

# CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆU QUẢ BẢO VỆ CHỐNG SÉT LAN TRUYỀN TRÊN ĐƯỜNG NGUỒN HẠ ÁP

## FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF SURGE PROTECTION ON LOW VOLTAGE SYSTEMS

Quyền Huy Ánh

DH Sư Phạm Kỹ Thuật, TP.HCM

Phạm Phong Vũ

Cao Đẳng Nghề KTCN, TP.HCM

### TÓM TẮT

Bài báo này dựa trên mô hình nguồn phát xung sét, mô hình biến trở oxide kim loại (MOV), mô hình khe hở phóng điện không khí (SG), mô hình khe hở phóng điện tự kích (TSG) và thông số điện áp thông qua để mô phỏng, so sánh, đánh giá và rút ra các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả bảo vệ chống sét trên đường nguồn hạ áp. Thông qua kết quả mô phỏng, bài báo đề xuất phương án bảo vệ tốt nhất cho từng trường hợp cụ thể.

### ABSTRACT

This paper bases on the model of lightning generator, the model of metal oxide varistor (MOV), the model of spark gap (SG), the model of triggered spark gap (TSG) and the parameter of let-through voltage to simulate, evaluate and draw out the factors affecting the performance of surge protection on low voltage systems. Through the results of simulation, the best protective solution for each concrete cases is proposed.

## I. GIỚI THIỆU

Việc lắp đặt các thiết bị chống sét lan truyền (TBBV) cho một hệ thống cung cấp điện hạ áp là quan trọng để đảm bảo liên tục hoạt động cung cấp điện và tránh hư hỏng do sét lan truyền trên đường cấp nguồn gây ra. Trong hệ thống điện phân phối hạ áp, thường mong muốn chỉ lắp đặt một TBBV ở tủ phân phối chính để bảo vệ tất cả thiết bị của công trình do dễ dàng quan sát tình hình hoạt động của TBBV, dễ bảo quản và mang tính kinh tế. Tuy nhiên, do nhiều yếu tố ảnh hưởng khác nhau, dưới tác dụng của xung sét điện áp thông qua tải tiêu thụ vượt quá giới hạn cho phép và điều này dẫn đến các thiết bị tiêu thụ điện bị hư hỏng. Do đó, cần phải tìm ra các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả bảo vệ chống sét lan truyền trên đường nguồn hạ áp và đưa ra phương thức bảo vệ hiệu quả nhất, đảm bảo cả về mặt kinh tế lẫn kỹ thuật.

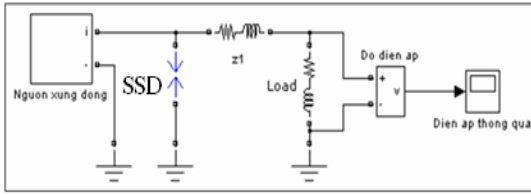
## II. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆU QUẢ BẢO VỆ CHỐNG SÉT LAN TRUYỀN TRÊN ĐƯỜNG NGUỒN HẠ ÁP

Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả bảo vệ chống sét lan truyền trên đường nguồn hạ áp, trong đó yếu tố công nghệ chế tạo TBBV là quan trọng nhất vì ứng với mỗi loại công nghệ chế tạo chống sét lan truyền khác nhau cho điện áp thông qua tải tiêu thụ khác nhau. Các mô hình được xem xét dưới đây được xây dựng trên cơ sở hệ thống lắp đặt điện của các tòa nhà cao tầng trong thực tế và các tiêu chuẩn chống sét trong nước và ngoài nước hiện nay.

### 1. Công nghệ chế tạo thiết bị cắt sét (SSD)

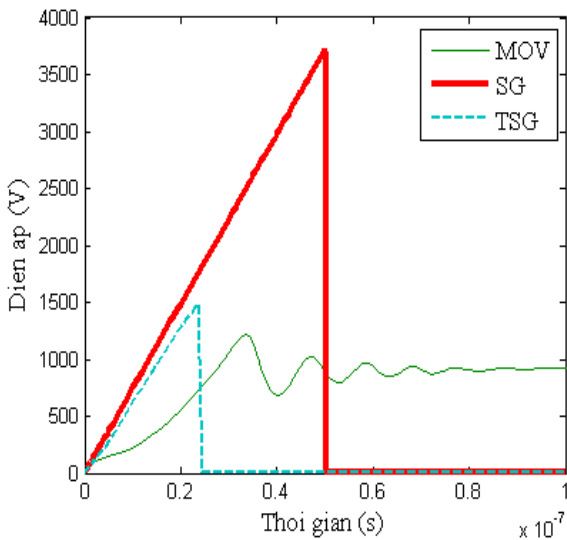
Mô hình thử nghiệm được sử dụng trong bài báo là một tòa nhà cao tầng. SSD được đặt tại tủ phân phối chính ngay tại ngõ vào tòa nhà (Cat C) lần lượt sử dụng các

công nghệ SG [1, 2], TSG [2, 5] và MOV [3, 6]. Vị trí tủ phân phối chính cách tải tiêu thụ 10m. (Hình 1)



Hình 1. Mô hình công nghệ chế tạo SSD

Thực hiện mô phỏng với xung dòng 20kA 8/20 $\mu$ s, đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa điện áp thông qua và thời gian được trình bày ở Hình 2.



Hình 2. Quan hệ điện áp thông qua theo thời gian  
Kết quả mô phỏng điện áp thông

qua trong ba trường hợp SSD sử dụng công nghệ SG, TSG, MOV sau khi thực hiện với nhiều xung sét tiêu chuẩn khác nhau được trình bày ở Bảng 1.

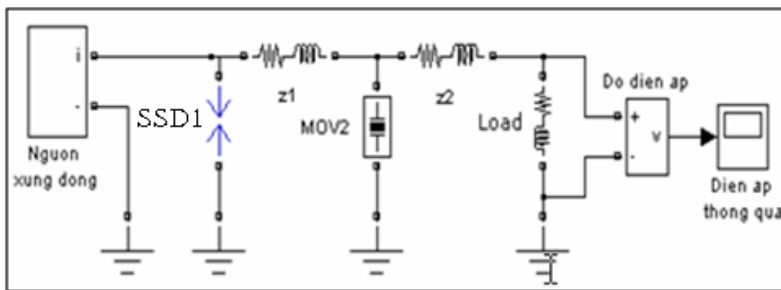
Xung sét tiêu chuẩn	Điện áp thông qua (V)		
	SG	TSG	MOV
3kA 8/20 $\mu$ s	3075	1516	913
20kA 8/20 $\mu$ s	3716	1556	1390
20kA 10/350 $\mu$ s	3548	1732	1389

Bảng 1. Điện áp thông qua tải tiêu thụ

Từ bảng 1, nhận thấy rằng điện áp thông qua trong trường hợp SSD sử dụng công nghệ MOV luôn thấp hơn hai trường hợp còn lại. Điện áp thông qua này đủ để bảo vệ hệ thống cơ điện, hệ thống lạnh, hệ thống chiếu sáng. Tuy nhiên, giá trị điện áp này gây nguy hiểm cho hệ thống máy tính, hệ thống thiết bị điện tử nhạy cảm. Để có thể bảo vệ tốt những hệ thống này, cần phải có sự phối hợp bảo vệ giữa các SSD hoặc sử dụng thêm thiết bị lọc sét.

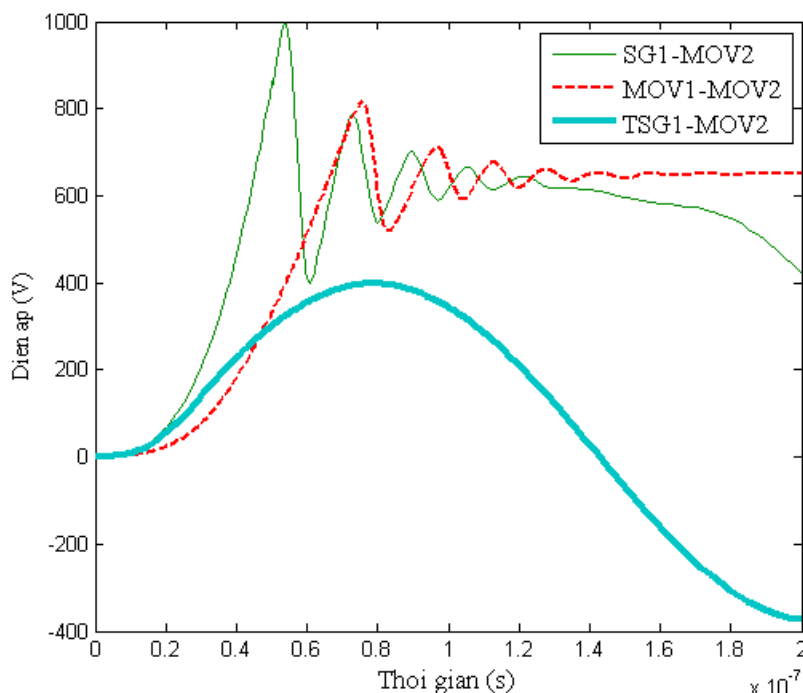
## 2. Phối hợp bảo vệ quá áp hai tầng

SSD tầng một được đặt tại tủ phân phối chính ngay tại ngõ vào tòa nhà (Cat C) lần lượt sử dụng các công nghệ SG, TSG và MOV. SSD tầng hai được đặt ở tủ phân phối phụ (Cat B) sử dụng công nghệ MOV. Tải tiêu thụ cách SSD tầng hai một khoảng 10m và cách SSD tầng một 20m.



Hình 3. Mô hình phối hợp bảo vệ hai tầng

Thực hiện mô phỏng với xung dòng 20kA 8/20 $\mu$ s, đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa điện áp thông qua và thời gian được trình bày ở Hình 4.



**Hình 4.** Điện áp thông qua theo thời gian trường hợp phối hợp bảo vệ hai tầng

Kết quả mô phỏng điện áp thông qua trong ba trường hợp phối hợp bảo vệ hai tầng khi thực hiện với nhiều xung sét tiêu chuẩn khác nhau được trình bày ở Bảng 2.

Xung sét tiêu chuẩn	Điện áp thông qua (V)		
	TSG1-MOV2	SG1-MOV2	MOV1-MOV2
3kA 8/20 $\mu$ s	754	785	795
20kA 8/20 $\mu$ s	554	997	947
20kA 10/350 $\mu$ s	512	1000	1022

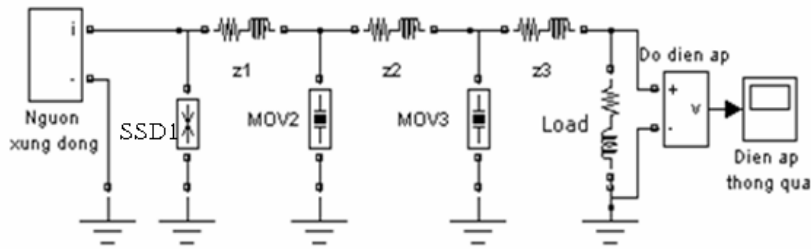
**Bảng 2.** Điện áp thông qua khi phối hợp bảo vệ hai tầng

Điện áp thông qua trong trường hợp SSD tầng một sử dụng công nghệ TSG, SSD tầng 2 sử dụng công nghệ MOV luôn thấp hơn hai trường hợp còn lại. Điện áp thông qua này tồn tại trong thời gian rất ngắn khoảng 0.1 $\mu$ s. Do đó, các thiết bị trong tòa nhà kể các thiết bị điện tử nhạy cảm có thể được bảo vệ một cách an toàn. Tuy nhiên, đối với các thiết bị mang tính chất quan trọng, yêu cầu xác suất xảy ra hư hỏng do các xung quá áp do sét lan truyền trên đường dây cấp nguồn là thấp nhất thì

cần phải có phương án bảo vệ tốt hơn.

### 3. Phối hợp bảo vệ quá áp ba tầng

SSD tầng một được đặt tại tủ phân phối chính ngay tại ngõ vào tòa nhà (Cat C) lần lượt sử dụng các công nghệ SG, TSG và MOV. SSD tầng hai được đặt ở tủ phân phối phụ (Cat B) sử dụng công nghệ MOV. SSD tầng ba đặt tại tủ điều khiển tải tiêu phụ (Cat A) sử dụng công nghệ MOV. Tải tiêu thụ cách SSD tầng ba 10m, cách TBBV tầng hai 20m, cách SSD tầng một 30m.



Hình 5. Mô hình phối hợp bảo vệ ba tầng

Kết quả mô phỏng điện áp thông qua trong ba trường hợp phối hợp bảo vệ ba tầng khi thực hiện với nhiều xung sét tiêu chuẩn khác nhau được trình bày ở Bảng 3.

Xung sét tiêu chuẩn	Điện áp thông qua (V)		
	TSG1- MOV2- MOV3	SG1- MOV2- MOV3	MOV1- MOV2- MOV3
3kA 8/20 $\mu$ s	729	736	747
20kA 8/20 $\mu$ s	506	756	823
20kA 10/350 $\mu$ s	461	755	881

Bảng 3. Điện áp thông qua khi phối hợp bảo vệ ba tầng

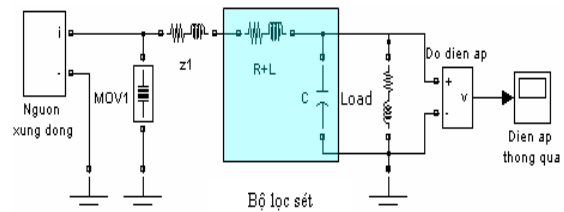
Điện áp thông qua trong trường hợp phối hợp bảo vệ ba tầng SSD tầng một sử dụng công nghệ TSG, SSD tầng hai sử dụng công nghệ MOV, SSD tầng ba sử dụng công nghệ MOV luôn thấp hơn hai trường hợp còn lại. Điện áp thông qua trong trường hợp phối hợp bảo vệ ba tầng luôn thấp hơn điện áp thông qua trong trường hợp phối hợp bảo vệ quá áp hai tầng. Như vậy, với sự phối hợp bảo vệ ba tầng có thể bảo vệ những thiết bị điện tử nhạy cảm kể cả những thiết bị mang tính chất quan trọng với xác suất xảy ra hư hỏng do sét lan truyền trên đường cấp nguồn là thấp nhất.

SSD có khả năng tiêu tán năng lượng sét và giới hạn điện áp thông qua tải tiêu thụ. Tuy nhiên, SSD không thể giảm tốc độ biến thiên dòng sét và điện áp sét. Chính tốc độ tăng dòng và tăng áp là nguyên nhân gây nên hư hỏng các thiết bị điện nhạy cảm. Chính vì vậy việc phối hợp bảo vệ giữa thiết bị cắt sét và thiết bị lọc sét (SRF) là một yếu tố ảnh hưởng đến hiệu

quả bảo vệ chống sét lan truyền trên đường nguồn hạ áp.

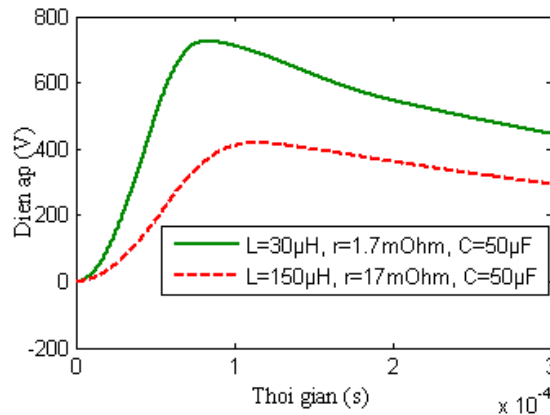
#### 4. Phối hợp bảo vệ giữa thiết bị cắt sét và thiết bị lọc sét

SSD được đặt tại một vị trí (Cat C) tại tủ phân phối chính ngay tại ngõ vào tòa nhà, sử dụng công nghệ MOV. Vị trí tải tiêu thụ đặt cách tủ phân phối chính 10m. Sử dụng SRF trong hai trường hợp:  $L = 30\mu\text{H}$ ,  $r_L = 1.7\text{m}\Omega$ ,  $C = 50\mu\text{F}$  và  $L = 150\mu\text{H}$ ,  $r_L = 17\text{m}\Omega$ ,  $C = 50\mu\text{F}$ .



Hình 6. Mô hình phối hợp thiết bị cắt sét với SRF

Thực hiện mô phỏng với xung dòng 20kA 8/20 $\mu$ s, đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa điện áp thông qua và thời gian được trình bày ở Hình 7.



Hình 7. Điện áp thông qua theo thời gian trường hợp có sử dụng SRF

Kết quả mô phỏng điện áp thông qua trong trường hợp phối hợp giữa SSD và SRF khi thực hiện với nhiều xung sét tiêu chuẩn khác nhau được trình bày ở Bảng 4.

Xung sét tiêu chuẩn	Điện áp thông qua (V)	
	MOV+SRF L = 30µH	MOV+SRF L = 150µH
3kA 8/20µs	316	193
20kA 8/20µs	725	417

Bảng 4. Điện áp thông qua khi phối hợp giữa thiết bị cắt sét và SRF

Điện áp thông qua trong trường hợp có sử dụng bộ lọc sét giảm đi đáng kể so với trường hợp không sử dụng bộ lọc sét. Khi bộ lọc sét có giá trị cảm kháng càng lớn thì khả năng lọc của bộ lọc sét càng lớn và điện áp thông qua tải tiêu thụ càng thấp. Điện dung của bộ lọc trong thực tế thường là 50µF, muốn tăng khả năng lọc sét của bộ lọc thì phải tăng cảm kháng L, trong thực tế giá trị L= 15µH, 30µH, 45µH... Vì vậy, để an toàn cho thiết bị nhạy cảm, thì phải tăng cảm kháng L lên đáng kể, nhưng phải đảm bảo điện áp rơi trên cuộn dây L không được vượt quá giới hạn cho phép (nhỏ hơn 3V).

### III. KẾT LUẬN

Bài báo đi sâu nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả bảo vệ chống sét lan truyền trên đường nguồn hạ áp bằng phương pháp mô hình hóa và mô phỏng trên phần mềm Matlab. Từ việc phân tích và đánh giá những kết quả mô phỏng, rút ra được các yếu tố ảnh hưởng sau đây:

1. Việc đặt SSD sử dụng công nghệ SG, TSG hoặc MOV tại vị trí tủ phân phối

chính để bảo vệ toàn bộ tòa nhà thì có thể bảo vệ hệ thống cơ điện, hệ thống chiếu sáng, hệ thống lạnh nhưng không thể bảo vệ những thiết bị điện tử nhạy cảm.

2. Phối hợp bảo vệ quá áp hai tầng với SSD tầng một sử dụng công nghệ TSG và TBBV tầng hai sử dụng công nghệ MOV có thể bảo vệ cho những thiết bị điện tử nhạy cảm.

3. Muốn bảo vệ cho những thiết bị điện tử nhạy cảm mang tính chất quan trọng thì sử dụng mô hình phối hợp bảo vệ quá áp ba tầng hoặc phối hợp giữa SSD và SRF.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- C. Basso, "Spark Gap Modeling," Intusof Newsletter, September 1997.
- Mai Thanh Sơn, So sánh hiệu quả bảo vệ quá điện áp hai tầng và ba tầng trên đường nguồn hạ áp. Luận văn thạc sĩ – 2009.
- Nguyễn Hoàng Minh Vũ, Lập mô hình mô phỏng các phần tử phi tuyến

của thiết bị chống sét hiện đại trên đường cấp nguồn hạ áp và đường tín hiệu. Luận văn thạc sĩ – 2003.

Quyền Huy Ánh – Khe phóng điện tự kích – TSG (Trigger Spark Gap) – Tập san Sư Phạm Kỹ Thuật số 13.

Quyền Huy Ánh – Mô hình thiết bị chống sét lan truyền trên đường nguồn

hạ áp – Tạp chí khoa học và công nghệ — 2003.

Trần Tùng Giang, Xây dựng mô hình máy phát xung hỗn hợp và biến trở phi tuyến hạ áp. Luận văn thạc sĩ – 2003.