

hungnd@hcmut.edu.vn





Nội dung

Khái niệm chung

Các bước tiến hành khi xảy ra tai nạn điện

Các tác hại khi có dòng điện qua người

Yếu tố liên quan đến tác hại dòng điện qua người

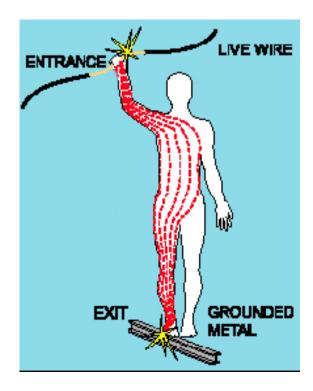
Hiện tượng dòng đi vào trong đất



I. KHÁI NIỆM CHUNG

I.1 Hiện tượng điện giật (electric shock)

- ☐ Có dòng điện chạy qua cơ thể người.
- ☐ Gây nên những hậu quả sinh học làm ảnh hưởng tới các chức năng thần kinh, tuần hoàn, hô hấp hoặc gây phỏng cho người bị tai nạn.
- □ Khi dòng điện này đủ lớn (≥ 10 mA) và nếu không được cắt kịp thời, người có thể bị nguy hiểm đến tính mạng



I.2 Vật chất liên quan

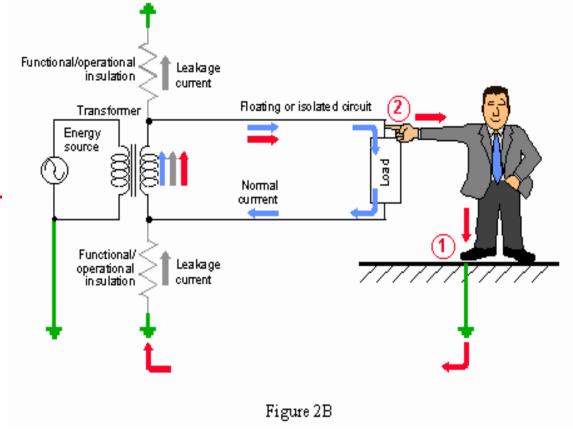
Loại vật chất	Thông số kỹ thuật	Tính chất
Vật dẫn điện nước , đồng , sắt , nhôm	R , X _L (điện AC)	Phân cực giống nhau toàn phần tử khi được mắc vào mạch hở có nguồn áp (U= U _{nguồn})
Vật cách điện (chất điện môi) (insulator) nhựa ,sứ , gỗ , không khí , chân không	R _{cđ} , X _c (điện AC) U _{cđ} ứng với R _{cđ}	$R_{cd} = \infty$ khi $U \le U_{cd}$ $R_{cd} = 0$ khi $U > U_{cd}$

I.3 Điều kiện xảy ra hiện tượng điện giật

☐ Tiếp xúc vào nguồn áp

☐ Hình thành mạch khép kín nguồn áp này qua cơ thể người tạo ra dòng điện I_{ng}

 ✓ Dòng điện qua người có giá trị đủ lớn & tồn tại đủ lâu.



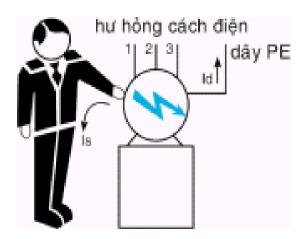
I.4 Các dạng chạm điện

☐ Chạm trực tiếp:

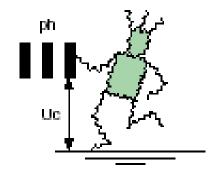
Khi người chạm vào dây dẫn trần đang mang điện ở trạng thái làm việc bình thường.

☐ Chạm gián tiếp:

Khi người chạm vào vật xuất hiện điện áp bất ngờ do hư hỏng cách điện.



a) Contact direct



b) Contact indirect

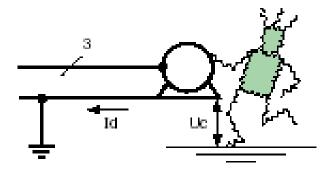
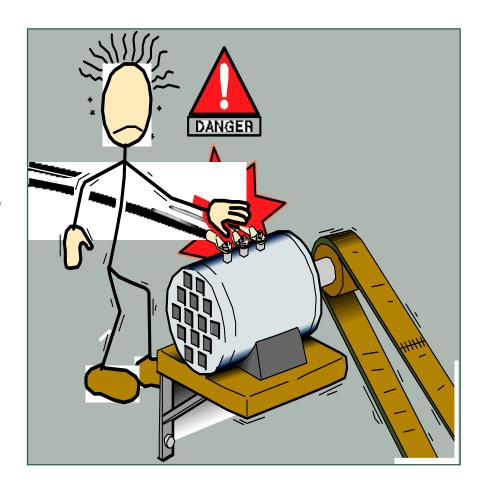


Fig. 3 : contacts directs et indirects.

I.4 Các dạng chạm điện

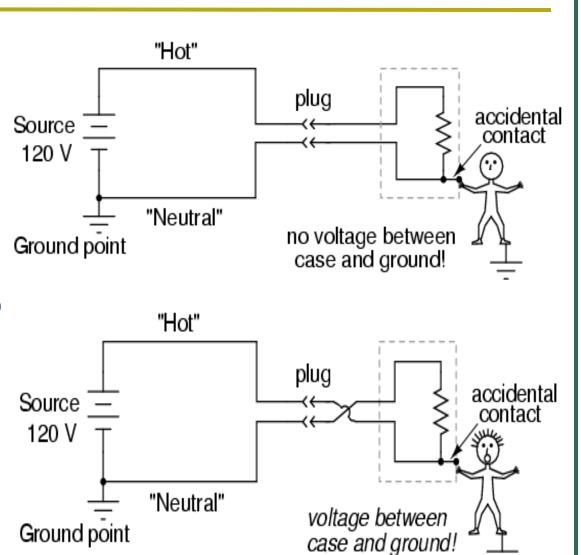
- ☐ Chạm trực tiếp = Tiếp xúc với dây dẫn điện (vd : dây pha)
- ☐ Thường xảy ra tại thiết bị sử dụng điện:
- √ Đèn: Khi thay bóng đèn.
- ✓ Ö cắm: Các ổ cắm bị hỏng.
- ✓ Bị đứt hoặc không có dây PE.
- ✓ Cách điện của dây dẫn không tốt.



I.4 Các dạng chạm điện

☐ Chạm gián tiếp:

- ✓ Do hư hỏng cách điện giữa ruột và vỏ thiết bị (rò điện).
- ✓ Thường xảy ra đối với thiết bị điện có vỏ bọc bằng kim loại.



KHÔNG NÊN!!



Không nên buộc dây vào cột điện để phơi quần áo và các vật dụng khác



Không làm nhà dưới đường dây điện cao thế



Không nên dựng ăngten TV cao hơn và gần đường dây điện



Không dùng cột đỡ dây điện bằng tre, trúc bị gẫy



Chặt cây, cây chạm, đó vào dây điện



Không dùng dây điện trần gác lên cây khi trời mưa



Không dùng điện đánh cá



II. THỐNG KÊ TAI NẠN ĐIỆN

II. Thống kê tai nạn điện

Các yếu tố liên quan

Tỉ lệ bị điện giật

Theo cấp điện áp:

- U <= 1000 V	76,4%
---------------	-------

$$-U > 1000 V$$
 23,6%

Theo trình độ về điện:

- Nạn nhân thuộc nghề điện 42,2%

- Nạn nhân không chuyên môn về điện 57,8%

II. Thống kê tai nạn điện

Các dạng bị điện giật	
1-Chạm trực tiếp vào điện:	55,9%
- Do vô tình, bất cẩn , thao tác sai	6,7%
 Do công việc yêu cầu tiếp xúc với dây dẫn 	25,6%
 Đóng điện nhầm lúc đang tiến hành sửa chữa, 	
kiểm tra.	23,6%
2- Chạm gián tiếp vào bộ phận kim loại	
của thiết bị bị chạm vỏ:	
 Lúc thiết bị không được nối đất 	22,2%
- Lúc thiết bị có nối đất	0,6%
3-Chạm vào vật không bằng kim loại có	
điện áp như tường, các vật cách điện, nền nhà	20,1%
4-Bị chấn thương do hồ quang sinh ra lúc thao tác	
các thiết bị (đóng mở cầu dao, FCO)	1.2%

II. Thống kê tai nạn điện

■ Nhận xét:

- ✓ Phần lớn các trường hợp bị điện giật ở U<1000V.</p>
- ✓ Nguyên nhân xảy ra tai nạn:
 - Do trình độ tổ chức, quản lý công tác lắp đặt, xây dựng, sửa chữa công trình điện chưa tốt.
 - Do vi pham quy trình kỹ thuật an toàn, đóng điện trong khi có người đang sửa chữa (quên đóng dao tiếp đất an toàn), thao tác vận hành thiết bị điện không đúng quy trình.



III. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH KHI XẢY RA TAI NẠN ĐIỆN

III. Các bước tiến hành khi xảy ra tai nạn điện

□ U < 1000V:

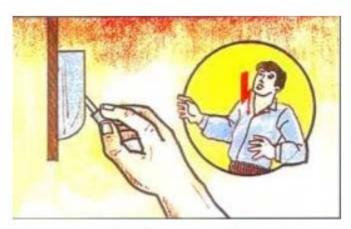
- Cách ly nạn nhân khỏi nguồn điện: cắt nguồn bằng mở cầu dao, CB hoặc dùng vật cách điện lấy dây điện ra khỏi người nạn nhân.
- ✓ Sơ cứu và cấp cứu :nếu nạn nhân bị ngưng thở ,tim ngừng đập ; cần cấp cứu tại chỗ người bị nạn sau 1-2 phút (cho tới khi biết nạn nhân không còn khả năng sống) bằng các biện pháp hô hấp nhân tạo hoặc dùng máy kích tim nếu có.
- ✓ Quan sát hiện trường để xác định nguyên nhân.
- ✓ Tìm biện pháp khắc phục nguyên nhân gây tai nạn, tránh phát sinh lại, lập hồ sơ báo cáo trung thực tình trạng sự cố.

□ <u>U > 1000V:</u>

✓ Khẩn cấp báo tin đến số : 114 ; 115 &113

& ngành điện để họ kịp thời cắt nguồn liên quan.

CÁCH LY NẠN NHÂN KHỎI NGUỒN ĐIỆN



1. Cắt cầu dao gần nhất.



3. Đứng trên bàn (bằng gỗ) túm quần áo nạn nhân để kéo ra khỏi nguồn điện.



2. Dùng sào tre hay cây gỗ khô gạt dây điện ra khỏi nạn nhân

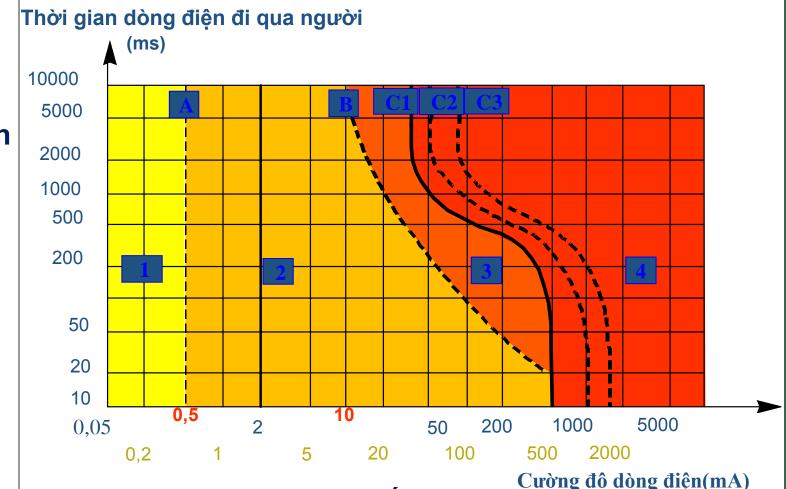


 Dùng dao, búa có cán gỗ, chặt đứt dây điện.



IV. TÁC HẠI KHI DÒNG ĐIỆN QUA CƠ THỂ NGƯỜI

Đặc tuyến $I_{gh}=f(t)$ theo tiêu chuẩn IEC 479-1



Không được vượt qua trị số giữa cường độ dòng điện/ thời gian

- □ Vùng 1: Người chưa có cảm giác bị điện giật.
- □ Vùng 2: Bắt đầu thấy tê, bắp thịt bị co rút nhẹ.
- □ Vùng 3: Bắp thịt bị co rút mạnh, khó thở.
- Vùng 4: Mất ý thức − Choáng hoặc ngất, ngưng thở, tim ngừng đập có thể dẫn đến tử vong.
- Dường cong C1: Giới hạn trường hợp chưa ảnh hưởng tới nhịp tim.
- Đường cong C2: Giới hạn trường hợp 5% bị ảnh hưởng tới nhịp tim (nghẹt tâm thất).
- Đường cong C3: Giới hạn trường hợp 50% bị ảnh hưởng tới nhịp tim.

Hiện tượng nghẹt tâm thất (ventricular fibrillation)

Gây rối loạn nhịp tim dẫn đến ngừng quá trình tuần hoàn máu khiến cơ thể thiếu oxy, người ta có thể chết sau thời gian ngắn.

I _{người} (mA)	Tác hại đối với người		
	Điện AC(50-60 Hz)	Điện DC	
0,6 - 1,5	Bắt đầu thấy tê	Chưa có cảm giác	
2 - 3	Tê tăng mạnh	Chưa có cảm giác	
5 - 7	Bắp thịt bắt đầu co	Đau như bị kim châm	
8 - 10	Tay khó rời vật có điện	Nóng tăng dần	
20 - 25	Tay không rời vật có điện, bắt đầu khó thở	Bắp thịt co và rung	
50 – 80	Tê liệt hô hấp, tim bắt đầu đập mạnh	Tay khó rời vật có điện & khó thở	
90 – 100	Nếu kéo dài tới 3 s, tim ngừng đập	Hô hấp tê liệt	

I giới hạn nguy hiểm AC = 10 mA (I let go out)

I giới hạn nguy hiểm DC = 50 mA

giới hạn tử vong AC = 30 mA







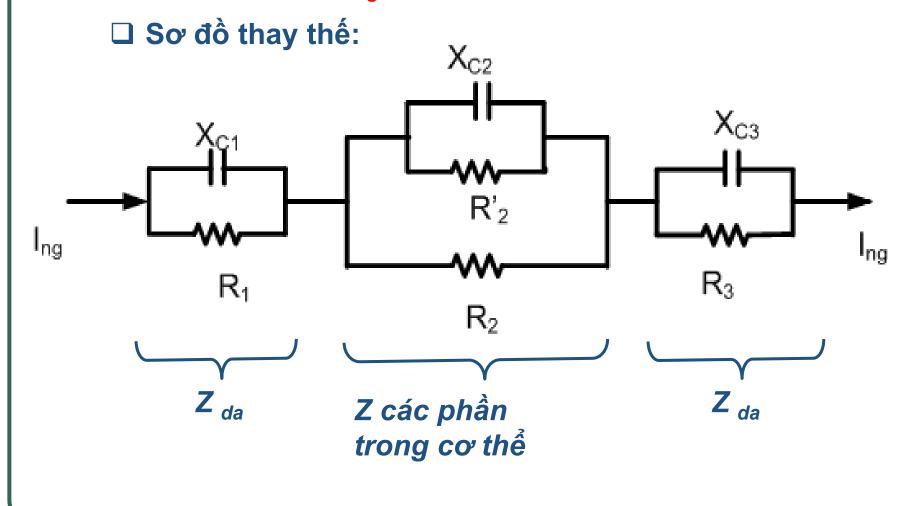
V. CÁC YẾU TỐ LIÊN QUAN ĐẾN TÁC HẠI DÒNG ĐIỆN QUA NGƯỜI

a. Biên độ dòng điện đi qua người (I_{ng})

✓ I_{ng} càng lớn, nạn nhân càng bị nguy hiểm, khả năng bị tổn thương nặng hoặc tử vong càng cao.

$$I_{ng} = \frac{U_{ng}}{Z_{ng}}$$

b. Tổng trở người (Z_{ng})



b. Tổng trở người (Z_{nq}) (tt)

- ✓ Z_{ng} là một đại lượng không ổn định.
- ✓ Z_{ng} phụ thuộc vào nhiều yếu tố:
 - Tình trạng sức khỏe của con người,
 - Môi trường chung quanh,
 - Độ ẩm của lớp da chỗ tiếp xúc với điện,
 - Điều kiện tổn thương,
 - Điện áp tiếp xúc,
 - Thời gian tồn tại dòng điện qua người,
 - V..V...

b. Tổng trở người (Z_{ng}) (tt)

✓ Có thể bỏ qua ảnh hưởng của XC đối với nguồn điện ở tần số thấp:

$$Z_{ng} \cong R_{ng}$$

- ✓ R₁, R₂: điện trở lớp da có giá trị rất lớn hơn so với
 R₃ là điện trở các phần bên trong cơ thể vì lớp da có phần lớp sừng bên ngoài.
- ✓ Khi da bình thường:

$$R_{nq} = 1 K\Omega \div vai chục K\Omega$$

✓ Mất lớp da:

$$R_{nq} = 600 \Omega \div 750\Omega$$

Sự phụ thuộc của R_{ng} vào U tiếp xúc theo IEC 479

U _{tx} (V)	R _{người} (Ω)		
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
1000 V	700	1050	1500
> 1000 V	650	750	850
	5% dân số	50% dân số	45% dân số

b. Tổng trở người (Z_{ng}) (tt)

- ✓ t_{tiếp xúc} càng lâu, R_{ng} càng bị giảm thấp hơn
- ✓ Áp suất tiếp xúc tăng, R_{người} giảm
- ✓ Diện tích tiếp xúc S_{tx} tăng, R_{ng} giảm
- $\checkmark~U_{ti\acute{e}p~x\acute{u}c}$ lớn , R_{ng} giảm $~;~U_{tx} \ge 1000V \implies R_{ng}$ =600 $\Omega \div 750\Omega$
- ✓ Trạng thái của người cũng là yếu tố quan trọng làm thay đổi R_{ng}.

Ví du:

Người làm việc mệt ra nhiều mồ hôi, hoặc người say rượu, bị bệnh thần kinh, bị ướt v..v... có R_{ng} thấp hơn so với người bình thường, dễ bị tử vong khi có tai nạn về điện.

c. Ảnh hưởng của đường đi dòng điện qua người

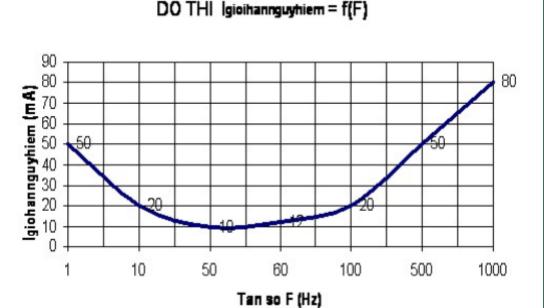
Đường đi của I _{người}	% I _{người} đi qua tim	
Tay – thân – tay	3,3%	
Tay phải – thân – chân	6,7%	
Tay trái – thân – chân	3,7%	
Chân – thân – chân	0,4%	

✓ Khi bị điện giật, nguy hiểm nhất là chạm vào tay phải và dòng điện đi qua chân vì lượng dòng l_{người} đi qua tim lớn nhất có thể làm rối loạn nhịp tim hoặc làm ngưng tim gây tử vong.

d. Ảnh hưởng của tần số

√ Ở tần số điện công nghiệp (50-60 (Hz)) mức độ phá hủy các tế bào, đặc biệt là các tế bào có liên quan đến tim và hô hấp rất lớn:

 $I_{gi\acute{o}i\ hạn\ min} \le 10\ mA$ ở f= 50/60 Hz

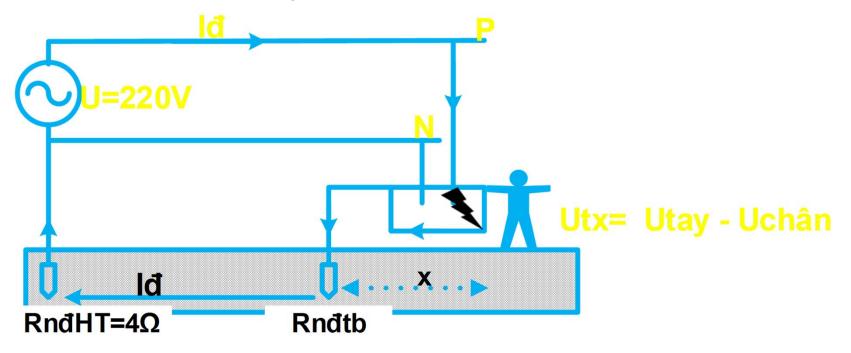




VI. CÁC THÔNG SỐ LIÊN QUAN ĐẾN AN TOÀN ĐIỆN

V. Các thông số liên quan đến an toàn điện

a. Điện áp tiếp xúc (U_{tx}):

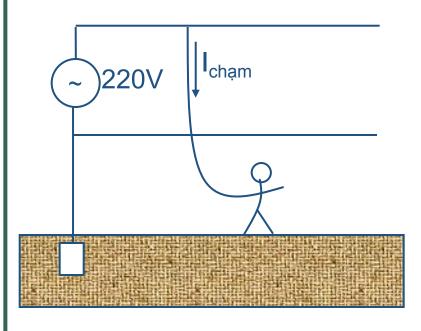


Điện áp lớn nhất có thể đặt lên cơ thể người _ phụ thuộc tình trạng tiếp xúc trực tiếp hay gián tiếp và nhiều yếu tố khác_ khi người tiếp xúc vào vật có điện áp.

$$U_{tx}=V_{tay}-V_{vitrichannguròridung}$$
 hoặc $U_{tx}=V_{tay}-V_{tay}$

V. Các thông số liên quan đến an toàn điện

Ví dụ 1: Người tiếp xúc trực tiếp vào điện áp



Khi
$$R_{n\hat{e}n}$$
=10k Ω ; R_{ng} =2k Ω ; $R_{d\hat{a}y}$ =0,1 Ω

$$I_{\text{chạm}} = 220/(0,1+2.10^3+10.10^3)$$

=18,83mA

$$U_{ng} = I_{cham} . R_{ng} = 18,83.2 = 36,66V$$

 $U_{ng} = 36,66V \neq U_{pha} = 220V$

Khi
$$R_{n en} = 0 k\Omega$$

$$I_{cham} = 220/(0,1+2.10^3) \approx 110 \text{mA}$$

$$U_{ng} = I_{cham} . R_{ng} = 110.2 \approx 220 V$$

 $U_{ng} \approx 220 V \approx U_{pha} = 220 V$

V. Các thông số liên quan đến an toàn điện

b. Điện áp cho phép (U_{cp}):

- ✓ U_{cp} là mức điện áp giới hạn mà khi tiếp xúc, con người không bị nguy hiểm đến tính mạng
- ✓ U_{cp} được sử dụng trong tính toán thiết kế nhằm đảm bảo giới hạn mức độ an toàn .
- √ U_{cp} (U_{Limit}) phụ thuộc tiêu chuẩn từng quốc gia, điều kiện khách quan của môi trường và tần số nguồn điện.

V. Các thông số liên quan đến an toàn điện

Bảng số liệu U_{cp}

Theo tiêu chuẩn	Theo tần số	Nơi khô ráo	Nơi ẩm ướt
IEC	AC DC	$U_{cp} = 50 \text{ V}$ $U_{cp} = 120 \text{ V}$	$U_{cp} = 25 \text{ V}$ $U_{cp} = 80 \text{ V}$
Việt Nam	AC DC	$U_{cp} = 50 \text{ V}$ $U_{cp} = 80 \text{ V}$	$U_{cp} = 25 \text{ V}$ $U_{cp} = 60 \text{ V}$

✓ Những nơi đặc biệt nguy hiểm như hầm mỏ, dàn khoan dầu khí, v..v

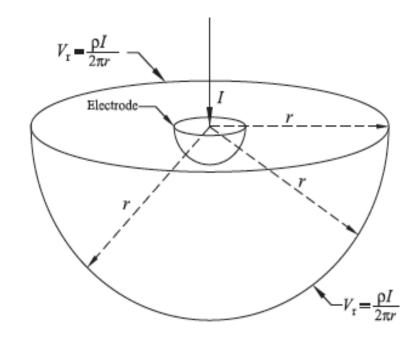
$$U_{cp} = 6 (V) \text{ hoặc } 12 (V)$$

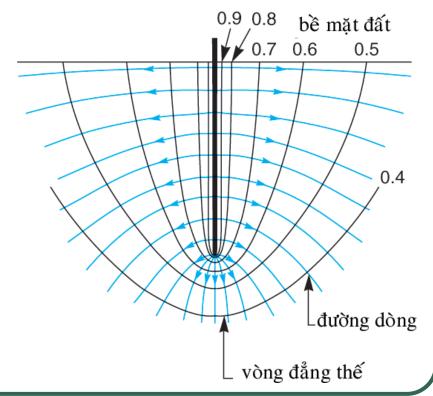


VII. HIỆN TƯỢNG DÒNG ĐIỆN CHẠY VÀO ĐẤT

VII.1 Nguyên nhân xuất hiện (I_d)

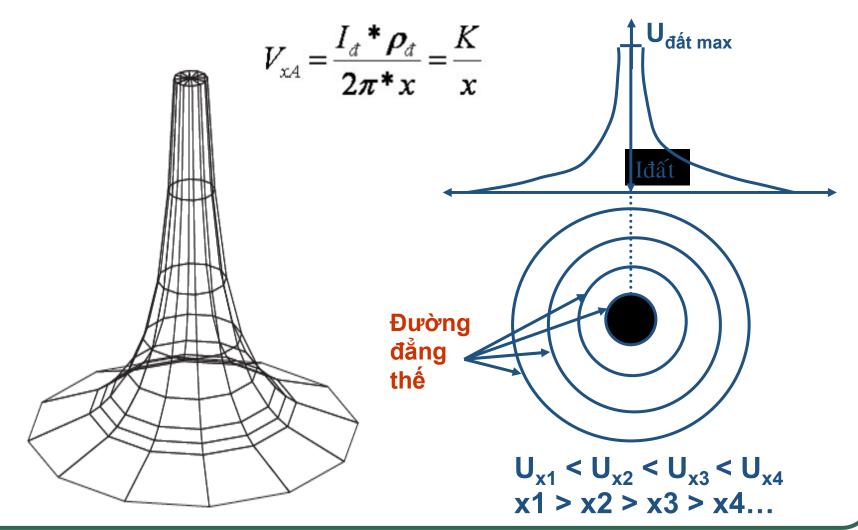
- Dây pha bị đứt rơi xuống đất.
- ☐ Thiết bị điện bị chạm vỏ do hỏng cách điện, vỏ thiết bị được nối đất qua điện trở tiếp đất R_{nđ}.
- ✓ Phân bố dòng trong đất:





VII.2 Độ tăng thế của đất (U_{đx}) khi có I_đ

□ Độ tăng thế của đất – GPR (Ground Potential Rise)



VII.3 Điện áp bước U_b (U_{step})

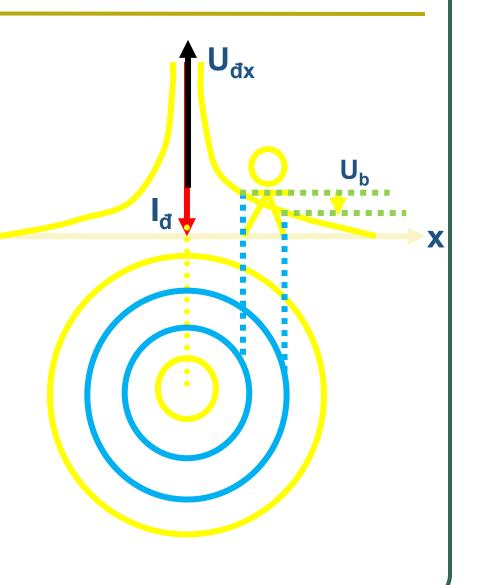
U_b: Điện áp giánggiữa 2 chân người

khi người đi vào vùng đất bị nhiễm điện

$$U_b = \frac{\rho_d \cdot I_d}{2\pi} \cdot \frac{a}{x(x+a)}$$

x : khoảng cách từ chỗ dòng đi vào đất đến chân người

a: khoảng cách bước chân

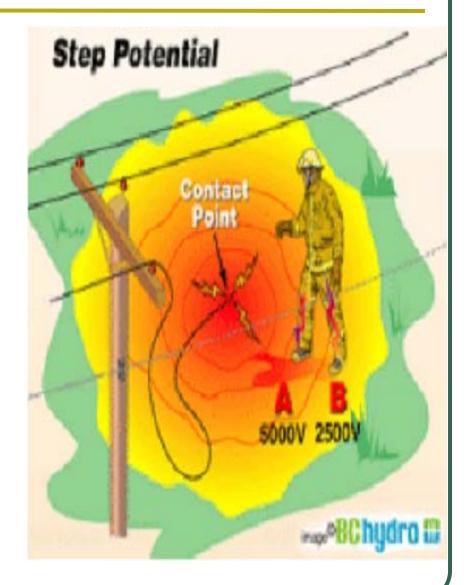


VII.2 Độ tăng thế của đất (U_{đx}) khi có I_đ

3. Điện áp bước (U₀)

$$U_b = \frac{\rho_d \cdot I_d}{2\pi} \cdot \frac{a}{x(x+a)}$$

- ρ đất : điện trở suất của đất
- ✓ Khi x \rightarrow 20m, U_b \rightarrow 0
- ✓ Khi người đứng hai chân tại hai điểm của cùng 1 đường đẳng thế U_b = 0
- ✓ Khi người đứng chụm hai chân lại, a \rightarrow 0, U_b \rightarrow 0



VII.2 Độ tăng thế của đất (U_{dx}) khi có I_d



Figure 35 Downed Power Line

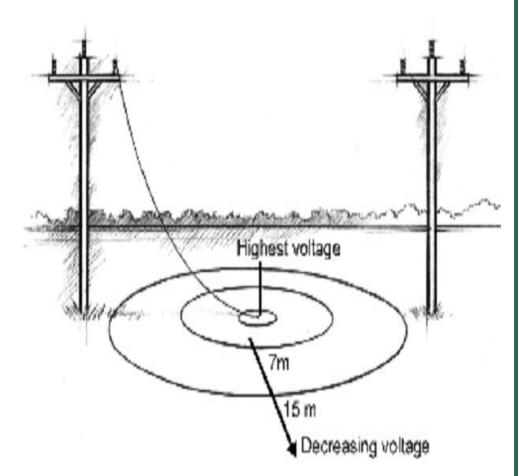
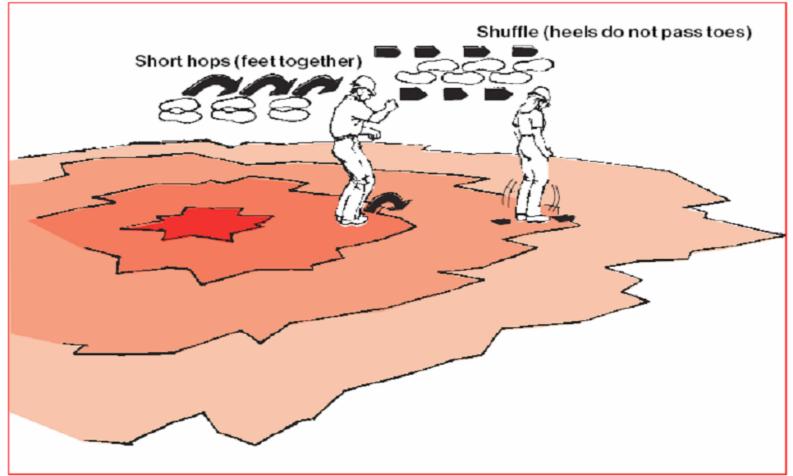


Figure 37 Step Potential "Voltage Ring"

VII.2 Độ tăng thế của đất (U_{dx}) khi có I_d

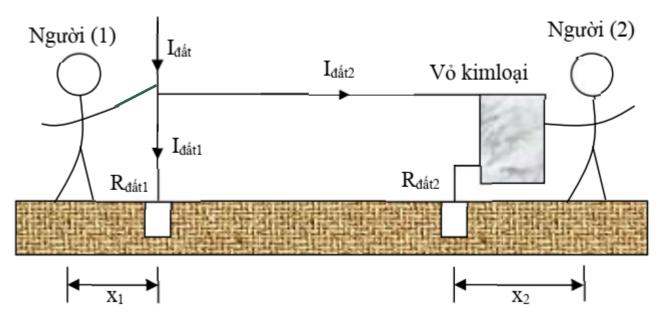


If you must move on energized ground, shuffle or hop while keeping your feet together and touching each other. Do not take steps.

Figure 38 - Proper Movement Over Energized Ground

Giải bài tập chương 1 - Các khái niệm cơ bản

Bài 1.5. Tính điện áp bước và điện áp tiếp xúc trong trường hợp như sau:



Cho biết $I_{dát1}$ =45A; $R_{dát1}$ =10 Ω ; $R_{dát2}$ =5 Ω ; x_1 =5m; x_2 =6m; $\rho_{dát}$ =100 Ω m; a=0,6m (khoảng cách bước chân). Dựa trên $U_{bước}$ và $U_{tiếp xúc}$ kết luận về an toàn của người (1) và (2). Biết điện áp U_{cp} =50V, hai điện cực nối đất cách nhau trên 20m.

Giải bài tập chương 1 (Bài 1.5)

Giải

Dòng điện đi vào điện cực nối đất R_{đất1}:

$$I_{dat1} = I_{dat} \frac{R_{dat2}}{R_{dat1+R_{dat2}}} = 45 \times \frac{5}{10+5} = 15 \text{ (A)}$$

Dòng điện đi vào điện cực nối đất R_{đất2}:

$$I_{dat2} = I_{dat} \frac{R_{dat1}}{R_{dat1+R_{dat2}}} = 45 \times \frac{10}{10+5} = 30 \text{ (A)}$$

Giải bài tập chương 1 (Bài 1.5)

Điện áp bước người (1):

$$U_{\text{buoc1}} = \frac{\rho_{\text{dat}} I_{\text{dat1}}}{2\pi} \times \frac{a}{X_1(X_1 + a)} = \frac{100 \times 15}{2\pi} \times \frac{0.6}{5(5 + 0.6)} = 5,11 \text{ (V)}$$

Điện áp tiếp xúc người (1):

$$U_{tx1} = U_{tay1} - U_{chan1} = R_{dat1}I_{dat1} - \frac{\rho_{dat}I_{dat1}}{2\pi . x_{1}}$$

$$U_{tx1} = 10 \times 15 - \frac{100 \times 15}{2\pi \times 5} = 102,25 \text{ (V)}$$

$$U_{\text{bu\'oc 1}} < U_{\text{cp}} = 50 \text{ V}, \text{ nhưng } U_{\text{tx 1}} > U_{\text{cp}} = 50 \text{ V}$$

=> Người (1) nguy hiểm

Giải bài tập chương 1 (Bài 1.5)

Điện áp bước người (2):

$$U_{\text{buoc2}} = \frac{\rho_{\text{dat}} I_{\text{dat2}}}{2\pi} \times \frac{a}{x_2(x_2 + a)} = \frac{100 \times 30}{2\pi} \times \frac{0.6}{6(6 + 0.6)} = 7.23 \text{ (V)}$$

Điện áp tiếp xúc người (2):

$$U_{tx2} = U_{tay2} - U_{chan2} = R_{dat2}I_{dat2} - \frac{\rho_{dat}I_{dat2}}{2\pi x_2}$$

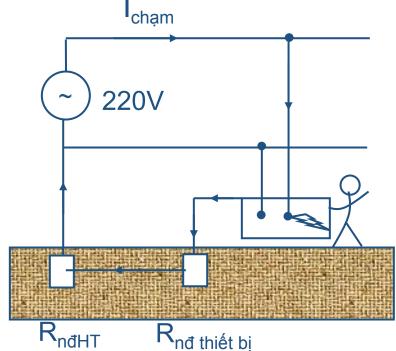
$$U_{\text{tx 2}} = 5 \times 30 - \frac{100 \times 30}{2\pi \times 6} = 70,42 \text{ (V)}$$

$$U_{\text{bu\'oc 2}} < U_{\text{cp}}$$
 =50 V, nhưng $U_{\text{tx 2}} > U_{\text{cp}}$ =50 V

=> Người (2) nguy hiểm



Ví dụ 2: Người tiếp xúc gián tiếp vào điện áp



$$I_{cham} = U_{pha}/(R_{day} + R_{ndtbi} + R_{dayn\acute{0}i\ v\acute{0}} + R_{ndHT})$$

=220/(0,1+10+0,1+4)=15,5A

$$U_{tx} = I_{cham} . R_{ndtbi} = 15,5.10 = 155V$$
Khi $R_{nen} = 0$; $R_{ng} = 2k\Omega$:
 $I_{ng} = 155/2000 = 77,5 mA$;
 $U_{ng} = I_{ng} . R_{ng} = 155V$

Kết luận:

- Chạm trực tiếp U_{ng} có thể bằng hoặc khác điện áp trong mạng điện, phụ thuộc điện trở nền dưới chân nạn nhân.
- Chạm gián tiếp U_{ng} nhỏ hơn điện áp trong mạng điện.



