HẠN CHẾ QUÁ ĐIỆN ÁP THAO TÁC CHO ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN CAO ÁP BẰNG CHỐNG SÉT VAN ĐƯỜNG DÂY

LIMITATION OF SWITCHING OVERVOLTAGE BY USING TRANSMISSION LINE SURGE ARRESTER

Nguyễn Đức Tường
Trường Đại học KTCN - Đại học Thái Nguyên

Trần Văn Tớp
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, việc sử dụng chống sét van để bảo vệ chống quá điện áp cho các đường dây tải điện được sử dụng rộng rãi trong hệ thống điện. Trên các đường dây tải điện cao áp khi đóng đường dây có chiều dài không quá lớn trong chế độ hở mạch ở cuối đường dây, quá điện áp thường có giá trị nằm trong giới hạn cho phép. Trường hợp đóng không đồng pha sẽ dẫn đến quá điện áp vượt quá giới hạn cho phép được mô phỏng bởi phần mềm EMTP. Bài báo trình bày nghiên cứu hiện tượng quá điện áp do đóng đường dây 220kV không tải, xác suất xuất hiện quá điện áp nguy hiểm của nhiều lần đóng cắt. Trên cơ sở nghiên cứu này, đề xuất các phương án bảo vệ chống quá điện áp bằng cách sử dụng chống sét van đường dây loại ZnO và xét khả năng hấp thụ năng lượng của chống sét van.

ABSTRACT

Application of Metal Oxide Surge Arresters in power systems has been traditionally linked to electrical equipment protection. In recent years, the industry has noted a significant increase in the application of metal oxide arresters on transmission lines in an effort to reduce overvoltage. Swiching overvoltage on high voltage transmission line of short length when a open line is closed is not very high and normally in limit value. Non simultaneous close of the circuit breaker lead to the high overvoltage and it will be simulated by using the program EMTP. From an investigation of overvoltage when an 220kV opened circuited high voltage transmission line is energized, we propose a limitation of overvoltage level by using transmission line surge arrester ZnO. This paper also presents the characteristics or energy absorption of transmission line surge arresters.

I. MỞ ĐẦU

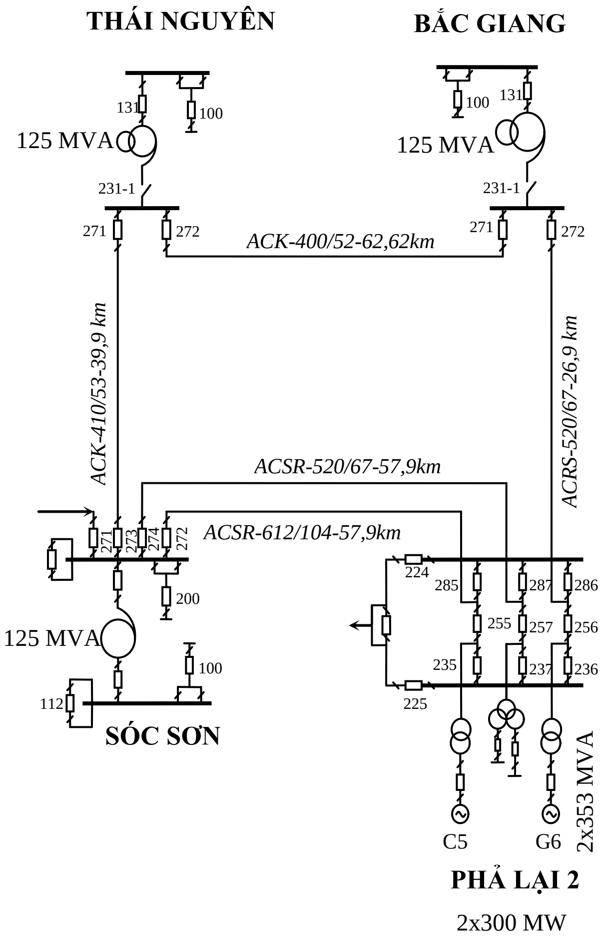
Quá điện áp thao tác là một trong những yếu tố quan trọng trong thiết kế và vận hành hệ thống điện nói chung và đường dây tải điện nói riêng. Nó không những ảnh hưởng tới tính kinh tế mà còn ảnh hưởng tới tính kỹ thuật của một mạng điện. Quá điện áp nội bộ tuy có độ lớn không bằng quá điện áp khí quyển nhưng hiệu ứng tích luỹ 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 [1], 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 và ổn định hệ thống điện.

II. ĐỐI TƯỢNG KHẢO SÁT VÀ MÔ HÌNH MẠNG ĐIỆN TRONG CHƯƠNG TRÌNH ATPDraw

2.1 Đối tượng và nhiệm vụ khảo sát

- Đối tượng khảo sát là đường dây truyền tải 220kV Sóc Sơn - Thái Nguyên tổng chiều dài truyền tải 39,9 km [2], có xét tới mạch vòng Phả Lại - Sóc Sơn - Thái Nguyên - Bắc Giang - Phả Lại [3], có sơ đồ nguyên lý như trên hình 1.

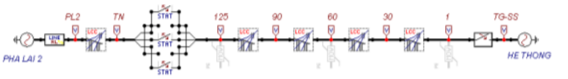
- Nhiệm vụ khảo sát, thống kê mức quá điện áp của 100 lần đóng đường dây Thái Nguyên - Sóc Sơn khi không tải trong trường hợp không đặt và có đặt chống sét van và có xét tới việc tiếp xúc không đồng thời của các tiếp điểm máy cắt.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý mạch vòng khảo sát

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 [5, 6, 7, 8] như bảng 1.

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:

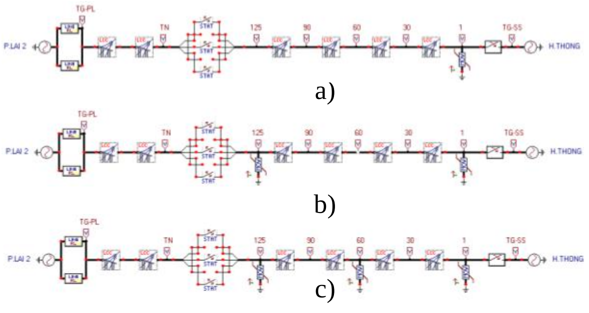
- Đoạn 1: Từ vị trí cột 125 tới vị trí cột 90.
- Đoạn 2: Từ vị trí cột 90 đến cột số 60.
- Đoạn 3: Từ vị trí cột 60 đến cột số 30.
- Đoạn 4: Từ vị trí cột 30 đến cột số 1.

Bảng 1. Các phần tử trong chương trình ATPDraw

STT	Phần tử của mạng điện	Phần tử trong ATPDraw
1	Nguồn NMĐ 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

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. Trong nội dung nghiên cứu có 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 3a.
- Phương án 2: Đặt chống sét van tại hai đầu đường dây (vị trí cột 1 và 125) hình 3b.
- Phương án 3: Đặt chống sét van tại hai đầu và giữa đường dây (vị trí cột 1, 125 và 60) hình 3c.



Hình 3. Vị trí đặt chống sét van

Đặc tính Vôn-Ampe (V-A) của chống sét van [4] được cho dưới bảng 2:

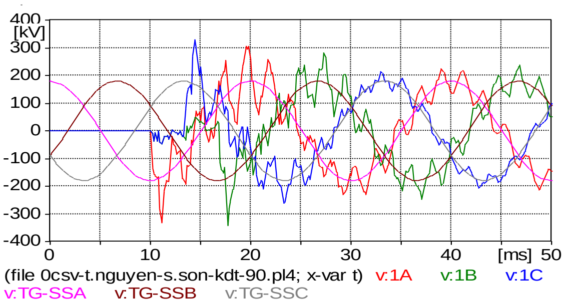
Bảng 2. Đặc tính V-A của chống sét van 220kV

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

III. KẾT QUẢ KHẢO SÁT

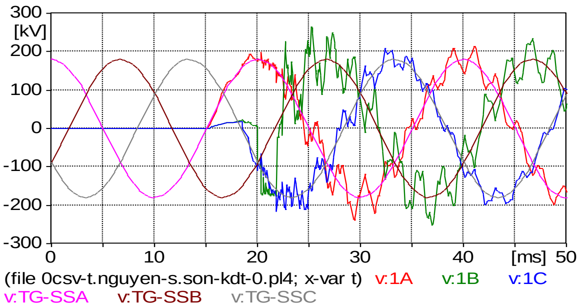
Kết quả khảo sát quá điện áp xuất hiện trên đường dây được mô phỏng bằng chương trình Plotxy [5, 6, 7, 8]. Quá điện áp ứng với trị số trung bình như hình 4 và hình 5:

- Góc đóng 90^0.



Hình 4. Quá điện áp pha ở đường dây hở

- Góc đóng 0^0.



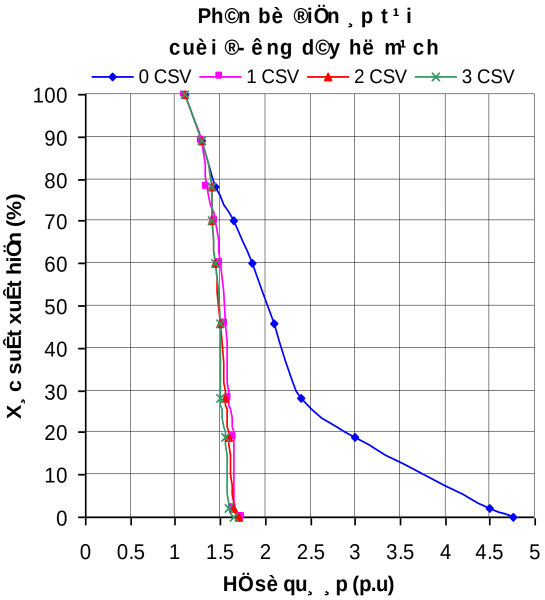
Hình 5. Quá điện áp pha ở đường dây hở

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 như hình 6:

- Đường dây không lắp đặt chống sét van.

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



Hình 6.

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].

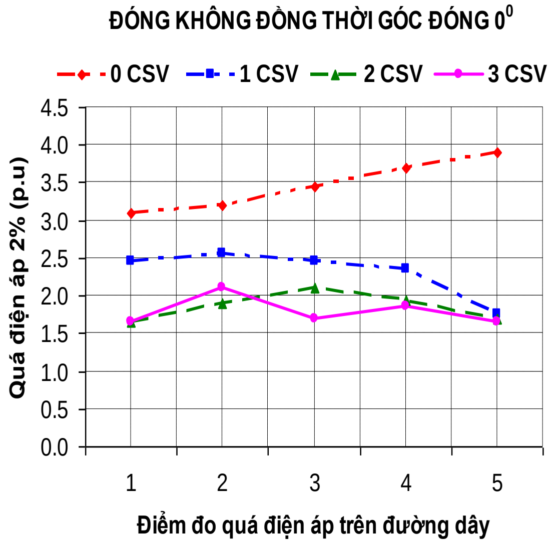
Trong trường hợp có đặt chống sét van (1, 2 hay 3) thì điện áp tại cuối đường dây không vượt quá trị số 2p.u. Như vậy, với đường dây có chiều dài truyền tải không lớn chỉ cần sử dụng số ít chống sét van cũng có thể hạn chế được quá điện áp tới mức thấp. Tuy nhiên, số lượng lựa chọn cần phải xem xét khả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

- Phân bố quá điện áp theo chiều dài đường dây trong chương trình ATPDraw có kết quả như trên hình 7 và hình 8, 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).

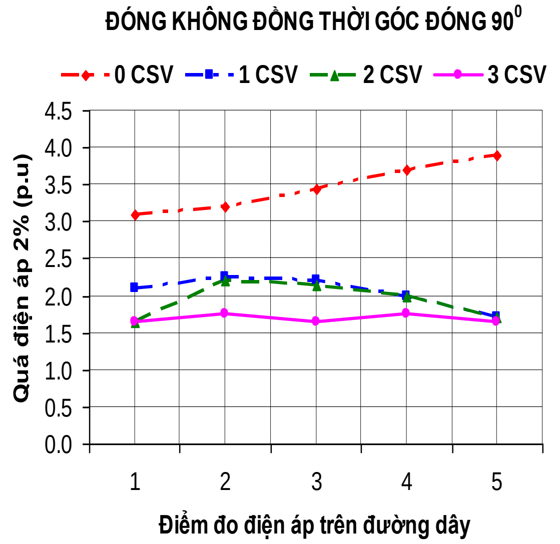
Trong tất cả các trường hợp đóng đường dây với góc đóng khác nhau có xét tới quá trình đóng không đồng thời của các tiếp điểm nhận thấy:

- 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 hn chút ít.



Hình 7. Phân bố điện áp theo chiều dài đường dây



Hình 8. Phân bố điện áp theo chiều dài đường dây

IV. NĂNG LƯỢNG HẤP THỤ CỦA CHỐNG SÉT VAN [9]

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:

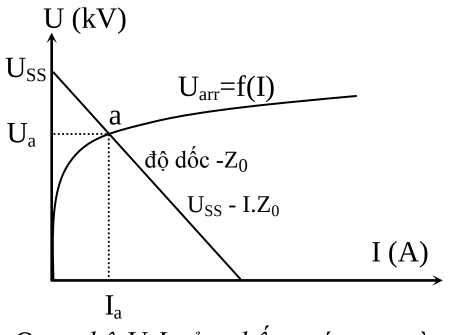
$$W = U_a.I_a.t_d \qquad (1)$$

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.



Hình 9. Quan hệ U-I của chống sét van và của đường dây

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.Điện áp và dòng phóng điện chống sét van có thể xác định được qua các tham số của chống sét van, đường dây và mức quá điện áp đặt lên chống sét van. Giả sử đường dây có mức quá điện áp thao tác với biên độ xung là U_{SS}. 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 Z_0 là tổng trở sóng của đường dây thì ta có quan hệ: $U_{ss} = I_a.Z_0 + U_a$ (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: $$I_a = \frac{U_{ss} - U_a}{Z_0} \qquad (2')$$

Điện áp và dòng điện qua chống sét van là toạ độ của điểm a có (U_a; I_a) là điểm giao của đường cong Uarr và đường xiên góc U_{SS}– $I_a.Z_0$ (có độ dốc -Z_0) thoả mãn phương trình (2).

Trong tính toán lấy gần đúng $Z_0 = 400\Omega$, thời gian tồn tại xung đóng cắt $t_d = 266$ (μS).

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 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 [2] có thể tới W = 2,7x240 = 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 < 2p.u mà vẫn đảm bảo độ bền nhiệt cần thiết.

V. KẾT LUẬN

- Quá điện áp thao tác trên các đường dây tải điện cao áp 220kV chiều dàI dưới 100km, khi đóng đường dây không tải không gây guy hiểm cho cách điện.

- Xác suất 2% các lần đóng cắt có thể dẫn đến quá điện áp ở cuối đường dây vượt quá mức cách điện cho phép.

- Sử dụng 1 bộ chống sét van đường dây đặt ở cuối đường dây cho phép hạn chế quá điện áp ở mức 2,5pu. Nừu sử dụng 2 bộ chống sét van đặt ở hai đầu đường dây có thể giảm mức quá điện áp xuống mức 2pu.

- Khi chống sét van tác động, năng lượng qua chống sét van thấp hơn khả năng thông thoát của nó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Trần Văn Áp*; 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 năm 2005.
2. *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; Hà Nội năm 2006.
3. *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; Hà Nội năm 2006.
4. Cooper power systems-Surge Arresters.
5. ATP Rule book, EMTP–ATP Programs, 2004.
6. László Prikler, Hans Kristian Høidalen-ATPDRAW version 3.5, 2004.
7. ATP Theory book, EMTP–ATP Programs, 2004.
8. ATP Manual book, EMTP–ATP Programs, 2004.
9. Calculation of Arrester Energy During Transmission Line Switching Surge Discharge – HUBELL POWER SYSTEMS, INC.

Địa chỉ liên hệ: Nguyễn Đức Tường - Tel: 0912.739.229
Email: nguyenductuonghtd@yahoo.com.vn
Bộ môn: Hệ thống điện, Khoa Điện
Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên.