

CHƯƠNG 4

BẢO VỆ NỔ ĐẤT

4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Bảo vệ nối đất là một trong những biện pháp bảo vệ an toàn cơ bản đã được áp dụng từ lâu. Bảo vệ nối đất là nối tất cả các phần kim loại của thiết bị điện hoặc của các kết cấu kim loại mà có thể xuất hiện điện áp khi cách điện bị hư hỏng với hệ thống nối đất.

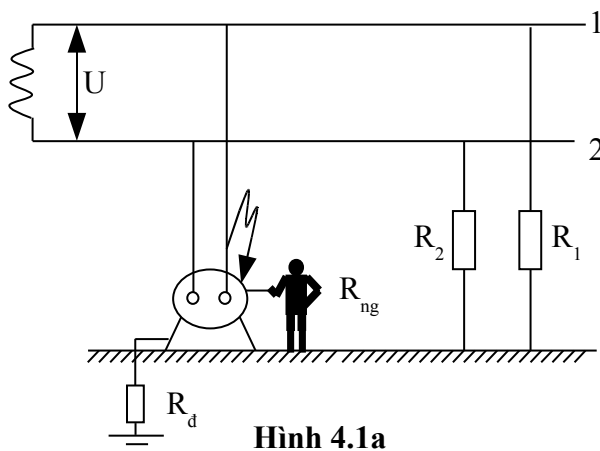
4.2. MỤC ĐÍCH, Ý NGHĨA CỦA BẢO VỆ NỔ ĐẤT:

4.2.1. Mục đích: Bảo vệ nối đất nhằm bảo vệ an toàn cho người khi người tiếp xúc với thiết bị đã bị chạm vỏ bằng cách giảm điện áp trên vỏ thiết bị xuống một trị số an toàn.

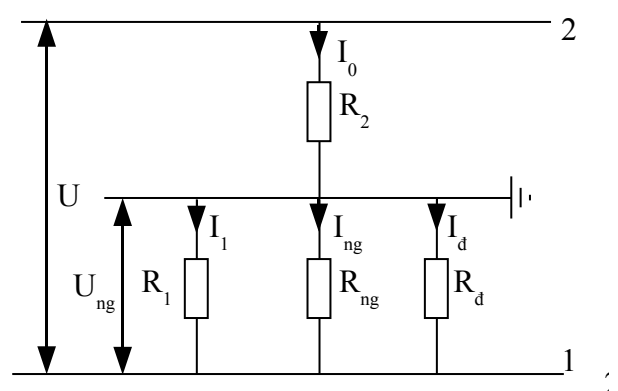
Chú ý: Ở đây ta hiểu chạm vỏ là hiện tượng một pha nào đó bị hỏng cách điện và có sự tiếp xúc điện với vỏ thiết bị.

4.2.2. Ý nghĩa:

Để hiểu rõ ý nghĩa của bảo vệ nối đất ta xét mạng điện đơn giản sau (H 4.1a).



Hình 4.1a



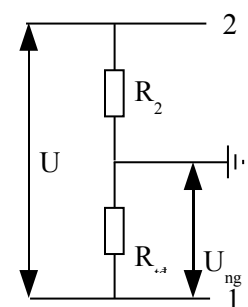
Hình 4.1b

Xét 1 thiết bị làm việc trong lưới điện 2 pha có điện áp U . Giả sử thiết bị điện A trong mạng điện trên được nối bảo vệ với điện trở nối đất là R_d và xảy ra sự cố 1 pha chạm vỏ thiết bị trong lúc người đang tiếp xúc vỏ thiết bị. Điện trở cách điện hai pha tương ứng là R_1, R_2 và xem điện dung của các pha đối với đất là bé có thể bỏ qua, ta có sơ đồ thay thế của mạng như ở hình 4.1b.

- Điện áp đặt vào người: $U_{ng} = I_0 \cdot R_{td}$

Trong đó: I_0 là dòng điện tổng

R_{td} là điện trở tương đương: $R_{td} = R_1 // R_{ng} // R_d$



$$U_{ng} = I_o \times R_{td} = U \cdot \frac{R_{td}}{R_2 + R_{td}} = U \cdot \frac{1}{R_2 \left(\frac{1}{R_{td}} \right) + 1} = \frac{U}{R_2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{ng}} + \frac{1}{R_d} \right) + 1}$$

Vì R_1 , R_2 và $R_{ng} \gg R_d$ nên có thể xác định một cách gần đúng:

$$U_{ng} = \frac{U \cdot R_d}{R_2} = U \cdot \frac{g_2}{g_d}$$

Và dòng điện qua người là:

$$I_{ng} = \frac{U_{ng}}{R_{ng}} = \frac{U \cdot R_d}{R_{ng} \cdot R_2} = \frac{U \cdot g_2 \cdot g_{ng}}{g_d}$$

Từ đây ta thấy vì U , R_2 , R_{ng} là những giá trị tương đối ổn định nên để giảm dòng điện qua người ta cần phải giảm điện trở R_d .

Vì vậy ý nghĩa bảo vệ nối đất là tạo ra giữa vỏ thiết bị và đất một mạch điện có điện dẫn lớn làm giảm phân lượng dòng điện qua người (nói cách khác là giảm điện áp trên vỏ thiết bị) đến một trị số an toàn khi người chạm vào vỏ thiết bị đã bị chạm vỏ.

4.3. CÁC HÌNH THỨC NỐI ĐẤT :

Có hai hình thức nối đất

4.3.1. Nối đất tập trung:

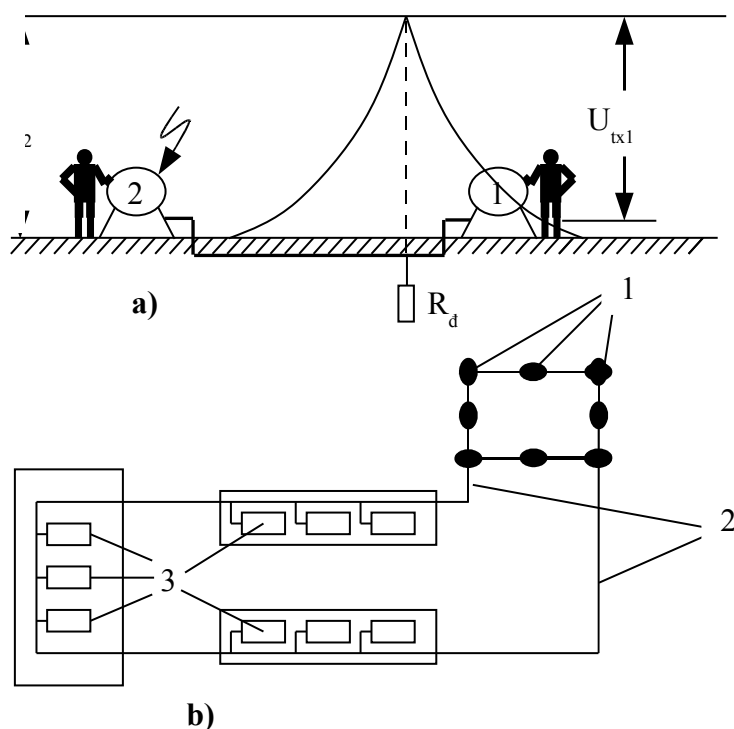
Là hình thức dùng một số cọc nối đất tập trung trong đất tại một chỗ, một vùng nhất định phía ngoài vùng bảo vệ.

Hình 4.2: Nối đất tập trung

- a. Phân bố điện áp
- b. Sơ đồ mặt bằng nối đất
1. các cọc nối đất
2. Dây dẫn nối đất chính
3. Thiết bị điện

Nhược điểm của nối đất tập trung là trong nhiều trường hợp nối đất tập trung không thể giảm được điện áp tiếp xúc và điện áp đến giá trị an toàn cho người.

Theo hình 4.2a điện áp tiếp xúc khi có sự chạm vỏ khi tiếp xúc với thiết bị 1 là U_{tx1} nhỏ hơn tiếp xúc với thiết bị 2 (thiết bị 2 đặt xa vật nối đất từ 20m trở lên).



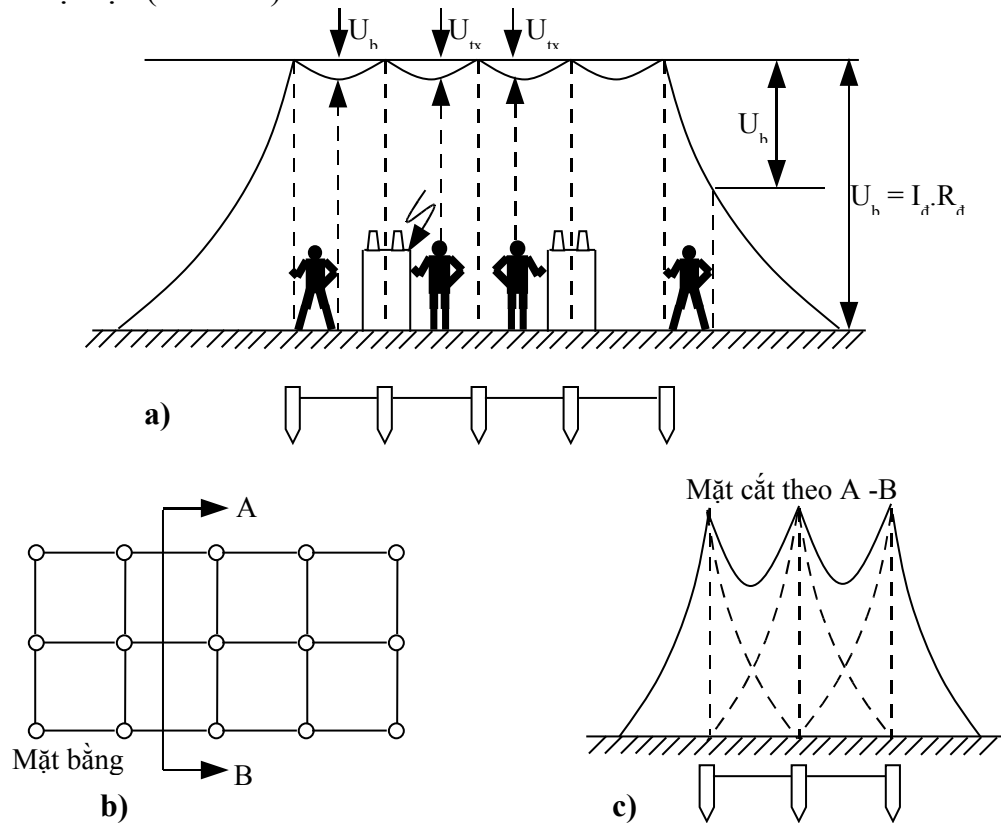
$$U_{tx1} < U_{tx2} = U_d$$

Với điện áp bước thì ngược lại: $U_{b1} > U_{b2}$.

Ta thấy càng xa vật nổi đất thì điện áp tiếp xúc càng lớn.

4.3.2. Nối đất mạch vòng:

Để khắc phục nhược điểm của nối đất tập trung người ta sử dụng hình thức nối đất mạch vòng. Đó là hình thức dùng nhiều cọc đóng theo chu vi và có thể ở giữa khu vực đặt thiết bị điện (hình 4.3).



Hình 4.3: Nối đất mạch vòng

Mặt cắt AB (Hình 4.3c) chỉ cách xây dựng đường thể hiện của mỗi ống nối đất riêng rẽ, và sau đây cộng tất cả tung độ của các đường cong này lại sẽ xó mạng phân bố điện áp cho hệ thống nối đất trong vùng bảo vệ (đường liền nét).

Trên hình (4.3a) chúng ta thấy rất nhiều điểm trên mặt đất có thể cực đại (các điểm nằm trên trục thẳng của vật nổi đất), cho nên thế giữa các điểm trong vùng bảo vệ chênh lệch rất ít do đó giảm được điện áp tiếp xúc cũng như điện áp bước.

Lưu ý: Ngoài vùng bảo vệ của mạng nối đất đường phân bố điện áp còn rất dốc nên điện áp bước nguy hiểm. Để tránh điều này người ta chôn các tấm bằng sắt và các tấm sắt này không nối với hệ thống nối đất.

4.4. LĨNH VỰC ÁP DỤNG CỦA BẢO VỆ NỐI ĐẤT:

Bảo vệ nối đất được áp dụng với tất cả các thiết bị có điện áp >1000V lần thiết bị có điện áp <1000V tuy nhiên trong mỗi trường hợp là khác nhau.

❶ Đối với các thiết bị có điện áp $> 1000V$ thì bảo vệ nối đất phải được áp dụng trong mọi trường hợp, không phụ thuộc vào chế độ làm việc của trung tính và loại nhà cửa.

❷ Đối với các thiết bị có điện áp $< 1000V$ thì việc có áp dụng bảo vệ nối đất hay không là phụ thuộc vào chế độ làm việc của trung tính. Khi trung tính cách điện đối với đất thì phải áp dụng bảo vệ nối đất còn nếu trung tính nối đất thì thay bảo vệ nối đất bằng biện pháp bảo vệ nối dây trung tính.

Trong mạng có trung tính cách điện đối với đất điện áp $< 1000V$ thì tùy theo điện áp áp mà chia ra các trường hợp sau:

* Với mạng có trung tính cách điện và điện áp $> 150V$ (như các mạng điện 220, 380, 500...) đều phải được thực hiện nối đất trong tất cả các nhà sản xuất và các thiết bị điện đặt ngoài trời không phụ thuộc vào điều kiện môi trường.

* Khi mạng điện có trung tính cách điện đối với đất từ 150V đến 65V (như mạng 110V) thì cho phép chỉ cần thực hiện nối đất:

- Cho các nhà nguy hiểm đặc biệt, nhà có khả năng dễ cháy nổ.
- Cho các thiết bị điện ngoài trời.
- Cho các bộ phận kim loại mà con người có thể tiếp xúc đến như: tay cầm, cần điều khiển, thiết bị điện.

* Khi điện áp $< 65V$ cho phép không cần thực hiện nối đất bảo vệ trừ các trường hợp đặt biệt.

4.5. ĐIỆN TRỞ NỐI ĐẤT, ĐIỆN TRỞ SUẤT CỦA ĐẤT:

4.5.1. Điện trở nối đất:

Điện trở nối đất hay điện trở của hệ thống nối đất bao gồm:

- Điện trở tản của vật nối đất hay nói chính xác hơn là điện trở tản của môi trường đất xung quanh điện cực. Đó chính là điện trở của đất đối với dòng điện đi từ vật nối đất vào đất.

- Điện trở của bản thân cực nối đất (điện cực nối đất).

- Điện trở của dây dẫn nối đất từ các thiết bị điện đến các vật nối đất.

Do nối đất dùng vật liệu kim loại có trị số điện dẫn lớn hơn nhiều so với điện dẫn của đất nên điện trở bản thân của vật nối đất thường được bỏ qua. Như vậy khi nói đến điện trở nối đất, chủ yếu là nói đến điện trở tản của vật nối đất.

Điện trở của đất được xác định bằng công thức:

$$R_d = U_d / I_d$$

Trong đó: U_d là điện áp đo được trên vỏ thiết bị có nối đất khi chạm vỏ có dòng điện đi vào đất là I_d .

Qua phân tích ở trên ta có điện trở của đất phụ thuộc rất nhiều vào điện trở của đất đối với dòng điện đi từ vật nối đất vào đất mà điện trở của đất lại phụ thuộc vào điện trở suất của đất tại nơi đặt nối đất.

4.5.2. Điện trở suất của đất:

Điện trở suất của đất (ρ) thường được tính bằng đơn vị $\Omega.m$ hay $\Omega.cm$

Do thành phần phức tạp của điện trở suất nên điện trở suất của đất được thay đổi trong một phạm vi rất rộng. Thực tế cho thấy rằng điện trở suất phụ thuộc vào các yếu tố chính sau:

①. Thành phần của đất: Thành phần của đất khác nhau thì có điện trở suất khác nhau. Đất chứa nhiều muối, axit thì có điện trở suất nhỏ. Các trị số gần đúng của điện trở suất của đất tính bằng $\Omega.m$ như sau:

Cát 7.10^4

Đất cát 3.10^4

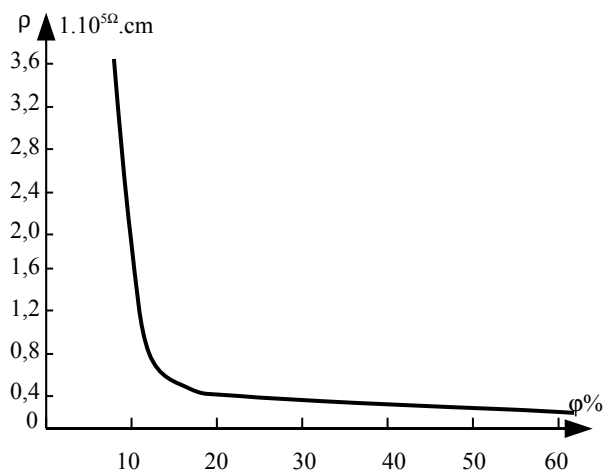
Đất sét, sét lẫn sỏi 1.10^4

Đất đen, đất vườn $0,5.10^4$

Đất bùn $0,2.10^4$

②. Độ ẩm:

Độ ẩm ảnh hưởng rất lớn đến điện trở suất của đất. Ở trạng thái hoàn toàn khô ráo có thể xem điện trở suất của đất bằng vô cùng. Khi tỉ lệ độ ẩm từ 15% trở lên thì ảnh hưởng đến điện trở của đất không đáng kể. Tuy nhiên, lúc độ ẩm lớn hơn 70-80% điện trở đất có thể tăng lên. Độ ẩm càng tăng thì ρ càng giảm.



Hình 4.4: Sự phụ thuộc của điện trở suất của đất vào lượng độ ẩm tính bằng phần trăm

③. Nhiệt độ:

Khi nhiệt độ hạ xuống quá thấp sẽ làm cho đất như bị đông kết lại và do đó ρ tăng lên rất nhanh. Khi nhiệt độ $< 100^\circ C$ thì ρ giảm xuống vì các chất muối trong đất được hòa tan dễ. Khi nhiệt độ $> 100^\circ C$ nước bị bốc hơi và ρ của nước tăng lên.

④. Độ nén của đất:

Tức là đất có được nén chặt hay không, đất được nén chặt tức là mật độ lớn nên ρ của đất giảm.

Điện trở suất của đất không phải là một trị số nhất định trong năm mà thay đổi theo mùa do ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ của đất. Do đó làm cho ρ của hệ thống nối đất cũng thay đổi. Vì vậy trong tính toán nối đất người ta phải dùng khái niệm điện trở suất tính toán của đất, đó là trị số lớn nhất trong năm.

$$\rho_{tt} = K_m \cdot \rho$$

Trong đó:

ρ : Trị số điện trở suất đo trực tiếp được.

K_m : Hệ số tăng cao hay hệ số mùa có thể tham khảo ở bảng 4.1 sau:

Bảng 4-1

HÌNH THỨC NỐI ĐẤT	K ₁	K ₂	K ₃
- Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,5m	6,5	5	4,5
- Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,8 m	3,0	2,0	1,6
- Cọc thép, ống thép, thép góc đóng sâu cách mặt đất 0,5-0,8m	2,0	1,5	1,4

(Chú thích: K₁; K₂; K₃ là do khi đất ẩm, khi đất ẩm trung bình, khi đất khô)

4.6. CÁC QUY ĐỊNH VỀ ĐIỆN TRỞ NỐI ĐẤT TIÊU CHUẨN:

Điện trở nối đất an toàn của hệ thống không được lớn hơn các trị số nối đất tiêu chuẩn đã được quy định trong các quy phạm cụ thể:

❶. Đối với các thiết bị điện áp > 1000V có dòng chạm đất lớn (>500A) như các thiết bị điện ở mạng điện có điện áp từ 110kV trở lên thì điện trở nối đất tiêu chuẩn:

$$R_d \leq 0,5\Omega$$

Với các mạng có dòng chạm đất lớn này, khi có sự chạm đất (chạm vỏ) thì điện áp trên vỏ thiết bị so với đất (đã thỏa mãn điều kiện $R_d \leq 0,5\Omega$) vẫn có thể đạt trị số lớn (hàng trăm thậm chí hàng ngàn vôn) nhưng khi có cân bằng thì điện áp tiếp xúc không vượt quá 250-300V. Rõ ràng điện áp này vẫn nguy hiểm cho người nhưng với cấp điện áp này thì khi có sự chạm đất, chạm vỏ thì rơle bảo vệ sẽ tác động cắt nhanh phần sự cố. Mặt khác, với cấp điện áp này không cho phép con người tiếp xúc trực tiếp (khi không có thiết bị bảo vệ) với thiết bị khi chưa cắt điện nên xác suất người bị điện giết rất bé.

Trong mạng điện có dòng chạm đất lớn, bắt buộc phải có nối đất nhân tạo trong mọi trường hợp không phụ thuộc vào điện trở nối đất tự nhiên. Ngay cả khi điện trở nối đất tự nhiên thỏa mãn yêu cầu ($R_d \leq 0,5\Omega$) vẫn phải thực hiện nối đất nhân tạo trị số điện trở nhân tạo không được lớn hơn 1Ω ($R_n \leq 1\Omega$).

❷. Đối với các thiết bị điện có điện áp >1000V có dòng chạm đất bé (<500 A) như các thiết bị ở mạng điện 3-35kV thì quy định điện trở nối đất tiêu chuẩn tại thời điểm bất kỳ trong năm như sau:

* Khi hệ thống nối đất chỉ dùng cho các thiết bị có điện áp >1000V:

$$R_d \leq \frac{250V}{I_d} \quad (\text{nhưng phải thỏa mãn } R_d \leq 10\Omega)$$

* Khi hệ thống nối đất dùng cho cả thiết bị có điện áp <1000V:

$$R_d \leq \frac{125V}{I_d} \quad (R_d \leq 10\Omega)$$

Trong mạng có dòng chạm đất bé (mạng có trung tính cách điện) khi có 1 pha chạm đất, các thiết bị rơle bảo vệ thường không cắt phần sự cố. Vì vậy chạm đất 1 pha có thể bị kéo dài làm tăng xác suất người tiếp xúc với điện áp nguy hiểm. Do đó người ta mới qui định điện áp lớn nhất cho phép trên hệ thống nối đất là 250V (khi điện áp > 1000V) và 125V (khi điện áp <1000V) với dòng chạm đất là I_d .

❸ Đối với các thiết bị điện trong các mạng có điện áp < 1000V có trung tính cách điện thì điện trở nối đất tại mọi thời điểm trong năm **không quá 4Ω**.

Riêng với các thiết bị nhỏ mà công suất tổng của máy phát điện hoặc máy biến áp có công suất không quá 100KVA thì cho phép: $R_d \leq 10\Omega$

Đối với các thiết bị có điện áp > 1000V có dòng chạm đất bé và các thiết bị có điện áp < 1000V có trung tính cách điện nên sử dụng nối đất tự nhiên có sẵn. Nếu trị số của điện trở nối đất tự nhiên nhỏ hơn trị số của điện trở nối đất tiêu chuẩn mà qui phạm đã qui định thì cho phép không cần phải thực hiện nối đất nhân tạo.

Chú ý trong các trường hợp có nhiều thiết bị điện có điện áp khác nhau nên thực hiện nối đất chung. Trị số điện trở nối đất chung cần phải thỏa mãn yêu cầu của hệ thống nối đất nào đòi hỏi điện trở nối đất có giá trị nhỏ nhất.

❹ Đối với đường dây tải điện trên không:

Với các đường dây tải điện trên không ta phân biệt các trường hợp sau:

* Khi điện áp của mạng điện $U \geq 110KV$. Trong trường hợp này thì nối đất ở các cột điện chỉ để chống sét và qui phạm không yêu cầu nối đất bảo vệ các cột điện ở các mạng có dòng chạm đất lớn này vì:

- Trong các mạng điện này (có $U \geq 110KV$) khi có sự chạm đất thì role bảo vệ tác động cắt nhanh sự cố với thời gian từ 0.12-0,8 sec nên xác suất người bị điện giật do điện áp tiếp xúc là rất bé.

- Vì dòng điện chạm đất trong mạng này rất lớn nên điện áp xuất hiện trên hệ thống cột nối đất cũng rất lớn, do vậy việc thực hiện nối đất cho các cột điện rất phức tạp và tốn kém

Ví dụ: Với dòng điện chạm đất từ 1,5-2KA và giả sử điện trở nối đất an toàn của cột là 10Ω thì điện áp trên hệ thống nối đất của cột sẽ có trị số là:

$$U = I_d . R_d = 15-20KV.$$

* Với các mạng điện có dòng chạm đất bé (mạng 3-35KV có trung tính cách điện).

Trong mạng này vì dòng chạm đất có trị số bé (thường từ 10-30A) nên điện áp trên hệ thống nối đất cột sẽ có trị số bé do đó có thể bảo đảm an toàn cho người bằng cách nối đất các cột điện (ví dụ: nếu điện trở nối đất của cột điện là 10Ω . thì điện áp xuất hiện trên hệ thống nối đất là khoảng 100-300V).

Như vậy nối đất cột điện ở mạng có dòng chạm đất bé có thể vừa chống sét, vừa bảo vệ an toàn và qui định như sau:

Phải thực hiện nối đất các cột của đường dây 35KV. Với các đường dây từ 3-22KV cho phép chỉ nối đất các cột trong vùng có dân cư và nối đất các cột các thiết bị chống sét hay thiết bị thao tác đo lường.

Điện trở nối đất của các cột điện qui định ở bảng 4-2

* Trong các mạng điện, điện áp < 1000V có trung tính cách điện, các cột thép và bê tông cốt thép phải có điện trở nối đất **không quá 50 Ω**.

Bảng 4-2. Điện trở nối đất của cột đường dây cao áp.

Điện trở suất của đất $\Omega \cdot \text{cm}$	Trị số cực đại của điện trở nối đất
Dưới 10^4	10
Từ $10^4 - 5 \cdot 10^4$	15
Từ $5 \cdot 10^4 - 10 \cdot 10^4$	20
Trên $10 \cdot 10^4$	30

4.7. TÍNH TOÁN HỆ THỐNG NỐI ĐẤT:

4.7.1. Cách thực hiện nối đất:

Trước hết cần phải phân biệt nối đất tự nhiên và nối đất nhân tạo.

Nối đất tự nhiên là sử dụng các ống dẫn nước, các cọc sắt, các sàn sắt có sẵn trong đất. Hay sử dụng các kết cấu nhà cửa, các công trình có nối đất, các vỏ cáp trong đất ... làm điện cực nối đất.

Khi xây dựng vật nối đất cần phải sử dụng, tận dụng các vật nối đất tự nhiên có sẵn. Điện trở nối đất của các vật nối đất tự nhiên được xác định bằng cách đo tại chỗ hay có thể lấy theo các sách tham khảo.

Nối đất nhân tạo thường được thực hiện bằng các cọc thép tròn, thép góc, thép ống, thép dẹt ... dài 2 - 5m chôn sâu xuống đất sao cho đầu trên cùng của chúng cách mặt đất 0,5 - 0,8m.

Kinh nghiệm cũng như tính toán cho thấy rằng điện trở nối đất giảm xuống khi tăng độ dài chôn sâu của vật nối đất (vì giảm ảnh hưởng của thời tiết) nhưng lúc chiều dài các cọc vượt quá 5m thì điện trở nối đất giảm xuống không rõ rệt. Đường kính hay bề dày của vật nối đất ảnh hưởng rất ít đến trị số điện trở của vật nối đất. Vì vậy các ống thép đặt trong đất phải có bề dày không được nhỏ hơn 3,5mm, các thanh thép dẹt không được nhỏ hơn 4mm và tiết diện nhỏ nhất không được bé hơn 48mm^2 để đảm bảo độ bền cơ học. Các cọc thép chôn thẳng đứng được nối với nhau bằng thanh thép nằm ngang (thường bằng thép dẹt).

Dây nối đất (hay nối đất trung tính) phải có tiết diện thỏa mãn độ bền cơ khí và ổn định nhiệt, chịu được dòng điện cho phép lâu dài.

Khi thực hiện bảo vệ nối đất thì tất cả các phần kim loại của các thiết bị điện, của các kết cấu kim loại (vỏ thiết bị, khung, bệ của các thiết bị phân phối điện ...) mà có thể xuất hiện điện áp khi cách điện bị hư hỏng phải được nối một cách chắc chắn với hệ thống nối đất. Các mối nối của hệ thống nối đất tốt nhất nên thực hiện bằng cách hàn (có thể cho phép nối bằng bulông), mỗi thiết bị điện phải có một dây nối đất riêng, không cho phép dùng một dây nối đất chung cho nhiều thiết bị.

Khi thực hiện nối đất mà có sử dụng nối đất tự nhiên nếu trị số điện trở nối đất tự nhiên (R_m) lớn hơn trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn (R_d) thì trị số điện trở nối đất nhân tạo là:

$$R_{nt} = \frac{R_d \cdot R_{tn}}{R_{tn} - R_d}$$

Mặt khác điện trở nổi đất nhân tạo là gồm hệ thống các điện cực (cọc) chôn thẳng đứng có điện trở là R_c và thanh nối ngang nối giữa các cọc có điện trở R_n

$$R_{nt} = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c + R_n}$$

Trong thực tế người ta sử dụng nhiều loại vật nổi đất có hình dáng và cách lắp đặt khác nhau với những công thức nổi đất tính điện trở khác nhau. Sau đây ta xét một số trường hợp thường dùng nhất.

❶ Vật nổi đất là thép tròn, thép ống chôn sát mặt đất như hình 4-5 thì điện trở nổi đất của một cọc là:

$$R_{lc} = \frac{\rho_{tt}}{2 \cdot l \cdot \pi} \cdot \ln \frac{4l}{d}$$

Trong đó:

$\rho_{tt} = \rho$ ($\Omega \cdot m$) là điện trở suất tính toán của đất

d : là đường kính ngoài của cọc nổi đất, nếu dùng thép góc thì đường kính đương trị là: $d = 0,95 \cdot b$ (b : là chiều rộng của thép góc)

❷ Vật nổi đất cũng là thép tròn, thép ống nhưng được đóng sâu xuống sao cho đầu trên cùng của chúng cách mặt đất 1 khoảng nào đó (Hình 4.6).

Lúc này điện trở nổi đất của cọc là:

$$R_{lc} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

Trong đó:

t : khoảng cách từ mặt đất đến điểm giữa của cọc.

❸ Vật nổi đất là thép dẹt, thép tròn chôn nằm ngang trong đất (hình 4.7) thì

điện trở nổi đất là:

$$R_{tt} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2l^2}{b \cdot t}$$

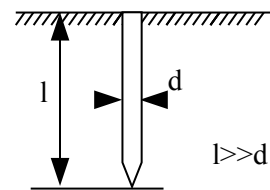
Trong đó :

b : là chiều rộng của thanh thép, nếu dùng thép tròn thì thay $b=2d$

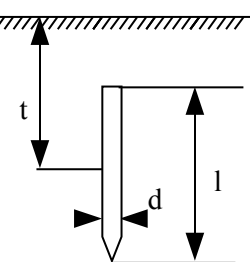
d : là đường kính

Một điều cần chú ý khi xác định điện trở nổi đất cần phải xét đến ảnh hưởng của nhau giữa các điện cực khi tản dòng điện vào đất. Quá trình tản dòng điện trong đất ở điện cực nào đó sẽ bị hạn chế bởi quá trình tản dòng điện cực từ các điện cực lân cận, do đó làm tăng chỉ số điện trở nổi đất ảnh hưởng này được tính bằng việc đưa vào công thức xác định điện trở nổi đất một hệ số gọi là hệ số sử dụng.

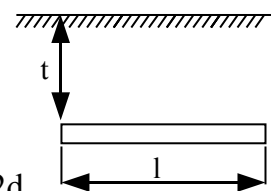
Vì vậy điện trở nổi đất của n cọc (đóng thẳng đứng) có xét đến hệ số sử dụng:



Hình 4.5



Hình 4.6



Hình 4.7

$$R_c = \frac{R_{1c}}{n \cdot \mu_c}$$

Trong đó:

R_{1c} : là trị số điện trở nổi đất của một cọc.

μ_c : là hệ số sử dụng của các cọc.

Hệ số μ_c này phụ thuộc vào số cọc n và tỉ số a/l .

Trong đó:

a : là khoảng cách giữa các cọc chôn thẳng đứng

l : là chiều dài giữa các cọc.

Thông thường $a/l = 1, 2, 3$

Tương tự điện trở nổi đất của các thanh ngang khi có tính đến hệ số sử dụng:

$$R_n = \frac{R'_n}{\mu_n}$$

Trong đó :

R'_n : là điện trở nổi đất của các thanh ngang khi chưa tính đến hệ số sử dụng của các thanh ngang μ_n

μ_n cũng phụ thuộc vào n và a/l .

Hệ số μ_n cũng như μ_c thường cho trong các sổ tay. Rõ ràng μ_n hay μ_c luôn luôn nhỏ hơn 1.

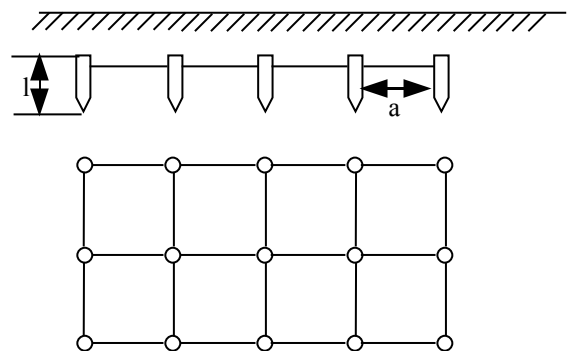
4.7.2. Các bước tính toán nổi đất:

Mục đích tính toán nổi đất là xác định hình thức nổi đất thích hợp (nổi đất tập trung hay mạch vòng), xác định các thông số chủ yếu của hệ thống nổi đất (như số lượng, hình dáng cọc, các thanh) xuất phát từ trị số điện trở nổi đất tiêu chuẩn và các điều kiện cụ thể nơi cần lắp đặt.

Trong các điều kiện cho phép cần thực hiện nổi đất theo nổi đất mạch vòng. Tuy vậy trong các mạng có dòng chạm đất bé nếu điều kiện lắp đặt mặt bằng bị hạn chế thì có thể cho phép nổi đất tập trung. Với các mạng có dòng chạm đất lớn bắt buộc phải thực hiện nổi đất mạch vòng. Ngoài ra phải thực hiện cân bằng thế (để giảm điện áp tiếp xúc và điện áp bước) trong các mạng điện có dòng chạm đất lớn này người ta thường đặt thêm các thanh nối ngang ở ngay phía dưới các thiết bị có độ sâu từ 0,5-0,7m dưới dạng mặt lưới (hình 4.8)

Sau khi đã được các số liệu cần thiết ban đầu (như mặt bằng, hình dạng,

kích thước vật nổi đất, chế độ làm việc của điểm trung tính, điện trở nổi đất tự nhiên,



Hình 4.8

điện trở suất của đất...)

Các bước tính toán hệ thống nối đất được tính như sau:

❶ Xác định điện trở nối đất yêu cầu R_d .

❷ Xác định điện trở nối đất nhân tạo. Nếu có sử dụng điện trở nối đất tự nhiên với trị số là R_{tn} thì điện trở nối đất nhân tạo cần thiết là:

$$R_{nt} = \frac{R_d \cdot R_{tn}}{R_{tn} - R_d}$$

❸ Xác định điện trở suất tính toán của đất:

Ở đây cần chú ý là vì các cọc chôn thẳng đứng và các thanh nối ngang có độ chôn sâu khác nhau nên chúng có điện trở suất tính khác nhau.

Cụ thể:

+ Với các cọc $\rho_{ttc} = K_{mc} \cdot \rho$

+ Với các thanh nối ngang: $\rho_{ttn} = K_{mn} \cdot \rho$

Trong đó:

- K_{mc} : là hệ số mùa của các cọc.

- K_{mn} : là hệ số mùa các thanh ngang.

❹ Theo địa hình thực tế mà bố trí hệ thống nối đất mà từ đó xác định gần đúng số lượng cọc ban đầu và chiều dài tổng của các thanh nối ngang (n_{bd} và l_n). Ở đây cần lưu ý là khoảng cách giữa các cọc không được bé hơn chiều dài các cọc ($\frac{a}{l} \geq 1$).

Cũng theo điều kiện và yêu cầu thực tế mà chọn cách lắp đặt, kích thước, hình dạng của vật nối đất... rồi từ đó xác định được điện trở nối đất của một cọc (R_{1c}) theo công thức đã biết.

❺ Xác định số lượng cọc cần dùng:

$$n_{sb} = \frac{R_{1c}}{R_{nt} \cdot \mu_c}$$

Trong đó:

μ_c : là hệ số sử dụng của các cọc phụ thuộc vào số lượng cọc ban đầu (n_{bd}) và tỉ số a/l .

R_{nt} : là điện trở suất nhân tạo yêu cầu khi đã tính đến điện trở nối đất tự nhiên (nếu có).

Nếu không có sử dụng nối đất tự nhiên thì R_{nt} bằng trị số nối đất tiêu chuẩn yêu cầu: $R_{nt} = R_d$.

❻ Xác định điện trở nối đất của các thanh ngang nối đất giữa các cọc theo công thức đã biết có tính đến hệ số sử dụng của các thanh ngang:

$$R_{nt} = \frac{\rho_{ttn}}{2\pi \cdot \mu_n \cdot l_n} \cdot \frac{2 \cdot l_n^2}{b \cdot t}$$

Trong đó:

μ_n : là hệ số sử dụng của các thanh ngang phụ thuộc vào nbđ và a/l.

l_n : tổng chiều dài của các thanh ngang nối giữa các cọc ở đây ta coi đó là một thanh ngang duy nhất.

⑦ Xác định trị số điện trở nối đất yêu cầu của cọc khi có xét đến điện trở nối đất của các thanh ngang:

$$R_c = \frac{R_n \cdot R_{nt}}{R_n - R_{nt}} \quad \text{Chú ý có bất đẳng thức: } R_d \leq R_{nt} < R_c$$

⑧ Xác định chính xác số cọc cần dùng:

$$n_c = \frac{R_{lc}}{R_c \cdot \mu_c'}$$

Trong đó: μ_c : hệ số sử dụng của các cọc khi đã biết số cọc sơ bộ n_{sb} .

Lưu ý là số cọc dùng trong nối đất không được nhỏ hơn 2.

Phương pháp tính toán hệ thống nối đất ở trên là phương pháp tính toán dựa theo điện trở nối đất tiêu chuẩn (R_d) với giả thiết là đất thuần nhất có điện trở suất không đổi là ρ nên có sai số nhất định vì trong thực tế điện trở suất của đất thay đổi theo sự thay đổi độ sâu. Vì vậy ngoài phương pháp coi điện trở suất của đất là một số không đổi còn có những phương pháp tính toán nối đất chính xác hơn, trong đó có tính đến sự thay đổi điện trở suất của đất phụ thuộc vào độ sâu của đất.

Mặt khác, nhằm mục đích tiết kiệm và giảm bớt phức tạp tốn kém khi xây dựng hệ thống nối đất cho các thiết bị có dòng chạm đất lớn. Hiện nay, trong một số trường hợp người ta có thể tính toán hệ thống nối đất theo trị số điện áp tiếp xúc cho phép mà không phải theo trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn như đã trình bày ở trên.

Ví dụ tính toán hệ thống nối đất:

Hãy tính toán hệ thống nối đất của trạm biến áp 35/6KV. Lưới 35 và 6KV có trung tính cách điện đối với đất. Phía 35KV có dòng chạm đất 1 pha là: $I_d = 8A$, phía 6KV là: $I_d = 25A$ tự dùng của trạm được cung cấp bằng máy biến áp 6/0,4KV có trung tính nối đất trực tiếp ở phía hạ áp. Điện trở suất của đất đo được là $86\Omega.m$. Thiết bị của trạm chiếm diện tích $(18 \times 8)m^2$. Biết không có sử dụng điện trở nối đất tự nhiên và cho hệ số mùa của các cọc $K_{mc} = 2$, của các thanh ngang $K_{mn} = 3$.

Giải:

Ta tính theo các bước sau:

1.Xác định điện trở nối đất tiêu chuẩn theo yêu cầu của hệ thống nối đất:

Giả sử ở đây ta dùng hệ thống nối đất chung cho các thiết bị cao áp và thiết bị

hạ áp.

- Điện trở nối đất cần thiết của các thiết bị cao áp 35KV là:

$$R_{d1} \leq \frac{250}{I_d} = \frac{250}{8} = 31,4\Omega$$

- Điện trở nối đất cần thiết phía 6KV là:

$$R_{d2} \leq \frac{250}{I_d} = \frac{250}{25} = 10\Omega$$

- Khi dùng cho cả thiết bị cao áp và hạ áp :

$$R_{d3} \leq \frac{250}{I_d} = \frac{125}{25} = 5\Omega$$

Điện trở nối đất của trung tính máy biến áp tự dùng 6/0,4KV qui định là $\leq 4\Omega$.
Như vậy điện trở nối đất chung cho toàn trạm lấy theo trị số bé nhất là 4Ω .

$$R_{\text{điện}} = 4\Omega$$

2. Xác định điện trở nối đất nhân tạo:

Ở đây vì không có sử dụng nối đất tự nhiên nên ta có điện trở nối đất nhân tạo bằng trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn:

$$R_{nt} = R_d = 4\Omega$$

3. Xác định điện trở suất tính toán của đất:

Với các cọc : $\rho_{ttc} = K_{mc} \cdot \rho = 2.86 = 172 \Omega.m$

Với các thanh ngang: $\rho_{ttn} = K_{mn} \cdot \rho = 3.86 = 258 \Omega.m$

4. Dự định:

Hệ thống nối đất, trạm dùng cho các cọc thép tròn đường kính 3 12mm, dài 5m đóng cách nhau 5m và các thanh nối ngang nối các cọc đặt ở độ sâu 0,7m.

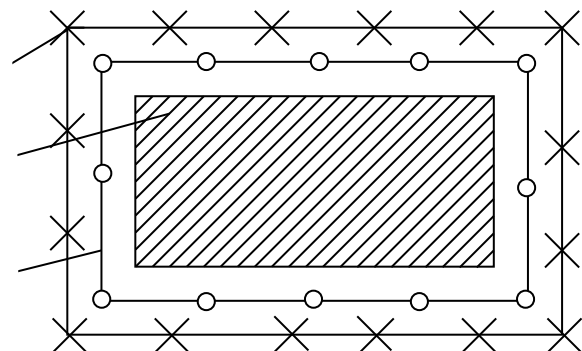
Dự kiến mạch vòng nối đất là:

$$2.(20+10) = 60m$$

Như vậy chiều dài của thanh nối ngang là:

$L_n = 60m$, tỉ số $a/l = 1$ và số lượng cọc ban đầu là: $n_{bd} = 60/5 = 12$.

Điện trở nối đất của 1 cọc nối đất thẳng đứng theo cách lắp đặt trên là:



Hình 4.9: Mặt bằng hệ thống nối đất

1. Diện tích đặt thiết bị ($18 \times 8m^2$)

2. mạch vòng nối đất

3. Hàng rào

$$R_{1c} = \frac{\rho_{tc}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

$$\rho_{tc} = 172 \Omega \cdot m$$

$$t = 0,7 + \frac{5}{2} = 3,2 m$$

$$R_{1c} = \frac{172}{2\pi \cdot 5} \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{12 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,2 + 5}{4 \cdot 3,2 - 5} \right) = 38,8 \Omega$$

5. Xác định số lượng cọc:

$$n_{sb} = \frac{R_{1c}}{R_{nt} \cdot \mu_c}$$

Trong đó: $R_{nt} = R_d = 4 \Omega$; μ_c tra bảng theo $n_{sb} = 12$ và $a/l = 1$.

$$n_{bd} = \frac{38,8}{4 \cdot 0,57} = 17,1 \text{ cọc}$$

6. Xác định điện trở nối đất của các thanh ngang:

$$R_n = \frac{\rho_{ttn}}{2\pi \cdot \mu_n \cdot l_n} \cdot \frac{l_n^2 \cdot 2}{b \cdot t}$$

Ta có: $n = 60m$; $b = 40 \cdot 10^{-3}m$; trung tính $= 0,7m$.

$\mu_n = 0,326$ tra bảng theo $n = 17$ và $a/l = 1$.

$$R_n = \frac{258}{2\pi \cdot 60 \cdot 0,326} \cdot \ln \frac{2 \cdot 60^2}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7} = 25,8 \Omega$$

7. Xác định điện trở nối đất yêu cầu của các cọc sau khi xét tới điện trở nối đất của các thanh nối ngang:

$$R_c = \frac{R_n \cdot R_t}{R_n - R_t} = \frac{26,8 \cdot 4}{26,8 - 4} = 4,7 \Omega$$

Để dàng ta thấy: $R_d = R_{tn} = 4 < R_c = 4,7 \Omega$

8. Xác định số lượng cọc cần thiết:

$$n_c = \frac{R_{1c}}{R_c \cdot \mu_c'}$$

Ở đây $\mu_c = 0,52$ tra bảng theo $n = 17$ và $a/l = 1$.

$$\text{Vậy } n_c = \frac{38,8}{4,7 \cdot 0,52} = 15,8$$

Kết quả ta lấy $n = 16$ cọc.

Như vậy so với dự kiến ban đầu ta phải đóng thêm 4 cọc nữa.