

# Chương 4: Nối đất trong hệ thống điện

## I) Khái niệm chung:

Tác dụng của nối đất là để tản dòng điện sự cố vào đất và để giữ mức điện thế thấp trên các phần tử thiết bị điện được nối đất.

Các loại sự cố thường xảy ra như: rò điện do cách điện, xảy ra các loại ngắn mạch, chạm đất 1 pha, dòng điện sét.

Theo chức năng của các loại nối đất, nó được chia làm 3 loại sau đây:

**-Nối đất an toàn :** nhằm đảm bảo an toàn cho con người. Nối đất an toàn là nối tất cả các bộ phận kim loại của TBĐ hay của các kết cấu kim loại mà khi cách điện bị hư hỏng thì nó xuất hiện điện áp xuống hệ thống nối đất .

**Nối đất chống sét :** đảm bảo an toàn cho TBĐ. Nối từ bộ phận thu sét xuống đất.

Cả 2 loại nối đất trên được gọi là nối đất bảo vệ

**-Nối đất làm việc :** nhằm đảm bảo điều kiện làm việc bình thường cho TBĐ và 1 số bộ phận của TBĐ theo chế độ đã được qui định sẵn, đây là loại nối đất bắt buộc để đảm bảo các điều kiện vận hành của hệ thống.

Trong rất nhiều trường hợp, 2 hoặc 3 nhiệm vụ nối đất trên được thực hiện trên cùng một hệ thống nối đất.

Các loại nối đất thường được thực hiện bằng một hệ thống những cọc thép (hoặc đồng) đóng vào đất hoặc những thanh ngang hoặc hệ thống thanh - cọc nối liền nhau chôn trong đất ở một độ sâu nhất định.

## II) Điện trở suất của đất - hệ số mùa:

Đất là môi trường dẫn điện phức tạp, không đồng nhất về thành phần và cấu tạo, phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố:

- Lượng ẩm trong đất;
- Năng lực giữ ẩm của đất ;
- Tạp chất trong đất;

Vì vậy khi tính toán nối đất thì người ta lấy:

$$\rho_{tt} = \rho_{do} \cdot k_{mùa}$$

\*  $K_{mùa}$  phụ thuộc vào độ chôn sâu của điện cực

\*  $K_{mùa}$  phụ thuộc vào loại nối đất: nối đất an toàn hay nối đất chống sét. Thường tính toán nối đất chống sét lấy  $k_{mùa}$  nhỏ hơn so với nối đất an toàn

## 2.3 Hệ số mùa

\*  $K_m$

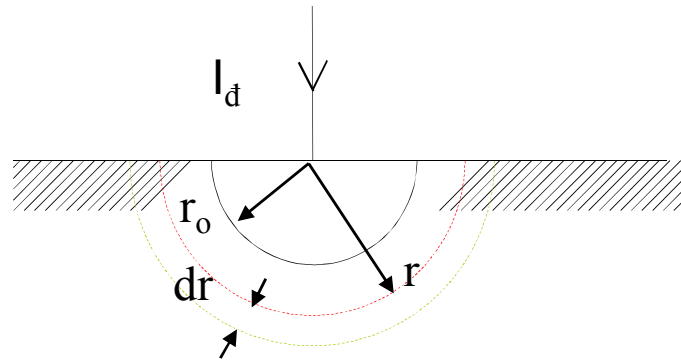
- phụ thuộc vào độ chôn sâu của điện cực
- phụ thuộc vào loại nối đất  
 $k_m$  nối đất chống sét <  $k_m$  nối đất an toàn
- phụ thuộc hình thức nối đất  
 Nằm ngang hay thẳng đứng

Loại nối đất	Hình thức	Độ chôn sâu	$K_m$
An toàn, làm việc	Nằm ngang	0,5	4,5÷6,5
		0,8	1,6÷3
	Thẳng đứng	0,8	1,4÷2
Chống sét	Nằm ngang	0,5	1,4÷1,8
		0,8	1,2÷1,45
	Thẳng đứng	0,8	1,15÷1,3

### III) Tính toán nối đất an toàn:

1) Xác định điện trở nối đất của các điện cực đơn :

Xác định  $R_{nđ}$  của bán cầu có bán kính  $r_0$



Khi có dòng điện chạm đất  $I_d$  đi vào bán cầu thì mật độ dòng điện cách tâm bán cầu một khoảng  $r$  bất kỳ được xác định:

$$J = \frac{I_d}{2\pi r^2}$$

Theo định luật Ohm dạng vi phân,  
xác định được cường độ điện  
trường trong đất:

$$E = \frac{du}{dr} = J \cdot \rho$$

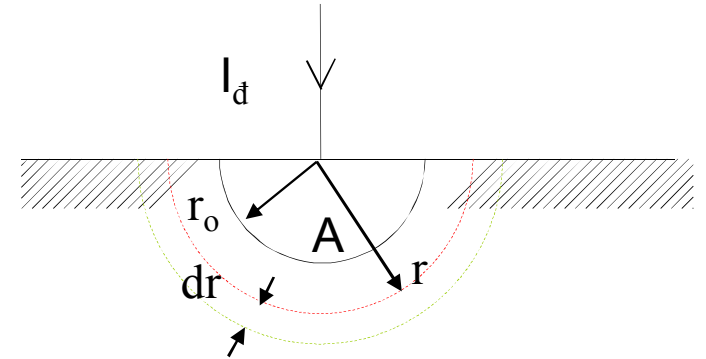
$J$  - mật độ dòng điện đi trong đất

$$J = \frac{I_d}{2 \pi r^2}$$

$\rho$  - điện trở suất của đất

Từ đó xác định được:

$$E = \frac{du}{dr} = \frac{I_d \cdot \rho}{2 \pi r^2} \Rightarrow du = \frac{I_d \cdot \rho}{2 \pi r^2} dr$$



Điện áp tại điểm A nào đó cách tâm bán cầu một khoảng bằng  $r_A$  được xác định bởi hiệu điện thế:

$$U_A = \int_{r_A}^{\infty} \frac{I_d \cdot \rho}{2 \pi r^2} dr = \left. \frac{-I_d \cdot \rho}{2 \pi r} \right|_{r_A}^{\infty} = \frac{I_d \cdot \rho}{2 \pi r_A}$$

Điện áp trên bề mặt bán cầu  $r_0$ :

$$U = \int_{r_0}^{\infty} \frac{I_d \cdot \rho}{2 \pi r^2} dr = \left. \frac{-I_d \cdot \rho}{2 \pi r} \right|_{r_0}^{\infty} = \frac{I_d \cdot \rho}{2 \pi r_0}$$

Từ đó suy ra: Điện trở của bán cầu có bán kính  $r_0$  là

$$R_{bc} = \frac{U}{I_d} = \frac{\rho}{2 \pi r_0}$$



\*Điện trở nối đất của cọc chôn sâu trong đất:

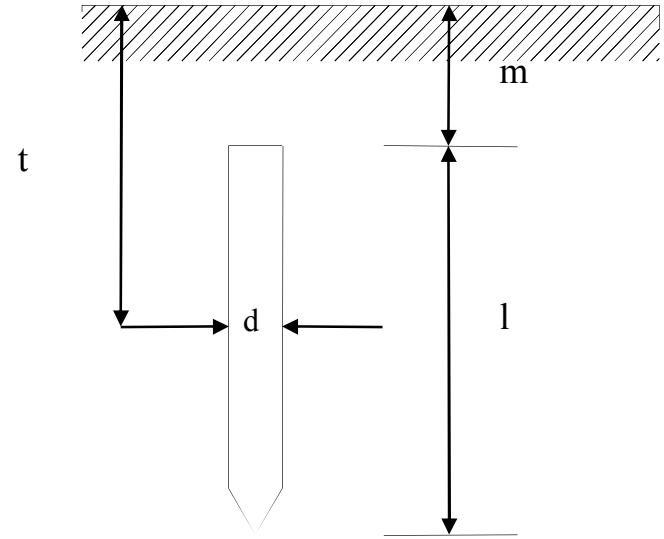
$$m = (0,5 \div 0,8)m$$

$$t = m + \frac{l}{2}$$

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \left[ \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right]$$

$$d = (2 \div 5)cm$$

$$l = (2 \div 3)m$$



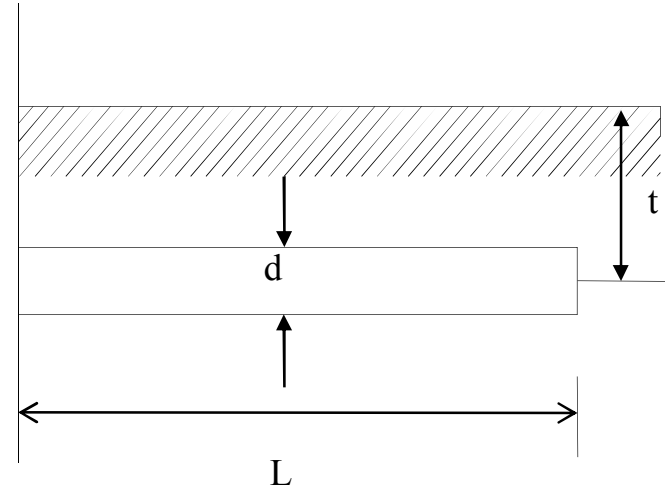
\*Điện trở nối đất của thanh chôn nằm ngang:

$$R_t = \frac{\rho_{tt}}{2\pi L} \ln \frac{kL^2}{t.d}$$

$$d = (2 \div 3) \text{ cm}$$


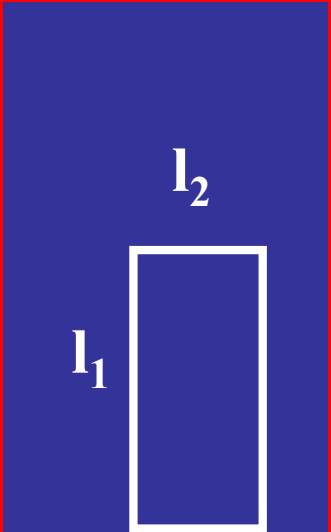





$k$  - hệ số phụ thuộc  
vào hình dáng nối đất

$t$  độ chôn sâu

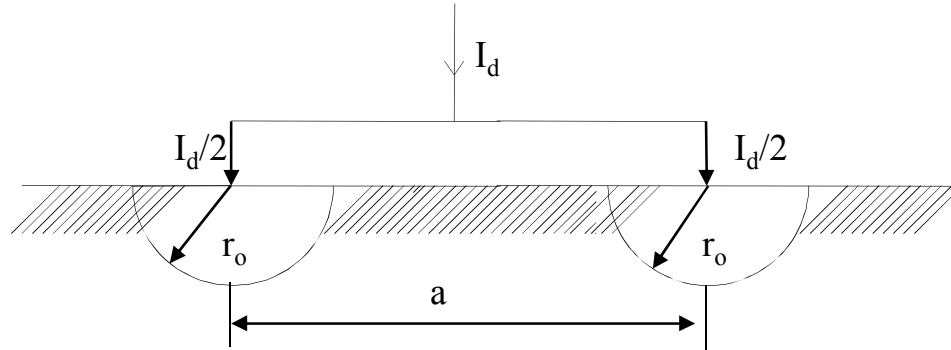


## 2.4 Tính toán nội đất ổn định

$k$ \_hệ số hình dáng nội đất nằm ngang

Hình dáng	K	Hình dáng	$\frac{l_1}{l_2}$	K
	1		1	5,53
	1,22		1,5	5,81
	1.46		2	6,46
	2,38		3	8,17
	8,45		4	10,4
	19,3			

2) Xác định điện trở nối đất của 1 hệ thống :  
Xét điện cực gồm 2 bán cầu bán kính  $r_o$



Điện áp đặt trên một điện cực chính bằng điện áp của hệ thống nối đất:

$$u_1 = \frac{\frac{I_d}{2} \cdot \rho}{2 \pi r_o} + \frac{\frac{I_d}{2} \cdot \rho}{2 \pi a} = U$$

Điện trở nối đất của hệ thống:

$$R_{2bc} = R_{ht} = \frac{U}{I_d} = \frac{\rho}{2.2 \pi r_o} + \frac{\rho}{2.2 \pi a}$$

Như vậy so với trường hợp lý tưởng của 2 bán cầu nối song song, điện trở nối đất của hệ thống 2 bán cầu khi có sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa 2 điện cực đặt trong đất tăng lên một lượng là:

$$\frac{\rho}{2.2 \pi a}$$

Đề đặc trưng cho hiện tượng này thì người ta đưa ra 1 hệ số gọi là hệ số sử dụng

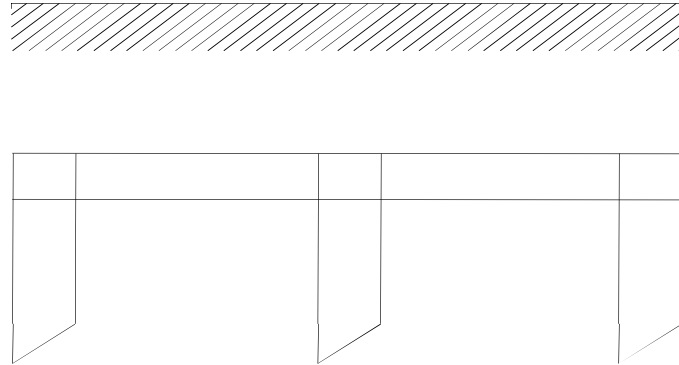
$$\eta = \frac{\frac{\rho}{2.2\pi r_o}}{\frac{\rho}{2.2\pi r_o} + \frac{\rho}{2.2\pi a}} = \frac{1/r_o}{1/r_o + 1/a} = \frac{1}{1 + r_o/a}$$

$$\eta < 1$$

Như vậy:

- $\eta$  giảm khi  $a$  giảm,  $\eta$  tăng khi  $a$  tăng. Chính vì lý do này mà ít khi người ta đóng các cọc quá gần nhau ( $a \geq 3m$ )
- $\eta$  giảm khi  $r_o$  tăng,  $\eta$  tăng khi  $r_o$  giảm.

Khi có hệ thống nối đất gồm n cọc liên kết với nhau bằng thanh chôn nằm ngang



$$R_{ht} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c \eta_t + R_t \eta_c \cdot n}$$

Các hệ số  $\eta_c$  và  $\eta_t$  được tra trong các bảng phụ lục 24-27 Sách Bài tập Kỹ thuật điện Cao Áp (TS. Hồ Văn Nhật Chương - ĐHBK TP HCM)

#### IV) Tính toán nối đất chống sét:

##### 1) Đặc điểm:

-Dòng điện sét có biên độ lớn ( $I_s$  lớn ), tức mật độ  $J$  lớn, suy ra cường độ điện trường  $E$  lớn.

Nếu  $E > E_{cpđ}$  thì vùng đất xung quanh điện cực sẽ bị phóng điện, lúc này tương đương với kích thước của điện cực tăng làm giảm đáng kể trị số điện trở nối đất.

-Khi đó, điện áp đặt trên điện cực nối đất được tính toán theo biểu thức:

$$U = R_{xk} \cdot I_s + L \frac{di_s}{dt}$$



- Do  $a = \frac{di_s}{dt}$  lớn do đó không thể bỏ qua ảnh hưởng

của điện cảm của bản thân điện cực. Bởi vì nó gây ra

một giá trị điện áp giáng  $L \frac{di_s}{dt}$  trên bản thân điện cực.

Vì vậy hệ thống nối đất chống sét không thuần túy như 1 điện trở nữa mà là tổng trở  $Z$  và làm trị số Ohm tăng lên khá lớn.

Thông thường, khi  $l > 40$  m thì lúc đó mới xét ảnh hưởng của điện cảm

## 2) Phân loại :

- **Nối đất tập trung** : khi chiều dài của điện cực chôn vào trong đất  $l < 40 \text{ m}$

Bỏ qua ảnh hưởng của L chỉ xét đến hiện tượng phóng điện ở trong đất

- **Nối đất phân bố dài**:  $l \geq 40 \text{ m}$

Xét đồng thời cả 2 ảnh hưởng:

- + Hiện tượng phóng điện trong đất
- + Ảnh hưởng của điện cảm

Tuy nhiên bài toán này khá phức tạp, cho nên đối với trường hợp nay chỉ xét đến L bỏ qua hiện tượng phóng điện trong đất

3) Xác định  $R_{xk}$  của nổi đất tập trung :

$$\rho_{xk} = \rho (1 - kE_r)$$

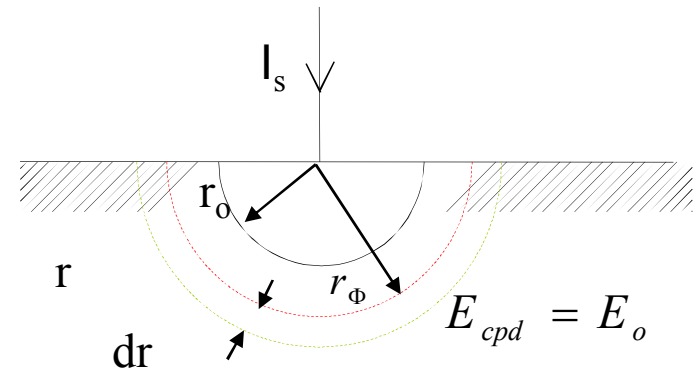
$$E_o = J_{r\Phi} \cdot \rho_{xk} = \frac{I_s}{2\pi r_\Phi^2} \cdot \rho_{xk}$$

Suy ra

$$r_\Phi = \sqrt{\frac{I_s \rho_{xk}}{2\pi E_o}} = \sqrt{\frac{I_s \rho (1 - kE_o)}{2\pi E_o}}$$

Xét tại 1 mặt cầu có bán kính  $r$  bất kỳ, ta có:

$$E_r = J_r \cdot \rho_{xk} = \frac{I_s}{2\pi r^2} \cdot \rho (1 - kE_r)$$



$$E_r = \frac{I_s \rho}{2\pi r^2 + I_s \rho k} = \frac{du}{dr}$$

$$du = \frac{I_s \rho}{2\pi r^2 + I_s \rho k} dr$$

$$u = \int_{r_\Phi}^{\infty} \frac{I_s \rho}{2\pi r^2 + I_s \rho k} dr$$

Xác định điện áp đặt trên hệ thống nối đất:

$$u = I_s \sqrt{\frac{\rho}{2\pi I_s k}} \left( \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg} \left( r_\Phi \sqrt{\frac{2\pi}{I_s \rho k}} \right) \right)$$