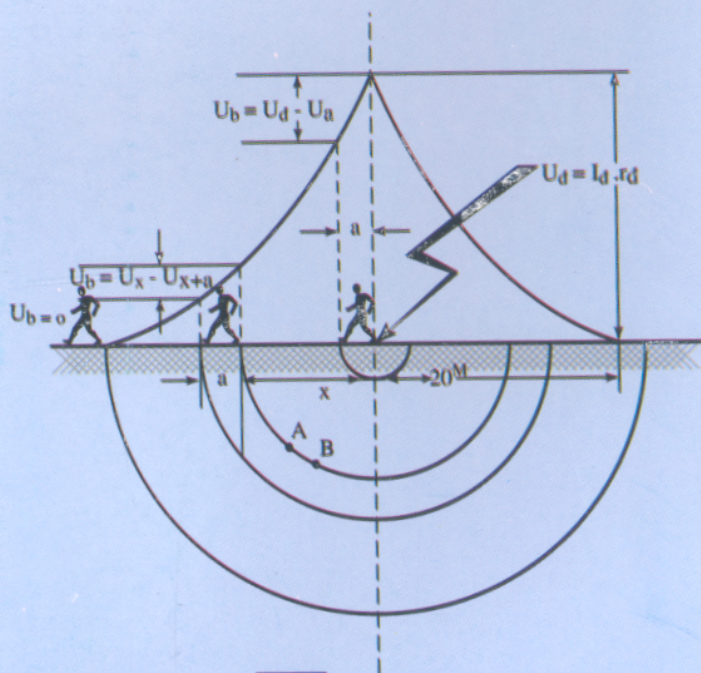


VỤ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP - DẠY NGHỀ

GIÁO TRÌNH AN TOÀN ĐIỆN

SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



TS. NGUYỄN ĐÌNH THẮNG

GIÁO TRÌNH

AN TOÀN ĐIỆN

Sách dùng cho các trường đào tạo hệ THCN
(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Lời giới thiệu

Việc tổ chức biên soạn và xuất bản một số giáo trình phục vụ cho đào tạo các chuyên ngành Điện - Điện tử, Cơ khí - Động lực ở các trường THCN - DN là một sự cố gắng lớn của Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề và Nhà xuất bản Giáo dục nhằm từng bước thống nhất nội dung dạy và học ở các trường THCN trên toàn quốc.

Nội dung của giáo trình đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Để cương của giáo trình đã được Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề tham khảo ý kiến của một số trường như : Trường Cao đẳng công nghiệp Hà Nội, Trường TH Việt - Hung, Trường TH Công nghiệp II, Trường TH Công nghiệp III v.v... và đã nhận được nhiều ý kiến thiết thực, giúp cho tác giả biên soạn phù hợp hơn.

Giáo trình do các nhà giáo có nhiều kinh nghiệm giảng dạy ở các trường Đại học, Cao đẳng, THCN biên soạn. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là, để cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo THCN.

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc không tránh khỏi những khiếm khuyết. Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề đề nghị các trường sử dụng những giáo trình xuất bản lần này để bổ sung cho nguồn giáo trình đang rất thiếu hiện nay, nhằm phục vụ cho việc dạy và học của các trường đạt chất lượng cao hơn. Các giáo trình này cũng rất bổ ích đối với đội ngũ kỹ thuật viên, công nhân kỹ thuật để nâng cao kiến thức và tay nghề cho mình.

Hi vọng nhận được sự góp ý của các trường và bạn đọc để những giáo trình được biên soạn tiếp hoặc lần tái bản sau có chất lượng tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về NXB Giáo dục - 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

VỤ THCN - DN

Mở đầu

Giáo trình An toàn điện được biên soạn để cương dò Vụ THCN - DN, Bộ Giáo dục & Đào tạo xây dựng và thông qua. Nội dung được biên soạn theo tinh thần ngắn gọn, dễ hiểu. Các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối liên hệ logic chặt chẽ. Tuy vậy, giáo trình cũng chỉ là một phần trong nội dung của chuyên ngành đào tạo cho nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các giáo trình có liên quan đối với ngành học để việc sử dụng giáo trình có hiệu quả hơn.

Khi biên soạn giáo trình, chúng tôi đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến môn học và phù hợp với đối tượng sử dụng cũng như cố gắng gắn những nội dung lý thuyết với những vấn đề thực tế thường gặp trong sản xuất, đời sống để giáo trình có tính thực tiễn cao.

Nội dung của giáo trình được biên soạn với dung lượng 40 tiết, gồm :

Khái niệm chung ; Chương 1. Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể con người ; Chương 2. Cấp cứu người bị điện giật ; Chương 3. Các khái niệm cơ bản về an toàn điện ; Chương 4. Phân tích an toàn trong mạng điện đơn giản ; Chương 5. Phân tích an toàn trong mạng điện ba pha ; Chương 6. Bảo vệ nối đất ; Chương 7. Bảo vệ nối dây trung tính ; Chương 8. Sự nguy hiểm khi điện áp cao sang điện áp thấp ; Chương 9. Bảo vệ chống sét ; Chương 10. Những vấn đề ảnh hưởng của trường điện từ tần số cao, tần số công nghiệp và đề phòng tĩnh điện ; Chương 11. Những phương tiện và dụng cụ cần thiết cho an toàn điện và tổ chức vận hành an toàn.

Trong quá trình sử dụng, tùy theo yêu cầu cụ thể có thể điều chỉnh số tiết trong mỗi chương. Trong giáo trình, chúng tôi không đề ra nội dung thực tập của từng chương, vì trang thiết bị phục vụ cho thực tập của các trường không đồng nhất. Vì vậy, căn cứ vào trang thiết bị đã có của từng trường và khả năng tổ chức cho học sinh thực tập ở các xí nghiệp bên ngoài mà trường xây dựng thời lượng và nội dung thực tập cụ thể - thời lượng thực tập tối thiểu nói chung cũng không ít hơn thời lượng học lý thuyết của mỗi môn.

Giáo trình được biên soạn cho đối tượng là học sinh THCN, công nhân lành nghề bậc 3/7 và nó cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho sinh viên cao đẳng kỹ thuật cũng như kỹ thuật viên đang làm việc ở các cơ sở kinh tế nhiều lĩnh vực khác nhau.

Mặc dù đã cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi hết khiếm khuyết. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người sử dụng để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn. Mọi góp ý xin được gửi về Nhà XBGD - 81 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

TÁC GIẢ

KHÁI NIỆM CHUNG

Khoa học hiện nay đã phân tích tương đối đầy đủ về tác hại của dòng điện vào cơ thể con người. Dựa vào số liệu lấy ở các trường hợp tai nạn đối với con người cũng như qua thí nghiệm trên các động vật, người ta đã có khái niệm đầy đủ về tác hại sinh lí do dòng điện gây nên mà qua đó tổ chức việc vận hành hệ thống điện được an toàn. Các trường hợp chấn thương trong sản xuất nói chung thì chấn thương nặng hoặc chết người phần lớn là do bị điện giật.

Theo tài liệu khảo sát của các nước trên thế giới cho thấy rằng trong tổng số trường hợp tai nạn vì điện giật có 76,4% trường hợp chết người hoặc thương vong nặng xảy ra ở các mạng điện điện áp dưới 1000V và 23,6% xảy ra ở mạng điện có điện áp trên 1000V.

Khi phân loại nạn nhân do điện giật thấy rằng :

- Những nạn nhân làm việc trong ngành điện bị điện giật : 42,2%.
- Những nạn nhân không có chuyên môn về điện bị tai nạn điện giật : 57,8%.

Phân loại theo nguyên nhân bị điện giật :

1. Chạm trực tiếp vào dây dẫn điện hay các phần có điện chạy qua : 55,9% trong đó :

- Chạm vào dây dẫn điện không phải do công việc yêu cầu phải tiếp xúc với dây dẫn điện : 30,6%
- Chạm vào dây dẫn điện do yêu cầu công việc phải tiếp xúc với dây dẫn điện : 1,7%.
- Đóng nhầm điện lúc đang tiến hành sửa chữa kiểm tra : 23,6%.

2. Chạm vào bộ phận bằng kim loại của thiết bị có mang điện áp : 22,8% trong đó :

- Lúc không có nối đất : 22,2%.
- Lúc có nối đất : 0,6%.

3. Chạm phải vật không phải bằng kim loại có mang điện áp (tường, các vật cách điện, nền nhà...) : 20,1%.

4. Bị chấn thương do hồ quang lúc thao tác thiết bị : 1,12%.

5. Bị chấn thương do cường độ điện trường cao ở trong môi trường hay trạm biến áp siêu cao áp : 0,08%.

Phần lớn các trường hợp bị chấn thương về điện là do chạm phải vật dẫn điện hoặc vật có điện áp xuất hiện bất ngờ và thường xảy ra đối với người không có chuyên môn.

Nguyên nhân chính của tai nạn về điện là do trình độ quản lý chuyên môn chưa tốt, do vi phạm quy trình kỹ thuật an toàn, như đóng điện lúc có người đang sửa chữa, thao tác vận hành thiết bị điện không đúng quy trình.

Chấn thương do dòng điện gây nên thường xảy ra ở các mạng điện 380/220V, 220/127V. Ở các mạng điện này những cán bộ kỹ thuật, quản đốc phân xưởng thường không đánh giá đúng mức độ nguy hiểm của chúng. Do đó chưa tổ chức tốt cho những người không có chuyên môn về điện học tập nội quy an toàn một cách chu đáo để đề ra các biện pháp ngăn ngừa tai nạn tích cực. Trong toàn bộ giáo trình chúng ta sẽ nghiên cứu các bảo vệ chính : bảo vệ nối đất, bảo vệ nối dây không (dây trung tính), các phương tiện, dụng cụ bảo vệ trang bị nơi sản xuất cho cá nhân, cách tổ chức vận hành an toàn.

CHƯƠNG I

TÁC DỤNG CỦA DÒNG ĐIỆN ĐỐI VỚI CƠ THỂ CON NGƯỜI

Thực tế cho thấy khi chạm vào vật có điện áp, người có bị tai nạn hay không phụ thuộc vào độ lớn dòng điện đi qua thân người.

Dòng điện đi qua cơ thể người gây nên phản ứng sinh lí phức tạp như làm huỷ hoại bộ phận thần kinh điều khiển các giác quan bên trong của con người, làm tê liệt cơ thịt, sưng màng phổi, huỷ hoại cơ quan hô hấp và tuần hoàn máu. Tác dụng của dòng điện còn tăng lên đối với những người hay uống rượu. Nghiên cứu tác hại của dòng điện đối với cơ thể người là một quá trình lâu dài và phức tạp. Nhưng cho đến nay vẫn chưa có một lí thuyết nào có thể giải thích một cách hoàn chỉnh về tác dụng của dòng điện vào cơ thể con người.

Một trong những yếu tố chính gây tai nạn cho con người là trị số dòng điện (dòng điện này phụ thuộc vào điện áp mà người chạm phải) và đường đi của dòng điện qua cơ thể con người vào đất.

Sự tổn thương có thể chia ra làm ba loại như sau :

1. Tổn thương do chạm phải vật dẫn có mang điện áp.
2. Tổn thương do chạm phải những bộ phận bằng kim loại hay vỏ thiết bị có mang điện áp vì bị hồng cách điện.
3. Tổn thương do điện áp bước xuất hiện ở chỗ bị hư hồng cách điện hay chỗ dòng điện đi vào đất.

Dòng điện có thể tác động vào cơ thể người qua một mạch điện kín hay bằng tác động bên ngoài như phóng điện hồ quang. Tính chất tác hại của dòng điện gây nên và hậu quả của nó phụ thuộc vào độ lớn và loại dòng điện, điện trở của người, đường đi của dòng điện qua cơ thể người, thời gian tác dụng và tình trạng sức khoẻ của người.

Đến nay vẫn còn có nhiều ý kiến khác nhau về trị số dòng điện có thể gây nguy hiểm chết người.

Trường hợp chung thì dòng điện có thể làm chết người có trị số khoảng 100mA. Tuy vậy có trường hợp trị số dòng điện chỉ khoảng $5 \div 10\text{mA}$ đã làm chết người vì còn phụ thuộc điều kiện nơi xảy ra tai nạn và trạng thái sức khỏe của nạn nhân.

Chúng ta cũng cần chú ý đến yếu tố thời gian tác dụng của dòng điện. Thời gian tác dụng càng lâu càng nguy hiểm cho nạn nhân.

Nguyên nhân chết người do dòng điện phần lớn là làm huỷ hoại bản năng làm việc của các cơ quan của người – làm ngừng thở hay do sự thay đổi những hiện tượng sinh hoá trong cơ thể người. Nguy hiểm chết người cũng có thể do bị bỏng trầm trọng.

Giải thích quá trình tổn thương do dòng điện có nhiều thuyết khác nhau. Người ta cho rằng khi dòng điện đi qua cơ thể người trong một thời gian sẽ xuất hiện hiện tượng phân tích máu và phân tích các chất nước khác để tẩm ướt các tổ chức huyết cầu và làm đầy huyết quản. Và như thế các quá trình phân cực sẽ xảy ra trong cơ thể người làm ảnh hưởng đến hoạt động thần kinh. Đây là nguyên nhân của tổn thương.

Một số nhà sinh lý học và bác sĩ cho rằng nguyên nhân của một số tai nạn chết người vì dòng điện là làm sự co bóp của tim bị rối loạn, đưa đến đình trệ lưu thông máu trong cơ thể người.

Theo quan điểm mới nhất của các nhà khoa học Liên Xô (cũ), giải thích nguyên nhân do dòng điện gây nên là hiện tượng phản xạ do quá trình kích thích và đình trệ hoạt động của não lúc bị dòng điện tác dụng đột ngột. Theo giả thuyết này, sự huỷ hoại chức năng làm việc của cơ quan hô hấp là do những kết quả trên.

Mức độ kích thích hệ thống thần kinh và khả năng chịu đựng của nó có ảnh hưởng quyết định đến nguồn gốc tổn thương. Thêm vào đó đối với từng người mức độ tác dụng của dòng điện khác nhau, cũng như sự tác dụng vào một người cũng mỗi lúc một khác và phụ thuộc vào sức khỏe của người lúc bị tai nạn. Chính dựa trên lý luận này có thể giải thích tại sao với đại lượng dòng điện bé cũng có thể làm chết người.

1.1. ĐIỆN TRỞ CỦA CƠ THỂ NGƯỜI

Thân thể người gồm da, thịt, xương, thần kinh, máu... tạo thành. Lớp da có điện trở lớn nhất mà điện trở của da lại do điện trở của lớp sừng trên da quyết định. Điện trở của người là một đại lượng rất không ổn định và không

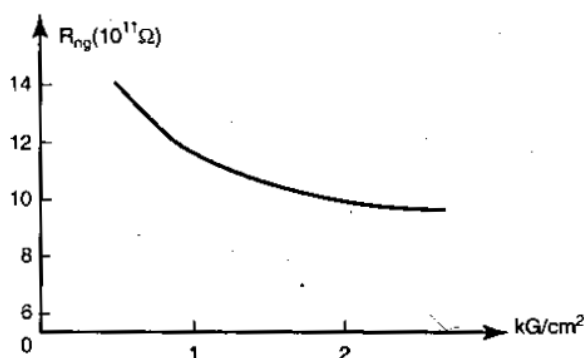
chỉ phụ thuộc vào trạng thái sức khỏe của cơ thể từng lúc mà còn phụ thuộc vào môi trường xung quanh, điều kiện tổn thương... Thực tế điện trở này thường hạ thấp nhất là lúc da bị ẩm, khi thời gian tác dụng của dòng điện tăng lên hoặc khi tăng điện áp. Điện trở của người có thể thay đổi từ $600\ \Omega$ đến vài chục $k\Omega$.

Thí nghiệm cho thấy giữa dòng điện đi qua người và điện áp đặt vào người có sự lệch pha. Như vậy điện trở người là một đại lượng không thuần nhất.

Điện trở người luôn thay đổi trong một giới hạn rất lớn. Khi da ẩm hay do tiếp xúc trực tiếp với nước bên ngoài hoặc mồ hôi thoát ra đều làm điện trở giảm xuống.

Mặt khác nếu da người bị ấn mạnh vào các cực điện, điện trở da cũng giảm đi. Với điện áp thấp ($50 \div 60V$) có thể xem điện trở da tỉ lệ nghịch với diện tích tiếp xúc.

Mức độ tiếp xúc hay áp lực các đầu tiếp xúc của các cực điện vào da người làm điện trở thay đổi theo. Sự thay đổi này rất dễ nhìn thấy trong vùng áp lực nhỏ hơn 1 kg/cm^2 (hình 1-1).



Hình 1-1.
Sự phụ thuộc của điện trở người vào áp lực tiếp xúc

Khi có dòng điện đi qua người, điện trở thân người giảm đi. Điều này có thể giải thích là lúc dòng điện đi vào thân người, da bị đốt nóng, mồ hôi thoát ra và làm điện trở giảm xuống. Thí nghiệm cho thấy :

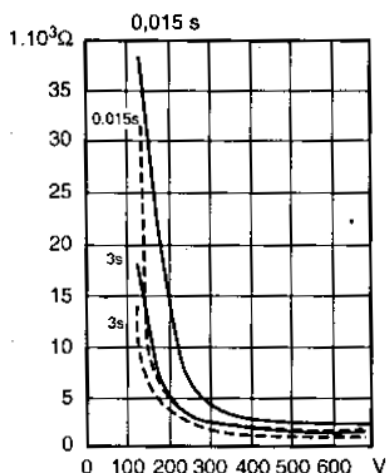
Với dòng điện $0,1\text{mA}$ điện trở người $R_{ng} = 500.000\ \Omega$.

Với dòng điện 10mA điện trở người $R_{ng} = 8.000\ \Omega$.

Điện trở người giảm tỉ lệ với thời gian tác dụng của dòng điện. Điều này có thể giải thích vì da bị đốt nóng và có sự thay đổi về điện phân.

Điện áp đặt vào người rất ảnh hưởng đến điện trở của người vì ngoài hiện tượng điện phân nói trên còn có "hiện tượng chọc thủng". Với lớp da mỏng hiện tượng chọc thủng có thể xuất hiện ở điện áp $10\text{--}30V$. Nhưng nói chung ảnh hưởng của điện áp thể hiện rõ rệt nhất là ứng với điện áp từ $250V$ trở lên :

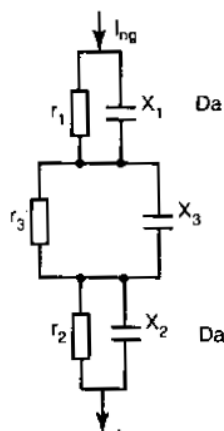
lúc này điện trở người có thể xem như tương đương với lúc người bị bóc hết lớp da ngoài. Hình 1-2 vẽ quan hệ của điện trở người với điện áp đặt vào.



Hình 1-2.

Sự phụ thuộc điện trở người vào điện áp ứng với các thời gian tiếp xúc khác nhau (0,015s và 3s).
Đo điện trở của thầy người chết.

- Đường đi của dòng điện tay - tay.
----- Đường đi của dòng điện tay - chân.



Hình 1-3

Điện trở toàn thân người có thể biểu diễn bằng sơ đồ thay thế ở hình 1-3. Trong tính toán có thể bỏ qua điện dung của người vì điện dung này rất bé.

Sơ đồ thay thế của điện trở người :

- r_1, x_1 - điện trở tác dụng và điện trở phản kháng của da phía dòng điện đi vào.
- r_2, x_2 - điện trở tác dụng và điện trở phản kháng của da phía dòng điện đi ra.
- r_3, x_3 - điện trở tác dụng và điện trở phản kháng của các cơ quan bên trong của thân người.

1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA TRỊ SỐ DÒNG ĐIỆN GIẬT

Dòng điện là nhân tố vật lý trực tiếp gây ra tổn thương khi bị điện giật. Điện trở của thân người, điện áp đặt vào thân người chỉ là để biến đổi trị số dòng điện nói trên mà thôi.