



CHƯƠNG 7
Bảo vệ chống sét các công trình dân dụng và công nghiệp

hungnd@hcmut.edu.vn



Nội dung

- Hiện tượng sét
- Các hậu quả của phóng điện sét
- Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp
- Bảo vệ chống sét lan truyền

28/09/2020 BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN 2



I. HIỆN TƯỢNG SÉT

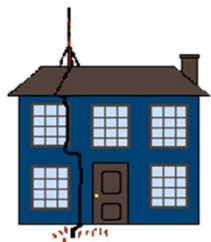
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

3



I. Hiện tượng sét



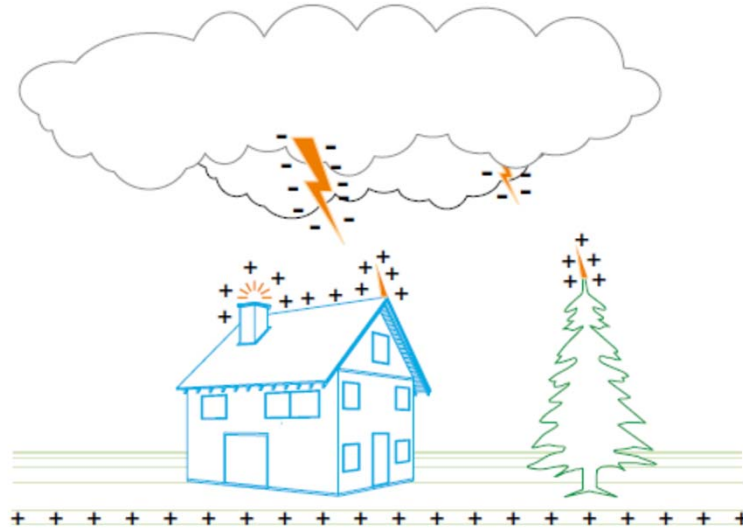
- ❖ Sét là hiện tượng phóng điện trong khí quyển giữa đám mây dông mang điện tích với đất hoặc giữa các đám mây dông mang điện tích trái dấu nhau.
- ❖ Điện áp giữa mây dông và đất có thể đạt tới trị số hàng chục, thậm chí hàng trăm triệu volt.
- ❖ Khoảng cách phóng điện, tức là độ dài của tia chớp mà ta nhìn thấy, thay đổi trong phạm vi một vài tới hàng chục kilômét.

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

4

I. Hiện tượng sét



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

5

I. Hiện tượng sét

❖ Bản chất:

- Phóng điện trong không khí do tĩnh điện.

❖ Điều kiện:

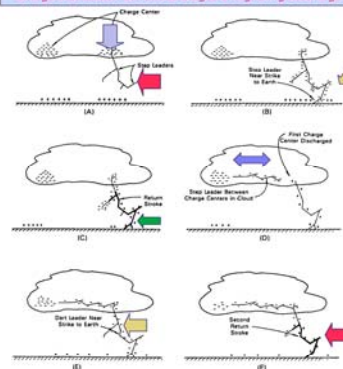
- Các bản cực tích điện trái dấu
- Cường độ điện trường đạt trị số tới hạn $E \geq E_{gh}$ (20 – 30 kV/cm).

❖ Quá trình hình thành:

- Mây giông → Dòng sét cỡ vài chục – 200 kA.

Lightning Stroke Phenomena

Charge Distribution at Various Stages of Lightning Discharge



Adapted from: *Electric Transmission and Distribution Reference Book*, by Central Station Engineers of the Westinghouse Electric Corporation, East Pittsburgh, Pennsylvania, Fourth Edition, 1984.

Ref: IEEE Std. 998-1996 (Figure 2-2)

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

6



II. CÁC HẬU QUẢ PHÓNG ĐIỆN SÉT

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

7



II. Các hậu quả phóng điện sét

Sét đánh trực tiếp

- ❖ Người thường bị tử vong.
- ❖ Dòng sét gây nhiệt độ rất lớn, khi phóng vào các vật cháy được như mái nhà, gỗ khô... nó có thể gây nên đám cháy lớn.
- ❖ Sét có thể phá hủy về mặt cơ học. Đã có nhiều trường hợp các tháp cao, cây cối bị nổ tung vì khi dòng sét đi qua nung nóng phần lõi, hơi nước bốc ra quá nhanh và phá vỡ thân cây.
- ❖ Dòng điện sét đi qua một vật nổi đất sẽ gây nên một gradient điện thế lớn.
- ❖ Người hoặc gia súc đứng trú mưa dưới các cây cao khi có dông, nếu cây bị sét đánh, điện áp bước đặt lên người có thể gây nguy hiểm.

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

8

II. Các hậu quả phóng điện sét

Sét cảm ứng

- ❖ Nếu các công trình nối liền với các vật dẫn điện kéo dài, ví dụ như đường dây điện, dây điện thoại, đường ray, ống nước, ... những vật dẫn ấy có thể mang điện thế cao từ xa tới (khi chúng bị sét đánh), và gây nguy hiểm cho người hoặc các vật dễ cháy nổ.
- ❖ Rất đáng chú ý tới điện áp có thể cảm ứng trên các vật dẫn (**cảm ứng tĩnh điện**) hoặc các dây dài tạo thành những mạch vòng hở **cảm ứng điện từ** khi có phóng điện sét ở gần. Điện áp cảm ứng có thể lên tới hàng chục kilovolt và rất nguy hiểm.

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

9

III. BẢO VỆ TRỰC TIẾP SÉT ĐÁNH

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

10

III.1. Các nguyên tắc thực hiện

a) Bảo vệ chống sét theo nguyên tắc trọng điểm

- ❖ Theo phương thức bảo vệ trọng điểm, chỉ những bộ phận thường hay bị sét đánh mới phải bảo vệ.
- ❖ Đối với công trình mái bằng, trọng điểm bảo vệ là 4 góc, xung quanh tường chắn mái và các kết cấu nhô cao lên khỏi mặt mái.
- ❖ Đối với các công trình mái dốc, trọng điểm là các đỉnh hồi, bờ nóc, bờ chảy, các góc diềm mái và các kết cấu nhô cao lên khỏi mặt mái.

b) Bảo vệ chống sét theo nguyên tắc toàn bộ

- ❖ Phương thức bảo vệ toàn bộ – Toàn bộ công trình phải nằm trong phạm vi bảo vệ của bộ phận thu sét.

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

11

III.2. Cột thu sét & phạm vi bảo vệ theo thực nghiệm

- ❖ Sử dụng kim thu sét Franklin
- ❖ Sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE).
- ❖ Sử dụng hệ thống phân tán sét

**THÍ NGHIỆM ĐIỀU DẪN THOÁT
ĐIỆN TÍCH Đám Mây Dông - PHÁT
HIỆN CỦA B. FRANKLIN (1752)**



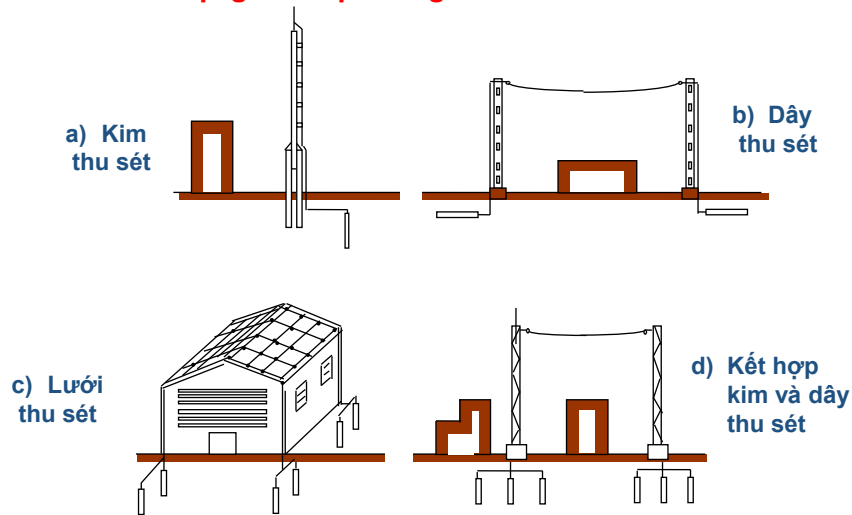
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

12

a. Chống sét bằng kim Franklin

Các dạng bảo vệ chống sét Franklin cơ bản



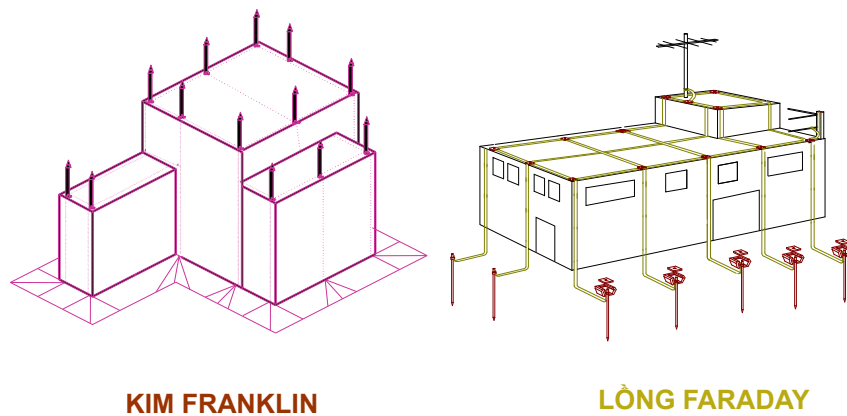
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

13

a. Chống sét bằng kim Franklin

Chống sét bằng giải pháp chống sét cổ điển theo nguyên tắc Franklin

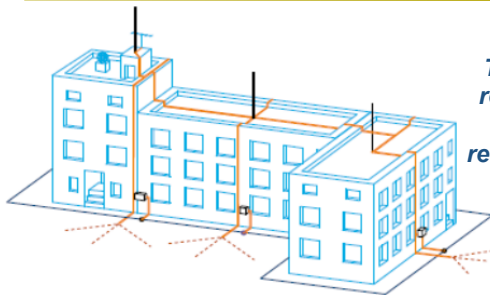


28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

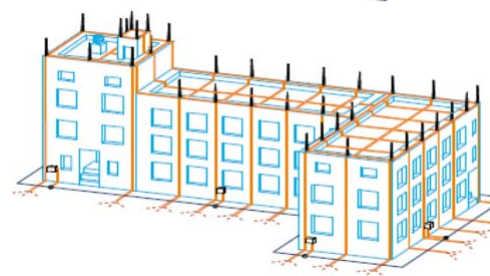
14

a. Chống sét bằng kim Franklin



i) Bảo vệ bằng cột thu sét

This type of protection is especially recommended for radio stations and antenna masts when the area requiring protection is relatively small.



ii) Bảo vệ bằng lồng thu sét

Meshed cage installation has multiple down conductors and consequently provides very effective protection for buildings that house equipment sensitive to electromagnetic disturbance. This is because the lightning current is divided among the down conductors and the low current circulating in the mesh creates very little disturbance by induction.

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

15

a. Chống sét bằng kim Franklin

Bảo vệ bằng lồng thu sét

Protection level (IEC 62305-2)	Distance between 2 down conductors (IEC 62305-3)	Roof mesh size (IEC 62305-3)
I	10 m	5 x 5
II	10 m	10 x 10
III	15 m	15 x 15
IV	20 m	20 x 20

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

16

Nối đất đẳng thế các phần bằng kim loại

❖ Khi dòng sét chạy qua dây dẫn, sự chênh lệch về điện áp giữa dây dẫn sét và kết cấu kim loại gần đó (kết cấu thép, ống dẫn, ...) bên trong hoặc ngoài công trình. Phóng điện có thể xảy ra giữa hai điểm cuối của mạch vòng hở.

❖ **Có 2 cách để tránh hiện tượng này:**

- Nối đẳng thế** giữa dây dẫn sét và kết cấu kim loại của công trình. Ví dụ tại nhà xưởng, nơi làm việc
- Cách ly** giữa dây dẫn sét và phần kim loại của công trình. Khi này, các dây dẫn sét được đặt ở khoảng cách lớn hơn hoặc bằng "s". Ví dụ ở những nơi có nguy cơ cháy nổ cao (các ống dẫn khí ...).

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

17

Tính toán khoảng cách an toàn S

$$S(m) = \frac{k_i \cdot k_c \cdot L}{k_m}$$

Hệ số k_c hiệu chỉnh theo số dây dẫn sét theo ESEAT			
1	2	3	4 hoặc nhiều hơn
1	0.75	0.6	0.41

Hệ số k_i hiệu chỉnh theo mức bảo vệ		
Bảo vệ mức 1 very exposed or strategic buildings	Bảo vệ mức 2 reinforced protection, exposed building	Bảo vệ mức 3, 4 standard protection
0,08	0,06	0.04

Hệ số k_m hiệu chỉnh theo vật liệu giữa hai đầu cuối mạch	
Không khí	Vật liệu rắn
1	0.5

"L" là khoảng cách giữa điểm gần nhất được khảo sát so với điểm kết cấu kim loại được nối đất (hoặc điểm gần nhất tới chỗ nối đẳng thế).

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

18

Ex : An ESEAT with two down conductors protects a 20 m high building with protection level I

Question 1:

Should an air conditioning extractor (quạt thông gió) located on the roof be interconnected if 3 m away from the down conductor? Length $L_1 = 25$ m.

Answer 1: $S_1 = 0.08 \times 0.75 \times 25 / 1 = 1.5$ m

Since the distance (3 m) between the conductor and the air-conditioning system is greater than the separation distance (1.5 meters), there is no need to interconnect this extractor.

Question 2:

Should the computer located in the building 3m away from the down conductor be interconnected with the conductor, where $L_2 = 10$ m?

Answer 2: $S_2 = 0.08 \times 0.75 \times 10 / 0.5 = 1.2$ m

Since the distance between the computer and the down conductor (3 m) is greater than the separation distance (1.2 m), there is no need to interconnect this computer.

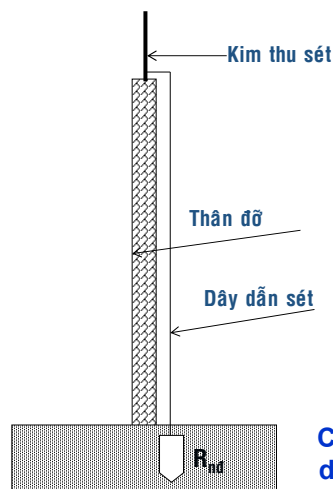
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

19

Phạm vi bảo vệ và tính toán bảo vệ chống sét kim Franklin

❖ Thành phần của cột thu sét



1. Điện cực thu sét (kim thu sét cổ điển)
2. Dây dẫn sét ;
3. Cột đỡ (kết cấu đỡ) ;
4. Điện trở nối đất

Cột chống sét cổ điển sử dụng kim thu sét Franklin

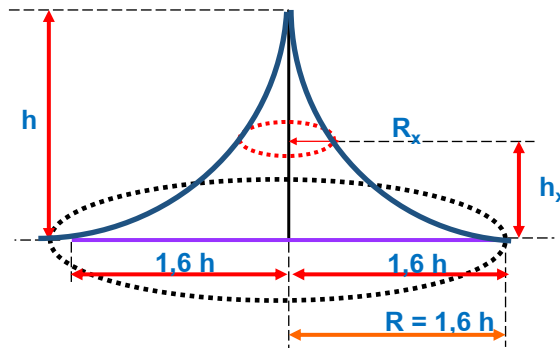
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

20

❖ Vùng bảo vệ của cột thu sét Franklin

Phạm vi bảo vệ được xác định bằng thực nghiệm



$$r_x = 1,6h \frac{h - h_x}{h + h_x} p$$

h – độ cao cột thu sét
 h_x – độ cao công trình cần bảo vệ
 r_x – bán kính được bảo vệ ở độ cao h_x

$$p = 1 \text{ nếu } h \leq 30\text{m}$$

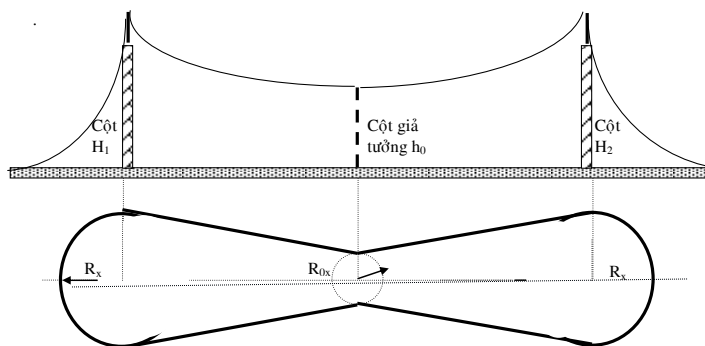
$$p = \frac{5,5}{\sqrt{h}} \text{ nếu } 30\text{m} < h \leq 60\text{m}$$

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

21

❖ Phạm vi bảo vệ của 2 cột cao bằng nhau



$$h_0 = h - \frac{a}{7p} \quad a \text{ là khoảng cách giữa 2 cột}$$

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

22

❖ Phạm vi bảo vệ ở độ cao h_x của 3 cột thu sét có độ cao bằng nhau

Điều kiện bảo vệ chống sét toàn bộ

$$D \leq 8(h - h_x)p$$

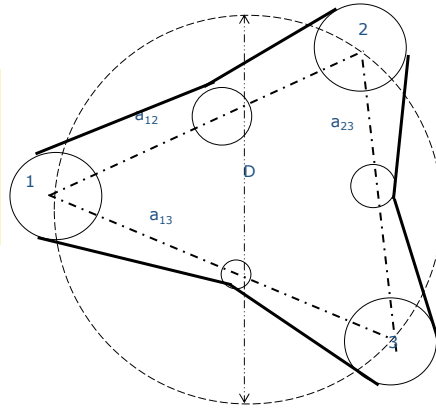
$$D = \frac{a_{12}a_{23}a_{13}}{2\sqrt{P(P - a_{12})(P - a_{23})(P - a_{13})}}$$

$$P = \frac{1}{2}(a_{12} + a_{23} + a_{13})$$

D – đường kính đường tròn ngoại tiếp tam giác hoặc đa giác mà các đỉnh là các cột

h – độ cao của cột thu lôi

h_x – độ cao của thiết bị cần bảo vệ

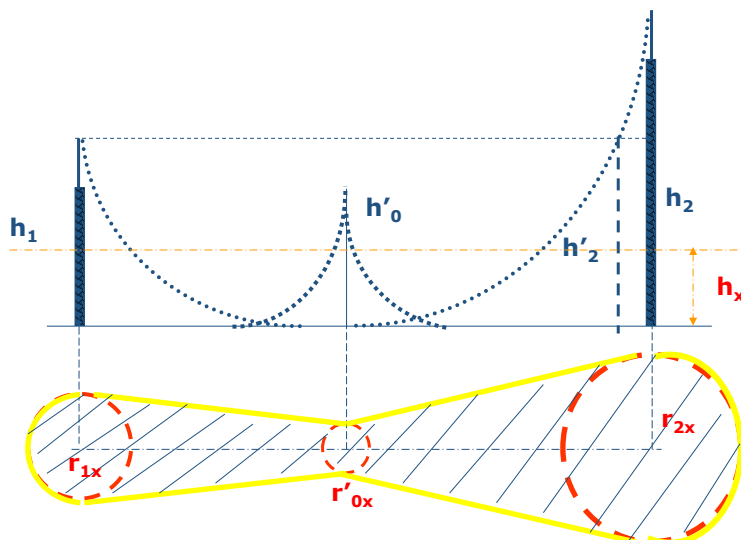


28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

23

❖ Phạm vi bảo vệ 2 cột thu sét cao không bằng nhau



28/09/2020

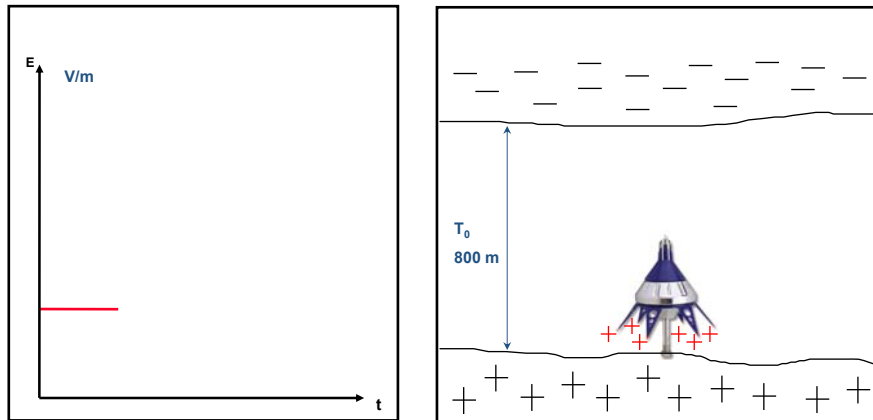
BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

24

b. Bảo vệ bằng cột thu sét sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE :Early Streamer Emission)

Nguyên lý hoạt động của ESE Prevelectron

Bước I: Charging



28/09/2020

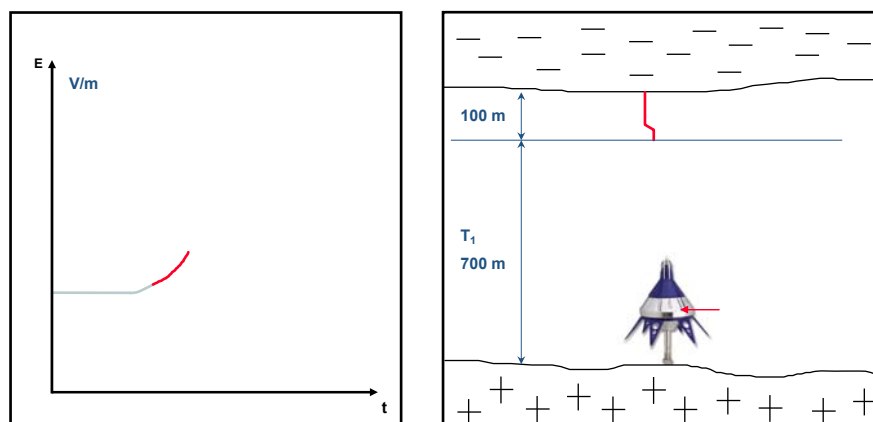
BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

25

b. Bảo vệ bằng cột thu sét sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE :Early Streamer Emission)

Nguyên lý hoạt động của ESE Prevelectron

Bước II : Detection



28/09/2020

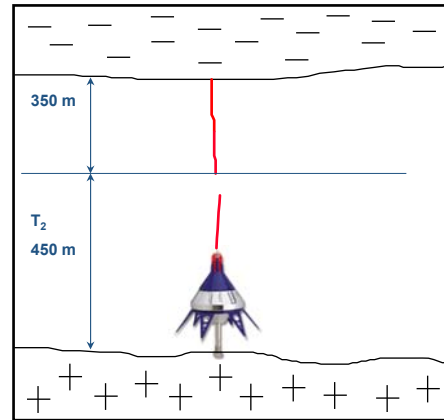
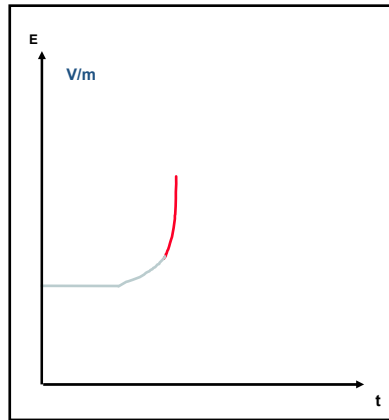
BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

26

b. Bảo vệ bằng cột thu sét sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE :Early Streamer Emission)

Nguyên lý hoạt động của ESE Prevectoron

Bước III : Early Upward Streamer emission



28/09/2020

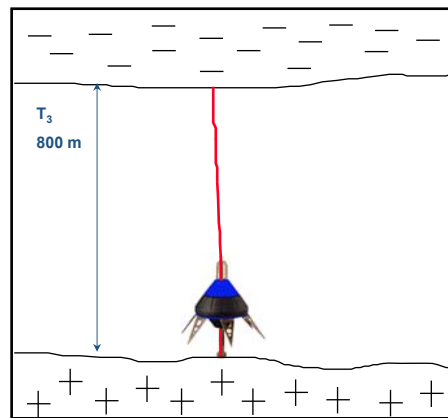
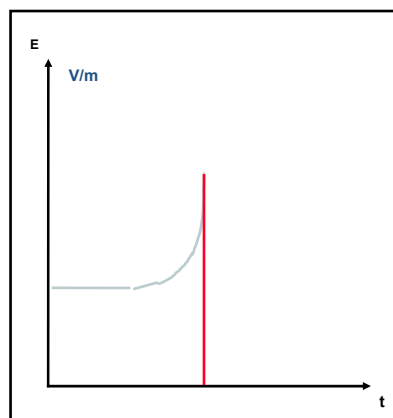
BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

27

b. Bảo vệ bằng cột thu sét sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE :Early Streamer Emission)

Nguyên lý hoạt động của ESE Prevectoron

Bước IV: Lightning Discharge

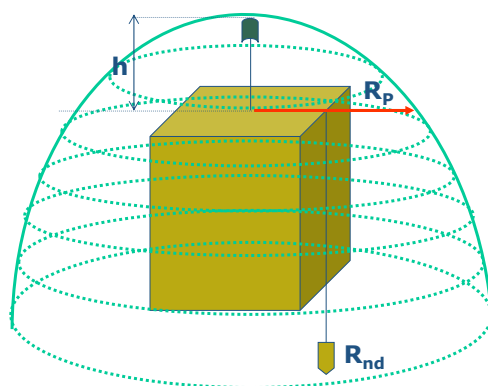


28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

28

b. Bảo vệ bằng cột thu sét sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE :Early Streamer Emission)



Vùng bảo vệ

tiêu chuẩn NFC17-102:2011

Bán kính bảo vệ $R_p(m)$

$\Delta L = 10^6 \Delta T$ (m) khoảng cách kích hoạt sớm trung bình của ESE

khoảng cách phóng điện $D(m)$ tùy theo mức độ bảo vệ

$D = 6,7 I^{0,8}$ I là biên độ dòng sét, kA

$h(m) \geq 5m$ độ chênh từ đầu ESE đến độ cao cần bảo vệ

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$$

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

29

b. Bảo vệ bằng cột thu sét sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE :Early Streamer Emission)

Protection radius Paraton@ir[®]

The protection radius of an Early Streamer Emitter lightning rod is related to its height (h) in proportion to the surface area to protect, its efficiency and the selected protection level.

According to NFC 17-102 standard - September 2011, its calculation is made as follows :

$$R_p(h^*) = \sqrt{2rh - h^2 + \Delta h(2r + \Delta h)} \quad h^* \geq 5m$$

$$R_p(h^*) = h \times R_p(5) / 5 \quad 2m \leq h^* < 5m$$



$R_p(h)(m)$ stands for the protection radius at a given height h;

$r(m)$ 20m for the protection level I;
30m for the protection level II;
45m for the protection level III;
60m for the protection level IV;

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

30

b. Bảo vệ bằng cột thu sét sử dụng đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm (ESE :Early Streamer Emission)

Cấp bảo vệ

Trị đỉnh dòng sét I_p	2,9 kA	5,4kA	10,1 kA	15,7 kA
Cấp bảo vệ	I	II	III	IV
Khoảng cách d_s (m) phóng điện	20	30	45	60
Hiệu quả bắt sét	99%	97%	91%	84%

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

31

Bán kính bảo vệ của đầu thu sét hiệu Saint - Elmo

Rp(m)	SE 6-ΔL = 15m			SE 9-ΔL = 30m			SE12-ΔL = 45m			SE15-ΔL = 60m		
Cấp bảo vệ h(m)	I D=(20m)	II D=(45m)	III D=(60m)	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2	13	18	20	19	25	28	25	32	36	31	39	43
4	25	36	41	38	51	57	51	65	72	63	78	85
6	32	46	52	48	64	72	63	81	90	79	97	107
8	33	47	54	49	65	73	64	82	91	79	98	108
10	34	49	56	49	66	75	64	83	92	79	99	109
20	35	55	63	50	71	81	65	86	97	80	102	113
30	35	58	69	50	73	85	65	89	101	80	104	116
60	35	60	75	50	75	90	65	90	105	80	105	120

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

32

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**



PREVECTRON^R 2

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

33

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**

CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT

LOẠI ESE	$\Delta t, \mu s$	TRỌNG LƯỢNG, kg	GHI CHÚ
S 6.60	60	5,6	Thép không rỉ
S 4.50	50	5,5	Thép không rỉ
S 3.40	40	5,4	Thép không rỉ
TS 3.40	40	3,4	Thép không rỉ
TS 2.25	25	3,3	Thép không rỉ
TS 2.25	26	3,3	Mạ vàng

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

34

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**

BÁN KÍNH BẢO VỆ - R_p Cấp I

D=20 m	ĐỘ CAO, h (m)									
LOẠI ESE	2	3	4	5	6	7	8	10	15	Max 20
S 6.60	31	47	63	79	79	79	79	79	80	80
S 4.50	27	41	55	68	69	69	69	69	70	70
S 3.40	23	35	46	58	58	59	59	59	60	60
TS 3.40	23	35	46	58	58	59	59	59	60	60
TS 2.25	17	25	34	42	43	43	43	44	45	45

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

35

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**

BÁN KÍNH BẢO VỆ - R_p Cấp II

D=45 m	ĐỘ CAO, h (m)									
LOẠI ESE	2	3	4	5	6	8	10	15	20	Max 45
S 6.60	39	58	78	97	97	98	99	101	102	105
S 4.50	34	52	69	86	87	87	88	90	92	95
S 3.40	30	45	60	75	76	77	77	80	81	85
TS 3.40	30	45	60	75	76	77	77	80	81	83
TS 2.25	23	34	46	57	58	59	61	63	65	70

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

36

c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)

BÁN KÍNH BẢO VỆ - R_p Cấp III

D=60 m	ĐỘ CAO, h (m)									
LOẠI ESE	2	3	4	5	6	8	10	20	45	Max 60
S 6.60	43	64	85	107	107	108	109	113	119	120
S 4.50	38	57	76	95	96	97	98	102	109	110
S 3.40	33	50	67	84	84	85	87	92	99	100
TS 3.40	33	50	67	84	84	85	87	92	99	100
TS 2.25	26	39	52	65	66	67	69	75	84	85

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

37

c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)

ERICO



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

38

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**



DYNASPHERE



INTERCEPTOR

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

39

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**

**BÁN KÍNH BẢO VỆ CỦA ĐIỆN CỰC ESE
DYNASPHERE**

ĐỘ CAO CỦA NHÀ, m	ĐỘ CAO CỘT ĐỖ, m	ĐỘ CAO CỦA DYNASPHERE m	BÁN KÍNH BẢO VỆ, m THEO MỨC BẢO VỆ		
			RẤT CAO 98%	CAO 93%	CHUẨN 85%
5	5	10	37	57	65
10	5	15	43	60	68
15	5	20	43	66	78
20	5	25	50	74	82
25	5	30	55	80	89
30	5	35	59	86	96
40	5	45	67	90	105

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

40

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**

**BÁN KÍNH BẢO VỆ CỦA ĐIỆN CỰC ESE
DYNASPHERE**

ĐỘ CAO CỦA NHÀ m	ĐỘ CAO CỘT ĐỖ m	ĐỘ CAO CỦA DYNASPHE m	BÁN KÍNH BẢO VỆ, m THEO MỨC BẢO VỆ		
			RẤT CAO 98%	CAO 93%	CHUẨN 85%
50	5	55	75	100	112
60	5	65	80	110	118
70	5	75	80	110	118
80	5	85	75	100	112
90	5	95	75	100	112
100	5	105	75	100	112

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

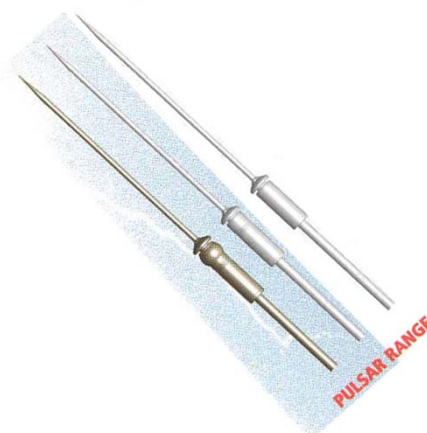
41

**c. Một số đầu thu sét phát tia tiên đạo sớm
(ESE :Early Streamer Emission)**

Một số đầu thu ESE



Precision Power



PULSAR

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

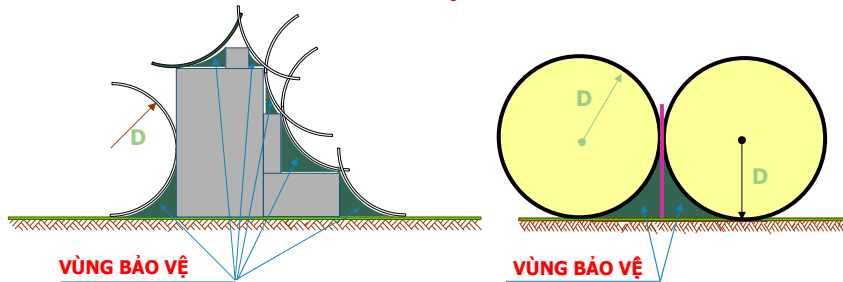
42

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn (Rolling Sphere Method)

❖ Nguyên tắc:

- ✓ Phương pháp quả cầu lăn dựa trên mô hình điện hình học xét khả năng bắt sét của kim thu sét là một hàm theo khoảng cách phóng điện D (d_s), D (d_s) được xác định theo trị đỉnh dòng sét.

$$D = 6,7 I^{0,8}$$



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

43

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn



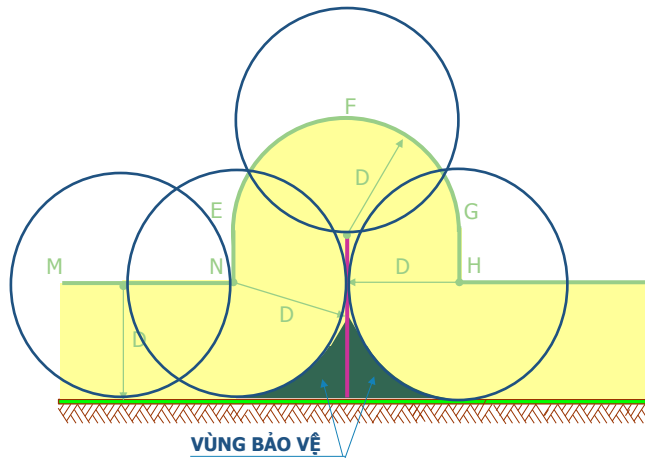
Mô phỏng quả cầu phóng điện sét

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

44

Phương pháp quả cầu lăn xác định vùng bảo vệ của hệ thống chống sét trực tiếp Franklin



28/09/2020

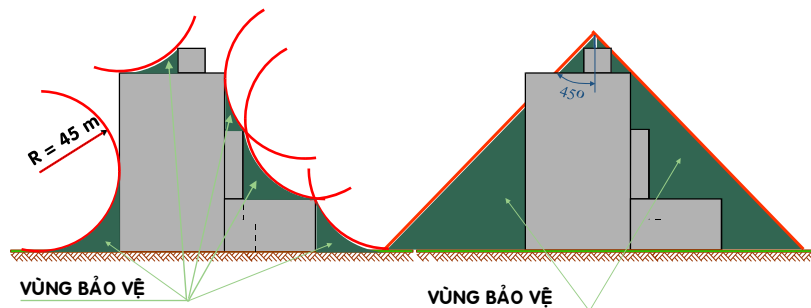
BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

45

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn

$$R=D = 6,7 I^{0,8} = 45\text{m}$$

bảo vệ chống sét cấp III



PHƯƠNG PHÁP QUẢ CẦU LĂN

PHƯƠNG PHÁP HÌNH NÓN

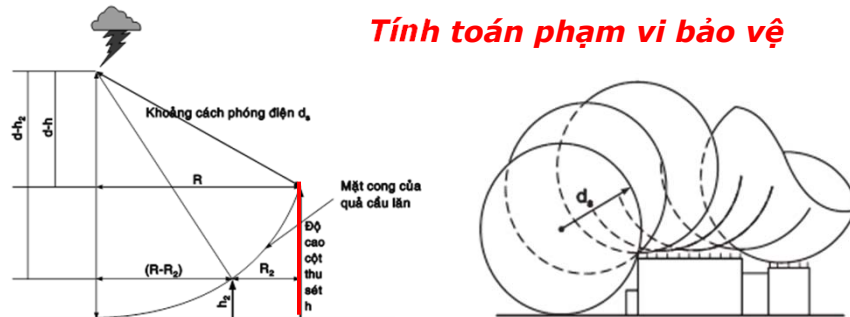
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

46

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn

Tính toán phạm vi bảo vệ



Vật có độ cao 0m, bán kính bảo vệ R

$$R = \sqrt{d_s^2 - (d_s - h)^2} = \sqrt{2d_s h - h^2} = \sqrt{h(2d_s - h)}$$

Vật có độ cao h_2 , bán kính bảo vệ R_2

$$d_s^2 = (R - R_2)^2 + (d_s - h_2)^2 \Rightarrow R_2 = R \left[1 - \sqrt{\frac{2d_s h_2 - h_2^2}{2d_s h - h^2}} \right]$$

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

47

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn

❑ Ví dụ:

- ✓ Cột thu sét cao $h = 12\text{m}$, xét bảo vệ chống sét với $I_s = 6\text{kA}$, khoảng cách phóng điện

$$d_s = 10.6^{0.65} = 32\text{m}$$

- ✓ Bán kính bảo vệ xét ở độ cao $h_x = 0\text{m}$ (mặt đất)

$$R_0 = \sqrt{h(2d_s - h)} = \sqrt{12(2.32 - 12)} = 24,98\text{ m}$$

- ✓ Giả sử người cao 1,6m, bán kính bảo vệ chống sét ứng với cột thu sét sẽ là:

$$R_p = 24,98 \left[1 - \sqrt{\frac{2(32.1,6) - 1,6^2}{2(32.12) - 12^2}} \right] = 14,988\text{ m}$$

- ❖ Vậy người cao 1,6m đứng cách cột thu sét tối đa 14,988 m sẽ được bảo vệ an toàn.

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

48

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn

Cấp bảo vệ chống sét theo tiêu chuẩn IEC 61024-1

Trị đỉnh dòng sét I_p	Cấp bảo vệ	Khoảng cách phóng điện d_s (m)	Hiệu quả bắt sét
2,9 kA	I	20	99%
5,4kA	II	30	97%
10,1 kA	III	45	91%
15,7 kA	IV	60	84%

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

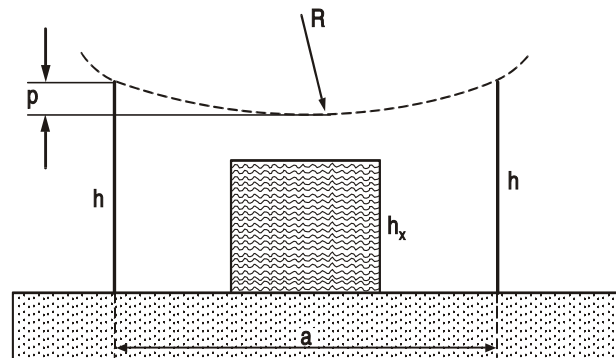
49

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn

□ Độ rộng giữa hai cột thu sét p theo bán kính quả cầu lăn

$$p = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

R - bán kính quả cầu lăn = d_s
 a - khoảng cách giữa hai kim thu sét hoặc hai dây thu sét song song



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

50

3. Vùng bảo vệ chống sét được xác định bằng phương pháp quả cầu lăn

a Khoảng cách giữa 2 cột thu sét	Độ võng p (m) theo phương pháp quả cầu lăn			
	Cấp bảo vệ theo bán kính quả cầu lăn			
	I(20m)	II(30m)	III(45m)	IV(60m)
2	0,03	0,02	0,01	0,01
4	0,1	0,07	0,04	0,03
6	0,23	0,15	0,1	0,08
8	0,4	0,27	0,18	0,13
10	0,64	0,42	0,28	0,21
12	0,92	0,61	0,4	0,3
14	1,27	0,83	0,55	0,41
16	1,67	1,09	0,72	0,54
18	2,14	1,38	0,91	0,68
20	2,68	1,72	1,13	0,84
23	3,64	2,29	1,49	1,11
26	4,8	2,96	1,92	1,43
29	6,23	3,74	2,4	1,78
32	8	4,62	2,94	2,17
35	10,32	5,63	3,54	2,61

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

51

Tính chọn độ cao kim thu sét Δh

- 1- Chọn cấp bảo vệ (I, II, III, IV).
- 2- Chọn vị trí đặt kim thu sét.
- 3- Tính khoảng cách xa nhất cần bảo vệ giữa các kim thu sét d.
- 4- Xác định p tính theo công thức hoặc tra bảng.
- 5- Tính độ cao $\Delta h \geq (h_x + p)$

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

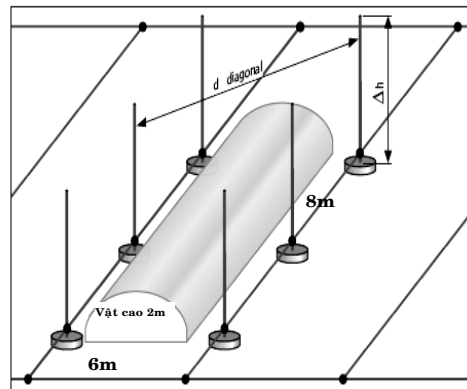
52

Ví dụ:

Ví dụ: Bảo vệ cấp I, $d = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\text{m}$

Tra bảng: $p = 0,64\text{m}$; $h_x = 2\text{m} \Rightarrow \Delta h \geq 2,64\text{m}$

Chọn kim thu sét cao 3m.



Hình 7.17e Ví dụ lắp kim thu sét theo phương pháp quả cầu lăn

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

53

Chọn vị trí đặt và số lượng kim thu sét bảo vệ cho công trình

a. Bảo vệ chống sét trọng điểm

$h_{kts} = 3\text{m}$



b. Bảo vệ chống sét toàn bộ

28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

54



IV. BẢO VỆ CHỐNG SÉT LAN TRUYỀN

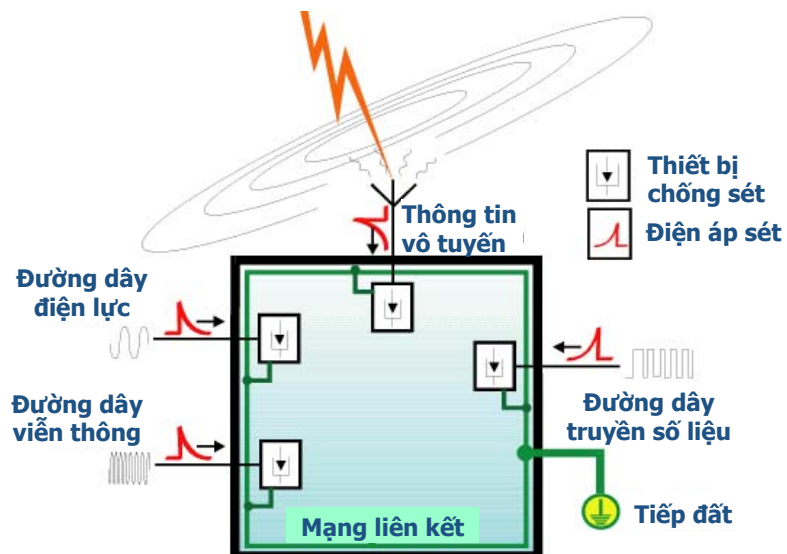
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

55



IV . Bảo vệ chống sét lan truyền



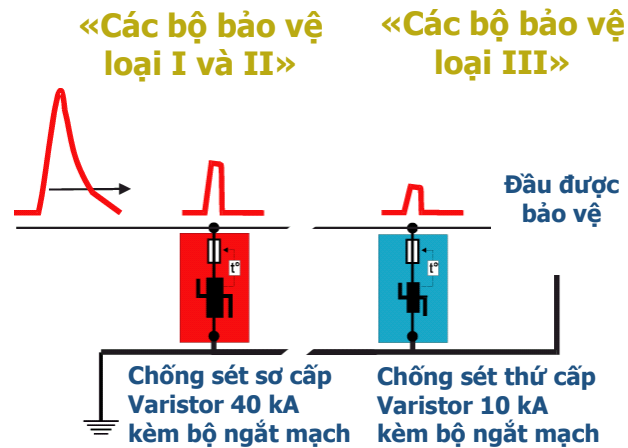
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

56

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

1. Sơ đồ bảo vệ mạch điện động lực



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

57

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

2. Thiết bị cắt sét mạch tín hiệu: Varistors



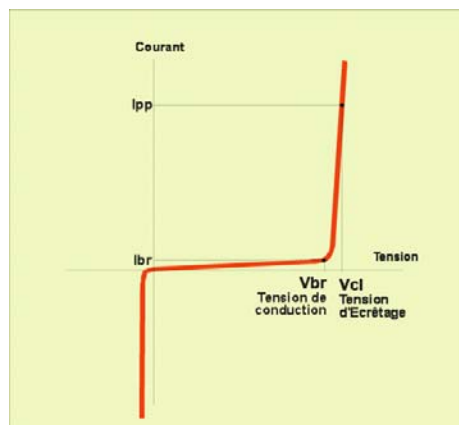
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

58

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

2. Thiết bị cắt sét mạch tín hiệu: Avalanche Diodes



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

59

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

3. AC Surge Protection

Tiêu chuẩn IEC
(International Electrotechnical Commission)

- Thiết bị bảo vệ chống quá áp IEC 60364-5-534
- Bảo vệ chống quá áp IEC 60364-4-443
- SPD(thiết bị cắt sét)ở điện áp thấp IEC 61643-1
- Chọn/Ứng dụng SPD hạ thế IEC 61643-12

Các tiêu chuẩn liên quan

- Protection against LEMP IEC 61312-1
- Chọn SPD IEC 61312-3
- Lightning Risk management IEC 61662
- Xung quá áp trên mạng AC IEC 62066

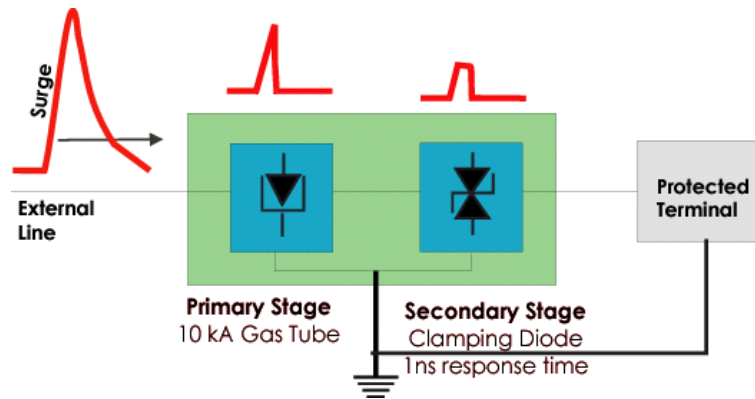
28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

60

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

4. Chống sét cho mạng viễn thông và truyền số liệu



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

61

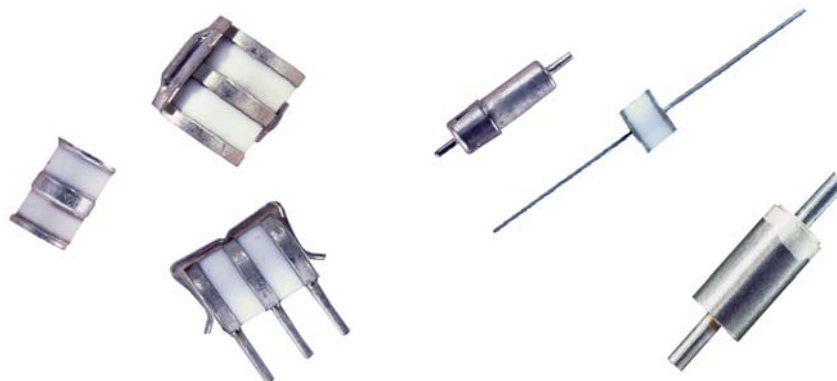
IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

4. Chống sét cho mạng viễn thông và truyền số liệu

Dùng các ống phóng điện có khí...

Các ống phóng điện 3 cực

Các ống phóng điện 2 cực



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

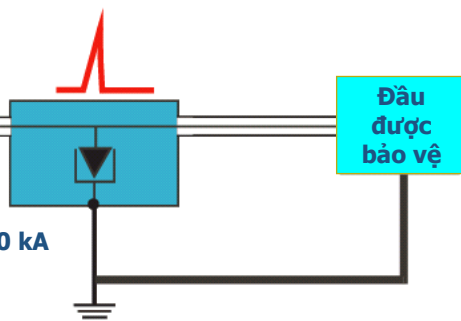
62

5. Chống sét cáp đồng trục

A red line graph on a black coordinate system. The line starts at a low level, rises sharply to a peak, and then falls back down. The word "Surge" is written vertically in black text next to the rising part of the curve.



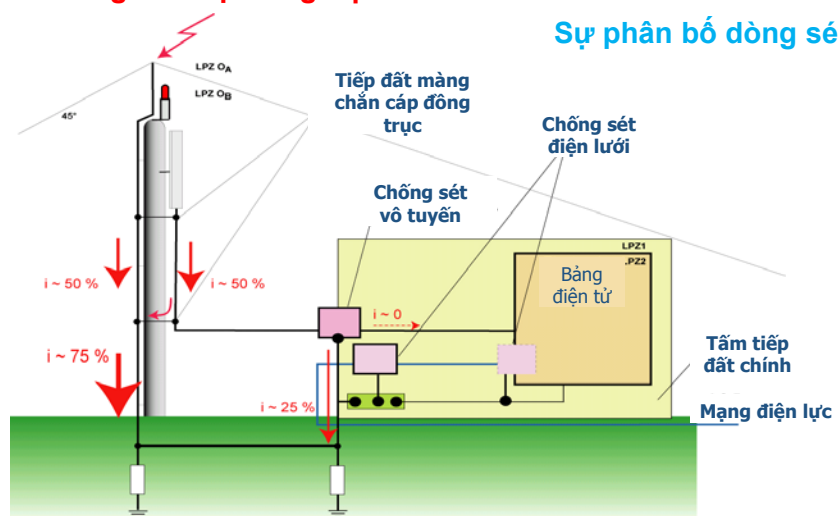
Ống phóng điện khí: tối thiểu 10 kA
Độ rộng băng tần > 2 Ghz



63

5. Chống sét cáp đồng trục

Sự phân bố dòng sét

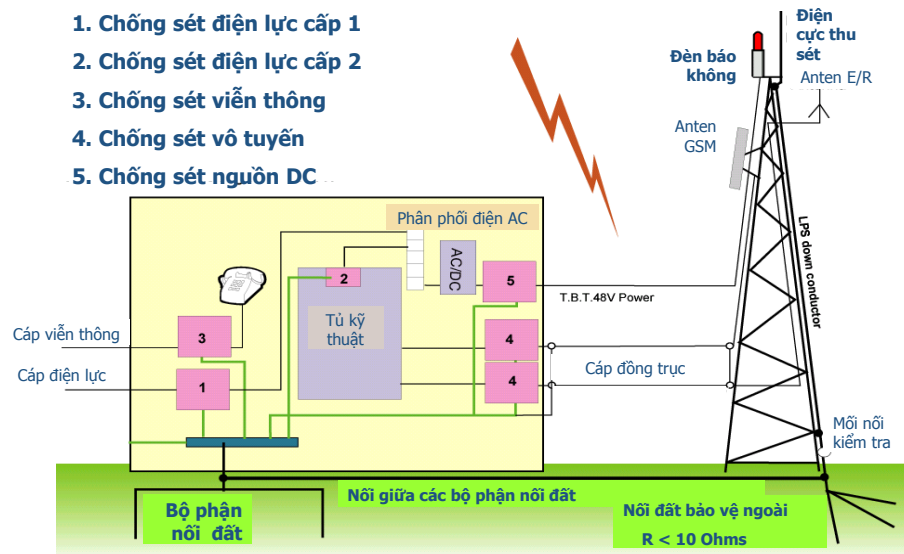


64

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

CS cáp đồng trục

1. Chống sét điện lực cấp 1
2. Chống sét điện lực cấp 2
3. Chống sét viễn thông
4. Chống sét vô tuyến
5. Chống sét nguồn DC



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

65

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

5. Chống sét cáp đồng trục_ Nối đất



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

66

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

5. Chống sét cáp đồng trục _ Nối đất



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

67

IV . Bảo vệ chống sét lan truyền

5. Chống sét cáp đồng trục _ Bản cực nối đất



28/09/2020

BÀI GIẢNG KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

68

