

## NGHIÊN CỨU BẢO VỆ CHỐNG SÉT LAN TRUYỀN CHO TRẠM BIẾN ÁP BẰNG PHẦN MỀM EMTP-RV

### CALCULATION MODEL FOR PROTECTING AGAINST LIGHTNING PROPAGATION IN TRANSMISSION SUBSTATIONS USING EMTP

**Đặng Thu Huyền**

Trường Đại học Điện lực

Ngày nhận bài: 22/10/2017, Ngày chấp nhận đăng: 18/12/2017, Phản biện: TS. Trần Thanh Sơn

#### **Tóm tắt:**

Bài báo giới thiệu nghiên cứu ứng dụng phần mềm EMTP-RV để tính toán sóng sét lan truyền trong trạm biến áp. Mô hình mô phỏng một trạm biến áp điển hình của Việt Nam được xây dựng thành công trong EMTP-RV phục vụ cho nghiên cứu sóng sét lan truyền và ảnh hưởng của vị trí đặt chống sét van trong trạm. Kết quả tính toán cho thấy các vị trí đặt chống sét van trong trạm không có ảnh hưởng nhiều tới hiệu quả bảo vệ trạm.

#### **Từ khoá:**

Sét, chống sét lan truyền, vị trí chống sét van, EMTP-RV, trạm biến áp.

#### **Abstract:**

This paper deals with the EMTP-RV software application for studying the protection of transmission substations against lightning propagation. The simulation model of a typical substation in Vietnam is successfully constructed in EMTP-RV for the researches related to the lightning propagation and the influence of the position of the surge arrester. The results show that the position of the surge arrester in the substation has no effect on protection efficiency in the substation.

#### **Keywords:**

Surge, lightning propagation protection, arrester position, EMTP-RV, substation.

### **1. GIỚI THIỆU CHUNG**

Máy biến áp là một phần tử quan trọng trong hệ thống điện, có ảnh hưởng lớn đến độ tin cậy cung cấp điện và có giá thành rất đắt so với thiết bị khác trên hệ thống. Do đó trong quá trình thiết kế, vận hành, việc bảo vệ máy biến áp là một yếu tố được đặt lên hàng đầu. Có nhiều hệ thống bảo vệ máy biến áp khác nhau chống lại các sự cố. Trong đó có bảo vệ

chống sét lan truyền. Khi quá điện áp khí quyển, sét có thể đánh vào đường dây với biên độ dòng sét rất lớn, từ vài kA đến vài trăm kA. Sóng sét này lan truyền trên đường dây vào trạm biến áp gây ra quá điện áp tại trạm. Nếu quá điện áp vượt quá mức cách điện cho phép trong trạm biến áp sẽ dẫn đến phá huỷ cách điện và làm hỏng máy biến áp cũng như các thiết bị khác trong trạm gây hậu quả nghiêm

trọng. Để hạn chế quá điện áp tác động lên máy biến áp, người ta lắp đặt hệ thống chống sét van ở các phía của máy biến áp. Để lựa chọn được chống sét van thích hợp và đảm bảo việc bảo vệ máy biến áp được hiệu quả ta cần tính toán sóng sét lan truyền trong trạm. Do cấu trúc của trạm biến áp thường phức tạp và quá trình lan truyền sét là rất nhanh nên việc tính toán đòi hỏi sử dụng các công cụ và phần mềm dựa trên các thuật toán mạnh, có khả năng thực hiện tính toán quá trình quá độ với khoảng thời gian rất ngắn đến cấp độ  $\mu s$ .

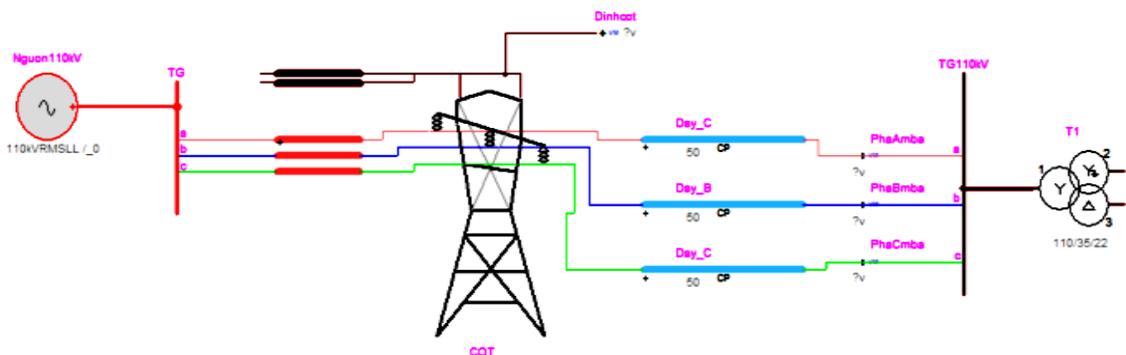
EMTP là một trong những phần mềm đáp ứng được vấn đề này. Đây là một phần mềm được ứng dụng rộng rãi để tính toán quá độ điện áp. EMTP có thư viện các phần tử của hệ thống điện như máy điện quay, máy biến áp, xung sét, chống sét, các loại dây dẫn, cột... cho phép người dùng mô tả hệ thống điện gần với thực tế nhất [1-7].

Bài báo này giới thiệu các kết quả của tác giả về nghiên cứu ứng dụng phần mềm EMTP-RV để tính toán mô phỏng cho một trạm biến áp điển hình ở Việt Nam, trong đó có sét đến ảnh hưởng của vị trí đặt chống sét van trong trạm. Bài báo gồm 4 phần:

- Phần 1: Giới thiệu chung.
- Phần 2: Mô hình mô phỏng của trạm biến áp trong phần mềm EMTP-RV.
- Phần 3: Giới thiệu các kết quả tính toán sóng sét lan truyền với vị trí đặt chống sét van khác nhau.
- Phần 4: Một số kết luận.

## 2. MÔ PHỎNG BẰNG PHẦN MỀM EMTP-RV

Bài báo thực hiện mô phỏng tính toán sóng sét lan truyền và hiệu quả làm việc của chống sét van cho trạm biến áp với sơ đồ xây dựng trong phần mềm EMTP-RV như trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ mô phỏng hệ thống trong EMTP/RV

Mô hình cột điện sử dụng trong mô phỏng là mô hình CPDL (Constant parameter Distributed Line) của IEEE [9-10]. Mỗi cột được chia thành bốn phần (hình 2). Ba phần đầu là các đoạn giữa bốn xà. Phần 4

tính từ đất tới xà thấp nhất, phần này được xem như là phần tử truyền sóng, nó được đặc trưng bởi tổng trở sóng và chiều dài truyền sóng. Trong EMTP phần này được mô hình hoá bằng thông số hằng số và mô

hình đường dây. Với các thông số được tính toán theo công thức sau:

$$Z_{T-waist} = 60 \ln \left[ \cot \left\{ 0.5 \tan^{-1} \left( \frac{R}{h} \right) \right\} \right]$$

Trong đó:

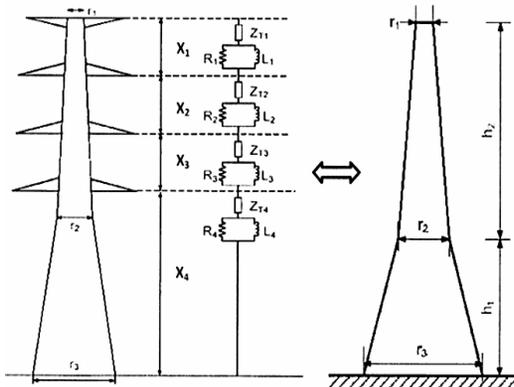
$$R = \frac{r_1 h_2 + r_2 h + r_3 h_1}{h}$$

$$h = h_1 + h_2$$

$$R_i = \frac{x_i}{h} 2Z_i \ln \left[ \frac{1}{\alpha} \right]$$

$$L_i = 2\tau_t R_i$$

$$i = 1, 2, 3, 4$$



Hình 2. Mô hình mô phỏng cột điện trong EMTP-RV

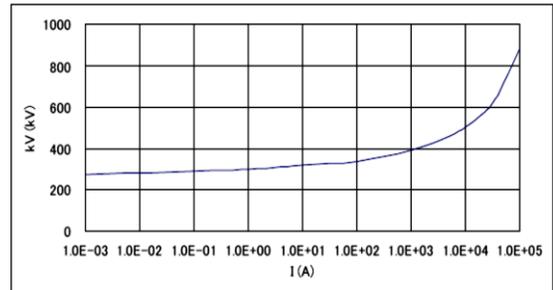
Trong mô phỏng sóng sét truyền, đường dây được mô hình hoá bằng mô hình thông số rải [7].

Mô hình chống sét van sử dụng trong mô phỏng là một điện trở phi tuyến của các phần tử MOV, nối tiếp với khe hở phóng điện. Đặc tính của chống sét van được lấy từ nhà sản xuất [12]. Chống sét van dùng trong mô phỏng có các thông số như sau:

- Điện áp danh định: 110kV.
- MCOV: 78 kV<sub>rms</sub>.

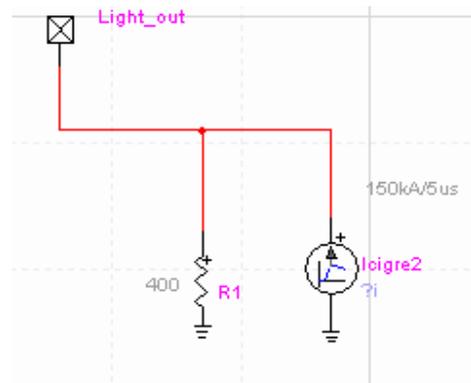
- Dòng phóng điện định mức: 10kA.

Đặc tính phi tuyến V-A của chống sét van như trên hình 3.



Hình 3. Đặc tính V-A của chống sét van cấp điện áp 110kV dùng trong mô phỏng

Nguồn sét sử dụng trong mô phỏng là dạng sóng tiêu chuẩn theo IEC 60243-3:2001 với xung 1,2/50 ms. Xung này đạt giá trị điện áp đỉnh sau xấp xỉ 1,2 ms và giảm xuống còn 50% giá trị đỉnh sau khoảng thời gian 50 ms tính từ thời điểm bắt đầu của dạng sóng. Trong EMTP-RV, xung này được mô phỏng như một nguồn dòng nối song song với một điện trở 400Ω (hình 4) với giá trị đỉnh là 150 kA.

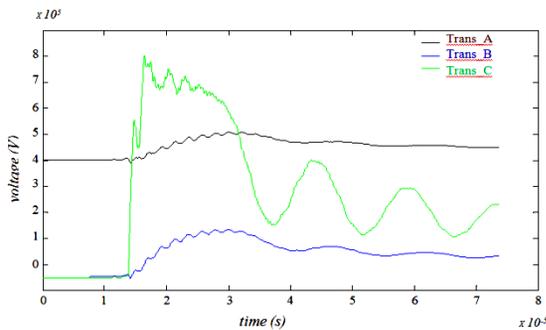


Hình 4. Mô phỏng nguồn sét trong EMTP

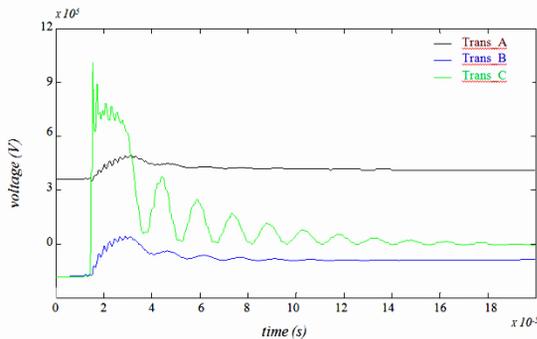
### 3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

Tính toán ảnh hưởng của vị trí đặt chống sét van tới điện áp đầu cực cao áp của

máy biến áp khi sét đánh vào đường dây ngay phía trước cột tới trạm được thực hiện trong 2 trường hợp: điểm đặt ngay sau cột tới trạm và điểm đặt tại thanh góp nhận điện tới máy biến áp của trạm. Khoảng cách giữa hai vị trí này được chọn để tính toán mô phỏng là 30m. Mọi điều kiện mô phỏng khác đều giữ nguyên: dạng và biên độ sóng sét, điện trở nối đất của cột điện, cấu trúc lưới điện.



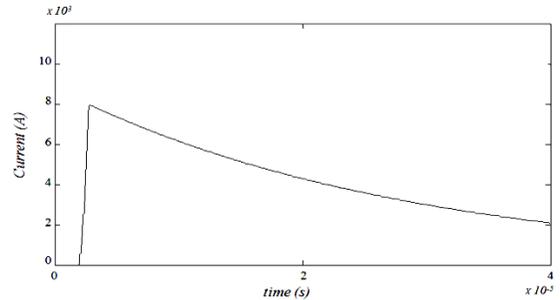
Hình 5. CSV được đặt ngay sau cột tới trạm



Hình 6. CSV được đặt tại thanh góp cao áp

Kết quả lần lượt được trình bày trên hình 5 và hình 6 cho thấy: khi có sóng quá điện áp do sét lan truyền từ đường dây vào trạm, vị trí điểm đặt chống sét van gần như không có ảnh hưởng gì tới điện áp tại đầu cực cao áp của máy biến áp trong trạm, điều này có thể được giải thích bởi đặc tính của sóng sét - tồn tại trong một thời gian rất ngắn (bậc  $\mu s$ ) và lan truyền

với tốc độ tương tự như tốc độ của ánh sáng, do đó khoảng cách từ cột điện tới trạm tới thanh góp của trạm được coi là rất nhỏ so với tốc độ lan truyền của sóng sét.



Hình 7. Dòng điện qua chống sét van; chống sét van cấp 110kV;  $R_{nd} = 8\Omega$

Hiệu quả làm việc của chống sét van được thể hiện thông qua tham số dòng điện lớn nhất  $I_{max}$  đi qua nó mà đặc tính cách điện của nó vẫn được đảm bảo. Với cấp điện áp 110kV, để đảm bảo cho chống sét van làm việc hiệu quả thì dòng lớn nhất cho phép là 10kA. Trong quá trình tính toán mô phỏng phía trên, năng lực làm việc của chống sét van cũng được kiểm tra trong tất cả các trường hợp mô phỏng. Tất cả các trường hợp kiểm tra đều cho thấy dòng điện đều đảm bảo nhỏ hơn 10kA. Hình 7 là kết quả tính toán trong trường hợp điện trở nối đất của cột có giá trị  $8\Omega$ .

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo giới thiệu ứng dụng phần mềm EMTP-RV trong tính toán bảo vệ chống sét lan truyền. Các kết quả tính toán với vị trí khác nhau của chống sét van trong trạm đã chỉ ra rằng vị trí của chống sét van phía 110kV không ảnh hưởng tới kết quả điện áp trên đầu cao áp của máy.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.Ametani, T. Kawamura, "A method of a lightning surge analysis recommended in Japan using EMTP," IEEE Transactions on Power Delivery, Pp. 867-875, Vol.20, No.2, 2005.
- [2] T. Sadovic, S. Sadovic, "EMTP-RV modelling for the transmission line lightning performance computation", User Group Meeting, 20 April 2009, Dubrovnik, 2009.
- [3] Karthik Munutkutla, Vijay Vittal, Gerald T.Heydt, Daryl Chipman, Brain Keel, "A Practical Evaluation of Surge Arrester placement for Transmission Line Lightning Protection," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.25, No.3, July 2010.
- [4] Akihiro Ametani, "Lightning surge analysis by EMTP and numerical electromagnetics analysis method." 30th International Conference on Lightning Protection, 2010.
- [5] Omar Saad, "Computation of power system transients: Modeling portability using EMTP-EV DLL", IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2011.
- [6] R. Ziembra, G. Maslowski, K. Baran, "Modeling of surge currents in lightning protection system using ATP-EMTP," ICHVE International Conference on High Voltage Engineering and Application, 2014.
- [7] Saeed Mohajeryami, Milad Doostan, "Including surge arresters in the lightning performance analysis of 132kV transmission line," IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition (T&D), 2016.
- [8] G. H. Kusumadevi; G. R. Gurumurthy, "Simulation analysis of surge behaviour of power transformer model winding represented by large number of sections," IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena , pp.534-537, 2014.
- [9] M. Ishii, T. Kawamura, T. Kouno, E. Ohsaki, K. Murotani, T. Higuchi, "Multistory Transmission Tower Model for Lightning Surge Analysis," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 6, no. 3, pp.1327-1335, July 1991.
- [10] T. Ueda; T. Ito; H. Watanabe; T. Funabashi; A. Ametani, "A comparison between two tower models for lightning surge analysis of 77 kV system," International Conference on Power System Technology. Proceedings, pp.433-437 vol.1, 2000.
- [11] Saad Dau, "Modelling of metal oxide surge arresters as elements of overvoltage protection systems," International Conference on Lightning Protection (ICLP), pp.1-5, 2012.
- [12] ABB High Voltage Technologies Ltd, 2009, Dimensioning, testing and application of metal oxide surge arresters in MV networks.

### Giới thiệu tác giả:



Tác giả Đặng Thu Huyền tốt nghiệp Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2003, nhận bằng Thạc sĩ năm 2006 và bằng Tiến sĩ năm 2010 chuyên ngành hệ thống điện tại Học viện Bách khoa Grenoble (INPG) - Cộng hòa Pháp.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu điện, kỹ thuật điện cao áp.