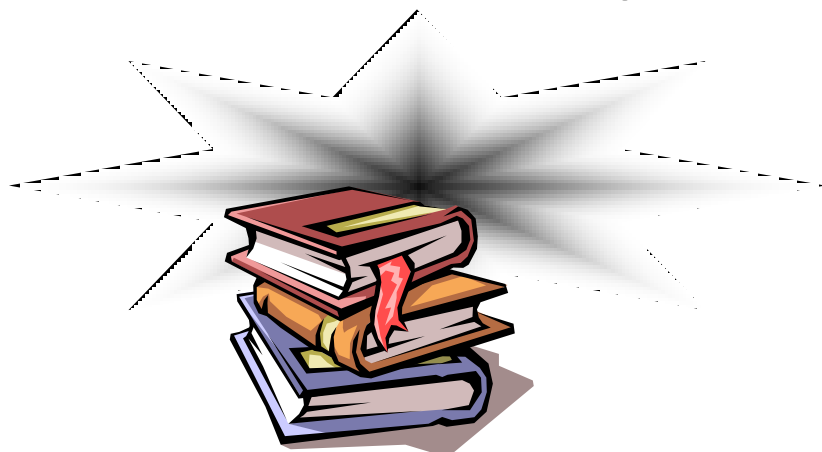




**Giáo trình**

**Kỹ thuật an  
toàn điện**

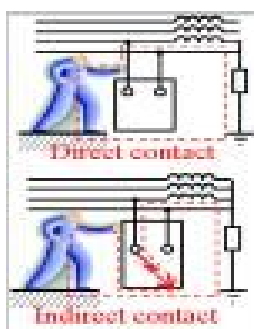


## Chương 1: KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

### Bài 1: NHỮNG NGUY HIỂM DẪN ĐẾN TAI NẠN DO DÒNG ĐIỆN

#### 1. Điện giật

**Nguyên nhân:** là do tiếp xúc trực tiếp hay gián tiếp với các phần tử có điện áp. Để phòng tránh các tai nạn do tiếp xúc điện thì việc đầu tiên là phải tuân theo các quy trình quy phạm an toàn điện, ngoài ra việc thiết lập các hệ thống bảo vệ là rất quan trọng.



#### a. Tiếp xúc trực tiếp bao gồm:

- ✖ Tiếp xúc với các phần tử đang có điện áp làm việc
- ✖ Tiếp xúc với các phần tử đã được cắt điện khỏi nguồn nhưng vẫn còn điện do còn điện dung hay điện áp cảm ứng do ảnh hưởng của điện từ hay cảm ứng tĩnh điện do các trang thiết bị khác đặt gần.

Để bảo vệ, phòng tránh tai nạn do tiếp xúc trực tiếp gây ra, người ta đã thiết lập rất nhiều quy phạm, quy trình an toàn điện. Tiếp xúc trực tiếp rất nguy hiểm nhưng chúng ta có thể trông thấy, biết trước hay cảm giác được và có biện pháp an toàn thích hợp.

#### b. Tiếp xúc gián tiếp bao gồm:

- ✖ Tiếp xúc với rào chắn, vỏ máy, thanh giằng...hay tiếp xúc với các trang thiết bị điện mà chúng đã có điện do bị chạm hay hư cách điện.
- ✖ Tiếp xúc với các phần tử có điện áp cảm ứng do ảnh hưởng điện từ hay tĩnh điện

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

- ✖ Khi người chạm vào vật mang điện, giữa tay và chân người có 1 điện áp đặt vào và gọi là điện áp tiếp xúc. Dòng điện qua người

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

trong trường hợp này là:

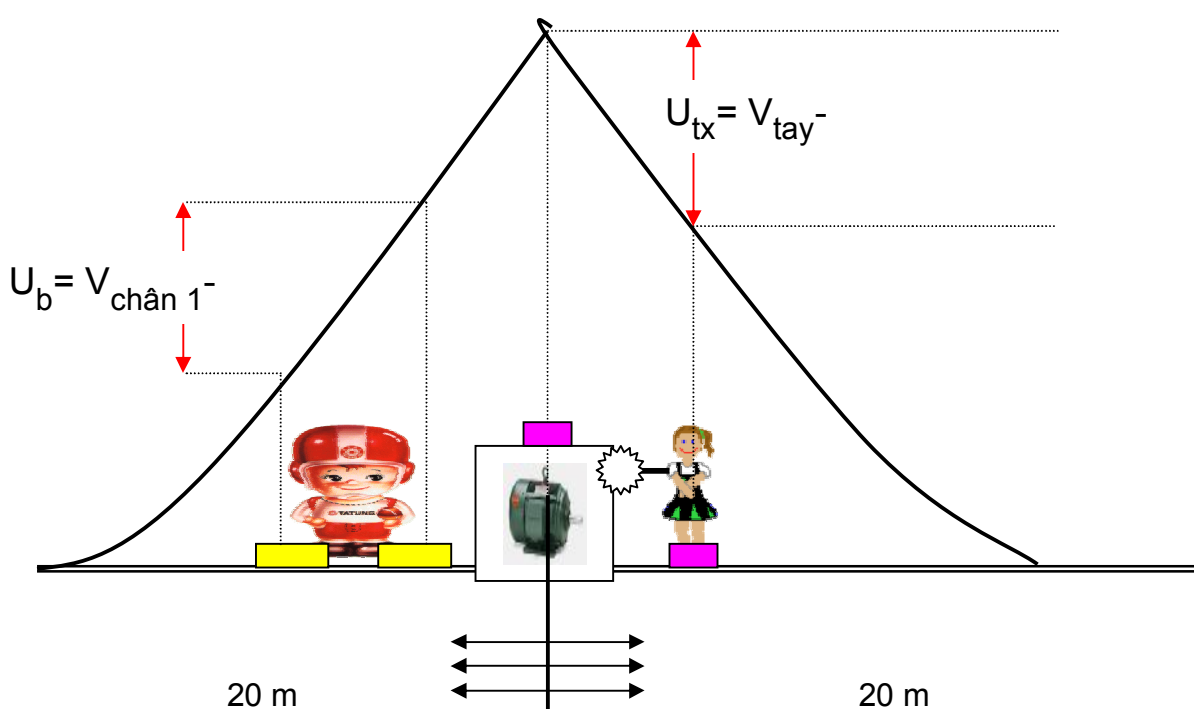
✘ Từ hình vẽ dưới ta thấy càng đứng xa chỗ nối đất thì điện áp tiếp xúc càng lớn.

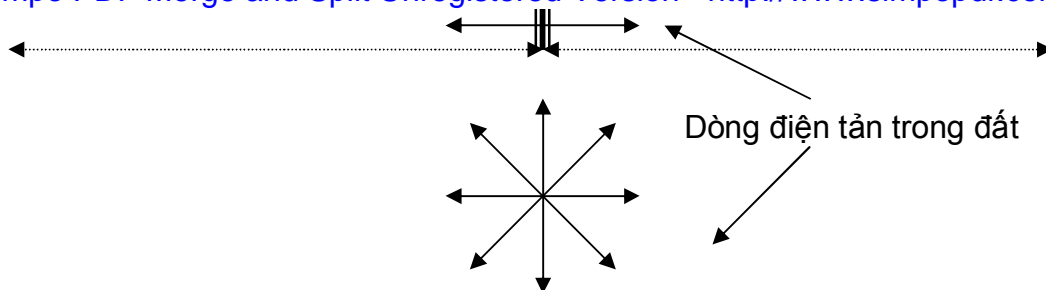
Còn điện áp mà con người phải chịu khi tiếp xúc hai điểm trên mặt đất nằm trong phạm vi dòng điện chạy trong đất có sự chênh lệch điện thế được gọi là **điện áp bước**.

✘ Điện áp này thường xuất hiện ở gần các cọc tiếp đất hay ở gần vị trí dây đang mang điện rớt xuống: Khi dòng điện chạy qua hệ thống nối đất để đi vào trong đất hay do có một dây dẫn có điện áp bị đứt rơi trên đất thì đất sẽ là điện trở đối với dòng điện này. Điện trở của đất sẽ giảm theo khoảng cách càng xa đối với điểm dòng điện chạy vào đất. Đến một khoảng cách nào đó (khoảng 20m) thì điện trở này thực tế bằng 0. (68% điện áp rơi trong khoảng cách 1m; 24% từ 1-10m). Vùng mà mật độ dòng điện bị triệt tiêu gọi là vùng điện thế không.

✘ Điện áp bước càng lớn khi người càng đi gần vào cực tiếp đất. Trong khu vực này con người nên di chuyển với những bước ngắn.

Bảo vệ phòng tránh tai nạn điện do tiếp xúc gián tiếp rất quan trọng vì khả năng xảy ra cao mà lại khó lường trước. Việc mắc các rơle bảo vệ để tác động khi có dòng điện chạy vào đất không nhằm mục đích chính là tránh tai nạn do tiếp xúc trực tiếp mà các rơle này được gắn với mục đích bảo vệ khi có tiếp xúc gián tiếp.





## 2. Đốt cháy điện

**Nguyên nhân:** do ngắn mạch nguy hiểm, thường xảy ra khi thay cầu chì hay mở dao cách ly khi lưới điện đang có tải hay đang bị sự cố...

Thường tai nạn do đốt cháy điện xảy ra do tiếp xúc trực tiếp, lúc này có dòng điện rất lớn chạy qua người gây đốt cháy cơ thể người.

## 3. Hỏa hoạn và nổ

Tai nạn điện do hỏa hoạn và nổ xảy ra rất ít so với bị điện giật.

### a. Hỏa hoạn:

Nguyên nhân:

- ✖ do dòng điện quá giới hạn
- ✖ do hồ quang điện
- ✖ do các điều kiện vận hành điện cụ thể

### b. Nổ:

Do dòng điện ở gần một không gian nào đó có hợp chất nổ như khí gas, khí  $H_2$  .... Khi dòng điện quá lớn làm tăng nhiệt độ của dây dẫn quá giới hạn tạo nên sự nổ.

## 4. Phóng điện do điện cao áp:

Khi người đến gần điện cao thế, mặc dù chưa chạm vào trực tiếp nhưng ở một khoảng cách đủ nhỏ thì có sự phóng điện qua cơ thể. Dòng điện rất lớn nên rất nguy hiểm. Tùy theo cấp điện áp mà khi công tác ta phải giữ khoảng cách an toàn.

# Bài 2: ẢNH HƯỞNG CỦA DÒNG ĐIỆN ĐỐI VỚI CƠ THỂ CON NGƯỜI

## 1. Do điện giật và đốt cháy điện:

Khi cơ thể con người có dòng điện đi qua sẽ làm tổn thương toàn bộ cơ thể nhất là khi dòng điện đi qua tim và hệ thống thần kinh. Dòng điện này làm cho các sợi cơ tim co giãn nhanh và hỗn loạn (hay còn gọi là sự rung) dẫn đến tử vong.

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Sự đốt cháy do hồ quang thường gây nên hậu quả trầm trọng. Nó có thể phá hủy một bộ phận hay toàn bộ cơ thể con người. Dòng điện càng lớn thì sự phá hủy cơ thể con người càng nghiêm trọng.

## **2. Các yếu tố xác định tình trạng nguy hiểm của điện giật và các giới hạn cho phép**

### **a. Cường độ dòng điện chạy qua người.**

Giá trị lớn nhất của dòng điện không nguy hiểm cho con người là **10mA** (dòng AC) và **50 mA** (dòng DC).

Đối với dòng AC khi cường độ dòng điện từ 10 tăng lên 50 mA thì cơ thể con người sẽ khó thoát khỏi vật mang điện do sự co giật của cơ bắp. Khi cường độ dòng điện cao hơn 50mA sẽ dẫn đến tình trạng tử vong.

### **b. Đường đi của dòng điện qua người**

Khi dòng điện đi qua tim hay hệ thần kinh thì mức độ nguy hiểm càng cao.

<i>Đường dòng điện đi</i>	<i>Phân lượng dòng điện qua tim (%)</i>
<i>Chân <math>\Rightarrow</math> chân</i>	0,4
<i>Tay <math>\Rightarrow</math> tay</i>	3,3
<i>Tay trái <math>\Rightarrow</math> chân</i>	3,7
<i>Tay phải <math>\Rightarrow</math> chân</i>	6,7

### **c. Tình trạng sức khỏe người bị điện giật**

Người đang mệt mỏi, uống rượu, trẻ em hay phụ nữ sẽ bị điện giật trầm trọng hơn trong cùng một điều kiện so với người khỏe mạnh.

### **d. Tần số dòng điện**

Dòng điện công nghiệp 50Hz nguy hiểm hơn dòng điện DC do nó tạo nên sự rối loạn mà con người khó có thể tự tách mình khỏi nguồn điện.

Ở lưới điện AC dòng điện điện dung sẽ làm tăng giá trị dòng điện tổng qua cơ thể con người. Còn trong lưới DC không có điện dung của lưới.

Tần số càng cao thì điện giật càng ít nguy hiểm tuy nhiên sự đốt cháy tạo nên bởi tần số càng cao càng nghiêm trọng.

### **e. Môi trường xung quanh**

Độ ẩm, nhiệt độ càng cao thì càng nguy hiểm do điện trở suất da của con người bị giảm

### **f. Tính chủ động khi bị điện giật**

Tai nạn do điện giật khi con người chủ động ít nguy hiểm hơn so với khi thụ động

### **g. Thời gian dòng điện đi qua người**

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Thời gian điện giật cho phép phụ thuộc vào thể trạng người và cường độ dòng điện:

**Giá trị lớn nhất cho phép an toàn đối với người khỏe**

Dòng điện mA	10	60	90
Thời gian-giây	30	10-30	3

Thời gian đủ để tránh điện giật nguy hiểm là  $t < 0,2$  sec khi điện áp  $U < 250V$  và  $t < 0,1$ sec khi điện áp cao hơn 250V (tuy nhiên điện áp tiếp xúc phải  $< 500V$ ).

**k. Điện áp**

Thực tế không cho phép xác định điện áp cho phép vì sự nguy hiểm của điện giật phụ thuộc vào cường độ dòng điện. Tuy nhiên người ta cũng thiết lập một số điện áp cho phép như sau:

Điện áp cung cấp lớn nhất đối với các dụng cụ điện cầm tay là:

- ✘  $U < 380V$  nếu có bộ phận ngăn cách an toàn
- ✘  $U < 127V$  nếu có bảo vệ nối đất
- ✘  $U < 42V$  nếu có cách điện tăng cường
- ✘  $U < 24V$  đối với cách điện bình thường

Điện áp cung cấp lớn nhất đối với các bóng đèn soi sáng là:

- ✘  $U < 220V$  đối với các bóng đèn được mắc cố định hay nơi có ít người
- ✘  $U < 127V$  đối với các bóng đèn được mắc cố định ở khu vực nguy hiểm
- ✘  $U < 24V$  đối với các bóng đèn cầm tay và bóng đèn được mắc cố định ở khu vực có nhiều người, khu vực nguy hiểm
- ✘  $U < 12V$  đối với các bóng đèn cầm tay và bóng đèn được mắc cố định ở khu vực có nhiều người, khu vực rất nguy hiểm

Điện áp tiếp xúc và điện áp bước lớn nhất cho phép:

- ✘  $U < 40V$  đối với trang thiết bị cố định và di động ở khu vực khá nguy hiểm
- ✘  $U < 24V$  đối với trang thiết bị cố định và di động ở khu vực rất nguy hiểm

**i. Điện trở cơ thể con người**

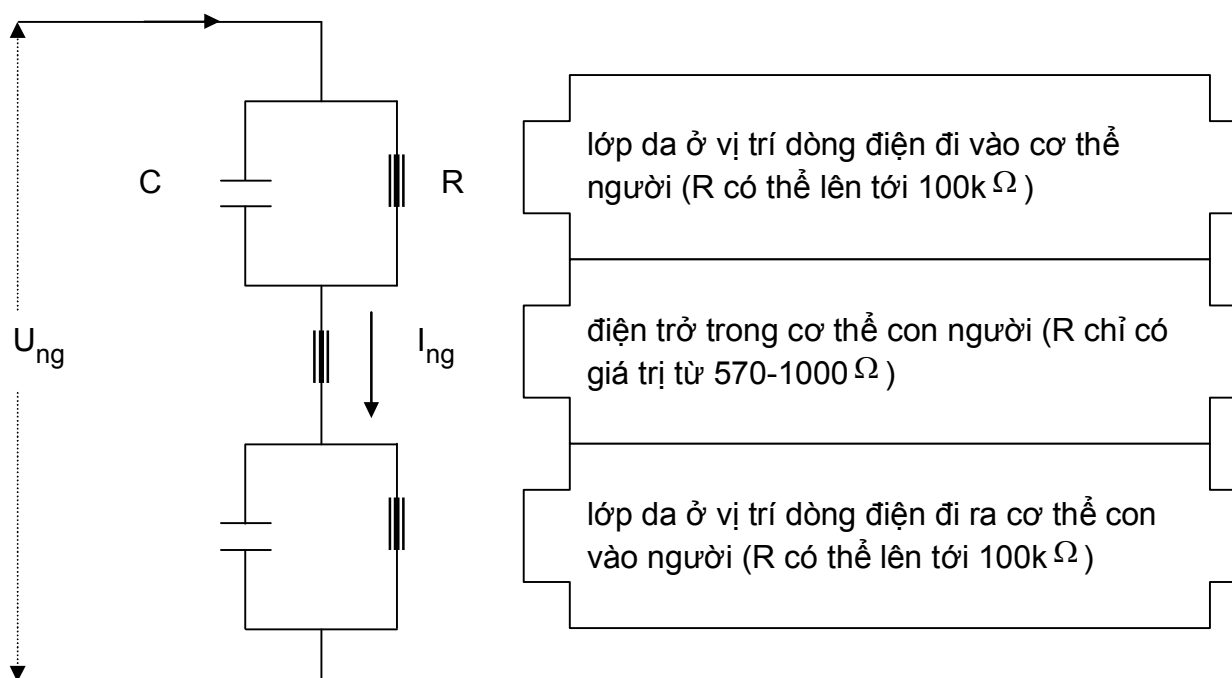
Có vai trò rất quan trọng. Điện trở cơ thể con người phụ thuộc vào:

- ✘ Diện tích tiếp xúc
- ✘ Áp lực tiếp xúc
- ✘ Vị trí cơ thể
- ✘ Độ ẩm môi trường
- ✘ Nhiệt độ môi trường
- ✘ Thời gian dòng điện tác dụng



Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Điện trở cơ thể con người sẽ giảm đi khi điện áp tăng đến một giá trị giới hạn. Điện áp xuyên qua da con người bắt đầu từ 10-50V. Thường trong tính toán người ta chọn  $R_{\text{người}} = 1000\Omega$ .



### Bài 3: XÁC ĐỊNH DÒNG ĐIỆN CHẠY QUA NGƯỜI

Dòng điện chỉ có thể chạy qua cơ thể con người khi có sự chênh lệch điện thế giữa 2 bộ phận của cơ thể. Giá trị dòng điện chạy qua cơ thể con người phụ thuộc nhiều vào lưới điện.

Trong tài liệu này chia lưới điện thành các loại sau:

**Mạng điện đơn giản là các mạng điện một chiều hay xoay chiều một pha.**

✖ *Lưới điện cách điện đối với đất*

✖ *Lưới điện có nối đất*

**Mạng điện 3 pha**

✖ *Lưới điện 3 pha cách điện đối với đất: Điểm trung tính được cách điện đối với đất và không được dùng làm điểm làm việc (3 dây)*

✖ *Lưới 3 pha nối đất: điểm trung tính nối đất qua một điện trở nhỏ do đó nó trở thành điểm trung tính hay điểm không.*

**Quy định:**

✖  $I_{\text{ng}}$ : dòng điện đi qua cơ thể con người

✖  $R_{\text{ng}}$ : điện trở con người

✖  $R_{\text{cd}}$ : điện trở cách điện của dây dẫn so với đất

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

✖  $R_{dd}$ : điện trở của dây dẫn điện

✖  $R_{de}$ : điện trở thảm, nền cách điện mà người đứng trên đó

✖  $R_{td}, R_0$ : điện trở tiếp đất

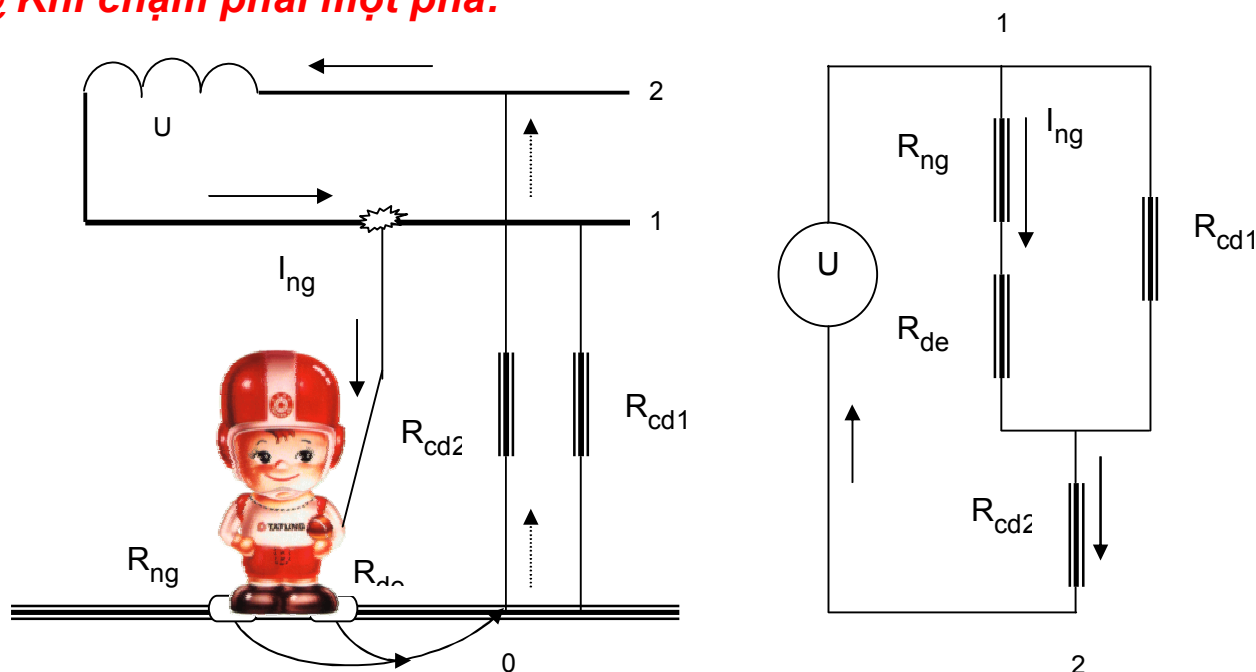
✖  $I_{td}$ : dòng điện chạy qua hệ thống tiếp đất

✖  $U_{td}$ : điện áp chạy qua hệ thống tiếp đất

## 1. Mạng điện đơn giản

### a. Mạng điện đơn giản cách điện đối với đất

@ Khi chạm phải một pha:



Khi người chạm phải một pha, sẽ có dòng điện chạy qua cơ thể con người ( $R_{ng}$ )  $\Rightarrow$  qua đất  $\Rightarrow$  qua điện trở cách điện đối với đất của lưới điện ( $R_{cd2}$ ).

Giải mạch điện tương đương ta có:  $I_{ng} = \frac{U}{[R_{ng}(R_{cd1} + R_{cd2}) + R_{cd1}R_{cd2}]}$

**Trường hợp  $R_{cd1} = R_{cd2} = R_{cd}$  và  $R_{de} = 0$**  (chân con người tiếp xúc

trực tiếp với đất):  $I_{ng} = \frac{U}{2R_{ng} + R_{cd}}$ . Ta thấy rằng điện trở cách điện của mạng điện  $R_{cd}$  có ảnh hưởng rất lớn đến cường độ dòng điện qua người.

✖ Lưu ý rằng khi có 100 thiết bị điện trong một lưới điện, nếu mỗi thiết bị có điện trở cách điện là  $1.000.000\Omega$  thì điện trở cách điện



Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

tương đương của toàn lưới sẽ là:  $1.000.000\Omega / 100 = 10.000\Omega$

Ta có thể tính  $R_{cdct} = U / I_{ngcp} - 2R_{ng}$ . Do điều kiện để đảm bảo an toàn là:  $R_{cd} > R_{cdct}$  [Lấy  $R_{ng} = 1000\Omega$  và  $I_{ngcp} = 8-10mA$  ( $f=50Hz$ )] ta có kết quả sau:

✘ Mạng điện áp  $U < 127V$  thì  $R_{cd} > 10.700\Omega$

✘ Mạng điện áp  $U < 220V$  thì  $R_{cd} > 20.000\Omega$

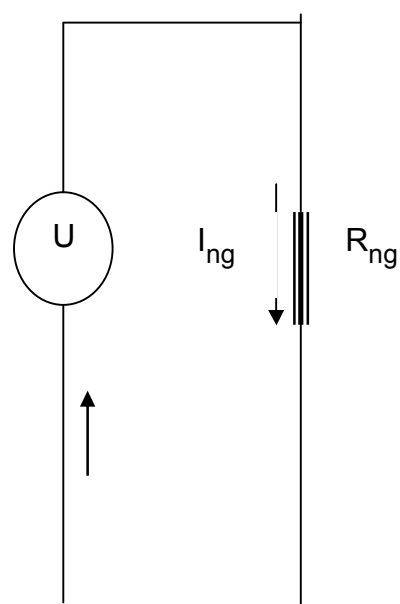
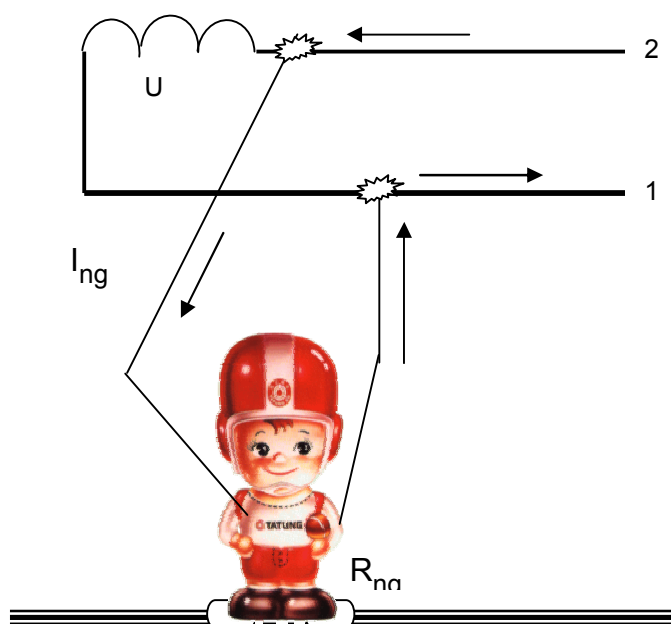
Khi  $R_{cd1} = R_{cd2} = R_{cd}$  và có  $R_{de}$  (chân con người tiếp xúc với đất

qua  $R_{de}$ ):  $I_{ng} = \frac{U}{[(2R_{ng} + R_{de}) + R_{cd}]}$

✘ Từ công thức trên ta thấy khi tăng  $R_{de}$  lên thì giá trị  $I_{ng}$  sẽ giảm xuống thấp. Vì vậy khi công tác, nếu ta dùng thêm ủng, găng cách điện ...thì sẽ rất an toàn cho con người. Ví dụ ở lưới điện 500V nếu  $R_{de} \geq 50.000\Omega$  thì giá trị dòng điện  $I \leq 10mA \Rightarrow$  an toàn cho con người.

@ Khi hai tay của người chạm vào 2 cực của mạng điện hay khi một tay chạm một cực đồng thời với việc cực kia bị chạm đất ( $R_{cd2}=0$ ):

Lúc này dòng điện qua cơ thể con người có trị số lớn nhất:  $I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}}$



**b. Mạng điện đơn giản có nối đất**

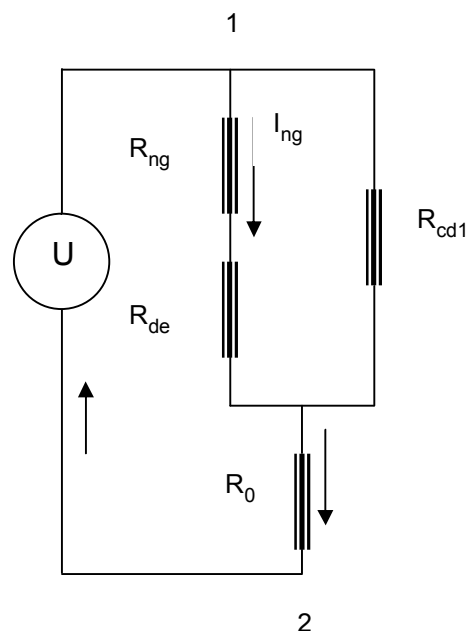
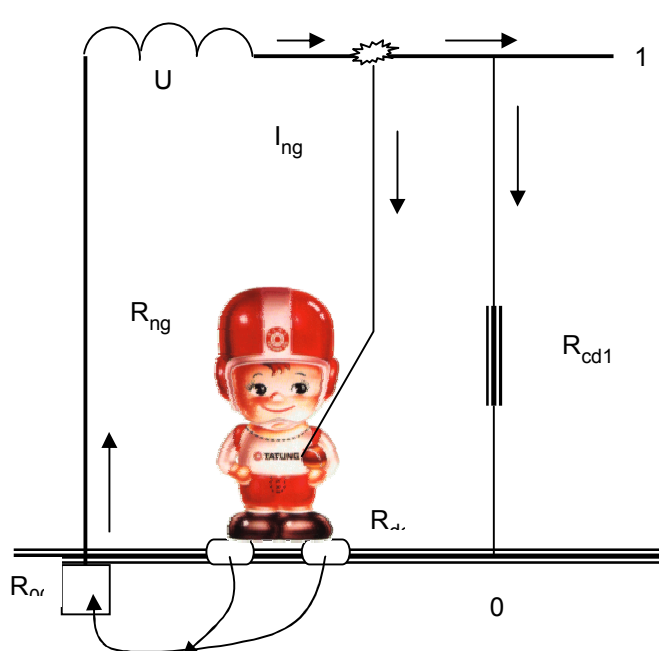
@. Mạng điện một dây dẫn:

Simpopdf Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Là mạng điện chỉ dùng một dây dẫn để dẫn điện đến nơi tiêu thụ, còn dây còn lại sử dụng các đường ray, đất, kết cấu sắt thép (máy hàn). Khi người chạm vào dây dẫn 1 thì dòng điện chạy qua cơ thể

con người là: 
$$I_{ng} = \frac{U \frac{R_{cd1}}{(R_{ng} + R_{de})(R_{cd1} + R_0) + R_{cd1}R_0}}$$

Nếu nối đất tốt thì  $R_0 \approx 0$  thì  $I_{ng} = \frac{U}{(R_{ng} + R_{de})}$



**Ví dụ:** Khi thợ hàn thay que hàn mà tiếp xúc với một dây (dây còn lại nối đất) thì có thể bị điện giật chết nếu không mang trang bị bảo hộ an toàn như giày, gang tay.. Vì: điện áp không tải của MBA hàn là

$$70V \Rightarrow I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng}} = \frac{70}{1000} = 0,07A$$

### **b. Mạng điện 2 dây dẫn :**

Mạng điện này thường dùng cho các máy hàn, MBA đo lường một pha...

#### **@ Khi chạm vào dây dẫn 1 (dây về):**

Lúc làm việc bình thường, trên dây dẫn có dòng điện  $I_t$  đi qua, điện áp phân bố trên dây dẫn có dạng:  $U_x = I_t R_{ax}$

✖  $U_x$  điện áp tại điểm x

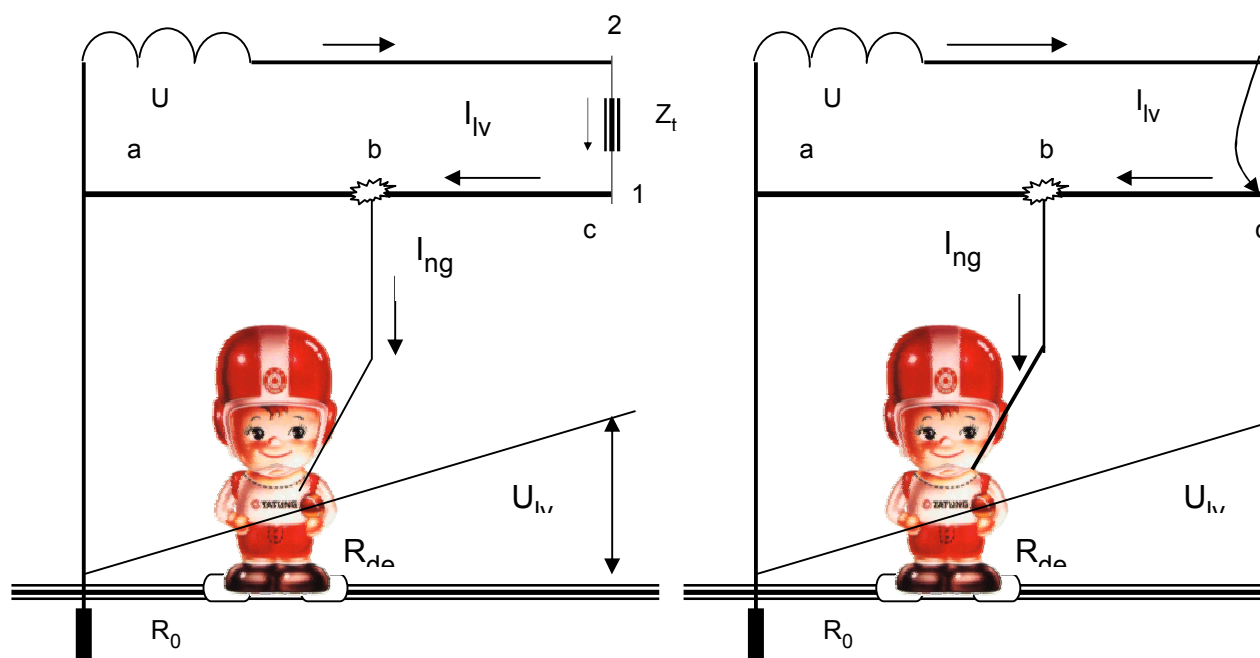
Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

✖  $R_{ax}$  điện trở của đoạn dây dẫn ax

Kết quả:  $U_a=0$ ;  $U_b=I_t R_{ab}$

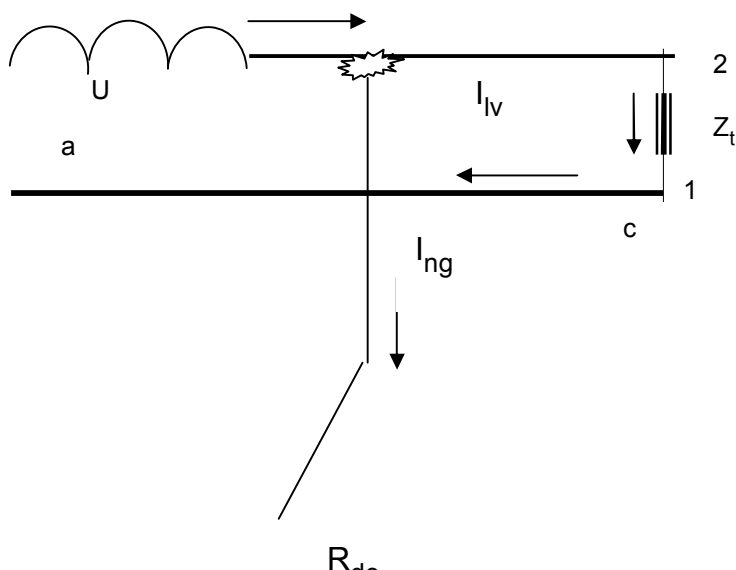
✖ Ta thấy dù chạm vào điểm b cách xa a bao nhiêu thì điện áp cũng luôn luôn nhỏ hơn 5%  $U_{dm}$

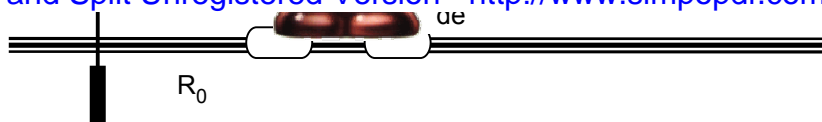
✖ Nếu lúc này đồng thời xảy ra ngắn mạch tại c thì điện áp đặt lên cơ thể con người là :  $U_n \approx U/2$  nên khá nguy hiểm.



**@ Khi chạm phải dây dẫn 2 (dây đi):**

Lúc này dòng điện chạy qua cơ thể con người là:  $I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}}$





## 2. Mạng điện 3 pha

Trong mạng 3 pha thì cường độ dòng điện qua cơ thể con người phụ thuộc vào điện áp mạng, tình trạng làm việc của điểm trung tính, trị số cách điện của điện trở các pha, điện dung của các pha đối với đất. Nguy hiểm nhất là khi con người chạm phải 2 pha đồng

$$\text{thời, lúc này } I_{ng} = \frac{U_d}{R_{ng}} = \frac{\sqrt{3}U_p}{R_{ng}}$$

Tuy nhiên tai nạn do chạm phải 1 pha là nhiều nhất (83%). Lúc này mức độ nguy hiểm của cường độ dòng điện qua cơ thể con người phụ thuộc nhiều vào tình trạng làm việc của điểm trung tính.

### a. Mạng điện có trung tính cách điện đối với đất:

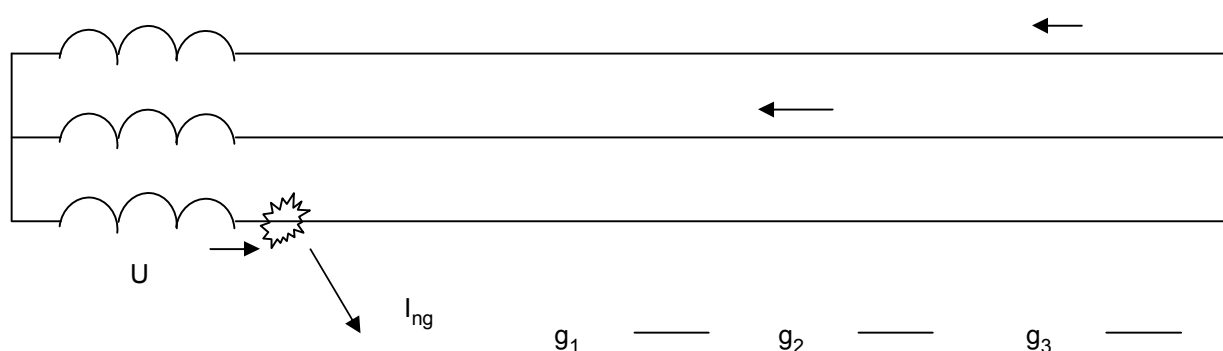
- ✖  $u_1, u_2, u_3$  là điện áp các pha đối với đất
- ✖  $c_1, c_2, c_3$  là điện dung các pha đối với đất
- ✖  $g_1, g_2, g_3$  là điện dẫn các pha đối với đất
- ✖  $g_{ng}$  là điện dẫn của con người

Khi cơ thể con người chạm phải 1 pha (ví dụ dây dẫn 1), theo định luật Kiéc-khop ta có:

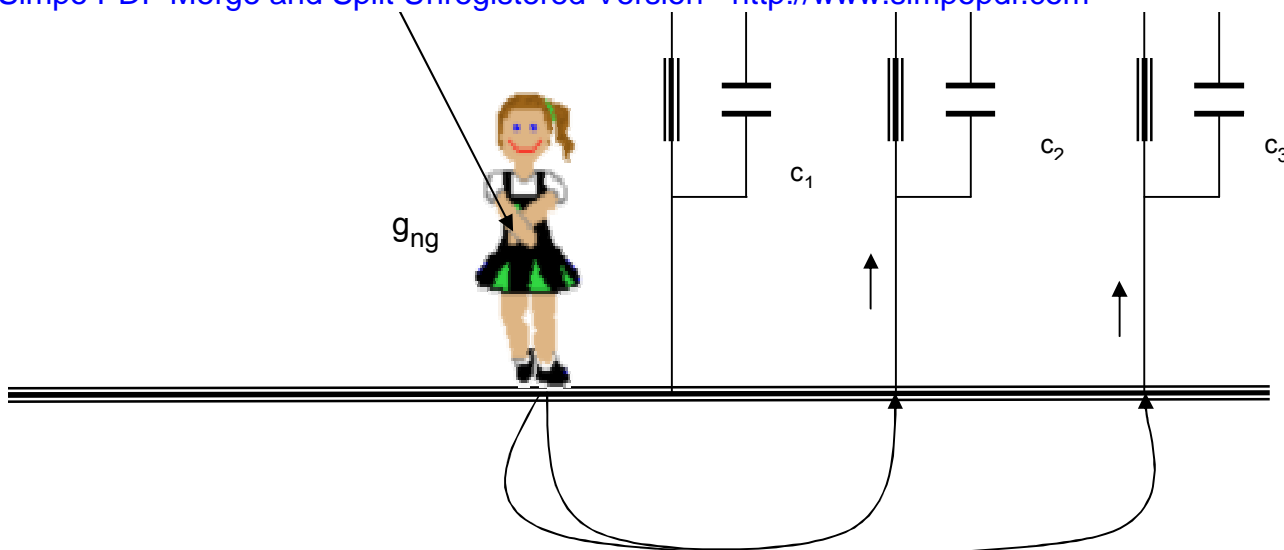
$$g_{ng}u_1 + g_1u_1 + g_2u_2 + g_3u_3 + c_1 \frac{du_1}{dt} + c_2 \frac{du_2}{dt} + c_3 \frac{du_3}{dt} = 0$$

thì dòng điện đi qua cơ thể con người là:

$$I_{ng} = \frac{1}{2}Ug_{ng} \frac{\sqrt{[3(g_3 + g_2) + \sqrt{3}\omega(c_3 - c_2)]^2 + [\sqrt{3}(g_2 - g_3) + 3\omega(c_3 - c_2)]^2}}{\sqrt{(g_1 + g_2 + g_3 + g_{ng})^2 + \omega^2(c_1 + c_2 + c_3)^2}}$$



Simpopdf Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>



**@ Mạng điện có điện áp thấp (<1000V), chiều dài đường dây ngắn nên điện dung so với đất không đáng kể  $g_1=g_2=g_3 = 1/R_{cd}$  và  $c_1=c_2=c_3 = 0$**

Ta có: 
$$I_{ng} = \frac{3U}{3R_{ng} + R_{cd}} \Rightarrow R_{cd} = \frac{\sqrt{3}U}{0,01} - 3R_{ng}$$

✖ Rõ ràng là nếu cách điện của mạng điện  $R_{cd}$  đối với đất càng cao thì cường độ dòng điện đi qua cơ thể con người càng nhỏ.

**Ví dụ:**

Khi  $U_f=380V$ ,  $R_{ng}=1000 \Omega$ , giới hạn dòng điện an toàn là  $I=0,01 A$ .

Muốn vậy 
$$R_{cd} = \frac{\sqrt{3}U}{0,01} - 3R_{ng} = 380 \frac{\sqrt{3}}{0,01} - 3.1000 = 63.000 \Omega$$

**@ Mạng điện có điện áp cao, cách điện rất tốt so với đất ( $R_{cd}=\infty$ ), đường dây dài nên điện dung C lớn.**

Ta có 
$$I_{ng} = \frac{3U}{\sqrt{9R_{ng}^2 + \frac{1}{(\omega c)^2}}}$$

✖ Rõ ràng C càng lớn thì càng nguy hiểm nhất là các mạng cáp.

**@ Khi mạng điện có điện áp cao, đường dây dài nhưng cách điện của mạng điện lại không tốt lắm:**

✖  $g_1=g_2=g_3 = g$

✖  $c_1=c_2=c_3 = C$

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng} \sqrt{1 + \frac{R_{cd}(R_{cd} + 6R_{ng})}{9(1 + R^2 \omega^2 C^2)R_{ng}^2}}}$$

Ta có:

Ví dụ:  $U_f=380V$ ,  $R_{ng}=1000\ \Omega$ ,  $R_{cd}=10.000\ \Omega$ ,  $C=10^{-10}F$  thì giá trị dòng điện là:  $I_{ng}=0,14A$

### **Nhận xét:**

Đối với lưới điện cách điện đối với đất (trung tính cách điện) thì khi con người tiếp xúc với phần dẫn điện ở đoạn bị hư hỏng cách điện thì dòng điện chạy qua cơ thể con người được giới hạn nếu ta duy trì  $R_{cd}$  tốt.

Chính vì vậy mà ở những nơi nguy hiểm, ẩm ướt như hầm mỏ... người ta chỉ dùng lưới mà trung tính cách điện đối với đất. Với mục đích này người ta dùng máy biến áp hạ áp hay máy biến áp ngăn cách (thứ cấp được cách điện đối với đất).

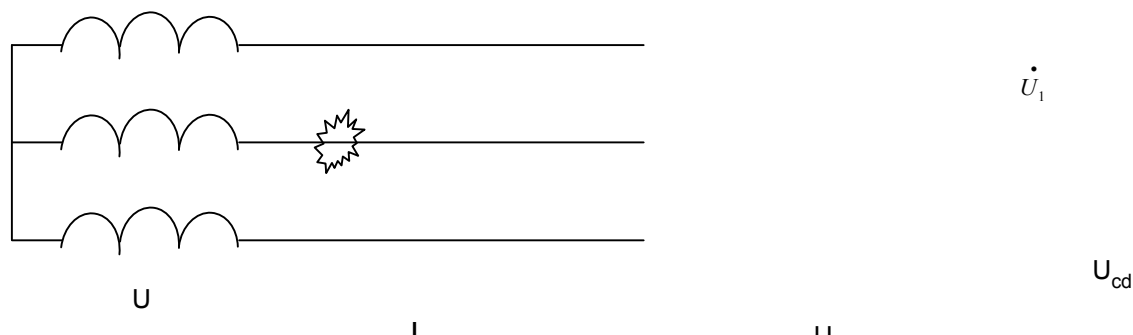
Để cho lưới điện 3 pha có trung tính cách điện đối với đất đảm bảo được ưu điểm của mình thì cấm sử dụng trung tính này vào mục đích vận hành do chỉ cần có sự hư hỏng cách điện của một đoạn dây trung tính nào đó thì dây trung tính đã tiếp đất.

### **b. Mạng điện trung tính trực tiếp nối với đất**

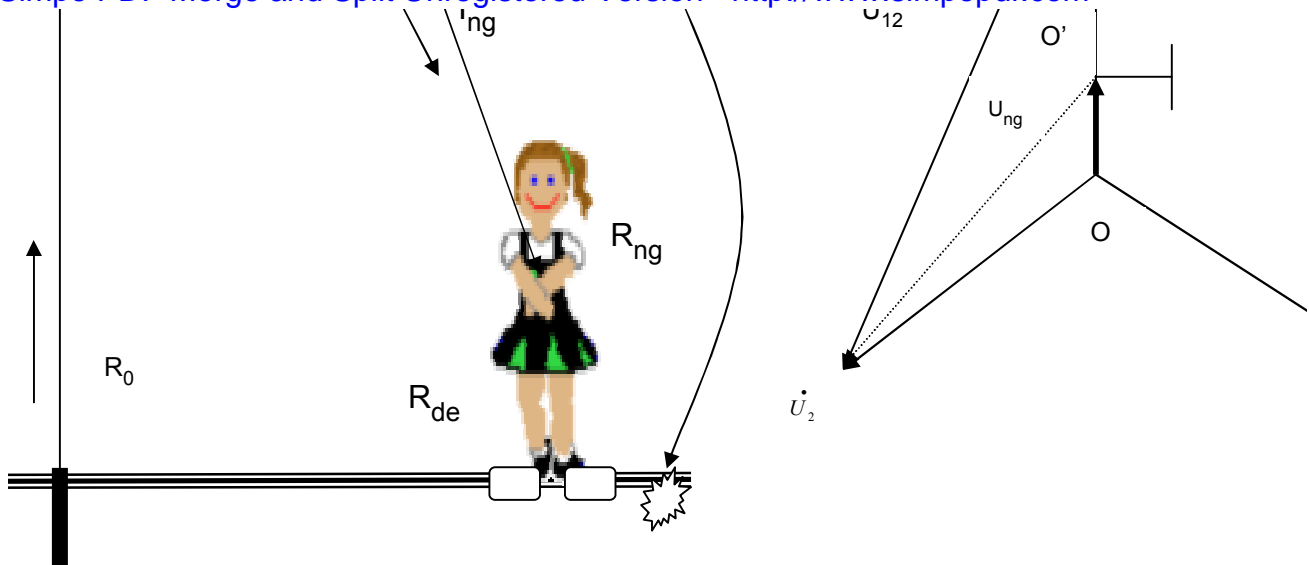
Đa phần các thiết bị và khí cụ điện được nối đến lưới 3 pha nối đất vì lưới điện này rất kinh tế và về kỹ thuật có nhiều ưu điểm hơn các lưới điện một pha. Điểm trung tính nối đất gọi là **điểm không** của lưới điện.

### **@ Mục đích:**

Khi dây dẫn 1 bị chạm đất đồng thời với việc người đứng trên đất và chạm phải dây dẫn 2 thì điện áp đặt lên cơ thể con người là điện áp dây. Nếu ta nối đất thì khi chạm đất 1 pha, dòng điện ngắn mạch lớn làm cho rơle bảo vệ nhanh chóng tác động. Hơn nữa khi nối đất trung tính của mạng điện thì lúc chạm đất 1 pha, con người chạm phải một trong 2 pha còn lại thì điện áp phải chịu chỉ bằng hay lớn hơn điện áp pha một chút.



Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>



Khi chạm đất pha 1 và con người chạm và pha 2 thì điện áp đặt lên cơ thể con người là :

$$U_{ng} = \sqrt{U_0^2 + U^2 - 2U_0U \cos 120^\circ} = \sqrt{U_0^2 + U^2 + U_0U}$$

✖  $U_0$  là điện áp điểm trung tính khi có 1 pha chạm đất (là điện áp giáng trên điện trở nối đất  $R_0$ ).

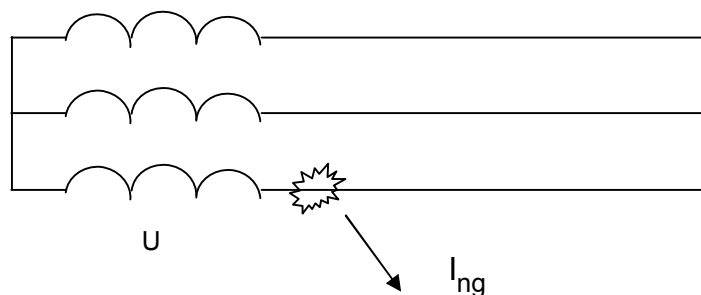
✖  $R_0$  là điện trở nối đất của điểm trung tính.

✖  $R_0$  càng nhỏ thì  $U_0$  càng nhỏ và  $U_{ng} \approx U$

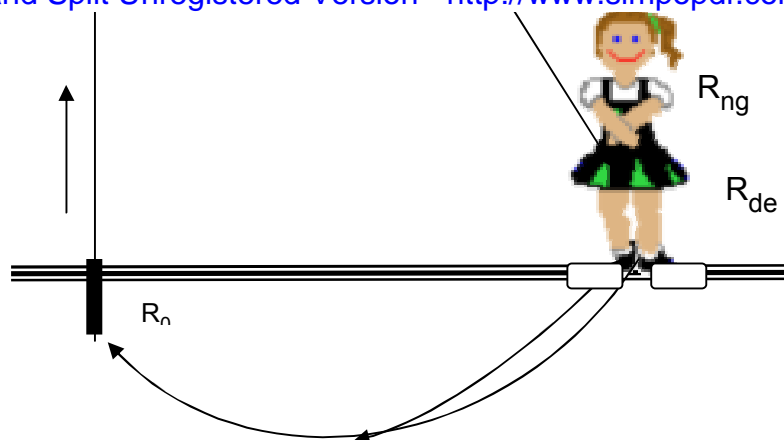
nhưng khi mạng điện có trung tính nối đất, trong lúc làm việc bình thường cơ thể con người chạm phải 1 dây thì cường độ dòng điện

qua cơ thể con người lớn:  $I_{ng} = \frac{U}{R_{ng} + R_0 + R_{de}} \Rightarrow I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng} + R_{de}}$  (xem  $R_0$  rất nhỏ so với  $R_{ng}$ ) thì ta có thể tính ra giá trị  $R_{de}$  đủ lớn để đảm bảo an toàn cho người là:

$$R_{de} \geq \frac{U_f}{0,01} - R_{ng}$$







Ví dụ: Nếu  $U_f=220V$  và do  $R_0$  rất nhỏ so với  $R_{ng}$ ; và  $R_{de}=0$  thì giá trị

$$I_{ng} \approx \frac{U_f}{R_{ng}} = \frac{220}{1000} = 0,22 A$$

dòng điện chạy qua cơ thể con người là:

✘ Ở mạng điện 3 pha có trung tính nối đất thì điện trở cách điện của các pha đối với đất  $R_{cd}$  có lớn đến đâu cũng không làm giảm cường độ dòng điện đi qua cơ thể con người.

### @ Mạng điện cao thế $U>1000V$

Đối với các mạng điện có  $U>110KV$ , trung tính được nối đất trực tiếp. Ưu điểm là khi chạm đất 1 pha trong mạng, bảo vệ rơle cắt ngay, giảm thời gian của điện áp giáng quanh chỗ chạm đất và chỗ nối đất, làm giảm nguy hiểm cho con người làm việc gần đó. Nhưng lại có nhược điểm là khi nối đất trực tiếp thì dòng điện ngắn mạch chạm đất lớn làm cho điện áp giáng trên điện trở nối đất lớn và điều này có thể truyền sang các mạng điện có  $U<1000V$  nếu có chung nối đất.

Các mạng điện có  $U<35KV$ , thường ít khi nối đất trực tiếp điểm trung tính, thường cách điện hay nối đất qua cuộn dập hồ quang để làm giảm dòng điện đi qua chỗ chạm đất do đó giảm điện áp giáng quan chỗ chạm đất.

✘ Về mặt an toàn cho con người thì mạng điện có trung tính cách điện đối với đất tốt hơn vì khi điện trở cách điện của dây dẫn lớn và điện dung nhỏ thì khi người chạm phải 1 pha đỡ nguy hiểm hơn (điện áp đặt lên người nhỏ hơn điện áp pha) tuy nhiên với mạng điện cao thế thì chạm vào pha nào cũng nguy hiểm.

### @ Mạng điện hạ thế $U<1000V$

Mạng điện này cần phải bảo đảm sao cho khi con người chạm vào 1

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

pha thì dòng điện qua cơ thể con người là bé nhất.

Đối với mạng điện có trung tính cách điện đối với đất thì cường độ dòng điện chạm pha qua cơ thể con người nhỏ hơn nhiều so với khi có trung tính nối đất. Song nếu khi trung tính cách điện mà cách điện 1 pha bị hỏng thì điện áp xâm nhập ra vỏ thiết bị sẽ tồn tại rất lâu do dòng nhỏ role bảo vệ không tác động. Khi này con người chạm phải vỏ thiết bị mang điện sẽ rất nguy hiểm nên trong thực tế đối với các mạng điện 220/127V và 380/220V có trung tính trực tiếp nối đất thì cần phải thực hiện đồng bộ 2 loại bảo vệ: *bảo vệ nối đất và bảo vệ nối dây trung tính*.

### **3.Sự phóng điện điện dung, ảnh hưởng của tĩnh điện và trường điện từ**

Mặc dù đã cắt dây dẫn ra khỏi nguồn điện nhưng điện tích tàn dư của đường dây vẫn có thể gây nguy hiểm cho con người. Do đường dây có điện dung nên đã được nạp điện tích trước khi bị cắt khỏi nguồn hay có thể do điện áp cảm ứng sinh ra do ảnh hưởng của tĩnh điện hay trường điện từ của những đường dây tải điện bên cạnh.

#### **a. Ảnh hưởng của điện dung lưới điện:**

Khi cắt đường dây ra khỏi nguồn điện, trên đường dây vẫn có điện dung nên vẫn tồn tại một điện áp trên đường dây. Điện áp này có thể có độ lớn bằng 2 lần biên độ hay hơn nữa và nó phụ thuộc vào:

✖ Thông số của mạng điện như  $U, f, \dots$

✖ Thời điểm cắt mạch điện

**@ Nếu con người đứng cách điện đối với đất mà chạm vào 2 cực của đường dây đã cắt điện:**

$$I_{ng} = \frac{U_0}{R_{ng}} e^{\frac{-t}{R_{ng}C_{12}}}$$

Lúc này sẽ có dòng điện đi qua người là:

✖  $U_0$  là điện áp dư của đường dây ngay thời điểm người chạm vào mạng điện.

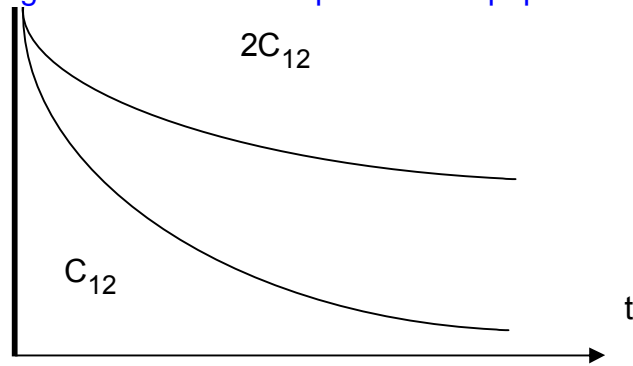
✖  $R_{ng}$  là điện trở con người

✖  $C_{12}$  là điện dung giữa các dây dẫn của đường dây đã bị cắt.

Hình dưới thể hiện quan hệ giữa dòng điện chạy qua cơ thể con người và thời gian.

$I_{ng}$

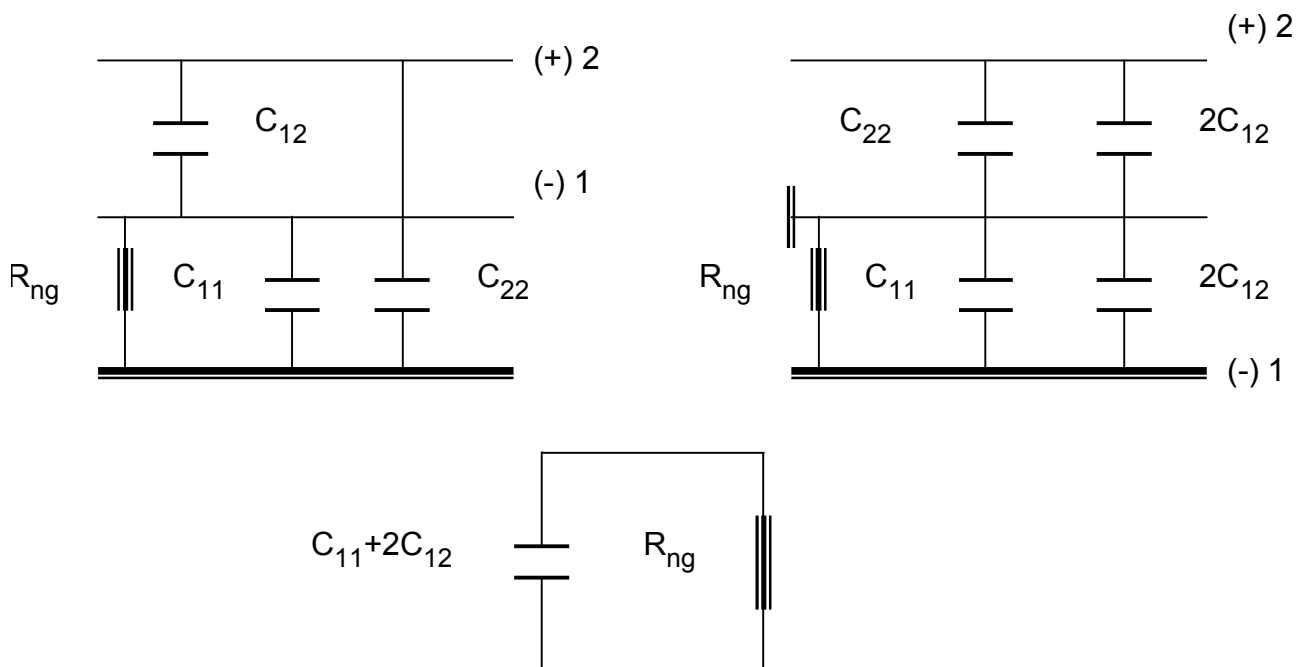
$$I_{ngmax} = U_0 / R_{ng}$$



✘ Ta thấy khi  $C$  càng lớn thì  $Q=CU$  càng lớn, do đó trị số trung bình và thời gian của dòng điện đi qua cơ thể con người càng cao.

**@ Khi chạm vào một dây dẫn của đường dây đã cắt điện và giả sử  $R_{cd}=\infty$ :**

Trong thời điểm của chế độ làm việc chưa ổn định, con người sẽ phải chịu tác dụng của dòng điện tích của điện dung dây dẫn 1 đối với đất  $C_{11}$  và một phần của dòng điện dung giữa 2 dây dẫn  $C_{12}$ .



Dùng 2 điện dung  $2C_{12}$  thay thế cho  $C_{12}$  và giả thiết điểm giữa của chúng nối đất. Do đó khi con người chạm vào một cực của đường dây đã cắt điện sẽ bị điện phóng của  $(C_{11}+2C_{12})$ . Lúc này dòng điện

$$I_{ng} = \frac{U_0}{2R_{ng}} e^{\frac{-t}{R_{ng}(2C_{12}+C_{11})}}$$

đi qua cơ thể con người là :

✖ Ngoài cường độ dòng điện phóng và thời gian phóng điện thì

lượng nhiệt  $q = 0,24 \frac{CU^2}{2}$  đốt nóng cơ thể con người cũng rất nguy hiểm.

### **b. Ảnh hưởng của tĩnh điện và trường điện từ:**

Khi một dây dẫn có điện áp thì sẽ tích lũy điện tích do đó khi có một đường dây đã cắt điện nằm sát thì sẽ có hiện tượng cảm ứng điện từ làm phát sinh ra một điện áp tại dây dẫn đang cô lập.

Khi một dây dẫn có dòng điện chạy qua thì sẽ tạo ra một trường điện từ xung quanh nó. Lúc này nếu vật dẫn điện nào nằm trong trường điện từ này đều chịu cảm ứng và sinh ra một sức điện động nên sinh ra một điện áp.

✖ Khi có 2 hay nhiều đường dây cao thế trên cùng một trụ thì khi công tác tại đường dây đã cắt điện phải thực hiện nối đất đường dây đó.

## **Bài 4: CÁC BIỆN PHÁP BẢO VỆ KHI CÓ DÒNG ĐIỆN RÒ RA VỎ THIẾT BỊ**

Khi có dòng điện rò ra vỏ máy gây nguy hiểm cho người sử dụng và tránh truyền động giữa các pha với nhau gây ngắn mạch thì ta phải thực hiện cách điện tốt ( $R_{cd}$  lớn). Trị số  $R_{cd}$  này phải được kiểm tra giữa các pha đối với đất và giữa các pha với nhau.

✖ Theo quy phạm quy định: ứng với điện áp  $U=1V$ , dòng điện rò cho phép không vượt quá  $0,001 A$  ( $1mA$ ).

✖  $I_{ro} = \frac{U}{R_{cd}} \leq 0,001 \Rightarrow R_{cd} \geq \frac{U}{0,001} = \frac{1}{0,001} = 1000\Omega$ . Từ đó ta tính được cách tính  $R_{cd}$  cho phép như sau: lấy điện áp pha hay dây hay  $U_{dm}$  của thiết bị điện tính bằng  $V$  nhân với  $1000 \Omega/V$  thì ta có giá trị  $R_{cd}$  cho phép tính bằng  $\Omega$ . Ví dụ lưới có điện áp là  $220 V$  thì  $R_{cd}$  cho phép là  $220V \cdot 1000 \Omega/V = 220.000 \Omega = 220 K_{\Omega} = 0,22 M_{\Omega}$ . (thực tế thì ta lấy bằng  $0,5 M_{\Omega}$ )

Theo quy phạm an toàn điện thì giá trị an toàn quy định như sau:

✘ *Đối với thiết bị có  $U < 500\text{ V}$  thì  $R_{cd} > 0,5\text{M}\Omega$*

✘ *Đối với thiết bị điện cao áp thì  $R_{cd} = 1\text{M}\Omega$  cho  $1000\text{V}$*

✘ *Tại những nơi mà môi trường rất ẩm ướt mà không thể khắc phục được thì trị số an toàn cho phép giảm xuống nhưng không được quá 0,5 lần tiêu chuẩn quy định.*

Ngoài ra giá trị của lần đo cách điện so với lần đo trước cũng không được thay đổi quá nhiều. Khi cách điện không đạt quy định an toàn thì cấm không được đóng điện cho thiết bị.

Khi cách điện thiết bị hư hỏng (chạm vỏ máy) thì lúc con người chạm vào sẽ rất nguy hiểm do đó cần có các biện pháp an toàn sau:

1. Nối đất bảo vệ
2. Nối dây trung tính
3. Nối đất lặp lại

### 1. Nối đất bảo vệ

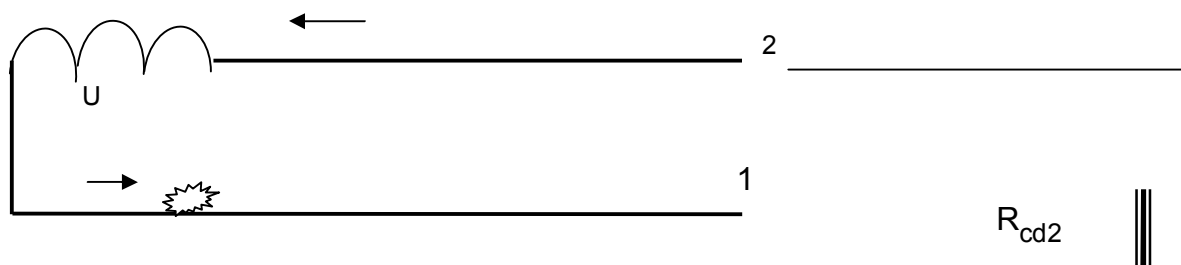
Bảo vệ bằng cách nối vỏ thiết bị đến hệ thống nối đất hay còn gọi là **bảo vệ bằng tiếp đất**. Khi có sự cố ở trang thiết bị điện thì ở vỏ thiết bị có thể có điện áp tiếp xúc. Dòng điện đi qua cơ thể con người khi có tiếp xúc gián tiếp có thể có cùng giá trị như khi tiếp xúc trực tiếp. Nếu vỏ của trang thiết bị được nối đến đất hay một con đường nào khác để cho dòng điện sự cố chạy qua một cách dễ dàng thì ta có thể giảm trị số điện áp tiếp xúc đến mức an toàn. Bảo vệ bằng cách nối đất là một biện pháp bảo vệ cổ điển nhưng rất phổ biến vì nó đơn giản và kinh tế.

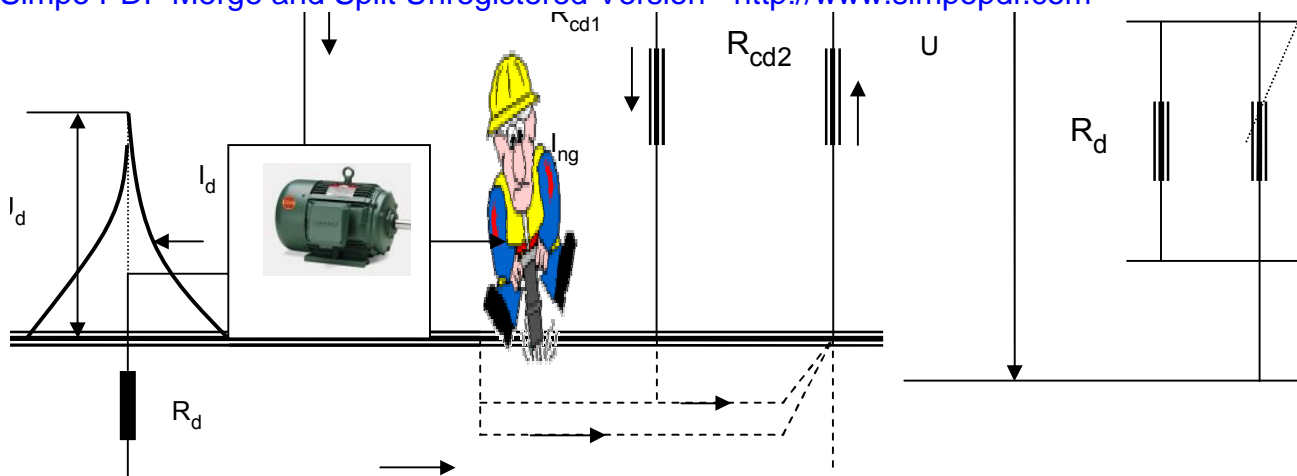
#### Chú ý:

✘ **Hệ thống tiếp đất vận hành** là hệ thống tiếp đất được thực hiện theo yêu cầu đòi hỏi của thiết bị điện để cho thiết bị điện có thể vận hành.

✘ **Còn hệ thống tiếp đất bảo vệ** là hệ thống được thực hiện theo yêu cầu an toàn sử dụng thiết bị điện, để đề phòng tai nạn do vỏ thiết bị có điện áp.

Nối đất bảo vệ nhằm bảo vệ an toàn cho con người khi chạm phải vỏ các thiết bị điện khi mà cách điện của thiết bị đã hư hỏng gây chạm vỏ.





Khi thiết bị được nối vào mạng điện xoay chiều một pha và vỏ của thiết bị được nối đất qua điện trở  $R_d$ , khi xảy ra chạm vỏ thì sẽ có dòng điện tản trong đất là  $I_d$ . Lúc này nếu người chạm vào vỏ máy thì cũng sẽ có một điện áp đặt lên cơ thể con người là :

$$U_{ng} = U \frac{\frac{1}{\frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_{cd1}} + \frac{1}{R_{ng}}}}{R_{cd2} + \frac{1}{\frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_{cd1}} + \frac{1}{R_{ng}}}} = \frac{U}{1 + R_{cd2} \left( \frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_{cd1}} + \frac{1}{R_{ng}} \right)}$$

Do  $R_{cd1}, R_{cd2}$  và  $R_{ng}$  rất lớn so với  $R_d$  nên ta có thể xem:

$$U_{ng} \approx \frac{UR_d}{R_{cd2}} \approx I_d R_d = U_d$$

Điều kiện để an toàn cho con người là:  $U_{ng} \approx I_d R_d \leq U_{cp}$

Do đó  $R_d$  càng nhỏ thì càng tốt. Theo quy trình an toàn điện thì:

✘ Đối với các thiết bị điện có  $U < 1000V$  trong các lưới điện có điểm trung tính cách điện đối với đất thì  $R_d < 4\Omega$ . Nếu công suất của nguồn  $< 100KVA$  thì cho phép  $R_{cd} < 10\Omega$ .

✘ Nếu  $U > 1000V$  trong các lưới có điểm trung tính cách điện đối với đất thì:

✘ Khi nối đất bảo vệ chỉ sử dụng riêng cho các thiết bị điện trên

$$1000V \text{ thì } R_d \leq \frac{250}{I_d} \Omega$$

✖ *Khi nối đất bảo vệ sử dụng chung cho cả các thiết bị điện tới*

$$1000V \text{ thì } R_d \leq \frac{125}{I_d} \Omega$$

✖ *Đối với các thiết bị điện có  $U > 1000V$  trong các lưới điện có điểm trung tính trực tiếp nối với đất do dòng điện ngắn mạch chạm đất lớn nên quy định  $R_d < 0,5\Omega$  đồng thời kèm theo các biện pháp an toàn khác.*

**Lưu ý:** Việc nối dây giữa các vỏ thiết bị có các ưu điểm sau:

✖ Dòng điện sự cố lớn vì nó là dòng ngắn mạch, đủ lớn để tác động các thiết bị bảo vệ.

✖ Nếu sự cố này không được loại ra trong một khoảng thời gian cần thiết thì điện áp tiếp xúc cũng sẽ rất nhỏ.

### **a. Các hình thức nối đất bảo vệ:**

#### **Nối đất tập trung:**

Điện cực nối đất là các ống sắt tròn có  $\phi = 4-6\text{cm}$ , dài 2-3 m, chôn thẳng đứng trong đất.

#### **Nối đất hình lưới:**

Khi cách điện bị hỏng, có dòng điện rò chạy qua vỏ thiết bị vào đất. Lúc này điều kiện an toàn được xác định bằng điện áp tiếp xúc và điện áp bước. Trong nối đất tập trung đã làm giảm trị số điện áp tiếp xúc nhưng điện áp bước còn lớn. Nối đất hình lưới sẽ khắc phục được vấn đề này và đảm bảo an toàn cho con người.

Điện cực nối đất là lưới sắt rộng lớn chôn phía dưới khu vực đặt thiết bị. theo đường cong phân bố điện áp ta thấy trị số điện áp bước và điện áp tiếp xúc giảm đi nhiều so với nối đất tập trung.

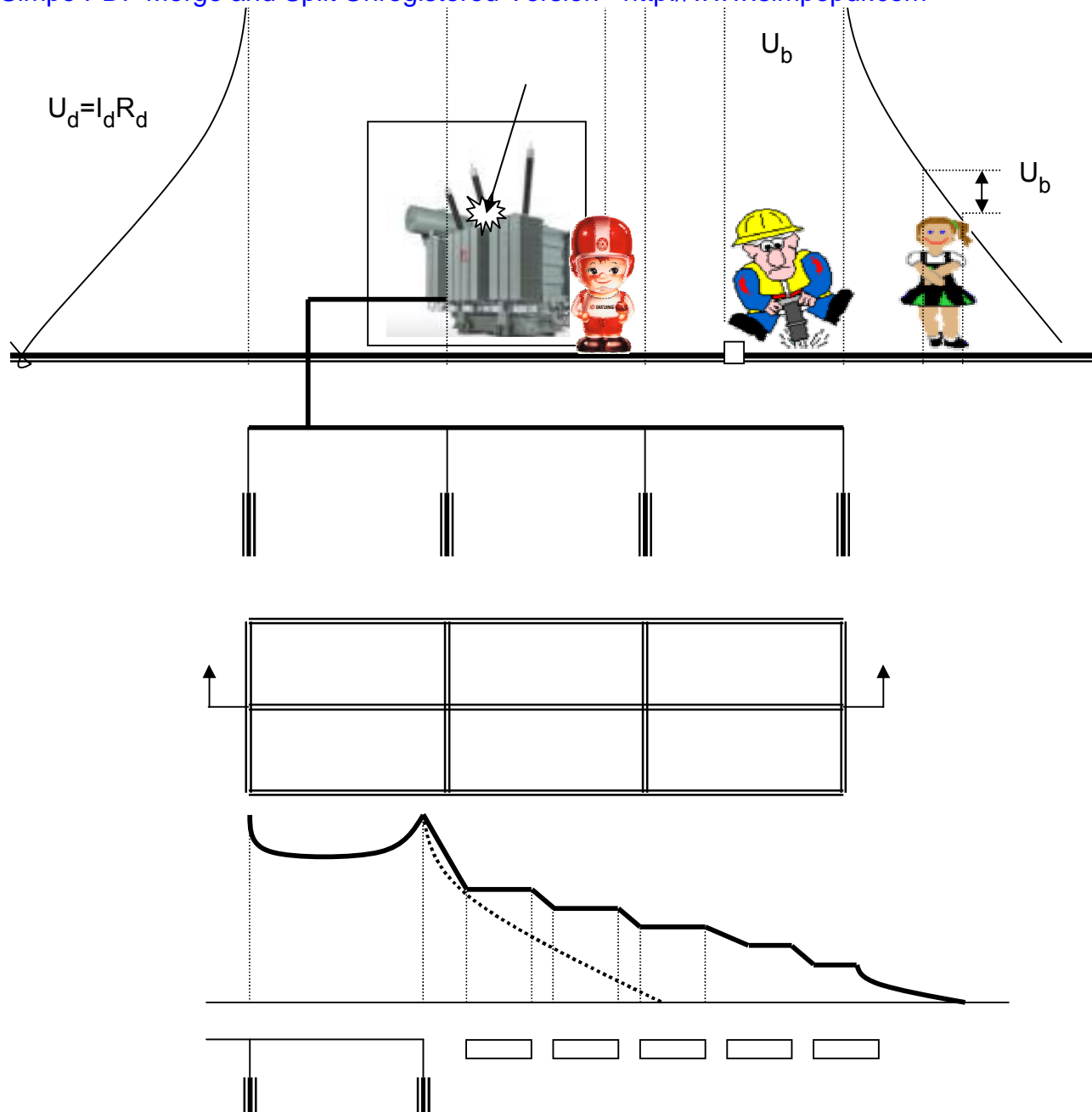
Tuy nhiên ở ngoài vùng bảo vệ của mạng lưới nối đất thì đường phân bố điện áp có độ dốc lớn cho nên điện áp bước vẫn rất nguy hiểm nên ngoài khu vực mạng lưới nối đất này ta chôn thêm các tấm bằng sắt để tạo vùng đẳng thế. Các tấm này không nối với mạng lưới nối đất.

Hình dưới cho thấy khi có chôn thêm các tấm sắt thì đường cong điện áp bước giảm độ dốc đi nhiều nên an toàn hơn cho con người.

✖ *Hệ thống nối đất cho thiết bị nhằm đảm bảo an toàn cho con người và hệ thống nối đất chống sét hoàn toàn riêng rẽ với nhau. Hai hệ thống này có điểm ngoài cùng cách nhau ít nhất là 6m.*







## 2. Bảo vệ nối dây trung tính:

**Ý nghĩa:** Bảo vệ nối dây trung tính để biến sự chạm vỏ thành ngắn mạch một pha, lúc này  $I_{nm}$  rất lớn sẽ làm đứt cầu chì hay tác động bảo vệ cắt điện khu vực sự cố. Bảo vệ nối vỏ thiết bị với trung tính được coi là bảo vệ chính.

Ngoài ra đôi khi ta còn nối vỏ thiết bị với đất qua một điện trở phụ

$R_p = 4\Omega$  và được coi là **bảo vệ phụ**. Ta có  $U_{tx} \approx U_f \frac{r_n}{r_f + r_n}$  nên muốn đảm bảo điện áp tiếp xúc nhỏ hơn 40 V ta có 2 cách:

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>**1. Giảm điện trở dây dẫn trung tính.****2. Nối vỏ của thiết bị đến hệ thống tiếp đất phụ.**

Phương pháp 1 không kinh tế vì dây dẫn trung tính cần phải có tiết diện khá lớn trong khi thực ra thì tiết diện dây trung tính tối đa chỉ nên tiết diện dây pha mà thôi.

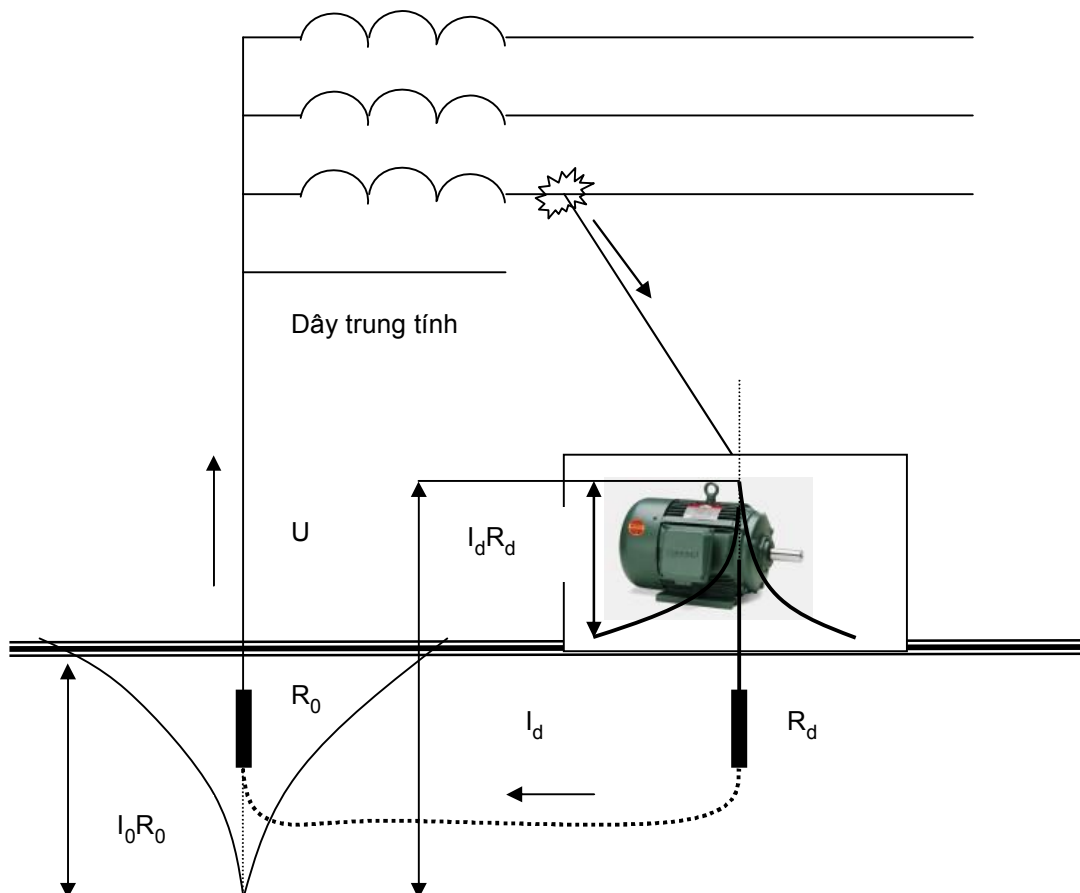
Phương pháp 2 là nối vỏ thiết bị đến hệ thống tiếp đất phụ. Điều kiện cơ bản mà hệ thống tiếp đất phụ phải thỏa mãn là:

$$R_p \leq R_0 \frac{U_{tx}}{U_n - U_{tx}} \text{ với } U_n \text{ là điện áp giáng trên dây trung tính. Do}$$

$$U_n = U_f \frac{r_n}{r_f + r_n} \Rightarrow R_p \leq R_0 \frac{(1+k)U_{tx}}{k(U_f - U_{tx}) - U_{tx}} \text{ với } k = \frac{r_n}{r_f} \text{ từ đây ta thấy}$$

rõ là điện trở của hệ thống tiếp đất bảo vệ phụ phụ thuộc vào điện trở của hệ thống tiếp đất vận hành  $R_0$ , vào điện áp của lưới điện đối với đất  $U_f$  và vào tỷ số  $k$  giữa điện trở dây dẫn pha  $r_f$  và dây dẫn không  $r_n$  tại vị trí sự cố đến nguồn điện.

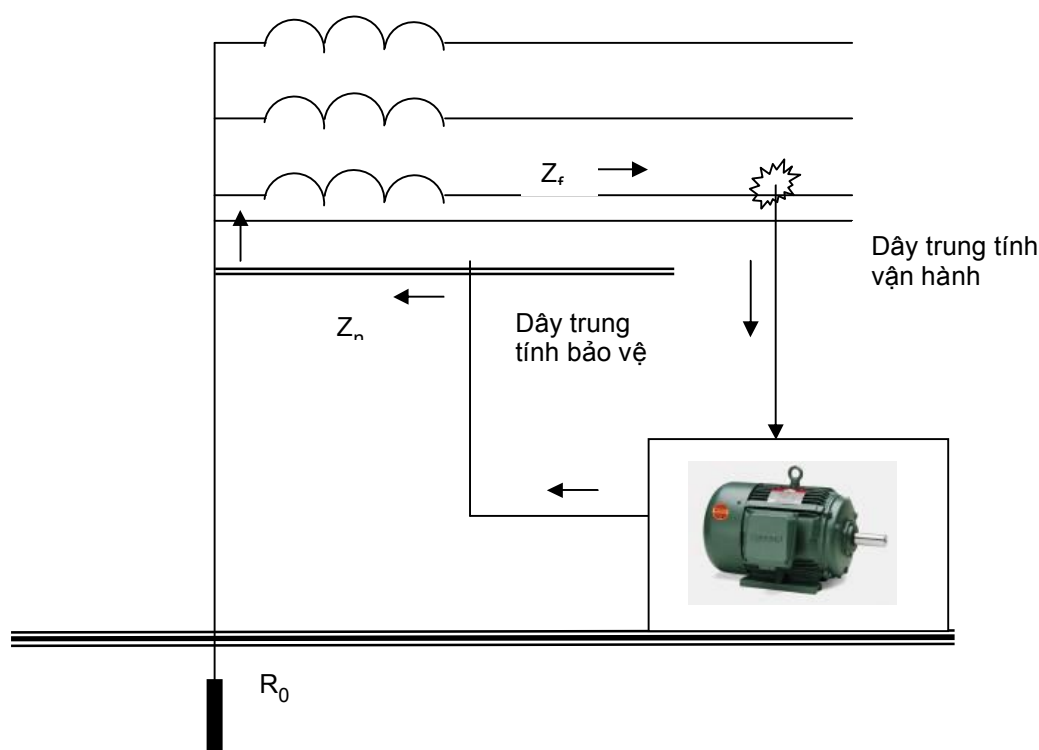
**Ví dụ** với lưới 380/220V, nếu  $r_f=r_n$  và  $k=1$  thì  $R_f \leq R_0 \frac{40}{110-40} = \frac{4}{7} R_0$



Trong lưới điện hạ thế ba pha 4 dây có trung tính nối đất thì khi chạm vỏ một pha các bảo vệ nối đất như hình dưới sẽ không đủ an toàn. Ở lưới điện 3 pha nối đất này, điểm trung tính của nguồn cung cấp được nối qua đất qua một hệ thống tiếp đất vận hành  $R_0$ , còn vỏ thiết bị sẽ được nối đất qua điện trở  $R_d$ . Điện áp mà con người

phải chịu khi tiếp xúc với vỏ thiết bị sự cố là:  $U_{tx} = I_d R_d = U_f \frac{R_d}{R_0 + R_d}$

$= U_f \frac{k}{1+k}$  với  $k = \frac{R_d}{R_0}$ . Do đó ở lưới trung tính nối đất thì điện áp tiếp xúc không phụ thuộc vào giá trị tuyệt đối của điện trở hệ thống tiếp đất mà phụ thuộc vào tỷ lệ của chúng. **Đây là bất lợi quan trọng của hệ thống bảo vệ bằng tiếp đất trong lưới trung tính tiếp đất do đó người ta có khuynh hướng áp dụng bảo vệ bằng cách tiếp dây trung tính còn gọi là tiếp không.**



Muốn cho bảo vệ nối dây trung tính đạt được mục đích thì trước hết điện trở (tiết diện dây trung tính) phải có trị số sao cho tách được

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

thiết bị sự cố ra khỏi nguồn điện. Nếu điện trở dây trung tính có  $R$  càng nhỏ thì bảo vệ càng tác động nhanh và chính xác do đó yêu cầu chính đặt ra cho hệ thống tiếp không là dây dẫn giữa nguồn (máy phát hay máy biến thế) với vỏ thiết bị được bảo vệ phải được tính toán sao cho dòng điện sự cố ít nhất phải quá 3 lần dòng điện định mức của cầu chì nóng chảy gần nhất hay ít nhất gấp 1,5 lần dòng điện mở nhanh của cầu dao tự động bảo vệ thiết bị này.

Từ hình vẽ trên ta thấy dòng ngắn mạch do chạm vỏ là:

$$I_d \approx \frac{U}{R_d + R_0}$$

Vì  $U$  nhỏ nên  $I_d$  không lớn do đó bảo vệ không tác động và dòng

chạm đất tồn tại lâu với điện áp: 
$$U_d = R_d I_d = \frac{UR_d}{R_d + R_0}$$

✖ Nếu  $R_d = R_0$  thì  $U_d = U/2$ .

Muốn cầu chì hay các bảo vệ tác động thì dòng  $I_d$  phải tăng lên bằng cách nối vỏ thiết bị với dây trung tính. Lúc này dòng ngắn mạch  $I_d$  lớn nên bảo vệ sẽ nhanh chóng tác động.

Do vậy trong mạng điện này các thiết bị cần phải được nối vỏ hay các bộ phận thường không mang điện với dây trung tính bảo vệ.

### Cần trọng:

✖ Bảo vệ bằng tiếp dây trung tính chỉ có thể áp dụng đối với những lưới điện có điểm trung tính của nguồn cung cấp được nối trực tiếp đến hệ thống tiếp đất vận hành.

✖ Đối với các thiết bị được cung cấp từ một nguồn điện thì cấm không được áp dụng: chỉ tiếp đất trung tính cho một số thiết bị còn số thiết bị còn lại thì chỉ tiếp đất bảo vệ.

✖ Việc sử dụng nối các thiết bị điện đến hệ thống tiếp đất phụ ngoài việc đã nối các thiết bị này đến dây trung tính (bảo vệ chính) sẽ tránh được các sự cố nguy hiểm khi chạm dây trung tính và pha, đứt dây trung tính...

✖ Ở những đường dây trên không, dây dẫn trung tính bảo vệ nên được gắn thấp hơn dây dẫn pha vì khi xảy ra việc đứt dây pha và rơi vào dây trung tính nằm dưới thì sẽ tạo thành dòng ngắn mạch đủ lớn để tác động bảo vệ hoạt động còn nếu nó được mắc ở trên dây pha thì khi dây trung tính rơi trên dây pha, dòng điện sự cố rất nguy hiểm đối với con người.

✖ Cấm đặt cầu chì trên dây trung tính vì cầu chì dễ bị đứt, mà khi

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

đứt thì sẽ mất khả năng bảo vệ nếu vỏ chạm pha (lúc này vỏ vẫn còn điện gây nguy hiểm) và gây hở mạch nguy hiểm.

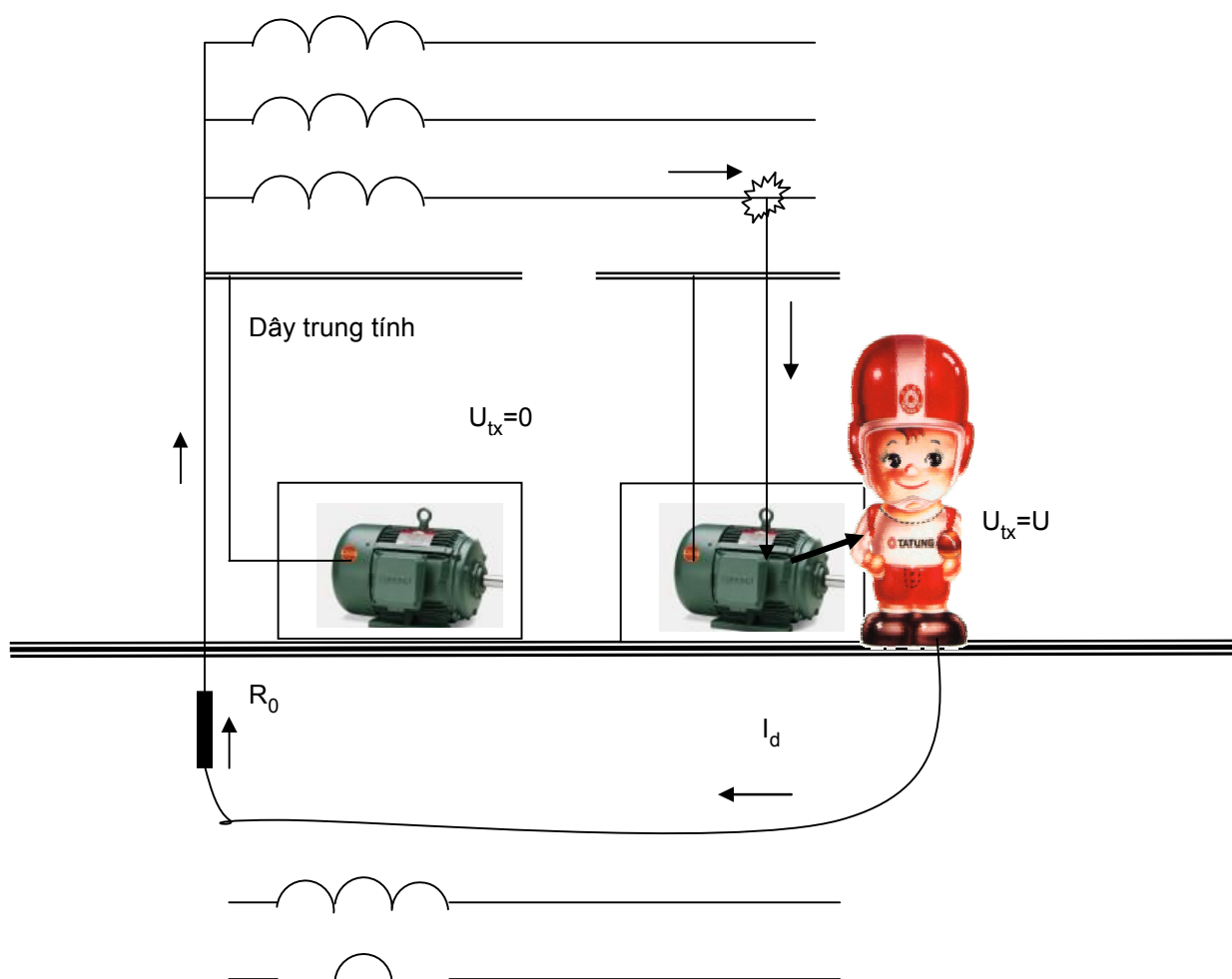
✖ Không nên nối vỏ với trung tính vận hành mà nên nối với trung tính bảo vệ ( vì nếu trung tính vận hành đứt thì vỏ có điện). Phương pháp này an toàn nhưng lại không kinh tế do phải lắp thêm một đường dây nữa.

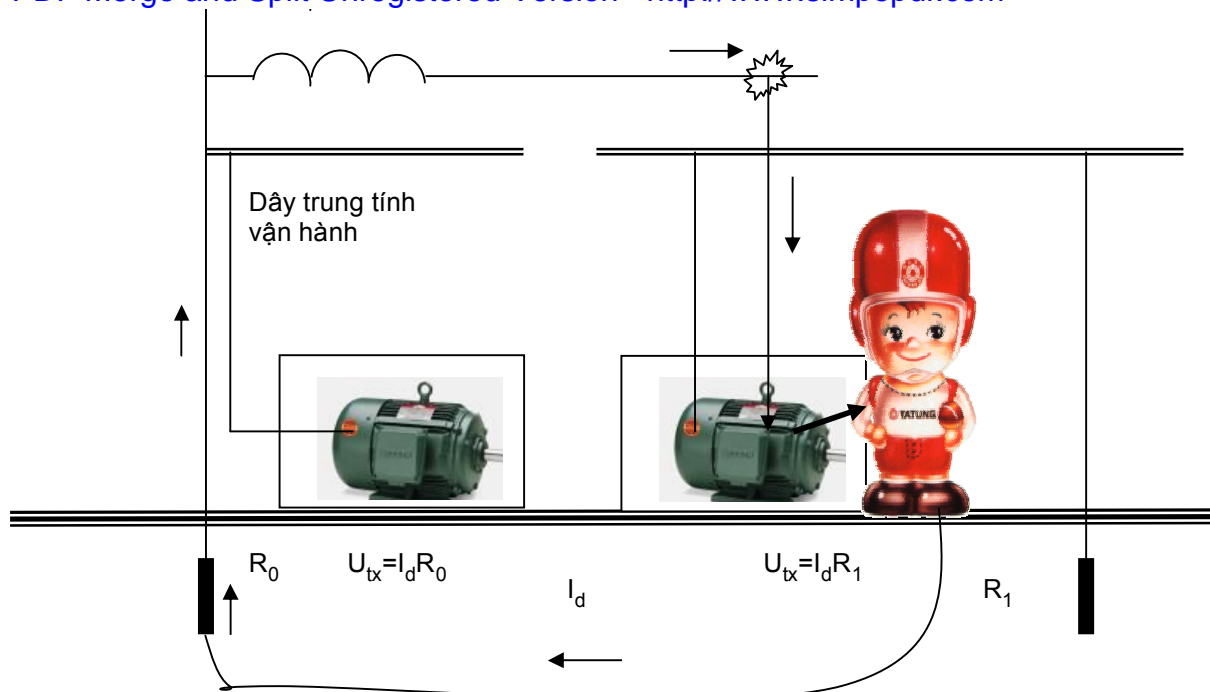
### 3. Nối đất lập lại:

Khi tiến hành bảo vệ nối dây trung tính, nếu dây trung tính mà cách điện với đất (do bị đứt) thì khi bị chạm vỏ điện áp dây trung tính có thể tăng tới trị số điện áp pha (lúc này nếu một vỏ chạm pha thì các vỏ còn lại sẽ có điện rất nguy hiểm). Chính vì vậy mà người ta tiến hành nối đất lập lại tại các nơi khác nhau trong lưới điện nhằm làm giảm thấp trị số điện áp trên dây trung tính và phòng khi dây trung tính bị đứt. Thường  $R_{\parallel}=30\Omega$  và trên trục trung thế và hạ thế 220/380V thì cứ 250m ta nối đất lập lại một lần.

Khi có nối đất lập lại thì điện áp trên dây trung tính sau chỗ đứt là:

$$U_0 = R_1 I_d = \frac{UR_1}{R_1 + R_0} \text{ và đây cũng chính là điện áp tiếp xúc } U_{tx2}.$$





Thông thường  $R_0 \geq R_1$  ( $R_0 \leq 4\Omega$ ) nên tuy  $U_0$  còn khá lớn nhưng đã bớt nguy hiểm so với khi không tiến hành nối đất lập lại.

Trị số của điện trở tản  $R_1$  phải  $\leq 10\Omega$ . Tiến hành nối đất lập lại của dây trung tính khi:

- ✖ Cách khoảng 200m dọc theo chiều dài đường dây
- ✖ Điểm cuối đường dây
- ✖ Điểm đường dây có phân nhánh khi phân nhánh dài hơn 250m

Khi lưới hạ áp dùng cáp thì không cần nối đất lập lại vì cáp thường có dây trung tính riêng hay dùng vỏ kim loại của cáp làm trung tính, loại này rất bền khó đứt.

#### 4. Tính toán nối đất bảo vệ.

**Nối đất tự nhiên** là nối đất dùng các vật liệu có sẵn trong tự nhiên. Ta thường sử dụng các ống nước hay kết cấu sắt thép của các công trình nhà cửa... Điện trở của nối đất tự nhiên được xác định bằng cách đo thực tế hay tính gần đúng.

**Nối đất nhân tạo** được thực hiện khi nối đất tự nhiên không đảm bảo trị số an toàn cho phép. Cách tiến hành nối đất đã đề cập ở phần nối đất.

Dây nối đất cần phải bền, chịu nhiệt, chịu được dòng điện cho phép lâu dài và có tiết diện phải lớn hơn 1/3 dây pha. Thường ta dùng dây thép có tiết diện  $120\text{mm}^2$ , nhôm là  $35\text{mm}^2$ , đồng  $25\text{mm}^2$ .

Điện trở nối đất chủ yếu phụ thuộc vào điện trở suất của đất, hình dạng kích thước điện cực và độ chôn sâu trong đất. Còn điện trở

Simpopdf Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

suất của đất lại phụ thuộc vào cấu tạo đất, thành phần, độ ẩm, nhiệt độ đất và chỉ có thể xác định giá trị chính xác bằng đo lường. Ký hiệu của điện trở suất đất là  $\rho_{dat}$  và tính bằng  $\Omega \cdot \text{cm}$ . Do điện trở suất của đất không ổn định mà thay đổi theo thời tiết nên trong tính toán ta phải sử dụng giá trị điện trở suất lớn nhất trong năm:  $\rho_{tt} = K_{\max} \rho_{dat}$  với  $K_{\max}$  là hệ số tăng cao phụ thuộc vào điều kiện thời tiết nơi đặt nối đất.

#### **a. Tính toán nối đất nhân tạo.**

✖ Khi nối đất tự nhiên không thỏa mãn yêu cầu an toàn thì ta tính

nối đất nhân tạo theo công thức sau: 
$$R_{nt} = \frac{R_{d\max} R_{tn}}{R_{tn} - R_{d\max}}$$

✖  $R_{d\max}$  là điện trở nối đất lớn nhất cho phép của trang bị nối đất.

✖ Khi hệ thống nối đất gồm các cọc thẳng đứng và các thanh đặt

nằm ngang thì: 
$$R_{nt} = \frac{R_c R_t}{R_c + R_t}$$

✖  $R_c$  là điện trở khuếch tán của hệ thống cọc chôn thẳng đứng

✖  $R_t$  là điện trở khuếch tán của hệ thống thanh chôn nằm ngang

#### **b. Trình tự tính toán:**

1. Xác định điện trở  $R_{d\max}$  cần thiết theo tiêu chuẩn

2. Xác định điện trở nối đất tự nhiên  $R_{tn}$

3. Nếu:

a.  $R_{tn} < R_{d\max}$ : Đối với các thiết bị cao áp  $U > 1000\text{V}$  có dòng chạm đất nhỏ và các thiết bị hạ thế  $U < 1000\text{V}$  thì không cần đặt thêm nối đất nhân tạo. Còn các thiết bị cao áp  $U > 1000\text{V}$  có dòng chạm đất lớn thì phải nối đất nhân tạo với điện trở

b.  $R_{tn} > R_{d\max}$  thì ta xác định điện trở nối đất nhân tạo theo

công thức: 
$$R_{nt} = \frac{R_{d\max} R_{tn}}{R_{tn} - R_{d\max}}$$

4. Quy định diện tích bố trí các điện cực, số lượng và kích thước các điện cực thẳng đứng và nằm ngang. cần quan tâm đến việc giảm điện áp bước và điện áp tiếp xúc. Tính điện trở khuếch tán của cọc, của thanh nằm ngang và toàn bộ hệ



thống.

5. Đối với thiết bị cao áp  $U > 1000V$  có dòng chạm đất lớn, phải

kiểm tra độ bền nhiệt của dẫn theo công thức: 
$$S = I_{\infty} \frac{\sqrt{t_{qd}}}{c}$$

✖  $S$ : tiết diện cho phép bé nhất của thanh dẫn hay dây dẫn;  $cm^2$ .

✖  $I_{\infty}$  dòng điện ngắn mạch xác lập, trong tính toán lấy dòng điện lớn nhất đi qua dây dẫn khi ngắn mạch ở thiết bị đang xét hay là ngắn mạch một pha chạm đất.

✖  $t_{qd}$  thời gian giả thiết của dòng điện đi vào đất (sec)

✖  $c$  hằng số ví dụ thép là 74

## 5. Tính toán trung tính bảo vệ:

### a. Dây trung tính không có nối đất lại:

Mục đích của tiếp trung tính bảo vệ là biến chạm vỏ thiết bị thành ngắn mạch để bảo vệ cắt nhanh sự cố. Công thức tính toán bảo vệ

nối dây trung tính là: 
$$I_n^1 = \frac{\sqrt{3}(0,9 - 0,95)U_{tb}10^3}{\sqrt{(2r_{1\Sigma} + r_{0\Sigma})^2 + (2x_{1\Sigma} + x_{0\Sigma})^2}} \geq 2,5I_{dmcc}$$

$U_{tb}$  là điện áp trung bình của cấp điện áp mà ta đang xét (V)

$r_{1\Sigma}$  là tổng điện trở thành phần thứ tự thuận của đường dây và

máy biến áp ( $M\Omega$ ) với  $r_{1\Sigma} = r_{1BA} + r_{1dd}$

✖ là tổng điện trở thành phần thứ tự không của đường dây và

máy biến áp với  $r_{0\Sigma} = 3r_{du} + r_{oBA} + r_{odd}$ .

✖ là tổng điện kháng thành phần thứ tự thuận của đường dây và

máy biến áp ( $M\Omega$ ), với  $x_{1\Sigma} = x_{1BA} + x_{1dd}$

$x_{0\Sigma}$  là tổng điện kháng thành phần thứ tự không của đường dây

và máy biến áp ( $M\Omega$ ), với  $x_{0\Sigma} = x_{0BA} + x_{odd}$

$I_{dmcc}$  là dòng điện định mức của dây chảy cầu chì

Khi dùng aptomat có bảo vệ dòng cực đại thì bảo vệ nối dây trung tính phải tính theo điều kiện:  $I_N^1 \geq 1,2I_{tdAT}$  với  $I_{tdAT}$  là dòng điện tác động của aptomat.

### Công thức tính điện trở và điện kháng của máy biến áp:

$$r_{BA} = \frac{\Delta P_N U_{dm}^2}{S_{dm}^2} 10^3 M\Omega$$

$$x_{BA} = 10 \frac{U_x \% U_{dm}^2}{S_{dm}} 10^3 \text{ M}\Omega$$

$r_{BA}$ ,  $x_{BA}$  là điện trở, điện kháng của máy biến áp xác định khi điện áp ở cuộn dây thứ cấp máy biến áp là định mức.

$\Delta P_N$  là tổn thất ngắn mạch của máy biến áp; W

$S_{dm}$  công suất định mức của máy biến áp; KVA

$U_x\%$  là thành phần phản kháng của điện áp ngắn mạch:

$$U_x \% = \sqrt{U_N^2 \% - U_r^2 \%}$$

$U_N\%$  là điện áp ngắn mạch %

$U_r$  là thành phần tác dụng của điện áp ngắn mạch:

$$U_r \% = \frac{\Delta P_N}{10 S_{dm}} = \frac{\Delta P_K}{10^3 S_{dm}} 100$$

### @ Điện trở và điện kháng của đường dây hạ áp:

Đường dây trên không:  $x_0 = 0,3 (\Omega/\text{km})$

Cáp:  $x_0 = 0,7 (\Omega/\text{km})$

Điện trở  $r_0 = \rho \frac{1}{F} (\Omega/\text{km})$ ,  $\rho$  là điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn.

$$\rho_{Cu} = 18,8 \Omega \text{mm}^2 / \text{km}$$

### @ Khi tính ngắn mạch một pha trong mạng hạ áp cần lưu ý:

- ✖ Xét điện trở của tất cả các thành phần
- ✖ Điện áp tính toán  $U_{tb}$  nhận hệ số nhỏ hơn 1 để xét đến sự giảm điện áp bên sơ cấp máy biến áp lúc ngắn mạch. Thường lấy 0,9-0,95
- ✖ Điện trở dây trung tính trong mạng thứ tự không phải lấy bằng 3 lần trị số thực tế của nó.
- ✖ Điện kháng thứ tự không của máy biến áp nối Y/Y<sub>0</sub> nên lấy  $x_{*0BA} = 1$ .

✖ Trong hệ đơn vị có tên ta có:  $x_{0BA} = x_{*0BA} \frac{U_{tb}^2}{S_{dm}} 10^6 \text{ (m}\Omega\text{)}$

✖ Nếu máy biến áp đấu Y/Δ thì:  $x_{0BA} = x_{1BA}$

✖ Điện kháng thứ tự không của đường dây hạ áp nên lấy bằng 2 lần điện kháng thứ tự thuận:  $x_0 = 2x_1$  đường dây.

### c. Dây trung tính có tiếp đất lập lại:

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Nối đất lập lại dây trung tính nhằm giảm điện áp trên vỏ thiết bị khi chạm vỏ. Khi chạm vỏ xảy ra thì điện áp của vỏ thiết bị đối với đất là  $I_d R_{ll}$

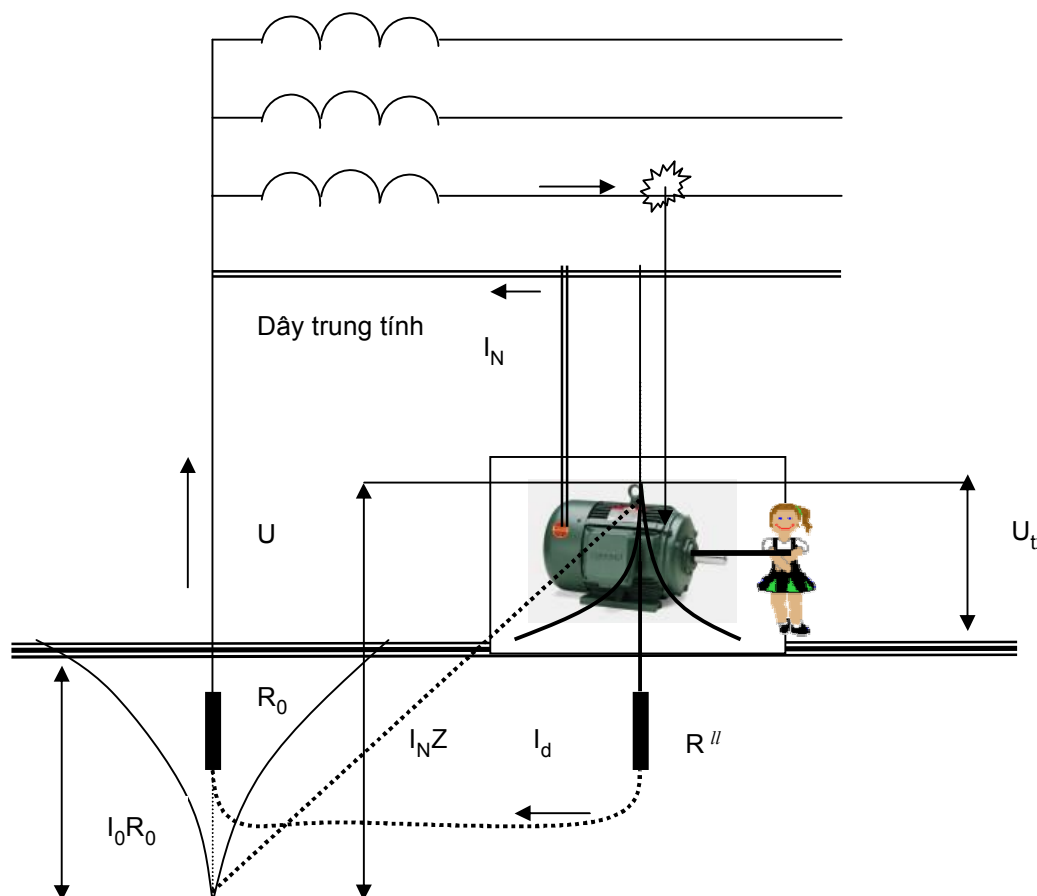
✖  $I_d$  là dòng chạm đất

✖  $R_{ll}$  là điện trở nối đất lập lại.

Ta có: 
$$\frac{I_N Z_{ll}}{R_0 + R_2} = \frac{I_d R_{ll}}{R_{ll}} = \frac{U_{tx}}{R_{ll}}$$

Điều kiện đảm bảo an toàn cho người là: 
$$U_{tx} = I_N Z_{ll} \frac{R_{ll}}{R_0 + R_{ll}} \leq U_{txcp}$$

✖ Điện trở nối đất lập lại càng bé thì hiệu quả của nối đất càng cao.



Thực tế với mạng điện bình thường, nếu số lượng nối đất nhiều sẽ làm cho điện áp tiếp xúc lớn vì điện trở nối đất làm việc  $R_0$  bây giờ ít ảnh hưởng đến sự phân bố điện áp. Lúc này điều kiện để đảm bảo

$$U_{tx} = I_N Z_{ll} \frac{R_{ll1}}{R_{dt} + R_{ll1}}$$

an toàn khi chạm vỏ là:

✖  $R_{ll1}$  là điện trở nối đất lập lại tại chỗ hư hỏng.

✖  $R_{dt}$  là điện trở đẳng trị của các điện trở nối đất lập lại  $R_{ll2}, R_{ll3}$  mắc song song với  $R_0$ .

**Ví dụ:** một đường dây trên không dùng dây đồng, tiết diện  $25 \text{ mm}^2$ , điện áp 380/220V, có chiều dài giữa máy biến áp và hộ tiêu thụ cuối cùng là  $l=1500\text{m}$ , khoảng cách giữa các dây dẫn  $a=50\text{cm}$ . giả thiết sự cố xảy ra ở cuối đường dây.

Giải : Điện trở của mạch pha trung tính là :  $R = \rho \frac{2l}{S} = \frac{2.1500}{56.25} = 2,15\Omega$

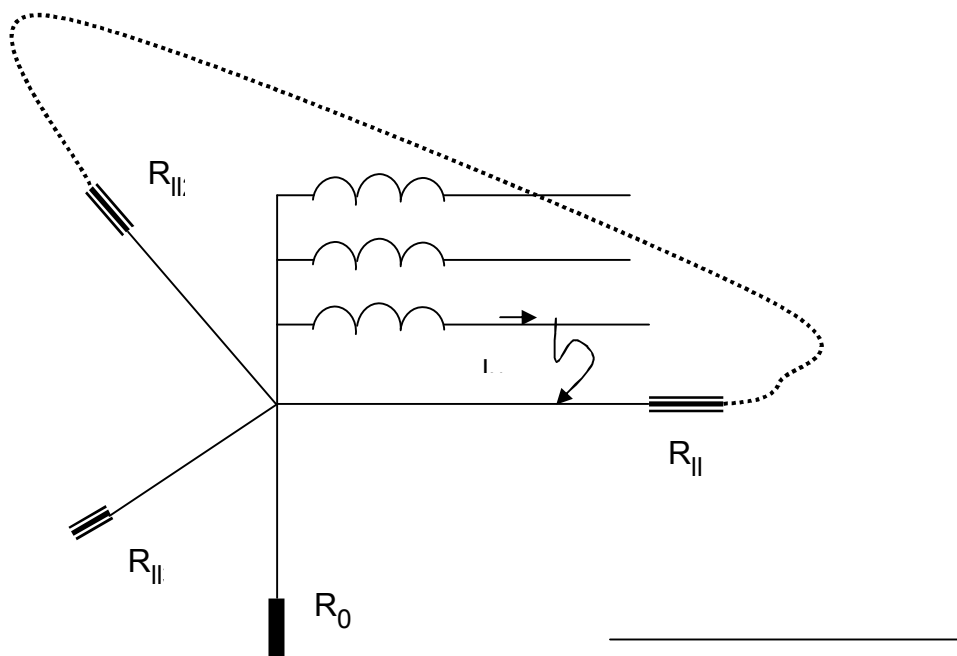
Tra bảng ta có  $x_0 \approx 0,67\Omega / \text{km}$  nên:  $X = 0,67.1,5 = 1\Omega$

Tổng trở  $Z = \sqrt{2,15^2 + 1^2} = 2,37\Omega \Rightarrow I_{nm} = \frac{220}{2,37} = 92\text{A}$

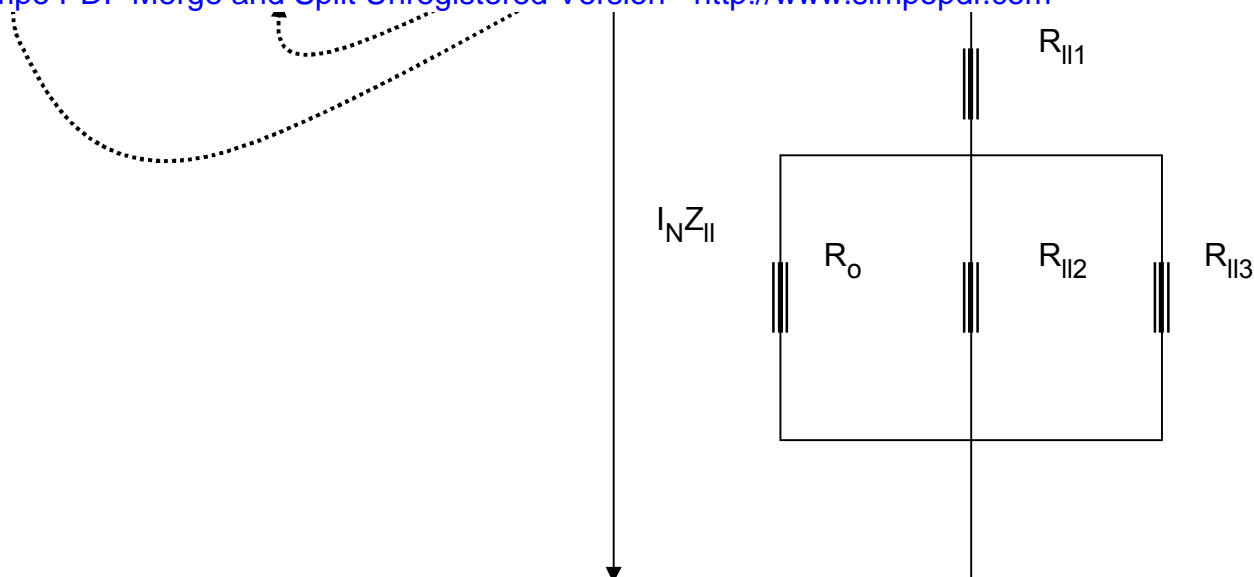
Dòng điện định mức của dây chảy cầu chì phải là:

$$I_{dm} \leq \frac{I_{nm}}{3} = \frac{92}{3} = 30,6\text{A}$$

Để thỏa mãn điều kiện bảo vệ trong trường hợp này thì giá trị định mức của cầu chì phải  $\leq 25\text{A}$  với tiết diện của dây pha bằng tiết diện của dây trung tính.



Simpopdf Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>



## Bài 5: CÁC PHƯƠNG TIỆN VÀ DỤNG CỤ CẦN THIẾT CHO AN TOÀN ĐIỆN

### 1. Treo cao, rào chắn và biển báo:

Đây là các biện pháp an toàn nhằm không cho người chạm vào các phần dẫn điện hay hành lang an toàn.

Hành lang an toàn điện là là khoảng không gian không lưu được quy định về chiều rộng, chiều dài và chiều cao chạy dọc theo công trình đường dây tải điện hay bao quanh trạm điện. Các điều 6,12,14 của nghị định 54/1999/NĐ-CP quy định về hành lang an toàn điện.

✘ Trong phạm vi bảo vệ an toàn của lưới điện cao áp, lúa và hoa màu phải trồng cách cột điện hay cột néo ít nhất 0,5 m. Những cây phát triển nhanh trong thời gian ngắn thì phải chặt sát gốc và cấy trồng mới.

✘ Các loại cây trồng khác phải đảm bảo khoảng cách thẳng đứng từ dây dẫn khi dây dẫn ở trạng thái tĩnh đến điểm cao nhất của cây theo bảng 1.

Điện áp	⇒35KV	66⇒110KV	⇒220KV	⇒500KV
Khoảng cách an toàn -m	2	3	4	6

✘ Khoảng cách dây dẫn khi ở trạng thái tĩnh đến điểm gần nhất của cây không nhỏ hơn khoảng cách quy định tối thiểu theo bảng 2.

Điện áp	⇒22KV	⇒35KV	66⇒110KV	⇒220KV
Khoảng cách an toàn -m	Dây bọc	Dây trần		
	0,7	1,5	2,0	2,5

✘ Đối với nhà và công trình trong hành lang bảo đã có trước khi

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

xây dựng đường dây trên không điện áp tới 220KV thì không phải di chuyển ra khỏi hành lang bảo vệ khi:

✘ *Làm bằng vật liệu không cháy*

✘ *Kết cấu kim loại phải nối đất theo tiêu chuẩn hiện hành*

✘ Khoảng cách thẳng đứng từ dây dẫn khi ở trạng thái tĩnh đến bất kỳ bộ phận nào của nhà và công trình phải bằng hay lớn hơn khoảng cách an toàn theo bảng 3:

<b>Điện áp</b>	<b>⇒35KV</b>	<b>66⇒110KV</b>	<b>⇒220KV</b>
Khoảng cách an toàn -m	3	4	5

✘ Cấm tiến hành bất kỳ công việc gì trong hành lang bảo vệ đường dây trên không nếu dùng thiết bị, dụng cụ, phương tiện có khả năng vi phạm khoảng cách an toàn theo bảng 1.

✘ Ở những đoạn giao chéo giữa các đường dây điện cao áp trên không với đường bộ và đường sắt, cho phép các phương tiện có độ cao đến 4,5m so với mặt đường vượt qua. Khi cần vận chuyển hàng hóa có chiều cao >4,5m chủ phương tiện phải liên hệ với nơi quản lý lưới điện để có biện pháp an toàn cần thiết.

✘ Phương tiện vận tải thủy khi qua điểm giao chéo phải đảm bảo khoảng cách quy định theo bảng 4:

<b>Điện áp</b>	<b>⇒35KV</b>	<b>66⇒110KV</b>	<b>⇒220KV</b>	<b>⇒500KV</b>
Khoảng cách an toàn -m	1,5	2	3	4

✘ Đối với đường dây trên không có điện áp đến 1000V, khoảng cách từ dây dẫn đến mặt đường không được nhỏ hơn 6m ở khu dân cư và không nhỏ hơn 5m trong khu vực không dân cư và không được nhỏ hơn 4m ở những nơi người khó đến được. Khi đường dây đi qua vườn cây thì khoảng cách thẳng đứng từ dây dẫn thấp nhất đến ngọn cây không được nhỏ hơn 1m.

✘ Trong công tác quản lý vận hành, sửa chữa thiết bị điện, khoảng cách an toàn từ nơi làm việc đến những phần có điện phải đảm bảo:

<b>Điện áp</b>	<b>Hạ thế</b>	<b>⇒15KV</b>	<b>⇒35KV</b>	<b>⇒110KV</b>	<b>⇒220KV</b>	<b>⇒500KV</b>
Khoảng cách từ rào chấn - m	0,35	0,60	1	1,5	2,5	4,5

✘ Khi người làm việc có khả năng vi phạm khoảng cách quy định

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

mà không thể cắt điện thì phải làm rào chắn. Khoảng cách từ phần cắt điện đến rào chắn là:

<b>Điện áp</b>	<b>⇒15KV</b>	<b>⇒35KV</b>	<b>⇒110KV</b>	<b>⇒220KV</b>	<b>⇒500KV</b>
Khoảng cách từ rào chắn - m	0,35	0,6	1,5	2,5	4,5

✘ Yêu cầu và cách thức đặt rào chắn được xác định tùy theo điều kiện cụ thể và tính chất công việc.

✘ Những vật dẫn điện đặt ở chỗ qua lại trong nhà cần phải được che chắn nếu thấp hơn các độ cao sau:

<b>Điện áp</b>	<b>⇒10KV</b>	<b>⇒35KV</b>	<b>⇒110KV</b>
Độ cao nhỏ hơn -m	2,5	2,75	3,5

✘ Những vật dẫn điện đặt ở ngoài trời cần phải được che chắn nếu thấp hơn các độ cao sau:

<b>Điện áp</b>	<b>⇒35KV</b>	<b>⇒110KV</b>	<b>⇒220KV</b>
Độ cao nhỏ hơn -m	3,0	3,75	4,5

✘ Đối với trạm biến áp, trạm phân phối có tường rào cố định bao quanh, độ cao hàng rào không thấp hơn 2m (ngoài trời) và 1,7m (trong nhà).

✘ Để ngăn ngừa sự nguy hiểm khi đến gần các phần có điện áp, cấm thực hiện những thao tác ở những thiết bị từ đó có thể đưa điện áp đến nơi làm việc gây ra tai nạn, nhắc nhở những biện pháp thông thường cần có bằng báo hiệu.

Có 4 nhóm biển báo:

- ✘ **Biển ngăn ngừa**
- ✘ **Biển cấm**
- ✘ **Biển cho phép**
- ✘ **Biển nhắc nhở**

## **2. Phương tiện bảo vệ, dụng cụ kiểm tra dùng cho người khi làm việc:**

Để bảo vệ cho người khi làm việc khỏi bị tác dụng của dòng điện, hồ quang điện, cần phải có các phương tiện bảo vệ cần thiết:

✘ **Phương tiện cách điện tránh điện áp (Điện áp làm việc, điện áp bước, điện áp tiếp xúc). gồm sào cách điện, ủng cách điện, gang tay cao su, kìm cách điện....**

✘ **Cái chỉ thị điện áp kiểu lưu động**

✘ **Nội đất tạm thời di động, hàng rào, bảng báo hiệu.**

Phương tiện bảo vệ tránh tác dụng của hồ quang, mảnh kim loại bị nung nóng, các hư hỏng cơ học. Loại này gồm kính bảo vệ, găng



Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

tay bằng vải bạt, dụng cụ chống khí độc

### Phương tiện bảo vệ cách điện gồm hai loại: chính và phụ.

✖ Loại chính được dùng để có thể làm việc khi chạm nó vào phần dẫn điện đang có điện áp.

✖ Loại phụ bản thân nó không thể đảm bảo an toàn khi chạm vào phần dẫn điện đang có điện áp, nó chỉ dùng phụ thêm cho phương tiện chính.

**Sào cách điện** dùng để thao tác cắt và đóng dao cách ly, đặt nổi đất tạm thời di động, thí nghiệm cao áp. Cấu tạo của sào cách điện gồm 3 phần: phần cách điện, phần làm việc và phần cầm tay. Độ dài của sào phụ thuộc vào điện áp.

✖ Khi dùng sào cách điện để thao tác, công nhân tay phải đi găng cách điện, chân đi ủng cách điện. Nếu thiết bị ở ngoài trời, họ còn phải đứng trên bệ cách điện.

Điện áp danh định KV	Chiều dài tối thiểu			
	Thiết bị trong nhà		Thiết bị ngoài trời và đường dây trên không	
	Độ dài phần cách điện-m	Độ dài phần cầm tay-m	Độ dài phần cách điện-m	Độ dài phần cầm tay-m
⇒10 KV	0,7	0,3	1,1	0,4
⇒35 KV	1,1	0,4	1,4	0,6
⇒110 KV	1,8	0,9	2,0	1,0
⇒220 KV			3,0	1,0

**Kìm cách điện** dùng để gắn và lấy cần chì cao áp, đẩy các nắp cách điện bằng cao su. Kìm là phương tiện bảo vệ chính dùng với điện áp dưới 35KV. Khi dùng kìm người làm việc phải mang găng cách điện. Kìm cách điện gồm 3 phần: phần cách điện, phần làm việc và phần cầm tay.

Điện áp danh định KV	Chiều dài tối thiểu			
	Thiết bị trong nhà		Thiết bị ngoài trời và đường dây trên không	
	Độ dài phần cách điện-m	Độ dài phần cầm tay-m	Độ dài phần cách điện-m	Độ dài phần cầm tay-m
⇒10 KV	0,45	0,15	0,75	0,2
⇒35 KV	0,75	0,2	1,2	0,2

✖ Cấm dùng sào cách điện và kìm đo lường ở thiết bị ngoài trời khi thời tiết ẩm ướt, mưa tuyết.

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

**Găng cao su cách điện** có 2 loại: Loại dùng ở thiết bị có điện áp đến 1000V và loại trên 1000V. Theo hình dáng bên ngoài thì 2 loại này không khác nhau nhưng tính chất bảo vệ của nó thì khác nhau. Găng phải ghi rõ điện áp sử dụng và phải còn nguyên vẹn khi sử dụng.

**Giày và ủng cách điện** được chế tạo bằng loại cao su đặc biệt màu sáng xám hay màu nâu nhạt và không sơn. Giày ủng, găng tay phải được bảo quản trong tủ hay thùng nhằm tránh nhiệt độ cao, dầu mỡ, acid...

**Thảm cao su cách điện** được chế tạo dùng ở thiết bị điện áp trên 1000V. Chúng phải có dấu phù hợp và phải còn nguyên vẹn khi sử dụng.

**Bệ cách điện** gồm một mặt bằng gỗ có kích thước khoảng 75X75cm đặt ở trên các sứ đỡ. Chiều cao giá đỡ từ sàn đến mặt dưới của mặt lát ít nhất phải là 100mm. Mặt làm bằng các tấm gỗ nhỏ khô tốt và sơn bằng dầu hay 2 lớp sơn, khe hở giữa hai tấm gỗ nhỏ không được quá 25mm.

**Thiết bị chỉ thị điện áp kiểu lưu động** gồm có đèn neon và sào cách điện. Khi ta chạm cái chỉ báo điện áp vào phần dẫn điện có thể xác định nó có điện áp hay không. Nó có 2 loại: Điện áp cao và điện áp thấp. Khi sử dụng thiết bị chỉ thị điện áp cao bắt buộc phải mang găng cách điện, ngoài ra ở thiết bị ngoài trời còn phải đứng trên bề cách điện. Kích thước thiết bị chỉ điện áp phụ thuộc vào cấp điện áp :

Điện áp danh định KV	Chiều dài tối thiểu		
	Độ dài phần cách điện-mm	Độ dài phần cầm tay-mm	Độ dài toàn bộ-mm
⇒10 KV	320	110	680
10⇒20 KV	400	120	840
20⇒35 KV	510	120	1060

**Cái nối đất bảo vệ tạm thời kiểu di động** là phương tiện bảo vệ khi làm việc ở những chỗ đã ngắt mạch điện nhưng để có khả năng đưa điện áp nhằm vào hay dễ bị xuất hiện điện áp bất ngờ trên chúng. Cấu tạo của cái nối đất tạm thời gồm những dây dẫn để ngắn mạch các pha, cần nối đất và các chốt để nối vào phần mạng điện. Chốt phải chịu được lực điện động khi có dòng điện ngắn mạch. Các dây dẫn bằng đồng có tiết diện không nhỏ hơn 25mm<sup>2</sup>. Nối đất chỉ được thực hiện sau khi đã kiểm tra không có điện áp ở bộ phận được nối đất. Đầu tiên được nối ở cuối cái nối đất với đất

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

rồi sau đó kiểm tra xem có điện áp hay không rồi mới nối dây vào vật cần nối. Khi tháo nối đất thì làm ngược lại.

### **Vị trí lắp đặt tiếp địa di động:**

✘ Đối với thiết bị độc lập thì lắp ở hướng dòng điện đi tới.

✘ Đối với đường dây thì lắp ở cả 2 đầu khu vực làm việc, lắp trung gian cứ khoảng 1km có một tiếp địa, lắp ở các nhánh rẽ, trừ các nhánh rẽ có cầu dao cách ly ở vị trí mở.

### **Các phương tiện bảo vệ cách điện và dụng cụ kiểm tra điện áp phải được kiểm tra định kỳ theo đúng quy định.**

Tên dụng cụ	Điện áp dây sử dụng	Điện áp thử		Thời gian thử (phút)	Chu kỳ thử	Yêu cầu
		Dụng cụ mới	Thử định kỳ			
Sào cách điện	< 110KV	3 lần điện áp dây nhưng không được nhỏ hơn 40	Giống như mới	5	1 năm	Không xảy ra đánh thủng hay phóng điện bề mặt
	> 110KV	3 lần điện áp pha	Giống như mới	5	1 năm	
Kìm cách điện	<35KV	3 lần điện áp dây nhưng không được nhỏ hơn 40	Giống như mới	5	6 tháng	
Găng cách điện	<1	3,5	Giống như mới	1	6 tháng	Dòng điện rò <3,5mA
	>1	9	Giống như mới	1	6 tháng	Dòng điện rò <9mA

Simpopdf Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Giày cách điện	Các loại điện áp	20	15	Mới:2 Cũ:1	6 tháng	Dòng điện rò <9mA
Ủng cách điện	<1	5	Giống như mới	1	6 tháng	Dòng điện rò <9mA
	>1	20	Giống như mới	1	6 tháng	
Thảm cách điện	<1	7,5	3,5		2 năm	Dòng điện rò <7,5mA
	>1	20	15		2 năm	Dòng điện rò <20mA
Ghế cách điện	Các loại điện áp	40	Giống như mới	2	3 năm	
Cái chỉ điện áp					6 tháng	
Bản thân cái chỉ điện áp	<10	20	20	1	6 tháng	
	10⇒20	20	20	1	6 tháng	
	20⇒35	20	20	1	6 tháng	
Bộ phận cách điện	<10	40	40	5	6 tháng	
	10⇒20	70	70	5	6 tháng	
	20⇒35	105	105	5	6 tháng	

### 3. Cân bằng điện áp ( nối đẳng thế)

Khi phải sửa chữa đường dây mà không thể cắt điện, để đảm bảo an toàn cho người công nhân, người ta dùng biện pháp nối đẳng thế. Thiết bị cân bằng điện áp được làm bằng một tấm kim loại đặt trên một bề cách điện và nối liền với dây dẫn bằng một dây nối.

**Người công nhân sửa chữa đứng trên tấm mâm kim loại, đặt cách điện đối với đất, dùng sào thao tác gắn dây dẫn vào pha cần sửa chữa (dây dẫn một đầu đã được nối trước vào mâm một cách chắc chắn- để an toàn dùng dây đôi): do điện thế của dây dẫn và sàn đứng bằng nhau nên không có điện áp đặt lên**

**người công nhân, vì vậy không gây nguy hiểm cho con người.**

## Các hình ảnh minh họa



## BÀI 6: CẤP CỨU NGƯỜI BỊ ĐIỆN GIẬT

Khi có người bị điện giật thì phải tiến hành cứu chữa ngay. Theo thống kê hầu hết các trường hợp bị điện giật nếu được kịp thời cứu chữa thì khả năng sống rất cao:

Thời gian từ lúc bị điện giật (phút)	⇒1	>6	>10
Khả năng cứu sống (%)	90	10	rất ít



**1. Phương pháp tách nạn nhân ra khỏi lưới điện:**

Khi có người bị điện giật phải tìm mọi cách để tách nạn nhân ra khỏi lưới điện.

**a. Khi cắt được mạch điện:** Dùng các thiết bị cắt điện như cầu dao, máy cắt, CB, rút pích cắm ... Khi cắt điện cần chuẩn bị ánh sáng thay thế nếu trời tối, còn nếu nạn nhân ở trên cao thì phải chuẩn bị phương tiện hứng đỡ

**b. Khi không cắt được mạch điện:** Lúc này cần phải phân biệt nạn nhân bị điện giật ở mạng cao hay hạ áp.

✖ Nếu ở lưới điện hạ thế thì người cứu phải đứng trên bàn, ghế hay tấm gỗ khô, đi dép hay ủng cao su, đeo găng tay để kéo nạn nhân ra khỏi mạch điện. Nếu không có đủ phương tiện như trên thì người cứu có thể dùng tay nắm vào quần áo khô của người bị điện giật kéo ra hay dùng các vật cách điện để cắt đứt dây dẫn điện. Cấm không được dùng tay kéo trực tiếp vào người nạn nhân vì làm như vậy thì người cứu cũng bị điện giật.

✖ Nếu là mạng điện cao áp thì người cứu cần phải có ủng và găng tay cách điện. Dùng sào cách điện để gạt hay đẩy nạn nhân ra khỏi lưới điện. Có thể dùng sợi dây kim loại tiếp đất một đầu và ném đầu kia vào cả 3 pha để làm ngắn mạch đường dây, khi đó bảo vệ lưới điện sẽ tác động cắt điện lưới điện này.

**2. Phương pháp cấp cứu người ngay sau khi tách nạn nhân ra khỏi lưới điện**

Sau khi nạn nhân được tách ra khỏi lưới điện căn cứ vào tình trạng của nạn nhân để có phương pháp xử lý thích hợp:

**a. Trường hợp nạn nhân chưa mất tri giác,** chỉ bị hôn mê trong giây lát, tim còn đập, thở yếu thì phải để nạn nhân ở chỗ thoáng khí, yên tĩnh rồi chăm sóc cho nạn nhân hồi tỉnh. Sau đó mời bác sỹ đến hay nhẹ nhàng đưa nạn nhân đến cơ sở y tế gần nhất để theo dõi và điều trị.

**b. Nạn nhân mất tri giác:** Khi nạn nhân bị mất tri giác nhưng vẫn còn thở nhẹ, tim đập yếu thì đặt nạn nhân nơi thoáng khí, yên tĩnh, nới lỏng quần áo, thắt lưng, moi nhót rãi trong mồm nạn nhân ra, cho nạn nhân ngửi amôniac, nước tiểu, ma sát toàn thân cho nóng lên và mời bác sỹ đến chăm sóc.

**c. Nạn nhân đã tắt thở:** nếu người bị điện giật không còn thở, tim ngừng đập, toàn thân co giật giống như chết thì phải đưa nạn nhân ra chỗ thoáng khí, nới rộng quần áo, thắt lưng moi nhót rãi trong miệng ra. 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 quyết định của bác sỹ mới thôi.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

### **3. Các phương pháp hô hấp nhân tạo:**

#### **a. Phương pháp đặt nạn nhân nằm sấp:**

Đặt nạn nhân nằm sấp, một tay đặt dưới đầu, một tay duỗi thẳng, mặt nghiêng về phía tay duỗi moi nhót rãi trong miệng và kéo lưỡi ra nếu lưỡi bị thụt vào.

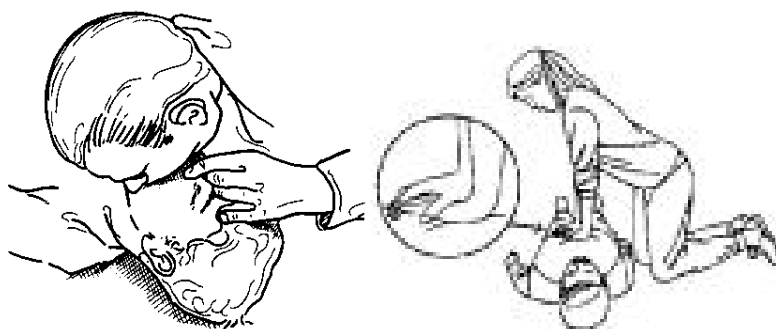
Người cứu ngồi trên lưng nạn nhân, hai đầu gối quỳ xuống kẹp vào 2 bên cạnh sườn nạn nhân, hai ngón tay cái để sát sống lưng rồi ấn mạnh cả 2 bàn tay xuống bằng cả khối lượng cơ thể mình và đếm nhẩm 1,2,3 (nạn nhân thở ra) rồi từ từ thả tay, thẳng người lên và đếm nhẩm 4,5,6 (nạn nhân hít vào). Làm như vậy 12 lần/phút cho đến khi nạn nhân thở được hay có ý kiến của bác sỹ mới thôi.

*Phương pháp này áp dụng khi chỉ có một người cứu chữa và nó có ưu điểm là do đặt nằm sấp nên các chất dịch vị và nước miếng không theo đường khí quản vào cản trở hô hấp.*

#### **b. Phương pháp đặt nạn nhân nằm ngửa:**

Phương pháp này phải có 2 người. Đặt nạn nhân nằm ngửa, dưới lưng đặt gối mềm hay quần áo vo tròn lại để đầu hơi ngửa ra, kéo mồm há ra lấy nhót rãi trong miệng và kéo lưỡi ra. Nếu mồm mím chặt thì dùng vật cứng để cậy miệng ra. Một người ngồi bên cạnh giữ lưỡi, người cấp cứu quỳ ở phía đầu nạn nhân và cầm lấy 2 cổ tay của nạn nhân, đặt 2 tay nạn nhân lên lồng ngực và lấy hết sức mình ép xuống để nạn nhân thở ra. Sau đó từ từ kéo 2 tay nạn nhân lên quá đầu cho đến khi chấm dứt để nạn nhân hít vào. Làm điều hòa như thế và đếm 1,2,3 cho lúc hít vào và 4,5,6 cho lúc thở ra, làm liên tục như vậy từ 16-18 lần/phút cho đến khi nạn nhân thở được hay có ý kiến của bác sỹ mới thôi.

#### **c. Thổi ngạt kết hợp với ấn tim ngoài lồng ngực:**



Đây là phương pháp cứu chữa có hiệu quả và phổ biến nhất hiện nay:

Đặt nạn nhân nằm ngửa, đầu hơi ngửa ra phía sau, nới rộng quần áo, thắt lưng, moi nhót rãi trong miệng nạn nhân ra. Nếu mồm nạn



Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

nhân mím chặt thì dùng vật cứng để cậy miệng ra. Người cứu dùng một tay nâng gáy, một tay đặt trên vuốt xuống giữa hần đầu nạn nhân về phía trước để cho cuống lưỡi không bít kín đường hô hấp, cho phép không khí vào phổi được dễ dàng. Đặt một miếng vải mỏng che kín miệng nạn nhân, người cứu hít thật mạnh, một tay mở miệng nạn nhân, một tay bóp kín mũi nạn nhân, áp miệng mình vào miệng nạn nhân rồi thổi mạnh. Ngực nạn nhân phồng lên, người cứu ngẩng đầu lên hít hơi lần 2, khi đó nạn nhân sẽ tự thở ra do sức đàn hồi của lồng ngực. Làm liên tục như vậy từ 14-16 lần/phút cho đến khi nạn nhân hồi tỉnh hay có dấu hiệu chết hẳn.

Đồng thời với hà hơi thổi ngạt phải có một người cứu khác làm nhiệm vụ ấn tim ngoài lồng ngực. Người làm nhiệm vụ ấn tim quỳ bên cạnh nạn nhân, hai bàn tay chồng lên nhau, đặt lên khu vực tim của nạn nhân khoảng 1/3 dưới xương ức rồi dùng cả sức mạnh thân người ấn nhanh, mạnh làm cho lồng ngực nạn nhân bị nén xuống 3-4cm. Sau mỗi lần ấn thì buông tay ra để lồng ngực nạn nhân trở về bình thường. Nhịp độ ấn tim từ khoảng 50-60 lần/phút. Điều quan trọng là phải kết hợp nhịp nhàng 2 động tác với nhau nếu không động tác này sẽ phản lại động tác kia. Cách phối hợp là cứ mỗi lần thổi ngạt thì ấn tim 4 nhịp tức khoảng 50-60 lần/phút.

Việc cấp cứu nạn nhân bị điện giật phải làm liên tục, kiên trì cho đến khi nạn nhân hồi tỉnh. Việc thực hiện càng nhanh càng tốt, tùy theo hoàn cảnh cụ thể mà có phương pháp thích hợp. Phải hết sức bình tĩnh và kiên trì để cấp cứu cho đến khi có ý kiến quyết định của bác sỹ mới thôi.

# **Chương 2: KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG CÔNG TÁC**

## **VẬN CHUYỂN VÀ NÂNG HẠ**

### **Bài 1: NGUY HIỂM PHÁT SINH KHI VẬN CHUYỂN VÀ NÂNG HẠ**

#### **Các nguyên nhân dẫn đến nguy hiểm:**

- ✘ Thiếu hiểu biết về tính năng cơ cấu hoạt động của thiết bị, bảo dưỡng, sửa chữa và kiểm tra không đúng theo yêu cầu quy định.
- ✘ Các tai nạn do ô tô, xe cẩu gây ra thường là do không thực hiện nghiêm chỉnh tốc độ vận chuyển giới hạn khi có mang tải trọng hay kích thước quá giới hạn, sắp xếp vật nặng không đúng quy định. Địa hình đường xá không phẳng, lún...gây mất ổn định và lật xe.

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

✘ Treo, buộc tải trọng không đúng, cáp chọn không phù hợp với tải trọng, buộc không chắc chắn... đều có thể làm rơi tải trọng.

✘ Khi làm việc với băng tải, băng truyền, cầu trục...nguy hiểm có thể xảy ra khi tiếp xúc với các bộ phận chuyển động hay khi đứt băng tải làm cho vật nặng rơi xuống.

## **Bài 2: NHỮNG YÊU CẦU VỀ AN TOÀN ĐỐI VỚI MÁY MÓC**

### **VẬN CHUYỂN VÀ NÂNG HẠ**

#### **1. Tải trọng tối đa cho phép của thiết bị**

Tất cả các thiết bị vận chuyển và nâng hạ đều được quy định tải trọng cho phép. Tải trọng này thường cố định nhưng có thể thay đổi tùy theo cơ cấu của thiết bị. Tải trọng tối đa cho phép thường phải giảm đi sau một thời gian sử dụng do quá trình phát hiện những khuyết tật có nguy cơ gây sự cố mà trước mặt chưa khắc phục được.

#### **2. Tải trọng phù hợp với cáp xích cột tải trọng**

Cáp và xích là những bộ phận quan trọng của thiết bị vận chuyển nâng hạ vì vậy trước khi sử dụng cần phải tính toán:

Dây cáp cần phải được tính theo công thức sau:  $\frac{P}{S} \geq K$

✘  $P$  là lực kéo đứt dây cáp (N)

✘  $S$  là sức căng lớn nhất của nhánh cáp (N)

✘  $K$ : hệ số an toàn

Hệ số an toàn nhỏ nhất của cáp được quy định như sau:

<b>Công dụng của cáp</b>	<b>Chế độ làm việc- dạng truyền động</b>	<b>Hệ số an toàn</b>
Cáp chịu tải và cáp cần trục	Tay Máy: <i>Nhẹ</i> Trung bình <i>Nặng và rất nặng</i>	4,5 5,0 5,5 6,0
Cáp palăng		6,0
Cáp thang máy chở người		9,0

Tính toán sức căng của các dây cáp treo dựa vào số nhánh và góc nghiêng so với đường thẳng đứng của nó theo công thức:

$$S = \frac{Q}{n \cos \alpha}$$

✘  $S$  là sức căng của một nhánh dây cáp treo (N)

Simpo PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

✖  $Q$  là trọng tải (N)

✖  $n$ : số nhánh cáp treo

✖  $\alpha$  là góc nghiêng của cáp so với đường thẳng đứng.

Theo công thức trên ta thấy khi góc nghiêng càng lớn thì ứng với cùng một tải trọng, sức căng của nhánh cáp càng tăng. Hệ số an toàn của cáp có móc hay vòng không được lấy nhỏ hơn 6. Khi cáp đứt phải bỏ cả đoạn, không được nối lại bằng bất kỳ cách nào.

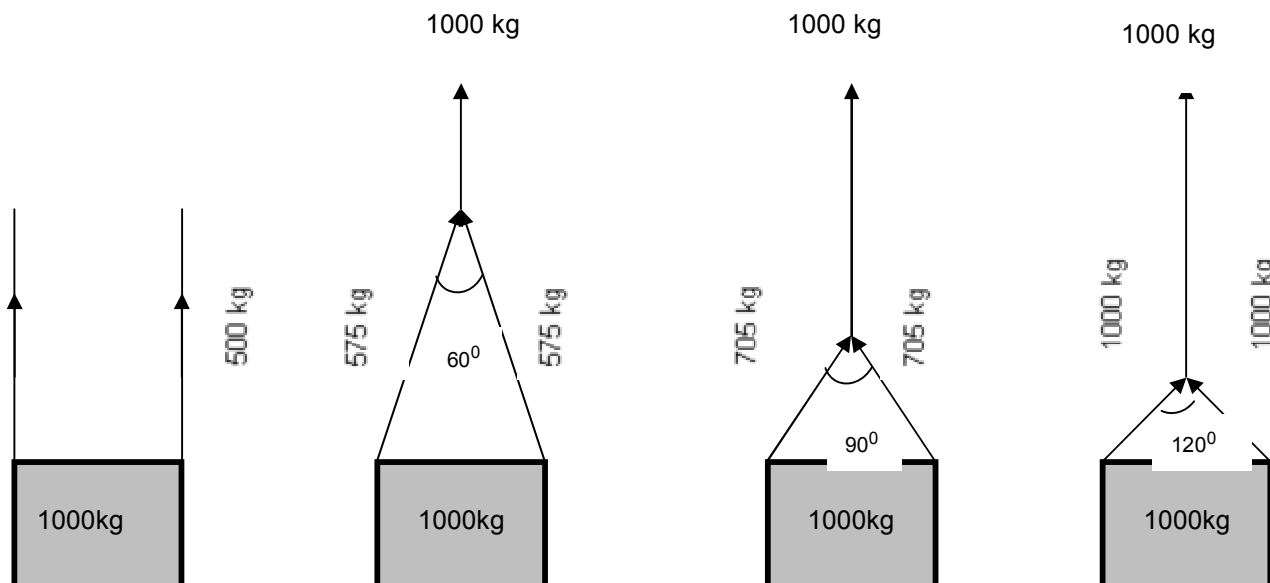
Hệ số an toàn của xích hàn chọn từ 3-9 phụ thuộc vào kiểu, công dụng, dạng truyền dẫn... Khi mắt xích đã mòn 10% kích thước ban đầu thì không được sử dụng nữa.

Đường kính của tang quay hay ròng rọc được tính:  $D \geq d(e-1)$

✖  $D$  là đường kính tang quay hay ròng rọc đo ở chỗ cáp tiếp xúc (mm)

✖  $d$  là đường kính cáp

✖  $e$  là hệ số phụ thuộc dạng truyền động, chế độ làm việc...



Kiểu máy nâng	Dạng truyền động	Chế độ làm việc	Trị số hệ số e
Tất cả các kiểu palăng tời điện, trừ điện	Tay		18
	Máy	<i>nhẹ</i>	20
		<i>trung bình</i>	25
		<i>nặng, rất nặng</i>	30
		<i>làm việc liên tục</i>	
Cần trục	Tay		16
	Máy	<i>nhẹ</i>	18
		<i>trung bình</i>	20
		<i>nặng, rất nặng</i>	20

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

		<i>làm việc liên tục</i>	
Palăng điện			20

Cần phải thường xuyên kiểm tra cáp theo số sợi đứt trong một bước bện cáp. Bước bện cáp là khoảng cách dọc trên mặt cáp, trong đó chứa tất cả số sợi trong tiết diện ngang. Cáp có nhiều nhánh xoắn, có lớp ở trong và ngoài, khi đếm sợi theo số sợi ở lớp ngoài.

Tiêu chuẩn cho phép số sợi đứt nhiều nhất trên một bước bện theo bảng:

Hệ số dự trữ bện ban đầu	Số sợi có trong tiết diện ngang của cáp							
	6x19=114		6x37=222		6x61=366		18x19=342	
	Bện chéo	Bện xuôi	Bện chéo	Bện xuôi	Bện chéo	Bện xuôi	Bện chéo	Bện xuôi
<6	12	6	22	11	36	18	36	18
6⇒7	14	7	26	13	38	19	38	19
>7	16	8	30	15	40	20	40	20

Cáp của những máy nâng chở người, vận chuyển kim loại nung nóng, chất độc, chất dễ nổ...thì số sợi đứt chỉ cần bằng  $\frac{1}{2}$  số sợi theo bảng trên là ta phải bỏ đi. Khi cáp bị mòn hay rỉ thì số sợi đứt phải giảm đi theo bảng:

Sự giảm đường kính sợi tính theo %	Số sợi đứt trong một bước xoắn tính theo % so với tiêu chuẩn ở bảng trên
10	85
15	75
20	70
25	60
≥30	50

Khi dây cáp đã bị mòn hay rỉ đến 40% kích thước đường kính ban đầu thì phải bỏ đi. Đường kính tang quay hay ròng rọc làm việc với xích hàn không được lấy nhỏ hơn 18 lần cỡ cáp hay 20 lần cỡ xích truyền động bằng tay và không nhỏ hơn 25 lần cỡ cáp hay 30 lần cỡ xích khi truyền động bằng máy.

Khi làm việc trên đĩa xích thì xích phải đồng thời ăn khớp với ít nhất 2 răng. Khi mắt xích bị mòn quá 10% kích thước ban đầu thì phải bỏ đi.

### 3. Phan hãm hữu hiệu và tốc độ thiết bị phù hợp khi mang tải trọng.

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Tất cả các máy nâng và vận chuyển nhất thiết phải trang bị phanh hãm để phanh khi nâng hay di chuyển vật nặng. Phanh hãm phải đảm bảo hãm nhanh chóng và có hệ số dự trữ. Hệ số dự trữ của phanh hãm được xác định bằng tỷ số mômen được tạo ra khi phanh trên mômen tĩnh tạo nên trên trục phanh với tải trọng làm việc lớn

$$\frac{M_{phanh}}{M_{trụcphanh}} \geq K$$

nhất:

Hệ số dự trữ phanh K được cho theo bảng sau:

Dạng truyền động	Chế độ làm việc	Hệ số dự trữ của phanh hãm
Cơ cấu truyền động bằng tay		1,5
Cơ cấu truyền động bằng máy	<i>nhẹ</i> <i>trung bình</i> <i>nặng, rất nặng và liên tục</i>	1,5 1,75 2,0

Ở các thiết bị nâng tải và nâng cần dùng để vận chuyển kim loại nóng chảy lỏng, chất độc, chất dễ cháy phải trang bị 2 phanh hoạt động độc lập.

Để ngăn ngừa tác dụng quán tính của thiết bị nâng khi mang tải trọng, tốc độ di chuyển thiết bị nâng phải được giới hạn phù hợp. Tốc độ làm việc của cần trục khi điều khiển dưới đất phải nhỏ hơn 50m/phút, còn ở trên xe phải nhỏ hơn 30m/phút.

#### 4. Các cơ cấu an toàn khác:

Ở các ròng rọc phải có cơ cấu chống tuột cáp khỏi rãnh.

Trong các palăng nhờ có cơ cấu trục vít bánh vít, tải trọng nâng lên được hãm lại không gây ra tình trạng tuột cáp.

Các băng chuyền bố trí ở trên đường đi lại cần phải làm che chắn lưới để tránh trường hợp tải trọng rơi bất ngờ.

Các palăng điện, cần trục và cơ cấu nâng tải trọng khác có thể chạy quá giới hạn cho phép gây đứt cáp, đổ xe,, nên người ta phải thiết kế và gắn cơ cấu ngắt tự động và đặt cách giới hạn cho phép 200mm

Để phòng trường hợp quá tải làm đứt cáp người ta gắn cơ cấu phòng quá tải.

Buồng lái của người lái cần trục phải có đủ ánh sáng, điều khiển thuận tiện, tránh điện giật...

Phòng trường hợp cáp tuột ra khỏi móc gây sự cố người ta làm các bộ phận chống tuột cáp.

### **Bài 3: NHỮNG NGUYÊN TẮC SỬ DỤNG MÁY NÂNG VÀ MÁY VẬN CHUYỂN**

Tất cả các máy móc, thiết bị nâng, vận chuyển bắt buộc phải kiểm tra tại chỗ sau khi lắp đặt, sửa chữa hay qua một thời gian làm việc quy định. Chế độ kiểm tra định kỳ theo quy phạm thiết bị nâng TCVN 4244-86:

- ✘ Khám nghiệm kỹ thuật không thử tải: định kỳ hàng năm
- ✘ Khám nghiệm kỹ thuật toàn bộ có thử tải: lần đầu sau lắp đặt, sau sửa chữa cải tạo cơ cấu chịu lực chính của thiết bị nâng, hay định kỳ theo chế độ làm việc của thiết bị nâng.
- ✘ Những thiết bị có chế độ làm việc nhẹ thời gian khám nghiệm định kỳ là 5 năm
- ✘ Những thiết bị có chế độ làm việc trung bình và nặng thời gian khám nghiệm định kỳ là 3 năm
- ✘ Những thiết bị có chế độ làm việc rất nặng và lưu động, thời gian khám nghiệm định kỳ là 1 năm.

Thủ tục khám nghiệm như sau:

- ✘ Kiểm tra bằng mắt toàn bộ cơ cấu hoạt động và chịu lực của thiết bị để phát hiện những yếu điểm, khuyết điểm làm suy giảm khả năng vận hành mang tải trọng của thiết bị nâng.
- ✘ Thử không tải: thử toàn bộ các cơ cấu hoạt động và cơ cấu an toàn.
- ✘ Thử mang tải tĩnh: Cho thiết bị nâng 125% tải trọng định mức cho phép, giữ yên trong 10 phút, sau đó xác định độ biến dạng dư của cơ cấu chịu lực chính. Các thiết bị chở người thì phải thử với tải trọng gấp đôi.
- ✘ Thử mang tải động: cho thiết bị nâng mang tải 110% tải trọng định mức, thử vận hành nâng hạ, di chuyển sau đó thử phanh hãm.
- ✘ Khi thiết bị được kiểm tra định kỳ, đảm bảo không có khuyết tật, các cơ cấu hoạt động tốt thì khi mang tải trọng chắc chắn nguy cơ gây tai nạn và sự cố sẽ được loại trừ hầu hết.

Tuy nhiên nguy cơ còn lại phụ thuộc vào chuyên môn và kinh nghiệm của lái thiết bị nâng và những người làm trong nhóm vận chuyển nâng hạ. Vì vậy những công nhân này phải được đào tạo đầy đủ, phải qua sát hạch ban đầu và được kiểm tra sát hạch định kỳ hàng năm để đảm bảo đủ khả năng thực hiện công tác nguy hiểm này. Ngoài ra trong khu vực vận chuyển nâng hạ tải trọng cần sạch sẽ gọn gàng, có các biện pháp hạn chế người qua lại như biển báo, rào chắn, hành lang an toàn.



## Chương 3: KỸ THUẬT AN TOÀN ĐỐI VỚI CÁC THIẾT BỊ CHỊU ÁP LỰC

### Bài 1: TỔNG QUAN

**Các thiết bị chịu áp lực** là các thiết bị làm việc ở trạng thái áp suất cao hơn áp suất khí quyển. (áp suất dư > 0) > theo quy phạm an toàn thì các thiết bị làm việc với áp suất dư > 0,7at được coi là thiết bị chịu áp lực.

Trong công nghiệp, thiết bị chịu áp lực được phân loại như sau:

- ✖ Các thiết bị không đốt nóng, gồm các loại như bình đựng oxy, khí nén... các ống dẫn môi chất như ống hơi, dầu...
- ✖ Các thiết bị đốt nóng gồm lò hơi và các bộ phận của nó, các bao hơi

Theo quy phạm thì lò hơi là một thiết bị riêng rẽ, còn các bộ phận của nó như bình hâm.. gọi là bình chịu áp lực.

Đa phần các bình chịu áp lực (trừ ống dẫn) là thiết bị kín, phải làm việc ở trạng thái căng phức tạp do tác dụng của đồng thời 3 ứng suất: tiếp tuyến, hướng tâm và dọc trục. Khi ứng suất tác dụng vượt quá giới hạn phá hỏng vật liệu sẽ gây nên hiện tượng nổ vỡ.

**Khi xảy ra hiện tượng nổ sẽ gây ra các hậu quả sau:**

Xảy ra hiện tượng giãn nở đoạn nhiệt của môi chất từ áp suất bị nén ở trong bình đến áp suất khí quyển. Do thể tích riêng của chất khí ở áp suất khí quyển lớn hơn nhiều so với khí ở áp suất nén trong bình nên thể tích giãn nở ra rất lớn, có thể gấp hàng nghìn lần so với thể tích ban đầu. sự tăng đột ngột thể tích hơi khi nổ tạo ra một năng lượng rất lớn.

Năng lượng của các hiện tượng nổ này được thể hiện bằng công và

được tính như sau: 
$$A = \frac{P_1 v}{K-1} \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]$$

✖  $P_1$ : Áp suất ban đầu trong bình:

✖  $P_2$ : Áp suất sau khi nổ:

✖  $v$ : Thể tích môi chất trong bình ( $m^3$ )

✖  $K$ : Tỷ số nhiệt của chất khí ở áp suất và thể tích không đổi:

$$K = \frac{c_p}{c_v} \text{ . Đối với không khí thì } K=1,41.$$

Công suất nổ được tính: 
$$N = \frac{A}{102t} \text{ (kW)}$$

✖  $t$ : thời gian tác động của sự nổ

Simpopdf Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>**✖ 102 hệ số tính đổi đơn vị ( $1\text{kW}=102\text{kGm/s}$ )**

**Đối với các lò hơi**, khi nổ ngoài phần sinh hơi sinh ra do thể tích giãn nở đoạn nhiệt, còn có phần hơi sinh ra do nước quá nhiệt bị giảm áp đột ngột. Bình thường tại áp suất làm việc nào đó của lò hơi, nước trong lò sôi tại nhiệt độ cao hơn  $100^{\circ}\text{C}$  nên khi nổ đã dôi ra một lượng nhiệt và lượng nhiệt dôi ra này dùng để bốc hơi nước, phần hơi này thường lớn hơn nhiều so với phần hơi sinh ra do giãn nở đoạn nhiệt của thể tích hơi trong lò. Vì vậy ở cùng một áp suất làm việc như nhau thì lò hơi nào chứa thể tích nước càng nhiều thì sức nổ càng mạnh.

## **Bài 2: NGUYÊN NHÂN HƯ HỎNG VÀ NỔ VỠ CỦA CÁC THIẾT BỊ CHỊU ÁP LỰC**

Các thiết bị chịu áp lực bị nổ vỡ khi độ bền của nó không chịu nổi tác dụng của áp suất môi chất tác dụng lên. Nhiệm vụ chủ yếu của việc tính sức bền là xác định bề dày của các phần tử chịu áp lực của bình. Bề dày của thành bình, ống được xác định trên cơ sở tính sức bền của chúng ứng với một trị số áp suất làm việc cho phép và ứng với một loại vật liệu đã chọn.

Công thức tính bề dày thành của phần hình trụ các bình, bao hơi,

ống góp như sau: 
$$S = \frac{PD_1}{200[\rho]\varphi} + C(\text{mm})$$

✖  $D_1$  là đường kính trong của phần hình trụ

✖  $P$  là áp suất làm việc cho phép của thiết bị ( $\text{kG/cm}^2$ )

✖  $[\rho]$  là ứng suất cho phép của vật liệu ở nhiệt độ làm việc của kim loại,  $\text{kG/cm}^2$

✖  $\varphi$  là hệ số làm giảm độ bền do bình bị khoan lỗ hay do hàn.

✖  $C$  là hệ số hiệu chỉnh kể đến ảnh hưởng của công nghệ chế tạo, các điều kiện chuyên chở, bảo quản đến độ dày của bình nó thường được kể đến khi bề dày của bình nhỏ hơn  $20\text{mm}$ .

Khi ứng suất cho phép của vật liệu giảm đi hay bề dày của vách đã thay đổi thì phải giảm áp suất làm việc của thiết bị. Khi đó áp suất

làm việc của thiết bị bằng: 
$$S = \frac{200[\sigma]\varphi(S - C)}{D_1} \text{ kG/cm}^2$$

Ở công thức này thì các giá trị trong biểu thức là những trị số xác định được trên thực tế thiết bị sau một quá trình làm việc lâu dài hay sau những sự cố hư hỏng. Lúc này để xác định ứng suất cho phép cần lấy mẫu vật liệu đem đi thử độ bền.

## **Nguyên nhân gây hư hỏng nổ vỡ các thiết bị chịu áp lực ở 2 dạng:**

✘ Do thành bình không chịu nổi áp suất tác dụng lên. Nguyên nhân là do thiết kế tính bề dày thành bình không đúng hay do trong quá trình làm việc đã để cho áp suất làm việc vượt quá giới hạn chịu đựng của thiết bị. Cũng có khi do bề dày thành bình chịu áp lực bị mỏng do ăn mòn mà không kiểm tra phát hiện kịp thời.

✘ Do ứng suất cho phép của vật liệu đã giảm đi khiến cho vật liệu không chịu nổi ngay cả khi ở áp suất làm việc của thiết bị. Điều này do chọn vật liệu chế tạo không đúng hay do đã làm tính bền của vật liệu khi chế tạo hay do quá trình vận hành để xảy ra quá nhiệt cục bộ.

## **Trong đó nguyên nhân vận hành là chủ yếu, gồm 2 hiện tượng chính sau:**

Để tăng áp suất làm việc quá mức cho phép:

✘ *Do sự cân bằng giữa lượng vật chất sản xuất ra với lượng vật chất bị tiêu hao bị phá hủy.*

Làm giảm ứng suất cho phép của vật liệu:

✘ *Do tăng quá cao nhiệt độ làm việc của kim loại hay do có những hư hỏng bên trong vật liệu như kim loại bị ăn mòn hay kim loại đã bị bỏ do những dao động về nhiệt độ, áp suất..*

✘ *Việc tăng quá cao nhiệt độ kim loại ở những thiết bị đốt nóng trực tiếp bởi ngọn lửa hay dòng khói như ở lò hơi và các bộ phận của nó do không được làm mát đầy đủ bởi môi chất hay do phụ tải nhiệt quá lớn trong đó nguyên nhân không được làm mát đầy đủ là chủ yếu gây nên các vụ nổ vỡ của lò hơi.*

### **Thể hiện của nguyên nhân này là:**

✘ *Bề mặt kim loại bị đóng cáu quá nhiều do đó hệ số truyền nhiệt từ ngọn lửa hay khói tới môi chất giảm đi. Nếu lớp cáu dày và có hệ số dẫn nhiệt bé thì mặc dù môi chất chuyển động liên tục qua lớp kim loại nhưng kim loại vẫn bị đốt nóng cao và gây nổ vỡ lò.*

✘ *Bề mặt kim loại do trực tiếp tiếp xúc với ngọn lửa hay khói có nhiệt độ cao nhưng đã không có dòng môi chất lưu động với tốc độ đủ lớn để làm mát kim loại. Trong kỹ thuật lò hơi hiện tượng dòng môi chất không chuyển động hay chuyển động với tốc độ quá bé gọi là phá hủy tuần hoàn. Ở những nơi tuần hoàn bị phá hủy, một mặt không có môi chất làm mát, mặt khác tất cả các chất hòa tan trong nước sẽ bị kết tủa thành cáu bám vào bề mặt tiếp nhiệt do nước và bị bốc hơi hết, làm cho nhiệt độ kim loại tăng lên rất nhanh, có thể xấp xỉ bằng nhiệt độ của ngọn lửa hay khói.*

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

Trong quá trình làm việc, vật liệu phải tiếp xúc với môi chất có tính ăn mòn

Trong đó chủ yếu là các dạng ăn mòn điện hóa học: đây là sự ăn mòn do tác dụng điện hóa của các dung dịch điện phân.

**Ăn mòn kim loại có thể biểu hiện dưới các hình thức sau:**

- ✖ Ăn mòn đồng đều trên toàn bộ bề mặt kim loại
- ✖ Ăn mòn thành những hố riêng biệt.
- ✖ Ăn mòn theo biên giới của các tinh thể.
- ✖ Ăn mòn xuyên ngang tinh thể.

Trong các dạng ăn mòn, dạng ăn mòn đồng đều tương đối ít nguy hiểm hơn tuy mất mát khối lượng kim loại có thể lớn. Dạng ăn mòn thành hố nguy hiểm hơn vì nó ăn sâu vào kim loại và do đó tại chỗ ăn mòn này bề dày kim loại đã giảm đi nhiều. Hai dạng ăn mòn sau nguy hiểm hơn tuy mất mát khối lượng kim loại do ăn mòn rất ít nhưng nó làm cho ứng suất cho phép của kim loại giảm đi rất nhiều. Điều nguy hiểm hơn nữa là rất khó phát hiện bằng mắt thường mà phải kiểm tra bằng siêu âm mới phát hiện được.

Đối với đa số các thiết bị áp lực nhiều khi ăn mòn lúc thiết bị không làm việc (ăn mòn khi nghỉ) lại xảy ra mạnh hơn khi làm việc do khi làm việc thiết bị được đóng kín ở trạng thái có áp suất, không khí có oxy không lọt vào được. Khi nghỉ thì dù thiết bị đóng kín hay mở nhưng do môi chất bên trong nguội đi, thể tích co lại làm cho trong thiết bị sẽ có chân không nên rất dễ bị lọt không khí, oxy với các giọt nước ẩm sẽ gây nên ăn mòn kim loại.

Tại những chỗ khi tiếp xúc với nước (có hệ số tỏa nhiệt lớn), khi tiếp xúc với hơi (có hệ số tỏa nhiệt bé) như ở phần tiếp giáp với mặt nước của các lò hơi ống lò và ống lửa đã chịu những tác động dao động của nhiệt độ. Hiện tượng dao động nhiệt độ cũng xảy ra ở những chỗ vừa tiếp xúc với nước nóng vừa tiếp xúc với nước lạnh như ở chỗ đưa môi chất vào (chỗ đưa nước cấp vào lò). Dưới tác dụng của dao động nhiệt độ, kim loại sẽ bị giòn, độ bền của kim loại sẽ bị giảm đi rất nhiều.

Ngoài ra các chi tiết của thiết bị chịu áp lực có thể bị giãn nở nhiệt không đều gây ra hở xì tại các chỗ nối hay tạo ra các kẽ nứt bên trong kim loại, làm giảm ứng suất cho phép của kim loại.

### **Bài 3: CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA NỖ VỠ CỦA CÁC THIẾT BỊ CHỊU ÁP LỰC**

#### **1. Biện pháp ngăn ngừa giảm ứng suất cho phép của vật liệu:**

Đối với tất cả các kim loại, khi nhiệt độ tăng lên, ứng suất cho phép

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

đều giảm đi và sẽ giảm đi đột ngột khi bắt đầu tăng nhiệt độ lên quá một trị số nào đó. Vì vậy mỗi loại vật liệu chỉ được sử dụng đến một trị số làm việc nào đó mà thôi. Khi thiết kế tùy theo nhiệt độ làm việc của thiết bị mà chọn loại vật liệu tương ứng.

Kim loại	Phạm vi sử dụng	
	Nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Áp suất tối đa ( $\text{kG/cm}^2$ )
Thép lá $\text{CT}_2, \text{CT}_3$	$-15 \Rightarrow 200$	16
$\text{CT}_5$	$-30 \Rightarrow 425$	50
15K, 20K, 25K	$-40 \Rightarrow 475$	Không hạn chế
12MX	$-40 \Rightarrow 540$	Không hạn chế
1x18H9T	$-196 \Rightarrow 600$	Không hạn chế
Thép ống $\text{CT}_2, \text{CT}_4$	$-15 \Rightarrow 300$	16
10, 20	$-40 \Rightarrow 450$	160
Gang c15-32	$-15 \Rightarrow 250$	$6(\phi_{\text{TB}} < 1000\text{mm})$

Việc chọn nguyên vật liệu để chế tạo các thiết bị chịu áp lực có vai trò rất quan trọng cho sự làm việc an toàn của thiết bị. Trong các quy phạm đều ghi rõ đặc tính và phạm vi sử dụng các kim loại dùng để chế tạo các thiết bị chịu áp lực. Tất cả các vật liệu đều phải có văn bản hợp lệ về phẩm chất và đặc tính cơ bản của chúng. Khi không có các chứng từ xác nhận phẩm chất và đặc tính cơ bản của vật liệu thì các nhà máy chế tạo phải thử nghiệm trước khi sử dụng. Về mặt chế tạo phải đảm bảo sao cho trong và sau khi chế tạo, trong kim loại không sinh ra những biến dạng dư, làm giảm chất lượng của kim loại. Vì vậy chỉ có những cơ sở có đủ những phương tiện cần thiết, được nhà nước cho phép mới được chế tạo các thiết bị chịu áp lực.

Để ngăn ngừa hiện tượng đóng cặn trong lò hơi làm cho nhiệt độ kim loại tăng lên và ứng suất nhiệt cho phép giảm đi thì nước cung cấp cho lò hơi phải được xử lý theo đúng quy định.

Khi lập lịch trình để cạo rửa cặn thì xuất phát từ điều kiện chiều dày của lớp cặn trên bề mặt tiếp nhiệt ở chỗ chịu nhiệt độ ngọn lửa cao nhất không vượt quá 1mm đối với các lò hơi có áp suất nhỏ hơn  $15\text{kg/cm}^2$  và không quá 0,5 mômen đối với các lò hơi có áp suất từ



Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

$16 \Rightarrow 22 \text{ kg/cm}^2$ .

Để đảm bảo điều kiện làm mát bề mặt kim loại, đối với tất cả các lò hơi cần duy trì mực nước lò hơi không thấp hơn trị số giới hạn cho phép. Ở các ống lò hơi, ống lửa, mức nước thấp nhất cho phép là mức nước tại đây nhiệt độ phần kim loại không tiếp xúc với nước không vượt quá nhiệt độ nguy hiểm. Ở các lò hơi ống nước nằm nghiêng và đứng, mức nước phải đảm bảo điều kiện tuần hoàn ổn định có nghĩa là luôn đảm bảo cho nước chuyển động qua mặt kim loại. Để theo dõi mực nước trong lò hơi người ta trang bị các thiết bị xem mực nước bao hơi như ống thủy, Yarway.... Tuy nhiên trong thực tế đã có lò hơi bị cạn nước nghiêm trọng dẫn đến việc nổ vỡ lò hơi hay phồng móp các bề mặt chịu nhiệt. Việc để cạn nước lò hơi chủ yếu là do không chú ý theo dõi mực nước trong quá trình vận hành lò, đôi khi là do thiết bị chỉ thị sai như ống thủy bao hơi bị nghẹt do đó trong mỗi ca cần phải tiến hành thông ống thủy bao hơi. Trong quá trình làm việc, các chi tiết của thiết bị chịu áp lực giãn nở nhiệt không đều. Khi thiết kế chế tạo phải đảm bảo sao cho các chi tiết của thiết bị được giãn nở tự do. Tuy nhiên khả năng giãn nở này chỉ cho phép nằm trong một giới hạn nào đó. Nếu vượt quá giới hạn cho phép này sẽ gây ra ra xì hở nhất là tại các chỗ nối, chỗ tiếp giáp của các kim loại khác nhau hay có bề dày khác nhau.

Có những trường hợp gây giãn nở quá nhanh như khi khởi động thiết bị (lúc đốt lò, đưa hơi sấy...), khi ngừng thiết bị quá đột ngột (làm nguội nhanh). Vì vậy khi bắt đầu khi bắt đầu đưa hơi, nước nóng vào lò hơi... thì cần tiến hành từ từ để sao cho nhiệt độ kim loại của các thiết bị không tăng lên quá nhanh (Sấy ống hơi chính tối đa là  $260^{\circ}\text{C/h}$ ). Khi ngừng thiết bị cũng không được làm nguội quá nhanh (như mở cửa lò, bao hơi, chạy quạt gió...) mà phải để nguội từ từ hay thông gió rất nhẹ.

Hầu hết các thiết bị chịu áp lực đều được chế tạo bằng phương pháp nối các lá thép bằng hàn hay tán đinh rivê do đó đã làm cho vật liệu yếu đi. Ảnh hưởng này được tính đến qua hệ số bền  $\varphi$ , tức là đã làm giảm ứng suất cho phép của vật liệu. Hệ số bền đối với một số mối hàn khi hàn bằng hồ quang điện hay bằng hàn hơi như bảng sau:

Loại mối hàn	Hệ số bền $\varphi$
Hàn bằng tay một phía	0,7

Hàn bằng tay một phía có miếng lót	0,9
Hàn bằng tay hai phía	0,95
Hàn tự động một phía	0,8
Hàn tự động hai phía	1,0

### Các mối hàn cần được kiểm tra để xác định độ bền theo nội dung sau:

✖ Kiểm tra bên ngoài để phát hiện những thiếu sót về hình dáng, kích thước mối nối.

✖ Kiểm tra cơ tính để xác định độ bền mối nối. Thường việc kiểm tra này được tiến hành trước khi hàn thiết bị bằng cách để người công nhân hàn một mẫu kim loại nào đó và đem mẫu đó đi kiểm tra. Nhiều khi người ta có thể cắt một phần của kim loại đã hàn xong mang đi thử cơ tính.

✖ Kiểm tra bằng siêu âm hay soi quang tuyến để phát hiện ra các khuyết tật bên trong mối hàn.

✖ Thử nghiệm thiết bị bằng áp lực nước. Áp suất thử theo bảng sau:

Thiết bị	Áp suất làm việc; kG/cm <sup>2</sup>	Áp suất thử; kG/cm <sup>2</sup>
Lò hơi và các bình chịu áp lực	P<5	1,5P nhưng không nhỏ hơn 2 kG/cm <sup>2</sup>
	P>5	1,25 P nhưng không nhỏ hơn P+3 kG/cm <sup>2</sup>
Bộ quá nhiệt	Không phụ thuộc vào áp suất	Bằng áp suất thử của lò hơi
Bộ hâm nước	Không phụ thuộc vào áp suất	1,25P+5 kG/cm <sup>2</sup>
Lò đun nước	Không phụ thuộc vào	1,25P nhưng không nhỏ



nóng	áp suất	hơn P+3 kG/cm <sup>2</sup>
Lò hơi xe lửa	Không phụ thuộc vào áp suất	P+5 kG/cm <sup>2</sup>

Các mối nối được coi là đạt yêu cầu kết quả các đợt kiểm tra trên là tốt và khi thử áp lực không có hiện tượng rạn nứt trên các chỗ uốn cong dọc theo các mối nối, không có bụi nước và giọt nước, đồ mờ hôi ở các mối nối. Thường thì khi thử áp lực độ giảm áp cho phép là 5 kG/cm<sup>2</sup> trong 5 phút.

## 2. Các biện pháp phòng ngừa việc tăng áp suất quá mức:

### a. Đặt áp kế để đo áp suất trong bình

Tất cả các bình chịu áp lực cần phải đặt áp kế để đo áp suất trong bình. Khi áp suất trong bình chịu áp lực tăng lên, nhờ có áp kế mà người vận hành có biện pháp thích hợp. Áp kế cần phải được cân chỉnh chính xác bằng áp suất trong bình chịu áp lực và có thang đo bằng 1,5 lần áp suất làm việc lớn nhất của bình chịu áp lực. Đường ống nối từ bình tới áp kế phải là ống xiphông.

Độ chính xác của áp kế phải không thấp hơn 2,5 đối với những thiết bị có áp suất làm việc dưới 22kG/cm<sup>2</sup> và không thấp hơn 1,5 khi áp suất làm việc trên 22kG/cm<sup>2</sup>. Đường kính tối thiểu của áp kế là phải không nhỏ hơn 100mm khi nó đặt cách sàn 2m, không nhỏ hơn 200mm khi cách sàn 2-5 m và không nhỏ hơn 250mm khi cách sàn quá 5m.

Áp suất các bình chịu áp lực phải được theo dõi hàng giờ và ghi vào logsheet vận hành. Áp kế cần được kiểm tra ít nhất là 1 năm một lần và phải có niêm chì.

### b. Đặt van an toàn: SV

Các thiết bị chịu áp lực phải gắn van an toàn để khi xảy ra hiện tượng áp suất làm việc tăng quá giới hạn cho phép thì van an toàn tự động xả bớt môi chất ra khỏi thiết bị. Khả năng xả hơi của van an toàn phải đủ sức khống chế được áp suất trong bình nhưng cũng không được quá lớn làm cho thiết bị giảm áp đột ngột. Ví dụ đối với các bình chịu áp lực khả năng cho qua (tức kích thước của van) được chọn sao cho nó có thể khống chế áp suất trong bình không

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

vượt quá  $0,5 \text{ kG/cm}^2$  so với áp suất làm việc khi bình có áp suất dưới  $3 \text{ kG/cm}^2$  và không quá 15% áp suất làm việc khi bình có áp suất làm việc từ  $3-60 \text{ kG/cm}^2$  và không quá 10% khi bình có áp suất làm việc trên  $60 \text{ kG/cm}^2$ .

Tiết diện cho qua của van được tính từ khả năng cho qua của van:

$$F = \frac{G}{220P} \sqrt{\frac{T}{M}}$$

✖  $G$  là khả năng cho qua của van  $\text{kg/h}$

✖  $M$  là khối lượng phân tử của môi chất (khí, hơi) qua van.

✖  $P$  là áp suất tuyệt đối;  $\text{kG/cm}^2$

✖  $T$  là nhiệt độ tuyệt đối của môi chất,  $^{\circ}\text{K}$ .

Mỗi bình chịu áp lực phải gắn ít nhất một van an toàn. Còn ở các lò hơi có  $F > 100 \text{ kg/h}$  phải gắn từ 2 van an toàn trở lên. Khi ấy số

lượng, kích thước van được tính theo công thức:  $ndh = A \frac{D}{P}$

✖  $n$ : là số lượng van an toàn đặt trên lò hơi.

✖  $d$  là đường kính trong của nắp van,  $\text{cm}$

✖  $h$ : chiều cao nâng của nắp van,  $\text{cm}$

✖  $D$ : sản lượng định mức của lò hơi;  $\text{kg/h}$

✖  $P$ : áp suất tuyệt đối trong lò hơi;  $\text{kG/cm}^2$

✖  $A$  là hệ số:

✖  $A = 0,0075$  khi van có nắp mở với chiều cao  $h \leq \frac{1}{20}d$

✖  $A = 0,015$  khi van có nắp nâng cao hoàn toàn  $h \geq \frac{1}{4}d$

Khi đặt 2 van an toàn thì một van sẽ mở trước ở áp suất tối đa cho phép, một van sẽ mở ở giới hạn nguy hiểm. Van đầu được gọi là

Simpop PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

van làm việc, van sau được gọi là van kiểm tra. Trong quá trình làm việc cần khống chế sao cho van kiểm tra không bị mở, vì vậy van kiểm tra luôn được niêm chì.

Các van an toàn phải đặt độc lập với nhau và được nối trực tiếp với phần chứa hơi của thân bình hay qua những ống cụt. Trên đoạn ống này không được nối với bất kỳ đường ống lấy hơi nào khác.

Áp suất mà khi ấy van an toàn sẽ mở được chọn theo bảng sau:

Áp suất làm việc	Áp suất mở của van an toàn	Tên van an toàn
<b>Lò hơi</b>		
$\Rightarrow 13 \text{ kG/cm}^2$	$P+0,2 \text{ kG/cm}^2$ $P+0,3 \text{ kG/cm}^2$	Van làm việc Van kiểm tra
$13 \Rightarrow 60 \text{ kG/cm}^2$	1,03P 1,05	Van làm việc Van kiểm tra
$> 60 \text{ kG/cm}^2$	1,05P 1,08P	Van làm việc Van kiểm tra
<b>Bình chịu áp lực</b>		
$< 3 \text{ kG/cm}^2$	$P+0,5 \text{ kG/cm}^2$	
$3 \Rightarrow 60 \text{ kG/cm}^2$	1,15P	
$> 60 \text{ kG/cm}^2$	1,10P	

Đối với các bình chứa khí có thể cháy, để ngăn ngừa hiện tượng áp suất tăng quá nhanh, người ta quy định mức độ chứa khí trong bình. Mức độ này được xác định bằng khối lượng không khí tính ứng với một đơn vị thể tích của bình (đo bằng kg khí/lít) hay thể tích cần thiết của bình để chứa được 1kg khí (lít/kg khí).

Đối với các bình chứa khí thì khi nhiệt độ tăng lên thì áp suất trong bình cũng tăng lên. Do đó áp suất tối đa của bình chứa khí phụ

Simpopdf PDF Merge and Split Unregistered Version - <http://www.simpopdf.com>

thuộc vào nhiệt độ của khí:

<b>Nhiệt độ;<sup>0</sup>C</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
Áp suất Bình oxy	140 5	145 5	150 5	155 5	160 5
Áp suất Bình C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	14	16,5	19	23,5	30
<b>Bình sinh khí axetylen</b>					
Nhiệt độ; <sup>0</sup> C	0⇒15	15⇒25	25⇒35		
Áp suất kG/cm <sup>2</sup>	1	2	3		

Các bình chứa khí không được để ngoài nắng và phải đặt cách xa lò hơi hay nguồn nhiệt ít nhất 5m.

### 3. Các biện pháp phòng ngừa khác

Dùng màu sơn để tránh sự nhầm lẫn giữa các loại bình chứa các môi chất khác nhau:

<b>Bình chứa khí</b>	<b>Màu sơn</b>	<b>Ghi ký hiệu</b>	<b>Màu ký hiệu</b>
Nitơ	Đen	<i>Nitơ</i>	Vàng
Amoniac	Vàng	<i>Amoniac</i>	Đen
Axetilen	Trắng	<i>Axetilen</i>	Đỏ
Oxy	Xanh da trời	<i>Oxy</i>	Đen
Không khí nén	Đen	<i>Không khí</i>	Trắng
Các khí khác	Đỏ	<i>Tên khí khác</i>	Trắng

Quy định về màu của các ống dẫn môi chất:

<b>Ống dẫn môi chất</b>	<b>Màu</b>

Ống dẫn hơi quá nhiệt	Đỏ
Ống dẫn nước	Xanh
Ống nước cứu hỏa	Da cam

Đối với các bình chứa những chất có thể gây nên cháy nổ thì cần tuân theo các quy định về mặt phòng hỏa như không được để các vật liệu dễ cháy gần các bình này, tại các chỗ lấy khí ra phải không được bơm mỡ...

Các trạm đặt máy nén khí phải đặt xa những vùng có chứa những khí có thể tự cháy hay những hỗn hợp dễ cháy nổ.

Nhà đặt lò hơi, các bình chịu áp lực, trạm máy nén khí phải xây dựng bằng vật liệu không bị cháy như tường gạch. Tất cả các cửa trong gian nhà phải mở ra ngoài, vị trí phải cách xa nơi hội họp, đông người. Khoảng cách từ kho chứa các bình chịu áp lực đến khu nhà tùy theo số lượng bình chứa, tính chất của khu nhà...

Để đảm bảo an toàn và thuận tiện cho công tác vận hành và kiểm tra theo dõi các thiết bị áp lực, cầu thang trong nhà phải có độ dốc không quá  $50^0$  và cứ 3-4m thì có một chiếu nghỉ. Chiều rộng của mỗi bậc cầu thang không dưới 80mm.

Trong nhà có lò hơi, trạm máy nén và những nơi đặt bình chứa áp lực có thể gây nên bốc cháy, cần phải trang bị những phương tiện dập lửa theo quy định PCCC.

Các bình chịu áp lực có chứa môi chất nóng phải được cách nhiệt đầy đủ, trong gian nhà phải có cửa thông gió hay đặt các thiết bị thông gió để nhiệt độ gió không quá  $40^0\text{C}$ . Trong nhà phải đủ ánh sáng theo tiêu chuẩn VSCN.

Những người vận hành các thiết bị chịu áp lực đặc biệt là lò hơi, phải có sức khỏe tốt và phải qua đào tạo, chứng nhận đủ khả năng làm những công việc nói trên. Cấm không được bố trí phụ nữ làm thợ đốt lò.