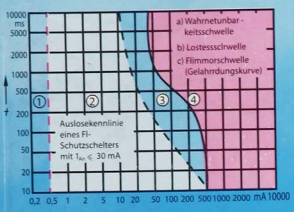
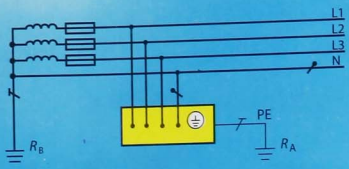
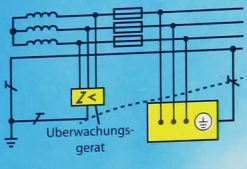
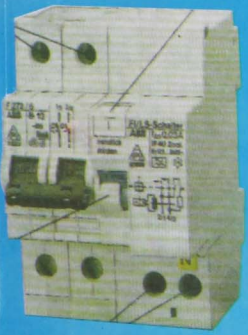
CK.0000070589

NGUYỄN XUÂN PHÚ

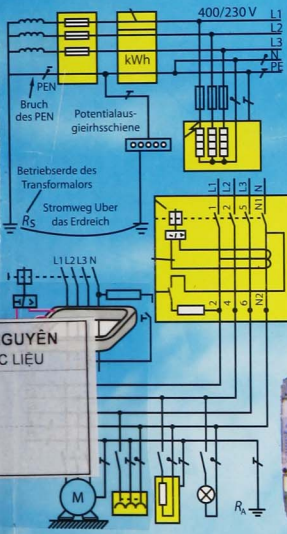


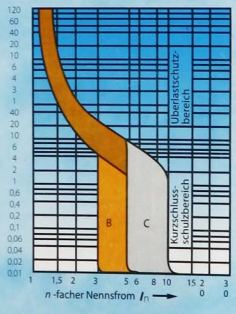






KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN
&
TÍNH TOÁN DÂY DẪN, CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP ĐIỆN LƯỚI HẠ ÁP(<1000V)





NGUYÊN
DỌC LIỆU
1

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Nguyễn Xuân Phú

KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN
TÍNH TOÁN DÂY DẪN CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP ĐIỆN Ở LƯỚI HẠ ÁP

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách trình bày những vấn đề chính trong kỹ thuật an toàn cung cấp và dụng điện, chủ yếu với mạng lưới điện hạ áp, thường gặp và tiếp xúc trong đời số và sản xuất hàng ngày.

Cuốn sách còn trình bày các bài toán và vấn đề cụ thể ở các chế độ trung tí hạ áp của máy biến áp, rất phổ biến trong sản xuất và sinh hoạt; từ đó đề ra các bi pháp đảm bảo an toàn cho người khi người tiếp xúc với các thiết bị sử dụng đi năng. Ở phần này, tác giả còn trình bày thêm yêu cầu và nội dung tổ chức thanh t kỹ thuật an toàn điện, nhằm đề phòng các sự cố và các tình huống có thể xảy ra tro tương lai, ảnh hưởng đến an toàn cho người và thiết bị.

Cuốn sách dành phần thích đáng để trình bày: tính toán lựa chọn đường d dẫn, các khí cụ bảo vệ và những vấn đề liên quan đến kỹ thuật an toàn trong cu cấp điện ở lưới hạ áp, nhằm giúp cho đại đa số các bạn có kiến thức khoa học thuật phổ thông, các sinh viên, học sinh các ngành công nghệ, công nhân ngành di có thể tính toán lựa chọn các khí cụ bảo vệ phục vụ cho sản xuất và đời sống với y cầu đạt được các tiêu chuẩn an toàn đối với cung cấp điện hiện nay. Do vậy, cu sách này gồm hai phần chính sau:

Phần 1: Kỹ thuật an toàn điện

Phần 2: Tính toán lựa chọn dây dẫn, các khí cụ bảo vệ và những vấn đề li quan đến kỹ thuật trong cung cấp điện an toàn.

Cuốn sách đã được các trường dạy nghề, cao đẳng và đại học, các ngành cô nghệ, ngành điện, làm tài liệu giảng dạy, tham khảo và đã được tái bản nhiều lần.

Lần tái bản này, qua nhiều năm giảng dạy, qua nhiều cuộc hội thảo ở trong ngoài nước, tác giả đã biên soạn lại, chọn nội dung rất thiết thực, bổ sung thêm ki thức mới.

Trong phạm vi quyển sách nhỏ, khả năng và thời gian trình bày có hạn, ch chắn còn nhiều thiếu sót. Tác giả chân thành mong đồng nghiệp và độc giả góp kiến xây dựng. Xin chân thành cám ơn.

Mọi ý kiến đóng góp xin gởi về: Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật - 70 Tr Hưng Đạo, Hà Nội.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Chương 1 NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP VÀ SỬ DỤNG ĐIỆN

1.1 Khái niệm chung về bảo vệ tránh tai nạn do dòng điện gây ra 8

1.2 Những yếu tố xác định tình trạng nguy hiểm của điện giật – những giới hạn cho phép 1

1.3 Đề phòng, bảo vệ đối với các nguy cơ điện giật 3

1.4 Một số vấn đề cụ thể và các bài toán cần giải quyết trong an toàn điện 3

Chương 2 CÁC PHƯƠNG ÁN BẢO VỆ 4

2.1 Các thuật ngữ và các định nghĩa liên quan đến các biện pháp bảo vệ 4

2.2 Các sơ đồ nối đất (SĐNĐ) 4

2.3 Khí cụ điện được sử dụng nhằm bảo vệ an toàn điện - DDR - áptômát dựa vào dòng điện so lệch dư loại G và S 4

2.4 Bảo vệ so lệch: tính lựa chọn - sự phối hợp 5

2.5 Nối đất 6

2.6 An toàn trong lắp đặt 6

2.7 Một số quy định riêng cho các buồng có nước 7

2.8 Các vấn đề và các bài toán liên hệ đến chế độ trung tính thường gặp 7

Chương 3 CẤP CỨU NGƯỜI BỊ ĐIỆN GIẬT 9

3.1 Khái quát 9

3.2 Phương pháp cứu người bị nạn ra khỏi mạch điện 9

3.3 Các phương pháp cứu chữa ngay sau khi người bị nạn thoát khỏi mạch điện 9

3.4 Phương pháp hô hấp nhân tạo, hà hơi thổi ngạt hoặc hà hơi thổi ngạt kết hợp với ấn tim ngoài lồng ngực (xoa bóp ngoài lồng ngực) 9

Chương 4 MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ:

- Công tác thanh tra kỹ thuật an toàn, BHLĐ
- Về biện pháp tổ chức an toàn và các phương tiện dụng cụ được sử dụng trong khai thác vận hành để tránh tai nạn điện ở xí nghiệp và nhà máy 9

4.1 Công tác tự thanh tra kỹ thuật an toàn của xí nghiệp 9

4.2 Một số biện pháp tổ chức an toàn khi sử dụng điện 9

4.3 Các phương tiện, dụng cụ, được sử dụng để tránh tai nạn gây ra do dòng điện 10

PHẦN 2 TÍNH TOÁN ĐƯỜNG DÂY, CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ VÀ NHỮNG VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP ĐIỆN Ở LƯỚI HẠ ÁP < 1000V 10

Chương 5 TÍNH TOÁN ĐƯỜNG DÂY VÀ CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ TRONG CUNG CẤP ĐIỆN Ở LƯỚI HẠ ÁP < 1000V 10

5.1 Vấn đề chung 10

5.2 Xác định tiết diện dây dẫn 11

5.3 Kiểm tra 12

5.4 Một số đặc điểm của áptômát hay cầu dao tự động (cb) được sản xuất ở châu Âu 12

5.5 Các bài toán áp dụng 13

5.6 Nhận dạng các khí cụ bảo vệ mạch điện và các thông số ghi trên các khí cụ điện 14

Chương 6 MỘT SỐ VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP Ở LƯỚI ĐIỆN HẠ ÁP 14

6.1 Xác định nhanh tiết diện dây dẫn và khí cụ điện bảo vệ 14

6.2 Sự sụt điện áp và ảnh hưởng của nó ở chế độ vận hành thường xuyên và ở chế độ khởi động của động cơ 14

6.3 Tính dòng điện ngắn mạch - $I_{ngắn\ mạch}$ 15

6.4 Bảo vệ khởi động của động cơ - sự phối hợp áptômát và côngtắctơ 16

6.5 Bảo vệ các mạch điện được cung cấp bởi một máy phát điện của tổ máy phát điện - diesel 17

Chương 7 NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA TRƯỜNG ĐIỆN TỪ Ở TẦN SỐ CAO, Ở TẦN SỐ CÔNG NGHIỆP VÀ ĐỀ PHÒNG TĨNH ĐIỆN 17

7.1 Trường điện từ ở tần số cao 17

7.2 Ảnh hưởng của trường điện từ tần số công nghiệp 18

7.3 Đề phòng tĩnh điện 18

TÀI LIỆU THAM KHẢO 18

Chương 1

NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP VÀ SỬ DỤNG ĐIỆN

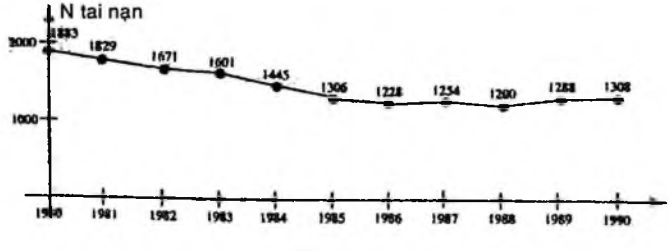
Điện năng là dạng năng lượng rất cần thiết và không thể thiếu được, sự ứng dụ nó đã trở thành vấn đề rất bình thường trong đời sống, song việc sử dụng nó thể hi các mối nguy hiểm luôn tồn tại và đòi hỏi người sử dụng phải luôn luôn quan tâm không được lơ đễnh dù chỉ trong tích tắc. Các lý do dẫn đến tai nạn do điện gây ra là

- Thiếu hiểu biết các quy định về an toàn, không được đào tạo trong việc th tác của người vận hành và thiếu hiểu biết về các nguy hiểm khi bất cẩn, d đến cẩu thả hay chễnh mãng và coi thường điện.
- Không được bảo dưỡng và kiểm soát định kỳ đối với các thiết bị và khí điện, dẫn đến sự phá hỏng cách điện ở các trang thiết bị điện và các thiết tiêu dùng.

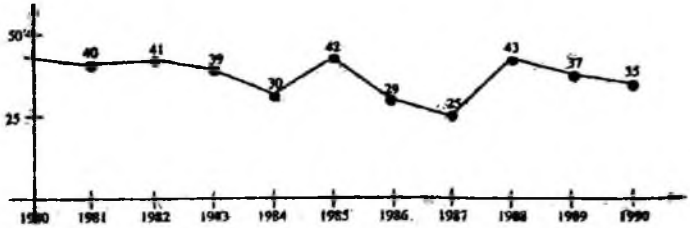
Sự phá hỏng này sẽ càng nhanh nếu chúng làm việc trong lĩnh vực hay k vực không thích hợp, đồng thời cũng từ đấy dẫn đến gia tốc nhanh của quá trì lão hóa các chất cách điện.

- Tổ chức làm việc không đạt yêu cầu, do vì phân bố thời gian làm việc và phụ thái quá (quá tải), không tôn trọng các quy định đề ra dẫn đến hậu quả như là
  + Chạm đất và ngắn mạch khi các công việc được tiến hành trên trang th bị điện áp thấp.
  + Sử dụng các biện pháp cách điện như gậy cách điện, găng tay, ủng ... khô đạt yêu cầu đối với các công việc có điện áp.
  + Khi làm việc ở gần đường dây có điện áp, chưa có các biện pháp đề phò hay tăng cường cách điện v.v..

Ví dụ: Thống kê lại các tai nạn về điện xảy ra ở Pháp vào những năm gần đây giảm đi vì đã được tăng cường giáo dục và các biện pháp cụ thể khi tiếp xúc trực ti hay gián tiếp với dòng điện (hình 1.1a). Số lượng người chết hàng năm do tai nạn l động với nguồn gốc đo điện năng gây ra hàng năm cũng đã giảm đi (hình 1.1b).



Hình 1-1a



Hình 1-1b

1.1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ BẢO VỆ TRÁNH TAI NẠN DO DÒNG ĐIỆN GÂY RA

1.1.1 Những nguy hiểm dẫn đến tai nạn do dòng điện

Những nguy hiểm dẫn đến tai nạn do dòng điện gây ra như sau:

- Điện giật
- Đốt cháy điện
- Hỏa hoạn và nổ

a) Điện giật do tiếp xúc với các phần tử dẫn điện có điện áp: tiếp xúc trực tiếp hay gián tiếp. Tiếp xúc đồng thời ở hai điểm trên mặt đất hay trên sàn có các điện thế khác nhau (do đó có dòng điện chạy), là một ví dụ về tiếp xúc gián tiếp.

Sự tiếp xúc với các phần tử có điện áp có thể là sự tiếp xúc của một phần thân người với phần tử có điện áp hay qua trung gian của một vật dẫn điện; nguyên nhân là do không tôn trọng khoảng cách cho phép, khoảng cách quá hẹp v.v... buộc ta phải chạm đến các vật có điện áp, hoặc ta chạm phải các vật bị hỏng cách điện v.v...

Về phương diện tiếp xúc trực tiếp, người ta phân biệt các tình huống sau:

- Sự tiếp với xúc các phần tử đang có điện áp làm việc
- Sự tiếp xúc với các phần tử đã được cắt ra khỏi nguồn điện song vẫn còn tích điện tích (do điện dung).
- Sự tiếp xúc với các phần tử đã bị cắt ra khỏi nguồn điện làm việc, song phần tử này vẫn còn chịu một điện áp cảm ứng do ảnh hưởng của điện từ hay cảm ứng tĩnh điện do các trang thiết bị khác đặt gần.

Về phương diện tiếp xúc gián tiếp, ta có các tình huống sau:

- Sự tiếp xúc với các phần tử như rào chắn, vỏ hay các thanh thép giữ các thiết bị, hoặc tiếp xúc trực tiếp với trang thiết bị điện mà chúng đã có điện áp do chạm vỏ (cách điện đã bị hỏng) v.v...
- Sự tiếp xúc với các phần tử có điện áp cảm ứng do ảnh hưởng điện từ hay tĩnh điện (ví dụ trường hợp ống dẫn nước hay ống dẫn khí dài đặt gần một số đường dây truyền tải năng lượng điện ba pha ở chế độ mất cân bằng).

Điện áp mà con người phải chịu khi tiếp xúc gián tiếp gọi là *điện áp tiếp xúc*.

Điện áp mà con người phải chịu khi chân tiếp xúc tại hai điểm trên mặt đất hay trên sàn, nằm trong phạm vi dòng điện chạy trong đất do có sự chênh lệch điện thế được gọi là *điện áp bước*.

Điện áp bước có thể xuất hiện ở gần các cọc tiếp đất vì giữa các cọc này có thể có dòng điện chạy, hoặc xuất hiện ở gần vị trí dây đang dẫn điện bị rơi xuống đất.

Vậy điện áp bước và điện áp tiếp xúc là những khái niệm liên quan đến bảo vệ tránh tai nạn điện giật qua sự tiếp xúc gián tiếp và nó là một trong những cơ sở khi nghiên cứu các tiêu chuẩn, quy định sau này.

Sở dĩ người ta phân biệt sự nguy hiểm do điện giật thành hai phạm trù: tiếp xúc trực tiếp và tiếp xúc gián tiếp, do vì khi tiếp xúc trực tiếp thì người ta đã biết trước được, trông thấy và cảm giác trước được có sự nguy hiểm và tìm các biện pháp để đề phòng điện giật; còn khi tiếp xúc gián tiếp thì ngược lại, người ta cũng không cảm giác trước được sự nguy hiểm hoặc người ta cũng chưa lường biết được tai nạn có thể xảy ra khi vỏ bị chạm điện v.v...

Cũng do đó, các phương tiện bảo vệ trong hai trường hợp cũng rất khác nhau.

Để đề phòng các tai nạn do tiếp xúc trực tiếp người ta đã biên soạn ra những quy định, quy phạm về an toàn, và đòi hỏi người làm về điện phải được học tập kỹ về các quy định này và không được tiếp xúc với các phần tử mang điện. Phải sử dụng các trang bị bảo hộ cá nhân để tạo sự ngăn cách của con người với các phần tử mang điện và chỉ tổ chức thực hiện các công việc sau khi sự nguy hiểm do điện giật không còn nữa.

Để đề phòng tai nạn do tiếp xúc thì các hệ thống bảo vệ khác nhau (gồm có trang thiết bị điện tác động ngay lập tức khi sự cố) đóng vai trò rất quan trọng. Chúng sẽ giới hạn điện áp tiếp xúc đến một giá trị thấp nhất, được tính toán theo quy phạm, và sẽ loại trang thiết bị bị sự cố ra khỏi lưới điện trong một khoảng thời gian cần thiết.

Bảo vệ tránh tai nạn do tiếp xúc gián tiếp *cần phải quan tâm đặc biệt hơn* vì khả năng người công nhân đến tiếp xúc các vỏ thiết bị, các lưới rào hay các phần giá đỡ của thiết bị điện sẽ nhiều hơn rất nhiều so với số lần tiếp xúc các phần tử để trần có dòng điện làm việc đi qua.

Hiện nay, kỹ thuật đã đưa ra nhiều phương án để loại ra một cách đảm bảo các tai nạn do tiếp xúc gián tiếp ở bất kỳ khu vực nào trong những điều kiện vận hành bất kỳ nào đó. Công nhân và kỹ thuật viên có quyền từ chối tất cả các yêu cầu nếu không đáp ứng được sự bảo vệ cần thiết nhằm tránh tai nạn do tiếp xúc gián tiếp.

Do có nhiều cố gắng để hoàn thiện các phương án bảo vệ nhằm tránh điện áp tiếp xúc nguy hiểm, nên người ta đã thống kê và nhận thấy là: số phần trăm tai nạn do tiếp xúc gián tiếp giảm nhiều so với tai nạn do tiếp xúc trực tiếp ở các nước công nghiệp.

b) Đốt cháy điện có thể sinh ra do ngắn mạch nguy hiểm; ví dụ như thay c chì trong khi lưới điện đang có sự cố chưa được giải quyết, hoặc ngắt dao cách ly k đang có tải v.v.... Chú ý rằng tai nạn đốt cháy điện là do chạm đất kéo theo ph sinh hồ quang điện mạnh. Đốt cháy điện thường sinh ra nhiệt lượng rất cao và là k quả của phát sinh hồ quang điện.

Sự đốt cháy điện là do dòng điện rất lớn chạy qua cơ thể con người.

Trong đại đa số các trường hợp, đốt cháy điện xảy ra ở các phần tử thườ xuyên có điện áp, và có thể được xem như tai nạn do tiếp xúc trực tiếp.

c) Hỏa hoạn: do dòng điện, có thể xảy ra trong các buồng, ở các vị trí ho trong khoảng không gian ở trong hay ở ngoài buồng. Do điều kiện vận hành thể, hỏa hoạn có thể ở ngay cạnh trang thiết bị điện có các vật liệu dễ cháy v số lượng đủ để có thể gây nguy hiểm. Dòng điện đi qua dây dẫn quá giới hạn c phép nên gây sự đốt nóng dây dẫn, hoặc do hồ quang điện sinh ra cũng có thể g nên hỏa hoạn.

d) Sự nổ: do dòng điện, có thể xảy ra ở trong buồng hay ở ngoài buồng, hoặc một khoảng không gian nào đó có hợp chất nổ. Hợp chất nổ này ở gần các dường d điện có dòng điện quá lớn, do đó nhiệt độ của dây dẫn vượt quá giới hạn cho ph nên sinh ra sự nổ.

So với điện giật và đốt cháy điện thì số tai nạn do hỏa hoạn và nổ ở trang th: bị điện có ít hơn. Đại đa số các trường hợp gây tai nạn là do điện giật.

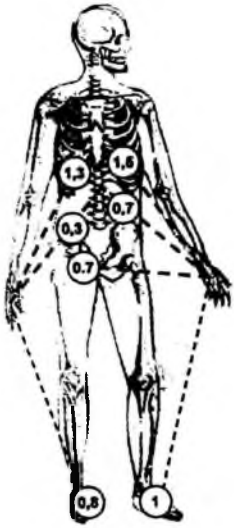
Giới thiệu hậu quả của dòng điện đi qua cơ thể con người theo DIN VDE – IEC – 479 – 1(1984)

Nguyên tắc: Đã có sự khác nhau giữa các rủi ro do liên hệ trực tiếp với các lo dòng điện xoay chiều và một chiều và thấy rằng: *dòng điện xoay chiều nguy hiểm h một chiều*. Liên quan đến dòng điện xoay chiều, ta thấy mức độ nguy hiểm thay c phụ thuộc vào tần số: cụ thể tần số thấp và tần số cao sẽ ít nguy hiểm hơn tần được áp dụng trong kỹ thuật công nghiệp là 50Hz hay 60Hz.

Sự nguy hiểm do rủi ro tiếp xúc dòng điện, *chủ yếu phụ thuộc vào giá trị c dòng điện đi qua cơ thể con người và thời gian mà dòng điện chạy*. Các thông sô qu trọng đối với sự nguy hiểm do chạm điện, bên cạnh hai trị số: dòng điện và thời gia còn có các thông số sau:

- Trọng lượng của người
- Con đường đi của dòng điện qua cơ thể người

* Sau đây là các *thừa số dòng điện đi qua tim* đối với đường đi của dòng đi (hình 1.2).



Hình 1.2

- Từ tay trái đến một chân hay hai chân – thừa số 1,0
- Từ tay phải đến một chân hay hai chân – thừa số 0,8
- Từ lưng đến tay trái/ tay phải – thừa số 0,7/0,3
- Từ ngực đến tay trái/ tay phải – thừa số 1,5/1,3
- Từ mông đến tay – thừa số 0,7.

  + Ngưỡng của sự rung tâm thấp

  + Yếu tố tâm sinh lý và ảnh hưởng của môi trường xung quanh

1.1.2 Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể con người

Điện giật và đốt cháy điện: xảy ra khi dòng điện đi qua cơ thể con người. Tron trường hợp này, cơ thể bị tổn thương toàn bộ, nguy hiểm nhất là dòng điện đi qua tin và hệ thống thần kinh.

Dưới tác dụng của dòng điện, sự co giãn của các sợi cơ tim sẽ xảy ra rất nhanl (hàng trăm lần trong một phút) và rất hỗn loạn; hiện tượng này được gọi là *sự rung* thực tế tương đương với sự dừng làm việc của tim. Đại đa số các trường hợp ngu hiểm chết người là do kết quả này.

Sự tác dụng của dòng điện đối với hệ thần kinh được thể hiện một cách đặc biệt.

Sự đốt cháy bởi hồ quang thông thường rất trầm trọng. Đôi khi tạo nên sự hủ diệt lớp da ngoài, đôi khi sâu hơn nữa có thể hủy diệt các cơ bắp, lớp mỡ, các gâ

và xương. Nếu như sự đốt cháy bởi hồ quang xảy ra ở một diện tích khá rộng trên cơ thể người hay làm tổn thương đến các cơ quan quan trọng của người thì có thể dẫn đến sự chết. *Thông thường đốt cháy do dòng điện gây nên nguy hiểm hơn sự đốt cháy do các nguyên nhân khác.* Vì sự đốt cháy do dòng điện gây nên đốt nóng toàn thân do dòng điện chạy qua người, và dĩ nhiên tai nạn càng trầm trọng nếu giá trị của dòng điện và thời gian dòng điện đi qua người càng lớn.

1.2 NHỮNG YẾU TỐ XÁC ĐỊNH TÌNH TRẠNG NGUY HIỂM CỦA ĐIỆN GIẬT - NHỮNG GIỚI HẠN CHO PHÉP

Sự nguy hiểm do điện giật phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố sau:

- Giá trị dòng điện đi qua người
- Đường đi của dòng điện qua người
- Thời gian điện giật
- Tình trạng sức khỏe và thể xác con người
- Tần số dòng điện
- Môi trường xung quanh
- Sự chú ý của người, lúc tiếp xúc

Giá trị dòng điện đi qua người là một yếu tố quan trọng nhất. Giá trị của dòng điện phụ thuộc vào hai yếu tố rất quan trọng: điện áp mà người phải chịu và điện trở của cơ thể người khi tiếp xúc với phần có điện áp.

a) Giá trị của dòng điện đi qua cơ thể con người

Trong kỹ thuật an toàn đối với trang thiết bị điện và để tính toán trang thiết bị bảo hộ, người ta xuất phát từ những giá trị giới hạn nào đó của dòng điện. Cho đến nay, người ta đã nêu ra những giá trị giới hạn này.

Giá trị lớn nhất của dòng điện không nguy hiểm đối với người là 10mA (dòng điện xoay chiều) và 50mA (dòng điện một chiều). Đối với dòng điện xoay chiều, giữa 10mA và 50mA, người ta khó có thể tự mình rời khỏi vật mang điện do vì sự co giật của các cơ bắp. Giai đoạn này rất nguy hiểm, vì nếu người không tự rời bỏ được vật mang điện trong một thời gian ngắn thì điện trở của người sẽ dần dần bị giảm xuống, tức là dẫn đến tình trạng dòng điện qua người dần dần tăng lên.

Khi giá trị của dòng điện vượt quá 50mA, thì có thể đưa đến tình trạng chết do điện giật, vì sự mất ổn định của hệ thần kinh và sự rung tương ứng với sự dừng làm việc của tim. Thông thường, người ta thấy rằng tai nạn điện giật dẫn đến chết người có thể xảy ra nếu chỉ cần thời gian dòng điện đi qua người từ 0,1 đến 0,2 giây.

Bảng 1.1 cho ta giá trị giới hạn mà nếu vượt quá giá trị này thì sẽ tạo nên sự rung tim (tim ngừng đập) đối với người khỏe; còn bảng 1.2 đối với người yếu.

Bảng 1.1 *Giá trị lớn nhất cho phép để không tạo nên tim bị ngừng đập đối với người khỏe*

Dòng điện, mA	10	60	90	110	160	250	350	500
Thời gian điện giật, giây [sec]	30	10-30	3	2	1	0,4	0,2	0,1

Bảng 1.2 *Giá trị lớn nhất cho phép để không tạo nên tim bị ngừng đập đối với người yếu*

Dòng điện, mA	50	100	300	
Thời gian điện giật, giây [sec]	1	0,5	0,15	Không nghiên cứu điện giật chết người đối với thời gian dưới 0,1 giây

Từ các số liệu ở trên, ta có thể xác định những giá trị giới hạn cho phép ta dùng để tính và thiết kế hệ thống bảo vệ an toàn tránh điện giật:

- Dòng điện không nguy hiểm đối với con người được xem là $I_{ng} \leq 10mA$ (đối với dòng điện xoay chiều có tần số công nghiệp 40 ÷ 60 Hz) và $I_{ng} \leq 50mA$ đối với dòng điện một chiều.

- Dòng điện nguy hiểm để điện giật trầm trọng được tính là $I_{ng} \geq 50mA$ vừa đối với dòng điện xoay chiều và một chiều. Thời gian đủ để tránh tai nạn điện giật trầm trọng là $t \leq 0,2$ giây đối với thiết bị điện áp thấp (đến 250 V giữa phần tử mang điện và đất) và $t \geq 0,1$ giây đối với thiết bị điện có điện áp lớn hơn giá trị trên (quá 250 V giữa phần tử mang điện và đất), song với điều kiện là điện áp tiếp xúc được thực hiện bởi hệ thống bảo vệ không vượt quá 500V.

Thật vậy, những giá trị giới hạn của thời gian yêu cầu để loại khỏi điện áp được tính như sau:

Nếu giả thiết cơ thể người có điện trở $R_{ng} = 1000\Omega$, thì dòng điện có thể đi qua người ở điện áp 250V là:

$$I_{ng} = \frac{250}{1000} = 0,250A$$, ứng với bảng 1.1 và 1.2

thì thời gian cần thiết phải tách ra khỏi điện áp này là 0,2 giây; còn dòng điện có thể đi qua người ở điện áp 500V là:

$$I_{ng} = \frac{250}{1000} = 0,500A = 500mA$$, tương ứng với bảng 1.1, thời gian cần thiết phải tách ra khỏi dòng điện áp này là 0,1 giây.

b) Điệp áp mà người có thể chịu đựng được

Trong kỹ thuật an toàn đối với các thiết bị điện, do vì thực tế đòi hỏi, nên người ta nêu ra những giá trị giới hạn của điện áp mà người có thể chịu đựng được (người ta không xác định giá trị dòng điện nguy hiểm đi qua người). Việc bảo vệ xuất phát từ điện áp cho ta dễ hình dung hơn so với khi xuất phát từ dòng điện đi qua người.

Những thí nhiệm để xác định giới hạn trên của điện áp an toàn và giới hạn dưới của điện áp nguy hiểm không đem lại kết quả mong muốn. Thật vậy, đã xảy ra những trường hợp điện áp khá cao, điện giật không dẫn đến cái chết, trong khi có

những tai nạn dẫn đến chết người chỉ vì điện áp thấp. Từ lâu nay, điện áp 12V và 24V được xem là điện áp an toàn và trên thực tế người ta xác nhận giới hạn này. Trong các tài liệu chuyên môn và trong thống kê cho thấy có một số trường hợp đáng kể, điện giật ở điện áp dưới 24V, tức là ở dưới điện áp không ngờ đến.

Theo tài liệu mà Liên Xô trước đây đã thống kê được (bảng 1.3): cho thấy có một số lớn tai nạn đã được phân tích theo giá trị điện áp điện giật. Theo tỉ lệ, có 6,6% điện giật chết người ở điện áp bé hơn 24V; do đó, không cho phép ta thiết lập giá trị giới hạn nhất định của điện áp nguy hiểm và không nguy hiểm (tức là giá trị mà ta có thể sử dụng thực tế trong kỹ thuật an toàn). Điều này có thể giải thích do vì sự nguy hiểm phụ thuộc trực tiếp vào giá trị của dòng điện mà không phụ thuộc vào điện áp. Mặt khác, chúng ta cũng không thể xác định mối quan hệ giữa điện áp và dòng điện khi điện giật vì điện trở của cơ thể con người thay đổi theo một quy định luật mà ta chưa biết. *Điện trở cơ thể con người thay đổi trong phạm vi khá rộng*. Sau này ta sẽ biết các yếu tố chính ảnh hưởng đến giá trị của điện trở cơ thể con người.

Bảng 1.3 *Những kết quả phân tích các tai nạn tùy theo điện áp con người chịu đựng*

Những giới hạn của điện áp điện giật, tính [V]	Điện giật chết người		Điện giật gây tổn thương làm mất tạm thời khả năng lao động		Điện giật gây choáng, không để lại di hại	
	Số lượng	Phần trăm	Số lượng	Phần trăm	Số lượng	Phần trăm
Đến 24	12	6,6	-	-	-	-
25-50	19	10,6	34	5,1	101	7,7
51-100	24	13,4	73	10,7	182	13,8
101-150	50	31,4	190	28,8	490	37,3
151-200	34	18,9	230	34,9	320	24,5
201-250	13	7	86	13,0	189	14,5
251-350	2	1,2	20	3,25	13	1,0
351-500	8	4,3	7	1,0	6	0,6
Quá 500	12	6,6	20	3,25	6	0,6
Tổng cộng	174	100,0	660	100,00	1307	100,00

Giới hạn của điện áp làm việc và của điện áp tiếp xúc hay của điện áp bước được thiết lập với sự lưu ý đến thống kê tai nạn xảy ra khi sử dụng các trang thiết bị và khí cụ điện khác nhau, phụ thuộc vào các yếu tố chính sau đây:

- Công suất và điện áp làm việc của thiết bị hay khí cụ điện
- Điều kiện vận hành của trang bị điện tương ứng
- Khả năng bảo đảm an toàn của bản thân trang bị điện và các phương tiện bảo hộ.

Thực tế, yêu cầu phải có một giá trị điện áp giới hạn sao cho: có thể xuất phát từ điện áp đó để tính toán thực hiện bảo vệ an toàn; vì vậy người ta đã đưa ra một số giá trị lớn nhất cho phép và những điều kiện sử dụng. Tuyệt đại đa số những giá trị này được xác định theo thống kê xác suất một số tai nạn trầm trọng, tùy theo những điều kiện vận hành nhất định như là: mức độ kỹ thuật của trang thiết bị điện, mức

độ được huấn luyện nghiệp vụ của những người sử dụng các trang thiết bị tương ứng, tính đảm bảo trong vận hành của hệ thống bảo vệ tránh các tai nạn điện được sử dụng, vị trí mà ở đấy ta dùng thiết bị, loại trang thiết bị điện (cố định, di động hay loại xách tay), điện áp làm việc v.v...

Trong một số trường hợp đặc biệt, người ta kiểm nghiệm lại để chứng minh điện áp lớn nhất cho phép, bằng cách xuất phát từ giới hạn dòng điện xem như an toàn, từ giá trị điện trở của cơ thể con người và đôi lúc người ta lấy thêm thời gian dùng để mở máy cắt của các trang thiết bị sự cố. Nhưng vẫn phải lưu tâm đến tính xác suất của sự nguy hiểm nào đó có thể xuất hiện trên thực tế. Nếu ta không chú ý đến yếu tố xác suất này, thì nhiều khi sẽ đưa đến sử dụng thiết bị khá đắt nhưng lại không hợp lý. Do có yếu tố thực tế nên các giới hạn của điện áp sẽ khác nhau tùy theo tình hình thực tế của từng nước.

Như vậy, người ta *giải thích những giá trị của điện áp cho phép lớn nhất được đặt ra theo những điều kiện nhất định và tùy theo đặc điểm riêng của từng nước.*

Ở một số nước công nghiệp phát triển, người ta đưa ra ba loại điện áp lớn nhất cho phép:

- Điện áp làm việc lớn nhất của các dụng cụ điện cầm tay và của đèn điện.
- Điện áp tiếp xúc và điện áp bước lớn nhất cho phép
- Điện áp cảm ứng lớn nhất cho phép do ảnh hưởng của điện từ.

* *Điện áp cung cấp lớn nhất cho phép đối với các dụng cụ điện cầm tay:*

- Đến 380V nếu để bảo vệ tránh điện giật, người ta đã áp dụng bộ phận ngăn cách an toàn, hay bộ phận cách ly an toàn đối với điện áp làm việc.
- Đến 127V, nếu người ta áp dụng bảo vệ nối đất; với sự giúp đỡ của bảo vệ nối đất, người ta sẽ đảm bảo được điện áp tiếp xúc sẽ dưới 24V và chỉ trong trường hợp lưới cách điện đối với đất.
- Đến 42V nếu cách điện được tăng cường, tạo thành một lớp cách điện bảo vệ phụ.
- Đến 24V đối với cách điện bình thường.

* *Điện áp cung cấp lớn nhất cho phép đối với các bóng đèn sáng là:*

- Đến 220V đối với các bóng đèn được mắc cố định; hoặc chỉ sử dụng ở những nơi ít người đi lại hay hoạt động.
- Đến 127V ở những khu vực nguy hiểm hay khá nguy hiểm đối với bóng đèn mắc cố định: còn người ta chỉ sử dụng bóng đèn lưu động ở những vùng đông người nếu điện cung cấp được lấy từ lưới cách điện đối với đất và người ta áp dụng hệ thống bảo vệ nối đất. Nhờ sự giúp đỡ của lưới này, người ta đảm bảo được điện áp tiếp xúc dưới 24V.
- Đến 24V đối với bóng đèn cầm tay và đối với bóng đèn cố định ở khu vực có nhiều người hoạt động và nguy hiểm.
- Đến 12V đối với bóng đèn cầm tay và đối với bóng đèn cố định ở khu vực có nhiều người hoạt động và rất nguy hiểm.

** Điện áp tiếp xúc và điện áp bước lớn nhất cho phép đối với trang thiết bị điện điện áp thấp là:*

- 40V, đối với trang thiết bị điện cố định và di động ở trên diện tích có mức đ nguy hiểm không cao và những chỗ tương đối nguy hiểm.
- 24V, đối với trang thiết bị điện cố định và di động trong các đường hầm dướ mặt đất và ở những khu vực rất nguy hiểm, hoặc đối với các thiết bị điện cần tay ở khu vực nguy hiểm và rất nguy hiểm.

Bảo vệ tránh tiếp xúc gián tiếp cần phải thực hiện sao cho khi sự cố, điện á tiếp xúc và điện áp bước phải được loại ra hay chỉ được giới hạn ở giá trị nêu trên vớ thời gian nhiều nhất là 0,2 giây.

Đối với các trang thiết bị điện áp cao, bảo vệ để tránh tiếp xúc gián tiếp phả thực hiện sao cho khi sự cố, điện áp tiếp xúc và điện áp bước có các giá trị thấp hơ bảng 1.4.

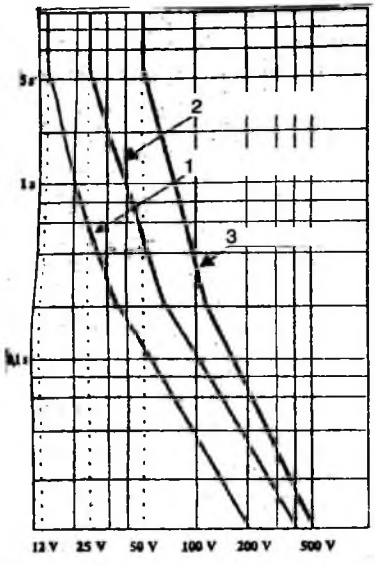
Bảng 1.4 Những giới hạn cho phép của điện áp bước $U_{bước}$, tính bằng [V] kh trang thiết bị điện có điện áp làm việc đến 1000V và lớn hơn 1000V, tùy thuộc và thời gian cắt máy cắt điện.

Phân loại thiết bị hay trang bị điện	Thời gian cắt ở dòng điện chạm đất lớn nhất có thể, tính giây [s]						
	≤ 0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	≥ 0,8
Khu vực người đi lại luôn luôn	125	90	65	55	48	42	40
Khu vực người ít đi lại	250	200	165	150	140	130	125
Thiết bị điện đặt ở bên ngoài trời, người đi lại có trang bị bảo hộ cách điện	500	400	330	300	280	260	250

Chú ý rằng những máy móc trang thiết bị dụng cụ điện ở khu vực người đi lạ thường xuyên, lại không được rào chắn và có khoảng cách bé hơn 15m so với mép đường đi lại này, hoặc được đặt trong các khu nhà ở, trong các công viên mà không được rà chắn đảm bảo thì các thiết bị máy móc này được xem như loại thiết bị dễ tiếp cận hay đến gần. Còn đối với máy móc, trang thiết bị dụng cụ điện ở khu vực ít người qua lại cách xa đường (lớn hơn 15m) lại được rào hoặc đặt trong các khu nhà ở, khu công viên c rào chắn đảm bảo thì được xem như loại thiết bị khó tiếp cận hay khó đến gần.

Song cũng cần chú ý những giới hạn nêu ở trên không thể hoàn toàn được xem như là không còn nguy hiểm.

Trong trường hợp đặc biệt sau đây: các dụng cụ, thiết bị cầm tay làm việc trong các hầm ngầm, dù rằng được cung cấp với điện áp bé 12V hay 24V, thế nhưng lại không có các phương tiện bảo hộ khác như phương tiện cách điện để làm việc, th vẫn phải xem như rất nguy hiểm; vì con người khi đó sẽ trở thành vật tiếp xúc rất tố và thường xuyên với trang thiết bị và dụng cụ điện, tai nạn sẽ dẫn đến nếu cách điệ của thiết bị hay dụng cụ điện bị hỏng, tay ta sẽ tiếp xúc trực tiếp với vỏ có điện áp Hình 1.2b cho ta quan hệ $U_{tiếp\ xúc} = f(t)$. cho phép trong các điều kiện da với các trạng thái khác nhau.



Hình 1.2b

1. Da bị dìm, thấm nước U_L < 12V
2. Da rất ẩm, có nước U_L < 25V
3. Da khô U_L < 50V

Trang thiết bị điện dưới hầm ngầm được cung cấp điện từ lưới điện cách điện đối với đất, đo vậy bảo vệ tránh tiếp xúc gián tiếp phải đảm bảo sao cho điện áp tiếp xúc và điện áp bước dưới giới hạn 24V vì rằng các điều kiện dưới hầm ngầm được xem là rất khắc nghiệt.

* *Khi lưới điện đường dây trên không hay lưới cáp ngầm chịu ảnh hưởng điện từ:* người ta giới hạn điện áp tổng hợp đối với đất U_{th} (theo quan điểm bảo vệ tránh phá hỏng chất cách điện của trang thiết bị tương ứng).

Bảng 1.5 cho ta những giới hạn lớn nhất cho phép của điện áp tổng hợp ở chế độ bình thường hay ở chế độ bình thường ở chế độ làm việc tăng cường (chế độ làm việc với đòng điện quá tải trong thời gian ngắn, nằm trong phạm vi cho phép) và chế độ sự cố của nguồn, xét về phương diện ảnh hưởng điện từ đối với lưới điện lực. Ở bảng này, điện áp giới hạn nêu trên, thực tế biểu thị tổng số điện áp của lưới đối với đất U_f và giá trị hiệu dụng của điện áp E_{ah} (do ảnh hưởng của điện từ)

$$U_{th} \approx U_f + E_{ah} \qquad (1.1)$$

c) Điện trở của cơ thể con người và các yếu tố về môi trường

Yếu tố thứ hai xác định giá trị dòng điện đi qua cơ thể con người khi tiếp xúc với phần tử có điện áp là điện trở của cơ thể con người khi tiếp xúc. Đây là yếu tố đặc biệt quan trọng. Giá trị và đặc tính của điện trở cơ thể con người rất khác nhau. Chúng phụ thuộc vào hệ cơ bắp, vào cơ quan nội tạng và vào hệ thần kinh v.v...; Chúng không chỉ phụ thuộc vào tính chất vật lý, vào sự thích ứng của cơ thể mà còn phụ thuộc vào trạng thái sinh học rất phức tạp của cơ thể. Do đó giá trị điện trở của cơ thể con người không hoàn toàn như nhau đối với tất cả mọi người. Ngay đối với

một người thì cũng không thể có cùng một điện trở trong những điều kiện khác nhau, hay trong những thời điểm khác nhau. Nếu để ý đến tất cả những yếu tố này, thì mạch điện tương đương của cơ thể con người cũng rất khó mà thể hiện.

Để đơn giản hóa vấn đề, điện trở cơ thể con người có thể phân thành hai phần: điện trở của da và điện trở của các bộ phận bên trong

Từ bảng 1.6 cho ta thấy: da là bộ phận rất quan trọng đối với điện trở của cơ thể con người. Do đó, người ta có thể xác nhận rằng điện trở của người phụ thuộc tuyệt đại đa số vào lớp da, hay nói một cách chính xác là: phụ thuộc vào *điện trở của lớp sừng da, vì lớp sừng da rất khô và có tác dụng như chất cách điện*. Bộ phận bên trong có điện trở không đáng kể. Một số tài liệu nghiên cứu cho thấy điện trở của bộ phận bên trong cơ thể có giá trị từ 570 ÷1000Ω. Có một số tài liệu khác nêu lên rằng điện trở của các bộ phận bên trong cơ thể có thể bé hơn so với giá trị nêu trên.

Bảng 1.5 *Điện áp tổng hợp lớp nhất cho phép đối với đất, tính bằng [V]*

Lưới điện năng	Chế độ bình thường hay chế độ tăng cường	Chế độ sự cố
Đường dây trên không hay đường dây cáp phục vụ chiếu sáng các tòa nhà, khi các tòa nhà được lắp các biến áp ngăn cách để bảo vệ.	250	1000
Như trên, khi các tòa nhà không được lắp các biến áp ngăn cách	250	500
Đường dây trên không và đường dây cáp đối với ánh sáng bên ngoài, trong các ga đường sắt, hành lang, và những không gian thoáng	250	1000
Đường dây trên không hay đường dây cáp điện lực để cung cấp cho các trang thiết bị điện có điện áp làm việc bé hơn hay bằng 250V (≤ 250V) đối với đất, và được bảo vệ bằng máy biến áp ngăn cách.	400	1000
Như trên, nhưng không được bảo vệ bằng máy biến áp ngăn cách	250	Không quá 1000V
Dây dẫn bảo vệ được sử dụng ở hệ thống nối đất hay hệ thống nối dây trung tính	6	60

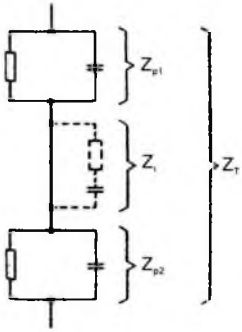
Bảng 1.6 cho ta điện trở suất của một số chất lỏng và các phần của cơ thể người, được đo riêng lẻ, ở điện áp với tần số 50Hz.

Bảng 1.6 *Điện trở suất của các phần khác nhau của cơ thể con người*

Các phần được đo	Điện trở suất tính [Ωcm]
Tủy sống	56
Huyết thanh	71
Hệ cơ bắp	150-300
Máu	120-180
Da khô	$(1,6\text{-}2).10^6$

Nếu da người còn nguyên vẹn và khô, điện trở của người có thể từ 40.000Ω đến 100.000Ω, thậm chí có thể đạt đến 500.000Ω; còn nếu ở chỗ tiếp xúc, lớp ngoài của da không còn (do bị cắt, bị tổn thương v.v...) hoặc nếu tính dẫn điện của da tăng lên do điều kiện môi trường xung quanh thì lúc ấy điện trở của cơ thể con người có thể giảm xuống chỉ còn 600Ω; hoặc nếu lớp mặt ngoài của da không còn thì có thể chỉ còn đến 200Ω. Điện trở của cơ thể con người khi điện giật phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Điện áp mà cơ thể chịu đựng được
- Vị trí của cơ thể tiếp xúc với phần tử mang điện áp
- Diện tích tiếp xúc
- Áp lực tiếp xúc
- Độ ẩm của môi trường xung quanh
- Nhiệt độ của môi trường xung quanh
- Thời gian dòng điện tác dụng



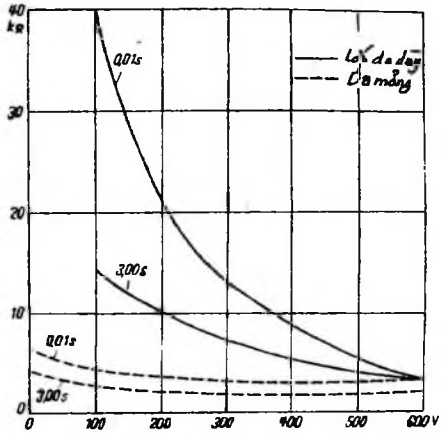
Z_i – Tổng trở nội tạng
(hay cơ quan, bộ phận bên trong của cơ thể)
Z_{p1}, Z_{p2} – các tổng trở của lớp da
Z_T – tổng trở tổng

Hình 1.3 Giới thiệu sơ đồ tổng trở của cơ thể người

Ghi chú: Tổng trở tổng của cơ thể người (Z_T) là tổng vectơ của các vectơ tổng trở nội tạng Z_i và tổng trở của lớp da (Z_{p1}, Z_{p2})

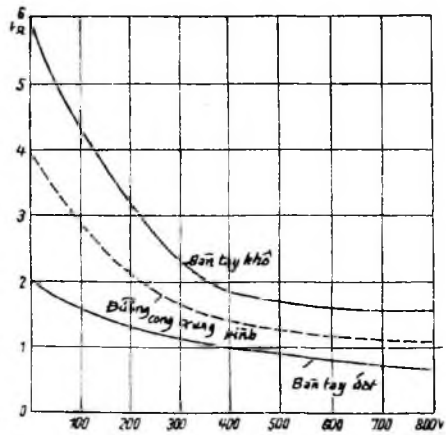
* *Người ta thấy rằng:* điện trở của cơ thể sẽ giảm khi điện áp tăng đến một giá trị giới hạn, giá trị này phụ thuộc vào chiều dày của lớp sừng da. Điều này được giải thích là: khi đặt một điện áp lớn vào cơ thể người thì sẽ xuất hiện sự xuyên thủng da. Khi da bắt đầu xuyên thủng; thì điện trở cũng bắt đầu giảm; sau đó khi chấm dứt quá trình này thì điện trở của cơ thể con người sẽ có một giá trị gần như không đổi. Cho đến gần đây, người ta xác nhận rằng sự xuyên thủng da bắt đầu ở điện áp gồm giữa 10V và 50V. Một số thí nghiệm gần đây đã nói lên rằng ở điện áp quá bé sẽ không sinh xuyên thủng da vì khi đó điện trở của da khá lớn. Một giả thiết cho rằng: ở điện áp bé (nằm xung quanh giá trị 10 – 50V) điện trở của cơ thể con người sẽ giảm do vì có sự xuyên thủng ở bên trong phân tử, kéo theo sự hủy diệt bản thân phân tử. Giả thiết này cho rằng: chính vì vậy nên ta có cảm giác đau khi xảy ra hiện tượng điện giật ở điện áp thấp. Điện dung của da có thể xem như điện dung của một tụ điện (điện trở được nối song song với điện dung ở hình 1.3). Chỉ có khi da người rất khô thì lớp sừng có thể được xem như một chất điện môi (chất cách điện). Khi có một

dòng điện chạy qua, độ bền cách điện trở nên càng bé khi mật độ dòng điện càng lớn. Do vậy nên màn tế bào bị hủy diệt và sẽ dẫn đến kết quả là điện trở của lớp da ngoài sẽ giảm. Quá trình này phụ thuộc vào điện áp và thời gian tác dụng của dòng điện.



Hình 1.4 *Điện trở của cơ thể người phụ thuộc vào điện áp và thời gian tiếp xúc*

Hình 1.4 biểu thị điện trở của cơ thể con người biến thiên theo điện áp và thời gian tác dụng của dòng điện.



Hình 1.5 *Giá trị giới hạn của điện trở người phụ thuộc vào điện áp*

Hình 1.5 biểu giá trị giới hạn của điện trở cơ thể con người khi tay khô và tay ẩm ướt và phụ thuộc vào điện áp. Một số thí nghiệm cho thấy rằng: bắt đầu sau 0,5 giây thì

hiện tượng xuyên thủng da xảy ra, và sẽ chấm dứt hoàn toàn sau 5÷6 giây. Tức là nếu lúc ban đầu điện trở của cơ thể con người có giá trị lớn hơn 5000Ω (hàng chục nghìn ôm) thì sau khi xuyên thủng da, điện trở giảm chỉ còn khoảng 1000Ω hay thậm chí ít hơn nữa.

Như vậy, từ những điều nêu trên, cho phép đưa đến kết luận là: *đối với kỹ thuật an toàn điện, ta nên luôn luôn nghiên cứu sự giảm của điện trở trong khoảng 10-500V, và sau giá trị đó thì điện trở hầu như không đổi.*

Kết luận này cho ta thấy rằng: giá trị dòng điện đi qua cơ thể con người dể tạo nên nguy hiểm điện giật sẽ tăng theo hai cách (khi điện áp tăng):

- *Cách thứ nhất:* theo tỉ lệ thuận với điện áp, phù hợp với định luật ôm:

$$I = \frac{U}{R_{người}}$$

- *Cách thứ hai:* khi điện áp tăng, thì như đã nêu ở phần nghiên cứu trên, sẽ dẫn đến điện trở của cơ thể người giảm xuống.

* Ảnh hưởng của vị trí mà cơ thể tiếp xúc với phần tử mang điện áp biểu hiện mức độ nguy hiểm điện giật, phụ thuộc vào độ nhạy cảm của hệ thần kinh ở tại nơi tiếp xúc, hay độ dày của lớp da (hình 1.3).

* Nếu diện tích tiếp xúc càng lớn thì điện trở của người bé, do đó sự nguy hiểm do điện giật càng lớn. Điều này có thể giải thích một cách tổng quát là: điện trở thay đổi tỉ lệ nghịch với tiết diện dòng điện chạy qua. Vì lý do này nên những dụng cụ diện di động mà người ta phải tiếp xúc thường xuyên trên diện tích khá rộng của dụng cụ sẽ nguy hiểm hơn những dụng cụ điện cố định mà người ta chỉ tiếp xúc trong một thời gian khá ngắn (hoặc thỉnh thoảng người ta mới tiếp xúc) và tiếp xúc trên một diện tích khá hẹp.

* Cũng theo cách suy nghĩ đó, áp lực tiếp xúc (với phần tử mang điện áp) càng lớn thì điện trở của người sẽ càng bé. Với cách lập luận này, chúng ta thấy: dụng cụ điện di động cầm tay sẽ nguy hiểm hơn dụng cụ điện cố định, vì trong quá trình làm việc, con người sẽ phải giữ chặt tay trong dụng cụ này; tức là áp lực tiếp xúc (với phần tử mang điện áp) khá lớn trong khi áp lực tiếp xúc với dụng cụ cố định thường bé.

* *Độ ẩm của môi trường xung quanh càng tăng, sẽ tăng mức độ nguy hiểm.* Đại đa số các trường hợp điện giật chết người, độ ẩm đã góp phần khá quan trọng trong việc tạo ra những diều kiện tai nạn, chúng ta có thể thấy điều này qua hình 1.5. Độ ẩm càng lớn thì độ dẫn diện của lớp da sẽ tăng lên, tức là điện trở người càng bé. Bên cạnh độ ẩm thì mồ hôi, các chất hóa học dẫn điện, bụi v.v... hay những yếu tố khác sẽ tăng độ dẫn diện của da, cuối cùng sẽ đưa đến làm giảm điện trở của người.

Một cách gián tiếp thì nhiệt độ của môi trường xung quanh cũng ảnh hưởng đến điện trở của cơ thể người. Khi nhiệt độ của môi trường xung quanh tăng lên, tuyến mồ hôi hoạt động nhiều hơn và do đó điện trở người sẽ giảm.

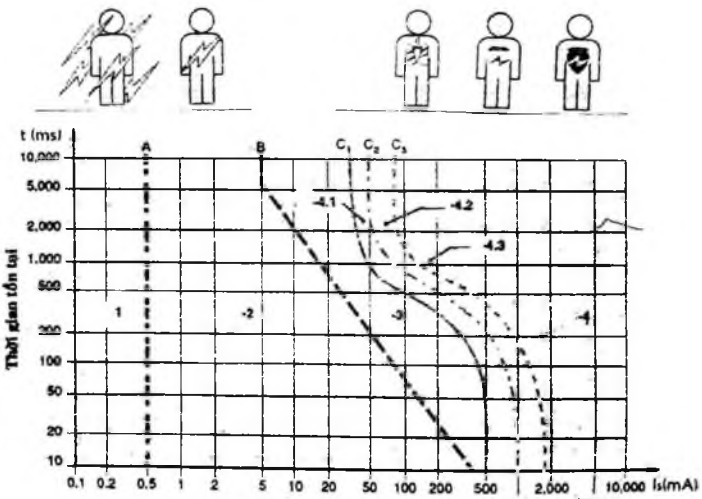
Độ ẩm, nhiệt độ và mức độ bẩn v.v... của cơ thể người sẽ làm giảm điện trở suất của da và ảnh hưởng đến mức độ nguy hiểm.

d) Thời gian dòng điện tác dụng là một yếu tố ảnh hưởng gián tiếp đến điện trở của cơ thể con người. Thật vậy, đây là một yếu tố rất quan trọng.

Thời gian dòng điện tác động càng lớn thì điện trở của người càng giảm điều này được biểu hiện ở hình 1.4. Hiện tượng dẫn đến điện trở giảm có thể giải thích như sau: khi mới bắt đầu tiếp xúc với điện áp, lớp da sẽ cùng với cơ thể tạo nên điện trở có giá trị khá cao, và do có điện áp nên sẽ xảy ra quá trình xuyên thủng da tiếp theo sau đó; vì vậy nên điện trở giảm và đưa đến dòng điện chạy qua người tăng; đồng thời với dòng điện qua người tăng, thì nhiệt lượng của cơ thể người tỏa ra sẽ tăng, tạo nên sự hoạt động tích cực của các tuyến mồ hôi; điều này đưa đến điện trở của người càng giảm. Kết quả là dòng điện chạy qua người càng ngày càng tăng; điện trở của người càng ngày càng giảm, tức là thời gian dòng điện tác dụng càng lâu càng nguy hiểm.

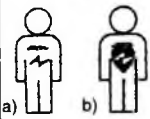
Theo nhiều thí nghiệm đã thực nghiệm, qua nhiều lần nghiên cứu và từ các số liệu thống kê điện giật, trong kỹ thuật an toàn thiết bị điện, người ta lấy *giá trị điện trở của cơ thể con người (đối với người đang sống) được tính bằng 1000Ω khi đường đi của dòng điện là từ tay – đến chân hay từ tay trái sang tay phải. Giá trị 1000Ω có thể được coi là giá trị ở trường hợp chung khi xác định tai nạn.* Nhưng cũng nên lưu ý là có những trường hợp do nhiều yếu tố không thuận lợi nên điện trở của cơ thể người có thể giảm dưới giá trị 1000Ω. Khi cần xác định sự nguy hiểm điện giật và trong tính toán thực hiện bảo vệ, phải xét cụ thể từng trường hợp có thể làm giảm điện trở của người đến dưới 1000Ω. Ví dụ như ở trong các phòng có độ ẩm 100%, hay nhiệt độ quá 30°C, v.v... tức là trong những phòng như vậy thì phương án bảo vệ an toàn phải thật cẩn thận hơn so với các gian phòng thông thường.

Theo tài liệu của Schneider, thì quan hệ giữa cường độ dòng điện đi qua người và khoảng thời gian tiếp xúc dẫn đến các nguy cơ như hình 1.6 và bảng 1.7.



Hình 1.6 *Quan hệ dòng điện xoay chiều từ 15Hz đến 100Hz chạy qua cơ thể người và thời gian tiếp xúc để dòng điện chạy qua với các nguy hiểm sẽ có thể xảy ra đối với người tiếp xúc (theo bảng 1.7)*

Bảng 1.7

	Vùng		Giới hạn	Các hiệu ứng vật lý
	1		Từ gốc o đến đường A (0,5mA)	Không tạo phản ứng gì
	2		Từ đường A đến đường B	Không gây tác hại về sinh lý có hiện tượng hơi co cứng cơ bắp
	3		Từ đường B đến C1	Thông thường không làm hư hỏng các cơ quan nội tạng, có thể tạo nên khó thở, co thắt cơ bắp, rối loạn nhịp đập của tim, dẫn đến rung tim. Có hiện tượng tê liệt hô hấp
 a) Rung hỗn loạn tâm thất và b) Tim ngừng đập	4	4.1	Tạo rung tâm thất tim tăng, dẫn đến tim ngừng đập, ngừng thở hiện tượng đốt nặng có thể xảy ra	Từ vùng C1 đến C2- xác suất nghẹt tâm thất đến 5%
		4.2		Từ vùng C2 đến C3 – xác suất nghẹt tâm thất đến 50%
		4.3		Xác suất nghẹt tâm thất đến trên 50%

Chú ý:

1. *Về phần: sự rung tim, hình này liên quan đến hậu quả của dòng điện chạy theo đường tay trái đến hai chân*
2. *Điểm có tọa độ 500mA / 100ms tương ứng với sự rung tim xác xuất khoảng 0,14%*

Đối với đường dòng điện qua người đã cho trước, thì sự nguy hiểm của người phụ thuộc vào giá trị của dòng điện. Dù thế nào, đồ thị thời gian/ vùng dòng trên cho ta thấy rất phức tạp đối với việc áp dụng trực tiếp để thiết kế bảo vệ ở hệ thống trang thiết bị điện. Nhằm mục đích giảm nhẹ cho việc tính toán, giá trị xác định của tổng trở cơ thể người có thể được cân nhắc xem xét cụ thể. Quan hệ giữa dòng điện đi qua người và điện áp cũng không phải là tuyến tính vì tổng trở cơ thể thay đổi với điện áp tiếp xúc. Sau khi khảo sát thận trọng các kết quả thực nghiệm đạt được thì các giá trị ghi được ở bảng 1.8 và hình 1.7 có thể được thừa nhận đối với những điều kiện thông thường để chuẩn bị cho các quy định bảo vệ.

Điều kiện thông thường ở đây nằm trong bối cảnh mà tai nạn điện xảy ra nhiều nhất là dòng điện đi từ tay đến tay hay từ tay đến chân.

Giá trị tổng trở cơ thể người được nêu ở bảng 1.8 là giá trị có căn cứ đối với người đang sống có dòng điện đi qua từ tay đến tay và từ tay đến chân, đối với một diện tích tiếp xúc rộng ($50cm^2$ đến $100cm^2$) và điều kiện khô. Ở điện áp đến 50V, các giá trị đo

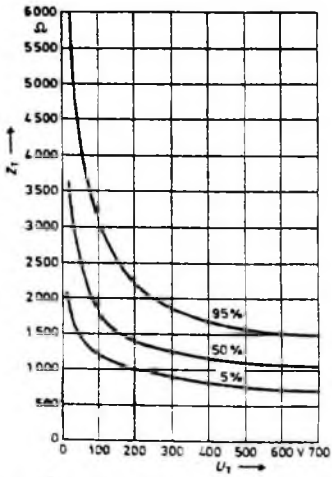
được với diện tích tiếp xúc bị ướt với độ chứa nước bình thường là 10% đến 25% thấp hơn trong điều kiện khô (với dung dịch dẫn điện thì tổng trở của cơ thể người sẽ giảm còn phân nữa giá trị này). Điều này có nghĩa là: một tổng trở của cơ thể có thể đạt giá trị cao hơn nếu diện tích tiếp xúc giữa cơ thể người và phần dẫn điện được giới hạn và phần dẫn điện không bị ép chặt vào cơ thể.

Theo IEC – 479 – 1 (1984) thì tổng trở của cơ thể đối với trẻ em cũng được tính như đối với người thành niên.

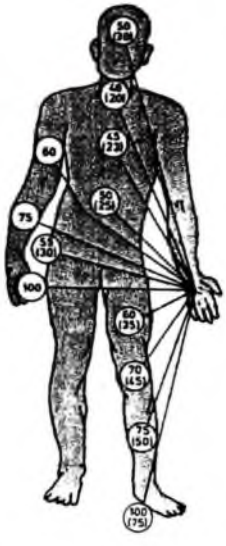
Tỉ lệ phần trăm của tổng trở cơ thể người đối với đường đi của dòng điện theo kiểu nào đó đã được tính toán so sánh với đường đi của dòng điện từ tay đến tay (là 100%) và được thể hiện ở hình 1.8.

Bảng 1.8 *Bảng giá trị tổng trở Z đối với điện áp tiếp xúc U_{tx}[V], đối với tỉ lệ phần trăm dân số*

Điện áp tiếp xúc [V]	Giá trị đối với tổng trở cơ thể (Ω) không vượt quá đối với tỉ lệ phần trăm của dân số		
	5%	50%	95%
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1100	700	1050	1500
Giá trị tiệm cận	650	750	850



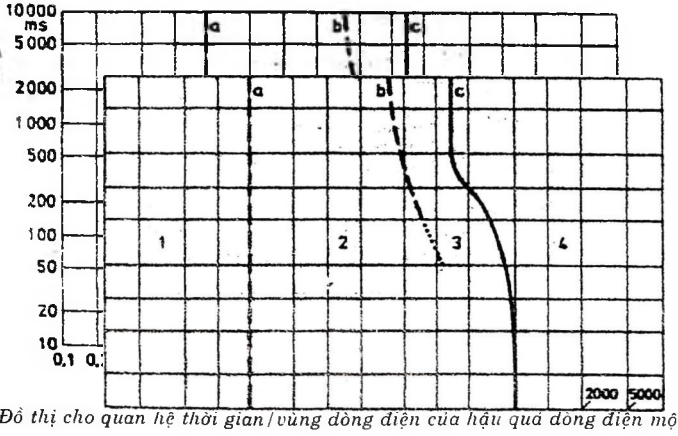
Hình 1.7 Giá trị thống kê của tổng trở Z_T đối với người đang sống, khi dòng điện đi từ tay đến tay hay từ tay đến chân, khi điện áp tiếp xúc từ 0V đến 700V



Hình 1.8 *Giới thiệu tổng trở nội tạng của cơ thể người như hàm số của đường đi dòng điện*

Ở hình 1.8 này: Con số chỉ *phần trăm của tổng trở cơ thể người, đối với đường đi dòng điện được so sánh với đường đi của dòng điện từ tay đến tay là 100%.*

Con số không có đóng ngoặc được đối chiếu với đường dòng điện chạy từ tay đến từng bộ phận của cơ thể theo yêu cầu cần biết. Con số trong dấu ngoặc đối chiếu với đường dòng điện giữa hai tay và phần tương ứng của cơ thể.



Hình 1.9 *Đồ thị cho quan hệ thời gian/vùng dòng điện của hậu quả dòng điện một chiều đi qua cơ thể người*

Mô tả các vùng:

Vùng 1: Thông thường không có hậu quả phản ứng

Vùng 2: Thông thường không có hậu quả tạo nên phản ứng sinh lý có hại

Vùng 3: Thông thường không làm hư hỏng các cơ quan nội tạng. Khi biên độ dòng điện và thời gian tăng lên thì sự rối loạn về đường dẫn của mạch đập trong tim có khả năng xảy ra.

Vùng 4: Có khả năng xảy ra sự rung tâm thất[1]. Cùng tăng với biên độ dòng điện và thời gian, thì hậu quả sinh lý khác cũng tăng lên, ví dụ: đốt cháy - sẽ trầm trọng hơn tức là cộng thêm với hậu quả của vùng 3.

Ghi chú:

1. Liên quan đến sự rung tâm thất, hình ảnh này tương ứng với hậu quả của dòng điện chạy theo đường từ tay xuống hai chân

2. Đường ranh giới giữa vùng 2 và vùng 3 không được biết đối với thời gian bé hơn 500ms.

** Những hậu quả khác của dòng điện*

Sự rung tâm thất tim được xem như lý do chủ yếu dẫn đến tử vong. Cũng có những bằng chứng cho thấy người chết do vì ngạt thở hay tim ngừng đập.

Ở dòng điện lớn hơn đạt đến vài ampe và thời gian dòng điện đi qua người lâu hơn sẽ làm xuất hiện hiện tượng cơ thể người bị đốt nặng. Điều này dẫn đến kết quả người bị tổn thương nặng và có thể tử vong.

Hình 1.10

Hình 1.10 giới thiệu giai đoạn tổn thương (dễ bị nguy hiểm) của chu kỳ tim đập.

** Một số chú ý về giai đoạn cơ thể bị nguy hiểm có thể dẫn đến tử vong của chu kỳ tim đập.* Giai đoạn cơ thể nguy hiểm nhất chỉ nằm ở thời gian rất ngắn của khoảng thời gian chu kỳ tim đập (khoảng 10% đến 20% của chu kỳ tim).

---

[1] *Ngưỡng của sự rung tâm thất tim*

Ngưỡng của sự rung tâm thất tim là giá trị tối thiểu của dòng điện tạo nên sự rung tâm thất tim. Ngưỡng của sự rung tâm thất tim phụ thuộc vào các thông số sinh học (ví dụ: cấu tạo cơ thể, chức năng và trạng thái tim) cũng như các điều kiện cụ thể về thời gian tiếp xúc, con đường dòng điện chạy, loại dòng điện, tiết diện tiếp xúc v.v... và các đặc điểm tâm sinh lý, đồng thời sức khỏe của con người.

Thích ứng với kết quả rút từ thực nghiệm động vật có cơ thể và tâm sinh lý gần với con người, người ta thiết lập đường cong. Mức chịu đựng của cơ thể người đối với dòng điện qua người sẽ cao, đối với thời gian tiếp xúc ngắn (thể hiện giữa 10 mili giây và 100 miligiây (ms)) (hình 1.6, đường cong C_1).

Trên cơ sở các thông tin về tai nạn điện, thống kê cho ta thấy: mức độ chịu dựng cơ thể người đối với dòng điện chạy qua người sẽ thấp nếu thời gian tiếp xúc dài hơn.

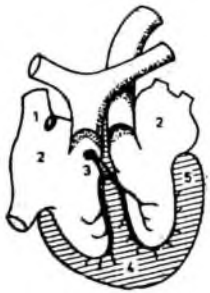
Ở khoảng thời gian rất ngắn này, những thớ mảnh tạo thành các mô tim đã *ở trạng thái không đồng nhất* của sự kích động: sự rung tim sẽ xuất hiện nếu được kích thích bằng dòng điện có biện độ thỏa mãn đủ lớn (xem hình 1.10, 1.11 và 1.12).

Ở đây (hình 1.10, 1.11):

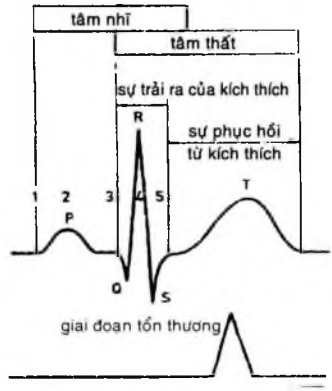
- 0,7s: khoảng thời gian của chu kỳ tim đập

- 0,14s giai đoạn tổn thương của tâm thất, từ 10% đến 20% của chu kỳ tim đập.

Giai đoạn tổn thương là một giai đoạn trong chu kỳ tim đập, ở đấy, dòng điện với khoảng thời gian có thể tạo nên sự rung tim.

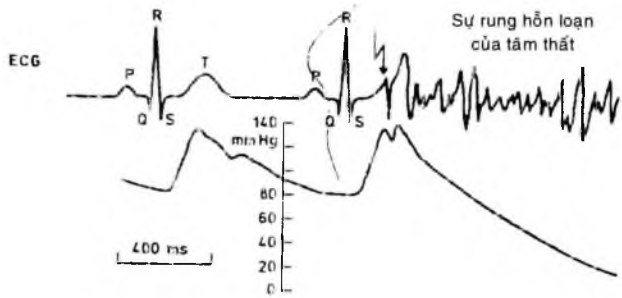


Hình 1.11a



Hình 1.11b

Hình 1.11 *Giới thiệu sự cố của giai đoạn tổn thương của tâm thất trong quá trình của chu kỳ tim đập. Các con số từ 1 đến 5 chỉ rõ các giai đoạn liên tiếp nhau của sự truyền kích thích.*



Hình 1.12 *Giới thiệu một chuỗi rung tâm thất trong giai đoạn tổn thương. Hậu quả thể hiện trên điện tâm đồ và áp lực máu.*

e) Đường đi của dòng điện qua người. Một yếu tố khác mà nó xác định mức độ nguy hiểm của điện giật là con người đi của dòng điện qua người. Từ những điều nêu

trên, chúng ta thấy rằng: nếu dòng điện đi qua tim hay vị trí có hệ thần kinh tập trung hoặc vị trí các khớp nối ở tay v.v... thì mức độ nguy hiểm càng cao. Thực tế đã xảy ra điện giật chết người khi tiếp xúc khớp tay với một điện cực và gan bàn tay với một điện cực khác. Trong trường hợp này, tim không nằm trên đường đi của dòng điện nhưng tai nạn chết người đã xảy ra. Tương tự, tai nạn cũng xảy ra chết người khi dòng điện chạy từ bắp đến gan của cùng bàn chân.

Chúng ta còn có thể nêu những vị trí nguy hiểm là: vùng đầu (đặc biệt là vùng: óc, gáy, cổ, thái dương), vùng ngực, vùng cuống phổi, vùng bụng v.v... và thông thường là những vùng tập trung dây thần kinh.

Bảng 1.9a *Tỉ lệ phần trăm tai nạn chết người khi các đường đi của dòng điện khác nhau (thống kê của Liên Xô trước đây)*

Đường đi của dòng điện	Tỷ lệ phần trăm tai nạn chết người
Từ gan bàn tay đến lưng bàn tay hay đến vai	25
Từ lưng bàn tay hay từ vai đi đến chân	23
Từ gan bàn tay đi đến một chân hay đi đến hai chân	17
Từ gan bàn tay đi đến gan bàn tay khác	14
Từ cổ, lưng hay bụng đến chân	5
Từ mặt hay ngực đi đến chân	10
Từ một vị trí này đến vị trí khác trên cùng một tay hay trên cùng một chân	1
Còn lại các trường hợp khác	5
Tổng cộng	100

Bảng 1.9b cho ta phân lượng dòng điện đi qua tim để đánh giá mức độ nguy hiểm của các con đường dòng điện đi qua người

Bảng 1.9b

Đường dòng điện đi qua người	Phân lượng dòng điện qua tim (%)
Từ chân qua chân	0,4
Từ tay qua tay	3,3
Từ tay trái qua chân	3,7
Từ tay phải qua chân	6,7

Ở đây, ta thấy dòng điện từ chân qua chân là ít nguy hiểm, nhưng nếu quá hốt hoảng, người bị té thì rất dễ chuyển thành các trường hợp nguy hiểm hơn.

f) Trạng thái sức khỏe của con người

Người ta thấy rằng hiện tượng choáng điện (còn gọi là sốc điện) thể hiện rõ nét nhất, nếu con người mệt mỏi hay trong tình trạng say rượu. Tương tự, người ta còn thấy phụ nữ và trẻ em rất nhạy cảm đối với hiện tượng choáng, hơn là nam giới.

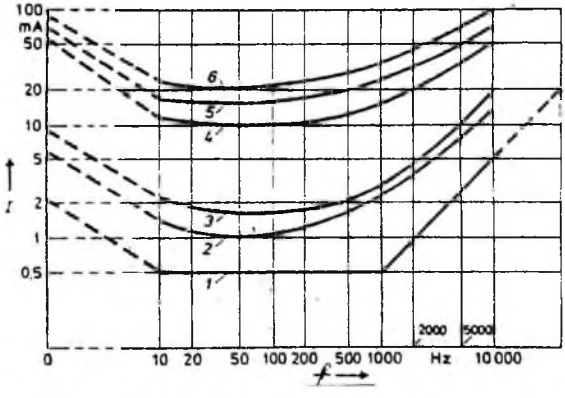
Người ta thấy rằng người bị đau tim và người suy nhược sẽ rất nhạy cảm khi có dòng điện chạy qua cơ thể.

g) Tần số dòng điện: Dòng điện một chiều được coi là ít nguy hiểm hơn dòng điện xoay chiều, đặc biệt là dòng điện xoay chiều tần số công nghiệp 50÷60Hz rất nguy hiểm. Điều này có thể giải thích theo cách đơn giản là: dòng điện công nghiệp sẽ tạo nên sự rối loạn mà con người khó có thể tự giải phóng dưới tác dụng của dòng điện, dù dòng diện này có trị số còn bé. Theo thống kê ở nhiều nước, người ta thấy sai số tai nạn chết người do dòng điện một chiều gây nên rất ít. Trong một số tài liệu cho thấy có trường hợp một thành phố trong thời gian cung cấp dòng điện một chiều thì không hề xảy ra tai nạn chết người vì điện giật.

Song người ta cũng nhận thấy rằng: khi cung cấp cho các trang bị dòng điện một chiều thì đã sinh ra các trường hợp chấn thương vì điện làm mất khả năng lao động tạm thời. Ví dụ, khi phân tích tai nạn ở bốn nhà máy, đã thấy rằng tất cả các dụng cụ dùng điện một chiều chiếm khoảng 10% trong tổng số dụng cụ, thì xảy ra 13% trong tổng số chấn thương vì điện. Điều này có thể giải thích là sự đốt cháy do hồ quang của dòng điện một chiều là trầm trọng hơn so với trường hợp dòng điện xoay chiều.

Tương tự, người ta xác nhận rằng: giá trị điện áp càng tăng thì mức độ nguy hiểm điện giật của dòng điện một chiều càng tăng. Thật vậy, ở điện áp lớn hơn 450V, việc cung cấp cho trang bị điện một chiều cũng cùng mức độ nguy hiểm như cung cấp cho trang bị diện xoay chiều. Trong những nghiên cứu gần đây nhất ở lĩnh vực này, người ta đã có thể xác định theo quan điểm mức độ nguy hiểm sự tương ứng giữa điện áp một chiều và xoay chiều.

Thật vậy, điện áp một chiều 120V tương đương với điện áp 42V dòng điện xoay chiều và 108V điện áp một chiều sẽ tương đương với 36V điện áp xoay chiều.



Hình 1.13 *Ảnh hưởng của tần số (f) (theo IEC 479 (1974))*

Hình 1.13. Giới thiệu ảnh hưởng của tần số (phù hợp với IEC-479). Đồ thị này giúp ta đánh giá nguy cơ tử vong đối với các tần số khác nhau.

Ghi chú ở hình 1.13:

Đường cong 1: giới hạn quy ước đối với giá trị dòng điện bình thường, không gây bất kỳ phản ứng nào theo (AAMI vào 7 - 1971)

Đường cong 2: ngưỡng cảm giác: đối với 50% người ta được thử nghiệm có cảm giác, đối với 50% còn lại không cảm nhận gì.

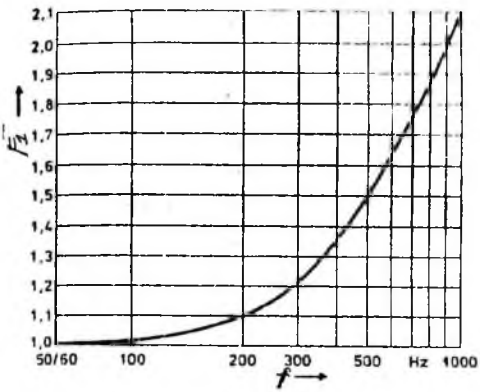
Đường cong 3: ngưỡng cảm nhận đối với 99,5% người được thử nghiệm, tức là số còn lại là 0,5% không cảm nhận gì.

Đường cong 4: có thể buông dòng điện ra đối với 99,5% người thử, còn lại 0,5% không thể buông dòng điện ra.

Đường cong 5: 50% đối với người thực hiện có thể buông dòng điện ra, còn 50% không thể buông ra.

Đường cong 6: 0,5% người thử có thể buông dòng điện ra được, còn lại 99,5% không thể buông được.

Hình 1.14 giới thiệu sự biến đổi của ngưỡng nhận thức F_1 trong khoảng dẩy tần số 50/60Hz đến 1000Hz (theo IEC – 479.2 (1987))



Hình 1.14 *Sự biến đổi của ngưỡng nhận thức F_1 trong khoảng dẩy tần số từ 50/60Hz đến 1000Hz*

1.3 ĐỀ PHÒNG, BẢO VỆ ĐỐI VỚI CÁC NGUY CƠ ĐIỆN GIẬT

Đề phòng, bảo vệ đối với các nguy cơ điện giật được thực hiện bằng cách đưa ra ngoài các khu vực dây dẫn điện có điện áp. Sự kiện này được tiến hành theo 3 cách sau:

- Bằng cách đặt cách xa
- Bằng cách dùng các vật hay lưới chắn
- Bằng cách dùng các vỏ ngăn cách cách điện

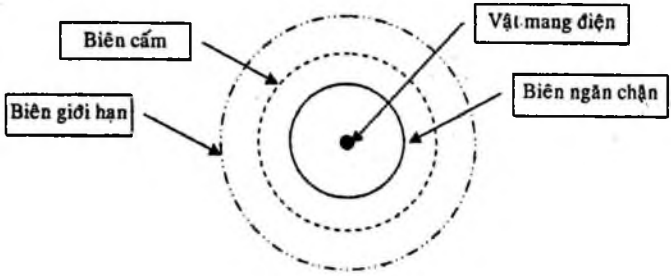
1.3.1 Bảo vệ bằng cách đặt xa vật dẫn hay đường dây có điện áp

Các phương án bảo vệ theo cách này nhằm tránh các nguy cơ tiếp xúc hay đến gần của người đối với các vật dẫn hay đường dây có điện áp. Việc tránh xa các vật hay đường dây dẫn điện ở tại chỗ các trạm điện, hay có các trang thiết bị phục vụ cho trạm điện, tùy theo mức độ khác nhau của điện áp.

a) Khoảng cách giữa người và vật mang điện nhỏ hơn một giá trị nào đó, thì khả năng vật mang điện gây tai nạn cho người có thể xảy ra. Khoảng cách này được gọi là khoảng cách tiếp cận

Khoảng cách tiếp cận tùy thuộc biên tiếp cận. Biên tiếp cận bao gồm: (hình 1.15)

- Biên ngăn chặn
- Biên cấm
- Biên giới hạn



Hình 1.15 *Các loại biên tiếp cận*

Các khoảng cách tiếp cận cho phép tối thiểu tùy thuộc cấp điện áp của mạng điện, loại vật mang điện, trình độ công nhân... được trình bày ở Bảng 1.10.

Các yêu cầu đặc biệt cho việc *vượt qua biên cấm* bao gồm:

- Người công nhân phải có tay nghề tương ứng với yêu cầu công việc được thực hiện
- Phải có kế hoạch thực hiện công việc và được sự cho phép của cấp trên
- Phải chắc chắn rằng không có bất cứ phần nào của cơ thể xâm phạm biên ngăn chặn.
- Chỉ cho phép phần cơ thể được bảo vệ đi vào vùng cấm khi cần thiết để hoàn thành công việc.
- Thiết bị bảo vệ cần được sử dụng tương ứng với nguy hiểm có thể gây ra bởi vật dẫn để trần mang điện.

Các yêu cầu đặc biệt cho việc *vượt qua biên ngăn chặn* bao gồm:

- Người công nhân phải được huấn luyện đặc biệt theo yêu cầu để có thể làm việc với vật dẫn mang điện.
- Phải có kế hoạch thực hiện công việc và được sự cho phép của cấp trên.
- Cần phân tích rủi ro và tiến hành khắc phục một cách đầy đủ
- Phải được chấp thuận kế hoạch công việc cũng như phân tích rủi ro với cấp trên.
- Thiết bị bảo vệ được sử dụng phải tương ứng với nguy hiểm có thể gây ra bởi vật dẫn để trần mang điện

Bảng 1.10 cho ta tham khảo về khoảng cách tiếp cận

Bảng 1.10 *Khoảng cách tiếp cận tối thiểu cho phép giữa người và vật mang điện*

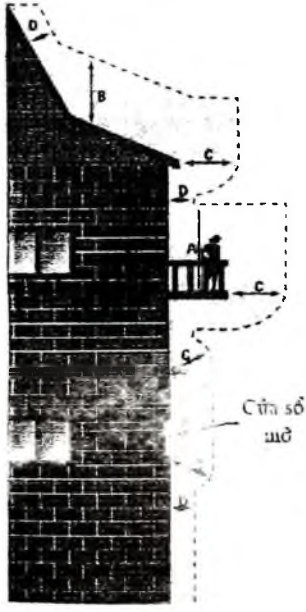
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Điện áp dây định mức	Khoảng cách tiếp cận giới hạn		Khoảng cách tiếp cận cấm	Khoảng cách tiếp cận ngăn chặn
	Vật dẫn trần di động	Vật dẫn trần cố định		
0÷50V	Không quy định	Không quy định	Không quy định	Không quy định
51÷300V	3,05m	1,07m	Cho phép tiếp xúc	Cho phép tiếp xúc
301÷<750V	3,05m	1,07m	0,31m	0,025m
750V÷<15kV	3,05m	1,52m	0,66m	0,178m
15kV÷<36kV	3,05m	1,83m	0,79m	0,254m
36kV÷<46kV	3,05m	2,44m	0,84m	0,432m
46kV÷<72,5kV	3,05m	2,44m	1m	0,635m
72,5kV÷121kV	3,25m	2,44m	1,04m	0,813m
138kV÷145kV	3,35m	3,08m	1,1m	0,940m
161kV÷169kV	3,56m	3,56m	1,22m	1,067m
230kV÷242kV	3,96m	3,96m	1,60m	1,372m
345kV÷362kV	4,67m	4,67m	2,60m	2,438m
500kV÷550kV	5,8m	5,8m	3,43m	3,277m
Cột (2) và (3) dành cho công nhân chưa qua đào tạo về an toàn điện; cột (4) và (5) dành cho công nhân lành nghề, có mặc quần áo bảo hộ				

b) Khoảng cách an toàn

Theo tiêu chuẩn AS3000 và Hiệp hội cung cấp điện của Úc thì khoảng cách an toàn tối thiểu giữa đường dây điện và các công trình xây dựng hay các tòa nhà với điều kiện gió lớn và nhiệt độ cao, quy định các hình minh họa và các bảng 1.11 và hình 1.16 sau:

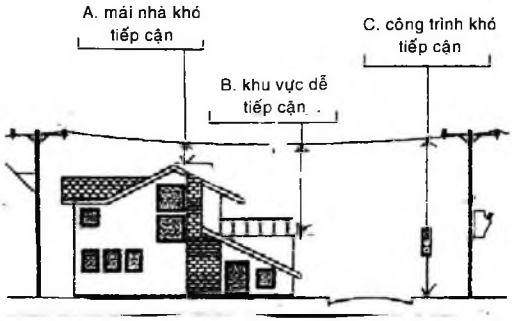
Bảng 1.11

Khoảng cách an toàn (m)	U ≤ 1000V			U > 1000V		1000V < U < 33kV	33kV < U <132kV
	Dây bọc cách điện	Dây trần (trung hòa)	Dây trần (pha)	Dây bọc cách điện	Dây trần	Cáp cách điện	Dây trần
Theo chiều dọc bên trên thiết bị hay công trình có thể tiếp cận dễ dàng (A)	2.7	2.7	3.7	2.7	3.7	4.5	5.0
Theo chiều dọc bên trên thiết bị hay công trình không thể tiếp cận dễ dàng (B)	1.25	2.7	2.7	1.25	2.7	3.7	4.5
Theo mọi phương (ngoại trừ phương thẳng đứng) từ thiết bị hay công trình có thể tiếp cận dễ dàng (C)	1.25	1.25	1.5	1.25	1.5	2.1	3.0
Theo mọi phương (ngoại trừ phương thẳng đứng) từ thiết bị hay công trình có thể tiếp cận dễ dàng (D)	0,1	0,3	0,6	0,1	0,6	1,5	2,5



Hình 1.16

Hình 1.17 cho ta khoảng cách an toàn đối với công trình ở các cấp điện áp theo tiêu chuẩn AS 3000 và Hiệp hội cung cấp điện của Úc



A. Mái nhà khó tiếp cận

Dây bọc cách điện: 1,25m
Dây trần: ≤ 650V-2.7m
Cáp cách điện > 650V ≤ 33kV - 3.7m
Dây trần 33kV ≤ 132kV - 4..5m

B. Khu vực dễ tiếp cận

Dây bọc, U <1000V - 2.7m
Dây trần ≤ 630V - 3.7m
Cáp cách điện >650 ≤ 33kV - 4.5
Dây trần > 33kV≤ 132kV - 5.0m

C. Công trình khó tiếp cận

Dây bọc ≤ 650V - 2.7m
Cáp cách điện >650V≤ 33kV - 3.7m
Dây điện < 33kV ≤ 132kV - 4.5m

Hình 1.17

1.3.2 Bảo vệ bằng cách dùng vách ngăn hay vật ngăn cách điện

Vai trò của các vật ngăn cách hay vỏ bọc được sử dụng để tránh tất cả mọi người đi vào hoặc tiếp xúc với các phần hoạt động sẽ và đang có điện áp. Việc bảo vệ dùng vách ngăn sẽ được thực hiện bằng:

- Sử dụng tủ phân phối điện được đóng mở bằng khóa.
- Sử dụng các hộp hay các tráp chứa các khí cụ điện nhằm tạo cho việc không tiếp xúc được với các phần có điện áp của khí cụ điện đang vận hành bình thường.
- Đặt các cọc hướng dẫn ở các vùng có các khí cụ điện đang làm việc nhằm tránh việc mở các tủ điện hay các tráp điện có các khí cụ điện.
- Đặt các vật cản tạm thời nhằm không cho phép những người lạ làm việc ở gần dây dẫn trần đang có điện áp
- Dùng các khu vực hay các vùng có lưới riêng biệt cho các trang thiết bị mà các cửa ra vào để đến khu vực này phải được khóa lại.

* *Khoảng cách tối thiểu giữa các dây dẫn trần và các màn chắn hay các lưới phải đạt được trị số sau:*

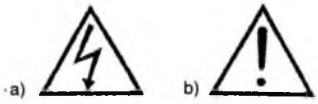
- Lưới điện áp thấp loại A từ 120V đến 750V là 10cm (tham khảo quyết định 14.11.1988 của Cộng hòa Pháp):
- Lưới điện áp thấp loại B từ 750V đến < 1500V là 20cm
- Lưới điện áp cao loại A từ 1500V đến < 75kV là 30cm

* *Bề rộng và chiều cao tối thiểu của các màn chắn hay các lưới*

- Điện áp thấp loại A → tối thiểu phải có khoảng cách 20cm so với nhau.
- Điện áp thấp loại B → yêu cầu 2m chiều cao, và 50cm chiều rộng trên mặt phẳng nằm ngang.

- Điện áp cao loại A → ít nhất 2,2m chiều cao và 75cm chiều rộng trên mặt phẳng nằm ngang.
- Điện áp cao loại B → (từ 75kV đến 110 kV) yêu cầu ít nhất 2,3m ở chiều cao trở lên và 85 cm chiều rộng trên mặt phẳng nằm ngang.

** Một số ký hiệu cho các khí cụ và trang thiết bị điện (hình 1.18)*



Hình 1.18

Chú ý: Hình 1.18a: nguy hiểm va chạm điện (màu nền: vàng, ký hiệu và hình tam giác màu đen).

Chú ý: Hình 1.18b (màu nền: vàng, ký hiệu và hình tam giác màu đen). Ký hiệu sự nguy hiểm liên quan đến trình tự (hay thủ tục) khi tham gia.

Chú ý này phải được người vận hành hay người sử dụng khí cụ hay trang thiết bị tôn trọng.

** Các biển báo phòng ngừa sau đây, chỉ có nhân viên có trách nhiệm được quyền treo hay dở bỏ cất đi* (hình 1.19).

Hình 1.19

1.3.3 Dùng vỏ ngăn cách điện

c) Theo quy định của VDE [1] là những quy định từ năm 1896, tương ứng với DIN VDE. 0100 hay IEC 364 hiện nay, bao gồm tất cả các thiết bị điện đã sử dụng từng phần hay toàn bộ dành cho năng lượng điện, được phân trình ba cấp bảo vệ như bảng 1.12.

---

1 - VDE là: chữ viết tắt của Verband Deutscher Elcktrotechniker là Hiệp hội của các kỹ sư điện của CHLB Đức đã sáng lập năm 1893.

- DIN là: Deutsches Institut far Normung 1917. Viện tiêu chuẩn hóa CHLB Đức (the German Institute for Standardization)

Bảng 1.12

Cấp bảo vệ	Mô tả bằng ký hiệu	Hình ký hiệu	Ví dụ
Cấp 1	Phương án bảo vệ bằng cách dùng dây dẫn bảo vệ		- Trang thiết bị điện với vỏ kim loại - Ví dụ: động cơ điện, máy điện v.v...
Cấp 2	Ngăn cách điện chịu va đập		- Trang thiết bị điện với bọc bằng chất nhựa dẻo - Các dụng cụ điện gia đình
Cấp 3	Bảo vệ điện áp thấp		- Trang thiết bị với điện áp định mức đến 42V hay 6V - Đèn điện cầm tay

1.4 MỘT SỐ VẤN ĐỀ CỤ THỂ VÀ CÁC BÀI TOÁN CẦN GIẢI QUYẾT TRONG AN TOÀN ĐIỆN

1.4.1 Một số nét tóm tắt về sự nguy hiểm của điện giật

1) Cường độ dòng điện là nguyên nhân chủ yếu của sự nguy hiểm

a) Vấn đề chung

Những giá trị có thể làm chết người: 50mA đối với dòng điện một chiều, 25mA đối với dòng điện xoay chiều.

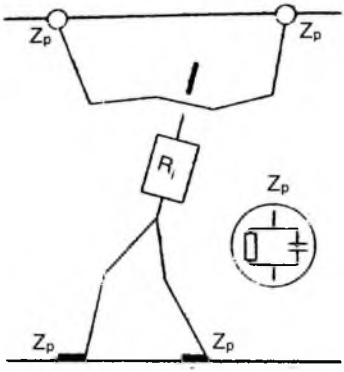
Điện trở cơ thể người khi có dòng điện chạy qua phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Điện áp tiếp xúc (U_c): điện áp đặt giữa hai phần của cơ thể
- Trạng thái của da người: da nhám hay trơn, khô hay ẩm.
- Tình trạng tiếp xúc với đất: chân không, hay chân được đi giày, tay có hay không đeo găng tay cách điện.

Nếu ta gọi:

+ R_i là điện trở dưới da của các bộ phận khác nhau tạo nên cơ thể con người, hay điện trở các cơ quan nội tạng đã tạo ra, nên cơ thể con người (trừ da).

+ Z_p là tổng trở của da: tiếp xúc giữa tay và dây dẫn điện, được thể hiện tương đương về phương diện: là một tập hợp của điện dung và điện trở được nối song song nhau; những thực nghiệm cho ta thấy nếu điện áp trên 80V thì điện dung này bị ngắn mạch (hình 1.20).



Hình 1.20

Về phương diện thực nghiệm, người ta đã rút ra được kết luận là: điện trở của cơ thể con người là khoảng 1000Ω trong những điều kiện sau đây: da ở trạng thái ẩm, chân không đi giày và trong khu vực bị ướt. Trong những điều kiện đó, người ta có thể bị nguy hiểm đối với điện áp: 0,025×1000 = 25V. Chính vì vậy nên người ta đã cho phép xác định điện áp giới hạn an toàn là 24V.

Điện áp giới hạn $[U_L]$ = 24V

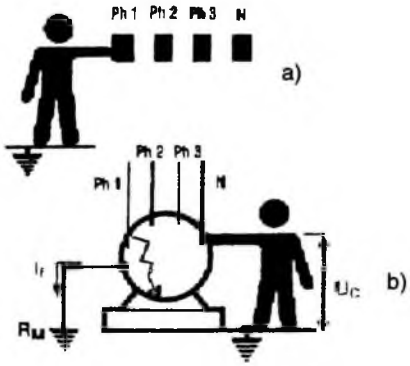
b) Hiệu ứng sinh lý đối với dòng điện xoay chiều 50Hz

Dòng điện gây nên những ảnh hưởng chủ yếu sau đây đối với sự sống: hô hấp và lưu thông máu. Dòng điện cũng có thể tạo nên cảm giác nóng rực khi đi qua nội tạng. Hiệu ứng sinh lý đối với cường độ dòng điện ở người thành niên là như sau:

- Từ 0 đến 0,5mA: không có cảm giác gì
- Từ 0,5 đến 10mA: cảm giác đau nhẹ, khó chịu; sau đó, tay bắt đầu đau, cảm giác tay khó rời vật mang điện dần dần tăng lên.
- Từ 10mA đến 30mA: cơ bắp bị co cứng, áp suất máu tăng dần. Tay khó rời đến lúc không thể rời vật mang điện, sự đau đớn tăng dần và khó thở. Thời gian ở các trường hợp trên không xác định.
- Từ 30mA đến 75mA: đó là ngưỡng của sự tê liệt hô hấp. Giai đoạn này áp suất máu tăng lên liên tục, nhịp thở hỗn loạn đến lúc hô hấp bị tê liệt, tim đập hỗn loạn đến ngừng đập tức thời; thể hiện sự làm việc không bình thường của tim và dẫn đến giai đoạn tim rung, ngừng đập hẳn. Thời gian dòng điện chạy từ 25 đến 30 giây.
- Từ 75 mA đến 1A: đó là ngưỡng của sự rung tim không thuận nghịch: và đưa đến ngừng đập hẳn, thêm vào đó có hiện tượng nội tạng nóng nhiều do có dòng điện đi qua khá lớn. Thời gian dòng điện chạy từ 0,1 đến 0,3 giây.

2) Các trường hợp chết do điện giật

- Do tiếp xúc trực tiếp: Khi người chạm hay tiếp xúc trực tiếp một bộ phận có mang điện áp (hình 1.21a)
- Do tiếp xúc gián tiếp: khi người chạm vào vỏ của thiết bị hay vỏ kim loại của hệ thống thiết bị nào đó bị sự cố chạm điện (dây pha chạm vỏ thiết bị làm cho vỏ có điện áp) (hình 1.21b)



Hình 1.21 *Tiếp xúc trực tiếp và tiếp xúc gián tiếp*

$U_c = R_M.I_f$, với U_c là điện áp tiếp xúc, I_f dòng điện sự cố

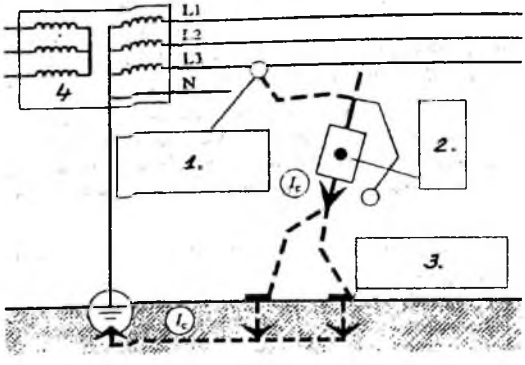
1. Tiếp xúc trực tiếp

Trong trường hợp điện áp thấp (<1000V) nguồn điện đưa điện đến các hộ tiêu thụ điện ở gia đình với thứ cấp của máy biến áp (của Sở điện) đã có điểm trung tính được tiếp đất; đồng thời điểm trung tính này cũng là điểm xuất phát của đường dây trung tính (dây N- hình 1.22).

Trong trường hợp sự cố, đất là vật dẫn điện sẽ tạo nên vòng dẫn điện khép kín có dòng điện chạy I_c (hình 1.22). Dòng điện này sẽ chạy qua cơ thể người để xuống đất và dòng điện này chỉ được giới hạn bởi:

- Điện trở cơ thể người R_c
- Điện trở tiếp xúc: giữa người - dây điện có điện áp và giữa người - đất
- Điện trở của đất
- Điện trở của hệ thống tiếp đất (nối đất) của máy biến áp

Tập hợp của các điện trở sẽ gây ảnh hưởng đến trị số của dòng điện chạy I_c. Như trường hợp ở hình 1.22 ta thấy: nguy hiểm chết do điện giật rất cao vì điện áp tiếp xúc U_c gần bằng 220V của lưới điện 220/380V.



1. Điện trở tiếp xúc giữa người - dây điện có điện áp

2. Điện trở cơ thể người R_c; 3. Điện trở tiếp xúc giữa người - đất

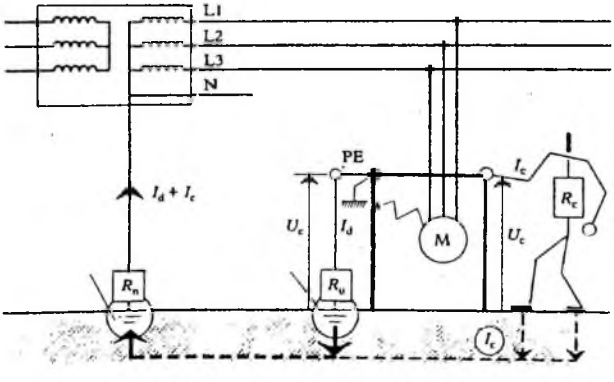
4. Máy biến áp của Sở điện

Hình 1.22 *Giới thiệu hình ảnh khi người tiếp xúc trực tiếp bộ phận có mang điện áp*

2. Tiếp xúc gián tiếp

Dòng điện chạy qua cơ thể người I_c tùy thuộc vào điện áp tiếp xúc U_c và vào điện trở cơ thể R_c. Người ta đang làm việc ở một chỗ nào đó được xác định cụ thể sẽ có một điện trở cơ thể liên quan đến trạng thái tiếp xúc của người này với đất.

Hình 1.23 cho ta hình ảnh tiếp xúc gián tiếp.



Hình 1.23 *Giới thiệu: người tiếp xúc gián tiếp*

Ghi chú ở hình 1.23

Người chạm vào vỏ của thiết bị, mà thiết bị bị sự cố chạm mát

R_n - hệ thống tiếp đất của trung tính lưới điện

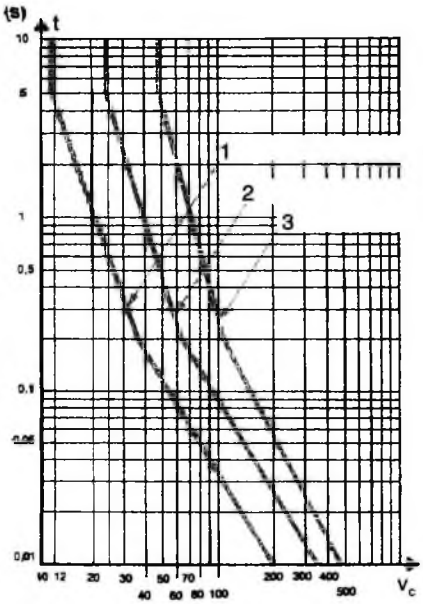
I_d - dòng điện sự cố

p_E - dây dẫn bảo vệ: nối giữa hệ thống tiếp đất bảo vệ của trang thiết bị R_u và vỏ kim loại của thiết bị bị chạm mát.

R_u - hệ thống nối đất bảo vệ của trang thiết bị sử dụng điện

I_c - dòng điện đi qua cơ thể người

Tiêu chuẩn đã xếp hạng: những điện áp tiếp xúc lớn nhất cho phép hay điện áp giới hạn U_L, phụ thuộc vào tình trạng khu vực và thời gian tiếp xúc (xem hình 1.24).



1. Khu vực rất ẩm ướt, có thấm nước U_L = 12V

2. Khu vực ẩm ướt: U_L = 25V

3. Khu vực khô U_L = 50V

Hình 1.24 *Giới thiệu điện áp tiếp xúc giới hạn U_L phụ thuộc vào khu vực tiếp xúc và thời gian tiếp xúc*

U_L = 50V: đối với một người có điện trở cơ thể bình thường, da khô hay ít ẩm, đi giày, hoạt động trong những khu vực khô hay ít ẩm.

U_L = 25V: đối với một người có điện trở cơ thể yếu, da ướt, chân đi đất, hoạt động trong khu vực ẩm ướt.

Bảng 1.13 cho ta quan hệ giữa điện áp tiếp xúc U_c và thời gian tiếp xúc.

Bảng 1.13

Điện áp tiếp xúc U_c, [V]			
Điều kiện bình thường	Điều kiện đặc biệt		Thời gian cắt lớn nhất của thiết bị bố trí bảo vệ
< 50V	< 25V	< 12V	-
60V (≈ U_{L1})	25V (≈ U_{L3})	12V (≈ U_{L4})	5s
75	40	20	1s
90	50	27	500ms
110	65	37	200ms
150	95	55	100ms
220	145	82	50ms
280	195	110	30ms
350	250	135	20ms
500	370	210	10ms

1.4.2 Các bài toán

Bài toán 1

Trên một đường dây 230/400V, một người thợ điện muốn kiểm tra dây dẫn pha xem có cung cấp điện tốt không. Anh ta chạm vào dây pha L3 nhờ một loại dụng cụ thử nghiệm như hình vẽ. Dụng cụ này được cấu tạo bởi một bản kim loại, đèn nêôn và một điện trở 56KΩ đặt liên tiếp nhau. (hình 1.25). Để thực hiện việc kiểm tra này, anh ta đã đặt đôi chân lên nền lát gạch vuông. Như vậy, giống như bất cứ một mạch điện nào cũng đều bao gồm nguồn điện (một máy phát điện) và một mạch vòng kín dẫn điện.

1. Hãy xác định mạch điện này và hãy vẽ con đường dòng điện I_c đi qua người
2. Hãy tính dòng điện I_c đi qua người và xuống đất. Giả thiết điện trở người R_c = 2KΩ
3. Người thợ điện có nguy hiểm không, vì sao? (nếu ta không tính đến sụt áp ở chỗ tiếp xúc: tay – dụng cụ thử nghiệm và hai bàn chân – đất; tức là các điện trở tiếp xúc này bằng 0).
4. Anh ta thực hiện việc kiểm tra này lần nữa, lần này anh ta đứng trên chiếc ghế gỗ cách điện đối với đất, anh ta sẽ nhận thấy gì?
5. Anh ta vẫn đứng trên ghế gỗ, song lần này anh đặt tay kia trên đường ống nước bằng đồng, nằm cạnh đó, đường ống này từ đất đưa lên. Vậy anh ta sẽ nhận thấy gì? Hãy vẽ mạch điện đi trong trường hợp này.

Bài giải 1

1. Dòng điện sẽ đi qua bảng kim loại, đèn nêon, điện trở 56KΩ, điện trở cơ thể con người R_c, đất, điện trở của hệ thống tiếp đất dây trung tính R_{tt}, rồi đến điểm trung tính của lưới điện.

2. Dòng điện đi qua cơ thể người I_c là:

$I_c = 230/(56 + 2).\ 10^3 = 0{,}0039A$ (tức là 3,9mA: rõ ràng anh ta ít có cảm giác về dòng điện chạy qua người).

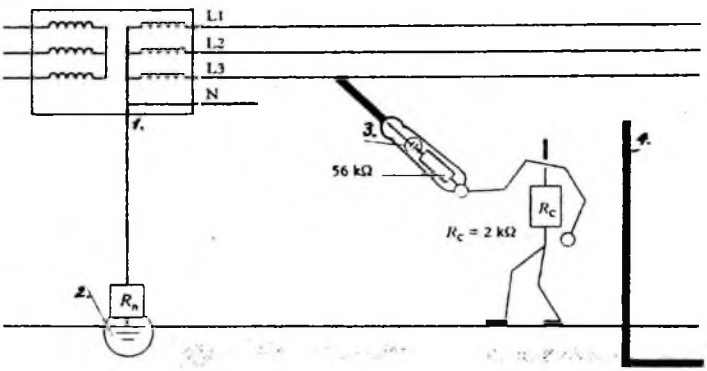
3. Người thợ điện không hề nguy hiểm vì:

$U_c = 0{,}0039 \times 2000 = 7{,}8V$

Giá trị này nằm dưới giá trị an toàn 25V

4. Ghế gỗ cách điện đối với đất nên sẽ làm tăng điện trở của mạch dòng điện đi qua người. Vì vậy nên dòng điện đi qua người sẽ bé hơn rất nhiều so với giá trị đã tính ở trường hợp trên (0,0039A) và đèn nêon ở dụng cụ thử nghiệm sẽ cháy với ánh sáng yếu hơn.

5. Khi tiếp xúc với ông nước thì sẽ làm giảm điện trở của mạch dòng điện đi qua người. Do vậy, ở trường hợp này dòng điện I_c trở nên rất đáng kể và đạt đến giá trị nguy hiểm đến tính mạng. Đèn nêon ở dụng cụ thử nghiệm sẽ cháy rất sáng.



1. Máy biến áp điện lực

2. Hệ thống tiếp đất dây trung tính R_n phía hạ áp máy biến áp

3. Đèn nêon: 4. Ống nước

Hình 1.25 *Giới thiệu bài toán 1*

Bài toán 2

Anh A bất thình lình chạm vào dây dẫn pha trong thời gian 1 giây. Điện trở cơ thể của anh ta lúc này là 2000Ω và không kể đến tất cả các điện trở nối nối tiếp trong mạch kín của dòng điện đi qua người anh ta. Thứ cấp của máy biến áp cung cấp một điện áp 230/400V (hình vẽ 1.26).

1. Giống như mọi mạch điện thông thường, trong mạch này sẽ có nguồn là một máy phát và một mạch vòng dẫn điện. Hãy vẽ đường đi của dòng điện I_c trong mạch này.

2. Điện áp nào mà mà anh A phải chịu

3. Tính toán dòng điện đi qua người I_c của anh A

Anh A có nguy hiểm không. Hiện tượng sinh lý sẽ xảy ra như thế nào đối với anh A.

4. Anh B chạm vào dây trung tính. Vậy anh B có nguy hiểm không vì sao?

Bài giải 2

1. Dòng điện I_c sẽ xuất phát từ L_3 rồi trở về điểm trung tính của lưới điện hạ thế 230/400V, thông qua điện trở cơ thể người anh A, là R_c, đất, điện trở của hệ thống tiếp đất dây trung tính.

2. Anh A phải chịu một điện áp là 230V. Nếu không kể đến giá trị của điện trở đất và giá trị của hệ thống tiếp đất dây trung tính phía hạ áp của máy biến áp, thì anh A đã tiếp xúc trực tiếp với dây pha L3 bằng tay và tiếp xúc với trung tính bằng chân. Do vậy, người anh ta sẽ chịu điện áp bằng điện áp giữa dây pha L3 và trung tính N, tức là 230V.

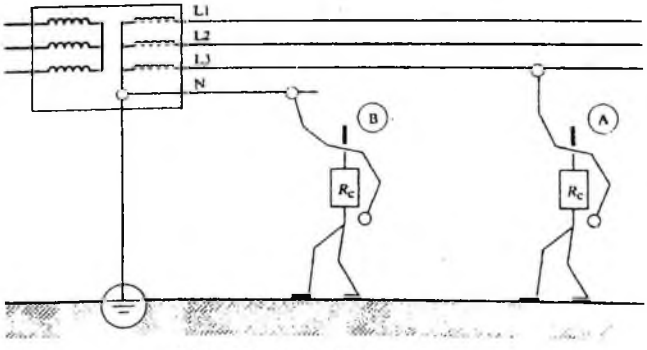
3. Anh A sẽ bị điện giật nguy hiểm vì:

$I_c = 230 : 2000\Omega = 0{,}115A$ hay 115mA

Giá trị này khá lớn, nó có thể tạo nên tim ngừng đập hẳn, nội tạng nóng nhiều và khả năng dẫn đến tử vong.

4. Anh B sẽ không nguy hiểm

Trung tính và đất được liên hệ nhau qua một điện trở rất nhỏ, coi như bằng không. Do đó, điểm trung tính và đất đều có điện thế bằng không, chính vì vậy nên anh B không hề chịu một điện áp nào; kết quả là không có dòng điện đi qua người anh B ($I_c = 0$).



Hình 1.26 *Giới thiệu bài toán 2*

Bài toán 3

Sơ đồ sau đây (1.27) là hệ thống điện 230/400V cung cấp cho một thiết bị điện. Thiết bị này bị hư hỏng nên có một điện trở rò 30Ω. Thiết bị nối đến hệ thống tiếp đất có điện trở R_u = 20Ω. Một người có điện trở R_c = 2000Ω chạm vào vỏ thiết bị. Điện trở tiếp xúc giữa tay – thiết bị và giữa chân – đất rất nhỏ coi như không đáng kể.

1. Hãy tính toán:

a) Dòng điện sự cố I_d

b) Điện áp tiếp xúc U_c

c) Dòng điện đi qua người I_c

Các tổng trở còn lại của mạch vòng sự cố là không đáng kể (điện trở của đất và điện trở hệ thống nối đất của trung tính máy biến áp được xem như bằng 0).

Người này có nguy hiểm không?

Bài giải 3

Để đơn giản việc tính toán, trong thực tế người ta thường không kể đến điện trở của cơ thể con người. Giá trị của điện trở này là 2000Ω được nối song song với 20Ω sẽ không làm thay đổi một cách có ý nghĩa đối với dòng điện I_d. Thật vậy, (2000×20)/(2000+20) = 19,8Ω rõ ràng sấp sỉ với 20Ω. Người ta thực hiện bài toán coi như người không còn chạm vào vỏ.

1. a) Dòng điện I_d = 230/(30 + 20) = 4,6A

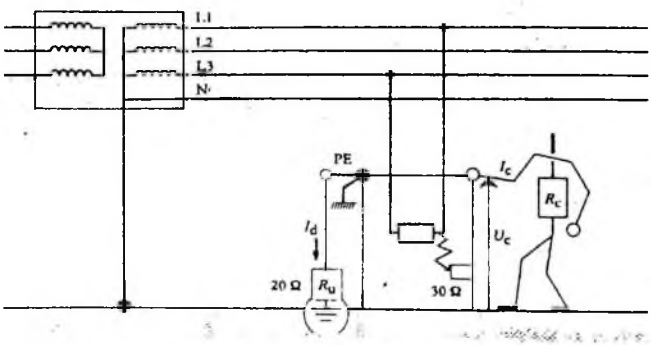
b) Tính điện áp tiếp xúc U_c ở các cực của R_u

U_c = 20 × 4,6 = 92V

c) Người chạm vào vỏ thiết bị bị sự cố hư hỏng, sẽ có dòng điện qua người I_c là

I_c = 92/2000 = 0,046A hay 46mA

2. Cường độ dòng điện qua người là 46mA trở nên nguy hiểm, cường độ này đã đạt đến ngưỡng của sự tê liệt hô hấp, có thể gây tử vong.



Hình 1.27 Giới thiệu bài toán 3

Chương 2

CÁC PHƯƠNG ÁN BẢO VỆ

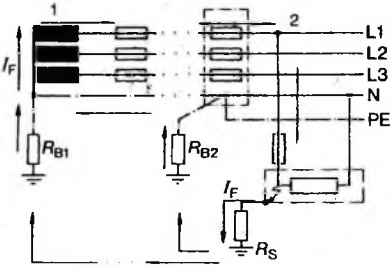
2.1 CÁC THUẬT NGỮ VÀ CÁC ĐỊNH NGHĨA LIÊN QUAN ĐẾN CÁC BIỆN PHÁP BẢO VỆ

Một số thuật ngữ và định nghĩa được sử dụng trong các tiêu chuẩn IEC và VDE là:

1- Sự cố cách điện hay hư hỏng cách điện là *tình trạng hư hỏng về cách điện*; ví dụ: hư hỏng cách điện của đường dây cáp chịu ẩm, do vì cố định với tường bằng cách dùng móc sắt đóng vào tường thay vì sử dụng các kẹp siết bằng chất dẻo.

2- Tiếp xúc với đất hay chạm đất (chạm mát) là một tai nạn nối điện, được tạo nên giữa thiết bị điện (ví dụ vỏ kim loại) với các phần sống [1] của trang thiết bị điện. Ta có thể thấy rõ ở hình 2.1. Ví dụ, một sự chạm mát có thể đặt giữa dây dẫn có điện áp và vỏ kim loại của thiết bị điện, nếu đường dây cung cấp điện không được đặt thông qua lớp cách điện, hay lớp cách điện bị hỏng.

3- Ngắn mạch là sự nối điện sự cố, nối giữa dây dẫn điện đang vận hành (hay các phần sống), khi không có tổng trở của hộ tiêu thụ trong mạch điện sự cố (hình 2.2).



Hình 2-1 Dòng điện chạm mát hay chạm đất
1- hệ thống cung cấp từ hạ áp của MBA hạ áp (V_{dm2} = 400V) ở hộ tiêu thụ;
2- thiết bị tiêu thụ điện ở hộ tiêu thụ
I_F - dòng điện chạm mát hay sự cố;
R_B - điện trở của hệ thống nối đất làm việc;
R_S - điện trở của hệ thống nối đất bảo vệ

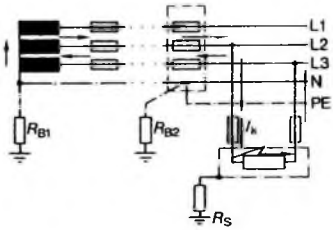
Ví dụ: Nếu điện áp đối với 4 lõi của đường cáp cung cấp cho một động cơ không thích hợp, có một lực kéo trên đường cáp có thể kéo làm cho hai lõi của dây cáp đang có điện áp bị tụt ra khỏi các đầu nối cáp và kéo theo làm chúng chạm nhau.

4- Ngắn mạch một dây dẫn điện với dây trung tính, là sự nối điện sự cố, giữa một dây dẫn điện đang hoạt động có điện áp ở hộ tiêu thụ hay thiết bị tiêu thụ điện với dây trung tính. Ví dụ có một đèn nung sáng hay thiết bị tiêu thụ tương tự, bị sự cố (hình 2.3). Sự cách ly của dây dẫn có điện áp, bị hư hỏng và kết quả đưa đến chạm dây trung tính hay chạm đất qua dây trung tính.

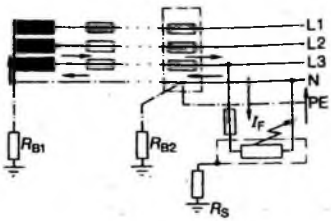
---

[1] Phần sống, theo VDEO100, hay phần tác động, là dây dẫn hay các thành phần dẫn của trang thiết bị điện mà ở đó có điện áp, được đặt dưới những điều kiện làm việc bình thường. Nói một cách khác, đó là phần bình thường có điện áp.

Ví dụ: Do thiếu trách nhiệm khi sửa chữa một trang thiết bị nhiệt có phần tử nhiệt, phần tử này có thể có một phần bị bắt cầu qua ốc bị lỏng hay bị bung ra, làm phần tử này chạm vào dây N.



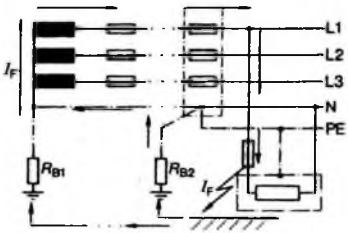
Hình 2-2 Mạch điện sự cố theo dạng ngắn mạch hai pha
(I_k - dòng điện ngắn mạch hay sự cố)



Hình 2-3 Mạch dòng điện sự cố do sự ngắn mạch một phần của hộ tiêu thụ hay phần tiêu thụ với dây trung tính N

5- Ngắn mạch nối đất là nối điện sự cố, bao gồm hồ quang điện, giữa một dây dẫn đi ra với đất, hay các thành phần được nối đất (hình 2.4).

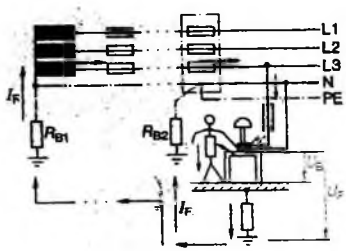
Ví dụ: Một đường dây cáp đã được chôn có nhiều lõi, đã bị làm hư hỏng trong quá trình xây dựng và lắp đặt, điều này dẫn đến kết quả là cách điện của dây dẫn có mang điện áp bị hư hỏng nối ngắn mạch với đất.



Hình 2-4 Dòng điện sự cố theo dạng ngắn mạch với đất (chạm đất một pha)

6- Điện áp sự cố (U_F) là điện áp sự cố xuất hiện giữa các thiết bị hay giữa thiết bị tiêu thụ điện và đất (hình 2.5).

Ví dụ: Sự cách điện bị hư hỏng của đèn bàn có vỏ kim loại. Khi tay chạm vào vỏ kim loại của đèn lúc bình thường, vỏ không có điện áp; nhưng khi cách điện bị hỏng, vỏ trở nên có điện áp, dòng điện sẽ chạy qua người. Ở hình 2.5, ta có điện áp tiếp xúc U_B và điện áp sự cố U_F, đồng thời ta có dòng điện sự cố I_F.



Hình 2-5 Điện áp sự cố xuất hiện khi đèn bị chạm vỏ hay "chạm mát"

U_B - điện áp tiếp xúc;
U_F - điện áp sự cố;
I_F - dòng điện sự cố

Ở đây chúng ta cần quan tâm đến dòng điện rò, thường ký hiệu $I_{\Delta n}$.

Theo VDE 0720 tương ứng với IEC 364, các dòng điện rò cho phép sau đây:

- Các dạng dụng cụ dùng điện trong gia đình: 10mA
- Bếp, lò điện: 1mA/kW
- Các lưới nướng, vỉ nướng: 5mA
- Thiết bị nung, nhúng chìm: 1mA
- Các đồ chơi trẻ em: 0,5mA

2.2 CÁC SƠ ĐỒ NỐI ĐẤT (SĐNĐ)

Các sơ đồ nối đất và sự nguy hiểm có thể xảy ra:

a) Chế độ trung tính và sơ đồ nối đất

Chế độ trung tính ở điện áp < 1000V là một phần của sơ đồ nối đất, khái niệm tiêu chuẩn hóa theo IEC 364 và các tiêu chuẩn tương đương, nó gồm cách nối đất như sau:

+ Trung tính của thứ cấp MBA hạ áp có thể nối đến hệ thống nối đất trực tiếp hay bằng một tổng trở.

+ Trung tính của thứ cấp MBA hạ áp cách điện hay ngăn cách với hệ thống nối đất.

Mặt khác, vỏ của trang thiết bị tiêu thụ điện cũng nối với hệ thống nối đất. Hệ thống nối đất của vỏ thiết bị luôn luôn được nối đến các khung sắt của các tòa nhà bê tông cốt sắt, hoặc trực tiếp, hoặc thông qua dây dẫn trung tính.

Các chữ viết tắt của sơ đồ nối đất (sđnđ) được thể hiện bằng hai chữ cái và chữ cái thứ ba thì tùy ý.

+ *Chữ đầu tiên:* Đặc trưng bằng điểm trung tính của máy biến áp (mba) hay của nguồn điện.

- I: ngăn cách với đất (Isolation)
- T: nối với đất (Terre) (hệ thống nối đất)

+ *Chữ thứ hai:* Đặc trưng cho vỏ của trang thiết bị điện

- T: nối với đất (Terre) (hệ thống nối đất)
- N: nối với dây trung tính N (Neutre)

+ *Chữ thứ ba (tùy ý), thể hiện:*

+ *Tình trạng của dây trung tính N và dây dẫn bảo vệ PE.*

Chữ C: thể hiện dây N và PE tạo thành một dây dẫn chung (Commun) gọi là PEN.

Chữ S: thể hiện dây N và dây PE riêng biệt nhau (Seperation).

Chú ý: Sơ đồ nối đất TNCS: là sơ đồ TN lúc đầu tiên chung là sợi PEN, sau đó tách ra riêng (PE và N riêng).

b) Các loại sơ đồ nối đất

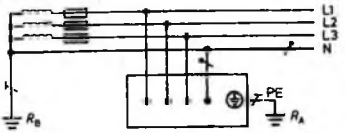
Ba sơ đồ tiêu chuẩn hóa được phổ biến là:

TT: hình 2.6

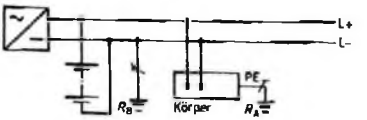
TN: với ba phương án: TN-C, TN-S và TN-C-S (tương ứng với các hình 2.7, 2.8 và 2.

IT: hình 2.10

Chú ý: với 2.6a, 2.7a, 2.8a, 2.9a và 2.10a dùng cho hệ thống dòng xoay chiều, c 2.6b, 2.7b, 2.8b, 2.9b và 2.10b dùng cho hệ thống dòng một chiều.

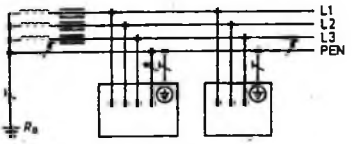


Hình 2-6a



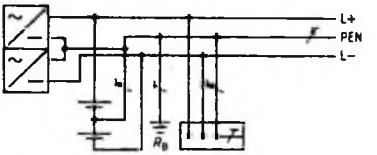
TT-

Hình 2-6b



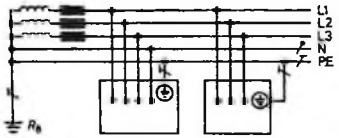
TN-C-

Hình 2-7a



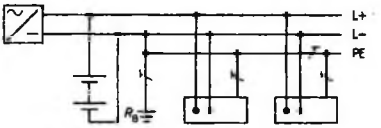
TN-C-

Hình 2-7b



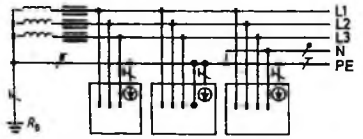
TN-S-

Hình 2-8a



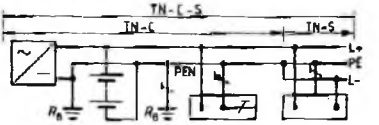
TN-S-I

Hình 2-8b



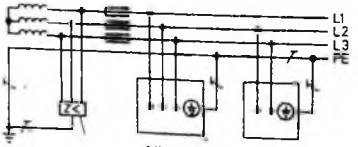
TN-C-S-

Hình 2-9a

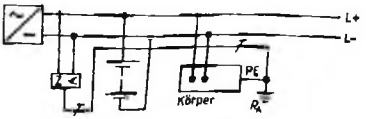


TN-C-B

Hình 2-9b



Hình 2-10a



Hình 2-10b

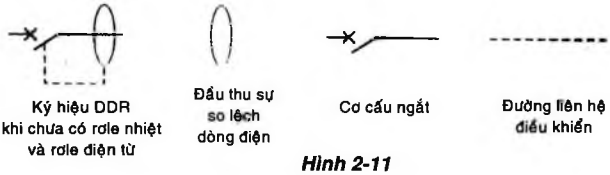
2.3 KHÍ CỤ ĐIỆN ĐƯỢC SỬ DỤNG NHẰM BẢO VỆ AN TOÀN ĐIỆN - DDR - ÁP TÔ MÁT DỰA VÀO DÒNG ĐIỆN SO LỆCH DƯ LOẠI G VÀ S

2.3.1 Khí cụ điện bảo vệ dựa vào dòng điện so lệch dư gọi tắt là: DDR - (disjoncteur différentiel résiduel)

Khí cụ điện nhằm bảo vệ an toàn điện dựa trên cơ sở dòng điện so lệch được gọi tắt là: DDR hay khí cụ bảo vệ đòng điện so lệch dư hoặc áptômát so lệch.

DDR đo được sự khác biệt dòng điện nhờ có một *đầu thu tổng vectơ* của các dòng điện chạy trong dây dẫn và nếu tổng này đạt đến một giá trị nguy hiểm đối với người (do điều chỉnh dòng điện) thì DDR sẽ tác động trong thời gian được thiết kế rất ngắn để tự động ngắt mạch điện cung cấp.

Sau đây là ký hiệu DDR trên sơ đồ và các thành phần của nó - hình 2.11.



Hình 2-11

2.3.2 Sự khác nhau của các áptômát so lệch (DDR) và cầu dao so lệch

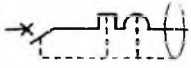
a) Áptômát so lệch: Hình 2.12a là sơ đồ thể hiện áptômát so lệch DDR. Thêm vào chức năng bảo vệ dựa vào dòng so lệch của áptômát, nó còn được bố trí thêm: rơle bảo vệ đối với quá dòng điện và ngắn mạch. Từ nhiệm vụ này, nó phải *có khả năng cắt ở dòng điện ngắn mạch xuất hiện:* I_{cc}.

b) Công tắc hay cầu dao so lệch (hình 2.12b)

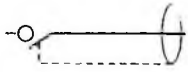
Nó có *khả năng cắt bị giới hạn*, nó phải kết hợp với một thiết bị bảo vệ đối với quá dòng điện.

c) Rơle so lệch (hình 2.12c)

Nó chỉ bao gồm một thiết bị dò sự cố và phát tín hiệu. Nó kết hợp với bộ phận cơ khí hay điện ở một áptômát cổ điển để tạo động tác mở mạch điện bị sự cố ra khỏi nguồn cung cấp.



Hình 2-12a



Hình 2-12b

Hình 2-12c

2.3.3 Đặc tính của các khí cụ điện có bảo vệ so lệch

a) Dòng điện so lệch dư được ký hiệu: $I_{\Delta n}$,

Trước đây, người ta thường gọi là: "Cỡ" dòng điện so lệch dư $I_{\Delta n}$, đó chính là giá trị định mức của tổng véctơ dòng điện, tạo nên sự tác động một cách chắc chắn của khí cụ điện.

Các giá trị đã được định mức như sau:

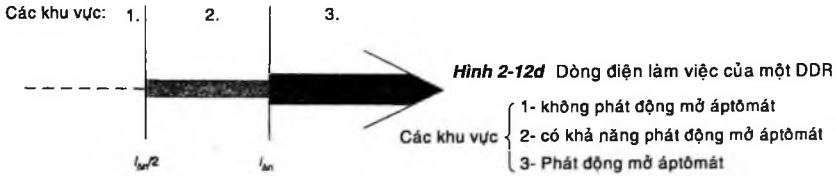
- Được sử dụng trong công nghiệp: 2, 5, 10 và 20A đó là áptômát có dòng điện định mức I_n, cỡ 3, 5, 10, 20A đi qua. Cỡ dòng điện so lệch dư hay còn gọi là độ nhậy trung bình là: 100mA, 300mA và 500mA.

Giá trị định mức của độ nhậy thông thường của DDR là: 10mA, 20mA, 30mA, 100mA, 300mA, 1A; các DDR có độ nhậy cao với $I_{\Delta n'} \leq 30mA$, được gọi là DDR độ nhậy cao.

- Ngưỡng điều chỉnh $I_{\Delta n'}$ của DDR là một trị số rất bé của dòng điện sự cố mà nó có thể dò tìm.

+ Dòng điện làm việc của DDR (hình 2.12d)

Tiêu chuẩn cấu tạo của các DDR được xác định ở các nước châu Á, châu Âu, ở Pháp là: dòng điện làm việc ở 20°C xuất phát từ ngưỡng điều chỉnh $I_{\Delta n}$ bởi: $I_{\Delta n/2} \leq I_{lv} \leq I_{\Delta n}$, tức là cho phép một sự làm việc giữa 50% và 100% của $I_{\Delta n}$.



Hình 2-12d Dòng điện làm việc của một DDR

Vậy, áptômát có bảo vệ so lệch có thể làm việc đối với tất cả dòng điện so lệch có giá trị bằng hay cao hơn $I_{\Delta n}/2$.

b) Dòng điện được ký hiệu: I_n,

Đó là dòng điện định mức mà thiết bị có thể chịu đựng được trong quá trình làm việc bình thường, không gây nên đốt nóng quá mức.

Các giá trị định mức là:

- Cầu dao so lệch: 10, 16, 25, 32, 40, 63, 80, 100 và 125A.
- Các áptômát loại nhỏ: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125A.
- Áptômát công nghiệp: 100, 125, 160, 250, 400 và 630A (và các giá trị không được định mức nhưng lại được dùng trong thực tế).
- Áptômát đường nhánh: 30, 45, 60 và 90A (những áptômát này là loại có khả năng điều chỉnh).

2.3.4 Áptômát có bảo vệ so lệch loại G và loại S

Tiêu chuẩn mới IEC 1008 xác định các đặc tính của bảo vệ so lệch:

- Loại G: dùng ở trường hợp tổng quát, với chức năng tức thời.
- Loại S: loại có chọn lọc, với chức năng "có thời gian" hay "trễ".

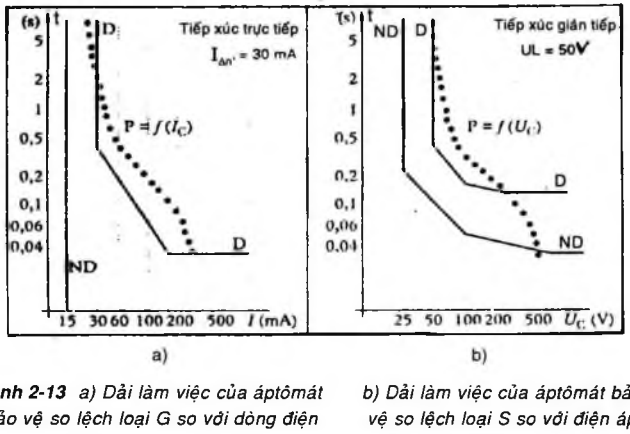
Loại S được chọn lọc so sánh với loại G: (bảng 2.1)

Bảng 2.1

Tóm tắt các đặc tính của áptômát loại G và loại S							
Loại	Dòng điện định mức I_n	Dòng điện so lệch được ký hiệu $I_{\Delta n}$	Dòng điện sự cố				
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	500A	
G	nào đó	nào đó	0,5gy	0,2gy	0,04gy	0,04gy	Thời gian mở áptômát
S	> 25A	> 30mA	0,5gy	0,2gy	0,15gy	0,15gy	Mở
			0,13gy	0,06gy	0,05gy	0,04gy	Không mở

Bảng trên đây cho ta thời gian mở và không mở áptômát tùy thuộc vào giá trị của dòng điện sự cố.

- Đối với loại S: với I_n > 25A và $I_{\Delta n}$ > 30mA, bảng cho hai giá trị tương ứng với hai trạng thái.



Hình 2-13 *a) Dải làm việc của áptômát bảo vệ so lệch loại G so với dòng điện cơ thể của người chịu được*

b) Dải làm việc của áptômát bảo vệ so lệch loại S so với điện áp tiếp xúc của người chịu được

Ở đây: P - đường cong an toàn (bảo vệ người)

D - đường cong mở áptômát

ND - đường cong không mở áptômát

Hình 2.13 giới thiệu vùng làm việc giữa đường cong mở (D) và đường cong không mở (ND) so với đường cong bảo vệ của người (P).

Động tác mở áptômát không mong muốn

Động tác mở này có thể phát sinh ra khi có cơn giông, tia sáng chớp của sét ở gần đấy mà nó tạo nên quá điện áp quá độ nhất thời trong lưới điện cung cấp. Để tránh những tác động mở áptômát như vậy, thì phần lớn các khí cụ bảo vệ so lệch hiện nay của loại G phải tránh được đối với quá điện áp tạm thời. Nét đặc thù này được làm nổi bật trên áptômát bằng một biểu hiện có dạng "vây cá mập" (ΛΛ). Mặt khác, các áptômát loại S do thực hiện thời gian trễ, nên sẽ cho đi qua quá điện áp tạm thời (khởi động động cơ, đốt cháy đèn ống huỳnh quang v.v...) mà không bị kích thích.

2.3.5 Cấu tạo và sự làm việc của áptômát có bảo vệ so lệch DDR

a) Cấu tạo:

Các phần tử chính cấu tạo nên DDR (hình 2.14, 2.15) là:

- *Mạch điện từ* ở dạng hình xuyến mà trên đó được quấn các cuộn dây của phần công suất (dây có tiết diện lớn), dòng điện cung cấp cho hộ tiêu thụ điện sẽ chạy qua cuộn dây này.
- *Rơle mở mạch cung cấp* được điều khiển bởi cuộn dây đo lường (dây tiết diện bé) cũng được đặt trên hình xuyến này, nó tác động trên các cực cắt).

b) Làm việc:

** Hệ thống một pha (hình 2.15a):*

Trong trường hợp sự cố: $\overline{I_1} = \overline{I_2} + \overline{I_d}$, do đó:

$\overline{I_1} > \overline{I_2}$, do vậy nên xuất hiện mất cân bằng trong hình xuyến từ, dẫn đến cảm ứng một dòng điện trong cuộn dây dò tìm → đưa đến tác động rơle và kết quả làm mở mạch điện.

** Hệ thống ba pha (hình 2.15b):*

Khi không có sự cố, chúng ta có: $\overline{I_1} + \overline{I_2} + \overline{I_3} + \overline{I_n} = 0$. Từ thông tổng hợp trong hình xuyến từ bằng không. Do đó sẽ không có dòng điện cảm ứng trong cuộn dây dò tìm.

Khi xuất hiện sự cố nào đó, ta có: $\overline{I_1} + \overline{I_2} + \overline{I_3} + \overline{I_n} \neq 0$. Từ thông tổng hợp trong hình xuyến từ, trong trường hợp này, sẽ khác trị số không (0), do vậy sẽ có dòng điện được cảm ứng trong cuộn dây dò tìm, vậy cuộn dây dò tìm sẽ tạo nên động tác mở các cực ngắt điện.

Hình 2.14 giới thiệu nguyên tắc làm việc của DDR.

Hình 2.15 giới thiệu cấu tạo và sự làm việc của áptômát có bảo vệ lệch dư DDR.

Ở hình 2.15a: I_1 - dòng điện đi vào thiết bị tiêu thụ điện

I_2 - dòng điện đi từ thiết bị tiêu thụ điện ra

I_d - dòng điện sự cố

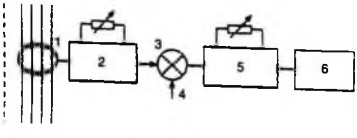
I_c - dòng điện đi qua cơ thể người.

Ở hình 2.15b: I_1 - dòng điện pha 1

I_2 - dòng điện pha 2

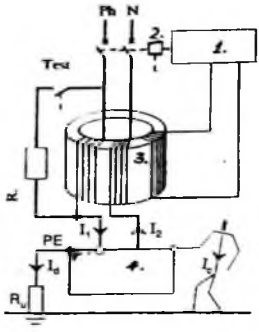
I_3 - dòng điện pha 3

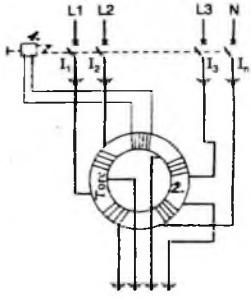
I_n - dòng điện đi qua dây trung tính.



Hình 2-14 Nguyên tắc làm việc của DDR

1- vòng xuyến từ; 2- bộ lọc và điều chỉnh độ nhạy;
3- bộ so sánh; 4- ngưỡng điều chỉnh;
5- bộ phận chờ đợi thời gian; 6- bộ phận điều khiển mở





Hình 2-15a Hệ thống một pha
1- đo lường sự cân bằng; 2- cơ cấu nhả; 3- vành xuyến từ; 4- thiết bị dùng điện

Hình 2-15b Hệ thống 3 pha
1- cơ cấu nhả; 2- vành xuyến từ

Bảng 2.8 *Tài liệu kỹ thuật của Merlin Gerin*

	Bảo vệ so lệch tức thời				
	Loại	Điện áp (V)	Cỡ (dòng điện định mức) (A)	Độ nhạy (mA)	Tham khảo
	Một cực được bảo vệ (có 2 cực)	250	15/30/45	500	13100
			30/45/60	500	13106
			60/75/90	500	13105
	Ba cực được bảo vệ (có 4 cực)	440	10/15/20/ 25/30	500	13102
			30/40/50/60	500	13103
	Bảo vệ so lệch chọn lọc				
	Một cực được bảo vệ (có 2 cực)	250	15/30/45	500 S	13120
			30/45/60	500 S	13121
			60/75/90	500 S	13122
	Ba cực được bảo vệ (có 4 cực)	440	10/15/20 25/30	500 S	13123
			30/40/50/60	500 S	13124

	Cầu dao so lệch						
	Cầu dao so lệch tức thời						
	Loại	Điện áp (V)	Cỡ (dòng điện) (A)	Độ nhạy (mA)			Tham khảo
				10	30	100	300
	Hai cực	240	25	23163	23164		23166
			40		23168	23170	23171
			63		23173	23174	23175
	Bốn cực	415	25		23192		23194
			40		23196	23198	23199
			63		23201	23202	23203

2.4 BẢO VỆ SO LỆCH: TÍNH LỰA CHỌN - SỰ PHỐI HỢP

2.4.1 Tính lựa chọn giữa các DDR

Từ ngữ "tính lựa chọn" hay "khả năng chọn lọc" được dành riêng cho sự phối hợp của các khí cụ điện được đặt nối tiếp nhau (mà tiêu chuẩn năm 1977 ở Pháp và Tây Âu) gọi là *tính lựa chọn thẳng đứng*. Cách gọi tên: "tính lựa chọn nằm ngang" của cùng một tiêu chuẩn đã được thay thế bằng thuật ngữ "khả năng chọn lọc các mạng điện".

a) Khả năng chọn lọc tổng hợp

Trong trường hợp sự cố, mục đích chính của khả năng chọn lọc tổng hợp là: nhằm *loại trừ duy nhất phần thiết bị nhiễu loạn* dù cho giá trị của dòng điện sự cố là như thế nào. Để đạt được khả năng chọn lọc này, các khí cụ điện dùng vào mục đích bảo vệ phải thỏa mãn hai điều kiện:

- Dòng điện không làm việc: I_{nf} của khí cụ điện được đặt ở phía trên (thượng lưu) A phải có giá trị lớn hơn dòng điện làm việc I_f của khí cụ điện đặt ở phía dưới (hạ lưu) B (hình 2.16).

- Thời gian không làm việc của khí cụ điện đặt ở phía trên phải có giá trị lớn hơn thời gian làm việc của khí cụ điện đặt ở phía dưới, đối với tất cả giá trị của dòng điện so lệch sự cố.

+ Điều kiện thứ nhất: $I_{\Delta n'}/2$ (ở phía trên) > $I_{\Delta n'}$ (ở phía dưới)

+ Điều kiện thứ hai: $t_{nfA} > t_{fB}$

Ở đây: $I_{\Delta n'}$ - dòng điện so lệch dư định mức

t_{nf} - thời gian tối thiểu *không làm việc* của rơle so lệch

t_f - thời gian tối thiểu *làm việc* của rơle so lệch.

Ví dụ: Khả năng chọn lọc tổng *ở hai mức* đối với trang thiết bị tiêu thụ điện nhỏ. Các DDR có dòng điện $I_{\Delta n'}$: 300mA và 30mA được chọn lọc (hình 2.17). Hệ thống cung cấp công nghiệp với khả năng chọn lọc tổng chung ở ba mức. Các khí cụ bảo vệ dòng điện so lệch, $I_{\Delta n'}$ = 30mA không bao giờ có thời gian trễ (hình 2.17).

Ở hình 2.17: với khả năng chọn lọc ở hai mức:

+ Áptômát tự động ở phía trên: $I_{\Delta n'1}$

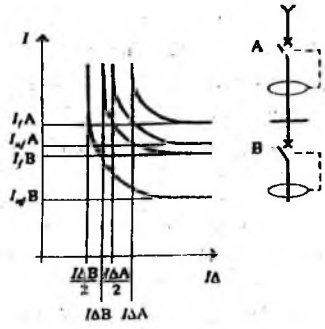
Thời gian trễ 400ms

$I_{\Delta n'}$ = 300mA

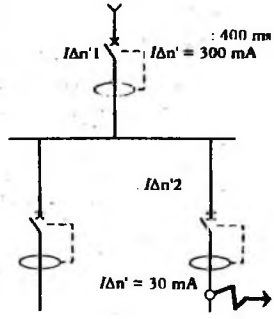
+ Áptômát tự động ở phía dưới (hạ lưu): $I_{\Delta n'2}$

Thời gian: tức thời

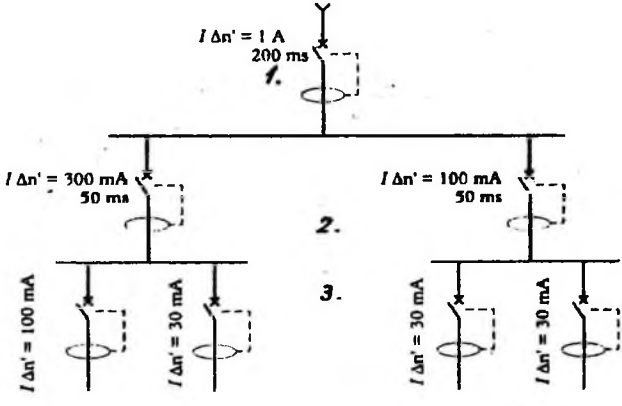
$I_{\Delta n'}$ = 30mA



Hình 2-16



Hình 2-17

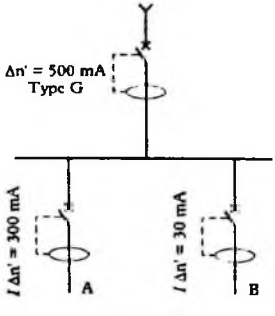


Hình 2-18 Hệ thống cung cấp điện công nghiệp với khả năng chọn lọc tổng ở ba mức chậm (trễ) mức 1 → chậm 200ms; mức 2 - chậm 50ms; mức 3 - không có thời gian trễ

b) Tính chọn lọc từng phần: Tính chọn lọc được gọi là "từng phần", khi nó không tiếp nhận đối với một số giá trị dòng điện sự cố. Tính chọn lọc được thỏa mãn khi các hệ quả của một sự cố có thể kéo theo ngắt điện từng phần hay ngắt điện toàn bộ hệ thống cung cấp điện. Sau đây là ví dụ về tính chọn lọc từng phần (hình 2.19).

Ở hình 2.19, tính chọn lọc từng phần sẽ không đảm bảo:

+ Nếu sự cố bắt nguồn từ phía hạ lưu B thì khí cụ điện loại G ở phía thượng lưu sẽ tác động do vì không có thời gian trễ.



Hình 2-19

+ Nếu sự cố bắt nguồn từ A ở phía hạ lưu thì cũng sẽ không có tính chọn lọc vì dòng điện so lệch định mức của khí cụ điện ở phía thượng lưu (loại G) là $I_{\Delta n'2}$ = 500/2 mA. Rõ ràng khí cụ điện ở phía thượng lưu sẽ tác động. Thời gian trễ của khí cụ điện so lệch của loại S: các thời gian trễ được dự kiến bởi tiêu chuẩn là: 50ms, 200ms và tối đa là 1 giây.

2.4.2 Sự phối hợp các khí cụ điện bảo vệ đối với quá dòng điện (quá tải)

a) Trường hợp áptômát có bảo vệ so lệch

Các áptômát này đảm bảo việc bảo vệ hệ thống cung cấp điện đối với quá tải và ngắn mạch, ngoài nhiệm vụ bảo vệ an toàn cho người.

Ví dụ: Một áptômát phục vụ cho phân phối điện có các đặc tính sau đây:

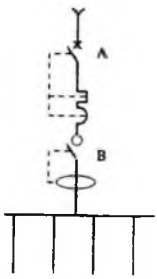
- Độ nhậy so lệch $I_{\Delta n'}$: 500mA
- Dòng điện định mức $I_{n'}$ = 45A
- Dòng điện ngắn mạch chấp nhận được I'_{cc} : 10KA

Rơle so lệch sẽ mở áptômát đối với: $500/2 \leq I_{sự\ cố} \leq 500mA$

- Những tiếp điểm cắt sẽ chịu dòng điện thường xuyên đi qua là 45A;
- Nhưng trong trường hợp quá tải, hệ thống bảo vệ đối với quá tải sẽ cắt nguồn cung cấp ở dòng điện $45 \times 1,2 = 54A$.
- Trong trường hợp ngắn mạch ở phía dưới của áptômát, các tiếp điểm cắt nguồn cung cấp có thể phải chịu một cường độ dòng điện là 10KA (mà không hàn dính những tiếp điểm này lại).

b) Trường hợp các cầu dao có bảo vệ so lệch

Cầu dao có bảo vệ so lệch B, có một khả năng cắt giới hạn, phải được phối hợp với một khí cụ điện bảo vệ đối với quá dòng điện và ngắn mạch A (áptômát điện từ - nhiệt). Nó phải để quá dòng điện chạy qua mà không bị hư hỏng và không được mở mạch (không được ngắt nguồn điện cung cấp) (hình 2.20).



Hình 2-20

Tiêu chuẩn chấp nhận là: cầu dao có bảo vệ so lệch có thể chịu đựng và làm việc đối với một dòng điện ngắn mạch đến 6 × $I_{n'}$. Vậy, nếu như dòng điện ngắn mạch lớn hơn thì mạch điện sẽ được bảo vệ bằng khí cụ điện khác để đảm bảo cắt dòng điện ngắn mạch và đưa phần bị sự cố ra khỏi nguồn điện.

2.4.3 Sự tương hợp của các khí cụ điện có bảo vệ so lệch với thiết bị chống sét

Tiêu chuẩn bắt buộc ở một số vùng nào đó phải bố trí thiết bị chống sét để bảo vệ toàn bộ thiết bị đối với quá điện áp phát sinh từ khí quyển (sét đánh). Thiết bị chống sét luôn luôn được đặt ở phía dưới của DDR nên có thể tạo ra sự mở của DDR. Dòng điện sét chạy qua thiết bị chống sét trong lúc này có thể tạo cho DDR tiếp nhận như là dòng điện sự cố và vì vậy sẽ thực hiện mở DDR.

2.4.4 Bài toán 1

Một người thợ điện có nhiệm vụ phải đặt một áptômát trên đường cung cấp điện nhánh vào trong một ngôi nhà. Để tiến hành việc lựa chọn của mình, anh ta có tài liệu sau đây được trích ra từ tài liệu katalô kỹ thuật (Merlin-Gerin) là:

Áptômát mắc ở đường cung cấp điện nhánh DB90 với bảo vệ so lệch.

Áptômát này có một rơle bảo vệ so lệch chọn lọc dùng để duy trì cung cấp cho tập hợp của trang thiết bị sử dụng điện khi:

+ Mỗi một đường dây đi ra phía hạ lưu được trang bị một rơle bảo vệ so lệch 30mA, để cho khi ở đường đi ra có một sự cố cách điện thì nó sẽ được cắt.

+ Một thiết bị chống sét được đặt ở phía hạ lưu để loại quá điện áp ra khỏi lưới điện.

+ Một "nút bấm - kiểm tra cho phép kiểm tra" chất lượng của hệ thống nối đất.

Ngôi nhà riêng này (có U_{Lmax} = 25V) được cung cấp bởi một đường dây 3 pha 4 dây (3 × 400V + N) từ lưới điện công cộng của Sở điện lực (chế độ TT). Thiết bị đóng cắt bảo vệ là một áptômát mắc ở nhánh có thời gian trễ, độ nhạy 500mA rơle nhiệt được điều chỉnh ở 20A.

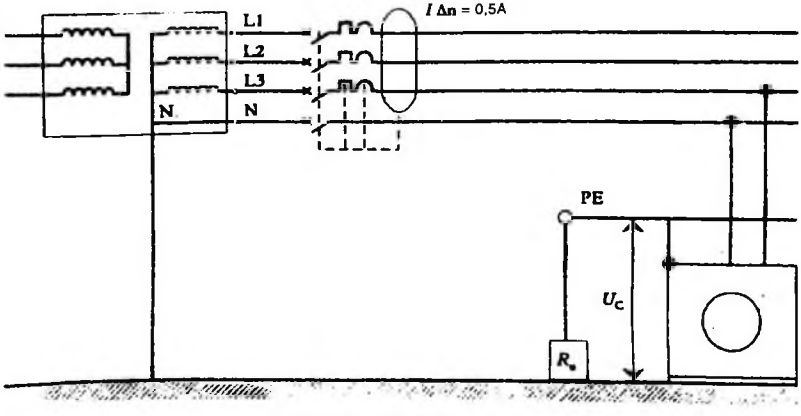
1- Hãy kể ra những tiêu chuẩn lựa chọn của áptômát.

2- Hãy nêu lên sự tham khảo về áptômát sao cho nó sẽ thích hợp nhất khi dùng ở trong nhà.

3- Giá trị lớn nhất nào của hệ thống nối đất được dự kiến?

Kể từ giá trị nào của dòng điện sự cố mà áptômát có thể thực hiện tác động mở mạch điện?

Bài giải: (hình 2.21)



Hình 2-21 Giới thiệu bài toán

1- Tiêu chuẩn lựa chọn của áptômát:

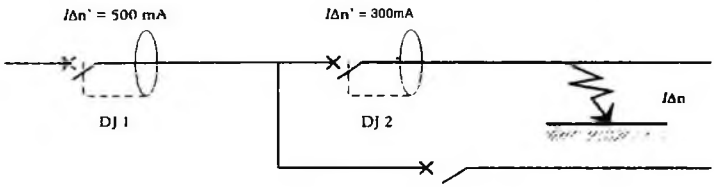
- Áptômát mắc ở nhánh, phải là áptômát được mở có thời gian trễ; do đó, t phải chọn một áptômát bảo vệ so lệch có chọn lọc;
- Đường dây cung cấp điện là đường dây 3 pha 4 dây (3 × 400V + N); ta phải chọ một áptômát có 4 cực cắt (loại 4 cực) với ba cực được bảo vệ (hình vẽ 2.21).
- Cỡ kích thước dòng điện tương ứng với giá trị cực đại mà áptômát có thể chị đựng được lâu dài thường xuyên là 20A. Chúng ta phải chọn loại chứa giá trị nà ở trong một dẫy có các cỡ kích thước; trong trường hợp này có loại 10/15/20A Chúng ta kiểm tra và điều chỉnh phần nhiệt với cường độ dòng điện 20A.
- Độ nhạy tương ứng với độ nhạy của bảo vệ so lệch là 500mA, dòng điện rò lớ nhất, mà nếu nó không tạo nên động tác mở mạch điện thì có thể vẫn tồn tạ ở vỏ của ngôi nhà, do đó sẽ nguy hiểm.

2- Chọn áptômát: xem bảng 2.8 loại: tham khảo số 13123.

3- Giá trị lớn nhất của điện trở hệ thống nối đất: r = 25/0,5 = 50Ω.

Áptômát có thể mở ra kể từ dòng điện $I_{\Delta n/2}$ = 250mA.

Bài toán 2 (hình 2.22)



Hình 2-22

Hai áptômát có bảo vệ so lệch loại G được mắc nối tiếp nhau theo sơ đồ sa đây (hình 2.22). Chúng ta hãy nghiên cứu tính chọn lọc của chúng, tùy theo giá tr của dòng điện sự cố $I_{\Delta n}$.

1- Hãy điền vào bảng sau đây:

$I_{\Delta n}$	30mA	155mA	260mA	300mA	500mA
DJ1 Khả năng cắt: có/không					
DJ2 Khả năng cắt: có/không					

2- Người ta sẽ nhận thấy gì?

3- Giải pháp nào có thể được dự kiến ở DJ1, để trong các trường hợp xảy ra tính chọn lọc tổng cho cả thiết bị DJ1 và DJ2 này sẽ được đảm bảo?

Bài giải: 1-

$I_{\Delta n}$	30mA	155mA	260mA	300mA	500mA
DJ1 Khả năng cắt: có/không	Không	Không	Có	Có	Có
DJ2 Khả năng cắt: có/không	Không	Có	Có	Có	Có

2- Ta sẽ nhận thấy:

- DJ1 và DJ2 sẽ không mở, vì: 30mA < $I_{\Delta n/2}$ của DJ1 và của DJ2
- DJ1 sẽ không mở vì: 155mA < $I_{\Delta n/2}$; DJ2 có thể mở vì 155mA > $I_{\Delta n/2}$
- DJ1 có thể mở vì: 260mA > $I_{\Delta n/2}$; DJ2 có thể mở vì 260mA > $I_{\Delta n/2}$
- DJ1 có thể mở vì: 300mA < $I_{\Delta n/2}$; DJ2 có thể mở vì 300mA > $I_{\Delta n/2}$
- DJ1 có thể mở vì: 500mA < $I_{\Delta n/2}$; DJ2 có thể mở vì 500mA > $I_{\Delta n/2}$

Rõ ràng tính chọn lọc tổng chỉ được đảm bảo trong trường hợp thứ hai, tức là trường hợp $I_{\Delta n}$ = 155mA.

3- Để cho tính chọn lọc tổng được bảo đảm, thì DJ1 phải có thời gian trễ hơn so với DJ2.

2.4.5 Thời gian cắt điện tổng tối đa

Khi điện áp tiếp xúc U_c càng cao thì các tiêu chuẩn an toàn đều thể hiện yêu cầu phải đưa phần có sự cố điện ra khỏi vùng có điện áp, càng phải nhanh. Bảng sau đây (2.9) cho ta thời gian cắt mạch điện tối đa cần phải tôn trọng. Bảng 2.9 này cho ta thời gian tối đa cắt mạch điện cần tôn trọng, tùy thuộc vào điện áp tiếp xúc được giả định trong những vùng độ ẩm rất ít (bình thường) hay vùng độ ẩm khá lớn.

Bảng 2.9

Điều kiện bình thường (U_L = 50V) (1)			Điều kiện ẩm cao, thấm nước U_L = 25V (2)		
Điện áp tiếp xúc U_c	Thời gian cắt của thiết bị bảo vệ (giây - s)		Điện áp tiếp xúc U_c	Thời gian cắt của thiết bị bảo vệ (giây - s)	
Giả thiết cực đại, V	Dòng xoay chiều	Dòng một chiều	Giả thiết cực đại, V	Dòng xoay chiều	Dòng một chiều
< 50	5	5	< 25	5	5
50	5	5	25	5	5
75	0,60	5	50	0,48	5
90	0,45	5	75	0,30	2
120	0,34	5	90	0,25	0,80
150	0,27	1	120	0,18	0,50
220	0,17	0,40	150	0,12	0,25
280	0,12	0,30	220	0,05	0,06
350	0,08	0,20	280	0,02	0,02
500	0,04	0,10			
Việc chọn hệ thống nối đất (htnd) có ảnh hưởng trực tiếp đối với dòng điện sự cố và bố trí thiết bị bảo vệ phù hợp phải tôn trọng các điều kiện này.			(1) Điện trở của mặt đất và sự có mặt của đôi giày phải được tính bởi các giá trị này. (2) Bảng các khu vực, mà đối với khu vực đó, điện áp này được đặt ra và tính (theo định nghĩa của các tiêu chuẩn).		

Đối chiếu với bảng 2.9 này, ở bài toán 1 (phần 2.4.3), ta thấy:

Giá trị của hệ thống nối đất, ở môi trường được giới hạn bởi điện áp an toàn U_L = 25V, giả thiết điện áp tiếp xúc U_c cực đại là: 25V

+) 25/0,5 = 50Ω với một áptômát có bảo vệ so lệch 500mA và thời gian cắt của thiết bị bảo vệ tối đa là 5 giây.

+) 25/0,30 = 83Ω với áptômát có bảo vệ so lệch 300mA và với thời gian của thiết bị bảo vệ tối đa cũng chỉ là 5 giây.

+) 25/0,1 = 250Ω với áptômát có bảo vệ so lệch 100mA và với thời gian của thiết bị bảo vệ tối đa cũng chỉ là 5 giây.

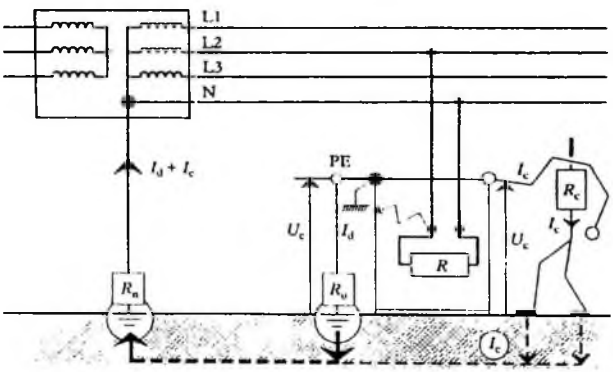
Chú ý: đối với hệ thống cung cấp điện chỉ có cầu dao và cầu chì thông thường mà không có áptômát bảo vệ so lệch thì yêu cầu hệ thống nối đất phải có giá trị tối đa không quá 4Ω.

2.5 NỐI ĐẤT

2.5.1 Tổng quát

Khi ta muốn nối đất (tiếp đất) vỏ kim loại của một dàn hay sườn nhà, một tủ điện hay máy móc nào đó, ta luôn luôn phải tìm đường dẫn tốt nhất để dẫn xuống đất và điện trở của đất R_u có thể đạt được phải bé nhất.

Người ta gọi "điện trở của đất R_u" là điện trở giữa điểm: "hệ thống nối đất" và một điểm của đất T đủ xa để điện thế của điểm này không được biến đổi khi dòng điện sự cố chạy qua hệ thống nối đất.



Hình 2-23

Trong trường hợp sự cố, nếu hệ thống nối đất R_u xấu không đạt yêu cầu, người ta sợ rằng một người nào đó tiếp xuc với vỏ kim loại có đôi chân lại tiếp xúc trực tiếp với đất và bản thân người ấy lại là hệ thống nối đất nữa, và dòng điện sự cố đi qua người này sẽ khá lớn (hình 2.23).

** Xác định điện áp tiếp xúc của người U_c và dòng điện qua người:* I_c

Không tính đến sự có mặt của điện trở cơ thể người R_c, ta hãy tính dòng điện chạy trong mạch sự cố: $I_d = \frac{U}{R_u}$. Dòng điện sự cố này chạy qua R_u và làm xuất hiện điện áp → U_c trên các cực.

$$U_c = R_u.I_d$$

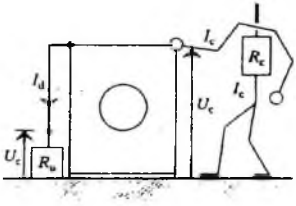
Kế đó, chúng ta hãy cho rằng điện áp U_c được áp đặt vào cơ thể người R_c và ta sẽ nhận được dòng điện đi qua người là:

$$I_c = U_c / R_c \qquad \text{(hình 2.24)}$$

** Các quy định về hệ thống nối đất: "T" và các dây dẫn bảo vệ PE* (theo tiêu chuẩn C 15100(*1)):

Điều khoản 11. Hệ thống nối đất cũng như các dây dẫn bảo vệ phải thỏa mãn các điều kiện sau đây:

a) Cách lắp đặt chung của hệ thống trang thiết bị và kim loại được dưa vào trong bố cục chung, phải được thiết kế, bố trí làm sao tránh được tất cả sự giảm dần tuổi thọ do vì các tác động cơ khí và nhiệt và chống được đối với sự ăn mòn của đất và môi trường tạo nên do hiệu quả điện phân.



Hình 2-24

b) Việc nối các dây dẫn bảo vệ PE giữa chúng với nhau và với hệ thống nối đất phải được đảm bảo sao cho có hiệu quả tốt nhất và lâu bền nhất.

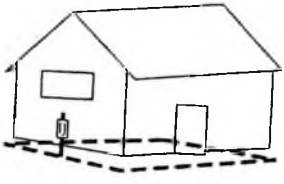
c) Các vỏ kim loại của các thiết bị được nối đến hệ thống nối đất phải được nối theo dạng rẽ nhánh xuất phát từ một đường vánh đai nối đất chính. Dù trong bất kỳ trường hợp nào, chúng cũng *không được mắc nối tiếp* trên vánh đai nối đất chính này cũng như không được mắc nối tiếp nhau trên đường dây rẽ nhánh.

d) Không được bố trí: Cầu chí, công tắc, cầu dao hay áptômát trên đường dẫn của dây dẫn bảo vệ PE.

2.5.2 Cách thực hiện hệ thống nối đất

a) Đặt đường vành đai chính ở sâu trong rãnh:

Hệ thống nối đất có thể thực hiện bằng một đường dây dẫn bằng đồng tiết diện 28mm^2 hay bằng đai đồng trần có tiết diện 28mm^2, chiều dày tối thiểu 2mm như hình 2.25.


Hình 2-25

Người ta cũng có thể sử dụng thép, mạ hay tráng kẽm có tiết diện 95mm^2 hay thép đai (thép lá) có tiết diện tối thiểu 100m^2, chiều dày tối thiểu 4mm.

(*1) Tiêu chuẩn C 15100: tiêu chuẩn ở Pháp và đại đa số các nước châu Âu tương đương với IEC-364 sau này.

b) Đóng cọc vào trong đất (hình 2.26)

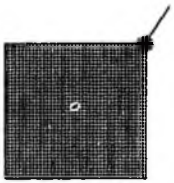
Người ta sử dụng những thép ống hay thép định hình L, U,... tương đương với thép tròn đường kính 25mm có chiều dày tối thiểu không nên nhỏ hơn 4mm, chiều dài 2m, được mạ điện hay tráng kẽm. Muốn làm cho điện trở của hệ thống nối đất nhỏ, tùy điều kiện cụ thể, ta có thể đóng nhiều cọc và phía trên các đầu cọc được nối với nhau bằng các đai thép mạ, tạo thành hệ thống nối đất hình lưới. Việc tính toán để xác định điện trở của hệ thống nối đất có thể tham khảo ở cuốn Cung cấp điện của tác giả do Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật in vào năm 2011.

Hình 2-26
Cọc đóng vào đất

c) Đặt các bản mỏng hay các lưới kim loại được dãi rộng ra:

Các bản hình vuông hay chữ nhật có diện tích bề mặt là $1m^2$, chiều dày tối thiểu là 2mm đối với bản đồng hoặc tối thiểu 4mm đối với bản thép mạ, được chôn sâu thẳng đứng sao cho trung tâm của nó phải có độ sâu ít nhất là 1m (hình 2.27).

Đối với vùng đất khô, điện trở suất của đất sẽ tăng lên và hiệu quả của hệ thống nối đất muốn đạt được yêu cầu thì trung tâm của bản này phải đặt cách mặt đất sâu hơn nữa; vì điện trở suất của đất sẽ giảm và phát huy dẫn điện tốt ở độ sâu 2m. Do vậy, nên người ta phải thi công hệ thống nối đất ở đáy của các hào của tòa nhà hay trong những hầm sâu.



Hình 2-27 **Các bản mỏng hay lưới kim loại diện tích $1m^2$ bằng đồng hay thép**

Cấm không được dùng các đường ống dẫn khí đốt, các đường ống dẫn hơi sưởi, các vỏ kim loại của cáp đi ngầm hay cả các đường ống dẫn nước làm nhiệm vụ đường dây nối đất hay hệ thống nối đất hay đường dẫn dây bảo vệ PE.

2.5.3 Chất lượng của hệ thống nối đất

a) Sự tản của dòng điện sự cố trong đất:

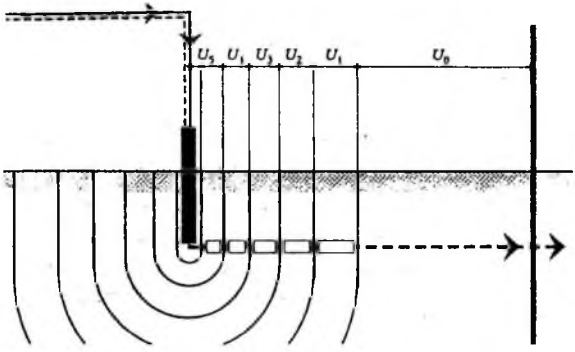
Về phương diện lý thuyết, ta có thể thực hiện hệ thống nối đất theo cách đóng một cái cọc vào trong đất. Dòng điện sự cố chạy vào trong đất sẽ đi qua các điện trở được đặt nối tiếp nhau liên tiếp, liên quan đến bản chất rất khác nhau của nhiều vùng đất (hình 2.28a). Mỗi một điện trở sẽ tương đương với vô số các điện trở song song, số lượng này sẽ tăng lên càng về sau đến vô tận ở một khoảng cách nào đó đối với hệ thống tiếp đất.

Xuất phát từ giới hạn này, điện trở của đất là bằng không và dù cho cường độ dòng điện sự cố có giá trị bao nhiêu đi nữa thì cũng sẽ không tạo nên một sụt sụt áp nào.

Như vậy, sẽ tồn tại xung quanh mỗi một hệ thống nối đất một vùng ảnh hưởng.

b) Điện trở suất của đất:

Điện trở suất của đất được xác định bằng Ωm. Điều này tương ứng với điện trở lý thuyết của một hình trụ đất có tiết diện $1m^2$ và chiều dài 1m. Điện trở suất là một phần tử biến đổi liên quan đến bản chất riêng của tầng đất. Độ ẩm đóng vai trò quyết định trong việc dẫn điện của đất (điện dẫn suất của đất), điều này giải thích điện trở suất rất lớn của các lớp đá chắc nịch và không thấm nước. Việc lắp đặt hệ thống nối đất trong vùng đất đá buộc chúng ta phải nghiên cứu các lớp đất nằm dưới sâu để tìm ra được vùng đất có độ ẩm nào đó để thi công hệ thống nối đất này đạt được hiệu quả mong muốn. Bảng 2.10 cho ta các giá trị cụ thể khi tính toán.



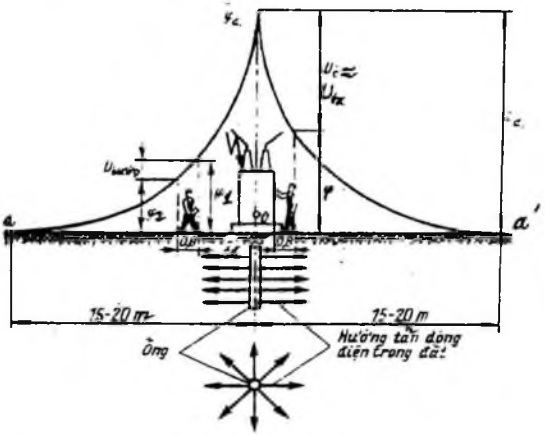
Hình 2-28a Giới thiệu hình ảnh dòng điện sự cố đi vào trong đất

Bảng 2.10

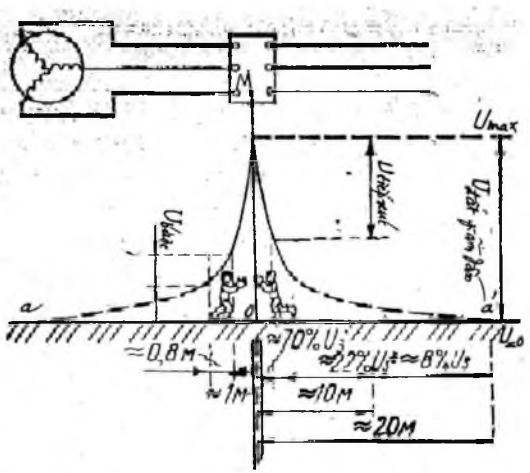
Bản chất của đất	Điện trở suất của đất $\rho_{đất}$ = [Ωm]
Đất sình lầy	từ 1 đến 30
Đất bùn	từ 20 đến 100
Đất mùn	từ 10 đến 150
Than bùn ẩm	từ 5 đến 100
Đất sét dẻo dễ tạo hình	50
Đất sét có vôi và đất sét đặc	từ 100 đến 200
Đất sét có vôi của dãy Giura (dãy núi ở Pháp và Thụy Sĩ)	từ 30 đến 40
Cát có lẫn đất sét	từ 50 đến 500
Cát có nhiều silic	từ 200 đến 3000
Đất có nhiều đá trắn	từ 1500 đến 3000
Đất có đá được bọc lớp cỏ	từ 300 đến 500
Vôi mềm (non)	từ 100 đến 300
Vôi chắc nịch	từ 1000 đến 5000
Vôi bị nứt	từ 500 đến 1000
Đá phiến	từ 50 đến 300
Đá phiến mica	800
Đá hoa cương (granit) và sành đang biến chất	từ 500 đến 100.000
Đá hoa cương và sành đã biến chất	từ 100 đến 600

Hệ thống nối đất bao gồm các điện cực và dây dẫn nối đất. Các điện cực nối đất bao gồm điện cực thẳng đứng được đóng sâu vào trong đất và điện cực ngang được chọn ngầm ở một độ sâu nhất định. Các dây nối đất dùng để nối liền các bộ phận được nối đất với các điện cực nối đất.

Khi có hệ thống nối đất, dòng điện ngắn mạch xuất hiện do cách điện của thiết bị điện với vỏ bị hư hỏng, sẽ chạy qua vỏ thiết bị theo dây dẫn nối đất xuống các điện cực và chạy tản vào trong đất (hình 2.28b).



Hình 2-28b Phân bố điện thế khi dòng điện chạy trong đất qua một thanh nối đất đóng thẳng đứng



Hình 2-28c Mặt đất tại chỗ điện cực (điểm 0) có điện thế lớn nhất, càng xa điện cực, thế càng giảm dần từ 10m đến 20m

Ở hình 2.28b cho đường cong phân bố thế trên đất. Mặt đất tại chỗ đặt điện cực (điểm 0) có điện thế lớn nhất, càng xa điện cực, thế càng giảm dần. Tại a và a' cách 0 khoảng 15 - 20m, thế nhỏ đến mức không đáng kể, có thể coi như bằng không (hình 2.28c).

2.5.4 Điện áp bước và điện áp tiếp xúc

a) Điện áp bước (hình 2.29)

Điện áp bước Δu là điện áp đặt ở trên bề mặt của đất, giữa hai điểm cách nhau bằng khoảng cách của một bước chân (người ta coi như là 1m trong hướng gradien điện thế lớn nhất). Phải kể đến điện áp bước trong các vùng dòng điện lớn, có khả năng dễ dàng chạy trong đất, ví dụ ở vùng phụ cận của các máy biến áp mà trung tính được nối đất.

Xác suất xảy ra nguy hiểm là tương đối ít. Khi có mặt của người nào đó ở vùng này, thì yêu cầu phải xuất hiện đồng thời sự cố đủ lớn để tạo ra sự chênh lệch điện thế giữa hai bước chân, khả năng phát sinh dòng điện nguy hiểm chạy qua cơ thể người.

b) Điện áp tiếp xúc:

Điện áp tiếp xúc Δu là điện áp giữa một cấu trúc kim loại được nối đất và một điểm của bề mặt của đất được đặt cách khoảng 1m (hình 2.30).

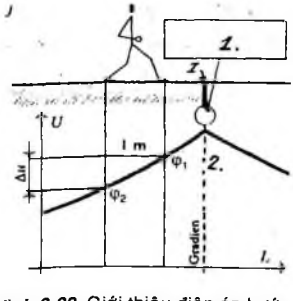
Nếu tay người hoặc một bộ phận nào đó của cơ thể người, chạm vỏ thiết bị thì điện áp tiếp xúc U_{tx} là điện áp giữa chỗ ở cơ thể người với chân người được xác định:

$$U_{tx} = \varphi_d - \varphi$$

Ở đây: φ_d - điện thế lớn nhất tại điểm O

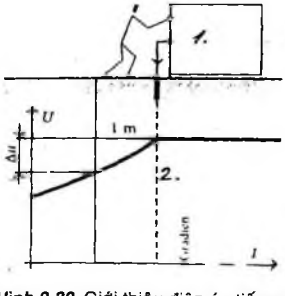
φ - thế tại điểm trên mặt đất, chỗ chân người đứng.

Khi người đi đến gần thiết bị bị hỏng cách điện thì xuất hiện điện áp bước giữa hai chân U_b



Hình 2-29 Giới thiệu điện áp bước

1- dây dẫn chôn sâu có dòng điện sự cố chạy;
2- gradien của điện thế lớn nhất



Hình 2-30 Giới thiệu điện áp tiếp xúc

1- cấu trúc kim loại có dòng điện sự cố chạy do vì bị chạm mát;
2- gradien của điện thế lớn nhất

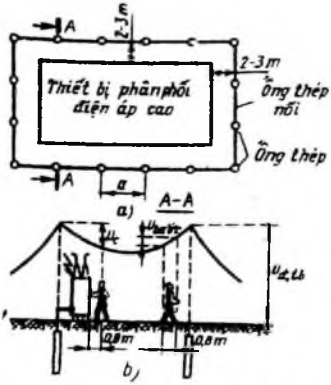
Điện áp bước xác định theo:

$$U_b = \varphi_1 - \varphi_2$$

Để tăng an toàn, tránh khi U_{tx} và $U_{bước}$ còn khá lớn có thể gây nguy hiểm đến tính mạng, ta dùng hình thức nối đất phức tạp hơn bằng cách bố trí thích hợp các điện cực trên diện tích đặt thiết bị điện và nối đất hình vòng xung quanh thiết bị điện (hình 2.31).

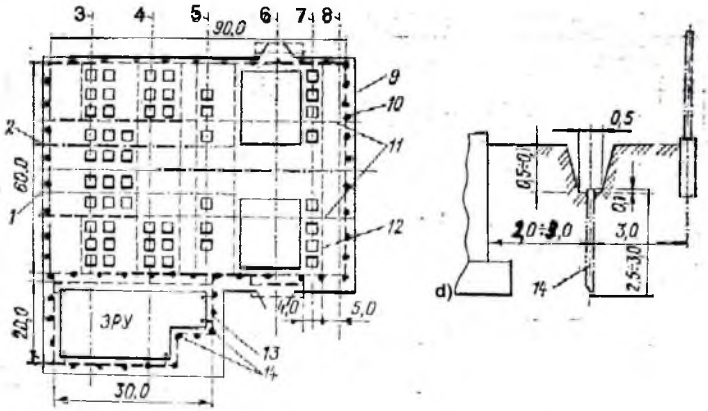
Đối với thiết bị điện có điện áp dưới 1000V, việc dùng bảo vệ nối đất được xác định bởi chế độ làm việc của trung tính.

Đối với thiết bị điện có điện áp trên 1000V, bảo vệ nối đất phải dùng trong mọi trường hợp không phụ thuộc vào chế độ làm việc của trung tính.



Hình 2-31 a, b) Nối đất hình vòng

Hệ thống nối đất cho chống sét và hệ thống nối đất cho thiết bị nhằm đảm bả an toàn cho người vận hành hoàn toàn riêng rẽ nhau. Hai hệ thống này có điểi ngoài cùng cách nhau ít nhất từ 6m trở lên (theo tiêu chuẩn phổ biến của các nước châu Âu).



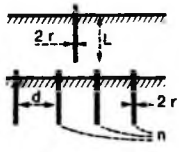
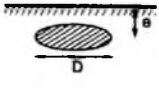
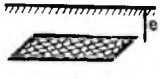
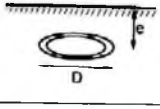
Hình 2-31 c, d) Hệ thống nối đất của một trạm điện

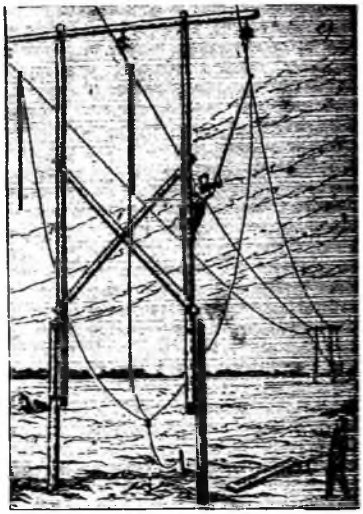
c) Mặt bằng của hệ thống nối đất trạm điện 110/35/6KV

d) Hình ảnh cọc đóng vào đất cách mặt đất từ 0,5 ÷ 0,7m

2.5.5 Các công thức để tính điện trở của hệ thống nối đất (cách tính gần đúng)

Bảng 2.11 *Các công thức để tính điện trở của hệ thống nối đất (cách tính đơn giản)*

Dạng nối đất		Giá trị điện trở
Bán cầu hay nửa cầu		$R = \frac{\rho}{2\pi r}$
Dạng đóng vào trong đất - L từ (2 ÷ 3)m - n: số lượng cọc đóng		$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left(\log\frac{4L}{r} - 1\right)$ nếu d > L $R = \frac{1}{n}\left[\frac{\rho}{2\pi L}\left(\log\frac{4L}{r} - 1\right) + \frac{\rho}{\pi d}\left(\frac{1}{2} + ... + \frac{1}{n}\right)\right]$
Các đường dẫn, cáp chôn nằm ngang: a) Một cáp dài L b) Hai cáp đặt gần nhau		a) $R = \frac{\rho}{\pi L}\left(\log\frac{2L}{\sqrt{2re}} - 1\right)$ b) Nếu $d' = \sqrt{d^2 + 4e^2}$: $R = \frac{\rho}{\pi L}\left(\log\frac{2L}{\sqrt[4]{2redd'}} - 1\right)$ d' - khoảng cách tương đương.
c) Nhiều cáp hình tia, n - số lượng cáp e - độ chôn sâu N - phụ thuộc n		c) $R = \frac{\rho}{n\pi L}\left(\log\frac{2L}{\sqrt{2re}} - 1 + N(n)\right)$ n: 2, 3, 4, 6, 8, 12, 100 N(n): 0,7, 1,53, 2,45, 4,42, 6,50, 11, 116
Đĩa: D - đường kính e - độ sâu		Nếu e << D $R = \frac{\rho}{4D}\left(1 - \frac{4e}{D}\right)$ Nếu e >> D $R = \frac{\rho}{8D} + \frac{\rho}{8\pi e}$
Lưới mắc cáo tạo thành bề mặt p - chu vi		$R \simeq \frac{2\rho}{p}$
Vòng tròn chôn sâu cách mặt đất e, đường kính D = 2r r - bán kính		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D}\log\frac{8D^2}{er}$



Hình 2-31 e) Thực hiện tiếp đất trước khi bảo dưỡng đường dây tải điện

2.6 AN TOÀN TRONG LẮP ĐẶT

2.6.1 An toàn trong việc lắp đặt các trang thiết bị điện trong gia đình

1. Tiết diện dây dẫn điện ở các pha

Tiết diện dây dẫn điện tương ứng với giá trị cường độ dòng điện định mức của các khí cụ điện dùng để bảo vệ (bảng 2.12).

Bảng 2.12

Loại mạch điện	Tiết diện dây dẫn điện bằng đồng	Công suất cực đại	Khí cụ điện dùng để bảo vệ
Chiếu sáng hỗn hợp 5 điểm cực đại	1,5mm^2	2300W	áptômát 16A cầu chì 10A
Các lỗ cắm điện tiện lợi - 5 điểm cực đại	2,5mm^2	4600W	áptômát 25A cầu chì 20A
Các mạch điện đặc biệt dùng trong gia đình			
Bình đun nước nóng	2,5mm^2	4600W	áptômát 25A cầu chì 20A
Máy rửa bát	2,5mm^2	4600W	áptômát 25A cầu chì 20A
Máy giặt	2,5mm^2	4600W	áptômát 25A cầu chì 20A
Bàn nấu hay nhà bếp, bếp nấu	6mm^2 (một pha)	7300W	áptômát 32A cầu chì 32A
	4mm^2 (ba pha)		áptômát 32A cầu chì 20A

Mạch sưởi ấm	1,5mm^2	2300W	áptômát 16A cầu chì 10A
	2,5mm^2	4600W	áptômát 25A cầu chì 20A
	4mm^2	5200W	áptômát 32A cầu chì 25A
	6mm^2	7300W	áptômát 32A cầu chì 32A

Các dây dẫn của cùng một mạch điện (dây pha, dây trung tính và dây PE) phải cùng một tiết diện.

2. Vị trí đặt của các thiết bị tiêu thụ điện và khí cụ điện

Bảng phân phối điện hay bảng điện không được đặt trong hốc tường, cũng không được đặt ở gần điểm cung cấp nước hay gần thiết bị sưởi. Ống dẫn của các đường dây điện phải đặt ở khoảng cách giữa 1m và 1m80 so với nền nhà.

Chiều cao của các đế lỗ cắm điện:

+ Trong các khu vực khô, tâm của đế lỗ cắm điện phải đặt ít nhất là cách 5cm so với mặt nền.

+ Trong các khu vực khác (bếp, buồng có nước, chỗ để xe ôtô v.v..) phải đặt ít nhất cách 25cm so với mặt nền.

Chiều cao của cầu dao điện phải đặt trong khoảng từ 1m đến 1m20 so với mặt nền nhà.

Điều khiển các mạch điện để sưởi ấm phải được thực hiện bởi khí cụ đóng cắt, ít nhất là ở tất cả các dây dẫn pha. Mỗi dây dẫn nối đất an toàn PE phải cùng tiết diện với dây pha (Ph) và dây trung tính (N).

Sau đây là sơ đồ hệ thống cung cấp điện cho loại nhà ở với giải pháp an toàn cao (hình 2.32).

Ở hình 2.32, có các chú thích sau đây:

1- Áptômát nhánh có bảo vệ so lệch chọn lọc loại S

2- Thiết bị chống sét (được bắt buộc trong một số khu vực có sét đánh)

3- Các lỗ cắm điện, bao gồm cả ở buồng tắm

4- Máy rửa bát, máy giặt

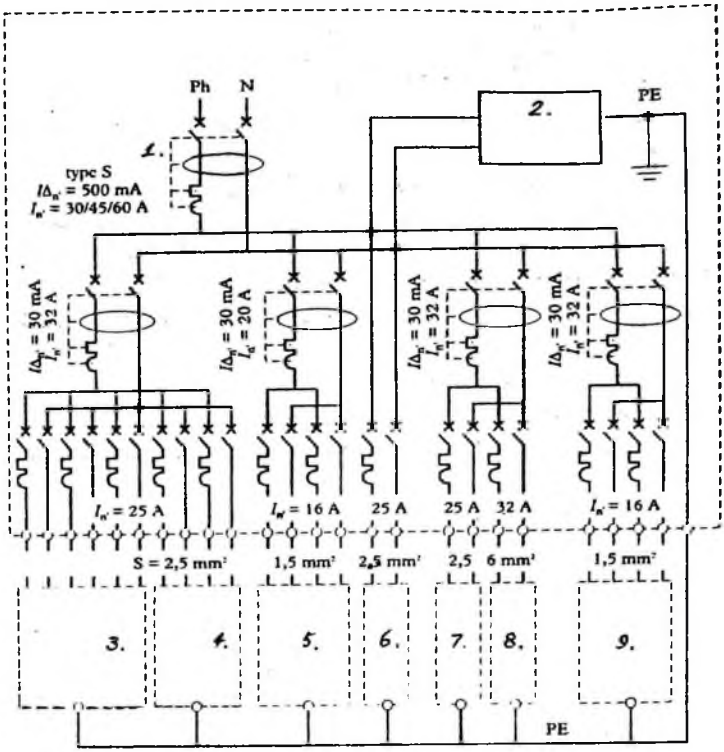
5- Mạch chiếu sáng chung

6- Bình nước nóng

7- Lò điện

8- Bếp nấu

9. Mạch sưởi ấm.



Hình 2-32

2.6.2 An toàn trong việc lắp đặt các trang thiết bị điện trong công nghiệp

* ***Sự chuẩn hóa các điện áp:*** Bảng 12.6 cho ta các điện áp được chuẩn hó trong cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ ở Pháp và Tây Âu.

Bảng 12.

Ký hiệu	Điện áp ở dòng điện xoay chiều	Điện áp ở dòng điện một chiều trơn (độ nhấp nhô < 15%)
HTB	U > 50KV	U > 75KV
HTA	1KV < U ≤ 50KV	1,5KV ≤ U ≤ 75KV
BTB	500V < U ≤ 1KV	750V < U ≤ 1,5KV
BTA	50V < U ≤ 500V	120V ≤ U ≤ 750V
TBT	U ≤ 50V	U ≤ 120V

Ứng dụng các điện áp ở dòng điện xoay chiều:

HTB - Các điện áp 60KV và 220KV được dùng rộng rãi trong các lưới điện truyền tải và phân phối công cộng.

Các điện áp 60KV và đặc biệt 150KV được ứng dụng để cung cấp điện cho các trang thiết bị lắp đặt sử dụng điện mà công suất cao hơn 12MW.

HTA - Các điện áp 3KV và 5,5KV được dùng để cung cấp điện cho những động cơ mà công suất nằm giữa 100 và 1500KW.

Điện áp 20KV cho phép cung cấp cho những trang thiết bị lắp đặt mà công suất có thể đạt đến từ 10 đến 12MW.

BTB - Điện áp được dùng trong một số các máy công nghiệp hay y tế.

BTA - Điện áp 230/400V được sử dụng để cung cấp điện phổ biến cho khu vực dân cư hay khu vực thủ công, nghệ thuật.

TBT - Các giá trị của TBT có quan hệ với các điện áp giới hạn tiếp xúc theo quy ước U_L mà người ta có thể chịu được lâu dài trong những điều kiện đặc biệt.

Người ta phân làm 3 loại TBT với những điều kiện ứng dụng đặc biệt sau đây:

a) Điện áp rất thấp cho an toàn (TBTS)

Bản thân TBT đã đảm bảo an toàn thực sự, vì TBT có tiêu chuẩn hóa $U \leq 50V$; các trường hợp này là:

+ Cung cấp điện từ một nguồn (máy biến áp an toàn, bình ắcquy...) mà các nguồn này trong mọi trường hợp không vượt quá điện áp U_L.

+ Các phần hoạt động không dược liên hệ về phương diện điện đến đất. Các vỏ của các thiết bị dùng điện không được chủ tâm liên hệ đến đất, đến dây dẫn bảo vệ hay đến vỏ của một thiết bị tiêu thụ điện nào khác.

+ Thực hiện nguyên tắc ngăn cách điện hai lần (hay cách điện kép), nó không cần thiết sử dụng với tất cả những loại bảo vệ nào khác.

TBTS được ứng dụng trong một số vùng với thể tích nhất định như buồng có nước, trong các hồ tắm hoặc để thực hiện chiếu sáng dưới nước v.v...

TBTS bắt buộc sử dụng như chỉ có một phương án bảo vệ duy nhất để cung cấp điện cho những đèn lưu động trong những khu vực bé, hẹp, có vật liệu dẫn điện.

b) Điện áp rất thấp cho bảo vệ (TBTP)

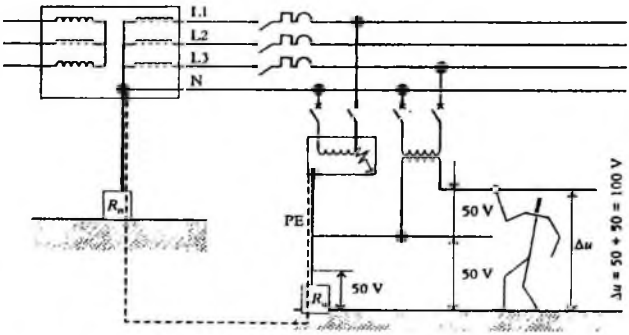
TBTP khác biệt với TBTS bởi khả năng một điểm chạm đất của mạch TBT, nhưng tất cả những điều kiện khác của TBTS phải được tôn trọng.

TBTP được sử dụng khi việc nối đất của mạch TBT là cần thiết vì lý do làm việc, ví dụ trong các mạch điện tử để giới hạn các nhiễu.

Vì sự liên hệ của một điểm của mạch điện TBTP với đất qua PE, nên điện thế của một mạch có thể lên cao đến điện áp U_L so với điện thế của đất ở xa, trong

trường hợp có sự cố trên một phần khác của hệ thống cung cấp điện. Ở ví dụ của hình 2.33, có một máy biến áp hạ áp 220V/50V, một đầu dây của máy biến áp này vì lý do làm việc nên phải nối đến đất qua đường dây PE như hình vẽ. Bình thường thì điện áp ra của đầu kia của máy biến áp sẽ là 50V. Nhưng nếu có sự cố ở thiết bị tiêu thụ điện nào đó bị chạm mát, thì sẽ có dòng điện sự cố đi qua PE; điều này sẽ làm cho điện áp của dây PE qua hệ thống nối đất R_u sẽ có điện áp bằng với U_L. Do vậy nên đầu kia của máy biến áp hạ áp 220V/50V không còn là 50V nữa mà sẽ tăng lên thêm U_L, tức là:

$\Delta U = 50 + 50 = 100V$ so với điện thế của đất



Hình 2-33 Giới thiệu mạch điện áp rất thấp cho bảo vệ TBTP

c) Điện áp rất thấp cho chức năng (làm việc) TBTF:

TBTF được sử dụng khi mà TBT được thể hiện rõ vì lý do chức năng và khi bảo vệ đối với các tiếp xúc gián tiếp không mang tính chất bắt buộc.

TBTF không có phương án bảo vệ đối với các tiếp xúc trực tiếp hay gián tiếp. Ở đây phải thực hiện *bảo vệ đảm bảo* đối với các tiếp xúc:

- Trực tiếp nhờ một bao che cách điện.

- Gián tiếp do chạm đất của vỏ, thì phải sử dụng thiết bị đóng cắt tự động nguồn cung cấp điện do sự cố.

2. Tiêu chuẩn của hệ thống điện áp thấp < 1000V với ký hiệu BT (NFC - 15 - 100) (tiêu chuẩn Pháp và châu Âu)

Chỉ chấp nhận miễn trừ bảo vệ đối với các tiếp xúc trực tiếp nếu:

+ Điện áp định mức ở dưới hay bằng giá trị 25V ở dòng xoay chiều và 60V ở dòng điện một chiều.

+ Các thiết bị tiêu thụ điện được đặt bên trong vùng ảnh hưởng của mối liên hệ đẳng thế chính.

TBTP không cho phép sử dụng trong các buồng có nước, các hồ tắm.

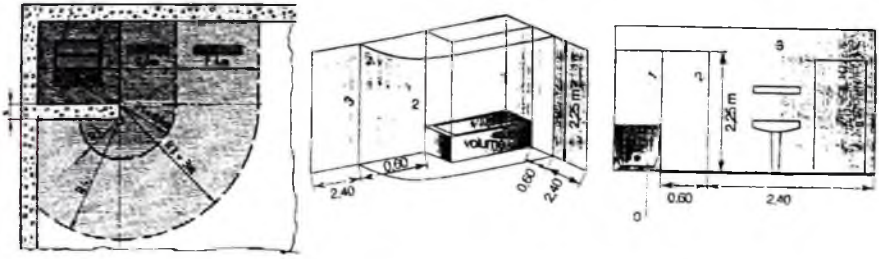
TBTS được giới hạn ở 12V dòng xoay chiều trong các vùng thể tích 0,1 và 2 của buồng có nước và trong vùng thể tích 0 và 1 của các hộ tắm.

Đối với TBTS không cho phép miễn trừ bảo vệ đối với các tiếp xúc trực tiếp trong:

- Các cơ sở nông nghiệp và cơ sở làm vườn.
- Các khu vực bé hẹp mà ở bên trong có các chất dẫn điện.
- Các khu vực ướp (cá thịt v.v...)
- Các hội chợ hay triển lãm.

2.7 MỘT SỐ QUY ĐỊNH RIÊNG CHO CÁC BUỒNG CÓ NƯỚC

* *Ranh giới các vùng thể tích chứa một bồn tắm và vòi tắm hoa sen* (hình 2.34)



Hình 2-34 Ranh giới các vùng thể tích chứa một bồn tắm và vòi tắm hoa sen

Vùng thể tích 0: Tất cả các thiết bị dùng điện đều bị cấm sử dụng, chỉ trừ các thiết bị được phép theo tiêu chuẩn hóa các điện áp TBTS (12V là tối đa).

Vùng thể tích 1: Tất cả các thiết bị dùng điện bị cấm, chỉ trừ các thiết bị được phép theo tiêu chuẩn hóa các điện áp TBTS (tối đa 12V).

Được phép: Bố trí bình nước nóng, song với áptômát có bảo vệ so lệch với dòng điện tối đa 30mA.

Vùng thể tích 2: Cho phép:

- Tất cả những thiết bị dùng điện của vùng thể tích 0 và 1.
- Các thiết bị điện cấp II được cung cấp điện từ một nguồn có sử dụng áptômát bảo vệ so lệch với dòng điện là 30mA.
- Một lỗ cắm điện để cạo râu (từ 20 đến 50VA) với máy biến áp cách ly.

Vùng thể tích 3: Cho phép:

- Tất cả các thiết bị sử dụng điện ở vùng thể tích 0 - 1 và 2.
- Tất cả những khí cụ điện (các lỗ cắm v.v...)
- Tất cả các thiết bị tiêu thụ điện cấp I (các thiết bị đối lưu, hệ thống chiếu sáng).
- Tất cả những thiết bị và các đồ dùng điện được phép theo tiêu chuẩn hóa các điện áp TBTS cho đến 50V mà không cần có bảo vệ so lệch 30mA.

Chiều cao 2,25m được tính kể từ mặt nền đã lót gạch của buồng tắm.

Yêu cầu bắt buộc phải có mối liên hệ đẳng thế giữa các vùng thể tích 1, 2 và 3.

Bài toán

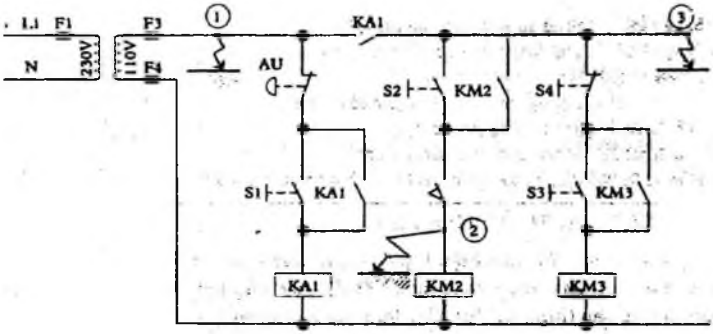
Các bạn phải thực hiện lắp đặt một máy công cụ loại cũ theo đúng yêu cầu. Để làm được điều này, người ta đã giao cho bạn sơ đồ của phần điều khiển như sau (hình 2.35). Các hậu quả ra sao, nếu:

1- Xuất hiện sự cố ở 1.

2- Sự cố xuất hiện đồng thời ở 1 và 2.

3- Sự cố xuất hiện đồng thời ở 1 và 3.

4- Cần biến đổi sơ đồ ở máy biến áp như thế nào để có thể loại ra các rối loạn đã được khảo sát ở trên.



Hình 2-35

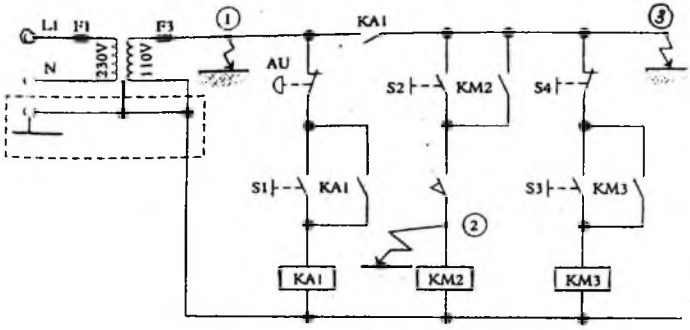
Bài giải

1- Sự cố 1 ở đầu đường dây thứ cấp này, xảy ra không nhận thấy được, vì đường dây thứ cấp còn lại kia không được nối đến vỏ (nối mát). Các dây chảy của cầu chì sẽ không nóng chảy.

2- Cuộn dây côngtắctơ sẽ được cung cấp điện thường xuyên và sẽ xuất hiện rối loạn ở mạch điều khiển nhưng các dây chảy của cầu chì sẽ không nóng chảy.

3- Tiếp điểm côngtắctơ KA1 sẽ không dùng làm gì, nó bị nối ngắn mạch bởi hai sự cố.

4- Ta hãy nối một đầu cuộn dây thứ cấp của máy biến áp với vỏ (vỏ được nối đất hay tiếp đất); do vậy nếu ba sự cố nêu trên xảy ra thì dây chảy của cầu chì sẽ chảy vì đó là dạng ngắn mạch, dòng điện đi qua dây chảy rất lớn (hình 2.36).



Hình 2-36

2.8 CÁC VẤN ĐỀ VÀ CÁC BÀI TOÁN LIÊN HỆ ĐẾN CHẾ ĐỘ TRUNG TÍNH THƯỜNG GẶP

2.8.1 Chế độ TT

2.8.1.1 Bảo vệ con người đối với chạm điện

a) Trường hợp tiếp xúc trực tiếp

Toàn bộ dòng điện rò đều chạy qua cơ thể con người. Có hai khả năng bảo vệ:

- Không cắt nguồn cung cấp điện (tăng cường cách điện, sử dụng các rào chắn v.v...).

- Cắt tự động nguồn cung cấp điện bằng cách sử dụng các áptômát có thiết bị bảo vệ so lệch với độ nhạy cao; đó chính là các thiết bị bảo vệ có khả năng dò tìm và cắt dòng điện sự cố có trị số bé từ 10mA hay 30mA một cách nhanh chóng.

b) Trường hợp tiếp xúc gián tiếp

Chỉ có một phần của dòng điện rò đi qua cơ thể con người, song sự nguy hiểm vẫn rất nhiều. Luôn luôn có hai khả năng bảo vệ:

- Không cắt nguồn cung cấp điện; bằng cách dùng vật liệu cấp 2 (hai lần cách điện).

- Cắt tự động nguồn cung cấp điện; trong tình huống này, đây là yêu cầu quan trọng, cần nắm rõ chế độ trung tính của lưới điện.

Hệ thống bảo vệ phải tuân đúng theo những yêu cầu của chế độ trung tính được chọn hay bắt buộc. Sự bảo vệ này là hiện thực nếu như hai điều kiện sau đây được tôn trọng:

- Tất cả các vỏ kim loại của thiết bị phải được nối đến cùng hệ thống tiếp đất.

- Việc cắt tự động nguồn cung cấp điện phải đạt yêu cầu thật nhanh chóng, để cho người không chịu điện áp nguy hiểm vì chạm vỏ thiết bị bị sự cố chạm điện, ở điện áp quá lớn.

Đối với tất cả các loại sơ đồ có dây trung tính, thời gian chấp nhận tùy theo điện áp tiếp xúc giả định, phải được tôn trọng.

Trong tất cả mọi trường hợp: $U_c \leq U_L$.

2.8.1.2 Ứng dụng đối với những khác nhau ở chế độ trung tính: T.T

Sự khác nhau giữa các chế độ trung tính được đặt trong các mối liên kết có thể xảy ra sau đây:

- Ở mức của máy biến áp: trung tính của máy biến áp được nối đất (hay còn gọi là tiếp đất) hay cách điện đối với đất.

- Ở mức vỏ kim loại của thiết bị dùng điện: vỏ thiết bị được nối đến hệ thống nối đất hay nối đến dây trung tính.

Những quy định liên quan đến mỗi chế độ trung tính đã được diễn đạt bởi cách thức thực hiện để đảm bảo cùng một mức độ an toàn.

a) Người sử dụng không phải là chủ sở hữu của máy biến áp

Để cung cấp điện cho các khu dân cư, thông thường, Sở điện lực (là chủ sở hữu máy biến áp) sẽ áp đặt chế độ trung tính.

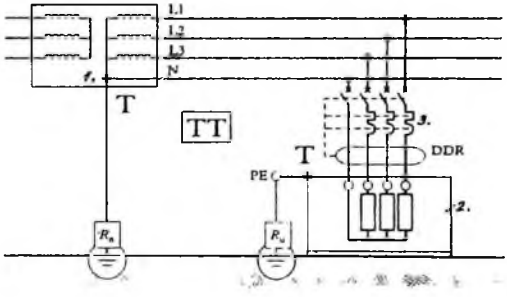
b) Người sử dụng là chủ sở hữu của máy biến áp

Nếu muốn có được những điều kiện sử dụng thật phù hợp với yêu cầu, thì ta sẽ phải lựa chọn trong số rất nhiều sơ đồ nối. Đó là trường hợp ở các nhà máy, các bệnh viện, các trường học v.v... Sự lựa chọn này phụ thuộc vào những điều kiện vận hành và những đòi hỏi của yêu cầu an toàn.

2.8.1.3 Chế độ TT - sơ đồ và điều kiện vận hành

* Sơ đồ: hình 2.37 giới thiệu chế độ này. Ở đây: trung tính của thứ cấp máy biến áp hạ áp, có điện áp 380/230V, được nối đất R_n, đồng thời vỏ của thiết bị sử dụng điện cũng được nối qua đường dây bảo vệ PE để xuống hệ thống tiếp đất R_u.

Dòng điện sự cố chạm mát sẽ chạy trong mạch vòng tạo nên bởi các điện trở: điện trở của hệ thống nối đất của điểm trung tính R_n, điện trở của hệ thống nối đất của thiết bị tiêu thụ điện R_u và đất (hình 2.37).



Hình 2-37 Giới thiệu chế độ TT

1- máy biến áp hạ áp 6 ÷ 22KV/0,4KV; 2- thiết bị tiêu thụ điện; 3- áptômát có bảo vệ so lệch DDR

** Điều kiện vận hành*

Thiết bị đóng cắt có bảo vệ so lệch DDR phải cắt nguồn cung cấp điện ngay từ khi điện áp sự cố xuất hiện lớn hơn giá trị điện áp giới hạn cho phép U_L.

Điều kiện này bao hàm: quan hệ giữa điện trở của hệ thống nối đất của vỏ thiết bị sử dụng diện R_u, cường độ dòng điện tác động để mở thiết bị rơle bảo vệ so lệch $I_{\Delta n}$ và điện áp giới hạn U_L theo biểu thức sau:

$$R_u \times I_{\Delta n} \leq U_L$$

Tất cả vỏ của các thiết bị sử dụng điện đều được bảo vệ bởi cùng một thiết bị đóng cắt có rơle bảo vệ so lệch phải được nối đến cùng một hệ thống tiếp đất. Chế độ TT được áp đặt đối với hệ thống cung cấp điện xuất phát từ lưới điện công cộng có điện áp thấp (< 1000V). Chỉ có những người sử dụng máy biến áp riêng của mình (như xí nghiệp công nghiệp, bệnh viện, trường học) mới có thể ứng dụng các chế độ trung tính khác, theo yêu cầu riêng của mình.

** Ưu điểm của chế độ TT*

Đó là chế độ trung tính rất đơn giản được đưa vào vận hành lưới điện, được đưa vào kiểm tra và khai thác.

- Dễ dàng trong bảo dưỡng: Loại hệ thống trang thiết bị này không yêu cầu một người có chuyên môn đặc biệt, việc tìm sự cô tương đối đơn giản.

- Loại trừ được nguy cơ hỏa hoạn: dòng điện sự cố rất nhỏ đã nhanh chóng được ngắt ra bởi bảo vệ so lệch (người ta đã nhận thấy rằng dòng điện 300mA trong một số điều kiện sẽ tạo nên hỏa hoạn).

- Ý kiến về đảm bảo an toàn của người sử dụng: người ta cảm thấy an tâm vì sự bảo vệ cho con người đã được thực hiện một cách đảm bảo nhờ có áptômát có bảo vệ so lệch.

- Ngắt điện cấp bách ở sự cố đầu tiên của cách điện: điều này có thể tạo nên bất lợi ở môi trường công nghiệp.

- Muốn bảo vệ an toàn cho người đối với những tiếp xúc gián tiếp, thì hệ thống trang thiết bị tiêu thụ điện cần phải sử dụng áptômát bố trí bảo vệ so lệch (DDR).

- Bảo vệ an toàn cho người đối với những tiếp xúc trực tiếp: nếu ta sử dụng các áptômát có bảo vệ so lệch ở nhánh rẽ có độ nhạy 500mA hay 300mA thì sẽ không đảm bảo an toàn cho người đối với những tiếp xúc trực tiếp. Bảo vệ trong trường hợp này có thể sử dụng áptômát có bảo vệ so lệch DDR với độ nhạy cao (10mA). Điều này có thể thực hiện ở sơ đồ TNS với bảo vệ so lệch.

2.8.1.4 Các bài toán

Bài toán 1: Một ngôi nhà được cung cấp bởi một đường dây 3 pha bốn dây 230/400 : (3 × 400V + N), nguồn lấy từ lưới điện công cộng (chế độ TT). Khí cụ điện bảo vệ là một áptômát có bảo vệ so lệch với độ nhạy 500mA; rơle nhiệt được điều chỉnh ở 20A. Hệ thống tiếp đất của ngôi nhà là $R_u = 20\Omega$. Hệ thống tiếp đất của máy biến áp R_n là không đáng kể.

Tất cả các hộ tiêu thụ điện hay thiết bị sử dụng điện trong gia đình đều ở trạng thái không làm việc, người ta bố trí áptômát Q_1. Sau đó người ta thực hiện các thử nghiệm sau đây:

1- Người ta mắc một bóng đèn 230V công suất 150W giữa một dây pha và dây trung tính. Hãy giải thích xem sẽ xảy ra như thế nào đối với đèn và đối với áptômát?

2- Người ta mắc bóng đèn tròn giữa trung tính và đất. Hãy giải thích xem sẽ xảy ra hiện tượng gì?

3- Người ta mắc bóng đèn giữa dây pha và đất. Hãy giải thích xem sẽ ra sao?

4- Trong quá trình đang vận hành, một sự cố cách điện thực sự xảy ra giữa pha và vỏ máy (chạm mát) của máy giặt. Kể từ điện áp đặt vào U_c là bao nhiêu thì sẽ tác động áptômát có bộ phận bảo vệ so lệch (hình 2.38).

Bài giải 1:

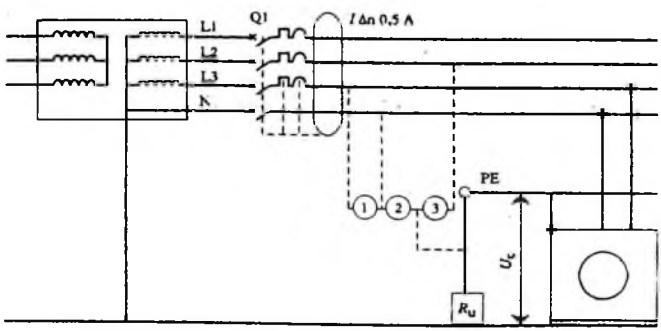
1- Mắc bóng đèn tròn giữa dây pha và dây trung tính, dòng điện đi qua bóng đèn là: $I = \frac{P}{U}$ (vì bóng đèn sợi tóc: $\cos\varphi = 1$), tức là I = 150/230 = 0,65A hay 650mA

Bộ phận nhiệt hay rơle nhiệt của áptômát được điều chỉnh ở dòng điện 20A chỉ chịu có dòng điện 0,65A, do vậy không tác động. Bộ phận so lệch cũng không hề có dòng điện nào chạy qua. Đèn sẽ sáng, đó là cách mắc bóng đèn thông dụng.

2- Nếu mắc thử bóng đèn tròn giữa trung tính và đất: bóng đèn sẽ không sáng vì không hề có sự chênh lệch điện áp đặt vào bóng đèn.

3- Nếu mắc ngọn đèn giữa pha và đất, thì dòng điện đi qua bóng đèn sẽ là I_d = 150/230 = 0,65A hay 650mA. Cường độ dòng điện này tương ứng với dòng điện rò cao hơn mức làm việc của áptômát có bảo vệ so lệch với độ nhạy 500mA. Đèn được cung cấp điện và chỉ được cháy sáng trong thời gian rất ngắn rồi tắt, vì chỉ trong một thời gian rất ngắn thì áptômát đã làm việc và cắt nguồn cung cấp.

4- Khi có sự cố hư hỏng cách điện ở máy giặt, thì áptômát có bảo vệ so lệch DDR sẽ làm việc kể từ dòng điện $I_{\Delta n}/2$(1*). Vậy dòng điện qua dây PE là: $I_{\Delta n}/2$ = 500/2 = 250mA = 0,25A, tạo nên điện áp giữa dây PE và đất là $U_c = R_u \times I_{\Delta n}/2$ = 20 × 0,25 = 5V.



Hình 2-38 Giới thiệu bài toán 1

Chú ý: 1* - Xem thêm hình 2.12 để hiểu rõ đặc tính của DDR. Vì DDR có thể làm việc đối với tất cả dòng điện so lệch có giá trị từ $I_{\Delta n}/2$ trở đi.

Bài toán 2. Một xí nghiệp mà chế độ trung tính tương ứng với sơ đồ TT. Các máy móc bố trí ở trong phân xưởng được cung cấp điện với điện áp 230/400V. Việc bảo vệ cho các máy này được thực hiện thông qua các áptômát có bảo vệ so lệch F1 và F2: 30A/500mA. Hãy xem xét ở hình vẽ 2.39.

1- Nếu một pha của máy 1 chạm mát với một điện trở tiếp xúc là 4Ω:

+ Dòng điện rò sẽ là bao nhiêu?

+ Khi người chạm vào máy này thì người phải chịu điện áp là bao nhiêu?

+ Áptômát có bảo vệ so lệch F_1 có làm việc để ngắt mạch điện không? Vì sao?

2- Máy 2 không được nối đến hệ thống tiếp đất, một dây pha bị chạm vào vỏ máy (chạm mát).

+ Nếu người chạm vào vỏ máy sẽ chịu điện áp là bao nhiêu?

+ Điện áp rò là bao nhiêu?

+ Áptômát có bảo vệ so lệch F_2 có làm việc để ngắt mạch điện không? Vì sao?

Bài giải 2:

1- Khi một pha của máy 1 chạm mát:

+ Dòng diện rò: $I_d = 230/(4 + 30 + 10) = 5,2A$

+ Điện áp mà người chạm vào vỏ máy phải chịu:

$$U_c = 5,2 \times 30 = 156V$$

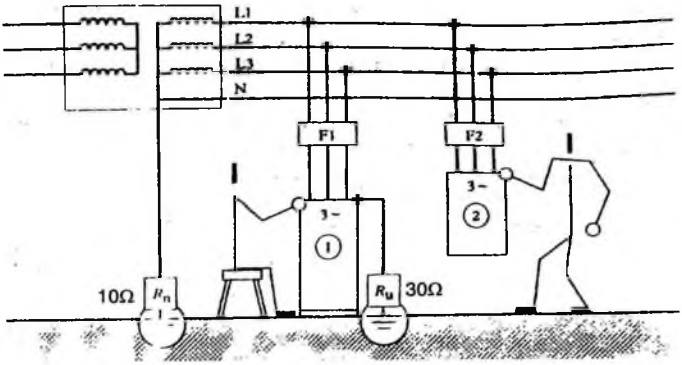
+ Bộ phận bảo vệ so lệch của áptômát sẽ làm việc để ngắt mạch điện, vì giá trị của dòng điện sự cố này rất lớn (5,2A), lớn hơn nhiều so với giá trị của bảo vệ so lệch là 500mA hay 0,5A.

2- Nếu có sự cố chạm mát ở máy 2:

+ Người chạm vào vỏ máy này sẽ phải chịu một điện áp là điện áp giữa dây pha và đất, tức là $U_c = U_{pha} = 230V$.

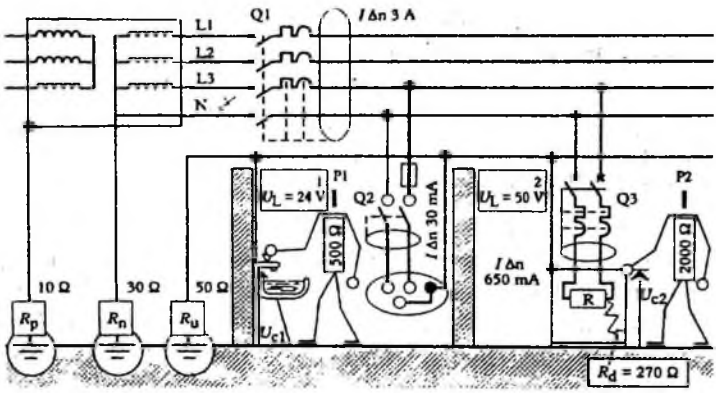
+ Dòng điện rò hoàn toàn đi qua người; nếu điện trở của người là 1000Ω (giá trị được dùng để tính toán thông thường khi chưa biết cụ thể), thì dòng điện đi qua người sẽ là: $I_c = I_d = 230/1000 = 0,23A$ hay 230mA.

Trong trường hợp này, ta thấy dòng điện 230mA < 500mA/2 nên áptômát có bảo vệ so lệch sẽ không tác động để ngắt dòng điện sự cố ra khỏi nguồn, kết quả là người sẽ bị tai nạn điện giật có thể đưa đến tử vong.



Hình 2-39 Giới thiệu bài toán 2

Bài toán 3. Một hệ thống cung cấp điện được thể hiện một cách đơn giản như ở đồ dưới đây (hình 2.40).



Hình 2-40

Các đặc tính kỹ thuật như sau:

+ Khu vực 1 được xem như là khu vực ướt át, nên điện áp an toàn giới hạn U_L = 24V
+ Áptômát có bảo vệ so lệch Q_2 được tác động bảo vệ với độ nhạy $I_{\Delta n}$ = 30mA.
+ U_{c1} - tương ứng với điện áp tiếp xúc có thể xảy ra giữa vòi nước bị người chạm phải, với đất.
+ Khu vực 2 được xem như khu vực "khô" có điện áp an toàn giới hạn U_L = 50V
+ Áptômát có bảo vệ so lệch Q_3 được thực hiện với độ nhậy $I_{\Delta n}$ = 650mA.
+ U_{c2} tương ứng với điện áp tiếp xúc có thể xảy ra giữa máy bị chạm mát n người P_2 chạm phải vỏ máy, với đất.

Cho rằng rơle bảo vệ so lệch thực hiện tác động bắt buộc ở những giá trị nằm trong khoảng:

$$I_{\Delta n}/2 \leq I_{\text{tác động của bảo vệ so lệch}} < I_{\Delta n}$$

Nếu Q_1 và Q_3 được đóng vào lưới, và Q_2: mở

Vậy:

1- Điện áp tiếp xúc U_{c2} là bao nhiêu?

Anh P_2 có bị nguy hiểm không nếu như anh ta chạm vào vỏ máy bằng kim loại đã được nối đến dây dẫn bảo vệ?

2- Chứng minh rằng anh P_1 sẽ bị nguy hiểm nếu rửa tay.

3- Xác định giá trị mới R'_u của điện trở R_u để có thể loại trừ được sự nguy hiểm đối với người.

Bài giải 3:

1- Dòng điện sự cố: $I_d = 230/(270 + 50 + 30) = 0,657A$

Điện áp tiếp xúc: $U_{c2} = 0,657 \times 50 = 32,8V$

Do vậy, điện áp tiếp U_{c2} này không nguy hiểm đối với anh P_2 vì: $U_{c2} = 32,8V < U_L = 50V$.

2- Còn đối với anh P_1 là nguy hiểm, vì $U_{c1} = U_{c2} = 32,8 > U_L$ của khu vực 1 = 24V.

3- Giá trị mới của điện trở R'_u phải là:

$$R'_u \times I_d = 24V$$

$$I_d = 230/(270 + 30 + R'_u)$$

Do vậy: $R'_u \times I_d = (R'_u \times 230)/(270 + 30 + R'_u) = 24V$

$\rightarrow 230\ R'_u = (300 + R'_u) \times 24 =$

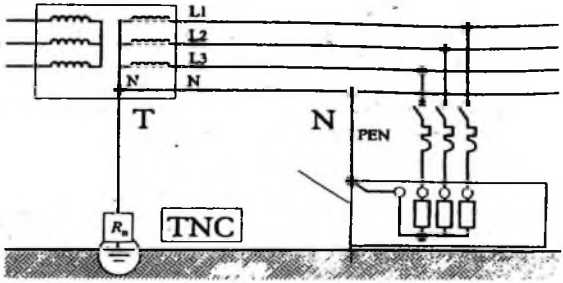
$\rightarrow 230\ R'_u - 24\ R'_u = 7200$

$\rightarrow 206\ R'_u = 7200$, do đó $R'_u = \dfrac{7200}{206} = 34,95\Omega$

Vậy $R'_u < 35\Omega$

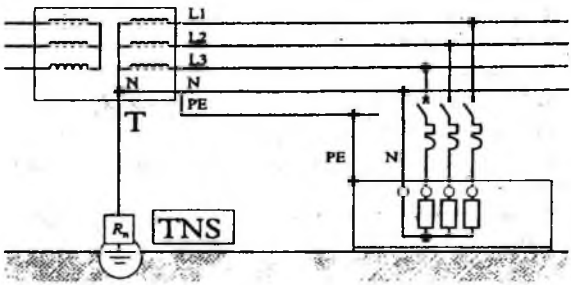
2.8.2 Chế độ vỏ thiết bị nối vào dây trung tính – chế độ: TN

2.8.2.1 Sơ đồ ở chế độ TN (hình 2.41)



Hình 2-41 Chế độ TN-C

Chế độ này gồm có 2 phương án khác nhau do vì có chữ thứ ba là C hay S, tức là: TNC - *chế độ dây trung tính chung với PE*, hay *TNS - chế độ dây trung tính riêng biệt với PE* (hình 2.41 và hình 2.42).



Hình 2-42 Chế độ TN-S

Ở chế độ này, dòng điện sự cố sẽ không chạy trong đất mà sẽ chạy trong dây trung tính có tổng trở Z_d; tất cả sẽ xảy ra giống như sự cố ngắn mạch giữa pha và dây trung tính. Sự bố trí để bảo vệ đối với sự ngắn mạch chỉ đảm bảo để bảo vệ cho người khi tiếp xúc gián tiếp.

Sơ đồ TN chỉ có thể sử dụng đối với trang thiết bị điện được cung cấp điện từ một trạm biến thế riêng. Việc ngắt nguồn điện cung cấp được tiến hành do có khí cụ điện bảo vệ đường dây cung cấp đối với sự cố ngắn mạch: đó là cầu chì hay áptômát điện từ; việc cắt này có hiệu quả ở sự cố đầu tiên do cách điện bị hỏng.

$$Z_d \times I_f \leq U_c$$

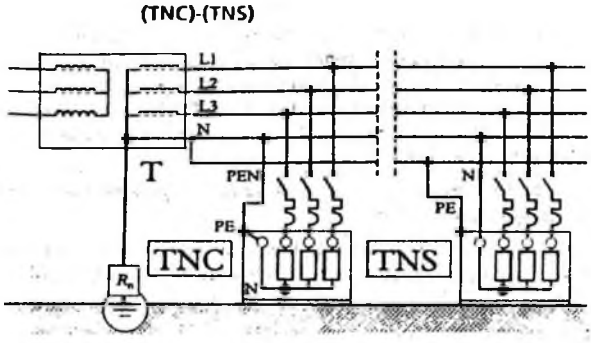
Ở đây: I_f - dòng điện làm việc tạo nên động tác cắt của bố trí bảo vệ trong thời gian đã nêu bởi đường cong an toàn.

U_c - điện áp tiếp xúc. Nếu có một người chạm vào vỏ kim loại của thiết bị ở lúc xuất hiện sự cố điện, thì khí cụ điện bảo vệ phải cắt nhanh vị trí bị sự cố ra khỏi lưới điện để không còn nguy hiểm cho người chạm phải vỏ kim loại.

Z_d - tổng trở mạch vòng sự cố. Thực tế, tổng trở này phụ thuộc vào chiều dài và tiết diện của dây trung tính.

Yêu cầu phải tuyệt đối tránh việc làm đứt dây dẫn bảo vệ PEN. Các khung kim loại, các đường cáp hay các phần tử dẫn điện khác không được sử dụng như là dây dẫn bảo vệ.

Sơ đồ tổ hợp TNC - TNS (hình 2.43)



Hình 2-43 Giới thiệu sơ đồ tổ hợp TNC - TNS

Sơ đồ TNC luôn luôn được nằm ở phía bên trên sơ đồ TNS...

Trên đường dây dẫn PEN, không bao giờ được bố trí bất kỳ loại bảo vệ nào, cũng không được bố trí các thiết bị điều khiển hay thiết bị ngăn cách nào.

Trong đường cáp bên trong của một thiết bị sử dụng điện (máy móc), ở sơ đồ TNS, đường dây trung tính không bao giờ được sử dụng như một đường dây bảo vệ (hình 2.43).

Ưu điểm của chế độ TN

- Tiết kiệm cho việc thực hiện: tiết kiệm một dây dẫn ở sơ đồ TNC, ở đây, dây bảo vệ PE sẽ đi cùng đường ống dẫn với các dây dẫn pha.

- Dễ dàng trong công tác duy tu, và chỉ cần một người công nhân không yêu cầu bậc cao là có thể thực hiện công tác này.

- Dễ dàng trong việc xác định vị trí sự cố, nhờ việc lựa chọn đúng giữa các bảo vệ.

- Dễ dàng phát triển do vì có thể dùng điện áp dây và điện áp pha 230/400V ở trên các bảng phân phối khác nhau.

Sơ đồ TN ngày càng được dùng phổ biến đối với hệ thống cung cấp điện xí nghiệp, đặc biệt trong các hệ thống cung cấp có dòng diện rò trở nên quan trọng như: máy tính, điện tử công suất, các bếp lớn ở các nhà hàng v.v...

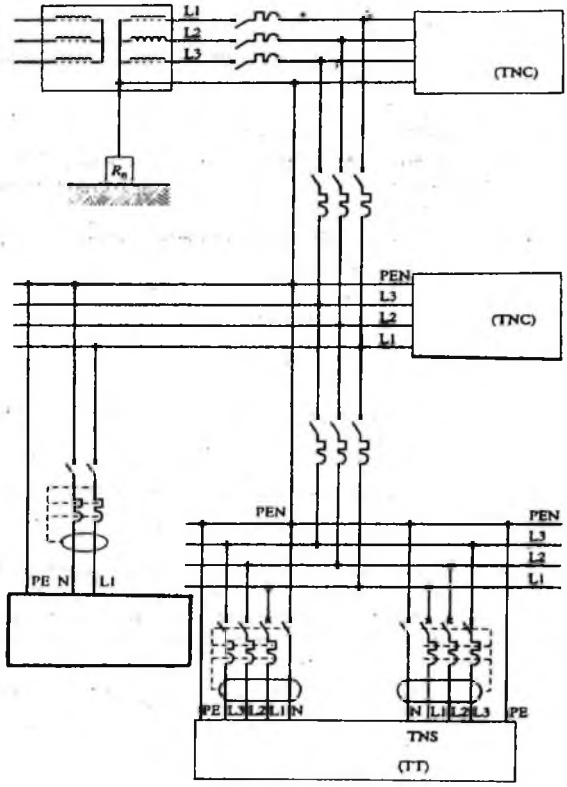
Trong các hệ thống cung cấp điện có yêu cầu cao đòi hỏi phải có các mạch điện an toàn (các cơ sở công cộng hay các tòa nhà có chiều cao: cao, người ta có thể tổ hợp

sơ đồ IT với sơ đồ TN. Các mạch an toàn có thể được cung cấp điện từ hệ thống cung cấp điện chung TN, do bởi một máy biến áp mà thứ cấp được mắc tùy theo sơ đồ IT, bằng cách tôn trọng các điều kiện được bắt buộc của chế độ này.

Sơ đồ TN cũng có thể kết hợp với sơ đồ TT, đó là trường hợp như ví dụ ở hình sau (hình 2.44).

Những người chuyên môn ngành điện rất ưa sử dụng sơ đồ TN, nhưng sự phát triển của chế độ TN luôn luôn bị hạn chế bởi nhiều lý do khác nữa.

Ví dụ về hệ thống cung cấp điện với tổ hợp các chế độ TNC - TNS - TT



Hình 2-44 Giới thiệu về sơ đồ cung cấp điện với chế độ kết hợp TNC - TNS - TT

Ở đây: 1- Hệ thống cung cấp điện chính (sơ đồ với chế độ TNC)

2- Hệ thống phân phối, sơ đồ TNC

3- Hệ thống điện một pha với bảo vệ so lệch, chế độ chung TT

4- Hệ thống phân phối điện, chế độ TNS với bảo vệ so lệch (tức là sơ đồ TT)

Sơ đồ hình 2.44 trình bày ba cấp cung cấp điện:

- Cung cấp điện chính, đảm bảo theo sơ đồ với chế độ TNC, sơ đồ này chỉ có 4 dây (3 dây điện pha và 1 dây trung tính).

- Phân phối điện cũng thực hiện theo sơ đồ TNC, luôn luôn có 4 dây (3 pha + 1N).

- Các mạch phân chia và mạch tận cùng cần có một sơ đồ với chế độ TNS có bảo vệ so lệch: một pha ba dây dẫn (pha + N + PE) và ba pha năm dây dẫn (3ph + N + PE). Ở trường hợp sau này, người ta quay trở về sơ đồ với chế độ TT, và cần thiết phải tôn trọng các điều kiện vận hành.

2.8.2.2 Các bài toán

Chúng ta dã biết rằng ở chế độ TN, sự cố về cách điện bị hỏng sẽ tương đương với sự cố về ngắn mạch giữa dây pha và dây trung tính. Bảo vệ cho người dối với những tiếp xúc gián tiếp được bảo đảm ở điều kiện là đường dây không quá dài. Chúng ta muốn kiểm tra ở sơ dồ sau đây, nếu trong trường hợp sự cố do cách điện bị hỏng giữa pha và vỏ kim loại, chiều dài của đường dây tương hợp với sự bố trí bảo vệ điện từ. Theo hướng dẫn của tiêu chuẩn UTE C15-105, đề xuất một phương pháp đơn giản hóa tính toán, cho phép ta xác định chiều dài tối đa của đường dây.

Ta phải giả thiết rằng:

- Tổng điện áp giữa các điểm A và B (giữa pha và trung tính) là ước tính khoảng 80% điện áp pha.

- Sự phân phối điện áp trên mỗi một dây dẫn (trong hai dây dẫn) có mối liên hệ với nhau do bởi sự cố giống hệt nhau.

- Điện kháng của dây dẫn là không đáng kể so với điện trở của chúng. Để cho việc tính toán có thể chấp nhận được, ta giả thiết là chiều dài của hai dây dẫn bằng nhau.

1- Chiều dài lớn nhất của đường dây, được cho bởi công thức:

$$L_{max} = \frac{0,8 \times V \times S_{ph}}{2\rho(1+m)I_{điện\ từ}}$$

với: m - tỉ lệ giữa S_{ph}/S_N

L_{max} - chiều dài lớn nhất cảu đường dây

V - điện áp pha là 230V, đối với lưới điện 230/400V

S_{ph} - tiết diện của dây dẫn pha tính bằng: mm^2

ρ - điện trở suất của đồng ($22,5 \times 10^{-3}\ \Omega\ mm^2/m$) ở nhiệt độ bình thường.

$I_{điện\ từ}$ - cường độ dòng điện để mở áptômát điện từ.

Bằng cách áp dụng định luật ohm, ta có thể tìm lại công thức được cho bởi hướng dẫn UTE.

2- Áp dụng số học:

Bài toán 1. Một đường dây dài 150m, tiết diện của dây dẫn pha là 35mm^2 và tiế diện của dây dẫn trung tính là 25mm^2, được cung cấp ở điện áp 240/400V. Bảo vệ ch đường dây này được thực hiện bằng một áptômát có cường độ dòng điện định mức l 32A, cường độ dòng điện mở điện từ là: $I_{điện\ từ} = 10 \times 32 = 320A$.

Vậy việc bảo vệ cho người đối với tiếp xúc gián tiếp có luôn luôn được đảm bảo không

3- Nếu chiều dài của đường dây bây giờ là 200m.

Vậy việc bảo vệ cho người đối với tiếp xúc gián tiếp có luôn luôn được đảm bảo không

Nếu không luôn luôn được đảm bảo thì giải pháp nào cần được thực hiện?

Bài giải 1: 1- Thiết lập công thức (theo hình 2.45); từ định luật ohm, ta có:

$$0,8V = (\rho L/S_{ph} + \rho L/S_N)\, I_{điện\ từ}$$

$$0,8V = \rho L(1/S_{ph} + 1/S_N)\, I_{điện\ từ}$$

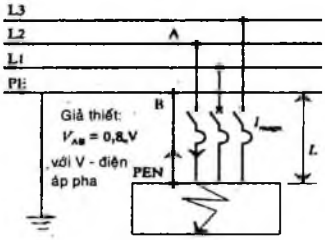
Đối với hai chiều dài đường dây:

$$L_{max} = \frac{0,8V}{2\rho(1/S_{ph} + 1/S_N)I_{điện\ từ}}$$

Ta nhân mẫu số và tử số với cùng trị số S_{ph} thì giá trị biểu thức trên sẽ vẫn gi nguyên, tức là:

$$L_{max} = \frac{0,8V\, S_{ph}}{2\rho\left(\frac{S_{ph}}{S_{ph}} + \frac{S_{ph}}{S_N}\right)I_{điện\ từ}}$$

$$L_{max} = \frac{0,8V\, S_{ph}}{2\rho(1+m)I_{điện\ từ}}$$



Hình 2-45

2- Kiểm tra xem bảo vệ cho người với tiếp xúc gián tiếp, đối với một chiều dài 150m: thay số vào tính được: L_{max} = 186m. Ta thấy giá trị 186m > 150m, vậy bảo vệ được đảm bảo.

3- Bảo vệ cho người đối với tiếp xúc gián tiếp, đối với chiều dài 200m: ta thấy r ràng bảo vệ sẽ không được đảm bảo vì : L_{max} = 186m < 200m.

Vậy giải pháp cần được thực hiện là sử dụng hai dây dẫn có tiết diện 35mm trong trường hợp này m = 1 và L_{max} = 223m.

Bài toán 2 (hình 2.46):

Bài toán này được trích ra từ tài liệu của Merlin - Gerin, làm nổi bật giá trị củ tổng trở rò tồn tại trên cáp giữa dây dẫn và đất ở tần số 50HZ. Điều này sẽ tốt để t nghiên cứu chế độ IT.

Một lưới điện ba pha gồm có ba cáp chiều dài 1km có những đặc trưng sau đây:

- Điện dung rò phân phối trên một cáp là: 0,3 μF/km.

- Điện trở cách điện được phân phối trên một cáp là 10M Ω/km.

1- Tính tổng trở cách điện của cáp so với đất.

2- Người ta có thể nói gì về sử dụng chế độ IT trong trường hợp lưới điện rất dài? Để thực hiện tính toán, ta coi như điện trở và tổng trở điện dung rò được ghép song song với nhau ở điểm trung tính của thứ cấp máy biến áp (bằng đường nét đứt trên sơ đồ).

R - điện trở tương đương với R_1, R_2 R_3 được bố trí song song.

Z_c - tổng trở điện dung tương đương với C_1, C_2, C_3 được bố trí song song.

Bài giải 2: 1- Tổng trở cách điện của cáp:

- Điện trở tương đương đưa về điểm giữa của thứ cấp của máy biến áp:

$$R = 10^7 / 3 = 3,33\,M\Omega$$

- Điện dung tương đương đưa về điểm giữa của thứ cấp máy biến áp:

$$C = 0,3 \times 3 = 0,9\,\mu F$$

- Tổng trở điện dung Z_c ở 50HZ:

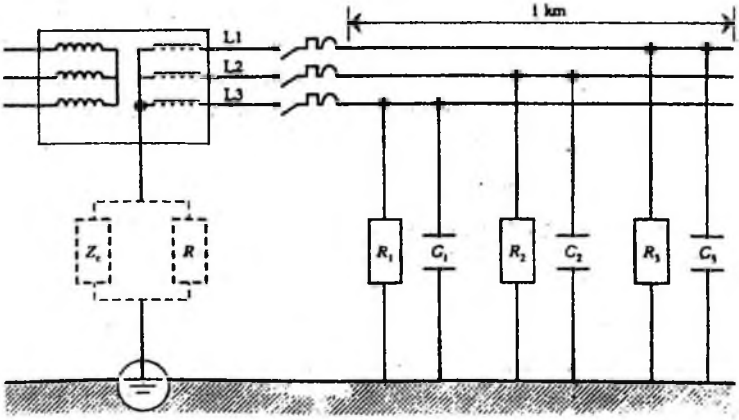
$$Z_c = 1 / C\omega = 3536\,\Omega$$

- Tổng trở cách điện của cáp:

$$Z_c \,//\, R \quad \text{và} \quad Z_c <<< R$$

$$Z \approx 3536\,\Omega$$

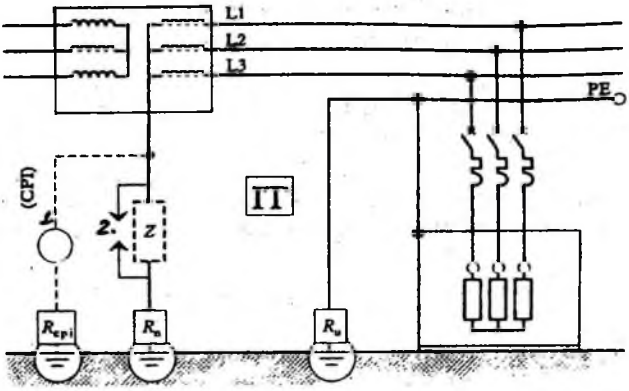
2- Trong trường hợp một lưới điện quá dài, chế độ IT sẽ không thích hợp, chính vì cách điện của điểm trung tính của máy biến áp sẽ giảm theo chiều dài của đường dây.



Hình 2-46 Giới thiệu bài toán 2

2.8.3 Chế độ của trung tính - IT

2.8.3.1 Sơ đồ hình 2.47 giới thiệu chế độ: IT



Hình 2-47

1- bộ phận kiểm tra thường xuyên cách điện

2- thiết bị giới hạn quá điện áp (chống sét)

Chế độ này trình bày khả năng duy trì vận hành dẫu rằng xuất hiện sự cố.

Tổng trở mạch vòng lớn, do bởi Z giới hạn dòng điện sự cố đầu tiên (một tron ba pha có mối quan hệ sự cố với đất) và tránh được xuất hiện của một điện áp tiế xúc nguy hiểm.

2.8.3.2 Điều kiện vận hành

Nó chỉ có thể dùng trong những hệ thống cung cấp điện từ một trạm biến á riêng. Dòng điện sự cố đầu tiên sẽ không tạo nên sự làm việc của bộ phận bảo vệ, v nó nhỏ, nên không làm xuất hiện điện áp sự cố nguy hiểm:

$$I_d \leq U_d/Z_n \qquad Z_n = R_u + R_n + Z \quad \text{và} \quad R_u + R_n <<< Z$$

Thiết bị kiểm tra thường xuyên về cách điện phải đánh tín hiệu cho biết sự xuấ hiện của sự cố đầu tiên. Trong trường hợp xuất hiện sự cố thứ hai (ngắn mạch giữ các pha) bảo vệ phải bảo đảm thực hiện tốt do bởi có bố trí bảo vệ đối với ngắn mạch

- Bắt buộc phải lắp đặt một thiết bị giới hạn quá điện áp (hình 2.47).

- Sự giám sát cách điện cần thiết một người làm công tác bảo dưỡng phải c chuyên môn.

- Tính chất đẳng thế của vỏ kim loại phải được hoàn hảo.

2.8.3.3 ***Bài toán 1:*** Một hệ thống cung cấp điện được thực hiện phù hợp với sơ đồ sau đây (hình 2.48)

1- Xác định chế độ trung tính này, cho những giải thích về sự nối của trung tính của vỏ kim loại của thiết bị dùng điện.

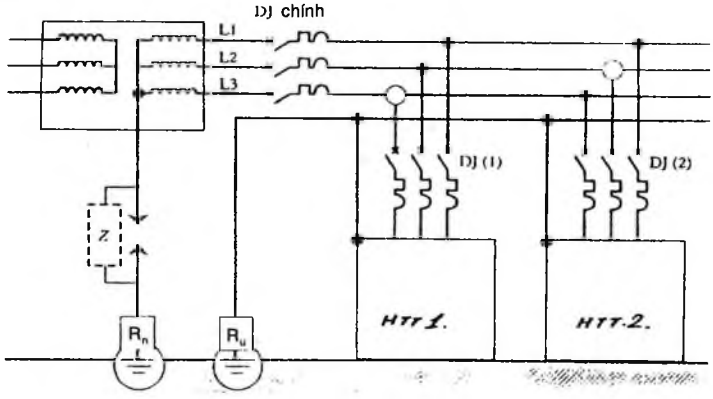
2- Pha 2 chạm sự cố với vỏ kim loại của thiết bị tiêu thụ điện 2, như vậy tạo nên sự cố đầu tiên. Người ta cho: U = 400V (điện áp giữa các pha), Z = 1000Ω (tổng trở của lưới bị rò điện), R_u = 10Ω, R_n <<< R_u (không đáng kể).

+ Hãy tính giá trị của điện áp sự cố U_{d1} của vỏ thiết bị tiêu thụ điện 1 so với đất.

+ Làm thế nào để đánh tín hiệu về sự cố đầu tiên này.

+ Dịch vụ bảo quản phải tiến hành ra sao?

3- Sự cố đầu tiên vẫn tồn tại, pha 3 bị chạm sự cố với vỏ kim loại của thiết bị tiêu thụ điện 1.



Hình 2-48 Bài toán

1- hệ tiêu thụ 1; 2- hệ tiêu thụ 2

- Hãy giới thiệu trên sơ đồ, đường đi của dòng điện sự cố I_{d2} sẽ phải chạy.

- Trong trường hợp chính xác, khí cụ nào sẽ đảm bảo việc bảo vệ cho người đối với tiếp xúc gián tiếp.

Bài giải:

1- Chế độ trung tính này là chế độ IT.

Trung tính được xem như cách điện đối với đất, thể hiện ở chữ đầu tiên (I).

Tổng trở Z được trình bày như tổng trở đưa vào trong mạch vòng sự cố để giới hạn dòng điện I_d. Tổng trở Z được hiệu chỉnh tùy theo chiều dài của đường dây.

Vỏ của thiết bị tiêu thụ điện được nối đến đất được thể hiện ở chữ thứ hai (T).

2- Giá trị của dòng điện sự cố là:

$I_d = 230/(1000 + 10) = 0,227A$

Điện áp sự cố:

$U_d = 0,227 \times 10 = 2,27V$: không nguy hiểm

Sự cố đầu tiên này phải được đánh tín hiệu cho biết bởi đèn sáng hay bằng còi báo hiệu.

Nhóm người chuyên khắc phục sự cố phải tìm sự cố để khắc phục ngay trước khi xuất hiện bất ngờ tính huống sự cố thứ hai.

3- Sự xuất hiện một sự cố thứ hai giữa pha 2 và pha 3 sẽ tạo nên ngắn mạch giữa hai pha này. Dòng điện sự cố I_{d2} trở nên rất đáng kể. Dòng điện sẽ đi giữa pha 3 và pha 2 thông qua vỏ kim loại của thiết bị tiêu thụ điện 1 và vỏ thiết bị tiêu thụ điện 2 (cả hai đều chạm mát).

Phần rơle điện từ của áptômát sẽ đảm bảo bảo vệ cho người, do vì khi đó áptômát sẽ mở và mạch điện bị sự cố sẽ được ngắt ra khỏi nguồn điện.

Chương 3

CẤP CỨU NGƯỜI BỊ ĐIỆN GIẬT

3.1 KHÁI QUÁT

Trong khi làm việc hoặc khi không làm nhiệm vụ, nếu thấy người bị tai nạn điện, bất kỳ người nào cũng phải có thách nhiệm tìm mọi biện pháp để cứu người bị nạn.

Điều kiện chủ yếu để cứu người có kết quả là phải hành động nhanh chóng kịp thời và có phương pháp. Kinh nghiệm thực tế cho thấy rằng hầu hết các trường hợp bị điện giật nếu kịp thời cứu chữa thì khả năng cứu sống rất cao.

Vì vậy, công nhân, nhân viên điện phải được thường xuyên học tập về sự nguy hiểm của dòng điện, về những biện pháp cứu chữa, đồng thời học cách thực hành về cứu người bị tai nạn điện, về phương pháp hô hấp nhân tạo.

Trách nhiệm tổ chức học yập cho công nhân, nhân viên thuộc về phân xưởng điện hay cơ điện, thuộc về trạm điện hay chi nhánh điện; buổi học cần phải có nhân viên y tế tham gia.

Ở những nơi có trực nhật thường xuyên phải có:

1. Tủ đựng các dụng cụ, phương tiện cứu chữa
2. Các tranh vẽ trình bày các phương pháp làm hô hấp nhân tạo treo ở chỗ nhiều người qua lại, dễ thấy.

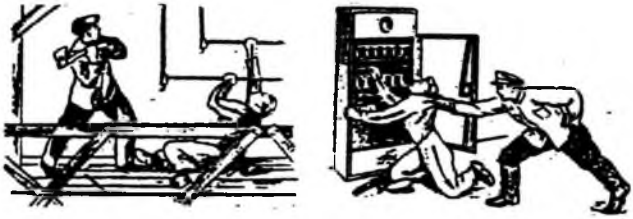
3.2 PHƯƠNG PHÁP CỨU NGƯỜI BỊ NẠN RA KHỎI MẠCH ĐIỆN

Khi người bị điện giật, dòng điện sẽ đi qua người xuống đất hoặc đi từ pha này, qua người rồi sang pha kia, do đó việc đầu tiên là phải nhanh chóng đưa người đó thoát khỏi mạch điện. Người cứu chữa cũng cần phải nhớ là nếu chạm vào người bị điện giật cũng sẽ nguy hiểm cả đến tính mạng của mình. Do đó, người cứu chữa phải chú ý những điểm sau:

1. Trường hợp cắt được mạch điện: tốt nhất là cắt điện bằng những thiết bị đóng cắt ở gần nhất như công tắc, cầu dao, máy cắt, nhưng khi cắt điện phải chú ý:

a) Nếu mạch điện đi vào đèn thì phải chuẩn bị ngay ánh sáng khác để thay thế.

b) Nếu người bị nạn ở trên cao thì phải có phương pháp để hứng đỡ khi người đó rơi xuống. Cắt mạch điện trong trường hợp này cũng có thể dùng búa, rìu cán gỗ v.v... để chặt dây điện (hình 3.1a)



a) b)

Hình 3.1 *a) Dùng rìu cán gỗ để chặt dây điện; b) Người cứu túm lấy áo người bị nạn kéo ra*

2. *Trường hợp không cắt được mạch điện:* thì phải phân biệt người bị nạn c điện hạ áp hay điện cao áp mà sử dụng các biện pháp sau:

a) Nếu mạch điện hạ áp, người cứu chữa phải có biện pháp an toàn cá nhân thi tốt như đứng trên bàn, ghế gỗ khô, đi dép cao su hoặc đi ủng, mang găng tạ cách điện v.v... Dùng tay mang găng tay cao su để cứu người bị nạn ra kh dây điện, hoặc dùng gậy tre, gỗ gạt dây điện ra khỏi người bị nạn, hoặc nú lấy quần áo của người bị nạn mà kéo ra (hình 3.1b và 3.1c). Tuyệt đối khôr được nắm tay hoặc chạm vào người bị nạn, vì như vậy dòng điện sẽ truyề sang người cứu.

b) Nếu ở mạch điện cao áp, tốt nhất là người cứu có ủng và găng tay cao su hoặ sào cách điện để gạt đẩy người bị nạn ra khỏi mạch điện.

Hình 3.1c *Dùng gậy gạt dây điện ra khỏi người bị nạn*

3.3 CÁC PHƯƠNG PHÁP CỨU CHỮA NGAY SAU KHI NGƯỜI BỊ NẠN THOÁT KHỎI MẠCH ĐIỆN

Ngay sau khi người bị nạn thoát mạch điện, phải căn cứ vào trạng thái của người bị nạn để xử lý cho thích hợp. Ta phân ra các trường hợp sau:

1. Người bị nạn chưa mất tri giác

Khi người bị nạn chưa mất tri giác, chỉ bị mê đi trong chốc lát, còn thở yếu v.v... thì phải đặt người bị nạn ở chỗ thoáng khí, yên tĩnh và cấp tốc đi mời y, bác sỹ ngay, nếu không mời y, bác sỹ thì phải chuyển ngay người bị nạn đến cơ quan y tế gần nhất.

2. Người bị nạn mất tri giác

Khi người bị nạn đã mất tri giác nhưng vẫn còn thở nhẹ, tim đập yếu thì phải đặt người đặt người bị nạn ở chỗ thoáng khí, yên tĩnh (nếu trời lạnh phải đặt trong phòng thoáng) nới rộng quần áo, thắt lưng, xem có gì trong miệng thì lấy ra, cho ngửi amôniac, nước dái, xoa bóp toàn thân cho nóng lên, đồng thời đi mời y bác sĩ ngay.

3. Người bị nạn đã tắt thở

Nếu người bị nạn tắt thở, tim ngừng đập, toàn thân co giật như chết, thì phải dưa người bị nạn ra chỗ thoáng khí, bằng phẳng, nới rộng quần áo và thắt lưng, moi miệng xem có vướng gì không rồi nhanh chóng làm hô hấp nhân tạo hay hà hơi thổi ngạt kết hợp với ấn tim (xoa bóp tim) ngoài lồng ngực cho đến khi có y, bác sỹ đến và có ý kiến quyết định mới thôi.

Nếu miệng của nạn nhân mím chặt thì phải mở miệng nạn nhân bằng cách dùng các ngón của hai bàn tay; nếu bằng cách đó mà không mở được miệng nạn nhân thì phải dùng miếng nhựa sạch (hay vật cứng) cạy miệng ra, chú ý tránh làm gẫy răng.

3.4 PHƯƠNG PHÁP HÔ HẤP NHÂN TẠO, HÀ HƠI THỔI NGẠT HOẶC HÀ HƠI THỔI NGẠT KẾT HỢP VỚI ẤN TIM NGOÀI LỒNG NGỰC (XOA BÓP NGOÀI LỒNG NGỰC)

1. Hô hấp nhân tạo

Làm hô hấp nhân tạo có hai phương pháp

a) Phương pháp đặt người bị nạn nằm sấp: đặt người bị nạn nằm sấp, một tay đặt dưới đầu, một tay duỗi thẳng, mặt nghiêng về phía tay duỗi thẳng (hình 3.2) moi nhớt dãi trong miệng và kéo lưỡi ra nếu lưỡi thụt vào.

Người làm hô hấp: ngồi trên lưng người bị nạn, hai đầu gối quỳ xuống kẹp vào hai bên hông, hai bàn tay để vào hai bên cạnh sườn; hai ngón tay cái sát sống lưng. Ấn tay xuống và đưa cả khối lượng người làm hô hấp về phía trước (hình 3.2a), đếm "1-2-3" rồi lại từ từ đưa tay về, tay vẫn để ở lưng (hình 3.2b) đếm "4-5-6", cứ làm như vậy 12 lần trong một phút đều đều theo nhịp tở của mình, cho đến lúc người bị nạn thở được, hoặc có ý kiên quyết định của y, bác sỹ mới thôi.

Phương pháp này chỉ cần một người thực hiện

Hình 3.2 *Phương pháp hô hấp nhân tạo theo cách nằm sấp.*

Phương pháp cần một người thực hiện

b) Phương pháp đặt người bị nạn nằm ngửa: đặt người bị nạn nằm ngửa, dưc lưng đặt một cái gối hoặc áo vo tròn lại, đầu hơi ngửa, lấy khăn sạch kéo lưỡi ra v một người ngồi giữ lưỡi. Người cứu ngồi phía trên đầu, hai đầu gối quỳ trước cách đầ độ 20 ÷ 30 cm, hai tay cầm lấy hai cánh tay gần khuỷu, từ từ đưa lên trên đầu, sau ÷ 3 giây lại nhẹ nhàng đưa tay người bị nạn xuống dưới, gập lại và lấy sức của ngườ cứu để ép khuỷu tay người bị nạn vào lồng ngực của họ; sau đó hai ba giây lại đưa tr lên đầu. Cần thực hiện từ 16 đến 18 lần trong một phút. Thực hiện đều và đếm "1-2 3" lúc hít vào và "4-5-6" lúc thở ra, cho đến khi người bị nạn từ từ thở được, hoặc có kiến quyết định của y, bác sĩ mới thôi.

Phương pháp này cần hai người thực hiện, một người giữ lưỡi và một người làn hô hấp (hình 3.3a)

Trường hợp có thêm hai người giúp việc, ta sẽ thực hiện như hình 3.3b; khi đ một người kéo lưỡi, còn hai người giúp việc sẽ nắm ở gần hai khuỷu tay người bị nạ và thực hiện như ở trên.

Hình 3.3a *Hô hấp nhân tạo theo cách nằm ngửa.*

Hai người cứu: một người kéo lưỡi, còn người kia làm hô hấp nhân tạo

Hình 3.3b *Hô hấp nhân tạo theo cách nằm ngửa.*
Một người kéo lưỡi và hai người làm hô hấp nhân tạo

Cứu chữa theo phương pháp này khối lượng không khí vào phổi nhiều hơn hai phương pháp kể trên từ 6 đến 15 lần và đây là phương pháp có hiệu quả cao hơn so với hô hấp nhân tạo trước.

** Cách thực hiện hà hơi thổi ngạt*

Trước một nạn nhân ngừng thở hay thở thoi thóp, việc đầu tiên là phải thổi ngạt ngay.

Ta đặt nạn nhân nằm ngửa, người cấp cứu quỳ bên cạnh, sát ngang vai, nhìn mắt nạn nhân. Dùng tay để ngửa hẳn đầu nạn nhân ra phía trước để cho cuống lưỡi không bít kín đường hô hấp, cũng có khi thoạt đầu dùng động tác này thì nạn nhân đã bắt đầu thở được (hình 3.4a).

Nếu nạn nhân chưa thở được, người cấp cứu vẫn để đầu nạn nhân ở tư thế trên, một tay mở miệng, một tay luồn một ngón tay có cuốn vải sạch kiểm tra họng nạn nhân, lau hết đờm dãi, lấy hàm răng giả (nếu có) v.v... đang làm vướng cổ họng.

Người cấp cứu hít thật mạnh, một tay vẫn mở miệng, tay kia vít đầu nạn nhân xuống (hình 3.4b) rồi áp kín miệng mình vào miệng nạn nhân và thổi mạnh (đối với trẻ em thổi nhẹ hơn một chút).

a- Hai tay vít đầu nạn nhân xuống để cuống họng duỗi thẳng và người hà hơi thổi ngạt

b- Sau khi người hà hơi thổi ngạt đã hít đầy hơi, sẽ áp kín miệng vào miệng nạn nhân và thổi mạnh...

Hình 3-4 *Phương pháp hà hơi thổi ngạt*

Ngực nạn nhân phồng lên, người cấp cứu ngẩng đầu lên hít hơi thứ hai, khi đ nạn nhân sẽ tự thở ra được do sức đàn hồi của lồng ngực.

Tiếp tục như vậy với nhịp độ 14lần/phút, liên tục cho đến khi nạn nhân h tỉnh: hơi thở trở lại, môi mắt hồng hào, hoặc cho đến khi nạn nhân có dấu hiệu đ chết hẳn biểu hiện bằng đồng tử trong mắt giãn to (thường là từ 1-2 giờ sau) và có kiến của y, bác sỹ mới thôi.

* *Thổi ngạt kết hợp với ấn tim ngoài lồng ngực* (xoa bóp ngoài lồng ngực). Nế gặp nạn nhân mê man không nhúc nhít, tím tái, ngừng thở, không nghe tim đập, t phải lập tức ấn tim ngoài lồng ngực kết hợp với hà hơi thổi ngạt. Khi đó:

- Một người tiến hành hà hơi thổi ngạt như trên.
- Người thứ hai làm việc ấn tim

Hai bàn tay người ấn tim chồng lên nhau, dè 1/3 dưới xương ức nạn nhân. Ấ mạnh bằng cả sức cơ thể, tì xuống vùng ức (không tì sang phía xương sườn, để phòn nạn nhân có thể bị gãy xương).

Nhịp độ phối hợp giữa hai người như sau: cứ ấn tim 4 ÷ 5 lần thì lại thổi ngạ một lần, tức là ấn 50 ÷ 60 lần trong một phút.

Thổi ngạt kết hợp với ấn tim là phương pháp hiệu quả nhất, nhưng cần lưu khi nạn nhân bị tổn thương cột sống, ta không nên làm động tác ấn tim.

Tóm lại, cứu người bị tai nạn điện là một công việc khẩn cấp, làm càng nhan càng tốt. Tùy theo hoàn cảnh mà áp dụng phương pháp cứu chữa cho thích hợp. Phả hết sức bình tĩnh và kiên trì để xử lý. Chỉ được phép coi như người bị nạn đã chết kl đã có bằng chứng rõ ràng như vỡ sọ, cháy toàn thân, hay có quyết định của y, bác s nếu không thì phải kiên trì cứu chữa đến cùng.

Tóm tắt hình ảnh quy trình cấp cứu hiệu quả nhất: là thổi ngạt kết hợp với ấ tim ngoài lồng ngực (theo nghị định Liên bộ ngày 14.2.1992 của nước CH Pháp).

Hình 3.5 *Từ 1 đến 5*

Chương 4

MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ:
- CÔNG TÁC THANH TRA KỸ THUẬT AN TOÀN, BHLĐ
- VỀ BIỆN PHÁP TỔ CHỨC AN TOÀN VÀ CÁC PHƯƠNG TIỆN DỤNG CỤ ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG KHAI THÁC VẬN HÀNH ĐỂ TRÁNH TAI NẠN ĐIỆN Ở XÍ NGHIỆP VÀ NHÀ MÁY

Thanh tra kiểm tra là một trong những công tác lớn của Nhà nước trong việc quản lý nói chung và quản lý sản xuất nói riêng. Do đó trong ngành điện lực, công tác thanh tra kỹ thuật an toàn điện đã đóng một vai trò hết sức quan trọng và nhất thiết phải được tổ chức thực hiện chu đáo nhằm mang lại những hiệu quả thiết thực cho bản thân người công nhân điện, cho tập thể cũng như cho nhân dân, cho xã hội.

4.1 CÔNG TÁC TỰ THANH TRA KỸ THUẬT AN TOÀN CỦA XÍ NGHIỆP

Đây là một hình thức sinh động phù hợp với chính sách tăng cường quyền tự chủ kinh doanh sản xuất hiện hành của các xí nghiệp; càng tự chủ sản xuất bao nhiêu thì càng phải đẩy mạnh công tác tự thanh tra KTAT-BHLĐ của xí nghiệp bấy nhiêu. Do đó công tác tự thanh tra KTAT-BHLĐ nói chung và công tác tự thanh tra KTAT điện nói riêng của xí nghiệp, thực chất là bản lĩnh chỉ huy sản xuất toàn diện của Giám đốc xí nghiệp trong công cuộc đổi mới chung của cả nước hiện nay, nhất là đổi mới việc tăng cường quyền tự chủ kinh doanh sản xuất của các xí nghiệp.

4.1.1 Mục đích

Mục đích chủ yếu là xí nghiệp tự phát hiện những thiếu sót, những vi phạm quy trình quy tắc sản xuất, chế độ chính sách hiện hành, rồi tự uốn nắn những lệch lạc sai phạm và tự ngăn ngừa mọi quy cơ gây tai nạn lao động, ta nạn hỏa hoạn, sự cố do chủ quan đối với các trang thiết bị sản xuất v.v... Qua đấy, xí nghiệp tự nâng cao dần tính tự giác, tinh thần trách nhiệm của phong trào quần chúng hăng say nhiệt tình tham gia công tác KTAT – BHLĐ với tinh thần "mình làm cho mình; mình làm để bảo vệ chính mình". Trên cơ sở ấy, giám đốc xí nghiệp đẩy mạnh công tác biểu dương, khen thưởng xứng đáng những tập thể và cá nhân đạt nhiều thành tích làm công tác KTAT – BHLĐ. Đồng thời kiên quyết chống mọi hành vi làm bừa, làm ẩu, làm tùy tiện, làm phi kỹ thuật.

4.1.2 Yêu cầu

Yêu cầu công tác tự thanh tra KTAT – BHLĐ của xí nghiệp đòi hỏi phải trung thực, thực sự có hiệu lực ngay và trừ khử kịp thời mọi sai phạm, nguy cơ gây hậu quả xấu cho sản xuất và cho tập thể lao động trên cơ sở vận dụng những yêu cầu cơ bản.

4.1.3 Phương châm

Phương châm chủ yếu của xí nghiệp tự thanh tra KTAT – BHLĐ là: đi từ mức đ thấp đến cao, mỗi công việc làm cụ thể đều có mang lại lợi ích thiết thực cho tập thể Những chế độ chính sách hiện hành của nhà nước chưa thực hiện đầy đủ thì phải t chức thực hiện trọn vẹn và có chất lượng v.v... Tập trung trước mắt vào việc loại tr mọi nguy cơ gây hậu quả nghiêm trọng cho xí nghiệp, tạo niềm tin vững chắc để quả chúng an tâm công tác và sản xuất trong thời kỳ đổi mới cơ chế quản lý hiện hành.

4.1.4 Tổ chức thực hiện

Cần phải nhận thấy rằng công tác tổ chức thanh tra KTAT – BHLĐ của x nghiệp hiện nay gặp khó khăn gấp bội lần, vì chế độ quan liêu bao cấp mới được xó nhưng chưa triệt tiêu hẳn, quán tính và sức trì trệ chưa được giải phóng hoàn tòa v.v... Do đó cần phải chuẩn bị thật chu đáo tỉ mỉ, nhất là tự thanh tra lần đầu tiên c thể gọi là "tự thanh tra mẫu" theo một trình tự như sau:

1. Giám đốc xí nghiệp tổ chức một cuộc họp gồm ban lãnh đạo, ban chấp hàn Công đoàn, các trưởng phó phòng ban, Phân xưởng, Chi nhánh, đội để thốn nhất quan điểm, mục đích, yêu cầu, nội dung và phương pháp tiến hành côn tác tự thanh tra KTAT – BHLĐ của xí nghiệp mà trọng tâm là có kế hoạch c thể tiến hành.

2. Sau đó xí nghiệp thông báo phổ biến cho toàn thể cán bộ công nhân viên chứ biết, vừa để cho quần chúng lao động quán triệt đồng tình, vừa lắng ngh thêm ý kiến rộng rãi của tập thể người lao động.

3. Giám đốc quyết định thành lập đoàn thanh tra KTAT – BHLĐ của xí nghiệ do Giám đốc (hoặc Phó Giám đốc kỹ thuật) làm trưởng đoàn với các thàn viên gồm các Trưởng hoặc Phó phòng chức năng, đại diện Công đoàn, Kỹ s an toàn của xí nghiệp.

4. Trước khi tiến hành, trưởng đoàn thanh tra KTAT – BHLĐ họp toàn đoàn lạ để quán triệt nhiệm vụ, có phân công, phân nhiệm cụ thể, cho từng thàn viên kể cả người dự thảo tổng hợp biên bản tự thanh tra của xí nghiệp.

5. Trong quá trình kiểm tra hiện trường, nơi sản xuất, thi công ở các côn trường cũng như các phân xưởng sửa chữa, thí nghiệm v.v... đoàn thanh tr nên tránh phê phán vội vàng, tránh bao che lẫn nhau, kể cả tránh hiệ tượng "vạch lá tìm sâu".

6. Trước khi kết thúc thanh tra, toàn đoàn phải họp lại để cùng thống nhấ nhận xét đánh giá, nhất trí với những kiến nghị của biên bản tự than tra, đồng thời còn phải thông qua kế hoạch thực hiện những kiến ngh này, có phân công cụ thể từng người chịu trách nhiệm từng kiến nghị vớ thời hạn hoàn tất rõ ràng. Ngoài ra còn tự rút kinh nghiệm kiểm điển việc tự thanh tra để tránh những sai sót nhược điểm diễn lại ở những lầ tự thanh tra kế tiếp.

7. Công tác tự phúc tra – trước khi tự phúc tra, giám đốc xí nghiệp yêu cầu các cán bộ chịu trách nhiệm thực hiện từng kiến nghị, phải báo cáo cụ thể bằng văn bản kết quả thực hiện – sau khi tổng hợp toàn bộ việc thực hiện những kiến nghị này. Giám đốc xí nghiệp thành lập *đoàn tự phúc tra* đi kiểm tra tại chỗ việc thực hiện trọn vẹn những kiến nghị của xí nghiệp và làm báo cáo trung thực.

8. Khi kết thúc việc tự phúc tra, Giám đốc xí nghiệp chủ trì cuộc họp đánh giá kết quả công tác tự thanh tra KTAT – BHLĐ của xí nghiệp, đề ra những biện pháp hữu hiệu để sớm khắc phục những tồn tại và vạch định kế hoạch tự thanh tra KTAT – BHLĐ tiếp theo của xí nghiệp.

Sau đó xí nghiệp ra quyết định biểu dương khen thưởng những cá nhân và tập thể có thành tích xuất sắc trong công tác KTAT – BHLĐ, đồng thời xí nghiệp ra thông báo kết quả công tác tự thanh tra KTAT – BHLĐ, trong đó nêu bật những thành quả đã ngăn chặn được các sai phạm, các nguy cơ gây tai nạn, hỏa hoạn, sự cố thiết bị ... mà hiệu quả là đã nâng cao thêm một bước công tác an toàn của xí nghiệp, để tập thể cán bộ công nhân viên chức biết và nâng cao thêm nhiệt tình tự giác tham gia công tác này trong thời gian tới.

4.2 MỘT SỐ BIỆN PHÁP TỔ CHỨC AN TOÀN KHI SỬ DỤNG ĐIỆN

Do yêu cầu của cuốn sách, nên ở các chương trước đã trình bày khá tỉ mỉ về các biện pháp kỹ thuật nhằm thực hiện an toàn khi cung cấp và sử dụng điện. Ở đây, chỉ xin nêu một vài biện pháp tổ chức chủ yếu nhằm đáp ứng yêu cầu đảm bảo thật an toàn khi sử dụng điện. Các biện pháp đó là:

1- Đối với nhân viên phục vụ điện

Yêu cầu chọn thanh niên từ 18 tuổi trở lên, đã qua kiểm tra sức khỏe của y tế mới được phép phục vụ các thiết bị điện. Những người này phải có hiểu biết về kỹ thuật điện, hiểu rõ thiết bị, sơ đồ và những bộ phận có khả năng gây nguy hiểm, biết và có khả năng ứng dụng các quy phạm về kỹ thuật an toàn điện, biết cấp cứu người bị điện giật.

Đối với thợ bậc cao, phải giải thích được lý do đề ra các yêu cầu, quy tắc toàn điện của ngành mình phục vụ.

2- Tổ chức làm việc: Tất cả các công nhân khi cần sửa chữa thiết bị điện hoặc các phần có mang điện đều phải có phiếu giao nhiệm vụ. Phiếu giao nhiệm vụ làm việc ở các thiết bị điện phải ghi rõ: loại và đặc tính công việc, địa điểm, thời gian, bậc thợ được phép làm việc, điều kiện an toàn mà tổ phải hoàn thành, trách nhiệm của công nhân (kể cả người chỉ huy và người theo dõi). Phiếu ghi nhiệm vụ phải ghi thành 2 bản. Một bản lưu lại ở bộ phận giao việc, một bản giao cho tổ công nhân phải thi hành. Phiếu này phải được các nhân viên chuyên môn kiểm tra. Chỉ có người chỉ huy mới có quyền ra lệnh làm việc. Trước khi làm việc, người chỉ huy phải hướng dẫn trực tiếp, tại chỗ làm việc, nội dung công việc, những chỗ có điện nguy hiểm, những quy định về an toàn, chỗ cần nối đất, cần che chắn v.v... Sau khi hướng dẫn xong, tất cả các thành viên của tổ phải ký vào phiếu giao nhiệm vụ.

3- Kiểm tra thời gian làm việc: Tất cả các công việc cần tiếp xúc với mạng điện, cần trèo cao, hoặc công việc trong phòng kín cần có ít nhất hai người. Một người thực hiện công việc, một người theo dõi và kiểm tra. Thông thường "người kiểm tra" là người lãnh đạo công việc. Khi công việc quá phức tạp cần có thợ bậc cao tiến hành, thì chính người phụ trách đảm nhiệm công việc, còn việc theo dõi phải ủy nhiệm cho người khác trong tổ. Trong thời gian làm việc, người theo dõi được giải phóng hoàn toàn khỏi các công việc khác mà chỉ chuyên trách đảm bảo các nguyên tắc kỹ thuật an toàn tại chỗ.

Trong công tác quản lý kỹ thuật của các ngành sản xuất, thì công tác thanh tra KTAT – BHLĐ chiếm một vị xứng đáng; ngành quản lý sản xuất nào xem trọng công tác này thì quần chúng lao động ở đấy rất hồ hởi phấn khởi, an tâm sản xuất và chắc chắn sẽ mang lại những hiệu quả thiết thực cho ngành cũng như cho bản thân người lao động.

4.3 CÁC PHƯƠNG TIỆN, DỤNG CỤ, ĐƯỢC SỬ DỤNG ĐỂ TRÁNH TAI NẠN GÂY RA DO DÒNG ĐIỆN

4.3.1 Khái quát

Khi chọn các phương tiện để tránh tai nạn điện giật, thì trước tiên chúng ta phải xem xét các yếu có thể góp phần làm giảm điện trở của cơ thể con người (độ ẩm, nhiệt độ, bụi dẫn điện bám vào người v.v...), các yếu tố có thể làm giảm điện trở nền đất v.v..., đồng thời phải xét đến các yếu tố có tác dụng hủy diệt cách điện của thiết bị v.v...

Do đó theo quan điểm môi trường xung quanh, vị trí lao động có thể phân thành 3 loại:

- Loại có mức ít nguy hiểm
- Loại có mức nguy hiểm
- Loại có mức rất nguy hiểm (hay còn gọi là loại đặc biệt nguy hiểm)

a) Vị trí lao động ở loại có mức ít nguy hiểm là:

+ Nền hay sàn không dẫn điện hay dẫn điện xấu, hoặc đã trải bằng vật liệu cách điện (có tấm phản bằng gỗ, hoặc trải nhựa đường).
+ Không có phần tử dẫn điện tốt như kim loại, bêtông cốt thép, tiếp xúc với đất ở trong vùng hoạt động của người; để tránh sao cho: khi tiếp xúc với trang thiết bị điện thì đồng thời cũng không thể tiếp xúc với phần tử kim loại hay bê tông cốt thép này.
+ Phòng làm việc phải khô, tức là độ ẩm phải dưới 75% và được thông gió, nhiệt độ nằm trong khoảng 20-25°C
+ Không có bụi dẫn điên tốt.

b) Vị trí lao động có mức độ nguy hiểm, là vị trí mà trong đó có ít nhất là một ong các yếu tố sau

+ Nền hay sàn dẫn điện tốt (ví dụ nền đất, bêtông cốt thép, nền dẫn điện xấu nhưng lại rất ẩm hay có bụi dẫn diện tốt v.v...)

+ Khối lượng kim loại nơi đất khá nhiều và chiếm đến 60% bề mặt vùng thao tác

+ Độ ẩm 75 ÷ 97%.

+ Nhiệt độ môi trường xung quanh thường xuyên từ 25° ÷ 30°C

+ Có bụi dẫn điện tốt (có sắt vụn, mạt sắt hay các mạt kim loại khác, oxít kim loại v.v...)

c) Vị trí lao động có mức độ rất nguy hiểm, là vị trí mà trong đó có ít nhất một ong các yếu tố sau:

- Độ ẩm quá 97%

- Nhiệt độ quá 30°C

- Khối lượng kim loại nối đất nhiều, chiếm quá 60% bề mặt bề mặt vùng thao tác

- Môi trường axít ăn mòn

- Cùng một lúc có hai điều kiện ở mức độ cao kể trên (ở phần b)

* Về vùng thao tác trong kỹ thuật an toàn thiết bị điện, chúng ta phải hiểu đó ı khoảng không gian mà người có thể với tới bằng tay theo mọi hướng mà không cần) sự hỗ trợ đặc biệt nào. Khoảng cách thao tác của người (hay vùng thao tác) thường ı: chiều cao 2,5m; các hướng bên cạnh, trước sau là 1,25m.

* Các phòng có bụi dẫn điện tốt là các phòng do quá trình công nghệ có thể tạo ı và tích tụ một khối lượng lớn bụi dẫn tốt. Bụi này gây khó khăn cho việc duy trì iện trở cách điện của các trang thiết bị điện ở một giá trị đủ lớn, hoặc có thể ảnh ưởng bất lợi đối với điện trở của cơ thể con người.

* Buồng có tác nhân ăn mòn là buồng do quá trình công nghệ làm phát sinh hơi ay khi có tác dụng hủy diệt chất cách điện hay vỏ thiết bị điện v.v... hoặc làm giảm iện trở cơ thể con người.

Nhiệt độ có ảnh hưởng bất lợi đối với chất cách điện đồng thời đối với điện trở gười do vì nhiệt độ làm cho người toát mồ hôi.

Việc lựa chọn phương tiện bảo vệ an toàn để tránh điện giật còn cần phải chú ý ến tính xác suất của tai nạn, trình độ của người công nhân, điện áp công tác, loại ang thiết bị v.v...

Theo cách nhìn về tính xác suất xảy tai nạn, thì có thể chia thành 2 loại:

- Thiết bị hay các vật khó đến gần được

- Thiết bị hay vật dễ dàng tiếp cận hay đến gần

Ngoài ra, đối với vận chuyển đường sắt bằng điện, người ta thấy tại các ga tập ung khá nhiều người, và người ở gần các phần tử có khả năng nguy hiểm, nên được em là loại đặc biệt cần lưu ý.

Theo cách nhìn đối với người có trình độ chuyên môn phục vụ các trang thiết bị hay vật có thể có điện áp, thì vị trị lao động có thể phân thành 3 loại:

- Vị trí đặt trang thiết bị điện kín (hay được khóa kín) ở đó người có trình độ chuyên môn phục vụ, và họ chỉ có mặt trong một thời gian.

- Vị trí đặt trang thiết bị điện mà chỉ có người có trình độ chuyên môn được đến gần.

- Vị trí trang thiết bị điện mà gần đó có nhiều người qua lại, hay ở đây có người không có trình độ chuyên môn phục vụ.

Theo cách nhìn về điện áp làm việc của trang thiết bị điện trong kỹ thuật an toàn, thì người ta phân làm 2 loại:

+ Trang thiết bị điện có điện áp cao

+ Trang thiết bị có điện áp thấp

Đối với trang thiết bị điện có điện áp thấp, chúng ta hiểu đó là trang thiết bị điện có điện áp làm việc bình thường đối với đất, thấp hơn 250V. Còn đối với trang thiết bị điện có điện áp cao, chúng ta hiểu đó là trang thiết bị có điện áp làm việc hình thường là 1000V và lớn hơn 1000V.

Tùy theo việc sử dụng trang thiết bị điện thể hiện mức độ nguy hiểm, người ta chia 3 loại:

- Trang thiết bị điện cố định

- Trang thiết bị điện di động

- Trang thiết bị điện cầm tay

Chúng ta hiểu trang thiết bị điện cố định là những trang thiết bị được bố trí vị trí cố định, làm việc tạm thời tại một vị trí và được chuyển từ vị trí này đến vị trí khác sau khi đã cắt khỏi nguồn điện.

Trang thiết bị điện cầm tay là trang thiết bị có cấu tạo đặc biệt để sao cho trong thời gian làm việc có điện áp, một người hay nhiều người có thể mang đi lại dễ dàng.

Tuy nhiên có những trang thiết bị không được xếp một cách rõ ràng vào loại nào trong ba loại trên. Đối với loại thiết bị đó, thì tùy theo mức độ nguy hiểm đối với điều kiện cụ thể mà ta xếp vào một trong các loại trên.

Từ 3 loại trang thiết bị điện nêu trên thì trang thiết bị điện "cầm tay" là nguy hiểm nhất, vì:

- Người công nhân tiếp xúc tốt và tiếp xúc lâu dài đối với trang thiết bị điện này.

- Cách điện có thể bị hư hỏng dễ dàng do vì: trong quá trình làm việc thiết bị điện cầm tay có thể bị va đập v.v...

- Vì thiết bị luôn luôn được di chuyển nên các dây dẫn điện luôn luôn bị uốn theo các chiều, dễ tạo hư hỏng cách điện dây, hay ma sát, mài mòn làm hỏng các đầu tiếp xúc của dây điện với thiết bị, dễ tạo chạm mát vỏ...

- Đại đa số trường hợp là: trang thiết bị diện cầm tay được sử dụng trong những điều kiện bất lợi nhất, ví dụ: vì nặng nên người ta phải dùng tay để giữ, để tỳ, làm việc trong điều kiện thao tác khó khăn nên dễ mệt toát mồ hôi, hoặc bị truyền nóng từ dụng cụ v.v...

Sau đó, trang thiết bị di động có mức độ nguy hiểm hơn thiết bị cố định, do vì thiết bị di động phải dời chuyển luôn. Đối với thiết bị di động, đại đa số các trường hợp tai nạn xảy ra do tiếp xúc gián tiếp, trong thời gian dời chuyển thiết bị mà không cắt khỏi nguồn điện.

Kỹ thuật bảo hộ an toàn đối với trang thiết bị điện đã đưa ra một số phương tiện bảo vệ nhất định để tránh tai nạn điện. *Để tránh được một cách chắn chắn nguy hiểm do điện giật, chúng ta cần áp dụng đồng thời hai hay nhiều phương án bảo vệ*; có phương án chính và nhiều phương án bảo vệ phụ. Việc chọn các phương án bảo vệ an toàn phải dựa trên mức độ nguy hiểm ở tại chỗ lao động, đồng thời phải nghiên cứu về tính kinh tế – kỹ thuật đối với các phương án.

4.3.2 Các phương án bảo vệ

Các phương án để tránh tai nạn do tiếp xúc trực tiếp như sau:

- Dùng điện áp cung cấp có trị số bé nhất có thể được
- Cấu trúc và bố trí trang thiết bị diện phải thực hiện sao cho người khó đến gần để tiếp xúc với các phần tử dẫn điện tốt; còn hồ quang điện sinh ra không thể tạo nên hiện tượng cháy.
- Sử dụng một số thảm bằng vật liệu cách điện hay lót nền bằng vật liệu cách điện v.v...
- Giới hạn nguồn gây ảnh hưởng tĩnh điện hay diện từ. Để bảo vệ cho người làm việc trực tiếp với các phần tử dẫn diện của lưới điện đang làm việc, như kỹ thuật viên chẳng hạn, thì ngoài các phương án nêu trên, cần phải:

+ Sử dụng các phương tiện bảo vệ an toàn cá nhân

+ Cân bằng điện thế và cách điện đối với đất

+ Tổ chức công việc và thực hiện từng bước công việc sao cho không xảy ra tai nạn đối với người trực tiếp làm việc và đối với người "lạ" đi đến xem.

Chú ý: nếu sử dụng các phương tiện bảo vệ an toàn cá nhân thì sẽ giảm được sự nguy hiểm do tai nạn. Khi dùng điện áp cung cấp nào đó, cần phải lưu ý đến công suất của trang thiết bị diện tương ứng và để ý đến khả năng thực hiện bảo vệ được với các phương án nêu trên. Ví dụ: điện áp cung cấp cho dụng cụ điện cầm tay (dù công suất bé) sẽ là rất nguy hiểm, nên cần phải dùng điện áp 24V. Song cần nhớ là điện áp 24V không thể được gọi là điện áp an toàn mà chỉ nên coi là *điện áp có giá trị lớn nhất cho phép mà thôi.*

Bên cạnh việc áp dụng điện áp thấp, chúng ta cũng cần phải áp dụng những phương án bảo vệ khác nữa vì hai lý do sau: trước tiên, dù cho điện áp thấp (chỉ là 12V, 24V) nhưng trong những điều kiện không thuận lợi nào đó, có thể đưa đến tai nạn điện

nguy hiểm; sau đó, có thể có sự xuất hiện ở lưới điện áp thấp một điện áp khá cao, do sự cố trong lưới điện (ví dụ sự xâm nhập điện áp cao đối với lưới điện áp thấp).

Thông thường điện áp hạ thấp không thể cung cấp cho mọi thiết bị, do vậy ta phải áp dụng phương án bảo hộ sao cho người không thể tiếp xúc được với trang thiết bị có phần tử dẫn điện tốt.

Phương án bảo vệ này có thể hiện bằng cách:

- Cách điện (dùng vật liệu cách điện) đối với các phần tử dẫn điện của lưới điện đang vận hành gọi *là cách điện làm việc.*
- Làm các khung bảo vệ hay lồng bảo vệ nhằm mục đích tránh sự tiếp xúc trực tiếp. Khung bảo vệ còn đóng vai trò đặc biệt quan trọng để tránh các lực cơ khí từ bên ngoài hay bên trong có thể gây tổn thương đối với người vận hành.
- Đặt thiết bị ở chiều cao mà người không với tới
- Rào thành hàng rào để người không thể đến tiếp xúc với các thiết bị có điện áp được.
- Khóa điện và khóa cơ khí.

Để thực hiện cách điện đối với các phần tử dẫn điện thì các phần tử này phải được cách điện hoàn toàn trên toàn bộ và phải được bảo vệ trong phạm vi bán kính thao tác để tránh tiếp xúc tình cờ. Muốn vậy, phải nghiên cứu cách cấu trúc, cách sắp đặt và bố trí, hoặc dùng các biện pháp đặc biệt.

Ở gần các trang thiết bị điện, phải bố trí một khoảng cách không gian đủ lớn sao cho việc phục vụ chúng không thể gây tai nạn do tiếp xúc với các phần có điện áp.

Việc rào thành hàng rào phải thực hiện sao cho không còn một phần tử có điện áp nào lại không được rào, ở trong phạm vi thao tác của người thợ, để thật an toàn khi tiến hành các công việc như thao tác, kiểm tra v.v...

Để bảo vệ cho người làm việc ở gần các trang thiết bị điện điện hay ở các phần bình thường có điện áp, thì chúng ta cần phải sử dụng các dụng cụ và phương tiện bảo vệ và ngăn ngừa có tại chỗ, để bảo vệ tránh điện giật và tránh sự tác động của hồ quang điện.

* *Những dụng cụ và phương tiện bảo vệ cá nhân được phân thành năm nhóm.*

+ Các phương tiện bảo vệ cách điện: có nhiệm vụ bảo vệ người, bằng cách ngăn cách người với các phần có điện áp hay với đất (ví dụ: sào cách điện, kìm cách điện, dụng cụ có tay cầm cách điện, găng tay cách điện, ủng cách điện, thảm cách điện, v.v...)

+ Sào thử điện còn gọi là gậy chỉ thị điện áp báo cho biết có hay không có điện áp.

+ Trang bị ngắn mạch và nối đất di động: là phương tiện bảo vệ rất tốt và đảm bảo để tránh nguy hiểm khi tình cờ xuất hiện điện áp tại chỗ làm việc do một sai sót nào đó khi thao tác; đồng thời tránh nguy hiểm của điện áp cảm ứng do ảnh hưởng điện từ hay phóng điện do điện dung.

+ Rào tạm thời (di động) sử dụng nhằm mục đích bảo vệ cho người không tiếp xúc với các phần tử có điện áp đặt gần chỗ lao động.

+ Các bảng thông báo nhằm thông báo để cho một người nào đó đứng gần phần tử có điện áp có sự chú ý cần thiết; hoặc thông báo cấm một số thao tác có thể dẫn đến tai nạn v.v...

*** Một vài số liệu tham khảo cụ thể về**

a) Về khoảng cách (xem phần 1.3)

Để tránh tiếp xúc bất ngờ với những vật mang điện thì ta phải che chắn kỹ hay rào những vật mang điện. Vật dùng để che chắn hay rào cần phải có đủ độ bền cơ học. Khi điện áp cao hơn 1000V, độ dày thép yêu cầu tối thiểu là 1mm.

Những vật dẫn điện đặt ở chỗ qua lại trong nhà, cần phải che chắn, nếu thấp hơn các độ cao sau:

10KV trở xuống – 2,5 m

35KV trở xuống – 2,75m

110KV trở xuống – 3,50m

Những vật dẫn điện ngoài trời, cần được che chắn bảo vệ với độ cao sau:

35KV – 3,00m

110KV – 3,75m

154kV – 4,00m

220KV – 4,50m

Khoảng cách thực tế giữa những vật mang điện với vật chắn cần được đảm bảo theo tiêu chuẩn sau (bảng 4.1).

Bảng 4.1 *Khoảng cách thực tế giữa những vật mang điện với vật chắn, tính bằng (cm)*

Loại hàng rào	Điện áp [KV]							
	3	6	10	15	35	110	154	220
a) Thiết bị phân phối trong nhà:								
- Lưới hay cửa lưới	17,5	20	22,5	28	39	90	–	–
- Hàng rào kín hay cửa sắt	10,5	13	15,5	21	32	82	–	–
b) Thiết bị ngoài trời								
- Vật chắn	–	–	100	100	100	175	200	250
- Hàng rào lưới	–	–	25	30	40	100	140	200

b) Chọn điện áp

Theo điều kiện an toàn, điện áp cho phép của các loại đèn cầm tay di động và dụng cụ điện cố định như sau:

+ Đối với đèn cầm tay di động:

- Dùng cho loại cấu trúc hay nhà đặc biệt nguy hiểm: 12V

- Dùng cho loại cấu trúc hay nhà có mức độ nguy hiểm: 36V

- Dùng cho loại cấu trúc hay nhà có mức độ ít nguy hiểm: 220V

+ Đối với dụng cụ dùng điện cố định

- Dùng cho nhà hay cấu trúc đặc biệt nguy hiểm < 36V

- Dùng cho nhà hay cấu trúc có mức độ nguy hiểm:

+ Với dụng cụ được kiểm tra thường xuyên, với trình độ chuyên môn khá, có những phương tiện bảo vệ tốt, lưới điện được trang bị bằng ổ phích có tiếp xúc nối đất, có thể cho phép dùng điện áp cao hơn nhưng không được quá 220V.

+ Dùng cho những công trình cấu trúc, nhà cửa có mức độ ít nguy hiểm thì điện áp không quá 220V

c) Về phương tiện bảo vệ và ngăn ngừa

Phương tiện cách điện dùng bảo vệ chia ra loại chính và loại phụ. Loại phụ dùng để phụ thêm cho loại chính.

Sào cách điện dùng để thao tác đóng và mở dao cách ly, các máy cắt phụ tải v.v...; kìm để đặt và tháo cầu chì kiểu ống và kìm để đo dòng điện là các phương tiện bảo vệ chính. Găng tay, giày và ủng cao su, thảm cao su, giá đỡ cách điện là các phương tiện bảo vệ phụ. Cán cách điện của các dụng cụ điện của người thợ điện có điện áp đến 1000V là các phương tiện bảo vệ chính.

Khi dùng sào cách điện để thực hiện thao tác, công nhân phải đeo găng tay và đi ủng cách điện. Ngoài ra, ở thiết bị điện ngoài trời người công nhân phải đứng trên đế bằng vật liệu cách điện. Kìm cách điện để đặt và tháo cầu chì điện thế cao chỉ được dùng khi công nhân đã đeo găng tay và đi ủng cách điện. Kìm để đo dòng điện ở mạch điện thế cao đến 10KV cũng chỉ được thực hiện đo khi người công nhân đã đeo găng tay và đi ủng cách điện.

Sào để thường xuyên tại chỗ làm việc phải được thử nhiệm định kỳ. Găng tay cao su cách điện có hai loại: loại dùng ở thiết bị điện áp đến 1000V và loại ống dùng ở thiết bị điện áp trên 1000V. Theo hình dáng bên ngoài, các loại găng tay này không khác nhau nhưng tính chất bảo vệ của nó khác nhau. Găng tay phải có dấu chỉ rõ điện áp nó được sử dụng. Nhìn chung, điện áp thử nghiệm ít nhất phải bằng 3 lần điện áp dây cho những thiết bị có trung tính cách điện hoặc ba lần điện áp pha cho những thiết bị có trung tính cách điện hoặc ba lần điện áp pha cho những thiết bị có trung tính tiếp đất. Việc thử nghiệm phải tiến hành đều đặn, trung bình 6 tháng một lần.

Ngoài ra, trước khi dùng ta phải xem xét cẩn thận, không được có vết nứt, lỗ rỗ và lỗ thủng.

Giày và ủng cách điện được chế tạo bằng các loại cao su đặc biệt màu xám sáng hay nâu nhạt và không sơn. Giày và ủng phải để trong nhà khô ráo với nhiệt độ 5 ÷ 20°C (để cách xa lò và dụng dụ sưởi ấm ít nhất 1m) và cũng phải thử nghiệm 6 tháng 1 lần.

Thảm bằng cao su cách điện được chế tạo dùng ở thiết bị điện áp trên 1000V. Chúng phải được đóng dấu phù hợp khi sử dụng. Ngoài việc định kỳ thử nghiệm theo tiêu chuẩn thì cứ ba tháng một lần ta phải xem xét bên ngoài và khi phát hiện có vết nứt, vết sướt thì không được phép dùng.

Giá cách điện gồm có một mặt "lát" bằng gỗ đặt lên trên các sứ đỡ. Yêu cầu lát bằng các thanh gỗ khô tốt. Khe hở giữa các thanh gỗ không được rộng quá 25mm. Chiều cao giá từ sàn gỗ đến nền nhà không được dưới 10cm.

Gậy chỉ thị điện áp kiểu lưu động thường gồm có đèn nê-ông và sào cách điện. Gậy chỉ thị điện áp được chế tạo theo loại điện thế cao (đối với thiết bị có điện áp trên 1000V) và loại điện thế thấp (đối với thiết bị có điện áp từ 110V ÷ 500V). Khi dùng gậy chỉ thị điện áp cao ta phải đeo găng tay cách điện và đi ủng cách điện. Nếu đối với thiết bị điện ở ngoài trời, ta phải đứng trên đế cách điện.

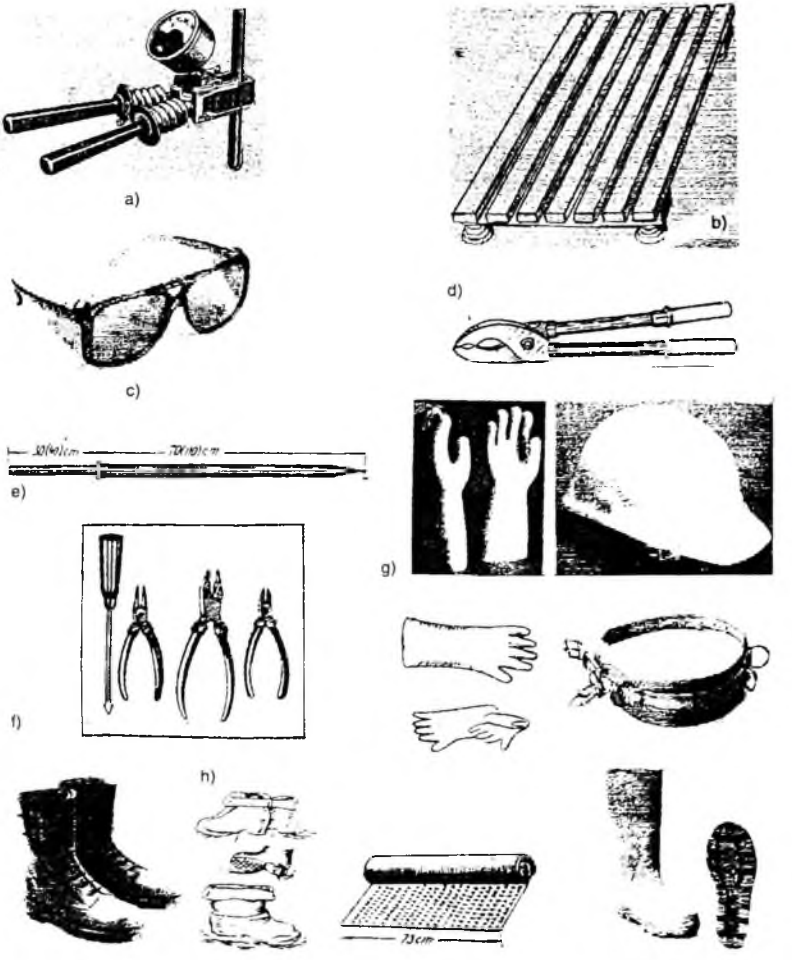
Thiết bị nối đất tạm thời kiểu lưu động còn gọi là cái nối đất di động. Nó được dùng cho công việc sửa chữa thiết bị điện. Ở vị trí mà cái nối đất di động đấu vào thanh dẫn diện ta cần phải cạo sơn và bôi lớp vasơlin mỏng. Dây nối đất của thiết bị này phải là dây đồng mềm, tiết diện ít nhất là $25mm^2$.

Ngoài các phương tiện dụng cụ ở trên, người ta còn dùng kính bảo vệ và mặt nạ phòng độc. Hình 4.1 giới thiệu những phương tiện và dụng cụ cần thiết cho an toàn điện.

Việc sử dụng các dụng cụ và phương tiện bảo vệ cá nhân cũng như việc tổ chức chỗ lao động, sắp xếp thứ tự các công việc để tiến hành, được đề ra tùy thuộc vào loại trang thiết bị điện, vào mức độ nguy hiểm của gian buồng mà ta lắp đặt các thiết bị, vào dạng công việc v.v...

Tất cả những điều nêu trên, đều đã được cụ thể hóa trong quy phạm kỹ thuật an toàn. Trên cơ sở này, ta cần phải tiếp tục xây dựng những hướng dẫn và cách bố trí công việc. Tất cả những điều này phải chi tiết hóa và cụ thể đến từng việc nhỏ, đề ra những biện pháp bảo vệ an toàn cần thiết trong thời gian làm việc, khi tạm nghỉ việc cũng như khi chấm dứt công việc. Chúng ta phải xác định người chịu trách nhiệm, người có chuyên môn tiến hành v.v... Ở chỗ quan trọng, cần tổ chức kiểm tra giám sát để luôn luôn nhắc nhở các nhóm làm việc tôn trọng các quy phạm về an toàn.

Trong số các biện pháp đề ra ở trên, thì biện pháp bảo vệ bằng nối đất và bảo vệ bằng nối dây trung tính là những biện pháp quan trọng nhất. Thực hiện nối đất cũng như thực nối trung tính là bảo vệ một cách đảm bảo bằng cách hướng dòng điện sự cố chạy theo một đường đã vạch trước; sao cho tránh tạo nên một điện áp tiếp xúc nguy hiểm.



a) Kìm đo apme cách điện; b) Ghế gỗ chân sứ cách điện; c) Kính an toàn;

d) Kìm cắt cách điện; e) Sào thao tác cách điện; f) Các dụng cụ có tay cầm cách điện;

g) Găng tay cách điện và mũ an toàn; h) Ủng cách điện và thảm cách điện

Hình 4.1 *Những phương tiện bảo vệ và dụng cụ cần thiết cho an toàn điện*

Phần 2

TÍNH TOÁN ĐƯỜNG DÂY, CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ VÀ NHỮNG VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP ĐIỆN Ở LƯỚI HẠ ÁP < 1000V

Chương 5

TÍNH TOÁN ĐƯỜNG DÂY VÀ CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ TRONG CUNG CẤP ĐIỆN Ở LƯỚI HẠ ÁP < 1000V

5.1 VẤN ĐỀ CHUNG

5.1.1 Những yêu cầu đối với đường dây điện

Đối với hệ thống mạng lưới điện, tiết diện dây dẫn phải đáp ứng được bốn yêu cầu sau:

- Đảm bảo truyền tải dòng diện tiêu thụ của thiết bị được lắp đặt trong mạng lưới điện.
- Không được tạo nên sự sụt áp quá tiêu chuẩn.
- Cho phép các khí cụ bảo vệ, đảm bảo được chức năng bảo vệ đối với quá tải và ngắn mạch.
- Thực hiện các chế độ trung tính của lưới điện và nối an toàn vỏ thiết bị nhằm đảm bảo an toàn cho người đối với tiếp xúc gián tiếp.

5.1.2 Xác định dòng điện sử dụng (I_B)

Dòng điện sử dụng I_B được tính như sau:

$$I_B = P_n \times a \times b \times c \times d \times e$$

Người ta hiệu chỉnh dòng diện sử dụng tùy thuộc vào:

- Cos φ và hiệu suất của thiết bị tiêu thụ điện.
- Phương thức sử dụng thiết bị (thiết bị có làm việc thường xuyên hay không).
- Sự làm việc đồng thời của thiết bị.
- Dự kiến phát triển sau này.

a) Công suất của mỗi máy hay nhóm máy P_n

P_n: công suất định mức, tính bằng KW, còn được viết P_{dm}.

b) Hệ số a: $a = \dfrac{1}{\eta.\cos\varphi}$; (η - hiệu suất của máy)

Các giá trị sau đây được lấy từ bảng UTE C15-105[*2], là những giá trị trung bình có thể được sử dụng khi không có những số liệu cụ thể chính xác.

a) Chiếu sáng (bảng 5.1).

Bảng 5.1

Loại đèn	$U_{mạng\ điện}$	Công suất đèn	cos φ	1/η	a	K(*1)
Nung sáng và halôgen	230V	Tất cả các loại công suất	1	1	1	1
Đèn huỳnh quang với ba lát và stắc te	230V	15W đến 58W	0,82 đến 0,87	1,22 đến 1,56	1,42 đến 1,83	1,09 đến 1,37

(*1) $k = \frac{I_{mạng\ lớp\ sáng}}{I_{đèn}}$

(*2) Bảng UTEC15-105 ở trong tiêu chuẩn của Pháp.

b) Động cơ (bảng 5.2)

Bảng 5.2

Công suất động cơ	cos φ	η	a
Cho đến 600W	0,5	-	2
Từ 1 đến 3KW	0,7	0,7	2
Từ 4 đến 40KW	0,8	0,8	1,5
Lớn hơn 50KW	0,9	0,9	1,2

c) Hệ số sử dụng b

Trong mạng lưới tiêu thụ điện, các thiết bị không làm việc với dòng điện định mức, nên hệ số sử dụng *b* có giá trị nhỏ hơn 1.

Khi không có những số liệu chính xác, chúng ta có thể lấy:

b = 0,75 đối với các thiết bị tiêu thụ có động cơ.

b = 1 đối với các thiết bị sưởi và chiếu sáng.

Trong hệ thống mạng lưới điện công nghiệp, *b* có thể thay đổi từ 0,3 đến 0,9.

d) Hệ số đồng thời c

Trong mạng lưới điện, các thiết bị không làm việc đồng thời với nhau, nên hệ số *c* sẽ bé hơn 1.

Khó mà đánh giá chính xác trị số *c* đối với mỗi loại hệ thống bố trí trang thiết bị trong lưới điện; nhưng một cách gần đúng, chúng ta có thể tham khảo trong bảng sau đây (bảng 5.3).

Bảng 5.3

Sử dụng	Hệ số đồng thời c
- Chiếu sáng	1
- Sưởi và điều hòa không khí...	1
- Phích cắm điện...	0,1 đến 0,2(*1)
Thang máy(*2) và thang máy dùng chở hàng,	
- cho động cơ công suất lớn (nâng hàng)	1
- cho động cơ tùy thuộc (công suất bé)	0,75
- cho các loại khác	0,6

(*1) Trong mạng lưới điện công nghiệp, các hệ số có thể cao hơn.

(*2) Dòng điện được xem xét để tính là dòng điện định mức của động cơ, đại đa số chỉ bằng 1/3 dòng điện khởi động của động cơ.

e) Hệ số xét đến dự kiến phát triển về sau này: d

Thông thường, đối với nhà cửa là: 1; đối với trang thiết bị của lưới điện công nghiệp lấy: 1,2.

f) Hệ số chuyển đổi từ công suất sang dòng điện e

Chúng ta đều biết: trong kỹ thuật điện, chúng ta có các công thức sau:

Đối với một pha: $P = U_pI_p.\cos\varphi$ và $S = U_pI_p$

Đối với ba pha: $P = 3U_pI_p.\cos\varphi$ và $S = 3U_pI_p$ hay

$P = \sqrt{3}\,U_dI_d.\cos\varphi$ và $S = \sqrt{3}\,U_dI_d$

Ở đây U_p và I_p: điện áp và dòng điện pha; còn U_d, I_d: điện áp và dòng điện dây.

Đối với mạng lưới điện thì $U_d = \sqrt{3}\,U_p$

Do vậy, một cách gần đúng, chúng ta có thể lấy dòng điện I tính bằng [A], theo công suất được tính bằng KW nếu $\cos\varphi = 1$, hay bằng KVA như sau:

- Đối với một pha: $U_p = 230V$ thì hệ số chuyển đổi từ công suất sang dòng điện: e = 4,35

- Đối với ba pha: $U_d = 400V$ thì hệ số chuyển đổi từ công suất sang dòng điện là e = 1,45

Nếu $\cos\varphi \neq 1$ thì chúng ta sử dụng công thức liên hệ sau đây để tính dòng điện hay công suất P và S: $S\cos\varphi = P$.

5.2 XÁC ĐỊNH TIẾT DIỆN DÂY DẪN

Phương pháp xác định dòng điện mà chúng ta đề cập ở trên phù hợp với tiêu chuẩn UTEC 15-105; các giả thiết nhằm đơn giản hóa, bài toán vẫn đảm bảo mức độ an toàn và độ nhạy cần thiết cho việc sử dụng.

Để dễ hiểu về phương pháp đã được sử dụng ở các nước, chúng ta sẽ cùng thực hiện phương pháp xác định tiết diện dẫn điện của một đường dây cáp điện.

Ví dụ: Xác định tiết diện:

Hãy tìm tiết diện dẫn điện của cáp dùng để cung cấp điện cho một phân xưởng động lực:

- Khu vực điện 3 pha 4 dây (3 × 400V + N)
- Cáp PVC có 3 dây dẫn pha và dây trung tính, tiết diện khác nhau giữa dây pha và dây trung tính.
- Lắp đặt trên hệ thống rãnh cáp chứa 4 cáp.
- Chiều dài 80m.
- Bảo vệ bằng cầu chì.
- Chế độ trung tính TN.
- Dòng điện sử dụng I_B = 90A.
- Nhiệt độ môi trường xung quanh là 35°C.

Chú ý: Muốn tính toán lắp đặt dây dẫn, chúng ta cần tiến hành các bước thực hiện sau (bảng 5.4).

Bảng 5.4

Các bước thực hiện để tính toán lắp đặt và chọn dây dẫn:
1- Xác định chữ cái trong việc chọn dây dẫn: Tùy theo cách lắp đặt và loại dây dẫn, người ta chia ra làm 5 loại theo chữ cái: B, C, D, E, F. *2- Xác định hệ số hiệu chỉnh f:* $f = f_1 \times f_2 \times f_3$ f_1 - hiệu chỉnh theo chữ cái lựa chọn và loại thiết bị. f_2 - hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường xung quanh f_3 - hiệu chỉnh theo cách bố trí lắp đặt dây dẫn và dây cáp. *3- Xác định chọn cầu chì và áptômát công suất bé:* - Dòng điện I_z (dòng điện định mức) của khí cụ bảo vệ. - Dòng điện kI_n mà đường dây phải chịu đựng trong thời gian cắt của khí cụ hoặc hệ thống bảo vệ. *4- Xác định dòng điện I_Z* cho phép bởi hệ thống đường rãnh, hào đặt dây dẫn điện - Đối với cầu chì... $I_z = kI_n/f$ - Đối với áptômát công suất bé... $I_z = I_n/f$ - Đối với áptômát điều chỉnh được (I_r - cường độ điều chỉnh): $I_z = I_r/f$ *5- Chọn tiết diện dây dẫn:* Giá trị sai số cho phép 5% của các giá trị dòng điện nhận được từ các bảng 5.11 và 5.12; khi chọn tiết diện dây dẫn.

5.2.1 Xác định chữ cái trong việc lựa chọn

Ta dùng bảng sau (bảng 5.5).

Bảng 5.5

Loại dây dẫn	Cách đặt, bố trí	Chữ cái để chọn
Dây dẫn và cáp nhiều sợi dẫn điện	- Đường dẫn được định dạng hay rãnh cáp, được thể hiện rõ ràng hay lồng khít vào nhau - Dưới khoảng trống của cấu trúc, trần dựng giả. - Dưới ống đặt dây cáp, đường chạy chỉ, chân cột, khung. - Dây cáp trong các ống dẫn được lồng khít trực tiếp, trong vật liệu cách nhiệt. - Đường ống dẫn lồng khít trong vật liệu cách nhiệt.	B
	- Đặt thể hiện rõ dựa vào tường và trần. - Trên đường cáp hay các ván kệ không được đục lỗ.	C
Cáp đơn hay cáp nhiều sợi dẫn điện	- Chôn dưới đất, có hay không có bảo vệ cơ khí.	D
Cáp nhiều sợi	- Trên các thang, mút chìa, đường dẫn cáp được đục lỗ. - Cố định, hiện diện rõ ràng, được cách quãng đặt tựa vào vách. - Cáp được treo.	E
Cáp một sợi	- Trên các thang, mút chìa, đường dẫn được đục lỗ. - Cố định, hiện diện rõ ràng, được cách quãng đặt tựa vào vách. - Cáp treo	F

Ví dụ: - Loại dây dẫn điện: cáp nhiều sợi dẫn.

- Cách đặt: trên đường dẫn cáp được đục lỗ.
- Do đó, chữ cái được chọn là E.

5.2.2 Xác định hệ số hiệu chỉnh: $f = f_1 \times f_2 \times f_3$

f_1) Hệ số hiệu chỉnh tùy thuộc vào cách đặt và loại dây dẫn, tức là tùy thuộc vào chữ cái lựa chọn (bảng 5.6).

Bảng 5.6

Chữ cái để chọn	Loại bố trí lắp đặt	f_1
B	- Cáp nhiều sợi đặt trong các đường ống dẫn được lồng khít trong các vách cách nhiệt	0,7
	- Cáp nhiều sợi được lồng khít trực tiếp trong các vách cách nhiệt	0,77
	- Cáp nhiều sợi dẫn điện	0,90
	- Các khoảng trống của cấu trúc và ống đặt dây cáp	0,95
C	- Đặt dưới trần	0,95
D	Cáp một sợi hay nhiều sợi dẫn điện được chôn dưới đất, có hay không có bảo vệ cơ khí phụ thêm	0,8
B, C, E, F	- Các trường hợp khác:	1

Ví dụ:

- Chữ đã được chọn là "E"
- Loại bố trí lắp đặt là: "các trường hợp khác", do đó ta lấy: $f_1 = 1$.

f_2) Hệ số hiệu chỉnh của dòng điện I_B, tùy thuộc vào (nhiệt độ) môi trường xung quanh (bảng 5.7).

Bảng 5.7

Nhiệt độ môi trường xung quanh [°C]	Chất nhựa đàn hồi (cao su)	Ngăn cách (cách ly) bằng chất			
		PVC	PR/EPR	Ở Quặng	hay hầm mỏ
				Vỏ bao bằng PVC hay cáp trần và có thể đạt đến 70°C	Cáp trần và không thể đạt đến 105°C
10	1,29	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,22	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,15	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,07	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,93	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,71	0,79	0,87	0,77	0,88
50	0,58	0,71	0,82	0,67	0,84
55	-	0,61	0,76	0,57	0,80
60	-	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	-	0,65	-	0,70
70	-	-	0,58	-	0,65
75	-	-	0,50	-	0,60
80	-	-	0,41	-	0,54

Ví dụ:

- Nhiệt độ môi trường xung quanh 35°C, dùng nhựa PVC, do vậy $f_2 = 0,94$.

Đối với nhiệt độ của đất có giá trị khác nhau, ta dùng bảng 5.8 cho ta f_2 đối với cáp chôn dưới đất, tùy theo vỏ bọc bên ngoài của cáp.

Chú ý về các lớp cách điện sau đây:

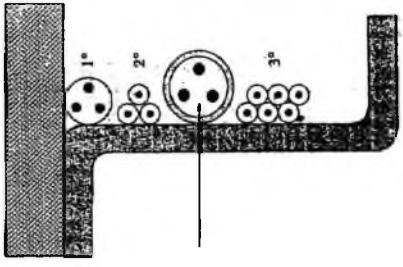
- Chất nhựa polyme đàn hồi (cao su)
- Chất PVC - chất polychlorure vinyle
- Chất PR - chất polietilen dạng lưới
- EPR - chất êtylen và propilen

Bảng 5.8

Nhiệt độ của đất (°C)	Ngăn cách bằng	
	PVC	PR/EPR
10	1,1	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,5
75	-	0,46
80	-	0,38

f_3) Hệ số hiệu chỉnh của dòng điện (I_B), tùy thuộc vào việc đặt dây dẫn và dây cáp trong một nhóm có nhiều mạch điện hay nhiều cáp có nhiều sợi dẫn điện.

Ví dụ: Cáp 3 pha, được đặt trên đường dây cáp cùng với 3 mạch khác như sau (hình 5.1).



Hình 5.1

- Mạch thứ nhất: một cáp 3 pha
- Mạch thứ hai: ba cáp đơn cực
- Mạch thứ ba: gồm sáu cáp đơn cực, cứ hai cáp mỗi pha.

Đường cáp của chúng ta đặt giữa mạch thứ hai và mạch thứ ba.

Sau đây là bảng cho ta các hệ số f_3 để hiệu chỉnh dòng điện I_B, đối với cáp được đặt trong nhóm gồm nhiều mạch hay nhiều cáp (bảng 5.9).

Ví dụ: 1 Gồm có 4 mạch trên một lớp đơn, như hình 5.1; do vậy tra bảng 5.9, ta được f_3 = 0,77.

Vậy, hệ số f là:

$$f = f_1 \times f_2 \times f_3 = 1 \times 0,94 \times 0,77 = 0,72$$

2) Cũng mạng hình 5.1, nhiệt độ môi trường xung quanh là 40°C. Đường cáp PR có dòng điện chạy là 23A trên mỗi pha. Hãy tính tiết diện dây dẫn đồng M hay Cu, dây dẫn nhôm A hay Al cho đường dây này.

Bài giải: Chữ được chọn, tra bảng 5.5, ta được chữ cái E.

- Hệ số hiệu chỉnh f_1, tra bảng 5.6 là $f_1 = 1$
- Hệ số hiệu chỉnh f_2, tùy thuộc vào môi trường xung quanh, bảng (5.7) là: với dây PR là: $f_2 = 0,91$.
- Hệ số hiệu chỉnh f_3, tùy thuộc vào đặt dây dẫn trong nhóm có nhiều mạch điện với dây PR ta có ở bảng (5.9) là: $f_3 = 0,77$.

Do đó: $f = f_1 \times f_2 \times f_3 = 1 \times 0,91 \times 0,77 = 0,701$

Xác định tiết diện dây: Ta sẽ chọn giá trị định mức của dây lớn hơn dòng điện chạy trên dây (23A/1 pha), đó là $I_n = 25A$.

Cường độ dòng điện theo tương đương quy ước với hệ số f sẽ là:

$$I_z = I_n/f = 25/0,701 = 35,2A$$

Bằng cách tìm trên đường dây tương ứng ở bảng 5.11a, với chữ E, ở cột PR3 ta chọn được giá trị trên của 35,2A là $I_{chọn} = 42A$. Ứng với dây đồng Cu hay M có tiết diệ $I_{chọn} = 42$ là $4mm^2$, đối với dây nhôm A hay Al là $6mm^2$.

Bảng 5.9 *Tập hợp các mạch hay các cáp điện*

Sự bố trí sắp xếp các cáp điện	Hệ số hiệu chỉnh												Phương pháp tham chiếu
	Tổng số lượng mạch hay cáp có nhiều dây dẫn điện												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
Được lồng khít vào nhau hay được đặt chìm sâu trong các bờ vách	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B, C, D, E, F
Một lớp đơn trên tường hay trên các bảng hoặc trên các bảng hẹp dài (máng) không đục lỗ	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	không có hệ số để giảm phụ thêm đối với số lượng nhiều hơn 9 cáp			C
Một lớp đơn trên trần	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				E, F
Một lớp đơn trên máng hay ván nhỏ nằm ngang, được đục lỗ hay trên các máng hay ván đặt thẳng đứng	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
Một lớp đơn trên các thang để cáp hay mút chìa	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
Hệ số hiệu chỉnh	đối với việc lắp đặt thành nhiều lớp												
2 lớp: 0,80	3 lớp: 0,73						4 hay 5 lớp: 0,70						
Các hệ số hiệu chỉnh này tùy theo tình hình cụ thể được nhân với các con số của bảng trên đây													

5.2.3 Xác định dòng điện định mức I_n đối với cầu chì và các áptômát cỡ nhỏ

Cầu chì loại "GI" tác động do quá tải, làm xuất hiện quá dòng điện không bình thường[*1)]

I_n - dòng điện định mức, dùng để chọn cỡ cầu chì bảo vệ đường dây dẫn.

kI_n - cường độ mà đường dây phải chịu trong lúc làm nóng chảy cầu chì.

Áptômát cỡ nhỏ:

I_n - dòng điện dịnh mức dùng để chọn cỡ áptômát.

Bảng 5.10b cho ta các giá trị dòng điện định mức của áptômát cỡ nhỏ, được dùng để bảo vệ mạch điện đối với quá tải.

Đối với các áptômát cỡ nhỏ, ta hãy xem $kI_n \approx I_n$ (với $k = 1$).

Đối với các áptômát điều chỉnh được, chúng ta hãy xem $kI_n \approx I_r$, với I_r là cường độ điều chỉnh để mở rơle nhiệt.

Cường độ dòng điện tính bằng ampe [A].

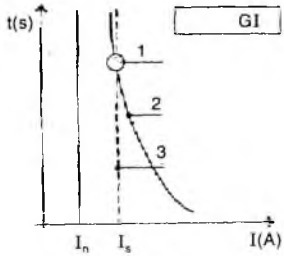
Ví dụ:

- Cường độ dòng điện chạy trong đường dây là 90A.
- Chúng ta sẽ chọn cầu chì có $I_n = 100A$ (dùng bảng 5.10 - Bảng dòng điện định mức của các khí cụ bảo vệ là cầu chì và áptômát cỡ nhỏ để lựa chọn).
- Đối với áptômát cỡ nhỏ, ta chọn loại NFC 61400 có $I_n = 95$ hay loại NFC 61410 có $I_n = 100$.

Bảng 5.10

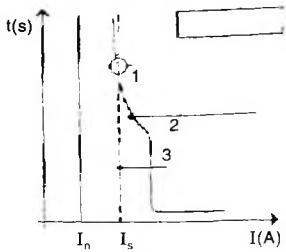
Cầu chì loại GI				Áptômát cỡ bé	
I_n	kI_n	I_n	kI_n	NFC 61400	NFC 61410
6	7,9	125	138	5	6
8	10,5	160	176	8	-
10	13	200	220	10	10
12	14,5	250	275	14	13
16	19,4	315	347	15	16
20	24	400	440	20	20
25	30	500	550	25	25
32	35	630	693	32	32
40	44	800	880	38	40
50	55	1000	1100	47	50
63	69			60	63
80	88			75	80
100	110			95	100

[*1)] Khi quá tải do vì dòng điện tăng cao không bình thường sẽ tạo nên sự rối loạn chức năng làm việc của trang thiết bị, hoặc dưa đến làm nóng quá mức máy móc dẫn đến cách điện hỏng; do vậy, cầu chì được bố trí cần phải cắt ngay. Đó là trường hợp đối với hộ tiêu thụ xuất hiện dòng điện tiêu thụ cao hơn kích cỡ của khí cụ bảo vệ được bố trí (cỡ áptômát đặt). Hình 5.2 và 5.3 giới thiệu đặc tính làm việc của cầu chì loại GI và áptômát.



Hình 5.2 Đường đặc tính cầu chì loại GI

Ở đây: 1- điểm nóng chảy; 2- đường cong nóng chảy; 3- trị số dòng điện quá tải I_S



Hình 5.3 Đường đặc tính áptômát

Ở đây: 1- điểm mở áptômát; 2- đường cong mở áptômát; 3- trị số dòng điện quá tải I_S

5.2.4 Xác định dòng điện cho phép của các dây dẫn đặt trong các hào, rãnh

Trong trường hợp quá tải, dây dẫn phải chịu cường độ dòng điện cần thiết trong thời gian để làm nóng chảy cầu chì, tức là dòng điện có trị số kI_n.

Ví dụ: - kI_n = 110A (cầu chì I_n = 100 có trị số kI_n = 110A (bảng 5.10).

- Chúng ta đã tính ở ví dụ trên, hệ số hiệu chỉnh tổng hợp f = 0,72.

- Xác định trị số dòng điện I_z cho phép bởi hệ thống đường rãnh hào có đường dây dẫn điện. Tra ở bảng 5.4 - cho ta đối với cầu chì: $I_z = kI_{n.f}$ = 110/0,72 = 152,8A.

5.2.5 Lựa chọn tiết diện dây dẫn điện

Tiết diện tương ứng với dòng điện cho phép (tính bằng ampe [A] của dây điện đặt trong các đường dẫn: rãnh, hào, đối với phương pháp tham chiếu dựa vào các chữ cái: B, C, E và F.

Bảng 5.11a

Phương pháp tham chiếu	Vật liệu được bọc ngăn cách (cách điện) và số lượng dây dẫn điện được lắp đặt cùng với dây dẫn được tính toán								
B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S (mm^2 Cu)									
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
4	28	32	34	36	40	42	45	49	
6	36	41	43	48	51	54	58	63	
10	50	57	60	63	70	75	80	86	

Phương pháp tham chiếu	Vật liệu được bọc ngăn cách (cách điện) và số lượng dây dẫn điện được lắp đặt cùng với dây dẫn được tính toán								
16	68	76	80	85	94	100	107	115	
25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
95	207	223	238	258	278	298	328	325	377
120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
150		299	319	344	371	395	441	473	504
185		341	364	392	424	450	506	542	575
240		403	430	461	500	538	599	641	679
300		464	497	530	576	621	693	741	783
400					656	754	825		940
500					749	868	946		1083
630					855	1005	1088		1254
S(mm^2) Al									
2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	
4	22	25	26	28	31	32	35	38	
6	28	32	33	36	39	42	45	49	
10	39	44	46	49	54	58	62	67	
16	53	59	61	66	73	77	84	91	
25	70	73	78	83	90	97	101	108	121
35	86	90	96	103	112	120	126	135	150
50	104	110	117	125	136	146	154	164	84
70	133	140	150	160	174	187	198	211	237
95	161	170	183	195	211	227	241	257	289
120	186	197	212	226	245	263	280	300	337
150		227	245	261	283	304	324	346	389
185		259	280	298	323	347	371	397	447
240		305	330	352	382	409	439	470	530
300		351	381	406	440	471	508	543	613
400					526	600	663		740
500					610	694	770		856
630					711	808	899		996

Ở ví dụ trên, ta tính được I_z = 152,8A ≈ 153A; ta cũng đã xác định được loại dây dẫn có chữ cái để lựa chọn là E và đầu đề cho là chọn cáp PVC3; do vậy chọn tiết diện dây dẫn là vật liệu Cu có S pha = 50mm^2 (ứng với 3 dây pha, loại PVC3 chữ cái E ta có tiết diện dây đồng Cu - 50mm^2) dòng điện cho phép trong các rãnh hào là 153A - (bảng 5.11a).

Tiết diện của dây trung tính vật liệu đồng Cu có thể là $S_{trung\ tính\ N}$ = 25mm^2 (bảng 5.11b).

Tiết diện của dây dẫn pha và trung tính cùng loại vật liệu.

Bảng 5.11b

Tiết diện dây dẫn pha, tinh [mm²]	S < 25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Tiết diện tối thiểu của dây trung tính; [mm²]	S	25 (35)	25 (35)	35	50	70	70	95	120	150
(35) tiết diện của dây trung tính lõi bằng nhôm										

* Tiết diện dây dẫn tương ứng với dòng điện cho phép (tính bằng ampe [A]) đặt trong các rãnh hào chôn dưới đất, đối với phương pháp tham chiếu chữ D (bảng 5.12).

Bảng 5.12

Tiết diện của dây dẫn, [mm²]	Vật liệu bọc ngăn cách và số lượng của dây dẫn được lắp đặt			
	PVC3	PVC2	PR3	PR2
1	2	3	4	5
Đồng Cu				
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
16	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
Nhôm Al				
10	57	68	67	84
16	74	88	87	104
25	94	114	111	133
35	114	137	134	160
50	134	161	160	188
70	167	200	197	233
95	197	237	234	275
120	224	270	266	314
150	254	304	300	359
185	285	343	337	398
240	328	396	388	458
300	371	447	440	520

Khi cáp chôn ngầm được đặt trong bọc hệ số giảm: 0,8 được áp dụng đối với các giá trị của bảng 5.12 này.

* Tiết diện dây dẫn tương ứng với dòng điện cho phép (tính bằng ampe [A]), đặt trong các đường dẫn điện được bọc ngăn cách ở các quặng (bảng 5.13).

Bảng 5.13

Tiết diện định mức của các lõi, mm^2	Số lượng và sự bố trí các dây dẫn đối với phương pháp c		
	Một cáp có hai dây dẫn hay hai cáp một dây được bố trí lắp đặt	Được bố trí lắp đặt 3 dây dẫn	
		Một cáp nhiều sợi dây dẫn hay ba cáp một dây dẫn có dạng cỏ ba lá	Ba cáp một dây dẫn có dạng tầng
	1	2	3
* H1			
750V			
1,5	25	21	23
2,5	34	28	31
4	45	37	41
6	57	48	52
10	77	65	70
16	102	86	92
25	133	112	120
35	163	137	147
50	202	169	181
70	247	207	221
95	296	249	264
120	340	286	303
150	388	327	346
* H2			
750V			
1,5	31	26	30
2,5	42	35	41
4	55	47	53
6	70	60	67
10	96	81	91
16	127	107	119
25	166	140	154
35	203	171	187
50	251	212	230
70	307	260	280
95	369	312	334
120	424	359	383
150	485	410	435

Chú ý: Đối với bảng 5.13:

*H1: Các dây dẫn và vỏ bọc dây đồng/ vỏ bọc bằng PVC hay cáp trần. Nhiệt độ của vỏ bọc: 70°C.

Nhiệt độ của môi trường xung quanh: 30°C.

*H2: Các dây dẫn và vỏ bọc đồng/ cáp trần.

Nhiệt độ của vỏ bọc: 105°C

Nhiệt độ môi trường xung quanh: 30°C

1- Đối với cáp một dây dẫn, các vỏ bọc của cáp của cùng một mạch điện sẽ được bó lại cùng nhau ở hai đầu tận cùng.

2- Ở các giá trị của bảng 5.13, một hệ số hiệu chỉnh nào đó cũng không được áp dụng trong trường hợp tập hợp thành nhóm.

3- Đối với cáp trần, các giá trị của bảng 5.13 ở phần H1 sẽ được nhân với hệ số 0,9.

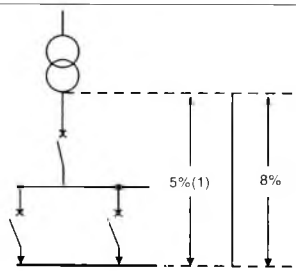
5.3 KIỂM TRA

5.3.1 Kiểm tra sự sụt điện áp (tổn thất điện áp)

Sự sụt điện áp hay tổn thất điện áp giữa đầu nguồn của hệ thống bố trí lắp đặt máy móc thiết bị với bất kỳ vị trí nào của phụ tải hay cuối nguồn đều không được phép vượt quá giá trị ở bảng 5.14.

Bảng 5.14

Đặc điểm	Chiếu sáng	Sử dụng khác
Hệ thống lắp đặt được cung cấp bởi một đường dây nhánh điện áp thấp (< 1000) kể từ mạng lưới điện công cộng điện áp thấp.	3%	5%
Hệ thống lắp đặt được cung cấp bởi một trạm phát điện hay trạm biến áp riêng, lấy điện từ phía điện áp cao của lưới trung thế (do vì khi tính toán có thể tính chọn đầu phân áp thích hợp nhu cầu riêng).	6%	8%
Sự sụt điện áp lớn hơn có thể được chấp nhận đối với các động cơ trong giai đoạn khởi động (vì dòng điện khởi động lớn hơn nhiều so với dòng điện định mức) hoặc các thiết bị khác có dòng điện khởi động lớn hơn dòng định mức.		



Ghi chú: 1- Giữa điểm nối của hộ thuê bao điện áp thấp và hộ tiêu thụ.

- Công thức tổng quát là:

$$\Delta U = b.\left(\frac{L}{S}\right)[\rho\cos\varphi + \lambda\sin\varphi].I_B \qquad (5.1)$$

$$\Delta U\% = 100\frac{\Delta U}{U_n}$$

- Công thức đơn giản hóa:

$$\Delta U\% = \frac{b.(\rho.L).I_B.100}{S.U_n} \qquad (5.2)$$

Trong công thức này: ΔU - sự sụt áp hay tổn thất điện áp, tính [V]

b - có giá trị 1 đối với ba pha và 2 đối với một pha.

ρ - điện trở suất của đồng (Cu) là: 0,0225 [$\Omega.mm^2/m$]

của nhôm (Al) là: 0,036 [$\Omega.mm^2/m$]

L - chiều dài đơn của đường dẫn, tính mét [m]

S - tiết diện của dây dẫn, tính [mm^2]

λ - điện kháng trên một đơn vị chiều dài của dây dẫn (lấy 0,08 mΩ/m)

Cos φ lấy bằng giá trị định mức $\cos \varphi_n = 0,8$

và $\sin \varphi_n = 0,6$.

I_B - dòng điện sử dụng

U_n - điện áp định mức giữa pha và trung tính (U_n pha).

Ví dụ: Áp dụng các số liệu dã cho và đã tính được ở ví dụ trên, để xác định tổn thất điện áp:

- Chiều dài: 80m
- Tiết diện dây dẫn pha $50mm^2$
- Dòng điện sử dụng $I_B = 90A$
- Điện áp $U_n = 230V$
- Tổn thất $\Delta U = 1 \times (80/50) \times (0,0225 \times 0,8) + (0,08.10^{-3} \times 0,6) \times 90 = 2,6V$.

Chú ý: Ở đây, trị số b = 1 vì đây là phân xưởng động lực 3 pha 4 dây.

- $\Delta U\% = (2,6/230) \times 100 \approx 1,2\%$.

- Vì $\Delta U\% = 1,2\% < [\Delta U\%]$ cho phép = 8% (bảng 5.14) đối với động lực (ở ô: sử dụng khác).

Nếu ta tính toán bằng cách sử dụng công thực đơn giản hóa (công thức 5.2).

$$\Delta U\% = 1 \times 0,0225 \times (80/50) \times 90 \times (100/230) = 1,4\%$$

5.3.2 Kiểm tra việc bảo vệ đối với ngắn mạch

(sử dụng bảng 5.15 và 5.16)

Chúng ta sẽ kiểm tra xem đường dây có quá dài không; vì trong trường hợp ngắn mạch ở điểm rất xa do đường dây quá dài thì thời gian cắt sẽ dài có thể kéo theo hậu quả: nhiệt độ sinh ra quá lâu và lực cơ khí do dòng xung kích rất nguy hiểm cho thiết bị dòng điện.

Sự kiểm tra bảo vệ đối với ngắn mạch thực hiện xuất phát từ tiết diện dây trung tính.

a) Đối với bảo vệ bằng cầu chì (bảng 5.15)

Bảng 5.15 cho ta chiều dài tối đa của đường dây, đối với việc bảo vệ bằng cầu chì loại GI.

Bảng 5.15

Tiết diện định mức của các dây dẫn điện [mm²] bằng đồng Cu	Dòng điện định mức của cầu chì loại GI, (tính A)												
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
1,5	99/11	86/87	40/59	21/29	13/16	7/9							
2,5		134	110/1	67/84	41/51	25/33	13/20	8/11					
4			183	139	108/1	67/84	46/58	24/32	14/17	7,3/30			
6				214	165	139	94/11	55/70	33/41	20/27	10/14		
10					275	226	172	130	90/10	57/70	30/41	17,5/2	
16							283	217	168	128	86/95	53/65	30/67
25								336	257	197	155	118	73/87
35									367	283	220	172	134
50										379	299	229	179
70											441	336	268
95												472	367
120													462
150													483

Bảng 5.16 *Bảng cho chiều dài tối đa của đường dây điện được bảo vệ đối với áptômát loại B*

Tiết diện định mức của các dây dẫn điện [mm²] bằng đồng Cu	Dòng điện định mức của áptômát loại B, tính [A]												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1,5	296	178	137	111	89	71	56	44	36	28	22	18	14
2,5	494	296	228	185	148	119	93	74	59	47	37	30	24
4	790	474	385	296	237	190	148	119	95	75	59	47	38
6	-	711	547	444	356	284	222	178	142	113	89	71	57
10	-	-	912	741	593	474	370	296	237	188	148	119	95
16	-	-	-	-	948	759	593	474	379	301	237	190	152
25	-	-	-	-	-	-	926	741	593	470	370	296	237
35	-	-	-	-	-	-	-	-	830	658	519	415	331
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	894	704	563	450

Chú ý ở bảng 5.15:

Các chiều dài ghi ở bảng tính bằng [m] có giá trị đối với mạch điện ba pha không có đường dây trung tính, được cung cấp ở điện áp dây định mức 400V; đối với mạch ba pha 230/400V có dây trung tính hay các mạch một pha được cung cấp dưới điện áp 230V thì các giá trị này phải được nhân với hệ số thích hợp sau đây:

- Nếu các dây dẫn có cùng một tiết diện, hệ số này là 0,58.
- Nếu dây trung tính có tiết diện bằng nửa tiết diện dây pha, thì hệ số này bằng 0,77.

Nếu ở bảng không chỉ rõ chiều dài, thì các đường dẫn điện tương ứng luôn luôn được bảo vệ. Chính vì vậy nên không xảy ra việc kiểm tra bảo vệ đối với ngắn mạch. *Ví dụ:* Dòng điện định mức của cầu chì là 100A và tiết diện dây dẫn trung tính 25mm^2 thì bảng 5.15 cho ta giá trị của chiều dài tối đa là 257m.

Trị số 257m > 80m (giả thiết đầu đề cho), vậy ta kết luận là *chiều dài của đường dây đối với ngắn mạch được đảm bảo.*

b) Đối với bảo vệ bằng áptômát

Chiều dài tối đa của đường dây dẫn điện được bảo vệ dối với ngắn mạch bằng các áptômát cỡ nhỏ loại B (bảng 5.16), loại C (bảng 5.17) và loại D (bảng 5.18).

Bảng 5.17 *Chiều dài tối đa của đường dây điện được bảo vệ đối với áptômát loại C*

Tiết diện định mức của các dây dẫn điện [mm^2] bằng đồng Cu	Dòng điện định mức của áptômát loại C, tính [A]												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1,5	148	89	68	56	44	36	28	22	18	14	6	9	7
2,5	247	148	114	93	74	59	46	37	30	24	19	15	12
4	395	237	182	148	119	95	74	59	47	38	30	24	19
6	593	356	274	222	178	142	111	89	71	56	44	36	28
10	988	593	456	370	296	237	185	148	119	94	74	59	47
16	-	948	729	593	474	379	295	237	190	150	119	95	76
25	-	-	-	926	741	593	463	370	296	235	185	148	119
35	-	-	-	-	-	830	648	519	415	329	259	207	166
50	-	-	-	-	-	-	880	704	563	446	351	281	225

Bảng 5.18 *Chiều dài tối đa của đường dây điện được bảo vệ đối với áptômát loại D*

Tiết diện định mức của các dây dẫn điện [mm^2] bằng đồng Cu	Dòng điện định mức của áptômát loại D, tính [A]												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1,5	74	44	34	28	22	18	14	11	9	7	6	4	3
2,5	123	74	57	46	37	30	23	19	15	12	9	7	6
4	198	119	91	74	59	47	37	30	24	19	15	12	9
6	295	178	137	111	89	71	56	44	36	28	22	18	14
10	494	296	228	185	148	119	93	74	59	47	37	30	24
16	790	474	365	296	237	190	148	119	95	75	59	47	38
25	-	741	570	463	370	296	231	185	148	118	93	74	59
35	-	-	798	648	519	415	324	259	207	165	130	104	83
50	-	-	-	880	704	563	440	351	281	223	176	141	113

Chú ý: Các bảng 5.16, 5.17 và 5.18 có cùng điểm cần chú ý như ở bảng 5.15.

5.3.3 Kiểm tra bảo vệ an toàn cho người đối với các tiếp xúc gián tiếp[1] ở chế độ trung tính - TN

(Trung tính lưới điện nối đất và có đường dây trung tính kéo ra, hay chế độ 3 pha 4 dây hoặc 5 dây: TNC, TNS hoặc sơ đồ tổ hợp TNC - TNS: 3 pha + N và PE)[2]

Trong trường hợp xuất hiện sự cố chạm mát, ở chế độ TN, chúng ta sẽ nhận được ngắn mạch giữa dây pha và trung tính. Cầu chì hay áptômát điện từ có thể tác động để đảm bảo bảo vệ cho người đối với tiếp xúc gián tiếp, miễn là thời gian tác động của nó được đối chiếu so sánh với bảng 5.19.

Bảng 5.19

Thời gian cắt ở sơ đồ TN		
Điện áp định mức của hệ thống bố trí trang thiết bị dùng điện U_o (vôn)	Thời gian cắt t_c, tính giây [s]	
	U_L = 50V[3]	U_L = 25V[4]
120 – 127	0,8	0,35
220 – 230	0,4	0,2
380 – 400	0,2	0,06
> 400	0,1	0,02

[1] Tiếp xúc gián tiếp là tiếp xúc với vỏ thiết bị tiêu thụ điện, khi vỏ bằng kim loại và dòng điện sự cố xuất hiện do cách điện bị hỏng, dòng điện sẽ chạm vỏ thiết bị (thiết bị chạm mát).

[2] Xem chương trước.

[3] Ở khu vực môi trường ít nguy hiểm, điện áp an toàn giới hạn U_L = 50V.

[4] Ở khu vực môi trường nguy hiểm, điện áp an toàn giới hạn U_L = 25V.

Nếu đường dây quá dài, đối với sự cố xuất hiện ở điểm rất xa, tổng trở của đường dây giới hạn dòng ngắn mạch và thời gian cắt của khí cụ điện bảo vệ có thể quá cao. Trong trường hợp đó, việc bảo vệ an toàn cho người không được đảm bảo.

Các bảng 5.20, 5.21, 5.22 và 5.23 sau đây, tùy theo sự bố trí của khí cụ bảo vệ (cầu chì hoặc áptômát), cho ta chiều dài tối đa của các mạch điện đến điểm cuối cùng để đảm bảo bảo vệ cho người, đối với tiếp xúc gián tiếp.

Chú ý rằng: Chúng ta không cần thiết phải kiểm tra các chiều dài này *khi các mạch điện được bố trí bảo vệ bằng khí cụ áptômát có bảo vệ dòng so lệch dư - DDR.*

a) Đối với cầu chì. Chiều dài tối đa của các đường dây dẫn điện 3 pha 230V/400V đối với tỷ lệ m là: tiết diện dây pha/ tiết diện dây trung tính:

$m = \frac{\text{tiết diện dây pha } S_p}{\text{tiết diện dây trung tính } S_N}$ bằng 1 (tức là tiết diện dây pha = tiết diện dây trung tính) và U_L = 50V, cho ở bảng 5.20.

Chú ý ở bảng 5.20.

- Nếu điện áp an toàn giới hạn: U_L = 25 vôn, thì giá trị chiều dài trong bảng 5.20 được nhân với hệ số 0,8.

- Đối với m = 2, các giá trị chiều đài trong bảng được nhân với hệ số 0,5.

- Đối với m = 3, các giá trị chiều dài trong bảng được nhân với hệ số 0,36.

Ở ví dụ: có m = 50/25 = 2 (ở đây S_{pha} = 50mm^2, $S_{trung\ tính}$ = 25mm^2).

Do đó, đối với cần chì có dòng điện định mức bằng 100A và dây dẫn điện có tiết diện 50mm^2, thì bảng 5.20 cho ta chiều dài tối da cho phép là 186[m], đối với m = 1. Nếu giả thiết: chọn tiết diện dây đã thực hiện: S_p = 50mm^2, S_N = 25mm^2 nên m = 2; do đó chiều đài trên được phân với hệ số 0,5. Vậy chiều dài thực tế chỉ cho phép tối đa là: 186× 0,5 = 93m > 80m.

Kết luận: việc bảo vệ an toàn cho cho người đối với tiếp xúc gian tiếp trong trường hợp này được đảm bảo.

Bảng 5.20 *Chiều dài cho phép (tối đa) của đường dây đối với tỷ lệ m = 1 và U_L = 50V*

Tiết điện định mức của các dãy dẫn điện bằng đồng-Cu, tính (mm^2)	Dòng điện định mức ở cầu chì GI, tính bằng [A] dùng để cắt mạch điện, bảo vệ an toàn cho người																	
	16	20	25	32	40	50	63	90	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
1,5	35	31	23	18	15	11	9	7	5,5	4	3	-	-	-	-	-	-	-
2,5	59	51	39	30	25	19	15	12	9	7	5,5	4	3	-	-	-	-	-
4	95	82	62	49	40	30	25	19	15	11	9	7	5	4	3	-	-	-
6	142	123	94	73	60	45	37	29	22	17	13	10	8	6	4,5	3	-	-
10	237	206	156	122	100	75	62	49	37	29	22	17	13	9,5	8	5,5	4	-
16	379	329	250	195	160	120	99	78	59	46	36	27	21	15	12	9	6	5
25	592	515	391	305	250	188	155	122	93	72	56	42	32	24	19	13	10	8
35	830	720	547	428	350	263	217	171	130	101	78	59	46	34	27	19	13	11
50	118	102	782	611	501	376	310	244	186	145	112	85	65	48	39	27	19	15
70	166	144	109	855	702	526	434	342	260	203	156	119	91	67	55	38	27	22
95	225	195	148	116	953	714	590	446	354	275	212	161	124	92	74	52	37	30
120	284	247	187	146	120	902	745	586	447	348	268	204	156	116	94	65	39	37
150	-	-	212	166	136	102	844	665	506	394	304	231	177	131	106	74	53	42
185	-	-	-	180	148	111	919	723	551	429	331	251	193	143	116	80	57	46
240	-	-	-	-	180	135	111	880	670	521	402	306	235	174	140	98	70	56
300	-	-	-	-	-	157	130	102	782	608	469	357	274	203	164	114	82	66

b) Đối với áptômát: Chiều dài cho phép tối đa, tính bằng [m] của đường dây, khi sử dụng áptômát để bảo vệ an toàn cho người, đối với tiếp xúc gián tiếp, bằng áptômát: loại B, cho ở bảng 5.21, loại C cho bảng 2.22 và loại D cho ở (bảng 5.23).

Chú ý: khi dùng các bảng: 5.21, 5.22 và 5.23.

- Đối với m = 1, các chiều dài được cho ở trong bảng.

- Đối với m = 2, các chiều dài được cho ở trong bảng sẽ phải nhân với hệ số: 0,67.

- Đối với m = 3, các chiều dài được cho ở trong bảng sẽ phải nhân với hệ số 0,5.

- Các bảng này cho chiều dài tối đa tính bằng [m] của các đường dây dẫn điện 3 pha 230V/400V đối với U_L = 50V và U_L = 25V.

Bảng 5.21

Tiết diện định mức của dây dẫn điện bằng đồng Cu, tính [mm²]	Dòng điện định mức của áptômát loại B, tính bằng ampe [A]												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1.5	204	123	94	77	61	49	38	31	25	19	15	12	10
2.5	341	204	157	128	102	82	64	51	41	32	26	20	16
4	525	327	252	204	164	131	102	82	65	52	41	33	26
6	818	419	377	307	245	196	153	123	98	78	61	49	39
10	-	818	629	511	409	327	256	204	164	130	102	82	65
16	-	-	-	818	654	523	409	327	262	208	164	131	105
25	-	-	-	-	-	818	639	511	409	325	256	204	164
35	-	-	-	-	-	-	894	716	572	454	258	286	229
50	-	-	-	-	-	-	-	-	777	617	485	389	311

Bảng 5.22

Tiết diện định mức của dây dẫn điện bằng đồng Cu, tính [mm²]	Dòng điện định mức của áptômát loại C, tính [A]												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1.5	102	61	47	38	31	25	19	15	12	10	8	6	5
2.5	170	102	79	64	51	41	32	26	20	16	13	10	8
4	273	164	126	102	82	65	51	41	33	26	20	16	13
6	409	245	189	153	123	98	77	61	49	39	31	25	20
10	681	409	315	256	204	164	128	102	82	65	51	41	33
16	-	654	503	409	327	262	204	164	131	104	82	65	52
25	-	-	786	639	511	409	319	256	204	162	128	102	82
35	-	-	-	894	716	572	447	358	286	227	179	143	114
50	-	-	-	-	-	777	607	485	389	309	243	194	156

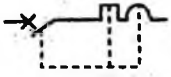
Bảng 5.23

Tiết diện định mức của dây dẫn điện bằng đồng Cu, tính [mm²]	Dòng điện định mức của áptômát loại D, tính [A]												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1.5	51	31	24	19	15	12	10	8	6	5	4	3	2
2.5	85	51	39	32	26	20	16	13	10	8	6	5	4
4	136	82	63	51	41	33	26	20	16	13	10	8	7
6	204	123	94	77	61	49	38	31	25	19	15	12	10
10	341	204	157	128	102	82	64	51	41	32	26	20	16
16	545	327	252	204	164	131	102	82	65	52	41	33	26
25	852	511	393	319	256	204	160	128	102	81	64	51	41
35	-	716	550	447	358	286	224	179	143	114	89	72	57
50	-	-	747	607	485	389	304	243	194	154	122	97	78

5.4 MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CỦA ÁPTÔMÁT HAY CẦU DAO TỰ ĐỘNG (CB) ĐƯỢC SẢN XUẤT Ở CHÂU ÂU

Áptômát hay cầu dao tự động được sử dụng để bảo hộ các thiết bị điện đồng thời cũng dùng để bảo vệ cho người, trong trường hợp các chế độ trung tính của lưới điện là TN hay IT.

Ký hiệu hình 5.4 và hình dạng cụ thể 5.5.



Hình 5.4

Hình 5.5

5.4.1 Cấu tạo

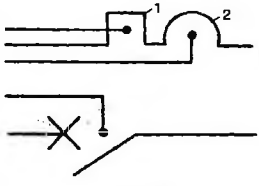
Áptômát hay cầu dao tự động gồm hai bộ phận chính (H.5.6)

- *Hệ thống dò tìm:* hệ thống này điều khiển động tác mở ra của các cực cắt, hệ thống này được cấu tạo bởi:

+ Bộ dò tìm quá dòng điện (1)

+ Bộ dò tìm ngắn mạch (2)

- Hệ thống đóng cắt.



Hình 5.6

a) Hệ thống dò tìm:

Đường cong làm việc của các áptômát có thể phân tích làm hai phần: hình 5.7.

- Phần trên: Từ A đến C, bảo vệ đối với quá tải, được đảm bảo thực hiện bởi hệ thống nhiệt.
- Phần dưới: từ C đến D, bảo vệ đối với ngắn mạch, được đảm bảo thực hiện bởi hệ thống điện từ.

Các hệ thống điện tử cũng nhằm bảo đảm hai loại bảo vệ này.

b) Tác động mở do hiệu quả nhiệt (H.5.8)

* *T_2: thời gian mở tối đa:* Khí cụ điện vừa mới được đặt dưới điện áp, nếu bị quá tải thì tấm lưỡng kim loại hãy còn lạnh, do vậy thời gian cần thiết để tấm lưỡng kim này cong sẽ khá dài và do đó thời gian cắt khá dài.

* *T_1: thời gian mở tối thiểu:* Khí cụ điện đang trong quá trình làm việc, sự cân bằng nhiệt đã được thiết lập ở dòng điện I_1. Khi bị quá tải thì vì tấm lưỡng kim đang ở trạng thái nóng, nên thời gian cắt sẽ ngắn.

Ở hình 5.8.

1: dòng điện qui ước không mở (I_1), trong một khoảng thời gian tối thiểu là 1 giờ

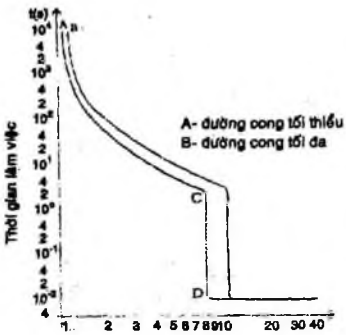
2: dòng điện qui ước phải mở bằng hoặc ít hơn một ít đối với trị số $1,3I_1$

Số 1 và 2 là các giá trị giới hạn.

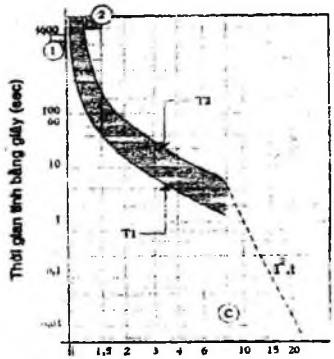
I_n dòng điện cực đại mà áptômát có thể chịu đựng được trong suốt thời gian việc mà không làm cho khi cụ điện bị nóng vượt quá giá trị giới hạn riêng được qui định bởi tiêu chuẩn. (còn gọi là dòng điện định mức).

C: Giới hạn cắt của hệ thống tác động mở do hiệu quả nhiệt

I^2t: giới hạn của ứng lực nhiệt mà tấm lưỡng kim có thể chấp nhận được.



Hình 5.7 *Đường biểu diễn dòng điện làm việc của áptômát với thời gian làm việc $t = f(xI_n)$*



Hình 5.8 *Đường đặc tính của thời gian biến thiên tỷ lệ nghịch với dòng điện của tác động mở do hiệu quả nhiệt của áptômát: $t = f(I)$*

c) *Tác động mở do hiệu quả của điện từ (mở điện từ) hình 5.9*

T_2: Thời gian cắt tổng. Nó không bị ảnh hưởng bởi sự quá tải.

T_1: *Thời gian làm việc tối thiểu.* Đối với sự quá dòng điện trong khoảng thời gian bằng hay dưới 2 miligiây (ms) thì bộ phận này không thực hiện tác động.

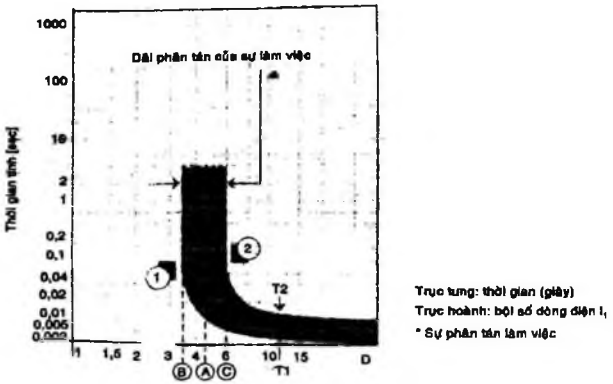
A: dòng điều chỉnh và bắt đầu tác động mở điện từ.

B: dòng điện giới hạn cực tiểu của tác động mở điện từ.

C: dòng điện giới hạn cực đại của tác động mở điện từ. 1 và 2 là những giới hạn được cho bởi tiêu chuẩn.

D: khả năng cắt của áptômát:

Đó chính là dòng điện giả định mà áptômát có khả năng chịu đựng được và thực hiện cắt ở trong khoảng thời gian mở của nó.



Hình 5.9

5.4.2. Các đường cong mở áptômát B, C, D, Z, K và MA – Tiêu chuẩn CEI 947.2

a) Đường cong B (H.5.10)

Mở áptômát giữa giá trị 3,2 In và 4,8 In:

Điều khiển bảo vệ đối với quá tải và ngắn mạch các trang thiết bị. Bao gồm:

- Các trang thiết bị điện trong sinh hoạt.
- Các mạch nấu nướng và sưởi ấm.
- Chiếu sáng gồm có một số lượng ít các đèn, phích cắm.v.v...

Bảo vệ cho người ở chế độ lưới điện với trung tính IT và TN.

b) Đường cong C (H.5.10)

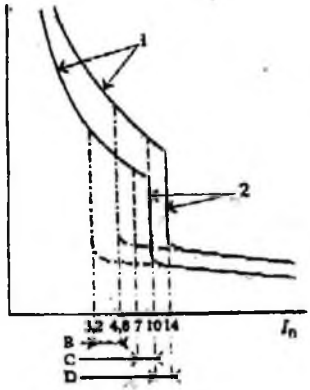
Mở áptômát giữa các giá trị $7I_n$ và $10I_n$

Điều khiển bảo vệ đối với các quá tải và ngắn mạch các trang thiết bị có tính chất phổ thông: các trang thiết bị tại chỗ sử dụng trong nghề nghiệp, chiếu sáng của đèn huỳnh quang được bù, nhóm chiếu sáng sợi đốt, các phích cắm điện...

c) Đường cong D (H.5.10)

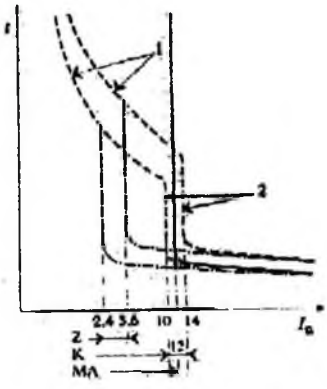
Mở áptômát giữa giá trị $10I_n$ và $14I_n$

Điều khiển và bảo vệ đối với quá tải và ngắn mạch trang thiết bị có dòng tiêu thụ lớn: máy biến áp, động cơ...



1- quá tải; 2- ngắn mạch

Hình 5.10 Đường đặc tính tác động mở của áptômát với dòng điện tác động giữa các giá trị (3,2÷4,8); (7÷10) và (10÷14) ứng với các đường cong B, C, D



1- quá tải; 2- ngắn mạch

Hình 5.11 Đường đặc tính tác động mở của áptômát với dòng điện tác động giữa các giá trị (2,4÷3,6 I_n); (10 ÷ 14 I_n) và 12 I_n tương ứng với các đường cong Z, K và MA

d) Đường cong Z (H.5.11)

Mở áptômát giữa giá trị 2, 4 I_n và 3,6I_n

Bảo vệ các mạch điện tử: diod, tranzito, triắc.vv... đối với các quá tải nhỏ có thời gian dài và đối với ngắn mạch.

e) Đường cong K (H.5.11)

Mở áptômát giữa 10I_n và 14I_n

Điều khiển và bảo vệ đối với quá tải và ngắn mạch trang thiết bị có đòng tiêu thụ lớn tương tự như đối với đường cong D, nhưng về thời gian có *yêu cầu rất ngắn phải tác động.*

f) Đường cong MA (H.5.11)

Mở áptômát khi dòng điện đạt 12I_n

Bảo vệ các mạch điện cung cấp cho các động cơ, các đường cáp và các bộ khởi động đối với sự cố ngắn mạch. Các áptômát này chỉ gồm có một bộ phận mở dòng điện từ, do vậy nó *cần phải phối hợp với một khí cụ bảo vệ quá tải, dùng rơ le nhiệt lắp thêm vào.*

5.4.3. Lựa chọn áptômát

Như đã trình bày ở phần trên, một áptômát được tạo nên từ hai hệ thống: hệ thống cắt mạch điện và hệ thống dò tìm sự cố.

a) Chọn hệ thống bố trí cắt mạch điện

Hệ thống này gồm có liên động cơ khí, với các cực cắt dòng điện và sẽ được bố trí theo chức năng sau:

- Số lượng các cực: số lượng các dây dẫn để cắt, điện áp định mức (điện áp sử dụng), loại dòng điện (xoay chiều hay một chiều).

- Dòng điện I_B: dòng điện sử dụng của mạch điện, chính dòng diện này cho phép ta xác định dòng điện định mức mà người ta thường gọi là "cỡ áptômát".

Dòng diện ngắn mạch I_{cc}: Đó là dòng ngắn mạch mà khí cụ điện (áptômát) có thể chấp nhận được để tiến hành cắt, bảo vệ ngay lập tức các thiết bị điện ở phía sau của áptômát. Chúng ta luôn luôn phải chọn áptômát có khả năng cắt ở giá trị cao hơn dòng I_{cc} đã tính toán ở phía sau áptômát.

b) Chọn loại hệ thống mở (hay dò tìm sự cố để thực hiện tác động mở).

Sự bố trí điện từ - nhiệt hay điện tử, thực hiện nhiệm vụ điều khiển mở các cực cắt, được chọn theo chức năng:

- Dòng I_B, dòng điện cực đại mà nó đi qua mạch điện khi làm việc bình thường.

- Dòng điện đột ngột xuất hiện khi đặt dưới điện áp (dòng điện mở máy).

Tùy theo giá trị quá dòng điện này, người ta xác định loại đường cong sử dụng (B, C, D, v.v...) của hệ thống mở áptômát (chọn đường đặc tính hệ thống mở trong catalô).

5.5 CÁC BÀI TOÁN ÁP DỤNG

5.5.1. Bài toán áp dụng số 1

Một ngôi nhà được xây dựng cách cột điện của Sở điện là 95m để từ đó cung cấp điện cho ngôi nhà máy. Đơn vị thi công đường diện phải kéo một đường dây cáp cung cấp (một pha 230V). Cáp được dùng là cáp bọc PVC, chôn dưới đất, nhiệt độ của đất là 15°C, dược bảo vệ bằng áptômát loại C. Hệ thống lắp đặt thiết bị điện của ngôi nhà gồm có:

- 10 đèn nung sáng, mỗi đèn có công suất trung bình 75W.

- 13 phích cắm điện của các thiết bị tiêu thụ điện phục vụ tiện ghi trong nhà có tiết diện dây dẫn: 2,5mm^2, được bảo vệ bằng cầu chì GI, dòng điện 20A; công suất tối đa cho phép đối với 3 phích cắm là 4.600W (hệ số sử dụng b = 0,3).

- 1 phích cắm có tiết diện dây 6mm^2 (thiết bị nấu chín), công suất cực đại cho phép 2500W.

- 1 máy giặt gồm có: 1 động cơ 600W và một điện trở sấy khô công suất bằng với 1800W (hệ số sử dụng b = 0,3).

- 1 máy rửa bát gồm động cơ 400W, điện trở sấy khô 1800W (b = 0,3).

- 1 bình đun nước nóng 2400W (hệ số sử dụng b = 0,5)

- 6 máy sưởi ấm, công suất mỗi máy là 750W.

Hãy:

1. Xác định dòng điện sử dụng (dòng điện tính toán) $I_B = I_{tt}$
2. Người chủ ngôi nhà phải ký với Sở điện, loại hợp đồng công suất thuê bao là bao nhiêu?
3. Nếu cường độ dòng điện cực đại tiêu thụ là 60A:

a) Hãy xác định tiết diện của cấp dẫn nhiệt bằng đồng là bao nhiêu?

b) Kiểm tra xem nếu sự sụt áp sau khi đã hiệu chỉnh mà không đạt, thì hãy chọn tiết diện khác.

c) Kiểm tra xem việc bảo vệ đối với dòng điện ngắn mạch có được bảo đảm không?

Bài giải 1

1. Xác định dòng điện sử dụng (I_B):

- Đèn nung sáng: 75 × 10 = 750W

$$0,75 \times 1 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 3,26A$$

- Các phích cắm của các thiết bị tiêu thụ điện phục vụ tiện nghi:

$$3 \times 4600 = 13800W$$

$$13,8 \times 1 \times 0,3 \times 0,2 \times 1 \times 4,35 = 3,6A$$

- Phích cắm với tiết diện dây, công suất 2500W:

$$2,5 \times 1 \times 0,3 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 3,3A$$

- Máy giặt:

+ Sấy khô: 1800W

$$1,8 \times 1 \times 0,8 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 2,35A$$

+ Động cơ 600W

$$0,6 \times 2 \times 0,3 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 1,55A$$

- Máy rửa bát:

+ Sấy khô:

$$1,8 \times 1 \times 0,3 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 2,35A$$

+ động cơ 400W:

$$0,4 \times 2 \times 0,3 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 1A$$

- Bình đun nước nóng 2400W:

$$2,4 \times 1 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 5,22A$$

- Máy sưởi ấm (lò sưởi): 6 × 750 = 4500W

$$4,5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 4,35 = 19,6A$$

Tổng cộng, dòng điện sử dụng sẽ là:

$$I_B = 42,23A \approx 43A$$

2. Người chủ ngôi nhà phải ký hợp đồng với Sở điện, công suất thuê bao là:

12kVA (vì 230V × 43A ≈ 10,000 VA hay 10KVA, nếu tính cả dự trữ: 10 × 1,2 = 12KVA).

3. Tính tiết diện dây dẫn điện:

- Chữ cái lựa chọn D (bảng 5.5)
- Hệ số hiệu chỉnh f_1 = 0,80 (bảng 5.6)
- Hệ số hiệu chỉnh f_2 = 1,05 (bảng 5.8)
- Hệ số hiệu chỉnh f_3 = 1,00 (bảng 5.9)
- Nếu kể dự trữ: $I_n' = I_n.1,2 = 43 \times 1,2 \approx 52A \rightarrow I_n'$ k với bảng 5.10 ta có ≈ 60A →
- Dòng điện $I_z = \frac{I_n'.k}{f} = \frac{60}{0,8 \times 1,05 \times 1} = 71,43A$
- Chọn trong bảng 5.2 ta được ứng với dây đồng PVC3 – có 74A, tiết diện dây đồng Cu – 10mm^2.
- *Kiểm tra sự sụt điện áp (không kể đến điện kháng của cáp vì quá nhỏ).*

$$\Delta U = 2 \times \frac{95}{10} \times 0,0225 \times 0,8 \times 60 = 20,5V$$

$$\Delta U\% = 20,5 \times \frac{100}{230} = 8,9\% > 5\%$$: như vậy rõ ràng với tiết diện Cu-10mm^2 không đạt yêu cầu về đảm bảo chất lượng điện áp (điện áp sụt quá cho phép).

Hãy chọn cáp Cu – 25mm^2 và kiểm tra sụt áp.

$$\Delta U = 2 \times \frac{95}{25} \times 0,0225 \times 0,8 \times 60 = 8,2V$$

$$\Delta U\% = 8,2 \times \frac{100}{230} = 3,5\% < 5\%$$: vậy tiết diện cáp PCV-3 Cu-25mm^2 đạt yêu cầu về sụt áp cho phép < 5%.

- *Kiểm tra xem bảo vệ đối với ngắn mạch có đạt không*

Áptômát được xem như tương tự loại C, bảng 5.17.

Tra bảng 5.17, ứng với tiết diện Cu = 25mm^2, dòng điện 60A, ta được chiều dài tối đa 235m. Nếu dùng cầu chì loại GI, ta ứng với mạng điện ở chế độ TN, có dây trung tính cùng tiết diện với dây pha thì hệ số nhân là 0,58. Do vậy, chiều dài thực tế cho phép tối đa là 235m × 0,58 = 136m > 95m của giả thiết bài toán, *do đó bảo vệ được đảm bảo.*

5.5.2 Bài toán 2

Hai đường dây ba pha (3p + N), điện áp 230/400V, dùng cáp đồng với cách điện PVC, được bảo vệ bằng cầu chì loại GI.

Chúng được bố trí lắp đặt trên đường dẫn cáp nằm ngang, đục lỗ, chiều dài của đường dẫn là 60m và nhiệt độ của môi trường xung quanh là 35°C. Cường độ dòng điện được truyền tải là 90A. Chế độ làm việc của trung tính là TT (trung tính lưới

điện phía hạ thế 400V nối đất và có đường dây trung tính, các thiết bị được bảo vệ bằng vỏ nối đất)

Hãy: 1. Xác định tiết diện dẫn điện của cáp.

2. Kiểm tra tổn thất điện áp.

3. Kiểm tra xem bảo vệ đối với ngắn mạch có hiệu quả không?

Chú ý: Đối với các tiết diện dây dẫn pha lớn hơn hay bằng $25mm^2$, thì tiết diện của dây trung tính có thể nhỏ hơn tiết diện của dây dẫn pha, miễn là chúng phải cùng một bản chất vật liệu làm dây.

Bài giải 2:

1. Xác định tiết diện dây cáp dẫn điện:

- Cầu chì GI: dòng điện định mức 100A, kI_n = 110A (bảng 5.10).
- Đặt trên đường dẫn cáp nằm ngang được đục lỗ nên chữ cái để chọn là E (bảng 5.5)
- Các hệ số hiệu chỉnh như sau:
  + Hệ số hiệu chỉnh f_1 = 1 (bảng 5.6)
  + Hệ số hiệu chỉnh f_2 = 0,94 (bảng 5.7)
  + Hệ số hiệu chỉnh f_3 = 0,88 (bảng 5.9) (chú ý số lượng mạch 2).

$$I_g = \frac{kI_n}{f} = \frac{110}{1 \times 0,94 \times 0,88} = 133A$$

- Chọn trong bảng 5.11, ta được tiết diện dây đồng, đối với dây pha Cu-$50mm^2$ và dây trung tính chọn Cu-$25mm^2$ (chọn dây trung tính bằng Cu vì cùng bản chất dây dẫn với dây dẫn pha, trị số nhỏ hơn và chỉ bằng phân nửa dây dẫn pha).

2. Kiểm tra sự sụt điện áp (tổn thất điện áp), chú ý vì trị số của điện kháng của cáp là rất bé nên không thể trong tính toán tổn thất này.

$$\Delta U = 1 \times \frac{60}{50} \times 0,00225 \times 0,8 \times 90 = 2V$$

$$\Delta U\% = 2 \times \frac{100}{230} = 0,9\% < [3\%]$$

3. Kiểm tra bảo vệ đối với ngắn mạch: tác động bởi cầu chì GI (bảng 5.15); chúng ta hãy tính đối với tiết diện dây dẫn trung tính $25mm^2$; do vậy, ta được bảng 5.15, với dòng điện định mức cầu chì 100A có chiều dài tối đa cho phép là: 257 × 0,77 = 197m > 60m, *vậy đường dây sẽ được bảo vệ đối với ngắn mạch.*

5.5.3. Bài toán 3

Một đường dây cáp bằng đồng Cu với cách điện PVC, hai dây dẫn (Ph + N), điện áp 230V, có chiều dài dẫn điện 60m, được bảo vệ bằng cầu chì GI. Chúng được bố trí lắp đặt chỉ trên đường dẫn cáp có dạng bản nhỏ nằm ngang, đục lỗ, dưới nhiệt độ của môi trường xung quanh là 30^0C. Đường dây này cung cấp cho hệ thống chiếu sáng (chế độ trung tính là TT như đã nêu ở bài toán 2) được Sở điện cung cấp trực tiếp, dòng điện truyền tải là 90A.

Hãy:

1. Xác định tiết diện dẫn điện của cáp.

2. Kiểm tra sự sụt áp.

3. Kiểm tra xem bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì GI có được đảm bảo không.

Bài giải 3

1. Xác định tiết diện dây dẫn cáp:

- Đặt trên đường dẫn cáp nằm ngang, do vậy chọn chữ cái ở bảng 5.5 là E.

- Xác định các hệ số điều chỉnh:

  + Hệ số $f_1 = 1$ (bảng 5.6)

  + Hệ số $f_2 = 1$ (bảng 5.7)

  + Hệ số $f_3 = 1$ (bảng 5.9)

- Câu chì GI: $I_n = 100A$, và $kI_n = 110A$

$$I_z = 110A$$

- Chọn trong bảng 5.11, tiết diện dây dẫn pha là $25mm^2$.

2. Kiểm tra tổn thất điện áp hay sự sụt áp: (không tính đến điện kháng của cáp).

$$\Delta U = 2 \times \frac{60}{25} \times 0,0225 \times 0,8 \times 90 = 7,77V$$

$$\Delta U\% = 7,77 \times \frac{100}{230} = 3,37\% > [3\%]$$

Như vậy, với tiết diện Cu - $25mm^2$ không đạt, đối với tổn thất điện áp; do đó ta phải chọn cỡ dây lớn hơn một cấp là: Cu - $35mm^2$. Khi đó:

$$\Delta U = 2 \times \frac{60}{35} \times 0,0225 \times 0,8 \times 90 = 5,55V$$

$$\Delta U\% = 5,55 \times \frac{100}{230} = 2,4\% < [3\%]$$

Chọn cuối cùng: dây dẫn pha: Cu- $35mm^2$; dây dẫn trung tính: Cu - $35mm^2$

3. Kiểm tra đối với bảo vệ ngắn mạch của cầu chì loại GI, nhờ bảng 5.15 ta được: 367 × 0,58 = 212 > 60m. [Chú ý: vì mạch điện 1 pha, cung cấp dưới điện áp 230V và các dây dẫn cùng tiết diện ($S_{pha} = S_{trung\ tính}$) nên ở bảng này ta lấy hệ số phải nhân là 0,58].

Rõ ràng: cầu chì này đảm bảo bảo vệ ngắn mạch.

5.5.4. Bài toán 4

Hệ thống cung cấp điện dùng cáp đồng - Cu với cách điện PVC (3ph + N), điện áp 230/400V, có chiều dài 80m, được bảo vệ bằng cầu chì GI. Hệ thống này được đặt cùng với bốn đường dây cáp khác trên một khối được gia công công nghiệp chôn ngầm trong đất và chịu nhiệt độ của môi trường xung quanh 15°C. Dòng điện truyền tải là 60A, chế độ trung tính là TN.

Hãy:

1. Xác định tiết diện dây cáp dẫn điện.

2. Kiểm tra tổn thất điện áp.

3. Kiểm tra xem bảo vệ đối với ngắn mạch bằng cầu chì GI có đạt yêu cầu không?

4. Kiểm tra xem bảo vệ an toàn cho người khi tiếp xúc gián tiếp có được đảm bảo không?

Bài giải 4

1. Xác định tiết diện cáp dẫn điện:

- Đặt trên khối được gia công công nghiệp chôn ngầm trong đất, vậy chọn chữ cái là D (bảng 5.5)
- Các hệ số hiệu chỉnh:
  + Hệ số f_1 = 0,8
  + Hệ số f_2 = 1,17
  + Hệ số f_3 = 0,6
- Cầu chì GI có I_n = 63A, kI_n = 69A (bảng 5.10)

$$I_z = \frac{69}{0,8 \times 1,17 \times 0,6} = 123A$$

- Chọn trong bảng 5.12, tiết diện dây pha Cu = 25mm^2 và tiết diện dây trung tính cũng bằng đồng Cu = 25mm^2.

2. Kiểm tra tổn thất điện áp (không kể đến tổn thất do điện kháng của cáp)

$$\Delta U = 1 \times \frac{80}{25} \times 0,0225 \times 0,8 \times 60 = 3,45V$$

$$\Delta U^{\%} = 3,45 \times \frac{100}{230} = 1,5^{\%} < [3^{\%}]$$

3. Kiểm tra đối với bảo vệ ngắn mạch:

Cầu chì loại GI, bảng 5.15, *chúng ta đã tính đối với với tiết diện dây trung tính là* Cu 25mm^2; song ở đây ta có thể lấy cùng loại dây đồng nhưng tiết diện nhỏ hơn một cấp; do đó khi tra bảng 5.15, ta có thể lấy đối với dây trung tính Cu - 16mm^2, lúc đó chiều dài tối đa cho phép là 283 × 0,77 = 218m > [80m]. Vậy bảo vệ bằng cầu chì GI này sẽ được đảm bảo. Còn nếu ta lấy như ở điểm 1 tức là $S_N = S_p$ thì chiều dài tối đa tra ở bảng là trống, do đó đã đạt mà không cần kiểm tra.

4. Kiểm tra bảo vệ an toàn cho người khi tiếp xúc gián tiếp. Chế độ trung tính TN, bảng 5.20.

Chúng ta lấy tiết diện của dây trung tính: trong trường hợp này như đã chọn ở lời giải điểm 1 là: tiết diện dây pha bằng tiết diện dây trung tính (tức là m = S_p/S_N = 1) và ở bảng 5.20 cho ta chiều dài cho phép tối đa là: 155m > 80m. Vậy người khi tiếp xúc gián tiếp sẽ được đảm bảo an toàn.

5.5.5 Bài toán 5

Một đường dây cáp cung cấp điện cho một xưởng sản xuất đã được nhiều năm rồi. Đơn vị sản xuất này cho rằng đã quá thời hạn sử dụng và họ quyết định biến đổi và lắp đặt các máy mới. Tuy nhiên, cáp điện vẫn còn ở trạng thái rất tốt và vẫn sử dụng tốt, có có thể tùy tình hình mà dùng trở lại. Các kỹ thuật viên chịu trách nhiệm thực hiện công việc lắp đặt thay mới đã đặt ra nhiều câu hỏi và yêu cầu cần phải tìm giải đáp đúng đắn.

Các đặc điểm về điện của việc bố trí lắp đặt mới:

- Cung cấp cho xưởng: 3Ph + N, điện áp 230/400V
- Công suất biểu kiến được tiêu thụ ở ba pha 140KVA, và hầu như phụ tải được bố trí phụ tải cân đối ở cả ba pha
- Chế độ của trung tính là TT.

Các đặc điểm của cáp điện

- Cáp điện bọc PVC, ba lõi
- Tiết diện của dây pha 240mm^2
- Tiết diện của dây trung tính 120mm^2.
- Chiều dài 60m, được đặt trên đường dẫn cáp (có dạng bản nhỏ đặt nằm ngang, được đục lỗ) với ba lường dây cáp khác phục vụ cho các xưởng sản xuất khác.
- Nhiệt độ của môi trường xung quanh trên đường dẫn cáp có thể dạt đến 30°C.

Hãy tính xem:

1. Dòng điện định mức của cầu chì loại GI được GI được đặt ở đầu đường dây để bảo vệ cáp, phải là bao nhiêu?

2. Cáp này có thích hợp với hệ thống lắp đặt mới không?

Bài giải 5

1. Giá trị của dòng điện định mức của cầu chì:

- Chữ được chọn là: E (bảng 5.5).
- Đối với tiết diện 240mm^2, bảng 5.11 cho: đối với PVC3, ở số lượng đường dẫn cùng với cáp khác là 3; do đó, ta có dòng điện cho phép là 430A, tức là: I_z = 430A.
- Xác định các hệ số:

$$f_1 = 1;\ f_2 = 1;\ f_3 = 0{,}77 \text{ (chú ý tổng số mạch là 4).}$$

Do vậy: $I_z = kI_n/f = kI_n/1 \times 1 \times 0{,}77 = 430A.$

$$\rightarrow\ k\ .\ I_n = 430 \times 0{,}77 = 331A$$

- Đối với kI_n = 275 (bảng 5.10) cho ta dòng điện định mức của cầu chì GI là 250A (chú ý: nên chọn giá trị nhỏ hơn trị số 331A).

2- Dây cáp còn phù hợp

Vì: Cường độ do bố trí trang thiết bị dùng điện sẽ tiêu thụ:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} = S/1,732U$$

$$I = 140.10^3/(1,732 \times 400) \approx 200A$$

mà 200 < 250A (dòng điện I_n của cầu chì)

3. Bảo vệ đối với ngắn mạch sẽ được bảo đảm, nếu dùng cầu chì GI, cường độ dòng định mức 250A.

- Đối với tiết diện dây trung tính: 120mm^2, bảng 5.15 cho ta chiều dài tối đa của đường dẫn là:

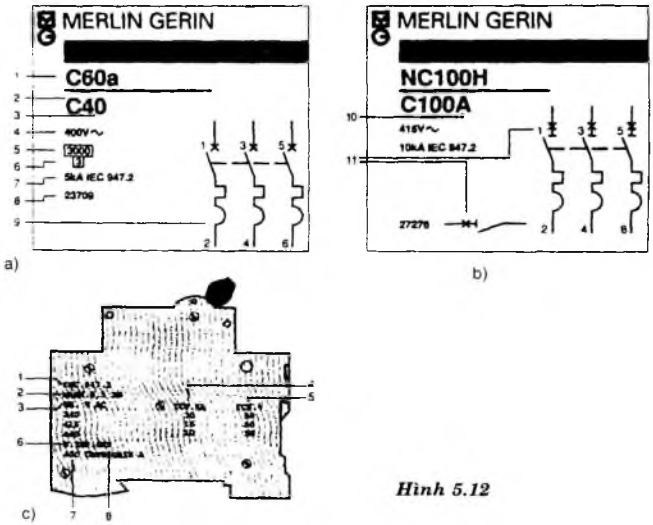
462m × 0,77 = 355m mà 355m > 60m

5.6 NHẬN DẠNG CÁC KHÍ CỤ BẢO VỆ MẠCH ĐIỆN VÀ CÁC THÔNG SỐ GHI TRÊN CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN

5.6.1. Về áptômát (hay CB – Circuit Breaker)

1. Giới thiệu sơ lược về hình dạng và các chỉ số ghi trên mặt của áptômát hay dùng hiện nay (hình 5.12).

a) Hình dạng mặt trước áptômát: (a, b)



Hình 5.12

* Các số ghi: ở mặt trước: (hình 5.12 a, b)

1- Loại CB hay áptômát theo công suất cắt

2- Đường cong khởi động (nhá móc)

3- Cở của CB (dòng điện định mức)

4- Điện áp sử dụng [Ue]

5- Khả năng cắt theo tiêu chuẩn NFC61-410-C
6- Cấp giới hạn
7- Khả năng cắt theo tiêu chuẩn "công nghiệp": IEC-947-2
8- Số đối chiếu trong thương nghiệp.
9- Ký hiệu điện theo số lượng cực (3 cực 3 pha, có rơ le nhiệt và rơ le điện từ)
10- Dòng điện tính Ampe [A]
Phải được xác định rõ theo tiêu chuẩn IEC 947.2 dùng trong công nghiệp
11- Ký hiệu khả năng ở phân đoạn cắt một cách thể hiện đầy đủ.

* Các số ghi ở mặt bên cạnh (hình 5.12c)
1. Tiêu chuẩn cấu trúc (áp dụng công nghiệp)
2. Điều chỉnh điện từ (đường cong c)
3. Điện áp áp dụng (U_R)
4. Khả năng cắt cuối cùng
5. Thành quả cắt trong công tác (tính %)
6. Điện áp khi lưu ý đến xung
7. Nhiệt độ qui chiếu
8. Hạng khí cụ điện (A: khí cụ không dự kiến để thực hiện chọn lọc theo phép đo thời gian).

b) Các đường cong và loại áp dụng

Các đường cong (B,C,D,K,Z,MA) giới thiệu sau đây là các đường cong của các CB của Merlin Gerin.

Loại	Khởi động	Bảo vệ	Ví dụ áp dụng
courbe B	Đường cong B 3 đến 5 $I_{dm(1)}$	- Các máy phát điện - Chiều dài cáp lớn - TN&IT	
courbe C	Đường cong C 5 đến 10$I_{dm(2)}$	Các mạch điện	Áp dụng tổng hợp
courbe D	Đường D 10 đến 14 I_{dm}	Các mạch điện, dòng điện yêu cầu lớn.	- Máy biến áp - Động cơ
courbe K	Đường cong K 10 đến 14 I_{dm}	Các mạch điện và các hộ tiêu thụ có dòng điện yêu cầu lớn.	- Động cơ - Máy biến áp - Mạch điện phụ
courbe Z	Đường cong Z 2,4 đến 3,6 I_{dm}	Các mạch điện tử	- Diot - Tranzito
courbe MA	Đường cong MA 12I_{dm}.	Các động cơ (không có bảo vệ nhiệt)	Khởi động các động cơ

(1) Khá chính xác đối với C60L, NC 100H: từ 3,2 đến 4,8 I_{dm}
(2) Khá chính xác đối với C60L, NC 100H, NC 100LH: từ 7 đến 10 I_{dm}

2. Bảo vệ so lệch DDR (hay RCCB): Disjoncteur Différentiel Résiduel - Residual Current – Circuit Breaker)

a) Ký hiệu và dạng bảo vệ so lệch DDR

+ Rơ le so lệch (hình 5.13)

***Hình 5.13** Hình dạng bên ngoài*

Mục đích: Bảo vệ dòng điện rò khi tiếp xúc gián tiếp

b) Ký hiệu và dạng bảo vệ so lệch DDR kết hợp với CB hay áptômát (RCCB). Mục đích cắt dòng điện khi quá tải trong một thời gian và dòng điện sự cố ngắn mạch, đồng thời bảo vệ dòng điện rò khi tiếp xúc gián tiếp.

b)

***Hình 5.14** a) Ký hiệu chung của RCCB (DDR)*
với: 1- rơ le quá dòng điện (bảo vệ quá tải)
2- rơ le điện từ (bảo vệ ngắn mạch)
3- rơ le so lệch bảo vệ khi tiếp xúc gián tiếp.

Ví dụ: RCCB có tên Safe.T.cut

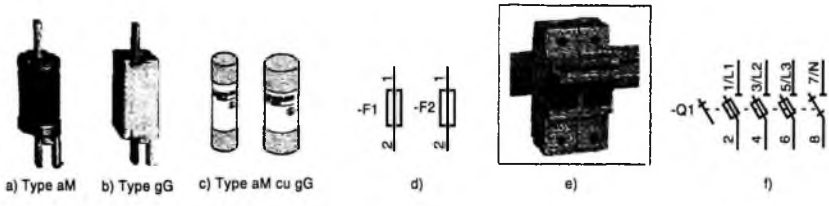
- Kiểu: GFCI 2P (hai cực) 32A (I_{dm})
- Lô sản xuất: 3700577
- Điện áp 127/220V AC; hai cực (một pha)

- Tần số 50/60 HZ
- Dòng điện định mức 32A; nhiệt độ môi trường 40°C
- Dòng điện nhảy - Tripping current có 4 mức (trực tiếp, sử dụng như CB, và 3 mức là: 5/15/25mA)
- Thời gian nhảy - Tripping time 0,05 sec (giây)
- Độ nhậy ở núm quay (trực tiếp, 5, 15, 25mA)
- Nút thử - Test

Ở đây rơ le so lệch kết hợp với CB (multi9. C45N) của Merlin Gerin.

3. Cầu chì

a) Ký hiệu và dạng bên ngoài (hình 5.15)



Hình 5.15 *a) Loại aM dạng dao; b) Loại gG dạng dao; c) Loại aM hay gG dạng hình trụ; d) Ký hiệu; e) Cầu chì và bộ gá cầu chì; f- Ký hiệu cầu chì 3 pha + N*

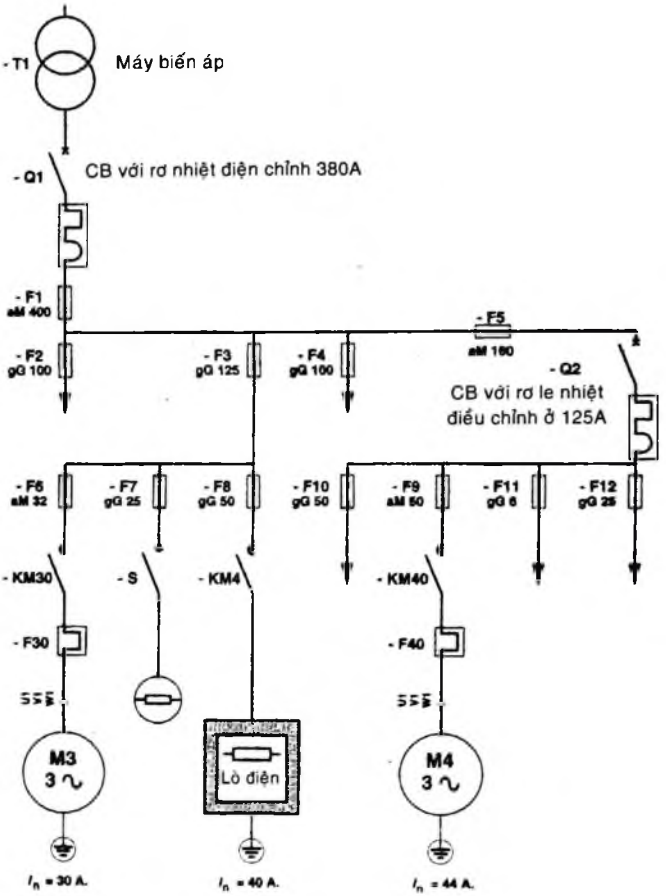
Ghi chú: - Cầu chì loại gG bảo vệ các mạch điện có quá tải nhiều hay ít và bảo vệ ngắn mạch.

- Cầu chì loại aM bảo vệ quá tải lớn và bảo vệ ngắn mạch. Chúng được tính toán để bảo vệ đối với quá tải nhất định, như là: *trường hợp khởi động động cơ.* Các cầu chì này bắt buộc phải bố trí liên hợp với bảo vệ nhiệt đối với quá tải.

- Cầu chì gG thường dùng trong công nghiệp được thể hiện vỏ bên ngoài màu đen.

- Cầu chì aM (đi kèm với động cơ) được thể hiện màu xanh lá cây.

Sơ đồ sau đây hình 5.16 cho ta ví dụ bảo vệ bằng cầu chì gG và aM phối hợp với CB có rơ le nhiệt là rơ le diện từ.



Hình 5.16 *Ví dụ sơ đồ trạm biến áp có các áptômát tổng với rơ le điện tử và rơ le nhiệt phối hợp với các cầu chì loại gG, aM phục vụ cho hộ tiêu thụ điện công nghiệp nhỏ*

Chương 6

MỘT SỐ VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP Ở LƯỚI ĐIỆN HẠ ÁP

Bao gồm:

1. Xác định nhanh tiết diện dây dẫn và các khí cụ bảo vệ đối với mạng cung cấp điện trong gia đình, trong chiếu sáng nhà và xưởng.
2. Sự sụt điện áp và ảnh hưởng của nó ở chế độ vận hành thường xuyên và ở chế độ khởi động động cơ.
3. Tính toán dòng điện ngắn mạch ở phía hạ áp (<1000V) phục vụ cho việc lựa chọn các khí cụ và thiết bị điện.
4. Bảo vệ khởi động động cơ và sự phối hợp của áptômát (CB) và côngtắctơ – Lựa chọn.
5. Bảo vệ mạch điện của tổ máy phát điện – diesel.

6.1 XÁC ĐỊNH NHANH TIẾT DIỆN DÂY DẪN VÀ KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ

6.1.1 Mạng điện gia đình

Chúng ta đã đề cập ở chương 5, tiết diện của các dây dẫn và cỡ của khí cụ điện bảo vệ phụ thuộc vào cường độ dòng điện chạy, môi trường xung quanh, cách lắp đặt và ảnh hưởng của các mạch điện bên cạnh v.v.... Trên thực tế, ở các mạng điện gia đình, để xác định nhanh, ta dùng bảng 6.1.

Bảng 6.1

Loại một pha 230V 1pha + N hay 1pha + N+T (PE)	Tiết diện dây dẫn	Mạch với khí cụ bảo vệ và cơ bảo vệ	
Chiếu sáng cố định, tối đa: 5 điểm	1,5mm^2	Áptômát (CB)	16A
		Cầu chì chảy	10A
Khí cụ: lỗ cắm điện 10/16A, tối đa 5 điểm	2,5mm^2	Áptômát (CB)	25A
		Cầu chì chảy	20A
Mạch đặc biệt: Bình nước nóng dùng điện, không dùng ngay, có thời gian chờ nóng.	2,5mm^2	Áptômát (CB)	25A
		Cầu chì chảy	20A
Rửa bát đĩa	2,5mm^2	Áptômát (CB)	25A
		Cầu chì chảy	20A
Máy giặt	2,5mm^2	Áptômát (CB)	25A
		Cầu chì	20A
Bếp điện hay bàn nấu dùng điện	6mm^2	Áptômát (CB)	40A
		Cầu chì	32A

Chú ý: Đối với sưởi điện cho cá nhân

Việc điều khiển các mạch điện sưởi điện phải thực hiện bằng khí cụ đóng cắt mạch điện (CB) ít nhất cho các dây dẫn pha. Hiện nay, để đảm bảo an toàn tuyệt đối, ta phải sử dụng khí cụ áptômát hay CB để đóng cắt đồng thời ở tất cả các dây dẫn đưa vào tổng các thiết bị này, tức là:

+ Áptômát đặt ở ngay đầu nguồn đưa đến trang thiết bị sưởi nóng này, đó là một cầu dao tự động hai cực đối với một pha.

+ Đảm bảo mỗi thiết bị sưởi cho cá nhân có áptômát hai cực cỡ 16A.

+ Các đường cáp sưởi ấm không có vỏ bọc kim loại, hay các thiết bị sưởi ấm không có bảo vệ bằng lưới hay vách kim loại nối với đất, thì phải được cung cấp từ lưới điện điện áp thấp 24V, hoặc được bảo vệ bằng áptômát có rơle so lệch RCCB hay DDR có độ nhập thấp nhất là 30mA; thường dùng với độ nhạy cao hơn đó là 15mA, 10mA, 5mA.

6.1.2 Đèn nung sáng và các thiết bị sưởi nóng bằng sợi đốt cho nhà và xưởng (bảng 6.2)

Đối với điện áp cung cấp, dòng điện sử dụng I_b cũng giống như cỡ các khí cụ điện, chọn:

$$I_b = \frac{P_p}{U_p} \quad \text{hay} \quad I_b = \frac{P_{3pha}}{\sqrt{3}U_d}$$

với: U_p - điện áp pha, P_p - công suất một pha, U_d - điện áp dây.

Bảng 6.2

Công suất KW một pha và 3 pha	230V I_b (A)	Một pha cỡ (A)	230V, 3pha		400V, 3pha		Ghi chú
			I_b (A)	Cỡ (A)	I_b (A)	Cỡ (A)	
1	4,35	6	2,51	3	1,44	2	(1) → 3,5 KW với 230V một pha, cỡ CB là 20A, hay 6KW với 230V ba pha, cỡ CB là 20A hay 10KW với 400V ba pha cỡ CB là 20A. Đó là công suất cực đại không nên vượt quá đối với sử dụng chiếu sáng cho đèn nung sáng
1,5	6,52	10	3,77	6	2,17	3	
2	8,70	10	5,02	10	2,89	6	
2,5	10,9	15	6,28	10	3,61	6	
3	13	15	7,53	10	4,33	6	
3,5	15,2	20(1)	8,72	10	5,05	10	
4	17,4	20	10	16	5,77	10	
4,5	19,6	25	11,3	16	6,5	10	
5	21,7	25	12,6	16	7,22	10	
6	26,1	32	15,1	20 (1)	8,66	10	
7	30,4	32	17,6	20	10,1	16	
8	34,8	38	20,1	25	11,5	16	
9	39,1	50	22,6	25	11,5	16	
10	43,5	50	25,1	32	14,4	20(1)	

6.1.3 Chiếu sáng dùng đèn huỳnh quang

Tùy theo nguồn cung cấp, số lượng và loại nguồn sáng, bảng 6.3 sau đây cho ta cở của áptômát hay CB với các giả thiết tính toán như sau:

- Trang thiết bị đặt trong hộp hay tủ có nhiệt độ của môi trường xung quanh là 25°C.
- Hệ số công suất 0,86 đối với mạch điện đã bù.
- Chú ý:

  + Điện áp một pha 230V, điện áp 3 pha + N là 400V (mạch Y)

  + Điện áp một pha 127V, điện áp 3 pha + N là 230V (mạch Y)

Bảng 6.3

Loại nguồn sáng	*Công suất bóng (W)*	*Số lượng nguồn sáng trên một pha*														
A (điện áp pha 220V, điện áp dây 400V)																
Nguồn sáng đơn được bù công suất cosφ	18	7	14	21	42	70	112	140	175	225	281	351	443	562	703
	36	3	6	11	23	35	56	70	87	112	140	175	221	281	351
	58	2	4	6	13	21	34	43	54	69	87	109	137	174	218
Nguồn sáng kép được bù công suất cosφ	2×18	3	7	10	21	35	56	70	87	112	140	175	221	281	351
	2×36	1	3	5	10	17	28	35	43	56	70	87	110	140	175
	2×58	1	2	3	6	10	17	21	27	34	43	54	68	87	109
Cỡ CB hai hay 4 cực:		1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100
B. Phân phối 3 pha: 230V điện áp dây, điện áp pha 127V, số nguồn sáng điện một pha															
Nguồn sáng đơn được bù hệ số cosφ	18	4	8	12	24	40	64	81	101	127	162	203	255	324	406
	36	2	4	6	12	20	32	40	50	64	81	101	127	162	203
	58	1	2	3	7	12	20	25	31	40	50	63	79	100	126
Nguồn sáng kép được bù hệ số cosφ	2×18	2	4	6	12	20	32	40	50	64	81	101	127	162	203
	2×36	1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	81	101
	2×58	0	1	1	3	6	10	12	15	20	25	31	39	50	63
Cỡ CB ba cực:		1	2	3	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100

Ví dụ: Đặt 63 bóng huỳnh quang dạng nguồn sáng đơn được bù cosφ (36W) trên một đường dây 3 pha + trung tính N, 400/230V

Bảng 3.4 này cho 21 bóng trên một pha, vậy dùng cỡ CB là 6A/mỗi pha

6.1.4 Đèn phóng điện ở áp suất cao (bảng 6.4)

Bảng 6.4 cho ta các giá trị của CB hay cỡ CB đối với các đèn hơi thủy ngân và đèn hơi Natri với áp suất cao, với giả thiết ba lát có bù hay không bù hệ số công suất cosφ, ở mạng điện 230V/400V

Bảng 6.4

a) Đèn hơi thủy ngân + vật chất huỳnh quang	*Cỡ CB*
P*(1) ≤ 700W	6A
P*(1) ≤ 1000W	10A
P*(1) ≤ 2000W	16A
b) Đèn hơi thủy ngân + chứa halogenua kim loại	*Cỡ CB*
P*(1) ≤ 375W	6A
P*(1) ≤ 1000W	10A
P*(1) ≤ 2000W	15A
c) Đèn hơi Natri với áp suất cao	*Cỡ CB*
P*(1) ≤ 400W	8A
P*(1) ≤ 1000W	10A

P(*1) - Công suất cực đại khi khởi động không vượt quá

6.1.5 Động cơ điện không đồng bộ dùng trong gia đình hay trong các nhà xưởng

Tùy theo công suất của động cơ, bảng 6.5 cho ta giá trị được hấp thụ bởi động cơ:

$$I_{\text{hấp thụ}} = \frac{P_{dm}(n)}{\sqrt{3}\,U_{dm}.\eta.\cos\varphi}$$

với $P_{(dm)}$ hay gọi $P_{(n)}$ - công suất định mức của động cơ

η - hiệu suất của động cơ; $\cos\varphi$ - hệ số công suất của động cơ

U_{dm} = điện áp dây định mức, U_{dm} = 230V hay U_{dm} = 400V.

Bảng 6.5

Công suất định mức, kW		0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Công suất định mức, (ngựa - HP hay CV)		0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5,5	7,5	10	15	20	25	30
Dòng điện hấp thụ (A)	230V	2	2,8	-	5	6,5	9	-	15	20	28	39	52	64	75
	400V	1,2	1,6	2	2,8	-	5,3	7	9	12	16	23	30	37	43
Công suất định mức, kW		25	30	37	45	55	75	90	110	132	147	160	200	220	250
Công suất định mức, (ngựa - HP hay CV)		35	40	50	60	75	100	125	150	180	200	220	270	300	340
Dòng điện hấp thụ, A	230V	85	100	-	-	180	-	-	360	-	427	-	-	-	-
	400V	-	59	72	85	105	140	170	210	250	-	300	380	420	480

Chú ý: Bảo vệ cáp đối với quá tải được thực hiện bằng một rơ le nhiệt riêng biệt. Tổ hợp CB – côngtắctơ – rơle nhiệt được tính toán ở phần "bảo vệ khởi động của các động cơ".

6.2 SỰ SỤT ĐIỆN ÁP VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ Ở CHẾ ĐỘ VẬN HÀNH THƯỜNG XUYÊN VÀ Ở CHẾ ĐỘ KHỞI ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ

6.2.1 Sự sụt điện áp

Tổng trở của đường dây cáp tuy bé nhưng không bằng giá trị không (zêrô). Khi có dòng điện chạy qua cáp, sẽ xảy ra sự sụt điện áp giữa: nơi đầu nguồn cung cấp diện và điểm cuối cùng của cáp dẫn. Một đường dây cấp điện có chất lượng là đường dây mà tổn thất điện áp nằm trong phạm vi cho phép. Bảng 5.14 (chương 5) cho ta giá trị cho phép được quy định tối đa.

Bảng 6.6 sau đây, quy định công suất cực đại của dộng cơ được đặt ở hệ thuê bao điện áp thấp (< 1000V) BT. Yêu cầu dòng điện hộ thuê bao ba pha phải bé hơn 60A, hay dối với hộ thuê bao một pha phải bé hơn 45A. Cụ thể nếu có động cơ thì các động cơ có công suất giới hạn sau đây:

Bảng 6.6

Các động cơ với lưới điện	*Ba pha (400V)*		*Một pha (230V)*
	Khởi động trực tiếp, công suất đầy đủ	Các cách khởi động khác	
Các khu vực dân cư	5,5kW	11kW	1,4kW
Các lưới điện trên không	11kW	22kW	3kW
Các lưới điện chôn nguồn ở khu vực	22kW	45kW	5,5kW

6.2.2 Ảnh hưởng của điện áp cung cấp cho động cơ chế độ làm việc thường xuyên

Các động cơ được cho với một điện áp cung cấp định mức $U_{định\ mức} \pm 5\%$.

Ngoài dãi cung cấp này, các dặc tính cơ khí sẽ xấu đi một cách nhanh chóng. Trong thực tế, động cơ càng lơn thì độ nhạy của nó đối với điện áp càng nhiều:

+ Nếu $U_{định\ mức}$ (U_n), thì sự phát sóng không bình thường do tăng lên của thời gian khởi động.

+ Nếu cao hơn $U_{định\ mức}$ (= U_n), sẽ làm tăng các tổn thất nhiệt do điện trở và tổn thất sắt (đối với động cơ đã tối ưu hóa).

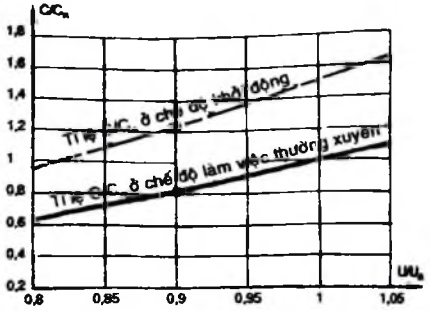
Trên phương diện tỏa nhiệt, động cơ càng lớn thì nó phát nhiệt càng nhiều, song năng lượng tiêu tán tăng lên càng nhanh.

+ Một sự hạ thấp điện áp cung cấp, sẽ làm giảm mạnh momen khởi động $C_{kđ}$, sẽ làm tăng thời gian khởi động và tăng phát nóng của các cuộn dây quấn.

Ví dụ: Một động cơ công suất cung cấp trung bình, được cung cấp 90% so với điện áp định mức (U_{dm}) của nó sẽ dẫn đến:

- Khi làm việc thường xuyên chỉ có 81% momen định mức thay vì 100% momen định mức (hình 6.1).
- Khi khởi động chỉ có 121% momen định mức, thay vì 150% momen khi điện áp lúc khởi động là định mức (hình 6.1).

Đường cong hình 6.1 cho ta thấy rằng các momen C và C_{dm} (= C_n) → hay tỉ lệ C/C_n → thay đổi tùy theo bình phương của điện áp. Hiện tượng này khó nhận biết được đối với các máy ly tâm nhưng nó có thể có hậu quả trầm trọng đối với các động cơ kéo các máy có đặc tính momen hình hypecbôn hay đối với máy có momen không đổi. Các sự cố về điện áp (tăng quá hay giảm quá định mức) sẽ dẫn đến làm giảm tính hiệu quả và tuổi thọ của động cơ cũng như của thiết bị.



Hình 6.1

Bảng tóm tắt sau đây (bảng 6.7) cho ta các hậu quả và các tổn thất có thể sinh ra sự cố, vì điện áp cung cấp khác với điện áp cho phép.

Bảng 6.7 Hậu quả của sự thay đổi điện áp cung cấp tùy theo máy điện kéo

Bảng 6.7

Sự thay đổi, điện áp	Máy điện kéo		Hậu quả	Tổn thất có thể phát sinh
$U > U_{định\ mức}$ (hay U_n)	Momen với đặc tính hình parabôn (máy ly tâm)	Quạt	Phát nóng không cho phép ở các cuộn dây quấn, do tổn thất sắt.	Làm già hóa sớm hơn đối với các cuộn dây quấn, tổn thất cách điện.
		Bơm	Phát sóng không cho phép ở các cuộn dây do tổn thất sắt. Áp lực cao trong các ống dẫn.	- Làm các cuộn dây quấn mau già hóa. - Tổn thất cách điện tăng. - Làm tăng mức độ hư hỏng đường ống dẫn.
	Momen không đổi	- Máy nghiền - Máy nhồi bột - Thảm lăn	- Phát nóng không cho phép ở các cuộn dây. - Công suất cơ khí tăng cao.	- Chóng già hóa các cuộn dây quấn. - Tổn thất tăng. - Tăng hư hỏng các máy móc.
$U < U_{định\ mức}$	Momen với đặc tính parabol (máy ly tâm)	- Quạt - Bơm	Thời gian khởi động tăng lên	Nguy cơ gây tác động mở ra ở các khí cụ bảo vệ, dẫn đến ngắt cung cấp điện, tổn thất cách điện tăng.
	Momen không đổi	- Máy nghiền - Máy nhồi bột - Thảm lăn	- Phát nóng không cho phép đối với các cuộn dây. - Làm đừng rôto. - Không khởi động được động cơ.	- Chóng già hóa các cuộn dây quấn. - Tổn thất cách điện tăng. - Làm dừng máy.

6.2.3 Tính toán độ sụt điện áp trên đường dây dẫn ở chế độ vận hành thường xuyên.

Sự sụt điện áp trên đường dây ở chế độ vận hành thường xuyên cần được quan tâm đối với việc sử dụng năng lượng điện của hộ tiêu thụ trong các điều kiện bình thường (các giới hạn định mức được nhà thiết kế các phụ tải xác định).

Để đơn giản, ta dùng bảng 6.8, bảng này cho ta độ sụt điện áp tính theo % trong 100m đường dây cáp, ở điện áp dây: 400V/50Hz, ba pha, tùy theo tiết diện cáp, và dòng điện đi qua (với I_{dm} hay I_n – dòng điện định mức của hộ tiêu thụ). Các giá trị này cho đối với cosφ = 0,85 trong trường hợp một động cơ và cosφ = 1 đối với phụ tải không có điện cảm kháng (đèn bóng nung sáng, lò điện trở).

Bảng 6.8 có thể áp dụng đối với các chiều dài cáp L ≠ 100m

Vấn đề là khi áp dụng được kết quả, ta nhận với hệ số L/100.

Ví dụ: dùng bảng 6.8 - Một động cơ ba pha, có công suất 7,5kW (I_{dm} hay I_n = 15A) điện áp 400V, cosφ = 0,85 được cung cấp bởi đường dây cáp đồng (Cu) ba pha dài 80m, có tiết diện 4mm^2.

Sự sụt điện áp giữa điểm gốc của hệ thống cung cấp điện và điểm suất phát lấy điện cung cấp cho động cơ là 1,4% (ΔU_{AB} = 1,4%). Vậy kiểm tra sự sụt điện áp tổng ở chế độ thường xuyên trên đường dây, hãy xem có được tôn trọng không (±5%) (hình 6.2).

Bài giải: Đối với chiều dài cáp L = 100m, ta có ΔU_{BC} cho ở bảng 6.8 là: ΔU_{BC} = 3,2%.

Đối với L = 80m, ta có: $\Delta U_{BC} = 3,2 \times (80/100) = 2,6\%$

Vậy sự sụt điện áp giữa gốc của hệ thống cung cấp điện và động cơ là:

$$\Delta U_{AC} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} = 1,4\% + 2,6\% = 4\%$$

Vậy dải làm việc bình thường cho phép của động cơ là ±5% đã được tôn trọng

Chú ý: Điện áp định mức phục vụ 220/380V là điện áp trước đây quy định ở các nước. Từ 29/5/1986, tiêu chuẩn hóa mới ở các nước châu Âu và Pháp đã được định mức là 230V/400V. Các nhà chế tạo biến áp HT/BT đã tăng lên một ít đối với điện áp ở hạ áp, và cuối cùng đã thiết kế.

- Ở không tải 237/410V
- Ở chế độ đầy tải 225/390V

Sau đó qua vài năm, họ đã tăng lên 240/420V (ở không tải) và 230/400V (ở phụ i đầy). Cũng vì thế, theo cách đó, điện áp định mức của các thiết bị dùng điện đã ng lên. Khi tính các độ sụt áp ta cũng cần lưu ý đến điều này.

Từ đây có thể dẫn đến các trường hợp cần lưu ý sau đây để khỏi dẫn đến sự rủi ı của việc sử dụng động cơ:

+ Những máy biến áp mới mà dùng ở phụ tải thấp (ít tải) và đưa vào sử dụng với các động cơ cũ: có thể đưa đến nguy hại do điện áp đưa vào động cơ quá cao.

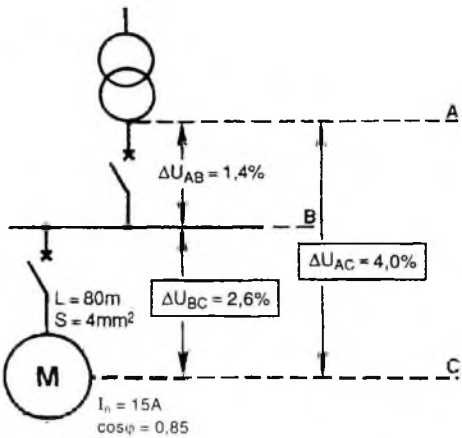
+ Những máy biến áp đã cũ, mà điện áp định mức ở phía hạ áp đã thấp mà tải ở 100% tải định mức, nên điện áp của máy biến áp lại càng thấp, do đó nếu đưa vào cung cấp điện cho các động cơ mới được chế tạo sau này: có thể đưa đến nguy hại do điện áp quá thấp.

.2.4 Sự sụt điện áp khi khởi động động cơ.

Ở chế vận hành bình thường, thì khi khởi động động cơ, sẽ dẫn đến:

- Tăng sự sụt áp ΔU_{AB} ở phía trên phần có động cơ.

Điều này, sẽ ảnh hưởng đến các hộ tiêu thụ nằm cạnh do sự sụt điện áp, khi hởi động này.



Hình 6.2 *Bài ví dụ dùng bảng 6.8*

Bảng 6.8 *Bảng tính sự sụt điện áp trên 100m đường dây cáp 400V/50Hz ba pha, tính %*

cosφ = 0,85																						
Cáp	**Đồng [ký hiệu Cu hay M(Nga)]**													**Nhôm [ký hiệu Al hay A(Nga)]**								
S(mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	10	16	25	35	50	70	95	120	150
In(A)																						
1	0,5	0,4																				
2	1,1	0,6	0,4																			
3	1,5	1	0,6	0,4										0,4								
5	2,6	1,6	1	0,6	0,4									0,6	0,4							
10	5,2	3,2	2	1,4	0,8	0,5								1,3	0,8	0,5						
16	8,4	5	3,2	2,2	1,3	0,8	0,5							2,1	1,3	0,8	0,6					
20		6,3	4	2,6	1,6	1	0,6							2,5	1,6	1,1	0,7	0,5				
25		7,9	5	3,3	2	1,3	0,8	0,6						3,2	2	1,3	0,9	0,6	0,5			
32			6,3	4,2	2,6	1,6	1,1	0,8	0,5					4,1	2,6	1,6	1,2	0,9	0,6	0,5		
40			7,9	5,3	3,2	2,1	1,4	1	0,7	0,5				5,1	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6	0,5	
50				6,7	4,1	2,5	1,6	1,2	0,9	0,6	0,5			6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,7	0,6	0,5
63				8,4	5	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6			8	5	3,2	2,3	1,7	1,3	0,9	0,8	0,6
70					5,6	3,5	2,3	1,7	1,3	0,9	0,7	0,5			5,6	3,6	2,6	1,9	1,4	1,1	0,8	0,7
80					6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,6	0,5		6,4	4,1	3	2,2	1,5	1,2	1	0,8
100					8	5	3,3	2,4	1,7	1,3	1	0,8	0,7			5,2	3,8	2,7	2	1,5	1,3	1
125						4,4	4,1	3,1	2,2	1,6	1,3	1	0,9			6,5	4,7	3,3	2,4	1,9	1,5	1,3
160							5,3	3,9	2,8	2,1	1,6	1,4	1,1				6	4,3	3,2	2,4	2	1,6
200							6,4	4,9	3,5	2,6	2	1,6	1,4					5,6	4	3	2,4	2
250								6	4,3	3,2	2,5	2,1	1,7					6,8	5	3,8	3,1	2,5
320									5,6	4,1	3,2	2,6	2,3						6,3	4,8	3,9	3,2
400									6,9	5,1	4	3,3	2,8							5,9	4,9	4,1
500										6,5	5	4,1	3,5								6,1	5

													Cosφ = 1															
S(mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
In (A)																												
1	0.6	0.4																										
2	1.3	0.4	0.5																									
3	1.9	1.1	0.7	0.5													0.5											
5	3.1	1.9	1.2	0.8	0.5												0.7	0.5										
10	6.1	3.7	2.3	1.5	0.9	0.5											1.4	0.9	0.6									
16	10.7	5.9	3.7	2.4	1.4	0.9	0.6										2.3	1.4	1	0.7								
20		7.4	4.6	3.1	1.9	1.2	0.7										3	1.9	1.2	0.8	0.6							
25		9.3	5.8	3.9	2.3	1.4	0.9	0.6									3.7	2.3	1.4	1.1	0.7	0.5						
32			7.4	5	3	1.9	1.2	0.8	0.6								4.8	3	1.9	1.4	1	0.7	0.5					
40			9.3	6.1	3.7	2.3	1.4	1.1	0.7	0.5							5.9	3.7	2.3	1.7	1.2	0.8	0.6	0.5				
50				7.7	4.6	2.9	1.9	1.4	0.9	0.6	0.5						7.4	4.6	3	2.1	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5			
63				9.7	5.9	3.6	2.3	1.6	1.2	0.8	0.6						9	5.9	3.7	2.7	1.9	1.4	1	0.8	0.7	0.6		
70					6.5	4.1	2.6	1.9	1.3	0.9	0.7	0.5						6.5	4.1	3	2.1	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7		
80					7.4	4.6	3	2.1	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5					7.4	4.8	3.4	2.3	1.7	1.3	1	0.9	0.8	0.6	
100					9.3	5.8	3.7	2.6	1.9	1.4	1	0.8	0.7	0.6					5.9	4.2	3	2.1	1.5	1.3	1.2	1	0.8	0.6
125						7.2	4.6	3.3	2.3	1.6	1.2	1	0.9	0.7	0.6				7.4	5.3	3.7	2.6	2	1.5	1.4	1.3	1	0.8
160							5.9	4.2	3	2.1	1.5	1.3	1.2	1	0.8	0.6				6.8	4.8	3.4	2.5	2	1.8	1.6	1.3	1.1
200							7.4	5.3	3.7	2.6	2	1.5	1.4	1.3	1	0.8					5.9	4.2	3.2	2.4	2.3	2	1.6	1.4
250								6.7	4.6	3.3	2.4	1.9	1.7	1.4	1.2	0.9					7.4	5.3	3.9	3.1	2.8	2.5	2	1.6
320									5.9	4.2	3.2	2.4	2.3	1.9	1.5	1.2						6.8	5	4	3.6	3.2	2.5	2
400									7.4	5.3	3.9	3.1	2.8	2.3	1.9	1.4							6.2	5	4.5	4	3.2	2.7
500										6.7	4.9	3.9	3.5	3	2.5	1.9							7.7	6.1	5.7	5	4	3.3

Chú ý: Đối với lưới điện ba pha 230V, ta phân các giá trị trên với $\sqrt{3} = 1,73$. Đối với lưới điện một pha 230V, ta nhân các giá trị ở bảng với 2.

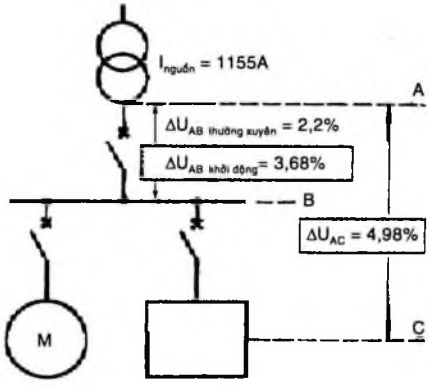
a) Sự sụt điện áp ở lúc khởi động động cơ, phần nằm ở phía trên (thượng lưu) của động cơ được khởi động.

- Sự sụt điện áp này được đánh giá để:

+ Kiểm tra xem: các nhiễu sinh ra do khởi động có nằm trong phạm vi chấp nhận được không.

+ Tính toán độ sụt điện áp thực tế ở các cực của động cơ khi đưa vào khởi động. Bảng 6.9 sau đây, cho phép ta biết được sự sụt áp ở điểm B lúc khởi động, nó cho ta một giá trị gần đúng khá tin cậy với hệ số tăng lên k_2, tùy thuộc vào tỉ lệ công suất của nguồn cung cấp và công suất của động cơ.

Ví dụ: Áp dụng bảng 6.9. Có một động cơ công suất định mức 18,5kW (I_{dm} = 35A, I_{kd} = $I_{khởi\ động}$ = 175A), dòng điện tổng sẵn sàng phục vụ (đối với nguồn) là $I_{nguồn}$ = 1155A. Sự sụt điện áp ΔU_{AB} ở chế độ thường xuyên là 2,2%.



Hình 6.3 *Áp dụng bảng 6.9*

Vậy sự sụt điện áp ΔU_{AB} khi khởi động động cơ này là bao nhiêu?

Bài giải: Trước tiên xác định hệ số tăng lên K_2, dùng bảng 6.9(*1)

Bảng 6.9(*1)

I_{kd}/I_{dm}		2	3	4	5	6	7	8
$I_{nguồn}/I_{kd}$	2	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
	4	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75
	6	1.17	1.34	1.50	1.67	1.84	2.00	2.17
	8	1.13	1.25	1.38	1.50	1.63	1.75	1.88
	10	1.10	1.23	1.34	1.45	1.56	1.67	1.78
	15	1.07	1.14	1.20	1.27	1.34	1.40	1.47

(*1) Bảng 6.9* này đã thiết lập bằng cách không kể đến cosφ quá độ của hệ thống trang thiết bị ở thời điểm khởi động của động cơ. Tuy nhiên, nó cho ta một cách gần đúng, tin cậy được, đối với giá trị sụt áp khi khởi động. Khi tính toán chính xác, ta phải tính gồm cả cosφ ở lúc khởi động. Sự lưu ý này được áp dụng khi $I_{nguồn} > 2I_{dm}$ động cơ.

Để tra bảng tìm hệ số K_2, ta hãy tìm các tỉ lệ sau:

- Tỉ lệ: $I_{nguồn}/I_{khởi\ động\ (kd)}$ và hệ số mở máy: I_{kd}/I_{dm}

+ $I_{nguồn}/I_{khởi\ động}$ (I_{kd}) = 1155/175 = 6,6

Bảng cho ta: $I_{nguồn}/\ I_{kd\ động\ cơ}$ = 6,0 và I_{kd}/I_{dm} = 5

(vì $\frac{175}{35} = 5$), do đó ta có k_2 = 1,67 (tra bảng 6.9)

Vậy ΔU_{AB} khi khởi động là: 2,2 × 1,67 = 3,68%

b) Sự sụt điện áp lúc khởi động ở tại các cực của động cơ

Sự sụt điện áp trên đường dây, lúc khởi động, cũng tùy thuộc vào hệ số công suất cosφ của động cơ, khi đặt dưới một điện áp, như đã trình bày ở phần trên.

Tiêu chuẩn IEC 947-4-1 cho ta: các giới hạn của hệ số công suất này tùy thuộc vào cường độ dòng định mức của động cơ:

+ Đối với $I_{dm} \leq 100A$; $\cos\varphi \geq 0,45$

+ Đối với $I_{dm} > 100A$; $\cos\varphi = 0,35$

Bảng 6.10 sau đây, cho ta sự sụt điện áp tính % trên 1km đường dây cáp có dòng điện chạy 1A, tùy theo tiết diện cáp và cosφ của động cơ.

Sự sụt điện áp lúc khởi động (tính%) trong mạch động cơ, được suy ra từ ΔU(tính%) = $k_1 \times I_{kd} \times L$ với k_1 – giá trị cho từ bảng 6.10 sau đây.

I_{kd} – dòng điện khởi động của động cơ [A]

L – chiều dài cáp, tính km

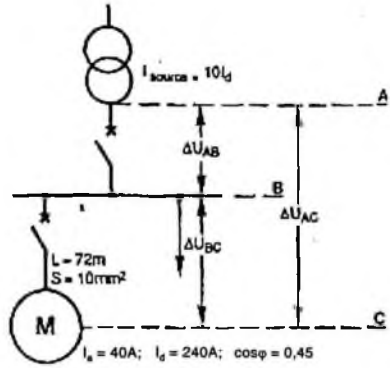
Độ sụt điện áp khi khởi động trên 1km đường cáp có dòng điện qua 1A, (tính%)

Bảng 6.10

S(mm²)	Cáp đồng												
	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
Cos φ động cơ:													
a) Khi khởi động													
0.35	2.43	1.45	0.93	0.63	0.39	0.26	0.18	0.14	0.11	0.085	0.072	0.064	0.058
0.45	3.11	1.88	1.19	0.80	0.49	0.32	0.22	0.16	0.12	0.098	0.081	0.071	0.063
b) Ở chế độ thường xuyên													
0.85	5.83	3.81	2.20	1.47	0.89	0.56	0.37	0.27	0.19	0.144	0.111	0.092	0.077

S(mm²)	Cáp nhôm								
	10	16	25	35	50	70	95	120	150
Cos φ động cơ:									
a) Khi khởi động									
0.35	0.61	0.39	0.26	0.20	0.15	0.12	0.09	0.082	0.072
0.45	0.77	0.49	0.33	0.24	0.18	0.14	0.11	0.094	0.082
b) Ở chế độ thường xuyên									
0.85	1.41	0.89	0.58	0.42	0.30	0.22	0.17	0.135	0.112

Ví dụ: Một động cơ có công suất định mức P_{dm} = 18,5kW ($I_{dm} = I_n$ = 35A) và dòng điện khởi động ($I_d = I_{khởi\ động} = 5 \times I_n$ = 175A) được cung cấp điện qua cáp đồng ba pha, tiết diện 10mm^2, có chiều dài 72m. Cosφ của nó lúc khởi động là 0,45. Sự sụt điện áp ở chế độ thường xuyên với mức phân phối cuối cùng AB là bằng 2,4% và $I_{nguồn}/I_{kd}$ = 15.



Hãy tính sự sụt điện áp tổng ở chế độ thiết lập (chế độ thường xuyên), và sự sụt điện áp tổng khi khởi động (hình 6.4).

Bài giải:

* Theo bảng 6.10 (với đường dây cuối cùng), sự sụt điện áp trên đường dây động cơ ở chế độ thiết lập có giá trị (tra bảng 6.10 ta có k_1 = 0,89)

$\Delta U_{BC} = 0,89 \times 35 \times 0,072 = 2,24\%$

$\Delta U_{AC} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} = 2,4\% + 2,24\% = 4,64\%$

Kết quả này là hoàn toàn chấp nhận được đối với sự làm việc ở chế độ thường xuyên của động cơ:

* Cũng theo bảng 6.10, sự sụt điện áp trên đường dây có động cơ khi khởi động với cosφ = 0,45 có giá trị, (tra bảng 6.10 có k_1 = 0,49 khi S = 10mm^2).

$\Delta U_{BC} = 0,49 \times 175 \times 0,072 = 6,17\%$

$\Delta U_{AC} = \Delta U_{BC} + (\Delta U_{AB} \times k_2)$ (xem bảng 6.9 với $I_{nguồn}/I_{kd}$ = 15 và hệ số mô máy là 5)

$\Delta U_{AC} = 6,17 + (2,4 \times 1,27) = 9,22\% < [10\%]$ cho phép khi khởi động.

Kết quả trên cho phép chấp nhận được đối với khởi động trực tiếp của động cơ.

c) Sự sụt điện áp trên đường dây khi khởi động một động cơ: nguy cơ của việc khởi động gặp khó khăn.

Đối với một động cơ, khởi động trong các điều kiện bình thường, momen mà động cơ cần có do nguồn cung cấp khi không có sụt áp thì phải vượt qua 1,7 lần momen cản của phụ tải[*1]. Nói một cách khác, dòng điện khởi động phải cao hơn nhiều so với dòng điện ở chế độ thường xuyên. Nếu như có sự sụt điện áp trên đường dây, khi đó sẽ khá lớn và đáng kể, thì momen khởi động sẽ giảm đáng kể. Điều này có thể đưa đến sự kiện là: không khởi động được động cơ.

Ví dụ: + Dưới một điện áp dây thực tế 400V, một động cơ cần có, do nguồn cung cấp ở lúc khởi động, một momen bằng với 2,1 lần momen kháng hay cản lại của phụ tải của nó. Nếu có sự sụt điện áp thì sẽ dẫn đến:

[*1] Xem giáo trình Máy điện - KCTB điện, do tác giả biên soạn, NXB khoa học kỹ thuật, 2010.

* Nếu sự sụt áp ở khởi động là 10%, thì momen do nguồn cung cấp trở nên chỉ còn: $2,1\times(1-0,1)^2 = 1,7$ lần momen kháng hay cản. Khi đó, động cơ khởi động được.

* Nếu một sự sụt điện áp khi khởi động là 15% thì momen được cung cấp trở thành $2,1 \times (1 - 0,15)^2 = 1,5$ lần momen cản. Như vậy động cơ có nguy cơ không khởi động được, hay sẽ xảy ra trường hợp khởi động với thời gian kéo dài. Chính vì vậy nên giá trị trung bình được đề nghị để giới hạn sự sụt áp khi khởi động là không vượt quá 10%.

6.3 TÍNH DÒNG ĐIỆN NGẮN MẠCH - $I_{ngắn\ mạch}$

Ở đây, ta tính: $I_{ngắn\ mạch}$ (hay còn ký hiệu I_{cc}) ở phần hạ áp lại một điểm nào đó của trang thiết bị điện.

6.3.1 Tính cường độ dòng điện ngắn (I_{cc}) tại một điểm của trang thiết bị điện

Giá trị của dòng điện ngắn mạch $I_{ngắn\ mạch}$ (hay I_{cc}) tại một điện của trang thiết bị được thực hiện theo phương pháp sau đây (phương pháp được sử dụng bởi phần mềm: Ecodial):

1. Tính tổng trở Z_t

+ Tính toán tổng điện trở R_t của tất cả điện trở đặt phía trên của điểm này.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + ...; \qquad , [m\Omega]$$

+ Tính các tổng điện kháng X_t của tất cả các điện kháng được đặt phía trên của điểm này

$$X_t = X_1 + X_2 + X_3 + ...; \qquad , [m\Omega]$$

2. Tính toán biểu thức sau

$$I_{ngm} = I_{cc} = \frac{U_o}{\sqrt{3}\sqrt{R_t^2 + X_t^2}}, \quad [kA]$$

Với U_o = 410V (hay 237V, đối với lưới điện 230/127V)

R_t và X_t tính bằng mΩ.

Chú ý: U_o là điện áp định mức giữa các pha (lúc không tải) của máy biến áp (410V hay 237V).

Ví dụ: Hãy tính toán ngắn mạch theo cách tính gần đúng đơn giản cho phép, tại các điểm M_1, M_2 và M_3 (bảng 6.11).

Bảng 6.11 *Tính toán ngắn mạch tại các điểm theo cách gần đúng và đơn giản của lưới điện phân phối*

Diễn giải	*Sơ đồ điện*	*Công thức và áp dụng số (tính mΩ)*	
		$Z_1 = \frac{U^2}{P}$ với $P = P_{cc}$ ở phía thượng lưu MBA	
Lưới điện trung áp phía trên (thượng lưu MBA).	$P_1 = 500MVA$ $R_1 = 0,05m\Omega$ $X_1 = 0,33m\Omega$	$R_1 = Z_1\cos\varphi.10^{-3}$; $\cos\varphi = 0,15$ $R_1 = 410^2/500\times0,15.10^{-3}=0,05$	$X_1 = z_1\sin\varphi.10^{-3}$; $\sin\varphi = 0,98$ $X_1=(410^2/500)\times0,98.10^{-3}=0,33m\Omega$
Máy biến áp hạ áp.	S = 630KVA U_{cc} = 4% U = 410V P_{Cu} = 6,5kW	$R_2 = \frac{W_c \times U^2}{S^2}.10^{-3}$ $W_c^{(4)}$ - tổn thất đồng: hay P_{Cu} $R_2 = \frac{6500 \times 410^2.10^{-3}}{630^2}$ $= 2,75m\Omega$	$X_2 = \sqrt{z_2^2 - R_2^2}$ $z = \frac{U_{cc}}{100} \times \frac{U^2}{S}$ (điện áp ngắn mạch U_{cc}) $X_2 = \sqrt{\left(\frac{4}{100} \times \frac{410^2}{630}\right)^2 - (2,75)^2}$ $X_2 = 10,31m\Omega$
Đường dây cáp đồng nối hạ áp MBA và cầu dao áptômát tổng (*1).	3(1x50)mm² bằng đồng (Cu) trên mỗi pha L = 3m	$R_3 = \rho\frac{L}{S(2^*)}$; $\rho^{(*5)}=22,5^{(*5)}$(Cu) $\rho^{(*5)}$ = 36 (Al) L, tính [m]; S tính mm² $R_3 = \frac{22,5 \times 3}{150 \times 3} = 0,15m\Omega$	$X_3 = 0,08L$ (cáp ba pha) $X_3 = 0,12L$ (3*) cáp một L, tính [m] $X_3 = 0,12 \times \frac{3}{3} = 0,12m\Omega$
Áptômát tổng cắt nhanh.	M1	$R_4 \approx 0$	$X_4 \approx 0$
Thanh góp hay thanh cái hạ áp với vật liệu nhôm Al hay đồng Cu(M) đến từ tủ phân phối tổng.	2 3 Thanh góp nhôm Al 1x100x5mm² trên mỗi pha L = 2 m M2	$R_5 = \rho\frac{L}{S(2^*)}$; L(m) ρ = 22,5 (Cu); S(mm²) ρ = 36,0 (Al) $R_5 = (36\times2)/500 = 0,14m\Omega$	$X_5 = 0,15L$ L tính [m] $X_5 = 0,15\times2 = 0,30m\Omega$
Áptômát cắt nhanh đi đến các phân xưởng hay khu vực nhà ở		$R_6 \approx 0$	$X_6 \approx 0$
Đường dây cáp từ tủ phân phối tổng đến các tủ phân phối ở phân xưởng hay một khu vực.	Dây cáp đồng 1.(1x185)mm² trên mỗi pha L = 70m	$R_7 = 22,5 \times \frac{70}{185}$ $R_7 = 8,51m\Omega$	$X_7 = 0,12\times70m\Omega$ $X_7 = 8,40m\Omega$
Áptômát và thanh góp của tủ phân phối cho các thiết bị của một phân xưởng hay các thiết bị trong nhà ở.	M3		

Tính toán ngắn mạch (KA) ở M_1, M_2 và M_3

Điện trở (mΩ)		Điện kháng (mΩ)	Dòng điện ngắn mạch (KA), $I_{ngm} = I_{cc}$
Ở M_1	$R_{t1} = R_1 + R_2 + R_3$ $R_{t1} = 2,95$	$X_{t1} = X_1 + X_2 + X_3$ $X_{t1} = 10,76$	$\frac{410}{\sqrt{3}\sqrt{(2,95)^2 + (10,76)^2}} = 21,22kA$
Ở M_2	$R_{t2} = R_{t1} + R_4 + R_5$ $R_{t2} = 3,09$	$X_{t2} = X_{t1} + X_4 + X_5$ $X_{t2} = 11,06$	$\frac{410}{\sqrt{3}\sqrt{(3,09)^2 + (11,06)^2}} = 20,61kA$
Ở M_3	$R_{t3} = R_{t2} + R_6 + R_7$ $R_{t3} = 11,6$	$X_{t3} = X_{t2} + X_6 + X_7$ $X_{t2} = 19,46$	$\frac{410}{\sqrt{3}\sqrt{(11,6)^2 + (19,46)^2}} = 10,45kA$

Chú ý:

(1) - Nếu có nhiều dây dẫn nối song song nhau trên một pha, ta hãy chia điện trở và điện kháng của dây dẫn bằng số lượng dây dẫn song song.

(*2) - Điện trở R không đáng kể đối với các tiết diện cao hơn 240mm^2.

(3) - Hệ số 0,12 là gần đúng, nó có thể thay đổi từ 0,1 đến 0,2 tùy theo vị trí đặt cáp.

(*4) - Đối với các giá trị tổn thất đồng, ta lấy từ catalô của MBA.

(*5) - Đối với các dây dẫn không thật chuẩn, ta lấy $\rho_{đồng} = 22$ và $\rho_{Al} = 36$.

6.3.2 Đánh giá dòng điện ngắn mạch I_{cc} ở hạ lưu (hay ở phía dưới) tại các hộ tiêu thụ hạ áp theo giá trị của dòng điện I_{cc} ở phía thượng lưu (phía trên).

Các bảng 6.12 cho ta biết nhanh chóng, một sự đánh giá khá gần đúng, có thể sử dụng được về dòng điện ngắn mạch ở phía hạ lưu (hay ở phía dưới), tại một điểm của lưới điện, khi biết:

+ Cường độ dòng điện ngắn mạch ở phía thượng lưu hay phía trên.

+ Chiều dài, tiết diện và sự tạo thành của cáp ở phía hạ lưu.

Vấn đề tiếp theo là ta chọn một áptômát hay máy cắt có công suất cắt nằm trên giá trị ngắn mạch I_{cc} ở phía hạ lưu.

Nếu ta muốn các giá trị khá chính xác hơn, thì ta phải thực hiện tính toán chi tiết như ở phần trình bày trên (bảng 6.11) hay sử dụng phần mềm Ecodial 2.

Trái lại, kỹ thuật về mối quan hệ cho phép ta biết: nếu một áptômát hay CB giới hạn nào đó được đặt ở phía trên (hay thượng lưu), thì ở phía dưới (hay ở hạ lưu), các áptômát hay máy cắt điện đặt ở đấy, có thể cắt với dòng điện ngắn mạch có trị số cắt nhỏ hơn dòng điện ngắn mạch tính toán ở phía thượng lưu.

Lưới 400V	Tiết diện dây dẫn pha mm²	Chiều dài của đường dây dẫn (tính m)																							
a) Dây dẫn đồng Cu hay M lưới 400V	1,5												0,8	1	1,3	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32		
	2,5											1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50		
	4										0,8	1,7	2,1	2,5	3,5	4	8,5	17	21	25	34	42	85		
	6										1,3	2,5	3	4	5	6,5	13	25	32	38	50	65	130		
	10								0,8	1,1	2,1	4	5,5	6,5	8,5	11	21	42	55	65	85	110	210		
	16							0,9	1	1,4	1,7	3,5	7	8,5	10	14	17	34	70	85	100	140	170	340	
	25						1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50	100	130	160	210	260		
	35						1,5	1,9	2,2	3	3,5	7,5	15	19	22	30	37	75	150	190	220	300	370		
	50					1,1	2	2,5	2,9	4	4,5	11	21	27	32	40	55	110	210	270	320				
	70					1,5	3	3,5	4,5	6	7,5	15	30	37	44	60	75	150	300	370					
	95			0,9	1	2	4	5	6	8	10	20	40	50	60	80	100	200	400						
	120		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250						
	150	0,8	1	1,1	1,2	1,4	2,7	5,5	7	8	11	14	27	55	70	80	110	140	270						
	185	1	1,1	1,3	1,5	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	65	80	95	130	160	320						
	240	1,2	1,4	1,6	1,8	2	4	8	10	12	16	20	40	80	100	120	160	200	400						
	300	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	5	9,5	12	15	19	24	48	95	120	150	190	240							
	2 x 120	1,5	1,8	2	2,3	2,5	5,1	10	13	15	20	25	50	100	130	150	200	250							
	2 x 150	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	5,5	11	14	17	22	28	55	110	140	170	220	280							
	2 x 185	2	2,3	2,6	2,9	3,5	6,5	13	16	20	26	33	65	130	160	200	260	330							
	3 x 120	2,3	2,7	3	3,5	4	7,5	15	19	23	30	38	75	150	190	230	300	380							
	3 x 150	2,5	2,9	3,5	3,5	4	8	16	21	25	33	41	80	160	210	250	330	410							
	3 x 185	2,9	3,5	4	4,5	5	9,5	20	24	29	39	49	95	190	240	290	390								
	I_{cc}(KA) phía trên	I_{cc} (phía dưới - hạ lưu)																							
	100	94	94	93	92	91	83	71	67	63	56	50	45	20	17	14	11	9	5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5
	90	85	85	84	83	83	76	66	62	58	52	47	42	20	16	14	11	9	4,5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5
	80	76	76	75	75	74	69	61	57	54	49	44	41	19	16	14	11	9	4,5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5
	70	67	67	66	66	65	61	55	52	49	45	41	39	18	16	14	11	9	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5
	60	58	58	57	57	57	54	48	46	44	41	38	36	18	15	13	10	8,5	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5
	50	49	48	48	48	48	46	42	40	39	36	33	31	17	14	13	10	8,5	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5
	40	39	39	39	39	39	37	35	33	32	30	29	28	15	13	12	9,5	8	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5
	35	34	34	34	34	34	33	31	30	29	27	26	25	15	13	11	9	8	4,5	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5
	30	29	29	29	29	29	28	27	26	25	24	23	19	14	12	11	9	7,5	4,5	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5
	25	25	25	25	24	24	24	23	22	22	21	20	17	13	11	10	8,5	7	4	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5
	20	20	20	20	20	20	19	19	18	18	17	17	14	11	10	9	7,5	6,5	4	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,5
	15	15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	9,5	8,5	8	7	6	4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,5
	10	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9	8,5	7	6,5	6,5	5,5	5	3,5	2	1,7	1,4	1,1	0,9	0,5
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6,5	6	5,5	5	5	4,5	4	2,9	1,8	1,6	1,3	1,1	0,9	0,5
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,5	4	4	4	3,5	3,5	2,5	1,7	1,4	1,3	1,1	0,8	0,5
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,5	3,5	3,5	3	3	2,9	2,2	1,5	1,3	1,2	1,1	0,8	0,4
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	1,9	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,4
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,4	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,4
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,3

Lưới 400V	Tiết diện dây dẫn pha mm²	Chiều dài của đường dây dẫn, hay kênh dẫn (tính m)																							
b) Dây dẫn nhôm Al hay A lưới 400V	2,5												0,8	1	1,3	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32		
	4											1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50		
	6										0,8	1,6	2	2,4	3	4	8	16	20	24	32	40	80		
	10										1,3	2,6	3,5	4	5,5	6,5	13	26	33	40	55	65	130		
	16								0,8	1,1	2,1	4	5,5	6,5	8,5	11	21	42	55	65	85	105	210		
	25							0,8	1	1,3	1,7	3,5	6,5	8,5	10	13	17	33	65	85	100	130	165	330	
	35						0,9	1,2	1,4	1,8	2,3	4,5	9	12	14	18	23	46	90	120	140	180	230		
	50						1,3	1,7	2	2,6	3,5	6,5	13	17	20	26	33	65	130	170	200	260	330		
	70					0,9	1,8	2,3	2,8	3,5	4,5	9	18	23	28	37	46	90	180	230	280	370			
	95					1,3	2,5	3	4	5	6,5	13	25	32	38	50	65	130	250	310	380				
	120				0,8	1,7	3	4	4,5	6,5	8	17	32	40	47	65	80	160	320	400					
	150				0,9	1,7	3,4	4,5	5	7	8,5	17	34	43	50	70	85	170	340						
	185			0,9	1	2	4	5	6	8	10	20	40	50	60	80	100	240	400						
	240		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250						
	300	0,9	1	1,2	1,4	1,5	3	6	7,5	8	12	15	30	60	75	90	120	150	300						
	2 x 120	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	65	80	95	130	160	320						
	2 x 150	1	1,2	1,4	1,5	1,7	3,5	7	9	10	14	17	35	70	85	100	140	170							
	2 x 185	1,2	1,4	1,6	1,8	2	4,1	8	10	12	16	20	41	80	100	120	160	200							
	2 x 240	1,5	1,8	2	2,3	2,5	5	10	13	15	20	25	50	100	130	150	200	250							
	3 x 120	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	4,5	9,5	12	14	19	24	48	95	120	140	190	240							
	3 x 150	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	5	10	13	15	21	26	50	100	130	150	210	260							
	3 x 185	1,8	2,1	2,4	2,7	3	6	12	15	18	24	30	60	120	150	180	240	300							
	3 x 240	2,3	2,7	3	3,5	4	7,5	15	19	23	30	38	75	150	190	230	300	380							

Chú ý ở bảng 6.12: Đối với lưới điện 3 pha 230V giữa các pha (điện áp dây), ta chia các chiều dài bảng trên bằng $\sqrt{3}$ = 1,732.

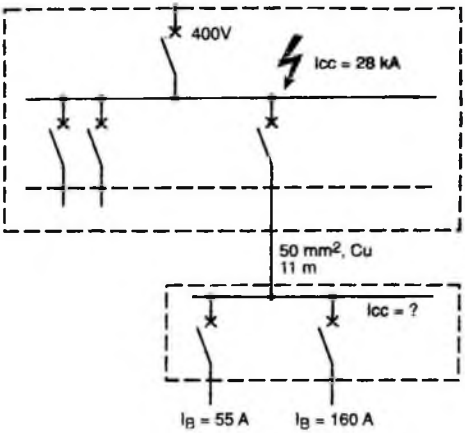
Ví dụ: Có lưới điện như hình vẽ (hình 6.5).

Trên bảng 6.12 các dây dẫn điện bằng đồng. Đối với đường dây tương ứng với tiết diện dây cáp Cu 50mm², chiều dài của cáp ở đây 11m.

Sự giao nhau ở bảng 6.12, của cột chứa giá trị này với đường dây dài 11^m, ta lấy giá trị tương ứng gần đúng hơi lớn hơn đối với cường độ dòng điện nằm ở phía trên, khi ngắn mạch là 30KA (lớn hơn I_{cc} = 28KA).

Ta dóng cột dòng điện ngắn mạch phía thượng lưu là 30KA, ta sẽ được điểm gặp ở vị trí dòng điện ngắn mạch hạ lưu là I_{cc} = 19KA.

Khi đó, ta đặt áptômát Multi 9 NC100LH cỡ 63A (có dòng điện cắt định mức hay khả năng cắt của buồng dập tắt hồ quang 50kA) cho hệ tiêu thụ có dòng tính toán $I_{tt} = I_B$ = 55A; đồng thời ta đặt áptômát loại compact NS 160N cỡ dòng điện 160A (có dòng điện cắt định mức $I_{cắtđm}$ = 35KA) đối với đường dây có $I_{tt} = I_B$ = 160A.



Hình 6.5

6.4 BẢO VỆ KHỞI ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ - SỰ PHỐI HỢP ÁPTÔMÁT VÀ CÔNGTẮCTƠ

Sự bảo vệ và điều khiển một động cơ có thể được thực hiện bằng một, hai hay ba khí cụ điện, mà chúng được phân các chức năng như sau:

- Điều khiển.
- Cắt mạch.
- Bảo vệ chống lại các sự cố ngắn mạch.
- Bảo vệ riêng cho động cơ: ở sự quá nhiệt.

Phần này nêu ra các thông tin cần thiết ở việc lựa chọn bảo vệ trong phạm vi của một tập hợp trên.

6.4.1 Bảo vệ đối với các sự cố – riêng biệt.

Sử dụng:

+ Áptômát dạng: Compact – NS – C (cắt và bảo vệ đối với sự cố ngắn mạch)

+ Côngtắctơ điều khiển: "Télémécanique"

+ Rơle nhiệt: "Télémécanique". – Bảo vệ đối với sự quá tải, thiếu pha.

6.4.2 Bảo vệ đối với các sự cố ngắn mạch và quá dòng điện – tổ hợp

+ Áptômát Compact NS: cắt mạch, bảo vệ đối với ngắn mạch, bảo vệ đối với sự quá dòng điện do tải và thiếu pha.

+ Côngtắctơ điều khiển: "Télémécanique"

Các bảo vệ này phải đáp ứng được hai tiêu chuẩn sau:

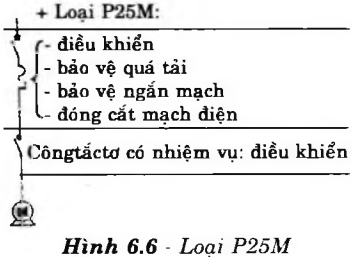
+ Phối hợp giữa các áptômát/ côngtắctơ/ rơle nhiệt: trường hợp sự cố điện cho dù là tự nhiên, thì các khí cụ điện khác nhau ở trên không hề chịu bất cứ một sự hư hỏng nào, hay chỉ có một sự hư hỏng biết trước nào đó và được chấp nhận.

Sự phối hợp này được quy định theo tiêu chuẩn CEI – 947 - 4.1

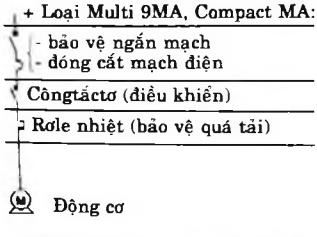
+ Sự phối hợp giữa các tổ hợp bảo vệ và điều khiển; Các bố trí bảo vệ của lưới phân phối điện phải được đặt ở phía thượng lưu. Sự phối hợp này nhằm mục đích bảo đảm tính an toàn cao nhất. Các tính liên tục làm việc do kỹ thuật giới hạn. Các mối quan hệ lẫn nhau và tính lựa chọn phải được đặt ra trong sự phối hợp này.

6.4.3 Hai giải pháp mẫu về sự kết hợp áptômát + côngtắctơ

a) Áptômát có rơle điện từ và rơle nhiệt đối với bảo vệ động cơ + côngtắctơ (hình 6.6)



Hình 6.6 *- Loại P25M*



Hình 6.7 *- Loại Multi 9MA*

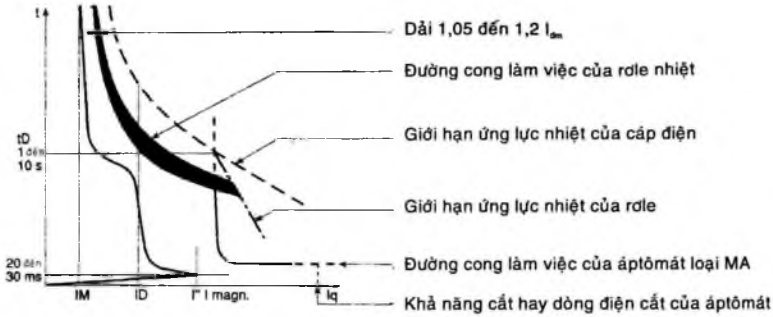
b) Áptômát điện từ bảo vệ động cơ + rơle nhiệt + côngtắctơ (hình 6.7)

6.4.4 Đặc tính của tính chất phối hợp loại hay dùng

Tiêu chuẩn CEI 947 – 4 – 1 chỉ rõ về sự chính xác các phần tử mà ta quan tâm, để tiến hành một sự phối hợp đúng đắn.

* *Một sự tương hợp hoàn toàn giữa:*

- *Rơle nhiệt của côngtắctơ và rơle điện từ của áptômát*. Như đã chỉ ở hình 6.8. Giới hạn của rơle nhiệt phải nằm ở bên phải của ngưỡng điện từ.



I_M dòng điện định mức động cơ

I_D dòng điện cần mở của động cơ khỏi mạch điện

Hình 6.8

* *Khả năng cắt đã được xác định của côngtắctơ phải nằm phía trên sự điều chỉnh từ của áptômát*

Nếu không như vậy thì côngtắctơ phải có khả năng cắt ngẫu nhiên một dòng điện sự cố bằng với ngưỡng I_{rm} của sự điều chỉnh điện từ của áptômát.

+ Một sự cư xử đúng đắn của hai phần tử cắt (ví dụ không làm hư hỏng côngtắctơ hay rơle nhiệt trong trường hợp ngắn mạch)

+ Khả năng cắt của áptômát phải nằm ở phía trên (lớn hơn) hay bằng với dòng điện ngắn mạch I_{cc} sinh ra ở trang thiết bị.

6.4.5 Cấp bậc hay sự xếp loại tác động của rơle nhiệt (hình 6.9)

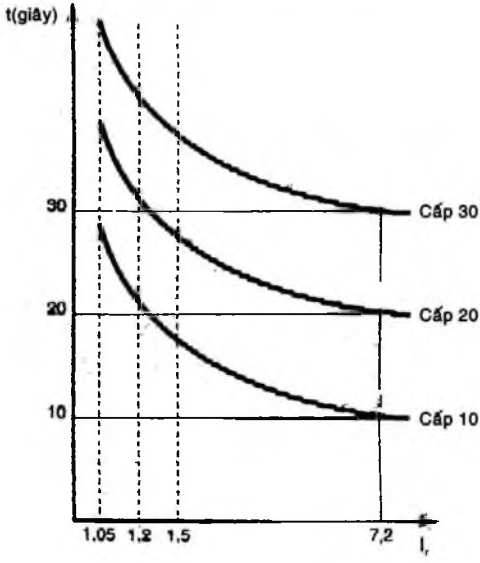
Một trong những đặc tính chủ yếu của một động cơ, buộc ta phải hiểu biết để chọn sự bảo vệ, là thời gian khởi động của nó.

Tiêu chuẩn CEI – 947 – 4 xác định điều này ở sự xếp thành loại các bảo vệ phát nhiệt (bảng 6.13).

Bảng 6.13

Xếp loại	Thời gian can thiệp			
	Không mở mạch		Mở mạch điện	
	1,05 I_r	1,2I_r	1,5I_r	7,2I_r
10A	2 giờ	< 2 giờ	< 2 phút	2 đến 10 giây
10	2 giờ	< 2 giờ	< 4 phút	4 đến 10 giây
20	2 giờ	< 2 giờ	< 8 phút	6 đến 20 giây
30	2 giờ	< 2 giờ	< 12 phút	9 đến 30 giây

- Các bảo vệ nhiệt xếp loại 10 phù hợp với các ứng dụng rất phổ biến (khoảng thời gian khởi động dưới 10 giây)
- Các bảo vệ nhiệt xếp loại 20 và 30 là cần thiết đối với các khởi động chiếm thời gian khá dài. Xếp loại 30 cần thiết đối với một sự vượt quá định cở của khí cụ điều khiển và bảo vệ đối với sự ngắn mạch.



Hình 6.9

Bảng 6.14 cho ta sự phối hợp của áptômát + côngtắctơ sử dụng (Bảo vệ quá tải có rơle nhiệt đặt riêng biệt)

Ở đây:

- Áptômát hay CB của Merlin Gérin
- Côngtắctơ dùng của Télémécanique

- Tiêu chuẩn CEI – 947 – 4 – 1
- Khởi động bình thường[*1)]

Kết quả cắt: bằng với khả năng cắt của chỉ một áptômát.

Bảng 6.14 *Bảng phối hợp của áptômát và côngtắctơ sử dụng*

Động cơ												CB(áptômát)		Côngtắctơ loại	Rơle nhiệt	
220 đến 230V		380 đến 415V		415V		440V		500 đến 525V		660 đến 690V		Loại	CB [A]		Loại	Dòng điều chỉnh nhiệt I_{rth}
P(KW)	I(A)	P(KW)	I(A)	P(KW)	I(A)	P(KW)	I(A)	P(KW)	I(A)	P(KW)	I(A)					
		0,37	1,2	0,37	1,1	0,37	1	0,55	1,2	0,75	1,2	NS80H-MA	2,5	LC1-D09	LR2-D13 08	1 à 1,6
		0,55	1,6	0,55	1,5	0,55	1,4	0,75	1,5	1,1	1,5	NS80H-MA	2,5	LC1-D09	LR2-D13 08	1,25 à 2
0,37	1,8	0,75	2	0,75	1,8	0,75	1,7					NS80H-MA	2,5	LC1-D09	LR2-D13 07	1,6 à 2,5
						1,1	2,4	1,1	2	1,5	2	NS80H-MA	2,5	LC1-D09	LR2-D13 07	1,6 à 2,5
				1,1	2,5			1,5	2,6			NS80H-MA	6,3	LC1-D09	LR2-D13 08	2,5 à 4
0,55	2,8	1,1	2,6	1,5	3,5	1,5	3,1			2,2	2,8	NS80H-MA	6,3	LC1-D09	LR2-D13 08	2,5 à 4
										3	3,8	NS80H-MA	6,3	LC1-D09	LR2-D13 08	2,5 à 4
1,1	4,4	2,2	5	2,2	4,8	2,2	4,5	3	5	4	4,8	NS80H-MA	6,3	LC1-D09	LR2-D13 10	4 à 6
1,5	6,1	3	6,6	3	6,5	3	5,8	4	6,5	5,5	6,6	NS80H-MA	12,5	LC1-D09	LR2-D13 12	5,5 à 8
2,2	8,7	4	8,5	4	8,2	4	7,9	5,5	9			NS80H-MA	12,5	LC1-D09	LR2-D13 14	7 à 10
										7,5	8,8	NS80H-MA	12,5	LC1-D12	LR2-D13 14	7 à 10
3	11,5	5,5	11,5	5,5	11	5,5	10,4	7,5	12			NS80H-MA	12,5	LC1-D12	LR2-D13 16	9 à 13
4	14,5	7,5	15,5	7,5	14	7,5	13,7					NS80H-MA	25	LC1-D18	LR2-D13 21	12 à 18
				9	17	9	16,5	9	14			NS80H-MA	25	LC1-D18	LR2-D13 21	12 à 18
								10	15			NS80H-MA	25	LC1-D18	LR2-D13 21	12 à 18
										10	11,5	NS80H-MA	25	LC1-D18	LR2-D13 16	9 à 13
5,5	20	11	22	11	21	11	20,1	11	18,4			NS80H-MA	25	LC1-D25	LR2-D13 22	17 à 25
										15	17	NS80H-MA	25	LC1-D25	LR2-D13 21	12 à 18
										18,5	21,3	NS80H-MA	50	LC1-D32	LR2-D13 22	17 à 25
7,5	28	15	30	15	29	15	26,5	18,5	28,5			NS80H-MA	50	LC1-D32	LR2-D23 50	30 à 40
								22	33	20	34,6	NS80H-MA	50	LC1-D40	LR2-D23 50	30 à 40
11	39	18,5	37	22	40	22	39					NS80H-MA	50	LC1-D40	LR2-D23 67	37 à 50
		22	44	25	47			30	45	33	39	NS80H-MA	50	LC1-D50	LR2-D23 67	37 à 50
15	52					30	51,5					NS80H-MA	50	LC1-D50	LR2-D23 69	48 à 65
										37	42	NS80H-MA	50	LC1-D65	LR2-D23 67	37 à 50
18,5	64	30	60			37	64	37	55			NS80H-MA	50	LC1-D65	LR2-D23 69	48 à 65
				37	66							NS80H-MA	80	LC1-D65	LR2-D23 61	55 à 70
										45	49	NS80H-MA	80	LC1-D80	LR2-D23 67	37 à 50
22	75	37	72	45	80	45	76	55	80			NS80H-MA	80	LC1-D80	LR2-D23 63	63 à 80
										30	45	NS100N/H/L	MA100	LC1-F80	LR2 D3357	37 à 50
										37	42	NS100N/H/L	MA100	LC1-D65	LR2 D3357	37 à 50
15	52					30	51,6	37	55			NS100N/H/L	MA100	LC1-D65	LR2 D3359	48 à 65
18,5	64	30	55	37	56	37	64	33	60			NS100N/H/L	MA100	LC1-D65	LR2 D3359	48 à 65
								37	55	45	50	NS100N/H/L	MA100	LC1-D80	LR2 D3359	48 à 65
22	75	37	72	45	80	45	76	55	80			NS100N/H/L	MA100	LC1-D80	LR2-D33 63	63 à 80
25	85	45	85									NS100N/H/L	MA100	LC1-D95	LR2 D3365	80 à 93
										55	60	NS160N/H/L	MA150	LC1-F116	LR2 F5363	50 à 80
30	100	55	105	55	100	55	96	75	110	75	80	NS160N/H/L	MA150	LC1-F116	LR2 F5367	80 à 125
37	125	75	140	75	135	75	124	90	130	90	100	NS160N/H/L	MA150	LC1-F180	LR2 F5369	100 à 160
45	150									110	120	NS160N/H/L	MA150	LC1-F180	LR2 F5371	100 à 160
55	180	90	170	90	160	90	156	110	156			NS250N/H/L	MA220	LC1-F185	LR2 F5374	125 à 200
		110	210	110	200	110	180					NS250N/H/L	MA220	LC1-F225	LR2 F5372	160 à 250
						132	210	132	140	132	140	NS250N/H/L	MA220	LC1-F265	LR2 F5372	125 à 200
75	250	132	250	132	230			160	228			NS400H/L	MA320	LC1-F265	LR2 F5373	160 à 250
		160	300					200	281	200	220	NS400H/L	MA320	LC1-F400	LR2 F5376	200 à 315
110	360	200	380	220	380	250	401	220	310			NS630H/L	MA500	LC1-F400	LR2 F5377	250 à 400
		220	420			250	380	335	340	335	335	NS630H/L	MA500	LC1-F500	LR2 F7379	315 à 500
147	472	250	460	280	475	295	473	315	442			NS630H/L	MA500	LC1-F500	LR2 F7381	400 à 630

6.4.6 Dòng điện ngắn mạch lớn nhất ở phía dưới hay hạ lưu của máy biến áp hạ áp HTA/BT

Các giá trị chỉ ra trong bảng sau đây (bảng 6.15) tương đương với ngắn mạch 3 pha, ở các cực hạ áp của máy biến áp trung áp/ hạ áp, được nối đến một lưới điện mà công suất ngắn mạch là 500MVA.

[*1)] Nếu khởi động dài (cấp 20): thay thế các rơle nhiệt LR2D3... bằng LR2-D5...

Bảng 6.15

Công suất (KVA) của máy biến áp 3 pha, ngâm trong dầu (theo NFC 52 – 112 – 1) (6.1994)												
Công suất S_{dm}(KVA) với U_{dm} = 237V	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Dòng điện định mức In(A)	122	244	390	609	974	1535	1949	2436				
Dòng ngắn mạch I_{cc} (kA)	3.04	6.06	9.67	15.04	23.88	37.20	31.64	39.29				
Điện áp ngắn mạch U_{cc}(%)	4	4	4	4	4	4	6	6				
P_{cu} [kW]	1.350	2.150	2.350	3.25	4.6	6.5	10.7	13				
Điện áp định mức 410V												
Dòng điện định mức In(A)	70	141	225	352	563	887	1127	1408	1760	2253	2816	3520
Dòng điện ngắn mạch I_{cc}(kA)	1.76	3.50	5.59	8.69	13.81	21.50	18.29	22.71	28.16	35.65	44.01	54.16
Điện áp ngắn mạch U_{cc}(%)	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Tổn thất đồng P_{Cu} (kW)	1.35	2.15	2.35	3.25	4.6	6.5	10.7	13	16	20	25.5	32

Công suất (KVA) của máy biến áp 3 pha, khô, TRIHAL (theo NFC 52 – 115 – 1) (2.1994)													
Công suất S_{dm}(KVA) với U_{dm} = 237V	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Dòng điện định mức In(A)	244	390	609	767	974	1218	1535	1949	2436				
Dòng ngắn mạch I_{cc} (kA)	4.05	6.46	10.07	12.66	16.03	19.97	25.05	31.64	39.29				
Điện áp ngắn mạch U_{cc}(%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6				
P_{cu} (KW)	2.05	2.7	3.38	4.6	5.5	6.5	7.8	9.4	11				
Điện áp định mức 410V													
Dòng điện định mức In(A)	141	225	352	444	563	704	887	1127	1408	1760	2253	2816	3520
Dòng điện ngắn mạch I_{cc}(kA)	2.34	3.74	5.82	7.32	9.26	11.54	14.48	18.29	22.71	28.16	35.65	44.01	54.16
Điện áp ngắn mạch U_{cc}(%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Tổn thất đồng P_{Cu} (kW)	2.05	2.7	3.8	4.6	5.5	6.5	7.8	9.4	11	13.1	16	20	23

6.4.7 Lựa chọn các áptômát của nguồn D_1, D_2, D_3 và của các phân xưởng D_4, D_5 tùy theo số lượng và công suất của các máy biến áp cung cấp 1, 2, 3...

Chú ý: đối với nhiều máy biến áp cùng làm việc song song, các máy biến áp phải có:

a) Cùng một điện áp ngắn mạch tính theo phần trăm U_{cc}%

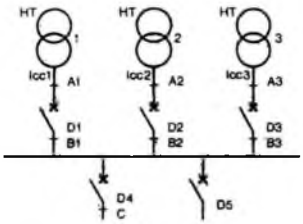
b) Cùng một tỉ số biến đổi

c) Cùng một tổ nối dây

d) Quan hệ công suất giữa hai máy biến áp: nhỏ và lớn nhất chỉ có giá trị tối đa là 2

* Giả sử áptômát của nguồn 1 là nguồn có công suất MBA lớn nhất, thì áptômát của nguồn 1 phải có khả năng cắt cao hơn dòng điện I_{cc1}, và cao hơn khả năng cắt của áptômát của hai nguồn còn lại là A_2 và A_3.

* Áptômát của phân xưởng D_4 phải có khả năng cắt cao hơn $I_{cc1} + I_{cc2} + I_{cc3}$ (do vì cả ba nguồn đưa đến dòng ngắn mạch tại D_4, do các máy biến áp vận hành song song).



Hình 6.10

* *Bảng sau đây (6.16) cho phép ta xác định:*

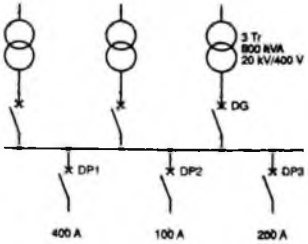
+ Áptômát của nguồn tùy thuộc vào số lượng và công suất của các máy biến áp cung cấp (trong trường hợp chỉ có một máy biến áp thì bảng này sử dụng đối với áptômát đã được đóng vào lưới). Trong trường hợp nhiều máy biến áp, bảng 6.16 khuyến cáo ta nên giả thiết các áptômát được đóng vào lưới và có một áptômát được mở ra khỏi lưới).

Áptômát của phân xưởng sẽ được xác định tùy thuộc vào các nguồn cung cấp và vào cường độ dòng điện định mức của phân xưởng.

Ví dụ có ba máy biến áp 20KV/0,4KV công suất 800KVA mỗi máy. (Dòng điện I_{dm}(hay I_n) = 1127A (bảng 6.15)). Các phân xưởng mà dòng điện tính toán lần lượt là 400A, 200A và 100A. Vậy các áptômát nào được đặt trên đường đến thanh góp chung và áptômát nào đặt ở đường đi ra đến các phân xưởng.

Bài giải: Các áptômát trên đường cùng đi đến thanh góp chung.

- Ta sẽ chọn các áptômát Masterpact M12H1 hay các áptômát C1251NSTR. Việc chọn sẽ được thực hiện tùy các quyền lựa chọn mà ta muốn đặt.



Hình 6.11

Bảng 6.16

Máy biến áp hạ áp 20KV/0,4KV					Loại áptômát (CB) nguồn	Áptômát (CB) phân xưởng				
S(KVA)	I_{dm}	U_{cc}%	I_{cc}(KA)		Áptômát từ nguồn	≤ 100	160	250	400	630
Chỉ có một máy biến áp										
1	50	70	4	2	NS100N TM-D/STR22SE	NS100N				
1	100	141	4	4	NS160N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N			
1	160	225	4	6	NS250N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N	NS250N		
1	250	352	4	9	NS400N STR23SE/53UE	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	
1	400	563	4	14	NS630N STR23SE/53UE	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N
1	630	887	4	22	M10N1/C1001NSTR	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N
1	800	1127	6	19	M12N1/C1251NSTR	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N
1	1000	1408	6	23	M16N1/CM1600N 23	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N	
1	1250	1760	6	29	M20N1/CM2000N 29	NS160N	NS250H	NS400N	NS630N	
1	1600	2253	6	38	M25N1/CM2500N 38	NS160H	NS250H	NS400N	NS630N	
1	2000	2816	6	47	M32H1/CM3200N 47	NS160H	NS250H	NS400H	NS630H	
1	2500	3521	6	59	M40H1	NS100H	NS160H	NS250H	NS400H	NS630H
1	3150	4436	6	74	M50H1	NS100L	NS160L	NS250L	NS400L	NS630L
Hai máy biến áp có thông số giống nhau										
2	50	70	4	2	NS100N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N			
2	100	141	4	4	NS160N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N	NS250N		
2	160	225	4	6	NS250N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	
2	250	352	4	9	NS400N STR23SE/53UE	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N
2	400	583	4	14	NS630N STR23SE/53UE	NS100H	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N

Bảng 6.16 (tiếp)

2	630	887	4	22	M10N1/C1001NSTR	NS100H	NS160H	NS250H	NS400N	NS630N
2	800	1127	6	19	M12N1/C1251NSTR	NS100H	NS160H	NS250H	NS400N	NS630N
2	1000	1408	6	23	M16N1/CM1600N 47	NS160H	NS250H	NS400H	NS630H	
2	1250	1760	6	29	M20N1/CM2000N 59	NS160H	NS250H	NS400H	NS630H	
2	1600	2253	6	38	M25N1/CM2500N 75	NS160L	NS250L	NS400L	NS630L	
2	2000	2816	6	47	M32H1/CM3200N 94	NS160L	NS250L	NS400L	NS630L	
2	2500	3521	6	59	M40H1	NS100L	NS160L	NS250L	NS400L	NS630N
2	3150	4436	6	74	M50H1	NS100L	NS160L	NS250L	NS400L	NS630L
Ba máy biến áp có thông số giống nhau										
3	50	70	4	2	NS100N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N	NS250N		
3	100	141	4	4	NS160N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	
3	160	225	4	6	NS250N TM-D/STR22SE	NS100N	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N
3	250	352	4	9	NS400N STR23SE/53UE	NS100H	NS160N	NS250N	NS400N	NS630N
3	400	563	4	14	NS630N STR23SE/53UE	NS100H	NS160H	NS250H	NS400N	NS630N
3	630	887	4	22	M10N1/C1001NSTR	NS100H	NS160H	NS250H	NS400H	NS630H
3	800	1127	6	19	M12H1/C1251NSTR	NS100H	NS160H	NS250H	NS400H	NS630H
3	1000	1408	6	23	M16H1/CM1600N 70	NS160H	NS250H	NS400H	NS630H	
3	1250	1760	6	29	M20H1/CM2000N 88	NS160L	NS250L	NS400L	NS630L	
3	1600	2253	6	38	M25H1/CM2500N 113	NS160L	NS250L	NS400L	NS630L	
3	2000	2816	6	47	M32H1/CM3200N 141	NS160L	NS250L	NS400L	NS630L	

Các áptômát của các phân xưởng là:

Ta sẽ chọn một áptômát NS400H đối với phân xưởng có I_{tt} là 400A, áptômát NS250H đối với phân xưởng có I_{tt} là 200A, và áptômát NS100H đối với phân xưởng có I_{tt} = 100A.

Các áptômát phân xưởng này thể hiện ưu điểm đã được chọn lựa (tính lựa chọn tổng) ứng với cái áptômát M12H1 hay C1251NTR.

- Ta cũng có thể sử dụng bảng lựa chọn tương ứng đối với các áptômát từ nguồn đến thanh góp chung và các áptômát từ thanh góp chung đi ra các phân xưởng (hay khu vực) tùy theo I_{tt} của các phân xưởng (bảng 6.16).

Bảng lựa chọn tương ứng các áptômát trên (bảng 6.16) dùng với các giả thiết như sau:

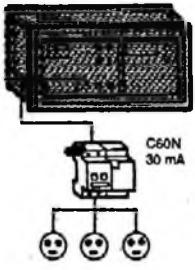
- Công suất ngắn mạch của lưới điện phía thượng lưu (phía trên) là 500MVA.
- Giữa mỗi máy biến áp và áptômát tương ứng có 5m chiều dài cáp ở một cực.
- Các máy biến áp là những máy biến áp hạ áp 20/0,4kV
- Giữa áptômát từ nguồn đến với áptômát xưởng có 1m thanh góp chung.
- Vật liệu và thiết bị được nêu ở trong bảng, ứng với nhiệt độ môi trường xung quanh 40°C.

6.5 BẢO VỆ CÁC MẠCH ĐIỆN ĐƯỢC CUNG CẤP BỞI MỘT MÁY PHÁT ĐIỆN CỦA TỔ MÁY PHÁT ĐIỆN - DIESEL

6.5.1 Các phạm trù

Phần hướng dẫn thực tế đối với tổ máy phát điện (tổ máy phát điện - diesel). Theo UTC – C15 – 401, người ta phân tổ máy phát điện - diesel này, thành 3 phạm trù:

a) Các tổ máy phát điện - diesel công suất nhỏ có thể di chuyển bằng đẩy tay, là loại được sử dụng rất phổ biến. Tiêu chuẩn áp đặt việc sử dụng đối với áptômát chống rò hay áptômát so lệch dư (RCCB), với ngưỡng tác động thấp hay bằng với 30mA. Bảng 6.17 sau đây cho phép ta chọn loại áptômát bảo vệ chống rò, tùy theo công suất của tổ (hình 6.12).

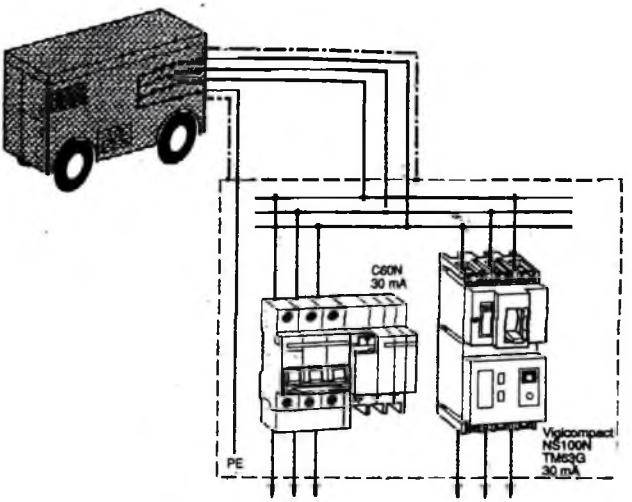


Hình 6.12

Bảng 6.17

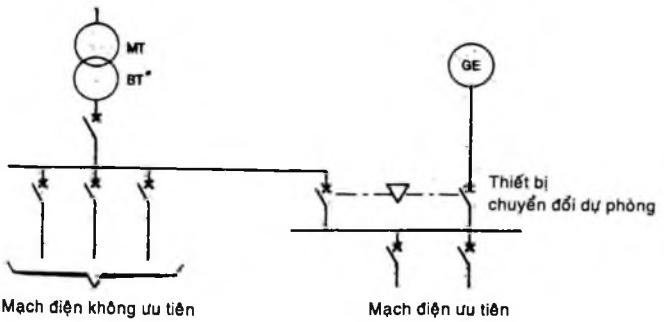
Công suất tổ (KVA)	230V một pha	1/4/5	8	
	230V ba pha	2	14	40
	400V ba pha	3	25	65
Dòng điện định mức $I_{dm} = I_n$[A]		5	38	99
Loại áptômát (CB)		C60N đường cong B	C60N đường cong B NS 100N TM40G	NC100H đường cong B NS100N ST22SE100
Khối chống rò RCCB hay DDR		30mA	30mA	30mA

b) Các tổ máy phát – disel di động công suất vừa và lớn sử dụng vào mục đích cung cấp điện tạm thời cho các thiết bị tiêu thụ điện (Ví dụ ở công trường, nơi cần sửa chữa công trình v.v). Việc bảo vệ đối với tiếp xúc điện phải được đảm bảo bằng áptômát chống rò RCCB – DDR với ngưỡng tác động cao nhất là 30mA (hình 6.13).



Hình 6.13

c) Các trạm điện cố định cung cấp điện cho các trang thiết bị tiêu thụ điện khi có sự cố trạm điện, hay cung cấp cho các trang thiết bị tiêu thụ điện trong diện ưu tiên. Nếu ngừng cung cấp cho các hộ ưu tiên này bị kéo dài, thì sẽ dẫn đến làm tổn thương sản phẩm (chất lượng kém.v.v...) hoặc làm hư hỏng các thiết bị máy móc (trong thời gian cắt điện của lưới điện công cộng) (hình 6.14).



Hình 6.14

Khó khăn gặp phải trong việc sử dụng các trạm cố định dùng cho việc dự trữ là việc chọn lựa khí cụ bảo vệ các mạch điện ưu tiên này. Chúng đòi hỏi phải được chấp nhận đối với các đặc điểm của cả hai nguồn.

Giá trị dòng điện ngắn mạch thấp của tổ máy phát điện – diesel, cần thiết để phát động mạch điện từ thấp.

6.5.2 Lựa chọn các áptômát của nguồn điện của tổ máy phát – diesel

Việc lựa chọn các áptômát của nguồn điện này thực chất phụ thuộc vào sự điều chỉnh mạch từ của thiết bị điện từ (bảo vệ ngắn mạch). Để thực hiện điều này, chúng ta phải tính toán dòng ngắn mạch ở những cực của máy phát điện, công thức:

$$I_{cc} = \frac{I_{dm}}{X_d^{'}}$$

Với

+ I_{dm} (hay I_n) là dòng định mức ở công suất định mức.

+ $X_d^{'}$ - điện kháng quá độ thay đổi giữa 20% và 30%

Các dòng điện này thông thường bé, cần thiết dùng cho mạch từ thấp ($I_{cc} \geq I_{mạch\ từ} \times k$)

- Với k- là độ dung sai của sự diều chỉnh mạch từ hay của sự bảo vệ bị chậm trong thời gian nhỏ.
- Loại TM-G đến 63A đối với áptômát Compact NS100N/H/L.
- Loại STR22SE đối với áptômát NS100 đến NS250N/H/L.
- Loại STR23SE hay STR53SE đối với áptômát NS400 và NS630N/H/L.
- Loại STR35GE đối với các áptômát Compact C801/C1001/C1251N/H/L.
- Loại STCM1 hay STCM 2/3 đối với các áptômát Compact CM.
- Loại STR38S, STR58U; hay STR68U đối với các áptômát → Masterpact.

Bảng 6.18 sau dây cho phép ta xác định loại áptômát và sự diều chỉnh mạch từ tùy theo công suất của tổ máy phát - diesel, điện áp sử dụng và điện kháng quá độ $X_d^{'}$

Bảng 6.18 *a) Bảng chọn thiết bị bảo vệ của các máy phát công suất bé và trung bình*

Công suất lớn nhất của máy phát điện, tính KVA				
230V ba pha	400V ba pha	415V ba pha	440V ba pha	áptômát (CB)
6	10	11	12	C60N 16 A
7,5	13	14	15	C60N 20 A
9 ÷ 9,5	15 ÷ 16	16,5 ÷ 17,5	17,5 ÷ 20	C60N 25 A
11,5 ÷ 12	20 ÷ 21	22 ÷ 23	23,5 ÷ 24	C60N 32 A
13 ÷ 16	22 ÷ 28	23 ÷ 29	24 ÷ 30	C60N 40 A/NS100N TM40G
20 ÷ 25	35 ÷ 44	36 ÷ 45	38 ÷ 48	NC100H 50 A/NS 100NTM63G
6 ÷ 16	11 ÷ 28	11 ÷ 29	12 ÷ 30	NS100N STR22SE40(2)
16 ÷ 40	27 ÷ 69	29 ÷ 72	30 ÷ 76	NS100N STR22SE100(2)
25 ÷ 64	44 ÷ 110	45 ÷ 115	49 ÷ 120	NS160N STR22SE160(2)
40 ÷ 100	70 ÷ 173	72 ÷ 180	76 ÷ 191	NS250N STR22SE250(2)
b) Bảng chọn các thiết bị bảo vệ của các máy phát công suất trung bình và lớn				
Công suất lớn nhất của máy phát điện, tính KVA				
230V ba pha	400V ba pha	415V ba pha	440V ba pha	áptômát (CB)
85 ÷ 159	149 ÷ 277	154 ÷ 288	163 ÷ 305	NS400N STR23SE/M08N/H
135 ÷ 251	234 ÷ 436	243 ÷ 453	257 ÷ 480	NS630N STR23SE/M08N/H
241 ÷ 305	416 ÷ 520	451 ÷ 575	481 ÷ 610	C801N/ M08N/H
306 ÷ 380	521 ÷ 650	576 ÷ 710	611 ÷ 760	C1001N/ M10N/H
381 ÷ 480	651 ÷ 820	711 ÷ 900	761 ÷ 960	C1251N/ M12N/H
481 ÷ 610	821 ÷ 1050	901 ÷ 1150	961 ÷ 1220	CM1600/M16N/H
611 ÷ 760	1051 ÷ 1300	1151 ÷ 1400	1221 ÷ 1520	CM2000/M20N/H
761 ÷ 950	1301 ÷ 1650	1401 ÷ 1800	1521 ÷ 1900	CM2500/M25N/H
951 ÷ 1220	1651 ÷ 2100	1801 ÷ 2300	1901 ÷ 2400	CM3200/M32N/H

Chú ý: *ở bảng 6.18 các khí cụ bảo vệ có giá trị đối với một máy phát điện mà điện kháng quá độ là ≤ 30%.*

6.3.5 Xác định các áptômát và dòng điện phát động hay làm việc của chúng, khi chúng được đặt theo tầng (hình 6.15)

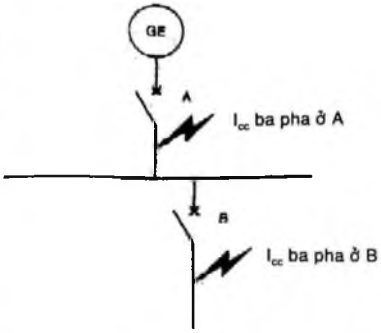
Ta xác định áptômát A, xem bảng 6.18.

- *Xác định áptômát ở B*

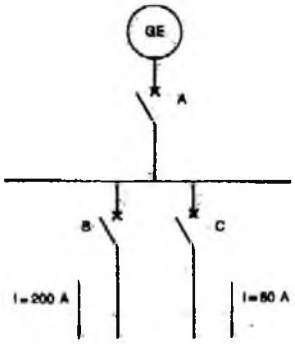
Trên thực tế, đã cho các giá trị nhỏ của dòng điện ngắn mạch, ta có thể chọn sự phát động làm việc của khí cụ điện B (áptômát B) theo cách sau:

$$I_{\text{điều chỉnh mạch từ B}} = \frac{I_{\text{điều chỉnh mạch từ A}}}{1,5}$$

Trong trường hợp này, mức độ lựa chọn giữa hai áptômát A và B được giới hạn ở giá trị điều chỉnh của mạch từ hay một sự chậm trễ ngắn của khí cụ điện phía trên (thượng lưu) (áptômát A).



Hình 6.15



Hình 6.15

Bài toán ví dụ (hình 6.16) có một tổ máy phát điện – diesel, công suất 300KVA điện áp 400V, cho cường độ dòng điện định mức là 433A và có điện kháng quá độ là X'_d = 25%. Bảng 6.18 ở trên cho ta đối với khí cụ A là một áptômát NS630N.STR23SE.

- Thời gian chậm lâu dài do tải được điều chỉnh ở $I_r = 1,15\ I_{dm}$ tức là ≈ 500A

- Dòng điện do ngắn mạch được điều chỉnh từ 2,5 đến $10I_r$, tức là từ 1250A đến 5000A, dòng điện này thích hợp tốt nhất là $2,5I_r$ (với I_r dòng điều chỉnh quá tải).

Sự điều chỉnh của việc phát động các khí cụ điện bảo vệ ở hạ lưu là:

$$I_{\text{điều chỉnh mạch từ}} = \frac{2,5 \times 500}{1,5} = 833A$$

Chọn áptômát ở B và C

+ Ở B, áptômát NS250NSTR22SE điều chỉnh ở giá trị từ 500A đến 1000A.

+ Ở C, áptômát C60N/50A đường cong C là phù hợp.

Chương 7

NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA TRƯỜNG ĐIỆN TỪ Ở TẦN SỐ CAO, Ở TẦN SỐ CÔNG NGHIỆP VÀ ĐỀ PHÒNG TĨNH ĐIỆN

7.1 TRƯỜNG ĐIỆN TỪ Ở TẦN SỐ CAO

Trong các lĩnh vực kinh tế, quốc phòng và sinh hoạt, các máy phát sóng được sử dụng ngày càng nhiều.

Ở nhiều ngành công nghiệp, năng lượng của dòng điện tần số cao được dùng để đốt nóng kim loại như khi đúc, rèn, nhiệt luyện, tán nối và còn dùng để sấy, dán, thiêu kết các chất phi kim loại.

Việc sử dụng dòng điện tần số cao cho phép tiến hành quá trình công nghệ nhanh chóng hơn, đảm bảo chất lượng gia công cao hơn, đồng thời tạo điều kiện để ứng dụng rộng rãi các thiết bị cơ khí hóa và tự động hóa. Sự thay thế các lò đúc, lò sấy đốt nóng bằng nhiên liệu, bằng các lò dùng dòng điện tần số cao đã làm giảm hẳn độ bụi bẩn của không khí trong sản xuất, rút ngắn thời gian và giảm cường độ bức xạ của các tia nhiệt đến công nhân.

Các thiết bị nhiệt luyện bằng điện cao tần phát ra năng lượng điện từ, các năng lượng này lại biến thành công có ích. Song khi đó trong vùng làm việc có một trường điện từ có thể gây tác hại đối với cơ thể con người.

7.1.1 Sự hình thành trường điện từ tần số cao trong một số thiết bị công nghiệp

Ta đã biết rằng, xung quanh dây dẫn điện xuất hiện đồng thời điện trường và từ trường. Các trường này sẽ không có liên hệ với nhau nếu dòng điện không thay đổi theo thời gian (dòng điện một chiều). Khi dòng điện thay đổi (dòng điện xoay chiều chẳng hạn), trường từ và trường điện có liên hệ với nhau nên khi nghiên cứu chúng cần phải tiến hành đồng thời và coi chúng như một trường điện từ thống nhất.

Trường điện từ tần số cao có khả năng tỏa lan ra không gian không cần dây dẫn điện với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng.

Sự tỏa lan trường điện từ trong không gian mang theo năng lượng của nó.

Trong công nghiệp, ta thấy ứng dụng các trường điện từ tần số cao, khoảng 3.10^4 - 3.10^6 Hz, bước sóng từ 10.000m đến 100m: tần số siêu cao, 3.10^6 - 3.10^8 Hz, bước sóng từ 100m đến 1m; tần số cực cao 3.10^8 - 3.10^{11} Hz, bước sóng từ 100cm đến 0,1cm.

Các lò cao tần dùng để núng nóng các vật liệu, phôi và chi tiết khác nhau. Từ trường được tạo thành trong các lò này chính là nhờ các cuộn dây cảm ứng, các máy biến áp và các thiết bị cảm ứng đốt nóng.

Khi đặt một vật bằng kim loại trong từ trường thay đổi liên tục thì vật bị cảm ứng một sức điện động với tần số của trường. Dưới tác dụng của sức điện động này, vật bằng kim loại sẽ phát sinh dòng điện xoáy, nó làm nóng kim loại. Dòng điện cảm ứng phát sinh chủ yếu trên bề mặt của vật bằng kim loại. Khi tần số của dòng điện càng cao thì lớp bề mặt bị nung nóng càng mỏng. Sự đốt nóng các lớp kim loại sâu hơn phải nhờ vào quá trình truyền nhiệt.

Các vật liệu cách điện không thể nung nóng bằng phương pháp này vì dòng điện phát sinh trong chúng không đủ lớn để nung nóng chúng.

Để nung nóng các vật phi kim loại, người ta đặt chúng trong các tấm kim loại, nhờ dòng điện cảm ứng, những tấm kim loại này nóng lên rồi truyền nhiệt cho chúng. Mặt khác dưới tác dụng của điện trường, một số ít các điện tử tự do có trong vật phi kim loại tạo ra một dòng điện nhỏ, còn số lớn điện tử liên kết với nhau bằng sức hút phân tử được sắp xếp lại theo hướng của điện trường, nghĩa là bị phân cực; lực hút phân tử chống lại quá trình phân cực này. Cũng giống như hiện tượng ma - sát của hai vật rắn trong chuyển động trượt, trong trường hợp này, năng lượng của trường điện từ tiêu hao để chống lại lực hút phân tử sẽ biến thành nhiệt năng rồi nung nóng vật cách điện.

7.1.2 Tác dụng của trường điện từ đến cơ thể con người

Cạnh các nguồn của các trường cao tần hình thành một vùng cảm ứng và vùng bức xạ.

Trong vùng cảm ứng, con người sẽ ở trong các trường từ và trường điện thay đổi theo chu kỳ, còn trong vùng bức xạ thì trường điện từ tác dụng lên con người cùng một lúc với tất cả các thành phần từ và điện thay đổi đều đặn.

Mức độ tác dụng của trường từ điện lên cơ thể con người phụ thuộc vào độ dài bước sóng, tính chất công tác của nguồn, cường độ bức xạ, thời gian tác dụng, khoảng cách từ nguồn đến cơ thể và sự cảm thụ riêng của từng người.

Tần số càng cao (nghĩa là bước sóng càng ngắn), năng lượng điện từ mà cơ thể hấp thu càng tăng:

Tần số cao 20%

Tần số siêu cao 25%

Tần số cực cao 50%

Bảng 7.1

Bước sóng	Độ thấm sâu
Loại milimet	Bề mặt lớp da
Loại centimet	Da và các tổ chức dưới da
Loại đêximet	Vào sâu trong các tổ chức khoảng 10 - 15cm
Loại mét	Vào sâu hơn 15cm

Song tác hại của sóng điện từ không chỉ phụ thuộc vào năng lượng bức xạ bị hấp thụ, mà còn phụ thuộc vào độ thấm sâu của sóng bức xạ vào cơ thể. Độ thấm sâu càng cao thì tác hại càng nhiều. Độ thấm sâu cho trong bảng 7.1 và năng lượng hấp thụ nêu trên có thể làm rõ các đặc tính sau đây của sóng điện từ: sóng đêximét gây biến đổi lớn nhất đối với cơ thể so với sóng centimet và sóng mét. Sóng milimet gây tác dụng bệnh lý rất ít so với sóng centimet và đêximet.

Mức độ hấp thu năng lượng điện từ và sự tỏa nhiệt trong các bộ phận phụ thuộc vào tần số của nguồn bức xạ. Song vì các cơ quan bên trong có độ truyền dẫn khác nhau nên tác dụng nhiệt có thể có tính lựa chọn và xuất hiện ở một số cơ quan nhất định nào đó mạnh mẽ hơn.

Năng lượng điện từ được hấp thụ gây ra phá hủy sự định hướng không gian của địch thể phân tử lưỡng cực chứa trong cơ thể. Năng lượng đó được biến thành nhiệt và nung nóng các tổ chức. Cường độ nung nóng phụ thuộc vào cường độ bức xạ và tốc độ tản nhiệt của bộ phận cơ thể hấp thụ. Ở các bộ phận được cấp ít máu (như nhân mắt, ống dẫn tinh...) và ở các cơ quan nước bão hòa cao (như gan, tuyến tụy, lá lách, thận...) dễ bị nung nóng. Tác dụng của sóng điện từ lên các cơ quan này thường làm tăng các quá trình viêm mãn tính, gây đau đớn cho cơ thể. Ảnh hưởng của quá trình nung nóng cơ thể gây ra những vết loét bên trong, làm lan truyền chúng, chảy máu. Đặc biệt nguy hiểm là sự là sự bỏng nhiệt ở các tổ chức nằm sâu bên trong, gây ra do sự thấm sâu của các tia bức xạ.

Chịu tác dụng của trường điện từ có tần số khác nhau và cường độ lớn hơn cường độ giới hạn cho phép một cách có hệ thống và kéo dài sẽ dẫn tới sự thay đổi một số chức năng của cơ thể, trước hết là hệ thống thần kinh trung ương, mà chủ yếu là làm rối hệ thần kinh thực vật và rối loạn hệ thống tim mạch. Sự thay đổi đó có thể làm nhức đầu, dễ mệt mỏi, khó ngủ hoặc buồn ngủ nhiều, suy yếu toàn thân, sinh ra nóng nảy và hàng loạt triệu chứng khác. Ngoài ra, nó có thể làm chậm mạch, giảm áp lực máu, đau tim, khó thở, làm biến đổi gan và lá lách.

Những triệu chứng trên có thể xuất hiện ngay sau khi vài tháng làm việc. Sóng vô tuyến còn có thể gây rối loạn chu kỳ kinh nguyệt của phụ nữ. Nói chung, phụ nữ chịu tác hại của sóng điện từ mạnh hơn nam giới.

Để đánh giá lượng bức xạ của trường điện từ tần số cao và siêu cao, người ta dùng cường độ tác dụng của trường mà cường độ này được biểu thị bằng trị số điện áp của nó. Trị số điện áp giới hạn cho phép của trường ứng với các tần số này quy định là 5V/m ở chỗ làm việc, còn đối với lò đúc cảm ứng và các thiết bị cảm ứng nung nóng, vì có khó khăn về kỹ thuật, không thể bao che kín được nên tạm thời cho phép điện áp của trường đến 10V/m.

Để đánh giá lượng bức xạ của trường điện từ tần số cao, người ta dùng cường độ bức xạ, mà cường độ này được biểu thị bằng trị số mật độ của dòng công suất trung bình trong khoảng không gian ở nơi đó.

Mật độ dòng công suất được xác định bằng số năng lượng truyền qua diện tích $1cm^2$ vuông góc với phương truyền sóng trong 1 giây. Đơn vị tính toán là $\mu W/cm^2$, mW/cm^2, W/cm^2.

Trị số cường độ bức xạ giới hạn cho phép của trường điện từ tần số cực cao tại chỗ làm việc được xác định như sau: Khi chịu tác dụng cả ngày làm việc thì cường độ bức xạ không lớn hơn $10\mu W/cm^2$, khi chịu tác dụng không quá 2 giờ trong 1 ngày thì không lớn hơn $100\mu W/cm^2$, khi chịu tác dụng không quá 15-20 phút trong 1 ngày thì không lớn hơn 1m W/cm^2 và khi đó nhất thiết phải đeo kính để bảo vệ mắt.

7.1.3 Các biện pháp an toàn

Các máy phát tần số cao, siêu cao và cực cao, tùy điều kiện của quá trình công nghệ, có thể đặt trong gian nhà sản xuất chung, nhưng cần che phủ kín luồng công nghệ của nó; tốt nhất là đặt chúng trong các phòng riêng biệt.

Dù đặt máy ở đâu cũng nhất thiết phải chấp hành nghiêm chỉnh "Nội quy khi làm việc với các máy phát sóng centimét".

Khi làm việc, các mạch điện của các máy nhiệt luyện cao tần xuất hiện điện áp tới hàng chục kilôvôn. Bởi vậy các thiết bị tần số cao, siêu cao và cực cao là những thiết bị điện có điện áp cao, cần áp dụng đầy đủ các quy phạm an toàn điện đã được Nhà nước ban hành (TCVN 3718 - 82). Cần lưu ý các vấn đề sau:

a) + Khi đặt các thiết bị này trên dây chuyền trong cùng một gian nhà sản xuất chung thì khoảng cách giữa chúng và các trang bị khác không được nhỏ hơn 2m.

b) + Khi đặt các thiết bị này trong phòng riêng biệt thì mỗi một thiết bị công suất nhỏ hơn 30kW cần có diện tích không nhỏ hơn $25m^2$, công suất lớn hơn 30kW thì không nhỏ hơn $40m^2$. Trong phòng đặt thiết bị, không nên để những vật bằng kim loại không cần thiết. Sở dĩ có quy định như vậy là vì kim loại phản xạ sóng vô tuyến điện (sóng điện từ) rất tốt và chính chúng lại có thể trở thành nguồn dao động điện từ thứ hai.

+ Kích thước chỗ làm việc của các công nhân sản xuất hoặc nhân viên phục vụ các thiết bị cao tần được xác định theo các điều kiện của quá trình công nghệ và kích thước sản phẩm. Tuy vậy, chiều rộng chỗ làm việc bên cạnh các bảng điều khiển không được hẹp hơn 1,2m và không hẹp hơn 0,8m ở cạnh các thiết bị đốt nóng (như lò đúc, lò nung cảm ứng, các tụ điện làm việc...).

c) + Các phòng có thiết bị cao tần, cần phải thông gió nhân tạo.

d) + Trong trường hợp, khi có một thiết bị gia công nào đó tỏa ra nhiều bụi bẩn thì cần có hút gió cục bộ. Chụp hút đặt trên các lò đúc cảm ứng có độ cao không lớn hơn 0,8m. Vận tốc hút không khí ở miệng chụp không được nhỏ hơn 1,5m/s. Ở các lò nung cảm ứng, người ta thường đặt các bộ phận hút không khí ở bên cạnh với tốc độ hút khoảng 2 – 4m/s. Vật liệu làm chụp hút và các ống nối với chúng thường dùng vật liệu phi kim loại, có tính chịu nhiệt cao như xi-măng amiăng, tectolit... Không cho phép dùng kim loại làm các bộ phận hút khí đặt gần các lò cảm ứng vì kim loại sẽ bị đốt nóng bởi các dòng điện cảm ứng.

e) + Chiếu sáng trên các thiết bị cao tần cần đảm bảo độ rọi trên phương thẳng đứng tại các bảng điều khiển không nhỏ hơn 50 lux, trên các chỗ làm việc gần thiết bị nung, không nhỏ hơn 30 lux.

f) + Bảng điều khiển có thể đặt trên tấm chắn bảo vệ hoặc lắp ngoài phòng đặt máy phát, hướng về phía người thợ làm việc. Nơi mà các bộ phận điều khiển trên thò ra ngoài vỏ bảo vệ cũng cần phải trang bị sao cho chúng không bị nhiễm từ của từ trường.

g) + Trên bảng điều khiển của mỗi thiết bị cao tần cần có đèn tín hiệu.

h) + Toàn bộ thiết bị cần được bao che kín để tránh trường điện từ tỏa lan ra phòng làm việc.

Vỏ bao che cần phải chế tạo bằng các tấm kim loại có độ dẫn điện cao và chiều dày không mỏng hơn 0,5mm.

Trên vỏ bao che có những lỗ nhỏ để lắp công tắc, nút bấm, tay quay... Tại những chỗ đó cần bọc những lưới sắt, mắt dày (mắt không lớn hơn 4 × 4mm).

i) + Để đảm bảo an toàn về điện và tránh bị điện giật khi tiếp xúc với các bộ phận bằng kim loại của thiết bị, khi xảy ra sự cố, tất cả các bộ phận đó phải nối đất.

Các dây nối đất ở gần các khu vực phát sóng thì không nên làm thành các vòng kín, vì vòng kín như thế có thể bị đốt nóng bởi dòng điện cảm ứng và sẽ dẫn đến làm tăng điện trở của dây tiếp đất.

k) + Các thiết bị cao tần cần phải có các công nhân chuyên môn phục vụ.

7.2 ẢNH HƯỞNG CỦA TRƯỜNG ĐIỆN TỪ TẦN SỐ CÔNG NGHIỆP

Các kết quả nghiên cứu đối với đường dây cao và siêu cao thế cho thấy trường điện từ của các đường dây này ảnh hưởng đến cơ thể con người.

Con người nằm trong trường điện từ, có thể được coi là vật dẫn điện, đóng vai trò như một điện dung tương đương. Một số nước đã ban hành tiêu chuẩn quy định giới hạn cho phép về cường độ điện trường làm việc lâu dài. Tiêu chuẩn của Đức là 10KV/m và của một số nước khác là 5KV/m.

Kết quả nghiên cứu của một số nước cho thấy: con người làm việc trong điện từ tần số công nghiệp có thể bị ảnh hưởng đến hệ thần kinh, tuần hoàn, hô hấp v.v... và mức độ bị ảnh hưởng phụ thuộc vào cường độ điện trường và thời gian chịu tác động.

Tiêu chuẩn của một số nước Đông Âu quy định mức cho phép của cường độ điện trường phụ thuộc vào thời gian làm việc trong một ngày là:

Cường độ điện trường, [KV/m]	5	10	15	20	25
Thời gian làm việc cho phép trong ngày	8 giờ	3 giờ	1,5 giờ	10 phút	5 phút

Theo quy định để thiết kế đường dây 500KV của ta thì khoảng cách từ dây dẫn đến mặt đất ở khu vực đông dân là 14m, tức là cường độ điện trường khi người đứng trên mặt đất là nhỏ hơn 5KV/m. Cần lưu ý:

a) Ở các khu vực ít dân cư, cột có thể thấp hơn, khoảng cách cột có thể xa hơn nên dây dẫn bị võng hơn, do đó đường dây có thể thấp hơn trị số nêu trên, cường độ điện trường có thể cao hơn giá trị 5KV/m nêu yêu cầu phải hạn chế người qua lại hay làm việc dưới đường dây.

Đối với các trạm điện có điện áp siêu cao, ở vị trí công nhân đi đến kiểm tra, sửa chữa, thao tác v.v... có thể cường độ điện trường sẽ cao và đạt đến 10 ÷ 18KV/m; do đó phải hạn chế thời gian làm việc hoặc có biện pháp giảm cường độ điện trường xuống dưới mức quy định.

b) Đường dây thông tin, tín hiệu, đường dây trung thế, hạ thế các loại dây cáp và kết cấu kim loại ở gần đường dây siêu cao thế 500KV sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng. Trong trường hợp sự cố ngắn mạch, sức điện động cảm ứng có thể đạt đến 1KV và sẽ gây nguy hiểm cho người và thiết bị. Do đó cần chuyển các thiết bị thông tin, đường dây trung và hạ áp ra xa đường dây và trạm siêu cao thế 500KV và đặt che chắn hoặc thiết bị bảo vệ.

c) Ảnh hưởng nhiễu của trường điện từ và hồ quang

Phóng điện qua các khe hở, phóng điện hồ quang, phóng điện do tĩnh điện, cảm ứng điện từ là các nguyên nhân gây nhiễu cho các thiết bị vô tuyến viễn thông, điều khiển, đo lường v.v... gần đấy. Do vậy, cần chuyển các thiết bị thông tin, đường dây thông tin và thiết bị đo lường ra xa đường dây và trạm 500KV, dùng che chắn bằng lưới kim loại hay lồng Faraday.

d) Ảnh hưởng nguy hiểm do lan tràn điện thế nối đất

Khi có sự cố ngắn mạch trên đường dây hoặc các thiết bị trong trạm sẽ xuất hiện điện áp bước và điện áp tiếp xúc nguy hiểm đối với người; vì vậy cần phải nối đất vỏ thiết bị và các phần kết cấu kim loại trong trạm để giảm điện áp tiếp xúc và điện áp bước.

7.3 ĐỀ PHÒNG TĨNH ĐIỆN

Tĩnh điện phát sinh ra do sự ma sát giữa các vật cách điện với nhau hoặc giữa vật cách điện và vật dẫn điện, do sự va đập của các chất lỏng cách điện khi chuyển, rót; hoặc va đập của chất lỏng cách điện với kim loại.

Tĩnh điện còn tạo ra ở trên các hạt nhỏ rắn cách điện trong quá trình nghiền nát.

Sự xuất hiện điện tích tĩnh điện là kết quả của những quá trình phức tạp có liên quan đến sự phân bố lại các điện tử và ion khi tiếp xúc giữa hai vật khác dấu nhau.

Theo giả thiết "nhiễm điện tiếp xúc của vật chất" do sự không cân bằng của các lực nguyên tử và phân tử trên bề mặt tiếp xúc sẽ tạo ra một lớp điện trái dấu nhau.

Những bề mặt này có các điện tích tĩnh điện trái dấu, ta coi chúng như là tụ điện có điện tích:

$$Q = V.C$$

V - thế hiệu ở trên các mặt tụ điện, V

C - điện dung, F.

Khả năng nhiễm điện đến thế hiệu cao phụ thuộc vào tính dẫn điện của vật chất, vào thành phần các chất chứa ở trong nó và các nguyên nhân khác.

Sự phóng tia lửa điện là điều nguy hiểm vì có thể làm bốc cháy môi trường cháy khi năng lượng tỏa ra do tia lửa điện lớn hơn trị số tối thiểu của năng lượng bốc cháy của môi trường đó.

Năng lượng phóng tia lửa điện xác định theo công thức:

$$E = 0,5C.U^2, (j)$$

C - điện dung, F

U - điện áp giữa các tấm, V

Trong điều kiện sản xuất, điện tích tĩnh điện phát sinh và tích lũy khi vận chuyển các chất lỏng không dẫn điện ở trong thùng chứa không được tiếp đất và ở trong các đường ống làm cách ly với đất; khi chất khí, trong đó có chứa bụi hoặc chất lỏng ở dạng sương mù, bị nén hoặc đốt nóng xì ra khỏi ống hay bình chứa; khi vận chuyển hỗn hợp bụi không khí bằng đường ống (vận chuyển bằng hơi...); khi đai truyền mặt trời sát vào trục và các quá trình khác có ma sát.

Trong các trường hợp trên, thế hiệu thường đạt 20 - 50kV; còn khi đai truyền chạy với vận tốc 15m/s tới 80kV.

Việc tích điện áp lớn như vậy rất nguy hiểm, vì rằng khi thế hiệu là 3kV tia lửa điện có thể gây cháy phần lớn các khí cháy, còn 5kV - cháy phần lớn các loại bụi cháy.

Cần chú ý tới các khối hạt cứng và lỏng rất nhỏ (khối bụi, khói) khi bị nhiễm điện. Khi các hạt bị va chạm nhiều lần và khi chúng bị ma sát với không khí hoặc bề mặt các ống dẫn, hạt nhỏ sẽ tích điện; trường hợp có phóng tia lửa điện, các hạt nhỏ cháy được có thể bốc cháy và nổ.

Điện tích tĩnh điện còn có thể tích lũy ngay trên cơ thể con người nếu người cách ly với đất bằng giày có đế không dẫn điện và sàn cách điện. Những điện tích này phát sinh ra khi người sử dụng quần áo bằng len, tơ và sợi nhân tạo, khi di chuyển trên sàn không dẫn điện và khi thao tác với các chất cách điện.

Đã có những trường hợp xảy ra nổ trong các phòng có sàn được phủ bằng cao su, chất dẻo do sự phóng tia lửa điện từ cơ thể con người lên các vật kim loại của thiết bị đã được tiếp đất.

Tác dụng sinh học của tĩnh diện lên người phụ thuộc vào năng lượng phóng điện không nguy hiểm. Vì tuy điện áp lớn như vậy nhưng cường độ dòng điện rất nhỏ - vài micro ampe. Tuy nhiên, do sự sợ hãi đã có trường hợp người ngã từ trên cao xuống và nếu bị phóng điện lâu có thể ảnh hưởng xấu tới sức khỏe và có thể sinh ra một số bệnh, đặc biệt đối với hệ thần kinh.

Các biện pháp đề phòng tĩnh điện là:

1- Truyền điện tích tĩnh điện đi bằng cách tiếp đất cho các thiết bị sản xuất, các bể chứa, các ống dẫn.

2- Tăng độ ẩm tương đối của không khí ở trong các phòng có nguy hiểm tĩnh điện lên 70% hoặc làm ẩm các vật và một số các biện pháp khác, trong đó có sự ion hóa không khí để nâng cao tính dẫn điện của không khí.

3- Trong bộ phận đai truyền chuyển động, tốt nhất phải tiếp đất các phần kim loại, còn đây truyền thì bôi lớp dẫn điện đặc biệt (thí dụ gra-phít) lên bề mặt ngoài (trong lúc máy nghỉ).

4- Để truyền tĩnh điện tích lũy trên người đi thì thực hiện bằng các cách sau:

a) Làm sàn dẫn điện hoặc vùng tiếp đất, cầu và diện tích tiếp đất; tiếp đất quả đấm tay mở cửa, tay vịn cầu thang và tay quay các thiết bị máy móc;

b) Phát cho công nhân giày dẫn điện (giày có đế bằng đa cao su dẫn điện, hoặc cao su có đóng đinh không bị xòe lửa khi va đập, ma - sát);

c) Cấm mặc áo quần có khả năng nhiễm điện.

Các sàn không dẫn điện như là: sàn atsphan, sàn dải thảm cao su, vải sơn...

Ở trên các công trường, khi sử dụng bơm vữa để đưa vữa lên các tầng theo đường ống cao su, có thể tạo ra tĩnh điện và tích lũy điện áp ở trên ống cao su không dẫn điện... Nếu chỉ tiếp đất trên máy bơm thì không đảm bảo truyền điện tích từ ống đi, cho nên các ống phải quấn lớp dây trần với bước quấn là 10cm, và gắn một đầu vào vòi phun, đầu kia với thân của bơm vữa. Cuối cùng cần lưu ý là để dẫn tĩnh điện của bể chứa, đường ống, cầu nổi, máy móc để trong kho, các xitéc (thùng chứa) trên tàu hỏa và ôtô cần phải tiếp đất chu đáo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Phú - Trần Thành Tâm, *Kỹ thuật an toàn trong cung cấp và sử dụng điện*, NXB Khoa học kỹ thuật, 11 - 1999.
2. Nguyễn Xuân Phú, *Máy điện - Khí cụ - Thiết bị điện*, NXB Khoa học kỹ thuật, 2009.
3. Nguyễn Xuân Phú - Nguyễn Công Hiền, *Tính toán cung cấp và lựa chọn thiết bị khí cụ điện*, NXB Giáo dục, 2000.
4. Nguyễn Xuân Phú - Nguyễn Công Hiền - Nguyễn Bội Khuê, *Cung cấp điện*, NXB Khoa học kỹ thuật, 2010.
5. Nguyễn Xuân Phú, *Sử dụng hợp lý - tiết kiệm và hiệu quả điện năng trong sản xuất*, NXB Khoa học kỹ thuật, 2002.
6. Nguyễn Xuân Phú - Tô Đằng, *Khí cụ điện - Lý thuyết kết cấu tính toán lựa chọn và sử dụng*, NXB Khoa học kỹ thuật, 2001.
7. *Các tiêu chuẩn an toàn điện trong nước hiện có.*
8. Tổng công ty điện lực Việt Nam, *Quy trình kỹ thuật an toàn điện trong công tác quản lý, vận hành, sửa chữa, xây dựng đường dây và trạm điện.*
9. Merlin Gerin - Groupe Schneider, *Catalogue distribution basse tension*, 2001.
10. S. Tourneur, *La maintenance corrective*, NXB Casteilla, Paris, 2005.
11. R. Bourgeois - D. Cogniel, *Memotech - Electrotechnique*, NXB Casteilla, Paris, 2007.
12. Wildi & Sybille, *Electrotechnique*, NXB De boeck, 2009.
13. M. Vial, *Electricité professionnelle*, NXB Nathan, 1999.
14. Rudolph, *Safety of Electrical Installations up to 1000 volts*, NXB Vde - Verlag gmbh, Berlin, 1990.
15. American National Standard, *National electrical safety code*, *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, New York, 1981.
16. Rudolph W. Leiterdurchmesser und Leiterquersch nitte nach der amerikanischen Drahtlehre, *Jahrbuch Electrotechnik 86'*, Vde - Verlag gmbh, 1985.
17. IEC and ISO, *Rules for the drafting and presentation of International, Standards*, NXB IEC, Geneve/Switzerland, 1986.
18. Gérard - Soliguac, *Guide de l' Ingénierie electrique des réseaux internes d'usines*, NXB Technique & Documentation, 1986.
19. Jean - Jacques Hardy - André Bianciotto - P.Boye, *Guide professionnel des métiers d' Electricité*, NXB Delagrave, Paris, 2006.
20. Gerd - Balzer; Bernhard - Boehle, *Switchgear Manual*, Verlag, Europe, 1997.

Nguyễn Xuân Phú

KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN
TÍNH TOÁN ĐÂY DẪN CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CUNG CẤP ĐIỆN Ở LƯỚI HẠ ÁP

Chịu trách nhiệm xuất bản: Giám đốc Tổng biên tập Phạm Ngọc Khôi
Biên tập: TS. Hoàng Phương
Sửa bài: Th.S. Nguyễn Vân Giang
Trình bày: Th.S. Nguyễn Lan Hương
Bìa: Phạm Vân Anh

In 700 cuốn, khổ 19 x 27 cm; tại Công ty Cổ phần in Nông Nghiệp, 292/3 Kha Vạn Cân, P. Hiệp Bình Chánh, Q. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh. Số đăng ký kế hoạch xuất bản : 1791-2013/CXB/1-130/KHKT. Quyết định số 282/QĐXB-NXBKHKT cấp ngày 25/12/2013. In xong và nộp lưu chiểu tháng 02 năm 2014.