

Chương I.7

NỐI ĐẤT

Phạm vi áp dụng và định nghĩa

- I.7.1.** Chương này áp dụng cho thiết kế và lắp đặt trang bị nối đất của các thiết bị điện làm việc với điện xoay chiều hoặc một chiều ở mọi cấp điện áp.
- I.7.2.** Hiện tượng chạm đất là hiện tượng tiếp xúc giữa bộ phận mang điện của thiết bị điện với kết cấu không cách điện với đất, hoặc trực tiếp với đất.
- Hiện tượng chạm vỏ là hiện tượng chạm điện xảy ra trong các máy móc, thiết bị giữa các bộ phận mang điện với vỏ thiết bị đã được nối đất.
- I.7.3.** Trang bị nối đất là tập hợp những điện cực nối đất và dây nối đất.
- I.7.4.** Điện cực nối đất là các vật dẫn điện hay nhóm các vật dẫn điện được liên kết với nhau, chôn dưới đất và tiếp xúc trực tiếp với đất.
- I.7.5.** Dây nối đất là dây hoặc thanh dẫn bằng kim loại để nối các bộ phận cần nối đất của thiết bị điện với điện cực nối đất.
- I.7.6.** Nối đất cho bộ phận nào đó của thiết bị điện là nối bộ phận đó với trang bị nối đất.
- I.7.7.** Điện áp với đất khi chạm vỏ là điện áp giữa vỏ với vùng đất có điện thế bằng không.
- I.7.8.** Điện áp trên trang bị nối đất là điện áp giữa điểm dòng điện đi vào cực nối đất và vùng điện thế "không" khi có dòng điện từ điện cực nối đất tản vào đất.
- I.7.9.** Vùng điện thế "không" là vùng đất ở ngoài phạm vi của vùng tản của dòng điện chạm đất.

Phần I. Quy định chung

I.7.10. Điện trở của trang bị nối đất (điện trở nối đất) là tổng điện trở của các điện cực nối đất, dây nối đất và điện trở tiếp xúc giữa chúng.

I.7.11. Dòng điện chạm đất là dòng điện truyền xuống đất qua điểm chạm đất.

I.7.12. Thiết bị điện có dòng điện chạm đất lớn là thiết bị có điện áp cao hơn 1kV và dòng điện chạm đất một pha lớn hơn 500A.

I.7.13. Thiết bị điện có dòng điện chạm đất nhỏ là thiết bị có điện áp cao hơn 1kV và dòng điện chạm đất một pha nhỏ hơn hay bằng 500A.

I.7.14. Trung tính nối đất trực tiếp là điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện được nối trực tiếp với trang bị nối đất hoặc được nối với đất qua một điện trở nhỏ (thí dụ như máy biến dòng v.v.).

I.7.15. Trung tính cách ly là điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện không được nối với trang bị nối đất hoặc được nối với trang bị nối đất qua các thiết bị tín hiệu, đo lường, bảo vệ, cuộn dập hồ quang đã được nối đất hoặc thiết bị tương tự khác có điện trở lớn.

I.7.16. Trung tính nối đất hiệu quả là trung tính của mạng điện ba pha điện áp lớn hơn 1kV có hệ số quá điện áp khi ngắn mạch chạm đất không lớn hơn 1,4.

Hệ số quá điện áp khi ngắn mạch chạm đất trong mạng điện ba pha là tỷ số giữa điện áp của pha không bị sự cố khi có ngắn mạch chạm đất và điện áp pha đó trước khi có ngắn mạch chạm đất.

I.7.17. Dây trung tính là dây dẫn của mạch điện nối trực tiếp với điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện.

a. Dây trung tính làm việc (còn gọi là dây "*không*" làm việc) là dây dẫn để cấp điện cho thiết bị điện.

Trong lưới điện ba pha 4 dây, dây này được nối với điểm trung tính nối đất trực tiếp của máy biến áp hoặc máy phát điện.

Với nguồn điện một pha, dây trung tính làm việc được nối với đầu ra nối đất trực tiếp.

Phần I. Quy định chung

Với nguồn điện một chiều, dây này được nối vào điểm giữa nối đất trực tiếp của nguồn.

Đây cũng là dây cân bằng nối đất có nhiệm vụ dẫn dòng điện về khi phụ tải trên các pha không cân bằng.

b. Dây trung tính bảo vệ (còn gọi là dây "*không*" bảo vệ) ở các thiết bị điện đến 1kV là dây dẫn để nối những bộ phận cần nối với điểm trung tính nối đất trực tiếp của máy biến áp hoặc máy phát trong lưới điện ba pha.

Đối với nguồn một pha, dây này được nối với một đầu ra trực tiếp nối đất.

Đối với nguồn một chiều, dây này được nối vào điểm giữa nối đất trực tiếp của nguồn.

(Xem Phụ lục 1.7.1)

I.7.18. Cắt bảo vệ là cắt tự động bằng hệ thống bảo vệ tất cả các pha hoặc các cực khi có sự cố xảy ra tại một bộ phận trong lưới điện với thời gian cắt không quá 0,2 giây tính từ thời điểm phát sinh dòng chạm đất một pha.

I.7.19. Cách điện kép là sự phối hợp giữa cách điện làm việc (chính) và cách điện bảo vệ (phụ) (xem Điều I.1.46 ÷ 48). Việc phối hợp này phải đảm bảo sao cho khi có hư hỏng ở một trong hai lớp cách điện thì cũng không gây nguy hiểm khi tiếp xúc.

Yêu cầu chung

I.7.20. Thiết bị điện có điện áp đến 1kV và cao hơn phải có một trong các biện pháp bảo vệ sau đây: nối đất, nối trung tính, cắt bảo vệ, máy biến áp cách ly, dùng điện áp thấp, cách điện kép, đẳng áp nhằm mục đích đảm bảo an toàn cho người trong các chế độ làm việc của lưới điện, bảo vệ chống sét cho thiết bị điện, bảo vệ quá điện áp nội bộ.

Để nối đất cho thiết bị điện, ưu tiên sử dụng nối đất tự nhiên, như các kết cấu kim loại, cốt thép của kết cấu bê tông, các ống dẫn bằng kim loại đặt dưới đất trong trường hợp quy phạm cho phép, trừ ống dẫn chất lỏng dễ cháy, khí và hỗn hợp chất cháy nổ v.v.

Phần I. Quy định chung

Nếu sử dụng các kết cấu kim loại này có điện trở nối đất đáp ứng được yêu cầu theo qui định về nối đất thì không cần đặt trang bị nối đất riêng.

- I.7.21.** Nên sử dụng một trang bị nối đất chung cho các thiết bị điện có chức năng khác nhau và điện áp khác nhau. Ngoại trừ một số trường hợp chỉ được phép khi đáp ứng những yêu cầu riêng đã quy định của quy phạm này.

Điện trở của trang bị nối đất chung phải thỏa mãn các yêu cầu của thiết bị và bắt buộc phải nhỏ hơn hoặc bằng điện trở nhỏ nhất của một trong các thiết bị đó.

- I.7.22.** Khi thực hiện nối đất hoặc cắt bảo vệ theo yêu cầu của quy phạm này gặp khó khăn về kỹ thuật hoặc khó thực hiện được, cho phép sử dụng các thiết bị điện có sàn cách điện

Cấu tạo của sàn cách điện phải đảm bảo là chỉ khi đứng trên sàn cách điện mới có thể tiếp xúc được với bộ phận không nối đất. Ngoài ra phải loại trừ khả năng tiếp xúc đồng thời giữa các phần không nối đất của thiết bị này với phần có nối đất của thiết bị khác hoặc với các phần kết cấu của toà nhà.

- I.7.23.** Đối với lưới điện đến 1kV có trung tính nối đất trực tiếp phải đảm bảo khả năng tự động cắt điện chắc chắn, với thời gian cắt ngắn nhất nhằm cách ly phần tử bị hư hỏng ra khỏi lưới điện khi có hiện tượng chạm điện trên các bộ phận được nối đất. Để đảm bảo yêu cầu trên, điểm trung tính của máy biến áp phía hạ áp đến 1kV phải được nối với cực nối đất bằng dây nối đất; với lưới điện một chiều ba dây thì dây giữa phải được nối đất trực tiếp. Vỏ của các thiết bị này phải được nối với dây trung tính nối đất. Khi vỏ của thiết bị không nối với dây trung tính nối đất thì không được phép nối đất vỏ thiết bị đó.

- I.7.24.** Đối với máy biến áp có trung tính cách ly và máy biến áp có cuộn dập hồ quang với điện áp cao hơn 1kV phải đảm bảo khả năng phát hiện và xác định nhanh chóng phần tử bị hư hỏng bằng cách đặt thiết bị kiểm tra điện áp từng pha và phân đoạn lưới điện, khi cần thiết, phải có tín hiệu chọn lọc hoặc bảo vệ để báo tín hiệu hay cắt tự động những phần tử bị hư hỏng.

Phần I. Quy định chung

I.7.25. Đối với thiết bị điện điện áp đến 1kV, cho phép sử dụng điểm trung tính nối đất trực tiếp hoặc cách ly.

Nên áp dụng kiểu trung tính cách ly cho thiết bị điện khi có yêu cầu an toàn cao, với điều kiện:

- a. Các thiết bị này phải đặt thiết bị bảo vệ kết hợp với kiểm tra cách điện của lưới điện, có thể sử dụng aptômát hoặc cầu chảy để bảo vệ.
- b. Có thể phát hiện nhanh và sửa chữa kịp thời khi có chạm đất hoặc có thiết bị tự động cắt bộ phận chạm đất.

Trong lưới điện xoay chiều 3 pha 4 dây hoặc lưới điện một chiều 3 dây, bắt buộc phải nối đất trực tiếp điểm trung tính.

Đối với thiết bị điện 3 pha điện áp danh định 500V hoặc 660V phải cách ly điểm trung tính.

I.7.26. Lưới điện 3 pha hoặc 1 pha điện áp đến 1kV trung tính cách ly có liên hệ với lưới điện có điện áp cao hơn 1kV qua máy biến áp, phải đặt thiết bị bảo vệ đánh thùng cách điện tại điểm trung tính hoặc tại dây pha điện áp thấp của máy biến áp để đề phòng nguy hiểm khi bị hư hỏng cách điện giữa cuộn dây cao áp và cuộn dây hạ áp.

I.7.27. Trong những trường hợp sau đây phải có biện pháp bảo vệ đặc biệt để tự động cắt các thiết bị khi xảy ra hiện tượng chạm vỏ:

- a. Lưới điện có điểm trung tính cách ly và có yêu cầu cao về an toàn điện (trong khai thác hầm mỏ v.v.).
- b. Lưới điện có trung tính nối đất trực tiếp và có điện áp đến 1kV.

Để thay thế cho việc nối vỏ thiết bị với trung tính nối đất, cần phải đặt trang bị nối đất thoả mãn yêu cầu như đối với mạng có trung tính cách ly.

- c. Đối với thiết bị di động nếu việc nối đất không có khả năng thoả mãn yêu cầu của quy phạm này.

I.7.28. Kích thước các điện cực của trang bị nối đất nhân tạo (ống, thanh v.v.) phải đảm bảo khả năng phân bố đều điện áp đối với đất trên diện tích đặt thiết bị

Phần I. Quy định chung

điện. Với thiết bị điện có dòng chạm đất lớn, bắt buộc phải đặt mạch vòng nối đất xung quanh thiết bị (trừ các thiết bị điện ở trạm cột 35kV trở xuống).

I.7.29. Để đảm bảo an toàn, các thiết bị điện có dòng điện chạm đất lớn phải thực hiện lưới san bằng điện áp (trừ các thiết bị điện ở trạm cột 35kV trở xuống).

I.7.30. Để đảm bảo trị số điện trở nối đất theo qui định trong suốt năm, khi thiết kế nối đất phải tính trước sự thay đổi điện trở suất của đất (thay đổi theo thời tiết).

Để đảm bảo yêu cầu trên, trong tính toán phải đưa vào hệ số hiệu chỉnh tùy theo trạng thái điện trở suất của đất tại thời điểm tiến hành đo.

Những bộ phận phải nối đất

I.7.31. Phải nối đất các bộ phận bằng kim loại của các máy móc, thiết bị điện ở gian sản xuất cũng như ngoài trời. Những bộ phận cần nối đất bao gồm:

- a. Vỏ máy điện, vỏ máy biến áp, khí cụ điện, cột ĐDK, thiết bị chiếu sáng v.v.
- b. Bộ truyền động của thiết bị điện.
- c. Cuộn thứ cấp của máy biến áp đo lường (máy biến dòng, máy biến điện áp).
- d. Khung kim loại của tủ phân phối điện, bảng điều khiển, bảng điện và tủ điện, cũng như các bộ phận có thể mở hoặc tháo ra được nếu như trên đó có đặt thiết bị điện điện áp trên 42V xoay chiều hoặc trên 110V một chiều.
- e. Kết cấu kim loại của thiết bị điện, vỏ kim loại và vỏ bọc của cáp lực và cáp nhị thứ, hộp đầu cáp, ống kim loại để luồn cáp, vỏ và giá đỡ các thiết bị điện.
- f. Thiết bị điện đặt ở phần di động của máy và các cơ cấu.
- g. Vỏ kim loại của máy điện di động hoặc cầm tay.

Những bộ phận không phải nối đất

I.7.32. Những bộ phận không yêu cầu nối đất:

a. Thiết bị điện có điện áp xoay chiều đến 380V hoặc có điện một chiều đến 440V và các thiết bị đó được đặt trong gian ít nguy hiểm (xem Điều I.1.12); nghĩa là các phòng khô ráo và có sàn dẫn điện kém (như gỗ, nhựa đường) hoặc trong các gian phòng sạch sẽ và khô ráo (như phòng thí nghiệm, văn phòng).

Ghi chú: Những thiết bị điện trên phải nối đất nếu trong khi làm việc, người có thể cùng một lúc tiếp xúc với thiết bị điện và với bộ phận khác có nối đất.

b. Thiết bị đặt trên kết cấu kim loại đã được nối đất nếu đảm bảo tiếp xúc điện tốt tại mặt tiếp xúc của kết cấu đó (mặt tiếp xúc này phải được cạo sạch, làm nhẵn và không được quét sơn).

c. Kết cấu để đặt cáp với điện áp bất kỳ và có vỏ bằng kim loại đã được nối đất ở cả hai đầu.

d. Đường ray đi ra ngoài khu đất của trạm phát điện, trạm biến áp, trạm phân phối và các trạm điện của xí nghiệp công nghiệp.

e. Vỏ dụng cụ có cách điện kép.

f. Những bộ phận có thể tháo ra hoặc mở ra được của khung kim loại các buồng phân phối, tủ, rào chắn ngăn cách các tủ điện, các cửa ra vào v.v. nếu như trên các bộ phận đó không đặt thiết bị điện hoặc thiết bị điện lắp trên đó có điện áp xoay chiều đến 42V và điện áp một chiều đến 110V.

g. Kết cấu kim loại trong gian đặt ắc quy có điện áp đến 220V.

Cho phép thực hiện nối đất cho động cơ điện và máy móc riêng lẻ ở trên các máy cái hoặc thiết bị khác bằng cách nối đất trực tiếp máy cái hoặc thiết bị khác nếu đảm bảo tiếp xúc chắc chắn giữa động cơ hoặc máy móc riêng lẻ với máy cái hoặc thiết bị khác.

Nối đất thiết bị điện điện áp trên 1kV trung tính nối đất hiệu quả

I.7.33. Đối với thiết bị điện điện áp trên 1kV trung tính nối đất hiệu quả (xem Điều I.7.16), phải đảm bảo trị số điện trở nối đất hoặc điện áp tiếp xúc, đồng thời phải đảm bảo điện áp trên trang bị nối đất (theo Điều I.7.35) và các biện pháp kết cấu (theo Điều I.7.36).

I.7.34. Điện trở của trang bị nối đất ở vùng có điện trở suất của đất không quá $500\Omega\text{m}$ không được lớn hơn $0,5\Omega$ (trong bất cứ thời gian nào trong năm, có tính đến điện trở nối đất tự nhiên (Ở vùng điện trở suất của đất lớn hơn $500\Omega\text{m}$ xem Điều I.7.41 đến I.7.45). Yêu cầu này không áp dụng cho trang bị nối đất của cột ĐDK và trạm 35kV trở xuống.

Đối với trạm 35kV trở xuống, áp dụng theo Điều I.7.46 (kể cả nối đất hiệu quả).

I.7.35. Điện áp trên trang bị nối đất khi có dòng điện ngắn mạch chạm đất chạy qua không được lớn hơn 10kV. Trong trường hợp loại trừ được khả năng truyền điện từ trang bị nối đất ra ngoài phạm vi các nhà và hàng rào bên ngoài các thiết bị điện thì cho phép điện áp trên trang bị nối đất lớn hơn 10kV. Khi điện áp trên trang bị nối đất lớn hơn 5kV phải có biện pháp bảo vệ cách điện cho các đường cáp thông tin và hệ thống điều khiển từ xa từ thiết bị điện đi ra và các biện pháp ngăn ngừa truyền điện thể nguy hiểm ra ngoài phạm vi của thiết bị điện.

I.7.36. Để san bằng điện thế và đảm bảo việc nối thiết bị điện với hệ thống điện cực nối đất, trên diện tích đặt thiết bị điện phải đặt các điện cực nối đất nằm ngang theo chiều dài và chiều rộng của diện tích đó và nối chúng với nhau thành lưới nối đất.

Các cực nối đất theo chiều dài phải đặt ở giữa dãy thiết bị điện về phía đi lại vận hành, ở độ sâu từ 0,5 đến 0,7m và cách móng hoặc bệ đặt thiết bị từ 0,8m đến 1,0m. Nếu các thiết bị điện được đặt thành các dãy, có lối đi ở giữa,

Phần I. Quy định chung

khoảng cách giữa hai dây không quá 3m thì cho phép đặt một điện cực san bằng điện thế chung giữa hai dây thiết bị.

Các điện cực nổi đất theo chiều rộng phải được đặt ở những vị trí thuận tiện giữa các thiết bị điện ở độ sâu 0,5 đến 0,7m. Khoảng cách giữa chúng nên lấy tăng lên kể từ chu vi đến trung tâm của lưới nổi đất. Khi đó khoảng cách đầu tiên và khoảng cách tiếp theo kể từ chu vi không được vượt quá 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0 và 20,0m. Kích thước của ô lưới nổi đất tiếp giáp với chỗ nối điểm trung tính máy biến áp lực và dao tạo ngắn mạch với trang bị nổi đất không được vượt quá $6 \times 6 \text{ m}^2$.

Trong mọi trường hợp, khoảng cách giữa các điện cực nằm ngang không được lớn hơn 30m.

Các điện cực nằm ngang phải được đặt theo biên của diện tích đặt trang bị nổi đất sao cho tạo thành mạch vòng khép kín.

Nếu mạch vòng nổi đất bố trí trong phạm vi hàng rào phía ngoài của thiết bị điện thì dưới cửa ra vào, sát với điện cực nằm ngang ngoài cùng của mạch vòng phải đặt thêm hai cọc nổi đất để san bằng điện thế. Hai cọc nổi đất này phải có chiều dài từ 3 đến 5m và không cách giữa chúng bằng chiều rộng của ra vào.

I.7.37. Việc lắp đặt trang bị nổi đất phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Các dây nổi đất thiết bị hoặc kết cấu với cực nổi đất phải đặt ở độ sâu không nhỏ hơn 0,3m.
- Phải đặt một mạch vòng nổi đất nằm ngang bao quanh chỗ nối đất trung tính của máy biến áp lực và dao tạo ngắn mạch.
- Khi trang bị nổi đất vượt ra ngoài phạm vi hàng rào thiết bị điện thì các điện cực nổi đất nằm ngang ở phía ngoài diện tích đặt thiết bị điện phải được đặt ở độ sâu không nhỏ hơn 1m. Mạch vòng nổi đất ngoài cùng trong trường hợp này nên có dạng đa giác có góc tù hoặc có góc lớn.

I.7.38. Hàng rào bên ngoài của thiết bị điện không phải nổi đất với trang bị nổi đất. Nếu có ĐDK điện áp 110kV trở lên từ thiết bị đi ra thì hàng rào này phải được nổi đất bằng các cọc nổi đất có chiều dài từ 2 - 3m và được chôn sâu cạnh các

trụ của hàng rào theo toàn bộ chu vi và cách nhau từ 20 - 50m một cọc. Không yêu cầu đặt cọc nối đất này đối với hàng rào có các trụ bằng kim loại hoặc bê tông cốt thép, nếu cốt thép của các trụ này đã được nối với các chi tiết kim loại của hàng rào.

Để loại trừ liên hệ về điện giữa hàng rào bên ngoài với trang bị nối đất thì khoảng cách từ hàng rào đến các chi tiết của trang bị nối đất bố trí dọc theo hàng rào ở phía trong hoặc phía ngoài hoặc ở hai phía của hàng rào, không được nhỏ hơn 2m. Điện cực nối đất, dây cáp có vỏ bọc kim loại, đường ống kim loại đi ra ngoài phạm vi của hàng rào phải được bố trí giữa các trụ của hàng rào, ở độ sâu không nhỏ hơn 0,5m. Những nơi tiếp giáp giữa hàng rào phía ngoài với các nhà hoặc công trình xây dựng, cũng như ở những nơi tiếp giáp giữa hàng rào phía ngoài với hàng rào kim loại phía trong phải được xây gạch hoặc lấp bằng gỗ với chiều dài không nhỏ hơn 1m.

I.7.39. Nếu trang bị nối đất của thiết bị điện công nghiệp được nối với lưới nối đất của thiết bị điện có điện áp lớn hơn 1kV trung tính nối đất hiệu quả bằng dây cáp có vỏ bọc bằng kim loại hoặc bằng dây kim loại thì việc san bằng điện thế xung quanh nhà hoặc diện tích đặt thiết bị điện phải thỏa mãn một trong các điều kiện sau đây:

a. Đặt một mạch vòng nối đất xung quanh nhà hoặc diện tích đặt thiết bị và nối mạch vòng này với kết cấu kim loại của công trình xây dựng, thiết bị sản xuất và với lưới nối đất (nối trung tính). Mạch vòng phải được đặt ở độ sâu 1m và cách móng nhà hoặc chu vi đặt thiết bị 1m. Ở cửa ra vào nhà phải đặt hai dây nối đất, cách mạch vòng nối đất 1m và 2m ở độ sâu tương ứng 1m và 1,5m và phải nối những dây nối đất này với mạch vòng.

b. Cho phép dùng móng bê tông cốt thép làm nối đất nếu như đảm bảo được yêu cầu về san bằng điện thế.

Không phải thực hiện những điều kiện nêu ra ở mục a và b nêu trên nếu như xung quanh nhà và cửa ra vào nhà đã được rải nhựa đường.

I.7.40. Trị số dòng điện tính toán dùng để tính dây nối đất phải lấy bằng trị số lớn nhất (giá trị ổn định) trong các dòng điện chạm đất một pha của hệ thống điện và

có tính đến sự phân bố dòng điện chạm đất giữa các điểm trung tính nối đất của hệ thống.

Nối đất thiết bị điện tại vùng có điện trở suất lớn

I.7.41. Việc lắp đặt trang bị nối đất cho thiết bị điện có điện áp lớn hơn 1kV trong lưới điện trung tính nối đất hiệu quả, ở vùng đất có điện trở suất (ρ) lớn hơn $500\Omega\text{m}$, xác định vào thời gian bất lợi nhất trong năm (đo vào mùa khô), cần thực hiện theo các biện pháp sau:

- a. Tăng chiều dài cọc nối đất nếu điện trở suất của đất giảm theo độ sâu.
- b. Đặt điện cực nối đất kéo dài (có thể từ 1 đến 2 km) nếu ở gần đó có những chỗ có điện trở suất của đất nhỏ hơn.
- c. Cải tạo đất để làm giảm điện trở suất của đất (dùng bột sét, bột bentônít hoặc than chì v.v. trộn với các chất phụ gia khác).

Trong vùng đất có đá, cho phép đặt các điện cực nối đất nông hơn so với yêu cầu nhưng không được nhỏ hơn 0,15m. Ngoài ra không cần bố trí cọc nối đất ở các cửa ra vào.

I.7.42. Việc lắp đặt trang bị nối đất cho thiết bị điện có điện áp lớn hơn 1kV, ở vùng đất có điện trở suất lớn hơn $500\Omega\text{m}$, được phép tăng giá trị điện trở nối đất của trang bị nối đất lên đến $0,001\rho[\Omega]$ nhưng không được lớn hơn 5Ω , nếu việc thực hiện như Điều I.7.41 có chi phí quá cao.

I.7.43. Trường hợp thực hiện trang bị nối đất như Điều I.7.42 vẫn không đạt được theo yêu cầu thì cho phép thực hiện theo tiêu chuẩn điện áp tiếp xúc và điện áp bước cho phép. Cách xác định điện áp tiếp xúc và điện áp bước có thể thực hiện theo Phụ lục I.7.2.

I.7.44. Trang bị nối đất phải đảm bảo trị số điện áp tiếp xúc và điện áp bước không lớn hơn giá trị qui định ở bất kỳ thời gian nào trong năm khi có dòng ngắn mạch chạy qua.

I.7.45. Khi xác định giá trị điện áp tiếp xúc và điện áp bước cho phép, thời gian tác động tính toán phải lấy bằng tổng thời gian tác động của bảo vệ và thời gian cắt toàn phần của máy cắt. Ở chỗ làm việc của công nhân khi thực hiện các thao tác đóng cắt có thể xuất hiện ngắn mạch ra các kết cấu mà công nhân có thể chạm tới thì thời gian tác động của thiết bị bảo vệ phải lấy bằng thời gian tác động của bảo vệ dự phòng.

Nối đất thiết bị điện điện áp trên 1kV trung tính cách ly

I.7.46. Đối với thiết bị điện trên 1kV trung tính cách ly, trị số điện trở nối đất trong năm được xác định theo các công thức sau đây, nhưng không được lớn hơn 10Ω :

a. Nếu trang bị nối đất đồng thời sử dụng cho cả thiết bị điện có điện áp cao hơn 1kV và dưới 1kV.

$$R_{nd} \leq \frac{125}{I_{cd}} [\Omega]$$

Trong trường hợp này vẫn phải thực hiện những yêu cầu về nối đất cho thiết bị điện có điện áp đến 1kV.

b. Nếu trang bị nối đất chỉ sử dụng riêng cho những thiết bị điện có điện áp cao hơn 1kV.

$$R_{nd} \leq \frac{250}{I_{cd}} [\Omega]$$

Trong đó:

R_{nd} : Trị số điện trở nối đất lớn nhất khi có tính đến sự thay đổi điện trở suất của đất (ρ_d) theo thời tiết trong năm, $[\Omega]$

I_{cd} : Dòng điện chạm đất tính toán, $[A]$

I.7.47. Dòng điện chạm đất tính toán:

1. Đối với lưới điện không có bù dòng điện điện dung: là dòng điện tổng chạm đất.

2. Đối với lưới điện có bù dòng điện dung:

- Trang bị nối đất nối với thiết bị bù - bằng 125% dòng điện danh định của thiết bị bù.
- Khi trang bị nối đất không nối qua thiết bị bù, dòng điện tính toán là dòng điện chạm đất dư khi cắt thiết bị bù có công suất lớn nhất, hoặc cắt nhánh lưới lớn nhất.

I.7.48. Trị số dòng điện chạm đất tính toán phải xác định theo sơ đồ vận hành của lưới điện khi dòng điện ngắn mạch có trị số lớn nhất.

I.7.49. Với thiết bị điện có trung tính cách ly, điện trở nối đất được tính toán theo Điều I.7.46. Dòng điện chạm đất tính toán có thể được xác định theo dòng điện tác động của rơle bảo vệ chạm đất một pha hoặc ngắn mạch giữa các pha nếu dòng ngắn mạch giữa các pha đảm bảo cắt chạm đất.

Dòng điện chạm đất tính toán không được nhỏ hơn 1,5 lần dòng điện tác động của rơle bảo vệ hoặc 3 lần dòng danh định của dây chảy.

Nối đất thiết bị điện điện áp đến 1kV trung tính nối đất trực tiếp

I.7.50. Dây trung tính của nguồn cấp điện (máy phát điện, máy biến áp) phải được nối chắc chắn với trang bị nối đất bằng dây nối đất và các trang bị nối đất này cần đặt sát gần các thiết bị trên. Tiết diện của dây nối đất không được nhỏ hơn quy định ở bảng I.7.1 của Điều I.7.72.

Trong các trường hợp riêng, như các trạm biến áp ở bên trong các phân xưởng, cho phép đặt các trang bị nối đất trực tiếp gần ngay tường nhà (phía bên ngoài).

I.7.51. Các dây pha và dây trung tính của máy biến áp, máy phát điện đến bảng phân phối điều khiển, thường thực hiện bằng thanh dẫn.

Độ dẫn điện của thanh dẫn trung tính phải không nhỏ hơn 50% của thanh dẫn pha. Nếu sử dụng cáp để thay thế các thanh dẫn thì phải dùng cáp 4 ruột.

Phần I. Quy định chung

I.7.52. Trị số điện trở nối đất của trung tính máy phát điện hoặc máy biến áp, hoặc đầu ra của nguồn điện một pha ở bất kỳ thời điểm nào trong năm không được lớn hơn 2Ω , 4Ω tương ứng với điện áp dây của nguồn điện ba pha là 660V, 380V hoặc tương ứng với điện áp pha của nguồn điện một pha là 380V, 220V. Giá trị của điện trở này được tính đến cả nối đất tự nhiên và nối đất lặp lại cho dây trung tính của ĐDK. Điện trở nối đất của các cọc nối đất đặt gần sát trung tính của máy biến áp, máy phát điện hoặc đầu ra của nguồn điện một pha không được lớn hơn 15; 30Ω tương ứng với các giá trị của điện áp như đã nêu trên.

Khi điện trở suất của đất lớn hơn $100\Omega\text{m}$, cho phép tăng điện trở nối đất lên 0,01p lần, nhưng không được lớn hơn 10 lần.

I.7.53. Dây trung tính phải được nối đất lặp lại tại các cột cuối và cột rẽ nhánh của ĐDK. Dọc theo dây trung tính phải nối đất lặp lại với khoảng cách thường từ 200 đến 250m.

Để nối đất lặp lại trong lưới điện xoay chiều nên sử dụng các vật nối đất tự nhiên, còn đối với lưới điện một chiều thì nhất thiết phải đặt trang bị nối đất nhân tạo.

I.7.54. Điện trở của tất cả các nối đất lặp lại (kể cả nối đất tự nhiên) cho dây trung tính của ĐDK ở bất kỳ thời điểm nào trong năm không được lớn hơn 5, 10Ω tương ứng với điện áp dây của nguồn điện ba pha là 660V, 380V hoặc tương ứng với điện áp pha của nguồn một pha là 380V, 220V. Trong đó giá trị điện trở của mỗi nối đất lặp lại không được lớn hơn 15; 30Ω tương ứng với các giá trị điện áp đã nêu trên.

Nối đất thiết bị điện điện áp đến 1kV trung tính cách ly

I.7.55. Đối với thiết bị điện có trung tính cách ly, trị số điện trở nối đất của thiết bị điện không được lớn hơn 4Ω .

Nếu công suất của máy phát điện hoặc máy biến áp từ 100kVA trở xuống thì điện trở nối đất không được lớn hơn 10Ω .

Phần I. Quy định chung

Trường hợp các máy phát điện hoặc các máy biến áp làm việc song song với tổng công suất của chúng không lớn hơn 100kVA thì trị số điện trở nối đất không được lớn hơn 10Ω .

- I.7.56.** Cấm sử dụng đất làm dây pha hoặc dây trung tính đối với những thiết bị điện có điện áp đến 1kV.

Nối đất các thiết bị dùng điện cầm tay

- I.7.57.** Thiết bị dùng điện cầm tay chỉ được nhận điện trực tiếp từ lưới điện khi điện áp của lưới không được quá 380/220V.
- I.7.58.** Vỏ kim loại của thiết bị dùng điện cầm tay có điện áp trên 36V xoay chiều và trên 110V một chiều ở trong các gian nguy hiểm hoặc rất nguy hiểm phải được nối đất, trừ trường hợp thiết bị đó có cách điện hai lớp hoặc được cấp điện từ máy biến áp cách ly.
- I.7.59.** Phải nối đất hoặc nối trung tính cho các thiết bị dùng điện cầm tay bằng các dây riêng (dây thứ ba đối với các dụng cụ điện một chiều và một pha xoay chiều, dây thứ tư cho các dụng cụ điện ba pha). Nên đặt dây này trong cùng một vỏ với các dây pha và nối với vỏ của dụng cụ điện. Không cho phép sử dụng dây trung tính làm việc để làm dây nối đất.
- I.7.60.** Để cấp điện cho các thiết bị dùng điện cầm tay phải sử dụng những ổ cắm điện và phích cắm chuyên dùng. Loại ổ cắm và phích cắm này đảm bảo không cắm nhầm cực nối đất với cực dòng điện và khi cắm thì cực nối đất tiếp xúc trước cực dòng điện, khi ngắt điện thì cực nối đất được cắt sau cùng. Nếu ổ cắm điện có vỏ bằng kim loại, phải nối vỏ kim loại đó với cực nối đất. Dây dẫn về phía nguồn cung cấp phải được đấu vào ổ cắm, còn dây dẫn về phía dụng cụ điện phải được đấu vào phích cắm.
- I.7.61.** Dây nối đất của các thiết bị dùng điện cầm tay dùng trong công nghiệp phải bằng dây đồng mềm và có tiết diện lớn hơn $1,5\text{mm}^2$, còn đối với thiết bị dùng điện cầm tay dùng trong sinh hoạt thì tiết diện phải lớn hơn $0,75\text{mm}^2$.

Nối đất thiết bị điện di động

I.7.62. Các trạm phát điện di động phải có trang bị nối đất giống như qui định trong Điều I.7.59.

I.7.63. Đối với thiết bị di động nhận điện từ nguồn điện cố định hoặc từ trạm phát điện di động phải nối vỏ của thiết bị đó tới trang bị nối đất của nguồn cung cấp điện.

Trong lưới điện có trung tính cách ly nên bố trí trang bị nối đất cho thiết bị điện di động ngay bên cạnh thiết bị. Trị số điện trở nối đất phải thoả mãn các yêu cầu của Điều I.7.55. Nên ưu tiên sử dụng các vật nối đất tự nhiên ở gần đó.

I.7.64. Nếu việc nối đất cho thiết bị điện di động không thể thực hiện được hoặc không đáp ứng được yêu cầu của quy phạm này thì phải thay thế việc nối đất bằng việc cắt bảo vệ để cắt điện áp đưa vào thiết bị khi bị chạm đất.

I.7.65. Không yêu cầu nối đất cho thiết bị điện di động trong các trường hợp dưới đây:

a. Nếu thiết bị điện di động có một máy phát điện riêng (không cấp điện cho các thiết bị khác) đặt trực tiếp ngay trên máy đó và trên một bộ kim loại chung.

b. Nếu các thiết bị điện di động (với số lượng không lớn hơn 2) nhận điện từ trạm phát điện di động riêng (không cung cấp điện cho các thiết bị khác) với khoảng cách từ thiết bị di động đến trạm phát điện không quá 50m và vỏ của các thiết bị di động được nối với vỏ của nguồn phát điện bằng dây dẫn.

I.7.66. Lựa chọn dây nối đất, dây nối vỏ cho những thiết bị di động phải phù hợp với các yêu cầu của quy phạm này.

Dây nối đất, dây trung tính bảo vệ và dây nối vỏ của thiết bị phải là dây đồng mềm có tiết diện bằng tiết diện dây pha và nên ở cùng trong một vỏ với các dây pha.

Trong lưới điện có trung tính cách ly, cho phép đặt dây nối đất và dây nối vỏ riêng biệt với dây pha. Trong trường hợp này tiết diện của chúng không được nhỏ hơn $2,5\text{mm}^2$.

Để làm dây nối vỏ của nguồn cấp điện với vỏ của thiết bị di động có thể sử dụng:

a. Lõi thứ 5 của dây cáp trong lưới điện ba pha có dây trung tính làm việc.

- b. Lỗi thứ 4 của dây cáp trong lưới điện ba pha không có dây trung tính làm việc.
- c. Lỗi thứ ba của dây cáp trong lưới điện một pha.

Trang bị nối đất

I.7.67. Khi thiết kế nối đất cho thiết bị điện phải xác định trị số điện trở suất của đất bằng cách đo tại hiện trường. Trị số điện trở suất sử dụng trong tính toán thiết kế phải xác định bằng cách nhân trị số đo được với hệ số mùa.

Ghi chú: Hệ số mùa là hệ số phụ thuộc vào sự thay đổi thời tiết trong một năm (giữa mùa mưa và mùa khô) để đạt tới trị số điện trở suất bất lợi nhất trong năm.

I.7.68. Khi thiết kế nối đất nên sử dụng các vật nối đất tự nhiên.

Các bộ phận sau đây được sử dụng để làm nối đất tự nhiên:

- a. Ống dẫn nước và ống dẫn bằng kim loại chôn trong đất, trừ các đường ống dẫn chất lỏng dễ cháy, khí và hợp chất cháy, nổ.
- b. Ống chôn trong đất của giếng khoan.
- c. Kết cấu kim loại và bê tông cốt thép nằm trong đất của toà nhà và công trình xây dựng.
- d. Đường ống kim loại của công trình thuỷ lợi.
- e. Vỏ bọc chì của dây cáp đặt trong đất. Không được phép sử dụng vỏ nhôm của dây cáp để làm cực nối đất tự nhiên.
- f. Đường ray của cầu trục, đường ray nội bộ xí nghiệp nếu như giữa các thanh ray được nối với nhau bằng cầu nối.

Bộ phận nối đất tự nhiên phải được nối tới trang bị nối đất nhân tạo (nối đất chính) ít nhất tại 2 điểm.

I.7.69. Điện cực nối đất nhân tạo có thể sử dụng các thép ống, thép tròn, thép dẹt, thép góc để đóng thẳng đứng hoặc thép tròn, thép dẹt v.v. đặt nằm ngang.

Kích thước nhỏ nhất của các điện cực của trang bị nối đất theo quy định ở bảng I.7.1. Tại những nơi dễ bị ăn mòn, các điện cực của trang bị nối đất phải được mạ đồng hoặc mạ kẽm. Trường hợp đặc biệt, tại những nơi có nhiều chất ăn mòn kim loại mạnh, ngoài việc mạ trên còn phải tăng tiết diện của các điện cực của trang bị nối đất và phải có chế độ kiểm tra thường xuyên.

Điện cực chôn trong đất của trang bị nối đất không được quét nhựa đường hoặc các lớp sơn cách điện khác.

Dây nối đất và dây trung tính bảo vệ

I.7.70. Phải ưu tiên dùng dây trung tính làm việc làm dây trung tính bảo vệ.

Để làm dây nối đất phụ và dây trung tính bảo vệ, cho phép sử dụng các vật dẫn tự nhiên dưới đây:

- a. Kết cấu kim loại của ngôi nhà (kèo, cột, giá đỡ thiết bị, cốt thép của cột bê tông cốt thép v.v.).
- b. Kết cấu kim loại trong sản xuất (đường ray, cầu trục, khung kim loại của các bộ phận giao thông đi lại (thang máy, hầm sàn v.v.).
- c. Ống thép của thiết bị điện.
- d. Ống kim loại dẫn nước, thoát nước, dẫn hơi nhiệt (trừ các ống dẫn chất cháy nổ) của các thiết bị điện điện áp đến 1kV.
- e. Vỏ cáp bằng nhôm.
- f. Kết cấu kim loại của cột bê tông đúc hoặc bê tông ly tâm.

Khi sử dụng chúng làm dây nối đất chính thì phải đáp ứng các yêu cầu của dây nối đất trong quy phạm này.

Những vật dẫn điện tự nhiên phải được nối tới trang bị nối đất chắc chắn, liên mạch.

I.7.71. Cấm sử dụng vỏ kim loại của dây dẫn kiểu ống, cáp treo của đường dẫn điện, vỏ kim loại của ống cách điện, tay nắm kim loại, vỏ chì của dây và cáp điện để

Phần I. Quy định chung

làm dây nối đất hoặc dây trung tính bảo vệ. Chỉ cho phép dùng vỏ chì của cáp vào mục đích trên trong cải tạo lưới điện thành phố có điện áp 380/220V.

Trong các gian và thiết bị ngoài trời có yêu cầu nối đất, nối trung tính thì vỏ kim loại nối trên phải được nối đất chắc chắn trên toàn bộ chiều dài. Hộp cáp và hộp đầu dây cần được nối với vỏ kim loại bằng cách hàn hoặc bằng bulông. Các mối nối bằng bulông phải có biện pháp chống gỉ và chống rơi lỏng.

Dây nối đất và dây trung tính bảo vệ đặt trong nhà và ngoài trời phải tiếp cận được để kiểm tra. Việc kiểm tra không áp dụng cho dây trung tính của cáp bọc, cốt thép của kết cấu bê tông cốt thép, cũng như dây nối đất đặt trong ống, hộp hoặc kết cấu xây dựng.

Dây nối đất bằng thép đặt ngoài trời phải mạ kẽm.

I.7.72. Dây nối đất bằng đồng hoặc nhôm hoặc thép phải có kích thước không nhỏ hơn trị số quy định trong bảng I.7.1.

Cấm sử dụng dây nhôm trần chôn trong đất để làm dây nối đất.

I.7.73. Với những thiết bị điện có điện áp cao hơn 1kV và dòng điện chạm đất lớn, tiết diện của dây nối đất phải đảm bảo khi có dòng điện chạm đất tính toán một pha chạy qua mà nhiệt độ của dây nối đất không vượt quá 400°C (điều kiện phát nóng ngắn hạn phù hợp với thời gian cắt của thiết bị bảo vệ chính).

Bảng I.7.1. Kích thước nhỏ nhất của dây nối đất và dây trung tính bảo vệ

Tên	Đồng	Nhôm	Thép		
			Trong nhà	Ngoài trời	Trong đất
Dây trần: - Tiết diện, mm ² - Đường kính, mm	4 -	6 -	- 5	- 6	- 10
Tiết diện dây cách điện, mm ²	1,5 ^(*)	2,5	-	-	-
Tiết diện ruột nối đất và nối trung tính của cáp hoặc dây nhiều ruột					

Phần I. Quy định chung

trong vỏ bảo vệ chung với các ruột pha, mm ²	1	2,5	-	-	-
Chiều dày cánh thép góc, mm	-	-	2	2,5	4
Tiết diện thép thanh, mm ²	-	-	24	48	48
Chiều dày, mm	-	-	3	4	4
Ống: Chiều dày thành ống, mm	-	2,5	2,5	2,5	3,5
Ống thép mỏng: Chiều dày thành ống, mm	-	-	1,5	2,5	Không cho phép

Ghi chú: Khi đặt dây trong ống, tiết diện của dây trung tính bảo vệ được phép bằng 1mm² nếu dây pha có cùng tiết diện.

I.7.74. Với những thiết bị điện có điện áp cao hơn 1kV và dòng điện chạm đất nhỏ, tiết diện của dây nối đất phải đảm bảo khi có dòng điện chạm đất tính toán một pha mà nhiệt độ phát nóng lâu dài của dây nối đất đặt ngầm dưới đất không vượt quá 150°C.

I.7.75. Thiết bị điện đến 1kV và cao hơn có trung tính cách ly, điện dẫn của dây nối đất không được nhỏ hơn 1/3 điện dẫn của dây pha, còn tiết diện không nhỏ hơn trị số trong bảng I.7.1, và không cần lấy lớn hơn 120mm² nếu là dây thép, không lớn hơn 35mm² nếu là dây nhôm, và không lớn hơn 25mm² nếu là dây đồng.

Trong nhà xưởng sản xuất, lưới nối đất chính dùng thanh thép phải có tiết diện không nhỏ hơn 100mm². Có thể dùng thép tròn cùng tiết diện.

I.7.76. Đối với thiết bị điện có điện áp đến 1kV trung tính nối đất trực tiếp, để đảm bảo khả năng cắt tự động khu vực xảy ra sự cố, tiết diện dây pha và dây trung tính bảo vệ phải chọn sao cho khi chạm vỏ hoặc chạm dây trung tính bảo vệ, dòng điện ngắn mạch không nhỏ hơn:

a. 3 lần dòng điện danh định của dây chảy ở cầu chảy gần nhất.

b. 3 lần dòng điện danh định của phần tử cắt không điều chỉnh được hoặc dòng điện chỉnh định phần tử cắt điều chỉnh được của aptômát có đặc tính dòng điện quan hệ ngược.

Phần I. Quy định chung

Để bảo vệ lưới điện bằng aptômat chỉ có phần tử cắt điện từ (cắt nhanh), tiết diện của dây phải đảm bảo dòng điện chạy qua không nhỏ hơn mức chỉnh định dòng điện khởi động tức thời nhân với hệ số phân tán (theo số liệu của nhà chế tạo) và hệ số dự trữ 1,1. Khi không có số liệu của nhà chế tạo, đối với aptômat có dòng điện danh định đến 100A, bội số dòng điện ngắn mạch so với mức chỉnh định phải không nhỏ hơn 1,4; đối với aptômat có dòng điện danh định trên 100A - không nhỏ hơn 1,25.

Tiết diện của dây trung tính bảo vệ, trong mọi trường hợp phải không nhỏ hơn 50% tiết diện của dây pha.

Nếu yêu cầu trên không đáp ứng được giá trị dòng điện chạm vỏ hoặc chạm dây trung tính bảo vệ thì việc cắt dòng ngắn mạch này phải bằng thiết bị bảo vệ đặc biệt.

I.7.77. Thiết bị điện có điện áp đến 1kV trung tính nối đất trực tiếp, dây trung tính bảo vệ nên đặt chung và bên cạnh các dây pha.

Dây trung tính làm việc phải tính toán đảm bảo dòng điện làm việc lâu dài. Dây trung tính làm việc có thể là dây cách điện có cách điện như dây pha. Việc cách điện dây trung tính làm việc cũng như dây trung tính bảo vệ bắt buộc ở những chỗ nếu dùng dây trần có thể tạo ra cặp điện ngẫu hoặc làm hư hỏng cách điện của dây pha do tia lửa giữa dây trung tính trần và vỏ hoặc kết cấu (ví dụ khi đặt dây trong ống, hộp, máng). Không yêu cầu cách điện nếu dùng vỏ hoặc kết cấu đỡ của bộ thanh cái (trên giá đỡ hoặc trong thiết bị hợp bộ) làm dây trung tính làm việc và bảo vệ, cũng như với vỏ nhôm hoặc chì của cáp (xem thêm Điều I.7.71).

Trong gian sản xuất, môi trường bình thường, được phép dùng kết cấu kim loại, ống, vỏ và kết cấu đỡ thanh cái làm dây trung tính làm việc (xem thêm Điều I.7.70) khi:

- Cấp điện cho phụ tải đơn lẻ một pha có công suất nhỏ, điện áp đến 42V.
- Cấp điện một pha cho cuộn dây đóng cắt của khởi động từ hoặc côngtactơ.
- Cấp điện một pha cho thiết bị chiếu sáng và mạch điều khiển tín hiệu của cầu trục bằng một pha.

Phần I. Quy định chung

I.7.78. Không cho phép dùng dây trung tính làm việc làm dây trung tính bảo vệ cho các dụng cụ điện cầm tay một pha hoặc một chiều. Dây trung tính bảo vệ phải là dây riêng thứ ba đầu vào ổ cắm ba cực.

I.7.79. Không được đặt cầu chảy hoặc thiết bị cắt trong mạch dây nối đất và dây trung tính bảo vệ.

Mạch dây trung tính làm việc đồng thời làm trung tính bảo vệ có thể cùng cắt đồng thời với dây pha.

Nếu dùng thiết bị cắt một cực, bắt buộc phải đặt ở dây pha, không được đặt ở dây trung tính.

I.7.80. Không được phép dùng dây trung tính làm việc của đường dây này làm dây trung tính của thiết bị điện được cung cấp từ đường dây khác.

Được phép dùng dây trung tính làm việc của đường dây chiếu sáng để làm dây trung tính của thiết bị điện được cung cấp từ đường dây khác nếu đường dây trên được cung cấp từ cùng một máy biến áp, tiết diện dây trung tính làm việc phải đủ lớn để đáp ứng trong mọi trường hợp và loại trừ khả năng bị cắt khi đường dây khác kể trên đang làm việc. Trong trường hợp này, không được dùng thiết bị cắt để cắt dây trung tính làm việc cùng với dây pha.

I.7.81. Trong lưới điện trên không điện áp đến 1kV có trung tính nối đất trực tiếp, trị số dòng điện ngắn mạch dùng để kiểm tra khả năng cắt khi có ngắn mạch giữa các pha với dây trung tính được xác định theo công thức gần đúng dưới đây:

$$I_k = \frac{U_p}{Z_{tp} + \frac{Z_{bt}}{3}}$$

Trong đó:

- U_p : điện áp pha của lưới điện
- $Z_{tp} = \sqrt{r_p^2 + x_p^2}$: tổng trở toàn phần ở điểm nút của mạch vòng giữa dây pha và dây trung tính lấy bằng $0,6\Omega/\text{km}$.
- Z_{bt} : tổng trở của máy biến áp.

Phần I. Quy định chung

Chỉ tính đến Zbt trong công thức trên nếu đóng mạch vào máy biến áp 3 pha Y/y - 12 và khi đó Zbt lấy theo số liệu của nhà chế tạo. Còn các trường hợp khác không đưa Zbt vào công thức tính toán.

I.7.82. Trong những gian ẩm ướt và có hơi ăn mòn thì dây nối đất phải đặt cách tường ít nhất 10mm.

I.7.83. Dây nối đất phải được bảo vệ chống hư hỏng về cơ học và hoá học, lưu ý ở những chỗ giao chéo với đường cáp, ống dẫn, đường sắt v.v. Bảo vệ chống hư hỏng về hoá học phải đặc biệt chú ý tại những khu vực có môi trường dễ ăn mòn.

I.7.84. Dây nối đất xuyên qua tường phải được đặt trong những lỗ hở, luồn trong ống hoặc vỏ bọc cứng.

I.7.85. Không cho phép sử dụng dây nối đất vào các mục đích khác. Chỉ cho phép sử dụng dây nối đất để nối tạm thời vào máy hàn nếu tiết diện của dây nối đất đảm bảo dẫn được dòng điện hàn chạy qua. Chỉ được sử dụng dây trung tính nối vào mạch điều khiển của máy công cụ trong trường hợp đặc biệt.

I.7.86. Tại chỗ dây nối đất vào công trình phải có những ký hiệu riêng để quan sát.

Dây nối đất đặt trần, các kết cấu của trang bị nối đất ở phía trên mặt đất phải sơn màu tím hoặc đen.

Trong những gian có yêu cầu cao về trang trí, cho phép sơn dây nối đất phù hợp với màu của gian phòng, nhưng tại chỗ nối hoặc phân nhánh của dây nối đất phải sơn 2 vạch màu tím hoặc đen cách nhau 150mm. Đường dây điện nhánh 2 dây, trong đó dây trung tính được sử dụng làm dây nối đất thì tại chỗ hàn hoặc chỗ nối của dây trung tính cũng phải sơn màu tím.

I.7.87. Mối nối giữa dây nối đất và dây trung tính bảo vệ với nhau phải đảm bảo tiếp xúc tốt bằng cách hàn trực tiếp hoặc khoá nối chuyên dùng. Mỗi hàn phải có chiều dài chồng lên nhau bằng 2 lần bề rộng của thanh nối nếu là tiết diện chữ nhật, hoặc 6 lần đường kính của thanh nối nếu là tiết diện tròn.

Trên các ĐDK được phép nối dây trung tính giống như nối của dây pha.

Phần I. Quy định chung

Mối nối trong gian ẩm ướt, có hơi hoặc khí ăn mòn kim loại phải thực hiện bằng cách hàn. Trường hợp không có điều kiện hàn, cho phép nối bằng bulông nhưng ở mối nối phải được sơn bảo vệ. Mối nối phải tiếp cận được để kiểm tra

I.7.88. Khi sử dụng các vật dẫn nêu trong Điều I.7.70 để làm dây nối đất phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

a. Mối nối của chúng phải tiếp xúc chắc chắn và phải đảm bảo dẫn điện liên tục suốt chiều dài của vật dẫn.

b. Khi sử dụng các kết cấu kim loại kế tiếp nhau để làm dây nối đất phải nối chúng với nhau bằng các thanh dẫn có tiết diện không nhỏ hơn 100mm^2 và nối bằng hàn. Khi sử dụng các kết cấu đó đối với thiết bị điện có điện áp đến 1kV trung tính nối đất trực tiếp phải nối chúng bằng cầu dẫn có tiết diện giống như dây nối đất.

I.7.89. Những ống thép luồn dây dẫn điện, hộp máng và kết cấu khác sử dụng làm dây nối đất hoặc dây trung tính bảo vệ phải được nối với nhau chắc chắn.

- Trường hợp ống thép đặt hở có thể sử dụng các măng sông nối trên lớp sơn minium hoặc sử dụng các kết cấu nối khác có tiếp xúc chắc chắn.
- Trường hợp ống thép đặt kín chỉ được phép nối bằng măng sông xiết chặt trên lớp sơn minium.
- Khi mối nối có những đoạn ren dài, trên mỗi phía của nó phải có đai ốc hãm.

Trường hợp đặt kín cũng như đặt hở trong lưới điện có trung tính nối đất phải có 2 mối hàn tại mỗi phía của đầu nối ống (trường hợp này không cần đặt đai ốc hãm nếu đặt hở).

Khi dây dẫn điện luồn trong các ống thép và các ống thép này được sử dụng làm dây nối đất, tại đầu vào phải được nối kim loại giữa ống thép và vỏ thiết bị điện.

I.7.90. Nối dây nối đất với điện cực nối đất kéo dài (ví dụ ống dẫn) phải nối tại đầu dẫn vào công trình bằng cách hàn. Nếu không có điều kiện hàn thì cho phép sử

Phần I. Quy định chung

dụng các đai giữ, khi nối phải cạo sạch ống và mạ thiếc tại mặt tiếp xúc của chúng trước khi đặt đai.

I.7.91. Việc nối dây nối đất tới các kết cấu nối đất phải bằng cách hàn, việc nối dây nối đất tới thiết bị máy móc v.v. có thể bằng cách hàn hoặc bulông nối chắc chắn. Các mối nối này trên bộ phận rung động hoặc chấn động phải có biện pháp đảm bảo tiếp xúc tốt (đai ốc hãm, vòng đệm hãm).

Dây nối đất hoặc trung tính bảo vệ cho thiết bị thường xuyên bị tháo lắp hoặc đặt trên bộ phận chuyển động phải bằng dây dẫn mềm.

I.7.92. Điểm trung tính của máy biến áp hoặc máy phát điện nối đất trực tiếp hoặc qua thiết bị bù dòng điện điện dung phải được nối tới lưới nối đất hoặc thanh nối đất chính bằng dây nối đất riêng.

I.7.93. Hệ nối đất an toàn, nối đất làm việc và nối đất chống sét phải được nối tới lưới nối đất bằng dây nhánh riêng.

MỤC LỤC

Phần I

QUY ĐỊNH CHUNG

Chương I.1

PHẦN CHUNG

- Phạm vi áp dụng và định nghĩa *Trang 1*
- Chỉ dẫn chung về trang bị điện *15*
- Đầu công trình điện vào hệ thống điện *20*

Chương I.2

LƯỚI ĐIỆN VÀ CUNG CẤP ĐIỆN

- Phạm vi áp dụng và định nghĩa *22*
- Yêu cầu chung *23*
- Loại hộ tiêu thụ điện, độ tin cậy cung cấp điện *26*
- Sơ đồ cung cấp điện *27*
- Chất lượng điện áp và điều chỉnh điện áp *29*
- Lưới điện thành phố điện áp đến 35 kV *30*

Chương I.3

CHỌN TIẾT DIỆN DÂY DẪN

- Phạm vi áp dụng *33*
- Chọn dây dẫn theo mật độ dòng điện kinh tế *33*
- Chọn dây dẫn theo tổn thất điện áp cho phép *36*
- Chọn dây dẫn theo độ phát nóng cho phép *36*
- Dòng điện lâu dài cho phép của cáp lực *44*
- Dòng điện lâu dài cho phép đối với dây dẫn
và thanh dẫn trần..... *54*

- Chọn dây dẫn theo điều kiện vàng quang 61
- Chọn dây chống sét 62

Chương I.4

CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN VÀ DÂY DẪN THEO ĐIỀU KIỆN NGẮN MẠCH

- Phạm vi áp dụng 63
- Yêu cầu chung 63
- Xác định dòng điện ngắn mạch để chọn thiết bị và dây dẫn 65
- Chọn dây dẫn và cách điện, kiểm tra kết cấu chịu lực theo
lực điện động của dòng điện ngắn mạch 66
- Chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng khi ngắn mạch 67
- Chọn thiết bị điện theo khả năng đóng cắt 68

Chương I.5

ĐẾM ĐIỆN NĂNG

- Phạm vi áp dụng và định nghĩa 69
- Yêu cầu chung 69
- Vị trí đặt công tơ 70
- Yêu cầu đối với công tơ 72
- Đếm điện năng qua máy biến điện đo lường 73
- Đặt và đấu dây vào công tơ 75
- Công tơ kiểm tra (kỹ thuật) 77

Chương I.6

ĐO ĐIỆN

- Phạm vi áp dụng 78
- Yêu cầu chung 78
- Đo dòng điện 79

• Đo điện áp và kiểm tra cách điện	81
• Đo công suất	82
• Đo tần số	83
• Đo lường khi hoà đồng bộ	84
• Đặt dụng cụ đo điện	84

Chương I.7

NỐI ĐẤT

• Phạm vi áp dụng và định nghĩa	85
• Yêu cầu chung	87
• Những bộ phận phải nối đất	90
• Những bộ phận không phải nối đất	91
• Nối đất thiết bị điện điện áp trên 1kV trung tính nối đất hiệu quả	92
• Nối đất thiết bị điện tại vùng đất có điện trở suất lớn	95
• Nối đất thiết bị điện điện áp trên 1kV trung tính cách ly	96
• Nối đất thiết bị điện điện áp đến 1kV trung tính nối đất trực tiếp	97
• Nối đất thiết bị điện điện áp đến 1kV trung tính cách ly	98
• Nối đất các thiết bị điện cầm tay	99
• Nối đất các thiết bị điện di động	100
• Trang bị nối đất	101
• Dây nối đất và dây trung tính bảo vệ	102
• Phụ lục I.3.1	110
• Phụ lục I.3.2	113
• Phụ lục I.7.1	116
• Phụ lục I.7.2	117

Phụ lục I.3.1

Tính toán kiểm tra dòng điện lâu dài cho phép của dây dẫn trần

Dòng điện lâu dài cho phép của dây dẫn trần theo điều kiện phát nóng do dòng điện và do bức xạ mặt trời được tính bằng công thức sau:

$$I = \sqrt{\frac{\left[h_w + \left(h_r - \frac{W_s}{\pi \cdot \theta} \right) \cdot \eta \right] \pi \cdot d \cdot \theta}{R_{20dc} \cdot \beta [1 + \alpha \cdot (T + \theta - 20)]}}$$

Trong đó:

I: Dòng điện lâu dài cho phép [A]

d: Đường kính ngoài của dây dẫn [cm]

θ : Độ tăng nhiệt độ cho phép trên dây dẫn [°C]

T: Nhiệt độ không khí ứng với thời điểm kiểm tra

và thường chọn nhiệt độ không khí cao nhất (°C)

α : Hệ số tăng điện trở do nhiệt độ (1/°C)

R_{20dc} : Điện trở dây dẫn điện ở 20°C với dòng điện một chiều (Ω/cm)

W_s : Năng lượng bức xạ mặt trời (W/cm)

η : Hệ số phát nhiệt (chọn bằng 0,9)

β : Tỷ số giữa điện trở xoay chiều và một chiều

v: Tốc độ gió tính toán (m/s)

h_w : Hệ số tản nhiệt do đối lưu được tính bằng công thức thực nghiệm Rice như sau:

$$h_w = 0.000572 \cdot \frac{\sqrt{\frac{v}{d}}}{\left(273 + T + \frac{\theta}{2} \right)^{0.123}} \quad (\text{W}/^\circ\text{C} \cdot \text{cm}^2)$$

h_r : Hệ số tản nhiệt do bức xạ (Định luật Stefan – Boltzmann)

được tính bằng công thức sau:

$$h_r = 0.000567 \cdot \frac{\left(\frac{273 + T + \theta}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + T}{100} \right)^4}{\theta} \quad (\text{W}/^\circ\text{C} \cdot \text{cm}^2)$$

I. Các trị số lựa chọn trong tính toán

1. Năng lượng bức xạ mặt trời: tham khảo các số liệu tính toán của các nước khu vực lân cận, lựa chọn:

$$W_s = 0,1 \text{ W/cm}^2$$

2. Tốc độ gió tính toán:

$$v = 0,6 \text{ m/s}$$

3. Nhiệt độ không khí T phụ thuộc thời điểm kiểm tra dòng điện lâu dài cho phép, điều kiện bất lợi nhất là chọn nhiệt độ không khí cao nhất và phù hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam $T = 40^\circ\text{C}$.

4. Hệ số tăng điện trở do nhiệt độ phụ thuộc vật liệu dây dẫn

- Đối với dây nhôm lõi thép, thông thường $\alpha = 0,00403$
- Đối với dây hợp kim nhôm $\alpha = 0,00360$
- Đối với dây đồng $\alpha = 0,00393$

5. Tỷ số giữa điện trở xoay chiều và một chiều β có thể tham khảo ở bảng 1 cho các loại dây nhôm lõi thép thông dụng.

6. Độ tăng nhiệt độ cho phép trên dây dẫn θ phụ thuộc nhiệt độ cho phép trên dây dẫn và nhiệt độ không khí T ($= 40^\circ\text{C}$ ở điều kiện khí hậu Việt Nam).

- Đối với dây nhôm lõi thép, dây hợp kim nhôm: nhiệt độ cho phép trên dây dẫn đạt tới 90°C trong điều kiện vận hành bình thường, nghĩa là:

$$\theta = 90^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

- Đối với dây siêu nhiệt (TAL): nhiệt độ cho phép trên dây dẫn đạt tới 150°C trong điều kiện vận hành bình thường, nghĩa là:

$$\theta = 150^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 110^\circ\text{C}$$

- Đối với dây cực siêu nhiệt (ZTAL): nhiệt độ cho phép trên dây dẫn đạt tới 210°C trong điều kiện vận hành bình thường, nghĩa là:

$$\theta = 210^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 170^\circ\text{C}$$

Dòng điện lâu dài cho phép của dây dẫn phụ thuộc nhiều vào thời điểm kiểm tra. Ví dụ nếu kiểm tra vào ban đêm, nhiệt độ không khí $T = 25^\circ\text{C}$, năng lượng bức xạ mặt trời $W_s = 0$, cho kết quả dòng điện lâu dài cho phép tăng lên đáng kể so với ban ngày.

**II. Tỷ số điện trở AC/DC (R_{AC}/R_{DC})
của dây nhôm ruột thép tăng cường (loại ACSR)**

Nhiệt độ, °C	60		70		80		90		R _{DC} ở 20°C (Ω/km)
Tần số, Hz	50	60	50	60	50	60	50	60	
240mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.002	1.003	1.002	1.003	1.002	1.002	1.002	1.002	0.1200
330mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.004	1.006	1.004	1.006	1.004	1.005	1.004	1.005	0.0888
410mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.007	1.010	1.006	1.009	1.006	1.009	1.006	1.008	0.0702
610mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.032	1.039	1.041	1.048	1.045	1.052	1.048	1.055	0.0474
810mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.048	1.063	1.056	1.070	1.060	1.073	1.061	1.074	0.0356
Nhiệt độ, °C	100		110		120				R _{DC} ở 20°C (Ω/km)
Tần số, Hz	50	60	50	60	50	60			
240mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.002	1.002	1.002	1.002	1.001	1.002			0.1200
330mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.003	1.005	1.003	1.004	1.003	1.004			0.0888
410mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.005	1.008	1.005	1.007	1.005	1.007			0.0702
610mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.050	1.055	1.051	1.056	1.052	1.057			0.0474
810mm ² R _{AC} /R _{DC}	1.062	1.074	1.063	1.074	1.063	1.074			0.0356

Phụ lục I.3.2

Chọn dây chống sét

Dây chống sét được lựa chọn chủ yếu là đáp ứng được điều kiện ổn định nhiệt khi ngắn mạch một pha. Dòng điện ngắn mạch cho phép trên dây chống sét được tính bằng công thức sau:

$$I = \frac{K.S}{\sqrt{t}}$$

- Trong đó: I: dòng điện ngắn mạch cho phép (A)
t: thời gian tồn tại ngắn mạch (giây)
S: tiết diện dây chống sét (mm²)
K: hằng số phụ thuộc vật liệu chế tạo dây chống sét:
- Đối với dây nhôm lõi thép k = 93
 - Đối với dây thép mạ kẽm k = 56
 - Đối với dây thép phủ nhôm k = 91÷117

Thường dùng cho dây chống sét có kết hợp cáp quang.

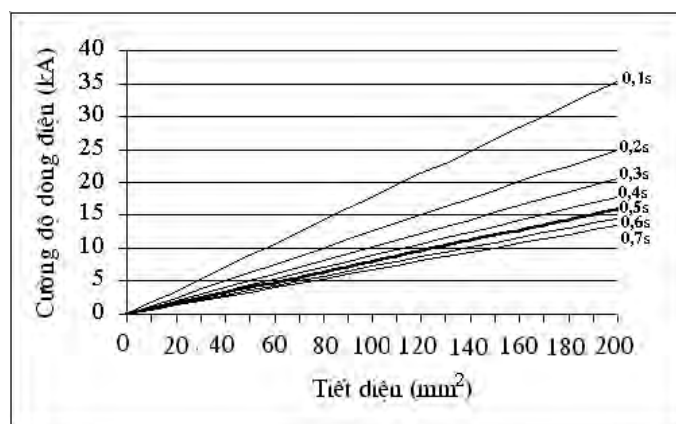
Khả năng chịu ổn định nhiệt khi ngắn mạch một pha của dây chống sét được so sánh bằng đại lượng đặc trưng [kA²s].

Ví dụ dòng điện ngắn mạch cho phép trên dây chống sét tính được là I = 10kA, thời gian tồn tại ngắn mạch t = 0,5s, khả năng chịu ổn định nhiệt của dây chống sét sẽ là:

$$(10\text{kA})^2 \cdot 0,5\text{s} = 50\text{kA}^2\text{s}$$

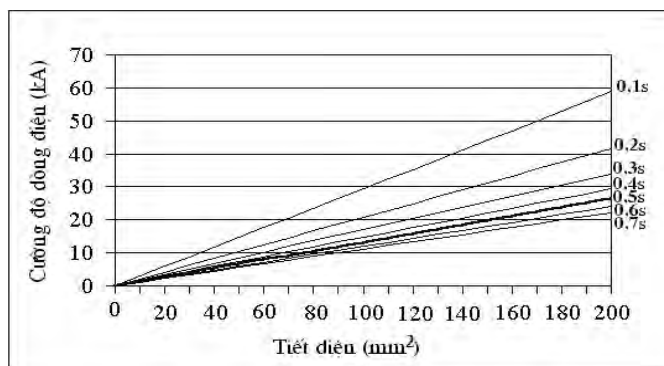
Trong thực hành có thể dùng các biểu đồ dùng để tính toán dòng điện tức thời cho phép và so sánh với dòng điện ngắn mạch $I_N^{(1)}$ một pha của hệ thống điện tại vị trí cần kiểm tra, điều kiện ổn định nhiệt sẽ đảm bảo khi: $I \leq I_N^{(1)}$.

Dòng điện tức thời cho phép của dây lõi thép



Thời gian (s) Tiết diện (mm²)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1.77	1.25	1.02	0.89	0.79	0.72	0.67
20	3.54	2.50	2.04	1.77	1.58	1.45	1.34
30	5.31	3.76	3.07	2.66	2.38	2.17	2.01
40	7.08	5.01	4.09	3.54	3.17	2.89	2.68
50	8.85	6.26	5.11	4.43	3.96	3.61	3.35
60	10.63	7.51	6.13	5.31	4.75	4.34	4.02
70	12.40	8.77	7.16	6.20	5.54	5.06	4.69
80	14.17	10.02	8.18	7.08	6.34	5.78	5.35
90	15.94	11.27	9.20	7.97	7.13	6.51	6.02
100	17.71	12.52	10.22	8.85	7.92	7.23	6.69
110	19.48	13.77	11.25	9.74	8.71	7.95	7.36
120	21.25	15.03	12.27	10.63	9.50	8.68	8.03
130	23.02	16.28	13.29	11.51	10.30	9.40	8.70
140	24.79	17.53	14.31	12.40	11.09	10.12	9.37
150	26.56	18.78	15.34	13.28	11.88	10.84	10.04
160	28.33	20.04	16.36	14.17	12.67	11.57	10.71
170	30.10	21.29	17.38	15.05	13.46	12.29	11.38
180	31.88	22.54	18.40	15.94	14.26	13.01	12.05
190	33.65	23.79	19.43	16.82	15.05	13.74	12.72
200	35.42	25.04	20.45	17.71	15.84	14.46	13.39

**Dòng điện tức thời cho phép của dây nhôm lõi thép và dây
thép phủ nhôm**



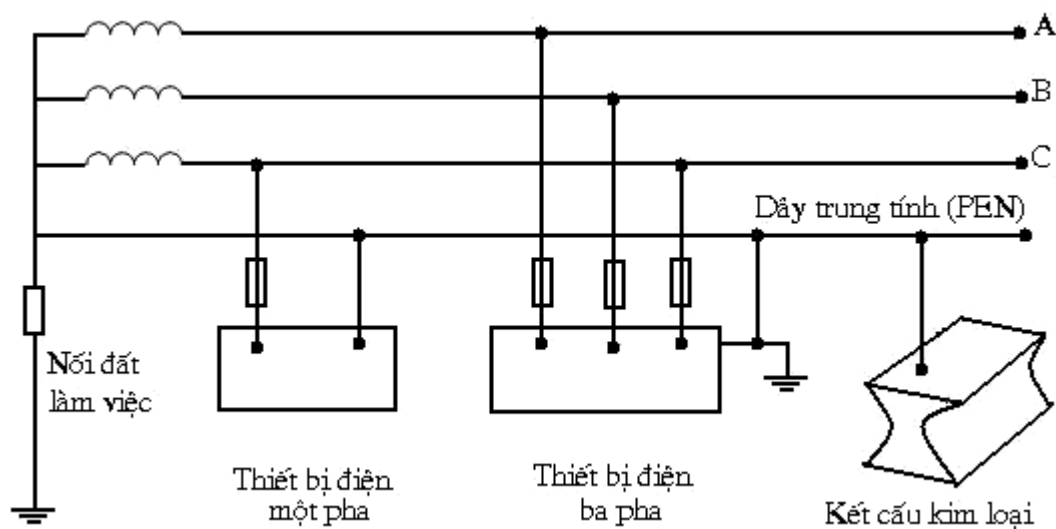
Phần I: Quy định chung

Thời gian (s) Tiết diện (mm ²)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	2.94	2.08	1.70	1.47	1.32	1.20	1.11
20	5.88	4.16	3.40	2.94	2.63	2.40	2.22
30	8.82	6.24	5.09	4.41	3.95	3.60	3.33
40	11.76	8.32	6.79	5.88	5.26	4.80	4.45
50	14.70	10.40	8.49	7.35	6.58	6.00	5.56
60	17.65	12.48	10.19	8.82	7.89	7.20	6.67
70	20.59	14.56	11.89	10.29	9.21	8.40	7.78
80	23.53	16.64	13.58	11.76	10.52	9.60	8.89
90	26.47	18.72	15.28	13.23	11.84	10.81	10.00
100	29.41	20.80	16.98	14.70	13.15	12.01	11.12
110	32.35	22.87	18.68	16.18	14.47	13.21	12.23
120	35.29	24.95	20.38	17.65	15.78	14.41	13.34
130	38.23	27.03	22.07	19.12	17.10	15.61	14.45
140	41.17	29.11	23.77	20.59	18.41	16.81	15.56
150	44.11	31.19	25.47	22.06	19.73	18.01	16.67
160	47.05	33.27	27.17	23.53	21.04	19.21	17.79
170	50.00	35.35	28.88	25.00	22.36	20.41	18.90
180	52.94	37.43	30.56	26.47	23.67	21.61	20.01
190	55.88	39.51	32.26	27.94	24.99	22.81	21.12
200	58.82	41.59	33.96	29.41	26.30	24.01	22.23

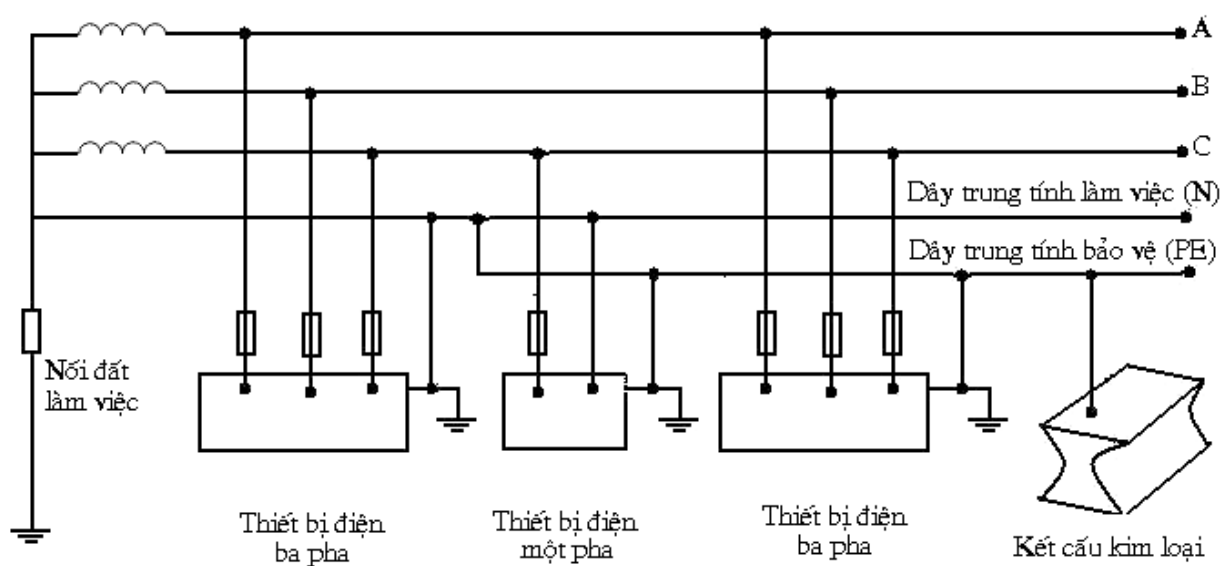
Phụ lục I.7.1

Các sơ đồ nối trung tính thiết bị

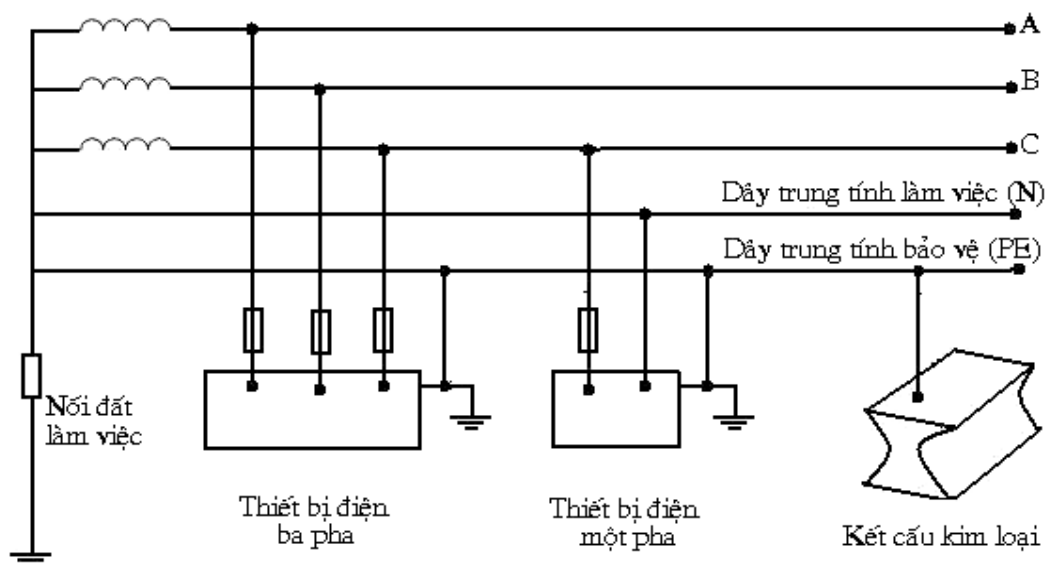
1. Sơ đồ có dây trung tính bảo vệ và dây trung tính làm việc chung:



2. Sơ đồ có dây trung tính bảo vệ tách một phần:



3. Sơ đồ có dây trung tính làm việc và dây trung tính bảo vệ riêng:



Phụ lục I.7.2

Cách tính điện áp tiếp xúc và điện áp bước cho phép

(Chi tiết tham khảo tiêu chuẩn IEEE Std 80-2000)

Trị số điện áp tiếp xúc và điện áp bước cho phép được tính như sau:

$$1. E_{touch} = (1000 + 1,5C_s \cdot \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

$$2. E_{step} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

Trong đó E_{touch} : điện áp tiếp xúc cho phép, V

E_{step} : điện áp bước cho phép, V

$$C_s = 1 - \frac{0,09(1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2h_s + 0,09} \text{ là hệ số suy giảm bề mặt}$$

ρ_s : điện trở suất của lớp vật liệu bề mặt, Ωm

ρ : điện trở suất của đất, Ωm

h_s : chiều dày lớp vật liệu bề mặt

t_s : thời gian dòng điện qua người (lấy bằng tổng thời gian tác động của bảo vệ và thời gian cắt toàn phần của máy cắt), giây

Nếu không có lớp bề mặt thì $\rho = \rho_s$ và $C_s = 1$.

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

.....

BỘ CÔNG NGHIỆP

QUY PHẠM TRANG BỊ ĐIỆN

Phần II

HỆ THỐNG ĐƯỜNG DẪN ĐIỆN

11 TCN - 19 - 2006

Hà Nội - 2006

