

## CHƯƠNG 3 : AN TOÀN ĐIỆN

**I. PHÂN TÍCH TAI NẠN ĐIỆN**

**II. CÁC TAI NẠN ĐIỆN**

**III. CẤP CỨU NGƯỜI BỊ ĐIỆN GIẬT**

**IV. HIỆN TƯỢNG DÒNG ĐI TRONG ĐẤT,  $U_{TX}$ ,  $U_B$ .**

**V. PHÂN TÍCH AN TOÀN TRONG CÁC LƯỚI ĐIỆN**

## **KHÁI NIỆM VỀ TAI NẠN ĐIỆN**

***Tai nạn điện là tai nạn xảy ra nhiều nhất trong sinh hoạt hằng ngày cũng như trong lao động sản xuất, một phần do tính thông dụng của nó.***

***Nhưng nguyên nhân chính dẫn đến xảy ra tai nạn vẫn là do con người chưa thực hiện đầy đủ các yêu cầu về kỹ thuật an toàn trong lao động sản xuất và sinh hoạt.***

***Trong các tai nạn xảy ra do điện, tỉ lệ kỹ thuật viên điện, công nhân điện công tác trong ngành điện chiếm số lượng lớn ( có số liệu cho là 74% ).***

***Do không được chuẩn bị tốt về kỹ thuật an toàn, không thực hiện các biện pháp bảo hộ cần thiết, chủ quan.***

***Ở lứa tuổi 21-30, tai nạn điện xảy ra khá cao (51.7%), chủ yếu là do tuổi nghề chưa cao.***

***Nên kinh nghiệm về thực hiện các biện pháp bảo đảm an toàn chưa nhiều, còn chủ quan trong ý thức.***

***Các tai nạn ở điện áp thấp (<250 V đối với đất) có tỉ lệ lớn (78%), còn lại là tai nạn xảy ra ở điện áp cao.***

***Nguyên nhân chủ yếu là do các thiết bị hạ áp được dùng rất phổ biến, nhiều, và người dễ tiếp xúc.***

## **1. Các tai nạn thường xảy ra đối với điện áp thấp :**

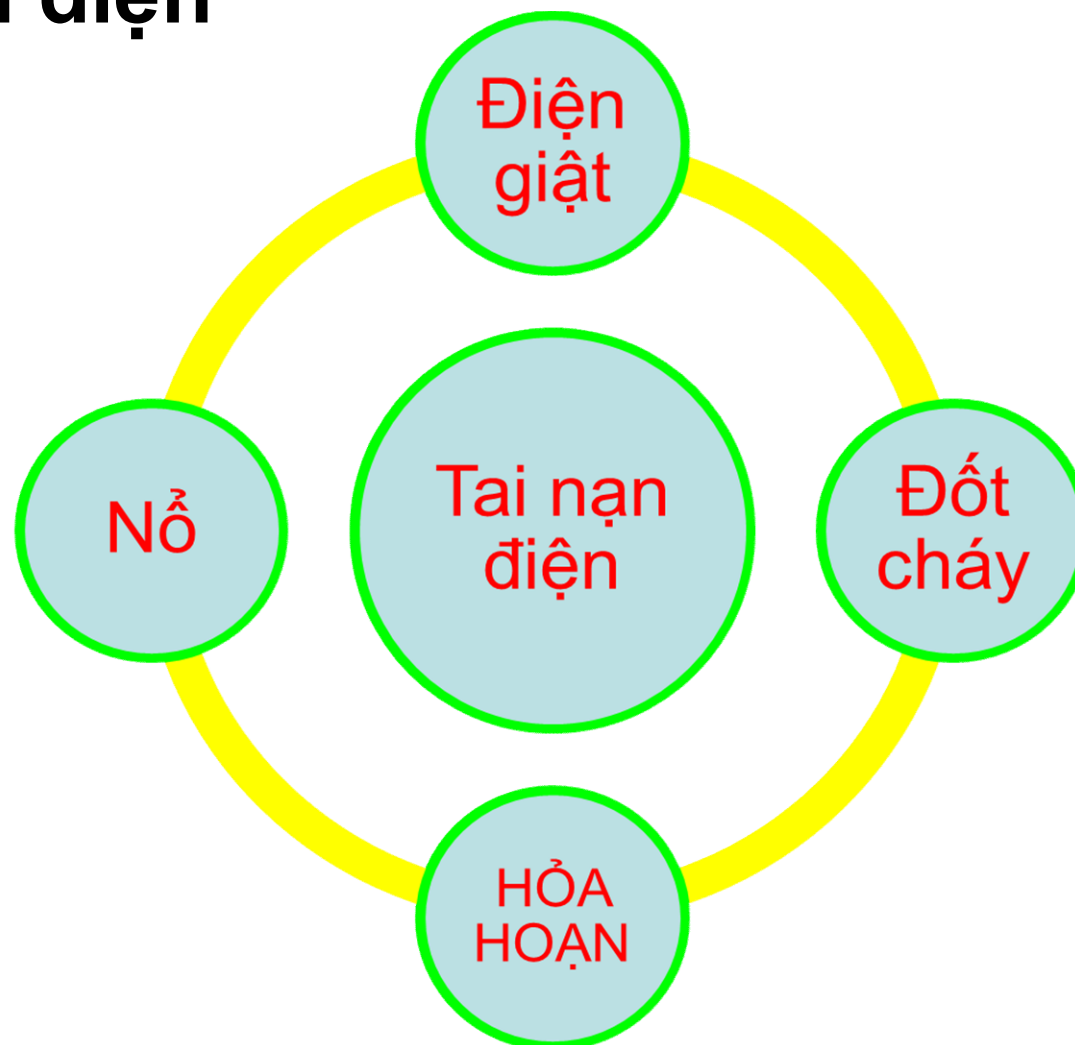
- ❖ *Sửa chữa đường dây trên cao, bị giật và rơi xuống.***
- ❖ *Lắp đặt các thiết bị chiếu sáng, bóng đèn.***
- ❖ *Rò rỉ điện ở các dụng cụ điện cầm tay và di động, đặc biệt là máy hàn, máy khoan, v.v....***

- ❖ ***Di chuyển dụng cụ, thiết bị di động khi chưa cắt nguồn.***
- ❖ ***Kéo dây, lắp đặt khí cụ điện tạm thời trên công trường.***
- ❖ ***Khi đóng cầu dao, CB đang mang tải.***

## **2. Các tai nạn thường xảy ra đối với điện áp cao ( $>250V$ ):**

- ❖ *Làm việc ở đường dây trên không thì bị hiện tượng dòng chạy ngược từ máy phát điện hạ thế nhà dân.***
- ❖ *Đóng cắt đường dây nhầm.***
- ❖ *Không tôn trọng khoảng cách với đường dây đang mang điện.***
- ❖ *Đóng, cắt các thiết bị cao áp.***

# 1. Các tai nạn có nguyên nhân xuất phát từ tai nạn điện





***a. Điện giật :***

***Do tiếp xúc với phần tử mang điện áp***

***Có thể chia làm 2 loại tiếp xúc:***

***❖ TX trực tiếp***

***❖ TX gián tiếp***

## **a1. Tiếp xúc trực tiếp**

- *Tiếp xúc với các phần tử mang điện áp đang làm việc.*
- *Sự tiếp xúc với các phần tử đã được cắt ra khỏi nguồn điện song vẫn còn tích điện tích.*
- *Sự tiếp xúc với các phần tử đã bị cắt ra khỏi nguồn điện.*

*Song phần tử này vẫn chịu một điện áp cảm ứng do ảnh hưởng của điện từ.*

**- Hay cảm ứng tĩnh điện của các thiết bị mang điện khác đặt gần.**

**a2. Tiếp xúc gián tiếp :**

**Tiếp xúc với vỏ của thiết bị mà vỏ có điện áp do bị chạm, hỏng hóc.**

**b. Đốt cháy điện :**

**Là trường hợp tai nạn điện do tiếp xúc trực tiếp**

**Nhưng khi đó dòng điện qua cơ thể người rất lớn và kèm theo hồ quang phát sinh mạnh.**

### ***c. Hỏa hoạn và cháy nổ :***

#### ***c1. Hỏa hoạn***

***Do dòng điện lớn so với dòng giới hạn cho phép***

***Gây nên sự đốt nóng dây dẫn, hay do hồ quang điện.***

#### ***c2. Sự nổ***

***Do dòng điện quá lớn so với dòng giới hạn cho phép, nhiệt độ tăng rất cao và gây nổ.***

## ***2. Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể con người.***

### ***❖ Đối với điện giật***

***Tùy theo mức độ, dòng điện qua người sẽ gây nên những phản ứng sinh học như:***

***Co cơ, tê liệt hệ thống hô hấp, sự co giãn nhịp tim bị rối loạn.***

***Sự kích thích và đình trệ hoạt động của não.***

❖ ***Đối với đốt cháy hồ quang***

- ***Dòng điện cường độ lớn tạo nên sự hủy diệt lớp da***
- ***Sâu hơn có thể hủy diệt các cơ bắp, lớp mỡ, gân, xương.***
- ***Nếu xảy ra ở một diện tích khá rộng hay tổn thương các cơ quan quan trọng có thể dẫn đến tử vong.***

***3. Các yếu tố liên quan tác hại dòng qua người :***

❖ *Giá trị lớn nhất của dòng điện không nguy hiểm đối với người là :*

*a. Giá trị dòng điện đi qua người.*

- *10mA : Dòng AC.*
- *50mA : Dòng DC.*

❖ *Ta có thể quan sát tác dụng của dòng điện AC và DC đối với cơ thể con người.*

➤ **0.6-1.5mA**

**Đối với AC**

- **Cảm giác tê;**

➤ **2-3 mA**

- **Cảm giác tê tăng lên;**

➤ **5-7 mA**

- **Bắp thịt bắt đầu co và rung;**

➤ **8-10 mA**

- **Tay khó rời vật có điện;**

**Đối với DC**

- **Chưa có cảm giác**

- **Chưa có cảm giác**

- **Đau như bị kim châm**

- **Sự nóng tăng dần**



### **Đối với AC**

#### **➤ 20-25 mA**

- **Tay không thể rời vật có điện, khó thở.**

#### **➤ 50-80 mA**

- **Tê liệt hệ hô hấp**

#### **➤ 90-100 mA**

- **Nếu kéo dài >3s tim sẽ ngừng đập;**

### **Đối với DC**

- **Bắt thịt co và rung**

- **Tay không thể rời vật có điện, khó thở**

- **Hô hấp tê liệt**

#### **4. Điện trở của người :**

**Là yếu tố quan trọng để xác định độ lớn dòng đi qua cơ thể người.**

$$I_{ng} = U_{ng} / R_{ng}$$

❖ **Điện trở của người gồm có 2 phần :**

- ***Da có điện trở từ  $(1.6-2).10^6 \Omega$***
- ***Các cơ quan nội tạng khác như: Tủy sống, huyết thanh, hệ cơ bắp, máu có điện trở khoảng vài trăm  $\Omega$ .***

- ❖ ***Điện trở người không giống nhau đối với mỗi người, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như :***
- ***Điện áp đặt lên cơ thể người***
  - ***Diện tích tiếp xúc***
  - ***Áp lực tiếp xúc***
  - ***Môi trường***
  - ***Thời gian dòng tác dụng ,.....***

## **5. Điện áp tiếp xúc**

❖ *Ta có thể coi điện áp tiếp xúc là điện áp đặt lên cơ thể người khi bị điện giật.*

▪ *Nó phụ thuộc tình trạng tiếp xúc.*

▪ *Điện áp và cấu trúc mạng điện.*

▪ *Điện áp và cấu trúc mạng điện.*

❖ *Điện áp an toàn cho người ở điều kiện bình thường :*

▪ **AC: <50V**

▪ **DC: <80V**

## **6. Đường đi của dòng qua người**

***Dòng điện đi qua tim, vị trí có hệ thần kinh tập trung,***

***Hay các vị trí khớp nối của tay có mức độ nguy hiểm cao.***

***Ví dụ : vùng đầu, gáy, cổ, thái dương ; vùng bụng, cuống phổi.***

***Dòng đi từ tay phải qua chân có lượng dòng điện đi qua tim lớn nhất.***

**❖ Ngoài ra dòng điện qua người còn phụ thuộc:**

- **Tần số dòng điện**
- **Tình trạng sức khỏe**
- **Sự chú ý của người lúc tiếp xúc**

1. Ý nghĩa của việc cấp cứu kịp thời :
2. Cách tách người bị giật ra khỏi mạch điện :
  - a. Trường hợp cắt được mạch điện :*
  - b. Trường hợp không cắt được mạch điện :*
    - ❖ *Mạch điện hạ áp :*
    - ❖ *Mạch cao áp :*

❖ **Mạch điện hạ áp :**





❖ ***Mạch điện hạ áp :***



❖ *Mạch điện hạ áp :*



❖ **Mạch cao áp :**



❖ **Mạch cao áp :**



❖ *Mạch cao áp :*



❖ **Mạch cao áp :**



### 3.CẤP CỨU NGƯỜI BỊ ĐIỆN GIẬT

#### ***a.Nạn nhân chưa bị mất tri giác :***

*Khi người bị nạn chưa bị mất tri giác, chỉ bị hôn mê trong giây lát, tim còn đập, thở yếu thì phải:*

*Đỡ nạn nhân ra chỗ thoáng khí chăm sóc cho hồi tỉnh.*

*Sau đó mời y, bác sỹ hay đem đến cơ quan y tế.*

#### ***b. Nạn nhân mất tri giác.***

*Người bị nạn mất tri giác nhưng vẫn còn thở nhẹ, tim đập yếu thì :*

- ❖ *Nới rộng quần áo, thắt lưng moi nhốt, dãi trong mồm nạn nhân ra.*
- ❖ *Cho nạn nhân ngửi amôniac, nước tiểu, ma sát toàn thân cho nóng lên.*
- ❖ *Và cho người đi mời y, bác sỹ đến chăm sóc. Đặt nạn nhân nơi thoáng khí, yên tĩnh.*

***c. Nạn nhân đã tắt thở (xem nạn nhân vẫn còn sống).***

*Nếu người bị nạn không còn thở, tim ngừng đập, giống như chết hoặc toàn thân co giật thì:*



- ❖ *Phải đưa nạn nhân ra chỗ thông khí, nới rộng quần áo, thắt lưng.*
- ❖ *Moi nhốt, dãi trong mồm nạn nhân*
- ❖ *Nếu lưỡi bị thụt vào thì kéo ra.*

*Tiến hành làm hô hấp nhân tạo và hà hơi thổi ngạt ngay.*

*Phải làm liên tục, kiên trì cho đến khi có ý kiến của y, bác sỹ mới thôi.*

***d. Hô hấp nhân tạo và ép tim ngoài lồng ngực ngay tại chỗ***

- ***Với nạn nhân còn tỉnh: Kiểm tra mức độ tổn thương ở các vị trí nặng hay nhẹ.***
- ***Cần kiểm tra tổn thương nguy hiểm trước như ở đốt sống cổ, lưng bị vẹo, lưỡì thụt vào vì những tổn thương này có thể gây liệt nếu không sơ cấp cứu kịp thời.***

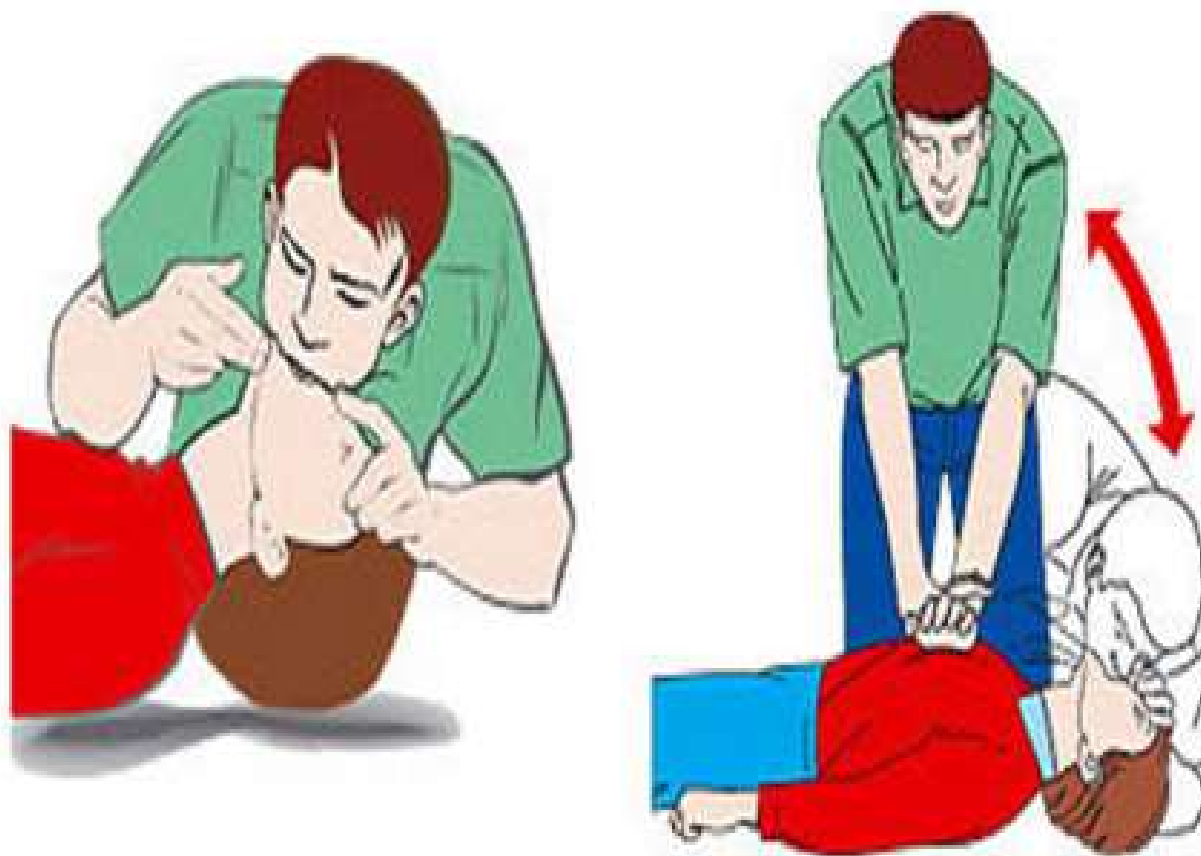
*Trường hợp nạn nhân không còn thở, cần hô hấp nhân tạo và ép lồng ngực ngay tại chỗ. Cách hô hấp nhân tạo như sau:*

- *Nới rộng quần áo và dây thắt lưng, đệm dưới cổ cho đầu hơi ngửa ra sau để đảm bảo đường hô hấp được thông thoáng. Đặt nạn nhân ở tư thế thẳng thoải mái.*
- *Một tay bịt mũi nạn nhân, tay kia kéo hàm xuống dưới để miệng hở ra*
- *Tiến hành hà hơi thổi ngạt*

- ***Kết hợp ép tim ngoài lồng ngực***
- ***Người tiến hành ép tim ngồi bên trái nạn nhân, hai bàn tay chồng lên nhau rồi để trước tim, tương ứng với khoang liên sườn 4 - 5 bên ngực trái.***
- ***Từ từ ấn sâu xuống khoảng từ 1/3 cho đến một nửa bề dày lồng ngực, sau đó rời lòng tay ra.***

- ***Nếu có 2 người cấp cứu, cách phối hợp đó là thổi ngạt 1 lần thì ép tim 4 nhịp. Khi không thổi vào mồm được thì bịt mồm và thổi vào mũi nạn nhân.***
- ***Nếu có 1 người cấp cứu, thì có thể làm như sau: Lần lượt thay đổi các động tác cứ 2-3 lần thổi ngạt thì chuyển sang 4-6 lần ấn vào lồng ngực .***
- ***Thực hiện hà hơi thổi ngạt kết hợp ép tim từ 14-16 lần/phút làm kiên trì cho đến khi nạn nhân thở được hoặc có ý kiến y, bác sỹ mới thôi.***

*e. Tham khảo*



Tiến hành hô hấp nhân tạo khi nạn nhân không còn thở (Ảnh: Internet)





Figure A

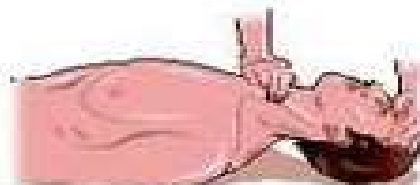


Figure D



Figure B



Figure E

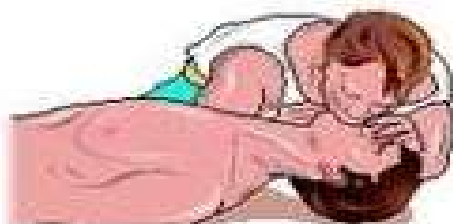


Figure C



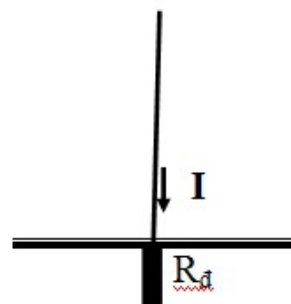
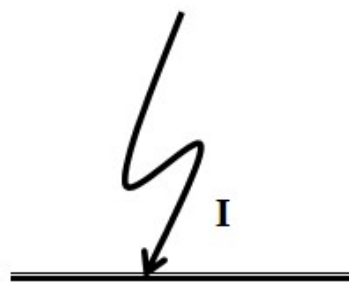
Figure F



## 1. Hiện tượng dòng đi trong đất

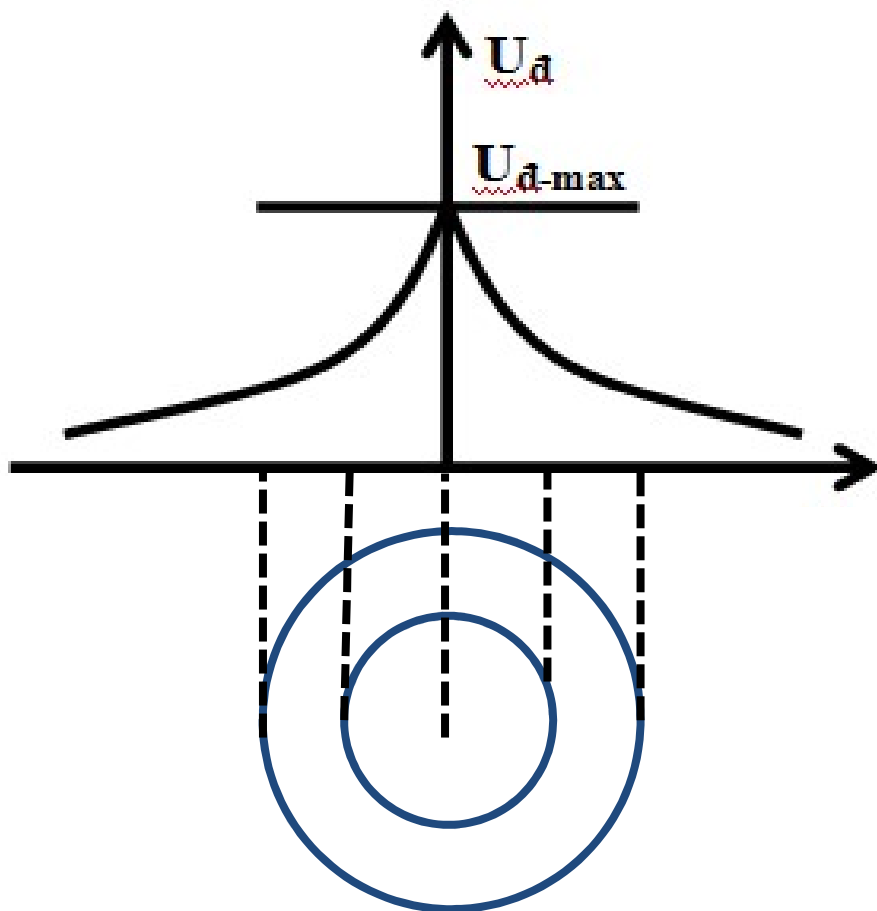
**Xét hai trường hợp :**

- ❖ Dây pha bị đứt rơi xuống đất.
- ❖ Thiết bị điện bị chạm vỏ do hư hỏng cách điện, vỏ thiết bị được nối qua điện trở tiếp đất  $R_d$



- *Khi đó sẽ có dòng điện sự cố chạy giữa vị trí chạm đất hoặc điện cực nối đất tỏa ra môi trường xung quanh.*
- *Giữa vị trí chạm đất và đất bao xung quanh sẽ có sự phân bố điện thế trong và trên mặt đất.*
- *Ở ngay chỗ chạm đất, điện trở của đất sẽ lớn do dòng chạy qua diện tích nhỏ.*
- *Càng xa vị trí này, điện trở của đất sẽ giảm theo khoảng cách, sự sụt áp điện thế sẽ nhỏ.*

Mô phỏng hiện tượng dòng đi vào trong đất



$U_d$  có dạng hyperboloid tròn xoay

***Mật độ dòng điện  $J$  xét theo 1 phương bất kỳ***

$$|\vec{j}| = \frac{I_{đ}}{2\pi x^2}$$

$2\pi x^2$ : diện tích mặt bán cầu bán kính  $x$

***Càng gần điện cực, diện tích mặt bán cầu càng bé.***

***Mật độ dòng điện càng lớn và ngược lại***

**Đất là môi trường dẫn điện với điện dẫn suất  $\lambda_d$**

**Điện trường theo phương bất kỳ trong đất:**

$$E = \rho_d \cdot J ; \rho_d = 1/\lambda_d$$

**Vậy điện áp dU giáng trên lớp đất có bề dày dx**

**Cách điểm có  $I_d$  đi vào trong đất một khoảng x được tính:**

$$du = E dx = \rho_d \cdot J dx = \rho_d \frac{I_d}{2\pi x^2} dx$$

**Nếu  $x \rightarrow \infty$  thì  $J \rightarrow 0$ ; nếu  $x \neq \infty$   
thì điện áp tại đó so với điểm chạm được tính:**

$$\begin{aligned}\varphi_A(\text{thế}) &= U_A = \int_{x_A}^{\infty} du = \rho_{đ} \cdot l_{đ} \cdot \int_{x_A}^{\infty} \frac{dx}{2\pi x^2} \\ &= \frac{\rho_{đ} \cdot l_{đ}}{2\pi} \left( \frac{1}{x_A} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{\rho_{đ} \cdot l_{đ}}{2\pi \cdot x_A}\end{aligned}$$

**Nếu  $x_A \rightarrow 0$ , xét  $U_{đ}$  tại vị trí  $l_{đ}$  đi vào:**

$$U_{đ\max} = l_{đ} \cdot R_{đ}$$

**Điện áp bước:**

$$U_b = \int_x^{x+a} du = \rho_{đ.lđ} \int_x^{x+a} \frac{dx}{2\pi x^2}$$

$$= \frac{\rho_{đ.lđ}}{2\pi} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x+a} \right) = \frac{\rho_{đ.lđ} \cdot a}{2\pi \cdot x(x+a)}$$

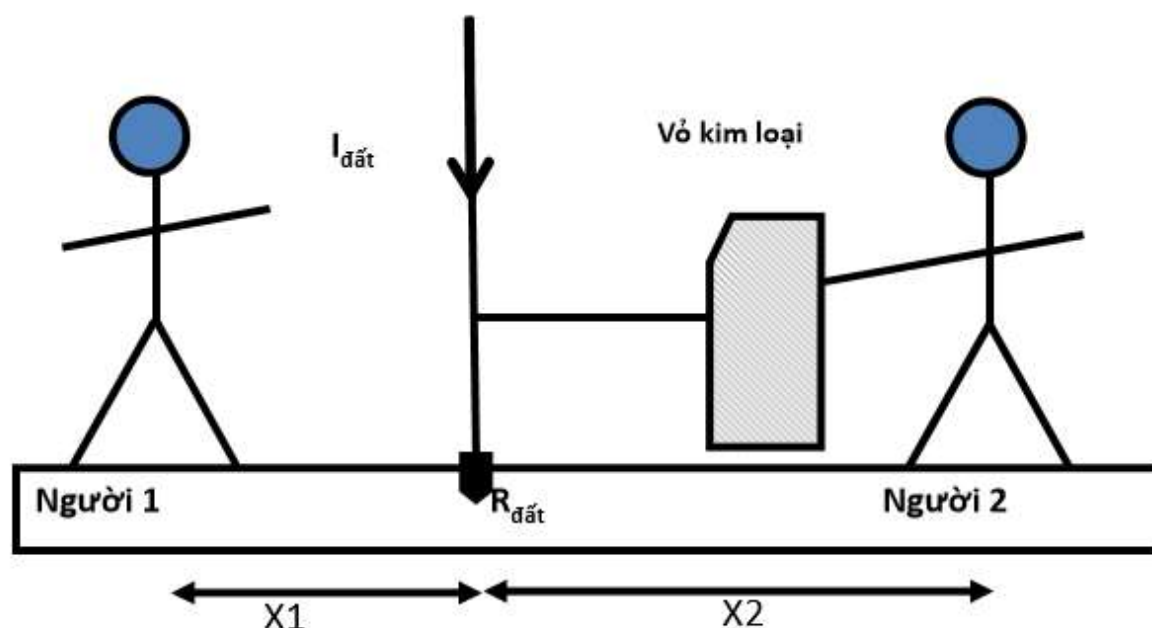
$$U_{tx} = U_{tay} - U_{tay} ; U_{tx} = U_{tay} - U_{chan} ; U_{tx} = U_{chan} - U_{chan}$$

**VD1** :Tìm 3 trường hợp tiếp xúc, mỗi trường hợp tx độc lập như trên, tìm 3 trường hợp tx, mỗi trường hợp có 2 trong 3 cách tx trên, tìm 1 trường hợp tx gồm có cả 3 cách tx trên.



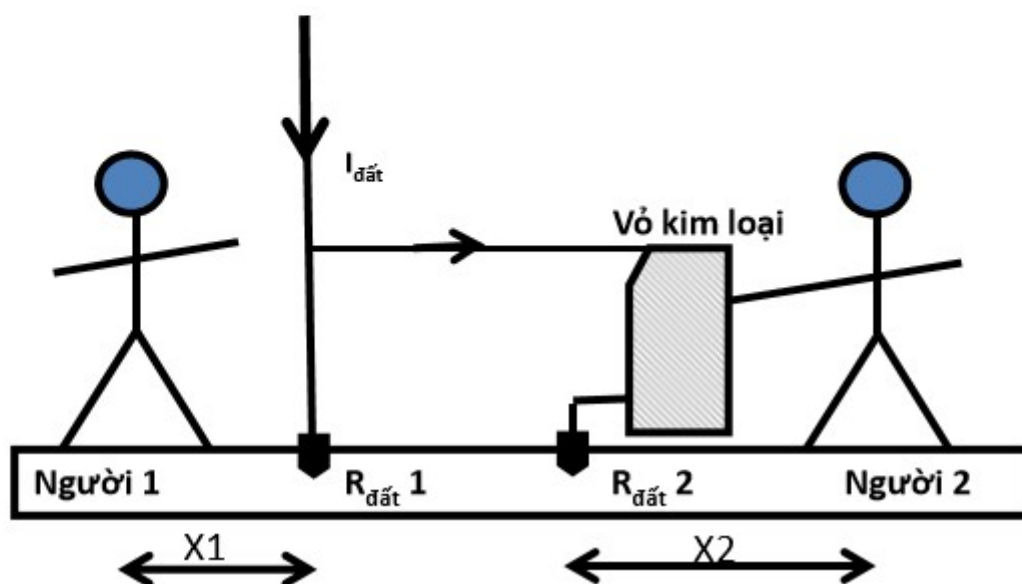
**VD2**

$I_{\text{đất}} = 40\text{A}$ ,  $R_{\text{đất}} = 10\Omega$ ,  $x_1 = 7\text{m}$ ,  $x_2 = 15\text{m}$ ,  $\rho_{\text{đất}} = 100\Omega\text{m}$ ,  
 $a = 0.4\text{m}$  (bước chân người). Dựa trên  $U_{\text{bước}}$  và  $U_{\text{tx}}$   
 kết luận về an toàn cho người 1 và người 2. Biết  
 $U_{\text{cp}} = 36\text{V}$ .

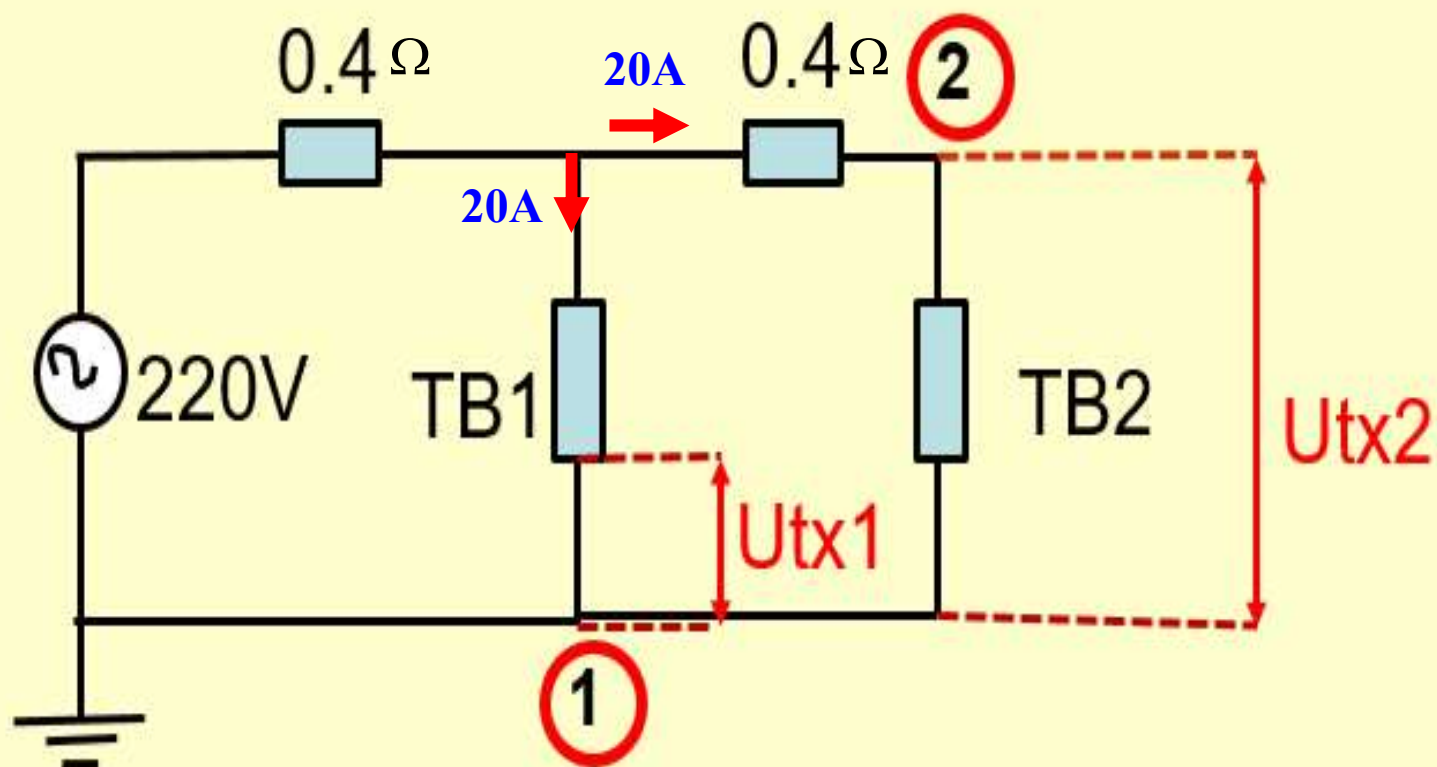


VD3

$I_{\text{đất}} = 60\text{A}$ ,  $R_{\text{đất}1} = 5\Omega$ ,  $R_{\text{đất}2} = 10\Omega$   $x_1 = 6\text{m}$ ,  $x_2 = 8\text{m}$ ,  
 $\rho_{\text{đất}} = 100\Omega\text{m}$ ,  $a = 0.6\text{m}$ . Dựa trên  $U_{\text{bước}}$  và  $U_{\text{tx}}$  kết luận  
về an toàn cho người 1 và người 2.  $U_{\text{cp}} = 50\text{V}$

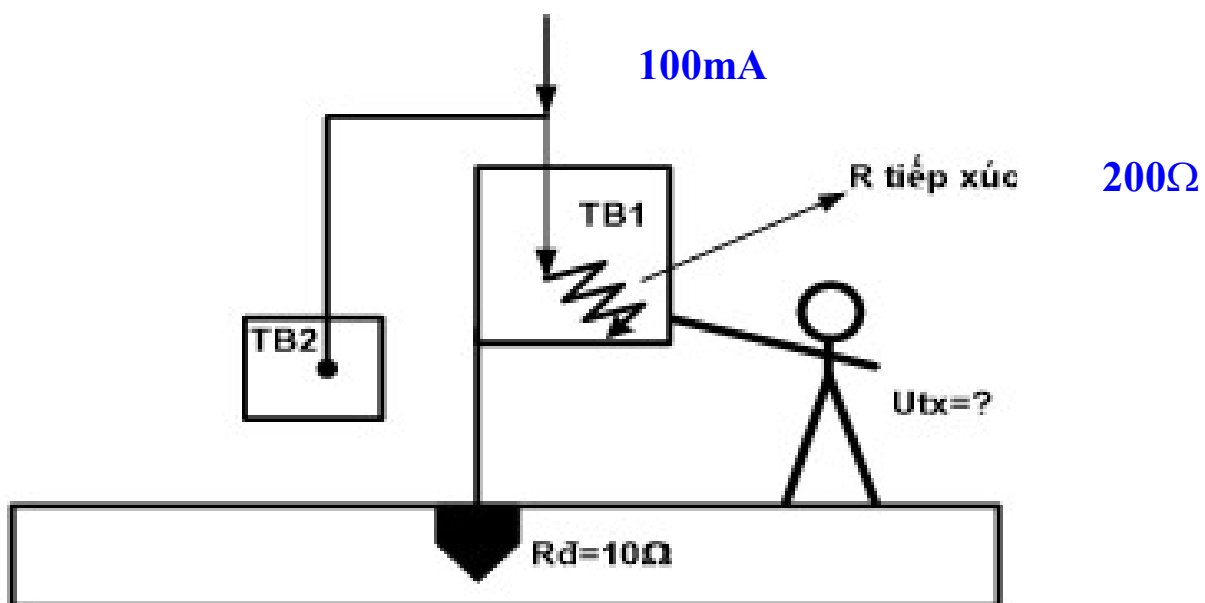


VD 4



Tìm  $U_{tx1}$ ,  $U_{tx2}$

VD 5



VD 6

