



BÀI GIẢNG KỸ THUẬT ĐIỆN CAO ÁP

CHƯƠNG 7 : BẢO VỆ CHỐNG SÉT ĐƯỜNG DÂY

- 7.1. Yêu cầu bảo vệ chống sét đường dây tải điện
- 7.2. Quá điện áp cảm ứng
- 7.3. Sét đánh vào dây dẫn
- 7.4. Sét đánh vào cột điện hoặc vào dây chống sét
- 7.5. Phương tiện bảo vệ chống sét



YÊU CẦU BẢO VỆ CHỐNG SÉT ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN

- ✓ Các đường dây tải điện, phần lớn là các đường dây trên không (chiều dài rất lớn, đi qua nhiều vùng), xác suất bị sét đánh tương đối cao, sự cố trong hệ thống điện do sét gây nên chủ yếu là xảy ra trên đường dây.
- ✓ Khi sét đánh vào các đường dây tải điện nó có thể gây phóng điện trên cách điện đường dây, cũng có thể gây ra sự cố ngắn mạch làm nhảy máy cắt dẫn đến ngừng cung cấp điện và có thể gây ra tổn thất nghiêm trọng
- ✓ Sóng quá điện áp khí quyển xuất hiện khi sét đánh lan truyền về phía trạm biến áp, do hiệu ứng vàng quang thường bị biến dạng (tổn hao do ion hoá không khí xung quanh). Vì thế có thể nói nếu sét đánh vào đường dây cách xa trạm do suy giảm sóng nên không gây nguy hiểm cho trạm.
- ✓ Quá điện áp khí quyển có thể xuất hiện do sét đánh trực tiếp hoặc do sét đánh gián tiếp vào khu vực lân cận đường dây. Trường hợp sét đánh trực tiếp luôn luôn là mối nguy hiểm bởi đường dây phải hứng chịu toàn bộ năng lượng của phóng điện sét, được chọn để tính toán bảo vệ đường dây, đặc biệt là các đường dây cao áp. Các đường dây điện áp thấp hơn cần quan tâm cả đến quá điện áp cảm ứng.



- ✓ *Vì vậy đường dây cần phải bảo vệ chống sét với mức độ an toàn cao và cần phải xem xét cả đến việc bảo vệ trạm biến áp, đặc biệt những đoạn đường dây gần trạm*
- ✓ *Để giảm bớt sự cố do sét gây ra, người ta dùng các biện pháp chống sét trên đường dây*
- ✓ *- đa phần những lần sét đánh lên đường dây được đưa xuống đất một cách an toàn.*
- ✓ *- chỉ có một số rất ít trường hợp (dòng điện sét quá lớn, sét đánh vòng qua dây chống sét) gây phóng điện*
- ✓ *- có thể tăng cường cách điện đường dây hoặc giảm trị số điện trở nối đất của bộ phận chống sét.*
- ✓ *Bảo vệ đường dây đến mức an toàn tuyệt đối thường không thể thực hiện được (vốn đầu tư quá lớn)*
- ✓ *- Tăng cường về cách điện đường dây, hoặc dùng các thiết bị bảo vệ chống sét phức tạp, đắt tiền...*
- ✓ *- Do đó, phương hướng đúng đắn là việc tính toán mức độ bảo vệ chống sét của đường dây phải xuất phát từ chỉ tiêu kinh tế, (một mặt làm cho số lần cắt điện đường dây do sét gây ra giảm đến mức thấp nhất, mặt khác đảm bảo tính chất kinh tế của biện pháp chống sét).*
- ✓ *- Điều này có nghĩa là phải tìm ra được phương thức bảo vệ đường dây sao cho tổn hại do sét gây ra là bé nhất*



- ✓ Tuy nhiên, việc đưa ra một chỉ tiêu kinh tế cho bảo vệ chống sét đường dây là một vấn đề phức tạp
- ✓ - Trước hết bài toán phụ thuộc quá nhiều yếu tố về kết cấu và yêu cầu cung cấp điện của lưới cũng như về các thiết bị bảo vệ chống sét của trạm, việc tính toán khá phức tạp và không thể đưa ra một chỉ tiêu chung.
- ✓ - Không có đủ số liệu về độ tin cậy, chỉ tiêu kinh tế cung cấp điện hoặc ảnh hưởng độ tin cậy đến tổn thất của phụ tải...
- ✓ - Do đó trong tính toán của bảo vệ chống sét cho đường dây ta tính cho một năm sét (khoảng 75 đến 100 giờ sét) cho chiều dài 100 km đường dây
- ✓ Các số liệu này sử dụng để so sánh với chỉ tiêu chống sét của đường dây điển hình (đường dây có mức chịu sét hợp lý).
- ✓ Khi so sánh nếu thấy chỉ tiêu bảo vệ chống sét của đường dây thiết kế kém hơn nhiều so với đường dây điển hình trên thì phải tăng cường khả năng chịu sét của đường dây bằng cách: đặt thêm dây chống sét, giảm góc bảo vệ hay giảm điện trở nối đất của cột....



Số lần sét đánh vào đường dây

Mô hình cổ điển : Đường dây thu hút tất cả các phóng điện sét xuất hiện trên diện tích một dải đất có chiều rộng $6h$ và chiều dài bằng chiều dài đường dây.

$$N_L = (0,1 \div 0,15) \cdot 6h \cdot L \cdot 10^{-3} \cdot N_k \quad (\text{IÇn/n}^{\cdot}\text{m})$$

$N_s = 0,1 \div 0,15$: mật độ sét (lần/km²/ngày giông sét)

h : chiều cao của dây dẫn tính (m).

L : chiều dài đường dây tính (km).

N_k : mức dông sét (ngày/năm).

Mô hình điện hình học : tần suất hoạt động của sét được tính toán có xem xét đến diện tích thu hút phóng điện sét của phần tử cụ thể. Công thức kinh nghiệm dùng để xác định số lần sét đánh vào đường dây (cột và dây chống sét) có dạng

$$N_L = N_k \left(\frac{N_1}{30} + \frac{l}{70} \right) \cdot \alpha \cdot \frac{L}{100}$$

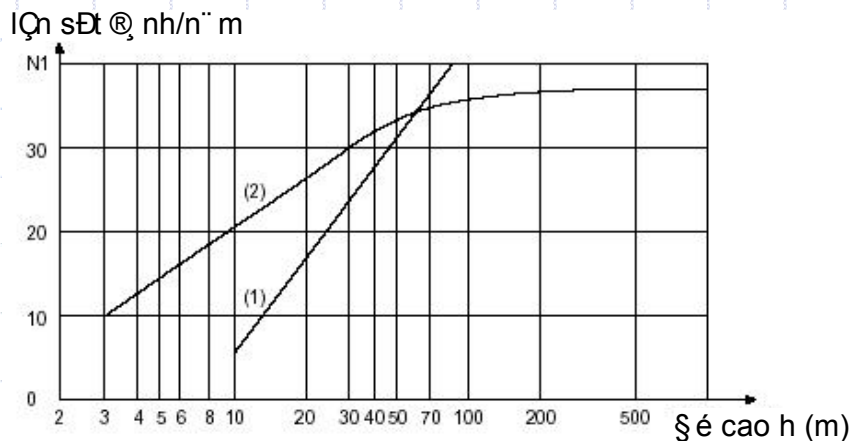
N_k : mức dông sét,

N_1 : số lần sét đánh vào dây dẫn treo cao nhất

l : bề rộng đường dây, (m);

h : chiều cao của dây dẫn tính bằng (m).

α : hệ số tính ảnh hưởng của cột và dây chống sét



Sè d©y chøng sĐt		0	1	2	3
Sè IÇn sĐt ®,nh	Vµo cét (%)	55	35	20	10
	Trong kho¶ng v-it (%)	45	65	80	90
HÖ sè ¶nh h-íng	α	1,65	1,40	1,20	1,05



◆ Số lần sét đánh vào đường dây gây phóng điện

Các tham số phóng điện sét (biên độ dòng điện sét I_f và độ dốc $a=di/dt$) có giá trị rất khác nhau và mang tính thống kê.

Trong số các lần sét đánh, chỉ những cú sét mà biên độ quá điện áp vượt quá mức cách điện xung kích có thể gây ra phóng điện ngược.

Khả năng này được biểu thị bởi xác suất phóng điện (v_a), số lần phóng điện bằng

$$N_a = v_a \cdot N_L$$

Tuy vậy N_a không phải là số lần sự cố cắt điện do sét gây nên bởi vì thời gian phóng điện sét thông thường nhỏ hơn rất nhiều so với thời gian tác động của các thiết bị bảo vệ rơ le

✓ Chỉ có những lần phóng điện mà hồ quang điện trở thành ổn định và được duy trì bởi điện áp mạng mới có khả năng dẫn đến cắt điện.

✓ Xác suất hình thành hồ quang (η) phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó gradient điện trường dọc theo bề mặt cách điện có ý nghĩa quan trọng hơn cả.

$E=U/l$ (kV/m)	50	30	20	10
η	0,6	0,45	0,2 5	0,1



✓ Cuối cùng ta tính được số lần sự cố do sét

$$n_c = \eta N_a = N_L \cdot v_a \cdot \eta$$

✓ Để so sánh khả năng chống sét của đường dây, người ta dùng chỉ tiêu **suất cắt** : đó là số lần cắt điện do sét trong một năm và trên 100km đường dây

$$n_c = \frac{N_c}{100} = N_L \cdot v_a \cdot \eta \cdot 10^{-2} \quad (\text{IÇn/100km/năm})$$



Nếu sét đánh vào một vùng gần đường dây, liên hệ điện từ gây nên quá điện áp cảm ứng trên các dây pha :

$$u_{cu}(x, t) = u_{cu}^d(x, t) + u_{cu}^t(x, t)$$

✓ Thành phần từ của $U_{cu}(x, t)$ điện áp cảm ứng

$$u_{ind}^m(x, t) = \int \overline{E_y^m(x, t)} dt$$

✓ Thành phần điện của điện áp cảm ứng

$$u_{cu}^d(x, t) = \varphi(x, t) + u^d(x, t)$$

$\varphi(x, t)$ - thế vô hướng của thế tại điểm nào đó trên dây dẫn và tại thời điểm t .

$u^d(x, t)$ - điện áp sinh ra do điện tích của dây dẫn dưới tác dụng của điện trường bên ngoài.

sự chuyển động này chỉ có liên quan đến thành phần trường có phương trùng với trục của đường dây (thành phần E_{xd}) và được xác định bởi phương trình điện tín ở vế phải :

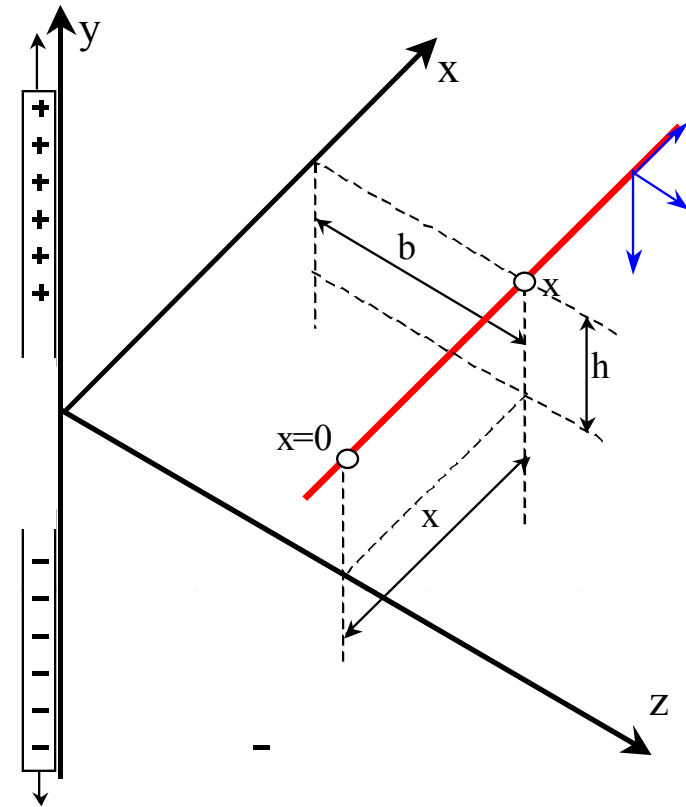


$$\frac{d^2 u^d}{dx^2} - \frac{1}{c^2} \frac{d^2 u^d}{dt^2} = \frac{dE_x^d}{dx^2}$$

Độ lớn của điện áp cảm ứng tại điểm gần nơi sét đánh

$$U_{cu \max} = K_0 \frac{60 I_s h}{b}$$

*h - độ treo cao trung bình của dây dân (m) ;
b- khoảng cách từ đường dây tới nơi bị sét đánh (m) ;
k - hệ số phụ thuộc vào tốc độ của phóng điện ngược.*

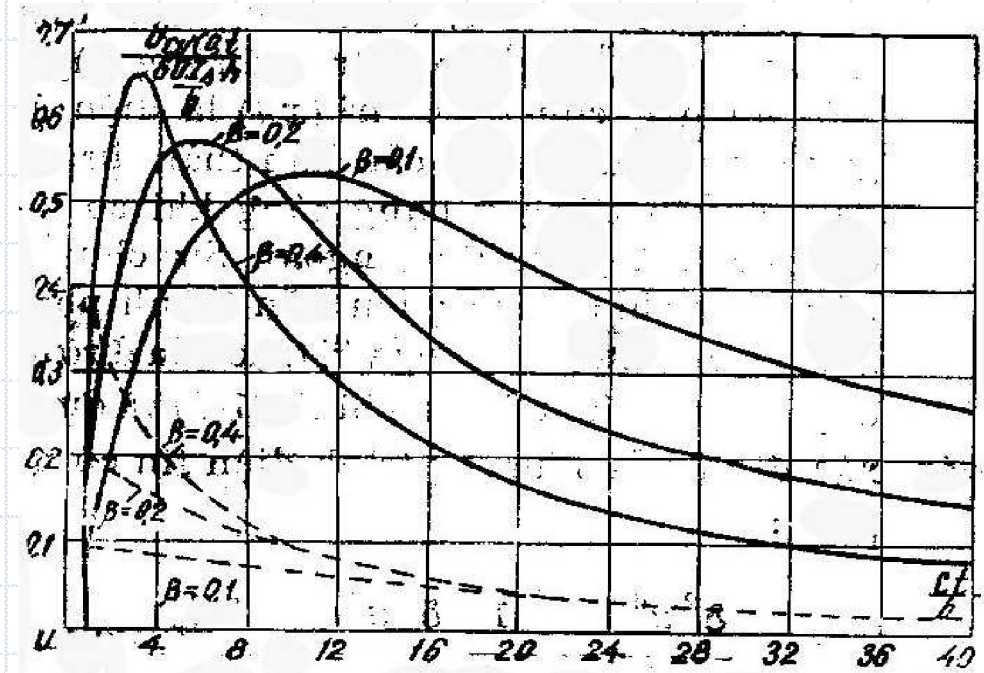




Đường cong biến thiên của điện áp cảm ứng $U_{cu}(0, t)$ tại điểm gần nơi sét đánh được biểu thị trên hình sau, ở đây có vẽ riêng các thành phần điện và từ. Khi tốc độ phóng điện ngược tăng thì thành phần từ tăng do tốc độ biến thiên của từ trường lớn. Nhưng thành phần điện thì ngược lại có giảm chút ít vì trị số dòng điện sét $I_s = ov$ giữ không đổi, nếu tăng tốc độ phóng điện ngược sẽ làm giảm mật độ và làm giảm điện trường.

Đa số các phóng điện ngược đều có tốc độ khoảng $0,1-0,2$ tốc độ ánh sáng ($\beta=0,1-0,2$) nên hệ số K_0 có thể chọn bằng $0,5$ và trị số $U_{cu a}$ được tính theo

$$U_{cu \max} = \frac{30 I_s h}{b}$$



Các công thức trên chỉ đúng với trường hợp đơn giản là khi dòng điện sét có dạng sóng vuông góc. Nếu là dạng sóng xiên góc thì tốc độ biến thiên của điện từ trường sẽ bé hơn và trị số điện áp cảm ứng giảm thấp. Tuy nhiên sự giảm thấp này chỉ đáng kể khi sét đánh gần tức là khi $b < v \cdot t_{đs}$.