

CẢI THIỆN KHẢ NĂNG CHỊU SÉT CHO ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐA MẠCH HAI CẤP ĐIỆN ÁP BẰNG CÁCH SỬ DỤNG CHỐNG SÉT VAN

IMPROVING LIGHTNING PERFORMANCE OF TWO RATED VOLTAGE MULTI CIRCUIT TRANSMISSION LINES BY USE OF LINE SURGE ARRESTERS

Ninh Văn Nam, Nguyễn Quang Thuận

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Ngày nhận bài: 26/11/2020, Ngày chấp nhận đăng: 16/03/2021, Phản biện: TS. Trần Anh Tùng

Tóm tắt:

Đường dây truyền tải đa mạch nhiều cấp điện áp đi chung cột ngày càng được sử dụng rộng rãi vì giảm được chi phí xây dựng, tận dụng được diện tích đất chiếm dụng làm hành lang tuyến và vị trí các móng cột. Tuy nhiên, sử dụng đường dây đa mạch nhiều cấp điện áp đi chung cột cũng xuất hiện một số bất lợi trên phương diện bảo vệ chống sét. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu lắp đặt chống sét van (CSV) nhằm giảm suất cắt do sét cho đường dây truyền tải bốn mạch có hai cấp điện áp 220 kV và 110 kV đi chung trên một cột. Kết quả nghiên cứu dựa trên mô hình điện hình học (EGM) và phần mềm mô phỏng EMTP/ATP. Suất cắt đường dây trong các trường hợp cấu hình lắp đặt CSV khác nhau được so sánh và đánh giá. Ảnh hưởng của một số tham số như điện trở tiếp địa cột, chiều cao cột được phân tích đánh giá. Năng lượng hấp thụ và dòng điện qua CSV cũng được xác định làm cơ sở cho việc lựa chọn CSV phù hợp.

Từ khóa:

Đường dây truyền tải, chống sét van, suất cắt, EMTP/ATP.

Abstract:

Multi-rated-voltage multi-circuit overhead transmission lines are increasingly used because of their reduced construction costs, and right-of-way requirement. However, using these transmission lines bring along with disadvantages in terms of lightning protection. This paper studies application of line surge arresters to reduce lightning outage rate for four-circuit transmission line with two rated voltage levels of 220 kV and 110 kV built on a single tower. The study utilizes Electro-Geometric Model (EGM) method and EMTP/ATP simulation software. Outage rate in cases of different arrangements of line surge arrester are evaluated and compared. Effect of parameters such as tower footing resistance and tower height are analyzed. Absorbed energy and current through line surge arrester are also determined as basic for selection of suitable line surge arrester.

Keywords:

Transmission line, line surge arrester, outage rate, EMTP/ATP.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Theo quy hoạch điện VII điều chỉnh giai đoạn 2011 - 2020 có xét đến năm 2030

cần xây dựng mới hàng chục nghìn kilomet đường dây 110 kV, 220 kV và 500 kV, dự kiến trong 15 năm từ năm

2015 đến năm 2030 tổng chiều dài dây truyền tải tăng 2,15 lần [1]. Lưới điện truyền tải có quy mô ngày càng mở rộng trong khi diện tích đất để xây dựng các tuyến đường dây cũng như hành lang tuyến đều có giới hạn nhất định. Do vậy, các đường dây đa mạch cùng cấp điện áp hoặc khác cấp điện áp đi chung cột ngày càng được sử dụng phổ biến (hình 1).

Sét đánh vào đường dây truyền tải điện là một trong những nguyên nhân chủ yếu gây ra các sự cố nghiêm trọng trong hệ thống điện (HTĐ).



Hình 1. Đường dây bốn mạch 2×220 kV (phía trên) và 2×110 kV (phía dưới)

Theo thống kê [2], sự cố gây cắt điện trên đường dây truyền tải có nguyên nhân do sét chiếm tới hơn 70%. Sự thay đổi cấu trúc đường dây, cơ cấu nguồn trong HTĐ đồng thời với việc hoàn thiện các thiết bị chống sét đang đặt ra yêu cầu phải nghiên cứu sâu hơn các giải pháp hiệu quả nhằm giảm thiểu sự cố do sét đánh vào các đường dây tải điện. Sự cố do sét trên các đường dây truyền tải đa mạch nhiều cấp

điện áp đi chung cột còn nặng nề hơn so với các đường dây một mạch một cấp điện áp không đi chung cột. Nhược điểm lớn nhất của đường dây đa mạch nhiều cấp điện áp đi chung cột là chiều cao cột tăng, dẫn đến số lần sét đánh vào đường dây tăng lên và trị số dòng điện sét lớn nhất đánh vào các dây pha tăng lên. Một số giải pháp cải thiện khả năng chịu sét cho đường dây đa mạch có hai cấp điện áp đi chung cột đã được đề xuất như giảm điện trở tiếp địa cột [3, 4], sử dụng cách điện không cân bằng [5] nhưng sự cố do sét vẫn ở mức cao.

Lắp đặt CSV là giải pháp hiệu quả để cải thiện khả năng chịu sét cho các đường dây truyền tải đã được công bố trong [3, 6-8] và kiểm chứng từ thực tế vận hành trong những năm qua [2]. Nếu tất cả các vị trí cột và trên tất cả các pha đều lắp CSV thì suất cắt do sét gần như bằng không [3]. Nhưng thực tế điều này rất khó khả thi vì chi phí đầu tư lớn, nên các đơn vị vận hành chỉ dựa vào kinh nghiệm để lắp đặt CSV ở một vài vị trí nhưng chưa có nghiên cứu cụ thể, thuyết phục. Năm 2018 một bài báo đã nghiên cứu hiệu quả của giải pháp dùng CSV để bảo vệ đường dây truyền tải điện [9], phân tích ảnh hưởng của các thông số cấu trúc đường dây, số lượng và vị trí lắp đặt CSV đến hiệu quả giảm thiểu suất cắt do sét đối với đường dây truyền tải điện. Nghiên cứu này cho thấy, đối với đường dây 220 kV và 110 kV vị trí và số lượng CSV lắp đặt phụ thuộc rất mạnh vào trị số điện trở tiếp địa cột (R_{td}) và số lượng dây chống sét (DCS) đến suất cắt của đường dây. Khi

quyết định số lượng CSV được lắp đặt là 1, 2 hay 3 CSV thì vị trí lắp đặt ưu tiên phải được thay đổi cho phù hợp tùy thuộc vào giá trị R_{td} . Tuy nhiên nghiên cứu [9] và các nghiên cứu [3, 6-8] chỉ áp dụng cho đường dây một mạch hoặc hai mạch ở một cấp điện áp. Các đường dây đa mạch có hai cấp điện áp đi chung cột hiện chưa được xem xét, nghiên cứu.

Vì thế, bài báo sẽ tập trung nghiên cứu mô phỏng bằng phần mềm EMTP/ATP để lựa chọn vị trí lắp và số lượng lắp đặt CSV để giảm suất cắt trên đường dây truyền tải bốn mạch có hai cấp điện áp 220 kV và 110 kV đi chung cột. Ngoài ra nghiên cứu cũng xem xét sự ảnh hưởng của chiều cao cột và trị số điện trở tiếp địa cột tới suất cắt theo số lượng và vị trí lắp đặt CSV trên đường dây. Các tham số cột, dây dẫn, DCS, cách điện, tiếp địa là được lấy từ thực tế của đường dây truyền tải điện Việt Nam đang vận hành. Các kết quả nghiên cứu này là cơ sở cho các đơn vị quản lý vận hành lưới điện truyền tải tham khảo và ứng dụng chống sét cho đường dây truyền tải trong thực tiễn.

2. SUẤT CẮT CỦA ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI

Suất cắt của đường dây truyền tải xác định theo phương pháp EGM và phần mềm mô phỏng EMTP/ATP được trình bày trong [3]. Theo phương pháp này suất cắt do sét của đường dây truyền tải N_c là tổng suất cắt do sét đánh vào đỉnh cột hoặc DCS và sét đánh vào 100 km dây dẫn trong một năm.

$$N_c = BFR + SFFOR \quad (1)$$

Trong đó:

BFR: suất cắt do phóng điện ngược khi sét đánh vào đỉnh cột hoặc DCS;

SFFOR: suất cắt do sét đánh trực tiếp vào dây dẫn.

3. CÁC THAM SỐ CỦA ĐƯỜNG DÂY

Đường dây truyền tải 4 mạch hai cấp điện áp 220 kV và 110 kV đi chung một cột như hình 2a. Đường dây cấp 220 kV gồm 2 mạch đi phía trên, phân pha 2 dây (khoảng cách dây phân pha 30 cm); còn đường dây cấp 110 kV hai mạch đi phía dưới, không phân pha. Dây dẫn cấp điện áp 220 kV loại ACRS 500/62, còn cấp điện áp 110 kV ACRS 400/51. Hai DCS một dây sử dụng loại dây không có lõi quang PHLOX 116 và một dây sử dụng loại dây có lõi quang OPGW có tiết diện 90 mm². Các số liệu của dây dẫn và DCS được tổng hợp trình bày trong bảng 1.

Chuỗi cách điện sử dụng loại cách điện thủy tinh U70BS, cấp điện áp 220 kV gồm 15 bát và cấp điện áp 110 kV gồm 7 bát loại cách điện thủy tinh U70BS, chiều dài mỗi bát 146 mm. Giả thiết giả thiết đường dây đi trong khu vực có mật độ sét là 10 lần/100 km².năm.

Bảng 1. Tham số của dây dẫn và DCS

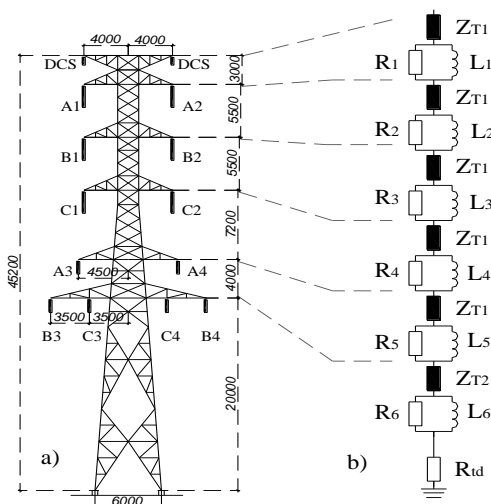
Loại dây	Đường kính (mm)	Điện trở một chiều R_0 (Ω /km)
ACRS 500/62	30,6	0,069
ACRS 400/51	27,5	0,073

Loại dây	Đường kính (mm)	Điện trở một chiều R_0 (Ω/km)
PHLOX 116	14	0,59
OPGW-90	14,4	0,48

4. MÔ HÌNH MÔ PHÒNG EMTP/ATP

Mô hình đường dây: Đường dây truyền tải trong EMTP/ATP sử dụng mô hình phụ thuộc tần số J-Marti đã được trình bày trong [3] với 2 DCS và 12 dây pha, khoảng vượt trung bình 350 m. Mô hình J-Marti sẽ tính toán sự thay đổi tổng trở sóng của dây dẫn theo các tần số khác nhau.

Mô hình cột: Cột trong EMTP/ATP sử dụng mô hình cột nhiều tầng multistory được đề xuất trong [10] minh họa trên hình 2b. Các tham số về tổng trở sóng Z , của điện trở R và điện cảm L từng đoạn cột trong mô hình mô phỏng được xác định theo [10]; dữ liệu kích thước cột, độ cao các dây pha và DSC so với đất, độ dài các tầng xà và độ vồng (S_g) trình bày trong bảng 2.



Hình 2. Mô hình cột 4 mạch trong EMTP/ATP

Bảng 2. Dữ liệu về kích thước đường dây

TT	Mạch	Pha	X (m)	Y (m)	S_g (m)
1	1	Trên	-4	40,1	8
2	1	Giữa	-4	34,51	8
3	1	Dưới	-4	29,01	8
4	2	Trên	4	40,1	8
5	2	Giữa	4	34,51	8
6	2	Dưới	4	29,01	8
7	3	Trên	-4,5	22,95	8
8	3	Giữa	-7	18,95	8
9	3	Dưới	-3,5	18,95	8
10	4	Trên	4,5	22,95	8
11	4	Giữa	7	18,95	8
12	4	Dưới	3,5	18,95	8
13	DCS1	-	-4	45,2	8
14	DCS2	-	4	45,2	8

Mô hình điện trở nối đất: Điện trở của hệ thống nối đất được thay thế bởi điện trở một chiều R_{td} [3], trong nghiên cứu này giá trị R_{td} thay đổi từ 10 Ω đến 50 Ω .

Mô hình chuỗi cách điện và khe hở phóng điện: Mô hình phóng điện trên cách điện trong bài báo này sử dụng mô hình theo IEEE [11], cơ chế phóng điện được thể hiện bằng đường đặc tính V-t phụ thuộc vào chiều dài của khe hở phóng điện theo biểu thức:

$$u(t) = \left(400 + \frac{710}{t^{0,75}} \right) \cdot L \quad (2)$$

Trong đó:

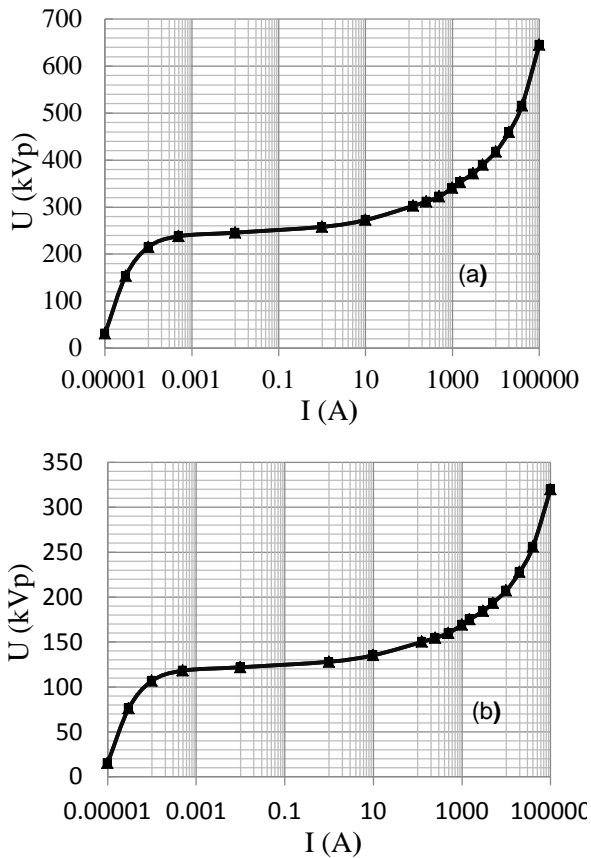
$u(t)$: là điện áp phóng điện (kV);

t : là thời gian phóng điện (μs);

L : là chiều dài khe hở phóng điện hoặc

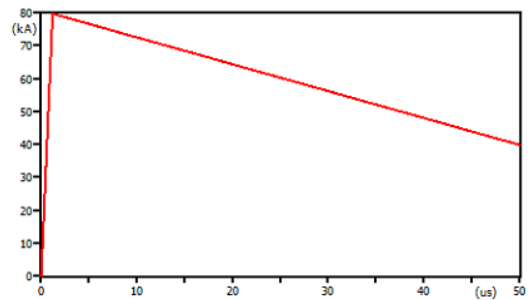
chiều dài chuỗi cách điện (m), khe hở phóng điện đối chuỗi cách điện cấp điện áp 220 kV là 1,8 m, cấp điện áp 110 kV là 1,1 m.

Mô hình CSV: CSV đường dây 220 kV và 110 kV sử dụng loại CSV không khe hở có đặc tính V-A như trên hình 3 [12]. Mô hình CSV trong mô phỏng sử dụng mô hình của IEEE đơn giản [3].



Hình 3. Đặc tính V-A của CSV: (a) 220 kV, (b) 110 kV

Mô hình nguồn sét: Nguồn sét dạng slope-ramp (1,2/50 μ s) có đặc tính như trên hình 4 [10], mô hình này gồm nguồn dòng mắc song song với tổng trở sóng của kênh sét $Z_s = 400 \Omega$ [10].

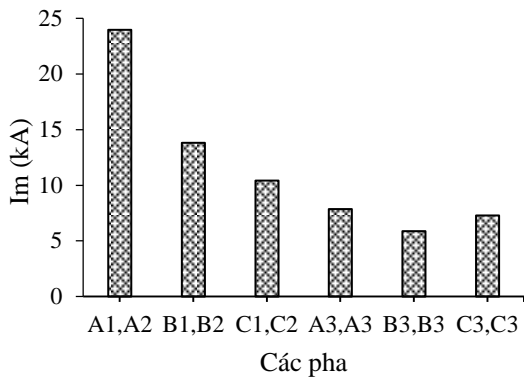


Hình 4. Sóng dòng điện sét slope-Ramp

5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

5.1. Dòng điện sét lớn nhất đánh vào dây pha

Dòng điện sét đánh vào đỉnh cột hoặc DCS có trị số bất kỳ, trong khi dòng điện sét đánh vào dây pha xác định theo mô hình EGM thì chỉ những dòng điện sét có trị số nhỏ hơn I_m (dòng điện sét lớn nhất đánh vào dây pha) mới đánh vào dây pha, còn lớn hơn I_m sẽ đánh xuống đất hoặc đỉnh cột và DCS. Kết quả tính toán xác định dòng điện sét lớn nhất vào dây pha theo cấu hình cột ở hình 2a được trình bày trên hình 5. Khi sét đánh đỉnh cột ngưỡng phóng điện phụ thuộc vào điện trở tiếp địa cột, cấu hình cột. Khi sét đánh vào dây dẫn, ngưỡng phóng điện không phụ thuộc vào điện trở nối đất, kiểu cột, mà chỉ phụ thuộc vào tổng trở sóng của dây dẫn. Kết quả mô phỏng cho thấy dòng điện sét gây phóng điện trên chuỗi cách điện khi sét đánh vào dây pha cấp 220 kV là 12 kA, còn cấp 110 kV là 9 kA. Với cấu hình cột như ở hình 2 góc bảo vệ của đường dây 220 kV là bằng 0° , còn đường dây 110 kV góc bảo vệ lớn nhất là $6,5^\circ$, vì thế suất cắt đường dây chủ yếu là do sét đánh vào đỉnh cột hoặc DCS.

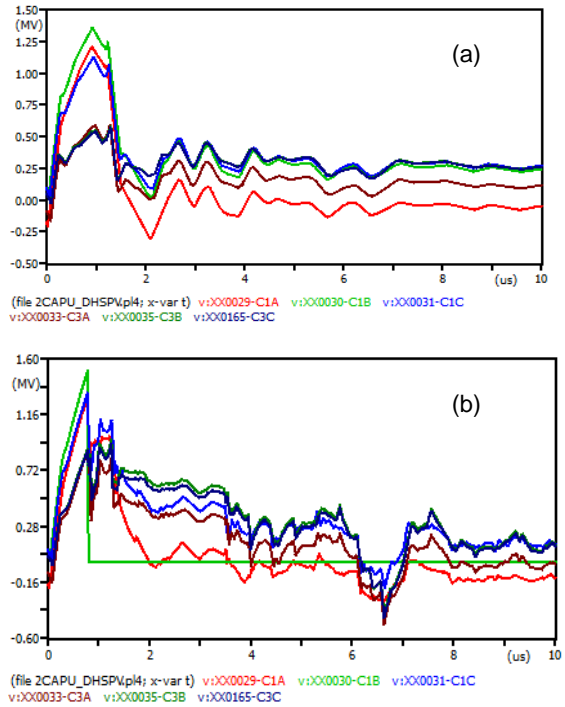


Hình 5. Trị số dòng điện sét lớn nhất đánh vào các pha

5.2. Điện áp trên cách điện

Điện áp trên cách điện ngoài phụ thuộc vào trị số dòng điện sét còn phụ thuộc vào tổng trở sóng của cột và điện trở tiếp địa cột. Kết quả mô phỏng khảo sát điện áp trên cách điện các pha mạch 220 kV và mạch 110 kV trong trường hợp sét đánh đỉnh cột khi giả thiết dòng điện sét có trị số 80 kA (1,2/50 μ s), còn R_{td} là 10 Ω và 30 Ω trình bày trên hình 6.

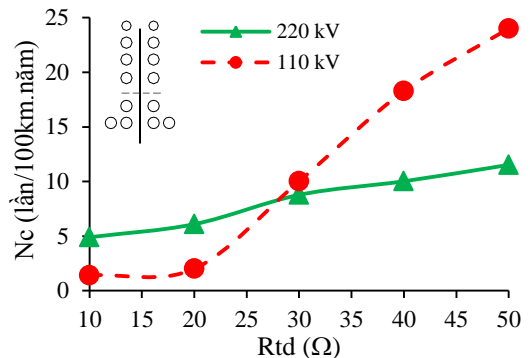
Kết quả mô phỏng cho thấy, khi R_{td} có trị số 10 Ω trên tất cả các pha của mạch 220 kV và mạch 110 kV không xảy ra phóng điện, nhưng khi R_{td} có trị số 30 Ω xảy ra phóng điện trên pha B của mạch 220 kV, điện trở tiếp địa càng lớn khả năng chịu sét của đường dây truyền tải càng kém. Như vậy, điện áp trên cách điện đường dây khi sét đánh phụ thuộc vào các hiện tượng truyền sóng trên đường dây và CSV sẽ hiệu quả nhất khi được lắp đặt trên pha mà điện áp trên cách điện cao nhất. Vị trí pha này chỉ có thể xác định được khi tính toán mô phỏng cho từng trường hợp cụ thể.



Hình 6. Điện áp trên cách điện các pha khi sét đánh đỉnh cột (a) $R_{td} = 10 \Omega$ và (b) $R_{td} = 30 \Omega$

5.3. Trường hợp đường dây không lắp CSV

Trên mạch 220 kV và 110 kV không lắp CSV, kết quả mô phỏng suất cắt của đường dây được trình bày trên hình 7.



Hình 7. Suất cắt đường dây khi không có CSV

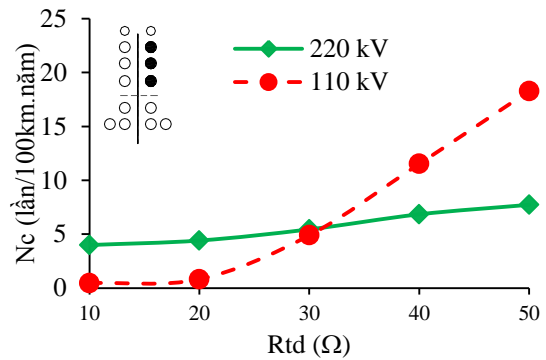
Kết quả mô phỏng cho thấy, khi điện trở tiếp địa cột nhỏ ($R_{td} = 10 \Omega$), sét đánh đỉnh cột hoặc DCS phần lớn dòng điện sét tản

trên hệ thống nối đất nên trên mạch 110 kV mặc dù mức cách điện nhỏ hơn so với mạch 220 kV nhưng ngưỡng dòng điện sét gây phóng điện trên chuỗi cách điện có trị số lớn 200 kA, suất cắt có giá trị nhỏ; trong khi ngưỡng dòng điện gây phóng điện trên chuỗi cách điện 220 kV là 120 kA, suất cắt cao hơn. Ngược lại khi điện trở tiếp địa cột lớn ($R_{td} = 50\Omega$) dòng điện sét tản qua hệ thống nối đất kém hơn nên điện áp đặt trên tất cả các chuỗi cách điện đều rất lớn. Đường dây 110 kV có mức cách điện kém hơn nên xảy ra phóng điện trước so với đường dây 220 kV nên suất cắt cao hơn, ngưỡng dòng điện gây phóng điện trên chuỗi cách điện 220 kV là 100 kA, ở cấp 110 kV là 70 kA. Chính vì vậy, khi cột có R_{td} lớn sẽ xảy ra phóng điện trên mạch 110 kV trước, điều này là cơ sở để lựa chọn vị trí và số lượng CSV lắp đặt cho đường dây đa mạch nhiều cấp điện áp.

5.4. Trường hợp đường dây có lắp CSV

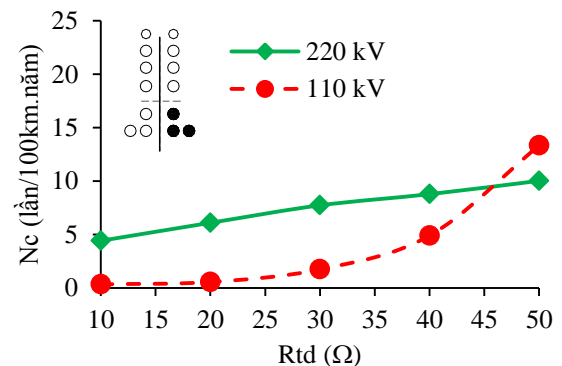
Khi sét đánh vào đường dây đa mạch, để không bị sự cố cắt điện đồng thời các mạch, CSV thường được lắp cho tất cả các pha của mạch đó. Kết quả mô phỏng xác định suất cắt của đường dây 220 kV và 110 kV khi lắp 3 CSV trên các pha của một mạch 220 kV (hình 8). Kết này cho thấy, ngoài sự cố do sét trên mạch lắp CSV được loại trừ hoàn toàn thì cũng làm tăng ngưỡng dòng điện sét gây phóng điện trên cách điện của mạch còn lại, dẫn đến suất cắt mạch 220 kV còn lại và cả hai mạch 110 kV đều giảm xuống. Điện

trở tiếp địa cột càng lớn hiệu quả của việc lắp đặt CSV càng cao. Ví dụ với mạch 220 kV, khi $R_{td} = 10 \Omega$ suất cắt giảm 18%, còn $R_{td} = 50 \Omega$ suất cắt giảm tới 32% so với khi chưa lắp CSV.



Hình 8. Suất cắt đường dây 220 kV và 110 kV khi lắp 3 CSV trên các pha của một mạch 220 kV

Hình 9 trình bày kết quả mô phỏng xác định suất cắt đường dây 220 kV và 110 kV khi lắp 3 CSV trên một mạch 110 kV. Kết quả cho thấy, suất cắt trên đường dây 220 kV hầu như ít thay đổi so với khi chưa lắp CSV, suất cắt trên mạch 110 kV còn lại giảm đáng kể. Ví dụ khi $R_{td} = 50 \Omega$ suất cắt mạch 110 kV giảm 45% so với khi chưa lắp CSV, khi R_{td} nhỏ ($R_{td} < 20 \Omega$) mức giảm suất cắt không nhiều).



Hình 9. Suất cắt đường dây 220 kV và 110 kV khi lắp 3 CSV trên các pha của một mạch 110 kV

Bảng 3. Suất cắt hai mạch đường dây 220 kV

R_{td} (Ω)					
10	3,60	3,21	3,03	3,31	0
20	4,90	4,03	3,63	4,00	0
30	6,09	4,42	4,00	4,42	0
40	6,85	4,90	4,42	5,45	0
50	8,78	5,45	4,90	6,85	0

Bảng 4. Suất cắt hai mạch đường dây 110 kV

R_{td} (Ω)					
10	0,36	0,32	0,38	0,34	0
20	0,56	0,41	1,62	0,74	0
30	1,87	1,62	10,0	4,06	0
40	4,90	4,09	18,2	10,0	0
50	6,85	5,73	21,6	15,5	0

● Lắp CSV ○ Không lắp CSV

Bảng 3 và bảng 4 trình bày kết quả mô suất cắt đường dây 220 kV và 110 kV cho các trường hợp lắp đặt CSV theo các cấu hình khác nhau. Từ kết quả mô phỏng trong bảng 3 và bảng 4 cho thấy suất cắt đường dây phụ thuộc vào điện trở tiếp địa cột và cấu hình lắp đặt CSV khác nhau. Nếu tất cả các pha của một mạch đều lắp CSV thì suất cắt hai mạch bằng 0 (mạch lắp CSV sự cố do sét được loại trừ hoàn toàn) nhưng sự cố do sét vẫn có thể xảy ra ở mạch còn lại. Ở dải điện trở tiếp địa cột có trị số nhỏ, lắp đặt CSV ở pha trên cùng của mạch 220 kV và 110 kV suất cắt do sét đường dây đạt giá trị tốt nhất, bởi vì

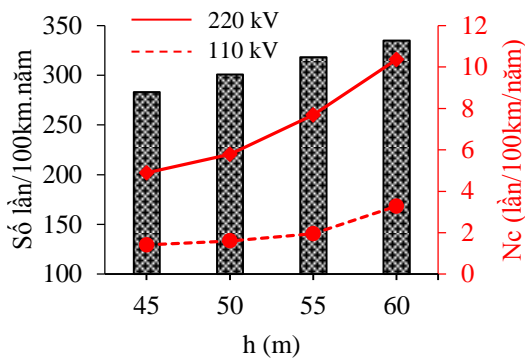
dòng điện sét chủ yếu qua tiếp địa cột (chiếm tới 90%). Khi điện trở tiếp địa cột cao lắp CSV ở pha dưới cùng, suất cắt đạt trị số tốt nhất (pha dưới cùng có hệ số ngẫu hợp với DCS là nhỏ nhất). Đường dây 220 kV lắp 1 CSV hoặc 2 CSV ở pha trên cùng suất cắt nhỏ nhất, còn đường dây 110 kV lắp 1 CSV hoặc 2 CSV ở pha dưới cùng suất cắt nhỏ nhất. Khi lắp 3 CSV đối với đường dây 220 kV sẽ lắp ở pha trên cùng và pha dưới cùng của một mạch, mạch còn lại lắp ở pha giữa, đối với đường dây 110 kV lắp CSV ở pha trên cùng của một mạch và pha dưới cùng của hai mạch suất cắt đạt trị số tốt nhất. Tăng số lượng CSV lắp đặt của mạch nào suất cắt mạch đó sẽ giảm xuống, trong trường hợp lắp 6 CSV suất cắt của đường dây bốn mạch bằng 0.

5.5. Ảnh hưởng của chiều cao cột

Việc sử dụng các đường dây đa mạch nhiều cấp điện áp sẽ làm tăng chiều cao của cột, đường dây truyền tải thông thường có một số loại cột như cột néo, cột đỡ và cột vượt, sự khác nhau cơ bản giữa các loại cột này chính là chiều cao cột. Do vậy, chiều cao cột tăng dẫn đến vùng diện tích thu sét tăng nên số lần sét đánh vào đường dây tăng. Hình 10 là kết quả mô phỏng suất cắt đường dây bốn mạch hai cấp điện áp 220 kV và 110 kV đi chung cột đã nêu trên hình 2 với các cột có chiều cao lần lượt là 45 m, 50 m, 55 m và 60 m, điện trở tiếp địa cột $R_{td} = 10 \Omega$.

Kết quả trên hình 10 cho thấy, suất cắt đường dây tỷ lệ thuận với chiều cao của cột. Khi chiều cao cột tăng 1,3 lần (từ 45 m

lên 60 m) suất cắt đường dây 220 kV tăng 2,12 lần, đường dây 110 kV tăng 2,32 lần, trong khi đó số lần sét đánh vào đường dây tăng 1,18 lần. Chiều cao cột tăng làm cho tổng trở sóng của bản thân DCS tăng lên nên hệ số ngẫu hợp giữa dây pha với DCS giảm làm cho điện áp đặt trên cách điện tăng khả năng bị phóng điện xảy ra cao hơn.



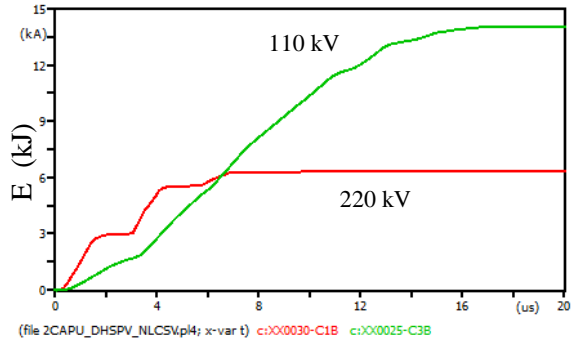
Hình 10. Ảnh hưởng của chiều cao cột đến suất cắt đường dây

6. NĂNG LƯỢNG HẤP THỤ VÀ DÒNG ĐIỆN QUA CSV

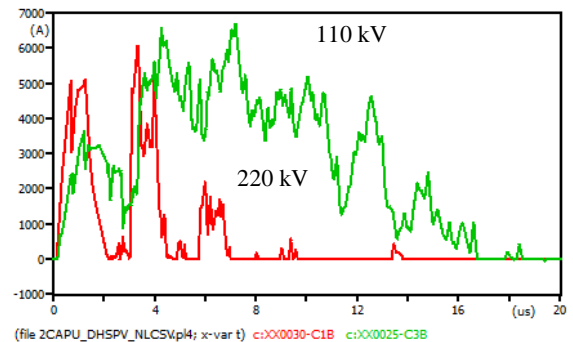
Mô phỏng trường hợp sét đánh đỉnh cột với ngưỡng dòng điện sét nhỏ nhất (120 kA-1,2/50 μ s) gây phóng điện trên cả đường dây 220 kV và 110 kV. Điện trở tiếp địa cột 30 Ω , CSV được lắp ở pha trên cùng của mạch 220 kV và 110 kV. Kết quả mô phỏng năng lượng hấp thụ và dòng điện qua CSV trình bày trên hình 11 và hình 12.

Kết quả trên hình 11 và hình 12 cho thấy, năng lượng hấp thụ của CSV mạch 110 kV lớn hơn mạch 220 kV điều này là do điện áp làm việc của CSV 110 kV nhỏ hơn, phù hợp với đường đặc tính V-A của mỗi loại CSV như ở hình 3. Dòng điện

qua CSV của hai loại tương đồng nhau và chỉ chiếm 6% dòng điện sét với biên độ dòng điện rất thấp 7 kA.



Hình 11. Năng lượng hấp thụ của CSV



Hình 12. Dòng điện qua CSV

7. KẾT LUẬN

Lắp CSV là giải pháp hiệu quả để cải thiện khả năng chịu sét cho đường dây truyền tải bốn mạch hai cấp điện áp 220 kV và 110 kV đi chung cột ở tất cả các trường hợp (sét đánh vào dây dẫn hoặc vào DCS).

Ở dải điện trở tiếp địa nhỏ ($R_{td} < 10 \Omega$), lắp CSV trên mạch 220 kV không những làm giảm suất cắt của đường dây đó mà còn làm giảm đáng kể suất cắt của đường dây 110 kV do ngưỡng dòng điện sét gây phóng điện ở mạch này tăng lên tới 300 kA. Khi điện trở tiếp địa lớn ($R_{td} > 30\Omega$) nên lắp CSV ở mạch có mức

điện áp thấp hơn, vì phóng điện chủ yếu xảy ra trên mạch có mức cách điện thấp hơn. Lắp CSV ở mạch điện áp thấp vừa rẻ hơn, nhỏ gọn và nhẹ hơn so với CSV ở mạch có điện áp cao hơn.

Vị trí và số lượng CSV lắp đặt cùng với điện trở tiếp địa cột ảnh hưởng rất lớn đến suất cắt đường dây. Tùy theo giá trị điện trở tiếp địa cột và số lượng CSV có thể lắp đặt để giảm suất cắt xuống trị số mong muốn. Lắp đặt CSV trên tất cả các pha của một mạch 220 kV và 110 kV thì suất cắt do sét trên đường dây bốn mạch hai

cấp điện áp bằng 0, loại bỏ hoàn toàn sự cố N-2.

Chiều cao cột ảnh hưởng rất rõ tới suất cắt của đường dây truyền tải. Chiều cao tăng lên suất cắt của đường dây tăng lên, trên mạch điện áp thấp tăng mạnh hơn so với mạch điện áp cao.

Năng lượng hấp thụ và dòng điện qua CSV khi sét đánh đỉnh cột nhỏ hơn nhiều lần mức năng lượng hấp thụ và dòng cho phép của các loại CSV hiện nay đang sử dụng trong thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Công Thương, Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011 - 2020 có xét đến năm 2030 (gọi tắt là Quy hoạch điện VII Điều chỉnh), 2016.
- [2] Tổng công ty Truyền tải điện quốc gia, Báo cáo công tác giảm thiểu sự cố có nguyên nhân do sét trên các đường dây 220, 500 kV, 2017.
- [3] Ninh Văn Nam, Nguyễn Xuân Phúc, Ứng dụng chống sét van giảm suất cắt do sét trên đường dây truyền tải, Tạp chí Khoa học Công nghệ Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, no. 38, pp. 160-165, 2017.
- [4] Martinez. J, Castro-Aranda, Lightning performance analysis of overhead transmission lines using the EMTP, IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 20, no. 3, pp. 2200-2210, 2005.
- [5] Shen. Z, Zhou. H, Deng. X, Chen. J, Application of Unbalanced Insulation in 220 kV and 110 kV Double-Circuit Transmission Lines on the Same Tower, Power System Technology, 2013.
- [6] Sadovic S., R. Joulie, S. Tartier , E. Brocard, Use of line surge arresters for the improvement of the lightning performance of 63 kV and 90 kV shielded and unshielded transmission lines, IEEE Transactions on Power Delivery. vol. 12, no. 3, pp. 1232-1240, 1997.
- [7] Short T., C. Warren, J. Burke, C. Burns, J. Godlewski, F. Graydon , H. Morosini, Application of surge arresters to a 115-kV circuit, Transmission and Distribution Conference 1996, Proceedings IEEE, pp. 276-282, 1996.
- [8] Wahab Y., Z. Abidin, S. Sadovic, Line surge arrester application on the quadruple circuit transmission line, Power Tech Conference Proceedings, 2003 IEEE Bologna, Vol. 3, pp.7-15, 2003.
- [9] Ninh Van Nam, Pham Hong Thinh, Tran Van Top, Effect of Transmission Line Configuration on the Installation of Surge Arrester, Tạp chí Khoa học & Công nghệ các trường đại học kỹ thuật. vol. 131, pp. 49-54, 2018.

- [10] IEC TR 60071- 4, Insulation co-ordination, part 4: computational guide to insulation co-ordination and modeling of electrical networks, Standard IEC, 2004.
- [11] IEEE Std 1243-1997, IEEE guide for improving the lightning performance of transmission lines, Standard IEEE, 1997.
- [12] <http://www.arresterworks.com/arresterfacts>

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Ninh Văn Nam tốt nghiệp đại học và nhận bằng Thạc sĩ tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội vào các năm 2001 và 2005; nhận bằng Tiến sĩ ngành kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2020. Hiện nay tác giả công tác tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Hướng nghiên cứu: quá độ điện từ trên lưới truyền tải điện, phối hợp cách điện trong hệ thống điện, chống sét cho đường dây truyền tải điện.



Tác giả Nguyễn Quang Thuận tốt nghiệp đại học, nhận bằng Thạc sĩ và Tiến sĩ ngành Kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội vào các năm 2000, 2006 và 2016.

Hiện tác giả đang công tác tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Hướng nghiên cứu: quá độ điện từ, bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện, năng lượng tái tạo và tiết kiệm năng lượng.

