

TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ VIỆT NAM
TRƯỜNG CAO ĐẲNG DẦU KHÍ



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: AN TOÀN ĐIỆN

NGHỀ: LẮP ĐẶT THIẾT BỊ ĐIỆN

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số:187/QĐ-CĐDK ngày 25 tháng 3 năm 2020
của Trường Cao Đẳng Dầu Khí)*

Bà Rịa - Vũng Tàu, năm 2020
(Lưu hành nội bộ)

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình An toàn điện được biên soạn nhằm phục vụ đào tạo cho học sinh, sinh viên nghề vận hành nhà máy nhiệt điện nói riêng và sinh viên ở ngành điện nói chung hệ cao đẳng. Sau khi học giáo trình này người học có thể mô tả và xử lý được một số sự cố thường gặp về điện trong vận hành khi nhà máy đang hoạt động cũng như khi đại tu bảo dưỡng. Giáo trình này bao gồm 5 chương:

Chương 1: Các khái niệm về an toàn điện.

Chương 2: Phân tích an toàn các mạng điện

Chương 3: Bảo vệ nối đất

Chương 4: Bảo vệ nối dây trung tính

Chương 5: Dụng cụ, phương tiện cần thiết cho an toàn điện, cấp cứu người khi bị điện giật

Trong giáo trình này đã đưa vào một số các lỗi thường gặp về điện với các thông số cụ thể để người học có sự liên hệ thực tiễn sau này. Để sử dụng giáo trình đạt được hiệu quả và hiểu được hệ thống của giáo trình ta có thể dựa vào mục lục để tra cứu các nội dung cần xem trong giáo trình..

Giáo trình này được biên soạn dựa trên sự đóng góp của quý đồng nghiệp trong Tổ bộ môn Điện đã có những đóng góp to lớn trong công tác biên soạn giáo trình. Tuy nhiên trong quá trình biên soạn cũng khó tránh khỏi những thiếu sót, kính mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp quý báu của độc giả để giáo trình hoàn thiện thêm.

Bà Rịa – Vũng Tàu, tháng 06 năm 2020

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Lê Thị Thu Hương
2. Ninh Trọng Tuấn
3. Nguyễn Xuân Thịnh
- 4.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1:	10
CÁC KHÁI NIỆM VỀ AN TOÀN ĐIỆN	10
1.1 TÁC DỤNG CỦA DÒNG ĐIỆN ĐỐI VỚI CƠ THỂ CON NGƯỜI.....	11
1.2 HIỆN TƯỢNG DÒNG ĐIỆN ĐI TRONG ĐẤT:.....	16
1.3 ĐIỆN ÁP TIẾP XÚC VÀ ĐIỆN ÁP BƯỚC:	18
1.4. ĐIỆN ÁP CHO PHÉP	21
1.5. PHÂN LOẠI XÍ NGHIỆP THEO QUAN ĐIỂM AN TOÀN ĐIỆN:.....	21
CHƯƠNG 2.....	24
PHÂN TÍCH AN TOÀN CÁC MẠNG ĐIỆN	24
2.1. KHÁI NIỆM:.....	25
2.2. MẠNG ĐIỆN MỘT PHA:	25
2.3. MẠNG ĐIỆN BA PHA:	29
CHƯƠNG 3.....	35
BẢO VỆ NÓI ĐẤT	35
3.1KHÁI NIỆM CHUNG	35
3.2MỤC ĐÍCH, Ý NGHĨA CỦA BẢO VỆ NÓI ĐẤT:	36
3.3CÁC HÌNH THỨC NÓI ĐẤT :.....	37
3.4LĨNH VỰC ÁP DỤNG CỦA BẢO VỆ NÓI ĐẤT:	39
3.5ĐIỆN TRỞ NÓI ĐẤT, ĐIỆN TRỞ SUẤT CỦA ĐẤT:	40
3.6CÁC QUY ĐỊNH VỀ ĐIỆN TRỞ NÓI ĐẤT TIÊU CHUẨN:	42
CHƯƠNG 4.....	42
BẢO VỆ NÓI DÂY TRUNG TÍNH.....	42
4.1KHÁI NIỆM CHUNG:	42
4.2 MỤC ĐÍCH VÀ Ý NGHĨA CỦA BẢO VỆ NÓI DÂY TRUNG TÍNH:	42
4.3 PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA BẢO VỆ NÓI DÂY TRUNG TÍNH.....	43
4.4 NÓI ĐẤT LÀM VIỆC VÀ NÓI ĐẤT LẶP LẠI TRONG BẢO VỆ NÓI DÂY TRUNG TÍNH:	44
4.5CÁCH THỰC HIỆN BẢO VỆ NÓI DÂY TRUNG TÍNH:	47
CHƯƠNG 5.....	51
DỤNG CỤ, PHƯƠNG TIỆN CẦN THIẾT CHO AN TOÀN ĐIỆN. CẤP CỨU NGƯỜI KHI BỊ ĐIỆN GIẬT.....	51
5.1CÁC BIỆN PHÁP BẢO VỆ AN TOÀN CHO NGƯỜI TRÁNH BỊ ĐIỆN GIẬT	51

5.2 PHƯƠNG TIỆN BẢO VỆ VÀ DỤNG CỤ KIỂM TRA ĐIỆN CHO NGƯỜI KHI LÀM VIỆC.....	52
5.3 CẤP CỨU NGƯỜI BỊ ĐIỆN GIẬT	55

TaiLieu.vn

CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN: AN TOÀN ĐIỆN

1. Tên mô đun: AN TOÀN ĐIỆN

2. Mã mô đun: KTD19MH1

Thời gian thực hiện mô đun: 30 giờ; (Lý thuyết: 28 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 0 giờ; Kiểm tra 2 giờ)

Số tín chỉ: 02

3. Vị trí, tính chất của mô đun:

- Vị trí: Môn học An toàn điện được bố trí học trước các môn học đào tạo nghề bắt buộc.
- Tính chất: Môn An toàn điện là môn học Là môn học kỹ thuật cơ sở thuộc các môn học đào tạo nghề bắt buộc.

4. Mục tiêu mô đun:

- Về kiến thức:
 - + Trình bày được một số khái niệm về an toàn điện
 - + Trình bày được những nguyên nhân gây ra tai nạn, mức độ tác hại của dòng điện, biện pháp an toàn điện.
 - + Trình bày được một số phương pháp bảo vệ an toàn trong mạng điện một pha và ba pha.
- Về kỹ năng:
 - + Phân tích và lựa chọn được một số dụng cụ, phương tiện cần thiết cho an toàn điện
 - + Sơ cứu được người bị điện giật
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Nghiêm túc trong học tập.
 - + Tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về an toàn, bảo hộ lao động
 - + Rèn luyện tính kiên nhẫn, chính xác tỉ mỉ trong công việc .

5. Chương trình mô đun:

5.1. Chương trình khung:

Mã MH/MĐ/HP	Tên môn học, mô đun	Số tín chỉ	Thời gian học tập (giờ)		
			Tổng số	Trong đó	
				Lý	Thực hành/ Kiểm tra

				thuyết	thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	LT	TH
I	Các môn học chung/đại cương	21	435	157	255	15	8
MHCB19MH02	Giáo dục chính trị	4	75	41	29	5	0
MHCB19MH04	Pháp luật	2	30	18	10	2	0
MHCB19MH06	Giáo dục thể chất	2	60	5	51	0	4
MHCB19MH08	Giáo dục quốc phòng và An ninh	4	75	36	35	2	2
MHCB19MH10	Tin học	3	75	15	58	0	2
TA19MH02	Tiếng Anh	6	120	42	72	6	0
II	Các môn học, mô đun chuyên môn ngành, nghề	65	1590	444	1068	31	47
II.1	Môn học, mô đun cơ sở	16	300	163	121	12	4
ATMT19MH01	An toàn vệ sinh lao động	2	30	23	5	2	0
KTĐ19MH32	Mạch điện cơ bản	2	30	28	0	2	0
KTĐ19MH1	An toàn điện	2	30	28	0	2	0
KTĐ19MĐ31	Mạch điện	3	60	28	29	2	1
KTĐ19MĐ66	Vẽ điện chuyên ngành	2	45	14	29	1	1
KTĐ19MH64	Vật liệu điện	2	30	28	0	2	0
KTĐ19MĐ15	Khí cụ điện	3	75	14	58	1	2
II.2	Môn học, mô đun chuyên môn ngành, nghề	49	1290	281	947	19	43
KTĐ19MĐ50	Thực tập điện cơ bản 1	3	75	14	58	1	2
KTĐ19MĐ14	Đo lường điện	3	75	14	58	1	2
KTĐ19MĐ57	Trang bị điện 1	5	120	28	87	2	3
KTĐ19MĐ58	Trang bị điện 2	2	45	14	29	1	1
KTĐ19MĐ35	Máy điện cơ sở	3	60	28	29	2	1
TĐH19MĐ16	PLC	3	75	14	58	1	2
KTĐ19MĐ24	Lắp đặt dây điện trong nhà	4	90	28	58	2	2
KTĐ19MĐ27	Lắp đặt thiết bị điện chiếu sáng	4	90	28	58	2	2
KTĐ19MĐ29	Lắp đặt thiết bị đo lường điện	4	90	28	58	2	2
KTĐ19MĐ26	Lắp đặt thiết bị bảo vệ	3	75	14	58	1	2
KTĐ19MĐ28	Lắp đặt thiết bị điện dân dụng	4	90	28	54	2	6
KTĐ19MĐ25	Lắp đặt hệ thống điều hòa không khí	4	90	28	58	2	2
KTĐ19MĐ55	Thực tập sản xuất	4	180	15	155	0	10

Mã MH/MĐ/HP	Tên môn học, mô đun	Số tín chỉ	Thời gian học tập (giờ)				
			Tổng số	Trong đó			
				Lý thuyết	Thực hành/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra	
						LT	TH
KTĐ19MĐ21	Khóa luận tốt nghiệp	3	135	0	129	0	6
Tổng cộng		86	2025	601	1323	46	55

5.2. Chương trình chi tiết mô-đun:

Số TT	Tên chương/ mục	Thời gian				
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận BT	Kiểm tra	
					LT	TH
1	Chương 1: Các khái niệm về an toàn điện	8	8	0	0	0
2	Chương 2: Phân tích an toàn các mạng điện	6	5	0	1	0
3	Chương 3: Bảo vệ nối đất	5	5	0	0	0
4	Chương 4: Bảo vệ nối dây trung tính	5	5	0	0	0
5	Chương 5: Dụng cụ, phương tiện cần thiết cho an toàn điện. Cấp cứu người khi bị điện giật	6	5	0	1	0
	Cộng	30	28	0	2	0

6. Điều kiện thực hiện mô đun:

- Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng: Phòng học lý thuyết
- Trang thiết bị máy móc: Máy tính, máy chiếu
- Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:
 - Giáo trình, giáo án
 - Phiếu học tập
- Các điều kiện khác:

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

1. Nội dung:

- Về kiến thức:
 - + Trình bày được một số khái niệm về an toàn điện
 - + Trình bày được những nguyên nhân gây ra tai nạn, mức độ tác hại của dòng điện, biện pháp an toàn điện.
 - + Trình bày được một số phương pháp bảo vệ an toàn trong mạng điện một pha và ba pha.
- Về kỹ năng:
 - + Phân tích và lựa chọn được một số dụng cụ, phương tiện cần thiết cho an toàn điện
 - + Sơ cứu được người bị điện giật
 - Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Nghiêm túc trong học tập.
 - + Tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về an toàn, bảo hộ lao động
 - + Rèn luyện tính kiên nhẫn, chính xác tỉ mỉ trong công việc .

2. Phương pháp đánh giá kết thúc mô đun theo một trong các hình thức sau:

1. Phương pháp đánh giá kết thúc môn học theo một trong các hình thức sau:

- Trắc nghiệm trên máy vi tính
- Kiểm tra định kỳ: Thiết kế đề kiểm tra lý thuyết kèm đáp án theo đúng biểu mẫu và nội dung môn học ở mục III với tổng số lượng 02 bài, trong đó:

STT	Bài kiểm tra	Nội dung kiến thức
1.	Bài kiểm tra số 1	Chương 1, Chương 2, Chương 3
2.	Bài kiểm tra số 2	Chương 4, Chương 5

- Điểm danh; quan sát, đánh giá năng lực tự chủ và trách nhiệm của học sinh trong quá trình học tập để xem xét điều kiện dự thi.
- Thi kết thúc môn học: Trắc nghiệm trên máy tính

8. Hướng dẫn thực hiện mô đun:

8.1. Phạm vi áp dụng môn học:

- Chương trình môn học này được áp dụng cho nghề Vận hành nhà máy nhiệt điện, Thí nghiệm điện, Bảo trì thiết bị điện, Lắp đặt thiết bị điện....hệ Cao đẳng, Trung cấp

8.2. Hướng dẫn về phương pháp giảng dạy, học tập môn học:

- Đối với giáo viên, giảng viên:
 - + Thiết kế giáo án theo thể loại lý thuyết với bài học. Giáo án được soạn theo bài hoặc buổi dạy.

- + Tổ chức giảng dạy: theo lớp.
- + Thiết kế các phiếu học tập
- Đối với người học:
- + Tài liệu, dụng cụ học tập, vở ghi đầy đủ
- + Hoàn thành các bài tập
- + Tổ chức làm việc nhóm, làm việc độc lập.
- + Tuân thủ qui định giờ giấc.

8.3. Những trọng tâm cần chú ý:

9. Tài liệu tham khảo:

- [1]. *Phan Đăng Khải, Giáo trình kỹ thuật lắp đặt điện*, NXB Giáo dục, 2002.
- [2]. *Nguyễn Minh Đức, Thực hành lắp đặt dây điện và đấu dây cho các thiết bị điện dùng trong nhà ở và văn phòng hiện đại*, NXB Giao thông Vận tải, 2007.
- [3]. *Nguyễn Xuân Phú - Kỹ thuật an toàn trong cung cấp và sử dụng điện* - NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1996.
- [4]. *Nguyễn Thế Đạt - Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề - Giáo trình an toàn lao động* - NXB Giáo Dục, 2002.
- [5]. *Nguyễn Đình Thắng, Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề - Giáo trình an toàn điện* - NXB Giáo Dục, 2002.
- [6]. *PGS.TS. Nguyễn Bá Dương: Những vấn đề cơ bản của khoa học tổ chức*, Nhà xuất bản Chính trị Quốc gia, Hà Nội, 2004.

CHƯƠNG 1:

CÁC KHÁI NIỆM VỀ AN TOÀN ĐIỆN

❖ GIỚI THIỆU CHƯƠNG 1:

Chương 1 là bài giới thiệu nội dung về khái niệm an toàn điện để người học có được kiến thức nền tảng và dễ dàng tiếp cận nội dung môn học ở những chương tiếp theo.

❖ MỤC TIÊU CHƯƠNG 1:

Sau khi học xong chương 1, người học có khả năng:

- Trình bày được tác dụng của dòng điện lên cơ thể người
- Phân tích được những ảnh hưởng của dòng điện đến tai nạn điện giật.
- Rèn luyện tác phong công nghiệp, có tinh thần học tập nghiêm túc và yêu lao động nghề nghiệp.
- Có khả năng phối hợp làm việc nhóm, có tinh thần trách nhiệm, làm việc khoa học, trung thực.
- Phát huy tính tự giác, sáng tạo và nghiêm túc trong học tập, làm việc

❖ PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP CHƯƠNG 1:

- Đối với người dạy: sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học thực hiện câu hỏi thảo luận và bài tập chương 1 (cá nhân hoặc nhóm).
- Đối với người học: chủ động đọc trước giáo trình (chương 1) trước buổi học; hoàn thành đầy đủ câu hỏi thảo luận và bài tập tình huống bài mở đầu theo cá nhân hoặc nhóm và nộp lại cho người dạy đúng thời gian quy định.

❖ ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN CHƯƠNG 1:

- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** Phòng học lý thuyết
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.
- **Các điều kiện khác:** Không có

❖ KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ CHƯƠNG 1:

- **Nội dung:**
 - ✓ Kiến thức: Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
 - ✓ Kỹ năng: không có
 - ✓ Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.

+ *Nghiêm túc trong quá trình học tập.*

- **Phương pháp:**

- ✓ **Điểm kiểm tra thường xuyên:** 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng)
- ✓ **Kiểm tra định kỳ lý thuyết:** 1 điểm kiểm tra (hình thức: kiểm tra trắc nghiệm)

❖ **NỘI DUNG CHƯƠNG 1:**

1.1 TÁC DỤNG CỦA DÒNG ĐIỆN ĐỐI VỚI CƠ THỂ CON NGƯỜI:

Người bị điện giật là do tiếp xúc với mạch điện có điện áp hay nói một cách khác là do có dòng điện chạy qua cơ thể người. Dòng điện chạy qua cơ thể người sẽ gây ra các tác dụng sau đây:

- Tác dụng nhiệt: làm cháy bỏng thân thể, thần kinh, tim não và các cơ quan nội tạng khác gây ra các rối loạn nghiêm trọng về chức năng.
- Tác dụng điện phân: biểu hiện ở việc phân ly máu và các chất lỏng hữu cơ dẫn đến phá huỷ thành phần hoá lý của máu và các tế bào.
- Tác dụng sinh lý: gây ra sự hưng phấn và kích thích các tổ chức sống dẫn đến co rút các bắp thịt trong đó có tim và phổi. Kết quả có thể đưa đến phá hoại, thậm chí làm ngừng hẳn hoạt động hô hấp và tuần hoàn.

Các nguyên nhân chủ yếu gây chết người bởi dòng điện thường là tim phổi ngừng làm việc và sốc điện:

Tim ngừng đập là trường hợp nguy hiểm nhất và thường cứu sống nạn nhân hơn là ngừng thở và sốc điện. Tác dụng dòng điện đến cơ tim có thể gây ra ngừng tim hoặc rung tim. Rung tim là hiện tượng co rút nhanh và lộn xộn các sợi cơ tim làm cho các mạch máu trong cơ thể bị ngừng hoạt động dẫn đến tim ngừng đập hoàn toàn. Ngừng thở thường xảy ra nhiều hơn so với ngừng tim, người ta thấy bắt đầu khó thở do sự co rút do có dòng điện 20-25mA tần số 50Hz chạy qua cơ thể. Nếu dòng điện tác dụng lâu thì sự co rút các cơ lồng ngực mạnh thêm dẫn đến ngạt thở, dần dần nạn nhân mất ý thức, mất cảm giác rồi ngạt thở cuối cùng tim ngừng đập và chết lâm sàng.

Sốc điện là phản ứng phản xạ thần kinh đặc biệt của cơ thể do sự hưng phấn mạnh bởi tác dụng của dòng điện dẫn đến rối loạn nghiêm trọng tuần hoàn, hô hấp và quá trình trao đổi chất. Tình trạng sốc điện kéo dài độ vài chục phút cho đến một ngày đêm, nếu nạn nhân được cứu chữa kịp thời thì có thể bình phục.

Hiện nay còn nhiều ý kiến khác nhau trong việc xác định nguyên nhân đầu tiên và quan trọng nhất dẫn đến chết người. ý kiến thứ nhất cho rằng đó là do tim ngừng đập song loại ý kiến thứ hai lại cho rằng đó là do phổi ngừng thở vì theo họ trong nhiều trường hợp tai nạn điện giật thì nạn nhân đã được cứu sống chỉ đơn thuần bằng biện pháp hô hấp nhân tạo thôi. Loại ý kiến thứ ba cho rằng khi có dòng điện qua

người thì đầu tiên nó phá hoại hệ thống hô hấp sau đó nó làm ngừng trệ hoạt động tuần hoàn

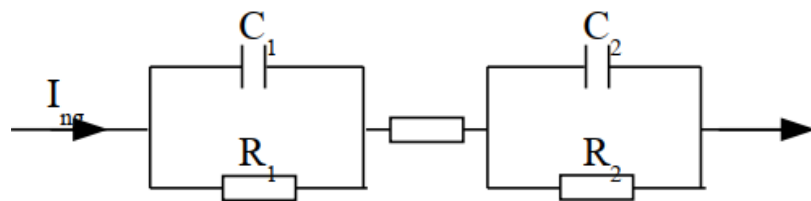
Do có nhiều quan điểm khác nhau như vậy nên hiện nay trong việc cứu chữa nạn nhân bị điện giật người ta khuyên nên áp dụng tất cả các biện pháp để vừa phục hồi hệ thống hô hấp (thực hiện hô hấp nhân tạo) vừa phục hồi hệ thống tuần hoàn (xoay bóp tim)

1.1.1 ĐIỆN TRỞ CƠ THỂ NGƯỜI:

Thân thể người ta gồm có da thịt xương máu...tạo thành và có một tổng trở nào đó đối với dòng điện chạy qua người. Lớp da có điện trở lớn nhất mà điện trở của da là 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 người từng lúc mà còn phụ thuộc vào môi trường xung quanh, điều kiện tổn thương...

Qua nghiên cứu rút ra một số kết luận cơ bản về giá trị điện trở cơ thể người như sau:

- Điện trở cơ thể người là một đại lượng không thuần nhất. Thí nghiệm cho thấy dòng điện đi qua người và điện áp đặt vào có sự lệch pha. Sơ đồ thay của điện trở người có thể biểu diễn bằng hình vẽ sau:



Trong đó:

R_1 : điện trở tác dụng của da

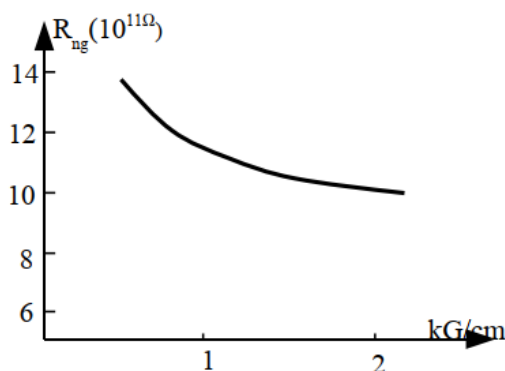
R_2 : điện trở của tổng các bộ phận bên trong cơ thể người

C : điện dung của da và lớp thịt dưới da

Vì thành phần điện dung rất bé nên trong tính toán thường bỏ qua.

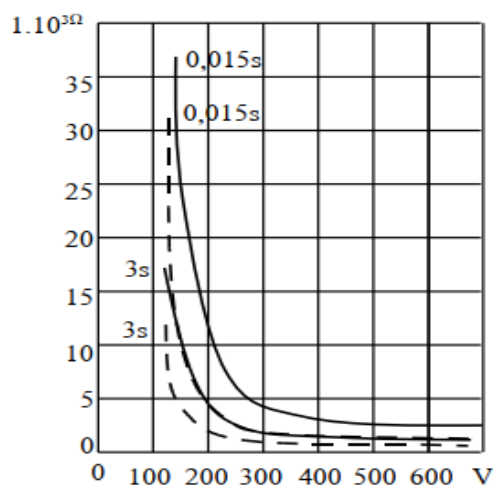
- Điện trở của người luôn luôn thay đổi trong một phạm vi rất lớn từ vài chục ngàn Ω đến 600 Ω . Trong tính toán thường lấy giá trị trung bình là 1000 Ω . Khi da bị ẩm hoặc khi tiếp xúc với nước hoặc do mồ hôi đều làm cho điện trở người giảm xuống

- Điện trở của người phụ thuộc vào áp lực và diện tích tiếp xúc. Áp lực và diện tích tiếp xúc càng tăng thì điện trở người càng giảm. Sự thay đổi này rất dễ nhìn thấy trong vùng áp lực nhỏ hơn 1kG/cm² (hình 1.1)



Hình 1.1: Sự phụ thuộc của điện trở người vào áp lực tiếp xúc

- Điện trở người giảm đi khi có dòng điện đi qua 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 trở người phụ thuộc điện áp đặt vào vì ngoài hiện tượng điện phân còn có hiện tượng chọc thủng. Khi điện áp đặt vào 250V lúc này lớp da ngoài cùng mất hết tác dụng nên điện trở người giảm xuống rất thấp.



Hình 2.2: Sự phụ thuộc điện trở người vào điện áp ứng với các thời gian tiếp xúc khác nhau (0,015s và 3s).

———— Đường đi của dòng điện tay – tay

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

1.1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA TRỊ SỐ DÒNG ĐIỆN GIẬT ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN:

Dòng điện là nhân tố vật lý trực tiếp gây tổn thương khi bị điện giật. Cho tới nay vẫn còn nhiều ý kiến khác nhau về giá trị dòng điện có thể gây nguy hiểm chết người. Trường hợp chung thì dòng điện 100mA xoay chiều gây nguy hiểm chết người.

Tuy vậy cũng có trường hợp dòng điện chỉ khoảng 5- 10mA đã làm chết người bởi vì còn tùy thuộc vào nhiều yếu tố khác nữa như điều kiện nơi xảy ra tai nạn, sức khỏe trạng thái thần kinh của từng nạn nhân, đường đi của dòng điện ..

Trong tính toán thường lấy trị số dòng điện an toàn là 10mA đối với dòng điện xoay chiều và 50mA với dòng điện một chiều. Bảng 1.1 cho phép đánh giá tác dụng của dòng điện đối với

cơ thể người:

Trị số dòng điện (mA)	Tác dụng của dòng điện xoay chiều	Tác dụng của dòng điện một chiều
0.6-1.5	Bắt đầu thấy ngón tay tê	Không có cảm giác gì
2 - 3	Ngón tay tê rất mạnh	Không có cảm giác gì
3 - 7	Bắt thịt co lại và rung	Đau như kim châm cảm thấy nóng
8 - 10	Tay đã khó rời khỏi vật có điện nhưng vẫn rời được. Ngón tay, khớp tay, lòng bàn tay cảm thấy đau	Nóng tăng lên
20 - 25	Tay không rời khỏi vật có điện, đau khó thở	Nóng càng tăng lên thịt co quắp lại nhưng chưa mạnh
50 - 80	Cơ quan hô hấp bị tê liệt. Tim bắt đầu đập mạnh	Cảm giác nóng mạnh. Bắt thịt ở tay co rút, khó thở.
90 - 100	Cơ quan hô hấp bị tê liệt. Kéo dài 3 giây hoặc dài hơn tim bị tê liệt đến ngừng đập	Cơ quan hô hấp bị tê liệt

Bảng 1.1: Tác dụng dòng điện đến cơ thể con người theo trị số dòng điện

Qua bảng 1-1 ta thấy dòng điện xoay chiều nguy hiểm hơn dòng một chiều vì:

- Qua nghiên cứu người ta thấy rằng trị số dòng điện tác dụng lên người không phải là trị số hiệu dụng mà là trị số biên độ của nó.
- Đối với dòng xoay chiều trên cơ thể người tồn tại nhiều vùng nhạy nguy hiểm.

1.1.3 ẢNH HƯỞNG CỦA DÒNG ĐIỆN GIẬT ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN GIẬT:

Về đường đi của dòng điện qua người có thể có rất nhiều trường hợp khác nhau, tuy vậy có những đường đi cơ bản thường gặp là: dòng qua tay - chân, tay - tay, chân - chân. Một vấn đề còn tranh cãi là đường đi nào là nguy hiểm nhất.

Đa số các nhà nghiên cứu cho rằng đường đi nguy hiểm nhất phụ thuộc vào số phần trăm dòng điện tổng qua tim và phổi. Theo quan điểm này thì dòng điện đi từ tay phải qua chân, đầu qua chân, đầu qua tay là những đường đi nguy hiểm nhất vì:

Dòng đi từ tay qua tay có 3.3% dòng điện tổng qua tim

Dòng đi từ tay trái qua chân có 3.7% dòng điện tổng qua tim

Dòng đi từ tay phải qua chân có 6.7% dòng điện tổng qua tim

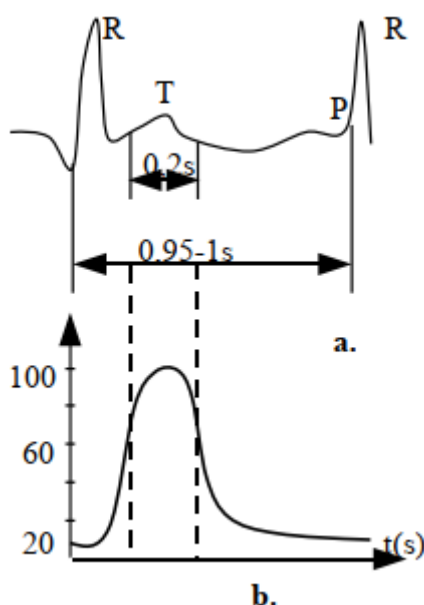
Dòng đi từ chân qua chân có 0.4% dòng điện tổng qua tim

Dòng đi từ đầu qua tay có 7% dòng điện tổng qua tim

Dòng đi từ đầu qua chân có 6.8% dòng điện tổng qua tim.

1.1.4 ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN DÒNG ĐIỆN QUA NGƯỜI ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN GIẬT:

Yếu tố thời gian tác động của dòng điện vào cơ thể người rất quan trọng và biểu hiện dưới nhiều hình thái khác nhau. Đầu tiên chúng ta thấy thời gian tác dụng của dòng điện ảnh hưởng đến điện trở của người. Thời gian tác dụng càng lâu, điện trở của người càng bị giảm xuống vì lớp da bị nóng dần và lớp sừng trên da bị chọc thủng càng nhiều. Thứ hai là thời gian tác dụng của dòng điện càng lâu thì xác suất trùng hợp với thời điểm chạy qua tim với pha T (là pha dễ thương tổn nhất của chu trình tim) tăng lên. Hay nói một cách khác trong mỗi chu kỳ của tim kéo dài độ một giây có 0,4s tim nghỉ làm việc (giữa trạng thái co và giãn) ở thời điểm này tim rất nhạy cảm với dòng điện đi qua nó;



Hình 1.3: Sự nguy hiểm khi thời điểm dòng điện chạy qua tim trùng với pha T của chu trình tim.

a. Điện tâm đồ của người khỏe

b. Đặc tính phụ thuộc giữa xác suất xảy ra tai nạn và thời điểm dòng điện chạy qua tim

1.1.5 ẢNH HƯỞNG CỦA TẦN SỐ DÒNG ĐIỆN GIẬT ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN GIẬT:

Ta xét xem khi tần số thay đổi thì tai nạn xảy ra nặng hay nhẹ

Theo lý luận thông thường thì khi tần số f tăng lên thì tổng trở cơ thể người giảm xuống vì điện kháng của da người do điện dung tạo ra: ... dẫn đến dòng điện tăng càng nguy hiểm. Tuy nhiên qua thực tế và nghiên cứu người ta thấy rằng tần số nguy hiểm nhất là từ (50 - 60)Hz. Nếu tần số lớn hơn tần số này thì mức độ nguy hiểm giảm còn nếu tần số bé hơn thì

mức độ nguy hiểm cũng giảm.

Có thể giải thích như sau: Lúc đặt dòng điện một chiều vào tế bào, các phân tử trong tế bào bị phân thành những ion khác dấu và bị hút ra màng tế bào. Như vậy phân tử bị phân cực hoá, các chức năng sinh vật hoá học của tế bào bị phá hoại đến mức độ nhất định. Bây giờ nếu đặt nguồn điện xoay chiều vào thì ion cũng chạy theo hai chiều khác nhau ra phía ngoài của màng tế bào. Nhưng khi dòng điện đổi chiều thì chuyển động của ion cũng ngược lại. Với tần số nào đó của dòng điện, tốc độ của ion đủ lớn để trong một chu kỳ chạy được hai lần bề rộng của tế bào thì trường hợp này mức độ kích thích lớn nhất, chức năng sinh vật - hoá học của tế bào bị phá hoại nhiều nhất. Nếu dòng điện có tần số cao thì khi dòng điện đổi chiều thì ion chưa kịp đập vào màng tế bào.

Khi nghiên cứu tác hại của dòng điện một chiều đối với người thấy rằng ở trường hợp một chiều điện trở của người lớn hơn xoay chiều. Điều này có thể giải thích là ở một chiều có điện dung và sự phân cực tăng lên. Nghiên cứu thấy rằng khi dòng điện một chiều lớn hơn 80mA mới ảnh hưởng đến tim và cơ quan hô hấp của con người

1.2 HIỆN TƯỢNG DÒNG ĐIỆN ĐI TRONG ĐẤT:

Khi cách điện của thiết bị điện bị chọc thủng sẽ có dòng điện chạm đất, dòng điện này đi vào đất trực tiếp hay qua một cấu trúc nào đó.

Về phương diện an toàn mà nói thì dòng điện chạm đất thay đổi cơ bản trạng thái của mạng điện (điện áp giữa dây dẫn và đất thay đổi xuất hiện các thế hiệu khác nhau giữa các điểm trên mặt đất gần chỗ chạm đất). Dòng điện đi vào đất sẽ tạo nên ở điểm chạm đất một vùng dòng điện rò trong đất và điện áp trong vùng này phân bố theo một quy luật nhất định. Để đơn giản nghiên cứu hiện tượng này ta giải thích dòng điện chạm đất đi vào đất qua một cực kim loại hình bán cầu. Đất thì thuần nhất và có điện trở suất là ρ (tính bằng Ohm.cm). Như thế có thể xem như dòng điện đi từ tâm hình bán kính cầu tỏa ra theo đường bán kính. Trên cơ sở lý thuyết tương tự ta có thể xem trường của dòng điện đi trong đất giống dạng trường trong tĩnh điện, nghĩa là tập hợp của những đường sức và đường đẳng thế của chúng giống nhau.

Đại lượng cơ bản trong điện trường của môi trường dẫn điện là mật độ dòng điện J . Vector này hướng theo hướng của vectơ cường độ điện trường

Phương trình để khảo sát điện trường trong đất là phương trình theo định luật Ohm dưới dạng vi phân :

$$E = J \cdot \rho$$

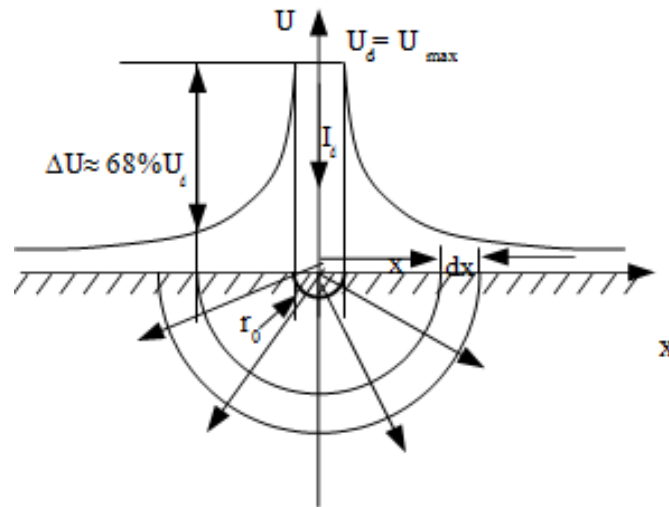
Trong đó : ρ là điện trở suất.

E là điện áp trên đơn vị chiều dài dọc theo đường đi của dòng điện .

Mật độ dòng điện tại điểm cách tâm bán cầu 1 khoảng X bằng :

$$J = \frac{I_d}{2\pi \cdot X^2}$$

Ở đây I_d là dòng điện chạm đất



Hình 1.4: Dòng chạm đất đi vào đất qua bản cực bán cầu

Nếu dịch chuyển điểm A đến gần mặt của vật nối đất ta có điện áp cao nhất đối với đất U_d :

$$U_d = \frac{I_d \cdot \rho}{2\pi \cdot X_d}$$

Trong đó X_d là bán kính của vật nối đất hình bán cầu. Ở đây ta xem bản thân vật nối đất có bán kính X_d như vật mà các điểm của nó có điện áp như nhau. Giả thiết này dựa trên cơ sở vật nối đất có điện dẫn rất lớn (Ví dụ : điện dẫn của thép gần như bằng 10^9 lần điện dẫn của đất)

Ta có thể viết :

$$\frac{U_A}{U_d} = \frac{X_d}{X_A}$$

Thay tích $U_d \cdot X_d = K$ (là một hằng số ứng với những điều kiện nhất định) ta có phương trình hyperbol sau:

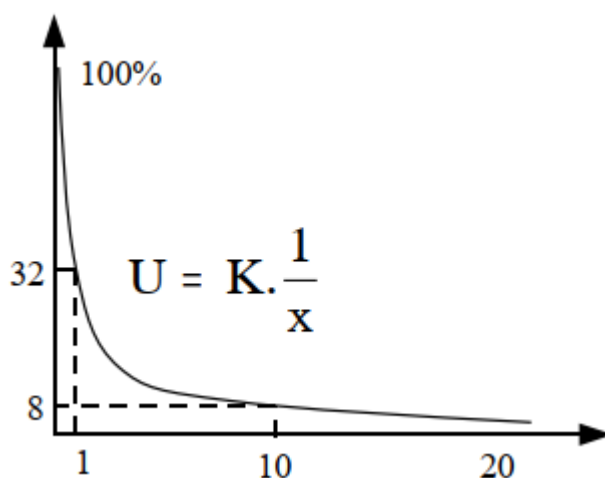
$$U_A = \frac{K}{X_A}$$

+ Như vậy, sự phân bố điện áp trong vùng dòng điện rò trong đất đối với điểm vô cực ngoài vùng dòng điện rò có dạng hyperbol.

+ Tại điểm chạm đất trên mặt của vật nối đất ta có điện áp đối với đất là cực đại.

+ Không riêng gì vật nối đất có dạng hình bán cầu mà ngay đối với các dạng khác của vật nối đất như hình ống, thanh, chữ nhật... cũng đều có sự phân bố điện áp gần giống hình hyperbol.

Dùng cách đo trực tiếp điện áp từng điểm trên mặt đất quanh chỗ chạm đất ta cũng vẽ được đường cong phân bố điện áp đối với đất trong vùng dòng điện rò trong đất có dạng hyperbol



Hình 1.5: Đường cong chỉ sự phân bố điện áp của các điểm trên mặt đất lúc có chạm đất

Khi $x = r_0$

Ta được:

$$U_{r_0} = \frac{I_d \cdot \rho}{2\pi \cdot r_0} = U_d$$

Gọi là điện thế đất (điện thế tại bề mặt điện cực)

Đặt $R_d = \frac{\rho}{2\pi \cdot r_0}$ gọi là điện trở nổi đất của điện cực kim loại bán cầu. R_d chỉ phụ thuộc vào điện trở suất ρ của đất không phụ thuộc vào điện trở kim loại. R_d còn gọi là điện trở tản

Trong thực tế điện trở suất của kim loại rất nhỏ so với điện trở suất của đất vì thế có thể xem điện cực là đẳng thế. Lúc này điện thế trên bề mặt kim loại là:

$$U_{\max} = U_d = I_d \cdot R_d$$

+ Khi $x > 20m$ thì có thể xem như ngoài vùng dòng điện rò hay còn được gọi là những điểm có điện áp bằng không

+ Trong vùng gần 1m cách vật nổi đất chiếm 68% điện áp rơi

Những nhận xét trên đây cũng đúng với các loại điện cực khác, chỉ có hàm phân bố điện thế là khác (công thức khác)

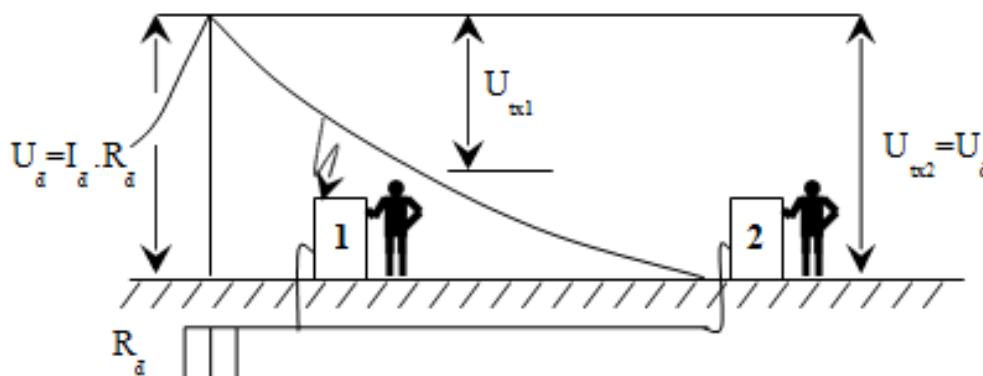
1.3 ĐIỆN ÁP TIẾP XÚC VÀ ĐIỆN ÁP BƯỚC:

1.3.1. Điện áp tiếp xúc

Trong quá trình tiếp xúc với thiết bị điện, nếu có mạch điện khép kín qua người thì điện áp giáng lên người lớn hay nhỏ là tùy thuộc vào điện trở khác mắc nối tiếp với người.

Điện áp đặt vào người (tay-chân) khi người chạm phải vật có mang điện áp gọi là điện áp tiếp xúc. Hay nói cách khác điện áp giữa tay người khi chạm vào vật có mang điện áp và đất nơi người đứng gọi là điện áp tiếp xúc.

Vì chúng ta nghiên cứu an toàn trong điều kiện chạm vào một pha là chủ yếu cho nên có thể xem điện áp tiếp xúc là thế giữa hai điểm trên đường dòng điện đi mà người có thể chạm phải.



Hình 1.6

Trên hình 2.6 vẽ hai thiết bị điện (động cơ, máy sản xuất...) có vỏ máy được nối với vật nổi đất có điện trở đất là R_d . Giả sử cách điện của một pha của thiết bị 1 bị chọc thủng và có dòng điện chạm đất đi từ vỏ thiết bị vào đất qua vật nổi đất. Lúc này, vật nổi đất cũng như vỏ các thiết bị có nối đất đều mang điện áp đối với đất là :

$$U_d = I_d \cdot R_d$$

Trong đó , I_d là dòng điện chạm đất.

Tay người chạm vào thiết bị nào cũng đều có điện áp là U_d trong lúc đó điện áp của chân người U_{ch} lại phụ thuộc người đứng tức là phụ thuộc vào khoảng cách từ chỗ đứng đến vật nổi đất. Kết quả là người bị tác động của hiệu số điện áp đặt vào tay và chân, đó là điện áp tiếp xúc :

$$U_{tx} = U_d - U_{ch}$$

Như vậy, điện áp tiếp xúc phụ thuộc vào khoảng cách từ vỏ thiết bị được nối đất

Trường hợp chung có thể biểu diễn điện áp tiếp xúc theo biểu thức :

$U_{tx} = \alpha \cdot U_d$ trong đó α là hệ số tiếp xúc ($\alpha < 1$) Trong thực tế điện áp tiếp xúc thường bé hơn điện áp giáng trên vật nổi đất.

1.3.2. Điện áp bước

Trên hình 1.7 vẽ sự phân bố thế của các điểm trên mặt đất lúc có pha chạm đất (do dây dẫn 1 pha rớt chạm đất hay cách điện một pha của thiết bị điện bị chọc thủng...)

Ta biết điện áp đối với đất ở chỗ trực tiếp chạm đất là :

+ Điện áp của các điểm trên mặt đất đối với đất ở cách xa chỗ chạm đất từ 20m trở lên có thể xem bằng không.

+ Những vòng tròn đồng tâm (hay chính xác hơn là các mặt phẳng mà tâm điểm là chỗ chạm đất chính là các vòng tròn cân) đẳng thế