

CẢI THIỆN KHẢ NĂNG CHỊU SÉT CỦA ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI 220KV BẰNG CÁCH SỬ DỤNG DÂY NỔ ĐẤT PHÍA DƯỚI

IMPROVING THE LIGHTNING PERFORMANCE OF 220KV TRANSMISSION LINES BY USING UNDERBUILT GROUND WIRES

Ninh Văn Nam

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu một biện pháp đặc biệt cải thiện khả năng chịu sét của đường dây truyền tải 220kV bằng cách sử dụng dây nối đất phía dưới. Lắp đặt dây nối đất phía dưới các dây pha có tác dụng giảm điện áp đặt lên cách điện khi sét đánh vào đường dây. Kết quả nghiên cứu dựa trên mô hình điện hình học và phần mềm mô phỏng EMTP. Dạng sóng điện áp và biên độ điện áp trên cách điện của đường dây trước và sau khi sử dụng biện pháp được phân tích đánh giá. Suất sự cố do sét đánh đỉnh cột và khoảng vượt của đường dây cũng được tính toán và thảo luận với trường hợp không có và có dây nối đất phía dưới. Phân tích kết quả này cho phép lựa chọn giải pháp giảm sự cố do sét và ứng dụng trong thực tế.

Từ khóa: Đường dây truyền tải, dây nối đất phía dưới, quá điện áp, phần mềm EMTP.

ABSTRACT

This paper presents the results of study on a special method to improve lightning performance of 220kV transmission lines by using the underbuilt ground wires. Installation the additional underbuilt ground wire located below the phase conductors reduces the voltage across the insulator string when lightning strikes to the line. The results study are based on the geometric model method and EMTP simulation software. Wave voltage and amplitude voltage on the voltage across the insulator before and after using the improvement method were analyzed and assessed. Flashover rate by lightning strikes to the tower top and mid span in case without and with underbuilt wire also were calculated and discussed. Analysis of this result allows for the selection of solution to reduce problems caused by lightning and hence the practical application would be deduced.

Keywords: Transmission Line, underbuilt ground wire, Overvoltage, EMTP simulation.

Ninh Văn Nam

Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Email: ninhnamhau@gmail.com

Ngày nhận bài: 02/08/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 10/09/2017

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2017

1. GIỚI THIỆU

Nguyên nhân chính gây cắt điện trên đường dây truyền tải là do sét, giảm độ tin cậy cung cấp điện [1]. Sét đánh vào đường dây tải điện gây ra quá điện áp, phóng điện sẽ xảy ra

nếu giá trị điện áp đặt lên cách điện lớn hơn giá trị $U_{50\%}$ (trị số điện áp phóng điện xung kích nhỏ nhất của chuỗi cách điện) [2]. Giảm điện áp đặt lên cách điện khi xuất hiện quá điện áp do sét sẽ giảm được suất sự cố (SSC), cải thiện được khả năng chịu sét của đường dây.

Một số biện pháp đã được áp dụng như: giảm điện trở tiếp địa, tăng chiều dài cách điện, giảm tổng trở sóng của cột, lắp đặt dây néo, lắp đặt chống sét van nhằm cải thiện khả năng chịu sét của đường dây truyền tải 220kV, các biện pháp này đều có những ưu nhược điểm nhất định.

Lắp đặt dây nối đất phía dưới các dây pha là một trong các biện pháp đặc biệt để cải thiện khả năng chịu sét của đường dây truyền tải điện cũng đã được gợi ý trong [3, 4] nhưng chưa có kết quả nghiên cứu rõ ràng. Dây nối đất phía dưới này không có tác dụng che chắn như dây chống sét lắp đặt phía trên các dây pha, dây nối đất phía dưới này cũng có tác dụng làm giảm điện áp đặt lên cách điện nhưng bản chất hoàn toàn khác so với các biện pháp nêu trên. Ảnh hưởng của vị trí lắp đặt dây nối đất phía dưới vẫn chưa được đánh giá, phân tích do đó vẫn chưa tìm ra được vị trí lắp đặt phù hợp.

Lắp đặt dây nối đất phía dưới có tác dụng làm tăng hệ số ngẫu hợp các dây pha [5], khi hệ số ngẫu hợp tăng lên điện áp trên cách điện sẽ giảm xuống. Những đoạn đường dây đi qua khu vực có điện trở suất lớn, biện pháp giảm điện trở tiếp địa cột khó thực hiện, thì biện pháp sử dụng dây nối đất phía dưới cũng là một giải pháp hiệu quả để cải thiện khả năng chịu sét của đường dây.

Nội dung bài báo trình bày ảnh hưởng của dây nối đất phía dưới tới điện áp đặt trên cách điện của đường dây truyền tải 220kV do sét đánh vào đỉnh cột hoặc khoảng vượt bằng cách sử dụng phần mềm mô phỏng EMTP. Các kết quả về dạng sóng điện áp, biên độ điện áp đặt lên cách điện các pha và suất sự cố của đường dây được phân tích đánh giá. Ảnh hưởng của vị trí lắp đặt dây nối đất phía dưới cũng được xem xét.

2. QUAN HỆ ĐIỆN ÁP TRÊN CÁCH ĐIỆN VÀ HỆ SỐ NGẪU HỢP

Xét hai trường hợp khi sét đánh đỉnh cột và khi sét đánh khoảng vượt, quá điện áp do sét gây ra có giá trị lớn hơn

nhiều lần điện áp pha của đường dây lúc làm việc bình thường, nên khi mô phỏng quá điện áp do sét thường được bỏ qua.

2.1. Sét đánh đỉnh cột

Khi sét đánh đỉnh cột, lúc này tổng trở sóng của cột Z_C nối song song với tổng trở sóng dây chống sét $Z_{DCS}/2$. Điện áp tại đỉnh cột xác định theo công thức sau [4]:

$$V_C = \frac{I_0 \cdot Z_C}{1 + 2 \left(\frac{Z_C}{Z_{DCS}} \right)} \tag{1}$$

trên các dây pha suất hiện điện áp cảm ứng có giá trị là $K \cdot V_C$, nên điện áp trên chuỗi cách điện được xác định theo công thức:

$$V_{cd} = V_C (1 - K) \tag{2}$$

trong đó, V_{cd} : điện áp đặt trên cách điện (kV), V_C : điện áp tại đỉnh cột (kV), K : hệ số ngẫu hợp giữa dây chống sét và dây pha; Z_C : tổng trở sóng của cột (Ω); Z_{DCS} : tổng trở sóng dây chống sét (Ω).

2.2. Sét đánh khoảng vượt

Khi sét đánh khoảng vượt, điện áp trên dây chống sét xác định theo công thức [4]:

$$V_M = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_0 \cdot Z_{DCS}}{1 + \frac{Z_{DCS}}{2Z_C}} \tag{3}$$

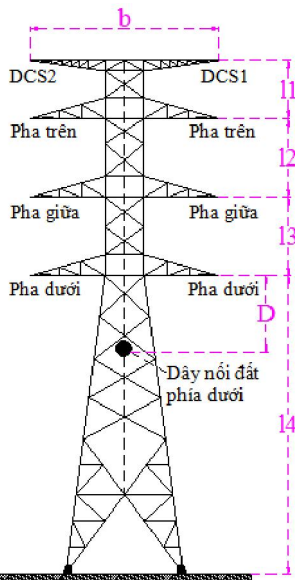
trong đó, I_0 : biên độ dòng điện sét (kA), Z_C : tổng trở sóng khe sét (Ω).

Điện áp cảm ứng trên pha gần nhất là $K \cdot V_M$, điện áp trên cách điện xác định theo công thức:

$$V_i = V_M (1 - K) \tag{4}$$

3. CÁC PHẦN TỬ TRONG EMTP

3.1. Cột và đường dây 220kV



Hình 1. Cấu hình cột 220kV

Cột sử dụng loại cột Đ222A,B như ở hình 1 được lựa chọn để phân tích, dữ liệu kích thước cột được thể hiện trong bảng 1. Đường dây mạch đôi, phân pha 2 dây (khoảng cách dây phân pha 30cm), khoảng vượt trung bình 350m, dây dẫn sử dụng loại dây 2xACSR330/42,2; dây chống sét (DCS) có 2 dây, DCS1 sử dụng loại PHLOX116 và DCS2 sử dụng loại OPGW91/38. Đường dây này nằm trong vùng có mật độ sét là 8,6 lần/km².năm được dùng để phân tích và mô phỏng. Dây nối đất phía dưới sử dụng loại như DCS1.

Mô hình cột và đường dây truyền tải trên không trong EMTP sử dụng mô hình phụ thuộc tần số J-Marti [6] và mô hình được đề xuất theo IEC TR 60071-4[7] với 2 dây chống sét và 6 dây pha. Dữ liệu mô phỏng như trong bảng 1.

Bảng 1. Dữ liệu trong mô phỏng

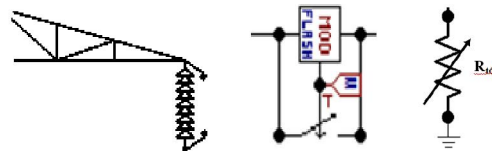
l_1 (m)	l_2 (m)	l_3 (m)	l_4 (m)	b(m)
3,5	6	6	24,5	4,5

3.2. Mô hình chuỗi cách điện

Cách điện sử dụng loại composite, gồm 15 bát sứ chiều dài mỗi bát là 146mm. Chuỗi cách điện được bảo vệ bởi hai mỏ phóng, khoảng cách hai mỏ phóng 1,8m được mô phỏng bởi mô hình phóng điện ngược trong EMTP theo [8] như hình 2.

3.3. Mô hình tiếp địa của chân cột

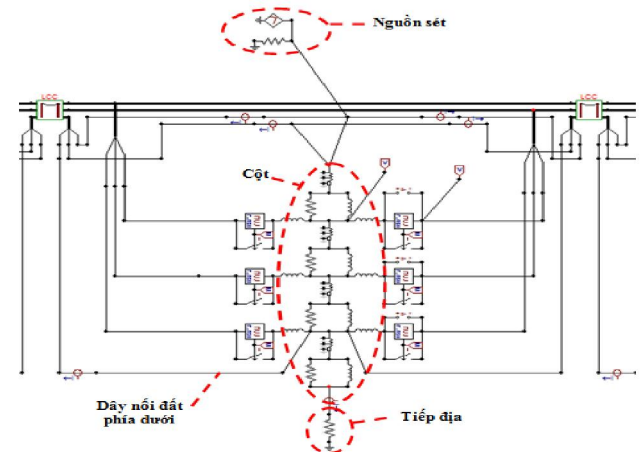
Hệ thống tiếp địa cột 220kV được mô phỏng trong EMTP ở dạng đơn giản, theo [7] được thay thế bởi một điện trở R_{td} như hình 3



Hình 2. Mô hình chuỗi sứ và mỏ phóng Hình 3. Mô hình tiếp địa chân cột

3.4. Sơ đồ mô phỏng trong EMTP

Sơ đồ các phần tử như nguồn sét, cột, tiếp địa, mỏ phóng và dây nối đất phía dưới được thay thế trong mô phỏng EMTP thể hiện trên hình 4, với đại diện cho một cột và 2 khoảng vượt trong sơ đồ mô phỏng.

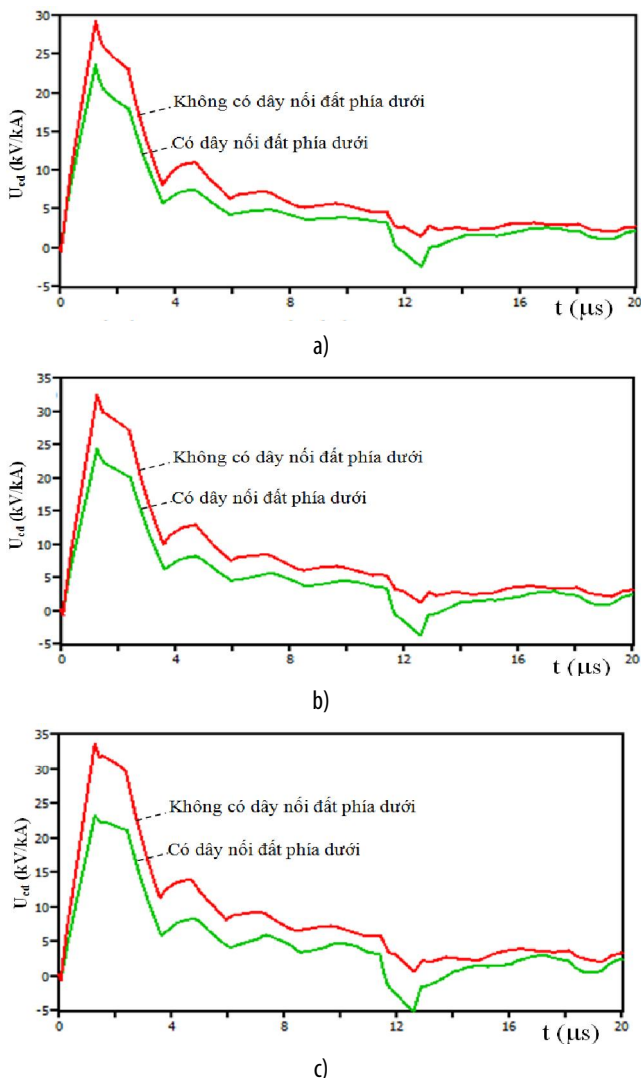


Hình 4. Sơ đồ mô phỏng cho một cột trong EMTP

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

4.1. Điện áp trên cách điện pha

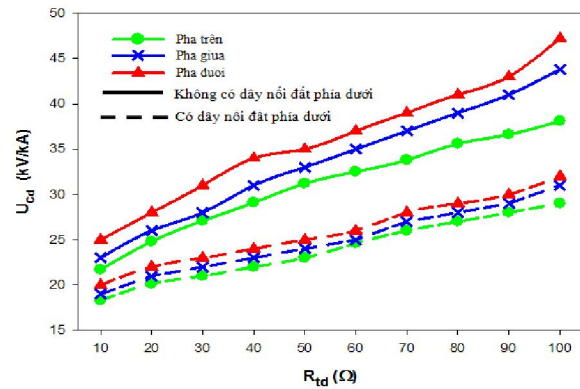
Hình 5 thể hiện kết quả mô phỏng dạng sóng điện áp trên cách điện pha trên, pha giữa và pha dưới khi sét đánh đỉnh cột với dạng sóng sét 1,2/50 μ s (nguồn sét loại Slope-Ramp), điện trở tiếp địa $R_{td} = 40\Omega$, với trường hợp không có dây nối đất và trường hợp có sử dụng một dây nối đất (hình 1), khoảng cách $D = 3,5m$. Kết quả cho thấy khi sử dụng một dây nối đất phía dưới dạng sóng điện áp trên cách điện các pha đều giảm so với không sử dụng dây nối đất phía dưới, giá trị điện áp lớn nhất pha trên giảm 6kV/kA, pha giữa giảm 8kV/kA, pha dưới giảm 10kV/kA. Pha nào gần dây nối đất phía dưới hơn thì độ tăng hệ số ngẫu hợp lớn nên độ giảm điện áp lớn hơn.



Hình 5. Dạng điện áp trên cách điện pha trên (a), pha giữa (b), pha dưới (c)

4.2. Ảnh hưởng của điện trở tiếp địa đến biên độ điện áp trên cách điện

Thay đổi giá trị điện trở tiếp địa chân cột từ 10Ω đến 100Ω , kết quả mô phỏng biên độ điện áp trong trường hợp sử dụng dây nối đất phía dưới và trong trường hợp không sử dụng dây nối đất phía dưới thể hiện trên hình 6.



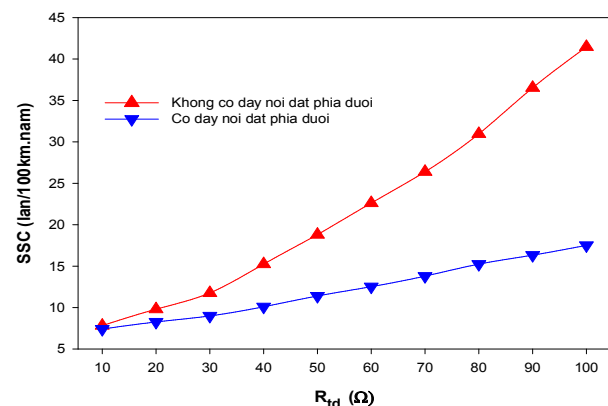
Hình 6. Biên độ điện áp trên cách điện các pha

Từ kết quả này cho thấy, khi không có dây nối đất phía dưới điện áp trên cách điện pha trên tăng 75% pha giữa tăng 86% và pha dưới tăng 88%, khi có dây nối đất phía dưới điện áp trên cách điện pha trên tăng 55% pha giữa tăng 57% và pha dưới tăng 60%. Như vậy khi R_{td} tăng lên dùng dây nối đất phía dưới thì điện áp trên cách điện các pha tăng ít hơn so với khi không có dây nối đất phía dưới. Khi sử dụng dây nối đất phía dưới điện áp trên cách điện các pha trên giảm 15,7% và 25,2%; pha giữa giảm 16,4% và 30,2%; pha dưới giảm 20 và 32,2% so với khi không sử dụng dây nối đất phía dưới tương ứng với $R_{td} = 10\Omega$ và $R_{td} = 100\Omega$.

Qua phân tích trên cho thấy những đường dây đi qua khu vực có điện trở suất lớn giải pháp giảm điện trở tiếp địa khó thực hiện thì sử dụng dây nối đất phía dưới sẽ được lựa chọn để cải thiện khả năng chịu sét cho đường dây truyền tải.

4.3. Suất sự cố do sét

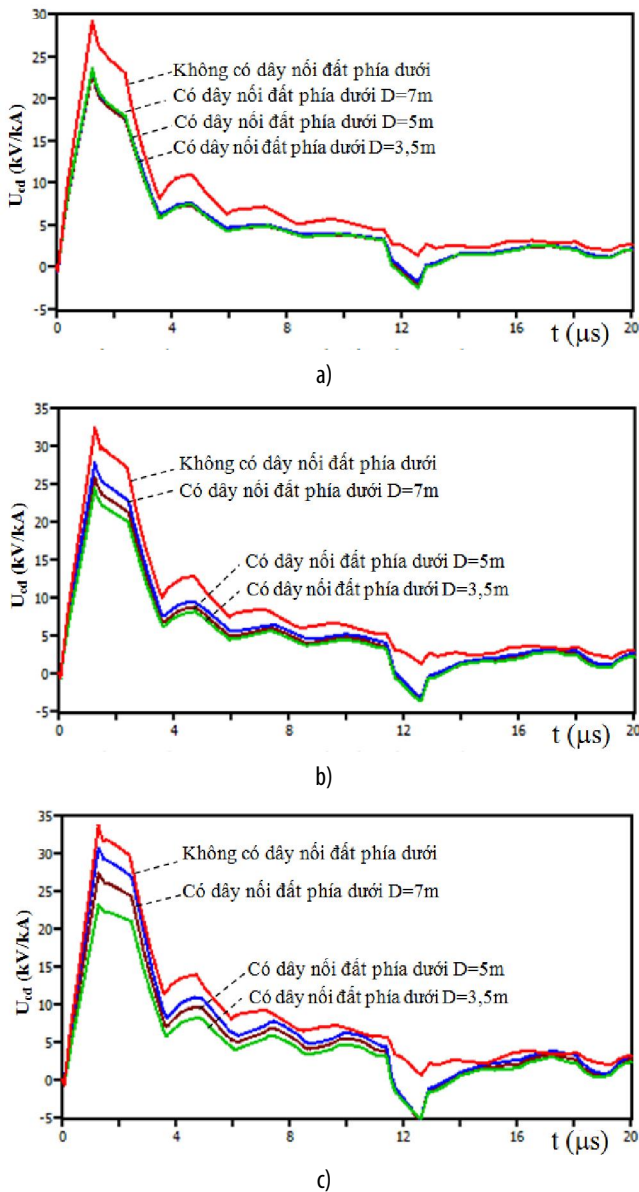
SSC do sét đánh đỉnh cột và khoảng vượt được tính toán theo [4]. Kết quả mô phỏng và tính toán trong trường hợp không sử dụng dây nối đất phía dưới và có sử dụng dây nối đất phía dưới tương ứng với giá trị điện trở tiếp địa cột từ 10Ω đến 100Ω được thể hiện trên hình 7. SSC của đường dây truyền tải khi có dây nối đất phía dưới giảm 0,89 lần và 0,42 lần so với khi không có dây nối đất phía dưới ứng với điện trở tiếp địa 10Ω và 100Ω . Nếu có dây nối đất phía dưới và $R_{td} = 40\Omega$ thì SSC của đường dây sẽ tương đương SSC của đường dây không có dây nối đất phía dưới ở $R_{td} = 20\Omega$.



Hình 7. SSC đường dây truyền tải

4.4. Ảnh hưởng của vị trí lắp đặt dây nối đất phía dưới

Thay đổi vị trí lắp đặt dây nối đất với tăng khoảng cách D lần lượt là 3,5m; 5m và 7m, kết quả mô phỏng dạng sóng điện áp trên cách điện các pha được thể hiện trên hình 8.

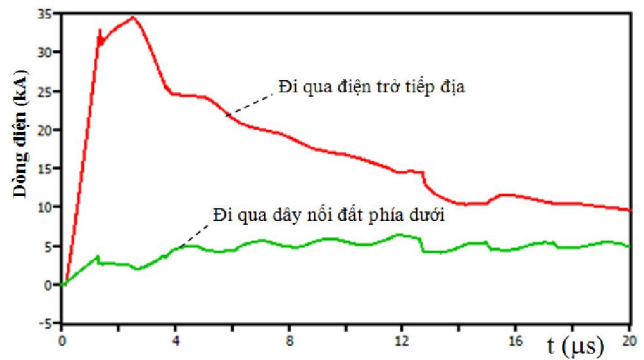


Hình 8. Dạng điện áp trên cách điện khi thay đổi vị trí lắp đặt dây nối đất phía dưới: pha trên (a), pha giữa (b), pha dưới (c)

Kết quả mô phỏng cho thấy, khi dây nối đất càng gần dây pha thì điện áp trên cách điện càng giảm xuống. Như vậy, khoảng cách D giảm thì hệ số ngẫu hợp giữa các dây pha và dây nối đất tăng, nên thực tế để đảm bảo quy phạm về khoảng cách của đường dây truyền tải, thì lựa chọn vị trí tối ưu lắp đặt dây nối đất phía dưới sẽ mang lại hiệu quả cao.

4.5. Khả năng thoát của dòng điện sét

Mô phỏng với trường hợp sét đánh đỉnh cột dòng điện sét 60kA (1,2/50μs, nguồn sét loại Slope-Ramp), với $R_{td} = 40\Omega$ dạng dòng điện sét qua một phía của dây nối đất phía dưới và qua điện trở tiếp địa được thể hiện trên hình 9.



Hình 9. Dạng dòng điện sét qua R_{td} và qua dây nối đất phía dưới

Kết quả mô phỏng cho thấy, dòng điện sét khi đánh vào đỉnh cột ngoài thoát ra dây chống sét theo các phía và đi qua điện trở tiếp địa xuống đất còn thoát qua 2 phía của dây nối đất phía dưới, dòng điện sét thoát qua dây nối đất phía dưới chiếm 21,3% trị số dòng điện sét đánh đỉnh cột.

5. KẾT LUẬN

Các kết quả mô phỏng cho thấy, biện pháp lắp đặt dây nối đất phía dưới giảm đáng kể điện áp đặt lên cách điện do sét gây ra của đường dây truyền tải 220kV. Đồng thời giảm được SSC của đường dây truyền tải. Biện pháp này càng hiệu quả với những cột có điện trở tiếp địa bằng hoặc lớn hơn 40Ω, với những cột có giá trị điện trở tiếp địa như vậy biện pháp này được khuyến nghị sử dụng.

Việc sử dụng dây nối đất phía dưới không chỉ làm tăng hệ số ngẫu hợp giữa các dây pha và dây nối đất, mà còn một phần thoát của dòng điện sét mà nếu không sẽ đi qua điện trở nối đất.

Càng giảm khoảng cách vị trí lắp đặt dây nối đất phía dưới với dây pha thì mức giảm điện áp đặt lên cách điện càng lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. EVNNPT, 2016. "Vietnam Electricity Report reducing incidents caused by lightning on lines 220, 500 kV".
- [2]. H. Việt, 2010. *Kỹ thuật điện cao áp - Tập 2: Quá điện áp trong hệ thống điện*. NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [3]. *IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Lines*, IEEE Standard 1243-1997.
- [4]. Andrew R. Hileman, 1999. *Insulation Coordination for Power Systems*. CRC1999.
- [5]. Ninh Nam V., Thinh H. Pham, Top V. Tran, 2016. "Coupling effect in transmission line submitted to lightning strikes". RCEEE2016.
- [6]. H. W. Dommel, 1986. *ElectroMagnetic Transients Program. Reference Manual (EMTP Theory Book)*. Bonneville Power Administration, Portland.
- [7]. IEC TR 60071-4, Part 4: *Computational guide to insulation coordination and modelling of electrical networks*.
- [8]. J. G. Anderson, R. Clayton, and Elahi, 1993. "IEEE Working Group Report Estimating Lightning Performance of Transmission Lines I1 - Updates to Analytical Models e". vol. 8, no. 3, pp. 1254-1267.