

BÀI 1: NGUYÊN NHÂN VÀ TÁC HẠI CỦA TAI NẠN ĐIỆN

I. Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể con người:

- ☐ Khi người tiếp xúc với điện sẽ có 1 dòng điện chạy qua người và con người sẽ chịu tác dụng của dòng điện đó.
- ☐ Tác hại của dòng điện đối với cơ thể con người có nhiều dạng: gây bỏng, phá vỡ các mô, làm gãy xương, gây tổn thương mắt, phá hủy máu, làm liệt hệ thống thần kinh,...
- ☐ Tai nạn điện giết có thể phân thành 2 mức là chấn thương điện (tổn thương bên ngoài các mô) và sốc điện, (tổn thương nội tại cơ thể).

1. Chấn thương điện:

Là các tổn thương cục bộ ở ngoài cơ thể dưới dạng: bỏng, dấu vết điện, kim loại hóa da. Chấn thương điện **chỉ có thể gây ra 1 dòng điện mạnh** và thường để lại dấu vết bên ngoài.

a. Bỏng điện:

- ☐ Xảy ra khi cơ thể con người tiếp xúc với nguồn điện, trực tiếp hoặc thông qua dẫn điện. Nó gây chết người khi quá $\frac{2}{3}$ diện tích da của cơ thể bị bỏng. Nguy hiểm hơn cả là bỏng nội tạng cơ thể dẫn đến chết người mặc dù phía ngoài chưa quá $\frac{2}{3}$.



b. Dấu vết điện:

- ☐ Là 1 dạng tác hại riêng biệt trên da người do da bị ép chặt với phần kim loại dẫn điện đồng thời dưới tác dụng của nhiệt độ cao (khoảng 120°C)

c. Kim loại hóa da:

- ☐ Là sự xâm nhập của các mảnh kim loại rất nhỏ vào da do tác động của các tia hồ quang có bão hòa hơi kim loại (khi làm các công việc về hàn điện).

2. Sốc điện:

- ❑ Là dạng tai nạn nguy hiểm nhất. Nó phá hủy các quá trình sinh lý trong cơ thể con người và tác hại tới toàn thân. Là sự phá hủy các quá trình điện vốn có của vật chất sống, các quá trình này gắn liền với khả năng sống của tế bào.
- ❑ Khi bị sốc điện cơ thể ở trạng thái co giật, mê man bất tỉnh, tim phổi tê liệt. Nếu trong vòng 4-6s, người bị nạn không được tách khỏi kịp thời khỏi dòng điện có thể dẫn đến chết người.

- ❑ Với dòng điện rất nhỏ từ 25-100mA chạy qua cơ thể cũng đủ gây sốc điện. Bị sốc điện nhẹ có thể gây ra kinh hoàng, ngón tay tê đau và co lại; còn nặng có thể làm chết người vì tê liệt hô hấp và tuần hoàn.
- ❑ Một đặc điểm khi bị sốc điện là không thấy rõ chỗ dòng điện vào người và người tai nạn không có thương tích.

II. Các nhân tố ảnh hưởng tới mức độ trầm trọng khi bị điện giật:

1. Cường độ dòng điện đi qua cơ thể:

- ❑ Là nhân tố chính ảnh hưởng tới điện giật. Trị số dòng điện qua người phụ thuộc vào điện áp đặt vào người và điện trở của người, được tính theo công thức:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} \quad (6.1)$$

Trong đó:

U: điện áp vào người (V)

R_{ng} : điện trở của người (Ω)

- ❑ Như vậy cùng chạm vào 1 nguồn điện, người nào có điện trở nhỏ sẽ bị giật mạnh hơn. Con người có cảm giác dòng điện qua người khi cường độ dòng điện khoảng 0.6-1.5mA đối với điện xoay chiều (ứng với tần số $f=50\text{Hz}$) và 5-7mA đối với điện 1 chiều.
- ❑ Cường độ dòng điện xoay chiều có trị số từ **8mA** trở xuống có thể coi là an toàn. Cường độ dòng điện 1 chiều được coi là an toàn là dưới **70mA**.

2. Thời gian tác dụng lên cơ thể:

- ☐ Thời gian dòng điện đi qua cơ thể càng lâu càng nguy hiểm bởi vì điện trở cơ thể khi bị tác dụng lâu sẽ giảm xuống do lớp da sừng bị nung nóng và bị chọc thủng làm dòng điện qua người tăng lên.
- ☐ Ngoài ra bị tác dụng lâu, dòng điện sẽ phá hủy sự làm việc của dòng điện sinh vật trong các cơ của tim. Nếu thời gian tác dụng không lâu quá 0.1-0.2s thì không nguy hiểm.

3. Con đường dòng điện qua người:

- ❑ Tùy theo con đường dòng điện qua người mà mức độ nguy hiểm có thể khác nhau:
 - ✓ Dòng điện đi từ chân qua chân thì phân lượng dòng điện qua tim là 0.4% dòng điện qua người.
 - ✓ Dòng điện đi tay qua tay thì phân lượng dòng điện qua tim là 3.3% dòng điện qua người.
 - ✓ Dòng điện đi từ tay trái qua chân thì phân lượng dòng điện qua tim là 3.7% dòng điện qua người.
 - ✓ Dòng điện đi từ tay phải qua chân thì phân lượng dòng điện qua tim là 6.7% dòng điện qua người.

4. Tần số dòng điện:

- ❑ Khi cùng cường độ, tùy theo tần số mà dòng điện có thể là nguy hiểm hoặc an toàn:
 - ✓ Nguy hiểm nhất về mặt điện giật là dòng điện xoay chiều dùng trong công nghiệp có tần số từ 40-60Hz.
 - ✓ Khi tần số tăng lên hay giảm xuống thì độ nguy hiểm giảm, dòng điện có tần số $3 \cdot 10^6$ - $5 \cdot 10^6$ Hz hoặc cao hơn nữa thì dù cường độ lớn bao nhiêu cũng không giật nhưng có thể bị bỏng.

5. Điện trở của con người:

- ❑ Điện trở của người có ảnh hưởng hết sức quan trọng. Điện trở của cơ thể con người khi có dòng điện chạy qua khác với vật dẫn là nó không cố định mà biến thiên trong phạm vi từ $400\text{-}500\Omega$ và có thể lớn hơn:
 - ✓ Lớp da và đặc biệt là lớp sừng có điện trở lớn nhất bởi vì trên lớp da này không có mạch máu và tế bào thần kinh.
 - ✓ Điện trở các tổ chức bên trong của cơ thể phụ thuộc vào trị số điện áp, lấy trung bình vào khoảng 1000Ω

6. Đặc điểm riêng của từng người:

- ☐ Cùng chạm vào 1 điện áp như nhau, người bị bệnh tim thần kinh, người sức khỏe yếu sẽ nguy hiểm hơn vì hệ thống thần kinh chóng tê liệt. Họ rất khó tự giải phóng ra khỏi nguồn điện.

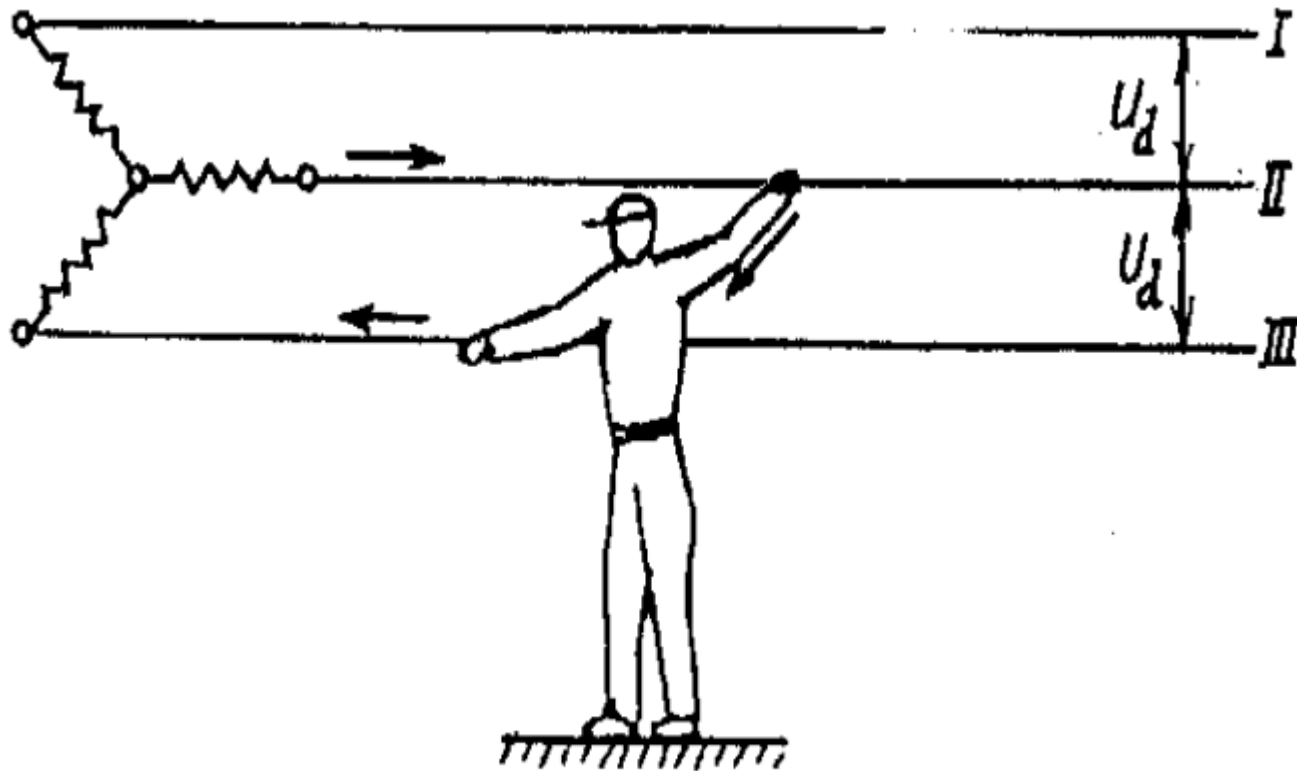
7. Môi trường xung quanh:

- ☐ Môi trường xung quanh có bụi dẫn điện, có nhiệt độ cao và đặc biệt là độ ẩm cao sẽ làm điện trở của người và các vật cách điện giảm xuống, khi đó dòng điện đi qua người sẽ tăng lên.

III. Phân tích một số trường hợp tiếp xúc với mạng điện:

1. Chạm đồng thời vào hai pha khác nhau của mạng điện:

- ☐ Trường hợp chạm vào 2 pha bất kỳ trong mạng 3 pha hoặc với dây trung hòa và 1 trong các pha sẽ tạo nên mạch kín trong đó nối tiếp với điện trở của người, không có điện trở phụ thêm nào khác.
- ☐ Chạm vào 2 pha của dòng điện là nguy hiểm nhất vì người bị đặt trực tiếp vào điện áp dây, ngoài điện trở của người không còn nối tiếp với một vật cách điện nào khác nên dòng điện đi qua người rất lớn.



Hình: Chạm tay vào hai pha

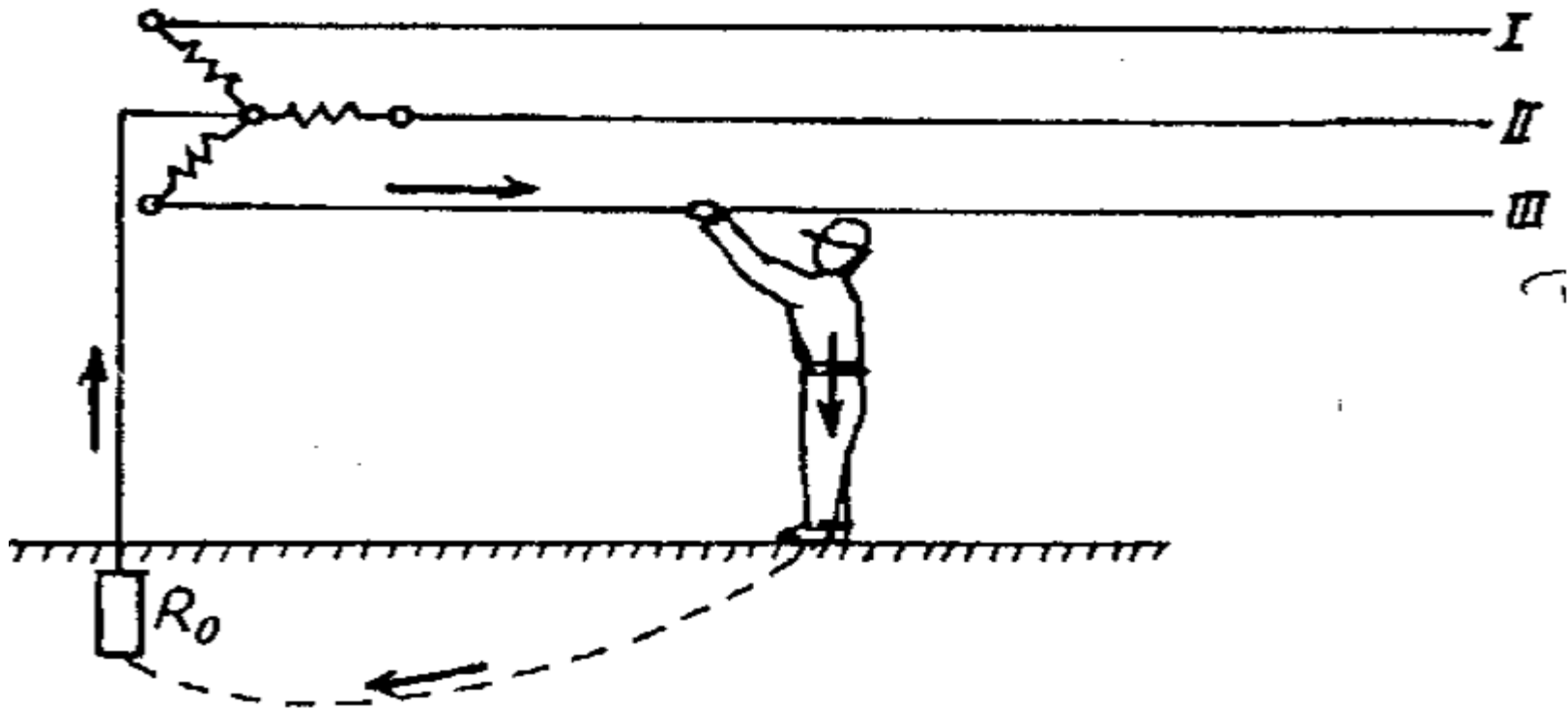
2. Chạm vào một pha của dòng điện ba pha có dây trung tính nối đất:

□ Đây là trường hợp mạng điện 3 pha có điện áp $\leq 100\text{V}$. Trong trường hợp này, điện áp các dây pha so với đất bằng điện áp pha tức là người đặt trực tiếp dưới điện áp pha U_p . Nếu bỏ qua điện trở nối đất R_0 thì dòng điện qua người được tính như sau:

$$I_{ng} = \frac{U_p}{R_{ng}} = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot R_{ng}} \quad (6.3)$$

Trong đó:

U_p : điện áp pha (V)



Hình: Chạm tay vào một pha

3. Chạm vào một pha của mạng điện với dây trung tính cách điện không nối đất:

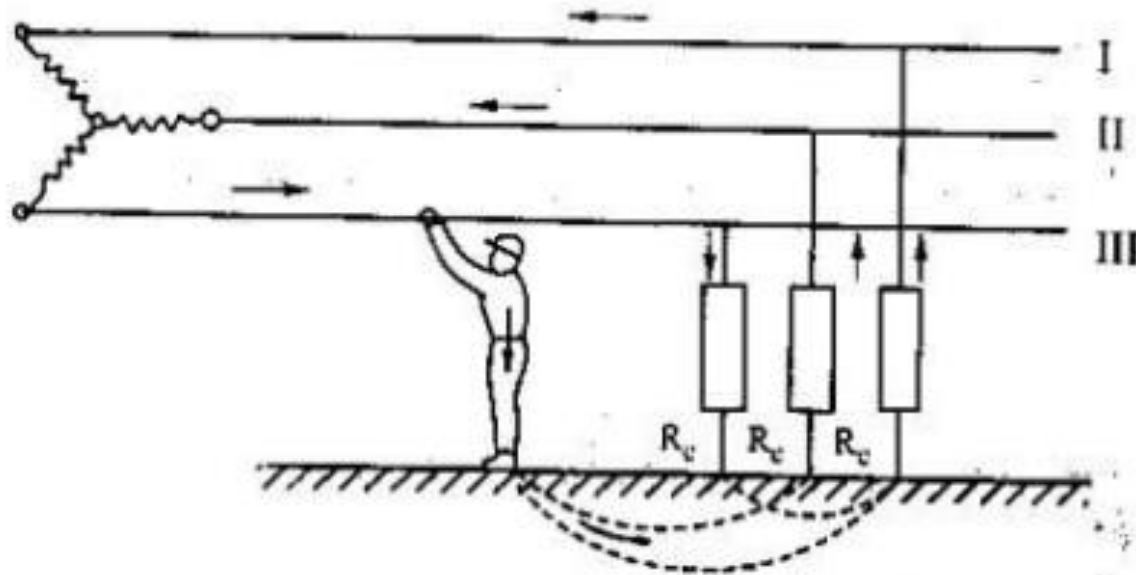
- ❑ Người chạm vào 1 pha coi như mắc vào mạng điện song song với điện trở cách điện của pha đó và nối tiếp với các điện trở của 2 pha khác.
- ❑ Trị số dòng điện qua người phụ thuộc vào điện áp pha, điện trở của người và điện trở của cách điện được tính theo công thức:

$$I_{ng} = \frac{U_d}{\sqrt{3}.R_{ng} + \frac{R_c}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}.U_d}{3.R_{ng} + R_c} \quad (6.4)$$

Trong đó:

U_d : điện áp dây trọng mạng 3 pha (V)

R_c : điện trở của cách điện (Ω)



Hình 6.3: Chạm vào một pha của mạng điện có dây trung tính không nối đất

IV. Những nguyên nhân gây ra tai nạn điện:

☐ Tai nạn điện có thể chia làm 3 hình thức:

- ✓ Do tiếp xúc trực tiếp với dây dẫn hoặc bộ phận thiết bị có dòng điện đi qua.
- ✓ Do tiếp xúc bộ phận kết cấu kim loại của thiết bị điện hoặc thân của máy có chất cách điện bị hỏng.
- ✓ Tai nạn gây ra do điện áp ở chỗ dòng điện rò trong đất.

Ngoài ra, còn 1 hình thức nữa là do sự làm việc sai lầm của người sửa chữa như bất ngờ đóng điện vào thiết bị ở đó có người đang làm việc.

Những nguyên nhân làm cho người bị tai nạn điện:

- ✓ Sự hư hỏng của thiết bị, dây dẫn điện và các thiết bị mở máy.
- ✓ Sử dụng không đúng các dụng cụ nối điện thế trong các phòng bị ẩm ướt.
- ✓ Thiếu các thiết bị và cầu chì bảo vệ hoặc có nhưng không đáp ứng với yêu cầu.
- ✓ Tiếp xúc phải các vật dẫn điện không có tiếp đất, dịch thể dẫn điện, tay quay hoặc các phần khác của thiết bị điện.

- ✓ Bố trí không đầy đủ các vật che chắn, rào lưới ngăn ngừa việc tiếp xúc bất ngờ với bộ phận dẫn điện, dây dẫn điện của các trang thiết bị.
- ✓ Thiếu hoặc sử dụng không đúng các dụng cụ bảo vệ cá nhân: ủng, găng, tay cách điện, thảm cao su, giá cách điện.
- ✓ Thiết bị điện sử dụng không phù hợp với điều kiện sản xuất.

BÀI 2: CÁC BIỆN PHÁP CHUNG AN TOÀN VỀ ĐIỆN

I. Sử dụng điện thế an toàn:

1. Phân loại các nơi làm việc theo mức độ nguy hiểm về điện:

a. Các phòng, các nơi ít nguy hiểm:

❑ Là các phòng khô ráo với quy định:

- ✓ Độ ẩm tương đối của không khí không quá 75%.
- ✓ Nhiệt độ trong khoảng 5-25⁰C (không quá 30⁰C).
- ✓ Sàn có điện trở lớn bằng vật liệu không dẫn điện.
- ✓ Không có bụi dẫn điện.
- ✓ Con người không phải đồng thời tiếp xúc với cơ cấu kim loại có nối với đất và với vỏ kim loại của thiết bị điện

b. Các phòng, các nơi nguy hiểm nhiều:

- ☐ Các phòng ẩm với độ ẩm tương đối luôn luôn trên 75%. Độ ẩm tương đối có thể nhất thời tăng đến bão hòa. Nhiệt độ trung bình tới 25°C
- ☐ Các phòng có bụi dẫn điện.
- ☐ Các phòng nóng với nhiệt độ không khí lớn hơn 30°C, trong thời gian dài con người phải tiếp xúc đồng thời với vỏ kim loại
- ☐ Các phòng có sàn là vật liệu dẫn điện.

c. Các phòng, các nơi đặc biệt nguy hiểm:

- ☐ Rất ẩm ướt trong đó độ ẩm tương đối của không khí thường xấp xỉ 100% (trần, tường, sàn và các đồ đạc trong phòng có đọng hạt nước)
- ☐ Thường xuyên có hơi khí độc
- ☐ Nguy hiểm về mặt nổ (kho chứa chất nổ trên công trường)

2. Một số quy định an toàn:

- ☐ Đối với các phòng, các nơi không nguy hiểm được sử dụng điện áp không quá 220V.
- ☐ Đối với các nơi nguy hiểm nhiều và đặc biệt nguy hiểm đèn thấp sáng tại chỗ cho phép sử dụng điện áp không quá 36V.
- ☐ Trong các phòng đặc biệt ẩm, nguy hiểm điện thế không cho phép quá 12V.
- ☐ Đối với công tác hàn điện, người ta dùng điện thế không quá 70V. Khi hàn hồ quang điện nhất thiết là điện thế không được cao quá 12-24V

II. Làm bộ phận che chắn và cách điện dây dẫn:

1. Làm bộ phận che chắn:

- ☐ Để bảo vệ dòng điện, người ta đặt những bộ phận che chắn ở gần các máy móc và thiết bị nguy hiểm hoặc tách các thiết bị đó ra với khoảng cách an toàn.
- ☐ Các loại **che chắn đặc, lưới hay có lỗ** được dùng trong các phòng khô khi điện thế lớn hơn 65V, ở trong các phòng ẩm khi điện thế lớn hơn 36V và trong các phòng đặc biệt ẩm điện thế lớn hơn 12V.
- ☐ Ở các phòng sản xuất trong đó có các thiết bị làm việc với **điện thế 1000V**, người ta làm những bộ phận **che chắn đặc**.

2. Cách điện dây dẫn:

- ☐ Dây dẫn có thể **không làm cách điện** nếu dây được treo cao **trên 3.5m** so với sàn; ở trên các đường vận chuyển ô tô, cần trục đi qua dây dẫn phải trên cao 6m.
- ☐ Nếu khi làm việc có thể đụng chạm vào dây dẫn thì dây dẫn phải có cao su bao bọc, không được dùng dây trần.
- ☐ Dây cáp điện cao thế qua chỗ người qua lại phải có lưới giăng trên không phòng khi dây bị đứt.
- ☐ Phải rào quanh khu vực đặt máy phát điện hoặc máy biến thế.



container chứa máy phát điện

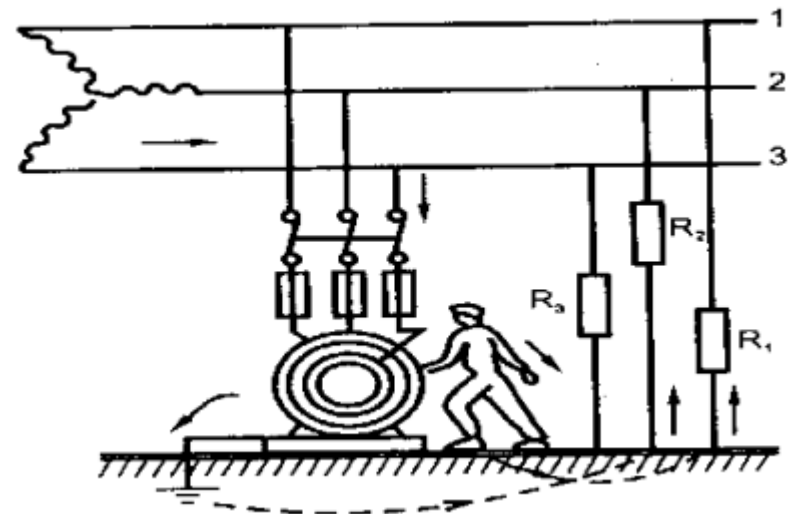


III. Làm tiếp đất bảo vệ:

- ☐ Các bộ phận của vỏ máy, thiết bị bình thường không có điện, nhưng nếu cách điện hỏng, bị chạm mát thì trên các bộ phận này xuất hiện điện áp và khi đó người tiếp xúc vào có thể bị giật nguy hiểm.
- ☐ Để đề phòng trường hợp nguy hiểm này, người ta có thể dùng dây dẫn nối vỏ của thiết bị điện với đất hoặc với dây trung tính hay dùng bộ phận cắt điện bảo vệ.

1. Nối đất bảo vệ trực tiếp:

- ❑ Dùng dây kim loại nối bộ phận trên thân máy với cực nối đất bằng sắt, thép chôn dưới đất có **điện trở nhỏ** với dòng điện rò qua đất và điện trở cách điện ở các pha không bị hư hỏng khác.
- ❑ Hình thức này áp dụng có mạng 3 pha có dây trung hòa cách điện



- ❑ Hệ thống tiếp đất phải **có điện trở đủ nhỏ** để sao cho người khi tiếp xúc vào vỏ của thiết bị có điện áp rò rỉ (coi như người mắc song song với mạch tiếp đất) thì dòng điện chạy qua cơ thể không đến trị số có thể gây nguy hiểm cho sức khỏe và sự sống.
- ❑ Theo quy định hiện hành thì:
 - ✓ Đối với thiết bị điện có điện áp đến **1000V** trong các lưới điện có trung tính đặt cách điện đối với mặt đất trị số điện trở nối đất phải **không lớn hơn 4Ω**
 - ✓ Đối với thiết bị điện có công suất nguồn nhỏ hơn **100KVA** cho phép điện trở nối đất tới **10Ω**

$$I_n \cdot R_n = I_d \cdot R_{nd} \rightarrow I_n = I_d \cdot \frac{R_{nd}}{R_n}$$

trong đó:

I_n - cường độ dòng điện qua người (A);

I_d - cường độ dòng điện rò (A), trong các mạng với trung hòa cách điện có điện áp dưới 1000V, I_d không lớn quá 10A (thường 4 - 6A);

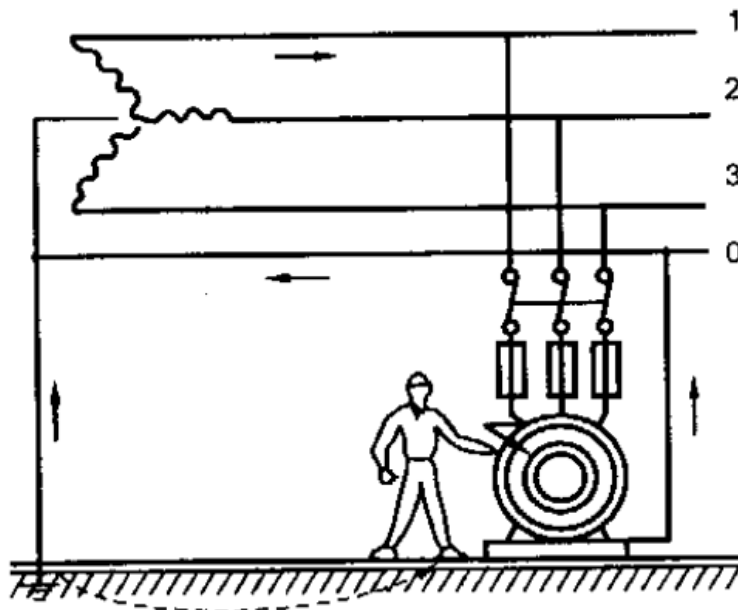
R_n - điện trở tính toán của người (Ω);

R_{nd} - điện trở cực nối đất (Ω).

Khi trị số dòng điện rò nhỏ hơn và điện trở người lớn hơn, dòng điện đi qua người sẽ còn nhỏ nữa, bảo đảm an toàn cho người.

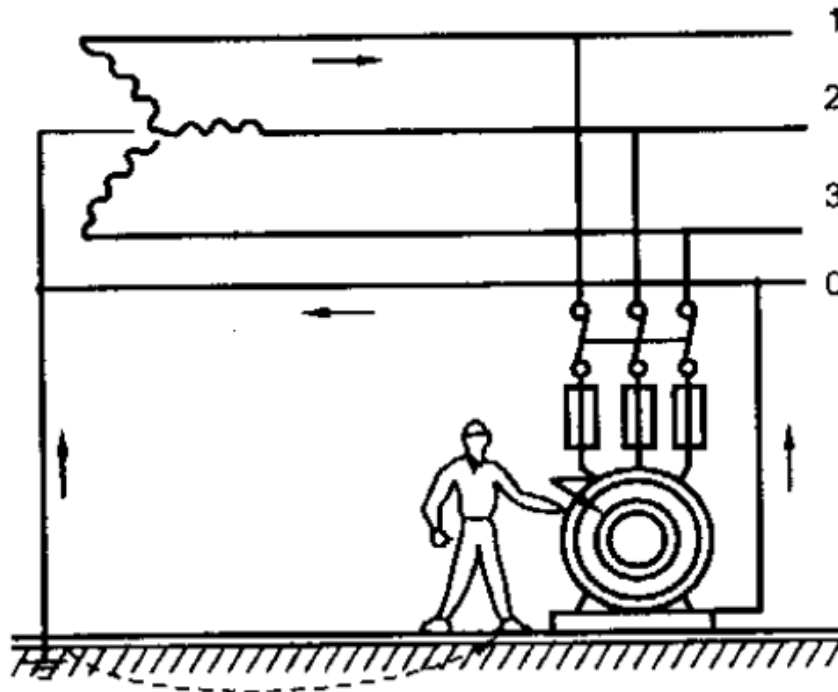
2. Nối đất bảo vệ qua dây trung hòa:

- ❑ Dùng dây dẫn nối với thân kim loại của máy vào dây trung hòa được áp dụng trong **mạng 3 pha 4 dây có dây trung tính nối đất**.



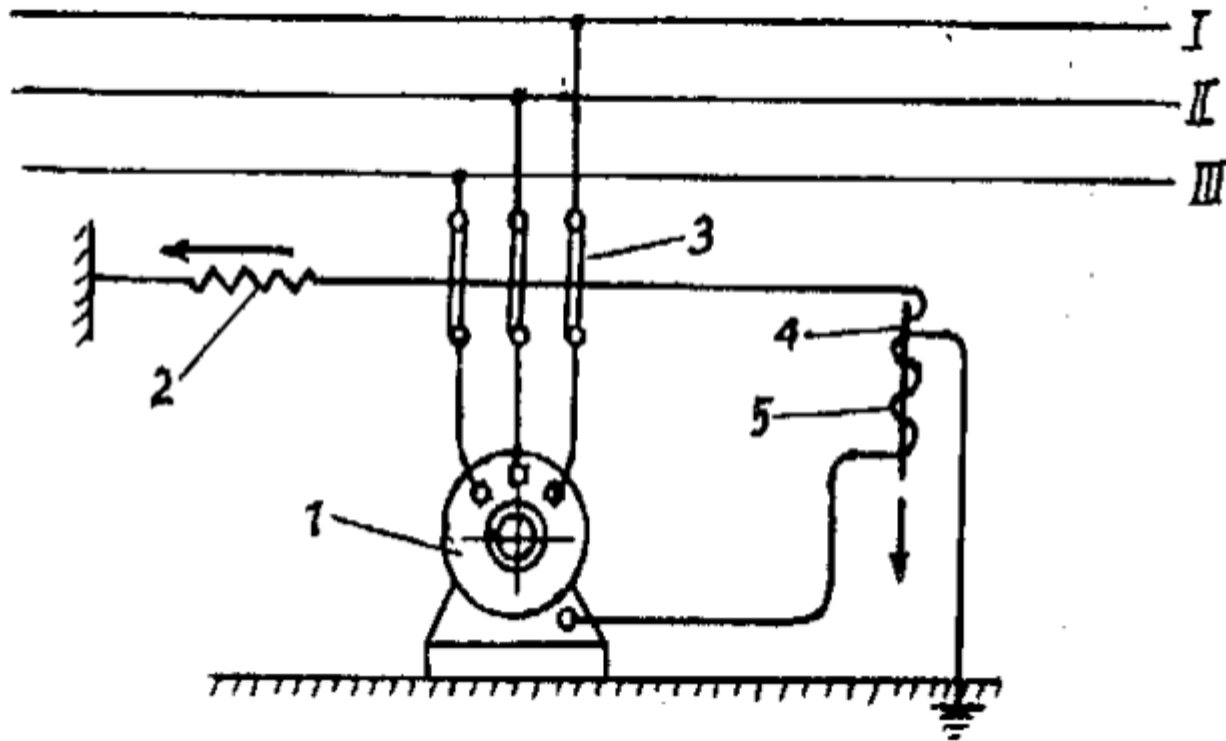
2. Nối đất bảo vệ qua dây trung hòa:

- ❑ Việc nối trực tiếp vỏ thiết bị điện với dây trung tính là nhằm mục đích tăng trị số dòng điện ngắn mạch I_{nm} để cho cầu chì và các bảo vệ khác cắt được mạch điện.



3. **Cắt điện bảo vệ tự động:**

- ☐ Dùng trong trường hợp khi 2 phương án trên không đạt yêu cầu an toàn. Cơ cấu này có thể sử dụng cả ở **mạng 3 pha cách điện đối với đất, lẫn ở mạng có trung tính nối đất.**
- ☐ Đặc điểm cơ bản của nó là có thể cắt điện nhanh trong khoảng **thời gian 0.1-0.2s** khi xuất hiện điện áp trên vỏ thiết bị đến trị số quy định.
- ☐ Đối với mạng 3 pha, cơ cấu này được mắc nối tiếp vào dây nối thân động cơ điện với cực nối đất hoặc với dây trung hòa và sẽ hoạt động dưới tác dụng của dòng điện rò hoặc dòng điện ngắn mạch trong thời gian điện mát ra thân máy và sẽ cắt điện khỏi máy.



1. Động cơ điện 2. Lò xo 3. Cầu dao 4. Lõi sắt 5. Cuộn dây

Nguyên lý làm việc của cơ cấu cắt điện bảo vệ tự động như sau:

- ☐ Khi trên vỏ động cơ không có điện áp, đóng cầu dao, lò xo bị kéo căng và lõi sắt giữ cầu dao ở tư thế đó, động cơ có điện làm việc.
- ☐ Nếu cách điện của động cơ hỏng, 1 pha chạm vỏ động cơ thì điện áp xuất hiện, 1 dòng điện chạy trong cuộn dây rút lõi sắt xuống phía dưới, lò xo kéo cầu dao cắt điện nguồn cung cấp.

So với tiếp đất bảo vệ và nối dây trung tính thì cắt điện bảo vệ có những ưu điểm sau:

- ☐ Điện áp xuất hiện trên đối tượng bảo vệ không thể quá điện áp quy định nên bảo đảm điều kiện tuyệt đối an toàn.
- ☐ Điện trở nối đất của cơ cấu không yêu cầu quá nhỏ mà có thể tới $100-500\Omega$. Do đó dễ dàng bố trí và chế tạo hệ thống nối đất của cơ cấu máy.

- ❑ Tùy theo điện áp của mạng điện và chức năng của các phương tiện bảo vệ có thể dùng bọc cách điện, thảm, găng tay, ủng....



V. Các biển báo phòng ngừa:

- ☐ Biển báo ngăn ngừa: “Điện cao áp – nguy hiểm chết người”
- ☐ Biển báo cấm: “Không đóng điện – Có người làm việc”..
- ☐ Biển báo loại cho phép: “ Làm việc ở đây” để chỉ rõ chỗ làm việc cho công nhân..
- ☐ Biển báo loại nhắc nhở về các biện pháp cần thiết : “ Nói đất”...

BÀI 3: BẢO VỆ CHỐNG SÉT

I. Khái niệm về sét:

- ☐ Sét là hiện tượng phóng điện của của tĩnh điện khí quyển giữa đám mây dông mang điện tích với mặt đất hoặc các đám mây dông mang điện tích trái dấu nhau.
- ☐ Tĩnh điện khí quyển xuất hiện là do sự ma sát của hơi nước và sau đó của các hạt nước với không khí ở trong lớp không khí ẩm dưới thấp cũng như ở trong đám mây trên cao. Khi các hạt nước trong đám mây chúng sẽ tích điện và đám mây sẽ trở thành vật mang những điện tích đó. Do kết quả tác động tương hỗ của cá hạt nước mang điện tích với các luồng không khí sẽ có sự phân chia thành hạt lớn mang điện tích dương và hạt nhỏ mang điện tích âm

□ Theo định luật khí động học thì:

- ✓ Các hạt nước nhỏ mang điện âm sẽ tụ lại và tụ thành đám mây mang điện âm.
- ✓ Các hạt lớn sẽ lắng xuống dưới và sẽ tạo thành đám mây mang điện dương.

Khi đám mây mang điện dương di chuyển do hiện tượng cảm ứng tĩnh điện trên bề mặt đất sẽ xuất hiện điện tích âm. Như vậy sẽ tạo thành 1 tụ điện đặc biệt với lớp không khí ở giữa, các bề mặt tụ điện là mây và đất. Nếu thế hiệu đạt đến trị số cực hạn sẽ xuất hiện sự phóng tia lửa kèm theo tia chớp sang chói và tiếng nổ dữ dội.

Điện áp giữa đám mây dông và mặt đất có thể đạt tới trị số hàng chục, thậm chí hàng trăm triệu volt. Tác hại của nó là:

- ✓ Đối với người và súc vật, sét nguy hiểm trước hết như 1 nguồn có điện áp và dòng lớn.
- ✓ Dòng sét có nhiệt độ rất lớn có thể gây nên đám cháy rất nguy hiểm đối với các kho nhiên liệu và vật liệu dễ nổ.
- ✓ Sét có thể phá hủy về mặt cơ học có thể làm nổ tung các tháp cao, cây cối, đường dây điện, đường ray, ống nước...

Nguy hiểm là sét đánh trực tiếp, khi đó kênh tia chớp đi qua nhà và công trình:

- ✓ Cường độ ở kênh tia chớp đạt tới 200.000A, điện áp tới 150.000.000V
- ✓ Chiều dài kênh tia chớp có thể đạt tới hàng trăm, hàng nghìn mét.
- ✓ Thời gian phóng điện của tia chớp 0.1-1s, nhiệt độ đạt tới 6.000-10.000⁰C

- ❑ Khả năng các công trình trên mặt đất bị sét đánh trực tiếp càng lớn nếu công trình càng cao và do đó khoảng cách các điểm giữa cao nhất của công trình đến đám mây mang điện càng gần.
- ❑ Chống sét là biện pháp bảo vệ khỏi sự phóng điện của tĩnh điện khí quyển, đảm bảo an toàn cho người, nhà cửa, công trình, thiết bị và vật liệu khỏi bị cháy nổ và phá hủy.

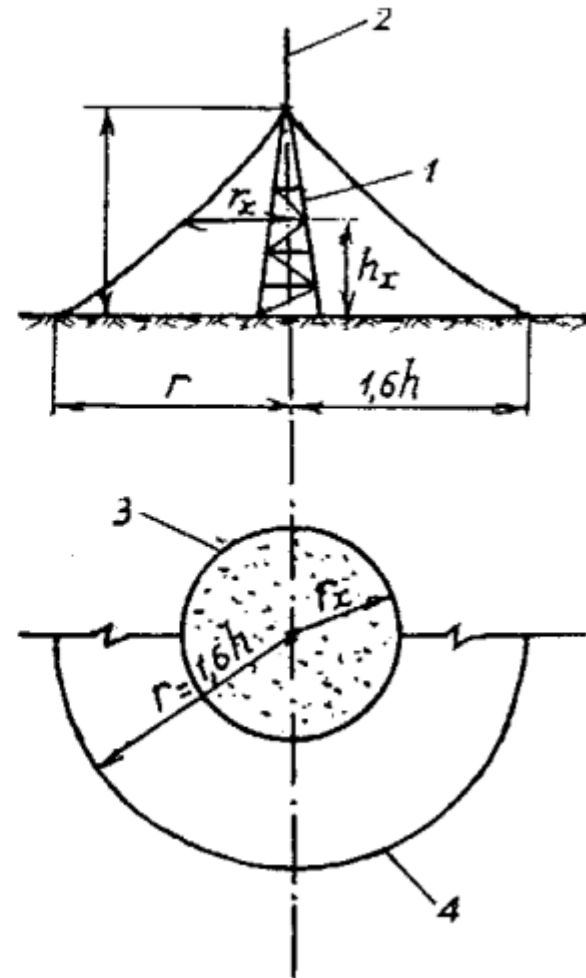
II. Cấu tạo cột thu lôi:

1. Cột thép

2. Kim loại thu sét

3. Phạm vi bảo vệ cột thu lôi ở độ cao h_x

4. Biên giới bảo vệ



- ❑ Để bảo vệ các công trình thường dùng cột chống sét còn gọi là cột thu lôi. Đây là cột thép có độ cao lớn hơn độ cao của công trình cần được bảo vệ. Trên đỉnh cột có gắn mũi nhọn kim loại thu sét. Kim này được nối với dây dẫn sét xuống đất để đi vào vật nối đất. Dây dẫn sét đảm bảo cho dòng sét đi theo nó xuống nối đất và vật nối đất đảm bảo sự tiếp xúc phân bố trực tiếp với đất trên 1 diện tích lớn.
- ❑ Không gian xung quanh cột thu lôi được bảo vệ bằng cách thu sét vào cột gọi là phạm vi hoặc vùng bảo vệ.

- ❑ Cho đến nay chỉ có 1 cách duy nhất là xác định phạm vi bảo vệ bằng thực nghiệm trên mô hình; tuy còn nhiều nhược điểm nhưng đã qua 1 thời gian khá dài được kiểm nghiệm trong thực tế, kết quả nhận được với độ tin cậy lớn.
- ❑ Một cột thu lôi độc lập thì phạm vi bảo vệ của nó là 1 hình nón xoay với đường sinh theo công thức:

$$r_x = 1.6h \frac{h - h_x}{h + h_x} p \quad (6.8)$$

Trong đó:

h : độ cao của cột thu lôi.

h_x : độ cao công trình cần bảo vệ.

r_x : bán kính được bảo vệ ở độ cao h_x .

p : hệ số hiệu chỉnh theo độ cao của cột thu lôi được tính như sau:

$$\begin{cases} p = 1 \leftrightarrow h \leq 30m. \\ p = \frac{5.5}{\sqrt{h}} \leftrightarrow h > 30m \end{cases}$$



Thu lôi cổ điện (thu lôi kép)



Kim thu sét hiện đại



Một loại kim thu sét hiện đại



Hộp đo điện trở đất





Thiết bị đo điện trở đất



Thank you