

**Bảng C.6 – Phân loại công trình và vật chứa**

Sử dụng công trình và hậu quả của các hư hại tới các đối tượng bên trong	Chỉ số hậu quả
Nhà ở dân dụng và công trình có trang thiết bị giá thấp và có giá trị khấu hao thấp	1
Tòa nhà thương mại và công nghiệp có các hệ thống máy tính, nơi mà các hư hại hệ thống đó có thể phá hoại sản xuất	2
Các ứng dụng thương mại và công nghiệp, nơi mà khi mất dữ liệu máy tính có thể gây tổn hại tài chính lớn	3
Các công trình mà khi mất điều khiển máy tính hoặc hệ thống có thể dẫn tới hủy hoại môi trường và sức khỏe con người	4

Đối với việc lắp đặt thiết bị điện tử giá trị R được xác định (xem C.4.4) và chỉ số tiêu hao được thành lập theo bảng C.6. bằng việc sử dụng các giá trị trong bảng C.7, có thể xác định mức để thiết kế (xem C.13). Nơi mà mức độ phơi trần không đáng kể thì sự bảo vệ là sự cần thiết không bình thường.

**Bảng C.7 – Phân loại mức độ phơi trần**

Mức độ hư hao	Mức độ phơi trần			
	R<0,005	R=0,005 ÷ 0,0499	R=0,05 ÷ 0,499	R>0,5
1	Không đáng kể	Không đáng kể	Thấp	Trung bình
2	Không đáng kể	Thấp	Trung bình	Cao
3	Thấp	Trung bình	Cao	Cao
4	Trung bình	Cao	Cao	Cao

GHI CHÚ: tiêu chí mức độ phơi trần trong bảng C.7 được dựa trên đánh giá nguy cơ sét. ...

## C.6 Ví dụ tính toán

### Ví dụ 1

Một trụ sở máy tính của công ty thương mại ở vùng Thanh Trì Hà Nội cao 15m, dài 100m, rộng 60m. Tọa lạc ở vùng đồng bằng, xung quanh bao bọc bởi các công trình và cây cối có độ cao tương tự. Đường cáp chính dài 250m đi dưới đất và tất cả các đường cáp vi tính là bằng cáp quang không bọc kim. Một đường cáp cáp điện từ tòa nhà chính ra cột đèn cao 7m, cách công trình 100m.

Để xác định sự bảo vệ cần thiết, tính hệ số rủi ro như sau:

a) lượng sét trên 1 km<sup>2</sup> mỗi năm:

Trên cơ sở bản đồ mật độ sét cho ở Hình 2 và các khuyến cáo tại 7.2, đối với vùng Thanh Trì Hà Nội mật độ sét trên 1 km<sup>2</sup> mỗi năm được lấy bằng 10,9 (N<sub>g</sub>=10,9).

b) diện tích thu sét

- diện tích công trình:

$$=100*60 = 6000 \text{ m}^2$$

- diện tích thu sét của đất xung quanh công trình (Hình C.5, phương trình (1))

$$= 2(100*100)+1(100*60)+(\pi*100^2)$$

$$= 63416 \text{ m}^2$$

GHI CHÚ: Giả thiết khoảng cách D của diện tích thu sét bằng 100m.

- diện tích thu sét của các công trình liên hợp liền kề (Hình C.5)

$$= (\pi+100^2)/2$$

$$= 15708 \text{ m}^2$$

GHI CHÚ: để đơn giản hóa diện tích này được lấy bằng hình bán nguyệt

- diện tích thu sét của các nguồn cấp (bảng C.1)

+ các nguồn cấp vào công trình

$$= 2*100*250$$

$$= 50000 \text{ m}^2$$

+ các nguồn cấp tới các cột đèn

$$= 2*100*100$$

$$= 20000 \text{ m}^2$$

+ tổng diện tích thu sét của các nguồn cấp

$$= 50000+20000$$

$$= 70000 \text{ m}^2$$

- diện tích thu sét của các đường dữ liệu đi ra

$$= 0$$

GHI CHÚ: diện tích thu sét bằng không được áp dụng đối với đường truyền dữ liệu bằng cáp quang.

Tổng diện tích thu sét hiệu dụng là:

$$A_e = 6000+63416+15708+70000+0$$

$$= 155000 \text{ m}^2$$

c) xác suất xảy ra sét đánh

- xác suất xảy ra sét đánh trên diện tích thu sét hữu dụng được cho bởi phương trình:

$$p = A_e * N_g * 10^{-6}$$

$$= 155000 * 10,9 * 10^{-6}$$

$$= 1,69$$

d) Rủi ro

Rủi ro xảy ra quá áp cảm ứng cho bởi các trường hợp sau:

Đối với toàn bộ diện tích

$$R=F*G*H*p$$

$$= 1*1*0,3*1,69$$

$$= 0,507$$

giá trị  $R=0,507$  chỉ ra rằng hiện tượng quá áp cảm ứng xảy ra hai năm một lần.

Đối với diện tích liên quan tới đường cáp vào công trình

$$N_g = 10,9$$

diện tích thu sét

$$= 6000+63416+15708+50000$$

$$= 135000 \text{ m}^2$$

xác suất xảy ra sét tính theo biểu thức

$$= 135000 \cdot 10,9 \cdot 10^{-6}$$

$$= 1,47$$

rủi ro

$$= 1 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1,47$$

$$= 0,44$$

theo bảng C.6 công trình có chỉ số hậu quả bằng 2. Căn cứ theo bảng C.7 có thể suy ra rằng cần sử dụng thiết bị bảo vệ quá áp phù hợp với môi trường hồ có nguy cơ trung bình.

Đối với diện tích liên quan tới các đường cáp tới cột đèn chiếu sáng

$$N_g = 10,9$$

diện tích thu sét

$$= 6000+63416+15708+20000$$

$$= 105000 \text{ m}^2$$

xác suất xảy ra sét tính theo biểu thức

$$= 135000 \cdot 10,9 \cdot 10^{-6}$$

$$= 1,47$$

rủi ro

$$= 1 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1,47$$

$$= 0,44$$

theo bảng C.6 và bảng C.7 có thể suy ra rằng cần sử dụng thiết bị bảo vệ quá áp phù hợp với môi trường hồ có nguy cơ trung bình.

## Ví dụ 2

Một nhà điều khiển hệ thống xử lý nước thải tại vùng Khánh Hoà gần bờ biển có các thông số hình học cao dài rộng lần lượt là  $6\text{m} \times 10\text{m} \times 10\text{m}$ . Tọa lạc trên vùng đồi, công trình được bảo vệ theo tiêu chuẩn này. Đường cáp điện chính dài 250m đi phía trên cao, đường dây điện thoại đi trên cao, không rõ chiều dài.

Để xác định sự bảo vệ cần thiết, tính hệ số rủi ro như sau:

a) lượng sét trên  $1 \text{ km}^2$  mỗi năm:

Đối với vùng Khánh Hoà gần bờ biển mật độ sét trên km<sup>2</sup> mỗi năm được lấy trên bản đồ Hình 2 và khuyến cáo ở 7.2 là 3,4 ( $N_g=3,4$ ).

b) diện tích thu sét

- diện tích công trình

$$= 10 \times 10$$

$$= 100 \text{ m}^2$$

- diện tích thu sét đất xung quanh công trình (Hình C.5, phương trình (1))

$$= 2(100 \times 10) + 2(100 \times 10) + (\pi \times 100^2)$$

$$= 35\,416 \text{ m}^2$$

GHI CHÚ: tổng khoảng cách D được giả thiết là 100m.

- diện tích trùm của các công trình liên hợp liền kề (Hình C.5)

$$= 0$$

GHI CHÚ: để đơn giản hóa diện tích được lấy bằng hình bán nguyệt

- diện tích thu sét các nguồn cấp (bảng C.1)

$$= 2 \times 100 \times 250$$

$$= 250\,000 \text{ m}^2$$

- diện tích thu sét của các đường dữ liệu (bảng C.2)

$$= 10 \times 100 \times 100$$

$$= 1\,000\,000 \text{ m}^2$$

GHI CHÚ: chiều dài đường điện thoại được giả thiết là 1000m do chiều dài không xác định.

Tổng diện tích thu sét hữu dụng là:

$$A_e = 100 + 35\,416 + 0 + 250\,000 + 1\,000\,000$$

$$= 1,2855 \times 10^6 \text{ m}^2$$

Diện tích thu sét hữu dụng liên quan tới đường cáp chính:

$$A_{em} = 100 + 35\,416 + 0 + 250\,000$$

$$= 285,5 \times 10^3 \text{ m}^2$$

Diện tích thu sét hữu dụng liên quan tới đường điện thoại:

$$A_{et} = 100 + 35\,416 + 0 + 1\,000\,000$$

$$= 1,0355 \times 10^6 \text{ m}^2$$

c) xác suất xảy ra sét đánh

Xác suất xảy ra sét đánh trên tổng diện tích thu sét hữu dụng được cho bởi phương trình:

$$p_s = A_e \times N_g \times 10^{-6}$$

$$= 1,2855 \times 10^6 \times 3,4 \times 10^{-6}$$

$$= 4,37$$

Xác suất xảy ra sét đánh trên diện tích thu sét hiệu quả liên quan đường cáp chính được cho bởi phương trình:

$$\begin{aligned}
 p_m &= A_{em} \cdot N_g \cdot 10^{-6} \\
 &= 0,2855 \cdot 10^6 \cdot 3,4 \cdot 10^{-6} \\
 &= 0,97
 \end{aligned}$$

Xác suất xảy ra sét đánh trên diện tích thu sét hữu dụng liên quan đường điện thoại được cho bởi phương trình:

$$\begin{aligned}
 p &= A_{et} \cdot N_g \cdot 10^{-6} \\
 &= 1,0355 \cdot 10^6 \cdot 3,4 \cdot 10^{-6} \\
 &= 3,52
 \end{aligned}$$

#### d) Rủi ro

Rủi ro xảy ra quá áp cảm ứng cho bởi các trường hợp sau:

Đối với toàn bộ diện tích

$$\begin{aligned}
 R &= F \cdot G \cdot H \cdot p \\
 &= 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4,37 \\
 &= 8,74
 \end{aligned}$$

giá trị  $R=8,74$  chỉ ra rằng hiện tượng quá áp cảm ứng xảy ra chu kỳ trung bình cứ mỗi 1,4 tháng một lần.

Đối với diện tích liên quan tới đường cáp chính đi vào

$$\begin{aligned}
 R &= F \cdot G \cdot H \cdot p_m \\
 &= 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,97 \\
 &= 1,94
 \end{aligned}$$

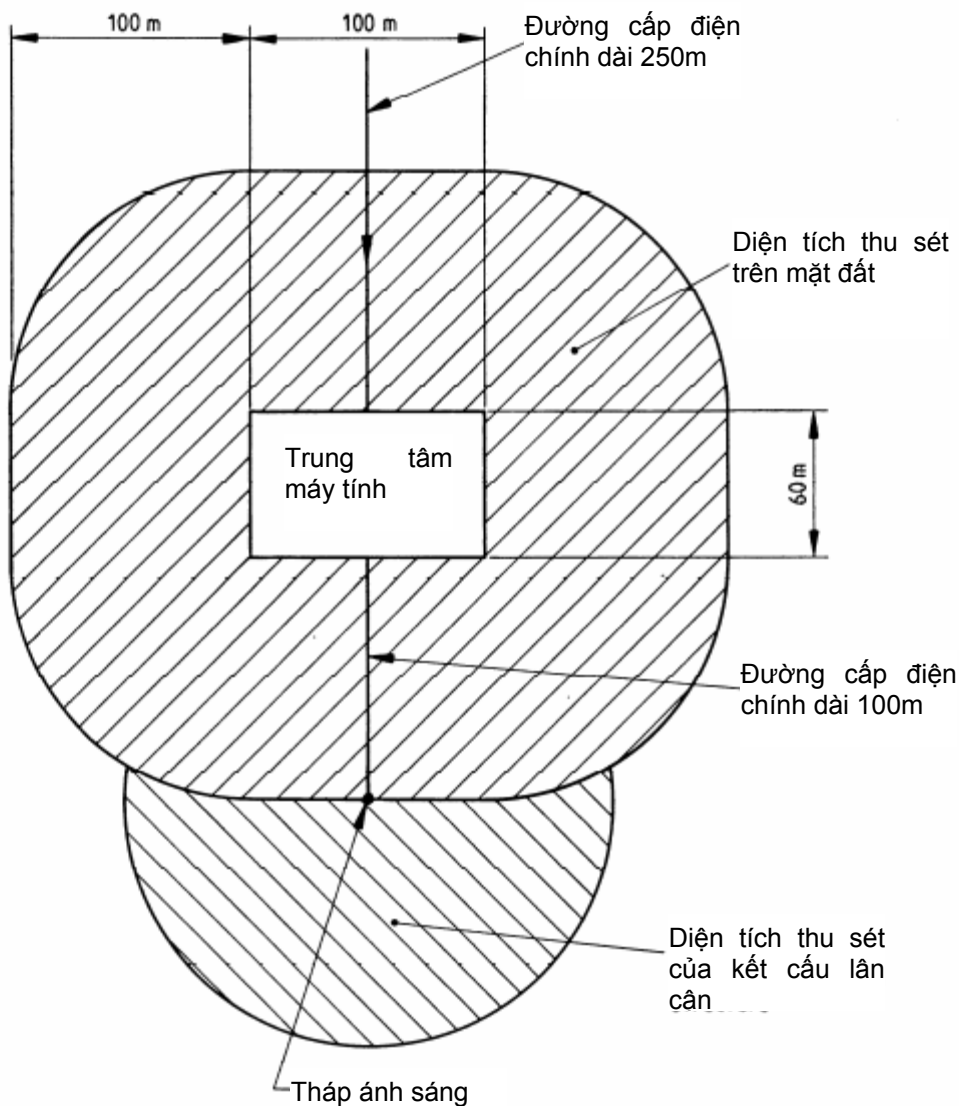
Theo bảng C.6 công trình có thể được cân nhắc áp dụng chỉ số tổn hại bằng 3 khi mà xảy ra sự phá hủy hệ thống cấp nước của thị trấn.

Theo bảng C.7, có thể suy ra cần sử dụng thiết bị bảo vệ quá áp cho môi trường hở có nguy cơ cao.

Đối với diện tích liên quan tới đường điện thoại

$$\begin{aligned}
 R &= F \cdot G \cdot H \cdot p_t \\
 &= 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 3,52 \\
 &= 7,04
 \end{aligned}$$

Theo bảng C.6 và C.7, có thể suy ra cần sử dụng thiết bị bảo vệ quá áp cho môi trường hở có nguy cơ cao.



**Hình C.5 – Diện tích thu sét cho công trình và các hạng mục liên kề**

## **C.7 Phương pháp bảo vệ khi lắp đặt chống sét**

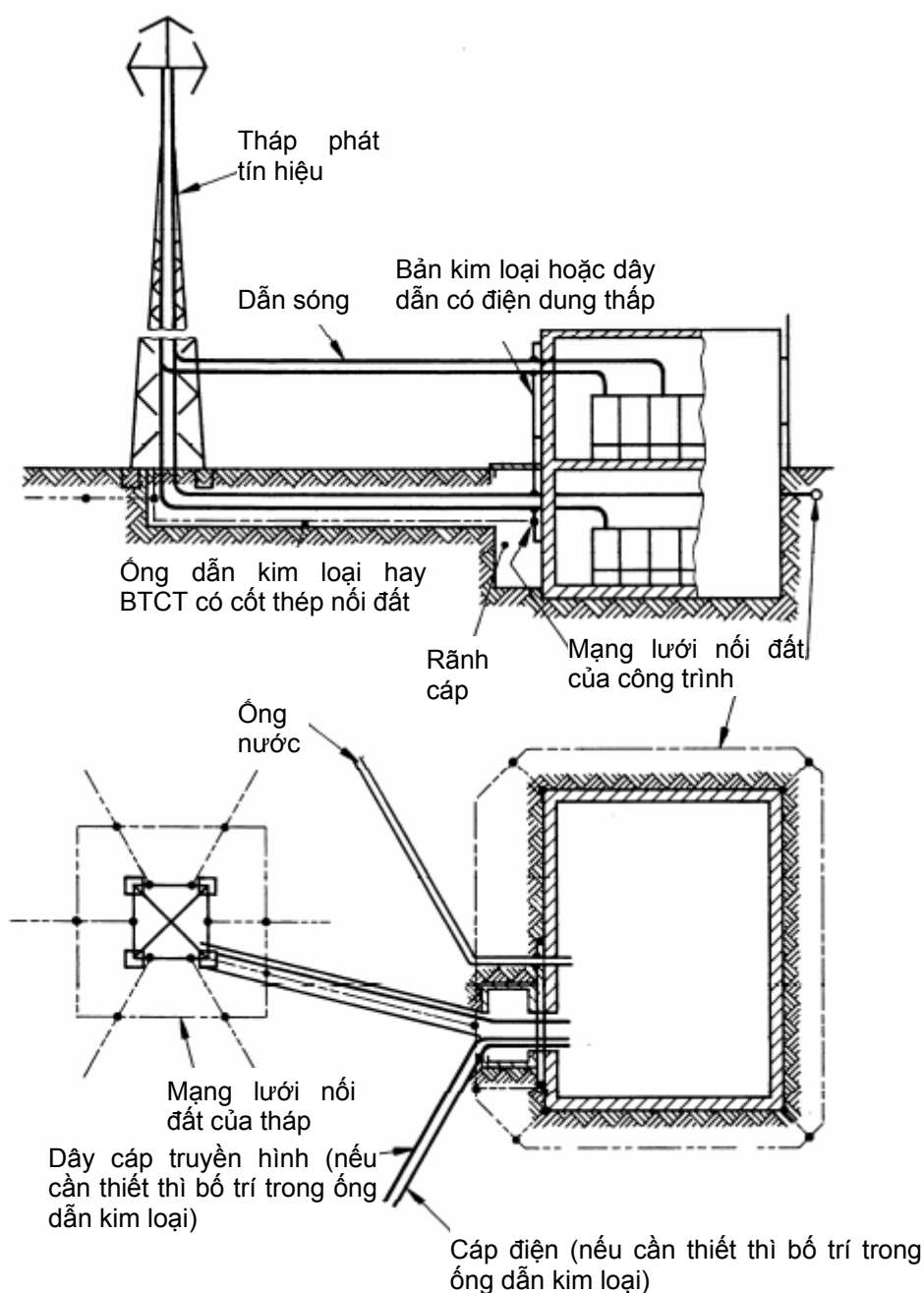
### **C.7.1 Nối đất, liên kết và bình thế**

Các yêu cầu nối đất được đề cập ở mục 13 và 14. Các nội dung dưới đây bổ sung các yêu cầu đó nhằm mục đích san bằng chênh lệch điện thế cho các thiết bị.

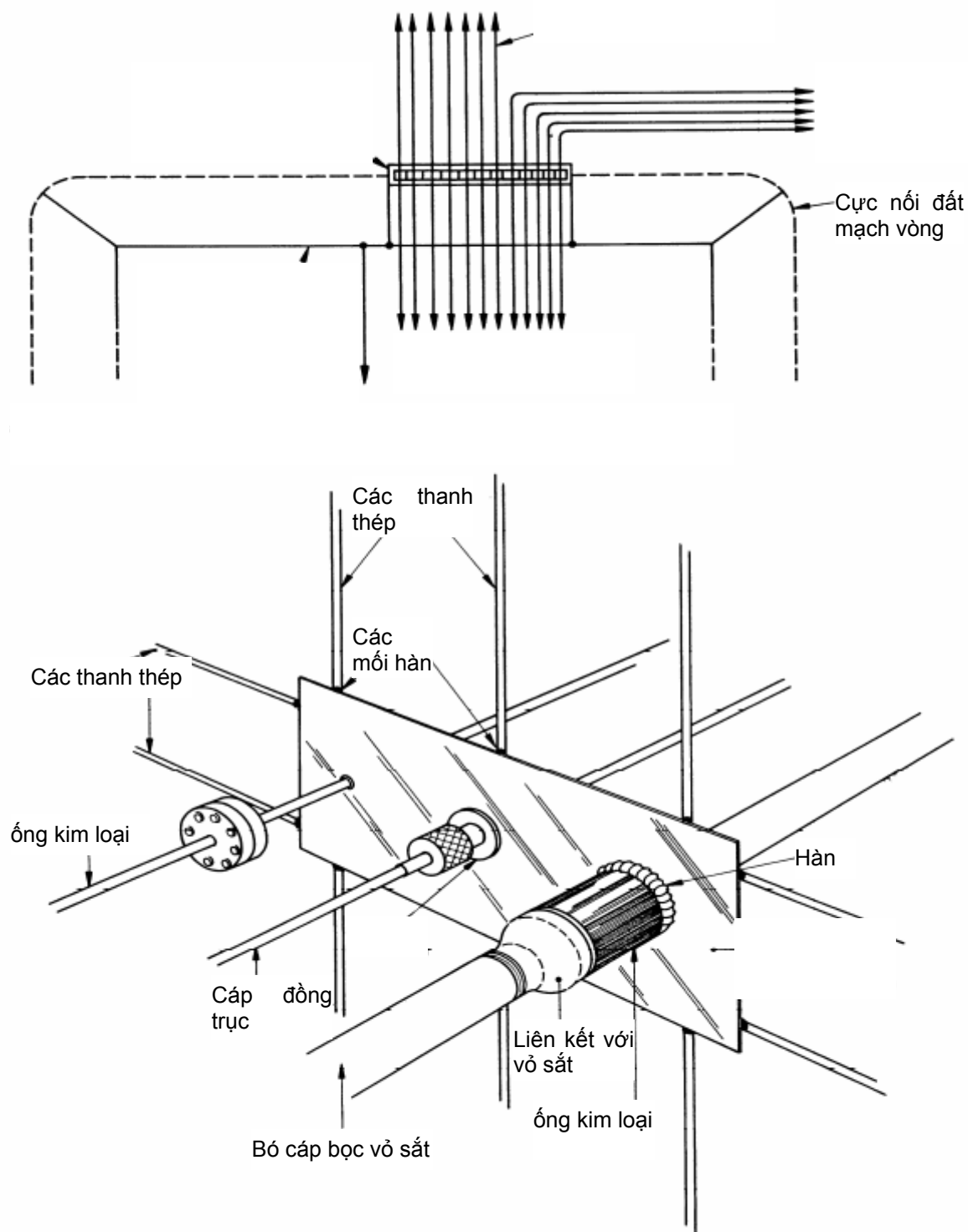
Hệ thống kỹ thuật cung cấp cho các công trình có các hệ thống thông tin mở rộng, ví dụ nhà máy công nghiệp, cần liên kết với một thanh liên kết đẳng thế thường ở các dạng tấm kim loại, dây dẫn mạch vòng bên trong, hay dây dẫn mạch vòng riêng phần ở phía trong của bức tường ngoài hoặc theo chu vi khu vực bảo vệ gần mặt đất. Thanh liên kết đẳng thế này được nối với cực nối đất mạch vòng của hệ thống nối đất. Một ví dụ được minh họa ở Hình C.6.

Tất cả các đường ống kim loại bên ngoài, đường cáp điện, dữ liệu ra và vào công trình tại một điểm được bọc bảo vệ, ... có thể được nối tới mạng nối đất tại điểm liên kết đơn này (xem Hình 28). Điều này làm giảm thiểu dòng sét xuyên vào trong công trình (xem Hình C.7). Nơi các đường cáp thông tin và cáp điện đi qua các công trình nằm cạnh nhau, hệ thống nối đất cần được nối với nhau và sẽ có lợi

Nguyên tắc tương tự như đã áp dụng cho tháp minh hoạ ở Hình C.6 cũng áp dụng cho các đầu cảm ứng hoặc điều khiển các thiết bị giếng khoan (dầu, nước, ..) nơi kết nối có thể bao gồm cả các ống thép của giếng làm giảm khác biệt điện áp giữa giếng và dây dẫn điện. Sự kết nối đó nên được thực hiện đa phương với bất cứ đất nền của công trình khác có cáp thông tin dữ liệu chạy qua.



### Hình C.6-Các dây cáp đi vào công trình tách biệt với ăng ten phát sóng



**Hình C.7 - Liên kết các đường ống và dây tại điểm ra vào công trình**

### **C.7.2 Vị trí thiết bị điện tử và cáp**

#### **C.7.2.1 Vị trí thiết bị điện tử trong công trình**

Lựa chọn vị trí thiết bị điện tử trong công trình phụ thuộc vào xây dựng công trình. Đối với công trình giống như phòng màn chắn, nghĩa là nối mác phủ kim loại với tường, vị trí không quan trọng. Trong



công trình khung kim loại thông thường các thiết bị điện tử có thể lắp ở giữa công trình, không nên ở tầng nóc, nhưng cũng có thể lắp ở sát tường ngoài và góc nhà. Đối với công trình bằng vật liệu không dẫn điện với một hệ thống chống sét thì cũng là tương tự. Trong công trình xây bằng các vật liệu không dẫn điện như trong nhà có lắp đặt hệ thống điện tử thì cũng cần lưu ý ví như tránh lắp đặt ở những vị trí các kết cấu cao như ống khói, hoặc nơi sát với đường truyền sét xuống.

#### **C.7.2.2** Vị trí cáp giữa các hạng mục của hệ thống điện tử trong nhà

Hình C.8 và Hình C.9 minh họa đề xuất nguyên tắc đi dây bên trong. Trong trường hợp khu vực đặt máy tính, hệ thống đi dây nằm trong công trình được kiểm soát chống sét thì không phải là vấn đề nghiêm trọng nhưng dù sao thì vẫn tốt hơn nếu tuân theo các yêu cầu cho nhà có khung kim loại. Nên tránh các vòng kín rộng giữa các nguồn cấp chính và dây lắp đặt điện tử.

Nên đi dây cáp nguồn và cáp của thiết bị điện tử cạnh nhau để giảm thiểu các khu vực tạo ra vòng kín. Nó có thể thực hiện dễ dàng bằng cách sử dụng các ống bao dây cho mỗi loại. Ở Hình C.9 nối đất lưới được sử dụng cục bộ trên các sàn và điểm nối đất chung cho toàn bộ. Đây là hệ thống nối đất hỗn hợp.

Hệ thống đi dây cho thiết bị điện tử không được lắp cùng hệ đỡ với đường nối chống sét. Đi dây có thể ở trên sàn và nên tránh các vòng trên tường đứng. Đi dây trực đứng nên theo như Hình C.9. Bố trí như Hình C.9 có thể sử dụng cho thiết bị đặt theo chiều ngang trong nhà dài.

Đối với công trình xây dựng bằng vật liệu không dẫn điện, bố trí dây được mô tả ở mục phụ này là cần thiết để giảm thiểu các nguy cơ làm hư hại thiết bị, hỏng các dữ liệu. Nơi nào mà việc đi dây không thể áp dụng nguyên tắc như ở mục phụ này thì nên tìm kiếm lời khuyên của chuyên gia.

#### **C.7.3** Bảo vệ đường cáp đi từ ngôi nhà này sang ngôi nhà khác

Nơi mà đường cáp đi giữa các ngôi nhà tách biệt hoặc giữa các đơn nguyên của chúng mà không có các hành lang nối thì cần đặc biệt chú ý bảo vệ.

Nếu có thể, đường cáp quang có thể được sử dụng để cách ly hoàn toàn các mạch điện tử từ nhà này tới nhà khác. Đây là giải pháp hữu hiệu nhất cho đường truyền đa kênh hoàn toàn độc lập khỏi các vấn đề nhiễu từ, không chỉ có sét. Mặc dầu vậy không nên sử dụng đường cáp quang với lớp bọc kim loại hoặc dây dẫn bên trong.

Nơi mà không chọn dây cáp quang để truyền mà sử dụng các loại dây khác như là dây đồng trục, dây đôi lõi thì cần chú ý phát hiện những hư hại dọc theo tuyến. hệ thống nối đất của công trình có thể nối sử dụng đường bọc cáp, đường đi dây đi cùng nhiều loại cáp. Nơi mà có nhiều đường dây đi song song thì tốt nhất là điện áp giữa chúng càng chênh ít càng tốt. thêm nữa đường nối đất có thể nối giữa công trình với công trình.

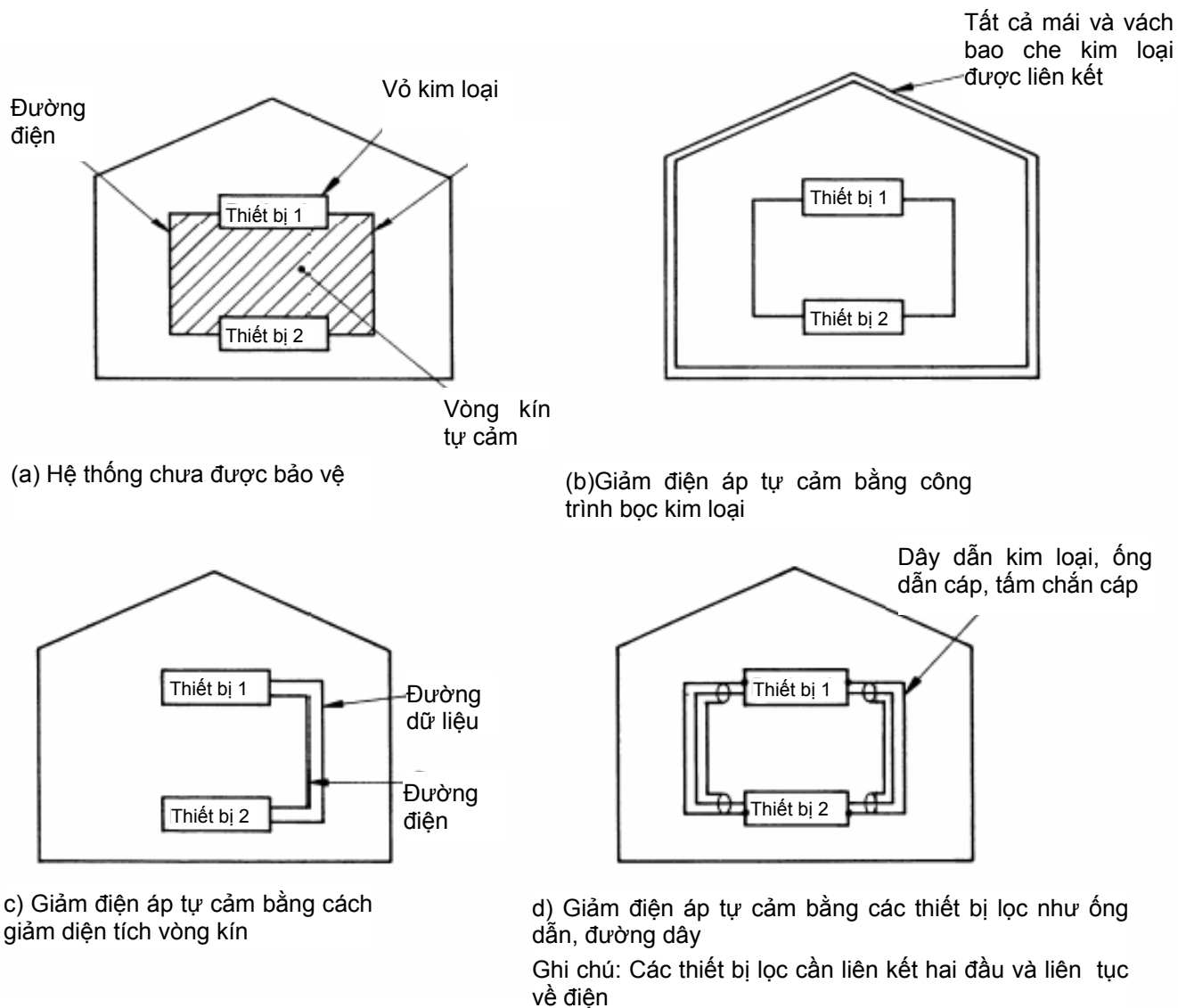
Nơi cáp đồng trục được lắp đặt giữa các công trình thì lớp vỏ của nó có thể được nối với hệ thống nối đất của công trình tại vị trí vào/ra của ngôi nhà.

Trong một số loại cáp đồng trục hoặc hệ thống chắn, có thể chỉ cần nối cáp xuống đất tại một điểm. Nếu cần thiết cần bố trí các thiết bị bảo vệ quá áp thích hợp.

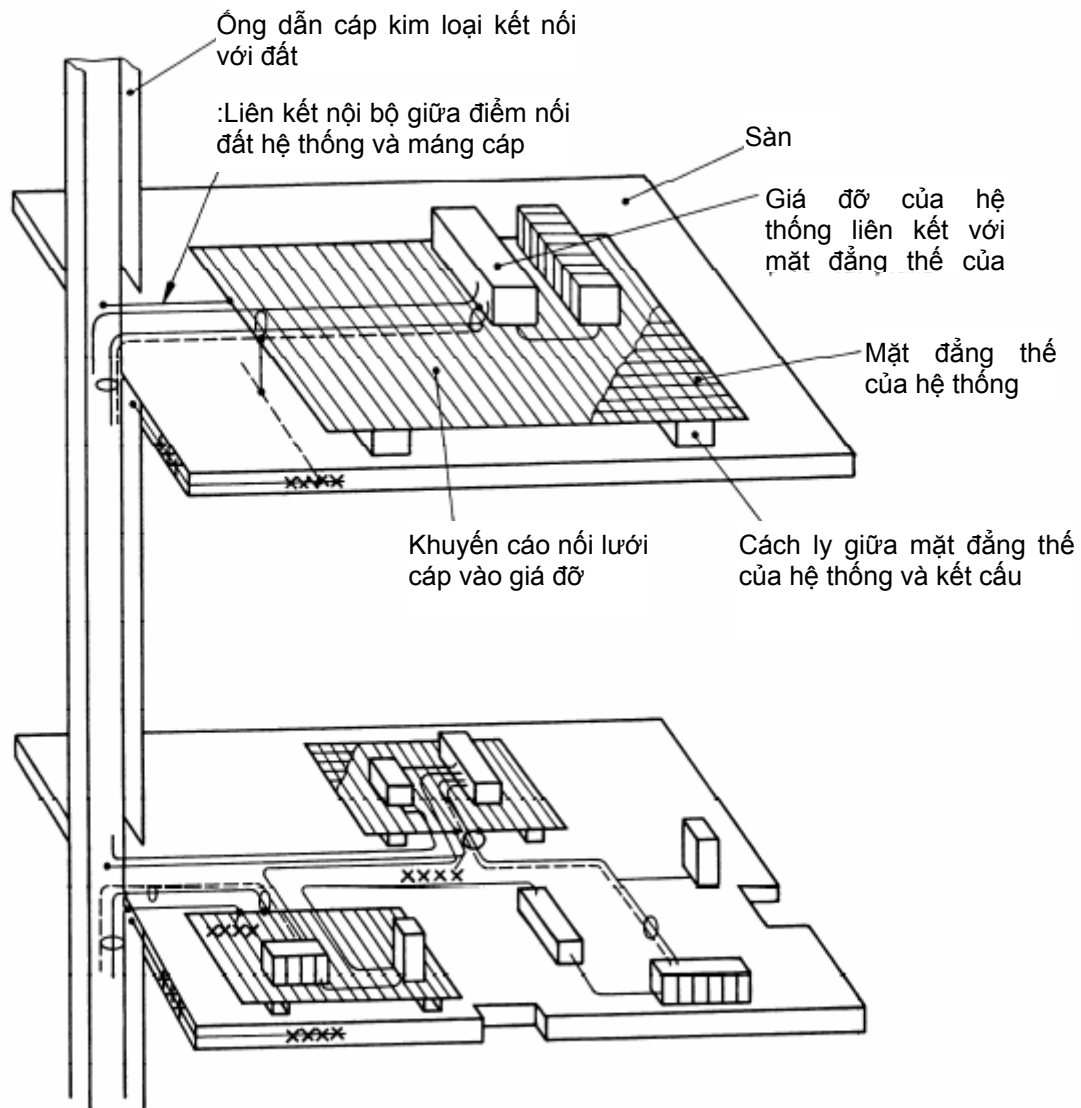
Nơi chỉ có một hoặc một số lượng nhỏ cáp đi từ công trình này sang công trình khác, như trường hợp đường dữ liệu, đường điện thoại, và nơi không dùng đường cáp quang, cần lắp thiết bị chặn quá áp để tiêu dòng điện sét xuống đất, ví dụ dùng thiết bị dạng ống khí hoặc kẹp bán dẫn chỉ cho dòng có điện áp thích hợp tương đương với điện áp làm việc của thiết bị đi qua. Một hệ thống đặc trưng cho việc nối đất thiết bị chống quá áp được minh họa trên Hình C.10.

Có thể kết hợp giữa các phương pháp trình bày ở mục này, ví dụ dùng thiết bị bảo vệ đối với các đường tín hiệu và thiết bị kết hợp với việc bọc nối các đường cáp để giữ môi trường ở ngưỡng điện áp cho phép. Trừ trường hợp đường cáp quang quá dài, bản thân thiết bị kháng trở cao không đảm bảo

trừ phi chúng có thể chịu được điện áp trên 100kV do sự chênh lệch điện thế lớn giữa các công trình không được bảo vệ do dòng sét truyền dưới đất từ một trong các công trình đó.



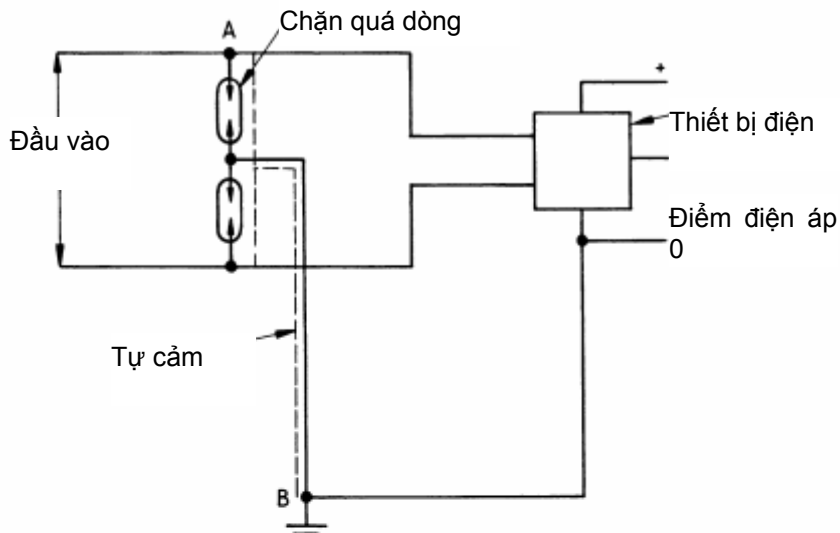
Hình C8.- Các phương pháp giảm thiểu điện áp cảm ứng



Ghi chú 1: Có thể áp dụng nguyên tắc giảm diện tích mạch vòng đối với thiết bị nằm bên ngoài. Tất cả các liên kết nằm trong một máng cáp để giảm diện tích mạch vòng như ở c) của Hình C.8

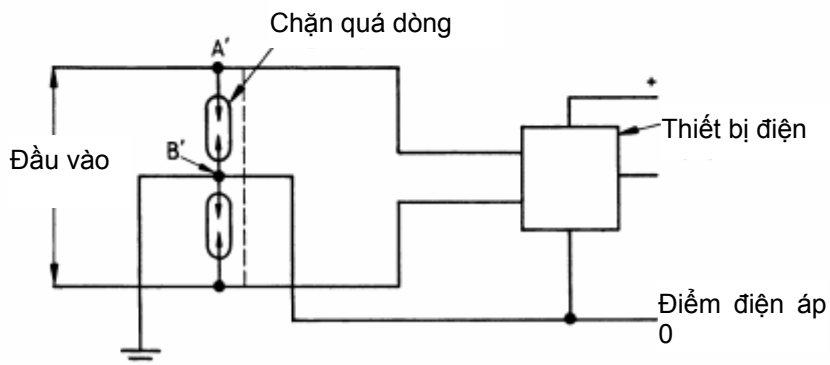
Ghi chú 2: XXXX minh họa cốt thép hoặc các bộ phận xây dựng bằng kim loại trong sàn

**Hình C.9- Hệ thống nối đất phức hợp được áp dụng cho thiết bị trong nhà nhiều tầng**



a) Lắp đặt chặn quá dòng không chuẩn gây ra xung lớn

Ghi chú: Các xung này có thể tăng từ tụ cảm của đường nối đất đến điểm nối đất B'



b) Khuyến nghị cho việc lắp chặn quá dòng

Ghi chú: Xung được giảm thiểu bằng cách nối dây trung tính xuống điểm nối đất B' bằng đường thẳng

### Hình C.10- Nối đất từ điểm nối không thiết bị tới điểm nối đất của thiết bị chống quá dòng

#### C.7.4 Bảo vệ thiết bị có phần bên ngoài công trình nối vào tháp, cột thu

Cụm thiết bị treo ngoài công trình hoặc nối vào tháp, cột thu sét thì hiện hữu các nguy cơ sau:

- a) Dòng vào trực tiếp từ các cú sét.
- b) Dòng cảm ứng và kháng.

#### C.8 Đặc tính và hiệu ứng của sét

##### C.8.1 Đặc tính bổ sung của sét liên quan tới thiết bị điện tử

**Chỉ số cực đại của tốc độ tăng di/dt theo bảng sau:**

Chỉ số cực đại của di/dt (kA/ $\mu$ s)	Mức vượt %
200	1
30	50
10	99

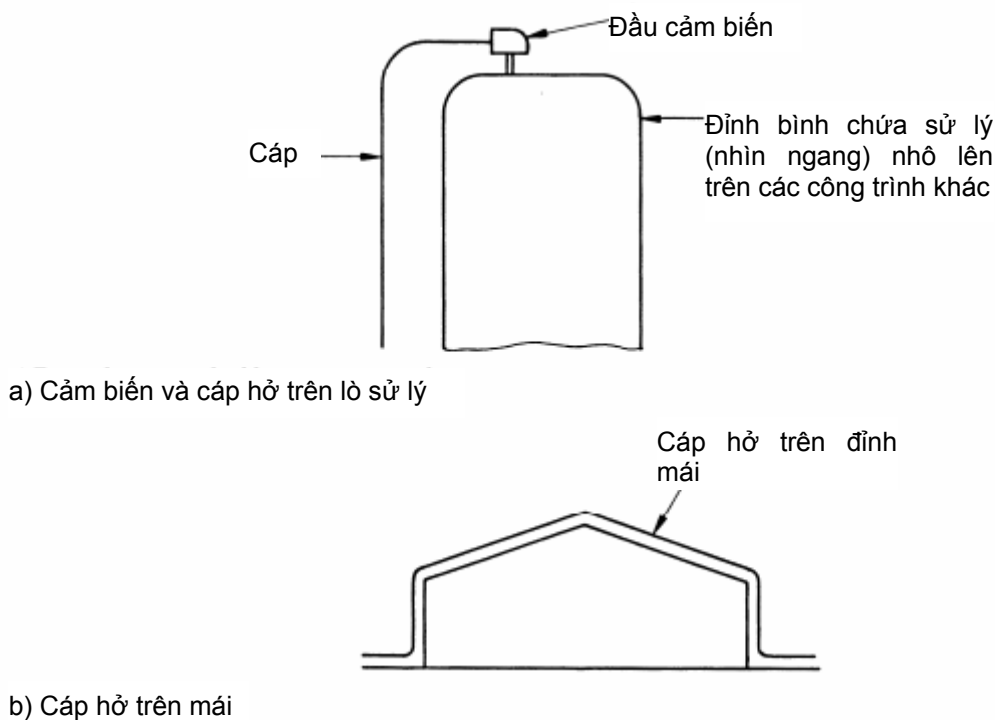
Các thông số khác của xung sét là rất quan trọng trong việc đánh giá các khía cạnh gây nguy hại của sét song giá trị cực trị của dòng sét di/dt là một trong các nguyên tắc đánh giá điện áp kháng và trong khoảng thời gian xung là dấu hiệu chỉ số năng lượng sấm. minh họa dòng sét âm đánh xuống đất xem ở Hình C.15.

Cảm ứng sét có thể gây ra hai hiệu ứng lên thiết bị điện tử. Phổ biến là thiết bị bị phá hoại bởi 1 cú sét đơn. Hiệu ứng thứ hai là các phần mềm bị phá hủy bởi các xung động của sét. Tổ hợp của các cú sét từ cú đầu tới các cú đánh lặp lại xảy ra trong vòng 1-2 giây là vấn đề đáng phải cân nhắc đối với sự hoạt động của máy tính trừ phi các phép kiểm soát được sử dụng để loại bỏ các kết quả của máy tính trong thời gian vài giây đó.

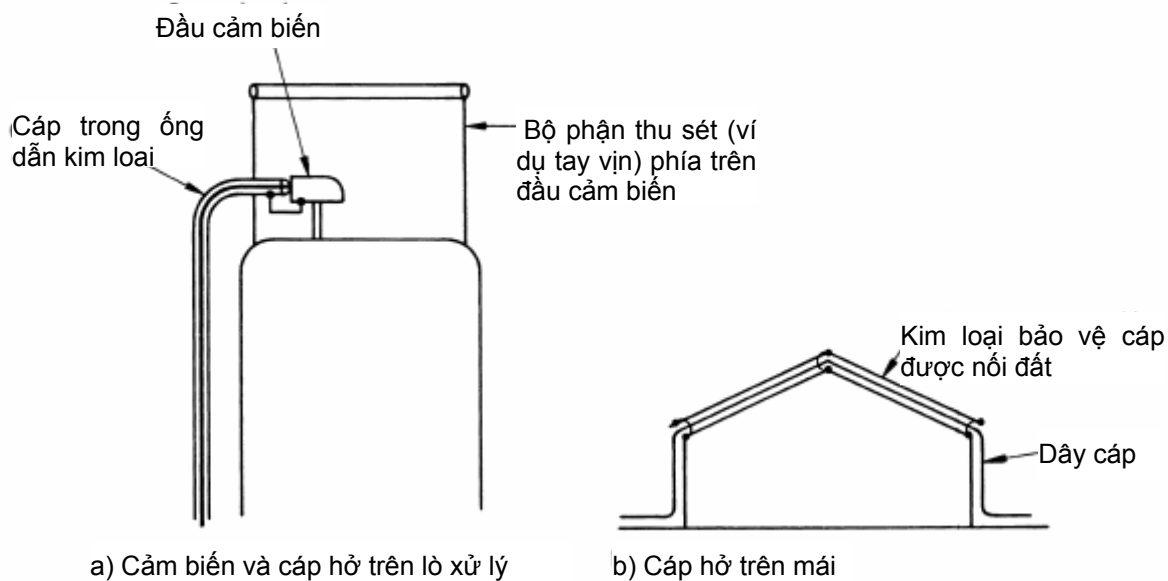
#### **C.8.2 Điểm sét đánh**

Điểm bị sét đánh trên công trình là rất ngẫu nhiên, mặc dù công trình, cây cối cao to thì nguy cơ bị sét có thể nhiều hơn các công trình hay cây cối nhỏ thấp. Tuy vậy sét đánh xuống mặt đất phẳng nằm giữa hai ngôi nhà cao cách nhau hơn hai lần chiều cao của chúng là bình thường.

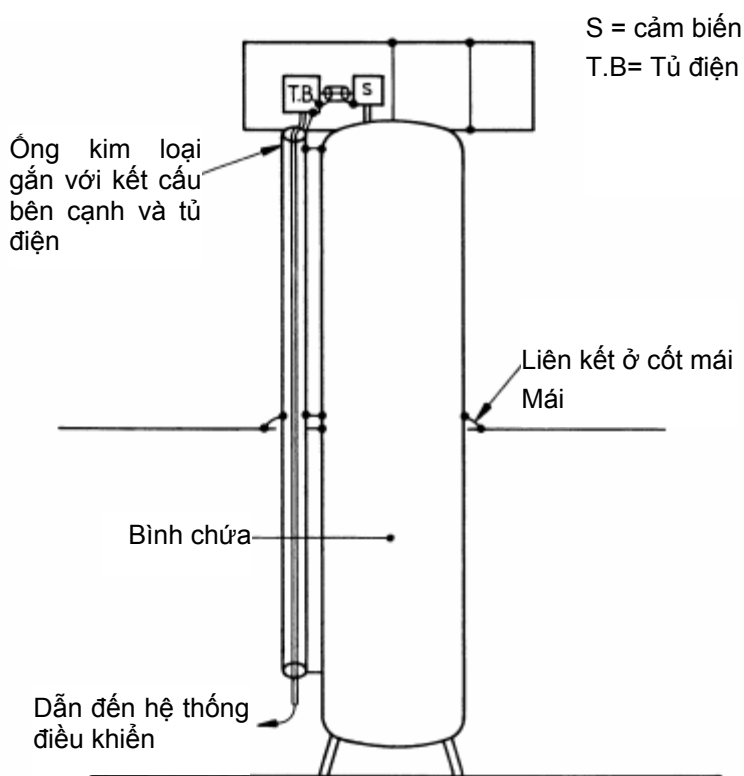
Trong các nhà máy sản xuất theo dây chuyền, vị trí dễ bị sét có xu hướng là các cột cao đồng thời ít khi đánh vào xưởng thấp. tuy vậy các bộ phận nằm ngoài góc 45° kể từ điểm cao thì dễ bị sét (Hình C.16).



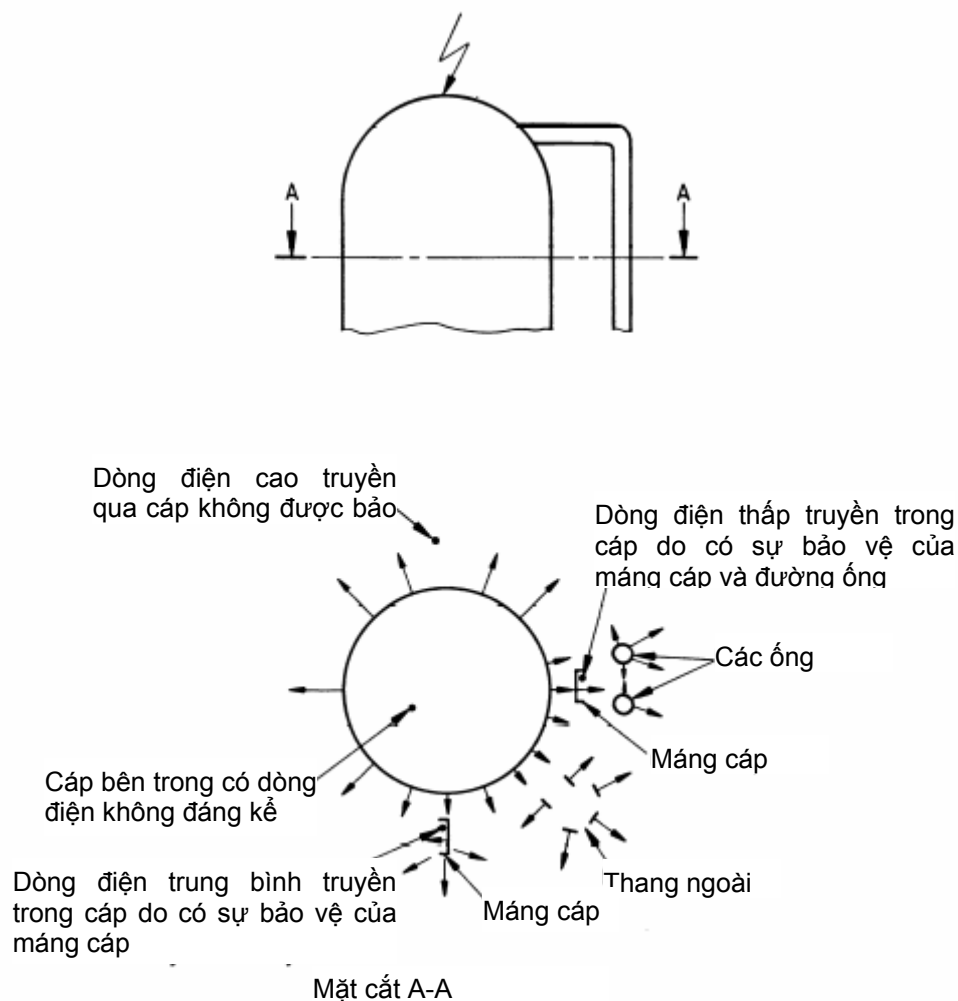
**Hình C.11 – Lắp trực tiếp lên hệ thống điện trần ngoài nhà**



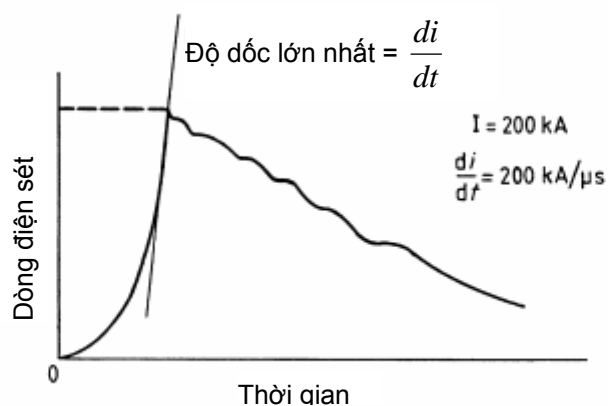
**Hình C.12-Bảo vệ cho hệ thống trần trực tiếp**



**Hình C.13- Bảo vệ cáp đi dọc theo các bình chứa cao và liên kết trên mái**

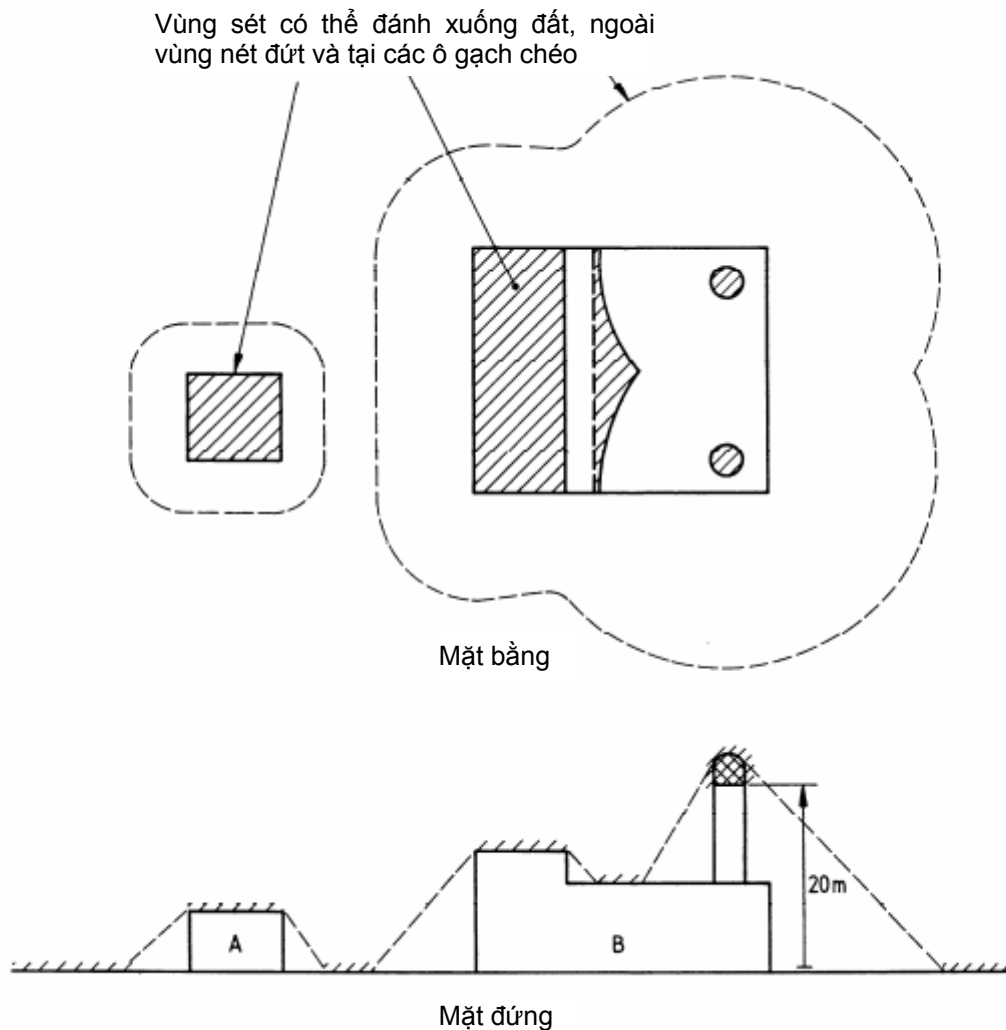


**Hình C.14- Vị trí các dòng sét cao, trung bình, thấp có thể truyền xuống qua các đường cáp của lò phản ứng**



Ghi chú: Sau cú sét đánh ban đầu có thể có nhiều xung điện cường độ thấp hơn và thời gian ngắn hơn gọi là các xung thứ cấp hoặc xung lặp

**Hình C.15- Đường đặc tính dòng sét âm**



**Hình C.16- Điểm sét đánh trên công trình**

Trong các công trình cao thì các thiết bị điện tử thường có nguy cơ rủi ro cao đặc biệt, không hẳn nó là điểm rủi ro trực tiếp bắt sét mà còn có các lý do khác như là chúng thường được nối với các hệ thống dây tới các thiết bị khác. Vì thế mà chúng cần phải được bảo vệ cẩn thận.

Các phần, đối tượng dễ bị sét đánh trên công trình được minh họa ở Hình C.16. Đối với nhà cao hơn 20m góc côn  $45^\circ$  của hệ thống chống sét được cho là quy tắc bảo vệ chống sét tốt. Tuy nhiên đối với nhà, công trình cao trên 20m phương pháp hình cầu lăn là tốt hơn đối với các khu vực tương tự, đặc biệt là nó hạn chế việc sét đánh vào cạnh bên của công trình. Bán kính hình cầu lăn được khuyến nghị là 20m.

Trong Hình C.16 giả thiết là các thiết bị ở hai nhà A và B được nối với nhau qua các đường cáp. Tuy nhiên có thể thấy sét đánh vào nhà A và một số phần của nhà B cũng như phần mặt đất giữa chúng. Do đó trong từng trường hợp dòng điện trong đất gần với điểm bị sét đánh có thể được nối đất hoặc không đều phải được tính đến và mở rộng phạm vi bảo vệ.

### C.9 Sét cảm ứng và nguyên tắc chống

GHI CHÚ: mục này đề cập tới cơ chế sinh dòng điện áp cảm ứng, cường độ của nó và cung cấp hướng dẫn việc thiết lập độ an toàn bằng các mức khống chế xung và giới hạn xung thiết kế của thiết bị (TCL/ETDL).



### C.9.1 Điện áp cảm kháng

Khi công trình bị sét đánh thì dòng điện đi xuống đất phát triển dải điện áp rộng giữa các bộ phận của công trình, các cấu kiện kim loại và hệ thống chống sét và phần đất ở phía lân cận công trình. Dải điện áp này chính là nguyên nhân sinh ra dòng điện chạy trong các đường cáp dẫn bên ngoài công trình tới vùng đất liền kề. Điện áp được sinh ra là điện áp cảm kháng sơ cấp nhưng ở phần tăng lên nhanh chóng ở dạng sóng sét hiệu ứng truyền dẫn xảy ra ở một phạm vi hẹp hơn.

Bất cứ dòng điện nào chạy trong đường cáp và phần bọc đều là kết quả của điện áp cảm kháng được xông qua dây nối tới thiết bị điện tử với điện áp chung và liền mạch.

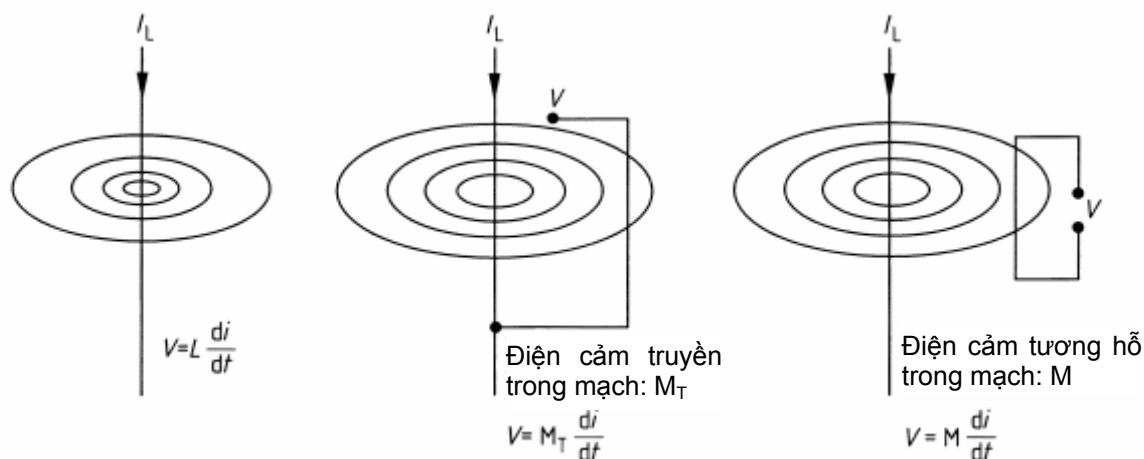
Trong dải xung sét thì phần chứa nhiều năng lượng nhất là phần xung với tần tới 100kHz, điện trở của đất và lưới cáp, phần bao bọc như là các điện trở sinh ra các điện áp cảm kháng ở dạng sóng.

### C.9.2 Điện áp cảm ứng

Dòng sét chạy trong dây dẫn sét hoặc trong các kênh dẫn vòng cung sinh ra một từ trường thay đổi theo thời gian với khoảng cách đến 100m tùy thuộc vào cường độ dòng sét. Trường điện từ này sinh ra hai hiệu ứng:

- một dòng tự cảm điện từ  $L$  trong đường dây (ví dụ dây loại đường kính 2mm  $L=1\mu\text{H/m}$ );
- một vòng tương hỗ ngược chiều trong dây dẫn (cảm dẫn =  $M_T$ ) hoặc vòng kín riêng biệt (cảm tương hỗ);

Trong trường hợp điện áp sinh ra tỷ lệ thuận với  $di/dt$  riêng phần bởi  $L$ ,  $M_T$ ,  $M$  (hình C.17). Đối với dây dẫn đơn thì độ mạnh của trường là tỷ lệ nghịch với khoảng cách của vật dẫn. Đối với trường hợp phức tạp thì tính các giá trị  $L$ ,  $M_T$  hay  $M$ . Ví dụ dòng sét đi qua dây dẫn xuống các chân nối đất như minh họa ở hình C.4. Điều này rất quan trọng đối với việc tính đến dòng tự cảm của đất tới thiết bị và các thiết bị ngăn ngừa quá điện áp và màn lưới nối đất kiểu đuôi lợn.



Hình C.17- Điện cảm

### C.9.3 Xông dòng từ sét đánh trực tiếp

Các cú sét đánh trực tiếp tới đường dây điện hoặc hệ thống điện cũng như các đầu sensor hoặc tiếp không (hình C.11) có thể xông dòng gây phá hủy. Đây là nguy cơ cần phải được tính đến với việc dây dẫn đi bên ngoài có chiều dài lớn. Việc đi dây trong các ống bảo hộ sẽ làm hạn chế đáng kể tác hại. Điện áp rất cao của sự xông điện gây phá hoại các bộ phận khác của hệ thống, đánh tia lửa điện. Đó là

một phần liên quan tới các bộ phận nhô ra ngoài công trình. Bố trí chúng hợp lý thì tránh được tác hại (xem C.7.4).

#### **C.9.4 Nổi trường điện**

Độ mạnh của trường phải được tính đến trên toàn bộ diện tích sét đánh trước khi hình thành cú đánh khi mà giá trị của chúng đạt tới ngưỡng ngăn được của không khí (xấp xỉ 500kV/m).

Sự hình thành giải thoát điểm thay đổi trường xấp xỉ 500kV/m.μs có thể xảy ra. Hiệu ứng của mỗi sự thay đổi trường là không đơn giản khi bảo vệ chúng chống lại hiệu ứng dẫn và cảm sét.

#### **C.9.5 Điện áp do xung điện từ từ sét (LEMP) gây ra**

Xung điện từ từ sét (LEMP) được sinh ra liên quan tới hiện tượng điện từ khác gọi là xung điện từ nguyên tử (NEMP). Có hai điểm khác nhau quan trọng trong dải và cường độ của hai hiệu ứng sinh ra, từ NEMP sinh ra xung tăng nhanh hơn nhiều (thời gian tăng khoảng 10ns) với biên độ đứt quãng và NEMP chỉ ảnh hưởng tới với hệ thống xung phóng xạ. So với sét thì xung này vô cùng nhỏ. Sét đánh xuống công trình hay đất gần đó thực ra không sinh ra xung điện từ từ sét nhưng tạo ra về nguyên tắc một cặp từ trường đặt gần nhau và sinh ra điện áp từ cảm (và điện áp cảm kháng) như đã mô tả ở C.9.1 và C.9.2

Các xung trường điện cảm ứng sét trong công trình có chứa thiết bị điện tử thường là không đáng kể. Trong trường hợp hữu hạn các đường dây bên ngoài có thể bị hư hại trừ phi chúng được nối liền mạch hoặc được che chắn sét.

Nói chung tác dụng xấu nhất của xung điện từ từ sét được phòng ngừa bằng cách áp dụng các biện pháp chống sét đánh trực tiếp. Sét đánh trực tiếp sinh ra xung sốc mạnh hơn là xung điện từ từ sét và bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vẫn là quan trọng nhất, bảo vệ chống xung điện từ từ sét chỉ là thứ yếu.

#### **C.9.6 Mức khống chế xung (TCL)/ nguyên tắc giới hạn xung thiết kế của thiết bị (ETDL)**

Đối với sự hoạt động của thiết bị điện tử thì môi trường xung quanh lâu dài hay tạm thời đều được thiết kế hệ thống bảo vệ vừa đủ an toàn và kinh tế, đồng thời được nối đất.

Tiêu chí ngăn xung dòng hay xung điện áp được đưa vào khi thử hệ thống. Đây là mức xung lớn nhất cho phép hệ thống vẫn hoạt động, không bị hư hại (gọi là giới hạn xung thiết kế của thiết bị ETDL). Trường hợp sét giá trị này là N vôn của xung mà không gây phá hủy thiết bị. giới hạn xung thiết kế của thiết bị bằng N vôn. Khi lắp đặt thiết bị thì cần chắc chắn rằng xung trong hệ thống tới thiết bị là P vôn không cao hơn giá trị N vôn của thiết bị. (cho phép sử dụng hệ số điều chỉnh trong tính toán). P vôn gọi là mức khống chế xung, còn hiệu N-P vôn gọi là phần lề an toàn.

Để xác định một thiết bị bảo vệ chống xung quá điện áp cần kiểm soát điện áp xung trong vòng mức khống chế nó là điện áp cho đi qua với mức xấp xỉ mức đã thiết lập. Khi lắp thiết bị thì phải đảm bảo mức khống chế xung của thiết bị phải phù hợp, thiết bị được an toàn trong hệ thống, đồng thời lưu ý nối nối đất cho thiết bị.

Mặt khác cần lưu ý ngăn ngừa điện áp cảm kháng, tự cảm đáng kể trong bản thân thiết bị.

#### **C.9.7 Các nguyên tắc bảo vệ**

Các nội dung C.9.1, C.9.2, C.9.3, C.9.4 và C.9.5 đề cập cơ chế phát sinh dòng điện từ sét. Ngoại trừ trường hợp anten, thiết bị được bảo vệ chống lại điện áp cảm kháng, tự cảm của sét hoặc tác dụng tới công trình sẽ được bảo vệ khỏi trường điện và xung sét.

Việc dòng sét xông vào thiết bị phải được ngăn ngừa bởi nó là nguyên nhân sự phá hoại nghiêm trọng (C.7.4).

Yếu tố chính trong tầm quan trọng của điện áp cảm kháng, tự cảm là cả hai đều được xông với điện trở kháng ngắn thấp từ năng lượng xông cao hơn nhiều lần so với xung điện từ của sét. Vì thế cường độ hay điện áp cảm kháng, cảm ứng cung cấp các thông số cơ bản cho việc đánh giá và chỉ dẫn cho thiết bị bảo vệ.

Hệ thống chống sét có thể bảo vệ chống lại điện áp cao từ sét đánh.

Để thiết bị chống sét đạt được thành công thì các điều kiện sau phải được thỏa mãn.

- sự tồn tại. thiết bị bảo vệ có thể cứu được toàn bộ hệ thống khỏi xung điện áp cao thuộc phạm vi của nó.
- mức khống chế xung. Sự bảo vệ phải có tác dụng ở mức khống chế xung, thấp hơn mức xung thiết kế của thiết bị. Thiết bị bảo vệ chống quá điện áp đó nối tới đường dẫn nối đất có thể tăng đáng kể mức khống chế xung tác dụng.
- tương thích hệ thống. Bất cứ dạng bảo vệ nào được thêm vào phải không phá vỡ sự hoạt động chung của hệ thống đang được bảo vệ.

Sự quan tâm quan tâm bảo vệ phải được lưu ý đối với hệ thống truyền dữ liệu tốc độ cao.

### C.10 Ví dụ tính toán điện áp cảm ứng trong thiết bị

Ví dụ tính toán điện áp cảm ứng bao gồm cả việc sử dụng lớp bọc như là bộ phận nối đất của đường cáp nhiều sợi rải tới công trình.

Lấy ví dụ đường cáp 100 đường cáp bọc nhôm, mỗi đường cáp gồm 65 sợi đường kính 1mm với điện trở suất  $3 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$ , cáp dài 100m.

Điện trở của mỗi đường cáp sẽ là:

$$\begin{aligned}
 &= \rho \cdot l / A \\
 &= (3,0 \cdot 10^{-8} \cdot 100) / (65 \cdot 0,0012 \cdot \pi / 4) \\
 &= 59 \text{m}\Omega
 \end{aligned}$$

trong đó:

$\rho$  – điện trở suất

$l$  – chiều dài cáp

$A$  – diện tích tiết diện của lớp bọc

Đối với 100 cáp chạy song song mỗi cáp chịu 1 phần trăm dòng tổng là 100kA từ phòng máy tính tới thiết bị, dòng trong mỗi cáp là 1kA.

Bởi thế điện áp chung được tính:

$$\begin{aligned}
 V &= R \cdot I \\
 &= 59 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^3 \\
 &= 59 \text{V}
 \end{aligned}$$

Trong thực tế, dòng phân bố trong các cáp là không đều nhưng với sự có mặt của cáp tiếp địa chạy song song, cũng như là cáp nguồn cũng được bọc thì dòng trong cáp của thiết bị sẽ không vượt quá 1kA với biên độ lớn.

**C.11 Ví dụ tính toán việc bảo vệ lỗi trong của cáp đồng trục**

Lấy ví dụ với 20m cáp bọc được nối hai đầu. 10% cường độ dòng sét đi qua cáp và bọc cáp có điện trở là 5Ω/km.

Đối với cú sét 200kA thì điện áp sinh ra được tính:

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ &= 0,1 \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \\ &= 2000V \end{aligned}$$

Đối với cú sét 20kA thì điện áp sinh ra được tính:

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ &= 0,1 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \\ &= 200V \end{aligned}$$

Điện áp cảm kháng này được dẫn hoàn toàn tới dây bên trong.

Nếu như cáp được đặt trong máng cáp thì dòng điện sẽ chạy trong máng cáp. Trong trường hợp riêng chỉ có 10% cường độ chạy trong cáp mà thôi.

Đối với cú sét 200kA thì điện áp sinh ra được tính:

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ &= 0,1 \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \\ &= 200V \end{aligned}$$

Đối với cú sét 20kA thì điện áp sinh ra được tính:

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ &= 0,1 \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \\ &= 20V \end{aligned}$$

Sự phá hủy đường cáp có thể xảy ra hoặc không theo các ví dụ sau:

nếu như đường cáp là đường dẫn của radio đến anten thì điện áp lớn hơn 2000V cũng khó có thể gây phá hủy;

nếu như đường cáp là một phần của đường truyền mạng máy tính, điện áp 2000V có thể gây hư hại, điện áp 200V hoặc 20V có thể không;

nếu đường cáp là đường nối RS232 thì chỉ chịu được 20V, điện áp 200V hay 2000V đều có thể gây hư hại.

**C.12 Ví dụ tính toán điện áp cảm ứng trong dây dẫn**

Hình 13 cho thấy các giá trị tương đối của dòng trong các cáp riêng lẻ dọc theo hoặc bên trong ống (bình) hoặc các đường dẫn thông thường. Như đã thấy, dòng là hàm của vị trí tương đối tới tháp hoặc các bộ phận kim loại khác. Giá trị của điện áp cảm ứng xấp xỉ các vị trí thay đổi có thể được tính bằng công thức sau:

đối với cáp được bảo vệ bởi máng, tổng dòng là 400A, tháp cao 30m và điện trở suất của cáp là 10mΩ/m:

$$\text{Tổng điện trở} = 30 \cdot 10 \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,3\Omega$$

điện áp cảm ứng chung:

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ &= 0,3 \cdot 400 \\ &= 120V \end{aligned}$$

đối với cáp được bảo vệ trong máng cáp và trong ống và tổng dòng bằng 100A

điện áp cảm ứng chung:

$$\begin{aligned} V &= R \cdot I \\ &= 0,3 \cdot 100 \\ &= 30V \end{aligned}$$

đối với cáp đi trong bình hoặc trong xi lanh kim loại thì điện áp cảm ứng là không đáng kể

### **C.13 Thiết bị bảo vệ chống xung, vị trí lắp đặt và thử**

#### **C.13.1 Vị trí lắp đặt**

##### **C.13.1.1 Giới thiệu chung**

Như xung chính được mô tả là dao động điện áp 1,2/50 $\mu$ s sinh ra trong công trình, sức mạnh của dòng có thể được giảm bớt. Nó được mô tả bởi ba loại vị trí C, B, và A. Loại C là đặt ở bảng điện cấp vào, loại B là đặt ở mạng phân phối chính, loại A là đặt ở phía phụ tải tiêu thụ.

Trong các vị trí đưa ra ở trên, mức độ nghiêm trọng của xung được tính đến là sẽ tăng dần theo nguy cơ rủi ro tăng cao. Điều này được mô tả bởi đại lượng mức độ phá hủy hệ thống xuất phát từ việc đánh giá rủi ro.

##### **C.13.1.2 Cáp truyền tín hiệu dữ liệu**

Tất cả các thiết bị chống xung đường truyền dữ liệu đều thuộc loại vị trí C như là một cái làm giảm thấp xung điện áp 10/700 $\mu$ s được dùng tương ứng với xung của đường dữ liệu không được làm giảm nhẹ bởi đường cáp ở vùng tương tự như xung chính.

##### **C.13.1.3 Nguồn chính**

###### **C.13.1.3.1 Loại vị trí C**

Thiết bị bảo vệ chống xung được lắp đặt ở các vị trí như sau đây thì thuộc loại C:

- trên đầu cáp của nguồn vào bảng phân phối;
- trên đầu tải đi ra;
- phía ngoài công trình.

###### **C.13.1.3.2 Loại vị trí B**

Thiết bị bảo vệ chống xung được lắp đặt ở các vị trí như sau đây thì thuộc loại B:

- trên hệ thống phân phối, giữa bên phụ tải từ bảng phân phối chính tới và phía cấp tới các đầu nối, ổ cắm;
- trong thiết bị
- phía phụ tải của ổ cắm, cầu chì không quá 20m so với loại vị trí C.

**C.13.1.3.3 Loại vị trí A**

Thiết bị bảo vệ được lắp ở phía phụ tải từ cầu chì, ổ cắm với khoảng cách nổi trên 20m so với loại C.

**C.13.2 Độ mạnh xoay chiều đại diện cho thiết bị quá điện áp thử nghiệm**

Mức xấp xỉ của phép thử được cho trong các bảng C.8, C.9, C.10 cho các loại vị trí khác nhau và mức độ thử của thiết bị bảo vệ chống quá áp trong phép thử.

**Bảng C.8 – Loại vị trí A (trục)**

Mức độ thử	Điện áp (kV)	Dòng (A)
Thấp	2	166,7
Trung bình	4	333,3
Cao	6	500

**Bảng C.9 – Loại vị trí B (trục)**

Mức độ thử	Điện áp (kV)	Dòng (kA)
Thấp	2	1
Trung bình	4	2
Cao	6	3

**Bảng C.10 – Loại vị trí C (trục)**

Mức độ thử	Điện áp (kV)	Dòng (A)
Thấp	6	3
Trung bình	10	5
Cao	20	10

**C.13.3 Thử thiết bị bảo vệ quá điện áp**

Máy phát thử cho loại vị trí B và C là máy phát xoay chiều liên hợp, có thể phát được điện áp 1,2/50 $\mu$ s và dòng xoay chiều 8/20 $\mu$ s. Đối với loại vị trí A, một bộ ngăn không cảm ứng đầu ra được lắp để giới hạn dòng ở giá trị hợp lý. Dòng ngắn sẽ không nhỏ hơn 8/20 $\mu$ s.

Phương pháp thử đối với thiết bị chống quá áp được đề cập ở mục 23 của UL 1449 : 1985.

**C.13.4 Cường độ xoay chiều đại diện cho ngưỡng thử đường dẫn dữ liệu**

Mức thử hợp lý được lựa chọn theo bảng C.11 cho độ thử và thiết bị được chọn.

**Bảng C.11 – Loại vị trí C (đường dữ liệu)**

Mức độ thử	Dòng thử xung cao kA	Thử xông qua điện áp	
		Điện áp (kV)	Dòng (A)
Thấp	2,5	1,5	37,5
Trung bình	5	3	75
Cao	10	5	125

**C.13.5** Thử nghiệm thiết bị chống quá điện áp đường truyền dữ liệu**C.13.5.1** Phép thử sóng xung dòng cao

Máy phát sóng hỗn hợp mô tả ở C.13.3 là phù hợp cho các phép thử này.

Phương pháp thử cho trong phần 5.6 của tiêu chuẩn ITU-T K.12 (2000) "Characteristics of gas discharge tubes for the protection of telecommunications installations."

**C.13.5.2** Thử xông qua điện áp

Phương pháp thử tham khảo trong phần 23.3 của UL 1449:1985.

**C.13.6** Thông tin được cung cấp bởi nhà sản xuất cho sản phẩm thiết bị chống quá điện áp**C.13.6.1** Thông tin về dạng xung

Nhà sản xuất thiết bị được yêu cầu cung cấp các thông tin về dạng xung như sau:

điện áp xông, như là 850V, tất cả các chế độ, thử 6kV, 1,2/50 $\mu$ s, 3kA 8/20 $\mu$ s.

Chế độ bảo vệ, ví dụ như đường nối đất, đường nối trung tính, trung tính tới đất đối với trục hay đường tới đường hay đường tới đất đối với cáp dữ liệu

Dòng xung cực đại, ví dụ như 20000A, 8/20 $\mu$ s.

GHI CHÚ: giá trị thử đối với thiết bị là thực chứ không dùng giá trị lý thuyết.

Làm yếu hệ thống. nếu như thiết bị này làm yếu sự hoạt động của hệ thống sau khi bị xung đã đi qua thì tất cả các hiệu ứng của nó phải được ghi rõ.

Đường ống gas được sử dụng như thiết bị chống quá điện áp được nối tắt với nguồn chính thì nó bị ngắn mạch khi hoạt động. Dòng điện cường độ lớn sẽ đi qua có thể gây phá hủy đường cáp điện cũng như ống gas.

**C.13.6.2** Thông tin ở trạng thái tĩnh

Nhà sản xuất thiết bị chống quá điện áp được yêu cầu cung cấp các thông tin dạng tĩnh như sau:

- điện áp làm việc;
- điện áp làm việc tối đa;
- dòng hở;
- chỉ số dòng
- các yếu tố làm yếu hệ thống.
- bất cứ yếu tố nào có thể gây ảnh hưởng, ví dụ như:

- trở kháng trên mạch;
- điện dung phân nhánh;
- độ rộng dải tần;
- tỷ số sóng điện áp;
- hệ số phản xạ;

### C.13.7 Máy phát sóng hỗn hợp

#### C.13.7.1 Giới thiệu chung

Sơ đồ đơn giản của máy phát minh họa ở hình C.18

Giá trị các thành phần vi phân  $R_{s1}$ ,  $R_{s2}$ ,  $R_m$ ,  $L_r$ , và  $C_c$  được xác định khi máy phát mang một xung điện áp 1,2/50  $\mu s$ , và một xung dòng 8/20  $\mu s$  tới mạch ngắn, nghĩa là máy đã có trở kháng hiệu quả là  $2\Omega$ .

Để thuận tiện thì một trở kháng đầu ra hiệu quả được định nghĩa cho máy phát xung dựa trên việc tính toán tỷ số của điện áp cực trị mạch mở và dòng cực trị ngắn mạch. Một máy phát như thế có điện áp mở là 1,2/50  $\mu s$  và dòng ngắn mạch là 8/20  $\mu s$  được coi là máy phát xoay chiều liên hợp.

**Bảng C.12 – Định nghĩa thông số xoay chiều 1,2/50  $\mu s$**

Định nghĩa	Theo BS 923-2		Theo BS 5698-1	
	Thời gian trước	Thời gian của giá trị bán phần	Thời gian tăng từ 10% lên 90%	Khoảng thời gian 50% đến 50%
	$\mu s$	$\mu s$	$\mu s$	$\mu s$
Điện áp vòng mở	12	50	1	50
Dòng ngắn mạch	8	20	6,4	16

GHI CHÚ: Các dạng sóng 1,2/50  $\mu s$  và 8/20  $\mu s$  được định nghĩa trong BS 923-2 và minh họa ở Hình C.19 và C.20. Nhiều khuyến cáo gần đây lại dựa trên định nghĩa về dạng sóng theo BS 5698-1 như thể hiện trên bảng C.12. Cả hai định nghĩa trên đều áp dụng được đối với tiêu chuẩn này và đều tham chiếu đến máy phát sóng đơn.

#### C.13.7.2 Đặc tính và định dạng của máy phát sóng hỗn hợp

Điện áp ra mạch mở: từ 0,5kV đến 6kV thử cho loại B, 20kV thử cho loại C

Biểu đồ: xem hình C.19, bảng C.12

Dòng ngắn: từ 0,25 đến 3,0kA thử cho loại B, 10kA thử cho loại C

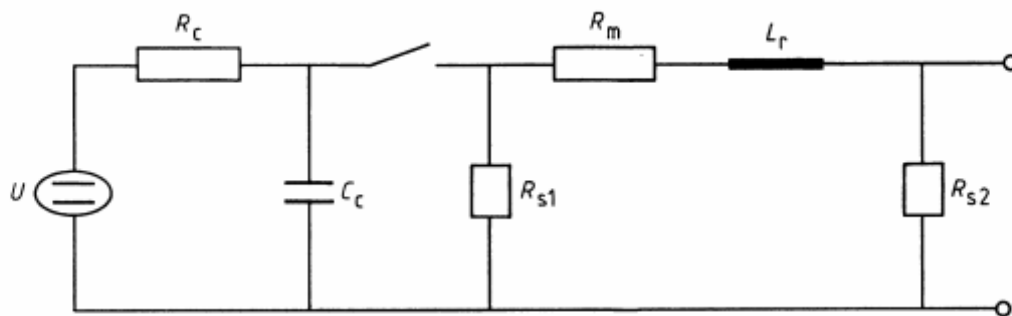
Biểu đồ dòng: xem hình C.20 và bảng C.12

Cực: dương/âm

Pha chuyển: trong dải từ 0° đến 360°

Chỉ số lặp: ít nhất 1 lần mỗi phút





Ghi chú:  $U$  là nguồn cao áp

$R_c$  là điện trở thay đổi

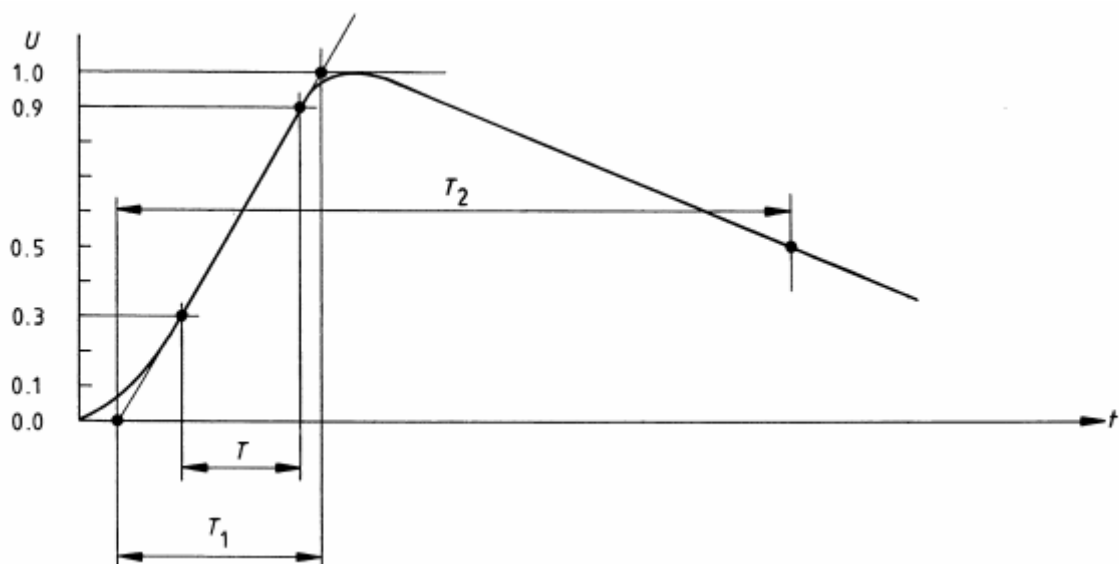
$C_c$  là tụ điện tích điện

$R_s$  là điện trở định dạng độ dài xung

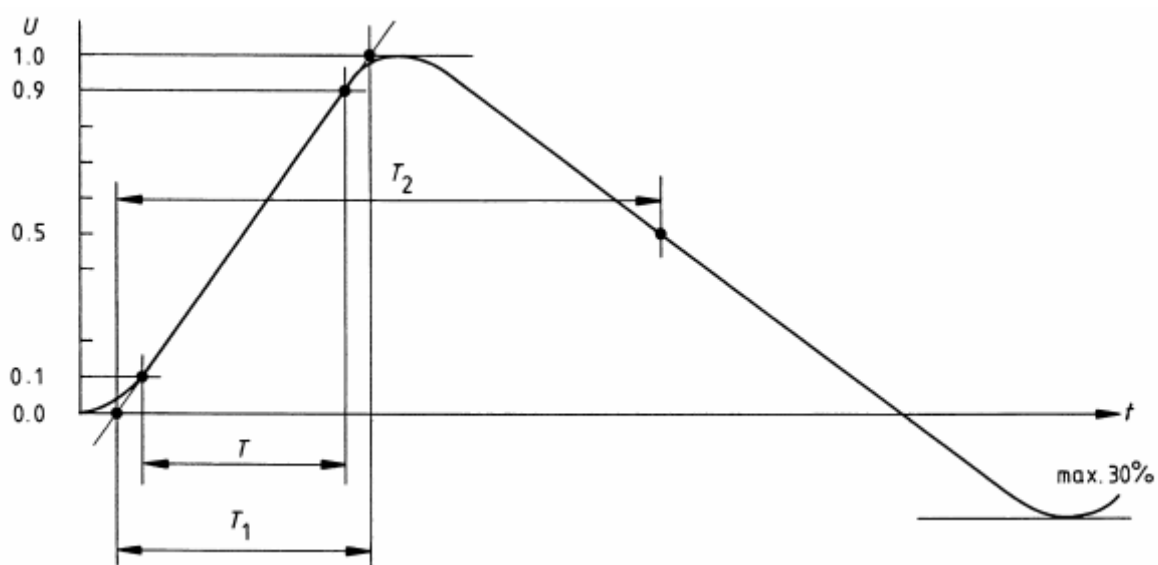
$R_m$  là điện trở phối hợp trở kháng

$L_r$  là cuộn cảm định dạng thời gian nâng

**Hình C.18 - Sơ đồ mạch điện đơn giản của máy phát điện trộn sóng điện từ**



**Hình C.19 - Dạng sóng của điện áp mạch hở**



Hình C.20 - Dạng sóng của dòng ngắn mạch

**PHỤ LỤC D (tham khảo)****Một số ví dụ tính toán****D.1 Ví dụ tính toán xác suất sét đánh tổng hợp**

Một bệnh viện thuộc tỉnh Nam Định cao 10m và chiếm một diện tích là 10x12 (m<sup>2</sup>). Bệnh viện xây dựng ở vùng đồng bằng, ở khu vực có ít công trình khác hoặc cây xanh có chiều cao tương đương. Kết cấu công trình bằng bê tông cốt thép với mái không phải bằng kim loại.

Để xác định rằng liệu có cần đến hệ thống chống sét hay không, tính hệ số rủi ro tổng hợp như sau:

- a) Số vụ sét đánh trên 1km<sup>2</sup> trong 1 năm: Trên cơ sở bản đồ mật độ sét đánh cho ở Hình 2 và hướng dẫn ở 7.2 xác định được giá trị  $N_g$  là 8,2 lần sét đánh xuống đất trên 1 km<sup>2</sup> trong một năm.
- b) Diện tích thu sét: Sử dụng công thức (1) ở 7.2, diện tích thu sét  $A_c$  (m<sup>2</sup>) được tính như sau:

$$\begin{aligned} A_c &= LW + 2LH + 2WH + \pi H^2 \\ &= (70 \times 12) + 2(10 \times 10) + 2(12 \times 10) + (\pi \times 100) \\ &= 840 + 1400 + 240 + 314 \\ &= 2794 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- c) Xác suất sét đánh: Sử dụng công thức (2) trong 7.2 xác suất sét đánh trong một năm,  $p$  là:

$$\begin{aligned} p &= A_c \times N_g \times 10^{-6} \\ &= 2794 \times 8,2 \times 10^{-6} \\ &= 22,9 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

- d) Sử dụng các hệ số điều chỉnh: Các hệ số sau lần lượt được áp dụng:

- Hệ số A = 1,7
- Hệ số B = 0,4
- Hệ số C = 1,7
- Hệ số D = 1,0
- Hệ số E = 0,3

$$\begin{aligned} \text{Tích các hệ số} &= A \times B \times C \times D \times E \\ &= 1,7 \times 1,0 \times 1,7 \times 2,0 \times 0,3 \\ &= 0,35 \end{aligned}$$

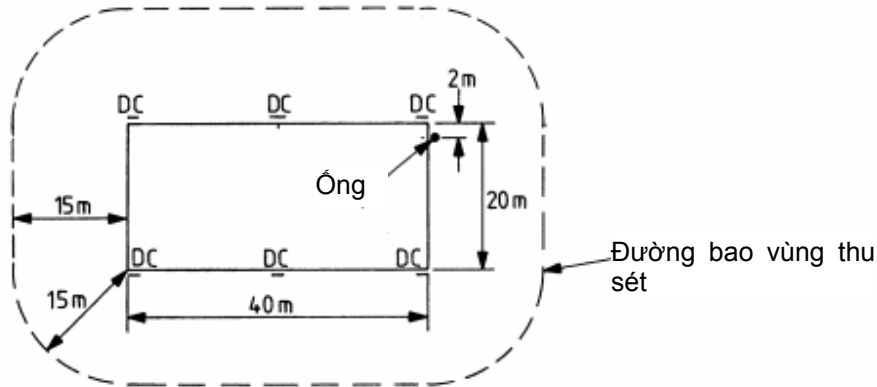
Xác suất sét đánh tổng hợp là:  $22,9 \times 0,35 \times 10^{-3} = 8,0 \times 10^{-3}$

Kết luận: Cần lắp đặt hệ thống chống sét.

**D.2 Ví dụ tính toán về liên kết các chi tiết kim loại với hệ thống chống sét**

Dưới đây là ví dụ tính toán để quyết định có hay không liên kết các chi tiết kim loại với hệ thống chống sét.

Tình huống: một ống thép đúc thẳng đứng được bố trí cách dây xuống của hệ thống chống sét 2m được lắp đặt ở chung cư cao 15m tại thị xã Bắc Ninh, trong 1 năm có 8,2 lần sét đánh xuống/km<sup>2</sup>. Diện tích của tòa nhà là 40m x 20m (xem Hình D.1).



Hình D.1 - Mặt bằng vùng thu sét

Giả thiết: giả thiết rằng mức rủi ro chấp nhận  $p_0=10^{-5}$ , điện trở của cực nổi đất là 10  $\Omega$ , và số lượng dây xuống là 6.

Vấn đề đặt ra: Hãy quyết định có hay không nên liên kết cái ống thép đó có chiều cao lớn nhất là 12m với hệ thống chống sét.

Trình tự: Mặt bằng vùng được chọn đã cho là:

$$L=40m, W= 20m, H=15m.$$

Diện tích thu sét: Xác định theo phương trình (1):

$$\begin{aligned} A_e &= LW + 2LH + 2WH + \pi H^2 \\ &= (40 \cdot 20) + 2(40 \cdot 15) + 2(20 \cdot 15) + (\pi \cdot 225) \\ &= 800 + 1200 + 600 + 707 \end{aligned}$$

$$A_e = 3307m^2 \text{ (làm tròn } 3300m^2)$$

Xác suất bị sét đánh. Xác định theo phương trình (2):

$$\begin{aligned} p &= A_e \cdot N_g \cdot 10^{-6} \\ &= 3300 \cdot 8,2 \cdot 10^{-6} \\ p &= 27,06 \cdot 10^{-3} \text{ lần bị sét đánh trong 1 năm} \\ &\text{( làm tròn } 27 \cdot 10^{-3} \text{ hoặc 1 lần trong 37 năm)} \end{aligned}$$

Xác định dòng điện trong tia sét

$$\begin{aligned} \frac{p}{p_0} &= \frac{(4 \cdot 10^{-3})}{10^{-5}} \\ &= 27 \cdot 10^2 \\ &= 2700 \end{aligned}$$

Vì  $p$  lớn hơn  $100p_0$  nên giả thiết dòng điện sét lớn nhất là 200kA (xem Hình 25).

GHI CHÚ: Với giá trị  $\frac{p}{p_0}$  nhỏ hơn 100, cường độ dòng điện đó sẽ là  $100 \log_{10} \frac{p}{p_0}$  như thể hiện trong Hình 25.

Điện áp giữa hệ thống chống sét và ống nổi đất ở chiều cao 12m. Có 2 trường hợp xảy ra, với ống kim loại có liên kết và với ống kim loại không liên kết với cực nổi đất, như sau:

a) Ống liên kết với cực nổi đất. Điện áp kháng có thể được bỏ qua và điện áp giữa hệ thống chống sét và ống nổi đất bằng điện áp tự cảm ( $V=V_L$ ).

Giả thiết có 6 dây xuống ( $n=6$ ), mỗi dây xuống có kích thước 25mm x 3 mm, bán kính hiệu dụng  $r_e=0,008m$ , chiều dài mạch  $l = 12m$  và  $S=2m$ , nếu các giá trị này được đưa vào phương trình (4) và (6) thì  $V_L$  được tính như sau:

$$V_L = 200 \times 10^3 \times 12 \times \frac{0.46 \log_{10} (2/0.008)}{6} = 440 \text{ kV}$$

Theo Hình 27, khoảng cách 0,85m là cần thiết, cộng với 30 % khi tính đến vị trí góc sẽ ra tổng là 1,1m. Khoảng cách thực tế là 2m, do đó việc liên kết là không cần thiết ở điểm cao nhất của ống.

b) Ống nổi đất nhưng không liên kết ống và cực nổi đất. Tổng điện áp duy trì bởi hệ thống chống sét ( $V$ ) được tính như sau:

$$V=V_R+V_L$$

Trong đó

$V_R$  là điện áp kháng phát sinh trong hệ thống mạng nổi đất.

$V_L$  được lấy giá trị như trong trường hợp a) mà  $V_R$  được tính thêm vào như sau:

$$V_R = \frac{200 \times 10^3}{6} \times 10 \times 6 \text{ [do mỗi cực nổi đất có thể có một điện trở tính bằng } (\Omega) \text{ là } n \times 10]$$

$$V_R = 2 \text{ MV}$$

$$V = 2 + 0,44 = 2,44 \text{ MV}$$

Từ Hình 27, khoảng cách 6m là cần thiết với điện áp như trên và do đó ống cần được liên kết với hệ thống chống sét ở điểm cao nhất hoặc thấp nhất để khử điện áp kháng. Phần tính toán ở trên chứng tỏ rằng điện áp tạo bởi hiệu ứng lan truyền sét phụ thuộc chủ yếu vào số lượng dây xuống và độ lớn điện trở đất.

Khi khoảng cách 2m (bằng khoảng cách ly  $S$ ) được sử dụng để đánh giá điện áp phóng điện từ Hình 27, nó có nghĩa là cự ly gần nhất của chi tiết kim loại kết nối với ống đến các chi tiết kim loại kết nối với dây xuống là 2m. Nếu ống có khoảng cách ly 2m với dây xuống như trong trường hợp này nhưng thêm vào đó nó có nhánh đi gần với điểm cao nhất của dây xuống trong phạm vi 1m, thì khoảng cách 1m phải được kiểm tra theo Hình 27 với điện áp do sét tạo ra để bảo đảm rằng có khoảng cách ly thích hợp.

**PHỤ LỤC E (tham khảo)****Số liệu về mật độ sét đánh tại các địa danh của Việt Nam**

TT	Tỉnh, Thành phố	Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km <sup>2</sup> /năm)
1	An Giang	Tp. Long Xuyên, Tx. Châu Đốc, An Phú, Châu Phú, Châu Thành, Chợ Mới, Phú Tân, Tân Châu, Tịnh Biên, Thoại Sơn, Tri Tôn	13,7
2	Bà Rịa Vũng Tàu	Tp. Vũng Tàu, Tx. Bà Rịa, Châu Đức, Côn Đảo, Long Điền, Đất Đỏ, Xuyên Mộc	8,2
		Tân Thành, Châu Đức	10,9
3	Bắc Cạn	Tx. Bắc Kạn, Bạch Thông, Chợ Đồn, Chợ Mới, Na Rì, Ngân Sơn, Pác Nặm	8,2
		Chợ Đồn	10,9
4	Bắc Giang	Tx. Bắc Giang, Hiệp Hoà, Lạng Giang, Lục Nam, Lục Ngạn, Sơn Động, Tân Yên, Việt Yên, Yên Dũng, Yên Thế	8,2
5	Bắc Ninh	Tx. Bắc Ninh, Gia Bình, Lương Tài, Quế Võ, Yên Phong	8,2
		Từ Sơn, Tiên Du, Thuận Thành	10,9
6	Bạc Liêu	Tx Bạc Liêu	10,9
		Giá Rai, Đông Hải, Hồng Dân, Phước Long, Vĩnh Lợi	13,7
7	Bến Tre	Tx. Bến Tre, Châu Thành, Chợ Lách, Giồng Trôm, Mỏ Cày	13,7
		Thạnh Phú, Ba Tri, Bình Đại	10,9
8	Bình Định	Tp. Quy Nhơn, Tuy Phước	5,7
		An Lão, An Nhơn, Hoài Ân, Hoài Nhơn, Phù Cát, Phù Mỹ, Tây Sơn, Vân Canh, Vĩnh Thạnh	8,2
9	Bình Dương	Tx. Thủ Dầu Một, Dĩ An, Tân Uyên, Thuận An	13,7
		Bến Cát, Dầu Tiếng, Phú Giáo	14,9
10	Bình Phước	Tx. Đồng Xoài, Bình Long, Chơn Thành, Đồng Phú	14,9
		Bù Đốp, Bù Đăng, Lộc Ninh, Phước Long	13,7
11	Bình Thuận	Tp. Phan Thiết, Hàm Tân, Hàm Thuận Bắc, Hàm Thuận Nam, Tánh Linh	8,2
		Đức Linh	10,9

TT	Tỉnh, Thành phố	Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km <sup>2</sup> /năm)
		Phú Quý	7,0
		Bắc Bình	5,7
		Tuy Phong	3,4
12	Cà Mau	Tx. Cà Mau, U Minh, Thới Bình, Trần Văn Thời, Cái Nước, Đầm Dơi, Phú Tân, Năm Căn, Ngọc Hiển	13,7
13	Cao Bằng	Tx. Cao Bằng, Bảo Lạc, Bảo Lâm, Hà Quảng, Hạ Lang, Hà An, Nguyên Bình, Phục Hoà, Quảng Uyên, Thạch An, Thông Nông, Trà Lĩnh, Trùng Khánh	9,2
14	Cần Thơ	Q. Bình Thủy, Q. Cái Răng, Q. Ninh Kiều, Q. Ô Môn, Cờ Đỏ, Phong Điền, Thốt Nốt, Vĩnh Thạnh	13,7
15	Đà Nẵng	Q. Hải Châu, Q. Liên Chiểu, Q. Ngũ Hành Sơn, Q. Sơn Trà, Thanh Khê, Hòa Vang	8,2
		Hoàng Sa	7,0
16	Đắk Lắk	Tp. Buôn Ma Thuột, Buôn Đôn, Ea Súp, Cư M'Gar, Ea H'Leo, Krông Buk, Krông Năng	13,7
		Krông Păk, Krông Ana, Lắk, Krông Bông, Ea Kar	10,9
		M'Đrăk	8,2
17	Điện Biên	Tp. Điện Biên Phủ, Điện Biên, Điện Biên Đông	8,2
		Tx. Mường Lay, Mường chà, Mường Nhé, Tủa Chùa, Tuần Giáo	10,9
18	Đắk Nông	Đắk Nông, Krông Nô	10,9
		Đắk Mil, Đắk R' Lấp, Đắk Song	13,7
19	Đồng Nai	Tp. Biên Hòa, Long Thành, Nhơn Trạch, Vĩnh Cửu, Trảng Bom	13,7
		Tx. Long Khánh, Tân Phú, Định Quán, Thống Nhất	10,9
		Xuân Lộc, Cẩm Mỹ	8,2
20	Đồng Tháp	Tx. Cao Lãnh, Lấp Vò, Sa Đéc, Tân Hồng, Tam Nông, Tháp Mười, Hồng Ngự, Cao Lãnh, Thanh Bình, Lai Vung, Châu Thành	13,7
21	Gia Lai	Tx. An Khê, Chư Pah, Ia Grai, Mang Yang, Đắc Đoa, Đắc Pơ	8,2
		Tp. Pleiku, K'Bang, Ia Pa, Đức Cơ, Krông Pa	10,9
		Chư Prông, Chư Sê, A Yun Pa	13,7
22	Hà Giang	Tx Hà Giang, Bắc Mê, Bắc Quang, Mèo Vạc, Quản	10,9

TT	Tỉnh, Thành phố	Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km <sup>2</sup> /năm)
		Bạ, Vị Xuyên,	
		Hoàng Su Phì, Quang Bình, Xín Mần, Đồng Văn, Mèo Vạc, Yên Minh	8,2
23	Hà Nam	Tx. Phủ Lý, Kim Bảng, Thanh Liêm, Duy Tiên	10,9
		Bình Lục, Lý Nhân	8,2
24	Hà Nội	Q. Ba Đình, Q. Cầu Giấy, Q. Đống Đa, Q. Hai Bà Trung, Q. Hoàng Mai, Q. Hoàn Kiếm, Q. Long Biên, Q. Tây Hồ, Q. Thanh Xuân, Gia Lâm, Thanh Trì, Từ Liêm, Đông Anh	10,9
		Sóc Sơn	8,2
25	Hà Tây	Tx. Hà Đông, Tx. Sơn Tây, Ba Vì, Chương Mỹ, Đan Phượng, Hoài Đức, Mỹ Đức, Phú Xuyên, Phúc Thọ, Quốc Oai, Thạch Thất, Thanh Oai, Thường Tín, Ứng Hòa	10,9
		Phúc Thọ, Đan Phượng, Thạch Thất, Quốc Oai, Hoài Đức	8,2
26	Hà Tĩnh	Tx. Hà Tĩnh, Cẩm Xuyên, Can Lộc, Đức Thọ, Hương Sơn, Kỳ Anh, Nghi Xuân, Thạch Hà, Vũ Quang	8,2
		Hương Khê	10,9
27	Hậu giang	Châu Thành, Phụng Hiệp	10,9
		Tx. Vị Thanh, Vị Thủy, Long Mỹ, Châu Thành A	13,7
28	Hải Dương	Tp. Hải Dương, Bình Giang, Cẩm Giàng, Chí Linh, Gia Lộc, Nam Sách, Ninh Giang, Thanh Miện	8,2
		Kinh Môn, Kim Thành, Thanh Hà, Tứ Kỳ	10,9
29	Hải Phòng	Q. Hồng Bàng, Q. Kiến An, Q. Lê Chân, Q. Ngô Quyền, An Dương, An Lão, Kiến An, Bạch Long Vĩ, Thủy Nguyên,	10,9
		Q. Hải An, Tx. Đồ Sơn, Tiên Lãng, Vĩnh Bảo, Kiến Thụy, Cát Hải	8,2
30	Hoà Bình	Tx Hòa Bình, Đà Bắc, Kim Bôi, Kỳ Sơn, Lạc Thủy, Lương Sơn, Mai Châu	10,9
		Cao Phong, Tân Lạc, Lạc Sơn, Yên Thủy	13,7
31	Hưng Yên	Tx. Hưng Yên, Phù Cừ, Tiên Lữ	8,2
		Ân Thi, Khoái Châu, Kim Động, Mỹ Hào, Văn Giang, Văn Lâm, Yên Mỹ	10,9
32	Khánh Hoà	Tp. Nha Trang	3,4



TT	Tỉnh, Thành phố	Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km <sup>2</sup> /năm)
		Tx. Cam Ranh, Diên Khánh, Vạn Ninh, Ninh Hòa	5,7
		Khánh Sơn, Khánh Vĩnh	8,2
		Trường Sa	7,0
33	Kiên Giang	Tx. Rạch Giá, Tx. Hà Tiên, An Biên, An Minh, Châu Thành, Giồng Riềng, Gò Quao, Hòn Đất, Kiên Hải, Kiên Lương, Tân Hiệp, Vĩnh Thuận	13,7
		Phú Quốc	7,0
34	Kon Tum	Tx. Kom Tum, Kon Plông, Kon Rẫy, Đăk Glei, Đăk Hà, Sa Thầy	8,2
		Đăk Tô, Ngọc Hồi	5,7
35	Lâm Đồng	Tp. Đà Lạt, Đam Rông, Đơn Dương, Đức Trọng, Lâm Hà	10,9
		Tx. Bảo Lộc, Bảo Lâm, Cát Tiên, Di Linh	8,2
		Đạ Huoai, Đạ Tẻh	5,7
		Lạc Dương	13,7
36	Lào Cai	Tp Lào Cai, Sa Pa, Bắc Hà, Bát Xát, Mường Khương, Si Ma Cai	8,2
		Bảo Thắng, Bảo Yên, Văn Bàn	10,9
37	Lạng Sơn	Tx. Lạng Sơn, Bắc Sơn, Bình Gia, Cao Lộc, Chi Lăng, Đình Lập, Hữu Lũng, Lộc Bình, Tràng Định, Văn Lãng, Văn Quan	8,2
38	Lai Châu	Tx Lai Châu, Tx Lai Châu, Mường Tè, Phong Thổ, Sìn Hồ, Tam Đường, Than Uyên	8,2
39	Long An	Tx. Tân An, Bến Lức, Cần Đước, Cần Giuộc, Châu Thành, Đức Hòa, Tân Trụ, Tân Hưng, Tân Thạnh, Thủ Thừa	13,7
		Đức Huệ, Mộc Hóa, Thạnh Hóa, Vĩnh Hưng	14,9
41	Nam Định	Tp. Nam Định, Giao Thủy, Hải Hậu, Mỹ Lộc, Nam Trực, Nghĩa Hưng, Trực Ninh, Vụ Bản, Xuân Trường, Ý Yên	8,2
42	Nghệ An	Tp. Vinh, Tx. Cửa Lò, Hưng Nguyên, Nam Đàn, Thanh Chương, Đô Lương, Yên Thành, Quỳnh Lưu, Diễn Châu	8,2
		Anh Sơn, Con Cuông, Nghĩa Đàn, Tân Kỳ, Tương Dương, Kỳ Sơn, Quế Phong	10,9
		Quỳ Châu, Quỳ Hợp	13,7

TT	Tỉnh, Thành phố	Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km <sup>2</sup> /năm)
43	Ninh Bình	Tx. Ninh Bình Tx. Tam Điệp, Hoa Lư, Kim Sơn, Yên Khánh, Yên Mô	8,2
		Gia Viễn, Nho Quan	10,9
44	Ninh Thuận	Tx. Phan Rang, Ninh Phước	1,4
		Bắc Ái, Ninh Sơn	5,7
		Ninh Hải	3,4
45	Phú Thọ	Tp. Việt Trì, Tx. Phú Thọ, Đoan Hùng, Hạ Hoà, Lâm Thao, Phù Ninh, Cẩm Khê, Tam Nông, Thanh Ba, Thanh Sơn, Thanh Thủy, Yên Lập	10,9
46	Phú Yên	Tp. Tuy Hòa	3,4
		Đông Xuân, Sông Hinh, Sơn Hòa	8,2
		Phù Hòa, Sông Cầu, Tuy An, Tuy Hòa	5,7
47	Quảng Bình	Tp. Đồng Hới, Bố Trạch, Lệ Thủy, Minh Hóa, Quảng Ninh, Quảng Trạch	8,2
		Tuyên Hóa	10,9
48	Quảng Nam	Tx. Tam Kỳ, Tx. Hội An, Bắc Trà My, Duy Xuyên, Đại Lộc, Điện Bàn, Nam Trà My, Phú Ninh, Núi Thành, Quế Sơn, Thăng Bình, Tiên Phước, Hiệp Đức	8,2
		Đông Giang, Nam Giang, Phước Sơn, Tây Giang, Nam Trà My	10,9
49	Quảng Ngãi	Tx. Quảng Ngãi, Bình Sơn, Đức Phổ, Lý Sơn, Mộ Đức, Nghĩa Hành, Tư Nghĩa, Sơn Tịnh	8,2
		Ba Tơ, Minh Long, Sơn Hà, Sơn Tây, Tây Trà, Trà Bồng	10,9
50	Quảng Ninh	Tp. Hạ Long, Tx. Uông Bí, Đông Triều, Yên Hưng, Hoành Bồ, Bình Liêu	8,2
		Tx. Móng Cái, Ba Chẽ, Cô Tô, Đầm Hà, Hải Hà, Hoành Bồ, Tiên Yên, Vân Đồn, Cẩm Phả	10,9
51	Quảng Trị	Tx. Đông Hà, Cam Lộ, Cồn Cỏ, Đa Krông, Gio Linh, Hải Lăng, Hướng Hóa, Vĩnh Linh	8,2
		Tx. Quảng Trị, Đa Krông, Hải Lăng, Triệu Phong	10,9
52	Sơn La	Tx Sơn La, Bắc Yên, Mai Sơn, Mộc Châu, Mường La, Phù Yên, Quỳnh Nhai, Sông Mã, Sốp Cộp, Thuận Châu, Yên Châu	10,9
53	Sóc Trăng	Tx. Sóc Trăng, Cù Lao Dung, Kế Sách, Long Phú,	10,9

TT	Tỉnh, Thành phố	Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km <sup>2</sup> /năm)
		Mỹ Xuyên, Vĩnh Châu	
		Mỹ Tú, Ngã Năm, Thạnh Trị	13,7
54	Tây Ninh	Tx. Tây Ninh, Châu Thành, Hòa Thành, Tân Biên, Tân Châu	13,7
		Gò Dầu, Trảng Bàng, Bến cầu, Dương Minh Châu	14,9
55	Thái Bình	Tp. Thái Bình, Đông Hưng, Hưng Hà, Kiến Xương, Quỳnh Phụ, Thái Thụy, Tiền Hải, Vũ Thư	8,2
56	Thái Nguyên	Tp. Thái Nguyên, Định Hóa, Đồng Hỷ, Phổ Yên, Phú Bình, Phú Lương, Võ Nhai, Tx. Sông Công, Đại Từ	8,2
57	Thanh Hoá	Tp. Thanh Hóa, Tx. Bim Sơn, Tx. Sầm Sơn, Đông Sơn, Hà Trung, Hậu Lộc, Hoằng Hóa, Như Thanh, Như Xuân, Nông Cống, Nga Sơn, Thiệu Hóa, Thọ Xuân, Quảng Xương, Tĩnh Gia, Triệu Sơn, Vĩnh Lộc, Yên Định	8,2
		Bá Thước, Thạch Thành, Cẩm Thủy	13,7
		Lang Chánh, Mường Lát, Quan Hóa, Quan Sơn, Thường Xuân, Ngọc Lặc, Cẩm Thủy	10,9
58	Thừa Thiên Huế	Tp. Huế, Phong Điền, Phú Lộc, Phú Vang, Quảng Điền	10,9
		A Lưới, Hương Trà, Hương Thủy, Nam Đông	13,7
59	Tiền Giang	Tp. Mỹ Tho, Tx. Gò Công, Cái Bè, Cai Lậy, Châu Thành, Tân Phước, Chợ Gạo, Gò Công Đông, Gò Công Tây	13,7
60	Tp. Hồ Chí Minh	Quận 2, Quận 3, Quận 4, Quận 5, Quận 6, Quận 7, Quận 8, Quận 9, Quận 10, Quận 11, Q. Tân Phú, Q. Bình Tân, Q. Bình Thạnh, Q. Gò Vấp, Q. Phú Nhuận, Q. Tân Bình, Q. Thủ Đức, Bình Chánh, Nhà Bè, Hóc Môn	13,7
		Cần Giờ	10,9
		Củ Chi	14,9
61	Trà Vinh	Tx. Trà Vinh, Càng Long	13,7
		Cầu Kè, Cầu Ngang, Châu Thành, Duyên Hải, Tiểu Cần, Trà Cú	10,9
62	Tuyên Quang	Tx. Tuyên Quang, Chiêm Hóa, Hàm Yên, Na Hang, Sơn Dương	10,9
		Sơn Dương	8,2

TT	Tỉnh, Thành phố	Huyện	Mật độ sét đánh (số lần/km <sup>2</sup> /năm)
63	Vĩnh Long	Tx. Vĩnh Long, Long Hồ, Mang Thít	13,7
		Tam Bình, Trà Ôn, Vũng Liêm, Bình Minh	10,9
64	Vĩnh Phúc	Tp. Vĩnh Yên, Tx. Phúc Yên, Bình Xuyên, Lập Thạch, Tam Dương, Vĩnh Tường, Yên Lạc	10,9
		Tam Đảo, Mê Linh	8,2
65	Yên Bái	Tp. Yên Bái, Tx. Nghĩa Lộ, Lục Yên, Mù Cang Chải, Trạm Tấu, Trấn Yên, Văn Chấn, Văn Yên, Yên Bình	10,9

**GHI CHÚ:**

- Số liệu tham khảo ở bảng E.1 được tra theo bản đồ ở Hình 2 và các khuyến cáo ở 7.2.
- Đối với huyện có đường đồng mức cắt qua, mật độ sét lấy theo giá trị đường đồng mức lân cận cao nhất mà các vùng trong huyện có thể bị ảnh hưởng.
- Mật độ sét ở các hải đảo được Viện Vật lý địa cầu khuyến cáo lấy từ 2,5 đến 7,0 lần/km<sup>2</sup>/năm.