, có thể bao gồm phần tử an toàn tia lửa, thiết bị tổ hợp và các phần tử khác cùng với cáp nối trong một hệ thống. Các mạch trong các phần tử của hệ thống này phải là các mạch an toàn tia lửa trong môi trường khí nổ.

3.7 Thiết bị và hệ thống cấp "ia" (Apparatus and systems of category "ia")

Các thiết bị và hệ thống điện có mạch an toàn tia lửa cấp "ia" không có khả năng gây bốc lửa đối với các yếu tố an toàn tương ứng sau đây:

- a) khi có tới hai hư hỏng có thể đếm được, [xem 3.10a)].
- b) những hư hỏng không thể đếm được khác gây ra hậu quả nặng nề nhất [xem 3.10b)].

3.8 Thiết bị và hệ thống cấp "ib" (Apparatus and systems of category "ib")

Các thiết bị và hệ thống điện có mạch an toàn tia lửa cấp "ib" không có khả năng gây bốc lửa đối với các yếu tố an toàn tương ứng sau đây:

- a) khi có một hư hỏng có thể đếm được,
- b) những hư hỏng không thể đếm được khác gây ra các hậu quả nặng nề nhất.

3.9 Hoạt động bình thường (Normal operation)

Các thiết bị an toàn tia lửa hoặc các thiết bị tổ hợp được coi là hoạt động bình thường khi chúng phù hợp về điện và cơ với các chỉ tiêu kỹ thuật thiết kế do nhà chế tạo đề ra.

Chú thích – Hoạt động bình thường bao gồm sử dụng điện áp U_m [xem 3.19] từ các thiết bị.

3.10 Hư hỏng (Fault)

Sự đứt mạch, hở hoặc ngắn mạch ở bất kỳ phần tử nào (một bộ phận, chỗ nối, chỗ cách ly hoặc cách điện) không được định nghĩa ở 3.11, 3.12 hoặc 3.13, phụ thuộc vào dạng bảo vệ của mạch.

Chú thích:

- 1) Nếu một hư hỏng dẫn đến các hư hỏng tiếp theo ở các phần tử khác, mà ở đó có dạng bảo vệ phụ thuộc vào nó thì sự hư hỏng ban đầu và hư hỏng tiếp theo được coi là hư hỏng.
- 2) Để áp dụng các hư hỏng như vậy xem 4.1 hoặc 4.2.
- a) Hư hỏng có thể đếm được:

Hư hỏng xảy ra trong các phần tử của thiết bị và hệ thống điện phù hợp với các yêu cầu về cấu trúc trong tiêu chuẩn này.

b) Hư hỏng không thể đếm được:

Hư hỏng xảy ra trong các phần tử của thiết bị và hệ thống điện không phù hợp với các yêu cầu về cấu trúc trong tiêu chuẩn này.

3.11 Phần tử hoặc một cụm không thể bị hư hỏng (Infallible component or assembly)

Phần tử hoặc một cụm trong khi sử dụng hoặc bảo quản không thể bị hư hỏng, với chúng không cần có dạng bảo vệ nào.

Chú thích – Một phần tử hoặc cụm như vậy được coi như không phải là đối tượng để xem xét đánh giá hoặc thử nghiệm đối với các dạng bảo vệ.

3.12 Khoảng cách và cách điện không thể bị hư hỏng (Infallible separation and insulation)

Khoảng cách hoặc cách điện giữa các phần mang điện mà các phần đó không thể bị ngắn mạch trong khi vận hành hoặc bảo quản.

3.13 Đấu nối không thể bị hư hỏng (Infallible connections)

Phần tử đấu nối bao gồm các chỗ nối và các dây nối trong mà các phần đó không thể bị hở mạch trong khi vận hành hoặc bảo quản.

3.14 Đấu dây bên trong (Internal wiring)

Sự đấu và nối dây điện bên trong thiết bị do nhà chế tạo thực hiện.

Chú thích – Trong một panen hoặc một bảng điện, sự nối giữa các phần tử của thiết bị được thực hiện phù hợp với các chỉ dẫn chi tiết của nhà chế tạo được coi là đấu dây bên trong.

3.15 Cơ cấu đấu nối (Connection facilities)

Cọc đấu dây, phích cắm, ổ cắm và các phương tiện khác được sử dụng để đấu nối với mạch điện ngoài.

3.16 Vỏ thiết bị (Enclosure)

Tất cả các vách bao quanh các phần tử mang điện của thiết bị điện, bao gồm: các cửa, nắp, ống luôn cáp, các cơ cấu chấp hành, trục quay và các ổ trục để bảo vệ cho thiết bị điện.

Chú thích:

1) Định nghĩa này khác với định nghĩa trong TCVN 7079-0 bởi vì thiết bị an toàn tia lửa có thể không ở trong vỏ bọc riêng biệt.

2) "Vỏ thiết bị" về bản chất nhằm ngăn chặn sự tiếp xúc với các phần tử mang điện, sự xâm nhập của các vật rắn và lỏng bên ngoài.

3) Nhà chế tạo có trách nhiệm xác định hình dáng bề mặt của vỏ thiết bị.

3.17 Dòng điện bốc lửa nhỏ nhất (MIC) [Minimum igniting current (MIC)]

Dòng điện nhỏ nhất trong các mạch thuần trở hoặc thuần cảm gây bốc lửa hỗn hợp khí thử nổ trong thiết bị thử tia lửa theo IEC 79-3.

3.18 Điện áp bốc lửa nhỏ nhất (MIV) [Minimum igniting voltage (MIV)]

Điện áp nhỏ nhất của mạch điện dung gây bốc lửa hỗn hợp khí thử nổ trong thiết bị thử nghiệm mạch an toàn tia lửa theo IEC 79-3.

3.19 Điện áp đầu nối lớn nhất (U_m) [Externally applied maximum voltage (U_m)]

Điện áp hiệu dụng xoay chiều hoặc một chiều lớn nhất có thể xuất hiện trên các cơ cấu đầu nối không an toàn tia lửa của thiết bị tổ hợp mà không gây hư hỏng đối với dạng bảo vệ của nó.

Chú thích – Giá trị U_m có thể khác nhau trên các cơ cấu đầu nối khác nhau.

3.20 Điện áp vào cực đại (U_i) [Maximum input voltage (U_i)]

Điện áp đỉnh xoay chiều hoặc một chiều lớn nhất có thể cấp vào các cơ cấu đầu nối của thiết bị an toàn tia lửa mà không gây hư hỏng đối với dạng bảo vệ của nó.

3.21 Điện áp ra cực đại (U_o) [Maximum output voltage (U_o)]

Điện áp đỉnh xoay chiều hoặc một chiều lớn nhất, có thể xuất hiện tại các cơ cấu đầu nối của thiết bị khi mạch an toàn tia lửa hở, ứng với giá trị bất kỳ của điện áp vào có thể đạt tới cực đại, bao gồm cả U_m và U_i .

Chú thích – Nếu thiết bị có sử dụng từ hai cấp điện áp trở lên thì điện áp ra cực đại là tổng của các điện áp.

3.22 Dòng điện vào cực đại (I_i) [Maximum input current (I_i)]

Dòng điện đỉnh xoay chiều hoặc một chiều lớn nhất, có thể cấp vào các cơ cấu đầu nối của thiết bị an toàn tia lửa.

3.23 Dòng điện ra cực đại (I_o) [Maximum output current (I_o)]

Dòng điện đỉnh xoay chiều hoặc một chiều lớn nhất trong các mạch an toàn tia lửa, có thể lấy ra từ các cơ cấu đầu nối của thiết bị.

3.24 Công suất vào cực đại (P_i) [Maximum input power (P_i)]

Công suất lớn nhất trong mạch an toàn tia lửa, có thể cấp vào các cơ cấu đầu nối của thiết bị.

3.25 Công suất ra cực đại (P_o) [Maximum output power (P_o)]

Công suất lớn nhất trong mạch an toàn tia lửa, có thể lấy ra từ các thiết bị.

3.26 Điện dung ngoài cực đại (C_o) [Maximum external capacitance (C_o)]

Điện dung lớn nhất trong mạch an toàn tia lửa, có thể nối với các cơ cấu đấu nối của thiết bị.

3.27 Điện dung trong cực đại (C_i) [Maximum internal capacitance (C_i)]

Tổng điện dung tương đương trong thiết bị, có thể xuất hiện trên các cơ cấu đấu nối của nó.

3.28 Điện cảm ngoài cực đại (L_o) [Maximum external inductance (L_o)]

Giá trị lớn nhất của điện cảm trong các mạch an toàn tia lửa, có thể nối với các cơ cấu đấu nối của thiết bị.

3.29 Điện cảm trong cực đại (L_i) [Maximum internal inductance (L_i)]

Tổng điện cảm tương đương trong thiết bị, có thể xuất hiện trên các cơ cấu đấu nối của nó.

3.30 Khe hở không khí (Clearance)

Khoảng cách ngắn nhất trong không khí giữa hai phần tử mang điện.

Chú thích – Khoảng cách này chỉ áp dụng đối với các phần tử lộ ra trong không gian và nó không áp dụng với các phần tử được bao phủ bằng chất cách điện rắn hoặc là hợp chất đổ đầy.

3.31 Khoảng cách qua hợp chất đổ đầy (Distance through casting compound)

Khoảng cách ngắn nhất giữa hai phần tử mang điện qua một hợp chất đổ đầy (ví dụ: nhựa epoxy).

3.32 Khoảng cách qua chất cách điện rắn (Distance through solid insulation)

Khoảng cách ngắn nhất giữa hai phần tử mang điện qua chất cách điện rắn (ví dụ: Chất cách điện được đúc hoặc ép, không phải rót).

Chú thích:

- 1) Trong Tiêu chuẩn này, chất cách điện rắn được xem là đã chế tạo sẵn, ví dụ các tấm hoặc ống bọc.
- 2) Vecni hoặc các chất bao phủ tương tự không được coi là chất cách điện rắn.

3.33 Khoảng cách rò (chiều dài đường rò) trong không khí (Creepage distance in air)

Khoảng cách ngắn nhất giữa hai phần tử mang điện đo dọc trên bề mặt của vật liệu cách điện tiếp xúc với không khí.

Chú thích – Khoảng cách đề cập ở đây, ví dụ có thể áp dụng đối với các mạch in mà các mạch đó không được bao phủ phù hợp với 6.5.1, ở đó khoảng cách rò được đo ngang qua chất cách điện tiếp xúc trực tiếp với không khí.

3.34 Khoảng cách rò dưới lớp bao phủ (Creepage distance under coating)

Khoảng cách ngắn nhất giữa các phần tử mang điện trên các mạch in hoặc các bộ phận khác được bao phủ phù hợp với yêu cầu của 6.5.1.

3.35 Thiết bị điện cầm tay (Portable electrical apparatus)

Các thiết bị có thể di chuyển trong khi hoạt động, hoặc có thể di chuyển dễ dàng từ vị trí này sang vị trí khác trong khi vẫn nối với nguồn cung cấp điện.

Chú thích:

- 1) Để tránh nhầm lẫn, các thiết bị này có thể coi như là thiết bị xách tay đơn giản.
- 2) Trong tiêu chuẩn này, (về mặt kỹ thuật tương đương với IEC 826) chỉ giới hạn đối với thiết bị có ít nhất một tay cầm với khối lượng không vượt quá 20 kg, hoặc đối với thiết bị không có tay cầm nhưng có khối lượng không vượt quá 5 kg.

4 Phân cấp

Các thiết bị, hệ thống an toàn tia lửa và các phần tử an toàn tia lửa của thiết bị tổ hợp được xếp vào cấp "ia" hoặc "ib". Những yêu cầu của tiêu chuẩn này áp dụng chung cho cả hai cấp, trừ những trường hợp đặc biệt.

Chú thích – Một số thiết bị phù hợp với cả cấp "ia" và "ib" nhưng một số thông số nhất định có thể khác trong mỗi trường hợp.

Các thiết bị được coi là đạt các yêu cầu thử nghiệm nếu đáp ứng các qui định ở 4.1 và 4.2.

4.1 Cấp "ia"

4.1.1 Khi sử dụng với U_m và U_n , các mạch an toàn tia lửa trong thiết bị và hệ thống điện của cấp "ia" không có khả năng gây bốc lửa trong mỗi trường hợp sau:

- a) nếu có các hư hỏng không thể đếm được gây ra sự cố nghiêm trọng nhất;
- b) nếu có một hư hỏng có thể đếm được cộng với các hư hỏng không thể đếm được gây ra sự cố nghiêm trọng nhất;
- c) nếu có 2 hư hỏng có thể đếm được cộng với các hư hỏng không thể đếm được gây ra sự cố nghiêm trọng nhất.

Chú thích – Các hư hỏng không thể đếm được có thể phân biệt được trong các trường hợp trên.

4.1.2 Trong khi thử nghiệm các mạch, các hệ số an toàn tia lửa sau đây sẽ được áp dụng đối với điện áp hoặc dòng điện hoặc kết hợp cả hai yếu tố như qui định trong 9.2.5:

a) cho cả a) và b): 1,5;

b) cho c): 1,0.

Hệ số an toàn áp dụng đối với điện áp hoặc dòng điện khi xác định nhiệt độ bề mặt phải là 1,0 trong mọi trường hợp.

4.1.3 Các thiết bị và hệ thống được coi là cấp "ia", nếu chúng thoả mãn các yêu cầu thử mà có hoặc không xuất hiện bất kỳ một hư hỏng có thể đếm được nào, và thêm vào đó các hư hỏng không thể đếm được gây ra các sự cố nghiêm trọng nhất trong mỗi trường hợp.

4.1.4 Trong trường hợp là các hệ thống, thì các hư hỏng có thể đếm được sẽ được hiểu là đối với toàn bộ hệ thống mà không phải là đối với mỗi phần tử trong hệ thống, ví dụ: hệ thống cấp "ia" bao gồm hai phần tử thì chỉ có hai hư hỏng có thể đếm được, không phải là bốn.

4.2 Cấp "ib"

4.2.1 Khi sử dụng với U_m và U_n , các mạch an toàn tia lửa trong thiết bị và hệ thống điện của cấp "ib" phải không có khả năng gây bốc lửa trong mỗi trường hợp sau:

a) nếu có các hư hỏng không thể đếm được gây ra sự cố nghiêm trọng nhất;

b) nếu có một hư hỏng có thể đếm được cộng với các hư hỏng không thể đếm được gây ra sự cố nghiêm trọng nhất.

Chú thích – Các hư hỏng không thể đếm được có thể phân biệt được trong các trường hợp trên.

4.2.2 Trong khi thử nghiệm các mạch điện về an toàn tia lửa, hệ số an toàn 1,5 sẽ được áp dụng với các điện áp hoặc dòng điện hoặc là kết hợp cả hai yếu tố này như qui định trong 9.2.5. Hệ số an toàn áp dụng cho điện áp hoặc dòng điện khi xác định nhiệt độ bề mặt phải là 1,0 trong mọi trường hợp.

4.2.3 Thiết bị và hệ thống được coi là cấp "ib", nếu chúng thoả mãn các yêu cầu thử nghiệm với sự xuất hiện các hư hỏng không thể đếm được gây ra sự cố nghiêm trọng nhất.

4.2.4 Trong trường hợp là hệ thống, thì các hư hỏng có thể đếm được sẽ được hiểu là đối với toàn bộ hệ thống mà không phải là đối với mỗi phần tử của thiết bị trong hệ thống, ví dụ: hệ thống cấp "ib" bao gồm hai phần tử thì chỉ có một hư hỏng có thể đếm được, không phải là 2.

Bảng 1 - Dòng điện cho phép của dây dẫn bằng đồng

5 Nhiệt độ

Quy định về nhiệt độ phải tuân theo TCVN 7079-0.

5.1 Quy định về nhiệt độ lớn nhất chỉ áp dụng cho phần nào đó trên bề mặt của thiết bị có thể gây bốc lửa môi trường xung quanh.

5.2 Việc đấu dây bên trong thiết bị và trong các phần tử có kích thước nhỏ phải tuân theo các quy định trong 6.2.

6 Yêu cầu đối với cấu trúc phòng nổ an toàn tia lửa**6.1 Yêu cầu chung**

Yêu cầu này phải tuân theo TCVN 7079-0, ngoại trừ 5.1, 5.2 và 6.8.

6.2 Trường hợp đặc biệt về phân nhóm nhiệt độ**6.2.1 Dây dẫn trong thiết bị**

Dòng điện cực đại cho phép (I_A) tương ứng với nhiệt độ lớn nhất của dây dẫn chịu được do ảnh hưởng tự đốt nóng ($^{\circ}\text{C}$) được tính theo công thức sau:

$$I = \left[\frac{I_f^2 t(1 + aT)}{T(1 + at)} \right]^{1/2}$$

trong đó:

- a là hệ số nhiệt điện trở của vật liệu làm dây dẫn (đối với đồng là $0,004265 \text{ K}^{-1}$);
- I là dòng điện hiệu dụng cho phép lớn nhất xoay chiều hoặc một chiều, tính bằng ampe;
- I_f là dòng điện tại đó dây dẫn bị chảy, tính bằng ampe;
- T là nhiệt độ tại đó dây dẫn bị chảy (đối với đồng là 1038°C), tính bằng độ cenxiuyt;
- t là nhiệt độ lớn nhất của dây dẫn do tự đốt nóng, tính bằng độ cenxiuyt.

Bảng 1 được sử dụng đối với dây đồng.

Bảng 1 - Dòng điện cho phép của dây dẫn bằng đồng

Đường kính danh định mm	Tiết diện danh định mm²	Dòng điện cho phép lớn nhất A
0,035	0,000962	0,53
0,05	0,00196	1,04
0,1	0,00785	2,1
0,2	0,0314	3,7
0,35	0,0962	6,4
0,5	0,196	7,7

Chú thích:

- 1) Giá trị đưa ra đối với dòng điện cho phép lớn nhất là giá trị hiệu dụng xoay chiều hoặc một chiều.
- 2) Đối với các dây dẫn có nhiều lõi, tiết diện mặt cắt ngang danh định được tính bằng tổng tiết diện của tất cả các lõi.
- 3) Bảng cũng áp dụng được với các dây dẫn dẹt mềm như dải cáp nhưng không áp dụng đối với các bảng mạch in, đối với các mạch này xem 6.2.(2).

6.2.2 Đường dẫn trên các bảng mạch in

Dòng điện cho phép lớn nhất của đường dẫn bằng đồng trên các bảng mạch in được xác định theo bảng 2.

Bảng 2 - Dòng điện cho phép lớn nhất của đường dẫn bằng đồng trên các bảng mạch in

Chiều rộng nhỏ nhất của đường dẫn mm	Dòng điện cho phép lớn nhất A
0,15	1,2
0,2	1,8
0,3	2,8
0,4	3,6
0,5	4,4
0,7	5,7
1	7,5
1,5	9,8
2,0	12,0

Bảng 2 (kết thúc)

Chiều rộng nhỏ nhất của đường dẫn mm	Dòng điện cho phép lớn nhất A
2,5	13,5
3,0	16,1
4,0	19,5
5,0	22,7
6,0	25,8

Chú thích:

- 1) Giá trị đưa ra đối với dòng điện cho phép lớn nhất là giá trị hiệu dụng xoay chiều hoặc một chiều
- 2) Bảng này áp dụng đối với bảng mạch in dày $\geq 1,6$ mm với các lớp đồng đơn có độ dày 35 μm .
- 3) Đối với các bảng mạch in có độ dày từ 0,5 mm tới 1,6 mm thì chia giá trị dòng điện lớn nhất ghi trong bảng cho 1,2.
- 4) Đối với bảng mạch in với các đường dẫn cả hai mặt, chia giá trị dòng điện lớn nhất trong bảng cho 1,5.
- 5) Đối với các bảng mạch in với các lớp phủ dày gấp đôi, chia giá trị dòng điện lớn nhất ở trong bảng cho 2.
- 6) Đối với lớp đồng dày 18 μm chia dòng điện lớn nhất trong bảng cho 1,5.
- 7) Đối với lớp đồng độ dày 70 μm , dòng điện cực đại có thể nhân với 1,3.
- 8) Ở các phần tử có công suất $\geq 0,25$ W trong điều kiện bình thường cũng như trong trường hợp sự cố chia dòng điện lớn nhất trong bảng cho 1,5.
- 9) Tại các cọc đầu dây của phần tử có công suất $\geq 0,25$ W ở điều kiện bình thường cũng như trong trường hợp sự cố và đối với đường dẫn rộng 1 mm thì nhân chiều rộng của đường với 3 hoặc là chia dòng điện lớn nhất trong bảng cho 2. Thêm vào đó, nếu đường dẫn đi dưới các phần tử cũng áp dụng hệ số trên.
- 10) Nguồn số liệu trong bảng này lấy ở IEC 326-3.

6.2.3 Linh kiện nhỏ

Trong trường hợp các phần tử phù hợp với yêu cầu ở bảng 3, không phải tiến hành các thử nghiệm an toàn tia lửa.

Bảng 3 - Phân loại theo kích thước của phần tử và nhiệt độ của môi trường

Tổng diện tích bề mặt bao gồm các cọc đầu dây	Các yêu cầu đối với phân loại
$< 20 \text{ mm}^2$	nhiệt độ bề mặt $\leq 275^\circ\text{C}$
$\geq 20 \text{ mm}^2 \leq 10 \text{ mm}^2$	không vượt quá 1,3 W* hoặc nhiệt độ bề mặt $\leq 200^\circ\text{C}$
*Bị giảm xuống 1,2 W với nhiệt độ môi trường 60°C ; 1,0 W với nhiệt độ môi trường 80°C .	

6.2.4 Phần tử đỡ đẩy

Ngoại trừ các đèn đốt nóng, các phần tử có bề mặt bị nung nóng, các bộ phận khác của chúng phù hợp với 6.2.3, được bao phủ kín và đỡ đẩy phải chịu đựng được tác động thử theo 8.1 của TCVN 7079-0 mà không bị vỡ lớp bao phủ. Nhiệt độ tương ứng là nhiệt độ lớn nhất trên bề mặt đo được trên vỏ bọc.

Chú thích – Yêu cầu này không áp dụng với các linh kiện như transistor và điện trở. Ở đây nhiệt độ được đo ngay trên mặt ngoài của linh kiện.

6.3 Vỏ thiết bị

Cấp bảo vệ của vỏ thiết bị có thể khác nhau tùy mục đích sử dụng. Phải đáp ứng cấp bảo vệ IP 54 theo yêu cầu của IEC 529 trong điều kiện bụi và ẩm tại các gương lò của mỏ.

6.4 Phần tử đấu nối với mạch ngoài

6.4.1 Cọc để đấu nối

6.4.1.1 Ở những chỗ cấp bảo vệ có thể bị giảm cấp do phải đấu dây giao cắt nhau, ngoài việc phải thoả mãn yêu cầu ở bảng 4, các cọc đấu dây của mạch an toàn tia lửa phải được tách ra khỏi các cọc của mạch không an toàn tia lửa bằng một trong các biện pháp sau:

- thực hiện cách ly các cọc liền kề nhau ở các khoảng cách ít nhất là 50 mm. Bố trí các cọc và phương pháp đấu dây sao cho không thể có chạm chập giữa các mạch nếu một dây bị bật ra;
- bố trí các cọc của mạch an toàn và mạch không an toàn tia lửa trong các vỏ riêng, hoặc sử dụng vách ngăn cách điện, hoặc vách ngăn kim loại tiếp đất giữa các cọc với vỏ bọc chung, phải thoả mãn các yêu cầu sau:

+ Các vỏ hoặc vách ngăn riêng với vỏ thiết bị chung phải được thiết kế để ngăn ngừa sự chạm chập tới cọc của một mạch an toàn tia lửa từ mạch không an toàn tia lửa.

+ Các vách ngăn để cách ly cọc đấu dây phải cách thành, vách vỏ một khoảng 1,5 mm, hoặc có khoảng cách nhỏ nhất giữa các cọc là 50 mm khi đo ở bất kỳ hướng nào quanh vách ngăn.

+ Các vách ngăn kim loại phải được tiếp đất và đủ vững chắc để đảm bảo rằng chúng không thể bị hư hại trong quá trình đấu dây.

Các vách ngăn như vậy được coi là phù hợp nếu chúng dày ít nhất 0,45 mm hoặc là đã qua thử nghiệm theo 9.7 nếu độ dày nhỏ hơn. Hơn nữa, các vách ngăn kim loại phải có đủ khả năng mang dòng điện để ngăn ngừa sự bốc lửa hoặc mất tiếp đất trong trường hợp hư hỏng.

+ Các vách ngăn cách điện phi kim loại phải có đủ độ dày và được gia cố để chúng không dễ bị biến dạng có thể làm hỏng chức năng của chúng. Các vách ngăn như vậy được xem là phù hợp nếu chúng dày ít nhất 0,9 mm hoặc trải qua thử nghiệm nêu ra trong 9.7 nếu độ dày nhỏ hơn.

6.4.1.2 Thực hiện cách ly bằng cách đặt các cọc đầu dây của mạch an toàn và mạch không an toàn trong ngăn riêng cùng với vỏ bọc riêng.

Khe hở nhỏ nhất giữa cọc đầu dây của mạch an toàn tia lửa với bất kỳ phần kim loại tiếp đất nào cũng phải là 6 mm, trừ cực của mạch an toàn tia lửa được dùng để tiếp đất.

Khe hở giữa các cọc của mạch an toàn tia lửa phải cách nhau ít nhất là 6 mm, trừ khi không có nguy hiểm nào do việc đấu nối.

6.4.2 Phích cắm và ổ cắm

Ở thiết bị an toàn tia lửa hoặc thiết bị tổ hợp cho phép bố trí nhiều hơn một ổ cắm và phích cắm để đấu nối ngoài hoặc đấu nối trong mà nếu hoán vị có thể ảnh hưởng tới dạng bảo vệ của thiết bị thì các phích cắm và ổ cắm như vậy phải được bố trí (ví dụ bằng chốt khoá) sao cho không thể hoán vị được cho nhau, hoặc phải được chỉ rõ (ví dụ bằng dán nhãn hoặc mã mẫu) không cho phép hoán vị lẫn cho nhau (xem 6.5.3).

Khi sử dụng các phích cắm và ổ cắm bán thành phẩm cho các thiết bị điện thì áp dụng thêm 6.4.1 và bảng 4.

6.5 Khoảng cách rò, khe hở, khoảng cách qua hợp chất đổ đầy và khoảng cách qua chất cách điện rắn

6.5.1 Qui định chung

6.5.1.1 Khoảng cách rò, khe hở, khoảng cách qua hợp chất đổ đầy và khoảng cách qua chất cách điện rắn mà loại bảo vệ phụ thuộc vào chúng, phải được xem xét giữa:

- + mạch an toàn tia lửa và mạch không an toàn tia lửa; hoặc
- + hai mạch an toàn tia lửa riêng rẽ; hoặc
- + các phần tử của một mạch trên; hoặc
- + một mạch và các phần kim loại tiếp đất.

nếu chúng bằng hoặc vượt quá các giá trị ghi trong bảng 4 thì được phép nội suy giữa các giá trị (xem hình A.5 phụ lục A).

6.5.1.2 Khoảng cách rờ, khe hở, khoảng cách qua hợp chất đồ đầy và khoảng cách qua chất cách điện rắn có thể cho phép nhỏ hơn. Chúng có thể được xem là đối tượng hư hỏng có thể đếm được như yêu cầu của mục 4 nếu chúng có giá trị không nhỏ hơn một phần ba giá trị tương ứng.

6.5.1.3 Nếu khoảng cách giữa hai phần tử mang điện nhỏ hơn một phần ba các giá trị ghi trong bảng 4, nó sẽ được xem là hư hỏng không thể đếm được nếu như sự đầu nối này có ảnh hưởng tới dạng bảo vệ.

6.5.1.4 Nếu có từ hai phần tử mang điện trở lên, khoảng cách giữa các phần tử này được cộng lại. Tổng giá trị các khoảng cách phải đáp ứng yêu cầu trong bảng 4.

6.5.1.5 Nếu các khoảng cách giữa các phần tử có giá trị lớn hơn một phần ba giá trị trong bảng 4 và tổng các khoảng cách này có giá trị ít nhất đạt yêu cầu như trong bảng 4, khi đó các khoảng cách giữa các phần tử được xem như không phải là đối tượng hư hỏng.

Bảng 4 - Khoảng cách rờ, khe hở, khoảng cách qua hợp chất đồ đầy và khoảng cách qua chất cách điện rắn

1. Điện áp đỉnh ⁽¹⁾ và ⁽²⁾	10 v	30 v	60 v	90 v	190 v	375 v	550 v	750 v	1,0 kv	1,3 kv	1575 v	3,3 kv	4,7 kv	9,5 kv	15,6 kv
2. Khoảng cách rờ	1,5	2	3	4	8	10	15	18	25	36	40				
3. Khoảng cách rờ dưới lớp phủ	0,5	0,7	1	1,3	2,6	3,3	5	6	8,3	12	13,3				
4. Chỉ số CTI ⁽³⁾ nhỏ nhất	ia	90	90	90	90	175	175	175	175	175	300				
	ib	90	90	90	90	175	175	175	175	175	175				
5. Khe hở	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10	14	16				
6. Khoảng cách qua chất đồ đầy	0,5	0,7	1	1,3	1,7	2	2,4	2,7	3,3	4,6	5,3	9	12	20	33
7. Khoảng cách qua chất điện rắn	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,3	2,7	4,5	6	10	16,5

Chú thích:

1) Giá trị xác định đưa ra trong bảng này là giá trị danh định tính bằng mm và có khe hở chế tạo đến ∞, -10% đưa ra giá trị của chúng không vượt quá 1 mm.

2) Ngoại trừ khoảng cách ở dòng 6 và 7, hiện nay không đưa ra giá trị có điện áp 3,3 kV và cao hơn.

⁽¹⁾ Ngoại lệ, khoảng cách rờ được đánh giá thông qua sử dụng ở dòng 1 giá trị điện áp hiệu dụng lớn nhất và không sử dụng điện áp đỉnh mà nó có thể xuất hiện như điều kiện của mục 4 trong tiêu chuẩn này.

⁽²⁾ Giá trị điện áp xuất hiện như điều kiện của mục 4 bao gồm các hoạt động mạch bảo vệ.

⁽³⁾ CTI chỉ số chịu xâm thực được đo theo IEC 112.

⁽⁴⁾ Các khoảng cách rờ trong dòng 3 của bảng 4 áp dụng cho bảng mạch in trừ trường hợp nó được bảo vệ tối thiểu bởi một lớp phủ cách điện có thể chịu được điện áp ít nhất là 200V/ 0,025 mm chiều dày.

Những hư hỏng của dây dẫn ở bên trong một phần tử được đổ đầy hoặc được bao kín, ví dụ chất bán dẫn, phù hợp với các yêu cầu của 7.2 mà các khe hở và khoảng cách trong chúng nhỏ hơn một phần ba giá trị đưa ra trong bảng 4 phải được coi là hư hỏng đơn có thể đếm được như yêu cầu trong mục 4.

Đối với linh kiện bán dẫn nhiều chân được bao phủ hoặc bọc kín, sự chạm chập với nhau giữa các chân bất kỳ và hở mạch của bất kỳ chân nào phải được coi như hư hỏng đơn có thể đếm được.

Các giá trị trong bảng 4 áp dụng trong trường hợp khe hở và khoảng cách rò giữa các phần tử có giá trị không thay đổi, ví dụ không có sự dịch chuyển của phần tử mang điện hoặc do hàn. Nếu có xuất hiện như vậy, các giá trị phải được tăng lên tương ứng.

6.5.1.6 Điện áp cấp từ một nguồn chung được coi là điện áp giữa hai phần tử mang điện khi xem xét các hư hỏng trong thiết bị phù hợp với mục 4.

Trong trường hợp hai điện áp không cấp từ một nguồn chung, điện áp được tính sẽ là tổng điện áp của hai mạch chứa các phần mang điện khi xem xét các hư hỏng trong thiết bị phù hợp với mục 4. Nếu giá trị điện áp so với đất của một phần tử mang điện nhỏ hơn 20% so với phần kia, thì sử dụng giá trị cao.

6.5.1.7 Điện áp sử dụng cho các thiết bị điện thông thường qua các phần tử đấu nối có thể gây nguy hiểm trong trường hợp sự cố, phải không được vượt quá giá trị giới hạn U_m .

6.5.1.8 Các quy định của mục này không áp dụng trong trường hợp có nối đất bằng kim loại cách ly một mạch an toàn tia lửa với các mạch khác, đảm bảo khi bị đánh thủng xuống đất không ảnh hưởng ngược lại tới dạng bảo vệ và các phần tử nối đất có thể tải được dòng điện cực đại đi trong trường hợp sự cố.

6.5.1.9 Vách ngăn kim loại nối đất phải đảm bảo độ cứng và vững chắc để nó không thể bị hư hỏng. Nó phải có đủ độ dày và đủ khả năng tải dòng điện để ngăn ngừa sự đâm thủng hoặc mất tiếp đất trong các điều kiện hỏng hóc. Vách ngăn phải có độ dày ít nhất 0,45 mm, gắn cố định vững chắc, được nối đất với phần kim loại của thiết bị, hoặc là nếu có độ dày nhỏ hơn, nhưng đạt được các yêu cầu thử nghiệm qui định trong 9.7.1 thì coi như đáp ứng với các yêu cầu của mục này.

6.5.1.10 Trong trường hợp có vách ngăn cách điện phi kim loại giữa các phần tử mang điện các khoảng cách rò, khe hở và khoảng cách khác sẽ được xác định xung quanh vách ngăn đó. Vách ngăn phải đảm bảo có độ dày ít nhất 0,9 mm hoặc là nếu có độ dày nhỏ hơn phải đáp ứng được các yêu cầu thử nghiệm qui định trong 9.7.1, trong trường hợp này khoảng cách rò, vật liệu phải có chỉ số CTI tương ứng.

6.5.1.11 Phụ lục A mô tả phương pháp xác định các khe hở qua hợp chất đổ đầy hoặc chất cách điện rắn.

6.5.1.12 Các yêu cầu áp dụng cho một vài trường hợp riêng được đưa ra từ 6.5.2 đến 6.5.4.

6.5.2 Trường hợp riêng

Ngăn đỡ đẩy chất cách điện phải có khả năng chịu được thử va đập như trong 8.1 của TCVN 7079-0 mà không bị nứt hoặc phải được bảo vệ bởi một vỏ bọc có khả năng chịu được va đập tương tự. Chỉ các khe hở có giá trị như trong bảng 4 mới có khả năng ngăn ngừa được tác động của môi trường.

6.5.3 Phích cắm và ổ cắm để đấu nối trong

Trong trường hợp các phần tử mang điện của mạch an toàn tia lửa và của mạch không an toàn tia lửa được cách ly với nhau bởi các phần tử nối đất và giữa các phần tử mang điện và mạch không an toàn tia lửa cũng như các phần tử nối đất này nếu không đáp ứng các yêu cầu của bảng 4, thì không được phép cắt mạch nối đất khi không cắt đồng thời các tiếp xúc khác (xem 6.4.2).

6.5.4 Role

Dòng điện và điện áp được đóng mạch bởi tiếp điểm của rơ le trong mạch không an toàn tia lửa không cho phép được vượt quá các giá trị tương ứng là 5 A và 250 V. Tích của dòng điện và điện áp không được vượt quá 100 VA trong trường hợp role nối với mạch an toàn tia lửa.

Đối với các giá trị cao hơn, mạch điện chỉ được nối tới rơ-le này nếu chúng được cách ly bởi một phần tử kim loại nối đất hoặc bởi một vách ngăn cách điện. Nếu như có vách ngăn cách điện mà điện áp vượt quá 250 V, thì giá trị khe hở nhỏ nhất phải gấp hai lần các giá trị tương ứng trong bảng 4, dòng điện và giá trị VA không được vượt quá 10 A và 500 VA.

6.6 Nối đất

6.6.1 Việc nối đất phải đảm bảo thoả mãn dạng bảo vệ; ví dụ đối với các vỏ thiết bị, phần tử mang điện, màn chắn kim loại, bảng mạch in, tiếp điểm nối đất trong ổ cắm, diốt chặn. Tiết diện của các phần tử mang điện, dây nối cùng với cọc đấu nối phải dẫn được dòng điện cho phép lớn nhất một cách liên tục với các điều kiện như quy định tại mục 4. Các yêu cầu quy định trong mục 7 cũng cần phải đáp ứng.

6.6.2 Các phần tử đấu nối và cọc đấu nối phải được thiết kế đảm bảo đủ lực tiếp xúc, không ảnh hưởng tới điện trở nối đất khi có rung lắc. Có thể sử dụng các cọc nối đất theo nguyên lý ma sát.

6.6.3 Nếu cần nối đất mạch an toàn tia lửa vì các lý do khác không liên quan đến dạng bảo vệ, thì phương pháp nối đất phải tránh được những tác động có hại cho dạng bảo vệ của thiết bị.

6.6.4 Để đáp ứng yêu cầu về dạng bảo vệ của thiết bị các dây nối đất không được cắt ngang các phần tử đấu nối, trừ khi phần tử đấu nối đã được bọc lót. Khi mạch điện và dây nối đất cùng đi trong một phần tử đấu nối trong thì phải tuân theo các qui định trong 6.5.3.

6.6.5 Các hình thức nối đất bằng tấm ngăn, màn chắn hoặc mạch nối đất phải đảm bảo dạng bảo vệ của thiết bị và phải được xem là đối tượng không thể bị hư hỏng nếu dây nối đất có tiết diện nhỏ nhất là $0,19 \text{ mm}^2$ và chịu đựng được dòng điện sự cố một cách an toàn.

6.6.6 Đứt mạch trong trường hợp đấu nối bằng phích và ổ cắm điện phải được coi là một hư hỏng đếm được.

6.6.7 Nối đất phải đảm bảo yêu cầu về dạng bảo vệ của thiết bị, ví dụ như các phần tử đấu nối đến màn chắn v.v... phải được cung cấp cho người sử dụng một cách độc lập ngoài các phần tử nối đất cho vỏ.

6.7 Cách điện

6.7.1 Cách điện giữa một mạch an toàn tia lửa với khung giá của thiết bị điện hoặc với các phần tử nối đất phải chịu được điện áp thử nghiệm hiệu dụng xoay chiều tần số công nghiệp gấp hai lần điện áp của mạch an toàn tia lửa và nhỏ nhất là 500 V.

6.7.2 Cách điện giữa một mạch an toàn tia lửa với mạch không an toàn tia lửa phải có khả năng chịu được một điện áp thử nghiệm hiệu dụng xoay chiều tần số công nghiệp $(1000 + 2U) \text{ V}$, nhỏ nhất là 1 500 V, ở đây U là tổng giá trị điện áp hiệu dụng của mạch an toàn tia lửa và của mạch không an toàn tia lửa.

6.7.3 Trong trường hợp giữa các mạch an toàn tia lửa có thể xảy ra chạm chập gây mất an toàn, cách điện giữa các mạch này phải chịu được một điện áp thử nghiệm hiệu dụng xoay chiều tần số công nghiệp đến giá trị $2 \cdot U$, nhỏ nhất là 500 V, ở đây U là tổng giá trị điện áp của các mạch này dưới điều kiện xem xét.

Xem 9.4 về phương pháp thử điện áp.

6.8 Đấu dây bên trong

Để đáp ứng yêu cầu về dạng bảo vệ, các phần tử cách điện của các dây đấu nối bên trong phải tuân theo các yêu cầu sau đây:

6.8.1 Các mạch không an toàn tia lửa trong cùng một vỏ với những mạch an toàn tia lửa được đấu nối bằng dây phải có vỏ có cấp cách điện chịu được điện áp thử nghiệm hiệu dụng xoay chiều tần

số công nghiệp (1000 + 2 U) V, nhỏ nhất là 1500 V, ở đây U là tổng giá trị điện áp hiệu dụng của mạch an toàn tia lửa và mạch không an toàn tia lửa.

Xem 9.4 về phương pháp thử điện áp.

6.8.2 Khoảng cách giữa các lõi của dây bọc cách điện trong mạch không an toàn tia lửa cũng như trong những mạch an toàn tia lửa ít nhất phải bằng các giá trị tương ứng ghi trong hàng 7 ở bảng 4. Không phải áp dụng yêu cầu này nếu các dây bọc cách điện của mạch an toàn tia lửa và mạch không an toàn tia lửa được bọc màn chắn có nối đất.

6.9 Bao phủ bằng hợp chất đổ đầy

6.9.1 Cách ly các phần tử và dây dẫn điện

Ở những chỗ sử dụng hợp chất đổ đầy để bao phủ cách ly các phần tử và dây dẫn điện của một mạch an toàn tia lửa với các mạch không an toàn tia lửa, các mạch an toàn tia lửa với nhau, các phần tử của cùng một mạch với đất (xem 6.5), các hợp chất bao phủ phải:

- gắn dính chặt vào các dây dẫn nhô lên, vào các phần tử bao gồm cả nền của bảng mạch in (xem phụ lục B);
- có đủ độ cứng đáp ứng yêu cầu thử qui định trong 9.7.2 nếu lớp bao phủ sử dụng không có vỏ bọc bổ sung (ví dụ các đầu đo). Tiêu chuẩn này không qui định đối với các thiết bị điện công nghiệp thông thường.
- chịu được nhiệt độ ít nhất tương đương với nhiệt độ lớn nhất của bất kỳ phần tử nào hoặc các dây dẫn đặt nằm dưới lớp bao phủ (xem phụ lục B).

6.9.2 Ngăn chặn khả năng nổ của môi trường

Ở những chỗ sử dụng hợp chất đổ đầy để bao phủ, ngăn chặn khả năng nổ của môi trường thì các phần tử và các mạch an toàn tia lửa của thiết bị mô tả trong các mục (a), (b), và (c) dưới đây, phải thoả mãn các yêu cầu trong 6.9.1 và độ dày nhỏ nhất của hợp chất đổ đầy giữa các phần tử như vậy so với bề mặt tự do của nó phải bằng một nửa các giá trị trong dòng 6 của bảng 4 với giá trị độ dày nhỏ nhất 1 mm (xem hình B.1 và phụ lục B).

- phần tử áp điện có nối tới bất kỳ một phần tử xả áp nào khác;
- phần tử tích điện với các phần tử trong mạch phóng nạp của chúng có thể xuất hiện dứt mạch;
- bề mặt của các phần tử trên như cầu chày và điện trở có thể bị nung nóng làm tăng cấp nhiệt độ của thiết bị.

Nếu bề mặt của hợp chất đổ đầy tiếp xúc với một vỏ bằng vật liệu cách điện, khi đó không cần yêu cầu về độ dày.

6.9.3 Sự giảm nhiệt độ bề mặt

Ở những chỗ sử dụng hợp chất đổ đầy để bao phủ nhằm ngăn chặn khả năng nổ của môi trường, lượng hợp chất đổ đầy và độ dày nhỏ nhất của nó bọc trên phần tử phát nhiệt hoặc phần tử mang điện phải giảm được nhiệt độ lớn nhất trên bề mặt của hợp chất đổ đầy tới mức ít nhất tương đương với nhiệt độ của phần tử hoặc dây dẫn nóng nhất mà chúng bao bọc.

Nếu hợp chất bao phủ không có lớp vỏ bọc bao quanh, thì phải thoả mãn các yêu cầu thử nêu trong 9.7.2.

6.9.4 Đặc tính kỹ thuật của hợp chất đổ đầy

Nhà chế tạo phải đưa ra tài liệu kiểm tra và thử nghiệm phù hợp với TCVN 7079-0 chỉ rõ hợp chất đổ đầy theo tên hoá học của gốc polyme (xem ISO 472 phù hợp với IEC 455-1), các loại ký hiệu riêng (theo nhà sản xuất), nhiệt độ hoạt động liên tục danh định và chỉ số CTI của nó.

6.10 Dấu dây ngoài

6.10.1 Thông số cho phép để dấu dây ngoài của thiết bị phải được chỉ rõ đối với mọi hệ thống an toàn tia lửa. Những thông số này bao gồm điện cảm, điện dung cho phép lớn nhất của cáp và nếu có thể tỷ số giữa điện cảm cho phép và điện dung. Tỷ số giữa điện cảm và điện trở lớn nhất của nguồn điện có thể sử dụng công thức sau đây để tính toán:

$$\frac{L_c}{R_c} = \frac{8eR + (64e^2R^2 - 72U^2eL)^{1/2}}{4,5U^2} H/\Omega$$

Trong đó:

e là năng lượng nhỏ nhất của tia lửa trong thiết bị thử tia lửa: 50×10^{-5} J, tính bằng jun;

R_c là điện trở của một đơn vị chiều dài cáp, tính bằng ôm trên mét;

R là điện trở của mạch nhỏ nhất (trừ cáp), tính bằng ôm;

U là điện áp hở mạch lớn nhất, tính bằng von;

L_c là điện cảm của một đơn vị chiều dài của cáp, tính bằng Henry trên mét;

L là điện cảm tổng cộng lớn nhất trong mạch điện ngoại trừ cáp, tính bằng Henry.

Công thức này được tính với hệ số an toàn là 1,5 cho dòng điện (dùng cho cáp nhưng rất có ích trong một số trường hợp khác).

Chú thích:

1) Giá trị lớn nhất nhận được khi công thức trên áp dụng trong trường hợp:

- chỉ có nguồn điện và cáp;
- chỉ có nguồn điện, cáp và phụ tải.

2) Công thức này cũng có thể được sử dụng để xác định các điện cảm tổng cộng như của đồng hồ đo, các cuộn dây.

6.10.2 Ở những chỗ sử dụng cáp nhiều lõi trong mạch an toàn tia lửa, việc nối các dây dẫn phải được xem xét đánh giá trong hệ thống an toàn tia lửa như trong (a), (b) và (d) dưới đây. Ngoại trừ cáp như trong (a) được giả thiết để đánh giá, nhà chế tạo phải đưa ra tài liệu quy định các hình thức kiểm tra và thử nghiệm đối với cáp phù hợp với TCVN 7079-0.

a) Trong trường hợp không có các yêu cầu đặc biệt đối với cáp về số lần đóng cắt giữa các dây dẫn và các mạch, cần xem xét trước khi áp dụng các quy định về hư hỏng trong mục 4 của tiêu chuẩn này.

b) Khi giá trị điện áp danh định của cáp tương đương với điện áp của mạch, cách điện giữa các lõi phải có khả năng chịu được điện áp hiệu dụng xoay chiều thử nghiệm 1000 V và cách điện của dây dẫn phải có khả năng chịu được điện áp thử nghiệm bằng một nửa giá trị điện áp giữa dây dẫn với bất kỳ màn chắn nào. Khi tăng lên hai mối nối với nhau và bốn hở mạch đồng thời của dây dẫn cần xem xét trước khi áp dụng các qui định về hư hỏng ở mục 4.

c) Khi giá trị điện áp danh định của cáp phù hợp với (b) và ít nhất gấp hai lần điện áp của mạch, cáp được cố định (ví dụ trong máng cáp) và bảo vệ chống lại hư hại ở những chỗ dễ bị hỏng hóc (ví dụ các đường dây giao cắt nhau) thì không cần xem xét các hư hỏng trong mạch cáp có điện áp vượt quá 60 V trong các điều kiện hư hỏng quy định như ở mục 4.

d) Khi cáp phù hợp với (b) có dây dẫn riêng hoặc nhóm dây dẫn bọc trong một màn chắn, thì không cần xem xét các hư hỏng giữa dây dẫn hoặc nhóm dây dẫn. Tuy nhiên các hư hỏng giữa các dây dẫn bọc trong cùng một màn chắn hoặc giữa các dây dẫn và màn chắn bao bọc phải được xem xét trước khi áp dụng các qui định ở mục 4, trừ khi cáp được bảo vệ chống lại hư hỏng theo như (c) ở trên.

6.11 Phần tử áp điện

6.11.1 Các thiết bị có chứa bất kỳ một phần tử áp điện nào phải được thiết kế sao cho thiết bị chịu được tác động một năng lượng tuân theo bảng 1 của TCVN 7079-0 đối với các nguy cơ hư hỏng cơ học "thông thường" hoặc giá trị nhỏ nhất của công suất đầu ra của thiết bị được nhà chế tạo qui định, phải không lớn hơn 1500 μ J.

6.11.2 Khi công suất của phần tử áp điện bị hạn chế bởi các phần tử bảo vệ, các phần tử này phải không bị hư hỏng do các tác động trên, cũng như không cho phép công suất này làm hỏng dạng bảo vệ của nó.

6.11.3 Khi năng lượng tác động nêu trong 6.11.1 này nhỏ hơn giá trị được qui định tại bảng 1 của TCVN 7079-0, các thiết bị phải ghi nhãn với ký hiệu "X" phù hợp TCVN 7079-0 và bất cứ điều kiện sử dụng đặc biệt nào khác phải được thông báo trong các tài liệu tương ứng.

6.11.4 Việc thử nghiệm phải được tiến hành phù hợp với các quy định về thử chịu va đập của TCVN 7079-0.

Chú thích. – Mục đích thử là để xác định rằng năng lượng điện nhận được từ mạch chứa phần tử áp điện không vượt quá giá trị tối hạn đối với hỗn hợp khí thử tương ứng với các nhóm thiết bị và không phần tử bảo vệ nào bị hư hỏng, gây nên hậu quả. Hư hỏng ảnh hưởng tới cấp bảo vệ của vỏ thiết bị không đề cập ở đây.

6.11.5 Việc thử nghiệm được tiến hành hai lần trên bề mặt gắn phần tử.

6.11.6 Năng lượng lớn nhất tạo ra bởi phần tử áp điện được xác định từ công thức $E = 1/2CU^2$, trong đó C là điện dung đo được trên thiết bị và U là điện áp cực đại ở đầu ra.

6.11.7 Điện áp ra được đo trên mạch chứa phần tử áp điện cùng các phần tử bảo vệ của nó.

7 Yêu cầu đối với các phần tử của thiết bị

7.1 Các yêu cầu từ 7.2 tới 7.6, bổ sung cho tất cả các yêu cầu khác của tiêu chuẩn này chỉ áp dụng đối với các phần tử trong các thiết bị và hệ thống an toàn tia lửa, bao gồm cả các tổ hợp thiết bị với các dạng bảo vệ phụ thuộc.

7.2 Thông số thiết bị

7.2.1 Tất cả các phần tử với các dạng bảo vệ phụ thuộc vào chúng không được vận hành khi các thông số của chúng lớn hơn hai phần ba giá trị dòng điện, điện áp hoặc công suất danh định của chúng, ngoại trừ các trang thiết bị như máy biến áp, cầu chảy, rơle nhiệt khi có các điều kiện hư hỏng được định nghĩa như ở mục 4 với điều kiện lắp đặt và dải nhiệt độ xác định. Nhà chế tạo cần chỉ ra các giá trị danh định tương ứng này.

* Chú thích:

7.2.2 Cần tính đến ảnh hưởng của các điều kiện lắp đặt và nhiệt độ xung quanh được nhà chế tạo qui định trong TCVN 7079-0 (ví dụ trong trường hợp chất bán dẫn, công suất tiêu tán không được vượt quá hai phần ba giá trị mà tại đó nhiệt độ của mặt tiếp giáp đạt tới giá trị cực đại trong điều kiện vận hành).

7.2.3 Các thiết bị bán dẫn được sử dụng làm phần tử hạn chế năng lượng phải không bị hư hỏng trong điều kiện ngắt mạch, trong trường hợp ngắt mạch tính toán xảy ra được nêu trong mục 4 và trong thời gian hoạt động của thiết bị bảo vệ quá dòng điện.

7.3 Cầu chảy

7.3.1 Cầu chảy được sử dụng như một phương tiện để bảo vệ cho các phần tử khác, nó có chức năng hạn chế dòng điện không vượt quá $1,7 I_n$, trong đó I_n là trị số dòng điện danh định của cầu chảy, thoả mãn các yêu cầu của 7.2. Đặc tính dòng điện-thời gian của cầu chảy phải đảm bảo để các thông số tức thời của phần tử bảo vệ không vượt quá các giá trị đã cho (không áp dụng các quy định giảm nhẹ).

7.3.2 Trong mạch an toàn tia lửa cho phép cầu chảy được đặt trong môi trường nguy hiểm nổ nếu như khí được ngăn không cho tiếp xúc với dây chảy, ví dụ cầu chảy thuỷ tinh (xem 6.9.2) hoặc cầu chảy đổ đầy cát và cầu chảy sứ. Nhiệt độ lớn nhất trên bề mặt của cầu chảy được đo trên mặt ngoài của vỏ hoặc bề mặt cầu chảy sứ, cầu chảy cát.

7.3.3 Những cầu chảy có vỏ bọc phải được gắn kín để ngăn ngừa hợp chất đổ đầy thẩm thấu vào bên trong cầu chảy làm thay đổi đặc tính chảy của nó.

7.3.4 Cầu chảy sử dụng để bảo vệ cho các phần tử chỉ có thể được thay thế bằng cách sử dụng các dụng cụ như tuốc nơ vít, chìa vặn, hoặc hàn kim loại. Các thông số của cầu chảy phải được gắn ngay bên cạnh cầu chảy.

7.3.5 Một cầu chảy phải:

- a) có khả năng ngắt dòng điện tương ứng đến 4000 A, hoặc
- b) được chế tạo hàng loạt với một phần tử hạn chế dòng điện có giá trị không lớn hơn dòng danh định tương ứng của cầu chảy.

7.3.6 Cầu chảy cũng là đối tượng để ghi nhãn với ký hiệu "X" phù hợp với TCVN 7079-0 nếu mạch điện dự định nối với các nguồn điện áp chính. Cho phép các cầu chảy được thiết kế với dòng điện danh định nhỏ hơn 4000 A ở giá trị danh định của điện áp nguồn cung cấp cho thiết bị.

7.4 Phần tử để đấu nối trong

Các phần tử đấu nối bao gồm các tấm panen cảm phích phải thỏa mãn theo các yêu cầu nêu trong 6.4.2 và 6.5.3.

7.5 Nguồn điện và ắc quy

Các yêu cầu nêu trong 7.5.1 và 7.5.2 có thể áp dụng cho cả thiết bị điện cầm tay và thiết bị điện cố định, trong đó ắc quy là một bộ phận lắp ráp tổng thể dự kiến được sử dụng trong môi trường khí nổ và không có loại bảo vệ riêng, ví dụ vỏ an toàn nổ. Yêu cầu này áp dụng đối với cả nguồn sơ cấp (không thể nạp được) và nguồn thứ cấp (có thể nạp được).

7.5.1 Bình ắc quy phải có kiểu dáng để không bị tràn chất điện phân hoặc phải được bao bọc để ngăn ngừa hư hại do chất điện phân tràn vào các mạch điện ảnh hưởng tới loại bảo vệ. Các buồng chứa ắc quy tạo ra khí nguy hiểm cháy nổ phải được thông gió tốt để ngăn ngừa sự tích tụ nồng độ khí này.

7.5.2 Để đánh giá và thử nghiệm, điện áp của ắc quy khi hở mạch ở điều kiện bình thường được coi là điện áp cực đại (từ một ắc quy mới ban đầu hoặc từ ắc quy thứ cấp sau khi được nạp đầy).

7.5.3 Để phục vụ đánh giá và thử nghiệm, dòng điện ngắn mạch ban đầu của ắc quy được coi là giá trị cực đại.

7.5.4 Trong trường hợp có các phần tử hạn chế năng lượng, chúng phải được coi là một bộ phận của trọn bộ ắc quy hoặc chứa riêng trong thiết bị điện.

7.5.5 Phần tử hạn chế năng lượng như một phần trong trọn bộ ắc quy, phải là một bộ phận có thể thay thế cùng với ắc quy, phải đáp ứng yêu cầu thử rơi như mô tả trong TCVN 7079-0.

7.5.6 Khi phần tử hạn chế năng lượng được chứa riêng trong thiết bị điện thì thiết bị phải được cấu tạo như sau:

- hộp ắc quy hoặc cực đấu nối với tải phải được bố trí để chúng dễ lắp đặt và thay thế mà không gây ngắn mạch đầu ra và thiếu phần tử hạn chế năng lượng nối đầu ra của ắc quy với cực phụ tải;
- đối với thiết bị điện cầm tay như máy thu vô tuyến và máy thu phát, phải có cấu tạo ngăn ngừa được sự long rời ra của ắc quy khi tiến hành thử rơi như mô tả trong TCVN 7079-0;
- các thiết bị điện phải được gắn nhãn cảnh báo không cho phép thay thế ắc quy trong môi trường khí nổ như mô tả trong 10.4.

7.5.7 Thiết bị điện hoặc bộ ắc quy có cực đầu nối bên ngoài để nạp ắc quy phải được trang bị các phương tiện để ngăn ngừa khả năng phát tia lửa ở các cực tiếp xúc, khi một đôi cực tiếp xúc bất kỳ xảy ra sự cố chạm chập. Điều này có thể được thực hiện theo một trong hai cách sau:

- a) dùng các điốt chặn hoặc dây các điện trở trong mạch nạp. Đối với cấp "ib" sử dụng hai điốt. Đối với cấp "ia" sử dụng ba điốt. Những điốt này phải được bảo vệ bằng cầu chảy tương ứng;
- b) cấp bảo vệ cho vỏ thiết bị ít nhất phải ở mức IP54 với các cơ cấu bắt chặt đặc biệt theo TCVN 7079-0 và nhãn cảnh báo không cho phép nạp trong môi trường khí nổ.

7.5.8 Ắc quy có cấu tạo không đặc biệt được phân loại trên cơ sở nhiệt độ lớn nhất trên bề mặt ngoài của chúng ở điều kiện ngắn mạch. Khi phần tử hạn chế năng lượng là một phần trong trọn bộ ắc quy, việc ngắn mạch được xem xét trong cả hai trường hợp có và không có bộ phận hạn chế năng lượng trong mạch. Trong trường hợp khác ngắn mạch sẽ được xem xét ngay tại cực của ắc quy.

7.5.9 Đối với ắc quy có thông số danh định 15V, 15 Ah hoặc nhỏ hơn chỉ sử dụng thiết bị thử an toàn tia lửa đối với các phần tử mạch ngoài của ắc quy.

7.6 Đầu nối dây

Các hư hỏng trong trường hợp hở mạch của bất kỳ dây dẫn hoặc mạch in nào, bao gồm cả các chỗ nối được xem là một hư hỏng có thể đếm như mục 4 qui định.

8 Phần tử và các tổ hợp không thể bị hư hỏng

8.1 Qui định chung

Các phần tử và các tổ hợp phù hợp với yêu cầu của phần này, cùng với các yêu cầu tương ứng khác của tiêu chuẩn này phải được xem là một phần tử không thể bị hư hỏng.

Khi đánh giá các thiết bị tổ hợp và an toàn tia lửa, các phần tử lắp ráp phù hợp với các điều từ 8.2 tới 8.9 phải được xem không phải là đối tượng hư hỏng.

8.2 Máy biến áp chính

8.2.1 Một máy biến áp, ngoại trừ máy biến áp tự ngẫu, phù hợp với các yêu cầu liệt kê sau được xem là một phần tử không thể bị hư hỏng. Thiết bị sử dụng bảo vệ quá dòng điện trong mạch sơ cấp, chỉ số dòng điện định mức của bất kỳ thiết bị bảo vệ ngoài nào phải được xác định trên ba mẫu thử của máy biến áp.

- a) Cách điện giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp (và giữa cuộn thứ cấp và lõi nếu yêu cầu sự cách điện như vậy) phải được tiến hành thử điện áp như trong bảng 5.

Bảng 5 - Điện áp thử của máy biến áp

Điện áp làm việc lớn nhất của các cuộn dây, V	Điện áp thử, V			
	Ban đầu		Thử nghiệm sau khi quá dòng điện	
	Xoay chiều hiệu dụng	Một chiều	Xoay chiều hiệu dụng	Một chiều
50	500	710	175	240
120	1550	2190	545	765
150	2000	2830	700	990
250	3500	4950	1225	1730
440	4200	5940	1470	2080
690	5000	7070	1750	2475
1000	5500	7780	1925	2720
Chú thích: 1) Đối với các cuộn dây có điện áp làm việc trên 50 V và nằm giữa các giá trị chỉ ra, điện áp thử tương ứng có thể được xác định bằng cách nội suy. 2) "Điện áp làm việc" được định nghĩa như trong IEC 742 từ đó điện áp thử được coi như "điện áp hiệu dụng cao nhất có thể xuất hiện ở bất kỳ hệ thống cách điện nào tại giá trị hiệu dụng của điện áp vào, bỏ qua góc pha và quá trình quá độ, trong các điều kiện không tải hoặc trong khi đang mang tải". Các thông tin bổ sung sau đây được đưa ra trong IEC 742: Khi xem xét cách điện giữa các cuộn dây không nối với nhau, điện áp làm việc được xem là điện áp cao nhất xuất hiện trên bất kỳ cuộn dây nào. Trong thực tế, chú ý là điện áp làm việc so với đất ở đầu vào có thể khác với giá trị biểu kiến trên hệ thống đơn pha không có trung tính và trên hệ thống ba pha không có điểm trung tính nối đất khi nối sao hoặc nối tam giác. Điện áp ra của máy biến áp có thể tăng tự nhiên tương ứng với đất trong trang thiết bị hoặc dụng cụ điện.				

- b) Mỗi máy biến áp phải chịu được một điện áp tương đương với 1,06 lần điện áp danh định cung cấp cho nó vào cuộn sơ cấp và dòng điện bằng 1,5 lần dòng định mức trên cuộn thứ cấp. Tải được duy trì trong 5 h hoặc cho đến khi máy biến áp bị hỏng. Máy biến áp nhiều đầu ra phải được thử tại các đầu ra với giá trị điện áp danh định lớn nhất và nhỏ nhất.
- c) Nếu máy biến áp không bị hỏng, tải sẽ được điều chỉnh cho đến khi dòng điện sơ cấp đạt tới 1,7 lần dòng điện định mức hoặc là khi không có thiết bị bảo vệ ở mạch thứ cấp thì cho ngắn mạch trong 5 h đến khi máy biến áp bị hỏng. Máy biến áp nhiều đầu ra phải được thử với thiết bị bảo vệ ở mỗi đầu ra với các giá trị khác nhau.

d) sau các thử nghiệm trên và trước khi máy biến áp nguội đi, thử lặp lại (a) ở trên nhưng với điện áp thử nghiệm "sau khi quá dòng điện" ghi trong bảng 5.

8.2.2 Độ dày nhỏ nhất của lá màn chắn kim loại hoặc đường kính nhỏ nhất của dây màn chắn phải tuân theo các yêu cầu của bảng 6. Màn chắn phải được chế tạo và đấu nối chắc chắn. (Xem 8.10).

Bảng 6 - Độ dày nhỏ nhất của lá màn chắn kim loại hoặc đường kính nhỏ nhất của dây màn chắn phụ thuộc vào dòng chảy danh định của cầu chì

Dòng chảy cầu chì	A	0,1	0,5	1	2	3	5
Độ dày nhỏ nhất của màn chắn kim loại	mm	0,05	0,05	0,075	0,15	0,25	0,3
Đường kính dây nhỏ nhất của màn chắn	mm	0,2	0,45	0,63	0,9	1,12	1,4

8.3 Máy biến áp khác

Máy biến áp này có thể là các máy biến áp của bộ nghịch lưu tạo điện áp xoay chiều từ nguồn một chiều, hoặc là máy biến áp kép sử dụng trong các mạch tín hiệu có dạng bảo vệ phụ thuộc vào chúng.

Cấu tạo và thử loại máy biến áp này dựa trên yêu cầu của 8.2 được sửa đổi phù hợp với các ứng dụng của nó.

8.4 Cuộn chặn

Cuộn chặn được sử dụng như vòng ngắn mạch để làm giảm ảnh hưởng của điện cảm, được coi là đối tượng không thể bị hư hỏng làm hở mạch nếu chúng có kết cấu cơ học tin cậy, ví dụ ống kim loại kéo liền, các cuộn dây trần hàn ngắn mạch v.v...

8.5 Điện trở hạn chế dòng điện

Điện trở hạn chế dòng điện được xem là đối tượng không thể bị hư hỏng làm giảm điện trở nếu chúng là loại màng mỏng hoặc loại dây quấn có bảo vệ ngăn ngừa sự tổ dây trong trường hợp bị chọc thủng.

8.6 Cuộn cản bảo vệ

Cuộn cản bảo vệ phải phù hợp với các yêu cầu sau:

- a) cuộn dây không bị ngắn mạch khi làm việc ở điện áp gấp 5 lần danh định. Điện áp cùng với tần số có thể được tăng tới 5 lần giá trị danh định để ngăn ngừa quá nhiệt;
- b) nhiệt độ tăng lên trong điều kiện vận hành bình thường không được vượt quá hai phần ba khoảng chênh lệch giữa giá trị danh định của nhiệt độ đối với cách điện và 40°C . Trong điều kiện sự cố, nhiệt độ của cách điện không được vượt quá giá trị danh định.

8.7 Bộ tụ điện

8.7.1 Tụ điện phải là loại dùng chất điện môi đồng cứng cao, ít nhất hai tụ điện với đặc tính tương tự được nối nối tiếp nhau một cách trực tiếp hoặc gián tiếp. Các tụ điện tantalium hoặc tụ dùng chất điện phân không được phép sử dụng.

8.7.2 Mỗi tụ điện phải có khả năng chịu được thử độ bền điện với điện áp xoay chiều hiệu dụng $(1000 + 2U)$, trong đó U là điện áp cao nhất có thể xuất hiện giữa các cực của bộ tụ điện.

8.7.3 Nếu các tụ điện được nối giữa hai mạch an toàn tia lửa riêng biệt hoặc giữa hai phần của cùng một mạch an toàn tia lửa và ở những chỗ hiệu điện thế cao nhất có thể xuất hiện giữa hai mạch nhỏ hơn 90 V, mỗi tụ điện phải có khả năng chịu được điện áp hiệu dụng xoay chiều thử nghiệm là 500 V.

8.7.4 Một hư hỏng đơn (hở mạch hoặc ngắn mạch) cũng như những hư hỏng khác của tụ điện phải thoả mãn yêu cầu của mục 4. Trong trường hợp này, áp dụng hệ số an toàn 1,5 và tụ điện sử dụng sẽ là tụ có trị số điện dung cao hơn.

8.7.5 Khi các phần tử an toàn như vậy được ghép đôi đối với "ib" hoặc được ghép ba đối với "ia", các yêu cầu của mục 4 có thể được thoả mãn mà không cần sử dụng các phần tử hoặc tổ hợp không thể bị hư hỏng. Ví dụ hai tụ điện nối nối tiếp phù hợp với 7.2 có thể được sử dụng cho cấp "ib" không cần đáp ứng yêu cầu về thử độ bền điện chỉ ra ở trên đối với một tổ hợp không thể bị hư hỏng.

8.8 Phần tử bán dẫn

8.8.1 Phần tử bán dẫn nối sun

Phần tử bán dẫn được sử dụng như là thiết bị hạn chế điện áp có tính đến các quá trình quá độ.

- a) Phần tử bán dẫn sử dụng với mục đích này có khả năng dẫn dòng điện mà không làm hở mạch kể cả khi có hư hỏng dưới dạng ngắn mạch. Ví dụ, một diốt zener có giá trị dòng danh định thuận hoặc nghịch lớn hơn dòng điện nêu ở trên thoả mãn yêu cầu này.

- b) Phần tử bán dẫn sử dụng làm sun an toàn là loại có khả năng hỏng hóc lớn nhất là ngắn mạch và được sử dụng dưới dạng tổ hợp có ít nhất hai phần tử gắn song song, hai linh kiện này được coi là một phần tử không thể bị hư hỏng.
- c) Nếu bán dẫn không cho biết giá trị danh định về dòng điện thì mỗi bán dẫn tùy theo hướng sử dụng (đối với diốt zener, zener định hướng) bị lệ thuộc vào một dãy xung hình chữ nhật hoặc dãy xung dòng phóng của tụ điện 50 μ s với tần số cơ bản trong khoảng thời gian 5 sec. Dòng điện đỉnh (nếu xung điện không là hình chữ nhật) được xác định bằng cách chia U_m cho tổng giá trị của dãy điện trở nối tiếp (tại 20°C), bao gồm cả điện trở của phần tử hạn chế dòng điện. Nếu phần tử bán dẫn có chỉ rõ xung dòng danh định thì xung dòng danh định này phải không được vượt quá giá trị của dòng chảy cầu chì theo đặc tính dòng - thời gian của nó.
- d) Sau thử nghiệm theo mục (c) ở trên, điện áp không được thay đổi hơn 1 % hoặc là 0,1 V, tùy theo giá trị nào lớn hơn.
- e) Linh kiện bán dẫn phải được nối bằng cách nào đó để chúng không bị rời ra (ví dụ như bố trí gắn với mạch điện mà nó đang bảo vệ và được bao bọc phủ kín cùng với mạch điện) hoặc sự rời ra của các phần tử mắc sun phải đảm bảo để mạch bảo vệ được ngắt ra cùng một lúc.
- f) Các diốt nối cầu được coi như diốt mắc sun kép.

8.8.2 Mắc nối tiếp các phần tử bán dẫn

Đối với cấp "ia" chỉ cho phép sử dụng các linh kiện bán dẫn có điều khiển (transistor, thyristor...) nếu cả hai mạch đầu vào là các mạch an toàn tia lửa (xem mục 7). Hai phần tử như vậy nối nối tiếp được coi là một phần tử không thể bị hư hỏng.

8.9 Các phần tử tách biệt về điện

Phần tử tách biệt khác với biến thể như cặp diốt quang, rơ le v.v... có thể được xem là phần tử không thể bị hư hỏng nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

- 1) thông số của thiết bị tuân theo 7.2;
- 2) trước khi đóng vào điện áp U_m hay U_i , phần tử phải chịu được mà không bị hư hỏng bởi điện áp thử ban đầu như trong bảng 5;
- 3) Sau khi đóng vào điện áp U_m và U_i , phần tử phải chịu được điện áp thử "sau khi quá dòng điện" như trong bảng 5;

Các yêu cầu của bảng 4 phải được áp dụng đối với các khoảng cách rờ, các khe hở, khoảng cách qua hợp chất đỡ dây và cách cách điện rắn, trừ trường hợp có cách ly giữa các mạch an toàn tia lửa với nhau.

8.10 Đầu nối dây

Đầu nối dây các mạch với nhau được coi là không thể bị hư hỏng trong các trường hợp sau đây:

8.10.1 Đối với dây dẫn:

- a) có hai dây dẫn nối song song với nhau;
- b) một dây đơn có đường kính không nhỏ hơn 0,5 mm và chiều dài không có giá đỡ nhỏ hơn 50 mm, hoặc bảo đảm được độ bền cơ học tại các vùng lân cận với điểm nối;
- c) có một dây đơn được bọc mềm hoặc cấu trúc kiểu dải, có tiết diện không nhỏ hơn 0,125 mm² (đường kính 0,4 mm) không bị uốn hoặc ngắn hơn 50 mm, chiều dài đảm bảo được độ bền tại các vùng lân cận với điểm nối.

8.10.2 Đối với mạch in:

- a) có hai đường dẫn đơn song song;
- b) có một đường dẫn đơn rộng ít nhất 2 mm hoặc có chiều rộng bằng 1% chiều dài của nó trở lên.

8.10.3 Nối dây:

- a) có hai mối nối song song;
- b) có một mối hàn đơn mà ở đó dây dẫn xuyên qua bảng (qua các lỗ cách điện) hoặc được uốn trước khi hàn, hoặc được hàn máy không cần uốn;
- c) có một mối nối đơn gắn với một khoá yêu cầu sử dụng một dụng cụ đặc biệt mới mới lỏng ra được.

9 Phương pháp thử

9.1 Qui định chung

Thử nghiệm phải phù hợp với các mục từ 9.2 đến 9.7 và "phương pháp thử" trong TCVN 7079-0, trong đó bỏ qua các mục sau đây:

- các yêu cầu trong 8.2 (thử rơi) chỉ áp dụng cho các thiết bị điện cầm tay;
- các yêu cầu trong 8.5 (thử nhiệt) chỉ áp dụng cho các thiết bị điện an toàn tia lửa;
- các yêu cầu trong 8.6 (tính ổn định nhiệt của vỏ bằng chất dẻo) chỉ áp dụng cho các thiết bị điện an toàn tia lửa.

9.2 Thử an toàn tia lửa

- a) Tất cả các mạch có yêu cầu an toàn tia lửa phải được thử nghiệm để chỉ ra rằng chúng không có khả năng phát ra tia lửa trong các điều kiện qui định ở mục 4 đối với các nhóm thiết bị tương ứng.
- b) Các điều kiện làm việc thông thường và điều kiện sự cố được mô phỏng trong quá trình thử như ở phần a nêu trên. Các hệ số an toàn được tính đến như mô tả trong 9.2.5. Thiết bị thử tia lửa như mô tả trong 9.2.1 được đấu vào mạch đem thử tại một điểm mà tại đó xem như có đứt mạch, ngắn mạch, hoặc chạm đất có thể xảy ra. Thiết bị thử tia lửa hoạt động trong một khoang chứa đầy hỗn hợp dễ bắt lửa nhất của khí thử với không khí trong giới hạn quy định ở 9.2.2 có tính đến việc hiệu chỉnh theo 9.2.3.
- c) Một mạch điện có thể không phải qua thử nghiệm này nếu cấu trúc và thông số điện của nó chỉ rõ là đảm bảo về mặt an toàn suy ra từ các đường cong tham khảo mô tả trong hình từ C.1 đến C.4 của phụ lục C.

9.2.1 Thiết bị thử tia lửa

- a) Thiết bị thử tia lửa mô tả trong IEC 79-3 có thể áp dụng ở bất cứ chỗ nào có thể áp dụng được. Trong các trường hợp như chỉ ra trong IEC 79-3, khi thiết bị này không phù hợp có thể thay thế bằng thiết bị khác và được xác nhận trong báo cáo thử.
- b) Sử dụng thiết bị thử tia lửa để tạo ra ngắn mạch, đứt mạch, và chạm đất là một thử nghiệm cho thiết bị khi hoạt động bình thường tại các vị trí sau.
 - Tại các cơ cấu đấu nối.
 - Tại các chỗ nối trong hoặc qua các khoảng cách rò, các khe hở, hợp chất đổ đầy và khoảng cách qua chất cách điện rắn.
- c) Thiết bị thử tia lửa không sử dụng để thử nghiệm các chỗ nối, khoảng cách rò, các khe hở, khoảng cách qua hợp chất đổ đầy và chất cách điện rắn trong trường hợp chúng được coi là phần tử không thể bị hư hỏng.

9.2.2 Hỗn hợp thử nổ

Sử dụng hỗn hợp $(8,3 \pm 0,3) \%$ khí mêtan với không khí làm hỗn hợp thử nổ.

- a) Sử dụng khí cháy và khí gas thông dụng là thích hợp đối với các thử nghiệm này, nhưng độ tinh khiết của chúng không được nhỏ hơn 95 %.
- b) Ảnh hưởng của sự thay đổi thông thường, như nhiệt độ phòng thí nghiệm, áp suất và độ ẩm không khí trong hỗn hợp khí thử nổ hầu như là nhỏ. Những ảnh hưởng đáng kể của thay đổi được thể hiện trong quá trình hiệu chỉnh thông thường cho thiết bị thử tia lửa.

9.2.3 Hiệu chỉnh thiết bị thử tia lửa

Độ nhạy của thiết bị thử tia lửa phải được kiểm tra trước khi bắt đầu mỗi loạt thử nghiệm và trình tự tiến hành phù hợp với 9.2.4. Thiết bị thử được nối với mạch có điện áp một chiều 24 V chứa cuộn dây lõi không khí có điện cảm 0,095 H. Dòng điện trong mạch này được đặt tại giá trị 110 mA

Cho thiết bị thử nghiệm tia lửa làm việc với số vòng quay của cơ cấu giữ dây tiếp điểm mang cực tính dương là 400 vòng và thiết bị được xem là đáp ứng nếu chỉ xuất hiện ít nhất một lần bốc lửa hỗn hợp khí nổ xảy ra do đánh lửa tại cực đầu dây.

9.2.4 Tiến hành thử

a) Sau khi hiệu chỉnh, thiết bị thử tia lửa đấu vào mạch cần thử nghiệm phù hợp với mục 4 (xem phụ lục C để có hướng dẫn thêm).

b) Thêm vào các điều kiện được mô tả trong mục 4, tăng điện áp đầu vào cấp điện cho thiết bị tới 110% điện áp bình thường.

c) Mỗi mạch điện được thử nghiệm với số vòng quay của cơ cấu đánh lửa trong thiết bị thử như sau:

- đối với mạch một chiều - không ít hơn 400 vòng (5 phút), 200 vòng đối với mỗi cực tính;
- đối với mạch xoay chiều - không nhỏ hơn 1000 vòng (12,5 phút);
- đối với mạch điện dung - phải đảm bảo rằng tụ điện có đủ thời gian để nạp lại (ít nhất bằng ba lần hằng số thời gian của mạch).

d) Sau mỗi thử nghiệm theo 9.2.4 c) hiệu chỉnh lại thiết bị thử tia lửa. Nếu sự hiệu chỉnh không thỏa mãn yêu cầu theo 9.2.3 thì các kết quả thử tia lửa trên mạch coi như không đạt yêu cầu.

9.2.5 Hệ số an toàn

a) Hệ số an toàn 1,5 đạt được thông qua việc tăng điện áp mạch chính tới 110% giá trị điện áp danh định. Đối với ắc quy, nguồn điện và các phần tử hạn chế điện áp khác, cấp điện áp cực đại có xét đến ảnh hưởng của nhiệt độ và sai số, sau đó:

- đối với các mạch điện trở và điện cảm, tăng dòng điện tới 1,5 lần dòng điện gây bốc lửa bằng cách giảm giá trị điện trở hạn chế. Nếu hệ số 1,5 không đạt được thì tiếp tục tăng điện áp;

- đối với mạch điện dung, tăng điện áp để đạt tới 1,5 lần điện áp gây bốc lửa.

b) Khi sử dụng các đường cong tham khảo trong hình từ C.1 đến C.3 phụ lục C để đánh giá, thì dùng phương pháp tương tự kể trên và về nguyên tắc không cần có bất kỳ yếu tố bổ sung nào.

- c) Ngoài ra, hệ số an toàn có thể đạt được bằng cách sử dụng hỗn hợp khí thử dễ bắt lửa hơn, ví dụ đối với hệ số an toàn 1,5 có thể áp dụng theo bảng 7.

Bảng 7 - Thành phần của hỗn hợp khí thử tương đương với hệ số an toàn 1,5

Thành phần của hỗn hợp khí thử nổ (% thể tích)				
Hỗn hợp không khí - hydro - ôxy			Hỗn hợp hydro - ôxy	
Hydro	Không khí	Ôxy	Hydro	Ôxy
52	48	—	85	15

Chú thích:

- Sai số về giá trị trong bảng $\pm 2\%$.
- Để hiệu chỉnh thiết bị thử nghiệm tia lửa dòng điện được giảm xuống tới hai phần ba giá trị 110 mA.

9.3 Thử nhiệt độ

9.3.1 Tất cả các dữ liệu nhiệt độ được đưa ra ở nhiệt độ xung quanh là 40 °C. Việc thử được tiến hành ở nhiệt độ trong khoảng từ 20 °C đến 40 °C. Sự chênh lệch giữa nhiệt độ xung quanh mà tại đó tiến hành việc thử nghiệm và 40 °C sẽ được cộng với trị số tăng thêm. Nếu sự gia tăng nhiệt độ được đo tại 40 °C, giá trị đó được sử dụng trong việc xác định phân loại theo nhiệt độ.

9.3.2 Nhiệt độ trên các thiết bị tổ hợp (ví dụ, máy biến áp bảo vệ) được đưa ra tại nhiệt độ 20 °C hoặc nhiệt độ lớn nhất của môi trường xung quanh thiết bị đem đánh giá chọn giá trị nào là cao hơn.

9.3.3 Nhiệt độ có thể được đo bằng bất kỳ phương tiện nào nhưng các giá trị đo phải không được thấp hơn nhiệt độ được đo.

9.3.4 Nhiệt độ các cuộn dây có thể được xác định thông qua việc đo điện trở ở trạng thái nóng và lạnh và tính toán sự gia tăng nhiệt độ sau khi nhiệt độ đã ổn định hoặc đạt được nhiệt độ cực đại, tùy theo giá trị nào xảy ra trước.

Công thức tính toán sự gia tăng nhiệt độ của cuộn dây biến áp bảo vệ (các cuộn dây được đặt vào môi trường có nhiệt độ xung quanh ở thời điểm bắt đầu thử) thông qua phương pháp điện trở như sau:

$$t = \frac{R}{r} (k+t_1) - (k+t_2)$$

trong đó:

t là sự gia tăng nhiệt độ, tính bằng độ Kenvin;

r là điện trở cuộn dây khi bắt đầu thử, tính bằng Ω ;

R là điện trở cuộn dây khi kết thúc thử, tính bằng Ω ;

t_1 là nhiệt độ trong phòng khi bắt đầu thử nghiệm, tính bằng độ cenxiuyt;

t_2 là nhiệt độ trong phòng khi kết thúc thử nghiệm, tính bằng độ cenxiuyt;

k là hệ số đối với đồng, có giá trị bằng 234,5.

9.4 Thử điện áp

Phương pháp thử điện áp mô tả trong tiêu chuẩn này phù hợp với IEC tương ứng, ví dụ trong IEC 348.

Trong trường hợp không có các tiêu chuẩn như vậy, áp dụng phương pháp thử sau:

1) Thử nghiệm được thực hiện với điện áp xoay chiều dạng sóng cơ bản hình sin ở trong dải tần số nguồn nằm trong khoảng từ 48HZ đến 62 HZ. Thử nghiệm có thể được thực hiện với điện áp một chiều có trị số bằng 1,4 lần điện áp xoay chiều đã chỉ ra và độ không bằng phẳng của điện áp không lớn hơn 3 %.

2) Nguồn cung cấp phải có đủ công suất von-ampe để duy trì điện áp thử, có tính đến bất kỳ sự tổn hao dòng nào có thể xuất hiện.

3) Điện áp tăng đều đến giá trị xác định trong khoảng thời gian không nhỏ hơn 10 giây và sau đó được duy trì ít nhất 60 giây.

4) Kết quả thử được coi là đạt nếu không có sự chọc thủng lớp cách điện giữa các điểm thử nghiệm, khi điện áp thử được duy trì ổn định suốt trong quá trình thử.

9.5 Thử rơi

Thử rơi được tiến hành phù hợp với mục 8.2 "Thử rơi" của TCVN 7079-0. Thử nghiệm này được tiến hành tại nhiệt độ môi trường xung quanh.

9.6 Thử an toàn tia lửa cho các phần tử nhỏ

Các phần tử nhỏ ngoài nhóm thiết bị phân loại theo nhiệt độ phải không gây bốc lửa hỗn hợp khí thử nổ mô tả dưới đây.

9.6.1 Hỗn hợp khí thử nổ được sử dụng là ete diethyl, đối với nhóm T4.

9.6.2 Thử nghiệm phải tiến hành trong điều kiện gây sự cố được tạo ra bởi giá trị nhiệt độ cao nhất trên bề mặt của phần tử đó.

9.6.3 Phần tử có thể được lắp đặt vào trong vỏ thiết bị như dự kiến. Hỗn hợp khí thử nổ được đưa vào trong vỏ thiết bị để đảm bảo có sự tiếp xúc với bề mặt của phần tử đem thử nghiệm. Nếu điều này không thể thực hiện được thì thực hiện các điều kiện tương tự để đảm bảo kết quả thử được đại diện. Cũng cần lưu ý đến các bộ phận khác của thiết bị nằm lân cận với các phần tử đang thử có thể ảnh hưởng tới nhiệt độ của hỗn hợp và dòng hỗn hợp khí xung quanh nó, do thông gió và ảnh hưởng của hiệu ứng nhiệt.

9.6.4 Thử nghiệm được tiến hành trong điều kiện gây sự cố hoặc điều kiện làm việc bình thường khi phần tử toả ra lượng nhiệt năng lớn nhất, hoặc ở điều kiện bất kỳ có nhiệt độ trên bề mặt phần tử là lớn nhất mà cả hai nhiệt độ này vượt quá nhóm phân loại theo nhiệt độ của thiết bị và nhỏ hơn nhiệt độ được tạo ra như quy định trong 9.6.2.

9.6.5 Các thử nghiệm phải được tiếp tục tiến hành cho đến khi đạt được sự cân bằng nhiệt giữa phần tử đem thử và các phần tử xung quanh, hoặc tới khi nhiệt độ của phần tử đem thử giảm tới giá trị tương đương với nhiệt độ ghi nhận lúc phần tử bị hư hỏng, tùy theo giá trị nào xảy ra trước. Nếu sự hư hỏng của phần tử làm chấm dứt thử nghiệm này thì năm mẫu bổ sung sẽ được đem thử để đảm bảo không xảy ra bốc lửa. Nếu không xảy ra bốc lửa, hỗn hợp sẽ được cho bốc lửa bằng phương pháp khác để thẩm tra lại sự hiện diện của hỗn hợp khí thử nổ.

9.6.6 Khi chọn phương pháp như mô tả trong 9.6.3 phần tử đem thử trong hỗn hợp khí nổ để xác định nhiệt độ tại đó xuất hiện hiện tượng bốc lửa. Nhiệt độ của phần tử trong thiết bị đem thử có thể được xác định sau đó.

9.7 Thử độ bền cơ

9.7.1 Vách ngăn

Các vách ngăn phải chịu đựng được một lực 30 N do tác dụng của một búa kiểm tra làm bằng vật liệu cứng có đường kính 6 mm. Lực này tác dụng vào tâm của vách ngăn ít nhất trong 10 s. Vách ngăn đạt tiêu chuẩn nếu không bị biến dạng.

9.7.2 Hộp chất đổ đầy

Thử độ bền cơ qui định trong 9.7.1 được thực hiện vuông góc với bề mặt của hộp chất đổ đầy mà không làm hư hỏng hoặc dịch chuyển nó được coi là đạt yêu cầu (dịch chuyển nhỏ hơn 1 mm được bỏ qua).

Hợp chất đổ đầy cũng được tiến hành thử nghiệm với một lực tác dụng 2J theo phương pháp như chỉ rõ trong TCVN 7079-0.

- a) Hợp chất đổ đầy có thể dịch chuyển tức thời trong quá trình thử này nhưng phải không bị biến dạng hoặc hư hỏng vĩnh viễn.

Chú thích – Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra độ cứng vững của hợp chất đổ đầy.

- b) Các khe nứt nhỏ trong hợp chất đổ đầy có thể bỏ qua.

10 Ghi nhãn

Chú thích – Dựa vào các điều kiện thực tế, hạn chế dùng ký hiệu in nghiêng các chỉ số dưới dòng, sử dụng các thể hiện đơn giản hoá, ví dụ U_0 hơn là U_0 .

10.1 Ghi nhãn thiết bị theo qui định trong mục 9 của TCVN 7079-0. Thêm vào đó có thể bổ sung:

- 1) Ký hiệu các tài liệu cuối cùng (Ví dụ số bản vẽ lắp ráp).
- 2) Ký hiệu "X" nếu cần để chỉ ra các điều kiện lắp ráp hoặc sử dụng đặc biệt.

10.2 Nhà chế tạo phải cung cấp các thông tin sau đây:

10.2.1 Các thông số về điện:

- a) đối với nguồn điện - U_0 , I_0 , P_0 và nếu có thể C_0 , L_0 , và tỷ số L/R cho phép;
- b) đối với các phụ tải điện - U_i , I_i , P_i , C_i , L_i và tỷ số L/R .

10.2.2 Các yêu cầu đặc biệt để lắp đặt và sử dụng.

10.2.3 Giá trị điện áp cực đại U_m , có thể đặt vào các đầu đầu dây của mạch không an toàn tia lửa trong thiết bị tổ hợp, và bất kỳ các điều kiện đặc biệt nào khác để xác định loại bảo vệ, ví dụ điện áp được cung cấp từ một máy biến áp bảo vệ hoặc qua một bộ chặn an toàn.

Chú thích – Điện áp cực đại cho phép của mạch và điện áp cách ly cực đại của phần tử quang điện cả hai cần được ghi trên nhãn (cả hai U_m , xem 3.19).

10.3 Nhãn nhỏ nhất

Nhãn nhỏ nhất ghi theo 9.2. và 9.4 của TCVN 7079-0 và theo 10.1 ở trên, khi bị giới hạn về kích thước hạn chế các thông tin yêu cầu.

10.4 Các nhãn khác

Các cọc đầu dây, ngăn chứa cọc đầu dây, phích cắm và ổ cắm của mạch an toàn tia lửa phải được ghi nhãn rõ ràng và có thể phân biệt nhau. Ở những chỗ đó sử dụng màu xanh nhạt cho mục đích này.

Ở những chỗ cần cảnh báo, hãy sử dụng các nhãn cảnh báo sử dụng an toàn thiết bị, xem ví dụ trong 7.3, hoặc 7.5.6 đối với ắc quy.

10.5 Hệ thống an toàn tia lửa.

Ghi thêm vào đầu dòng chữ "SYST" ở phía trên hay lân cận các bộ phận chính của thiết bị trong hệ thống, hoặc trên nhãn với các thông tin như yêu cầu trong 10.1 và 10.2.

10.1 Ghi nhãn thiết bị theo định trong mục 9 của TCVN 7079-0. Thêm vào đó có thể bổ sung:

1) Ký hiệu các tài liệu cuối cùng (ví dụ số bản vẽ lắp ráp).

2) Ký hiệu X nếu cần để chỉ ra các điều kiện lắp ráp hoặc sử dụng đặc biệt.

10.2 Nhà chế tạo phải cung cấp các thông tin sau đây:

10.2.1 Các thông số về điện:

a) đối với nguồn điện - U₀, P₀ và nếu có thể C₀, và tỷ số L/R cho phép và có thể chấp nhận.

b) đối với các phụ tải điện - U₀, I₀, P₀, C₀ và tỷ số L/R.

10.2.2 Các yêu cầu đặc biệt để lắp đặt và sử dụng.

10.2.3 Giá trị điện áp cực đại U_m có thể đặt vào các đầu dây của mạch không an toàn tia lửa trong thiết bị tổ hợp, và bất kỳ các điều kiện đặc biệt khác để xác định loại bảo vệ, vì bộ phận áp được cung cấp từ một máy biến áp bảo vệ hoặc dựa một bộ chặn an toàn.

Chú thích - Điện áp cực đại cho phép của mạch và điện áp cách ly cực đại của phần tử quang điện có thể được ghi trên nhãn (cả hai U_m, xem 3.19).

10.3 Nhãn nhớ nhất

Nhãn nhớ ghi theo 9.2 và 9.4 của TCVN 7079-0 và theo 10.1 ở trên, khi bị giới hạn về kích thước hạn chế các thông tin yêu cầu.

Phụ lục A

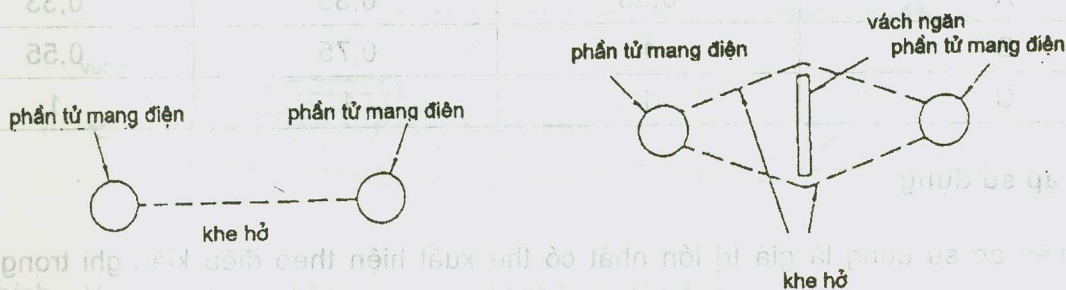
(qui định)

Đo các khoảng cách rò, khe hở và khoảng cách xuyên qua hợp chất đồ đầy, qua chất cách điện rắn**A.1 Khe hở và khoảng cách xuyên qua hợp chất đồ đầy, qua chất cách điện rắn**

Phương pháp trong A.1.1 và A.2.1 phù hợp đối với điện áp trong phạm vi bảng 4.

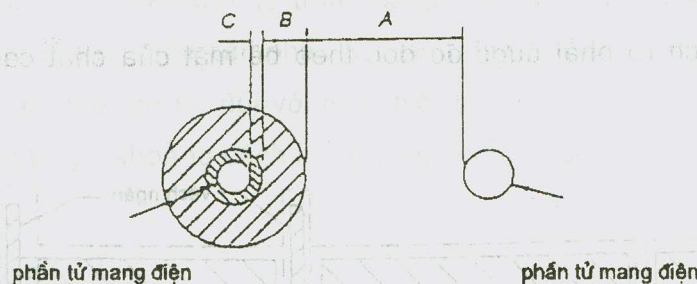
A.1.1 Phương pháp đo

A.1.1.1 Khe hở được coi là khoảng cách ngắn nhất trong không khí giữa hai phần tử mang điện và ở chỗ có một vách ngăn cách điện thì khoảng cách này được đo dọc theo đường của sợi dây kéo căng như trong hình A.1.

**Hình A.1 - Khe hở**

A.1.1.2 Nếu khoảng cách giữa các phần tử mang điện có một phần là khe hở và một phần qua hợp chất đồ đầy, hoặc chất cách điện rắn, khe hở tương đương hoặc khoảng cách qua chất cách điện rắn có thể được tính toán như sau:

Cho A là khe hở, B là khoảng cách qua hợp chất đồ đầy và C là khoảng cách qua chất cách điện rắn. (Xem hình A.2).

**Hình A.2 - Khoảng cách và khe hở**

Nếu A nhỏ hơn các giá trị ghi trong bảng 4, có thể sử dụng một trong các bảng sau đây.

Các kết quả tính toán này được cộng lại và so sánh với các giá trị tương ứng trong bảng 4.

Sử dụng dòng 5 của bảng 4 nhân các giá trị đo được với các hệ số sau đây:

Sự khác nhau về điện áp	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U \geq 30 \text{ V}$
A	1	1	1
B	3	3	3
C	3	4	6

Sử dụng dòng 6 của bảng 4 nhân các giá trị đo được với các hệ số sau đây:

Sự khác nhau về điện áp	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U \geq 30 \text{ V}$
A	0,33	0,33	0,33
B	1	1	1
C	1	1,33	2

Sử dụng dòng 7 của bảng 4 nhân các giá trị đo được với các hệ số sau đây:

Sự khác nhau về điện áp	$U < 10 \text{ V}$	$10 \text{ V} \leq U \leq 30 \text{ V}$	$U \geq 30 \text{ V}$
A	0,33	0,33	0,33
B	1	0,75	0,55
C	1	1	1

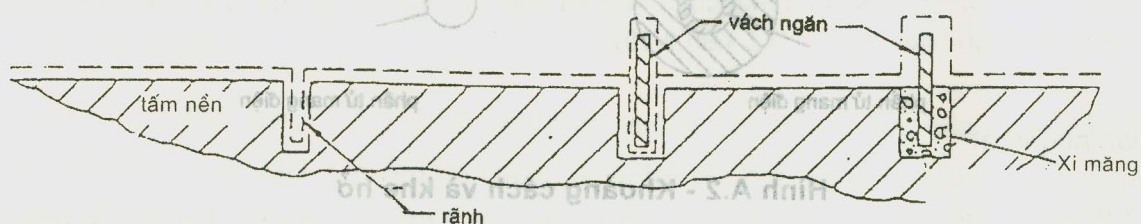
A.1.2 Điện áp sử dụng

Các giá trị điện áp sử dụng là giá trị lớn nhất có thể xuất hiện theo điều kiện ghi trong mục 4, nhưng bất kỳ giá trị điện áp cấp vào nào giả sử như U_m phải được ghi trên các cơ cấu đấu nối đầu vào. Khi viết mục 6.5 phải coi các thiết bị không có điện áp ở mạch thứ cấp cao hơn U_m và mạch thứ cấp sẽ bị cách ly về điện khỏi mạch sơ cấp bởi máy biến áp không phải loại tự ngẫu hoặc các phần tử tương đương.

A.2 Các khoảng cách rò

A.2.1 Phương pháp đo

A.2.1.1 Các khoảng cách rò phải được đo dọc theo bề mặt của chất cách điện như hình A.3 dưới đây:



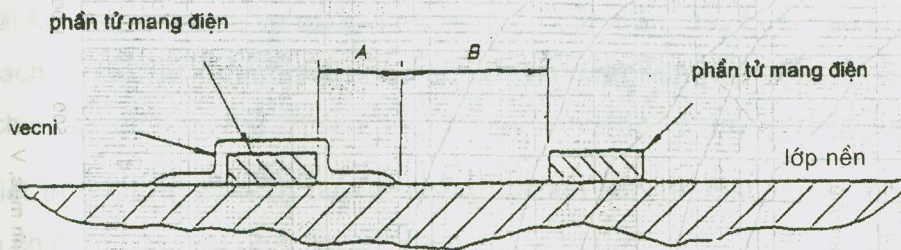
Hình A.3

Các điểm được minh họa trong hình A.3 cần được tính đến:

- Khoảng cách rò được đo dọc tất cả các rãnh lõm trên bề mặt;
- Ở những chỗ có vách ngăn cách điện hoặc vách ngăn theo 6.5.1 nhưng không có gắn xi măng thì khoảng cách được đo qua phía trên hoặc ở dưới vách ngăn và lấy giá trị nhỏ hơn;
- Nếu vách ngăn theo như b) được gắn xi măng bên trong thì khi đó khoảng cách rò được đo qua trên vách ngăn.

Khi vecni được sử dụng để giảm khoảng cách rò thì chỉ tính phần khoảng cách rò được phủ vecni như chỉ ra ở hình A.4, khoảng cách rò hiệu quả tổng cộng được tham khảo hoặc là dòng 2 hoặc là dòng 3 của bảng 4 thông qua tính toán sau đây:

Tham khảo dòng 2 của bảng 4, nhân B với 1 và A với 3. Tham khảo dòng 3 của bảng 4, nhân B với 0,33 và A với 1. Sau đó cộng các kết quả lại với nhau.



Chú thích – Véc ni có hoặc không bao phủ các phần tử dẫn điện.

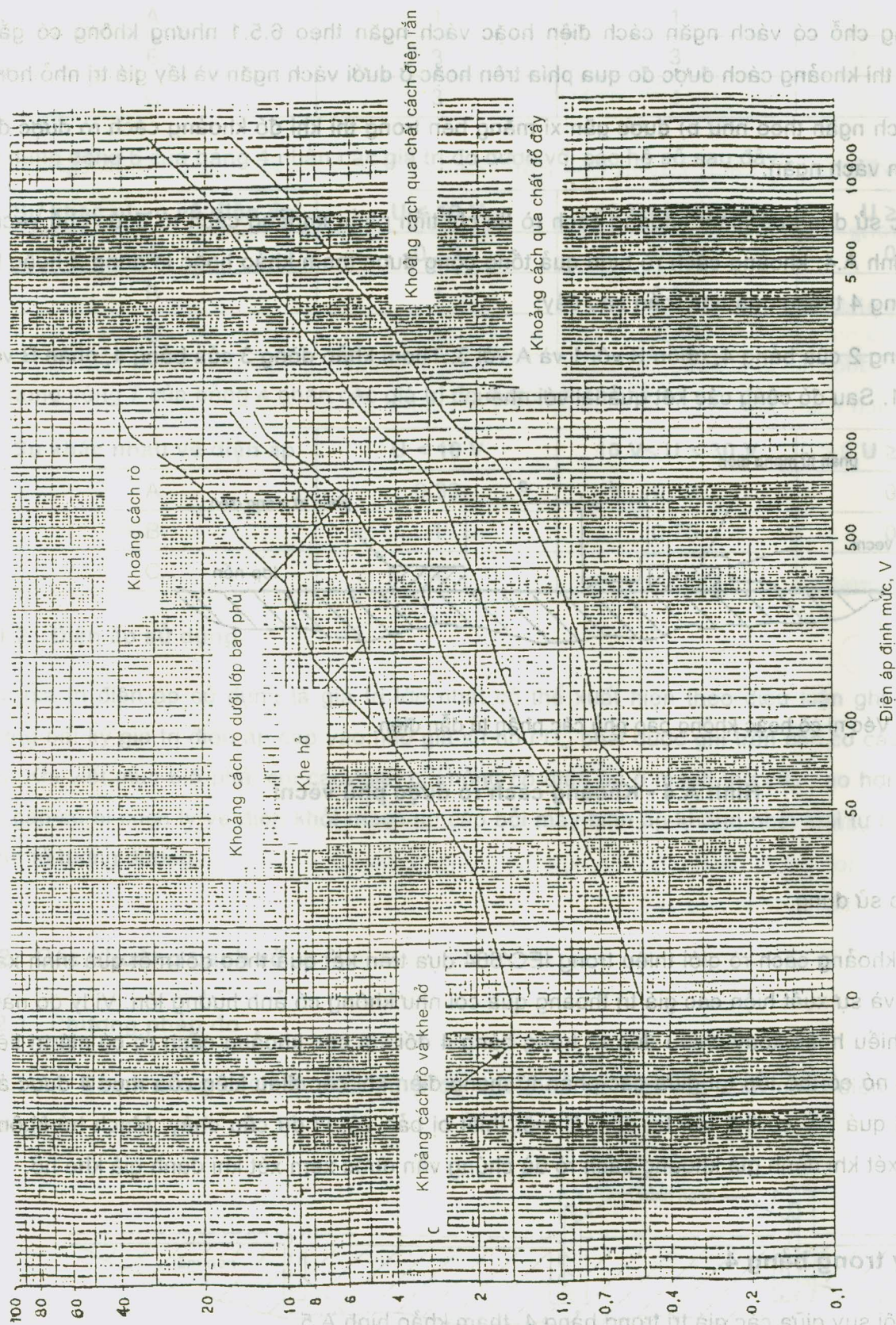
Hình A.4 - Khoảng cách rò được phủ vecni

A.2.2 Điện áp sử dụng

Các giá trị về khoảng cách rò giới thiệu trong IEC 664 dựa trên kết quả theo dõi một quá trình xảy ra chậm chạp và sự xuất hiện các giá trị thoáng qua coi như không có ảnh hưởng lớn. Vì lý do này, điện áp một chiều hoặc xoay chiều đưa ra trong bảng 4 đối với các khoảng cách rò có giá trị liên tục cực đại và nó có thể tồn tại giữa các phần tử mang điện khi các điều kiện của mục 4 được áp dụng. Điện áp quá độ, có thể tồn tại đối với một thiết bị bảo vệ, ví dụ cầu chảy. Mạch hở không cần phải xem xét khi đánh giá khoảng cách rò dù chúng vẫn được xem xét khi đánh giá khe hở.

A.3 Nội suy trong bảng 4

Để giúp việc nội suy giữa các giá trị trong bảng 4, tham khảo hình A.5.



Hình A.5.- Các giá trị đồ thị từ bảng 4 phục vụ cho việc nội suy.
Tất cả kích thước của các đường tính bằng mm

Phụ lục B

(qui định)

Bao phủ cách điện**B.1 Chất bao phủ**

Trừ các phần tử được hợp chất đổ đầy bao phủ, khoảng cách rò yêu cầu dựa trên cơ sở loại trừ một cách hợp lý các tạp chất. Chỉ số CTI xác định mức độ tạp chất có thể gây ra chọc thủng lớp cách ly giữa các phần tử mang điện. Các giả thiết sau đây được áp dụng:

- 1) Nếu các phần tử mang điện và tấm nền được bao bọc kín, không nhô lên khỏi lớp bao phủ, thì không thể xuất hiện rủi ro và hậu quả của sự chọc thủng do tạp chất.
- 2) Nếu bất kỳ phần mạch điện nào, ví dụ một dây dẫn trần, dây bọc, các phần tử hoặc tấm nền của mạch in hiện ra ngoài phần bao phủ, trừ trường hợp hợp chất đổ đầy dính trên bề mặt phân chia, tạp chất có thể lọt vào bề mặt phân chia đó và gây ra chọc thủng.

Những giả thiết trên cho thấy phải duy trì trạng thái kín cho bề mặt được mô tả và để làm được điều này, hợp chất đổ đầy cần phải bao phủ kín các vị trí đó.

B.2 Nhiệt độ

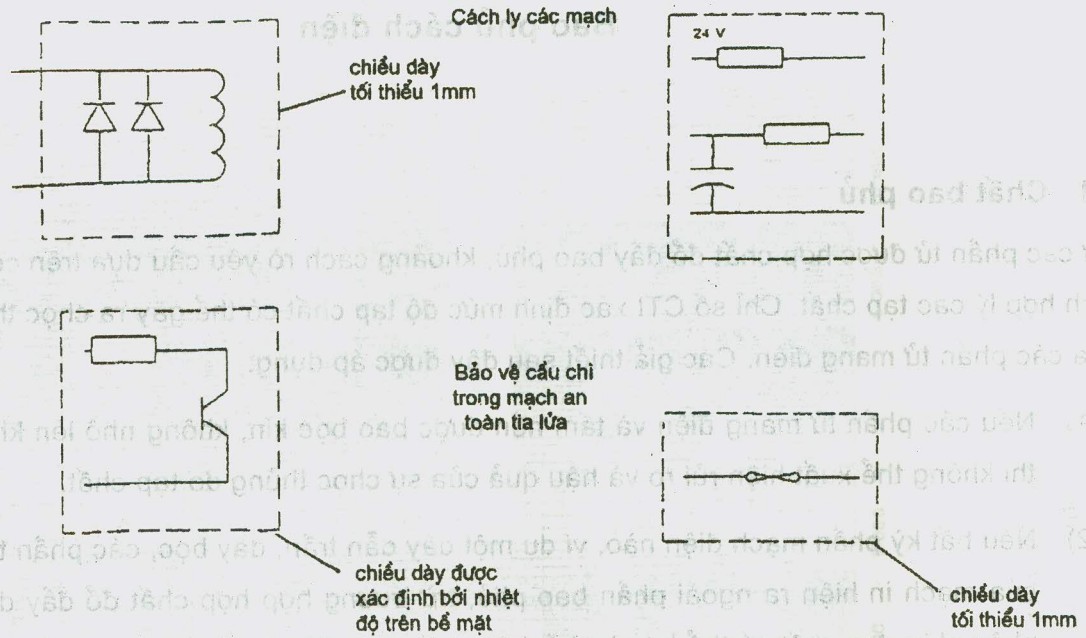
Các hợp chất đổ đầy phải chịu được một nhiệt độ giới hạn nhất định, quá nhiệt độ này có thể làm thay đổi các tính chất của nó, gây ra sự rạn nứt hoặc sự phân huỷ do nhiệt độ ở trong cao hơn so với mặt ngoài chất bao phủ làm cho các phần tử mang điện tiếp xúc với môi trường khí nổ.

Vì lý do này, cần phải đảm bảo để nhiệt độ của hợp chất bao phủ không vượt quá nhiệt độ giới hạn cho phép khi mạch điện bọc kín, hoạt động trong điều kiện như ở mục 4. Để đạt được điều này cần nhớ rằng bộ phận được bao phủ có thể nóng hơn hoặc lạnh hơn khi chúng làm việc trong không khí, phụ thuộc vào độ dẫn nhiệt của hợp chất bao phủ.

B.3 Sử dụng hợp chất đổ đầy để bao phủ

Hình B.1 minh họa một vài ứng dụng hợp chất đổ đầy để bao phủ.

Phụ lục B
(phần tiếp)



Hình B.1 - Sử dụng hợp chất co để bảo vệ dây dẫn

Phụ lục C

(quì định)

Hướng dẫn thiết kế và đánh giá mạch an toàn tia lửa**C.1 Chuẩn mực cơ bản**

Một mạch an toàn tia lửa yêu cầu phải thoả mãn ba chuẩn mực cơ bản sau:

- 1) Cách ly thích hợp khỏi các mạch không an toàn tia lửa;
- 2) Nhiệt độ cực đại trên bề mặt của tất cả các phần tử trong mạch phải nhỏ hơn nhiệt độ cho phép phù hợp với phân loại theo nhiệt độ đã chỉ rõ để tránh phát sinh tia lửa do hiệu ứng nhiệt.

Chú thích – Nhiệt độ cao hơn có thể cho phép đối với các phần tử theo 6.2.3.

- 3) Không gây bốc lửa hỗn hợp khí thử nổ khi mạch được thử hoặc đánh giá phù hợp với 9.2 đối với các loại hoặc nhóm thiết bị điện (xem mục 4).

Chuẩn "1" có thể thoả mãn dựa trên các quy định khoảng cách rò và các khe hở và sử dụng các phần tử, phù hợp với mục 9 đối với các phần tử không thể bị hư hỏng, ví dụ các máy biến áp hoặc các điện trở hạn chế dòng điện.

Chuẩn "2" có thể thoả mãn dựa trên việc đánh giá nhiệt độ lớn nhất trên bề mặt của các phần tử trên cơ sở tính toán nhiệt độ và công suất cực đại có thể xuất hiện các điều kiện hư hỏng tương ứng.

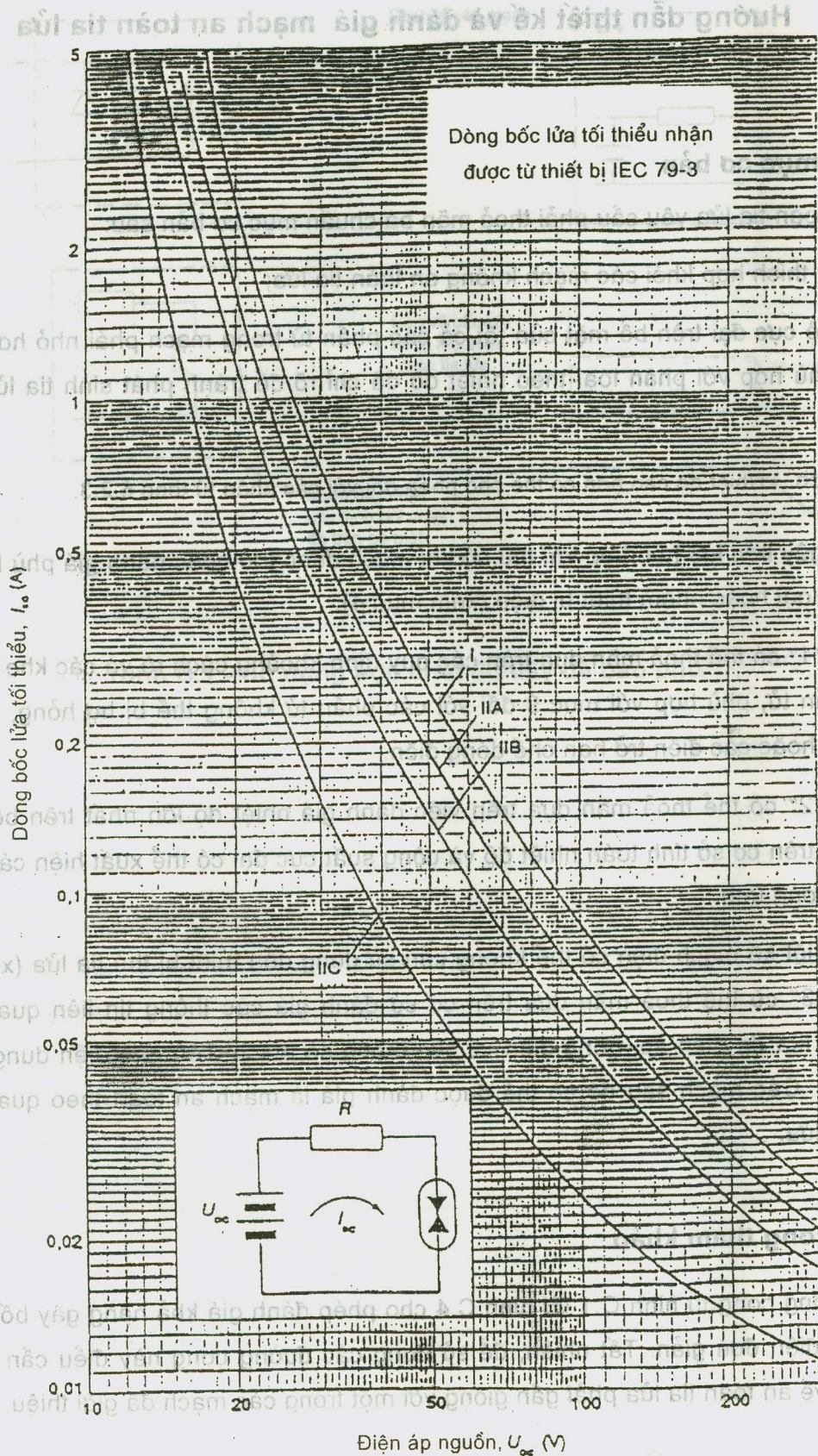
Người thiết kế mạch điện có thể không cần sử dụng đến thiết bị thử tia lửa (xem IEC 79-3).

Chuẩn "3" có thể thoả mãn dựa trên cơ sở đánh giá các thông tin liên quan tới giới hạn gây bốc lửa do điện áp, dòng điện và các thông số mạch điện như điện dung và điện cảm gây nên. Các mạch sau đó có thể được đánh giá là mạch an toàn theo quan điểm về an toàn tia lửa.

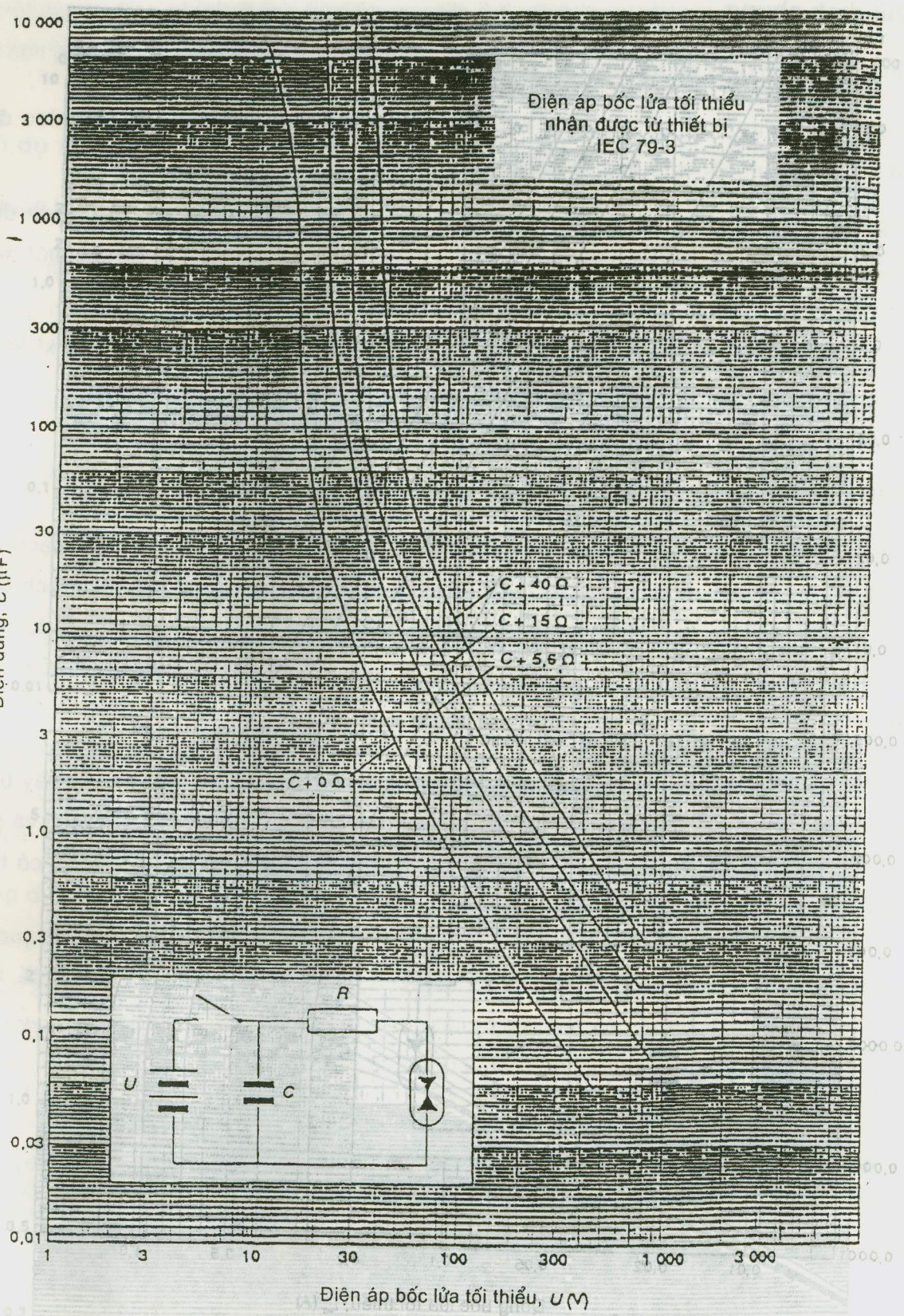
C.2 Đường cong tham khảo

C.2.1 Các đường cong từ hình C.1 tới hình C.4 cho phép đánh giá khả năng gây bốc lửa của một số dạng mạch điện đơn giản. Tất nhiên, để sử dụng các đường cong này điều cần thiết là mạch được đánh giá về an toàn tia lửa phải gần giống với một trong các mạch đã giới thiệu.

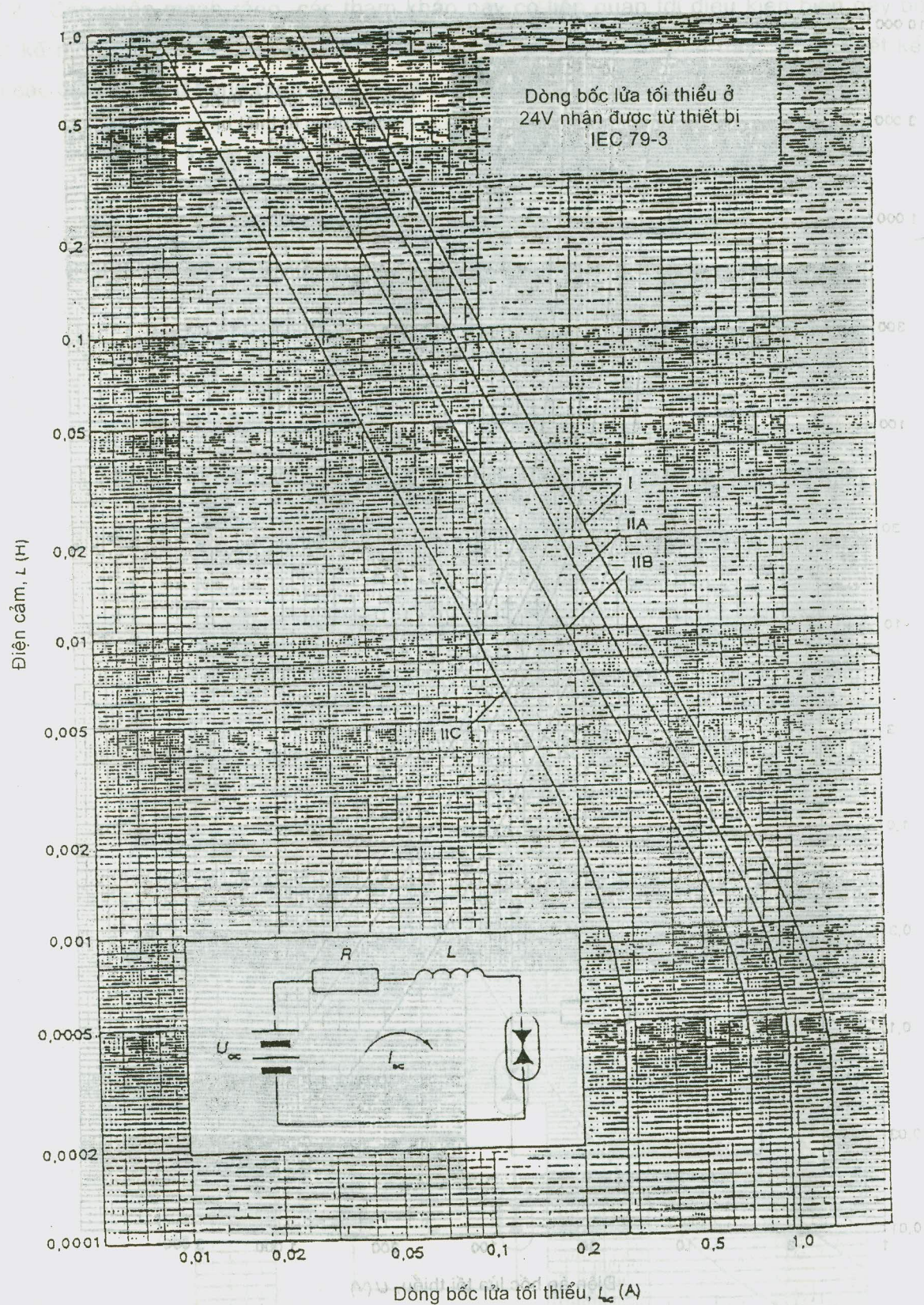
C.2.2 Cần nhấn mạnh rằng, các tham khảo này có liên quan tới điều kiện biên gây bốc lửa. Để thiết kế một mạch điện thoả mãn được các yêu cầu của tiêu chuẩn này, người thiết kế phải tính đến các điều kiện hư hỏng (xem mục 4) và các hệ số an toàn (xem 9.2.5).



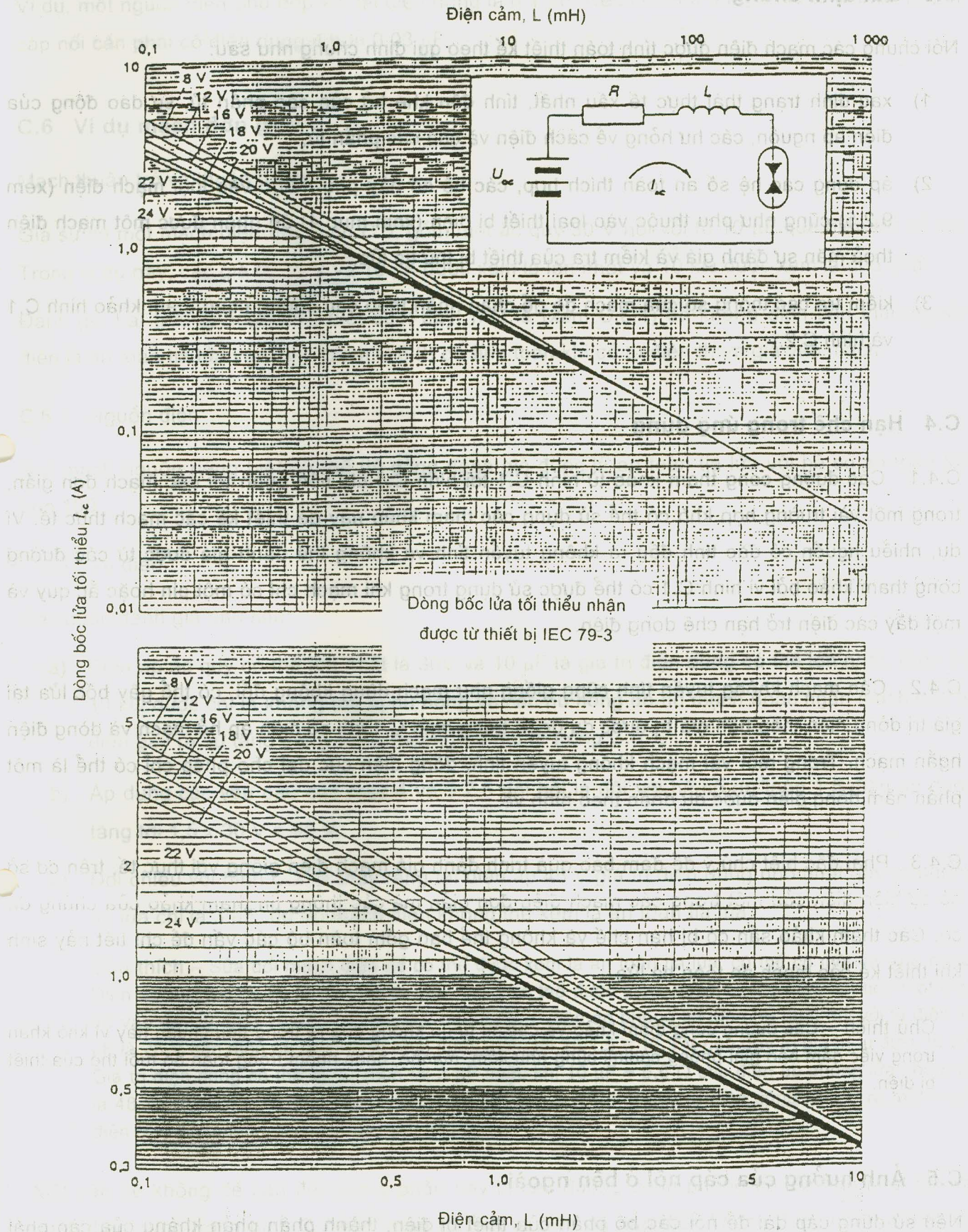
Hình C.1 - Mạch điện trở



Hình C.2 - Mạch điện dung



Hình C.3 - Mạch điện cảm



Hình C.4 - Mạch điện áp thấp

C.3 Qui định chung

Nói chung các mạch điện được tính toán thiết kế theo qui định chung như sau:

- 1) xác định trạng thái thực tế xấu nhất, tính đến khe hở của các phần tử, sự dao động của điện áp nguồn, các hư hỏng về cách điện và của các phần tử;
- 2) áp dụng các hệ số an toàn thích hợp, các hệ số này phụ thuộc vào loại mạch điện (xem 9.2.5) cũng như phụ thuộc vào loại thiết bị điện (xem mục 4) để nhận được một mạch điện thoả mãn sự đánh giá và kiểm tra của thiết bị thử tia lửa,
- 3) kiểm tra các thông số của mạch đó để chấp nhận theo các đường cong tham khảo hình C.1 và hình C.2.

C.4 Hạn chế trong ứng dụng

C.4.1 Các đường cong tham khảo từ hình C.1 tới hình C.4 chỉ liên quan tới các mạch đơn giản, trong một vài trường hợp khó có thể sử dụng các tham khảo này để thiết kế các mạch thực tế. Ví dụ, nhiều nguồn có đặc tính đầu ra không tuyến tính và không thể đánh giá được từ các đường cong tham khảo bởi vì hình C.1 có thể được sử dụng trong khi mạch chỉ có một pin hoặc ắc quy và một dây các điện trở hạn chế dòng điện.

C.4.2 Các mạch không tuyến tính cũng giống như mạch dòng không đổi, có thể gây bốc lửa tại giá trị dòng điện thấp hơn giá trị được dự đoán trong hình C.1 khi có điện áp hở mạch và dòng điện ngắn mạch. Trong một vài mạch không tuyến tính, dòng điện cực đại cho phép chỉ có thể là một phần năm dòng điện được dự đoán theo hình vẽ.

C.4.3 Phải đặc biệt chú ý để đảm bảo quá trình đánh giá mạch điện giống với thực tế, trên cơ sở có sự hiện diện của một trong các mạch điện đơn giản mà các thông tin tham khảo của chúng đã có. Các tham khảo sẵn có bị hạn chế và không thể bao gồm toàn bộ các vấn đề chi tiết nảy sinh khi thiết kế các mạch an toàn tia lửa.

Chú thích – Các đường cong tham khảo về cadimi tự do không đưa ra trong tiêu chuẩn này vì khó khăn trong việc đảm bảo giải phóng cadimi cũng như kẽm, manhê, hoặc nhôm trong toàn bộ tuổi thọ của thiết bị điện.

C.5 Ảnh hưởng của cáp nối ở bên ngoài

Nếu sử dụng cáp dài để nối các bộ phận của thiết bị điện, thành phần phản kháng của cáp phải được đề cập đến khi đánh giá an toàn tia lửa của mạch điện. Đó là, các thông số có liên quan tới cáp như điện dung tổng, hoặc điện cảm tổng cùng với điện trở có các giá trị phụ thuộc trực tiếp vào chiều dài cáp sử dụng.

Ví dụ, một nguồn điện phù hợp với tải điện dung là $0,1 \mu\text{F}$. Nếu có điện dung thực tế là $0,07 \mu\text{F}$, thì cáp nối cần phải có điện dung ít hơn $0,03 \mu\text{F}$.

C.6 Ví dụ mạch đơn giản

Mạch thuần trở và thuần dung

Giả sử có một mạch điện như hình C.5, gồm một ắc quy 30 V nối với tụ $10 \mu\text{F}$ qua điện trở $10 \text{ k}\Omega$. Trong ví dụ này, các giá trị 30 V và $10 \mu\text{F}$ được xem là lớn nhất và $10 \text{ k}\Omega$ được xem là nhỏ nhất.

Đánh giá hai trường hợp riêng biệt dưới đây: một là (xem C.6.1) để khẳng định bản thân nguồn điện là an toàn tia lửa và hai là (xem C.6.2) để tính toán khi có tụ điện tham gia vào mạch.

C.6.1 Nguồn điện

Một mạch nguồn riêng biệt có thể dễ dàng đánh giá được là an toàn tia lửa với hệ số an toàn lớn hơn 100.

C.6.2 Tụ điện

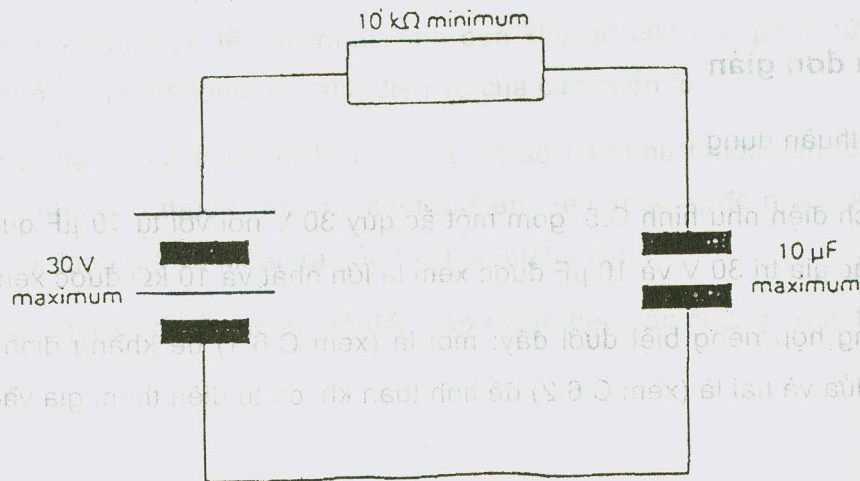
Các bước đánh giá như sau:

- Điện áp ắc quy có thể lớn nhất là 30V và $10 \mu\text{F}$ là giá trị điện dung có thể lớn nhất. Điện trở $10 \text{ k}\Omega$ được coi là không thể bị hư hỏng và các hư hỏng do hở mạch hoặc ngắn mạch của tụ điện gây ra sự tăng dòng trong mạch như mô tả trong C.6.1.
- Áp dụng các yêu cầu của mục 4 và 9.2.5 đòi hỏi là đối với hệ số an toàn 1,5 điện áp được tăng tới $1,5 \times 30 \text{ V} = 45 \text{ V}$.
- Đối chiếu với hình C.2 ta thấy rằng tại điện áp 45 V giá trị điện dung nhỏ nhất gây ra phóng tia lửa chỉ là $3 \mu\text{F}$, do đó mạch điện không thể xem là an toàn tia lửa.

Chú thích – Sửa đổi mạch điện để có thể được xem là an toàn tia lửa, có thể có một vài khả năng. Điện áp mạch điện hoặc các giá trị điện dung có thể được giảm hoặc có thể mắc nối tiếp một điện trở vào dây tụ điện $10 \mu\text{F}$. Từ hình C.2 chỉ ra rằng, điện áp phóng tia lửa nhỏ nhất đối với tụ điện $10 \mu\text{F}$ là 26 V nên điện áp ắc quy sẽ phải được giảm tới $26/1,5 = 17,3 \text{ V}$ nếu duy trì giá trị tụ điện $10 \mu\text{F}$. Giá trị điện dung có thể được giảm tới $3 \mu\text{F}$ hoặc khi $10 \mu\text{F} + 5,6 \Omega$ cho điện áp phóng tia lửa nhỏ nhất là 48 V, việc nối một điện trở có giá trị ít nhất là $5,6 \Omega$ trong dây tụ điện cũng sẽ tạo ra một mạch điện có thể được coi là mạch an toàn tia lửa.

Một vấn đề không đề cập đến trong phần này là các đường cong phóng tia lửa nhỏ nhất đối với mạch điện dung trong hình C.2 liên quan tới một tụ điện đã nạp điện không được nối trực tiếp với nguồn điện. Trong thực tế, chính bản thân nguồn điện có hệ số an toàn lớn, như trong ví dụ trên, nên có thể sử dụng các đường cong tham khảo. Tuy nhiên, nếu nguồn điện có hệ số an toàn nhỏ nhất mà nối với một tụ điện có thể dẫn tới tình trạng khi đó mạch trở thành không an toàn tia lửa,

mặc dù an toàn tia lửa có thể suy ra từ hình C.2. Nói chung, các mạch như vậy không thể đánh giá được theo cách đã mô tả ở trên và chúng phải được kiểm tra bằng thiết bị thử tia lửa (Xem 9.2).



Hình C.5 - Mạch thuần dung

Để kiểm tra các yêu cầu của mục 4 và 9.2.5 đối với bộ số an toàn 1,5 điện áp được áp dụng cho các mạch như sau:

$$U_{\text{thử}} = 1,5 \times 30 \text{ V} = 45 \text{ V}$$

Đối chiếu với hình C.2 ta thấy rằng: điện áp 45 V giá trị điện dung nhỏ nhất gây ra phóng

tiếp xúc là 3,15. Có đó mạch điện không thể xem là an toàn tia lửa.

Giải thích: Nếu để mạch điện để có thể được xem là an toàn tia lửa, có thể có một vài loại mạch. Các mạch điện hoặc các giá trị điện dung có thể được giảm hoặc có thể tăng một điện áp thử. Tuy nhiên C.2 chỉ ra rằng, điện áp phòng tia lửa nhỏ nhất đối với điện áp thử là 30 V nên điện áp thử sẽ phải được giảm từ 30,15 = 17,3 V nên duy trì giá trị điện áp thử là 10 μF. Nếu mạch điện có thể được giảm từ 3,15 hoặc khi 10 μF + 5,6 Ω cho điện áp phòng tia lửa nhỏ nhất là 30 V. Việc nối mạch có giá trị nhỏ nhất là 5,6 Ω trong dây tu điện cũng sẽ tạo ra một mạch điện có thể được coi là mạch an toàn tia lửa.

Một vấn đề khác để cần đến trong phần này là có những công phòng tia lửa nhỏ nhất đối với mạch điện đang hình C.2 liên quan đến một tu điện để nạp điện không được nối trực tiếp với nguồn điện. Trong thực tế, chính bản thân nguồn điện có thể số an toàn từ, như trong ví dụ trên, nếu có thể và được các đường trong mạch (tuy nhiên) nếu nguồn điện có thể số an toàn từ, hoặc có thể với một tu điện có thể hạn chế từ tính trạng khi đó mạch trở thành không an toàn tia lửa.