

ỨNG DỤNG CHƯƠNG TRÌNH ETP KHẢO SÁT QUÁ ĐIỆN ÁP THAO TÁC VÀ BIỆN PHÁP BẢO VỆ QUÁ ĐIỆN ÁP CỦA ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN CAO ÁP

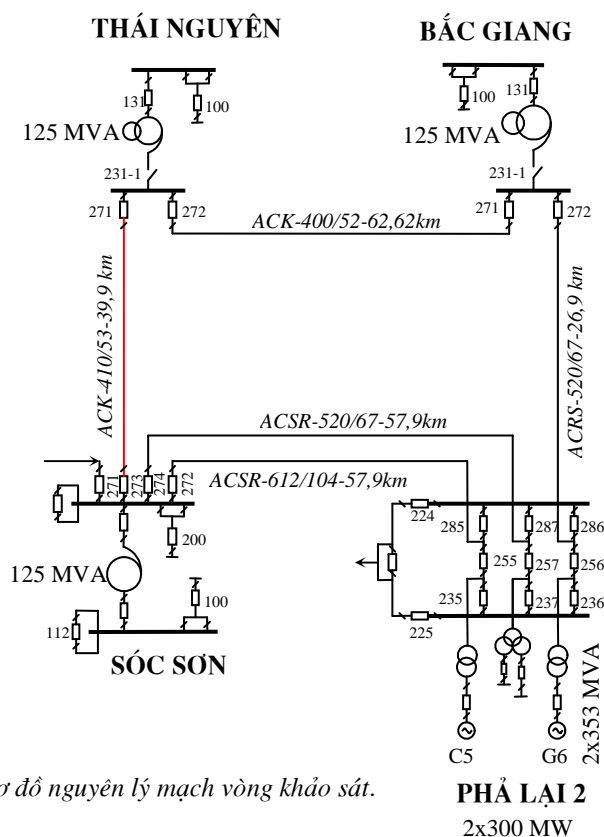
Nguyễn Đức Tường (*Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp - ĐH Thái Nguyên.*)

1. Mở đầu

Quá điện áp thao tác là một trong những yếu tố quan trọng trong thiết kế và vận hành hệ thống điện nói chung và đường dây tải điện nói riêng. Nó không những ảnh hưởng tới tính kinh tế mà còn ảnh hưởng tới tính kỹ thuật của một mạng điện. Quá điện áp nội bộ tuy có độ lớn không bằng quá điện áp khí quyển nhưng hiệu ứng tích lũy là nguyên nhân phát triển các khuyết tật cục bộ, già hoá cách điện dần dần gây lên các phóng điện ngay cả khi quá điện áp nhỏ hơn nhiều điện áp đánh thủng ở tần số công nghiệp. Hiện nay trong hệ thống điện đã áp dụng một số biện pháp hạn chế quá điện áp như sử dụng máy cắt có mắc điện trở Shunt, phương pháp sơ đồ, điều khiển tiếp điểm đóng của máy cắt... Tuy nhiên, các biện pháp nêu trên chỉ có thể hạn chế được một số ít loại quá điện áp nội bộ [2], mặt khác làm sơ đồ phức tạp, vận hành khó khăn. Ngày nay, với sự ra đời của chống sét van ôxít kẽm (ZnO) có khả năng hấp thụ năng lượng tương đối cao và có thể sử dụng để bảo vệ quá nội bộ cho hệ thống điện nói chung và cho đường dây tải điện nói riêng. ứng dụng biện pháp này sẽ hạn chế được quá điện áp nội bộ, góp phần nâng cao độ tin cậy của hệ thống và ổn định hệ thống.

2. Đối tượng khảo sát và mô hình mạng điện trong chương trình ATPDraw

2.1. Đối tượng và nhiệm vụ khảo sát



Hình 1: Sơ đồ nguyên lý mạch vòng khảo sát.

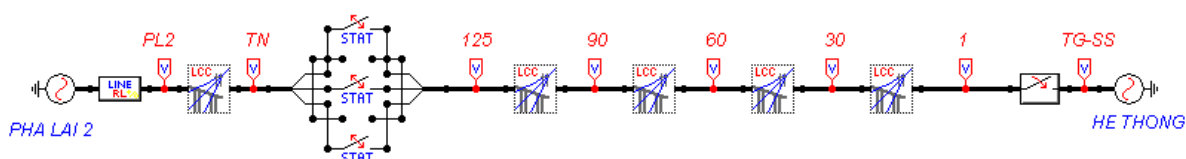
PHẢI LẠI 2
2x300 MW

- Đối tượng khảo sát là đường dây truyền tải 220kV Sóc Sơn - Thái Nguyên tổng chiều dài truyền tải 39,9 km [3], có xét tới mạch vòng Phả Lại – Sóc Sơn – Thái Nguyên – Bắc Giang – Phả Lại có sơ đồ nguyên lý như trên hình 1.

- Nhiệm vụ khảo sát, thống kê mức quá điện áp của 100 lần đóng đường dây Thái Nguyên – Sóc Sơn khi không tải trong trường hợp không đặt và có đặt chống sét van và có xét tới việc tiếp xúc không đồng thời của các tiếp điểm máy cắt.

2.2. Mô hình mạng điện và dự kiến phương án đặt chống sét van

- Mô hình mạng điện 220kV Phả Lại - Bắc Giang – Thái Nguyên – Sóc Sơn.



Hình 2: Mô hình mạng điện trong chương trình ATPDraw.

Mô hình mạng điện trong chương trình ATPDraw được thể hiện như trên hình 2. Trong đó các phần tử của mạng điện được thay thế bằng các phần tử tương ứng trong chương trình ATPDraw như bảng 1.

Bảng 1: Các phần tử trong chương trình ATPDraw

Stt	Phần tử của mạng điện	Phần tử trong ATPDraw
1	Nguồn NMD và HT	Sources
2	Tổng trở trong	Nhánh RL
3	Đường dây tải điện	Nhánh LLC
4	Máy cắt	Statistic Swich Swich time 3-ph
5	Chống sét van	MOV 3-ph

Thống kê quá điện áp trên đường dây của 100 lần đóng cắt, ở đây thực hiện đóng đường dây không mang tải ở phía thanh góp Thái Nguyên và hoà đồng bộ bằng máy cắt phía Sóc Sơn. Trong nội dung nghiên cứu có chia đường dây Thái Nguyên – Sóc Sơn ra thành 4 đoạn:

- Đoạn 1: Từ vị trí cột 125 tới vị trí cột 90.
- Đoạn 2: Từ vị trí cột 90 đến cột số 60.
- Đoạn 3: Từ vị trí cột 60 đến cột số 30.
- Đoạn 4: Từ vị trí cột 30 đến cột số 1.

Quá điện áp do đóng đường dây hở mạch thường xuất hiện trị số lớn phía cuối đường dây. Mặt khác, khi chống sét van làm việc với quá điện áp nội bộ cần phải quan tâm tới khả năng hấp thụ năng lượng của chống sét van. Như vậy, ở đây lựa chọn ba phương án lắp đặt chống sét van:

- Phương án 1: Đặt chống sét van tại cuối đường dây (vị trí cột 1) như hình a.

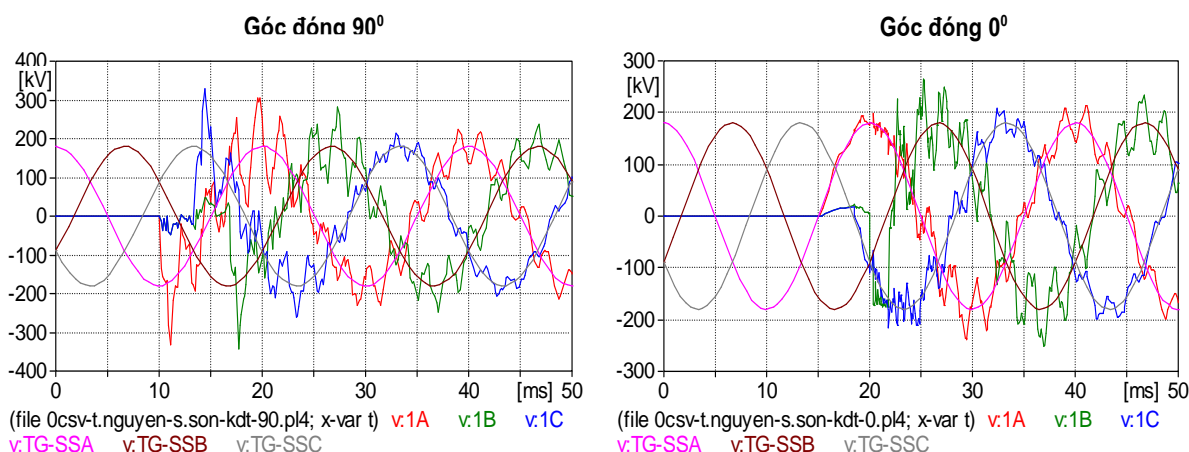
- Phương án 2: Đặt chống sét van tại hai đầu đường dây (vị trí cột 1 và 125) hình b.
 - Phương án 3: Đặt chống sét van tại hai đầu và giữa đường dây (vị trí cột 1) hình c.
- Đặc tính Vôn-Ampe (V-A) của chống sét van được cho dưới bảng 2 [9]:

Bảng 2: Đặc tính V-A của chống sét van 220kV.

Điện áp dư (kV)							
Xung 8/20 μ s						Xung đóng cắt	
1.5kA	3kA	5kA	10kA	20kA	40kA	125A	500A
549	577	596	627	697	818	470	502

3. Kết quả khảo sát

Kết quả khảo sát quá điện áp xuất hiện trên đường dây được mô phỏng bằng chương trình Plotxy, dạng của quá điện áp ứng với trị số trung bình như hình 3:



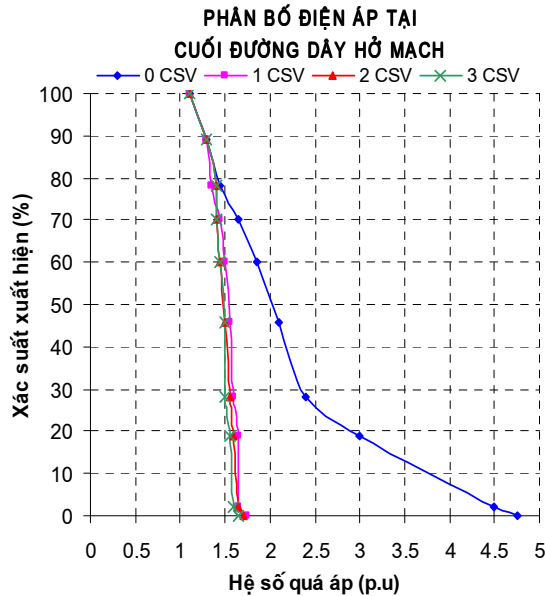
Hình 3: Quá điện áp trên các pha ở cuối đường dây hở mạch.

Điện áp xuất hiện trên đường dây có dạng xung nhọn là kết quả của điện áp cao tần xếp chồng lên điện áp tần số công nghiệp. Mặt khác biên độ của quá điện áp có trị số lớn nhất khi góc đóng bằng 90^0 , khi góc đóng càng xa 90^0 thì biên độ giảm.

Mô tả quy luật phân bố quá điện áp tại cuối đường dây hở mạch ứng với các trường hợp (hình 4):

- Đường dây không lắp đặt chống sét van.
- Đường dây đặt 1, 2 và 3 chống sét van.

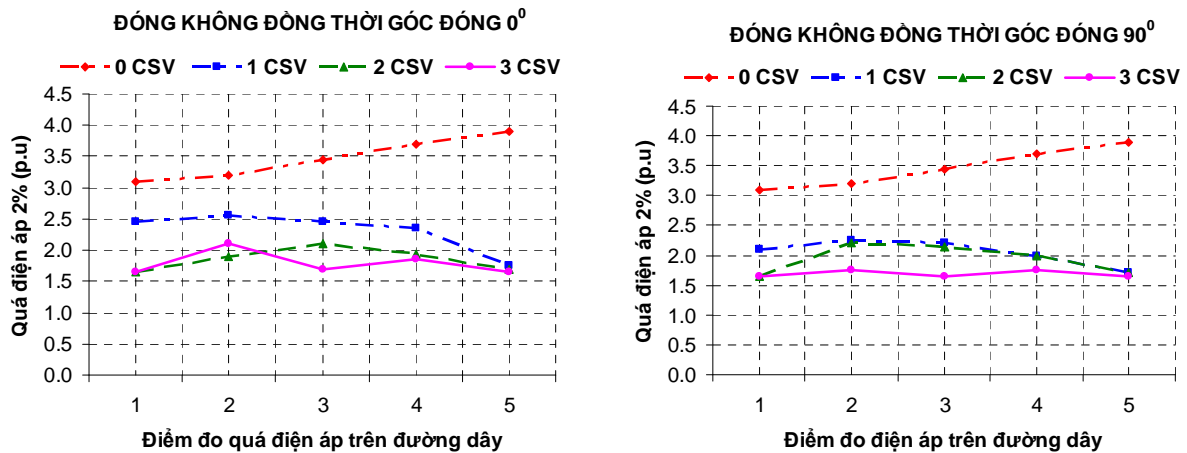
Từ kết quả cho thấy sự xuất hiện của quá điện áp trong trường hợp không lắp đặt chống sét van với biên độ càng lớn thì xác suất xuất hiện càng nhỏ và ngược lại. Xác suất 2% (p.u) tại cuối đường dây 220kV có thể đạt tới trị số 4,75 (p.u). Như vậy, quá điện áp do đóng đường dây hở mạch có giá trị lớn hơn nhiều so với mức dự trữ cách điện ở cấp điện áp tương ứng (3 p.u)[2].



Hình 4: Phân bố QĐA tại cuối đường dây 220kV.

Trong trường hợp có đặt chống sét van (1, 2 hay 3) thì điện áp tại cuối đường dây không vượt quá trị số 2p.u. Như vậy, với đường dây có chiều dài truyền tải không lớn chỉ cần sử dụng số ít chống sét van cũng có thể hạn chế được quá điện áp tới mức thấp. Tuy nhiên, số lượng lựa chọn cần phải xem xét khả năng hấp thụ năng lượng của chống sét van sử dụng.

- Phân bố QĐA theo chiều dài đường dây trong chương trình ATPDraw có kết quả như trên hình 5, ứng với các thời điểm đóng của các tiếp điểm của máy cắt là khác nhau (kết quả thống kê quá điện áp trên pha A, còn với các pha B và C có kết quả gần giống pha A):



Hình 5: Phân bố quá điện áp theo chiều dài đường dây.

Trong tất cả các trường hợp đóng đường dây với góc đóng khác nhau có xét tới quá trình đóng không đồng thời của các tiếp điểm nhận thấy:

- Quá điện áp có trị số lớn dần về phía cuối đường dây.

- Tại vị trí đặt chống sét van quá điện áp không vượt quá 2p.u. Còn tại các vị trí không đặt chống sét van điện áp có lớn hơn chút ít.

4. Năng lượng hấp thụ của chống sét van [10]

Khi xuất hiện quá điện áp thao tác trên đường dây, chống sét van đường dây đặt dưới giá trị điện áp cao sẽ phóng điện. Dòng phóng qua chống sét van có dạng xung vuông góc và điện áp dư trên chống sét van có dạng chữ nhật. Năng lượng hấp thụ của chống sét van khi đó được xác định theo biểu thức [10]:

$$W = U_a \cdot I_a \cdot t_d \quad (1)$$

Trong đó :

U_a - điện áp dư của chống sét van.

I_a - dòng điện qua chống sét van.

t_d - thời gian tồn tại xung đóng cắt.

Khoảng thời gian tồn tại xung đóng cắt có thể được lấy bằng 1-2 giây nếu khoảng cách truyền sóng từ 150-300km, hoặc có thể lấy t_d bằng khoảng thời gian truyền sóng với 2 lần chiều dài đường dây và tốc độ truyền sóng lấy bằng tốc độ ánh sáng (c).

Giả sử đường dây có mức quá điện áp thao tác với biên độ xung là U_{ss} ($U_{Switching Surge}$). Khi đó nguồn quá điện áp được mắc nối tiếp với tổng trở sóng của đường dây và điện trở của chống sét van (có kể tới điện trở nối đất chân cột). Nếu gọi U_{arr} ($U_{arrester}$) là điện áp dư của chống sét van và Z_0 là tổng trở sóng của đường dây thì ta có quan hệ:

$$U_{ss} = I_a \cdot Z_0 + U_{arr} \quad (2)$$

Khi thông số trong mạch có dạng phi tuyến (phụ thuộc quan hệ V-A của chống sét van). Để giải bài toán ta áp dụng phương pháp đồ thị với đặc tuyến V-A của chống sét van đã biết.

Khi đó:
$$I_a = \frac{U_{ss} - U_{arr}}{Z_0} \quad 2')$$

Năng lượng hấp thụ trên chống sét van trong các trường hợp góc đóng của máy cắt là 90^0 và 0^0 ứng với các phương án lắp đặt chống sét van được thể hiện trên bảng 3.

Bảng 3: Năng lượng hấp thụ của chống sét van

Năng lượng hấp thụ của chống sét van W (kJ)			
Số CSV	Vị trí đặt CSV		
	Cột 125	Cột 60	Cột 1
1 CSV	-	-	81
2 CSV	51	-	80
3 CSV	51	64	80

Năng lượng hấp thụ trên chống sét van có thể đạt tới 118kJ tại cuối đường dây trong trường hợp các tiếp điểm của máy cắt tiếp xúc đồng thời. Tuy nhiên, với chống sét van đường dây (ZnO) thì khả năng hấp thụ lớn hơn nhiều. Ví dụ như loại AZG2 (hãng Cooper) có thể tới W

= $2,7 \times 240 = 648$ (kJ). Như vậy, với các đường dây ngắn (vài chục km) nếu chỉ dùng một chống sét van đặt tại cuối đường dây thì vẫn hạn chế được quá điện áp (do đóng đường dây không tải) xuống mức nhỏ hơn $2p.u$ mà vẫn đảm bảo độ bền nhiệt cần thiết.

Tóm tắt

Nội dung bài báo nghiên cứu quá điện áp thao tác trên đường dây tải điện cao áp 220kV nhờ chương trình “nghiên cứu quá độ điện từ - EMTP”. Khảo sát quá điện áp do đóng đường dây không tải, phân bố theo chiều dài đường dây và phân bố theo xác suất quá điện áp của nhiều lần đóng cắt, từ đó đề xuất các phương án bảo vệ bằng chống sét van đường dây (ZnO) có xét tới khả năng hấp thụ năng lượng của các chống sét van.

Summary

This paper describes the use of transmission line arresters on 220 kV line to limit switching surge overvoltages. Switching overvoltages along sample lines are given for a number of cases and for different number of installed arresters along the lines. In addition energy requirements on the transmission line arresters are given.

Tài liệu tham khảo

- [1] .Võ Viết Đạn (1975) - *Kỹ thuật điện cao áp* - Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [2].Viện năng lượng - *Báo cáo tổng hợp đề tài NCKH Nghiên cứu các giải pháp bảo vệ, các giải pháp giảm thiểu tác động đến môi trường trong vận hành hệ thống điện truyền tải cao áp và siêu cao áp* - Hà Nội 12-2005.
- [3].Trần Đức Cường - *Cải tạo đường dây 110kV Sóc Sơn - Thái Nguyên kết hợp đường dây 220kV Sóc Sơn- Thái Nguyên* - Công ty tư vấn xây dựng điện 1.
- [4]. Phạm Văn Ngà - *Thuyết minh và bản vẽ thi công đường dây 220kV Bắc Giang-Thái Nguyên* - Công ty tư vấn xây dựng điện 1.
- [5]. ATP Rule book (2004), EMTP–ATP Programs.
- [6].László Prikler, Hans Kristian Høidalen - ATPDRAW version 3.5.
- [7]. ATP Theory book (2004), EMTP–ATP Programs.
- [8]. ATP Manual book (2004), EMTP–ATP Programs.
- [9] . Cooper power systems-Surge Arresters.
- [10]. Calculation of Arrester Energy During Transmission Line Switching Surge Discharge - POWER SYSTEMS, INC.